

## 明 細 書

発明の名称：

プロセスシステムのリスク評価システム、リスク評価プログラム及びリスク評価方法

### 技術分野

[0001] この発明は、複数のプロセスから構成されるプロセスシステムのリスク評価システム、リスク評価プログラム及びリスク評価方法に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、発電所、オイル製造装置、精油所、ガスプラント及び化学プラントなどのプラント（プロセスシステム）では、信頼性や安全性を確保しつつ効率的に保全管理業務を実施する方法として、RBI（Risk-Based Inspection）のリスク評価手法が導入されつつある。この手法は、プラントを構成する複数のプロセスのそれぞれについて、不具合（故障など）の発生頻度及びプロセスの重要度に基づいてリスク評価を行う。例えば、この手法によってリスクが高いと評価されたプロセスを構成する構成機器に対してメンテナンスなどを集中的に実施することで、効率的にプロセスシステムを保全管理している。リスク評価手法は、特開2013-088828号公報及び特開2010-073121号公報に例示されている。

[0003] その他、リスク評価とは異なるが、上述したプラントなどに配設される構成機器であるスチームトラップの現在の動作状態（状態データ）を収集し、この状態データに基づいてスチームトラップの交換等のメンテナンスを実施する方法もある。この方法は、特開2010-146186号公報に例示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2013-088828号公報

特許文献2：特開2010-073121号公報

特許文献3：特開2010-146186号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0005] 上述したリスク評価手法は、プロセス単位（又は機器単位）で行われる。そのため、リスク評価において、プロセスとそのプロセスを構成する構成機器との関連性を把握し難い。例えば、プロセス単位のリスク評価では、リスクの高いプロセスの構成機器のうち、どの構成機器がよりリスクが高いのかを把握することが難しい。そのため、リスクの高いプロセスの構成機器のうち、どの構成機器から優先的にメンテナンスを実施するべきか把握し難い。
- [0006] この発明は、リスク評価において、プロセスシステムを構成するプロセスと、プロセスを構成する構成機器との関連性を把握することができるプロセスシステムのリスク評価システム、リスク評価プログラム及びリスク評価方法を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の第1の側面によって提供される複数のプロセスから構成されるプロセスシステムのリスク評価システムは、記憶部、操作部、算出部、リスク評価部及び表示部を備えている。記憶部は、前記プロセスを特定する識別情報と、前記プロセスを構成する構成機器のうちの少なくとも特定の構成機器を特定する識別情報とを関連づけた関連情報を記憶する。操作部は、前記特定の構成機器に関するリスク評価のための所定情報の操作入力を受け付ける。算出部は、前記特定の構成機器に関するリスク評価に用いる第一要因及び第二要因を、前記特定の構成機器に関する前記所定情報に基づいて算出する。リスク評価部は、前記第一要因及び前記第二要因の2軸で定義され、算出された前記特定の構成機器の第一要因及び第二要因に基づいてプロットしたプロット画像を含む機器リスク評価マトリクスを表示するための機器リスク評価情報を生成する。表示部は、前記リスク評価情報を用いて、前記機器リスク評価マトリクスを表示する。また、リスク評価部は、前記記憶部の関連情報に基づいて、同一プロセスを構成する前記特定の構成機器のプロット画

像を特定可能な表示態様で前記機器リスク評価情報を生成する。

- [0008] 前記第一要因は、前記特定の構成機器のプロセスにおける重要度であり、上記第二要因は、前記特定の構成機器の不具合の発生頻度であってもよい。
- [0009] 前記リスク評価部は、特定可能な前記表示態様として、前記同一プロセスを構成する特定の構成機器のプロット画像を線で囲んだ表示態様で前記リスク評価情報を生成してもよい。
- [0010] 前記操作部は、さらに、前記プロセスに関するリスク評価のための所定情報の操作入力を受け付け、上記算出部は、さらに、前記プロセスの前記第一要因及び前記第二要因を、前記プロセスに関する前記所定情報に基づいて算出し、上記リスク評価部は、前記第一要因及び前記第二要因の2軸で定義され、算出された前記プロセスの第一要因及び第二要因に基づいてプロットしたプロット画像を含むプロセスリスク評価マトリクスを表示するためのプロセスリスク評価情報を生成し、上記表示部は、前記機器リスク評価マトリクス及び前記プロセスリスク評価マトリクスを、切り換えて表示する、又は、並べて表示するようにしてもよい。
- [0011] 前記記憶部は、さらに、前記特定の構成機器の動作状態の情報を、前記特定の構成機器の識別情報に関連づけて記憶し、前記リスク評価部は、前記特定の構成機器の動作状態の情報に基づいて、前記特定の構成機器のそれぞれの動作状態を特定可能な表示態様のプロット画像を含む機器リスク評価マトリクスを表示するための機器リスク評価情報を生成するようにしてもよい。
- [0012] 上記プロット画像の表示態様は、前記動作状態に応じて形状、色彩、点滅間隔のいずれかが異なるようにしてもよい。
- [0013] 上記特定の構成機器は、前記プロセスシステムにおいて発生するドレンを排出するスチームトラップであり、前記動作状態は、前記スチームトラップの温度及び振動の情報に基づいて判定された状態であってもよい。
- [0014] 上記特定の構成機器の動作状態には、正しい動作状態を示す正常状態、正常ではない動作状態を示す異常状態、動作が停止している状態にある休止状態が含まれてもよい。

[0015] 本発明の第2の側面によって提供されるリスク評価プログラムは、複数のプロセスから構成されるプロセスシステムに適用されるコンピュータを、前記プロセスを構成する構成機器のうちの少なくとも特定の構成機器に関するリスク評価に用いる第一要因及び第二要因を、操作部を介してユーザによって入力された前記特定の構成機器のリスク評価のための所定情報に基づいて算出する算出部、前記第一要因及び前記第二要因の2軸で定義され、算出された前記特定の構成機器の第一要因及び第二要因に基づいてプロットしたプロット画像を含む機器リスク評価マトリクスを表示部に表示させるための機器リスク評価情報を生成するリスク評価部、として機能させ、前記リスク評価部は、前記プロセスを特定する識別情報と、前記プロセスを構成する特定の構成機器を特定する識別情報とを関連づけた関連情報に基づいて、同一プロセスを構成する前記特定の構成機器のプロット画像を特定可能な表示態様で前記機器リスク評価情報を生成する、ものとして機能させる。

[0016] 本発明の第3の側面によって提供されるコンピュータによって実行される複数のプロセスから構成されるプロセスシステムのリスク評価方法は、前記プロセスを特定する識別情報と、前記プロセスを構成する構成機器のうちの少なくとも特定の構成機器を特定する識別情報とを関連づけた関連情報を記憶する記憶部にアクセスする工程と、前記特定の構成機器に関するリスク評価のための所定情報の操作入力を受け付ける操作工程と、前記特定の構成機器に関するリスク評価に用いる第一要因及び第二要因を、前記特定の構成機器に関する前記所定情報に基づいて算出する算出工程と、前記第一要因及び前記第二要因の2軸で定義され、算出された前記特定の構成機器の発生頻度及び重要度に基づいてプロットしたプロット画像を含む機器リスク評価マトリクスを表示するための機器リスク評価情報を生成するリスク評価工程と、前記リスク評価情報を用いて、前記機器リスク評価マトリクスを表示する表示工程と、を備え、前記リスク評価工程は、前記記憶部の関連情報に基づいて、同一プロセスを構成する前記特定の構成機器のプロット画像を特定可能な表示態様で前記機器リスク評価情報を生成する。

## 発明の効果

[0017] この発明によれば、機器リスク評価マトリクスにおいて、同一プロセスを構成する特定の構成機器のプロット画像を特定できるので、リスク評価において、プロセスシステムを構成するプロセスと、プロセスを構成する構成機器との関連性を把握することができ、より効率的にプロセスシステムの保全管理を行うことができる。

## 図面の簡単な説明

[0018] [図1]この発明の第1の実施形態に係るプロセスシステムのリスク評価システムの構成を示す図である。

[図2] (A) は、この発明の第1の実施形態に係るスチームトラップのリスクが表示されたウィンドウの一例を示す図であり、(B) は、この発明の第1の実施形態に係るスチームトラップのリスクが表示されたウィンドウの一例を示す図である。

[図3]この発明の第1の実施形態に係るプロセスのリスクが表示されたウィンドウの一例を示す図である。

[図4]この発明の第1の実施形態に係るスチームトラップ及びプロセスの重要度及び発生頻度を算出するための所定情報の入力画面が表示されたウィンドウの一例を示す図である。

[図5] (A) は、この発明の第1の実施形態に係る重要度テーブルの一例を示す図であり、(B) は、この発明の第1の実施形態に係る発生頻度テーブルの一例を示す図であり、(C) は、この発明の第1の実施形態に係る選択肢テーブルの一例を示す図である。

[図6] (A) は、この発明の第1の実施形態に係る記憶部に記憶されている機器リスク評価テーブルを示す図であり、(B) は、この発明の第1の実施形態に係る記憶部に記憶されているプロセスリスク評価テーブルを示す図である。

[図7]この発明の第1の実施形態に係るリスク評価システムが実行する重要度及び発生頻度の算出処理を示すフローチャートである。

[図8]この発明の第1の実施形態に係るリスク評価システムが実行するリスク評価マトリクスの表示処理を示すフローチャートである。

[図9]この発明の第2の実施形態に係るプロセスシステムのリスク評価システムの構成を示す図である。

[図10](A)は、この発明の第2の実施形態に係るスチームトラップのリスクが表示されたウィンドウの一例を示す図であり、(B)は、この発明の第2の実施形態に係るスチームトラップのリスクが表示されたウィンドウの一例を示す図である。

[図11]この発明の第2の実施形態に係るプロセスのリスクが表示されたウィンドウの一例を示す図である。

[図12]この発明の第2の実施形態に係る記憶部に記憶されている機器リスク評価テーブルを示す図である。

[図13]この発明の第2の実施形態に係るリスク評価システムが実行する状態情報の更新処理を示すフローチャートである。

[図14]この発明の第2の実施形態に係るリスク評価システムが実行するリスク評価マトリクスの表示処理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

[0019] 図面を参照してこの発明の実施形態であるプロセスシステムのリスク評価システム、リスク評価プログラム及びリスク評価方法について説明する。なお、本発明の構成は、実施形態に限定されるものではない。また、以下で説明する各種フローを構成する各種処理の順序は、処理内容に矛盾等が生じない範囲で順不同である。

[0020] (第1実施形態)

#### 第1-1 プロセスシステム(プラント)のリスク評価システム1の構成

図1は、プロセスシステムのリスク評価システム1の構成を示す図である。リスク評価システム1は、端末装置2などから構成され、発電所、オイル製造装置、精油所、ガスプラント、蒸気プラントなどのプラント(プロセスシステム)のリスク評価を行う。この実施形態では、プロセスシステムのリ

スク評価として、蒸気プラントのプロセス及び構成機器のリスク評価について説明する。プロセスは、蒸気供給プロセスなどであり、蒸気プラントをプロセス単位で複数に分割したものである。構成機器は、各プロセスを構成するスチームトラップなどの機器である。この実施形態では、構成機器として、スチームトラップ（特定の構成機器）のリスク評価について説明する。スチームトラップは、プロセスにおいて発生するドレンを排出する。また、リスク評価手法としては、RBI（Risk-Based Inspection）の評価手法を用いる。RBIについては、公知の手法であるため詳細な説明は省略する。

[0021] 端末装置2は、携帯可能なパーソナルコンピュータ、タッチパネルを有するタブレット型端末などであり、プロセスシステムのリスク評価を行う。上記リスク評価を行うため、端末装置2は、制御部20、記憶部21、操作部22及び表示部23などを有している。制御部20は、CPUなどで構成され、記憶部21に記憶されているリスク評価プログラムを実行してリスク評価を行う。記憶部21は、ハードディスクやRAMなどで構成され、上述したリスク評価プログラム及び後述するリスク評価テーブルなどを記憶する。

[0022] 操作部22は、例えば、キーボード、マウス、タッチパネルなどであり、リスク評価を行うための所定情報の操作入力を受け付け、入力情報を制御部20に送信する。表示部23は、液晶ディスプレイなどのモニタであり、ウィンドウ30（図2参照）の画像などを表示する。なお、この実施形態では、記憶部21、操作部22及び表示部23が端末装置2に一体的に備えられているが、別々の構成であってもよい。

[0023] 第1-2 リスク評価

図2（A）は、スチームトラップのリスクが表示されたウィンドウ30の一例を示す図である。ウィンドウ30は、マトリクス表示エリア40及び操作アイコン表示エリア45などから構成され、表示部23に表示される。マトリクス表示エリア40には、横軸を重要度、縦軸を不具合の発生頻度で定義された座標系の機器リスク評価マトリクス41が表示される。操作アイコ

ン表示エリア４５には、図２（Ａ）、図２（Ｂ）、図３に示すようにマトリクス表示エリア４０の表示態様の切り換えの入力を受け付ける操作ボタンアイコン４６、４７、４８が設けられている。

[0024] 機器リスク評価マトリクス４１は、５×５のマスの区分され、プロット画像４２がプロットされている。各プロット画像４２は、対応するスチームトラップの重要度及び不具合の発生頻度に基づいてプロットされている。すなわち、各プロット画像４２は、対応するスチームトラップのリスクを示す。重要度は、スチームトラップに不具合が発生した場合の被害の大きさを示す。不具合の発生頻度は、損傷などの不具合の起こりやすさを示す。これら重要度と不具合の発生頻度との積によってリスクが決定される。すなわち、原点に近い（左下）マスほどリスクが小さく、原点から遠い（右上）マスほどリスクが大きくなる。作業者は、機器リスク評価マトリクス４１から各スチームトラップのリスクを把握することができる。

[0025] また、作業者が操作部２２を操作（タッチ等）してプロット画像４２の１つを指定した場合、図２（Ａ）に示すように、指定されたプロット画像４２に対応するスチームトラップの機器識別ＩＤが吹出画像４４Ａに表示される。機器識別ＩＤは、プロセスを構成する構成機器を特定する固有の識別情報である。

[0026] 上述の機器リスク評価マトリクス４１は、ウィンドウ３０を起動後、作業者が操作部２２を操作（タッチ等）して操作ボタンアイコン４６を押すことによって表示が開始される。また、作業者が操作ボタンアイコン４７を押した場合は、機器リスク評価マトリクス４１が図２（Ａ）から図２（Ｂ）に示すような表示態様に変化する。図２（Ｂ）に示す機器リスク評価マトリクス４１には、同一のプロセスを構成するスチームトラップのプロット画像４２を囲んだプロセス円４３（プロセス円４３Ａを含む）が複数表示されている。

[0027] 図２（Ｂ）に示すようなプロセス円４３を表示させることで、同一のプロセスのプロット画像４２（プロット画像４２Ａを含む）を識別することがで

きる。また、このプロセス円43の位置からそのプロセスの大よそのリスクも把握することができる。作業者は、例えば、プロセス円43Aを構成するスチームトラップ（プロット画像42）のうち、プロット画像42Aのスチームトラップについてリスクが高いこと認識できる。したがって、作業者は、プロット画像42Aのスチームトラップを優先的にメンテナンス等すればよいと判断できる。そして、このプロット画像42Aのスチームトラップのリスクを下げることであれば、プロセス円43Aのリスクも下がることになる。

[0028] また、作業者が操作部22を操作（タッチ等）してプロセス円43の1つを指定した場合、図2（B）に示すように、指定されたプロセス円43に対応するプロセスのプロセスID及びそのプロセスを構成するスチームトラップの機器識別IDが吹出画像44Bに表示される。なお、プロセスIDは、プロセスシステムを構成するプロセスを特定する固有の識別情報である。

[0029] なお、図2（B）に示す状態で、作業者が操作ボタンアイコン47を押した場合は、機器リスク評価マトリクス41は、図2（A）に示す表示態様に戻る。また、図2（A）及び図2（B）に示す状態で、作業者が操作ボタンアイコン48を押した場合、図3に示すマトリクス表示エリア40に、プロセスリスク評価マトリクス51が切り換え表示される。

[0030] 図3は、プロセスのリスクが表示されたウィンドウ30の一例を示す図である。図3に示すウィンドウ30には、上述した機器リスク評価マトリクス41と同様に、横軸を重要度、縦軸を不具合の発生頻度で定義された座標系のプロセスリスク評価マトリクス51が表示されている。プロセスリスク評価マトリクス51は、プロット画像52がプロットされている。プロット画像52も、プロット画像42と同様に、対応するプロセスの重要度及び発生頻度に基づいてプロットされている。これにより、作業者は、各プロセスのリスクを把握することができる。

[0031] また、作業者が操作部22を操作（タッチ等）してプロット画像52の1つを指定した場合、図3に示すように、指定されたプロット画像52に対応

するプロセスのプロセスID及びそのプロセスを構成するスチームトラップの機器識別IDが吹出画像54に表示される。なお、上述した図2(A)、図2(B)及び図3のリスク評価マトリクス41、51は、公知の画像処理技術によって表示されており、詳細な説明は省略する。

[0032] 次に、スチームトラップ及びプロセスの重要度及び発生頻度を算出するための所定情報について図4を用いて説明する。図4は、スチームトラップ及びプロセスの重要度及び発生頻度を算出するための所定情報の入力画面が表示されたウィンドウ60の一例を示す図である。

[0033] ウィンドウ60は、識別ID入力エリア70及び情報入力エリア75（情報入力エリア75A、75Bを含む）などから構成されている。識別ID入力エリア70には、入力ウィンドウ71及び操作ボタンアイコン72が設けられている。入力ウィンドウ71は、スチームトラップの識別情報（機器識別ID）、及び、プロセスに固有に付与された識別情報（プロセスID）の入力を受け付ける。操作ボタンアイコン72は、情報入力エリア75での情報の入力が確定したことの入力を受け付ける。

[0034] 情報入力エリア75Aは、重要度を算出するための所定情報を入力するための入力ウィンドウが設けられている。情報入力エリア75Bは、不具合の発生頻度を算出するための所定情報を入力するための入力ウィンドウが設けられている。情報入力エリア75A、75Bで入力される所定情報の内容としては、例えば、図5(A)及び図5(B)に示す情報がある。図5(A)は、重要度テーブル80の一例を示す。図5(B)は、発生頻度テーブル81の一例を示す。

[0035] 各テーブル80、81は、重要度及び不具合の発生頻度を算出するための情報内容を示すテキストデータが評価情報IDに関連付けて記憶されている。評価情報IDは、各所定情報を特定する固有の識別情報である。テキストデータは、情報入力エリア75A、75Bの対応する入力ウィンドウの上部に表示される。作業者は、例えば、各所定情報について入力ウィンドウのプルダウンメニューで表示される複数の選択肢の中から合致する内容を選択す

ることで、入力ウィンドウ 71 に入力したスチームトラップ（又はプロセス）に関する情報入力を行う。各選択肢には数値が設定されているので、選択された選択肢に基づいて各所定情報が数値に変換される。例えば、評価情報 ID が S1 の「現在のコンディション（劣化状況）」は、図 5（C）に示すように 3 段階の選択肢があり、この選択肢に数値が設定されている。

[0036] 図 5（C）は、選択肢テーブル 82 の一例であり、テキストデータ及び数値データが評価情報 ID に関連づけられている。テキストデータは、プルダウンメニューとして表示される選択肢である。数値データは、選択肢毎の数値を示す。このような選択肢テーブル 82 が所定情報（評価情報 ID）毎に記憶部 21 に記憶されている。

[0037] このように、作業者が入力した所定情報の内容に基づいて変換した数値を用いて、例えば下記算出式によって重要度及び不具合の発生頻度の値が算出される。

[0038] 重要度 =  $K \cdot T1 \cdot T2 + T3 \cdot T6 + T4 + T5 + T7 + T8 + T9$ （ $K$  は定数）

発生頻度 =  $S2 \cdot \sum (Si) ; i = 1, 3 \sim 7$

[0039] なお、上述したリスク評価算出のための情報及び算出式は、公知の R B I のリスク評価に用いられるものであり、詳細説明は省略する。また、所定情報及び算出式は、上述したものに限定されるものではなく、リスク評価マトリクスの横軸及び縦軸に定義される第 1 要因及び第 2 要因を算出するための所定情報および算出式であればよい。例えば、特開 2013-88828 号公報に記載されている影響度及び不具合の発生頻度を第 1 要因及び第 2 要因とする構成を用いてもよい。

[0040] 制御部 20 は、作業者によって図 4 に示す操作ボタンアイコン 72 が押されたことを条件として、入力ウィンドウ 71 に入力された機器識別 ID（又はプロセス ID）に対する重要度及び発生頻度の算出を、情報入力エリア 75 で入力された内容に基づいて実行する。そして、制御部 20 は、算出した重要度及び不具合の発生頻度を、記憶部 21 に記憶されているリスク評価テ

ーブル 90、91（図 6 参照）に設定する。なお、上述の重要度等の算出のタイミングは、リスク評価マトリクス 41、51 を表示するまでであればいつでもよく、特に限定されるものではない。

[0041] 図 6（A）は、記憶部 21 に記憶されている機器リスク評価テーブル 90 を示す図である。図 6（B）は、記憶部 21 に記憶されているプロセスリスク評価テーブル 91 を示す図である。機器リスク評価テーブル 90 には、各スチームトラップについて上述のように算出された重要度及び不具合の発生頻度が各スチームトラップに対応する機器識別 ID に対応づけられて登録されている。機器リスク評価テーブル 90 の重要度及び発生頻度は、数値データであり、機器リスク評価マトリクス 41 の座標系の横軸座標及び縦軸座標でもある。制御部 20 は、この重要度及び不具合の発生頻度に基づいて機器リスク評価マトリクス 41 でプロット画像 42 をプロットする。

[0042] また、機器リスク評価テーブル 90 には、スチームトラップが構成するプロセスのプロセス ID も含まれている。制御部 20 は、このプロセス ID の情報に基づいて、同一プロセスを構成するスチームトラップを特定し、このプロセスのプロセス円 43（中心座標及び半径）を算出する。また、制御部 20 は、作業者が指定したウィンドウ 30 の位置座標に基づいて、機器リスク評価テーブル 90 の各情報及び上記プロセス円 43（中心座標及び半径）から図 2（A）及び図 2（B）に示す吹出画像 44 A、44 B の表示を行う。

[0043] 図 6（B）に示すプロセスリスク評価テーブル 91 には、上述の機器リスク評価テーブル 90 と同様に、各プロセスについての重要度及び不具合の発生頻度が各プロセスに対応するプロセス ID に対応づけられて登録されている。制御部 20 は、この重要度及び不具合の発生頻度に基づいてプロセスリスク評価マトリクス 51 でプロット画像 52 をプロットする。また、制御部 20 は、作業者が指定したウィンドウ 30 の位置座標に基づいて、機器リスク評価テーブル 90、プロセスリスク評価テーブル 91 の各情報から図 3 に示す吹出画像 54 の表示を行う。

[0044] なお、機器リスク評価テーブル90の機器識別ID及びプロセスIDは、この発明の関連情報に含まれる。機器リスク評価テーブル90及びプロセス円43の中心座標及び半径は、この発明の機器リスク評価情報に含まれる。その他、機器リスク評価情報としては、プロット画像42など機器リスク評価マトリクス41を表示するための情報も含まれる。また、プロセスリスク評価テーブル91は、この発明のプロセスリスク評価情報に含まれる。その他、プロセスリスク評価情報としては、プロット画像52などプロセスリスク評価マトリクス51を表示するための情報も含まれる。なお、上述のウィンドウ30、60に表示されるプロット画像42、52、操作ボタンアイコン46～48、72などの画像情報については記憶部21に記憶されている。

[0045] 第1－3 フローチャート

図7は、リスク評価システム1が実行する重要度及び発生頻度の算出処理を示すフローチャートである。この算出処理は、端末装置2（制御部20）によって実行される。作業者が、操作部22を操作して図4に示すウィンドウ60を起動し、各所定情報を入力した後に操作ボタンアイコン73を押したことを契機として実行が開始される。

[0046] 制御部20は、最初に作業者が入力した各情報の内容に対応する数値に対応する選択肢テーブル82から取得し、それらの数値を用いて重要度及び不具合の発生頻度を算出する（ステップS10）。次に、制御部20は、算出された重要度等の情報を対応する機器識別ID及びプロセスIDのリスク評価テーブル90、91に設定し（ステップS11）、この処理を終了する。

[0047] 図8は、リスク評価システム1が実行するリスク評価マトリクス41、51の表示処理を示すフローチャートである。この表示処理は、端末装置2（制御部20）によって実行される。作業者が操作部22を操作してウィンドウ30を起動させたことを契機として、制御部20は、この表示処理を実行する。

[0048] 制御部20は、表示要求の受信があるまで待機する（ステップS20）。

具体的には、制御部20は、作業者が上述した操作ボタンアイコン46～48を押してマトリクス表示エリア40の表示態様を選択するまで待機する。表示要求を受信した場合（ステップS20：YES）、制御部20は、押された操作ボタンアイコン46～48に基づいて、マトリクス表示エリア40の表示態様がいずれであるかを判断する（ステップS21）。機器リスク評価マトリクス41（プロセス円43なし）の表示態様が選択された場合（ステップS21：機器（プロセスなし））、制御部20は、機器リスク評価テーブル90を記憶部21から読み出す（ステップS22）。次に、制御部20は、このテーブル90などの機器リスク評価情報に基づいて図2（A）に示すような機器リスク評価マトリクス41を表示する（ステップS23）。その後、制御部20は、ステップS20の処理に戻る。

[0049] また、機器リスク評価マトリクス41（プロセス円43あり）の表示態様が選択された場合（ステップS21：機器（プロセスあり））、制御部20は、機器リスク評価テーブル90を記憶部21から読み出す（ステップS24）。次に、制御部20は、このテーブル90の情報に基づいてプロセス円43の中心座標及び半径を算出する（ステップS25）。例えば、プロセスを構成する全てのスチームトラップの重要度（横軸座標）及び発生頻度（縦軸座標）から、これらスチームトラップの中心位置を算出し、この中心位置をプロセス円43の中心座標とすればよい。また、例えば、上記スチームトラップのうち中心座標から最も離れているスチームトラップと中心座標との距離を半径とすればよい。あるいは、上記距離に所定値を加えた値を半径とすればよい。所定値を加えることで、プロセス円43の円周上にスチームトラップのプロット画像42が重ならず、プロセス円43の内部にプロット画像42が含まれるように表示することができる。そして、制御部20は、このテーブル90などの機器リスク評価情報に基づいて、図2（B）に示すようなプロセス円43を含む機器リスク評価マトリクス41を表示する（ステップS26）。その後、制御部20は、ステップS20の処理に戻る。

[0050] また、プロセスリスク評価マトリクス51の表示態様が選択された場合（

ステップS 2 1 : プロセス)、制御部 2 0 は、プロセスリスク評価テーブル 9 1 を記憶部 2 1 から読み出す (ステップS 2 8)。次に、制御部 2 0 は、このテーブル 9 1 などのプロセスリスク評価情報に基づいて図 3 に示すようなプロセスリスク評価マトリクス 5 1 を表示する (ステップS 2 9)。その後、制御部 2 0 は、ステップS 2 0 の処理に戻る。そして、制御部 2 0 は、ウィンドウ 3 0 が閉じられるまで、上記表示処理を継続して実行する。

[0051] 以上のように、リスク評価システムは、機器リスク評価マトリクスにおいて、同一プロセスを構成する特定の構成機器 (スチームトラップ) のプロット画像を識別できる。したがって、リスク評価において、プロセスシステムを構成するプロセスと、プロセスを構成する構成機器との関連性を把握することができ、より効率的にプロセスシステムの保全管理を行うことができる。

[0052] (第 2 実施形態)

この実施形態のリスク評価システム 1 0 0 は、第 1 実施形態のリスク評価システム 1 と同様に特定の構成機器 (スチームトラップ) 及びプロセスのリスク評価を行う。また、リスク評価システム 1 0 0 は、第 1 実施形態とは異なり、リスク評価においてスチームトラップの現在の動作状態も表示する。以下、主として第 1 実施形態と異なる構成について説明する。

[0053] 第 2 - 1 プロセスシステム (プラント) のリスク評価システム 1 0 0 の構成

図 9 は、本実施形態のプロセスシステムのリスク評価システム 1 0 0 の構成を示す図である。リスク評価システム 1 0 0 は、リスク評価を行う端末装置 2 0 0 などから構成される。端末装置 2 0 0 は、制御部 2 0 1、通信制御部 2 0 2、記憶部 2 1 0、操作部 2 2 及び表示部 2 3 などを有している。

[0054] 制御部 2 0 1 は、CPU などで構成され、記憶部 2 1 0 に記憶されているリスク評価プログラムを実行してリスク評価を行う。また、制御部 2 0 1 は、機器リスク評価において、スチームトラップの動作状態の判定を行い、ユーザが機器リスク評価マトリクス 4 1 0 (図 1 0 (A)、図 1 0 (B) 参照

）においてスチームトラップの動作状態も視認できるように表示を行う。通信制御部202は、インターネットなどのネットワークを介して管理サーバ装置500等の他の機器との通信を制御する。記憶部210は、ハードディスクやRAMなどで構成され、上述したリスク評価プログラム及び後述するリスク評価テーブルなどを記憶する。

[0055] 第2-2 リスク評価

図10(A)及び図10(B)は、スチームトラップのリスクが表示されたウィンドウ30の一例を示す図である。ウィンドウ30は、第1実施形態と同様にマトリクス表示エリア40などから構成される。マトリクス表示エリア40には、第1実施形態と同様に定義された座標系の機器リスク評価マトリクス410が表示される。なお、図10(A)及び図10(B)は、第1実施形態の図2(A)及び図2(B)の機器リスク評価マトリクスと同じスチームトラップに対する機器リスク評価マトリクス410を表示している。

[0056] 機器リスク評価マトリクス410には、プロット画像420（プロット画像420A～420Cを含む）がプロットされている。各プロット画像420は、第1実施形態と同様に、対応するスチームトラップの重要度及び不具合の発生頻度に基づいてプロットされている。また、この実施形態のプロット画像420は、対応するスチームトラップの動作状態に応じて異なる態様（黒塗円、黒塗三角、黒塗四角）で表示される。黒塗円のプロット画像420Aは、対応するスチームトラップが正しい動作状態である正常状態であることを示す。黒塗三角のプロット画像420Bは、対応するスチームトラップが故障などにより正常ではない動作状態である異常状態であることを示す。黒塗四角のプロット画像420Cは、対応するスチームトラップの動作が停止した状態である休止状態を示す。スチームトラップの動作状態の判定処理については後述する。なお、これらのプロット画像420A～420Cの画像データは、予め記憶部210に記憶されている。

[0057] また、作業者が操作ボタンアイコン47を押した場合は、第1実施形態と

同様に、機器リスク評価マトリクス410が図10(A)から図10(B)に示すような表示態様に変化する。図10(B)に示す機器リスク評価マトリクス410には、第1実施形態と同様に、同一のプロセスを構成するスチームトラップのプロット画像420を囲んだプロセス円430(プロセス円430A~430Cを含む)が複数表示されている。

[0058] この実施形態のプロセス円430は、同一プロセスを構成するスチームトラップの動作状態に応じて異なる態様(細線、太線、破線)で表示される。細線のプロセス円430Aは、対応するプロセスを構成するスチームトラップの全てが正常状態であることを示す。太線のプロセス円430Bは、対応するプロセスを構成するスチームトラップの少なくとも1つが異常状態であることを示す。破線のプロセス円430Cは、対応するプロセスを構成するスチームトラップの少なくとも1つが休止状態であることを示す。なお、1つのプロセスにおいて、異常状態のスチームトラップ及び休止状態のスチームトラップの両方が含まれる場合、例えば異常状態を優先として、太線のプロセス円430Bを表示すればよい。

[0059] スチームトラップの状態は、図1に示す管理サーバ装置500が記憶管理する。端末装置200は、定期的に管理サーバ装置500からスチームトラップの動作状態を受信し、図12に示す機器リスク評価テーブル900を更新する。そして、端末装置200は、この評価テーブル900に基づいて上述した機器リスク評価マトリクス410を生成する。

[0060] 図12は、記憶部210に記憶されている機器リスク評価テーブル900を示す図である。機器リスク評価テーブル900には、重要度及び不具合の発生頻度に加え、上述したスチームトラップの動作状態も登録されている。プロット画像420A~420C及びプロセス円430A~430Cは、この評価テーブル900の動作状態の情報に基づいて決定される。

[0061] また、図11に示すようなプロセスリスク評価マトリクス510においても、3種類のプロット画像520(プロット画像520A~520Cを含む)がプロットされる。このプロット画像520も、プロセス円430と同様

にプロセスを構成するスチームトラップの動作状態に応じて異なる態様（細線、太線、破線）で表示されている。

[0062] 第２－３ スチームトラップの動作状態判定

スチームトラップの動作状態は、スチームトラップの外表面の超音波レベルの振動及び温度と、スチームトラップの周囲温度に基づいて判定される。上記振動及び２つの温度は、振動温度用センサを用いて検出される。検出された振動等を、判定基準情報（例えば、トラップ型式、温度、振動、蒸気漏れ量などの相関データ）に照合して蒸気漏れ量を推定することで上述した３つの動作状態が判定される。

[0063] 上述のスチームトラップの振動等の検出は、例えば、作業者が各スチームトラップの配設された場所に行き、上記センサを備えた可搬式の収集器をスチームトラップに接触させることで行われる。そして、検出結果は、収集器から可搬型のパーソナルコンピュータなどの可搬型端末装置に送信される。可搬型端末装置は、検出結果から動作状態判定を行い、その判定結果を管理サーバ装置５００に送信する。管理サーバ装置５００は、上記判定結果をスチームトラップの機器識別ＩＤに関連付けてデータベース等で記憶管理する。

[0064] また、例えば、上記センサ及び通信機能を有する収集装置を上記センサがスチームトラップの外表面に接触する状態で設置し、作業者を介さずに収集装置が定期的に検出を行うようにしてもよい。この場合、検出結果は、収集装置から無線通信等で管理サーバ装置５００に送信される。そして、管理サーバ装置５００が、受信した検出結果等に基づいてスチームトラップの動作状態判定を行い、判定結果をデータベース等で記憶管理すればよい。なお、上記検出および動作状態判定は、公知の技術であるので詳細説明は省略する。

[0065] 第２－４ フローチャート

図１３は、リスク評価システム１００が実行する状態情報の更新処理を示すフローチャートである。この算出処理は、端末装置２００（制御部２０１

）によって実行される。また、この更新処理は、例えば、１日に一度、所定の時刻になった際に実行される。

[0066] 制御部２０１は、最初に管理サーバ装置５００にスチームトラップの動作状態の情報の送信要求を行い（ステップＳ４０）、この情報を受信するまで待機する（ステップＳ４１）。送信要求の際、制御部２０１は、機器リスク評価テーブル９００に含まれる全てのスチームトラップの機器識別ＩＤも含めて送信する。そして、管理サーバ装置５００から動作状態の情報を受信した場合（ステップＳ４１：ＹＥＳ）、制御部２０１は、受信した動作状態の情報に基づいて機器リスク評価テーブル９００に含まれる動作状態の設定を更新する。

[0067] 図１４は、リスク評価システム１００が実行するリスク評価マトリクス４１０、５１０の表示処理を示すフローチャートである。この表示処理は、端末装置２００（制御部２０１）によって実行される。この表示処理は、基本的には図８に示す第１実施形態の表示処理と同様である。

[0068] 制御部２０１は、ステップＳ２１の処理において、機器リスク評価マトリクス４１０（プロセス円４３０なし）の表示態様が選択された場合、機器リスク評価テーブル９００を記憶部２１０から読み出す（ステップＳ２２）。次に、制御部２０１は、このテーブル９００などの機器リスク評価情報に基づいて図１０（Ａ）に示すような機器リスク評価マトリクス４１０を表示する（ステップＳ２３－Ｂ）。

[0069] また、制御部２０１は、ステップＳ２１の処理において、機器リスク評価マトリクス４１０（プロセス円４３０あり）の表示態様が選択された場合、機器リスク評価テーブル９００を記憶部２１０から読み出す（ステップＳ２４）。次に、制御部２０１はこのテーブル９００の情報に基づいてプロセス円４３０の中心座標及び半径を算出する（ステップＳ２５）。次に、制御部２０１は、このテーブル９００などの機器リスク評価情報に基づいて、図１０（Ｂ）に示すようなプロセス円４３０を含む機器リスク評価マトリクス４１０を表示する（ステップＳ２６－Ｂ）。

[0070] さらに、制御部201は、ステップS21の処理において、プロセスリスク評価マトリクス510の表示態様が選択された場合、機器リスク評価テーブル900及びプロセスリスク評価テーブル91を記憶部210から読み出す（ステップS28-B）。次に、制御部201は、これらテーブル900、91などのプロセスリスク評価情報に基づいて図11に示すようなプロセスリスク評価マトリクス510を表示する（ステップS29-B）。

[0071] 以上のように、この実施形態のリスク評価システムは、第1実施形態と同様の効果を奏することができる。さらに、プロセスを構成する特定の構成機器（スチームトラップ）の動作状態をプロット画像から把握することができるので、例えば、リスクが高く、且つ、異常状態にある構成機器及びプロセスを容易に特定することができる。したがって、より効率的にプロセスシステムの保全管理を行うことができる。

[0072] なお、この実施形態では、スチームトラップの判定結果を管理サーバ装置500から受信しているが、特にこれに限定されるものではない。例えば、端末装置200が動作状態判定を行ってもよい。この場合、ユーザが上述した検出結果を端末装置200に入力し、端末装置200はその入力された情報等に基づいて動作状態判定を行う。また、例えば、ユーザが判定結果を端末装置200に入力するようにしてもよい。

[0073] また、この実施形態では、スチームトラップを、正常状態、異常状態、休止状態の3つに区別しているが、特にこれに限定されるものではない。使用する判定手法に応じた動作状態で区別すればよい。

[0074] さらに、この実施形態では、プロット画像420A～420C、520A～520Cは、特に上述した態様（形状、色彩、模様）に限定されるものではない。ユーザが各状態を特定できれば、例えば、形状などは同一であるが、点滅間隔を各状態で異なるようにしてもよい。

[0075] （他の実施形態）

上述の実施形態では、スチームトラップをリスク評価の対象としているが、特にこれに限定されるものではなく、全ての構成機器に適用可能である。

また、機器リスク評価マトリクスについても、単一の構成機器だけでなく、複数種類の構成機器についてプロット画像を表示してもよい。その際、種類毎にプロット画像の態様（形状、色彩、模様）を統一するようにしてもよい。また、プロット画像は、図2（A）、図2（B）、図3、図10（A）、図10（B）、図11に示すような画像には限定されず、どのような画像であってもよい。

[0076] また、この実施形態では、機器リスク評価マトリクス（プロセス円あり／なし）及びプロセスリスク評価マトリクスが切り換えて表示されているが、同時に表示するようにしてもよい。

[0077] さらに、この実施形態では、図2（B）に示すような機器リスク評価マトリクスにおいて、同一プロセスを構成するスチームトラップのプロット画像を識別できる表示態様として、プロセス円で囲む構成としているが、特にこれに限定されるものではない。例えば、同一プロセス毎に異なる形態のプロット画像を用いるようにしてもよい。具体的には、同一プロセス毎に異なる色彩または模様のプロット画像を用いる。あるいは、同一プロセス毎に異なる形状のプロット画像を用いる。なお、同一プロセス毎に異なる形状のプロット画像を用いる場合、スチームトラップの動作状態については、例えば、状態に応じて異なる色彩のプロット画像とすればよい。すなわち、プロット画像の形状はプロセスを特定する情報となり、プロット画像の色彩は動作状態を特定する情報となる。

[0078] また、上述の実施形態のリスク評価システムは、端末装置などから構成されているが、特にこれに限定されるものではない。例えば、ネットワークに接続されたサーバ装置及び端末装置などから構成されるシステムであってもよい。この場合、サーバ装置が上述した機器リスク評価マトリクスを表示するためのリスク評価情報を生成し、端末装置がサーバ装置から受信したリスク評価情報に基づいて機器リスク評価マトリクスなどを表示するようにしてもよい。

[0079] あるいは、サーバ装置が図5（A）～図5（C）に示すようなスチームト

ラップ（プロセス）のそれぞれに関する所定情報を記憶し、端末装置がサーバ装置から受信した上記情報に基づいて機器リスク評価マトリクスを表示するようにしてもよい。この場合、ユーザが予めサーバ装置に各スチームトラップの所定情報を入力しておけばよい。

### 産業上の利用可能性

[0080] この発明は、発電所、オイル製造装置、精油所、ガスプラント、蒸気プラントなどのプラント（プロセスシステム）を製造、販売、運用等する産業分野で利用することができる。

### 符号の説明

- [0081] 1、100 リスク評価システム
- 2、200 端末装置
- 20、201 制御部（算出部、リスク評価部）
- 21、210 記憶部
- 22 操作部
- 23 表示部
- 41、410 機器リスク評価マトリクス
- 42、420 プロット画像
- 43、430 プロセス円
- 51、510 プロセスリスク評価マトリクス
- 52、520 プロット画像
- 90、900 機器リスク評価テーブル
- 91 プロセスリスク評価テーブル

## 請求の範囲

[請求項1] 複数のプロセスから構成されるプロセスシステムのリスク評価システムであって、

前記プロセスを特定する識別情報と、前記プロセスを構成する構成機器のうちの少なくとも特定の構成機器を特定する識別情報とを関連づけた関連情報を記憶する記憶部と、

前記特定の構成機器に関するリスク評価のための所定情報の操作入力を受け付ける操作部と、

前記特定の構成機器に関するリスク評価に用いる第一要因及び第二要因を、前記特定の構成機器に関する前記所定情報に基づいて算出する算出部と、

前記第一要因及び前記第二要因の2軸で定義され、算出された前記特定の構成機器の第一要因及び第二要因に基づいてプロットしたプロット画像を含む機器リスク評価マトリクスを表示するための機器リスク評価情報を生成するリスク評価部と、

前記リスク評価情報を用いて、前記機器リスク評価マトリクスを表示する表示部と

を備え、

前記リスク評価部は、前記記憶部の関連情報に基づいて、同一プロセスを構成する前記特定の構成機器のプロット画像を特定可能な表示態様で前記機器リスク評価情報を生成するリスク評価システム。

[請求項2] 前記第一要因は、前記特定の構成機器のプロセスにおける重要度であり、

前記第二要因は、前記特定の構成機器の不具合の発生頻度である請求項1に記載のリスク評価システム。

[請求項3] 前記リスク評価部は、前記特定可能な表示態様として、前記同一プロセスを構成する特定の構成機器のプロット画像を線で囲んだ表示態様で前記リスク評価情報を生成する請求項1に記載のリスク評価シス

テム。

[請求項4] 前記操作部は、さらに、前記プロセスに関するリスク評価のための所定情報の操作入力を受け付け、

前記算出部は、さらに、前記プロセスの前記第一要因及び前記第二要因を、前記プロセスに関する前記所定情報に基づいて算出し、

前記リスク評価部は、前記第一要因及び前記第二要因の2軸で定義され、算出された前記プロセスの第一要因及び第二要因に基づいてプロットしたプロット画像を含むプロセスリスク評価マトリクスを表示するためのプロセスリスク評価情報を生成し、

前記表示部は、前記機器リスク評価マトリクス及び前記プロセスリスク評価マトリクスを、切り換えて表示する、又は、並べて表示する請求項1に記載のリスク評価システム。

[請求項5] 前記記憶部は、さらに、前記特定の構成機器の動作状態の情報を、前記特定の構成機器の識別情報に関連づけて記憶し、

前記リスク評価部は、前記特定の構成機器の動作状態の情報に基づいて、前記特定の構成機器のそれぞれの動作状態を特定可能な表示態様のプロット画像を含む機器リスク評価マトリクスを表示するための機器リスク評価情報を生成する請求項1に記載のリスク評価システム。

[請求項6] 前記プロット画像の表示態様は、前記動作状態に応じて形状、色彩、点滅間隔のいずれかが異なる請求項5に記載のリスク評価システム。

[請求項7] 前記特定の構成機器は、前記プロセスシステムにおいて発生するドレンを排出するスチームトラップであり、

前記動作状態は、前記スチームトラップに関する温度及び振動の情報に基づいて判定された状態である請求項5に記載のリスク評価システム。

[請求項8] 前記特定の構成機器の動作状態には、正しい動作状態を示す正常状

態、正常ではない動作状態を示す異常状態、動作が停止している状態にある休止状態が含まれる請求項7に記載のリスク評価システム。

[請求項9]

複数のプロセスから構成されるプロセスシステムに適用されるコンピュータのリスク評価プログラムであって、

前記リスク評価プログラムは、コンピュータを、

前記プロセスを構成する構成機器のうちの少なくとも特定の構成機器に関するリスク評価に用いる第一要因及び第二要因を、操作部を介してユーザによって入力された前記特定の構成機器のリスク評価のための所定情報に基づいて算出する算出部、

前記第一要因及び前記第二要因の2軸で定義され、算出された前記特定の構成機器の第一要因及び第二要因に基づいてプロットしたプロット画像を含む機器リスク評価マトリクスを表示部に表示させるための機器リスク評価情報を生成するリスク評価部、

として機能させ、

前記リスク評価部は、前記プロセスを特定する識別情報と、前記プロセスを構成する特定の構成機器を特定する識別情報とを関連づけた関連情報に基づいて、同一プロセスを構成する前記特定の構成機器のプロット画像を特定可能な表示態様で前記機器リスク評価情報を生成する、

ものとして機能させるリスク評価プログラム。

[請求項10]

コンピュータによって実行される複数のプロセスから構成されるプロセスシステムのリスク評価方法であって、

前記プロセスを特定する識別情報と、前記プロセスを構成する構成機器のうちの少なくとも特定の構成機器を特定する識別情報とを関連づけた関連情報を記憶する記憶部にアクセスする工程と、

前記特定の構成機器に関するリスク評価のための所定情報の操作入力を受け付ける操作工程と、

前記特定の構成機器に関するリスク評価に用いる第一要因及び第二

要因を、前記特定の構成機器に関する前記所定情報に基づいて算出する算出工程と、

前記第一要因及び前記第二要因の2軸で定義され、算出された前記特定の構成機器の発生頻度及び重要度に基づいてプロットしたプロット画像を含む機器リスク評価マトリクスを表示するための機器リスク評価情報を生成するリスク評価工程と、

前記リスク評価情報を用いて、前記機器リスク評価マトリクスを表示する表示工程と、

を備え、

前記リスク評価工程は、前記記憶部の関連情報に基づいて、同一プロセスを構成する前記特定の構成機器のプロット画像を特定可能な表示態様で前記機器リスク評価情報を生成する、

リスク評価方法。