(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年2月23日(23.02.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/021554 A1

(51) 国際特許分類:
*G06F 9/50* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/029924

(22) 国際出願日： 2021年8月16日(16.08.2021)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 原田 薫 明 (**HARADA, Shigeaki**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (**ITOH, Tadashige** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目１番１号 丸の内ＭＹ ＰＬＡＺＡ (明治安田生命ビル) １６階 Tokyo (JP).

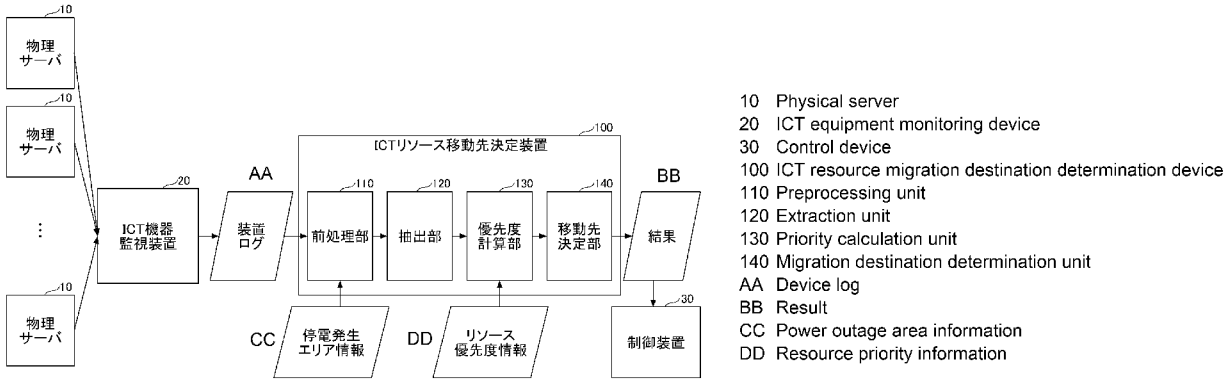
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,

(54) **Title:** MIGRATION DESTINATION DETERMINATION DEVICE, PHYSICAL SERVER, MIGRATION DESTINATION DETERMINATION SYSTEM, MIGRATION DESTINATION DETERMINATION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 移動先決定装置、物理サーバ、移動先決定システム、移動先決定方法、及びプログラム

[図3]




(57) **Abstract:** A migration destination determination device for, in a migration of a virtual machine, determining the physical server to which the virtual machine is to be migrated, said migration destination determination device being provided with: an extraction unit that extracts one or more patterns of variation in resource usage from resource amount logs obtained from a plurality of physical servers; and a migration destination determination unit that determines the physical server to which the virtual machine, located in a migration source area, is to be migrated on the basis of the similarity between the pattern of variation in the resource usage of the virtual machine and the patterns of variation in the resource usage of physical servers in other areas.

WO 2023/021554 A1

[続葉有]

SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：仮想マシンのマイグレーションにおいて、前記仮想マシンの移動先となる物理サーバを決定する移動先決定装置であって、複数の物理サーバから取得されたリソース量ログから、リソース利用量についての１以上の変動パターンを抽出する抽出部と、移動元のエリアにおける前記仮想マシンのリソース利用量の変動パターンと、他のエリアにおける物理サーバのリソース利用量の変動パターンとの間の類似性に基づいて、前記仮想マシンの移動先となる物理サーバを決定する移動先決定部とを備える。

# 明　細　書

## 発明の名称 ：

# 移動先決定装置、物理サーバ、移動先決定システム、移動先決定方法、及びプログラム

## 技術分野

[0001] 本発明は、仮想マシンを物理サーバから別の物理サーバに移動させるマイグレーションに関連するものである。

## 背景技術

[0002] 通信事業者及びデータセンタ事業者等のサービス事業者は、ネットワークサービス及びＩＣＴ（Information and Communication Technology）サービス等のサービスの維持のため、サービスの状況を逐次監視し、通信設備やサーバ機器の設定や制御を行っている。

[0003] 平時はビル毎に契約された電力供給条件に基づいて設備を運用しているが、災害に伴う停電時等はビル毎に設置された発電機による電力供給の範囲でサービスを維持する必要がある。発電機から供給可能な電力（出力・単独での維持時間）は平時の電源から比べると小規模であるため、停電が長時間継続する場合に備えて維持するサービスを絞る等の対応が求められる。

[0004] 従来はビル毎に設置されている通信設備やサーバ機器といった物理リソースと、その上で提供されていたサービスは密接に結びついていた。しかし、近年の仮想化技術の進展により様々なサービスが仮想マシン上で提供されるようになり、物理リソース（物理サーバ）とサービス（仮想マシン）を独立に扱えるようになってきた。これにより、ある物理リソースから別の物理リソースへ仮想マシンを移動（マイグレーション）させたり、複数の物理リソースに分散されている仮想マシンを一台の物理リソースに集約したりの操作が容易になった。この仮想化技術を活用することにより、長期停電時に維持するサービスを絞る以外に、停電の生じていないビルにサービスを移動するという対策が可能となる。

## 先行技術文献

### 非特許文献

[0005] 非特許文献1：仮想マシンの超広域ライブマイグレーションにむけたベストエフォート型状態同期機構の試作，研究報告計算機アーキテクチャ（ARC），2012

非特許文献2：異種クラスタを跨がる仮想マシンマイグレーション機構，情報処理学会研究報告，Vol.2013-OS-126 No.15

非特許文献3：マイグレーションを利用したデータセンタの高効率運用手法の提案とオーバコミット時における VMの性能評価，情報処理学会論文誌，2018

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] ビル間でサービスをマイグレーションする際、移動先ビルにおいても稼働しているサービスが存在することから、移動元ビルの物理サーバから移動先ビルの物理サーバへ一対一でマイグレーションすることは必ずしもできない。そのため、仮想マシンの単位で移動先を決定する必要がある。図１には、移動元であるビルＡの物理サーバＡ－１に収容されている複数の仮想マシンを、移動先のビルＢにおける２台の物理サーバＢ－１、Ｂ－２上へマイグレーションする例が示されている。

[0007] また、仮想マシンのマイグレーションによって移動先のリソース枯渇を生じさせないためには、移動元において収容されていた仮想マシンが必要とするリソース量（電力／仮想ＣＰＵ／仮想メモリサイズ／仮想ストレージ容量／回線帯域等）を、移動先において収容されている仮想マシンが消費しているリソース量に重畳させた場合に、移動先の物理リソースの許容上限値を超えないことを確認する必要がある。また、仮想マシンが必要とするリソース量はサービス需要によって変動するため、移動元の電源が復旧されるまでの間にリソース量の許容上限を超えないことの確認も重要である。しかし、大規模な停電時等、複数ビル間でマイグレーションを行う必要があれば、移動

元と移動先の組み合わせは膨大となり、確認は容易ではない。図２は、停電エリアにおける複数ビルと、移動先エリア１及び移動先エリア２における複数ビルとの間でマイグレーションを行う場合の例を示している。

[0008] 非特許文献１は、災害発生時の遠隔ライブマイグレーションについての技術を開示しているが、マイグレーションに伴うデータ転送に対する課題を指摘しているのみで、移動先の物理サーバにおけるリソース競合については触れられていない。

[0009] 非特許文献２は、ヘテロな環境を持つクラウド間でのマイグレーションについての技術を開示しているが、Ｉ／Ｏデバイスの仮想化オーバヘッドに注目した検討であり、その他のリソースを含めた競合の回避に関しては言及されていない。

[0010] 非特許文献３は、物理サーバのリソース上限値を超える仮想マシン数を割り当てるオーバコミットに関して、過剰なオーバコミットは性能に悪影響を与えることを指摘しているが、仮想ＣＰＵに関する性能分析に留まり、その他のリソースの競合に関しては触れられていない。

[0011] 本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、仮想マシンをある物理サーバから別の物理サーバに移動させるマイグレーションにおいて、移動先の物理サーバでリソース枯渇が生じないように移動先を決定することを可能とする技術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

[0012] 開示の技術によれば、仮想マシンのマイグレーションにおいて、前記仮想マシンの移動先となる物理サーバを決定する移動先決定装置であって、

複数の物理サーバから取得されたリソース量ログから、リソース利用量についての１以上の変動パターンを抽出する抽出部と、

移動元のエリアにおける前記仮想マシンのリソース利用量の変動パターンと、他のエリアにおける物理サーバのリソース利用量の変動パターンとの間の類似性に基づいて、前記仮想マシンの移動先となる物理サーバを決定する移動先決定部と

を備える移動先決定装置が提供される。

## 発明の効果

[0013] 開示の技術によれば、仮想マシンをある物理サーバから別の物理サーバに移動させるマイグレーションにおいて、移動先の物理サーバでリソース枯渇が生じないように移動先を決定することを可能とする技術が提供される。

## 図面の簡単な説明

[0014] [図1]仮想マシンの単位で移動先を決定することを説明するための図である。

[図2]停電エリアに対して複数エリアのマイグレーション先候補がある場合の例を示す図である。

[図3]本発明の実施の形態におけるシステム構成例を示す図である。

[図4]ＩＣＴ機器監視装置の接続構成例を示す図である。

[図5]ＩＣＴ機器監視装置の接続構成例を示す図である。

[図6]物理サーバの機能構成図である。

[図7]リソース量ログの例を示す図である。

[図8]ＩＣＴリソース移動先決定装置の動作例を説明するためのフローチャートである。

[図9]近傍エリアを説明するための図である。

[図10]３次元配列の例を示す図である。

[図11]２次元配列の例を示す図である。

[図12]部分配列の例を示す図である。

[図13]装置のハードウェア構成例を示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態（本実施の形態）を説明する。以下で説明する実施の形態は一例に過ぎず、本発明が適用される実施の形態は、以下の実施の形態に限られるわけではない。

[0016] （実施の形態の概要）

本実施の形態では、消費電力・装置負荷・トラヒック量の収集情報に基づくリソース利用量の変動パターンの仮想マシン・物理サーバ間での類似性に

注目し、後述するＩＣＴリソース移動先決定装置１００が、当該類似性に基づいて、仮想マシンの移動先の物理サーバを決定する。

[0017] サービスが稼働している物理サーバへ他の物理サーバからのマイグレーションを実施した際のリソース枯渇を避けるためには、移動先の物理サーバ上のサービスと異なるリソースを必要とする仮想マシンをその物理サーバ上に共存させるか、同じリソースを必要としていても利用時間帯の異なる仮想マシンをその物理サーバ上に共存させる必要がある。異なるリソースを必要とすることや、同じリソースを必要とするが利用時間帯が異なることなどは、リソース利用量の変動パターンの類似性が低いことを示す例である。

[0018] ＩＣＴリソース移動先決定装置１００は、以下で詳細に説明する技術により、異なるビル・サーバ間でリソース利用量の変動パターンの類似性を把握することで、移動元の仮想マシンのリソース利用量の変動パターンと類似性の低い変動パターンを有する移動先を迅速に発見することが可能となり、リソース競合を抑えたマイグレーションを実現することができる。

[0019] （システム構成例）

図３は、本発明の実施の形態におけるＩＣＴリソース移動先決定装置１００の機能構成を示す図である。また、図３には、複数の物理サーバ１０、ＩＣＴ機器監視装置２０、及び制御装置３０も示されている。なお、ＩＣＴリソース移動先決定装置１００を「移動先決定装置」と呼んでもよい。また、ＩＣＴリソース移動先決定装置１００、ＩＣＴ機器監視装置２０を含むシステムを移動先決定システムと呼んでもよい。

[0020] 図３の例において、複数の物理サーバ１０は、複数のビルに分散されて収容されている。ＩＣＴ機器監視装置２０は、複数の物理サーバ１０とネットワークを介して接続されており、複数の物理サーバ１０から装置ログを収集する。ＩＣＴリソース移動先決定装置１００は、ＩＣＴ機器監視装置２０とネットワークを介して接続されており、ＩＣＴ機器監視装置２０から装置ログを取得する。

[0021] 制御装置３０は、ＩＣＴ機器監視装置２０から処理結果である仮想マシン

の移動先の情報（アドレス等）を受信し、当該情報に基づいて、該当の物理サーバ（例えば、移動元の物理サーバと移動先の物理サーバのそれぞれ）への指示を行うことで、移動元の物理サーバから移動先の物理サーバへの仮想マシンのマイグレーションを実行させる。なお、ＩＣＴリソース移動先決定装置１００が、制御装置３０の機能を含むこととしてもよい。

[0022] 図３に示すように、ＩＣＴリソース移動先決定装置１００は、前処理部１１０、抽出部１２０、優先度計算部１３０、移動先決定部１４０を有する。なお、抽出部１２０の中に前処理部１１０の機能を含めることとしてもよい。また、移動先決定部１４０の中に優先度計算部１３０の機能を含めることとしてもよい。各部の機能概要は下記のとおりである。

[0023] 前処理部１１０は、ＩＣＴ機器監視装置２０からリソース量ログを読み出し、分析対象データの絞り込みと加工を行う。抽出部１２０は、加工したデータを入力として分析を行い、入力データの中から予め指定する任意の数の代表的な変動パターンを抽出し、かつ各パターンに対して入力データの各軸の項目がどの程度関連しているかを示す「関連度」を算出する。

[0024] 優先度計算部１３０は、分析を行う者が別途指定するリソース毎の優先度に基づき、仮想マシンの移動先を評価する順序を決定するための重みを計算する。

[0025] 移動先決定部１４０は、前段の優先度計算部１３０における重みを用いて、仮想マシンの移動先を評価する順序を決定し、評価順序に従い停電エリアの仮想マシンの移動先を評価し、移動先を決定し、出力する。なお、本実施の形態では、停電エリアに存在するビルの物理サーバ上の仮想マシンを移動させることを想定しているが、これは一例であり、移動の理由は任意である。例えば、ビル工事のために事前に仮想マシンを別ビルの物理サーバに移動させておく場合もある。

[0026] また、本実施の形態における「エリア」の単位は任意である。「エリア」は、市町村などの単位であってもよいし、所定の大きさのグリッド単位であってもよいし、１つのビルが１つのエリアであってもよい。

[0027] 図４は、ＩＣＴ機器監視装置と物理サーバに関するより詳細な接続構成例を示す。図４に示す例において、ビルＡにＩＣＴ機器監視装置２１が備えられ、監視拠点にＩＣＴ機器監視装置２２が備えられている。

[0028] ＩＣＴ機器監視装置２１、２２は、物理サーバの装置ログを観測情報として収集・蓄積する。物理サーバの状態を観測するために観測情報を送信可能なセンサー等の機器が追加されても良い。これら物理サーバを含めたＩＣＴ機器の装置ログは定期的にＩＣＴ機器監視装置２１、２２に送信されることを想定するが、ＩＣＴ機器監視装置２１、２２が能動的にＩＣＴ機器の装置ログを物理サーバから取得するとしても良い。

[0029] ＩＣＴ機器監視装置はビル毎に設置しても良いし、外部の監視拠点に設置しても良いし、多段で構成しても良い。図４の例は、ビルＡと監視拠点とでＩＣＴ機器監視装置が多段に構成されている例である。

[0030] 図５に示す通り、ＩＣＴ機器監視装置２０は、複数のエリアを監視対象としても良い。また、ＩＣＴ機器の装置ログの記録先としてはＩＣＴ機器監視装置２０のメインメモリや二次記憶装置（これらを総称して記憶手段と呼ぶ）を想定しているが、これに限られない。

[0031] 以下の説明において、仮想マシンが動作するＩＣＴ機器は物理サーバであるとする。なお、物理サーバを含むＩＣＴ機器を情報通信装置と呼んでもよい。

[0032] 図６に、物理サーバ１０の機能構成例を示す。図６に示すように、物理サーバ１０は、仮想マシン１１、マイグレーション実行部１２を備える。マイグレーション実行部１２は、ＩＣＴリソース移動先決定装置１００により決定された仮想マシン１１の移動先の情報を、例えば制御装置３０から受信し、当該情報に基づいて、仮想マシン１１を移動先の物理サーバへ移動させるマイグレーションを実行する。マイグレーションにおいては、例えば、仮想マシン１１のメモリイメージを、移動先の物理サーバへ転送する。

[0033] （装置ログの例）

本実施の形態では、ＩＣＴ機器監視装置２０が、物理サーバから収集され

た物理サーバの装置ログから、図７（ａ）、（ｂ）、（ｃ）に示す形式で、個別利用量を示すリソース量ログ、総利用量を示すリソース量ログ、残余量を示すリソース量ログを記憶手段に記録する。

[0034] 図７（ａ）に示す個別利用量のリソース量ログにおけるタイムスタンプは、当該リソース量ログが保存された時刻である。エリアＩＤ及びビルＩＤ、サーバＩＤは、通信事業者が任意に付与する識別子である。エリアＩＤは、ログの取得元のエリアのＩＤであり、ビルＩＤは、ログの取得元のビルのＩＤであり、サーバＩＤは、ログの取得元の物理サーバのＩＤである。

[0035] 仮想マシンＩＤは、ログの取得元の仮想マシンのＩＤであり、通信事業者が任意に付与する場合もあれば、仮想化システムによって自動付与される場合もある。リソース項目は、具体的には、電力、仮想ＣＰＵ、仮想メモリサイズ、仮想ストレージ容量、回線帯域といったものが一例となる。リソース値は、各リソース項目に紐付く値であって、電力であれば該当仮想マシンの電力使用量、仮想ＣＰＵであれば該当仮想マシンへの論理的なＣＰＵ割当量等、仮想マシン毎のリソース消費量を表す。

[0036] 図７（ｂ）に示す総利用量のリソース量ログは、後述するリソース位置ＩＤで示される物理サーバにおけるリソースの総利用量のログである。当該ログの値は、各サーバから直接収集されても良いし、個別利用量のリソース量ログにおけるエリアＩＤ、ビルＩＤ、サーバＩＤが共通するログから計算されても良い。

[0037] 図７（ｃ）に示す残余量のリソース量ログは、リソース位置ＩＤで示される物理サーバにおけるリソースの残余量のログである。当該ログの値については、観測可能なものは観測されたリソース値を利用しても良いし、別途与えられるリソース項目ごとの上限量と総利用量のリソース値との差分によって計算しても良いし、リソース上限量が与えられない場合も、過去のリソース値の最大値をリソース上限量とみなして総利用量のリソース値との差分によって計算しても良い。

[0038] なお、総利用量のリソース量ログ及び残余量のリソース量ログは、個別利

用量のリソース量ログと同一の形式で保管する。それぞれ個別利用量のリソース量ログと区別できるよう、例えば総利用量のリソース量ログにおける仮想マシンＩＤ部には０又は総利用量を表す文字列を付与し、残余量のリソース量ログにおける仮想マシンＩＤ部には－１又は残余量を表す文字列を付与する。

[0039] 以降では、特に断りがない場合は個別利用量のリソース量ログ、総利用量のリソース量ログ、残余量のリソース量ログの３種を総称してリソース量ログと呼び、エリアＩＤ、ビルＩＤ、サーバＩＤ、仮想マシンＩＤの組合せをリソース位置ＩＤと呼ぶ。リソース位置ＩＤはＩＣＴ機器監視装置２０の下で一意の値となる。

[0040] （動作例）

以下、ＩＣＴリソース移動先決定装置１００の動作例について説明する。図８は、ＩＣＴリソース移動先決定装置１００が実行する処理手順の一例を説明するためのフローチャートである。図８のフローチャートの手順に沿って処理手順を説明する。なお、図８を参照して説明する一連の処理手順は、任意のプログラム言語もしくはスクリプト言語又はそれらの組み合わせで実装可能である。

[0041] ＜Ｓ１０１～Ｓ１０４＞

前処理部１１０は、ＩＣＴ機器監視装置２０に記録されたリソース量ログを読み出し、後述する処理によって分析に必要となるデータの絞り込みと加工を行う。前処理部１１０の出力結果として、１個の３次元配列Ｘを得る。詳細な手順は下記のとおりである。

[0042] まず、Ｓ１０１において、前処理部１１０は、予め定める期間Ｔのリソース量ログ（３種類のリソース量ログ）の集合を、タイムスタンプを参照してＩＣＴ機器監視装置２０から取得する。期間Ｔの開始時刻ｔ１と終了時刻ｔ２は、分析を行う者により任意に定められる数値であるが、リソースの変動傾向を見るためには数日分のログを対象とするのが良い。また、リソース量ログの各リソース値について、ＩＣＴ機器監視装置２０の集計仕様に基づき

、例えば１分や５分といった時間粒度で離散化されているとする。

[0043] 次に、Ｓ１０２、Ｓ１０３において、前処理部１１０は、Ｓ１０１で取得したリソース量ログから、分析を行う者が別途指定する停電エリア情報に基づき、停電エリアに存在する物理サーバに紐付く個別利用量のリソース量ログを抽出する。同時に、停電エリアから距離ｄまでの近傍エリアに存在する物理サーバに紐付く総利用量のリソース量ログおよび残余量のリソース量ログを抽出する。

[0044] ここで、Ｓ１０２において、前処理部１１０は、分析を行う者が予め定義した隣接エリアリストに基づき、停電エリアから距離ｄの近傍エリアを下記のようにして特定する。

[0045] 今、ある特定のエリア（例えば図９（ａ）のエリアＡとする）に注目した時、エリアＡとエリアＡに隣接しているエリア（Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ）がエリアＡから距離１の近傍エリアとなる。次に、エリアＡから距離１の近傍エリアと、それに隣接しているエリアを含めたエリア（Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ，Ｆ）がエリアＡから距離２の近傍エリアとなる。このように隣接エリアリスト（図９（ｂ））を辿ることで、指定したエリアから距離ｄ（ｄは整数）の近傍エリアが特定される。

[0046] 更に、Ｓ１０４において、前処理部１１０は、抽出したリソース量ログの集合より、リソース位置ＩＤ、リソース項目、及びタイムスタンプの関係性を表現する３次元配列Ｘを生成する。３次元配列Ｘは、各リソース位置ＩＤ、各リソース項目名、各タイムスタンプを各軸の項目とし、リソース値を要素とするデータである。なお、複数タイムスタンプのデータを３０分や１時間といったより大きな時間粒度に変換し、リソース値を該当時間粒度における時間区間の統計値としても良い。この時、統計値の算出法としては、平均値、最大値、中央値等を想定する。

[0047] この統計値は、いずれか一つを用いても良いし、当該リソース項目の区間平均値、当該リソース項目の区間最大値、当該リソース項目の区間中央値、といった形で複数用いても良い。これは、リソース項目の違いによって物理

リソース上限量超過時の影響が異なることを加味して、マイグレーション実施時に物理リソース上限量超過をどれだけ許容するかを調整するためである。例えば、取り扱うリソース項目が電力の場合、物理リソース上限量を超過するとブレーカによって該当物理サーバへの電力供給が遮断されてしまうため、統計量としては最大値を用いる必要がある。一方、取り扱うリソース項目が仮想ＣＰＵや回線帯域の場合、物理リソース上限量を一時的に上回ることがあっても処理や転送の待ち時間が発生するのみの影響に留まるため、統計量としては平均値や中央値を用いても良い。

[0048] 図１０は、３次元配列Ｘの一例を示す。図１０においては時間区間、リソース項目名、リソース位置ＩＤを各軸の項目としている。時間区間軸の項目数Ｌは、入力した観測情報の期間Ｔと集約粒度に依存する数である。リソース項目軸の項目数Ｍは、ＩＣＴ機器監視装置２０が収集しているリソース項目に依存する数である。リソース位置ＩＤの項目数Ｎは、前処理部１１０で選出された距離ｄの近傍エリアに存在する物理サーバ・仮想マシンに依存する数である。ある時間区間ｌ∈Ｌ、あるリソース項目ｍ∈Ｍ、あるリソース位置ＩＤ　ｎ∈Ｎに対応する３次元配列Ｘの要素を$x_{l,m,n}$で表す。Ｓ１０４で作成された３次元配列Ｘは、ＩＣＴリソース移動先決定装置１００におけるメモリ等の記憶手段に保存され、以降の処理で読み出される。

[0049] ＜Ｓ１０５＞

Ｓ１０５において、抽出部１２０は、前処理部１１０において加工した３次元配列Ｘを入力とし、後述するパターン抽出手法を適用することにより、入力データの中から予め指定する任意の数Ｋの代表的なＩＣＴリソース負荷変動パターンを抽出し、かつ、各パターンに対して入力データの各軸の項目がどの程度関連しているかを示す「関連度」を算出する。抽出部１２０の出力結果として、３個の２次元配列Ａ、Ｂ、Ｃと１個の３次元配列Ｈを得る。

[0050] ここで、得られる２次元配列は、後述するパターン抽出手法によって、３次元配列Ｘの各軸の項目と、指定したＫ個の代表的なＩＣＴリソース負荷変動パターンとの関連度を要素に持つ。

[0051] 得られる２次元配列のうち、タイムスタンプ（あるいは時間区間）と代表的なＩＣＴリソース負荷変動パターンを軸とする２次元配列を以降ではＡとし、リソース項目名と代表的なＩＣＴリソース負荷変動パターンを軸とする２次元配列を以降ではＢとし、リソース位置ＩＤと代表的なＩＣＴリソース負荷変動パターンを軸とする２次元配列を以降ではＣとする。

[0052] 図１１に、パターン抽出手法の出力結果である２次元配列Ａ、Ｂ、Ｃの一例を示す。図１１に示すように、２次元配列Ａにより、Ｋ個の時系列変動を得ることができる。

[0053] また、２次元配列Ｂにより、各代表的なＩＣＴリソース負荷変動パターン抽出の根拠となるリソース項目名を把握することが可能である。つまり、ある変動パターンに対して関連度が高いリソース項目は、その変動パターン抽出の根拠になったと考えられる。

[0054] また、２次元配列Ｃにより、各代表的なＩＣＴリソース負荷変動パターン抽出の根拠となるリソース位置ＩＤを把握することが可能である。一方、３次元配列Ｈは３個の２次元配列から３次元配列を計算するためのデータである。

[0055] 次に、抽出部１２０が適用するパターン抽出手法の例を説明する。パターン抽出手法として、ＮＴＦ（Non-negative Tensor Factorization）、ＣＰ分解、タッカー分解等、３次元配列を入力として各軸と各パターンの関連性を抽出するための任意の手法を用いることができる。

[0056] ＮＴＦについては、例えば、「Max Welling, and Markus Weber. ”Positive tensor factorization.” Pattern Recognition Letters 22.12, 1255-1261 (2001).」等を利用することができる。また、ＣＰ分解については、「Carroll, J.D., Chang, J. ”Analysis of individual differences in multidimensional scaling via an n-way generalization of ”Eckart-Young” decomposition.” Psychometrika 35, 283-319 (1970).」等を利用することができる。タッカー分解については、「Tucker, L.R. ”Some mathematical notes on three-mode factor analysis.” Psychometrika 31, 279-311 (1966).」等を利

用することができる。

[0057] ＜Ｓ１０６＞

Ｓ１０６において、優先度計算部１３０は、分析を行う者が別途指定するリソース項目毎の優先順に従い、停電エリアにおける仮想マシンの移動先を評価する順序（仮想マシンの順序）を決定するために使用する、変動パターンの重みを算出する。優先順に関して、例えば、分析を行う者の端末からＩＣＴリソース移動先決定装置１００にリソース項目毎の優先順を示す情報を事前に送信しておき、ＩＣＴリソース移動先決定装置１００は当該優先順を示す情報をメモリ等に保持しておく。ＩＣＴリソース移動先決定装置１００はＳ１０６において、当該優先順を示す情報を使用して計算を行う。

[0058] 優先順は分析を行う者が任意に指定可能であるが、例えば、排他的にリソースを確保する必要があるメモリ／ストレージを最高優先とし、物理リソース超過は許容されないもののリソース利用にある程度の時間的揺らぎが生じる電力を高優先とし、物理リソースを超過しても短時間であれば一時的な性能劣化に留まるＣＰＵ／帯域を中優先とし、リソース項目としてデータ収集されているが物理リソース超過時の性能影響が不明なその他の項目を低優先とする、等が考えられる。

[0059] より具体的には、分析を行う者は、優先順を示す情報として、優先順において優先の度合いに対応する係数$w_m$を設定する。係数は優先順位のより高いリソース項目により大きい値を付与する（$w_1 \geqq w_2 \geqq \cdots \geqq w_m \geqq 0$）。優先度計算部１３０はこの係数$w_m$と２次元配列Ｂに基づいて、変動パターンｋに対する重みを計算する。具体的には、２次元配列Ｂにおける変動パターンｋ、リソース項目ｍの関連度の値を$b_{k,m}$とするとき、

$$\Sigma_{m \in \{1, \cdots, M\}} w_m b_{k,m}$$

を変動パターンｋの重みとする。この値は、変動パターンｋと優先度の高いリソース項目との関連度を表す。

[0060] ＜Ｓ１０７、Ｓ１０８＞

Ｓ１０７、Ｓ１０８において、移動先決定部１４０は、優先度計算部１３

０で計算された変動パターン毎の重みと２次元配列Ｃに基づき、停電エリアの各仮想マシンの移動先を決定する。移動先決定部１４０は、決定した移動先を制御装置３０へ送信する。

[0061] まず、Ｓ１０７において、移動先決定部１４０は、リソース位置ＩＤの情報に基づき、２次元配列Ｃを３つの部分配列に分割する。すなわち、停電エリアにおける仮想マシンのリソース位置ＩＤ集合に紐付く部分配列、近傍エリアにおける物理サーバのリソース位置ＩＤ集合に紐付く部分配列であって該当物理サーバのリソース総利用量とリソース残余量に関するそれぞれの部分配列の３つである。

[0062] 図１２に、３つの部分配列の簡易的な例を示す。図１２上は、説明のわかりやすさのため、２次元配列Ｃの変動パターン軸を重み（$\Sigma_{m\in\{1,\cdots,M\}} w_m b_{k,m}$）の降順に並べ替え、リソース位置ＩＤ軸を各変動パターンとの関連度の高い順に並べ替えている。ここでは、まず、最初の（最大の重みの）変動パターンにおける関連度の高い順にリソース位置ＩＤ軸を並べ、関連度が同じになるリソース位置ＩＤ軸については、重みが次に大きい変動パターンにおける関連度の高い順に並べ替える。このようにして、リソース位置ＩＤ軸を各変動パターンとの関連度の高い順に並べ替えている。

[0063] また、リソース位置ＩＤはエリアＩＤ、ビルＩＤ、サーバＩＤおよび仮想マシンＩＤ、０、－１の各値としている。この例では、エリアＡで停電が発生し、近傍のエリアＢ、エリアＣを候補として仮想マシンの移動先を評価する場合となっている。

[0064] 以降では、説明の便宜上、それぞれに新たな順序指標を付与する。すなわち、停電エリアにおける仮想マシンのリソース個別利用量について、各変動パターンとの関連度の高い順に$n_u=\{1,\cdots,N_u\}$、近傍エリアにおける物理サーバのリソース総利用量について、各変動パターンとの関連度の高い順に$n_t=\{1,\cdots,N_t\}$、近傍エリアにおける物理サーバのリソース余剰量について、各変動パターンとの関連度の高い順に$n_r=\{1,\cdots,N_r\}$とする。なお、$N_u+N_t+N_r=N$、$N_t=N_r$である。

[0065] $n_u$＝｛１，…，$N_u$｝は、仮想マシンの移動先評価順序を示す。例えば、図１１の例において、リソース位置ＩＤ＝｛Ａ，１，１，１｝の仮想マシンが$n_u$＝１、リソース位置ＩＤ＝｛Ａ，１，２，２｝の仮想マシンが$n_u$＝２、．．．．である。

[0066] また、判定簡略化のため、別途定める閾値により、２次元配列の値を０、１に変換する（変換後のものを図１１の下に示す）。この閾値は、分析を行う者が任意に設定しても良いし、２次元配列Ｃの値の平均値や中央値を設定しても良い。以下では、この変換後の３つの部分配列を用いて処理を行う。

[0067] ２次元配列Ｃにおける変動パターンｋ、順序指標$n_u$、$n_t$、$n_r$に対応する値（部分配列の要素の値）をそれぞれ$c_{k,n_u}$、$c_{k,n_t}$、$c_{k,n_r}$とする。Ｓ１０８において、移動先決定部１４０は、停電エリアにおける仮想マシン$n_u$に対する移動先の物理サーバを次の手順によって決定する。

[0068] 移動先決定部１４０は、仮想マシン$n_u$＝｛１，…，$N_u$｝について、この順で以下の（１）、（２）、（３－１）、（３－２）を評価する。

[0069] （１）移動先候補となる近傍エリアの物理サーバ$n_r$＝｛１，…，$N_r$｝について、この順で次の式１を評価する。

[0070] $min_k(c_{k,n_r}-c_{k,n_u})\geqq 0$　　式１

なお、$min_k(c_{k,n_r}-c_{k,n_u})$は、ｋ＝１～Ｋの「$c_{k,n_r}-c_{k,n_u}$」のうち、最小となる「$c_{k,n_r}-c_{k,n_u}$」を表す。以下、ｍｉｎを使用する式において同様である。

[0071] 上記の式１が成立することは、いずれのｋにおいても、「$c_{k,n_r}$＝０、$c_{k,n_u}$＝１」にはならないことを意味する。「$c_{k,n_r}$＝０、$c_{k,n_u}$＝１」は、仮想マシン$n_u$のリソース利用量と関連度が高い変動パターンに対して、物理サーバ$n_r$のリソース残余量は関連度が低いことを示している。この場合、仮想マシン$n_u$のリソース利用量の変動パターンと、物理サーバ$n_r$のリソース利用量の変動パターンとは類似性が高い可能性がある。

[0072] つまり、上記の式１は、仮想マシン$n_u$と物理サーバ$n_r$との間のリソース利用量の変動パターンの類似性が低くなるような物理サーバ$n_r$を選択するこ

とを意味する。

[0073] 上記の式１が成立する１以上の物理サーバ$n_r$について、当該物理サーバ$n_r$を仮想マシン$n_u$の移動先候補として、全てのリソース項目ｍについて次の式を評価する。

[0074] $$\min_l (x_{l,m,n_r} - x_{l,m,n_u}) \geqq -\delta_m \quad \text{式２}$$

上記の式２が成立することは、全ての時間区間において、リソース項目ｍに関して、仮想マシン$n_u$のリソース利用量の、物理サーバ$n_r$のリソース残余量に対する超過量が$\delta_m$以下であることを示している。

[0075] 全てのリソース項目ｍについて上記の式２が成り立つ場合、物理サーバ$n_r$を仮想マシン$n_u$の移動先サーバ$n^*_u$として決定する。$\delta_m$は当該リソース項目に対して設定される超過許容量であり、分析を行う者が別途指定しても良いし、優先順において優先の度合いに対応する係数$w_m$を用いて「$\delta_m = R_m^{max} / w_m$」として与えても良い。つまり、優先度が高いほど超過許容量を小さくして、当該リソース項目に関して、より残余量の大きな物理サーバを選択できるようにする。ここで、$R_m^{max}$はリソース項目ｍにおける上限値を表す。

[0076] （２）上記（１）の処理で仮想マシン$n_u$の移動先が決定しなかった場合、移動先候補となる近傍エリアの物理サーバ$n_t = \{N_t, \cdots, 1\}$について、この順（変動パターンとの関連度が低い順）で次の式３を評価する。

[0077] $$\max_k (c_{k,n_t} + c_{k,n_u}) \leqq 1 \quad \text{式３}$$

なお、$\max_k (c_{k,n_t} + c_{k,n_u})$は、ｋ＝１～Ｋにおける「$c_{k,n_t} + c_{k,n_u}$」のうち、最大となる「$c_{k,n_t} + c_{k,n_u}$」を表す。以下、ｍａｘを使用する式において同様である。

[0078] 上記の式３が成立することは、$c_{k,n_t}$と$c_{k,n_u}$が同時には１にならないことを示すので、仮想マシン$n_u$と物理サーバ$n_t$との間のリソース利用量の変動パターンの類似性が低いことを示している。

[0079] 上記の式３が成立する場合、物理サーバ$n_t$を仮想マシン$n_u$の移動先候補として、当該物理サーバ$n_t$に対応する残余量$n_r$について、全てのリソース

項目ｍについて次の式４を評価する。

[0080] $max_l(x_{l,m,n_u}) \leqq x_{l,m,n_r} + \delta_m$ 式４

上記の式４が成立することは、全ての時間区間において、リソース項目ｍに関して、仮想マシン$n_u$のリソース利用量が、物理サーバ$n_t$のリソース残余量と超過許容量との和以下であることを示している。

[0081] 全てのリソース項目ｍについて上記の式４が成り立つ場合、物理サーバ$n_t$を仮想マシン$n_u$の移動先サーバ$n^*_u$として決定する。

[0082] （３－１）上記（１）又は（２）の処理で仮想マシン$n_u$の移動先が決定した場合、当該移動先サーバ$n^*_u$のエリアＩＤ、ビルＩＤ、サーバＩＤに基づき、該当物理サーバの総利用量（$x_{n_t,m,l}$）、余剰量（$x_{n_r,m,l}$）を以下の通り更新する。

全てのｍ、ｌについて：

$x_{l,m,n_t} \leftarrow x_{l,m,n_t} + x_{l,m,n_u}$、

$x_{l,m,n_r} \leftarrow x_{l,m,n_r} - x_{l,m,n_u}$

ここで、全てのｍ、ｌについて$min_l(x_{l,m,n_r}) \leqq \delta_m$となる場合、該当の物理サーバを以降の処理では移動先候補から除外する。

[0083] （３－２）上記（１）、（２）の処理で仮想マシン$n_u$の移動先が決定しなかった場合、当該仮想マシン$n_u$は移動先候補とする近傍エリアに収容することはできなかったとして、移動先未決定仮想マシンリストに追加する。なお、移動先未決定仮想マシンリストは、ＩＣＴリソース移動先決定装置１００のメモリ等の記憶部に格納される。

[0084] 以上が（１）、（２）、（３－１）、（３－２）の処理である。

[0085] 移動先未決定仮想マシンリストに記載された移動先未決定仮想マシンについては、一連の処理が完了した後、距離ｄ＋１の近傍エリアに存在するサーバを対象に同様の処理を行う。

[0086] また、ビル単位・サーバ単位で仮想マシンの移動先をまとめたい場合は、ビル単位、サーバ単位に丸めて上記の評価を行えば良い。

[0087] より迅速なマイグレーションを開始するためには、平時の内に各エリアに

対して本実施の形態に係る処理を実施し、各エリアの仮想マシンに対する移動先の候補を計算しておくと良い。

[0088] （ハードウェア構成例）

ＩＣＴリソース移動先決定装置１００、ＩＣＴ機器監視装置２０、物理サーバ１０（ＩＣＴ機器、情報通信装置）、制御装置３０はいずれも、例えば、コンピュータにプログラムを実行させることにより実現できる。ＩＣＴリソース移動先決定装置１００、ＩＣＴ機器監視装置２０、制御装置３０に関して、このコンピュータは、物理的なコンピュータであってもよいし、仮想マシンであってもよい。以下、ＩＣＴリソース移動先決定装置１００、ＩＣＴ機器監視装置２０、物理サーバ１０、制御装置３０を総称して「装置」と呼ぶ。

[0089] すなわち、当該装置は、コンピュータに内蔵されるＣＰＵやメモリ等のハードウェア資源を用いて、当該装置で実施される処理に対応するプログラムを実行することによって実現することが可能である。上記プログラムは、コンピュータが読み取り可能な記録媒体（可搬メモリ等）に記録して、保存したり、配布したりすることが可能である。また、上記プログラムをインターネットや電子メール等、ネットワークを通して提供することも可能である。

[0090] 図１３は、上記コンピュータのハードウェア構成例を示す図である。図１３のコンピュータは、それぞれバスＢＳで相互に接続されているドライブ装置１０００、補助記憶装置１００２、メモリ装置１００３、ＣＰＵ１００４、インタフェース装置１００５、表示装置１００６、入力装置１００７、出力装置１００８等を有する。

[0091] 当該コンピュータでの処理を実現するプログラムは、例えば、ＣＤ－ＲＯＭ又はメモリカード等の記録媒体１００１によって提供される。プログラムを記憶した記録媒体１００１がドライブ装置１０００にセットされると、プログラムが記録媒体１００１からドライブ装置１０００を介して補助記憶装置１００２にインストールされる。但し、プログラムのインストールは必ずしも記録媒体１００１より行う必要はなく、ネットワークを介して他のコン

ピュータよりダウンロードするようにしてもよい。補助記憶装置１００２は、インストールされたプログラムを格納すると共に、必要なファイルやデータ等を格納する。

[0092] メモリ装置１００３は、プログラムの起動指示があった場合に、補助記憶装置１００２からプログラムを読み出して格納する。ＣＰＵ１００４は、メモリ装置１００３に格納されたプログラムに従って、当該装置に係る機能を実現する。インタフェース装置１００５は、ネットワーク等に接続するためのインタフェースとして用いられる。表示装置１００６はプログラムによるＧＵＩ（Ｇｒａｐｈｉｃａｌ Ｕｓｅｒ Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ）等を表示する。入力装置１００７はキーボード及びマウス、ボタン、又はタッチパネル等で構成され、様々な操作指示を入力させるために用いられる。出力装置１００８は演算結果を出力する。

[0093] （実施の形態の効果）

本実施の形態に係る技術により、停電エリアの仮想マシンの負荷状況と、近傍エリアの物理サーバの負荷状況との類似性に基づき移動先を決定することができるので、負荷の重畳に伴うリソース変動の競合を抑えたマイグレーションを実現することができる。

[0094] （実施の形態のまとめ）

本明細書には、少なくとも下記各項の移動先決定装置、物理サーバ、移動先決定システム、移動先決定方法、及びプログラムが開示されている。

（第１項）

仮想マシンのマイグレーションにおいて、前記仮想マシンの移動先となる物理サーバを決定する移動先決定装置であって、

複数の物理サーバから取得されたリソース量ログから、リソース利用量についての１以上の変動パターンを抽出する抽出部と、

移動元のエリアにおける前記仮想マシンのリソース利用量の変動パターンと、他のエリアにおける物理サーバのリソース利用量の変動パターンとの間の類似性に基づいて、前記仮想マシンの移動先となる物理サーバを決定する

移動先決定部と

を備える移動先決定装置。

（第２項）

前記抽出部は、前記リソース量ログから、時間区間の軸、リソース位置の軸、及びリソース項目の軸を有するリソース値を要素とする３次元配列を生成し、当該３次元配列から、各軸の項目と各変動パターンとがどの程度関連しているかを示す関連度を算出し、

前記移動先決定部は、前記関連度を用いて前記類似性を判断する

第１項に記載の移動先決定装置。

（第３項）

前記移動先決定部は、前記仮想マシンと各変動パターンとの関連度と、物理サーバと各変動パターンとの関連度とに基づいて、前記仮想マシンと物理サーバとの間の変動パターンの類似性が低いと判断される場合に、当該物理サーバを移動先の候補として決定する

第２項に記載の移動先決定装置。

（第４項）

前記移動先決定部は、移動先の候補となった１以上の物理サーバにおけるリソース残余量と、前記仮想マシンのリソース利用量とに基づいて、移動先の候補となった１以上の物理サーバから移動先の物理サーバを決定する

第３項に記載の移動先決定装置。

（第５項）

第１項ないし第４項のうちいずれか１項に記載の移動先決定装置と、

前記リソース量ログを前記複数の物理サーバから収集するＩＣＴ機器監視装置と、

を備える移動先決定システム。

（第６項）

第１項ないし第４項のうちいずれか１項に記載の移動先決定装置において使用されるリソース量ログの取得対象となる物理サーバであって、

前記移動先決定装置により決定された仮想マシンの移動先の情報を受信し、当該移動先への仮想マシンのマイグレーションを行うマイグレーション実行部

を備える物理サーバ。

（第７項）

仮想マシンのマイグレーションにおいて、前記仮想マシンの移動先となる物理サーバを決定する移動先決定装置が実行する移動先決定方法であって、

複数の物理サーバから取得されたリソース量ログから、リソース利用量についての１以上の変動パターンを抽出する抽出ステップと、

移動元のエリアにおける前記仮想マシンのリソース利用量の変動パターンと、他のエリアにおける物理サーバのリソース利用量の変動パターンとの間の類似性に基づいて、前記仮想マシンの移動先となる物理サーバを決定する移動先決定ステップと

を備える移動先決定方法。

（第８項）

コンピュータを、第１項ないし第４項のうちいずれか１項に記載の移動先決定装置として機能させるためのプログラム。

[0095] 以上、本実施の形態について説明したが、本発明はかかる特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

## 符号の説明

[0096] １０　物理サーバ

１１　仮想マシン

１２　マイグレーション実行部

２０　ＩＣＴ機器監視装置

３０　制御装置

１００　ＩＣＴリソース移動先決定装置

１１０　前処理部

１２０　抽出部

１３０　優先度計算部

１４０　移動先決定部

１０００　ドライブ装置

１００１　記録媒体

１００２　補助記憶装置

１００３　メモリ装置

１００４　ＣＰＵ

１００５　インタフェース装置

１００６　表示装置

１００７　入力装置

１００８　出力装置

# 請求の範囲

[請求項1] 仮想マシンのマイグレーションにおいて、前記仮想マシンの移動先となる物理サーバを決定する移動先決定装置であって、

複数の物理サーバから取得されたリソース量ログから、リソース利用量についての１以上の変動パターンを抽出する抽出部と、

移動元のエリアにおける前記仮想マシンのリソース利用量の変動パターンと、他のエリアにおける物理サーバのリソース利用量の変動パターンとの間の類似性に基づいて、前記仮想マシンの移動先となる物理サーバを決定する移動先決定部と

を備える移動先決定装置。

[請求項2] 前記抽出部は、前記リソース量ログから、時間区間の軸、リソース位置の軸、及びリソース項目の軸を有するリソース値を要素とする３次元配列を生成し、当該３次元配列から、各軸の項目と各変動パターンとがどの程度関連しているかを示す関連度を算出し、

前記移動先決定部は、前記関連度を用いて前記類似性を判断する

請求項１に記載の移動先決定装置。

[請求項3] 前記移動先決定部は、前記仮想マシンと各変動パターンとの関連度と、物理サーバと各変動パターンとの関連度とに基づいて、前記仮想マシンと物理サーバとの間の変動パターンの類似性が低いと判断される場合に、当該物理サーバを移動先の候補として決定する

請求項２に記載の移動先決定装置。

[請求項4] 前記移動先決定部は、移動先の候補となった１以上の物理サーバにおけるリソース残余量と、前記仮想マシンのリソース利用量とに基づいて、移動先の候補となった１以上の物理サーバから移動先の物理サーバを決定する

請求項３に記載の移動先決定装置。

[請求項5] 請求項１ないし４のうちいずれか１項に記載の移動先決定装置と、

前記リソース量ログを前記複数の物理サーバから収集するＩＣＴ機

器監視装置と、

を備える移動先決定システム。

[請求項6] 請求項１ないし４のうちいずれか１項に記載の移動先決定装置において使用されるリソース量ログの取得対象となる物理サーバであって、

前記移動先決定装置により決定された仮想マシンの移動先の情報を受信し、当該移動先への仮想マシンのマイグレーションを行うマイグレーション実行部

を備える物理サーバ。

[請求項7] 仮想マシンのマイグレーションにおいて、前記仮想マシンの移動先となる物理サーバを決定する移動先決定装置が実行する移動先決定方法であって、

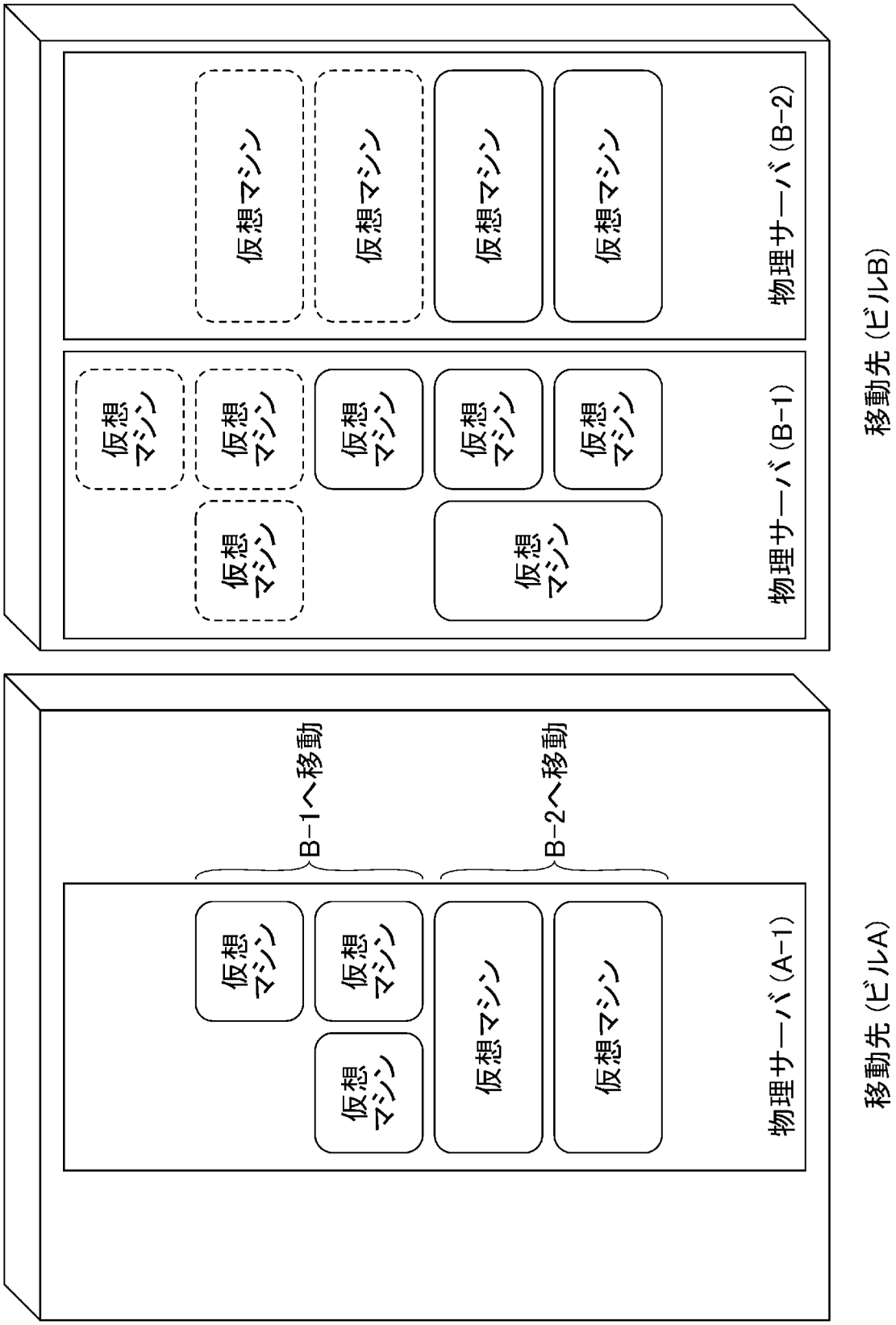
複数の物理サーバから取得されたリソース量ログから、リソース利用量についての１以上の変動パターンを抽出する抽出ステップと、

移動元のエリアにおける前記仮想マシンのリソース利用量の変動パターンと、他のエリアにおける物理サーバのリソース利用量の変動パターンとの間の類似性に基づいて、前記仮想マシンの移動先となる物理サーバを決定する移動先決定ステップと

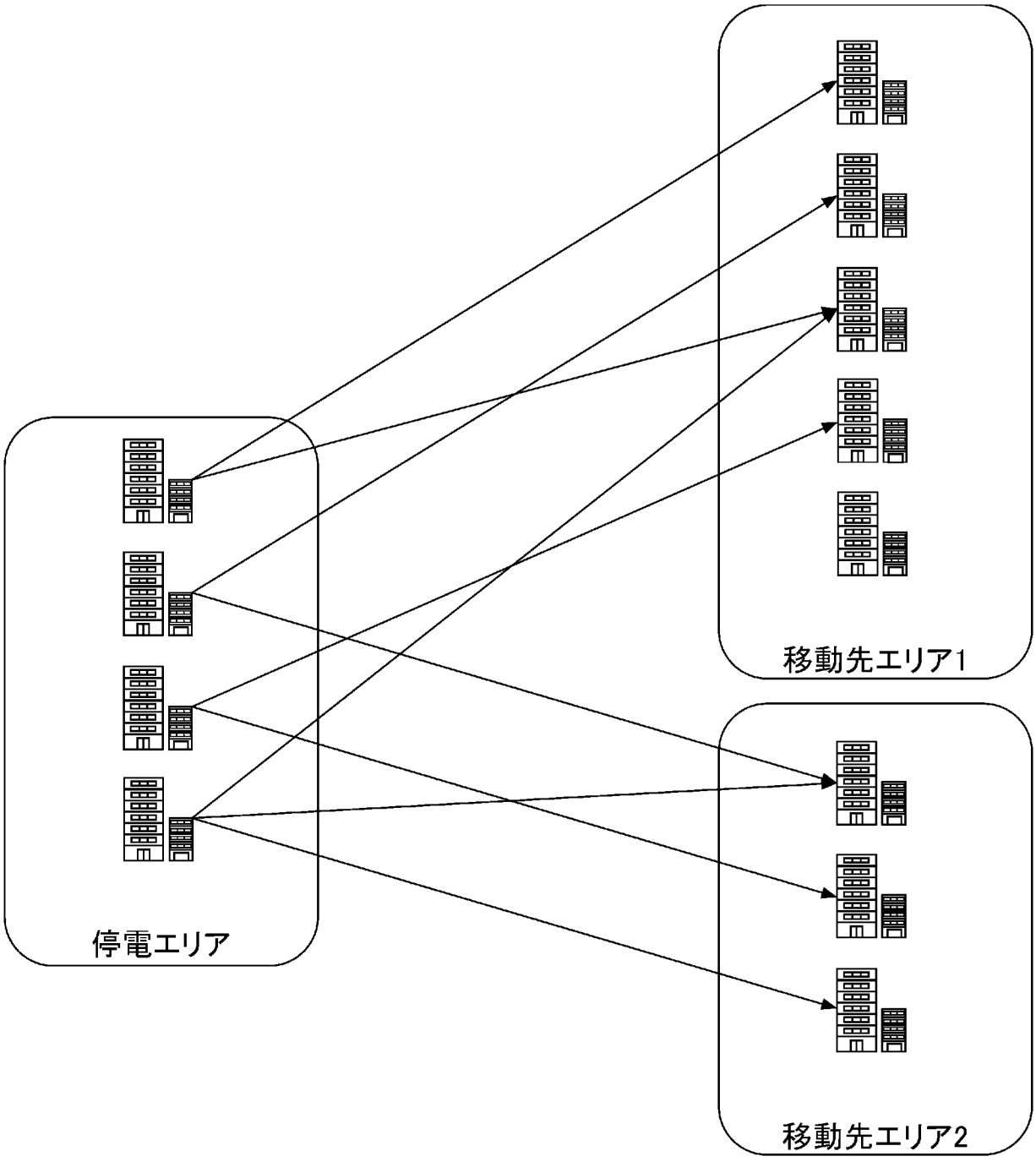
を備える移動先決定方法。

[請求項8] コンピュータを、請求項１ないし４のうちいずれか１項に記載の移動先決定装置として機能させるためのプログラム。

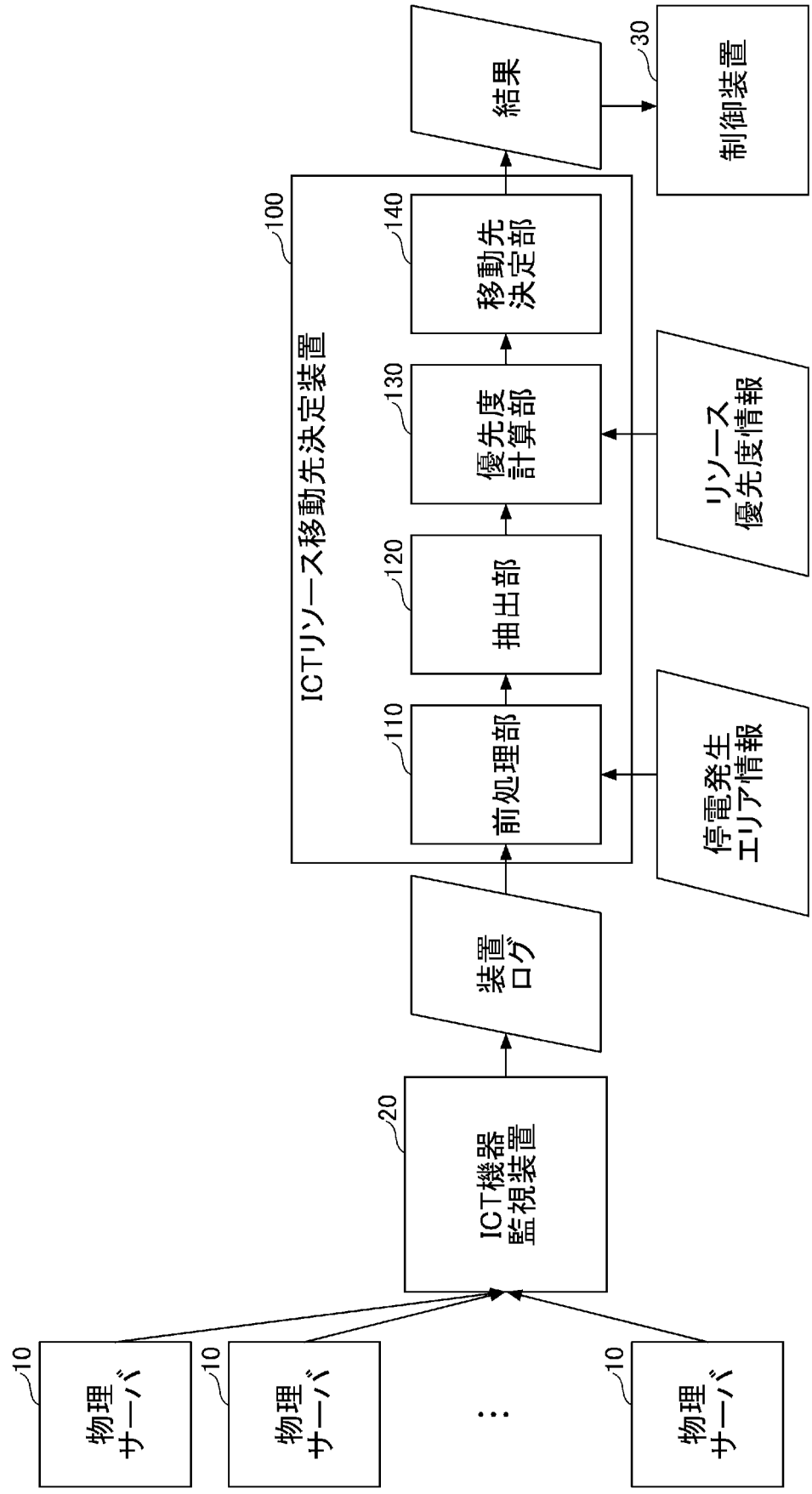
[図1]


移動先（ビルA）
物理サーバ（A-1）
仮想マシン
仮想マシン
仮想マシン
仮想マシン
B-1へ移動
B-2へ移動
移動先（ビルB）
物理サーバ（B-1）
仮想マシン
仮想マシン
仮想マシン
仮想マシン
仮想マシン
仮想マシン
物理サーバ（B-2）
仮想マシン
仮想マシン
仮想マシン
仮想マシン

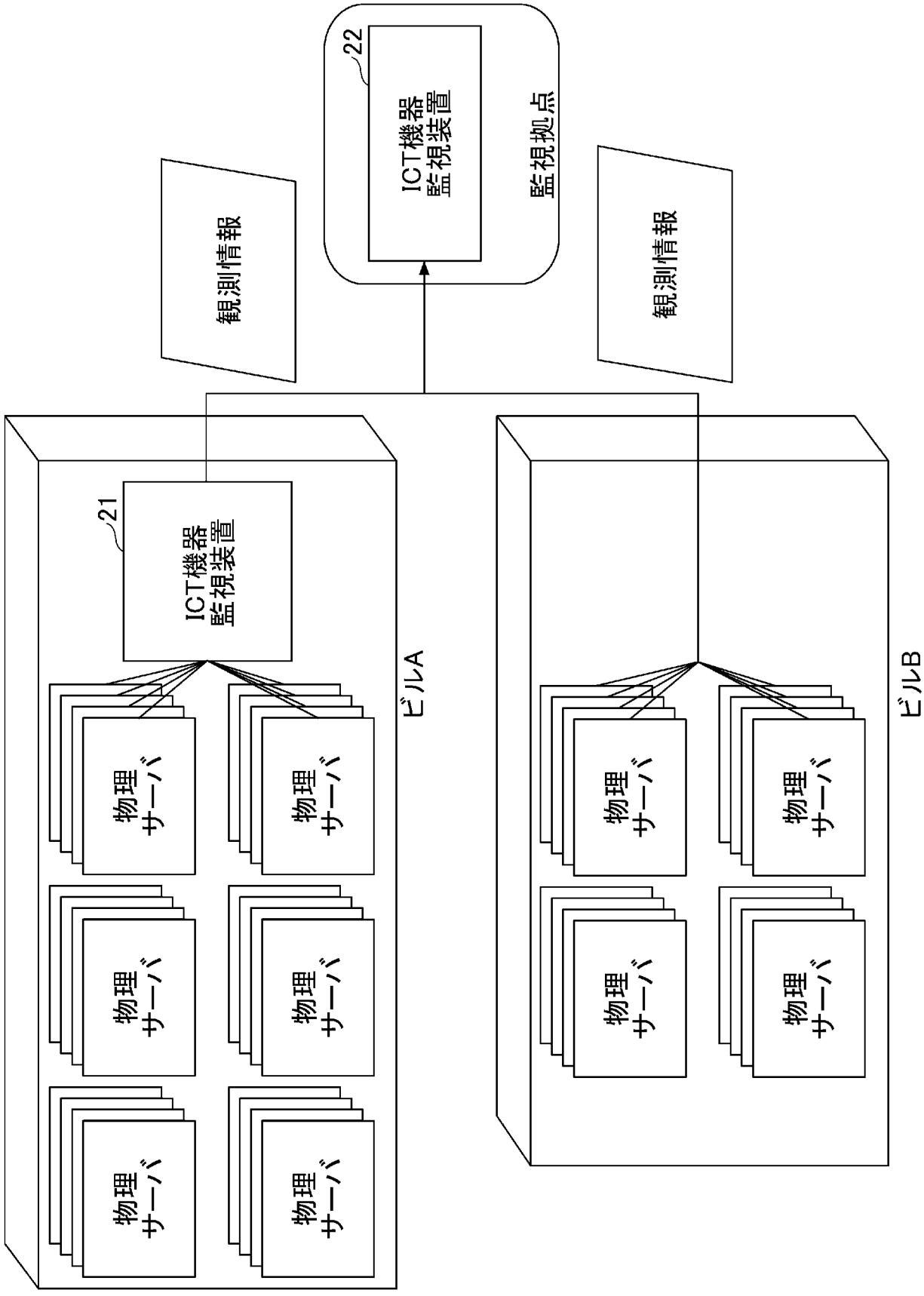
[図2]



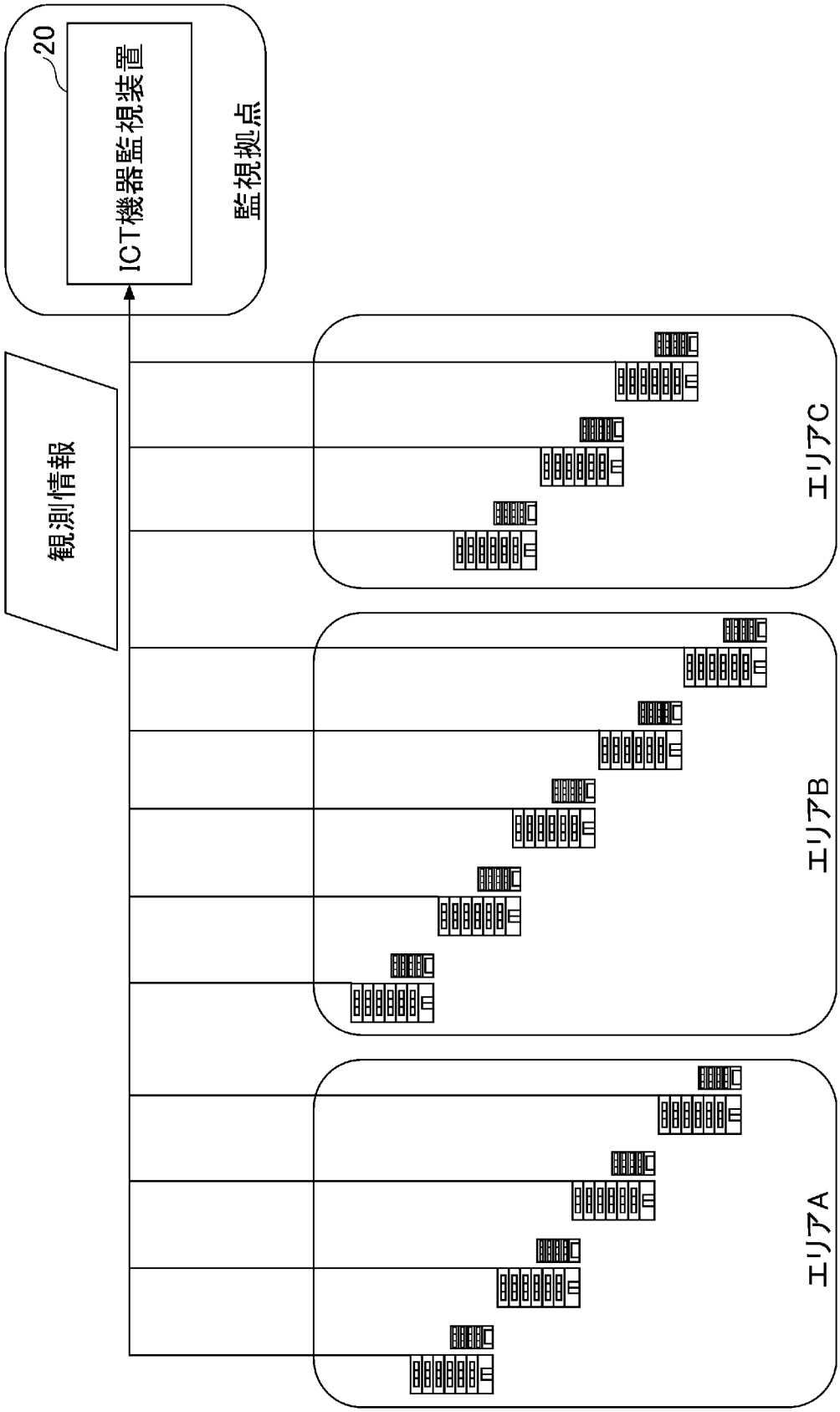
[図3]


物理サーバ
10
物理サーバ
10
：
物理サーバ
10
ICT機器監視装置
20
装置ログ
ICTリソース移動先決定装置
100
前処理部
110
抽出部
120
優先度計算部
130
移動先決定部
140
停電発生エリア情報
リソース優先度情報
結果
制御装置
30

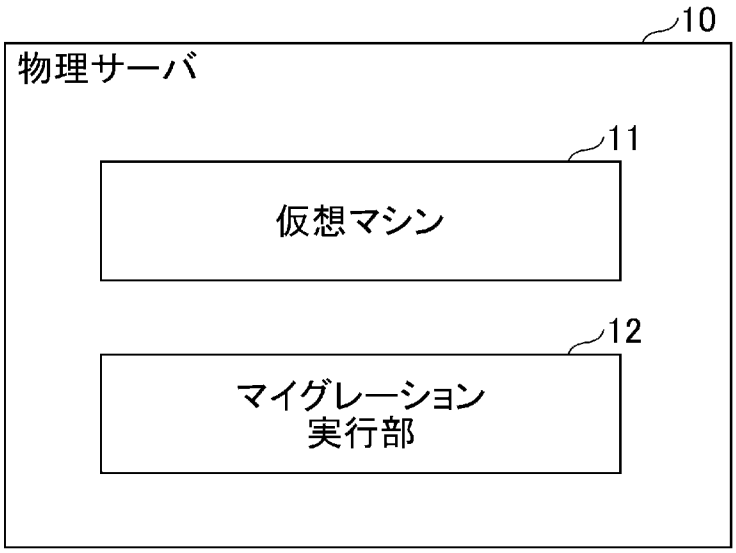
[図4]



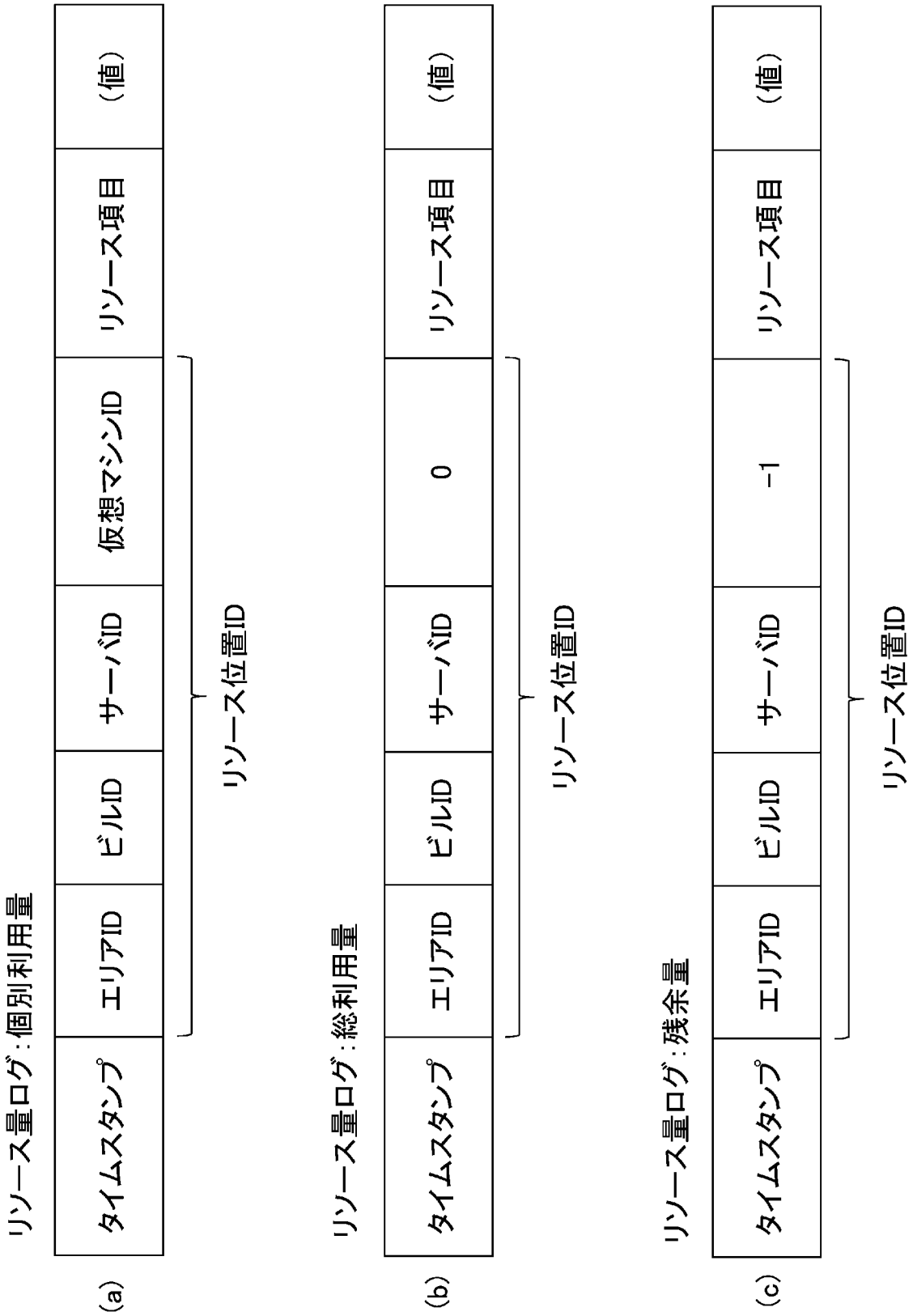
[図5]



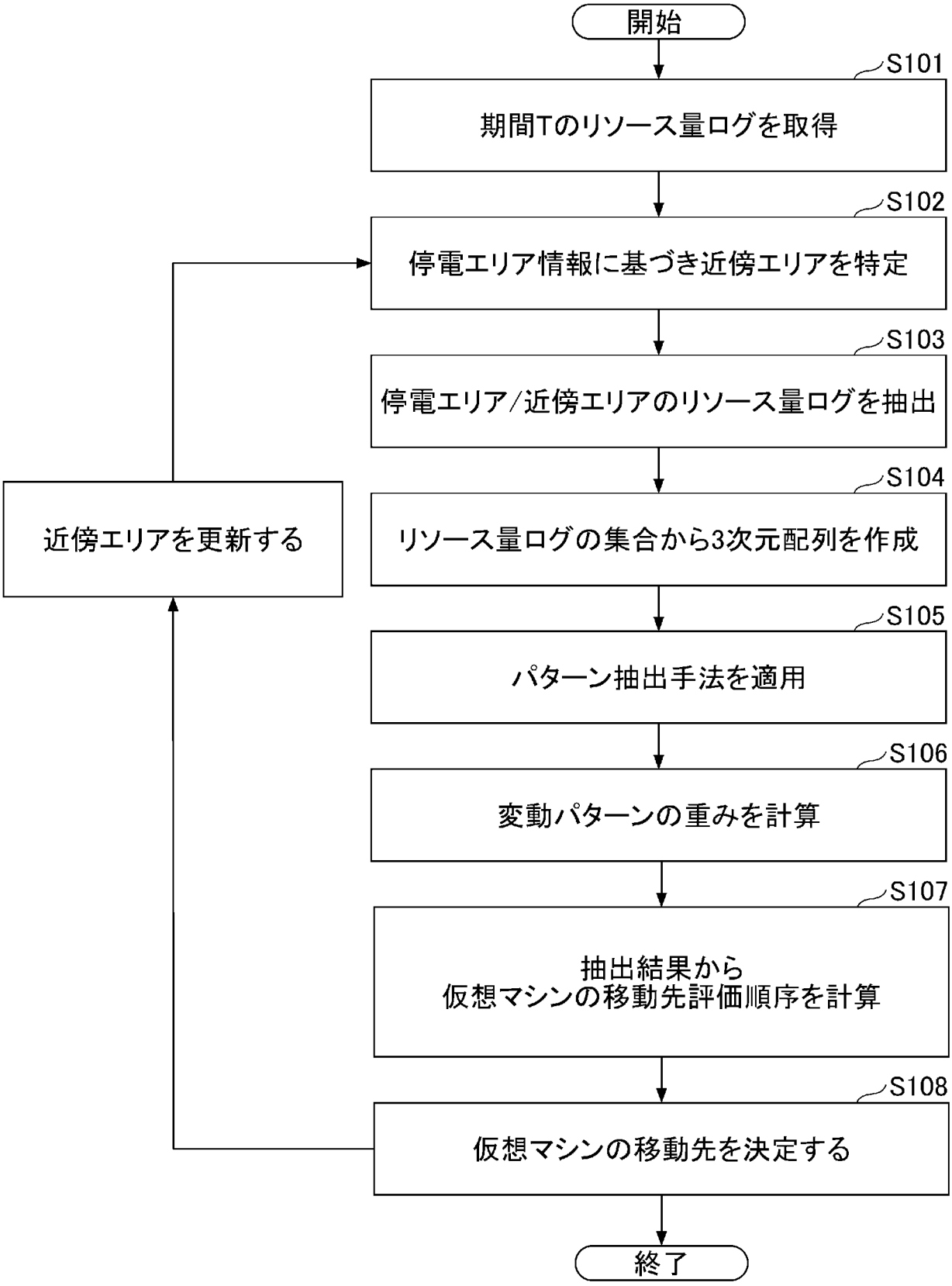
[図6]



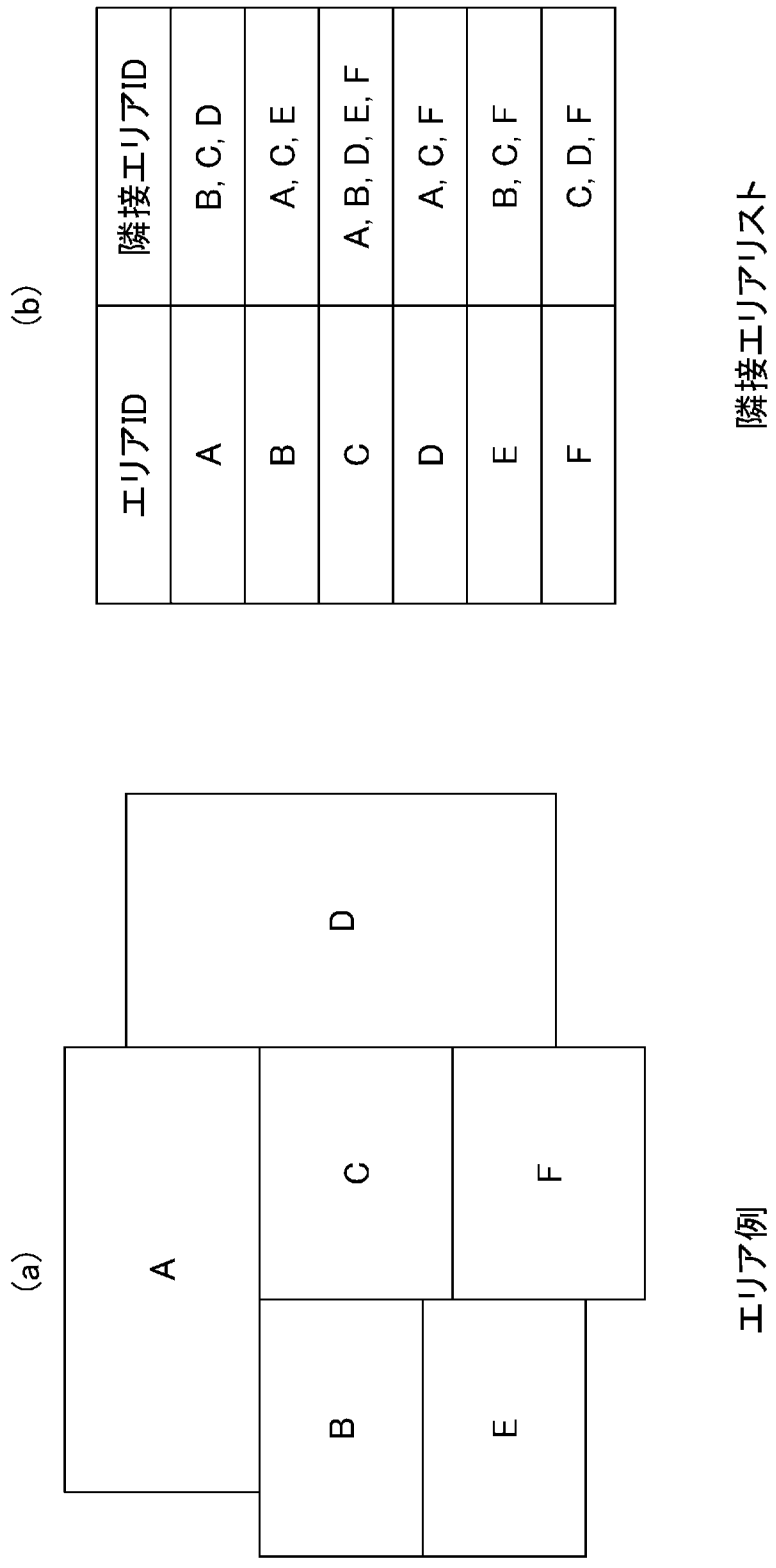
[図7]


リソース量ログ：個別利用量
タイムスタンプ
エリアID
ビルID
サーバID
仮想マシンID
リソース項目
（値）
リソース位置ID
(a)
リソース量ログ：総利用量
タイムスタンプ
エリアID
ビルID
サーバID
0
リソース項目
（値）
リソース位置ID
(b)
リソース量ログ：残余量
タイムスタンプ
エリアID
ビルID
サーバID
-1
リソース項目
（値）
リソース位置ID
(c)

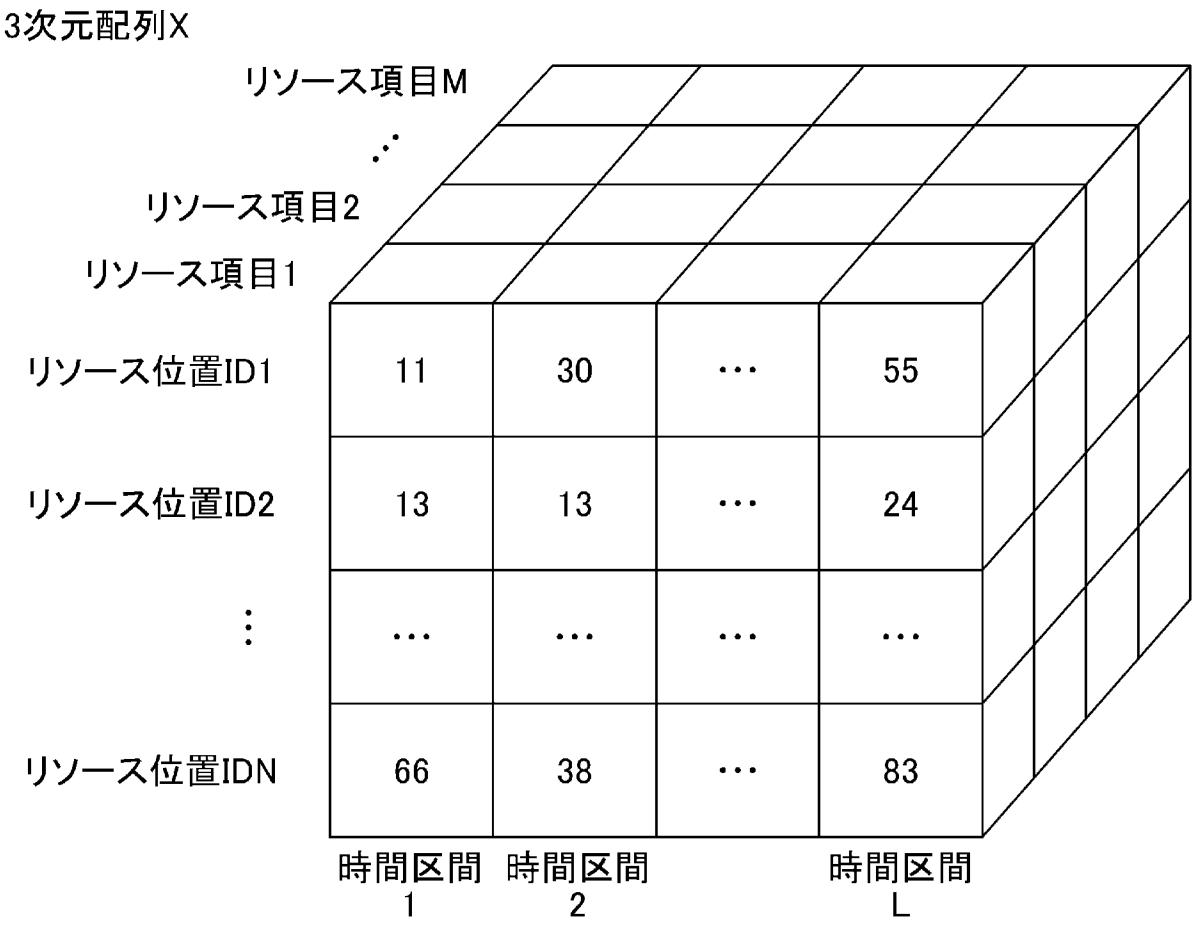
[図8]


開始
S101
期間Tのリソース量ログを取得
S102
停電エリア情報に基づき近傍エリアを特定
S103
停電エリア/近傍エリアのリソース量ログを抽出
S104
リソース量ログの集合から3次元配列を作成
S105
パターン抽出手法を適用
S106
変動パターンの重みを計算
S107
抽出結果から
仮想マシンの移動先評価順序を計算
S108
仮想マシンの移動先を決定する
終了
近傍エリアを更新する

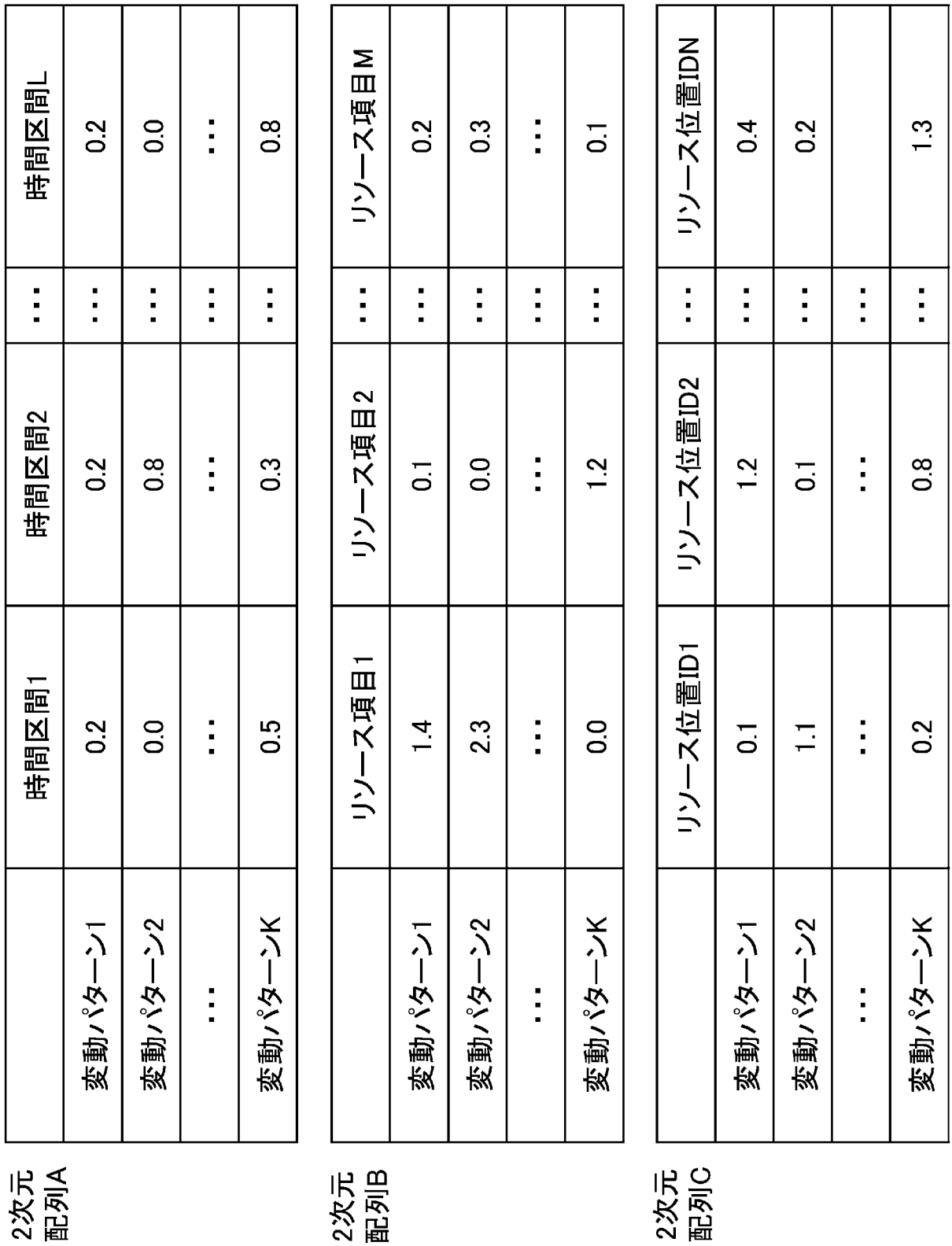
[図9]


(a)
A
B
C
D
E
F
エリア例
(b)
エリアID
隣接エリアID
A
B, C, D
B
A, C, E
C
A, B, D, E, F
D
A, C, F
E
B, C, F
F
C, D, F
隣接エリアリスト

[図10]


3次元配列X
リソース項目M
リソース項目2
リソース項目1
リソース位置ID1
リソース位置ID2
リソース位置IDN
11
30
55
13
13
24
66
38
83
時間区間 1
時間区間 2
時間区間 L

[図11]



2次元配列A

| | 時間区間1 | 時間区間2 | … | 時間区間L |
|---|---|---|---|---|
| 変動パターン1 | 0.2 | 0.2 | … | 0.2 |
| 変動パターン2 | 0.0 | 0.8 | … | 0.0 |
| … | … | … | … | … |
| 変動パターンK | 0.5 | 0.3 | … | 0.8 |

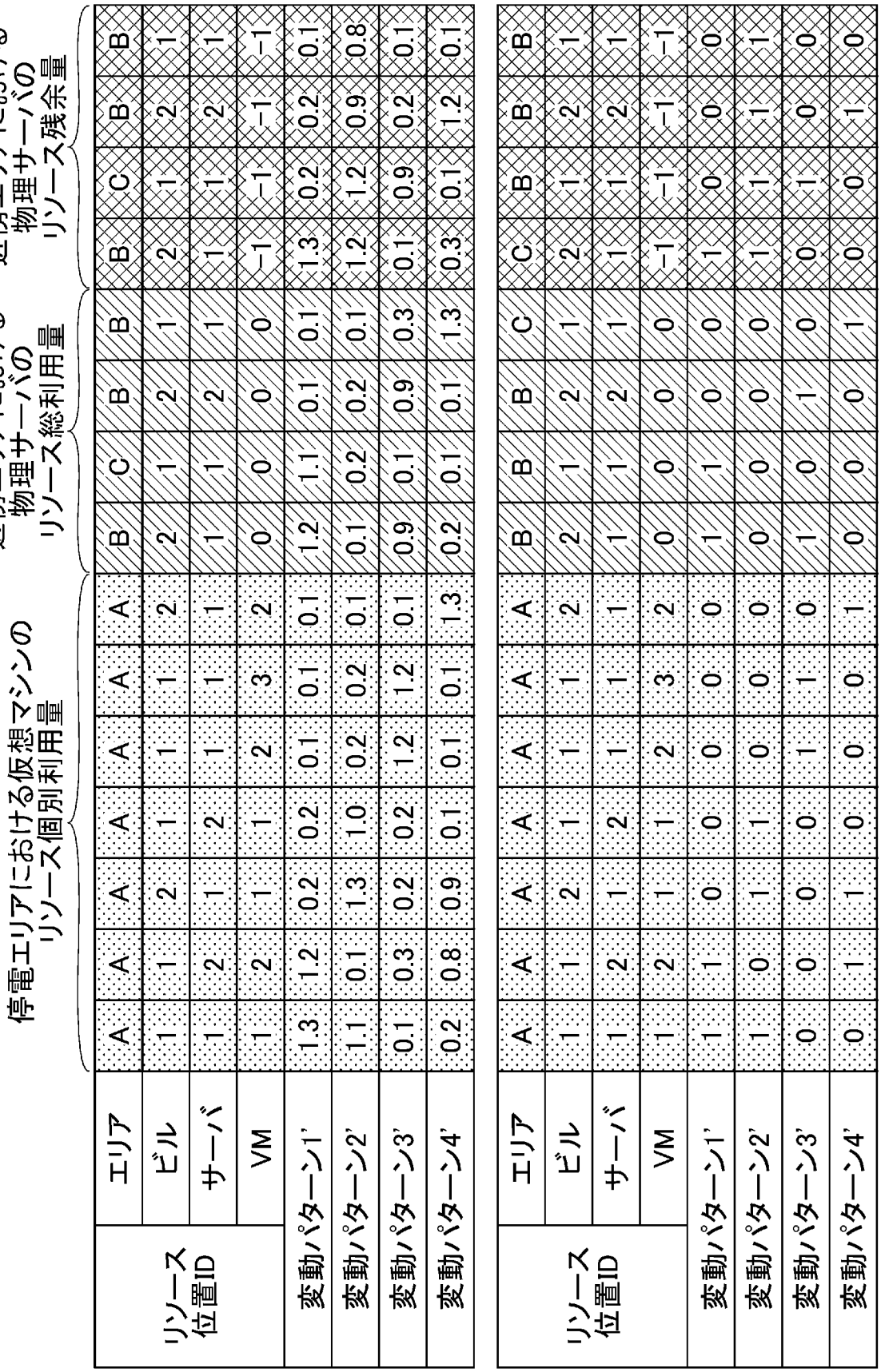
2次元配列B

| | リソース項目1 | リソース項目2 | … | リソース項目M |
|---|---|---|---|---|
| 変動パターン1 | 1.4 | 0.1 | … | 0.2 |
| 変動パターン2 | 2.3 | 0.0 | … | 0.3 |
| … | … | … | … | … |
| 変動パターンK | 0.0 | 1.2 | … | 0.1 |

2次元配列C

| | リソース位置ID1 | リソース位置ID2 | … | リソース位置IDN |
|---|---|---|---|---|
| 変動パターン1 | 0.1 | 1.2 | … | 0.4 |
| 変動パターン2 | 1.1 | 0.1 | … | 0.2 |
| … | … | … | … | |
| 変動パターンK | 0.2 | 0.8 | … | 1.3 |

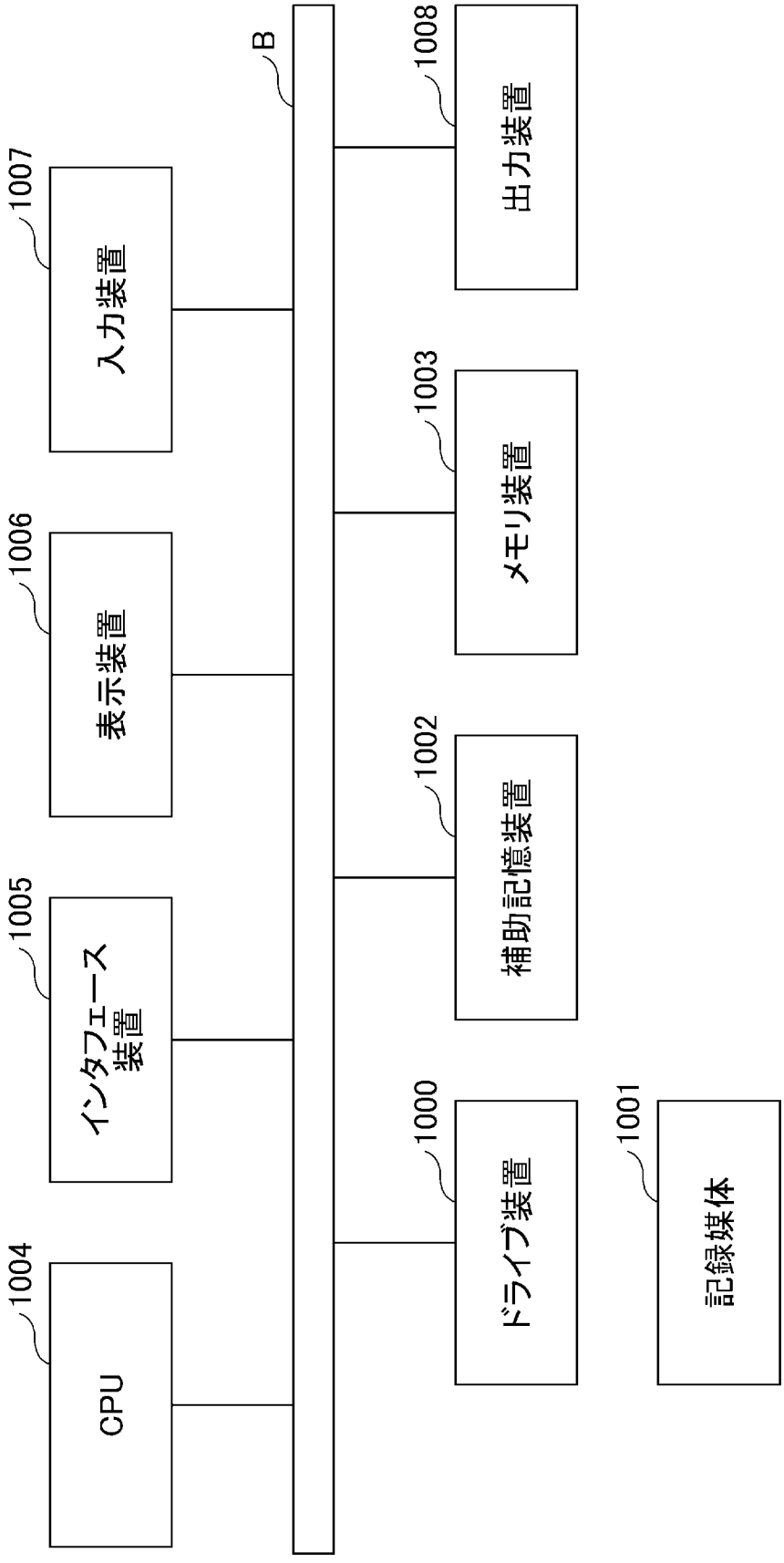
[図12]



| リソース位置ID | エリア | 停電エリアにおける仮想マシンのリソース個別利用量 | | | | | | 近傍エリアにおける物理サーバのリソース総利用量 | | | 近傍エリアにおける物理サーバのリソース残余量 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | A | A | A | A | A | B | C | B | B | C | B |
| | ビル | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| | サーバ | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| | VM | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | −1 | −1 | −1 |
| 変動パターン1’ | | 1.3 | 1.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 1.2 | 1.1 | 0.1 | 1.3 | 0.2 | 0.1 |
| 変動パターン2’ | | 1.1 | 0.1 | 1.3 | 1.0 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 1.2 | 1.2 | 0.8 |
| 変動パターン3’ | | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 1.2 | 0.1 | 0.9 | 0.1 | 0.9 | 0.1 | 0.9 | 0.1 |
| 変動パターン4’ | | 0.2 | 0.8 | 0.9 | 0.1 | 0.1 | 1.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |

| リソース位置ID | エリア | A | A | A | A | A | A | B | B | B | C | B | B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ビル | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| | サーバ | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| | VM | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | −1 | −1 |
| 変動パターン1’ | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 変動パターン2’ | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 変動パターン3’ | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 変動パターン4’ | | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |

[図13]


B
1008
出力装置
1007
入力装置
1003
メモリ装置
1006
表示装置
1002
補助記憶装置
1005
インタフェース装置
1000
ドライブ装置
1001
記録媒体
1004
CPU

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/JP2021/029924**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***G06F 9/50***(2006.01)i
FI: G06F9/50 150D

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F9/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X | JP 2010-117760 A (HITACHI, LTD.) 27 May 2010 (2010-05-27)<br>paragraphs [0009]-[0097] | 1, 5-8 |
| A | | 2-4 |
| A | JP 2013-175177 A (PALO ALTO RESEARCH CENTER INC.) 05 September 2013 (2013-09-05)<br>paragraphs [0013]-[0055] | 1-8 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| **17 September 2021** | **28 September 2021** |

| Name and mailing address of the ISA/JP | Authorized officer |
|---|---|
| **Japan Patent Office (ISA/JP)**<br>**3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915**<br>**Japan** | Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/JP2021/029924**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| JP 2010-117760 A | 27 May 2010 | (Family: none) | |
| JP 2013-175177 A | 05 September 2013 | US 2013/0223216 A1<br>paragraphs [0021]-[0063]<br>EP 2631800 A2 | |

# 国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/029924

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06F 9/50(2006.01)i
FI: G06F9/50 150D

B.　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06F9/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|---|---|
| 日本国実用新案公報 | １９２２－１９９６年 |
| 日本国公開実用新案公報 | １９７１－２０２１年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０２１年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０２１年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C.　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー* | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| X | JP 2010-117760 A (株式会社日立製作所) 27.05.2010 (2010-05-27)<br>段落[0009]-[0097] | 1,5-8 |
| A | | 2-4 |
| A | JP 2013-175177 A (パロ・アルト・リサーチ・センター・インコーポレーテッド) 05.09.2013 (2013-09-05)<br>段落[0013]-[0055] | 1-8 |

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

*　引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

| 国際調査を完了した日 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| 17.09.2021 | 28.09.2021 |

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
漆原　孝治 5B 9366
電話番号 03-3581-1101 内線 3545

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/029924

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|---|---|---|---|
| JP 2010-117760 A | 27.05.2010 | （ファミリーなし） | |
| JP 2013-175177 A | 05.09.2013 | US 2013/0223216 A1<br>段落[0021]-[0063]<br>EP 2631800 A2 | |