

(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
2025年2月27日(27.02.2025)



(10) 国際公開番号
WO 2025/041237 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 41/082 (2022.01) H04L 41/0895 (2022.01)
H04L 41/0859 (2022.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/030050

(22) 国際出願日: 2023年8月21日(21.08.2023)

(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).

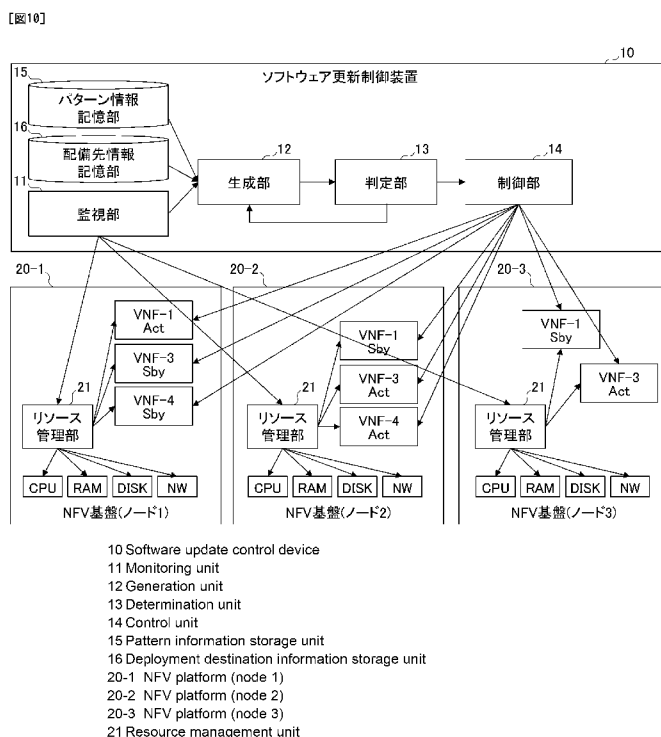
(72) 発明者: 宮本 克真 (MIYAMOTO, Katsuma); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1

1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 西山 聡史(NISHIYAMA, Satoshi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 中村 孝幸(NAKAMURA, Takayuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 林 航平(HAYASHI, Kohei); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).

(54) Title: SOFTWARE UPDATE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: ソフトウェア更新制御装置



(57) Abstract: A software update control device generates a schedule for a software update for each of a plurality of virtual environments by allocating one of a plurality of types of update procedures, in which the time required and the resource usage over time for the software update are known, and the start timing of the update procedure. Each time the schedule is generated, the software update control device determines whether a period in which the upper limit of the resource is exceeded occurs in each of one or more nodes that are deployment destinations of the virtual environment on



WO 2025/041237 A1

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, 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))

the basis of the amount of resources required over time when performing the update on the basis of the schedule and the use state of the resources in the node, and generates a new schedule by changing at least one of the type or the start timing of the update procedure related to the virtual environment having the node in which the period occurs as a deployment destination, thus enabling efficient software updates while making it possible to undo the updates as much as possible.

(57) 要約: ソフトウェア更新制御装置は、複数の仮想環境のそれぞれに対して、ソフトウェアの更新に関する所要時間と時系列でのリソース使用量が既知である複数種類の更新手順のうちの一つと当該一つの開始タイミングとを割り当てることで前記更新のスケジュールを生成し、前記スケジュールが生成されるたびに、前記仮想環境の配備先である1以上のノードごとに、前記スケジュールに基づいて前記更新を行う場合に必要となる時系列のリソース量と、当該ノードにおけるリソースの使用状況とに基づいて、当該リソースの上限を超過する期間の発生の有無を判定し、前記期間が発生するノードを配備先とする前記仮想環境に係る前記更新手順の種類及び開始タイミングの少なくともいずれか一方を変更することで新たな前記スケジュールを生成することで、切り戻しをできるだけ可能にしつつ効率的なソフトウェア更新を実行可能とする。

明 細 書

発明の名称：ソフトウェア更新制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、ソフトウェア更新制御装置に関する。

背景技術

[0002] ネットワーク仮想化技術（NFV（Network Functions Virtualization））は、複数台のネットワーク機能を汎用サーバなどの仮想化基盤上に仮想化して、VNF（Virtualized Network Function）として構築する技術である。ルータやUPF（5GC）などのVNFはActive/Standby構成といった冗長構成によって高可用化される。

[0003] したがって、VNFに関するソフトウェアアップデート時においても可能な限り通信断を発生させないこと、また、アップデート後に問題が発生した場合切り戻し（ロールバック）が可能なことが求められる。

[0004] Active/Standby構成の従来のソフトウェアアップデート技術として、ローリングアップデート及びブルーグリーン・デプロイメント（「ブルーグリーンアップデート」ともいう。）等がある。

[0005] ローリングアップデートとは、図1に示されるように、Active-Standbyを切り替えながらそれぞれを更新することで無中断アップデートを実施する技術である（非特許文献1）。

[0006] ブルーグリーン・デプロイメントとは、図2に示されるように、稼働中のVNFは維持したまま新版を新設し（deploy）、切り替えた後に旧版を削除する（undeploy）する技術である（非特許文献2）。

[0007] なお、図1及び図2では、ネットワーク機器間のパケットをルーティングする機器として機能するVNFのアップデートの例が示されている。

先行技術文献

非特許文献

[0008] 非特許文献1：Cisco Systems、"インサービスソフトウェアアップグレード(I

SSU), ”、 [online] 、 インターネット<URL : https://www.cisco.com/c/ja_jp/td/docs/switches/lan/catalyst_standalones/b-in-service-software-upgrade-issu.html>

非特許文献2 : RedHat、 ”ブルーグリーン・デプロイメントとは”、 [online] 、 インターネット<URL : <https://www.redhat.com/ja/topics/devops/what-is-blue-green-deployment>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] ローリングアップデートには、使用リソース量を増大させることなくアップデートが可能であるという利点がある反面、アップデート後に問題が発生した場合の切り戻し（新版から旧版へのロールバック）が困難であるという欠点がある。

[0010] ブルーグリーン・デプロイメントには、アップデート後に問題が発生した場合に、旧版が残っているため切り戻しが可能であるという利点がある反面、アップデート中の一時的なリソース使用量が增大してしまうという欠点がある。例えば、図3に示されるように、VNF-1~Nの複数の（N個）VNFのアップデートを同時に（並列に）実行する場合、アップデート期間において、N個のVNFのリソース使用量の合計の倍のリソースが必要となってしまう。この場合、空きリソースに余裕がなければアップデートは失敗してしまう。一方、N個のVNFのアップデート期間を単純にずらした場合（つまり、アップデートを直列的に実行した場合）、VNF-1のアップデートが開始されてからVNF-Nのアップデートが終了するまでの期間が長期化してしまうという問題がある。

[0011] 本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであって、切り戻しをできるだけ可能にしつつ効率的なソフトウェア更新を実行可能とすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] そこで上記課題を解決するため、ソフトウェア更新制御装置は、複数の仮

想環境のそれぞれに対して、ソフトウェアの更新に関する所要時間と時系列でのリソース使用量とが既知である複数種類の更新手順のうちのいずれか一つと当該一つの開始タイミングとを割り当てることで前記更新のスケジュールを生成するように構成されている生成部と、前記スケジュールが生成されるたびに、前記仮想環境の配備先である1以上のノードごとに、前記スケジュールに基づいて前記更新を行う場合に必要となる時系列のリソース量と、当該ノードにおけるリソースの使用状況とに基づいて、当該リソースの上限を超過する期間の発生の有無を判定するように構成されている判定部と、を有し、前記生成部は、前記期間が発生するノードを配備先とする前記仮想環境に係る前記更新手順の種類及び開始タイミングの少なくともいずれか一方を変更することで新たな前記スケジュールを生成するように構成されている。

発明の効果

[0013] 切り戻しをできるだけ可能にしつつ効率的なソフトウェア更新を実行可能とすることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]ローリングアップデートを説明するための図である。

[図2]ブルーグリーン・デプロイメントを説明するための図である。

[図3]複数のVNFのアップデートを並列的に実行する場合のブルーグリーン・デプロイメントの問題点を説明するための図である。

[図4]複数のVNFのアップデートを直列的に実行する場合のブルーグリーン・デプロイメントの問題点を説明するための図である。

[図5]本発明の実施の形態におけるソフトウェア更新制御システム1の構成例を示す図である。

[図6]パターン1を説明するための図である。

[図7]パターン2を説明するための図である。

[図8]パターン3を説明するための図である。

[図9]本発明の実施の形態におけるソフトウェア更新制御装置10のハードウ

エア構成例を示す図である。

[図10]本発明の実施の形態におけるソフトウェア更新制御システム1の機能構成例を示す図である。

[図11]パターン情報の構成例を示す図である。

[図12]配備先情報の構成例を示す図である。

[図13]リソース使用情報の構成例を示す図である。

[図14]ソフトウェア更新制御装置10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15]最初に生成されるアップデート計画の一例を示す図である。

[図16]リソース使用情報をVNFの台数に変換する例を示す図である。

[図17]アップデート計画に対する変更方法1の適用例を示す図である。

[図18]アップデート計画に対する変更方法1及び2の組み合わせの適用例を示す図である。

[図19]アップデート計画に対する変更方法1及び3の適用例を示す図である。

[図20]アップデートの失敗時の対処方法の一例を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。図5は、本発明の実施の形態におけるソフトウェア更新制御システム1の構成例を示す図である。図5において、ソフトウェア更新制御装置10は、1以上のNFV基盤20とネットワークを介して通信可能である。

[0016] NFV基盤20は、1以上のVNF (Virtualized Network Function)) を配備可能な仮想化基盤 (NFV (Network Functions Virtualization)) である。NFV基盤20は、ノードと1対1に対応する。ノードとは、クラスタを構成する1以上のコンピュータ (物理サーバ) によって実現される。なお、NFV基盤20は、OpenStack (登録商標) やVmware (登録商標) などのオンプレミス環境における仮想化基盤であってもよいし、AWSなどのクラウド基盤であってもよい。

- [0017] VNFは、仮想化可能なネットワーク機能（仮想ルータ、UPFなどパケットを扱う機器として機能する仮想環境の一例）である。VNFは、仮想マシン（VM（Virtual Machine））によって実現されてもよいし、コンテナやVRF（Virtual Routing and Forwarding）といった仮想的に機能を分離するものによって実現されてもよい。
- [0018] ソフトウェア更新制御装置10は、VNFについてソフトウェアに関するアップデート（以下、単に「アップデート」又は「更新」という。）を制御する1以上のコンピュータ（例えば、汎用サーバ）である。本実施の形態は、更新対象となるVNFが複数存在する場合において特に有効である。
- [0019] 本実施の形態において、ソフトウェア更新制御装置10は、各VNFについて、それぞれアップデートに関する所要時間と時系列での消費リソースとが既知である複数種類の更新手順（以下、「パターン」という。）のうちのいずれかのパターンによってアップデートを行うことができる。複数のVNFのアップデートを並列的に実行する場合、各VNFに対して割り当てられるパターンは異なってもよい。本実施の形態では、3つのパターンを利用する場合について説明するが、2つのパターンが用いられてもよいし、4つ以上のパターンが定義されてもよい。
- [0020] 1つ目のパターン（以下、「パターン1」という。）は、図2において説明したブルーグリーン・デプロイメントによるアップデートである。本実施の形態において、パターン1は、複数のステップに時系列に分割されて把握される。
- [0021] 図6は、パターン1を説明するための図である。図6に示されるように、パターン1は、時系列順にSTEP1～3の3つのステップによって構成される。
- [0022] STEP1は、新版の稼働系（Act）及び待機系（By）が構築されるステップである。STEP2は、系切り替え（旧版から新版への運用の切り替え）のステップである。STEP3は、旧版が削除されるステップである。

- [0023] 2つ目のパターン（以下、「パターン2」という。）は、図7に示されるステップによって構成される。図7は、パターン2を説明するための図である。図7に示されるように、パターン2は、時系列順にSTEP1～6の6つのステップによって構成される。
- [0024] STEP1は、新版の稼働系（以下、「新Act」という。）のみが構築されるステップである。STEP2は、旧版の稼働系（以下、「旧Act」という。）から新版Actへ運用が切り替えられるステップである。STEP3は、旧Actが削除されるステップである。STEP4は、新版の待機系（以下、「新Sby」という。）が更に構築されるステップである。STEP5は、旧版の待機系（以下、「旧Sby」という。）から新版Sbyへ運用が切り替えられるステップである。STEP6は、旧Sbyが削除されるステップである。
- [0025] パターン2では、一時的なVNFの個数（リソース使用量）の最大値が3である。したがって、パターン1よりもリソース使用量を抑制することができる。
- [0026] 3つ目のパターン（以下、「パターン3」という。）は、図8に示されるステップによって構成される。図8は、パターン3を説明するための図である。図8に示されるように、パターン3は、時系列順にSTEP1～5の5つのステップによって構成される。
- [0027] パターン3のSTEP1及び2は、パターン2のSTEP1及び2と同じである。パターン3のSTEP3は、新Sbyが更に構築されるステップである。すなわち、パターン3では、パターン2のSTEP3の前にパターン2のSTEP4が実行される。パターン3のSTEP4は、旧Sbyから新版Sbyへ運用が切り替えられるステップである。パターン3のSTEP5は、旧Act及び新Sbyが削除されるステップである。
- [0028] パターン3では、一時的なVNFの個数（リソース使用量）が3又は4であり、リソース使用量に関してはパターン2よりも劣る。但し、パターン2は、STEP3以降において旧版への切り戻しができなくなるリスクがある

のに対し、パターン3にはそのようなリスクはない。

[0029] なお、図6～図8には、ステップごとに（つまり、時系列に）所要時間とリソース使用量（VFNの個数（例えば、VMの台数））とが記載されている。リソース使用量の表記において、「Act1/Sby」は、稼働系（Active系）が1つであり待機系（Standby系）が1つであることを示す。所要時間及びリソース使用量は、後述において使用されるパラメータである。各パターンのステップごとの所要時間及びリソース使用量を示す情報を、以下「パターン情報」という。パターン情報は、各パターンによるアップデートの試行により予め計測されてもよいし、任意の方法によって推測されてもよい。

[0030] ソフトウェア更新制御装置10は、パターン情報や、更新対象とされる複数のVNFの稼働系及び待機系それぞれの配備先のノード（NFV基盤20）を示す情報（以下、「配備先情報」という。）、及び各ノードのリソースの使用状況又は空き状況（空き容量）等に基づいて、更新対象とされる複数のVNFについて、更新のスケジュール（VNFごとのアップデートパイプライン（以下、単に「パイプライン」という。）の集合）を生成する。以下、更新のスケジュールを「アップデート計画」という。或るVNFに対するパイプラインは、当該VNFに適用されるパターンと、当該パターンの各ステップの開始タイミングとを示す情報をいう。各パイプラインの各ステップの開始タイミングは、他のパイプラインの各ステップの開始タイミングに対する相対的な値で規定される。

[0031] 図9は、本発明の実施の形態におけるソフトウェア更新制御装置10のハードウェア構成例を示す図である。図9のソフトウェア更新制御装置10は、それぞれバスBで相互に接続されているドライブ装置100、補助記憶装置102、メモリ装置103、プロセッサ104、及びインタフェース装置105等を有する。

[0032] ソフトウェア更新制御装置10での処理を実現するプログラムは、CD-ROM等の記録媒体101によって提供される。プログラムを記憶した記録

媒体101がドライブ装置100にセットされると、プログラムが記録媒体101からドライブ装置100を介して補助記憶装置102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101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102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。

[0033] メモリ装置103は、プログラムの起動指示があった場合に、補助記憶装置102からプログラムを読み出して格納する。プロセッサ104は、CPU若しくはGPU (Graphics Processing Unit)、又はCPU及びGPUであり、メモリ装置103に格納されたプログラムに従ってソフトウェア更新制御装置10に係る機能を実行する。インタフェース装置105は、ネットワークに接続するためのインタフェースとして用いられる。

[0034] 図10は、本発明の実施の形態におけるソフトウェア更新制御システム1の機能構成例を示す図である。図10には、NFV基盤20-1~3の3つのNFV基盤20が示されている。各NFV基盤20は、1以上のVNFに加えて、リソース管理部21を有する。リソース管理部21は、NFV基盤20として機能するノードのリソース(CPU、RAM、DISK、NW(通信リソース))の使用状況(換言すれば空き状況)を監視する。

[0035] なお、図10には、VNF-1については、稼働系(VNF-1 Act)がNFV基盤20-1に配備され、待機系(VNF-1 Sby)がNFV基盤20-2に配備された例が示されている。また、VNF-2については、稼働系(VNF-2 Act)がNFV基盤20-2に配備され、待機系(VNF-2 Sby)がNFV基盤20-3に配備された例が示されている。また、VNF-3については、稼働系(VNF-3 Act)がNFV基盤20-3に配備され、待機系(VNF-3 Sby)がNFV基盤20-1に配備された例が示されている。また、VNF-4については、稼働系(VNF-4 Act)がNFV基盤20-2に配備され、待機系(VNF-4 Sby)がNFV基盤20-1に配備された例が示されている。こ

のように、各VNFは、単一の物理故障時の影響を抑制するために、稼働系と待機系とで相互に異なるNFV基盤20に配備される。

[0036] 一方、ソフトウェア更新制御装置10は、監視部11、生成部12、判定部13及び制御部14を有する。これら各部は、ソフトウェア更新制御装置10にインストールされた1以上のプログラムが、プロセッサ104に実行させる処理により実現される。ソフトウェア更新制御装置10は、また、パターン情報記憶部15及び配備先情報記憶部16を利用する。これら各記憶部は、例えば、補助記憶装置102、又はソフトウェア更新制御装置10にネットワークを介して接続可能な記憶装置等を用いて実現可能である。

[0037] パターン情報記憶部15には、パターンごとにパターン情報が記憶されている。図11は、パターン情報の構成例を示す図である。図11において、(1)は、図6に示したパターン1に対応するパターン情報である。(2)は、図7に示したパターン2に対応するパターン情報である。(3)、図8に示したパターン3に対応するパターン情報である。パターン情報は、パターンを構成する各ステップの所要時間（ひいては、パターン全体の所要時間）と、ステップごとの（時系列での）リソース使用量とを含む情報である。上記したように、パターン情報は、アップデートの試行により予め計測されたり、任意の方法によって推測されたりすることで、予めパターン情報記憶部15に登録される。

[0038] 配備先情報記憶部16には、配備先情報が記憶されている。図12は、配備先情報の構成例を示す図である。図12に示されるように、配備先情報は、VNFごとに、稼働系配備先及び待機系配備先を含む情報である。稼働系配備先とは、稼働系の配備先となるNFV基盤20である。待機系配備先とは、待機系の配備先となるNFV基盤20である。なお、稼働系配備先及び待機系配備先の識別情報である「ノードN」という表記（Nは1～4）は、NFV基盤20-Nに対応するノードのノード名である。図12の配備先情報は、図10における各VFNの配備先に対応する。

[0039] 監視部11は、各NFV基盤20（各ノード）におけるリソースの使用状

況（空き状況）を示す情報（以下、「リソース使用情報」という。）を各NFV基盤20のリソース管理部21から取得する。

[0040] 図13は、リソース使用情報の構成例を示す図である。図13には、NFV基盤20ごとに、CPU及びRAMのそれぞれの使用率を含む情報がリソース使用情報の一例として示されている。

[0041] 生成部12は、複数のVNFのそれぞれに対し、ソフトウェアの更新に関する所要時間と時系列でのリソース使用量とが既知である複数種類のパターンのうちのいずれか一つと当該一つの開始タイミングとを割り当てることでアップデート計画を生成する。

[0042] 判定部13は、アップデート計画が生成されるたびに、各VNFの配備先である1以上のノード（NFV基盤20）ごとに、アップデート計画に基づいて更新を行う場合に必要となる時系列のリソース量と、当該ノードにおけるリソースの使用状況とに基づいて、当該リソースの上限を超過する期間の発生の有無を判定する。該当する期間が発生するノードが有る場合、生成部12は、当該期間が発生するノードを配備先（稼働系及び待機系のいずれかの配備先）とするVNFに係るパターンの種類及び開始タイミングの少なくともいずれか一方を変更することで新たなアップデート計画を生成する。

[0043] 制御部14は、アップデート計画に基づいて、各VNFについてアップデートの実行を制御する。

[0044] 以下、ソフトウェア更新制御装置10が実行する処理手順について説明する。図14は、ソフトウェア更新制御装置10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。

[0045] ステップS101において、生成部12は、処理対象とするアップデート計画（以下、「対象計画」という。）として、配備先情報（図12）に登録されている全てのVNFについて、パターン情報（図11）に基づいて所要時間が最短であるパターン1のパイプラインを割り当て、各VNFに割り当てたパイプライン1に対して同時の開始タイミングを割り当てることでアップデート計画を生成する。

[0046] 図15は、最初に生成されるアップデート計画の一例を示す図である。図15には、VNF-1~4についてパターン1のパイプラインの実行が同時に開始されるアップデート計画が示されている。このようなアップデート計画を最初のアップデート計画（アップデート計画の初期値）とするのは、パターン1が最も早く完了するため、可能な限りパターン1で全てのVNFを並列にアップデートすることが、アップデート時間の短縮化の観点において好ましいからである。

[0047] なお、パイプラインは、VNFごとに生成され、稼働系及び待機系ごとに区別されない。N個のVNFがある場合、生成されるパイプラインはN個であり、N×2個ではない。或るVNFの稼働系及び待機系のパイプラインが共通でないと、当該VNFのアップデートの各ステップが稼働系及び待機系の間で整合しなくなってしまう、アップデートを正常に実行することが困難になってしまうからである。

[0048] 続いて、判定部13は、対象計画を実行する場合に各ノード（NFV基盤20）が必要とするリソース量を時系列で示す情報（以下、「必要リソース情報」という。）を算出する（S102）。或るノードが或る時点において必要とするリソース量は、対象計画を構成するパイプラインのうち、当該ノードを配備先とする各VNFのパイプラインの当該時点におけるリソース使用量（稼働系又は待機系のリソース使用量）の総和を求めることで算出することができる。或るパイプラインの或るノード及び或る時点におけるリソース使用量は、当該パイプラインに係るパターンに対応するパターン情報（図11）において、当該パイプラインに対応するNFVのリソース使用量のうち当該ノードに配備される系（稼働系又は待機系）の値を参照して特定することができる。

[0049] 続いて、判定部13は、ノード（NFV基盤20）ごとに、当該ノードの必要リソース情報と、当該ノードのリソース使用情報（図13）とに基づいて、当該ノードのリソースの上限を超過する期間（以下、「超過期間」という。）が発生するノードの有無を判定する（S103）。なお、必要リソー

ス情報の元となるリソース使用量は、VNFの個数である。一方、リソース使用情報は、CPUやRAMの使用率である。したがって、判定部13は、VNFの個数をCPUやRAMの使用率に変換することでこのような判定を行う。各VNFのCPUやRAMの使用量（使用率）については、各VNFの配備先のNFV基盤20から取得してもよいし、予め換算表が生成されていてもよい。又は、図16に示されるように、所定の換算式又は対応表等に基づいてリソース使用情報をVNFの個数（台数）に変換することで、必要リソース情報とリソース使用情報（図13）との比較が行われてもよい。

[0050] 超過期間が発生するノード（以下、「対象ノード」という。）が有る場合（S104でN○）、生成部12は、対象ノードを配備先とするVNFに関する部分的なアップデート計画（以下、「変更対象アップデート計画」という。）を、超過期間が解消するように（超過期間が発生しないように）変更することで、対象計画を更新（新たな対象計画を生成）する（S105）。

[0051] 変更対象アップデート計画の変更は、例えば、以下の変更方法1～3のいずれか、又は変更方法1～3のうちの2以上の組み合わせによって実行される。

（変更方法1）変更対象アップデート計画を構成するいずれかのパイプラインの開始タイミングを変更すること。

（変更方法2）対象ノードを配備先とするVNFに割り当てるパターンを変更すること。

（変更方法3）変更対象アップデート計画を構成するいずれかのパイプラインのいずれかのステップの開始タイミングを遅延させて、当該パイプラインのステップ間に何も実行しない期間（以下、「中断期間」という。）を含めること。

[0052] 図17は、アップデート計画に対する変更方法1の適用例を示す図である。図17では、VNF-3のパイプラインの開始タイミングが後方にずらされる例が示されている。その結果、期間T1において対象ノードが必要とするリソース量の最大値を低下させることができる。なお、変更対象とするパ

イプラインの開始タイミングを前方にずらすような変更が行われてもよい。

[0053] 図18は、アップデート計画に対する変更方法1及び2の組み合わせの適用例を示す図である。図18では、VNF-1~4のパイプラインがパターン3に変更され、VNF-3及びVNF-4のパイプラインの開始タイミングが後方にずらされる例が示されている。その結果、期間T1及びT2において対象ノードが必要とするリソース量の最大値を低下させることができる。

[0054] 図19は、アップデート計画に対する変更方法1及び3の適用例を示す図である。図19では、VNF-3のパイプラインの開始タイミングが後方にずらされ、更に、当該パイプラインのSTEP1と2の間とSTEP2と3の間のそれぞれに中断期間が挿入される例が示されている。

[0055] 上記より明らかなように、変更対象アップデート計画の変更方法は複数通りが存在しうる。例えば、生成部12は、変更対象アップデート計画について、対象ノードのリソースの制約（上限）の範囲内において複数通り又は全通りの変更方法（パターン及び開始タイミング等の組み合わせ）を生成し、その中で変更対象アップデート計画の所要時間（開始から終了までの期間）が最短となる変更方法を選択してもよい。全通りの変更方法を生成する場合、全通りを有限にするために、変更対象のパイプラインの開始タイミングが変更対象アップデート計画を構成する他のいずれかのパイプライン、又は他のノードに係るパイプラインのステップの境界に一致するという制約が設けられてもよい。

[0056] このように、本実施の形態では、当初はパターン1の同時実行でのアップデート計画を試みるが、リソースの制約を満たすことができない場合には、変更方法1~3のいずれか1以上を適用することでリソース制約を満たしつつ、短時間で実行可能なアップデート計画が探索される。

[0057] なお、パターン2は、アップデートに必要なリソース量をアップデート前の1.5倍に抑えられるが、STEP3以降になると旧版への切り戻しができなくなる。また、パターン1や3のパイプラインでのアップデートが失敗

した場合には、そうでない場合に比べて他のパイプラインも同様に失敗する可能性が相対的に高いと考えられる。したがって、サービスの中断（例えば、SLAに基づいて許容されるサービス断時間を超える中断）が発生するリスクが相対的に高いパターン2はアップデートの成功実績ができた後に実行されることが望ましい。そうすることで、パターン1や3のパイプラインでのアップデートが失敗した場合に、同様に失敗する可能性があるパターン2のパイプラインも事前に中止することができ、上記のリスクを回避することができる。

[0058] そこで、生成部12は、変更対象アップデート計画に対する複数通りの変更方法のうち、パターン2への変更を含む変更方法がある場合には、該当する変更方法の中でパターン2の開始タイミングが相対的に遅い変更方法を優先的に選択するようにしてもよい。そうすることで、パターン2のパイプラインができるだけアップデートの後半に実行されるように（パターン2よりも前にパターン1や3が実行されるように）することができる。

[0059] また、上記のリスクについて許容される度合いを示す数値（以下、「リスク許容度」という。）がVNFごとに設定されるようにしてもよい。リスク許容度の一例として、許容されるサービス断時間が挙げられる。また、切り戻しの経験上の難易度を表した指標（よく失敗することが多いVNFは100、失敗が少ないVNFは10など）がリスク許容度とされてもよい。この場合、生成部12は、複数のパイプラインのいずれかをパターン2に変更したい場合、リスク許容度が相対的に高い（大きい）VNFに係るパイプラインを優先的にパターン2の割り当て対象としてもよい。つまり、切り戻しに失敗すると人間による対処が必要なことが多いため、サービス断時間が長くなる。それを許容できるVNFはパターン2でもよいという考え方である。

[0060] なお、変更対象アップデート計画の所要時間を短縮化すること、パターン2をできるだけ遅らせること、及びリスク許容度が高いVNFに係るパイプラインをパターン2の優先的な割り当て対象とすることのいずれか2以上の条件を組み合わせる場合、生成部12は、これら3つの条件に対して重みを

付与し、当該重みに基づく加重和（重みと各条件を満たす度合いとの加重和）によって、生成した複数通りの変更方法のそれぞれについて評価値を算出してもよい。この場合、生成部12は、当該評価値に基づいて採用する変更方法を選択してもよい。

[0061] ステップS105に続いて、ステップS102以降が繰り返される。なお、ステップS105において対象ノードの超過期間が解消したとしても、対象ノードと同じパイプラインが割り当てられているノード（対象ノードに配備される稼働系又は待機系と対となる待機系又は稼働系が配備されるノード）において、超過期間が新たに発生する可能性が有る。

[0062] ステップS102以降が繰り返される過程において、超過期間が発生するノードが無くなると（S104でYes）、制御部14は、その時点での対象計画に基づき各VNFのアップデートを制御する（S106）。具体的には、制御部14は、対象計画を構成する各パイプラインに従ったタイミングで、当該パイプラインの各ステップに対応する命令を当該パイプラインに対応するVNFに対して送信する。

[0063] なお、生成部12は、図14の処理手順を実行する代わりに、数理最適化（スケジュール最適化問題）といった最適化アルゴリズムを使用することでアップデート計画を生成してもよい。この場合、生成部12は、各ノードのリソース使用情報に基づくリソース量を制約条件とし、アップデート計画全体の所要時間を目的関数として最小化する問題を解くことで、アップデート計画を生成することができる。

[0064] また、上記では、全体の所要時間が最短となる方式（「時間優先方式」）を採用する例について説明したが、例えば、時間に余裕があるがリソース消費（又はアップデートに要する（経済的な）コスト）はなるべく抑制したい場合は「リソース優先方式」に基づいてアップデート計画が生成されてもよい。パターン1～3の中で、リソース使用量の最大値（つまり、コストの最大値）を最も抑制することができるのはパターン2である。したがって、リソース優先方式の場合、図14のステップS101において、生成部12は

、対象計画として、配備先情報（図12）に登録されている全てのVNFについて、パターン情報（図11）に基づいてリソース使用量の最大値が最小であるパターン2のパイプラインを割り当て、各VNFに割り当てたパイプライン2に対して同時の開始タイミングを割り当てたアップデート計画を生成する。

[0065] また、リソース優先方式の場合、ステップS105において、生成部は、変更対象アップデート計画を構成するいずれか1以上のパイプラインの開始タイミングを変更することによって、超過期間が解消するように（超過期間が発生しないように）変更対象アップデート計画を変更する。つまり、リソース優先方式の場合、リソース消費を抑制するためにパターンの変更は行われない（パターン2のみを用いたアップデート計画が探索される。）。

[0066] 又は、切り戻し失敗のリスクを最小限にすることを目的とする場合、時間優先方式及びリソース優先方式ではなく、「リスク優先方式」が採用されてもよい。リスク優先方式では、時間優先方式に対してパターン2を使用しないという制約が追加されればよい。したがって、リスク優先方式によって生成されるアップデート計画を構成する各パイプラインのパターンは、パターン1又はパターン3となる。

[0067] なお、時間優先方式、リソース優先方式及びリスク優先方式のいずれの場合であっても、図14のステップS106において制御部14がアップデート計画に基づいてアップデートの制御を実行中に、いずれかのパイプラインが失敗する可能性が有る。この場合の対処方法について説明する。

[0068] 図20は、アップデートの失敗時の対処方法の一例を説明するための図である。図20では、VNF-1に対するパイプラインのSTEP4が失敗した例が示されている。この場合の対処方法として以下が考えられる。

- (1) 実行済みパイプライン：何もしない。
- (2) 失敗パイプライン：切り戻す（フェイルバック）。
- (3) 実行中パイプライン：そのまま継続するか又は切り戻すか（フェイルバックするか）を判断する。

(4) 未実行パイプライン：予定通り実行するか又は実行を中止するかを判断する。

[0069] 上記の(1)及び(2)は、制御部14が自動的に実行すればよい。(3)及び(4)における判断は、制御部14が事前に設定されたポリシーに基づいて行ってもよいし、エラーを出力して運用者に委ねてもよい。

[0070] 上述したように、本実施の形態によれば、切り戻しをできるだけ可能にしつつ効率的なソフトウェア更新を実行可能とすることができる。例えば、リソースの制約の範囲内において所要時間が短くなる(最短となる)、又は消費リソースが少なくなる(最小となる)アップデート計画を生成することで、効率的なソフトウェア更新を実行可能とすることができる。

[0071] なお、本実施の形態では、ネットワーク機能(又はネットワーク機器)が仮想化(ソフトウェア化)されたVNFを仮想環境について説明したが、ネットワーク機能以外の機能(又は機器)が仮想化された仮想環境の更新に対して本実施の形態が適用されてもよい。

[0072] 以上、本発明の実施の形態について詳述したが、本発明は斯かる特定の実施形態に限定されるものではなく、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

[0073]	1	ソフトウェア更新制御システム
	10	ソフトウェア更新制御装置
	11	監視部
	12	生成部
	13	判定部
	14	制御部
	15	パターン情報記憶部
	16	配備先情報記憶部
	20	NFV基盤
	21	リソース管理部

100	ドライブ装置
101	記録媒体
102	補助記憶装置
103	メモリ装置
104	プロセッサ
105	インタフェース装置
B	バス

請求の範囲

[請求項1] 複数の仮想環境のそれぞれに対して、ソフトウェアの更新に関する所要時間と時系列でのリソース使用量とが既知である複数種類の更新手順のうちのいずれか一つと当該一つの開始タイミングとを割り当てることで前記更新のスケジュールを生成するように構成されている生成部と、

前記スケジュールが生成されるたびに、前記仮想環境の配備先である1以上のノードごとに、前記スケジュールに基づいて前記更新を行う場合に必要となる時系列のリソース量と、当該ノードにおけるリソースの使用状況とに基づいて、当該リソースの上限を超過する期間の発生の有無を判定するように構成されている判定部と、
を有し、

前記生成部は、前記期間が発生するノードを配備先とする前記仮想環境に係る前記更新手順の種類及び開始タイミングの少なくともいずれか一方を変更することで新たな前記スケジュールを生成するように構成されている、

ことを特徴とするソフトウェア更新制御装置。

[請求項2] 前記生成部は、前記期間の発生を解消しうる複数通りの前記更新手順及び前記開始タイミングの組み合わせの中で前記期間が発生するノードにおける前記更新の所要時間が最短となる組み合わせを選択するように構成されている、

ことを特徴とする請求項1記載のソフトウェア更新制御装置。

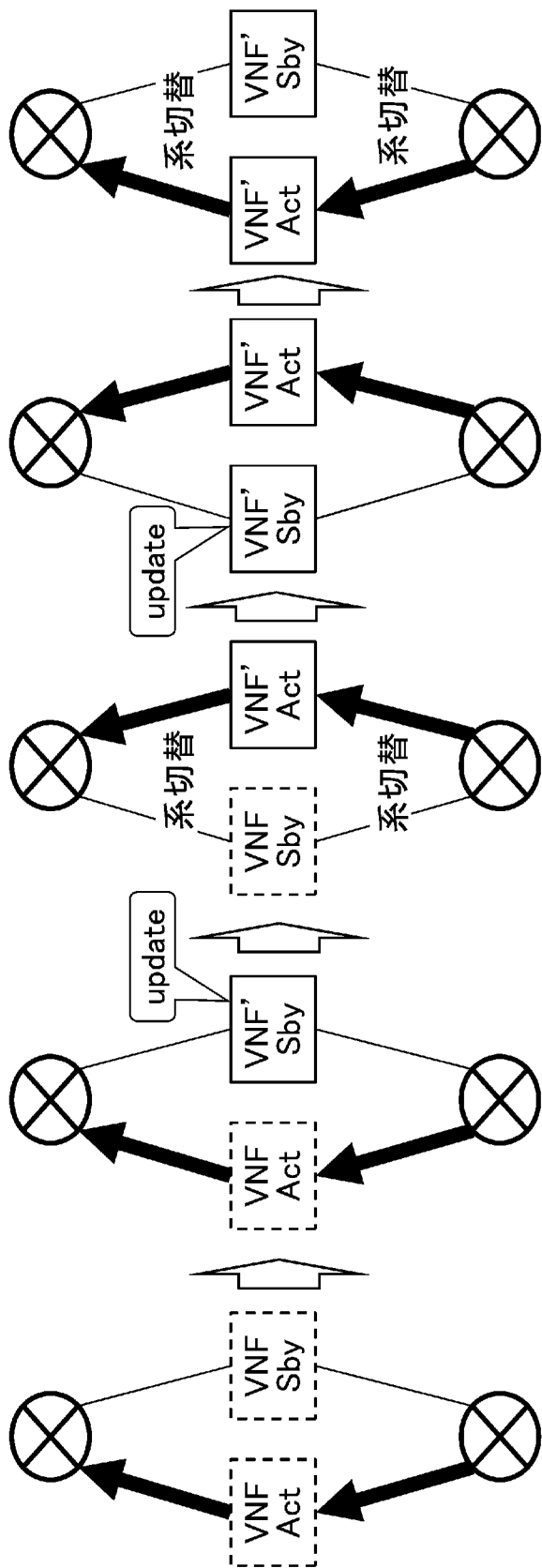
[請求項3] 前記生成部は、前記期間の発生を解消しうる複数通りの前記更新手順及び前記開始タイミングの組み合わせの中で前記期間が発生するノードにおけるリソース使用量の最大値が最小となる組み合わせを選択するように構成されている、

ことを特徴とする請求項1記載のソフトウェア更新制御装置。

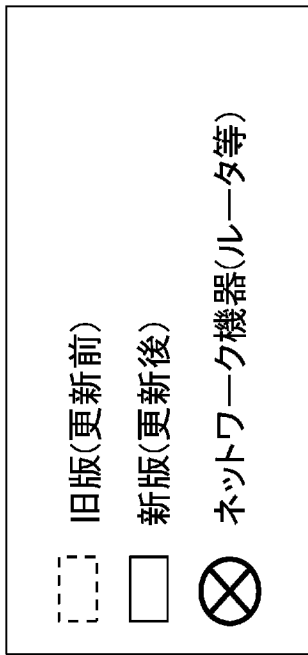
[請求項4] 前記生成部は、前記期間の発生を解消しうる複数通りの前記更新手

順及び前記開始タイミングの組み合わせの中で切り戻しができなくなる前記更新手順の開始タイミングが相対的に遅い組み合わせを選択するように構成されている、
ことを特徴とする請求項2又は3記載のソフトウェア更新制御装置。

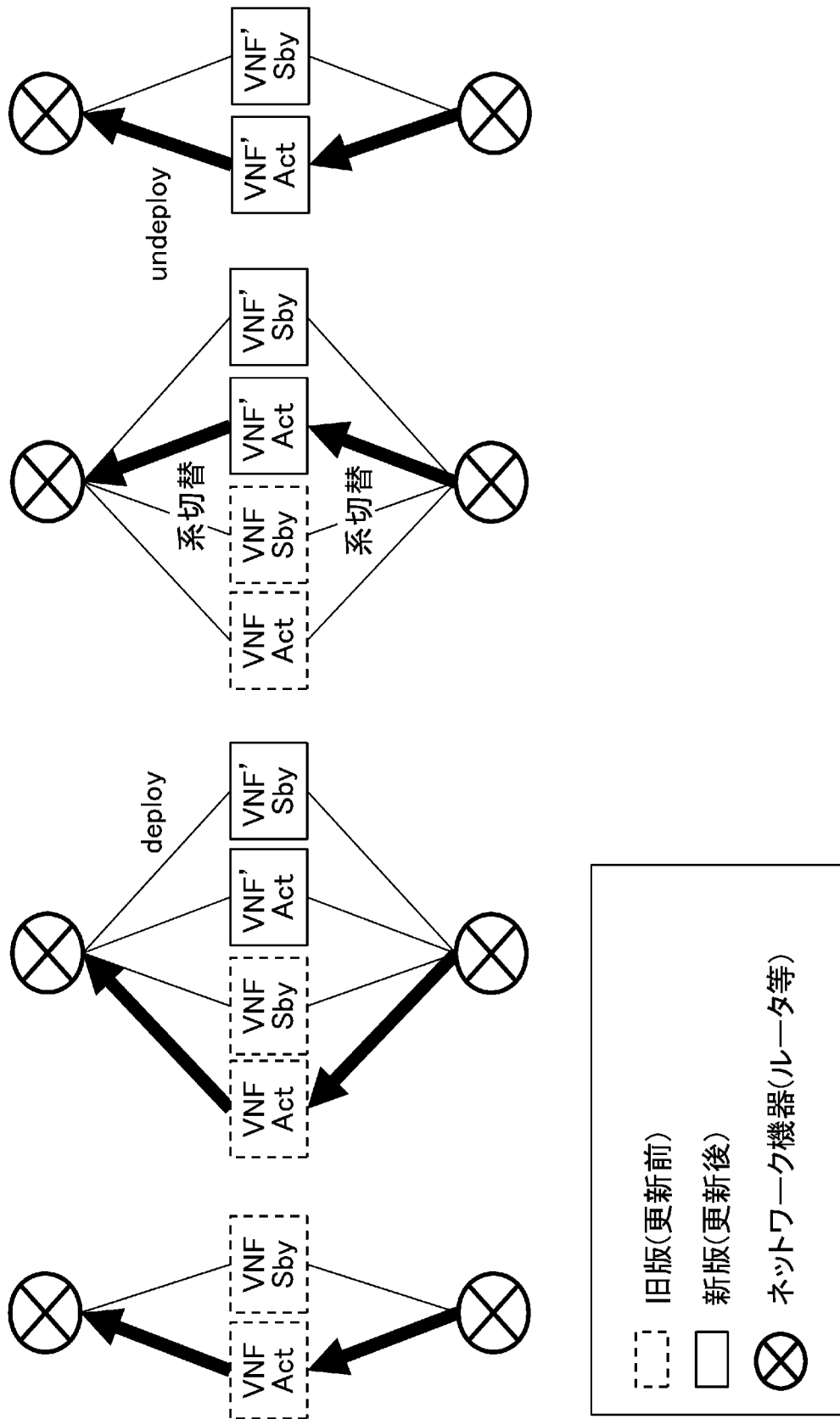
[図1]



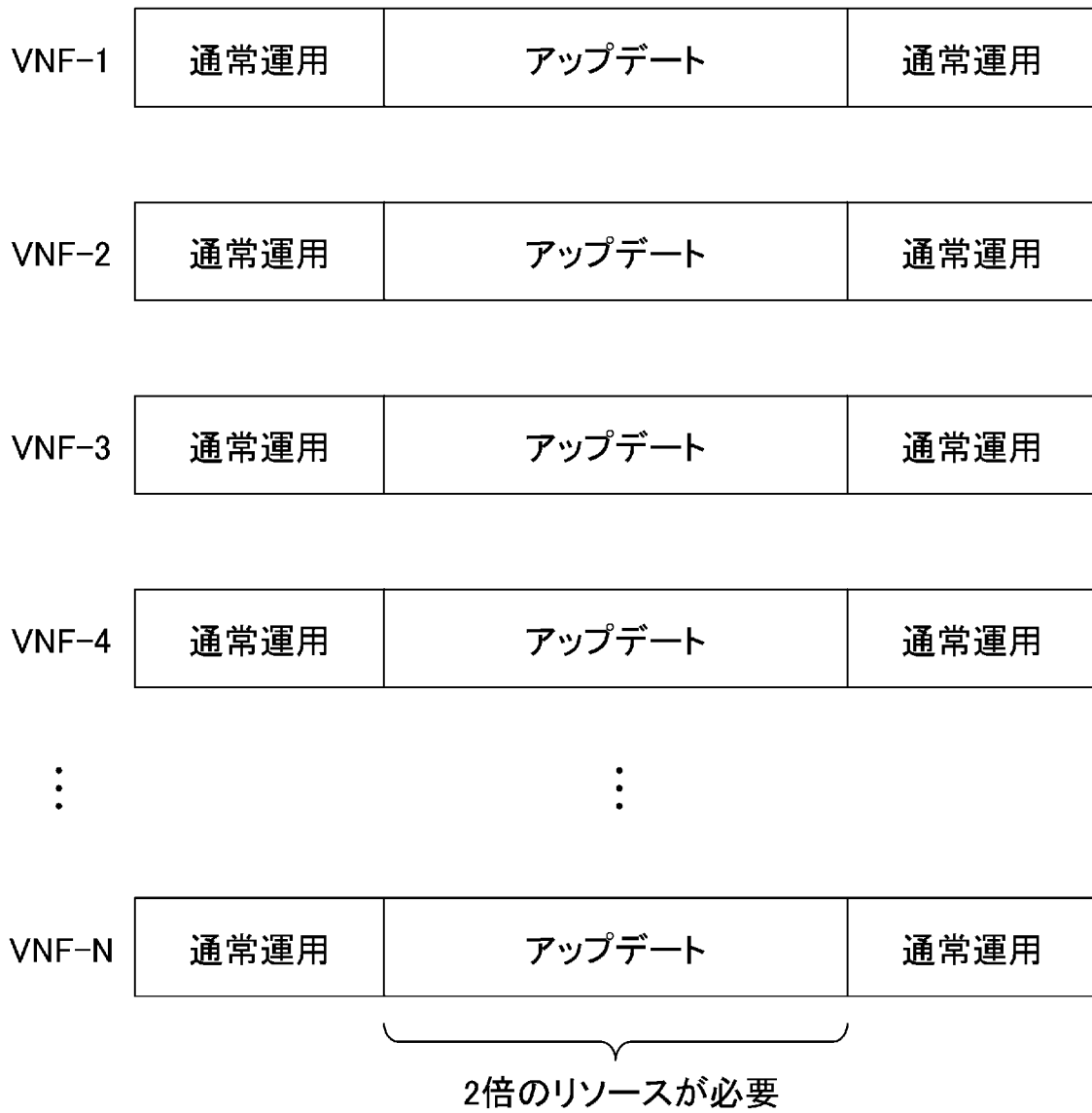
(必要に応じて)



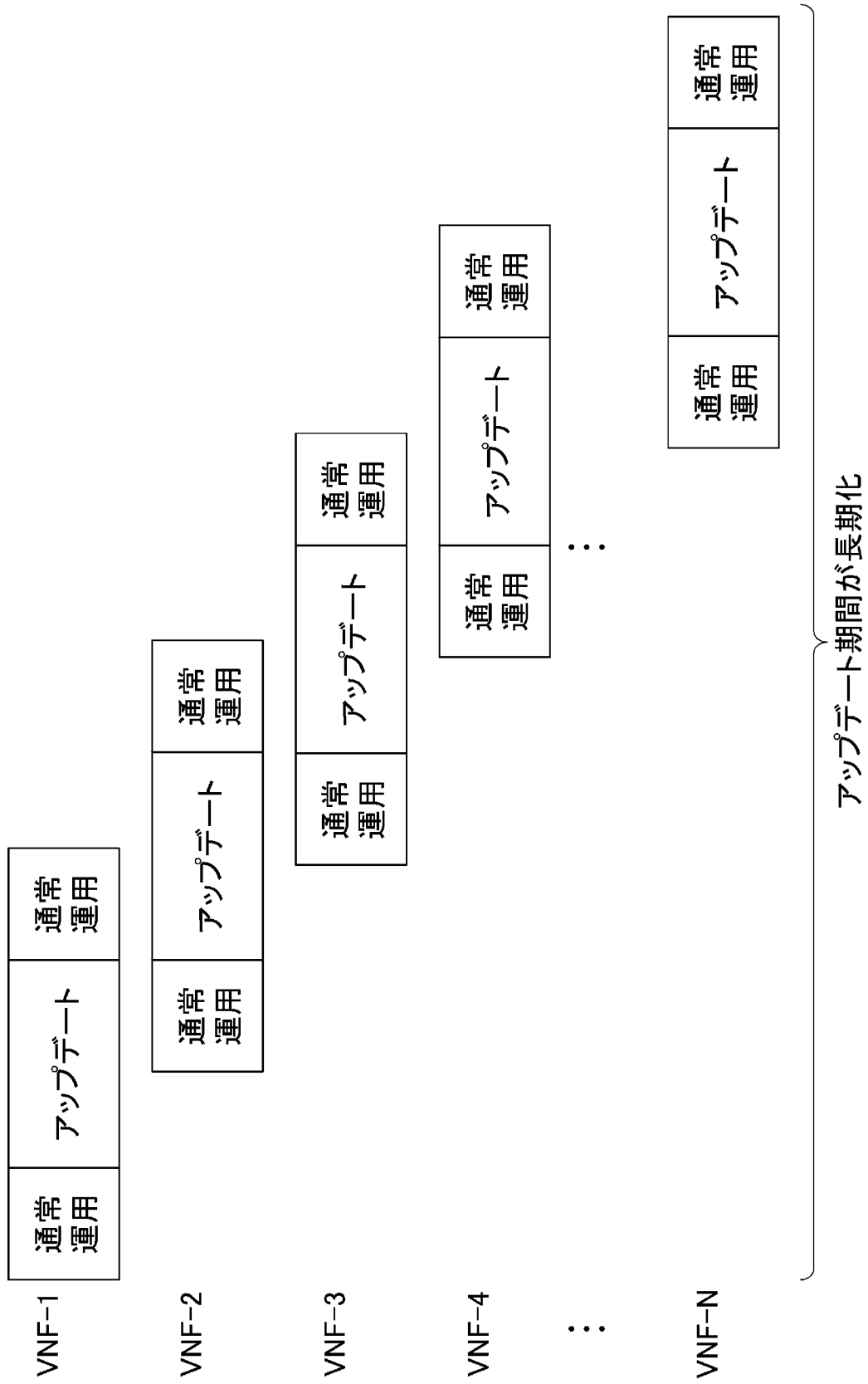
[図2]



[図3]

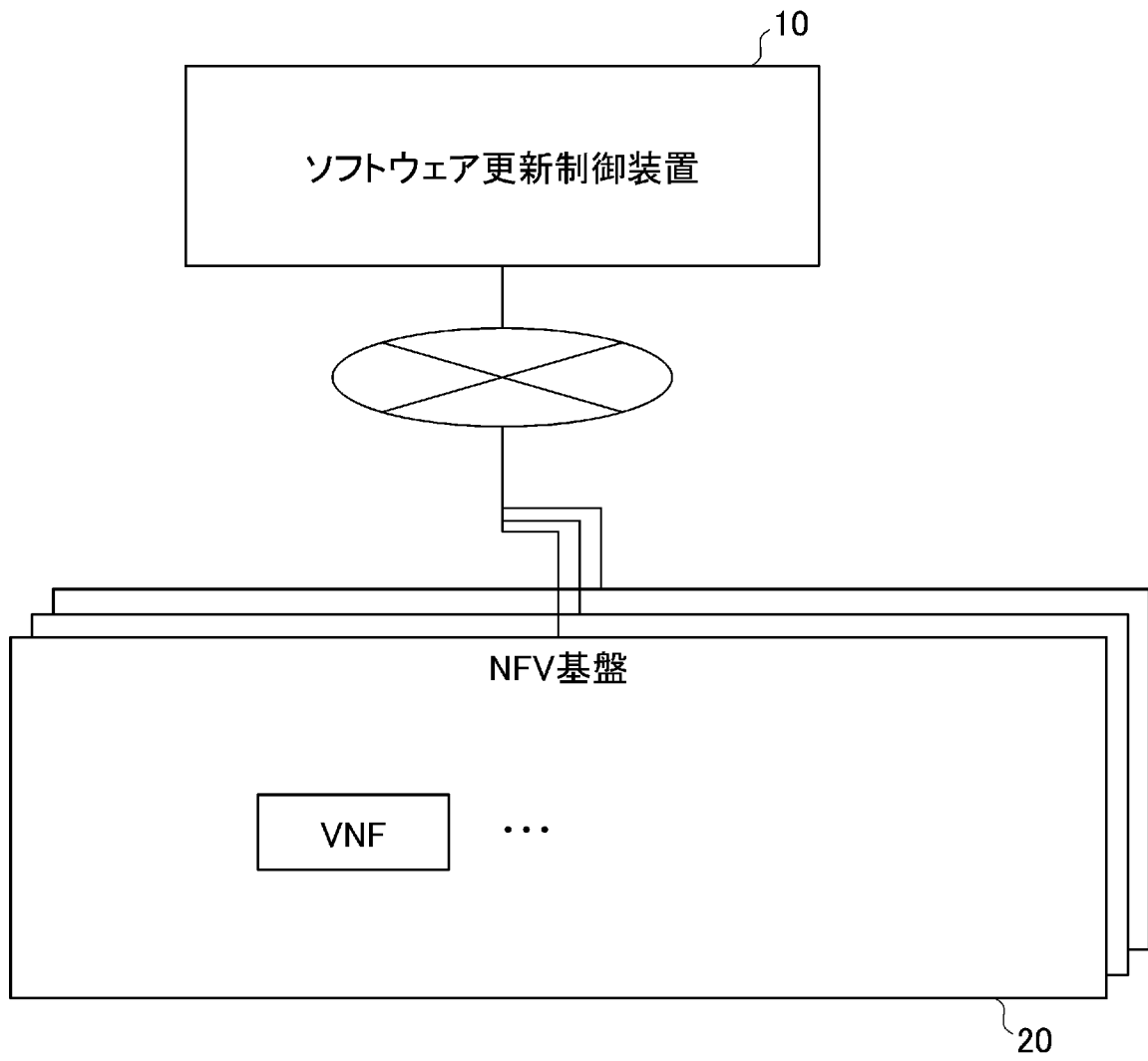


[図4]

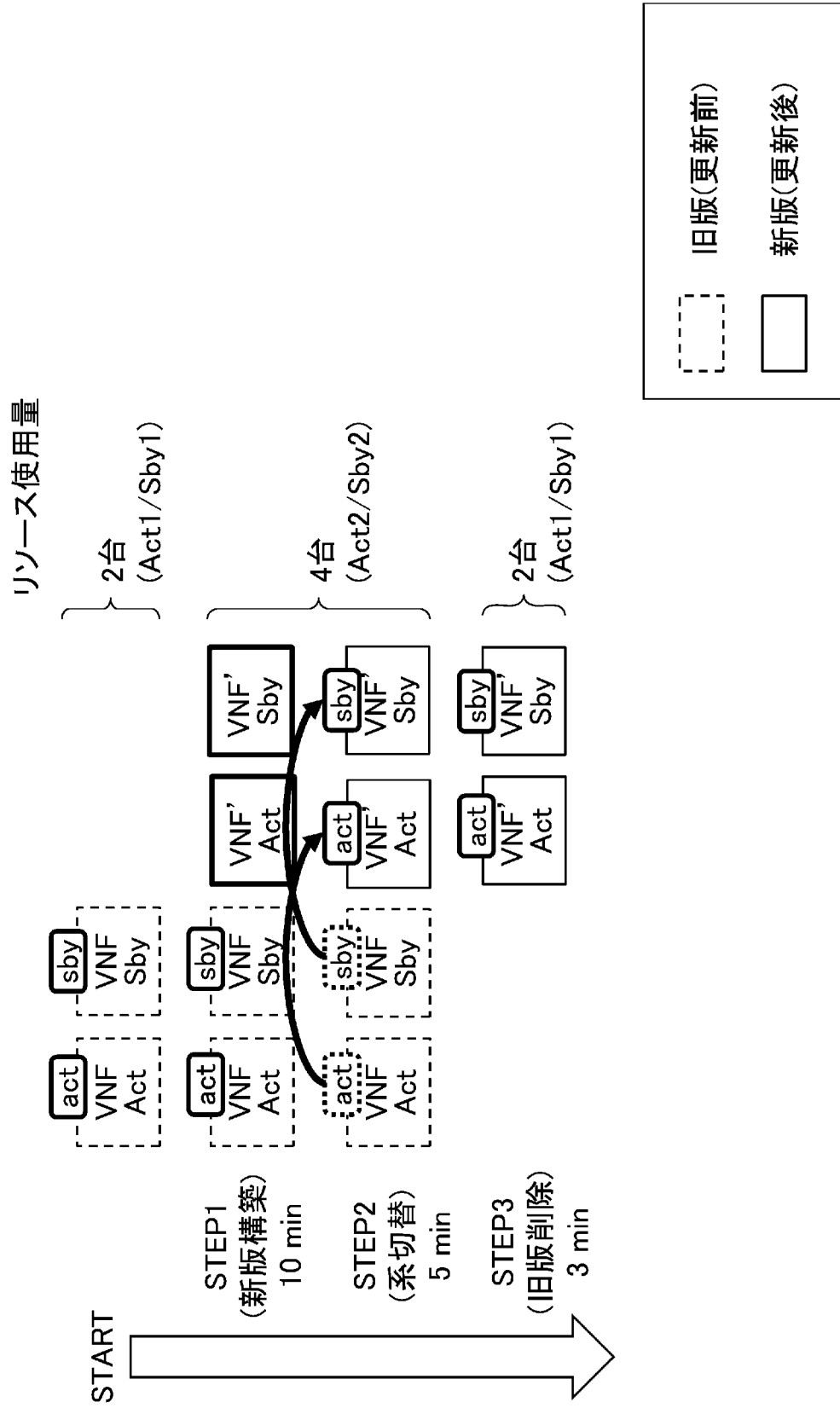


[図5]

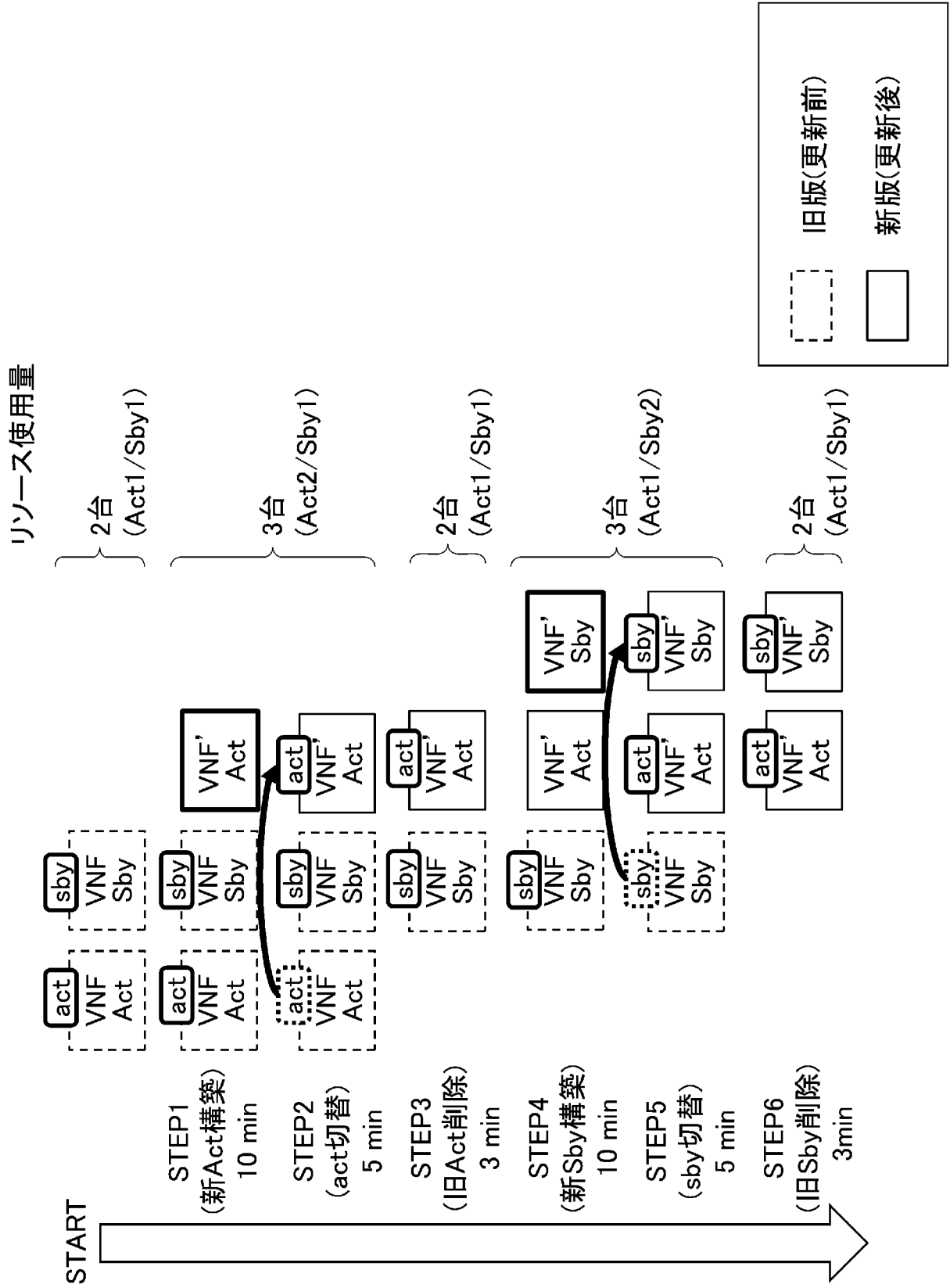
1



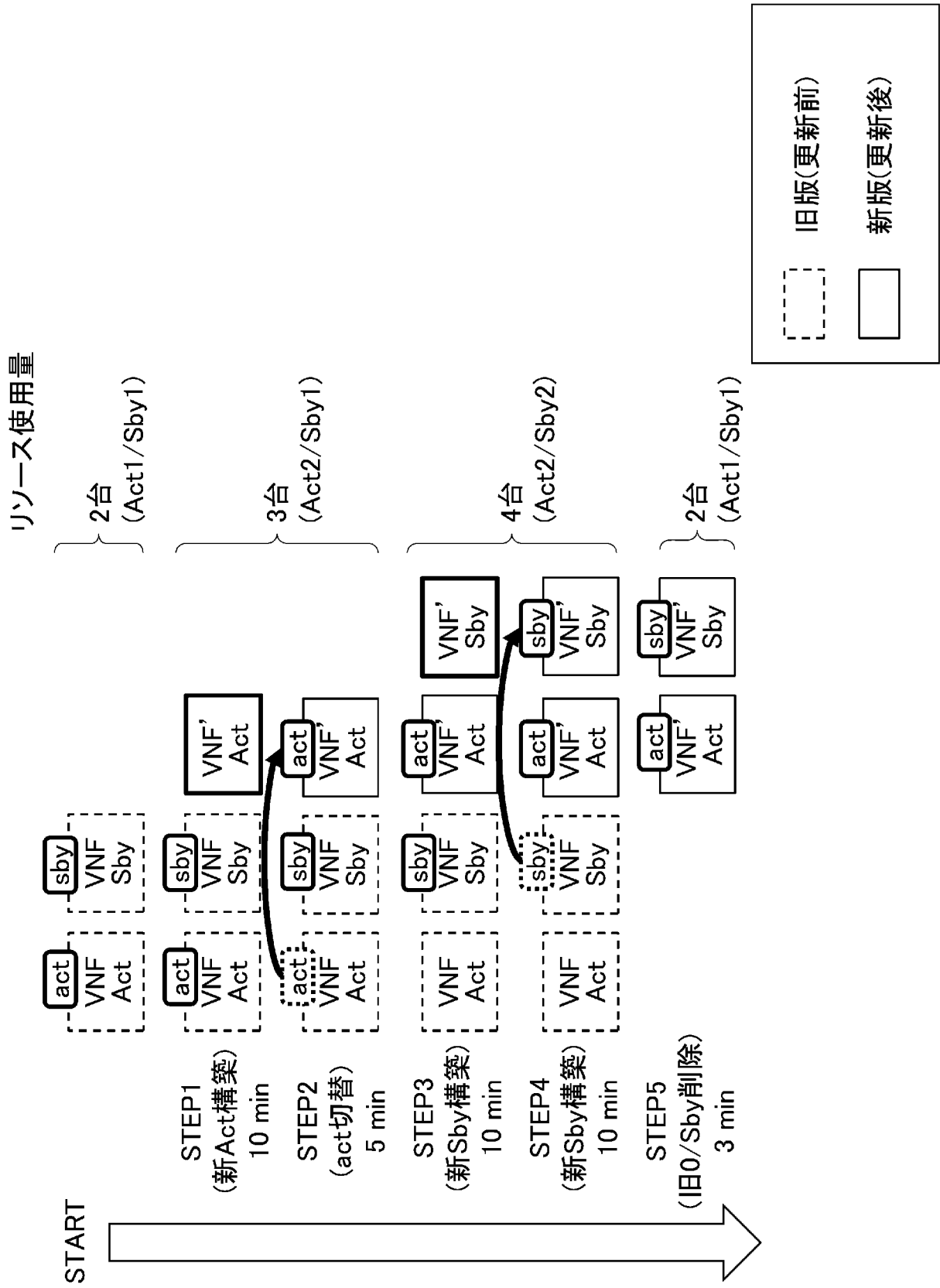
[図6]



[図7]

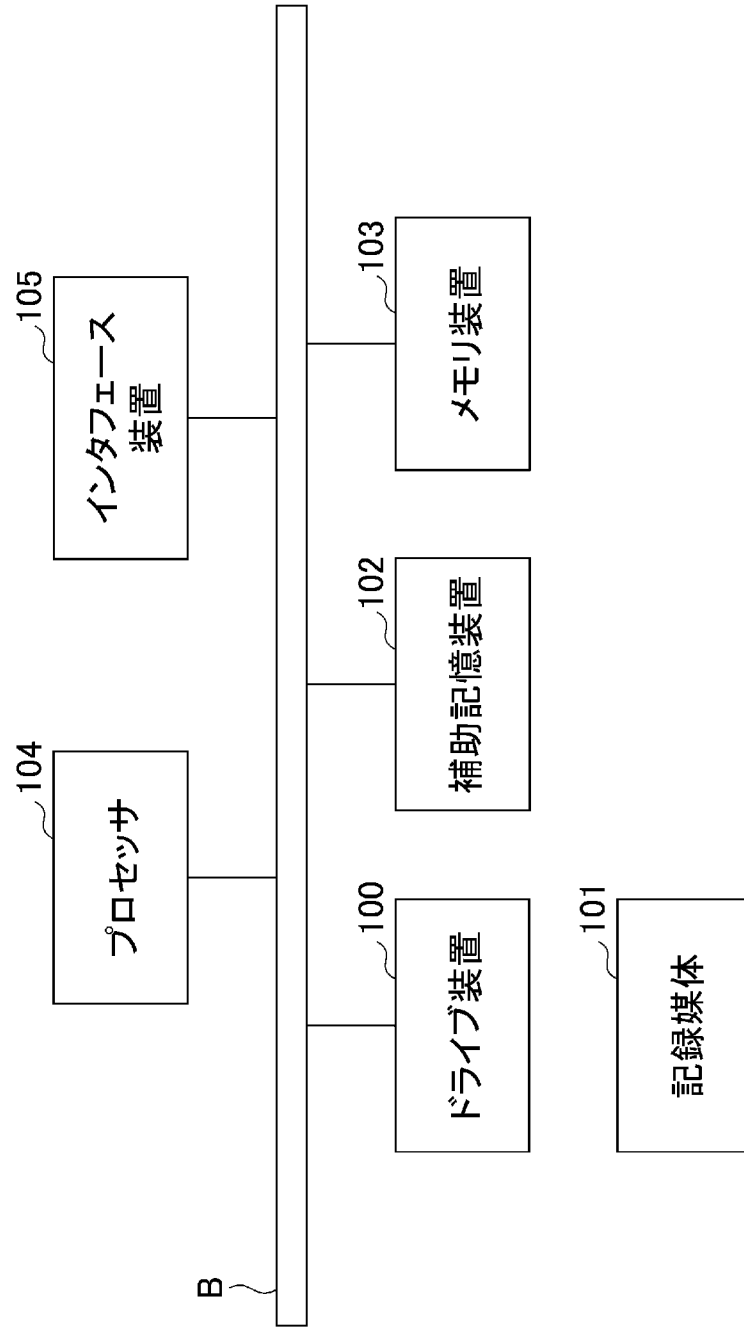


[図8]

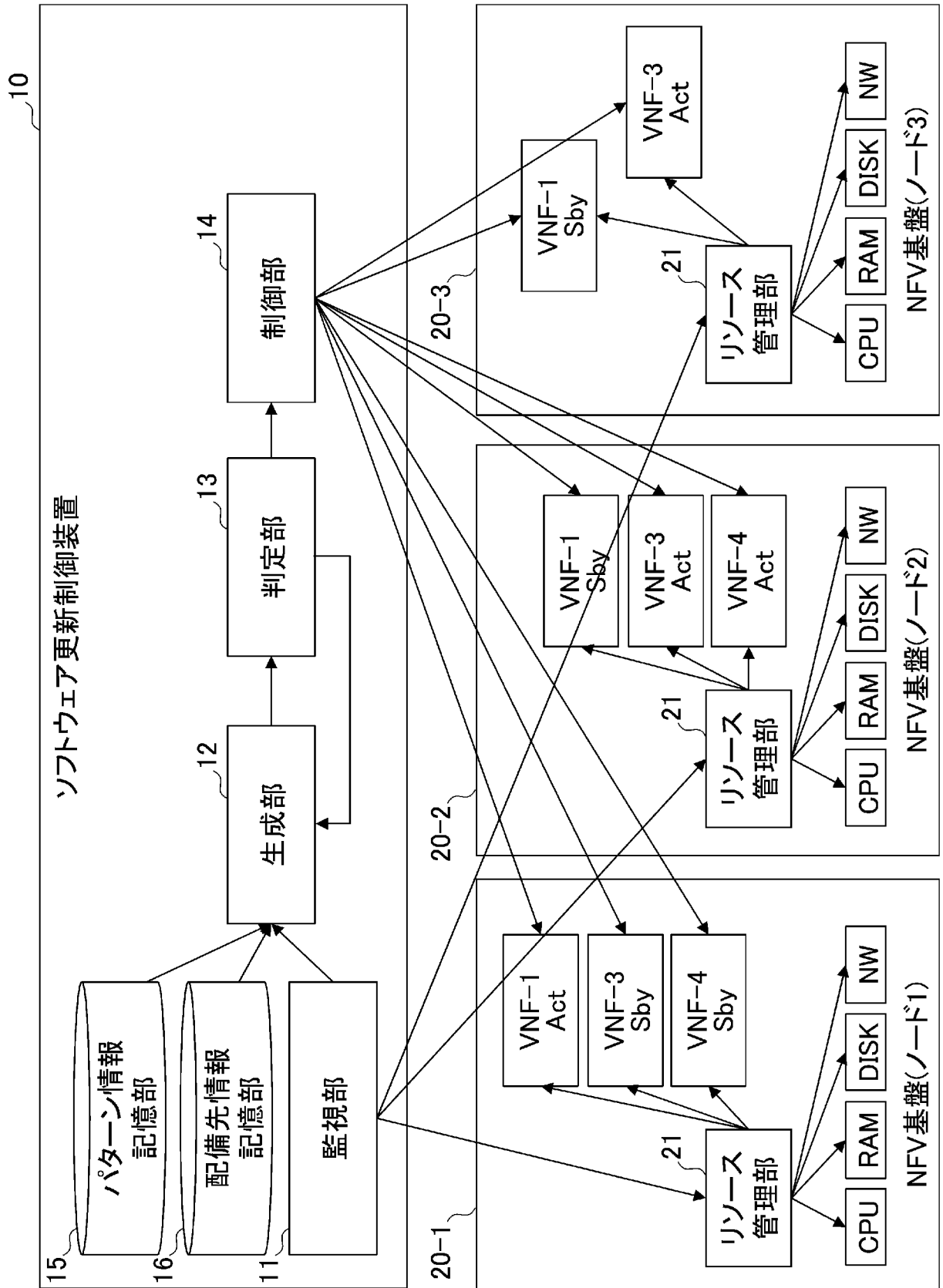


[図9]

10



[図10]



[図11]

(1)

	所要時間	リソース使用量
STEP1	10 min	Act2/Sby2
STEP2	5 min	Act2/Sby2
STEP3	3 min	Act1/Sby1

(2)

	所要時間	リソース使用量
STEP1	10 min	Act2/Sby1
STEP2	5 min	Act2/Sby1
STEP3	3 min	Act1/Sby1
STEP4	10 min	Act1/Sby2
STEP5	5 min	Act1/Sby2
STEP6	3 min	Act1/Sby1

(3)

	所要時間	リソース使用量
STEP1	10 min	Act2/Sby1
STEP2	5 min	Act2/Sby1
STEP3	10 min	Act2/Sby2
STEP4	5 min	Act2/Sby2
STEP5	3 min	Act1/Sby1

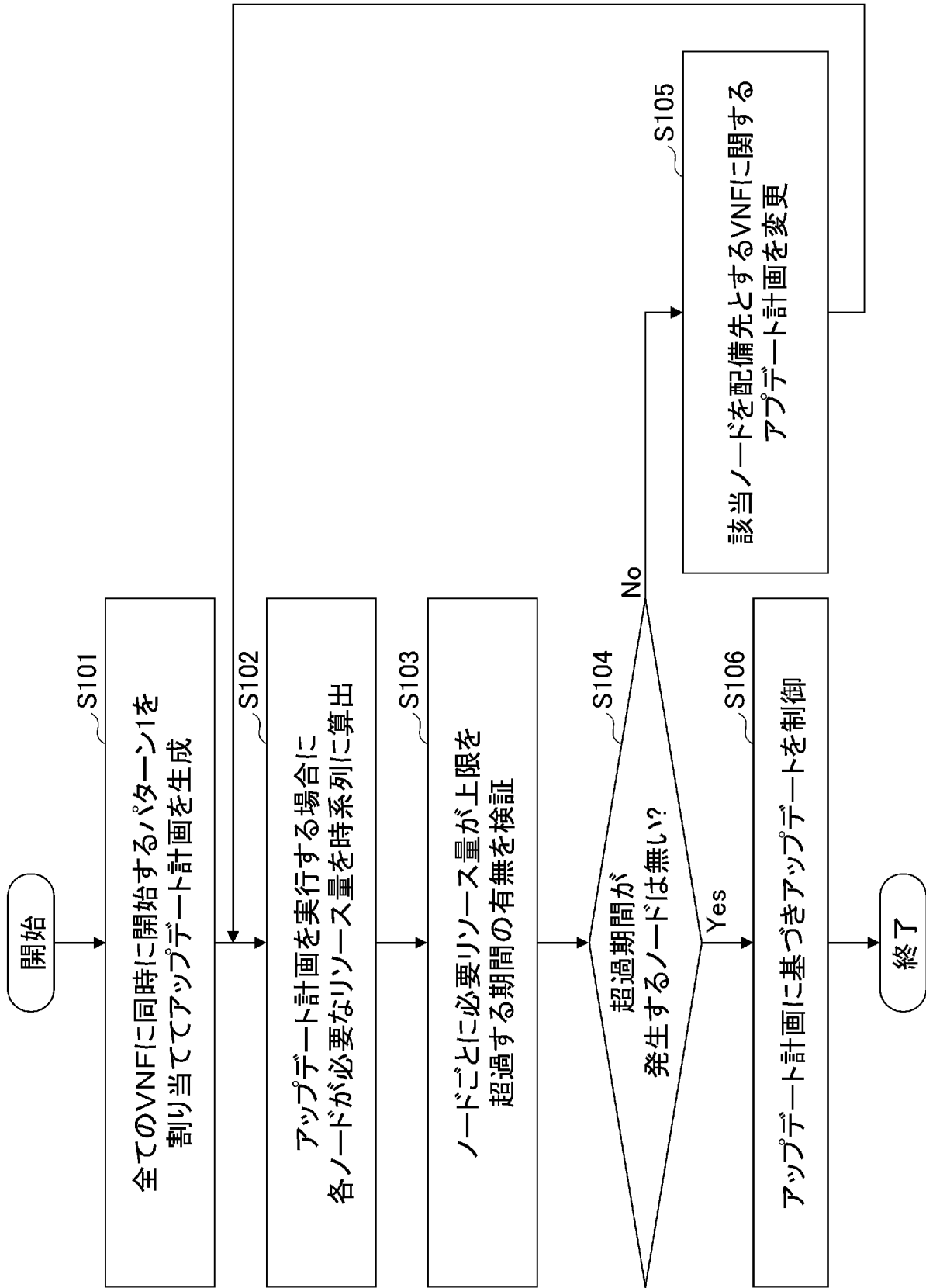
[図12]

	稼働系配備先	待機系配備先
VNF1	ノード1	ノード2
VNF2	ノード2	ノード3
VNF3	ノード3	ノード1
VNF4	ノード2	ノード1
⋮	⋮	⋮

[図13]

	CPU	RAM
ノード1	40%	50%
ノード2	50%	70%
ノード3	30%	55%
⋮	⋮	⋮

[図14]



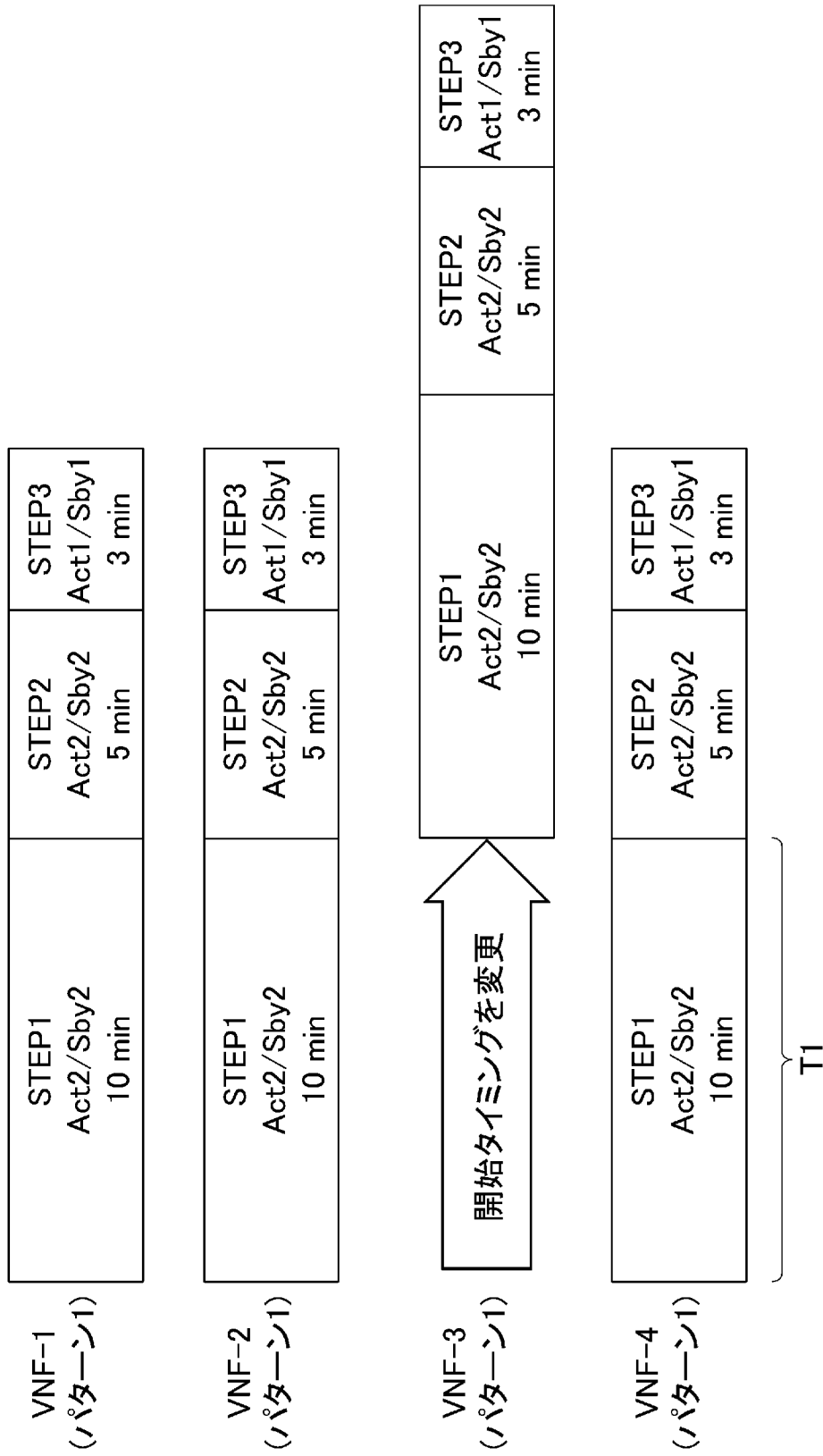
[図15]

VNF-1 (パターン1)	STEP1 4台 10 min	STEP2 4台 5 min	STEP3 2台 3 min
VNF-2 (パターン1)	STEP1 4台 10 min	STEP2 4台 5 min	STEP3 2台 3 min
VNF-3 (パターン1)	STEP1 4台 10 min	STEP2 4台 5 min	STEP3 2台 3 min
VNF-4 (パターン1)	STEP1 4台 10 min	STEP2 4台 5 min	STEP3 2台 3 min

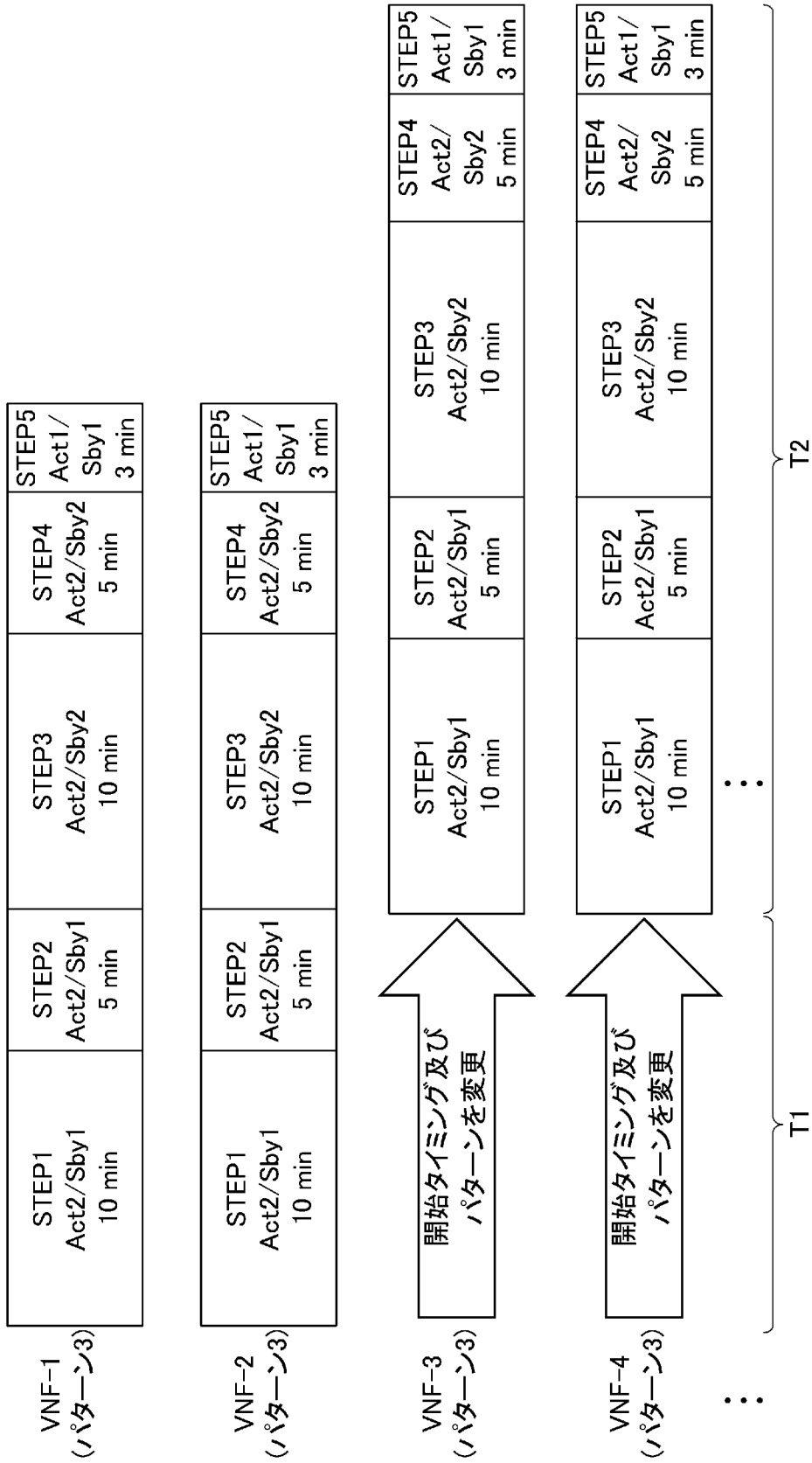
[図16]

	CPU	RAM	(例)
ノード1	40%	50%	→あと40台
ノード2	50%	70%	→あと20台
ノード3	30%	55%	→あと30台
⋮	⋮	⋮	

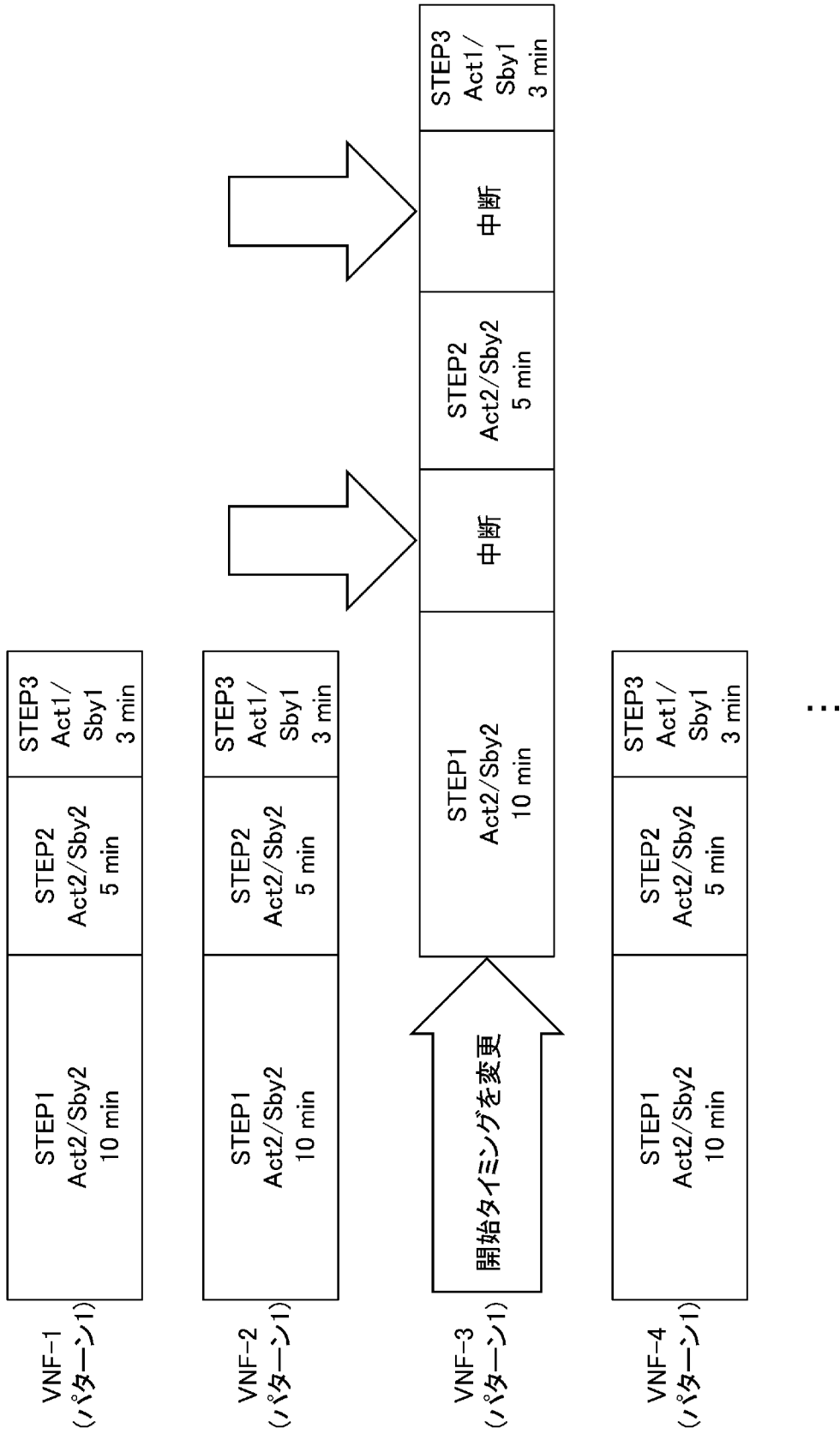
[図17]



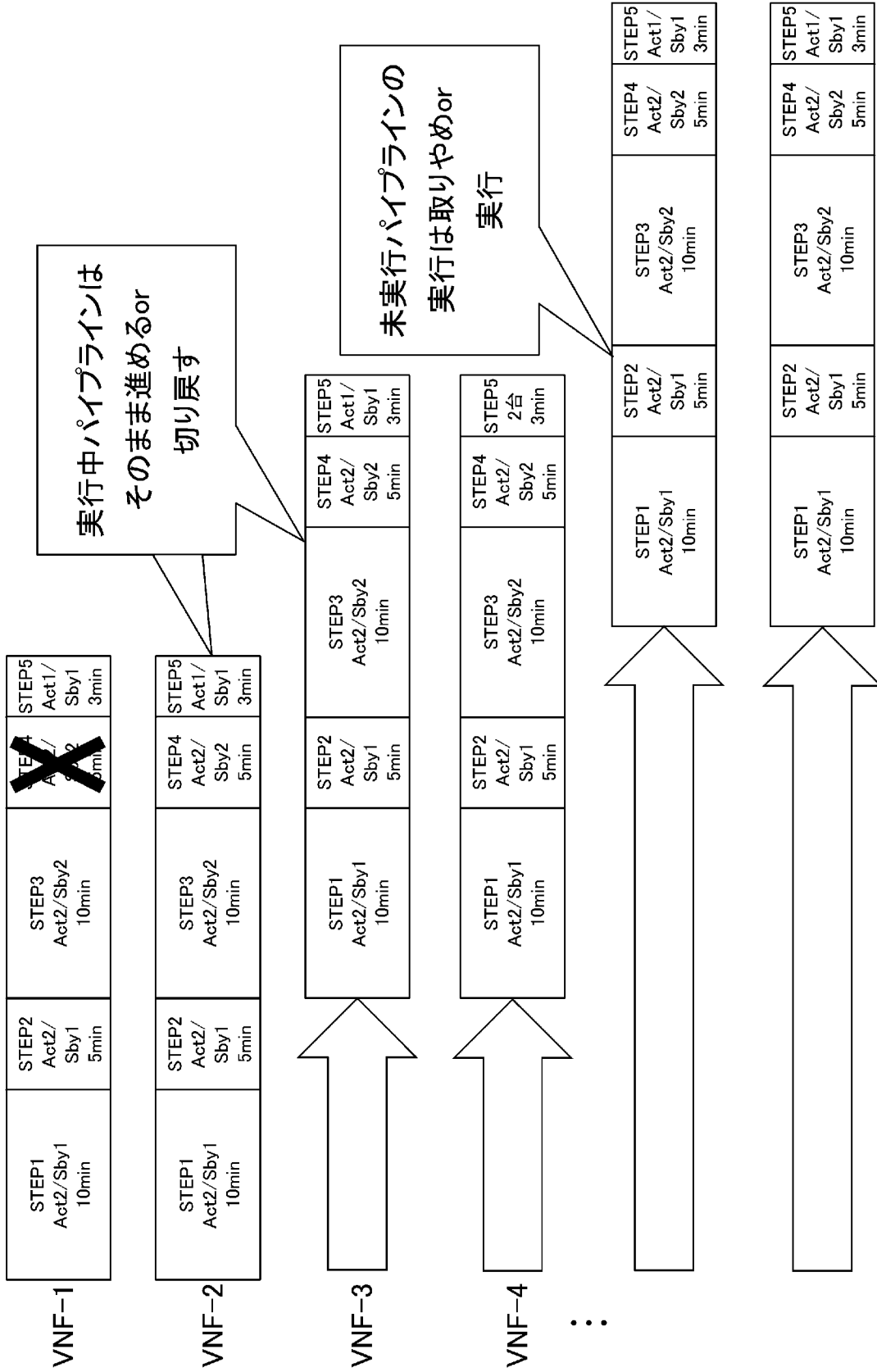
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/030050

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H04L 41/082</i> (2022.01)i; <i>H04L 41/0859</i> (2022.01)i; <i>H04L 41/0895</i> (2022.01)i FI: H04L41/082; H04L41/0895; H04L41/0859		
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) H04L41/082; H04L41/0859; H04L41/0895		
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 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
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.
Y	JP 2014-067402 A (FUJITSU LIMITED) 17 April 2014 (2014-04-17) in particular, paragraphs [0006]-[0007], [0014]-[0033], [0053]-[0095], [0127]-[0132], fig. 1, 2, 4-8, etc.	1-3
A		4
Y	WO 2019/160030 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 22 August 2019 (2019-08-22) paragraphs [0005]-[0007], [0036]-[0061], fig. 1A, 1B	1-3
A	EP 3734910 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 04 November 2020 (2020-11-04) paragraphs [0054]-[0062], fig. 2, 4	1-4
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 11 October 2023		Date of mailing of the international search report 31 October 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/030050

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2014-067402	A	17 April 2014	US 2014/0068613 A1 in particular, paragraphs [0007]-[0008], [0031]-[0050], [0072]-[0123], [0162]-[0167], fig. 1, 2, 4-8, etc.	
WO	2019/160030	A1	22 August 2019	JP 2019-144717 A US 2021/0117219 A1 paragraphs [0005]-[0007], [0062]-[0087], fig. 1A, 1B	
EP	3734910	A1	04 November 2020	US 2020/0351165 A1 WO 2019/141172 A1 CN 110048875 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04L 41/082(2022.01)i; H04L 41/0859(2022.01)i; H04L 41/0895(2022.01)i FI: H04L41/082; H04L41/0895; H04L41/0859		
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）） H04L41/082; H04L41/0859; H04L41/0895 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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
Y	JP 2014-067402 A (富士通株式会社) 17.04.2014 (2014-04-17) 特に、[0006]-[0007], [0014]-[0033], [0053]-[0095], [0127]-[0132], 図1, 2, 4-8等	1-3
A		4
Y	WO 2019/160030 A1 (日本電信電話株式会社) 22.08.2019 (2019-08-22) [0005]-[0007], [0036]-[0061], 図1A, 1B	1-3
A	EP 3734910 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 04.11.2020 (2020-11-04) [0054]-[0062], FIGs. 2, 4	1-4
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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	11.10.2023	国際調査報告の発送日 31.10.2023
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） 羽岡 さやか 5X 3149 電話番号 03-3581-1101 内線 3596	

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/JP2023/030050

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2014-067402	A	17.04.2014	US	2014/0068613	A1	
				特に、[0007]-[0008], [0031]-[0050], [0072]- [0123], [0162]-[0167], FIGs. 1, 2, 4-8等			
WO	2019/160030	A1	22.08.2019	JP	2019-144717	A	
				US	2021/0117219	A1	
				[0005]-[0007], [0062]- [0087], Figs. 1A, 1B			
EP	3734910	A1	04.11.2020	US	2020/0351165	A1	
				WO	2019/141172	A1	
				CN	110048875	A	