

(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6月5日(05.06.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/115455 A1

- (51) 国際特許分類:
G08G 1/00 (2006.01) G05D 1/644 (2024.01)
G05D 1/225 (2024.01) G05D 1/667 (2024.01)
G05D 1/43 (2024.01) G05D 1/693 (2024.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/037440
- (22) 国際出願日: 2024年10月21日(21.10.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2023-201887 2023年11月29日(29.11.2023) JP
- (71) 出願人: オムロン株式会社 (OMRON CORPORATION) [JP/JP]; 〒6008530 京都府

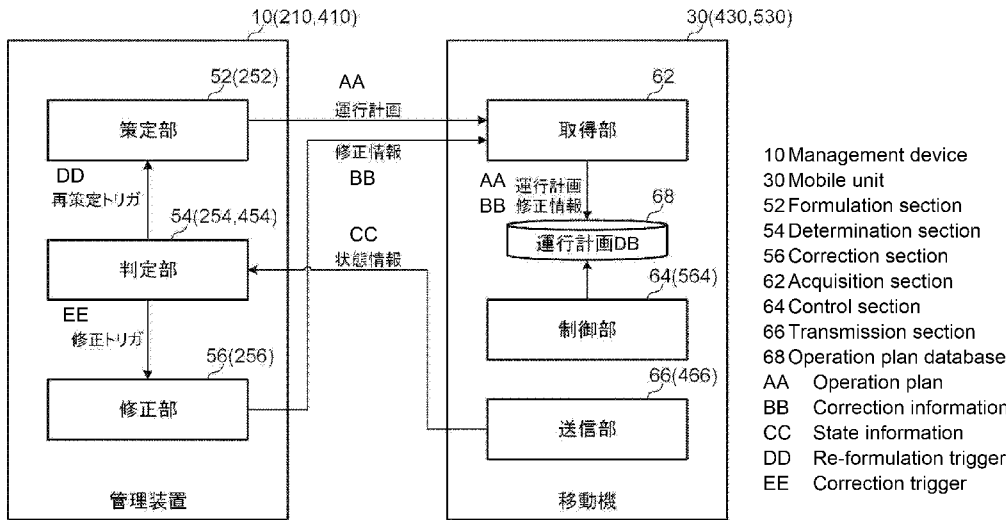
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 (JP).

- (72) 発明者: 成瀬 洋介(NARUSE, Yosuke); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 (JP). 広橋 佑紀(HIROHASHI, Yuki); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 (JP). 峯本 俊文(MINEMOTO, Toshifumi); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 (JP). 大西 康裕(OHNISHI, Yasuhiro); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 (JP).

(54) Title: OPERATION MANAGEMENT SYSTEM, MANAGEMENT DEVICE, METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 運行管理システム、管理装置、方法、及びプログラム

[図4]



(57) Abstract: An operation management system (100) includes a management device (10) that manages the operation of each of a plurality of mobile units (30), and the plurality of mobile units (30). The management device (10) formulates an operation plan for each of the plurality of mobile units, transmits the operation plan to each mobile unit (30), and acquires state information of the mobile unit (30) from each mobile unit (30). When it is determined that correction of the operation plan is necessary on the basis of a difference between an operation result indicated by the state information

(74) 代理人：弁理士法人太陽国際特許事務所(TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 (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, 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, 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))

and the operation plan, the management device (10) creates correction information in which the time at which the mobile unit passes through each waypoint is corrected, and transmits the correction information to each mobile unit (30). The mobile unit (30) controls the operation of the mobile unit on the basis of the operation plan and the correction information transmitted from the management device (10), acquires the state information of the mobile unit, and transmits the state information to the management device (10).

(57) 要約：運行管理システム（100）は、複数の移動機（30）の各々の運行を管理する管理装置（10）と、複数の移動機（30）とを含む。管理装置（10）は、複数の移動機の各々について運行計画を策定して各移動機（30）へ送信し、各移動機（30）から移動機（30）の状態情報を取得し、状態情報が示す運行実績と運行計画との差に基づいて、運行計画の修正が必要であると判定された場合に、移動機が各経路点を通過する時刻を修正した修正情報を作成して各移動機（30）に送信する。移動機（30）は、管理装置（10）から送信された運行計画及び修正情報に基づいて、移動機の動作を制御し、自機の状態情報を取得して管理装置（10）へ送信する。

明 細 書

発明の名称：

運行管理システム、管理装置、方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、運行管理システム、管理装置、管理方法、及び管理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、荷役ロボットやAGV（Automatic Guided Vehicle）等の物品移動機構を停止させることなく、イベントの発生に応じて物品移動機構の動作態様を適切に変更させる制御装置が提案されている。この制御装置は、動作計画修正手段と制御手段とを備える。動作計画修正手段は、物品の移動時における物品移動機構の動線の始点及び終点を含む複数の経由点と、物品移動機構が各経由点を通過する通過時刻とをそれぞれ設定して動作計画を策定する。また、この制御装置は、策定された動作計画の設定値のうち、経由点を変更せずに、通過時刻を遅らせて若しくは早めて動作計画を修正した修正動作計画を策定する。制御手段は、動線での動作を妨げる要因の存否に基づいて、物品移動機構を動作させる。その際、制御手段は、要因が存在しない場合、動作計画に従って物品移動機構の動作を制御し、要因が存在する場合、動作計画修正手段に修正動作計画を策定させ、修正動作計画に従って物品移動機構の動作を制御する（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2022-029755号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来技術では、動線での動作を妨げる要因の存否を判定したうえで、動作計画の修正を行っている。そのため、従来技術では、運行計画の策定に

用いる推論モデルの精度に起因する運行計画に対する移動機の遅延や先行、センサによる検出が困難な要因に基づく移動機の遅延等に対して、運行計画を修正することが困難であるという課題がある。

[0005] 本開示は、上記の点に鑑みてなされたものであり、動線上の動作を妨げる要因を直接検知することなく、運行計画を効率的に修正することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示に係る運行管理システムは、複数の移動機の各々の運行を管理する管理装置と、前記複数の移動機とを含む運行管理システムであって、前記管理装置は、前記複数の移動機の各々について、前記移動機が各経由点を通過する時刻を含む運行計画を策定し、前記複数の移動機の各々に策定した運行計画を送信する策定部と、前記複数の移動機の各々から、各時刻における、少なくとも前記移動機の位置を含む前記移動機の状態を示す状態情報を取得し、取得した前記状態情報が示す前記移動機の運行実績と前記運行計画との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定する判定部と、前記運行計画の修正が必要であると判定された場合に、前記移動機が各経由点を通過する時刻を修正した修正情報を作成し、作成した前記修正情報を前記複数の移動機の各々に送信する修正部と、を含み、前記移動機は、前記管理装置から送信された前記運行計画及び前記修正情報を取得する取得部と、前記運行計画及び前記修正情報に基づいて、前記移動機の動作を制御する制御部と、自機の状態を示す前記状態情報を取得して、取得した前記状態情報を前記管理装置へ送信する送信部と、を含む。

[0007] 本開示に係る管理装置は、複数の移動機の各々について、前記移動機が各経由点を通過する時刻を含む運行計画を策定し、前記複数の移動機の各々に策定した運行計画を送信する策定部と、前記複数の移動機の各々から、各時刻における、少なくとも前記移動機の位置を含む前記移動機の状態を示す状態情報を取得し、取得した前記状態情報が示す前記移動機の運行実績と前記運行計画との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定する判

定部と、前記運行計画の修正が必要であると判定された場合に、前記移動機が各経由点を通過する時刻を修正した修正情報を作成し、作成した前記修正情報を前記複数の移動機の各々に送信する修正部と、を含む。

[0008] 本開示に係る管理方法は、複数の移動機の各々について、前記移動機が各経由点を通過する時刻を含む運行計画を策定し、前記複数の移動機の各々に策定した運行計画を送信し、前記複数の移動機の各々から、各時刻における、少なくとも前記移動機の位置を含む前記移動機の状態を示す状態情報を取得し、取得した前記状態情報が示す前記移動機の運行実績と前記運行計画との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定し、前記運行計画の修正が必要であると判定された場合に、前記移動機が各経由点を通過する時刻を修正した修正情報を作成し、作成した前記修正情報を前記複数の移動機の各々に送信する処理をコンピュータが実行する方法である。

[0009] 本開示に係る管理プログラムは、コンピュータを、複数の移動機の各々について、前記移動機が各経由点を通過する時刻を含む運行計画を策定し、前記複数の移動機の各々に策定した運行計画を送信する策定部、前記複数の移動機の各々から、各時刻における、少なくとも前記移動機の位置を含む前記移動機の状態を示す状態情報を取得し、取得した前記状態情報が示す前記移動機の運行実績と前記運行計画との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定する判定部、及び、前記運行計画の修正が必要であると判定された場合に、前記移動機が各経由点を通過する時刻を修正した修正情報を作成し、作成した前記修正情報を前記複数の移動機の各々に送信する修正部として機能させるためのプログラムである。

発明の効果

[0010] 本開示に係る運行管理システム、管理装置、方法、及びプログラムによれば、動線上の動作を妨げる要因を直接検知することなく、運行計画を効率的に修正することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]運行管理システムの概略構成を示すブロック図である。

[図2]管理装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図3]移動機のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図4]第1、第2、第4、及び第5実施形態に係る管理装置及び移動機の機能ブロック図である。

[図5]実マップ及びグラフマップを説明するための図である。

[図6]運行計画のデータ構造の一例を示す図である。

[図7]再策定時の運行計画を説明するための図である

[図8]運行計画の修正を説明するための図である。

[図9]運行計画の再策定を説明するための図である。

[図10]運行計画の修正を説明するための図である。

[図11]運行計画の修正を説明するための図である。

[図12]運行計画の修正を説明するための図である。

[図13]運行計画の修正を説明するための図である。

[図14]運行計画の修正を説明するための図である。

[図15]第1、第2、第4、及び第5実施形態に係る管理装置側処理の一例を示すフローチャートである。

[図16]第1、第2、第4、及び第5実施形態に係る移動機側処理の一例を示すフローチャートである。

[図17]運行計画の修正を説明するための図である。

[図18]運行計画の修正を説明するための図である。

[図19]第3実施形態に係る管理装置及び移動機の機能ブロック図である。

[図20]第3実施形態に係る管理装置側処理の一例を示すフローチャートである。

[図21]第3実施形態に係る親移動機側処理の一例を示すフローチャートである。

[図22]第3実施形態に係る子移動機側処理の一例を示すフローチャートである。

[図23]運行計画の修正を説明するための図である。

[図24]通過時刻より早く経由点を通過しないようにするための制御を説明するための図である。

[図25]通過時刻より早く経由点を通過しないようにするための制御を説明するための図である。

[図26]通過時刻より早く経由点を通過しないようにするための制御を説明するための図である。

[図27]通過時刻より早く経由点を通過しないようにするための制御を説明するための図である。

[図28]通過時刻制御処理の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本開示の実施形態の一例を、図面を参照しつつ説明する。なお、各図面において同一又は等価な構成要素及び部分には同一の参照符号を付与している。また、図面の寸法及び比率は、説明の都合上誇張されており、実際の比率とは異なる場合がある。

[0013] <第1実施形態>

図1に示すように、第1実施形態に係る運行管理システム100は、管理装置10と、複数の移動機30とを含んで構成される。管理装置10と移動機30の各々とは、ネットワークを介して相互に通信可能に接続される。

[0014] 管理装置10は、サーバ装置、パーソナルコンピュータ等の情報処理装置により実現される。

[0015] 図2は、管理装置10のハードウェア構成を示すブロック図である。図2に示すように、管理装置10は、CPU（Central Processing Unit）12と、メモリ14と、記憶装置16と、入力装置18と、出力装置20と、記憶媒体読取装置22と、通信I/F（Interface）24とを有する。各構成は、バス26を介して相互に通信可能に接続されている。

[0016] 記憶装置16には、後述する管理装置側処理を実行するための管理プログラムが格納されている。CPU12は、中央演算処理ユニットであり、各種

プログラムを実行したり、各構成を制御したりする。すなわち、CPU 12は、記憶装置16からプログラムを読み出し、メモリ14を作業領域としてプログラムを実行する。CPU 12は、記憶装置16に記憶されているプログラムに従って、上記各構成の制御及び各種の演算処理を行う。

[0017] メモリ14は、RAM (Random Access Memory) により構成され、作業領域として一時的にプログラム及びデータを記憶する。記憶装置16は、ROM (Read Only Memory)、及びHDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive) 等により構成され、オペレーティングシステムを含む各種プログラム、及び各種データを格納する。

[0018] 入力装置18は、例えば、キーボードやマウス等の、各種の入力を行うための装置である。出力装置20は、例えば、ディスプレイやプリンタ等の、各種の情報を出力するための装置である。出力装置20として、タッチパネルディスプレイを採用することにより、入力装置18として機能させてもよい。

[0019] 記憶媒体読取装置22は、CD (Compact Disc) -ROM、DVD (Digital Versatile Disc) -ROM、ブルーレイディスク、USB (Universal Serial Bus) メモリ等の各種記憶媒体に記憶されたデータの読み込みや、記憶媒体に対するデータの書き込み等を行う。通信I/F 24は、他の機器と通信するためのインタフェースであり、例えば、イーサネット (登録商標)、FDDI、Wi-Fi (登録商標) 等の規格が用いられる。

[0020] 移動機30は、例えば、AMR (Autonomous Mobile Robot)、AGV等である。

[0021] 図3は、移動機30のハードウェア構成を示すブロック図である。図3に示すように、移動機30は、管理装置10のハードウェア構成であるCPU 12と、メモリ14と、記憶装置16と、記憶媒体読取装置22と、通信I/F 24と同様のCPU 32と、メモリ34と、記憶装置36と、記憶媒体

読取装置 42 と、通信 I / F 44 とを有する。なお、記憶装置 36 には、後述する移動機側処理を実行するための移動機プログラムが格納されている。さらに、移動機 30 は、駆動機構 38 と、センサ 40 とを含む。各構成は、バス 46 を介して相互に通信可能に接続されている。

[0022] 駆動機構 38 は、移動機 30 を走行及び動作させるためのモータ、バッテリー等の動力源、変速機、タイヤ等の機構である。センサ 40 は、移動機の位置、姿勢、速度、加速度等の状態を検知するものであり、例えば、ジャイロセンサ、速度センサ、カメラ等を含む。

[0023] 次に、管理装置 10 及び移動機 30 の各々の機能構成について説明する。図 4 は、管理装置 10 及び移動機 30 の各々の機能構成の例を示すブロック図である。

[0024] まず、管理装置 10 の機能構成について説明する。

[0025] 図 4 に示すように、管理装置 10 は、機能構成として、策定部 52 と、判定部 54 と、修正部 56 とを含む。各機能構成は、CPU 12 が記憶装置 16 に記憶された管理プログラムを読み出し、メモリ 14 に展開して実行することにより実現される。

[0026] 策定部 52 は、複数の移動機 30 の各々について、移動機 30 が各経由点を通過する時刻を含む運行計画を策定し、複数の移動機 30 の各々に策定した運行計画を送信する。具体的には、策定部 52 は、MAPF (Multi Agent Path Finding; 複数台経路計画) により運行計画を策定する。策定部 52 は、運行計画のアルゴリズムとして、MAPF 問題を扱う任意のソルバー、例えば、CCBS (Continuous Conflict-Based Search) 等を用いてよい。

[0027] より具体的には、策定部 52 は、上位システムから、複数の移動機 30 に実行させるためのジョブが投入されると、記憶装置 16 に記憶された地図データを用いて、運行計画を策定する。地図データは、ジョブが実行される範囲について、例えば、図 5 上図に示すような実マップとして定められている。実マップは、複数の領域と複数の経由点とを含む。領域は、1 以上のレー

ンを含む移動路、及び移動機 30 が任意に移動するオープンスペースを含む。オープンスペースと移動路とは、経由点を介して接続される。また、経由点には、オープンスペース内において、移動機 30 が作業を行うゴールに相当するものも含まれる。図 5 の例では、領域を多角形、経由点を丸で表しており、それぞれの内部に、領域及び経由点の識別情報（ID）を示している。図 5 の例では、領域が移動路の場合の領域 ID は、「e」と数字との組み合わせ、領域がオープンスペースの場合の領域 ID は、「o（オー）」と数字との組み合わせ、経由点 ID は数字で表している。

[0028] 策定部 52 は、図 5 上図に示すような実マップを、図 5 下図に示すように変換したグラフマップを用いる。グラフマップは、実マップの経由点に相当するノードと、ノード間を接続するエッジとで構成される。各エッジには、そのエッジを移動機 30 が定常走行（例えば、最大速度での走行）で通過する場合の所要時間が対応付けられている。すなわち、グラフマップは、運行計画の策定に用いられる所要時間モデルとして機能する。

[0029] また、本実施形態では、策定部 52 は、図 6 に示すようなデータ構造の運行計画を策定する。図 6 の例では、1 つの領域の通過を 1 つのアクションとして表現し、このアクションの系列で運行計画を表現する。アクションは、そのアクションについての初期位置となる経由点の経由点 ID、そのアクションで通過する領域の領域 ID、及びそのアクションの開始時刻を含む。なお、図 6 の例では、経由点 ID は、「n」と数字との組み合わせで表している。図 6 の中段に、移動機 a1 及び移動機 a2 のそれぞれについての運行計画の一例を示す。また、アクションの各々には、アクション ID が付与されている。

[0030] また、策定部 52 は、ある場所に注目した探索を容易にするため、図 6 の下段に示すように、運行計画を、時間軸に対してどの移動機 30 が存在しているのかを示す領域毎の通過履歴というデータ構造に変換する。各領域には、同一時刻にその領域に重複して存在することができる移動機 30 の台数の情報が対応付けられている。例えば、図 6 の例では、領域 e1 は、2 レーン

を含む移動路を表しており、領域○5は、容量が1のオープンスペースを表している。

[0031] また、策定部52は、判定部54から再策定トリガ（詳細は後述）が通知された場合、新たな経路探索を含む運行計画の再策定を実行する。この際、策定部52は、複数の移動機30の各々から送信された状態情報（詳細は後述）に基づいて、最新の状況に応じた運行計画の再策定を実行する。

[0032] 運行計画の再策定の際には、運行計画の計算時間の間にも移動機30が移動してしまい、運行計画の開始時にオドメトリとして与えた場所に既に存在していないため、運行計画における移動機30の初期位置が、計画と実績との間でずれてしまう問題がある。この問題は、移動機30の速度が十分ゆっくりであるか、運行計画の計算時間が十分短く、運行計画の計算時間中における移動機30の移動距離がそれほど長くない場合には問題とならない。しかし、特に、マルチエージェントの運行計画問題であって、運行計画の計算時間が長く必要である場合には、この初期位置ずれ問題は生じ易い。

[0033] この問題に対処するために、策定部52は、再策定トリガが通知された現在時刻から T_p 秒間は再策定前の運行計画に従い移動機30が動作するものとして運行計画を策定する。ここで、 T_p はパラメータで指定された定数であり、運行計画の計算時間の最大値を見積もって指定しておくものとする。これによって、運行計画の計算が T_p 秒以内で完了するのであれば、移動機30の従う運行計画と、策定部52から送信される運行計画とに食い違いは起きないことが保証される。

[0034] 図7を参照して具体的に説明する。図7（1）に示すような現在の運行計画のうち、現在実行中のアクションを「`current`」で示す。現在実行中のアクションは、移動機30から取得される状態情報に基づいて管理される。策定部52は、図7（2）に示すように、`current`から T_p 秒後のアクションを運行計画の再策定の開始位置（図7中の「`plan start`」）として特定する。なお、図7（2）中のAに示すように、`current`から T_p 秒後に実行中のアクションは完了させ、次のアクションが再

策定の開始位置として特定される。策定部52は、実行済みのアクションを削除する。また、策定部52は、図7(3)に示すように、`current`から開始位置の前までのアクションのジョブ情報を完了済みに更新した再策定用のジョブ情報を作成する。また、策定部52は、再策定用のジョブ情報と、再策定の開始位置の情報とに基づいて、開始位置以降の運行計画を策定する。そして、策定部52は、図7(4)に示すように、`current`から開始位置の前までのアクションと、策定した開始位置以降の運行計画とを結合し、再策定後の運行計画を得る。

[0035] 移動機30側では、所要時間モデルの誤差や外乱による遅延又は進みにより、運行計画が再策定されるまでの間、必ずしも運行計画に従うとは限らない。そこで、移動機30は、運行計画に含まれるアクションのうち、移動機30の現在位置を含むものを、運行計画の参照を開始するアクションとする。このような運行計画の引継ぎによって、運行計画の計算時間が長い場合でも、後述する運行計画の修正処理が中断することなく、移動機30同士の衝突を回避することができる。

[0036] また、策定部52は、ジョブの追加又はキャンセルが発生した場合、通過の可否や渋滞の情報等の更新により所要時間モデルが更新された場合、移動機30が故障して正常に動作できなくなった場合等にも、運行計画を再策定するようにしてもよい。

[0037] 判定部54は、複数の移動機30の各々から、各時刻における、少なくとも移動機30の位置を含む移動機30の状態を示す状態情報を取得する。判定部54は、取得した状態情報が示す移動機30の運行実績と、策定部52が策定した運行計画との差に基づいて、運行計画の修正が必要か否かを判定する。状態情報には、移動機30の位置の他、移動機30の姿勢、速度、加速度、オドメトリ情報等を含んでもよい。状態情報には、これらの情報を移動機30で計測した時刻や、移動機30から状態情報を送信する際の送信時刻が、状態情報に対応する時刻情報として含まれていてもよい。また、時刻情報は、状態情報に含まれていなくてもよい。この場合、判定部54が状態

情報を取得した際に、状態情報に時刻情報を付与すればよい。例えば、移動機 30 から送信された状態情報を管理装置 10 で受信した際の受信時刻で代用してもよい。

[0038] 具体的には、判定部 54 は、運行実績と運行計画との差が閾値 $TH1$ 以上の場合に、運行計画の修正が必要であると判定し、修正部 56 に修正トリガを通知する。また、判定部は、運行実績と運行計画との差が、閾値 $TH1$ よりも大きい閾値 $TH2$ 以上の場合に、運行計画を再策定すると判定し、策定部 52 に再策定トリガを通知する。

[0039] 図 8 上図に示すような実マップで概略的に表される範囲での運行計画の例を用いて、より具体的に説明する。なお、図 8 では、移動路を表す領域を実線の四角、オープンスペースを表す領域を破線の四角、及び経路点を丸で表しており、経路点を示す丸に経路点 ID を併記している。以下の各図においても同様である。また、以下では、経路点 $ID = i$ の経路点を「経路点 i 」、領域 $ID = j$ の領域を「領域 j 」と表記する。

[0040] 判定部 54 は、一定時間間隔で状態情報を取得し、移動機 30 の位置がいずれかの経路点に対応する場合の状態情報の時刻を、その経路点の通過時刻の実績値として特定する。移動機 30 の位置と経路点との対応付けは、地図データを参照して行えばよい。また、判定部 54 は、図 8 下図に示すように、経路点毎に、特定した通過時刻の実績値と、運行計画における該当の経路点の通過時刻の計画値とを対応付ける。

[0041] 閾値 $TH1 = 6$ 秒とすると、図 8 下図の例の場合、経路点 1 では、実績値と計画値との差は 5 秒であり、 $TH1$ より小さいため、修正トリガは発生しない。経路点 2 では、実績値と計画値との差は 6 秒であり、 $TH1$ 以上であるため、修正トリガが発生する。また、閾値 $TH2 = 10$ 秒とすると、図 9 上図の例の場合、経路点 2 で、実績値と計画値との差は 10 秒であり、 $TH2$ 以上であるため、再策定トリガが発生する。この場合、策定部 52 により、運行計画の再策定が行われ、図 9 下図に示すように、移動機 30 側で保持する運行計画が更新される。

[0042] 修正部 56 は、運行計画の修正が必要な場合、すなわち、判定部 54 から修正トリガを通知された場合、移動機 30 が各経由点を通過する時刻を修正した修正情報を作成し、作成した修正情報を複数の移動機 30 の各々に送信する。具体的には、図 10 に示すように、修正部 56 は、移動機 30 から送信された、移動機 30 の位置、速度、姿勢等の状態情報に基づいて、非定常走行の所要時間モデルを用いて、各経由点の通過時刻を計算する。非定常走行の所要時間モデルは、予め訓練された機械学習モデルであってもよいし、状態情報をパラメータとする計算式であってもよい。修正部 56 は、修正トリガが発生した経由点の所定個後の経由点（例えば、次の経由点、次の次の経由点等）以降の全ての経由点についての通過時刻を計算してもよいし、所定個後の経由点以降の一部の経由点についての通過時刻を計算してもよい。図 11 上図に示すように、通過時刻を計算しなかった経由点については、修正なしとしてよい。

[0043] 修正部 56 は、計算した通過時刻を、該当の経由点の経由点 ID と対応付けて修正情報とし、移動機 30 へ送信する。なお、修正情報は、計算した通過時刻そのものであってもよいし、元の運行計画とのオフセット値としてもよい。また、修正情報は、修正トリガが発生した経由点以降の全ての経由点についての通過時刻であってもよいし、修正があった経由点についての通過時刻のみであってもよい。これにより、移動機 30 側では、図 11 下図に示すように、運行計画において、修正が必要な経由点の通過時刻が修正される（網掛で示す部分）。

[0044] また、修正部 56 は、同一の領域に 2 以上の移動機 30 が進入する場合、同一の領域における 2 台以上の移動機 30 の干渉を回避するための条件を満たすように、その同一の領域の進入口となる経由点の通過時刻を計算する。

[0045] 例えば、図 12 上図に示すように、1 レーンの移動路である領域 e1 を、追い越しなしで隊列走行している移動機 a1 及び移動機 a2 と、領域 e1 に対向側から進入しようとしている移動機 a3 のケースにおける干渉回避条件の生成について説明する。まず、図 12 下図に示すように、全ての移動機 3

0に対して、以下に示す所要時間の関係TTE (Travel Time Estimate) 1、TTE 2、及びTTE 3が成り立っている必要がある。

$$\begin{aligned} \text{[0046]} \quad \text{TTE 1} : t_1 + t_{te}(e_1, a_2) &\leq t_3 \\ \text{TTE 2} : t_2 + t_{te}(e_1, a_1) &\leq t_4 \\ \text{TTE 3} : t_5 + t_{te}(e_1, a_3) &\leq t_3 \end{aligned}$$

[0047] 上記において、「 t_{te} (領域, 移動機)」(例えば、 $t_{te}(e_1, a_2)$)は、領域(例えば、領域 e_1)を移動機30(例えば、移動機 a_2)が通過する場合の最小所要時間である。TTEが不等号の条件となっている理由は、移動機30はいくらでも遅く運行することが許されていると仮定しているためである。

[0048] 次に、干渉回避の条件として、以下に示すCOA (Collision Avoidance) 1、COA 2、及びCOA 3が成り立っている必要がある。

$$\begin{aligned} \text{[0049]} \quad \text{COA 1} : t_1 + t_c &\leq t_2 \\ \text{COA 2} : t_3 + t_c &\leq t_4 \\ \text{COA 3} : t_4 + t_c &\leq t_5 \end{aligned}$$

[0050] 移動機 a_1 と移動機 a_2 とは、追い越しなしで隊列走行しているため、移動機 a_1 と移動機 a_2 とが領域 e_1 に進入する順番と、領域 e_1 から退出する順番とが一致していなければならない。これを表す条件がCOA 1及びCOA 2である。COA 3は、領域 e_1 を最後に退出する移動機 a_1 の退出時刻よりも、移動機 a_3 が領域 e_1 に進入する時刻の方が大きくなっていなければならないことを表す条件である。 t_c は、干渉回避のための車間隔の最小値を定義する時間である。

[0051] これらの条件を満たす最適化問題は、全ての移動機30のアクション総数を N とした場合、アクションの時刻情報の更新回数は、高々 N 回である。また、必要に応じてマルチスレッド化も可能であることから、運行計画の修正を要求されてから非常に短時間で更新作業を完了することができる。

[0052] 例えば、図 13 に示すように、移動機 a 1 に遅延が生じ、移動機 a 1 が経路点 3 を通過した時点で、計画値と実績値との差が閾値 TH1 以上となり、修正トリガが発生したとする。この移動機 a 1 の遅延により、経路点 3 → 経路点 4 の順に走行している移動機 a 1 と、経路点 9 → 経路点 10 の順に走行している移動機 a 2 とが同一の領域 o 1 に進入する可能性がある。したがって、図 14 に示すように、移動機 a 1 の遅延の影響が移動機 a 2 にも及ぶため、修正部 56 は、上記の条件に従って、移動機 a 1 及び移動機 a 2 の両方について、経路点の通過時刻を修正する。

[0053] 次に、移動機 30 の機能構成について説明する。

[0054] 図 4 に示すように、移動機 30 は、機能構成として、取得部 62 と、制御部 64 と、送信部 66 とを含む。また、移動機 30 の所定の記憶領域には、運行計画 DB (database) 68 が記憶される。各機能構成は、CPU 32 が記憶装置 36 に記憶された移動機側プログラムを読み出し、メモリ 34 に展開して実行することにより実現される。

[0055] 取得部 62 は、管理装置 10 から送信された運行計画を取得し、運行計画 DB 68 に記憶する。また、取得部 62 は、管理装置 10 から送信された修正情報を取得した場合、取得した修正情報に基づいて、運行計画 DB 68 に記憶された運行計画を修正する。具体的には、取得部 62 は、修正情報が示す経路点を初期位置の経路点とするアクションのアクション開始時刻を、修正情報が示す通過時刻に修正する。

[0056] 制御部 64 は、運行計画 DB 68 に記憶された運行計画に基づいて、移動機 30 の動作を制御する。具体的には、移動機 30 の記憶装置 36 には、自機の走行領域についての地図データ、及び経路点リストが記憶されているものとする。制御部 64 は、センサ 40 で検知される情報を用いて、各時刻における自機の位置を推定しながら、地図データ及び経路点リストを参照して、運行計画に従って移動機 30 が走行するように、駆動機構 38 を制御する。

[0057] 送信部 66 は、センサ 40 で検知される速度、加速度等、上記制御部 64

で推定された自機の位置、各時刻の自機の位置から得られるオドメトリ等の状態情報を取得し、取得した状態情報を管理装置 10 へ送信する。

[0058] 次に、第 1 実施形態に係る運行管理システム 100 の作用について説明する。

[0059] 図 15 は、管理装置 10 の CPU 12 により実行される管理装置側処理の流れを示すフローチャートである。上位システムから管理装置 10 へジョブが投入されると、CPU 12 が記憶装置 16 から管理プログラムを読み出して、メモリ 14 に展開して実行することにより、CPU 12 が管理装置 10 の各機能構成として機能し、図 15 に示す管理装置側処理が実行される。なお、管理装置側処理は、本開示の管理方法の一例である。

[0060] ステップ S 10 で、策定部 52 が、各移動機 30 の運行計画を策定する。次に、ステップ S 12 で、策定部 52 が、策定した運行計画を各移動機 30 に送信する。次に、ステップ S 14 で、判定部 54 が、各移動機 30 から送信された各移動機 30 の状態情報を取得する。次に、ステップ S 16 で、判定部 54 が、状態情報が示す経路点の通過時刻の実績値と、運行計画における該当の経路点の通過時刻の計画値との差を計算する。

[0061] 次に、ステップ S 18 で、判定部 54 が、計算した差が閾値 TH2 以上か否かを判定する。差が閾値 TH2 以上の場合には、判定部 54 は、再策定トリガを策定部 52 に通知して、ステップ S 26 へ移行し、差が閾値 TH2 未満の場合には、ステップ S 20 へ移行する。ステップ S 20 では、判定部 54 が、計算した差が閾値 TH1 以上か否かを判定する。なお、 $TH1 < TH2$ である。差が閾値 TH1 以上の場合には、判定部 54 は、修正トリガを修正部 56 に通知して、ステップ S 22 へ移行し、差が閾値 TH1 未満の場合には、ステップ S 30 へ移行する。

[0062] ステップ S 22 では、修正部 56 が、上記ステップ S 14 で取得された状態情報に基づいて、非定常走行の所要時間モデルを用いて、各経路点の通過時刻を計算し、該当の経路点の経路点 ID と対応付けて修正情報を作成する。次に、ステップ S 24 で、修正部 56 が、作成した修正情報を各移動機 3

0へ送信し、ステップS30へ移行する。

[0063] 一方、ステップS26では、策定部52が、上記ステップS14で取得された状態情報を用いて、最新情報による運行計画を再策定する。次に、ステップS28で、策定部52が、再策定した運行計画を各移動機30へ送信し、ステップS30へ移行する。

[0064] ステップS30では、判定部54が、例えば、全ての移動機30から動作完了を示す信号を受信したか否かを判定することにより、運行計画に基づく移動機30の運行を終了するか否かを判定する。運行を終了しない場合には、ステップS14に戻り、運行を終了する場合には、管理装置側処理は終了する。

[0065] 図16は、移動機30のCPU32により実行される移動機側処理の流れを示すフローチャートである。移動機30の電源が投入されると、CPU32が記憶装置36から移動機側プログラムを読み出して、メモリ34に展開して実行することにより、CPU32が移動機30の各機能構成として機能し、図16に示す移動機側処理が実行される。

[0066] ステップS40で、取得部62が、管理装置10から送信された運行計画を取得したか否かを判定する。運行計画を取得した場合は、取得部62は、取得した運行計画を運行計画DB68に記憶し、ステップS42へ移行する。運行計画を取得していない場合には、本ステップの判定を繰り返す。

[0067] ステップS42では、制御部64が、運行計画DB68に記憶された運行計画に基づいて、移動機30を次の経由点に向かって走行させる。次に、ステップS44で、制御部64が、運行計画が示す最終目的地に移動機30が到着したか否かを判定する。最終目的地に到着していない場合には、ステップS46へ移行する。

[0068] ステップS46では、送信部66が、センサ40で検知される速度、加速度等、上記制御部64で推定された自機の位置、各時刻の自機の位置から得られるオドメトリ等の状態情報を取得し、取得した状態情報を管理装置10へ送信する。

- [0069] 次に、ステップS 4 8 で、取得部 6 2 が、管理装置 1 0 から送信された修正情報又は再策定された運行計画を取得したか否かを判定する。修正情報又は運行計画が取得された場合には、ステップS 5 0 へ移行し、いずれも取得されていない場合には、ステップS 4 2 に戻る。
- [0070] ステップS 5 0 では、取得部 6 2 が、管理装置 1 0 から送信された修正情報を取得した場合には、取得した修正情報に基づいて、運行計画D B 6 8 に記憶された運行計画を修正する。また、取得部 6 2 が、管理装置 1 0 から送信された運行計画を取得した場合には、取得した運行計画で、運行計画D B 6 8 に記憶されている運行計画を更新し、ステップS 4 2 に戻る。
- [0071] 一方、ステップS 4 2 に戻り、次のステップS 4 4 で、最終目的地に到着したと判定されると、ステップS 5 2 へ移行する。ステップS 5 2 では、送信部 6 6 が、動作完了を管理装置 1 0 へ送信し、移動機側処理は終了する。
- [0072] 以上説明したように、第 1 実施形態に係る運行管理システムは、複数の移動機の各々の運行を管理する管理装置と、複数の移動機とを含む。管理装置は、複数の移動機の各々について、移動機が各経由点を通過する時刻を含む運行計画を策定し、複数の移動機の各々に策定した運行計画を送信する。移動機は、管理装置から送信された運行計画を取得し、運行計画に基づいて、移動機の動作を制御する。また、移動機は、各時刻における、少なくとも自機の位置を含む状態情報を取得し、管理装置へ送信する。管理装置は、複数の移動機の各々から状態情報を取得し、取得した状態情報が示す移動機の運行実績と運行計画との差に基づいて、運行計画の修正が必要か否かを判定する。また、管理装置は、修正が必要と判定した場合、移動機が各経由点を通過する時刻を修正した修正情報を作成し、作成した修正情報を複数の移動機の各々に送信する。
- [0073] このように、本実施形態に係る管理装置は、運行実績と運行計画とに乖離が生じていることをトリガとして、運行計画における各経由点の通過時刻のみを修正する。そのため、動線上の動作を妨げる要因を直接検知することなく、また、センサで検知可能な要因以外の要因で移動機の動作に運行計画と

の乖離が生じている場合でも、デッドロックや衝突を回避するような運行計画の修正を効率的に行うことができる。すなわち、本実施形態では、動線上の動作を妨げる要因を検知するための手段を必要としない。また、運行計画を部分的に修正するものであるため、計算処理が高速である。また、移動機の運行中の様々な要因による遅延又は先行に対して運行計画を修正することができるため、複数の移動機による作業効率を向上させることができる。

[0074] <第2実施形態>

次に、第2実施形態について説明する。なお、第2実施形態に係る運行管理システムにおいて、第1実施形態に係る運行管理システム100と同様の構成については、同一符号を付して詳細な説明を省略する。

[0075] 図1に示すように、第2実施形態に係る運行管理システム200は、管理装置210と、複数の移動機30とを含んで構成される。管理装置210と移動機30の各々とは、ネットワークを介して相互に通信可能に接続される。

[0076] 図4に示すように、管理装置210は、機能構成として、策定部252と、判定部254と、修正部256とを含む。

[0077] 策定部252は、ゴールとなる所定の経由点における、移動機30による作業を含む運行管理を策定する。作業とは、例えば、荷物の積み降ろし作業等である。策定部252は、過去の類似作業における作業時間の平均値を基準作業時間として運行計画を策定する。例えば、策定部252は、ゴールとなる経由点の経由点IDに作業開始時刻を対応付けたアクションと、その経由点IDに作業開始時刻に基準作業時間を加算した作業完了時刻を対応付けたアクションとを含む運行計画を策定する。

[0078] 判定部254は、取得した状態情報に基づく作業の進捗率から作業の完了時刻を予測し、予測した完了時刻が、運行計画で策定されている作業の完了時刻を超える場合に、運行計画の修正が必要であると判定する。

[0079] 例えば、判定部254は、作業を実行するために定められた動作ステップの総数のうち、現在何ステップ目を実行中かにより進捗率を計算する。何ス

トップ目を実行中かの情報は、状態情報として移動機 30 から取得すればよい。また、例えば、状態情報を入力として進捗率を出力するように予め訓練された機械学習モデルを用いて進捗率を予測してもよい。そして、判定部 254 は、作業開始から現在時刻までの経過時間を進捗率で割って、作業完了時刻を予測する。

[0080] 修正部 256 は、判定部 254 で予測された作業完了時刻を用いて、修正情報を作成する。

[0081] 図 17 の例を用いてより具体的に説明する。図 17 の例では、領域 o2 に含まれる経由点（ゴール）7 において、移動機 a1 が積み下ろし作業を行い、次いで、移動機 a2 が同じく経由点 7 で積み下ろし作業を行う場合である。この積み下ろし作業の基準作業時間が 10 秒の場合、図 17 下図の太枠部分で示すように、2 つの経由点 ID = 7 に対応付けられる通過時刻の差が 10 秒となるように運行計画が策定されている。

[0082] この例では、図 18 上図に示すように、移動機 a1 の作業完了後に移動機 a2 の作業が開始する。そのため、移動機 a1 の作業に遅延が生じると、その影響は移動機 a2 にも及ぶ。修正部 256 は、図 18 下図に示すように、移動機 a1 について、進捗率に基づいて予測した作業完了時刻に基づいて修正情報を作成すると共に、移動機 a2 についても、移動機 a1 の作業完了後に作業開始となるように修正情報を作成する。

[0083] 管理装置 210 のハードウェア構成は、図 2 に示す、第 1 実施形態に係る管理装置 10 のハードウェア構成と同様であるため、説明を省略する。また、移動機 30 については、第 1 実施形態と同様であるため、説明を省略する。

[0084] 次に、第 2 実施形態に係る運行管理システム 200 の作用について説明する。

[0085] 第 2 実施形態においても、管理装置 210 では、図 15 に示す管理装置側処理が実行され、移動機 30 では、図 16 に示す移動機側処理が実行される。

[0086] ただし、管理装置側処理のステップS 1 0及びS 2 6では、ゴールとなる所定の経由点での作業を含む運行計画が策定される。また、ステップS 1 6では、作業の完了時刻について、進捗率から予測された作業完了時刻と運行計画の作業完了時刻との差を計算することも含まれる。また、ステップS 2 2では、予測された作業完了時刻を用いて、修正情報を作成することも含まれる。

[0087] 以上説明したように、第2実施形態に係る運行管理システムでは、移動機による荷物の積み降ろし作業等、所定の経由点での移動機の作業についても、計画値と実績値との差に基づく運行計画の修正を行う。これにより、積み降ろし等の作業に遅れや進みが生じて、他の移動機との競合を避けるように運行管理を効率的に修正することができる。

[0088] <第3実施形態>

次に、第3実施形態について説明する。なお、第3実施形態に係る運行管理システムにおいて、第1実施形態に係る運行管理システム100と同様の構成については、同一符号を付して詳細な説明を省略する。

[0089] 図1に示すように、第3実施形態に係る運行管理システム300は、管理装置310と、親機となる移動機（以下、「親移動機」という）330Aと、複数の子機となる移動機（以下、「子移動機」という）330Bとを含んで構成される。親移動機330Aと子移動機330Bとを区別なく説明する場合には、単に「移動機330」と表記する。管理装置310と移動機330の各々とは、ネットワークを介して相互に通信可能に接続される。

[0090] 次に、管理装置310、親移動機330A、及び子移動機330Bの各々の機能構成について説明する。図19は、管理装置310、親移動機330A、及び子移動機330Bの各々の機能構成の例を示すブロック図である。

[0091] 管理装置310は、機能構成として、策定部352を含む。

[0092] 策定部352は、第1実施形態の策定部52と同様に、各移動機330の運行計画を策定する。また、策定部352は、複数の移動機330の中から親移動機330Aを決定し、親移動機330Aに策定した運行計画を送信す

る。

- [0093] 親移動機 330A は、機能構成として、取得部 362A と、判定部 354 と、修正部 356 とを含む。
- [0094] 取得部 362A は、第 1 実施形態の取得部 62 と同様に、管理装置 310 から運行計画を取得する。取得部 362A は、取得した運行計画を複数の子移動機 330B の各々に送信する。
- [0095] 判定部 354 は、第 1 実施形態の判定部 54 と同様に、運行計画と運行実績との差に基づいて、運行計画を修正するか否かを判定し、必要に応じて、修正トリガ又は再策定トリガを発生させる。判定部 354 は、修正トリガは、親移動機 330A に含まれる修正部 356 へ通知し、再策定トリガは、管理装置 310 の策定部 352 へ通知する。
- [0096] 修正部 356 は、第 1 実施形態の修正部 56 と同様に、判定部 354 から修正トリガを通知された場合に、修正情報を作成して、子移動機 330B へ送信する。
- [0097] 子移動機 330B は、機能構成として、取得部 362B と、制御部 64 と、送信部 366 とを含む。また、子移動機 330B の所定の記憶領域には、運行計画 DB68 が記憶される。
- [0098] 取得部 362B は、第 1 実施形態の取得部 62 と同様に、運行計画及び修正情報を取得する。ただし、これらの取得元は、管理装置 310 ではなく、親移動機 330A である。
- [0099] 送信部 366 は、第 1 実施形態の送信部 66 と同様に、自機の状態情報を取得して送信する。ただし、状態情報の送信先は、管理装置 310 ではなく、親移動機 330A である。
- [0100] 管理装置 310 のハードウェア構成は、図 2 に示す、第 1 実施形態に係る管理装置 10 のハードウェア構成と同様であるため、説明を省略する。また、親移動機 330A 及び子移動機 330B の各々のハードウェア構成は、図 3 に示す、第 1 実施形態に係る移動機 30 のハードウェア構成と同様であるため、説明を省略する。

- [0101] 次に、第3実施形態に係る運行管理システム300の作用について説明する。なお、以下の図20～図22に示すフローチャートにおいて、第1実施形態における管理装置側処理（図15）及び移動機側処理（図16）と同一の処理については、同一ステップ番号を付して詳細な説明を省略する。
- [0102] まず、図20に示す管理装置側処理について説明する。
- [0103] ステップS10で、策定部352が、運行計画を策定する。次に、ステップS311で、策定部352が、複数の移動機330の中から親移動機330Aを決定する。次に、ステップS312で、策定部352が、策定した運行計画を親移動機330Aへ送信する。
- [0104] 次に、ステップS319で、策定部352が、親移動機330Aから再策定トリガを受信したか否かを判定する。再策定トリガを受信した場合にはステップS326へ移行し、受信していない場合には、ステップS330へ移行する。ステップS326では、策定部352が、運行計画を再策定する。次に、ステップS328で、策定部352が、策定した運行計画を親移動機330Aに送信する。
- [0105] 次に、ステップS330で、策定部352が、親移動機330Aから動作完了を示す信号を受信したか否かを判定する。受信していない場合には、ステップS319に戻り、受信した場合には、管理装置側処理は終了する。
- [0106] 次に、図21に示す親移動機側処理について説明する。
- [0107] ステップS40で、取得部362Aが、管理装置310から送信された運行計画を取得すると、次のステップS312で、取得部362Aが、取得した運行計画を各子移動機330Bに送信する。次に、ステップS314で、判定部354が、各子移動機330Bから送信された状態情報を取得する。次に、ステップS16を経て、ステップS18で、判定部354が、実績値と計画値との差が閾値TH2以上であると判定した場合、ステップS327へ移行し、閾値TH2未満であると判定した場合、ステップS20へ移行する。
- [0108] ステップS20～S22を経て、次のステップS324で、修正部356

が、作成した修正情報を各子移動機 330B へ送信する。一方、ステップ S 327 では、修正部 356 が、再策定トリガを管理装置 310 へ送信する。

[0109] 次にステップ S 331 で、判定部 354 が、例えば、全ての子移動機 330B から動作完了を示す信号を受信したか否かを判定する。受信していない場合には、ステップ S 314 に戻り、受信した場合には、親移動機側処理は終了する。

[0110] 次に、図 22 に示す子移動機側処理について説明する。

[0111] ステップ S 440 で、取得部 362B が、親移動機 330A から送信された運行計画を取得すると、ステップ S 42 及び S 44 を経て、次のステップ S 346 で、送信部 366 が、自機の状態情報を取得し、取得した状態情報を親移動機 330A へ送信する。次に、ステップ S 48 及び S 50 を経て、ステップ S 42 に戻り、次のステップ S 44 で、最終目的地に到着したと判定されると、ステップ S 352 へ移行する。ステップ S 352 では、送信部 366 が、動作完了を親移動機 330A へ送信し、子移動機側処理は終了する。

[0112] 以上説明したように、第 3 実施形態に係る運行管理システムによれば、管理装置に替えて、親移動機が運行計画の修正を実行する。これにより、管理装置の構成を簡略化できると共に、管理装置と移動機間の通信状況が悪い環境や通信遅延が大きい環境でも、通信不良により運行計画の修正が実行されなくなる事態を回避することができる。

[0113] なお、上記第 3 実施形態では、親移動機は運行計画の修正を実行するだけで、ジョブの実行は担当していないが、親移動機は、運行計画の修正を実行しつつ、子移動機と一緒にジョブを実行してもよい。

[0114] また、第 3 実施形態においても、第 2 実施形態と同様に、積み降ろし作業等の遅延及び進みを考慮した運行計画の修正を実行するようにしてもよい。

[0115] <第 4 実施形態>

次に、第 4 実施形態について説明する。なお、第 4 実施形態に係る運行管理システムにおいて、第 1 実施形態に係る運行管理システム 100 と同様の

構成については、同一符号を付して詳細な説明を省略する。

[0116] 図1に示すように、第4実施形態に係る運行管理システム400は、管理装置410と、複数の移動機430とを含んで構成される。管理装置410と移動機430の各々とは、ネットワークを介して相互に通信可能に接続される。

[0117] 図4に示すように、管理装置410は、機能構成として、策定部52と、判定部454と、修正部56とを含む。また、移動機430は、機能構成として、取得部62と、制御部64と、送信部466とを含む。

[0118] 送信部466は、自機が現在走行中の領域を通過するための所要時間に基づいて、走行中の領域から次の領域への進入口となる次の経由点を通過する時刻を予測し、予測した時刻を含む状態情報を取得して、取得した状態情報を管理装置410へ送信する。具体的には、図23に示すように、送信部466は、非定常走行の所要時間モデルを用いて、次の経由点の予測通過時刻を計算し、計算した次の経由点の予測通過時刻を状態情報として、管理装置410へ送信する。

[0119] 判定部454は、予測された時刻を運行実績とし、運行実績と運行計画との差に基づいて、運行計画の修正が必要か否かを判定する。

[0120] 第1実施形態の判定部54は、移動機30から送信された状態情報の時刻、すなわち通過時刻の実績値を運行実績として用いて、運行計画の修正が必要か否かを判定する。これに対し、第4実施形態の判定部454は、図23に示すように、移動機430側で計算された、次の経由点の予測通過時刻を運行実績として用いて、運行計画の修正が必要か否かを判定する。

[0121] 管理装置410のハードウェア構成は、図2に示す、第1実施形態に係る管理装置10のハードウェア構成と同様であるため、説明を省略する。また、移動機430のハードウェア構成は、図3に示す、第1実施形態に係る移動機30のハードウェア構成と同様であるため、説明を省略する。

[0122] 次に、第4実施形態に係る運行管理システム400の作用について説明する。第4実施形態においても、管理装置410では、図15に示す管理装置

側処理が実行され、移動機 430 では、図 16 に示す移動機側処理が実行される。

[0123] ただし、管理装置側処理のステップ S14 で管理装置 410 が取得する状態情報、及び移動機側処理のステップ S46 で移動機 430 から管理装置 410 へ送信する状態情報は、次の経由点の予測通過時刻である。

[0124] 以上説明したように、第 4 実施形態に係る運行管理システムでは、移動機から管理装置へ送信する状態情報として、次の経由点の予測通過時刻を送信する。これにより、管理装置側での処理負荷を軽減できる。また、移動機的位置、速度、姿勢等の詳細な状態情報を管理装置に送信する場合に比べ、状態情報のデータサイズが小さくなり、移動機と管理装置間の通信量を削減することができる。

[0125] なお、第 4 実施形態では、次の経由点の予測通過時刻を移動機側で計算する場合について説明したが、予測通過時刻は、管理装置側で計算してもよい。この場合、判定部は、移動機から取得した、位置、速度、姿勢等の状態情報と、移動機が現在走行中の領域を通過するための所要時間（非定常走行の所要時間モデル）とに基づいて、次の経由点の予測通過時刻を計算する。そして、判定部は、計算した次の経由点の予測通過時刻と、運行計画における次の経由点の通過時刻との差に基づいて、運行計画の修正が必要か否かを判定する。

[0126] <第 5 実施形態>

次に、第 5 実施形態について説明する。なお、第 5 実施形態に係る運行管理システムにおいて、第 1 実施形態に係る運行管理システム 100 と同様の構成については、同一符号を付して詳細な説明を省略する。

[0127] 図 1 に示すように、第 5 実施形態に係る運行管理システム 500 は、管理装置 10 と、複数の移動機 530 とを含んで構成される。管理装置 10 と移動機 530 の各々とは、ネットワークを介して相互に通信可能に接続される。

[0128] 図 4 に示すように、移動機 530 は、機能構成として、取得部 62 と、制

御部 5 6 4 と、送信部 4 6 6 とを含む。

[0129] 移動機 5 3 0 は、経路点を計画された通過時刻通りに通過できない場合がある。この場合、同一領域に進入する移動機 5 3 0 同士の衝突が発生する可能性がある。ただし、計画された通過時刻通りに通過できなくとも問題ない場合がある。例えば、ある経路点について計画された通過時刻よりも遅い時刻にその経路点を通過することが予測される場合、運行計画の修正により、通過時刻が遅い時刻に修正されるため問題はない。また、計画された通過時刻よりも早い時刻で到着しそうな場合、計画を前倒し可能な場合には、運行計画の修正により、通過時刻が早い時刻に修正されるため問題ない。

[0130] ただし、必ずしも計画を前倒し可能であるとは限らない。計画を前倒し不可能な場合において、計画された通過時刻よりも早い時刻に到着することが予測される場合、計画された通過時刻よりも早い時刻に該当の経路点を通過しなければ、移動機同士が衝突しないことを保証できる。そこで、第 5 実施形態では、移動機 5 3 0 は、計画された通過時刻よりも早い時刻に経路点を通過しないという条件下で、可能な範囲で、経路点を計画された時刻に通過するように制御される。

[0131] 具体的には、制御部 5 6 4 は、自機が現在走行中の領域を通過するための所要時間に基づいて、走行中の領域から次の領域への進入口となる次の経路点を通過する時刻を予測する。制御部 5 6 4 は、予測した時刻が、運行計画が示す次の経路点を通過する時刻よりも早い場合、次の経路点の手前で移動機を待機させるか、又は、移動機の下げるように制御する。一方、制御部 6 4 は、予測した時刻が、運行計画が示す次の経路点を通過する時刻よりも遅い場合、移動機をそのまま通過させるか、又は、移動機の下げるように制御する。制御部 5 6 4 は、領域を通過するための所要時間を、状態情報及び非定常走行の所要時間モデルを用いて予測してよい。

[0132] 例えば、図 2 4 の上段の図に示すように、領域 e 1 を走行中の移動機 5 3 0 の制御部 5 6 4 が、経路点 4 の予測通過時刻を 3 5 秒と予測したとする。また、経路点 4 について計画された通過時刻が 4 0 秒であるとする、制御

部564は、図24の中段の図に示すように、35～40秒の間、経路点4の手前で移動機530を停車させる。そして、制御部564は、図24の下段の図に示すように、移動機530が40秒に経路点4を通過できるタイミングで移動機530を再出発させる。

[0133] また、例えば、図25の上段の図に示すように、図24の上段の図の例と同様の状況において、制御部564は、図25の中段の図に示すように、移動機530の速度を低下させる。そして、制御部564は、図25の下段の図に示すように、移動機530が40秒に経路点4を通過できるように制御する。

[0134] また、例えば、図26上図に示すように、領域e1を走行中の移動機530の制御部564が、経路点4の予測通過時刻を42秒と予測したとする。また、経路点4について計画された通過時刻が40秒であるとする、制御部564は、図26下図に示すように、移動機530をそのまま通過させる。

[0135] また、例えば、図27の上段の図に示すように、図26上図の例と同様の状況において、制御部564は、図27の中段の図に示すように、移動機530の速度を上昇させる。そして、制御部564は、図27の下段の図に示すように、移動機530が40秒に経路点4を通過できるように制御する。

[0136] 移動機530のハードウェア構成は、図3に示す、第1実施形態に係る移動機30のハードウェア構成と同様であるため、説明を省略する。また、管理装置10については、第1実施形態と同様であるため、説明を省略する。

[0137] 次に、第5実施形態に係る運行管理システム500の作用について説明する。第5実施形態においても、管理装置10では、図15に示す管理装置側処理が実行され、移動機530では、図16に示す移動機側処理が実行される。

[0138] ただし、移動機側処理のステップS42とS44との間で、図28に示す通過時刻制御処理が実行される。

[0139] ステップS60で、制御部564が、運行計画DB68に記憶された運行

計画から、次の経由点について計画された通過時刻を取得する。次に、ステップS 6 2で、制御部5 6 4が、状態情報及び非定常走行の所要時間モデルを用いて、次の経由点の予測通過時刻を計算する。

[0140] 次に、ステップS 6 4で、制御部5 6 4が、 $J = \text{計画された通過時刻} - \text{予測通過時刻}$ を計算し、 $J > 0$ の場合には、ステップS 6 6へ移行し、 $J < 0$ の場合には、ステップS 6 8へ移行し、 $J = 0$ の場合には、ステップS 7 0へ移行する。

[0141] ステップS 6 6では、制御部5 6 4が、移動機5 3 0をそのまま通過させるか、又は、加速して、計画された通過時刻に次の経由点を通過するように制御する。ステップS 6 8では、制御部5 6 4が、計画された通過時刻まで、次の経由点の手前で移動機5 3 0を待機させるか、又は、減速して、計画された通過時刻に次の経由点を通過するように制御する。ステップS 7 0では、制御部5 6 4が、移動機5 3 0をそのまま通過させる。

[0142] 以上説明したように、第5実施形態に係る運行管理システムでは、運行計画で規定された通過時刻よりも早い時刻に該当の経由点を通過しないように移動機を制御する。これにより、計画された通過時刻通りに移動機が経由点を通過しないことが予測される場合でも、同一の領域に進入する移動機同士が衝突しないことを保証することができる。

[0143] 移動機を待機させて上記制御を実現する場合、計画された通過時刻よりも早い時刻に経由点に到着した移動機を、通過時刻通りに通過させる制御を容易に実行することができる。また、移動機の色度調整（加速又は減速）により上記の制御を実現する場合、移動機を待機させる制御に比べ、移動機を停止及び再発進させるコストがかからなくなる。また、移動機が領域内で停車させる場合は、ユーザに与える不安を可能性もあるが、移動機の色度調整の場合、このような事態を回避できる。

[0144] なお、上記各実施形態では、各経由点の通過時刻の実績値と計画値との差に基づいて、運行計画を修正するか否かを判定する場合について説明したが、これに限定されない。例えば、計画値として、運行計画に基づく現在位置

を用い、実績値として、オドメトリ情報から得られる現在位置を用いて、両者の差に基づいて判定するようにしてもよい。

[0145] また、上記各実施形態でCPUがソフトウェア（プログラム）を読み込んで実行した管理処理を、CPU以外の各種のプロセッサが実行してもよい。この場合のプロセッサとしては、FPGA（Field-Programmable Gate Array）等の製造後に回路構成を変更可能なPLD（Programmable Logic Device）、及びASIC（Application Specific Integrated Circuit）等の特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路等が例示される。また、管理処理を、これらの各種のプロセッサのうちの1つで実行してもよいし、同種又は異種の2つ以上のプロセッサの組み合わせ（例えば、複数のFPGA、及びCPUとFPGAとの組み合わせ等）で実行してもよい。また、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造は、より具体的には、半導体素子等の回路素子を組み合わせた電気回路である。

[0146] また、上記各実施形態では、管理プログラムが記憶装置に予め記憶（インストール）されている態様を説明したが、これに限定されない。プログラムは、CD-ROM、DVD-ROM、ブルーレイディスク、USBメモリ等の記憶媒体に記憶された形態で提供されてもよい。また、プログラムは、ネットワークを介して外部装置からダウンロードされる形態としてもよい。

[0147] 以下に、本開示に関する付記項を記載する。

[0148] （付記項1）

複数の移動機の各々の運行を管理する管理装置と、前記複数の移動機とを含む運行管理システムであって、

前記管理装置は、

前記複数の移動機の各々について、前記移動機が各経由点を通過する時刻を含む運行計画を策定し、前記複数の移動機の各々に策定した運行計画を送信する策定部と、

前記複数の移動機の各々から、各時刻における、少なくとも前記移動機の位置を含む前記移動機の状態を示す状態情報を取得し、取得した前記状態情報が示す前記移動機の運行実績と前記運行計画との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定する判定部と、

前記運行計画の修正が必要であると判定された場合に、前記移動機が各経路点を通過する時刻を修正した修正情報を作成し、作成した前記修正情報を前記複数の移動機の各々に送信する修正部と、を含み、

前記移動機は、

前記管理装置から送信された前記運行計画及び前記修正情報を取得する取得部と、

前記運行計画及び前記修正情報に基づいて、前記移動機の動作を制御する制御部と、

自機の状態を示す前記状態情報を取得して、取得した前記状態情報を前記管理装置へ送信する送信部と、を含む、

運行管理システム。

[0149] (付記項 2)

前記修正部は、同一の領域に進入する 2 以上の移動機において、前記 2 以上の移動機の各々の進行方向、及び前記 2 以上の移動機の各々が前記同一の領域を通過するための所要時間に基づいて、前記同一の領域における前記 2 以上の移動機の干渉を回避するための条件を満たすように、前記 2 以上の移動機の各々が前記同一の領域の進入口となる経路点を通過する時刻を計算することにより、前記修正情報を作成する付記項 1 に記載の運行管理システム。

[0150] (付記項 3)

前記判定部は、前記運行実績と前記運行計画との差が第 1 閾値以上の場合に、前記運行計画の修正が必要であると判定する付記項 1 又は付記項 2 に記載の運行管理システム。

[0151] (付記項 4)

前記判定部は、前記運行実績と前記運行計画との差が、前記第 1 閾値よりも大きい第 2 閾値以上の場合に、前記運行計画を再策定すると判定し、

前記策定部は、前記判定部が前記運行計画を再策定すると判定した場合、前記判定部が取得した前記状態情報に基づいて、前記運行計画を再策定する付記項 3 に記載の運行管理システム。

[0152] (付記項 5)

前記策定部は、前記運行計画を再策定する場合、現在時刻から所定時間後までは現在の運行計画に従って移動機が動作するように運行計画を再策定する付記項 4 に記載の運行管理システム。

[0153] (付記項 6)

前記運行計画は、所定の経由点における前記移動機による作業を含み、前記判定部は、取得した前記状態情報に基づく前記作業の進捗率から前記作業の完了時刻を予測し、予測した前記完了時刻が、前記運行計画で策定されている前記作業の完了時刻を超える場合に、前記運行計画の修正が必要であると判定する

付記項 1 ～付記項 5 のいずれか 1 項に記載の運行管理システム。

[0154] (付記項 7)

前記複数の移動機のいずれかを親移動機とし、前記親移動機は、前記判定部及び前記修正部を含む付記項 1 ～付記項 6 のいずれか 1 項に記載の運行管理システム。

[0155] (付記項 8)

前記判定部は、取得した前記状態情報と、前記移動機が現在走行中の領域を通過するための所要時間とに基づいて、前記走行中の領域から次の領域への進入口となる次の経由点を通過する時刻を予測し、予測した時刻と、前記運行計画における前記次の経由点を通過する時刻との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定する付記項 1 ～付記項 7 のいずれか 1 項に記載の運行管理システム。

[0156] (付記項 9)

前記送信部は、自機が現在走行中の領域を通過するための所要時間に基づいて、前記走行中の領域から次の領域への進入口となる次の経由点を通過する時刻を予測し、予測した時刻を含む前記状態情報を取得して、取得した前記状態情報を前記管理装置へ送信し、

前記判定部は、前記予測した時刻を前記運行実績とし、前記運行実績と前記運行計画との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定する付記項 1 ～付記項 7 のいずれか 1 項に記載の運行管理システム。

[0157] (付記項 10)

前記制御部は、自機が現在走行中の領域を通過するための所要時間に基づいて、前記走行中の領域から次の領域への進入口となる次の経由点を通過する時刻を予測し、予測した時刻が、前記運行計画が示す前記次の経由点を通過する時刻よりも早い場合、前記次の経由点の手前で前記移動機を待機させるか、又は、前記移動機の下げるように制御し、予測した時刻が、前記運行計画が示す前記次の経由点を通過する時刻よりも遅い場合、前記移動機をそのまま通過させるか、又は、前記移動機の上げるように制御する付記項 1 ～付記項 9 のいずれか 1 項に記載の運行管理システム。

[0158] (付記項 11)

複数の移動機の各々について、前記移動機が各経由点を通過する時刻を含む運行計画を策定し、前記複数の移動機の各々に策定した運行計画を送信する策定部と、

前記複数の移動機の各々から、各時刻における、少なくとも前記移動機的位置を含む前記移動機の状態を示す状態情報を取得し、取得した前記状態情報が示す前記移動機の運行実績と前記運行計画との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定する判定部と、

前記運行計画の修正が必要であると判定された場合に、前記移動機が各経由点を通過する時刻を修正した修正情報を作成し、作成した前記修正情報を前記複数の移動機の各々に送信する修正部と、

を含む管理装置。

[0159] (付記項 1 2)

複数の移動機の各々について、前記移動機が各経由点を通過する時刻を含む運行計画を策定し、前記複数の移動機の各々に策定した運行計画を送信し、

前記複数の移動機の各々から、各時刻における、少なくとも前記移動機の位置を含む前記移動機の状態を示す状態情報を取得し、取得した前記状態情報が示す前記移動機の運行実績と前記運行計画との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定し、

前記運行計画の修正が必要であると判定された場合に、前記移動機が各経由点を通過する時刻を修正した修正情報を作成し、作成した前記修正情報を前記複数の移動機の各々に送信する

処理をコンピュータが実行する管理方法。

[0160] (付記項 1 3)

コンピュータを、

複数の移動機の各々について、前記移動機が各経由点を通過する時刻を含む運行計画を策定し、前記複数の移動機の各々に策定した運行計画を送信する策定部、

前記複数の移動機の各々から、各時刻における、少なくとも前記移動機の位置を含む前記移動機の状態を示す状態情報を取得し、取得した前記状態情報が示す前記移動機の運行実績と前記運行計画との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定する判定部、及び、

前記運行計画の修正が必要であると判定された場合に、前記移動機が各経由点を通過する時刻を修正した修正情報を作成し、作成した前記修正情報を前記複数の移動機の各々に送信する修正部

として機能させるための管理プログラム。

符号の説明

[0161] 1 0、2 1 0、3 1 0、4 1 0 管理装置

1 2、3 2 C P U

14、34 メモリ
16、36 記憶装置
18 入力装置
20 出力装置
22、42 記憶媒体読取装置
24、44 通信 I / F
26、46 バス
30、330、430、530 移動機
330A 親移動機
330B 子移動機
38 駆動機構
40 センサ
52、252、352 策定部
54、254、354、454 判定部
56、256、356 修正部
62、362A、362B 取得部
64、564 制御部
66、466 送信部
68 運行計画DB
100、200、300、400、500 運行管理システム

請求の範囲

- [請求項1] 複数の移動機の各々の運行を管理する管理装置と、前記複数の移動機とを含む運行管理システムであって、
- 前記管理装置は、
- 前記複数の移動機の各々について、前記移動機が各経路点を通過する時刻を含む運行計画を策定し、前記複数の移動機の各々に策定した運行計画を送信する策定部と、
- 前記複数の移動機の各々から、各時刻における、少なくとも前記移動機の位置を含む前記移動機の状態を示す状態情報を取得し、取得した前記状態情報が示す前記移動機の運行実績と前記運行計画との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定する判定部と、
- 前記運行計画の修正が必要であると判定された場合に、前記移動機が各経路点を通過する時刻を修正した修正情報を作成し、作成した前記修正情報を前記複数の移動機の各々に送信する修正部と、を含み、
- 前記移動機は、
- 前記管理装置から送信された前記運行計画及び前記修正情報を取得する取得部と、
- 前記運行計画及び前記修正情報に基づいて、前記移動機の動作を制御する制御部と、
- 自機の状態を示す前記状態情報を取得して、取得した前記状態情報を前記管理装置へ送信する送信部と、を含む、
- 運行管理システム。
- [請求項2] 前記修正部は、同一の領域に進入する2以上の移動機において、前記2以上の移動機の各々の進行方向、及び前記2以上の移動機の各々が前記同一の領域を通過するための所要時間に基づいて、前記同一の領域における前記2以上の移動機の干渉を回避するための条件を満たすように、前記2以上の移動機の各々が前記同一の領域の進入口とな

る経由点を通過する時刻を計算することにより、前記修正情報を作成する請求項 1 に記載の運行管理システム。

[請求項3] 前記判定部は、前記運行実績と前記運行計画との差が第 1 閾値以上の場合に、前記運行計画の修正が必要であると判定する請求項 1 又は請求項 2 に記載の運行管理システム。

[請求項4] 前記判定部は、前記運行実績と前記運行計画との差が、前記第 1 閾値よりも大きい第 2 閾値以上の場合に、前記運行計画を再策定すると判定し、

前記策定部は、前記判定部が前記運行計画を再策定すると判定した場合、前記判定部が取得した前記状態情報に基づいて、前記運行計画を再策定する

請求項 3 に記載の運行管理システム。

[請求項5] 前記策定部は、前記運行計画を再策定する場合、現在時刻から所定時間後までは現在の運行計画に従って移動機が動作するように運行計画を再策定する請求項 4 に記載の運行管理システム。

[請求項6] 前記運行計画は、所定の経由点における前記移動機による作業を含み、

前記判定部は、取得した前記状態情報に基づく前記作業の進捗率から前記作業の完了時刻を予測し、予測した前記完了時刻が、前記運行計画で策定されている前記作業の完了時刻を超える場合に、前記運行計画の修正が必要であると判定する

請求項 1 又は請求項 2 に記載の運行管理システム。

[請求項7] 前記複数の移動機のいずれかを親移動機とし、前記親移動機は、前記判定部及び前記修正部を含む請求項 1 又は請求項 2 に記載の運行管理システム。

[請求項8] 前記判定部は、取得した前記状態情報と、前記移動機が現在走行中の領域を通過するための所要時間とに基づいて、前記走行中の領域から次の領域への進入口となる次の経由点を通過する時刻を予測し、予

測した時刻と、前記運行計画における前記次の経由点を通過する時刻との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定する請求項 1 又は請求項 2 に記載の運行管理システム。

[請求項9] 前記送信部は、自機が現在走行中の領域を通過するための所要時間に基づいて、前記走行中の領域から次の領域への進入口となる次の経由点を通過する時刻を予測し、予測した時刻を含む前記状態情報を取得して、取得した前記状態情報を前記管理装置へ送信し、

前記判定部は、前記予測した時刻を前記運行実績とし、前記運行実績と前記運行計画との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定する

請求項 1 又は請求項 2 に記載の運行管理システム。

[請求項10] 前記制御部は、自機が現在走行中の領域を通過するための所要時間に基づいて、前記走行中の領域から次の領域への進入口となる次の経由点を通過する時刻を予測し、予測した時刻が、前記運行計画が示す前記次の経由点を通過する時刻よりも早い場合、前記次の経由点の手前で前記移動機を待機させるか、又は、前記移動機のを速度を下げるように制御し、予測した時刻が、前記運行計画が示す前記次の経由点を通過する時刻よりも遅い場合、前記移動機をそのまま通過させるか、又は、前記移動機のを速度を上げるように制御する請求項 1 又は請求項 2 に記載の運行管理システム。

[請求項11] 複数の移動機の各々について、前記移動機が各経由点を通過する時刻を含む運行計画を策定し、前記複数の移動機の各々に策定した運行計画を送信する策定部と、

前記複数の移動機の各々から、各時刻における、少なくとも前記移動機の位置を含む前記移動機の状態を示す状態情報を取得し、取得した前記状態情報が示す前記移動機の運行実績と前記運行計画との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定する判定部と、

前記運行計画の修正が必要であると判定された場合に、前記移動機

が各経路点を通過する時刻を修正した修正情報を作成し、作成した前記修正情報を前記複数の移動機の各々に送信する修正部と、
を含む管理装置。

[請求項12] 複数の移動機の各々について、前記移動機が各経路点を通過する時刻を含む運行計画を策定し、前記複数の移動機の各々に策定した運行計画を送信し、

前記複数の移動機の各々から、各時刻における、少なくとも前記移動機の位置を含む前記移動機の状態を示す状態情報を取得し、取得した前記状態情報が示す前記移動機の運行実績と前記運行計画との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定し、

前記運行計画の修正が必要であると判定された場合に、前記移動機が各経路点を通過する時刻を修正した修正情報を作成し、作成した前記修正情報を前記複数の移動機の各々に送信する

処理をコンピュータが実行する管理方法。

[請求項13] コンピュータを、

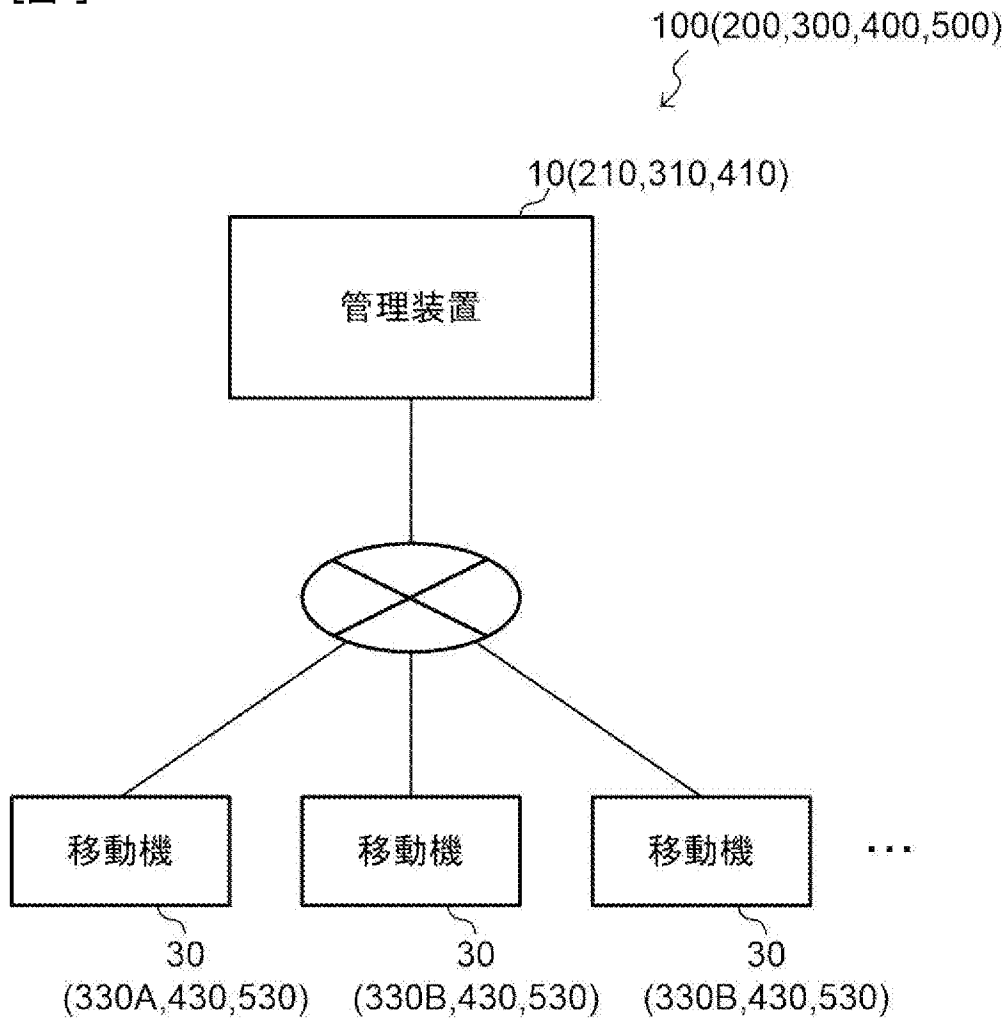
複数の移動機の各々について、前記移動機が各経路点を通過する時刻を含む運行計画を策定し、前記複数の移動機の各々に策定した運行計画を送信する策定部、

前記複数の移動機の各々から、各時刻における、少なくとも前記移動機の位置を含む前記移動機の状態を示す状態情報を取得し、取得した前記状態情報が示す前記移動機の運行実績と前記運行計画との差に基づいて、前記運行計画の修正が必要か否かを判定する判定部、及び、

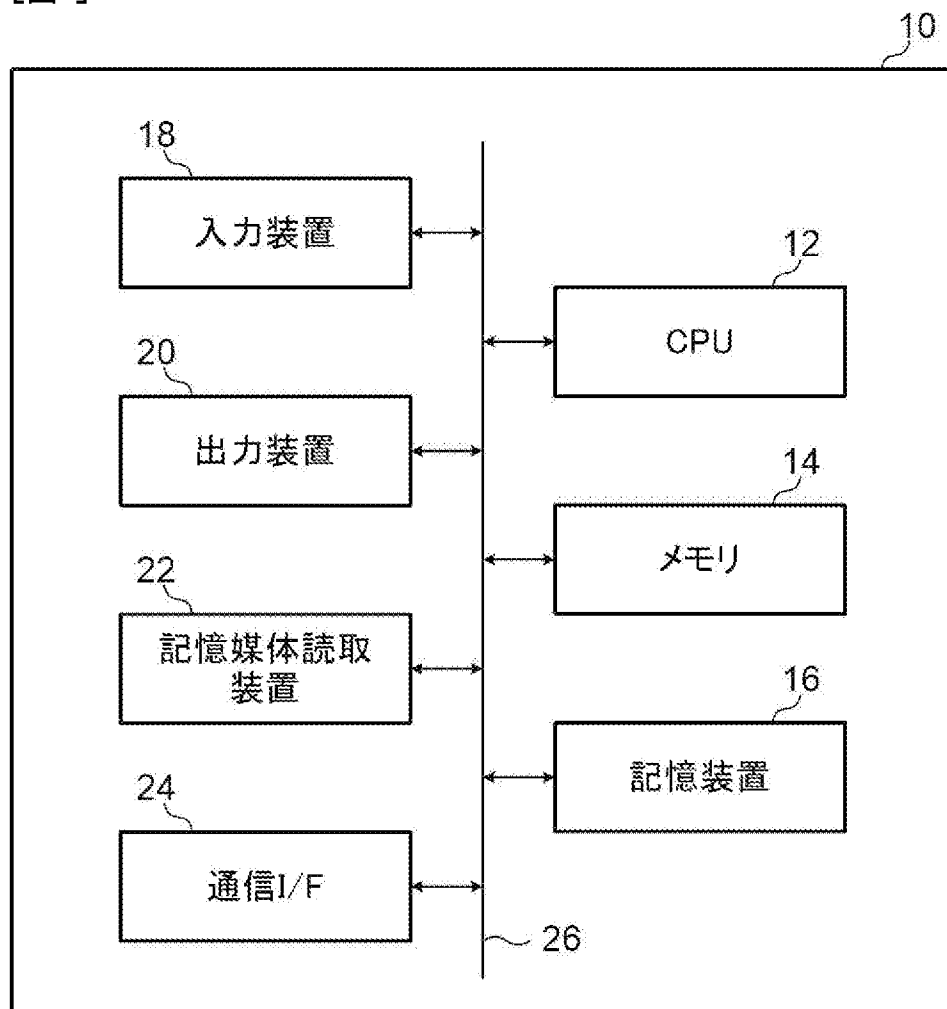
前記運行計画の修正が必要であると判定された場合に、前記移動機が各経路点を通過する時刻を修正した修正情報を作成し、作成した前記修正情報を前記複数の移動機の各々に送信する修正部

として機能させるための管理プログラム。

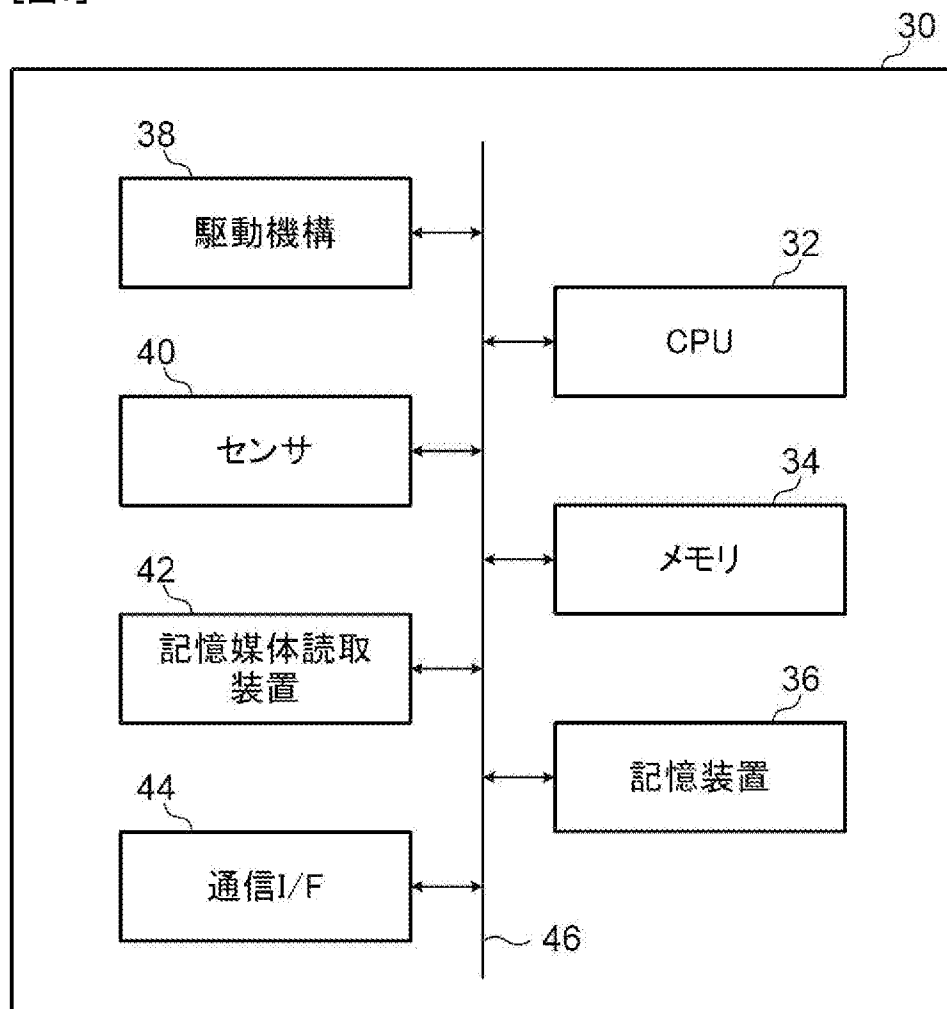
[図1]



[図2]



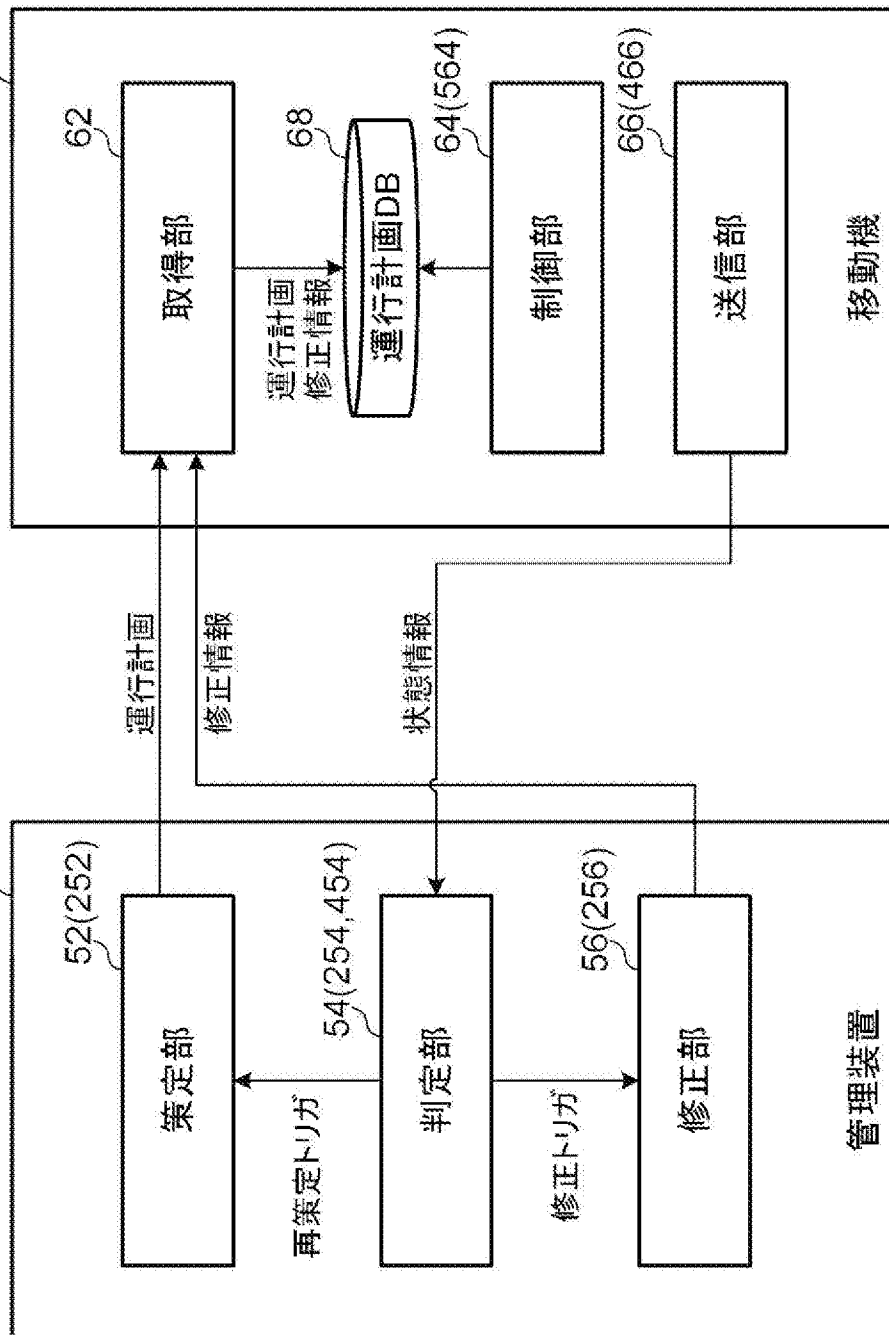
[図3]



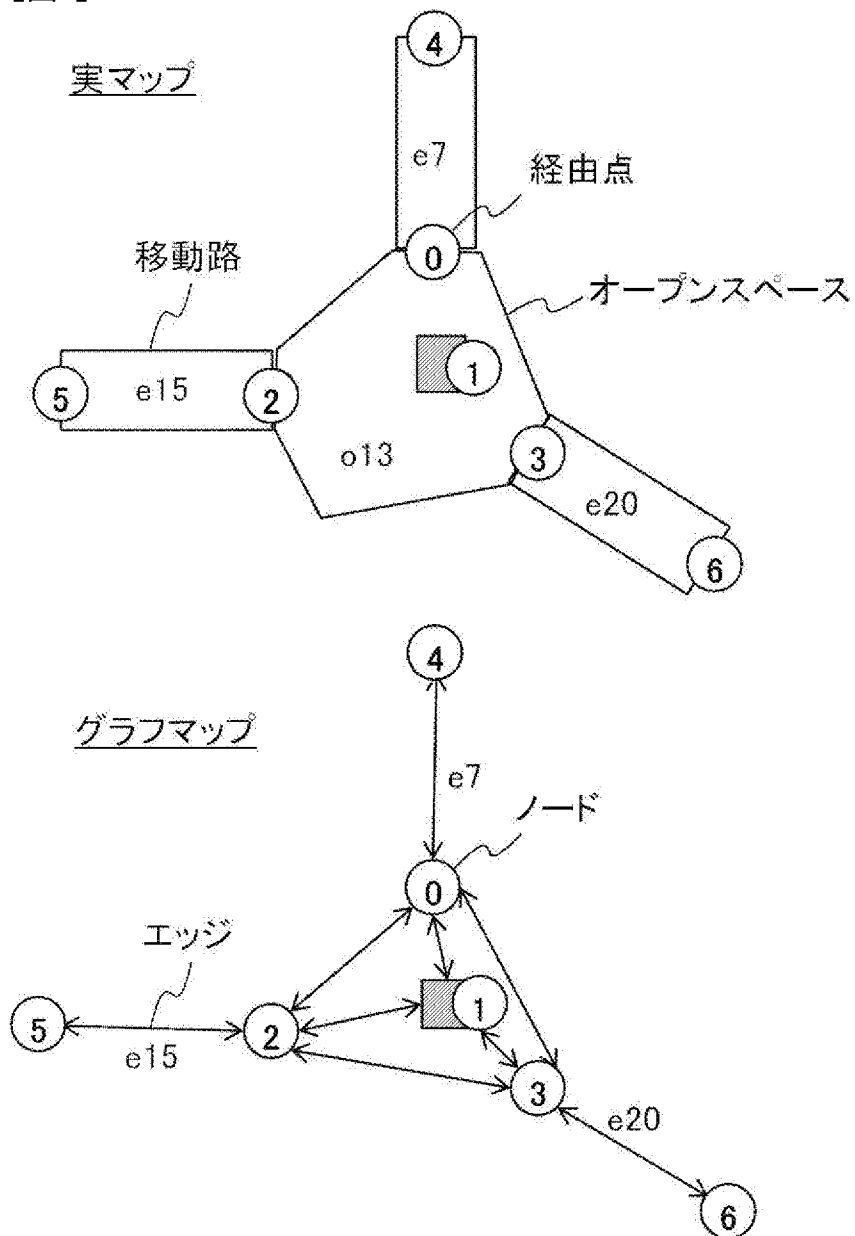
[図4]

30(430,530)

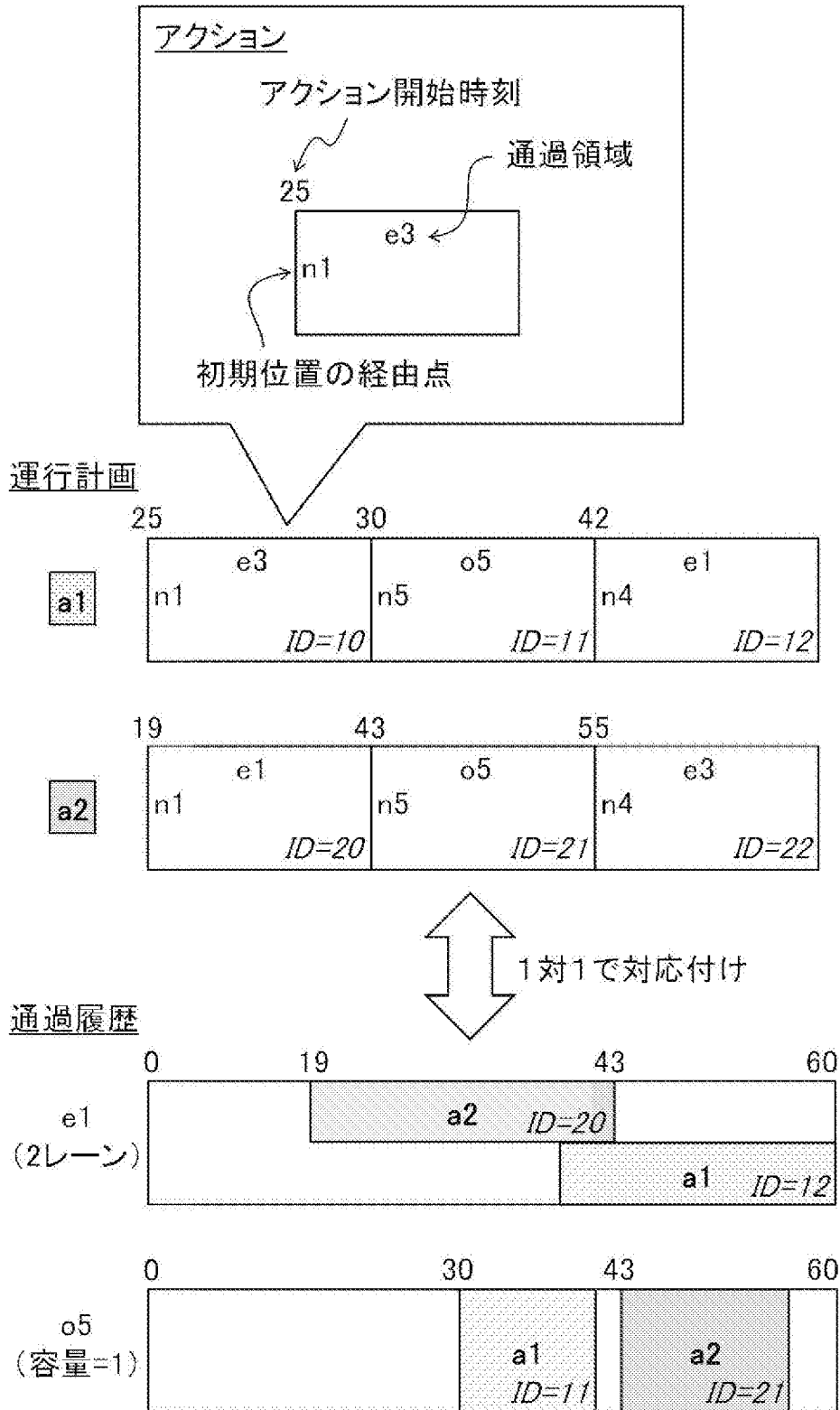
10(210,410)



[図5]

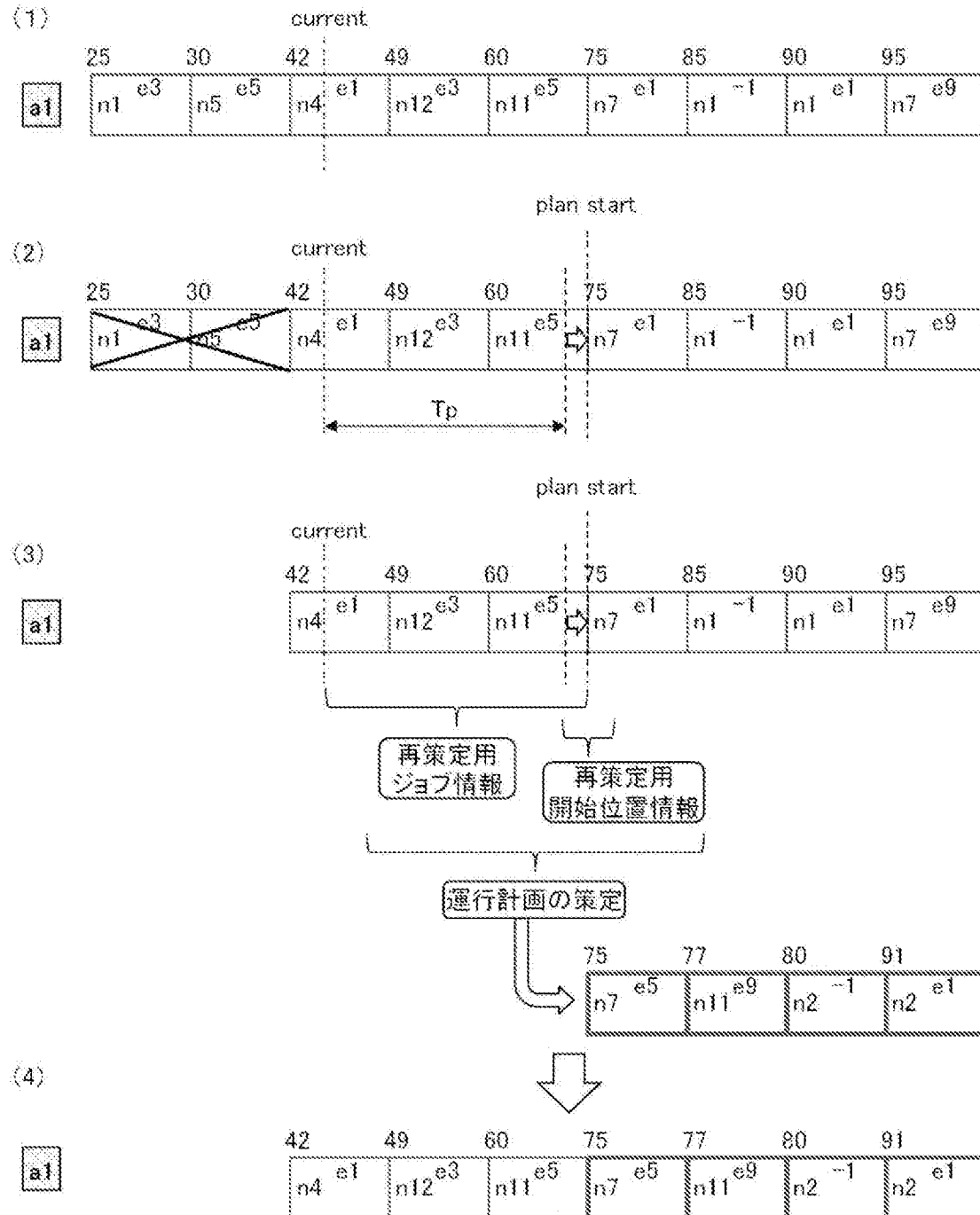


[図6]

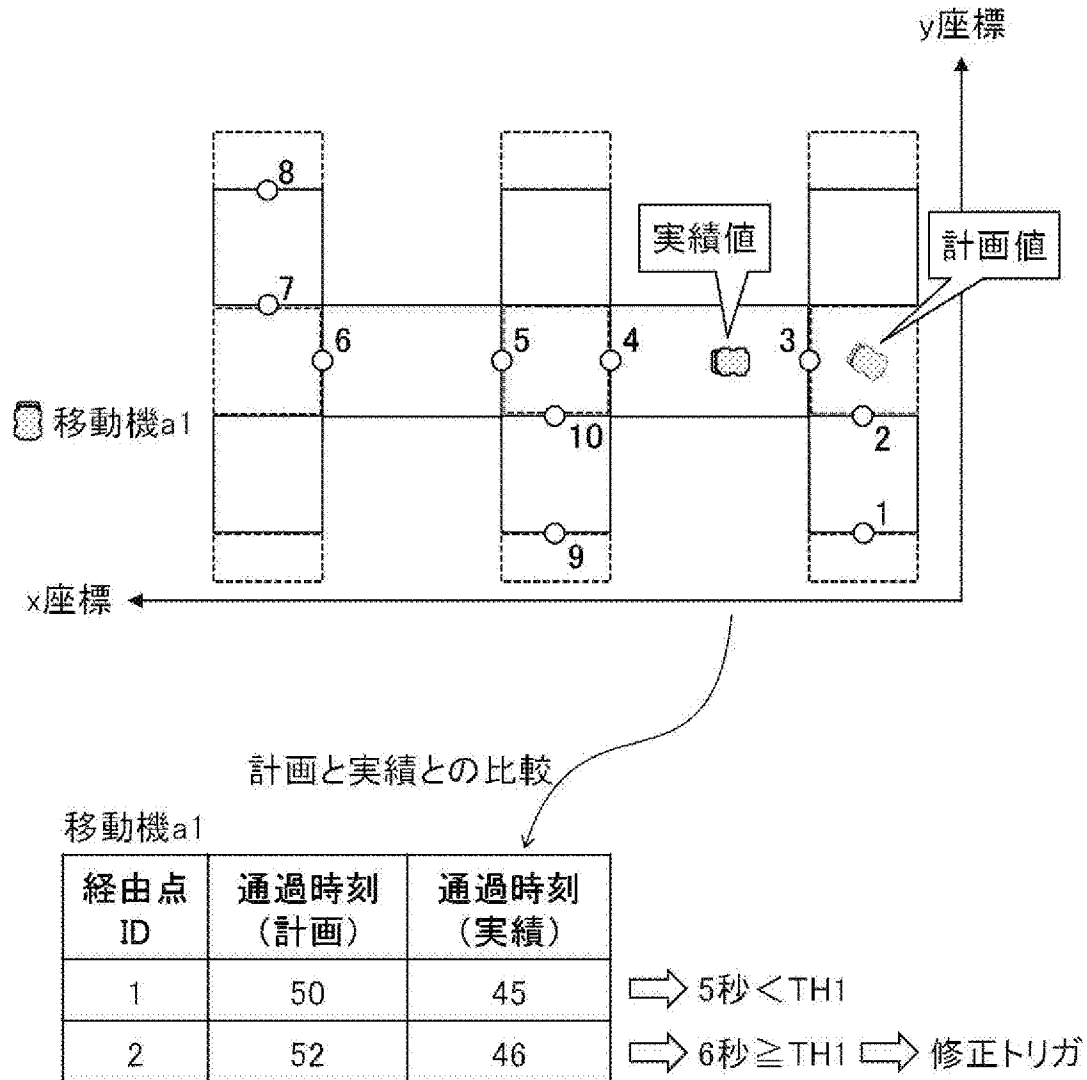


[図7]

運行計画



[図8]

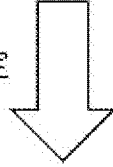


[図9]

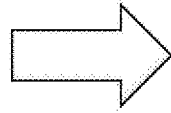
経由点 ID	通過時刻 (計画)	通過時刻 (実績)
1	50	41
2	52	42

⇒ 10 秒 ≥ TH2 ⇒ 再策定トリガ

再策定

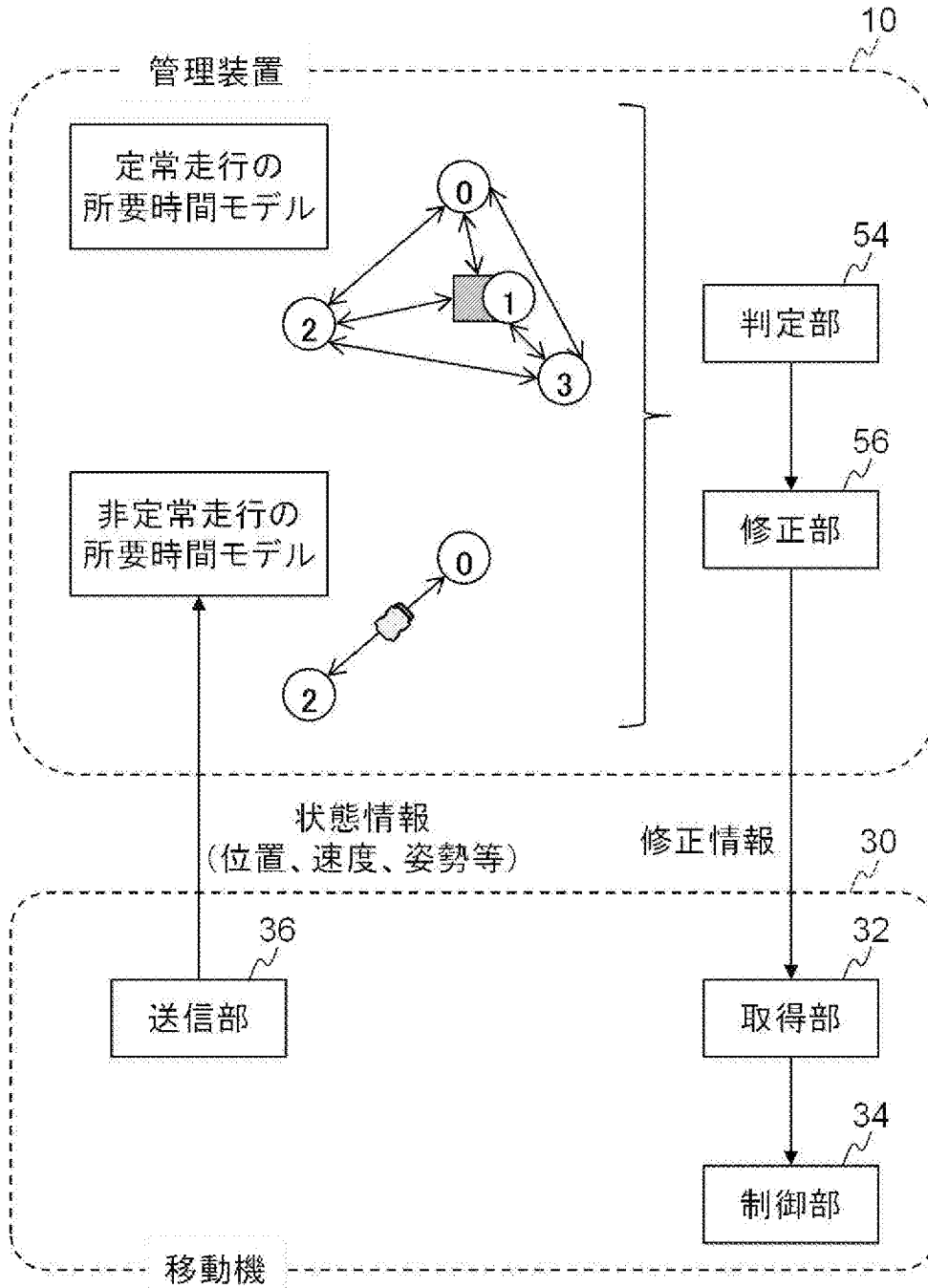


経由点 ID	通過時刻 (計画)
1	50
2	52
3	56
4	63
5	64
6	67
7	70
8	73

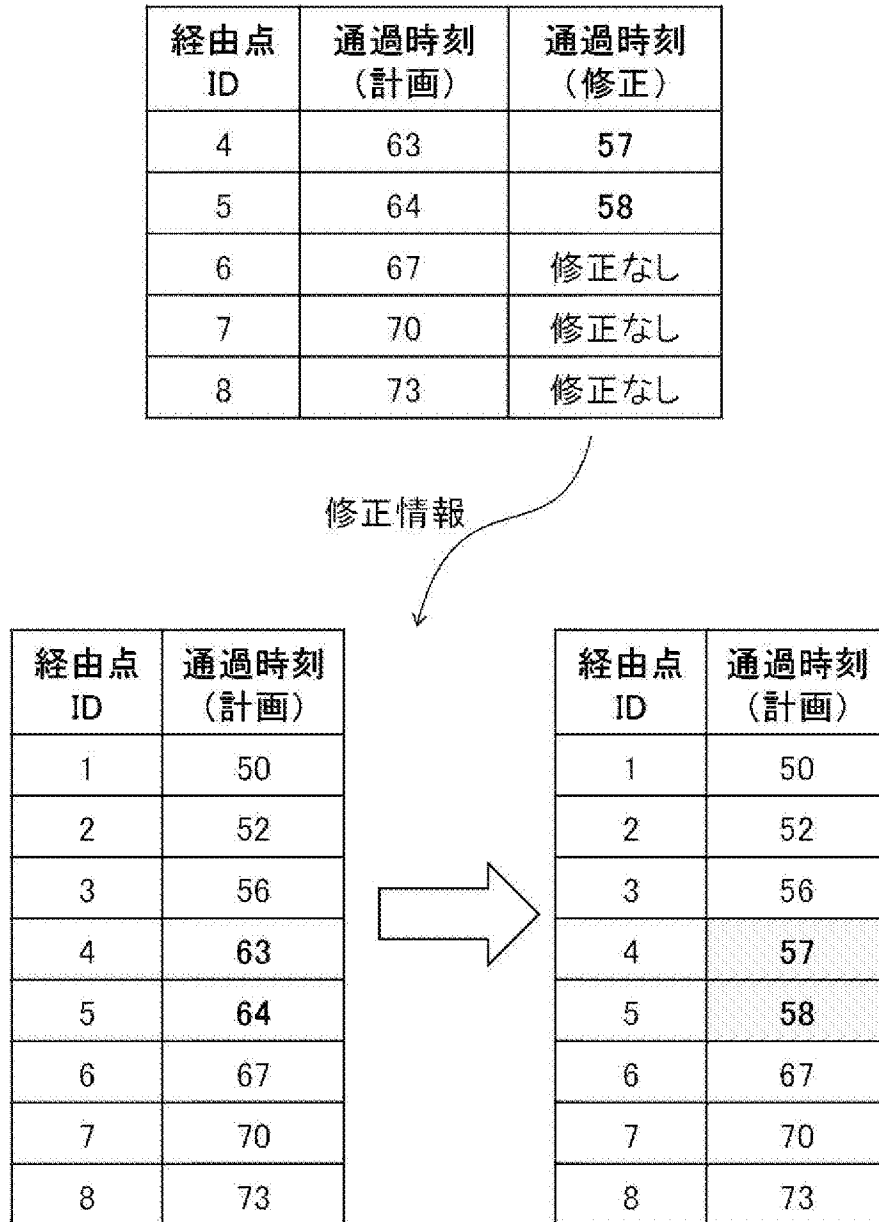


経由点 ID	通過時刻 (計画)
1	50
2	52
3	56
4	63
5	64
6	67
9	70
10	73

[図10]

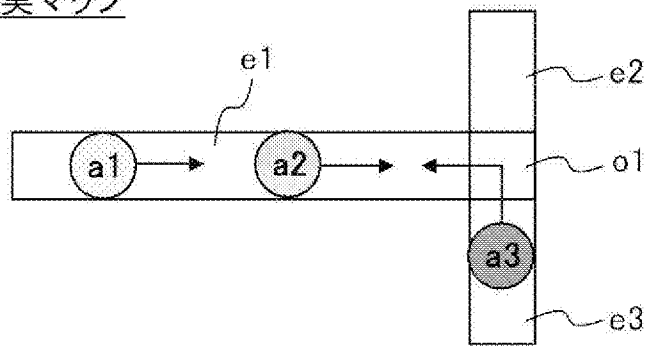


[図11]

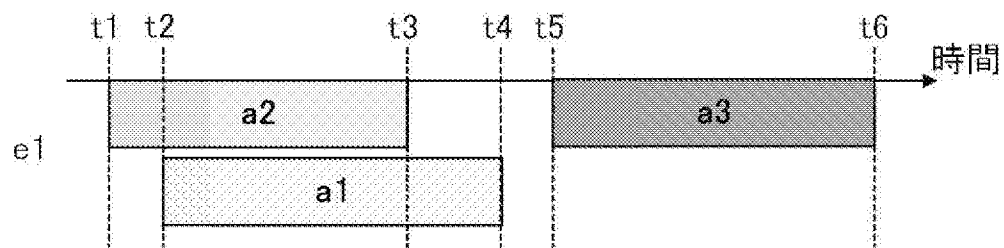


[図12]

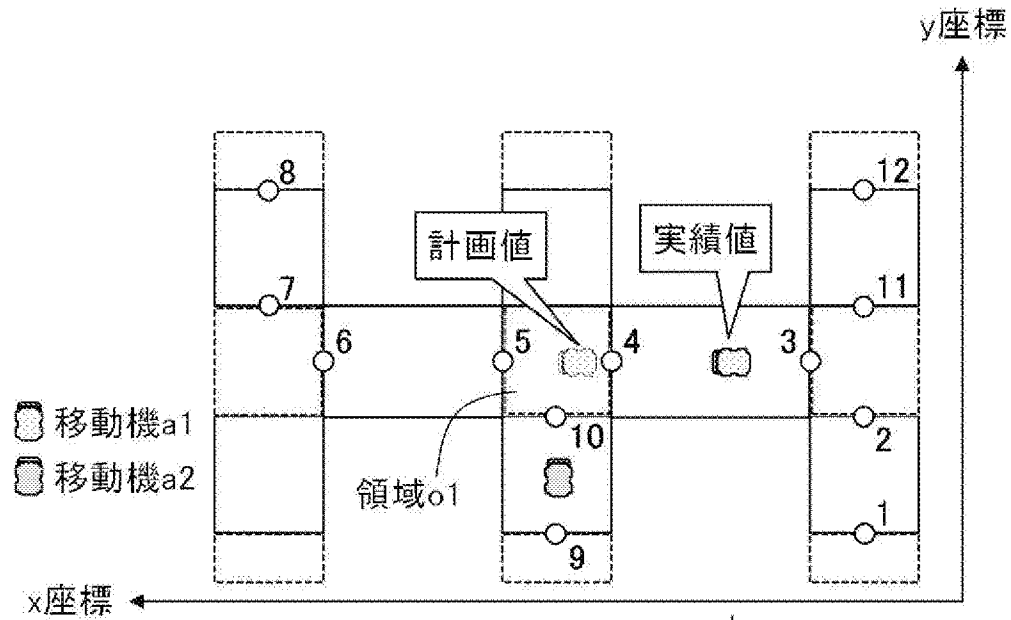
実マップ



通過履歴



[図13]



計画と実績との比較

移動機a1

経由点 ID	通過時刻 (計画)	通過時刻 (実績)
1	50	50
2	52	52
3	56	63

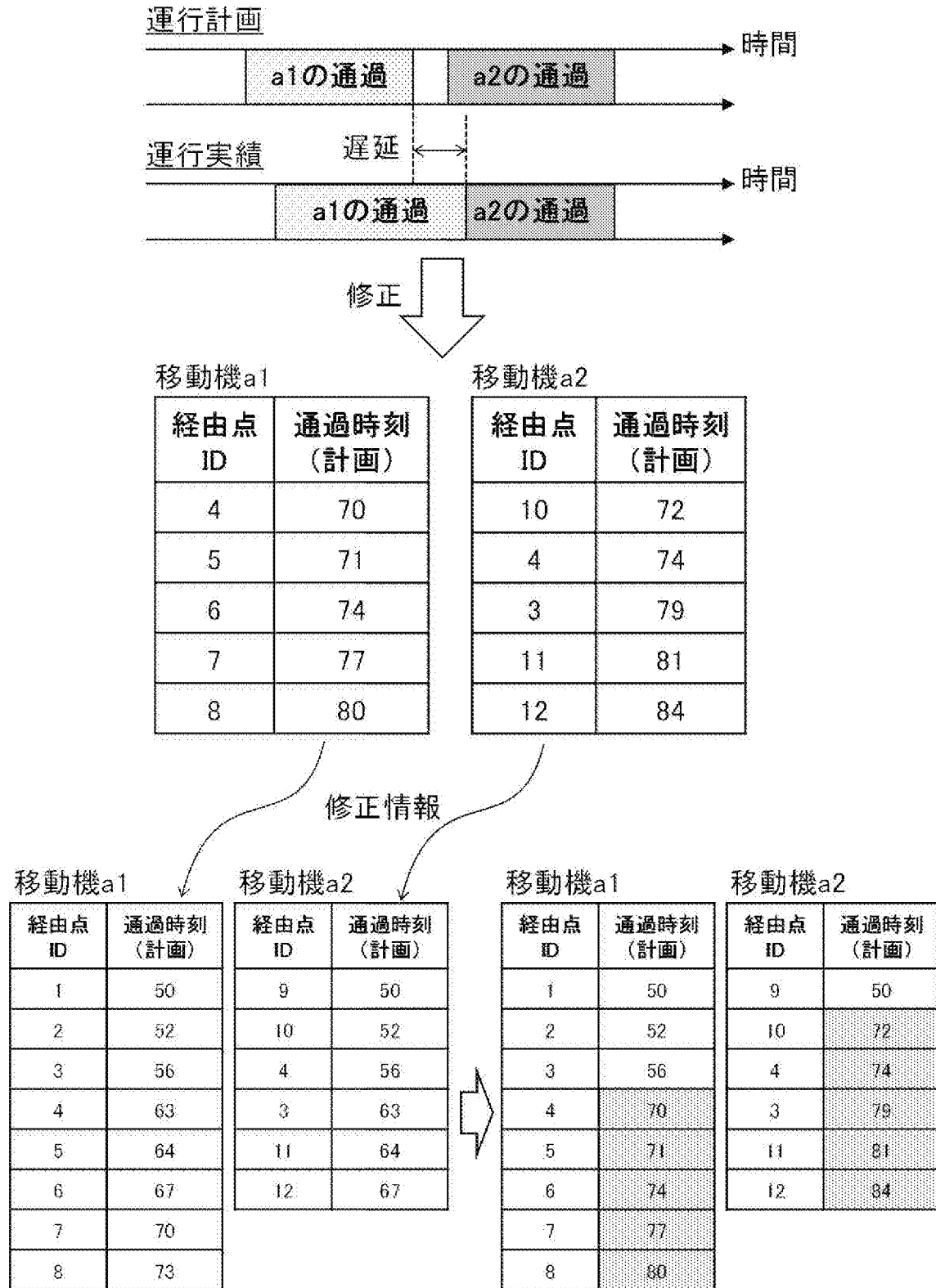
 $\Rightarrow 0 \text{ 秒} < \text{TH1}$ $\Rightarrow 0 \text{ 秒} < \text{TH1}$ $\Rightarrow 7 \text{ 秒} \geq \text{TH1} \Rightarrow \text{修正トリガ}$

移動機a2

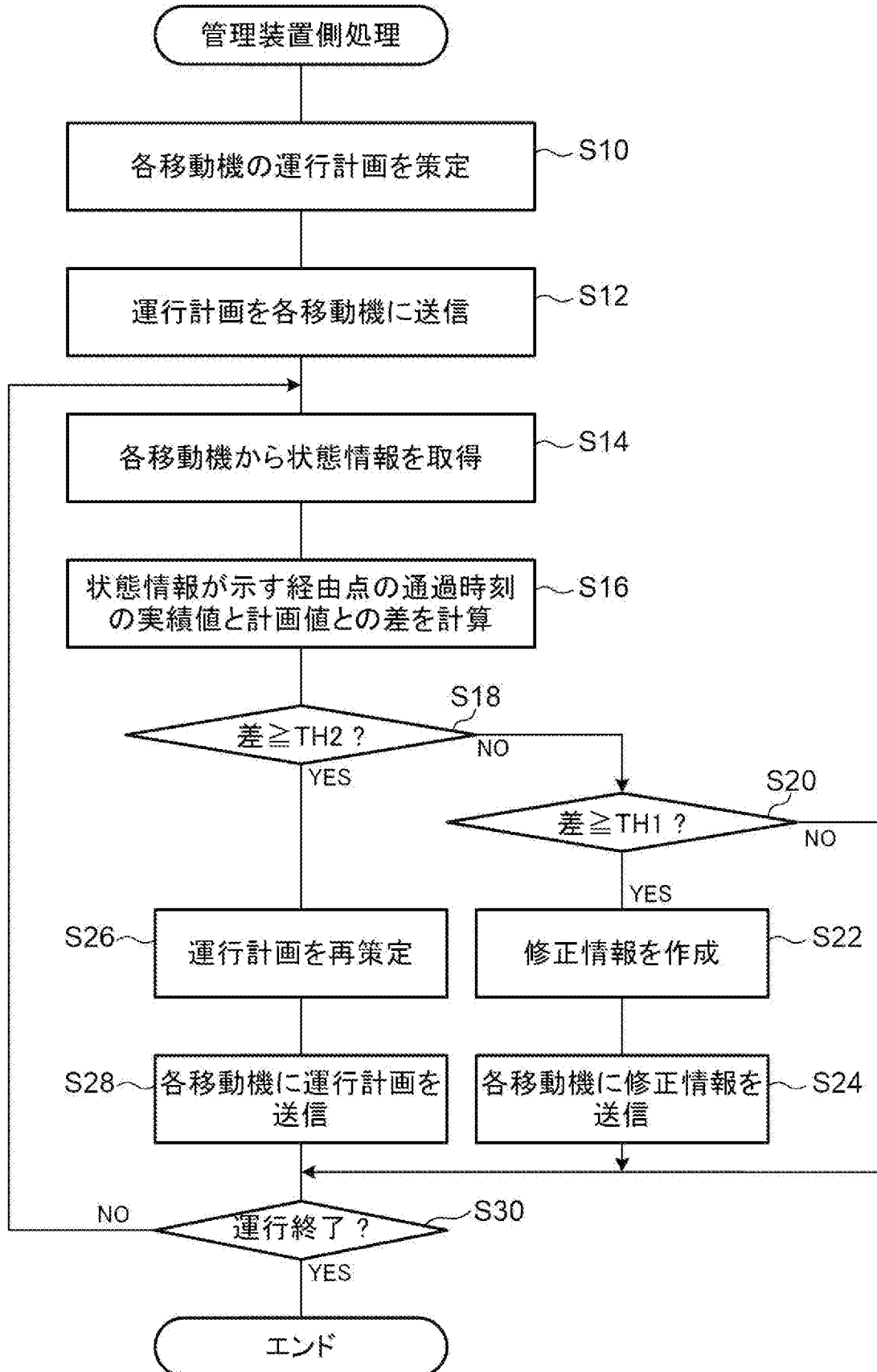
経由点 ID	通過時刻 (計画)	通過時刻 (実績)
9	50	51

 $\Rightarrow 1 \text{ 秒} < \text{TH1}$

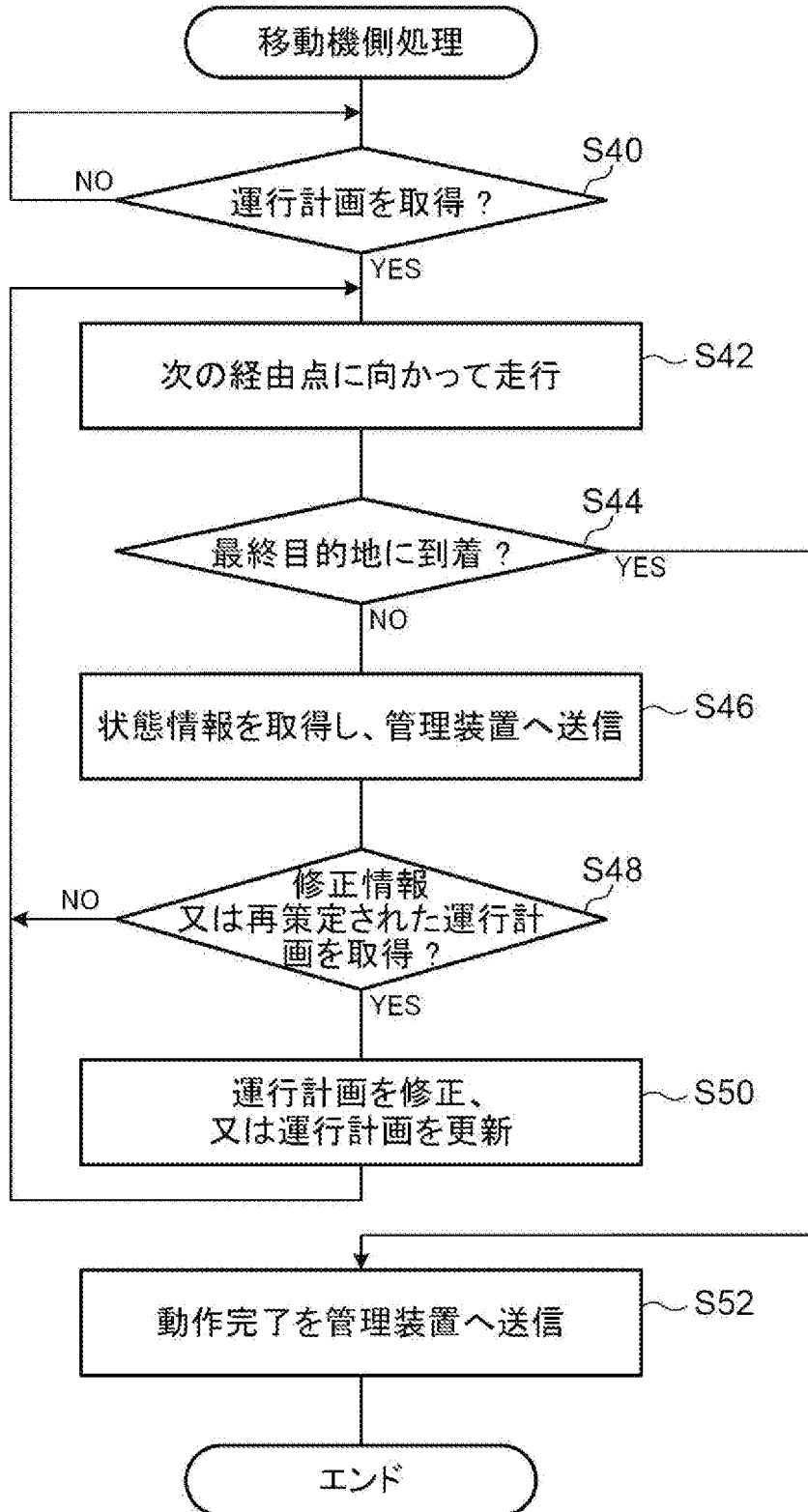
[図14]



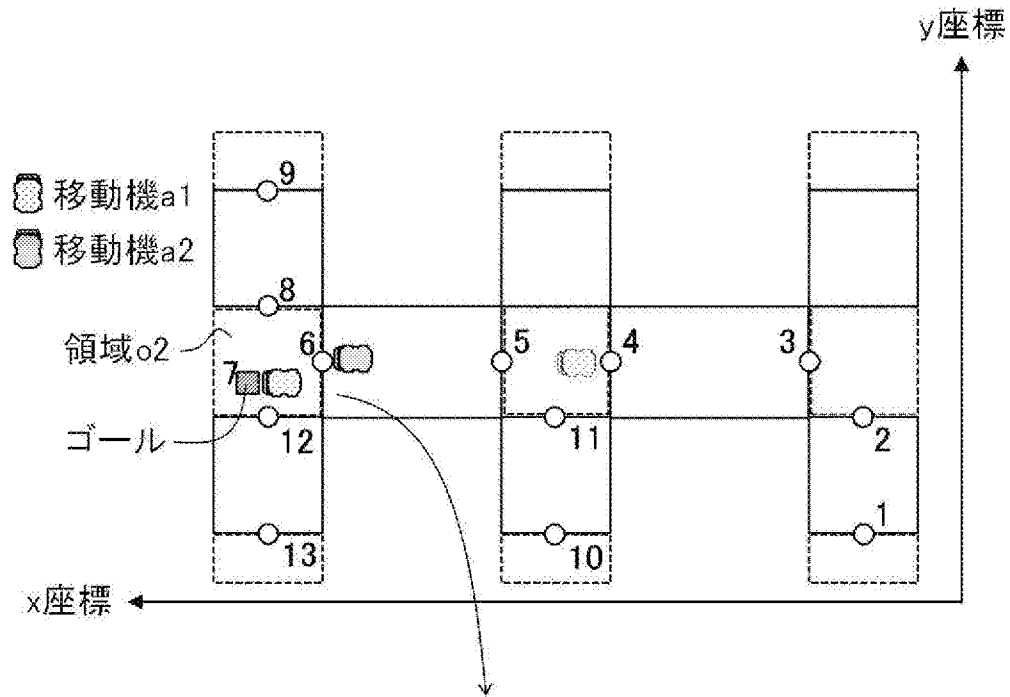
[図15]



[図16]



[図17]



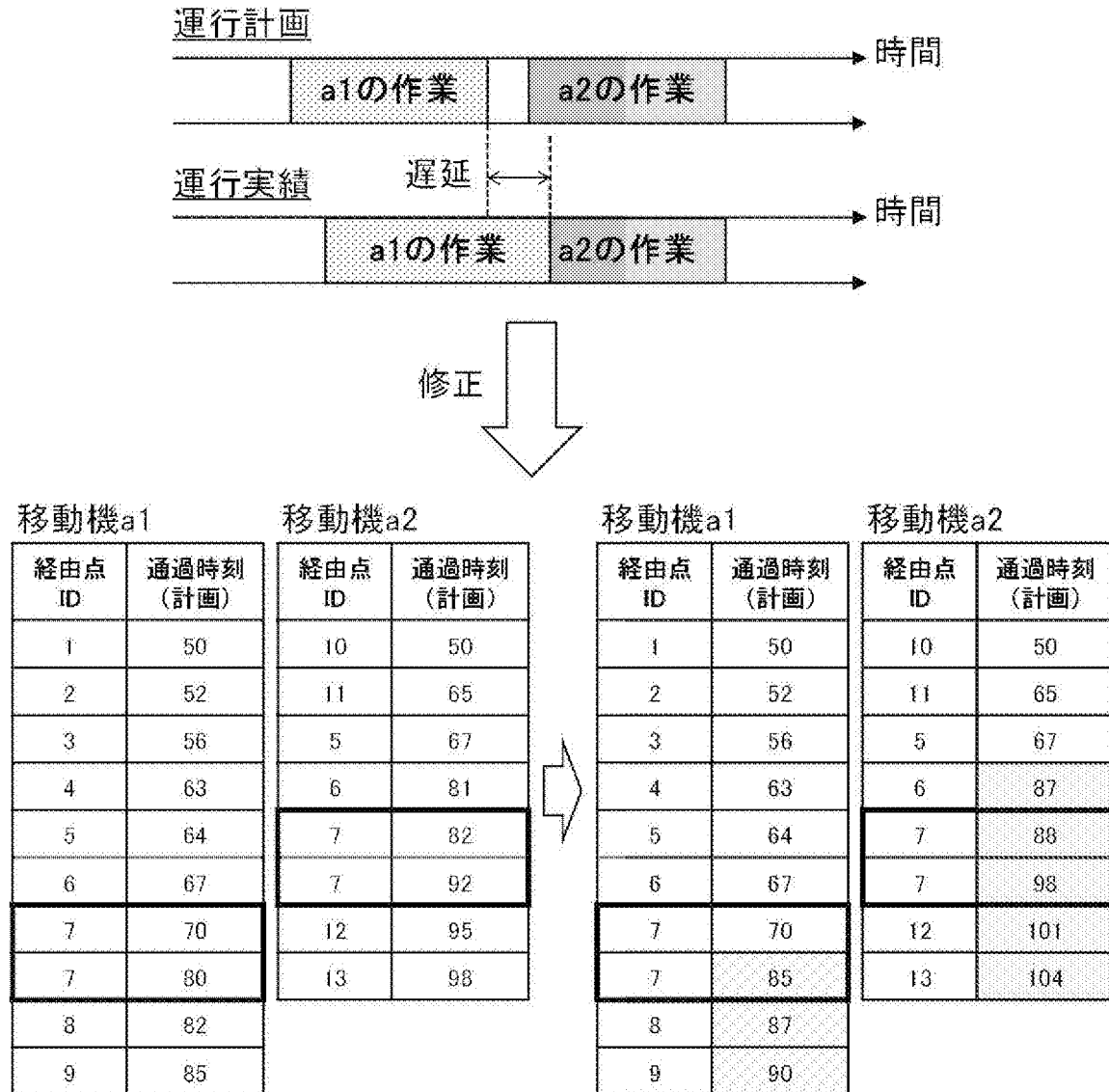
移動機a1

経路点 ID	通過時刻 (計画)
1	50
2	52
3	56
4	63
5	64
6	67
7	70
7	80
8	82
9	85

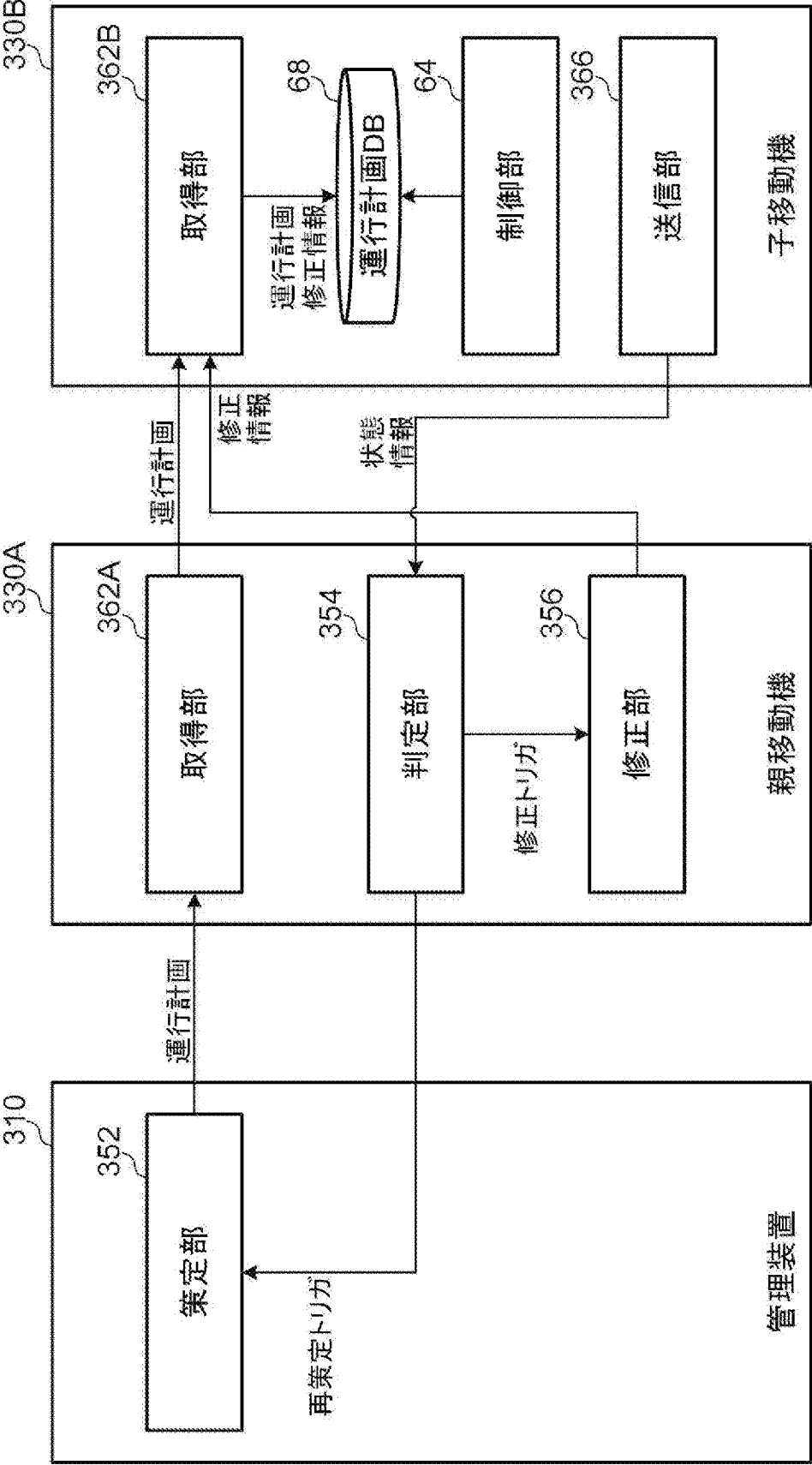
移動機a2

経路点 ID	通過時刻 (計画)
10	50
11	65
5	67
6	81
7	82
7	92
12	95
13	98

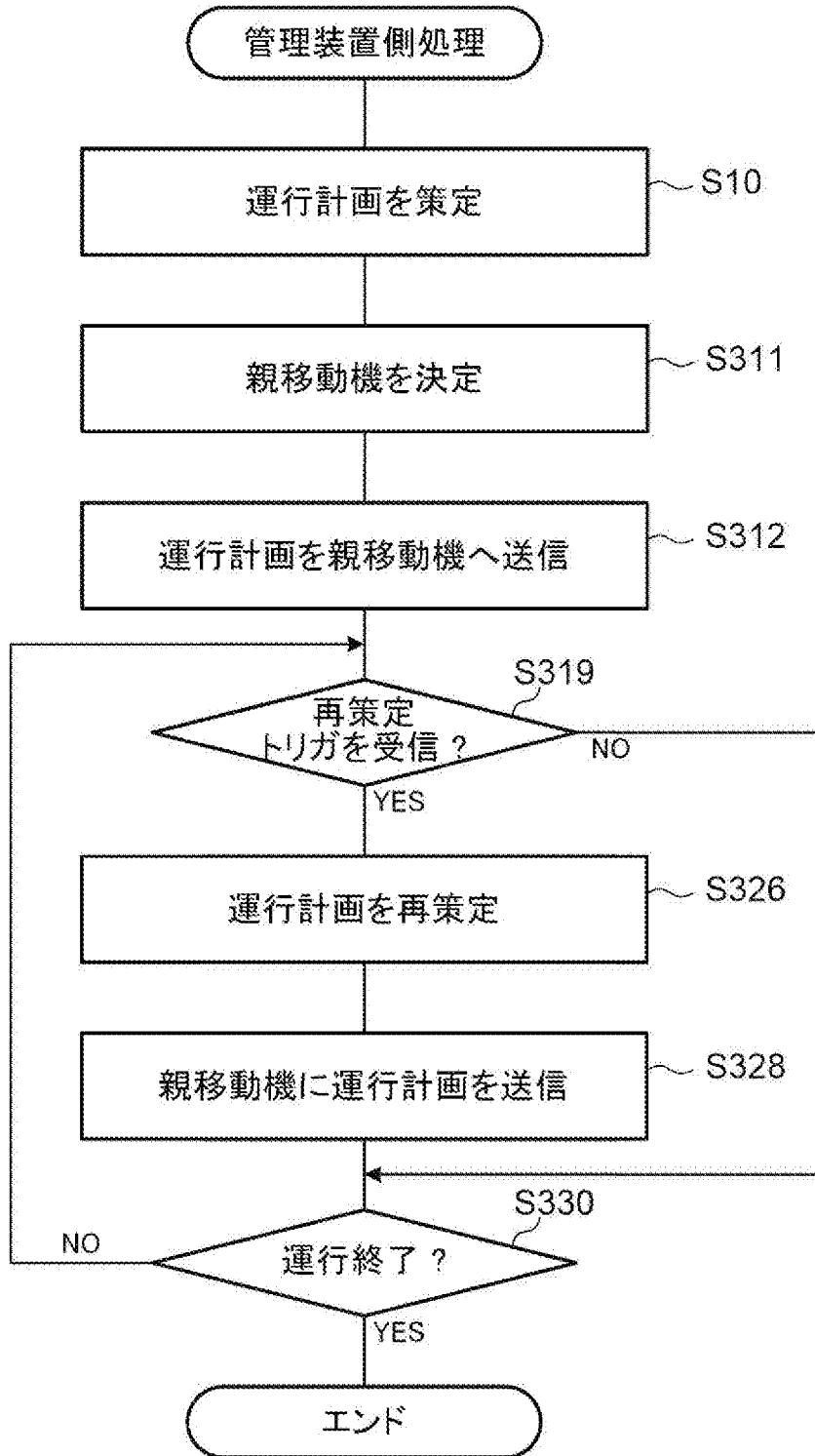
[図18]



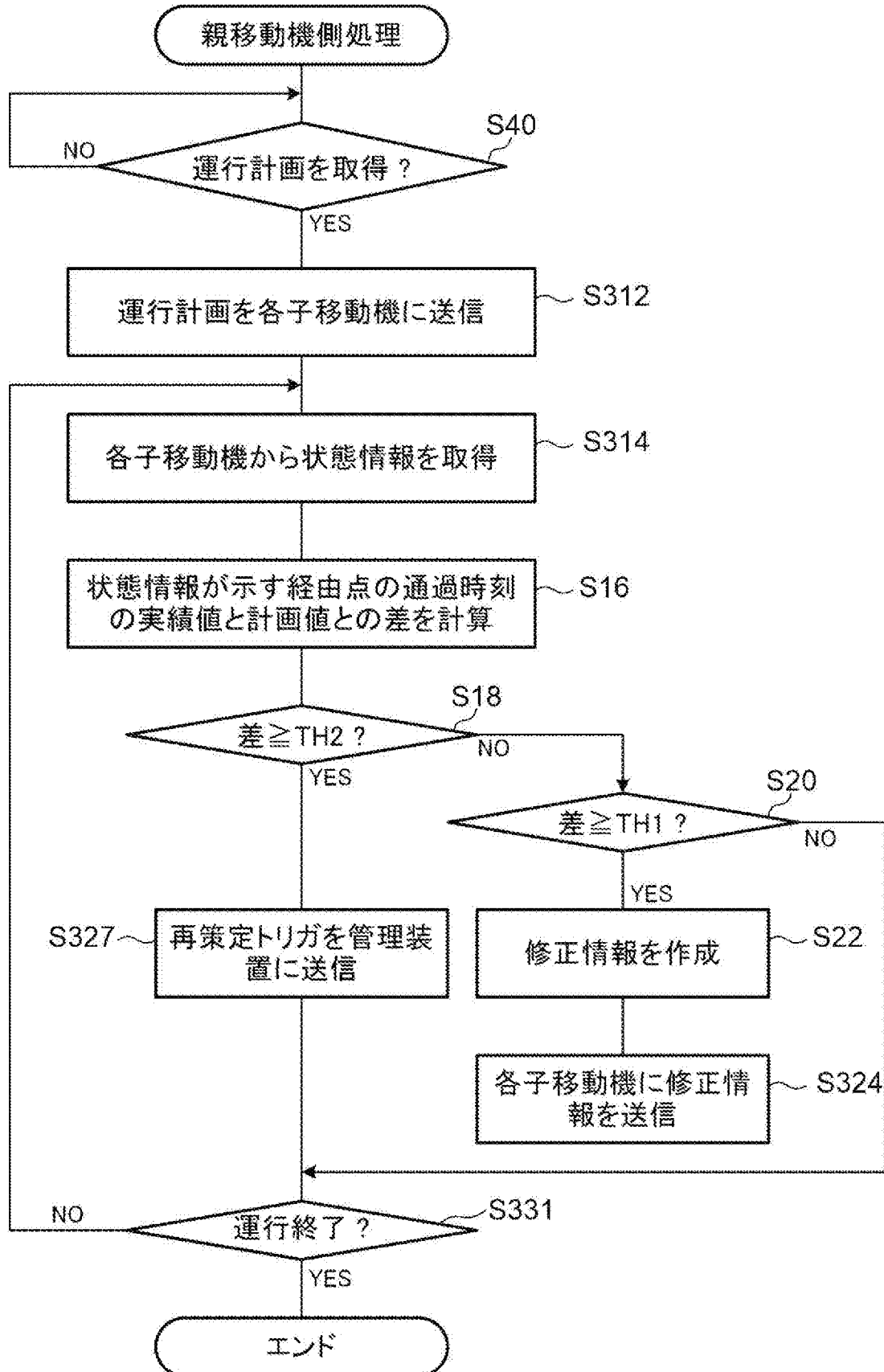
[図19]



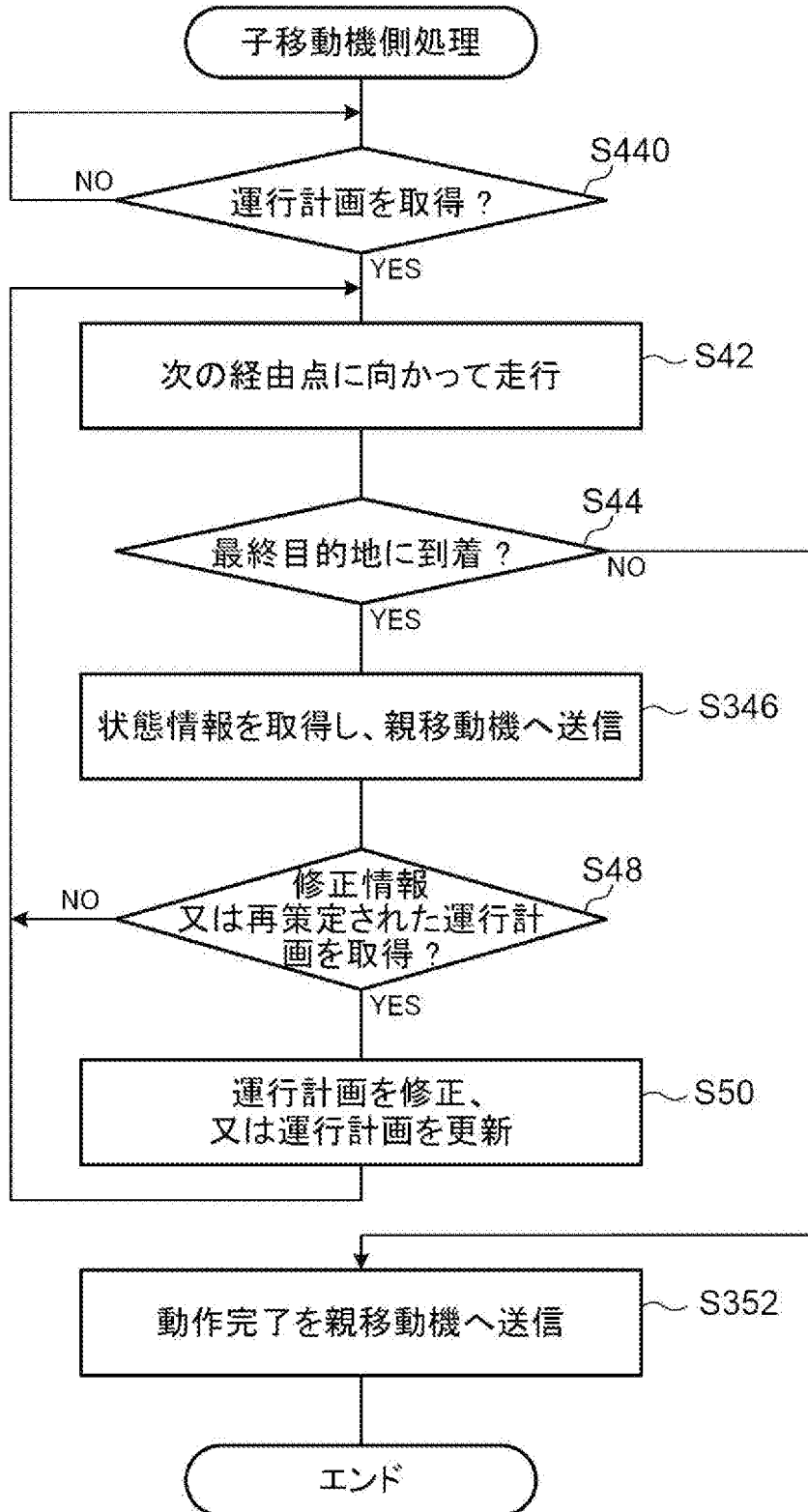
[図20]



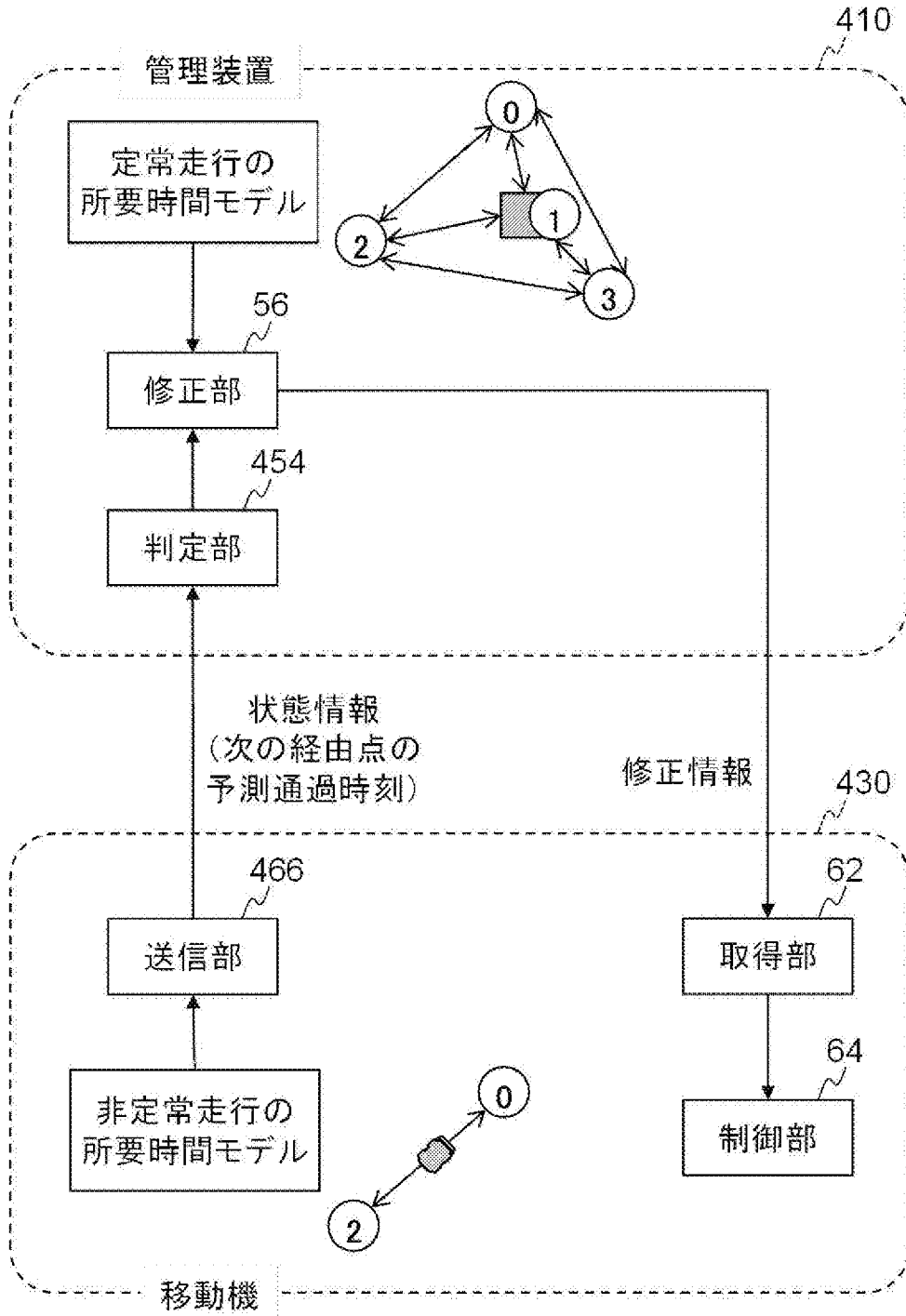
[図21]



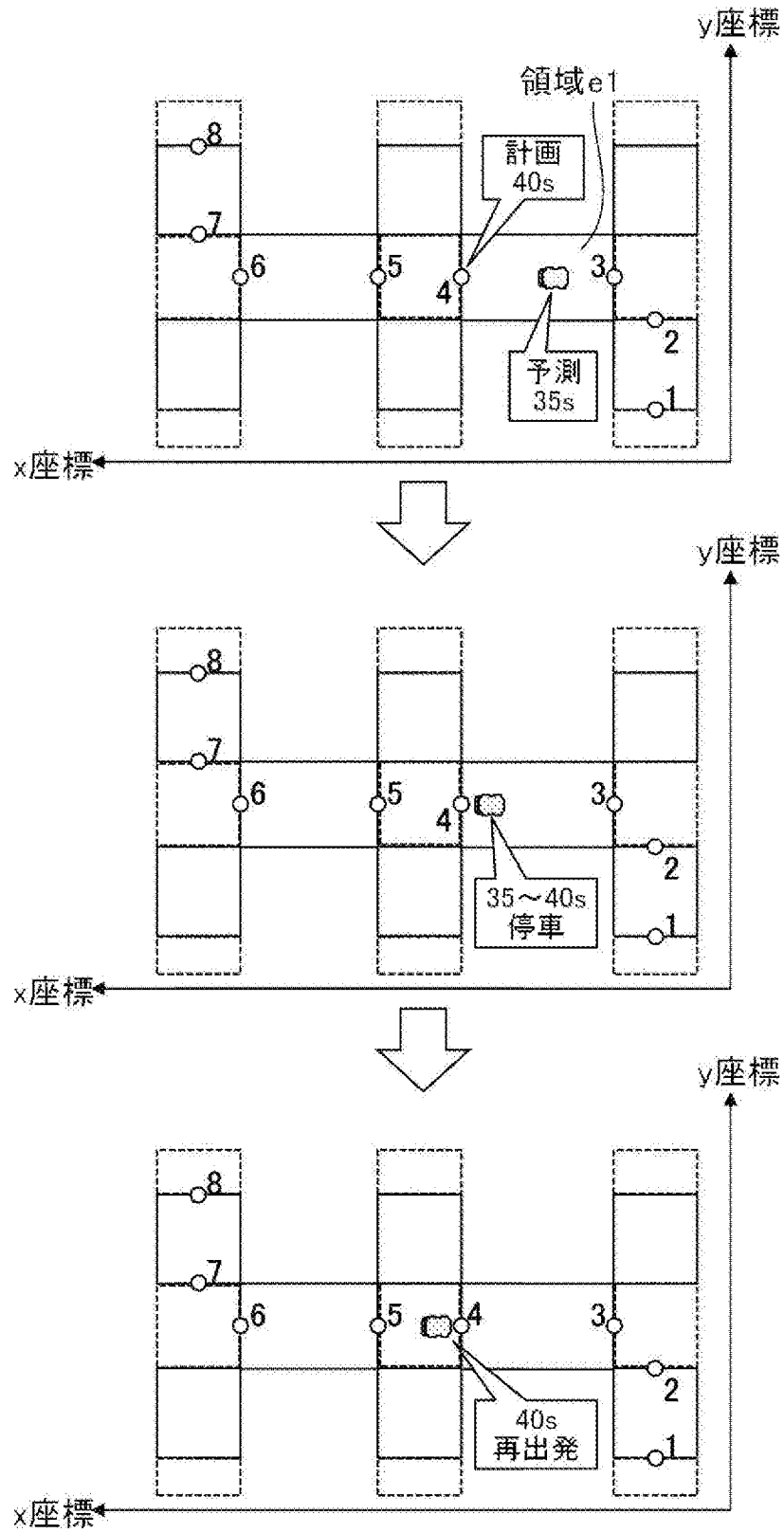
[図22]



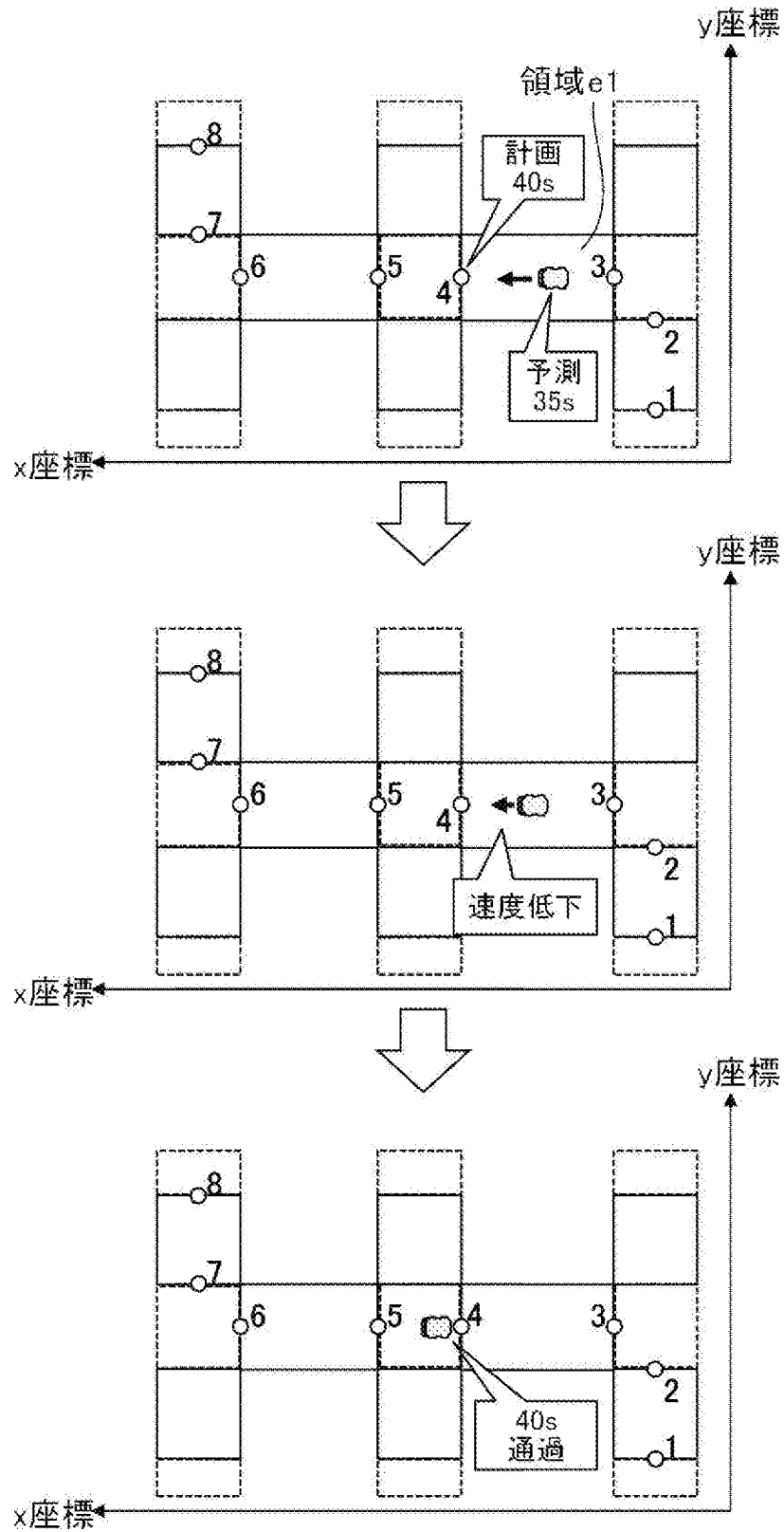
[図23]



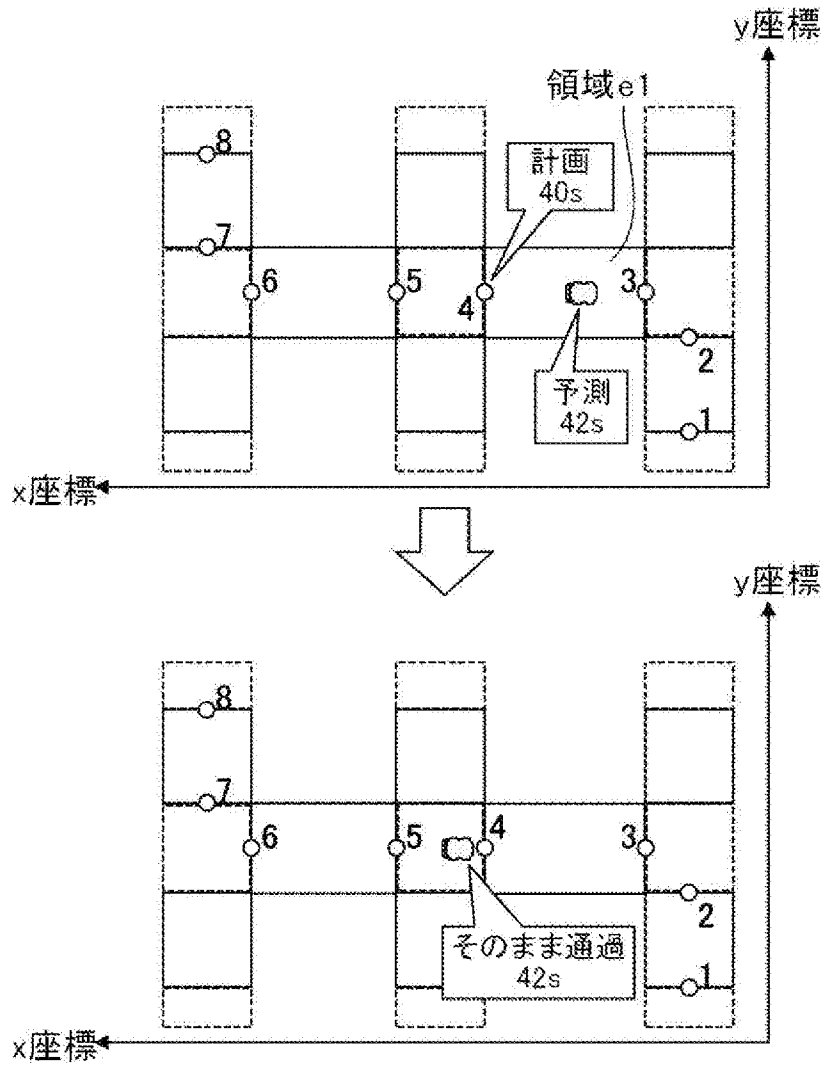
[図24]



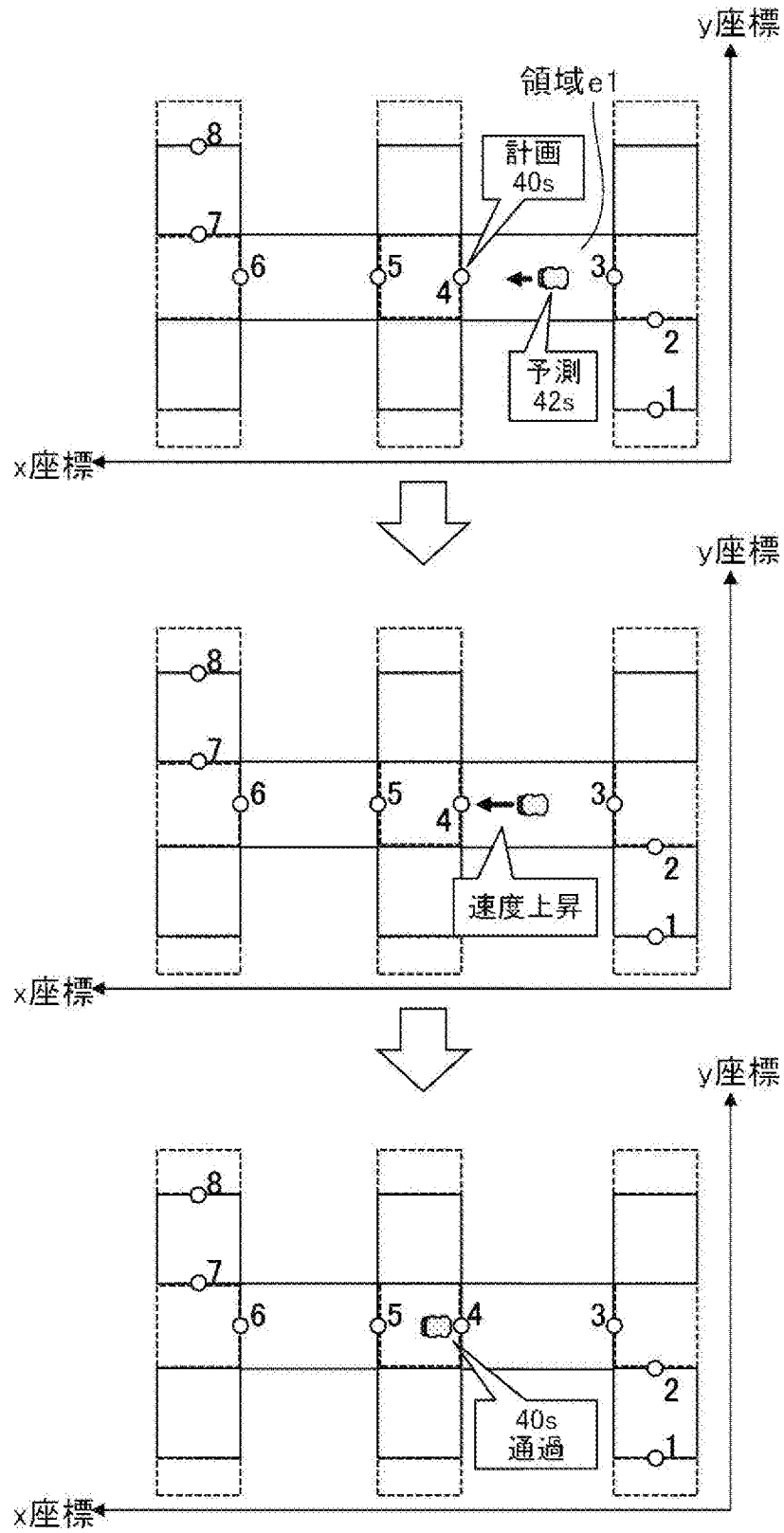
[図25]



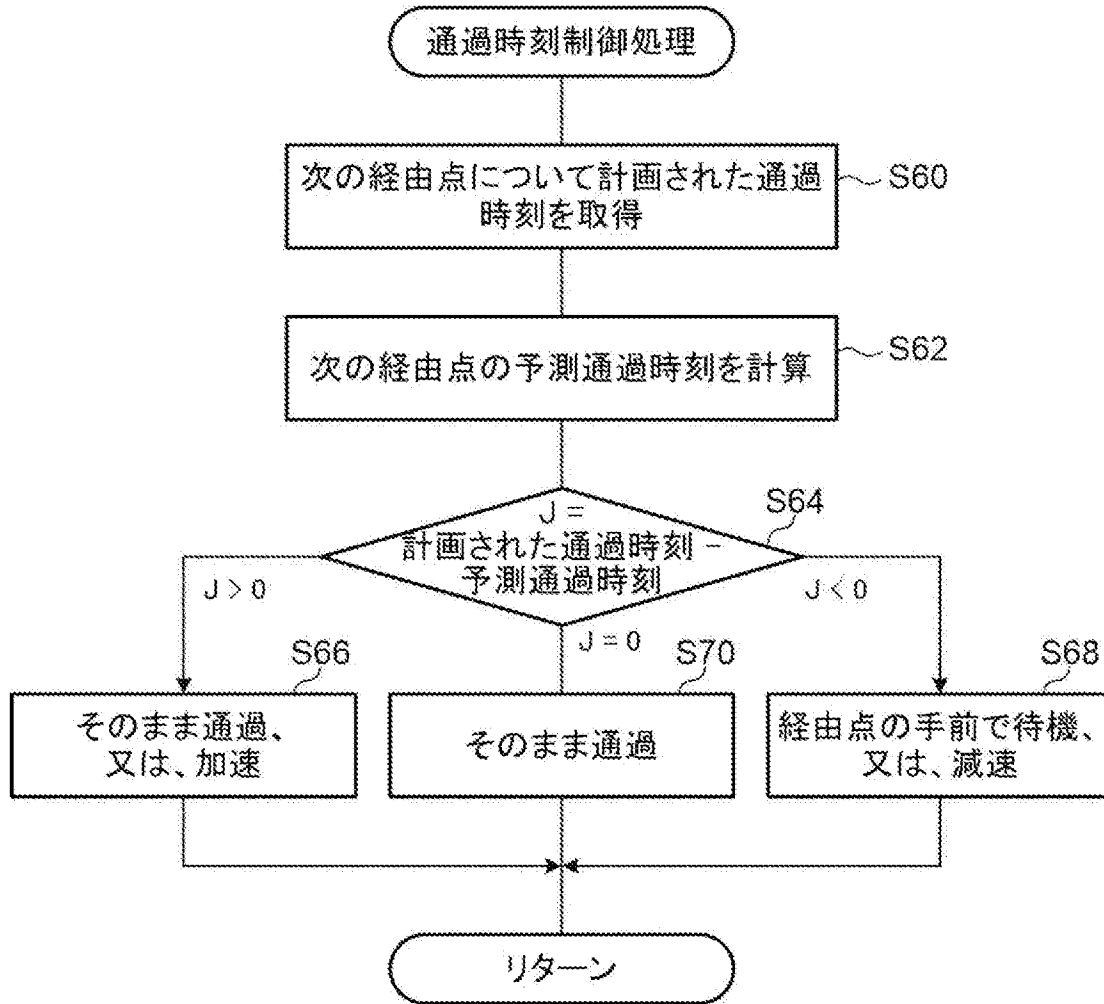
[図26]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/037440

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G08G 1/00</i> (2006.01)i; <i>G05D 1/225</i> (2024.01)i; <i>G05D 1/43</i> (2024.01)i; <i>G05D 1/644</i> (2024.01)i; <i>G05D 1/667</i> (2024.01)i; <i>G05D 1/693</i> (2024.01)i FI: G08G1/00 D; G05D1/225; G05D1/43; G05D1/644; G05D1/667; G05D1/693 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) G08G1/00-1/16; G05D1/00-1/87 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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 2021-149216 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 27 September 2021 (2021-09-27) paragraphs [0008]-[0196], fig. 1-22	1-13
A	JP 2022-47944 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 25 March 2022 (2022-03-25) entire text, all drawings	1-13
A	JP 2020-30724 A (MURATA MACHINERY, LTD.) 27 February 2020 (2020-02-27) entire text, all drawings	1-13
A	WO 2007/132650 A1 (MURATA MACHINERY, LTD.) 22 November 2007 (2007-11-22) entire text, all drawings	1-13
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 19 December 2024		Date of mailing of the international search report 07 January 2025
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/JP2024/037440

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-149216	A	27 September 2021	US 2021/0286373 A1 paragraphs [0027]-[0239], fig. 1-22 CN 113406951 A	
JP	2022-47944	A	25 March 2022	US 2022/0082392 A1 entire text, all drawings	
JP	2020-30724	A	27 February 2020	WO 2020/039699 A1 entire text, all drawings	
WO	2007/132650	A1	22 November 2007	US 2009/0193235 A1 entire text, all drawings EP 2019052 A1 CN 101443247 A KR 10-2009-0007444 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G08G 1/00(2006.01)i; G05D 1/225(2024.01)i; G05D 1/43(2024.01)i; G05D 1/644(2024.01)i;
G05D 1/667(2024.01)i; G05D 1/693(2024.01)i
FI: G08G1/00 D; G05D1/225; G05D1/43; G05D1/644; G05D1/667; G05D1/693

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））

G08G1/00-1/16; G05D1/00-1/87

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1971-2024年
日本国実用新案登録公報1996-2024年
日本国登録実用新案公報1994-2024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 2021-149216 A（株式会社東芝） 27.09.2021（2021-09-27） 段落 [0008] - [0196] , 図1-22	1-13
A	JP 2022-47944 A（株式会社東芝） 25.03.2022（2022-03-25） 全文, 全図	1-13
A	JP 2020-30724 A（村田機械株式会社） 27.02.2020（2020-02-27） 全文, 全図	1-13
A	WO 2007/132650 A1（村田機械株式会社） 22.11.2007（2007-11-22） 全文, 全図	1-13

☐ 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、一般的技术水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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
19.12.2024

国際調査報告の発送日
07.01.2025

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）

貞光 大樹 3Z 3629

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

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/JP2024/037440

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-149216	A	27.09.2021	US 2021/0286373 A1 段落 [0 0 2 7] - [0 2 3 9] , 図 1 - 2 2 CN 113406951 A	
JP	2022-47944	A	25.03.2022	US 2022/0082392 A1 全文, 全図	
JP	2020-30724	A	27.02.2020	WO 2020/039699 A1 全文, 全図	
WO	2007/132650	A1	22.11.2007	US 2009/0193235 A1 全文, 全図 EP 2019052 A1 CN 101443247 A KR 10-2009-0007444 A	