

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6571376号
(P6571376)

(45) 発行日 令和1年9月4日 (2019.9.4)

(24) 登録日 令和1年8月16日 (2019.8.16)

(51) Int.Cl.
B 6 1 L 27/00 (2006.01)

F I
B 6 1 L 27/00 Z

請求項の数 6 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2015-89771 (P2015-89771)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成27年4月24日 (2015.4.24)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2016-203873 (P2016-203873A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成28年12月8日 (2016.12.8)	(74) 代理人	110000176
審査請求日	平成29年11月17日 (2017.11.17)		一色国際特許業務法人
		(72) 発明者	前川 勇樹
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	岩村 篤樹
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	富山 友恵
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 資源運用計画支援装置および資源運用計画支援方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

計画遂行に用いる資源を互いに共有し前記資源を利用したタスクの実行場所が互いに異なる計画間での、各計画において連携されるタスクの時間的順序関係に逆転が発生しないための条件を含む連携条件を定めた連携定義情報と、前記各計画の内容を示す計画情報とを格納する記憶装置と、

前記計画のうち所定の変更を要する自計画および当該自計画以外の他計画の各計画情報を記憶装置より読み取り、各計画情報が示す各計画で利用される資源およびそのタスクに関する各情報を、前記連携定義情報の規定する連携条件と照合し、前記自計画および前記他計画の各タスクの組で前記連携条件のうち少なくとも前記時間的順序関係を満たすものを連携タスクとして特定する処理と、

前記自計画に関して、資源およびタスクに関する変更指示を入力装置で受け付けた場合に、現資源に代えて該当タスクに割当て可能な、前記他計画のタスクの実行場所から前記自計画のタスクの実行場所に前記資源が所定時間内に移動可能である他資源候補、または現タスクに代えて該当資源を割当て可能な、前記他計画のタスクの実行場所から前記自計画のタスクの実行場所に前記資源が所定時間内に移動可能である他タスク候補を、前記各計画情報、前記連携定義情報、および前記連携タスクの各情報に基づいて所定アルゴリズムで特定し、前記他資源候補または前記他タスク候補よりユーザが指定した他資源または他タスクに関する情報を制約情報として入力装置で受け付け、当該制約情報を前記自計画の計画情報に適用した条件下で、所定アルゴリズムにより自計画を再生成し、所定装置に

10

20

出力する処理を実行する演算装置と、
を備えることを特徴とする資源運用計画支援装置。

【請求項 2】

前記演算装置は、

前記制約情報を前記自計画の計画情報に適用した場合の、当該自計画と連携する他計画で規定する資源またはタスクへの影響有無を、少なくとも前記他計画の計画情報および前記連携タスクの情報に基づいて判定し、他計画への影響が判明した場合、該他計画の管理を行う所定装置に対して前記制約情報を送信する処理を更に実行するものである、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の資源運用計画支援装置。

【請求項 3】

前記演算装置は、

前記他資源候補または前記他タスク候補を特定するに際し、前記現資源に代えて該タスクに前記他資源候補を割当てた場合、または前記現タスクに代えて該資源を前記他タスク候補に割当てた場合に、前記自計画が受ける影響について所定アルゴリズムで特定し、当該特定した影響に関する情報を、前記他資源候補または前記他タスク候補の情報と共に表示装置に出力する処理を更に実行するものである、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の資源運用計画支援装置。

【請求項 4】

計画遂行に用いる資源を互いに共有し前記資源を利用したタスクの実行場所が互いに異なる計画間での、各計画において連携されるタスクの時間的順序関係に逆転が発生しないための条件を含む連携条件を定めた連携定義情報と、前記各計画の内容を示す計画情報とを格納する記憶装置を備えた情報処理装置が、

前記計画のうち所定の変更を要する自計画および当該自計画以外の他計画の各計画情報を記憶装置より読み取り、各計画情報が示す各計画で利用される資源およびそのタスクに関する各情報を、前記連携定義情報の規定する連携条件と照合し、前記自計画および前記他計画の各タスクの組で前記連携条件のうち少なくとも前記時間的順序関係を満たすものを連携タスクとして特定する処理と、

前記自計画に関して、資源およびタスクに関する変更指示を入力装置で受け付けた場合に、現資源に代えて該タスクに割当て可能な、前記他計画のタスクの実行場所から前記自計画のタスクの実行場所に前記資源が所定時間内に移動可能である他資源候補、または現タスクに代えて該資源を割当て可能な、前記他計画のタスクの実行場所から前記自計画のタスクの実行場所に前記資源が所定時間内に移動可能である他タスク候補を、前記各計画情報、前記連携定義情報、および前記連携タスクの各情報に基づいて所定アルゴリズムで特定し、前記他資源候補または前記他タスク候補よりユーザが指定した他資源または他タスクに関する情報を制約情報として入力装置で受け付け、当該制約情報を前記自計画の計画情報に適用した条件下で、所定アルゴリズムにより自計画を再生成し、所定装置に出力する処理と、

を実行することを特徴とする資源運用計画支援方法。

【請求項 5】

前記情報処理装置が、

前記制約情報を前記自計画の計画情報に適用した場合の、当該自計画と連携する他計画で規定する資源またはタスクへの影響有無を、少なくとも前記他計画の計画情報および前記連携タスクの情報に基づいて判定し、他計画への影響が判明した場合、該他計画の管理を行う所定装置に対して前記制約情報を送信する処理を更に実行する、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の資源運用計画支援方法。

【請求項 6】

前記情報処理装置が、

前記他資源候補または前記他タスク候補を特定するに際し、前記現資源に代えて該タスクに前記他資源候補を割当てた場合、または前記現タスクに代えて該資源を前記他タスク候補に割当てた場合に、前記自計画が受ける影響について所定アルゴリズムで特定し

10

20

30

40

50

、当該特定した影響に関する情報を、前記他資源候補または前記他タスク候補の情報と共に表示装置に出力する処理を更に実行する、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の資源運用計画支援方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、資源運用計画支援装置および資源運用計画支援方法に関するものであり、具体的には、自計画での変更事象に対応して、連携する他計画との齟齬を回避した実行可能な自計画の再生成を支援可能とする技術に関する。

【背景技術】

【0002】

数多くの輸送機械や各種装置など複数資源を要する輸送サービス業や製造業等の分野では、そうした輸送機械等に関する日々の運行計画だけでなく、サービスや製品の品質や安全性を維持するための各資源の運用計画を作成、管理している。

【0003】

例えば鉄道事業の分野では、日々の列車運行計画と共に、列車を構成する車両の定期検査に応じた保守計画や、車両基地内での車両移動に関する構内入換計画が作成されている。こうした複数の計画が併存する状況下において、列車の運行乱れが生じた場合、列車運行計画を迅速に変更してダイヤを正常状態に戻す、いわゆる“運転整理”を行うと共に、この運行計画変更に応じて各列車の車両編成を変更する、いわゆる“運用整理”を行うこととなる。

【0004】

この“運用整理”に際しては、保守計画や構内入換計画への影響を最小限に抑制する必要があるが、共通の資源を起点にして各計画が相互に影響を及ぼし合う関係にあるため、上述のダイヤ回復など特に即時的な計画変更を求められる状況においては、人手による計画間の調整作業を精度良く行うことは非常に困難であった。

【0005】

そこで、こうした状況を改善すべく、資源運用計画に関する様々な取組みが行われている。例えば、所定の列車ダイヤのうちの所与の整理対象期間の対象ダイヤに対する車両運用整理案を作成する車両運用整理案作成装置であって、前記対象ダイヤに基づいて、前記整理対象期間における各車両の発駅を表す発ノード、前記整理対象期間において何れかの車両が終着すべき駅の着ノード、前記整理対象期間の各列車を表す列車ノード、及び、車両検査可能な駅を着駅とする列車の当該着駅での車両検査を表す検査ノードを算出し、前記算出されたノードのち、前記対象ダイヤに基づいて接続可能なノード同士をアークにより結んで運用整理基本ネットワークを生成する基本ネットワーク生成手段と、前記運用整理基本ネットワークに含まれる所定ノードの総数 N に基づいて、前記運用整理基本ネットワークを複製する複製数を決定する複製数決定手段と、前記運用整理基本ネットワークを複製した複製ネットワークを前記複製数だけ生成し、前記運用整理基本ネットワークと合わせた拡張ネットワークを生成する拡張ネットワーク生成手段と、前記拡張ネットワークに含まれる検査ノードそれぞれについて、当該検査ノードを元ノードとするアークの先ノードを、当該検査ノードの検査により検査期限条件を満たす前記所定ノードの数 n (N) に対応する複製ネットワーク中の対応する先ノードに変更するアーク変更手段と、前記運用整理基本ネットワークの発ノードから、前記拡張ネットワークの何れかの着ノードに至るアークの経路を車両運用行路候補として探索する経路探索手段、前記経路探索手段により探索された車両運用行路候補を組み合わせる運用整理案を作成する運用整理案作成手段を備える車両運用整理案作成装置（特許文献 1 参照）などが提案されている。

【0006】

また、輸送資源の運用計画を作成する装置であって、輸送サービスの運行スケジュール情報を計算機が読み込む入力部と、前記運行スケジュール情報に基づいて、当該運行スケジュールに含まれる複数の輸送行程各々について、当該輸送行程の始発場所、始発時間、終

10

20

30

40

50

着場所、および終着時間を少なくとも属性として有するノードを作成し、各ノードの属性に基いて同じ輸送資源を用いて連続した運行が可能な運送行程を表すノード間を接続してパスを作成して、輸送行程のネットワークモデルを作成するネットワークモデル作成部と、前記ネットワークモデルに基いて前記運用計画を作成する計画作成部とを有し、前記ネットワークモデル作成部は、予備資源に関する情報を取得して、当該予備資源の保管場所および利用可能時間帯を少なくとも属性として有する予備資源ノードを作成して前記ネットワークモデルに追加し、当該予備資源ノードの属性と前記ネットワークモデルを構成する他のノードの属性とに基いて、当該予備資源を用いて運行が可能な運行行程を表すノードと当該予備資源ノードとを接続したパスを前記ネットワークモデルに追加し、前記計画作成部は、前記ネットワークモデルを構成する前記予備資源ノード以外の各ノードに、一つ運送資源若しくは予備資源が割当てられるような、複数のパスから構成されるパスの組み合わせを、前記ネットワークモデルから抽出し、抽出された前記組み合わせについて、当該組み合わせを構成する複数のパスの各々に輸送資源または予備資源を割当てることによって、輸送資源および予備資源の運用計画を作成して当該運用計画を出力する資源運用計画作成装置（特許文献2参照）なども提案されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2010-58771号公報

【特許文献2】特開2012-168739号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

従来技術において、基本となる構内入換計画に則って資源運用計画の再生成を行うなど、固定的な計画に基づいて他計画の再考を行うことは可能である。しかしながら、例えば突発事象の発生等に応じた資源運用計画の変更に際して、これに影響を受ける他計画との制約関係等も踏まえて実行可能な資源運用を勘案することは出来ない。つまり、互いに資源運用で影響し合う各計画の相互間で、或る計画変更に伴う影響と各制約を踏まえて、実行可能性を勘案した資源運用の計画支援を行うことは出来ていない。

【0009】

30

そこで本発明の目的は、自計画での変更事象に対応して、連携する他計画との齟齬を回避した実行可能な自計画の再生成を支援可能とする技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決する本発明の資源運用計画支援装置は、計画遂行に用いる資源を互いに共有する計画間での連携条件を定めた連携定義情報と、前記各計画の内容を示す計画情報とを格納する記憶装置と、前記計画のうち所定の変更を要する自計画および当該自計画以外の他計画の各計画情報を記憶装置より読み取り、各計画情報が示す各計画で利用される資源およびそのタスクに関する各情報を、前記連携定義情報の規定する連携条件と照合し、前記自計画および前記他計画の各タスクの組で前記連携条件を満たすものを連携タスクとして特定する処理と、前記自計画に関して、資源およびタスクに関する変更指示を入力装置で受け付けた場合に、現資源に代えて該当タスクに割当て可能な他資源候補、または現タスクに代えて該当資源を割当て可能な他タスク候補を、前記各計画情報、前記連携定義情報、および前記連携タスクの各情報に基づいて所定アルゴリズムで特定し、前記他資源候補または前記他タスク候補よりユーザが指定した他資源または他タスクに関する情報を制約情報として入力装置で受け付け、当該制約情報を前記自計画の計画情報に適用した条件下で、所定アルゴリズムにより自計画を再生成し、所定装置に出力する処理を実行する演算装置とを備えることを特徴とする。

40

【0011】

また、本発明の資源運用計画支援方法は、計画遂行に用いる資源を互いに共有する計画

50

間での連携条件を定めた連携定義情報と、前記各計画の内容を示す計画情報とを格納する記憶装置を備えた情報処理装置が、前記計画のうち所定の変更を要する自計画および当該自計画以外の他計画の各計画情報を記憶装置より読み取り、各計画情報が示す各計画で利用される資源およびそのタスクに関する各情報を、前記連携定義情報の規定する連携条件と照合し、前記自計画および前記他計画の各タスクの組で前記連携条件を満たすものを連携タスクとして特定する処理と、前記自計画に関して、資源およびタスクに関する変更指示を入力装置で受け付けた場合に、現資源に代えて該当タスクに割当て可能な他資源候補、または現タスクに代えて該当資源を割当て可能な他タスク候補を、前記各計画情報、前記連携定義情報、および前記連携タスクの各情報に基づいて所定アルゴリズムで特定し、前記他資源候補または前記他タスク候補よりユーザが指定した他資源または他タスクに関する情報を制約情報として入力装置で受け付け、当該制約情報を前記自計画の計画情報に適用した条件下で、所定アルゴリズムにより自計画を再生成し、所定装置に出力する処理を実行することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、自計画での変更事象に対応して、連携する他計画との齟齬を回避した実行可能な自計画の再生成が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本実施形態の資源運用計画支援装置のハードウェア構成例を示す図である。

20

【図2】本実施形態における列車運行計画の例を示す図である。

【図3】本実施形態における車両運用計画の例を示す図である。

【図4】本実施形態における構内入換計画の例1を示す図である。

【図5】本実施形態における構内入換計画の例2を示す図である。

【図6】本実施形態における連携定義情報の構成例を示す図である。

【図7】本実施形態におけるタスク紐付け情報の構成例を示す図である。

【図8】本実施形態における計画間環境情報の構成例を示す図である。

【図9】本実施形態における出力連携タスク情報の構成例を示す図である。

【図10】本実施形態における制約情報の構成例を示す図である。

【図11】本実施形態における資源運用計画支援方法の基本フローを示す図である。

30

【図12】本実施形態における資源運用計画支援方法の処理手順例1を示すフロー図である。

【図13】本実施形態における資源運用計画支援方法の処理手順例2を示すフロー図である。

【図14】本実施形態における画面例1を示す図である。

【図15】本実施形態における画面例2を示す図である。

【図16】本実施形態における画面例3を示す図である。

【図17】本実施形態における画面例4を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

40

- - - 装置構成 - - -

以下に本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。図1は、本実施形態の資源運用計画支援装置1000を含むネットワーク構成図である。図1に示す資源運用計画支援装置1000は、自計画での変更事象に対応して、連携する他計画との齟齬を回避した実行可能な自計画の再生成を支援可能とするコンピュータ装置である。本実施形態の資源運用計画支援装置1000が処理対象とする計画事案の分野としては、鉄道事業者における車両運用計画（列車運行計画と一体に対応している）と、列車を構成する車両の構内入換計画を想定する。

【0015】

但し、本実施形態の適用分野は鉄道等の輸送事業に限定せず、例えば、各製造装置を製

50

造タスクにそれぞれ割当てて、工場全体として所定時期に発注数量分の製品を出荷する製造分野など、多数の資源を各タスクに割当てて運用する計画が必要となる分野であればいずれにも適用可能である。

【 0 0 1 6 】

図 1 に例示する資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、一般的なサーバ装置等と同様の情報処理装置として構成されている。したがって、そのハードウェア構成は以下の如くとなる。資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、SSD (Solid State Drive) やハードディスクドライブなど適宜な不揮発性記憶素子で構成される記憶装置 1 1 0 0、RAM など揮発性記憶素子で構成されるメモリ 1 0 0 1、記憶装置 1 1 0 0 からメモリ 1 0 0 1 にプログラム 1 0 0 2 を読み込んで実行し装置自体の統括制御を行なうとともに各種判定、演算及び制御処理を行なう CPU 1 2 0 2 (演算装置)、ユーザからのキー入力や音声入力を受け付ける入力装置 1 2 0 1、処理データの表示を行うディスプレイ等の表示装置 1 2 0 0、適宜な通信網 1 0 と接続し他計画の管理装置等との通信処理を担う通信装置 1 2 0 3、を備える。また、上述の各要素はバス 1 0 0 4 によって接続されている。

【 0 0 1 7 】

なお、記憶装置 1 1 0 0 内には、本実施形態の資源運用計画支援装置として必要な情報として、上述した車両運用計画等の資源運用計画の内容たる計画情報 1、計画間環境情報 2、連携定義情報 3、タスク紐付け情報 4、出力連携タスク情報 5、制約情報 6、および履歴情報 7 が少なくとも記憶されている。各情報 1 ~ 7 の具体的な構成について後述する。

【 0 0 1 8 】

また、メモリ 1 0 0 1 に読み込まれたプログラム 1 0 0 2 により実装される機能としては、計画情報読込部 1 0 0 3、連携タスク特定部 1 0 0 4、連携影響値算出部 1 0 0 5、資源運用計画作成部 1 0 0 6、および計画結果管理部 1 0 0 7 が含まれている。これら各機能の詳細についても後述する。

【 0 0 1 9 】

- - - 機能例 - - -

続いて、本実施形態の資源運用計画支援装置 1 0 0 0 が備える機能について説明する。上述したように、以下に説明する機能は、例えば資源運用計画支援装置 1 0 0 0 がプログラム 1 0 0 2 を実行することで実装される機能と言える。

【 0 0 2 0 】

資源運用計画支援装置 1 0 0 0 における計画情報読込部 1 0 0 3 は、記憶装置 1 1 0 0 に格納された車両運用計画および列車運行計画に関する計画情報 1、および通信装置 1 2 0 3 を介して他装置から他計画の計画情報 1 を取得し、記憶装置 1 1 0 0 に格納する機能である。この場合の他装置は、通信網 1 0 上に存在する構内入換計画の管理装置である。よって、本実施形態の場合、他計画とは車両の構内入換計画が該当することになる。

【 0 0 2 1 】

また、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 における連携タスク特定部 1 0 0 4 は、記憶装置 1 1 0 0 で保持する計画間環境情報 2 (後述) と連携定義情報 3 に基づいて、上述の計画情報読込部 1 0 0 3 によって得ている自他の各計画情報 1 から、自計画と他計画とで共有する資源に割当てられたタスク情報を抽出し、自計画のタスクと他計画のタスクとで連携するタスクを関連付けて、記憶装置 1 1 0 0 内のタスク紐付け情報 4 に格納する機能である。この連携タスク特定部 1 0 0 4 での処理に関する詳細は後述する。

【 0 0 2 2 】

また、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 における連携影響値算出部 1 0 0 5 は、上述のタスク紐付け情報 4 で規定するタスクに割当てられた資源について、例えば車両故障発生に伴う運行遅延の修正を望むユーザの指示により、自計画または他計画のタスクの割当てる資源を変更するなど割当て状況に変化が生じる場合、その影響値を、記憶装置 1 1 0 0 に保持する計画間環境情報 2 に基づき算出する機能である。

【 0 0 2 3 】

また、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 における資源運用計画作成部 1 0 0 6 は、上述の変更に伴うユーザの指示に応じて、自計画における現資源に代えて所定タスクに割当て可能な他資源候補、または現タスクに代えて所定資源を割当て可能な他タスク候補を、各計画情報 1、計画間環境情報 2、連携定義情報 3、およびタスク紐付け情報 4（連携タスクの情報）の各情報に基づいて所定アルゴリズムで特定し、ここで得た他資源候補または他タスク候補を表示装置 1 2 0 0 に表示させ、ユーザからの他資源または他タスクの指定を受けて、当該指定を受けた他資源または他タスクに関する情報を制約情報 6 として取得し、当該制約情報 6 を自計画の計画情報 1 に適用した条件下で、所定アルゴリズムにより自計画を再生成する機能である。またこの資源運用計画作成部 1 0 0 6 は、生成した自計画すなわち車両運用計画（資源運用計画）や列車運行計画を表示装置 1 2 0 0 を介して利用者に提示する。

10

【 0 0 2 4 】

また、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 における計画結果管理部 1 0 0 7 は、上述の資源運用計画作成部 1 0 0 6 で再作成した自計画における、当初計画からの変更箇所を表す情報を記憶装置 1 1 0 0 内の履歴情報 7 に追加し、ユーザからの入力に応じて計画変更箇所の個別修正や計画再作成以前の自計画のバックアップ処理を実行する機能である。但しこの機能は必須ではない。

【 0 0 2 5 】

- - - データ構造例 - - -

次に、本実施形態の資源運用計画支援装置 1 0 0 0 が用いる各情報 1 ～ 7 の具体例について説明する。このうち計画情報 1 は、上述の車両など資源に関する情報すなわち資源情報と、適宜編成した車両を割当てる列車など、資源を割当てるタスクに関する情報すなわちタスク情報とを定義した車両運用計画（現資源運用計画）を表す情報である。

20

【 0 0 2 6 】

こうした計画情報 1 である、車両運用計画および当該車両運用計画に対応した列車運行計画の各具体例を、図 2、3 にて示す。図 2 は、本実施形態における列車運行計画の例を示す図である。この列車運行計画において、縦軸 5 1 は駅および当該駅と隣接する車両基地の位置関係を表す軸であり、横軸 5 2 は時刻を表す軸である。

【 0 0 2 7 】

こうした領域中において、列車の始発駅から終着駅までを時刻に従って線を引くことで一つの列車が表される（以降、列車スジと呼ぶ）。例えば、太線 5 3 は、6 時ごろに「駅 III」を出発し、6 時 3 0 分ごろに「駅 I」に到着する一つの列車たる「列車 1」を表している。また、線分 5 4 のように、2 本の列車スジをつなぐ線分は、一つの編成に割当てる列車群を表す。例えば、図 2 の例であれば、「列車 1」と「列車 4」と「列車 8」が、一連の列車群として繋がれており、これらの順に一つの編成が走行することを意味する。

30

【 0 0 2 8 】

また、記号 5 5 のように「○」で表された記号は、編成を車両基地から引き出すタイミングを表す。例えば、記号 5 5 は、「列車 1」の出発に合わせて「駅 III」に隣接する「車両基地 Y」から編成を引き出すことを表している。また、記号 5 6 のように「□」で示される記号は、編成を車両基地へ格納するタイミングを表す。例えば、記号 5 6 は、「列車 6」が「駅 I」到着した後に、この「列車 6」に割当てていた編成を「駅 I」に隣接する「車両基地 X」へ格納することを表している。

40

【 0 0 2 9 】

また図 3 に、本実施形態の車両運用計画の例を示す。この車両運用計画は、車両の集合である各編成について、図 2 で例示した列車運行計画におけるタスクたる「列車」への割当てを示すものである。この図 3 で例示する車両運用計画において、編成名称 5 8 は、編成を一意に識別するための名称である。また線分 5 9 は、上述の編成名称 5 8 が示す編成に対する列車の割当てを示している。各編成に割当てる各列車を一つの横棒で表し、横棒の周囲に列車名称を表示している。また、「□」は車両基地への入庫を表す記号である。

【 0 0 3 0 】

50

上述のような車両運用計画に関する計画情報 1 は、編成や車両が資源に相当する。この編成とは、列車へ割当て複数の車両のまとまりを意味する。また、列車が輸送サービスの最小単位たるタスクに相当する。この場合のタスクは、始発駅から終着駅までに列車が停車または通過する駅、各駅の到着時刻、出発時刻、または通過時刻により定義される。タスクたる列車への資源たる車両の割当計画を定義したものが車両運行計画となる。

【 0 0 3 1 】

図 4 に、本実施形態における他計画である構内入換計画の例を示す。ここで例示する構内入換計画は、「車両基地 Y」における構内入換計画となる。構内入換計画とは、車両の保管や清掃、検査といった車両保守管理を行う車両基地に関する計画である。具体的には、資源に該当する編成を留置する各種作業（タスク）に対して、車両基地に敷設された留置線（以降、番線と呼ぶ。）のどれを割当てかを定めた計画となる。

10

【 0 0 3 2 】

こうした計画を表した図表は、図 4 の構内入換計画における番線名称 6 1、横軸 6 2、割当計画 6 3 で構成される。このうち番線名称 6 1 は、番線を一意に識別する名称を示す。また横軸 6 2 は時刻を表す。また割当計画 6 3 は、番線名称 6 1 に示された各線に対する留置作業の割振りを示している。割振る各留置を一つの横棒で表し、番線間の移動を斜め線で表す。

【 0 0 3 3 】

図 5 に、上述の図 4 に例示した構内入換計画のレコード構成例を示す。上述の構内入換計画の内容たる計画情報 1 は、実際にはこの図 5 のようにテーブル構造となる。テーブル形式にて例示する構内入換計画は、資源識別子 6 4、タスク種別 6 5、タスク識別子 6 6、開始時刻 6 7、終了時刻 6 8、および使用番線 6 9 の各値を含むレコードで構成される。

20

【 0 0 3 4 】

このうち資源識別子 6 4 は、当該構内入換計画において、計画対象となる資源たる編成を一意に識別する資源名称である。また、タスク種別 6 5 は、当該構内入換計画において、上述の資源識別子 6 4 の示す資源に割振られた検査や清掃などといった作業（タスク）の種類を示す。

【 0 0 3 5 】

またタスク識別子 6 6 は、当該構内入換計画において、資源識別子 7 4 が示す資源に割振られた検査や清掃などの作業（タスク）を一意に識別する名称を示す。また、開始時刻 6 7 は、タスク識別子 6 6 が示すタスクの開始時刻を示し、終了時刻 6 8 はタスク識別子 6 6 が示すタスクの終了時刻を示す。また使用番線 6 9 は、タスク識別子 6 6 の示すタスクが使用する番線の名称を示す。

30

【 0 0 3 6 】

本実施形態にて資源運用計画支援装置 1 0 0 0 による処理対象としている、上述の列車運行計画、車両運用計画、および構内入換計画に基づいて、編成に関する行路情報の例をここで説明する。例えば図 3 の車両運用計画におけるレコード 5 7（編成 A に対する計画）と、図 5 の構内入換計画におけるレコード群 7 0（編成 A に対する計画）を例にとる。

【 0 0 3 7 】

40

レコード 5 7 は、「編成 A」に割当てられた行路を表している。この「編成 A」は、「番線 A」に「6 : 0 0」まで留置され、車両基地 Y の入出区線を「6 : 0 5」に出区し、「列車 1」として「駅 I I I」から「駅 I」の間を走行する。そして、「駅 I」で折り返して「列車 4」として走行後、「駅 I I I」の車両基地 Y の入出区線に「7 : 0 5」に一旦格納される（入区）。その後、「7 : 2 0」から「8 : 1 0」まで「番線 B」で清掃され、「8 : 3 5」に再び車両基地 Y から引き出されて（出区）、「列車 8」として走行する予定となっている。このように、上述してきた各計画は資源たる編成（車両の集合）を共有しつつ、各計画にて支障無くタスクを遂行するよう連携が図られている。しかしながら、車両や信号機の故障、天候の急変など様々な原因によって、或る計画に列車遅延等の事象が発生するケースがある。その場合、該当事象に対応して遅延解消のための計画修正

50

が必要となる。そこで、該当計画の管理者等のユーザは、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 に対して、タスクたる列車に割当ての編成を現在のものから他の編成に変更するといった指示を行うことになる。本実施形態の資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、そうした指示に応じて資源運用計画の再生成を支援する装置となる。

【 0 0 3 8 】

続いて、本実施形態における連携定義情報 3 について図 6 に基づき説明する。図 6 の連携定義情報 3 は、一例として、自計画を車両運用計画（図 3 ）、これと連携する他計画を構内入換計画（図 4、5）とした場合に、これら自他計画間で連携可能なタスクの条件（連携タスク条件）を定義した情報となる。当該連携定義情報 3 は、計画管理者等の知見あるユーザが予め定義して記憶装置 1 1 0 0 に格納したものである。

10

【 0 0 3 9 】

こうした連携定義情報 3 におけるレコードは、自計画タスク種別 3 1、連携先計画種別 3 2、連携先計画タスク種別 3 3、および連携条件 3 4 の各値を対応付けた構成となっている。当該連携定義情報 3 における一レコードで一つの連携タスク条件が定義される。

【 0 0 4 0 】

連携定義情報 3 のレコードのうち自計画タスク種別 3 1 の値は、当該資源運用計画支援装置 1 0 0 0 が処理対象とする計画すなわち自計画において、資源割当の対象となるタスクの種類を示す。本実施形態の場合、車両運用計画におけるタスクたる「列車」が設定される。

【 0 0 4 1 】

20

また、連携先計画種別 3 2 の値は、上述の自計画と連携する他計画の種類を示す。本実施形態の場合、「構内入換計画」が連携先の計画として設定される。

【 0 0 4 2 】

また、連携先タスク種別 3 3 の値は、上述の連携計画種別 3 2 で示される他計画において、資源割当の対象となるタスクの種類を示す。本実施形態の場合、「出区」、「入区」が連携先でのタスクとして設定される。

【 0 0 4 3 】

また、連携条件 3 4 は、資源属性条件 3 5、タスク属性条件 3 6、および条件種別 3 7 の各値から構成されている。このうち資源属性条件 3 5 の値は、自他両計画で連携するタスク（つまり、自計画タスク種別 3 1 および連携先タスク種別 3 3）に割当てられている資源の属性に関する連携条件を既定している。図 6 の例の場合、自計画と他計画の間で連携するタスクで利用する資源属性情報が合致することを連携条件として規定している。

30

【 0 0 4 4 】

また、タスク属性条件 3 6 の値は、上述の自他両計画で連携するタスクについて、その属性情報に関する連携条件を規定している。図 6 の例の場合、自他両計画で連携するタスクの時間的順序関係に逆転が発生しないこと等を連携条件として規定している。

【 0 0 4 5 】

また、条件種別 3 7 の値は、上述の資源属性条件 3 5 とタスク属性条件 3 6 で示す各条件が、自他計画の両タスク（自計画タスク種別 3 1 および連携先タスク種別 3 3）を紐付けるための必須条件か、或いは、紐付け可能な条件かを示すものである。図 6 の例では、必須条件である場合は「連携条件」の値が設定され、紐付け可能な条件である場合は「連携可能条件」の値が設定されている。なお、「連携条件」の値が設定されたレコードにおいては、資源属性条件 3 5 の値として、自他計画の該当両タスク間で共有する資源は同一である、との条件が設定されている。

40

【 0 0 4 6 】

続いて、本実施形態におけるタスク紐付け情報 4 について図 7 に基づき説明する。このタスク紐付け情報 4 は、本実施形態の資源運用計画支援装置 1 0 0 0 が、自計画たる車両運用計画（図 3）と、他計画たる構内入換計画（図 4、5）の各計画情報 1 を記憶装置 1 1 0 0 より読み取り、該当各計画情報 1 が示す各計画で利用される資源およびそのタスクに関する各情報を、上述の連携定義情報 3 で規定する連携条件と照合して、自他の各計画

50

の各タスクの組で連携条件を満たすものを連携タスクとして特定、格納したものである。この連携タスクの特定に関する処理については、図 12 のフローに基づき後述する。

【 0 0 4 7 】

図 7 で例示するタスク紐付け情報 4 のレコードは、自計画識別子 4 1、自計画タスク識別子 4 2、連携先計画識別子 4 3、および連携先計画タスク識別子 4 4 の各値を対応付けた構成となっている。こうした一レコードにより、自他計画間で連携するタスクすなわち連携タスクの情報が一つ定義される。

【 0 0 4 8 】

上述のレコードのうち自計画識別子 4 1 の値は、上述の自計画たる「車両運用計画」の値が設定されている。また、自計画タスク識別子 4 2 の値は、自計画たる「車両運用計画」において、資源割当の対象となるタスクを一意に識別するためのタスク名称を示す。図 7 の例の場合、「車両運用計画」におけるタスクである「列車」の各値が設定されている。

10

【 0 0 4 9 】

また、連携先計画識別子 4 3 の値は、上述の自計画たる「車両運用計画」と連携する他計画を特定する識別情報である。図 7 の例の場合、「車両運用計画」と連携する他計画たる「構内入換計画」の値が設定されている。

【 0 0 5 0 】

また、連携先タスク識別子 4 4 の値は、連携計画識別子 4 3 で示される計画において、資源割当の対象となるタスクのうち、自計画タスク識別子 4 2 と連携するタスクを一意に識別するためのタスク名称を示す。図 7 の例の場合、「構内入換計画」において、資源割当の対象となるタスクのうち、自計画タスク識別子 4 2 の「列車」と連携するタスクとして「出区」や「入区」の各値が設定されている。

20

【 0 0 5 1 】

こうしたタスク紐付け情報 4 におけるレコード 4 5 を例にとり、タスク紐付け情報 4 の内容を説明した場合、「車両運用計画」におけるタスク「列車 1」に対して、連携先計画たる「構内入換計画」での「出区 1」なるタスクが紐付いている状況を示している。この場合、「列車 1」と「出区 1」は連携タスクに相当する。また、図 6 の連携定義情報 3 に保持するレコード 3 8 のルール（自計画タスクが「列車」で連携先タスクが「出区」の場合のルール）を満たすタスクペアである。なお、ここでの「列車 1」、「出区 1」というタスク識別子を基に計画情報 1 を参照することで、各タスクや資源の情報を取得できる。

30

【 0 0 5 2 】

続いて、本実施形態における計画間環境情報 2 について図 8 にて説明する。計画間環境情報 2 は、連携する自他の各計画で共用される資源およびタスクの各間についての関係性を、上述の自計画と連携する他計画毎に定義した情報である。この計画間環境情報 2 が定義する関係性は、資源やタスクの属性情報について、それぞれ算術演算子や論理演算子、関係演算子などで表現したものとなる。本実施形態の例では、自計画識別子 5 1、自計画タスク種別 5 2、連携先計画識別子 5 3、連携先計画タスク種別 5 4、および定義 5 5 の各値を対応付けた構成となっている。こうした一レコードにより、自他計画間で連携するタスクすなわち連携タスクに関して、考慮すべき環境情報が一つ定義される。

40

【 0 0 5 3 】

例えば、車両基地での構内入換計画と上述の車両運用計画との間について、或る列車（自計画のタスク）として割当ての編成が、或る車両基地の所定番線に留置中（他計画のタスク）であった場合、その番線から入出区線を経て列車として出区するには、一定の移動時間がかかる。この関係性は、例えば図 8 のレコード 5 6 で示すように、車両運用計画のタスク種別が「列車」のタスクと構内入換計画のタスク種別が「出区」のタスクとで共用する或る編成が、「番線から入出区線を経て出区するための移動時間が 2 分」とであると定義 5 5 に設定出来る。このような計画間環境情報 2 は、計画管理者等の知見あるユーザが予め定義して記憶装置 1 1 0 0 に格納したものである。

【 0 0 5 4 】

50

次に、本実施形態における出力連携タスク情報 5 について図 9 に基づき説明する。本実施形態における出力連携タスク情報 5 は、上述のタスク紐付け情報 4 で保持する連携タスクのうち、当該資源運用計画支援装置 1 0 0 0 における資源運用計画の再生成の結果、タスク開始時刻の変更などの影響を受けたタスクの情報を含むものとなる。

【 0 0 5 5 】

この出力連携タスク情報 5 におけるレコードは、資源識別子 6 1、それと紐づく自計画タスク識別子 6 2、自計画タスク開始時刻 6 3、自計画タスク終了時刻 6 4、連携先計画識別子 6 5、および連携先タスク識別子 6 6 の各値を対応付けた構成となっている。

【 0 0 5 6 】

このうち自計画タスク識別子 6 2 の値は、上述の自計画たる車両運用計画において、資源割当の対象となるタスクを一意に識別するためのタスク名称を示す。また、自計画タスク開始時刻 6 3 の値は、自計画タスク識別子 6 2 で示されるタスクの開始時刻を示す。また、自計画タスク終了時刻 6 4 の値は、自計画タスク識別子 6 2 で示されるタスクの終了時刻を示す。また、連携先計画識別子 6 5 の値は、車両運用計画（自計画）と連携する構内入換計画（他計画）の種類を示す。また、連携先タスク識別子 6 6 の値は、資源割当の対象となるタスクのうち、自計画タスク識別子 6 2 が示すタスクと連携するタスクを一意に識別するためのタスク名称を示す。

【 0 0 5 7 】

続いて、本実施形態における制約情報 6 について図 1 0 に基づき説明する。制約情報 6 は、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 の資源運用計画作成部 1 0 0 6 における自計画の再生成処理に用いる制約情報である。また、制約情報 6 は、当該資源運用計画支援装置 1 0 0 0 が、自計画に関して、資源およびタスクに関する変更指示を入力装置 1 2 0 1 で受け付けた場合に、現資源に代えて該当タスクに割当て可能な他資源候補、または現タスクに代えて該当資源を割当て可能な他タスク候補を、自他の各計画情報 1、連携定義情報 3、およびタスク紐付け情報 4（連携タスクの情報）に基づいて所定アルゴリズムで特定し、他資源候補または他タスク候補よりユーザが入力装置 1 2 0 1 で指定してきた他資源または他タスクに関する情報となる。

【 0 0 5 8 】

図 1 0 で例示する制約情報 6 のレコードは、自計画識別子 7 1、自計画タスク識別子 7 2、資源識別子 7 3、開始時刻 7 4、および終了時刻 7 5 の各値を対応付けた構成となっている。このレコードで制約情報一つが定義される。

【 0 0 5 9 】

上述のレコードのうち自計画識別子 7 1 の値は、自計画の種類を示す。また、自計画タスク識別子 7 2 の値は、自計画において、資源割当の対象となるタスクを一意に識別するためのタスク名称を示す。また開始時刻 7 4 の値は、自計画タスク識別子 7 2 で示されるタスクの開始時刻を示す。また終了時刻 7 5 の値は、自計画タスク識別子 7 2 で示されるタスクの終了時刻を示す。

【 0 0 6 0 】

なお、特に図示しないが、本実施形態における履歴情報 7 は、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 0 が生成した自計画に対して利用者が過去に加えた変更の履歴を示す情報である。

また、タスク識別子や計画識別子などといった識別子に基づいて計画情報 1 を適宜参照することで、資源やタスク、計画などに関する各種情報を取得することができる。

【 0 0 6 1 】

- - - メインフロー例 - - -

以下、本実施形態における資源運用計画支援方法の実際手順について図に基づき説明する。以下で説明する資源運用計画支援方法に対応する各種動作は、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 が実行するプログラム 1 0 0 2 によって実現される。そして、このプログラム 1 0 0 2 は、以下に説明される各種の動作を行うためのコードから構成されている。

【 0 0 6 2 】

図 1 1 は、本実施形態における資源運用計画支援方法のメインフロー例を示す図である

10

20

30

40

50

。資源運用計画支援装置 1 0 0 0 の計画情報読込部 1 0 0 3 は、記憶装置 1 1 0 0 に格納された自計画に関する計画情報 1、および通信装置 1 2 0 3 を介して通信網 1 0 上の所定装置から他計画の計画情報 1 を読込む（ステップ S 2 0 1）。本実施形態の場合、自計画たる車両運用計画、他計画たる構内入換計画の各計画情報 1 を取得することになる。

【 0 0 6 3 】

次に、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 の連携タスク特定部 1 0 0 4 は、記憶装置 1 1 0 0 で保持する計画間環境情報 2 および連携定義情報 3 に基づいて、上述のステップ S 2 0 1 で得た各計画情報 1 から、自計画と他計画とで共有する資源に割当てられたタスク情報を抽出し、自計画のタスクと他計画のタスクとで連携するタスクを関連付けし、これを記憶装置 1 1 0 0 内のタスク紐付け情報 4 に保存する（ステップ S 2 0 2）。この処理については図 1 2 のフローに基づき後述するものとする。

10

【 0 0 6 4 】

次に、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 の資源運用計画作成部 1 0 0 6 は、上述のステップ S 2 0 1 で得た自他の各計画情報 1 と、記憶装置 1 1 0 0 で保持する計画間環境情報 2 およびタスク紐付け情報 4 と、入力装置 1 2 0 1 で受けたユーザ指定（他資源候補または他タスク候補からの他資源または他タスクに関する指定）とに基づき、制約情報 6 を生成する（ステップ S 2 0 3）。この処理については図 1 5 のフローに基づき後述するものとする。

【 0 0 6 5 】

続いて資源運用計画支援装置 1 0 0 0 の資源運用計画作成部 1 0 0 6 は、ステップ S 2 0 1 で得ている自計画の計画情報 1 に、上述のユーザ指定として得ている制約情報を適用した条件下で、所定アルゴリズムにより自計画（資源運用計画）を再生成する（ステップ S 2 0 4）。こうした資源運用計画の作成にあたっては、例えば線形計画法や分枝限定法などの既存の数理計画法のアルゴリズムを適用するものとする。実際には、資源運用計画作成部 1 0 0 6 が、上述のアルゴリズムに対応したプログラムを実装し、必要に応じて計画生成を行うものとする。

20

【 0 0 6 6 】

次に、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 の計画結果管理部 1 0 0 7 は、上述のタスク紐付け情報 4 に格納された連携タスクのうち、自計画（資源運用計画）の再生成によって影響を受けたタスクの情報を、記憶装置 1 1 0 0 内の出力連携タスク情報 5 に追加する（ステップ S 2 0 5）。ここで、影響を受けたタスクかどうかを判定するために、計画結果管理部 1 0 0 7 は、記憶装置 1 1 0 0 内の計画情報 1 に保持する元計画のタスクと、再生成した自計画中のタスクとの間で各属性情報を比較し、相違点を特定する。

30

【 0 0 6 7 】

また、計画結果管理部 1 0 0 7 は、上述の出力連携タスク情報 5 を、連携する他計画の管理装置に対し、変更情報として送信する（ステップ S 2 0 6）。

【 0 0 6 8 】

次に、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 の資源運用計画作成部 1 0 0 6 または計画結果管理部 1 0 0 7 は、上述のステップ S 2 0 4 で再生成した自計画（資源運用計画）を表示装置 1 2 0 0 を介して利用者に提示する（ステップ S 2 0 7）。このとき、他計画でも計画の再生成が行われた場合、それらの再生成結果を待って該当する表示装置に変更内容を表示する。

40

【 0 0 6 9 】

続いて資源運用計画支援装置 1 0 0 0 の資源運用計画作成部 1 0 0 6 は、ユーザからの終了指示を入力装置 1 2 0 1 で受けたか判定する（ステップ S 2 0 8）。この判定の結果、終了指示を受けた場合（ステップ S 2 0 8：Yes）、資源運用計画作成部 1 0 0 6 は、ステップ S 2 0 4 で再生成した自計画の計画情報で、記憶装置 1 1 0 0 における該当自計画の計画情報 1 を更新し、また履歴情報 7 も更新し（ステップ S 2 0 9）、処理を終了する。他方、上述の判定の結果、終了指示を受けていない場合（ステップ S 2 0 8：No）、資源運用計画作成部 1 0 0 6 は、処理をステップ S 2 0 3 に戻す。以上がメインフロ

50

ーとなる。

【 0 0 7 0 】

- - - 連携タスク特定フロー - - -

次に、上述したメインフローにおけるステップ S 2 0 2、すなわち連携タスク特定の処理の詳細について説明する。図 1 2 は、本実施形態における資源運用計画支援方法の処理手順例 1 を示すフロー図である。具体的には、自計画たる車両運用計画におけるタスクと、これと連携する他計画たる構内入換計画におけるタスクのうち、連携タスクとなるタスクペアを特定するフローである。

【 0 0 7 1 】

このフローにおいてまず、計画情報読込部 1 0 0 3 は、記憶装置 1 1 0 0 から自計画たる車両運用計画の計画情報 1 を得る（ステップ S 7 0 1）。また同様に、計画情報読込部 1 0 0 3 は、通信網 1 0 上の他計画の管理装置等から他計画の計画情報を得る（ステップ S 7 0 2）。ここで得る他計画の計画情報は、他計画が複数存在すれば複数となる。

10

【 0 0 7 2 】

続いて、連携タスク特定部 1 0 0 4 は、上述のステップ S 7 0 1 で得た自計画のタスク群から所定ルール（例：登録順、識別情報の含む値の昇順など。以下同様）で一つ選択し（ステップ S 7 0 3）、上述のステップ S 7 0 2 で得た 1 または複数の他計画からタスクを所定ルールで一つ選択する（ステップ S 7 0 4）。

【 0 0 7 3 】

また、連携タスク特定部 1 0 0 4 は、上述のステップ S 7 0 3、S 7 0 4 での選択で得た自他計画のタスクペアが、連携定義情報 3 に定義された連携条件と合致するか判定する（ステップ S 7 0 5）。この判定に際し、連携タスク特定部 1 0 0 4 は、上述のステップ S 7 0 3 で選択を受けた自計画タスクの種別と、ステップ S 7 0 4 で選択を受けた他計画タスクの種別および該当他計画（連携先計画）と、自計画タスクおよび他計画タスクそれぞれ割当てられている資源識別子と、該当各タスクの開始・終了の時刻（対応する計画情報で規定）と、該当各タスクの実行箇所（対応する計画情報で規定）の各値を検索キーとして、連携定義情報 3 の各レコードに対する検索を実行し、上述の検索キーたる各値の組みと一致するレコードが検索出来た場合、「ルールに合致」と判定する。

20

【 0 0 7 4 】

上述のステップ S 7 0 5 での判定の結果、タスクペアが連携定義情報 3 の各レコードにおける連携条件 3 4 と合致しなかった場合（ステップ S 7 0 5：No）、連携タスク特定部 1 0 0 4 は、処理をステップ S 7 0 7 に進める。他方、上述の判定の結果、タスクペアが連携定義情報 3 のいずれかのレコードの連携条件 3 4 と合致した場合（ステップ S 7 0 5：Yes）、連携タスク特定部 1 0 0 4 は、処理をステップ S 7 0 6 に進める。

30

【 0 0 7 5 】

ステップ S 7 0 6 において連携タスク特定部 1 0 0 4 は、上述のタスクペアの情報、つまり自計画識別子、自計画タスク識別子、連携先計画識別子、および連携先タスク識別子を 1 レコードとしてタスク紐付け情報 4 に追加し、ステップ S 7 0 7 を実行する。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 7 0 7 において連携タスク特定部 1 0 0 4 は、他計画における全てのタスクに関して一連の処理（ステップ S 7 0 4 ~ S 7 0 6）を行ったか判定する。この判定の結果、他計画のタスクのうち上述の一連の処理を実行済みでないものがあった場合（ステップ S 7 0 7：No）、連携タスク特定部 1 0 0 4 は、処理をステップ S 7 0 4 に戻す。他方、上述の判定の結果、他計画における全てのタスクに関して一連の処理（ステップ S 7 0 4 ~ S 7 0 6）を完了した場合（ステップ S 7 0 7：Yes）、連携タスク特定部 1 0 0 4 は、処理をステップ S 7 0 8 に進める。これによって、自計画のタスク一つに対して、1 または複数の他計画の複数タスクが連携する場合も考慮して、網羅的に連携タスク特定を行い処理の効率化を図ることができる。

40

【 0 0 7 7 】

続いてステップ S 7 0 8 において連携タスク特定部 1 0 0 4 は、現在選択中（直近のス

50

テップS701で得たもの)の自計画のタスクについて、上述のステップS705による判定でいずれの他計画のタスクに関しても連携定義情報3の規定を満たすものが特定出来なかったか、すなわち、タスク紐付け情報4へのレコード追加がなされなかったか判定する。この判定の結果、現在選択中の自計画のタスクに関して、タスク紐付け情報4へのレコード登録が出来なかった場合(S708:Yes)、連携タスク特定部1004は、処理をステップS709に進める。他方、上述の判定の結果、現在選択中の自計画のタスクに関して、タスク紐付け情報4へのレコード登録が出来た場合(S708:No)、連携タスク特定部1004は、処理をステップS710に進める。

【0078】

ステップS709において連携タスク特定部1004は、タスク紐付け情報4へのレコード追加が成功しなかった自計画のタスクについて、タスク紐付け情報4にて自計画識別子、自計画タスク識別子、空の計画識別子、および空のタスク識別子を一レコードとして追加し、処理をステップS710に進める。

【0079】

次にステップS710において連携タスク特定部1004は、自計画の全タスクについて上述のステップS704～ステップS709の各処理が完了したか判定する。この判定の結果、自計画において処理未完のタスクがある場合(ステップS710:No)、連携タスク特定部1004は、処理をステップS703に戻す。他方、自計画において全てのタスクについて処理を完了している場合(ステップS710:Yes)、連携タスク特定部1004は、処理を終了する。以上が、連携タスクを特定する処理の流れである。

【0080】

ここで、図3で例示した自計画たる車両運用計画にて資源「編成A」を割当てたタスク「列車1」を、ステップS701で得た場合を例にとって、図12の連携タスク特定フローをさらに具体的に説明する。なお、この自計画のタスクは、資源識別子「編成A」、タスク識別子「列車1」(タスク種別は“列車”になる)、開始時刻「6:05」、終了時刻「6:30」、の各値で規定されているものとする。

【0081】

この場合、タスク特定部1004は、図5で示した構内入換計画が含む1つのレコード、すなわちタスクを一つ選択する。例えば、資源識別子「編成A」、タスク種別「出区」、タスク識別子「出区1」、開始時刻「6:00」、終了時刻「6:05」、使用番線「入出区線」なるタスクを選択したとする。

【0082】

連携タスク特定部1004は、上述の自計画に関して選択したタスク(資源識別子「編成A」、タスク識別子「列車1」(タスク種別は“列車”になる)、開始時刻「6:05」、終了時刻「6:30」と、他計画に関して選択したタスク(資源識別子「編成A」、タスク種別「出区」、タスク識別子「出区1」、開始時刻「6:00」、終了時刻「6:05」、使用番線「入出区線」とを、連携定義情報3(図6)の各レコードが規定する内容と合致するか判定する。

【0083】

上述の自他の選択タスクの場合、連携タスク特定部1004は、連携定義情報3のレコードのうち、自計画タスク種別31と連携先タスク種別33の組みが、「列車」と「出区」で、連携先計画種別が「構内入れ換え」であるものを特定出来る。また、自計画の開始時刻「6:05」と他計画の終了時刻「6:05」が一致し、「列車」の「出区」は実行箇所が同じである。従って、図6の連携定義情報3のうち、レコード38の連携条件34は全て満たしており、該当自他計画のタスクペアを示す、自計画識別子「車両運用計画」、自計画タスク識別子「列車1」、連携先計画識別子「構内入換計画」、および連携先計画タスク識別子「出区1」の値を含むレコードを、タスク紐付け情報4に登録できることとなる。

【0084】

- - - 制約情報の生成フロー - - -

10

20

30

40

50

次に、図 1 1 のフローにおけるステップ S 2 0 3、すなわち制約情報の生成処理について図に基づき説明する。図 1 3 は、本実施形態における資源運用計画支援方法の処理手順例 2 を示すフロー図である。本実施形態では、鉄道の運行が乱れた際に行われる車両運用整理と構内入換計画という業務を想定する。車両運用整理とは、事故や車両故障などにより列車の運行計画が急遽変更となった際に、変更された運行計画に合わせて列車への車両割当を変更する業務である。車両割当の変更手段は、折り返し駅で割当てる列車を変更する手段と、車両基地に留置している予備列車を臨時に割当てる手段と、車両が余った場合に臨時に車両基地へ車両を格納する手段などがある。また、車両には走行キロと走行日数に応じて定期的な検査の実施が法で義務付けられており、各車両基地での構内入換計画が日々実施されている。車両運用整理では、車両基地構内での検査などといった作業を実施

10

【 0 0 8 5 】

まず、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 の連携影響値算出部 1 0 0 5（または資源運用計画作成部 1 0 0 6）は、入力装置 1 2 0 1 において、タスク紐付け情報 4 で規定するタスクに割当てられた資源について、例えば車両故障発生に伴う運行遅延の修正を望むユーザから、自計画または他計画のタスクに割当てる資源の変更等の指示を受けたとする。

【 0 0 8 6 】

この場合、連携影響値算出部 1 0 0 5 は、該当指示に応じて、自計画における現資源に代えて所定タスクに割当て可能な他資源候補、または現タスクに代えて所定資源を割当て可能な他タスク候補を、各計画情報 1、計画間環境情報 2、連携定義情報 3、およびタスク紐付け情報 4（連携タスクの情報）の各情報に基づいて所定アルゴリズムで特定し、ここで得た他資源候補または他タスク候補の情報を表示装置 1 2 0 0 に表示させる。またこの時、連携影響値算出部 1 0 0 5 は、上述の他資源候補または他タスク候補を現資源または現タスクと入れ替えた場合の影響値を、記憶装置 1 1 0 0 に保持する計画間環境情報 2 に基づき算出し、これを評価情報として、上述の他資源候補または他タスク候補と対応付けて表示装置 1 2 0 0 に表示する（S 8 0 1）。

20

【 0 0 8 7 】

なお、上述の評価情報は、現計画と、上述の資源またはタスクの入れ換えを行った場合の計画における各項目（例：タスクの開始、終了の時刻）の差分から構成される。例えば、タスクの予定開始時刻からの遅延時分やタスクへの資源割当変更履歴などである。これらの差分項目は、タスク紐付け情報 4 に格納された各レコードのタスク識別子を基に計画情報 1 と履歴情報 7 から該当するタスク情報を取得し、計画間環境情報 2 を考慮して現計画と上述の入れ換え後の計画との差分を算出することで生成される。

30

【 0 0 8 8 】

続いてステップ S 8 0 2 において、連携影響値算出部 1 0 0 5 は、タスク紐付けに関わる制約情報について、入力装置 1 2 0 1 を介してユーザより受付ける。この制約情報は、上述のステップ S 8 0 1 で表示装置 1 2 0 0 で表示した他資源候補または他タスク候補の中から、ユーザに指定された他資源または他タスクに関する情報が相当する。また、受付ける制約情報の種類は「指定タスクに対する資源割当」、「指定資源に対するタスク割当」、「一括資源割当」、および「一括タスク割当」の四種である。こうした各種の制約情報に関する受け付け処理については後述する。

40

【 0 0 8 9 】

次にステップ S 8 0 3 において、連携影響値算出部 1 0 0 5 は、上述のステップ S 8 0 2 においてタスク紐付けに関わる制約情報の更新、すなわち現計画からの資源またはタスクに関する割当て変更があったか判定する。この判定の結果、制約情報の更新がなかった場合（ステップ S 8 0 3：N o）、連携影響値算出部 1 0 0 5 は、処理をステップ S 8 0 2 に戻す。他方、更新があった場合（ステップ S 8 0 3：Y e s）、連携影響値算出部 1 0 0 5 は、処理をステップ S 8 0 4 に進める。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 8 0 4 において、資源運用計画作成部 1 0 0 6（または連携影響値算出部 1

50

005)は、他計画のタスク情報更新について他計画の管理装置等に問い合わせを実行し、更新がなされていた他計画における連携先タスク情報や制約情報を取得する。連携先タスク情報の読み込みにあたっては、タスク紐付け情報4に追加された連携先タスク識別子を基に、通信網10を介して該当装置にリクエストを送信し、連携先タスク情報を取得することとなる。

【0091】

次に、資源運用計画作成部1006は、上述のステップS802で受け付けた制約情報、および、ステップS804で読み込まれた情報を基に制約情報を生成し、記憶装置1100の制約情報6に追加する(ステップS805)。以上が、制約情報の生成に関する処理手順である。

10

【0092】

以降、図14に基づいて上述の各処理の具体例について説明する。図14は、本実施形態における割当て管理画面140を示す図である。図14で例示する割当て管理画面140は、列車ダイヤ表示領域90と、個別資源割当編集領域91を含んでいる。このうち列車ダイヤ表示領域90は、縦軸に駅、横軸に時間を取り、各列車スジや回し線を表示することで、いつどこを列車が走行しているかを確認できる。また、ユーザが各列車スジや回し線を選択することで、運休や回し変更などといった運用変更の入力を受け付けることができる。

【0093】

また個別資源割当編集領域91は、例えばデフォルトでは空欄であるが、ユーザが入力装置1201を介して、上述の列車ダイヤ表示領域90における或る列車スジを選択した事象に応じて情報が表示される領域である。この個別資源割当編集領域91は、「指定タスクに対する資源割当」をユーザが行うためのインターフェイスとなる。

20

【0094】

列車ダイヤ表示領域90中において、ユーザが「列車3」(タスク)に対応した列車スジ92をクリックするなどして選択したとする。その場合、連携影響値算出部1005(または資源運用計画作成部1006)は、この「列車3」の値を対象タスク識別子欄94にセットすると共に、「列車3」に対して割当可能な他の編成(資源)、すなわち上述のステップS801で述べた他資源候補を検索し、ここで得た他資源候補たる他の編成の情報を、現在「列車3」に割当てられている「編成C」(以下、現割当)の情報とあわせて当該個別資源割当編集領域91に表示する。図14における個別資源割当編集領域91の場合、現割当の「編成C」と共に、他資源候補として「編成B」、「編成a」、「および「編成b」、が列挙されている。

30

【0095】

またこの時、連携影響値算出部1005は、上述の他資源候補たる他の編成を現割当「編成A」と入れ替えた場合の影響値として、「列車3」への資源割当てに関する遅延時間を、上述のステップS801に関して述べたように計画間環境情報2に基づき算出し、これを割当遅延(評価情報)として、上述の他の編成と対応付けて表示する。

【0096】

一方、この個別資源割当編集領域91を表示装置1200で閲覧したユーザは、表示されている現割当および他の編成(他資源候補)と、その割当遅延の各情報を合わせて認識し、例えば割当遅延の最も小さい「予備編成a」を、割当変更に伴う影響が最小のものとして選択することとなる。ユーザはこの選択動作に際し、個別資源割当編集領域91における設定対象欄95のうち、選択対象の「予備編成a」に対応する欄をクリックして「。」を設定し、割当ボタン101を更にクリックする。

40

【0097】

他方、連携影響値算出部1005は、これらクリック動作を入力装置1201で受け付けて、ユーザが選択対象とした編成の情報として、対象タスク識別子欄94にセットされたタスクたる「列車3」の値と、選択対象とされた編成の割当候補資源識別子96の値「予備編成a」、をそれぞれ取得し、記憶装置1100の制約情報6に追加する。

50

【 0 0 9 8 】

なお、連携影響値算出部 1 0 0 5 は、上述で選択対象とされた「予備編成 a」を「列車 3」に割当てて設定を行うべく、車両運用計画において「予備編成 a」のレコードを追加し、このレコードに「列車 3」の運用情報（開始、終了の各時刻等）を設定する。また同様に、連携影響値算出部 1 0 0 5 は、構内入換計画においても、「予備編成 a」について、タスク種別「出区」、タスク識別子「出区 5」、開始時刻「07:29」、終了時刻「07:31」、および使用番線「入出区線」といった値を含む新たなレコードを追加する。連携タスク特定部 1 0 0 4 は、タスク紐付け情報 4 に登録済みの「列車 3」に関するレコードを削除する一方で、上述の各レコードの追加後の車両運用計画および構内入換計画に基づいて、少なくとも「列車 3」に関して連携タスク特定の処理（図 12 のフロー同様）を実行し、「列車 3」に関してあらためて生成したレコードをタスク紐付け情報 4 に登録する。

10

【 0 0 9 9 】

ここで図 14 の割当て管理画面 140 に関して、その詳細を説明しておく。割当て管理画面 140 における個別資源割当編集領域 91 は、現在時刻 93、対象タスク識別子 94、設定対象 95、割当候補資源識別子 96、資源割当状況 97、自計画タスク開始時刻 98、自計画タスク終了時刻 99、および自計画への影響値たる割当遅延 100 の各値を含むレコードの集合体となっている。

【 0 1 0 0 】

このうち現在時刻 93 の値は、実施されている計画の現在時刻を示す。また、対象タスク識別子 94 の値は、列車ダイヤ表示領域 90 でユーザに選択された列車スジ 92 の列車識別子を示す。

20

【 0 1 0 1 】

また、設定対象 95 の値は、対象タスク識別子 94 が表す列車への編成割当先をユーザが選択した際の選択結果（図中では“○”）を示すものとなる。ここで割当ての編成は、設定対象 95 と同じ行に存在する割当候補資源識別子 96 で示す編成を指す。

【 0 1 0 2 】

また、割当候補資源識別子 96 の値は、対象タスク識別子 94 に対して割当可能である各編成の名称を示す。割当可能な編成は、連携定義情報 3 の条件種別 37「連携可能条件」で示されるルールを基に記憶装置 1100 の計画情報 1 と計画間連携情報 2 とタスク紐付け情報 4 を参照することにより作成できる。

30

【 0 1 0 3 】

また、資源割当状況 97 の値は、割当候補資源識別子 96 が表す編成への割当状況を示す。各資源割当状況は、記憶装置 1100 のタスク紐付け情報 4 を参照して特定できる。また、自計画タスク開始時刻 98 の値は、割当候補資源識別子 96 が表す編成を、対象タスク識別子 94 が表す列車へ割当てた場合のタスク実行開始時刻を示す。自計画タスク終了時刻 99 は、そのタスク終了時刻を示す。また、割当遅延 100 の値は、自他計画タスクの属性情報を比較することで算出可能な、自計画への影響値に関する一つの具体例である。具体的には、自計画タスク開始時刻 98 と対象タスク識別子 94 が表す列車の実行開始時刻の差分を表す。例えば、自計画タスク開始時刻 98、自計画タスク終了時刻 99、および割当遅延 100 は、記憶装置 1100 の計画情報 1 より現計画における自計画タスクを取得し、またタスク紐付け情報 4 の連携先タスク識別子を基に連携先タスクの情報を取得し、さらに計画間環境情報 2 を踏まえて両タスクの属性情報を比較することで算出できる。

40

【 0 1 0 4 】

- - - 受付ける制約情報の種類 - - -

ここで、図 13 のフローにてユーザより受付ける制約情報の種類について説明する。その種類とは、「指定タスクに対する資源割当」、「指定資源に対するタスク割当」、「一括資源割当」、および「一括タスク割当」の四種を想定出来る。「指定タスクに対する資源割当」に関しては図 14 等で説明済みである。

50

【 0 1 0 5 】

このうち「指定資源に対するタスク割当」に関して、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、ユーザが指定した資源に対して割当可能なタスク一覧を出力し、さらに割当てるタスクに関するユーザ選択を受け付けることで、資源とタスクを紐付ける制約を取得する。制約情報「指定資源に対するタスク割当」は、共有資源識別子、自計画タスク識別子、連携先計画識別子、連携先タスク識別子から構成される。このうち共有資源識別子は、自他計画間で共有する資源を一意に識別するための資源名称であり、自計画タスク識別子は、自計画のタスクを一意に判別するためのタスク名称である。また、連携先計画識別子は、自計画と連携する計画を一意に識別するための計画名称である。また、連携先タスク識別子は、自計画と連携する計画中のタスクを一意に識別するためのタスク名称である。資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、上述の各識別子を基に計画情報 1 を参照することで、資源やタスク、計画などに関する属性情報を適宜取得することができる。

10

【 0 1 0 6 】

ここで、制約情報「指定資源に対するタスク割当」の設定に際し、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、ユーザが指定した資源の属性情報に対して、記憶装置 1 1 0 0 の計画情報 1 に保持する他計画タスクの属性情報と紐づく資源の属性情報を、連携定義情報 3 の条件種別 3 7 「連携可能条件」で示されるルールと照らし合わせることで任意資源に対する割当可能なタスク一覧を出力する。また、割当てるタスクに関するユーザ選択を受け付ける場合、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、自計画タスクの情報を、ユーザが選択した他計画タスクの情報に更新し、タスク紐付け情報 4 の該当レコードについても更新、または追加する。

20

【 0 1 0 7 】

上述した「指定資源に対するタスク割当」の処理に際して利用する画面の遷移例を図 1 5 に示す。図 1 5 で示している遷移画面は、車両基地情報表示画面 1 0 1、編成情報詳細表示画面 1 0 2、および個別タスク割当編集画面 1 0 3 である。

【 0 1 0 8 】

このうち車両基地情報表示画面 1 0 1 は、横軸に時間を取り、任意の時間帯ごとに（例えば、図 1 5 では 1 5 分毎に）それぞれの車両基地（“基地 X”、“基地 Y”）の作業概況を示す作業編成数、留置編成数、および予備編成数を表示する。作業編成数は、車両基地における当該時間帯に、検査や清掃などといったタスクを割振られている編成数を示す。また、車両基地の多忙度を踏まえて各セルを色付け（図中の例では、濃度の段階的、選択的な変更）すると好適である。また、留置編成数は、車両基地の当該時間帯に車両基地に収容されている、営業中でない編成数を示す。また、予備編成数は、車両基地の当該時間帯に車両基地に留置されており、作業予定がなく、必要に応じて出区することのできる編成数を示す。

30

【 0 1 0 9 】

こうした車両基地情報表示画面 1 0 1 を構成する作業編成数、留置編成数、および予備編成数の内容は、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 が、記憶装置 1 1 0 0 の計画情報 1、計画間連携情報 2、およびタスク紐付け情報 4 を参照して表示する。

【 0 1 1 0 】

また、作業編成数、留置編成数、および予備編成数のうち、ユーザが所定セルを選択すると、これを受けた資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、該当セルと対応する編成情報の一覧を編成情報詳細表示画面 1 0 2 に表示する。図 1 5 における編成情報詳細表示画面 1 0 2 は、車両基地情報表示画面 1 0 1 中の予備編成数のセル 1 0 4 をユーザが選択した場合に表示されるものを例示している。

40

【 0 1 1 1 】

この編成情報詳細表示画面 1 0 2 は、資源識別子 1 0 5、資源割当状況 1 0 6、使用番線 1 0 7、編成種別 1 0 8、および当日作業予定 1 0 9 を備えている。このうち資源識別子 1 0 5 は、車両基地情報表示画面 1 0 1 でユーザに選択されたセル 1 0 4 が表す、予備編成の識別子一覧を示す。また、資源割当状況 1 0 6 は、資源識別子 1 0 5 が表す編成の

50

列車への割当状況を示す。各資源割当状況は、記憶装置 1 1 0 0 のタスク紐付け情報 4 を参照する。

【 0 1 1 2 】

また、使用番線 1 0 7 は、資源識別子 1 0 5 が表す編成が使用している番線名称を表す。また、編成種別 1 0 8 は、資源識別子 1 0 5 が表す編成の編成種別を表す。また、当日作業予定 1 0 9 は、資源識別子 1 0 5 が表す編成が当日の構内入換計画において割当されている検査や修理などといった作業予定を表す。各当日作業予定は、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 が記憶装置 1 1 0 0 のタスク紐付け情報 4 を参照して特定する。

【 0 1 1 3 】

上述の編成情報詳細表示画面 1 0 2 の各レコードのうち、所定レコードをユーザが選択すると、これを受けた資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、該当編成（すなわち資源）に対応する「指定資源に対するタスク割当」を行うための個別タスク割当編集画面 1 0 3 を表示する。資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、この個別タスク割当編集画面 1 0 3 においてユーザにより選択された編成（資源）に対する割当可能な列車（タスク）を表示し、その中から割当てるタスクをユーザより受付ける。図 1 5 で例示した個別タスク割当編集画面 1 0 3 は、編成情報詳細表示画面 1 0 2 中の予備資源である「編成 b」を選択した場合の画面例である。

10

【 0 1 1 4 】

この個別タスク割当編集画面 1 0 3 は、現在時刻 1 1 0、対象資源識別子 1 1 1、設定対象 1 1 2、割当候補タスク名 1 1 3、割当資源識別子 1 1 4、自計画タスク開始時刻 1 1 5、自計画タスク終了時刻 1 1 6、および、自計画への影響値の一例である割当遅延 1 1 7 を備えている。

20

【 0 1 1 5 】

このうち現在時刻 1 1 0 は、実施されている計画の現在時刻を示す。また、対象資源識別子 1 1 1 は、編成情報詳細表示画面 1 0 2 で選択された編成レコードの編成名を示す。また、設定対象 1 1 2 は、対象資源識別子 1 1 1 が表す編成の割当先列車（タスク）をユーザが選択するインターフェイスを示す。割当先となる列車は、設定対象 1 1 2 と同じ行に存在する割当候補タスク名 1 1 3 で示す列車である。

【 0 1 1 6 】

また、割当候補タスク識別子 1 1 3 は、対象資源識別子 1 1 1 の編成（資源）に割当可能な各列車（タスク）を示す。割当可能な列車は、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 が、連携定義情報 3 の条件種別 3 7「連携可能条件」で示されるルールを基に記憶装置 1 1 0 0 の計画情報 1 と計画間連携情報 2 とタスク紐付け情報 4 を参照することにより作成する。

30

【 0 1 1 7 】

また、割当資源識別子 1 1 4 は、割当候補タスク識別子 1 1 3 が表す列車の編成割当状況を示す。各割当資源識別子は、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 が、割当候補タスク識別子 1 1 3 を基に記憶装置 1 1 0 0 の計画情報 1 を参照することにより作成する。

【 0 1 1 8 】

また、自計画タスク開始時刻 1 1 5 は、割当候補タスク識別子 1 1 3 が表す列車に対象資源名 1 2 9 が表す編成を割当てた場合のタスク実行開始時刻を示す。同様に、自計画タスク終了時刻 1 1 6 はタスク終了時刻を示す。また、割当遅延 1 1 7 は、自他計画タスクの属性情報を比較することで算出可能な自計画への影響値に関する一つの具体例であり、自計画タスク開始時刻 1 1 5 と割当候補タスク識別子 1 1 3 が表す列車の実行開始時刻の差分を表す。例えば、自計画タスク開始時刻 1 1 5、自計画タスク終了時刻 1 1 6、および割当遅延 1 1 7 は、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 が、記憶装置 1 1 0 0 の計画情報 1 より基本計画中の自計画タスクを取得し、またタスク紐付け情報 4 の連携先タスク識別子を基に連携先タスクの情報を取得し、さらに計画間環境情報 2 を踏まえて両タスクの属性情報を比較することで算出できる。

40

【 0 1 1 9 】

資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、上述の個別タスク割当編集画面 1 0 3 にて、「指定

50

資源に対するタスク割当」に対応した制約情報を受付けた結果、対象資源識別子 1 1 1、および選択されたレコードの割当候補タスク識別子 1 1 3 とそのタスク情報を記憶装置 1 1 0 0 の制約情報 6 に追加する。また、対象資源識別子 1 1 1 に割当たっていた元タスク（資源割当状況 1 0 6 に相当）と割当候補タスク識別子 1 1 3 についてタスク紐付け情報 4 から該当する各レコードを削除し、それぞれのタスクを新たな連携タスクとして関係付け、再度タスク紐付け情報 4 に追加する。

【 0 1 2 0 】

一方、制約情報「一括タスク割当」に関して、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、ユーザが指定した連携先計画、時間帯、割当種別、資源数に基づいて複数の資源に一括でタスクを割当てることで資源とタスクを紐付ける制約を取得する。具体的に、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、ユーザ指定の時間帯における指定数の資源に対してタスクを割当てる、もしくは資源からタスクを解放する。この際、指定連携先計画から上記の変更を受けたタスクに紐づく連携先タスクを抽出し、自計画タスクと紐付ける。

【 0 1 2 1 】

また、制約情報「指定資源に対するタスク割当」の設定に際し、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、ユーザが指定した資源に対して割当可能な自計画タスク一覧を出力し、さらに割当てるタスクの選択をユーザから受け付けることで、自計画タスクと資源を紐付ける制約を取得する。この制約情報「指定資源に対するタスク割当」は、自計画タスク識別子、共有資源識別子、連携先計画識別子、連携先タスク識別子から構成される。

【 0 1 2 2 】

このうち自計画タスク識別子は、自計画のタスクを一意に判別するためのタスク名称である。また、共有資源識別子は、自他計画間で共有する資源を一意に識別するための資源名称である。また、連携先計画識別子は、自計画と連携する計画を一意に識別するための計画名称である。また、連携先タスク識別子は、自計画と連携する計画中のタスクを一意に識別するためのタスク名称である。資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、各識別子を基に計画情報 1 を参照することで、資源やタスク、計画などに関する属性情報を適宜取得することができる。なお、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、ユーザが指定した資源の属性情報を基に記憶装置 1 1 0 0 の計画情報 1 に保持する他計画タスクの属性情報を取得し、取得した他計画タスクの属性情報に対して、全自計画タスク中から連携定義情報 3 の条件種別 3 7 「連携可能条件」で示されるルールと照らし合わせることで任意資源に対する割当可能なタスク一覧を出力する。

【 0 1 2 3 】

また資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、割当てるタスクの選択をユーザから受け付ける場合、ユーザが選択した自計画タスクの資源情報を、指定の資源情報に更新し、タスク紐付け情報 4 の該当レコードについても更新、または追加する。

【 0 1 2 4 】

図 1 6 に、「一括タスク割当」を行うための受付画面である列車一括自動割当設定画面 1 2 3 を示す。資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、この画面でユーザから指定された、計画名、時刻、タスク割当種別、およびタスク数の各情報を基に、適切な資源に割当可能なタスクを一括設定するための制約情報を自動生成する。生成された各制約情報は、図 1 4 と同様の手順で記憶装置 1 1 0 0 のタスク紐付け情報 4 と制約情報 6 に保存する。

【 0 1 2 5 】

この列車一括自動割当設定画面 1 2 3 は、計画名 1 2 4、時刻 1 2 5、タスク割当種別 1 2 6、およびタスク数 1 2 7 を備えている。このうち計画名 1 2 4 は、自計画と連携する連携先計画識別子を表し、対応する連携先計画の情報から対象とする編成（資源）を引き当てるために用いる。また、時刻 1 2 5 は、一括タスク割当を行う際に対象とする時間帯を表し、自計画より割当可能な列車（タスク）を引き当てるために用いる。また、タスク割当種別 1 2 6 は、一括タスク割当を行う際に、列車（タスク）を編成（資源）に割当てるのか、または列車から既に割当たっている編成を解放するのかをユーザが選択するために用いる。また、タスク数 1 2 7 は、一括タスク割当を行う際に、変更対象となる列車

(タスク)数を表す。

【0126】

ここで、「一括タスク割当」における制約情報生成の流れを説明する。資源運用計画支援装置1000は、上述の列車一括自動割当設定画面126を介して、ユーザからの入力を受付けた場合、時刻125に設定された時間帯のタスク情報一覧を記憶装置1100の計画情報1より取得する。次に資源運用計画支援装置1000は、タスク割当種別126が「割当」ならば、連携定義情報3の条件種別37「連携可能条件」で示されるルールを基に記憶装置1100の計画情報1と計画間連携情報2とタスク紐付け情報4を参照することで連携先計画の情報を取得し、指定時間帯の割当可能な資源情報一覧を取得する。

【0127】

また、資源運用計画支援装置1000は、上述で取得したタスク情報一覧と資源情報一覧について、構内入換計画を計画対象とする他装置に自計画タスクの識別子、自計画の各タスク開始/終了時刻の制約、およびタスク数127の制約を送信する。この他装置で再生成が実施されたら、資源運用計画支援装置1000は、再生成結果として、各連携タスクとそれに紐づく資源一覧(出力連携タスク情報に相当)を取得する。資源運用計画支援装置1000は、紐付けられたタスクと資源の一覧を、記憶装置1100のタスク紐付け情報4と制約情報6に保存する。

【0128】

一方で、タスク割当種別126が「解放」ならば、資源運用計画支援装置1000は、記憶装置1100の計画情報1と計画間連携情報2とタスク紐付け情報4を参照することにより連携先計画の情報を取得し、取得したタスク情報一覧に紐づく資源情報一覧を取得する。次に資源運用計画支援装置1000は、上述で取得したタスク情報一覧とそれに紐づく資源情報一覧について、前記と同様に連携する他装置へ制約を送信する。他装置より出力結果である各連携タスクとそれに紐づく資源一覧を得た場合、資源運用計画支援装置1000は、それらを基に記憶装置1100のタスク紐付け情報4と制約情報6を更新する。

【0129】

続いて「一括資源割当」に関して説明する。制約情報「一括資源割当」の設定に際し、資源運用計画支援装置1000は、ユーザが指定した連携先計画、時間帯、割当種別、およびタスク数に基づいて、複数のタスクに対して一括で資源を割当てることで自計画タスクと資源を紐付ける制約を取得する。具体的には、資源運用計画支援装置1000は、指定時間帯における指定数のタスクに対して資源を割当てる、もしくは資源をタスクから解放する。この際、指定連携先計画から上記の変更を受けた資源に紐づく連携先タスクを抽出し、自計画タスクと紐付ける。

【0130】

図17に「一括資源割当」を行うための受付画面たる、編成一括自動割当設定画面118の例を示す。資源運用計画支援装置1000は、この画面118にてユーザが指定した計画名、時刻、資源割当種別、および資源数の各情報を基に、適切なタスクに割当可能な資源を一括設定するための制約情報を自動生成する。資源運用計画支援装置1000は、生成した各制約情報を、図14と同様の手順で記憶装置1100のタスク紐付け情報4と制約情報6に保存する。

【0131】

この編成一括自動割当設定画面118は、計画名119、時刻120、資源割当種別121、および資源数122を備えている。このうち計画名119は、自計画と連携する連携先計画識別子を表し、対応する連携先計画の情報から割当可能な編成(資源)を引き当てるために用いる。また、時刻120は、一括資源割当を行う際に対象とする時間帯を表し、自計画より対象とする列車(タスク)を引き当てるために用いる。また、資源割当種別121は、一括資源割当を行う際に、列車(タスク)に編成(資源)を割当てるのか、または列車から既に割当たっている編成を解放するのかが選択するために用いる。また、資源数122は、一括資源割当を行う際に、変更対象となる編成(資源)数を表す。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 2 】

次に、上述の「一括資源割当」における制約情報生成の流れを説明する。この場合、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、編成一括自動割当設定画面 1 1 8 を介し、ユーザからの情報入力を受付けて、時刻 1 2 0 に設定された時間帯のタスク情報一覧を記憶装置 1 1 0 0 の計画情報 1 より取得する。

【 0 1 3 3 】

次に、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、資源割当種別 1 2 1 が「割当」ならば、連携定義情報 3 の条件種別 3 7 「連携可能条件」で示されるルールを基に、記憶装置 1 1 0 0 の計画情報 1 と計画間連携情報 2 とタスク紐付け情報 4 を参照することで、連携先計画の情報を取得し、指定時間帯の割当可能な資源情報一覧を取得する。

10

【 0 1 3 4 】

また資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、上述で取得したタスク情報一覧と資源情報一覧について、構入内換計画を計画対象とする他装置に自計画タスクの識別子、自計画の各タスク開始 / 終了時刻の制約、および資源数 1 2 2 の制約を送信する。資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、他装置で再生成が実施されたら、再生成結果として、各連携タスクとそれに紐づく資源一覧（出力連携タスク情報に相当）を取得する。紐付けられた連携タスクと資源の一覧は、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 が、記憶装置 1 1 0 0 のタスク紐付け情報 4 と制約情報 6 に保存する。

【 0 1 3 5 】

一方で、資源割当種別 1 2 1 が「解放」ならば、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、記憶装置 1 1 0 0 の計画情報 1 と計画間連携情報 2 とタスク紐付け情報 4 を参照することにより連携先計画の情報を取得し、取得したタスク情報一覧に紐づく資源情報一覧を取得する。次に、資源運用計画支援装置 1 0 0 0 は、上述で取得したタスク情報一覧とそれに紐づく資源情報一覧について、前記と同様に連携する他装置へ制約を送信する。他装置より出力結果である各連携タスクとそれに紐づく資源一覧を得た場合、それらを基に記憶装置 1 1 0 0 のタスク紐付け情報 4 と制約情報 6 を更新する。

20

【 0 1 3 6 】

以上、本発明を実施するための最良の形態などについて具体的に説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

【 0 1 3 7 】

こうした本実施形態によれば、自計画での変更事象に対応して、連携する他計画との齟齬を回避した実行可能な自計画の再生成を支援可能となる。

30

【 0 1 3 8 】

本明細書の記載により、少なくとも次のことが明らかにされる。すなわち、本実施形態の資源運用計画支援装置において、前記演算装置は、前記制約情報を前記自計画の計画情報に適用した場合の、当該自計画と連携する他計画で規定する資源またはタスクへの影響有無を、少なくとも前記他計画の計画情報および前記連携タスクの情報に基づいて判定し、他計画への影響が判明した場合、該他計画の管理を行う所定装置に対して前記制約情報を送信する処理を更に実行するものである、としてもよい。

【 0 1 3 9 】

これによれば、上述の自計画での変更に影響を受けて、これと連携する他計画において、計画間連携の条件は満たすものの、例えば輸送装置の発着時刻が許容範囲内（当該他計画における他のタスクや資源との連携は当初計画通りに遂行可能）で変化するという事象について、他計画の管理者等が予め認識可能となる。例えば、この他計画の管理者等が当該他計画の変更を行う場合には、上述の自計画での変更を踏まえた作業が可能となり、自計画と他計画との間の連携は条件を満たすものと出来る。ひいては、自計画での変更事象に対応して、連携する他計画との齟齬を回避した実行可能な自計画の再生成を支援可能となる。

40

【 0 1 4 0 】

また、本実施形態の資源運用計画支援装置において、前記演算装置は、前記他資源候補

50

または前記他タスク候補を特定するに際し、前記現資源に代えて該当タスクに前記他資源候補を割当てた場合、または前記現タスクに代えて該当資源を前記他タスク候補に割当てた場合に、前記自計画が受ける影響について所定アルゴリズムで特定し、当該特定した影響に関する情報を、前記他資源候補または前記他タスク候補の情報と共に表示装置に出力する処理を更に実行するものである、としてもよい。

【0141】

これによれば、自計画における変更対象のタスクや資源に関して、代替する他のタスクや資源を割当てた場合の影響について、例えば輸送装置の発着時刻に遅延が生じる（但し、許容範囲内。自計画における他のタスクや資源との連携は当初計画通りに遂行可能）といった事象の程度を、自計画の管理者等が認識した上で、最も影響が少ないものを選択するといった動作が可能となる。ひいては、自計画の変更に伴う、他計画との連携への影響を最低限に抑制して、自計画での変更事象に対応して、連携する他計画との齟齬を回避した実行可能な自計画の再生成を支援可能となる。

10

【0142】

本実施形態の資源運用計画支援方法において、前記情報処理装置が、前記制約情報を前記自計画の計画情報に適用した場合の、当該自計画と連携する他計画で規定する資源またはタスクへの影響有無を、少なくとも前記他計画の計画情報および前記連携タスクの情報に基づいて判定し、他計画への影響が判明した場合、該他計画の管理を行う所定装置に対して前記制約情報を送信する処理を更に実行する、としてもよい。

20

【0143】

本実施形態の資源運用計画支援方法において、前記情報処理装置が、前記他資源候補または前記他タスク候補を特定するに際し、前記現資源に代えて該当タスクに前記他資源候補を割当てた場合、または前記現タスクに代えて該当資源を前記他タスク候補に割当てた場合に、前記自計画が受ける影響について所定アルゴリズムで特定し、当該特定した影響に関する情報を、前記他資源候補または前記他タスク候補の情報と共に表示装置に出力する処理を更に実行する、としてもよい。

【符号の説明】

【0144】

10 通信網

1000 資源運用計画支援装置

30

1001 メモリ

1002 プログラム

1003 計画情報読込部

1004 連携タスク特定部

1005 連携影響値算出部

1006 資源運用計画作成部

1007 計画結果管理部

1100 記憶装置

1200 表示装置

1201 入力装置

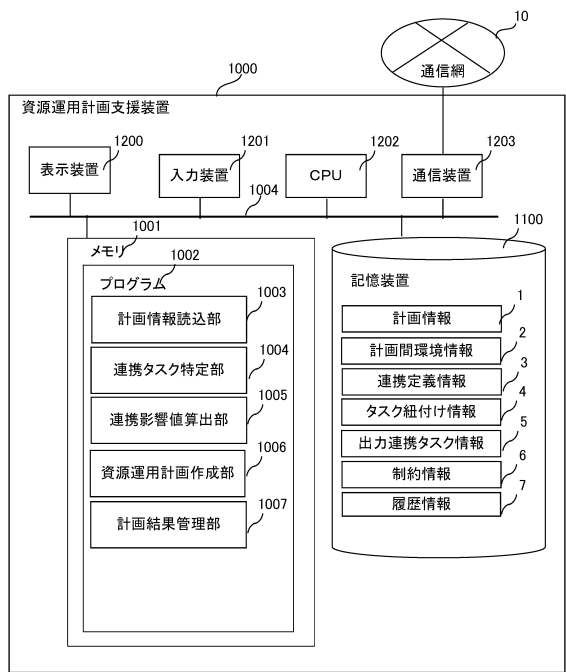
40

1202 CPU

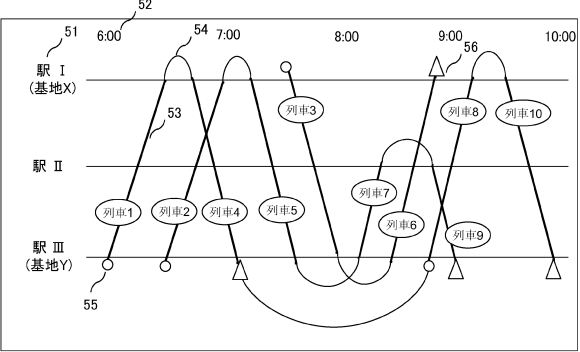
1203 通信装置

1204 データバス

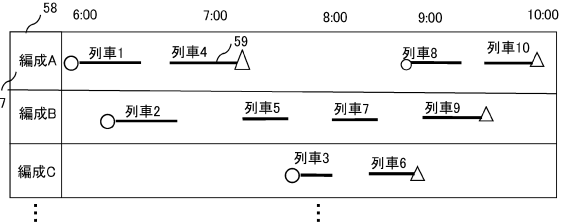
【図 1】



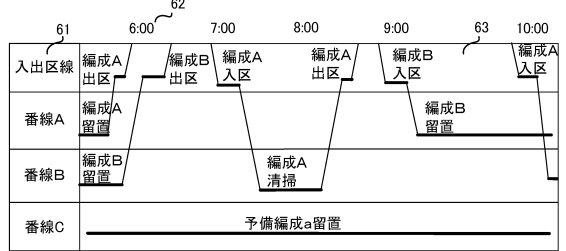
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 6】

連携定義情報 (自計画)					
31	32	33	34	35	36
自計画 タスク種別	連携先 計画種別	連携先 タスク種別	資源属性条件	タスク属性条件	条件種別
列車	構内入換	出区	当該資源識別子 = 連携先資源識別子	当該タスク開始時刻 = 連携先タスク終了時刻 and 当該タスク実行箇所 = 連携先タスク実行箇所	連携条件
			-	当該タスク開始時刻 > 連携先タスク終了時刻 and 当該タスク実行箇所 = 連携先タスク実行箇所	連携可能 条件
列車	構内入換	入区	当該資源識別子 = 連携先資源識別子	当該タスク終了時刻 < 連携先タスク開始時刻 and 当該タスク実行箇所 = 連携先タスク実行箇所	連携条件
			-	-	-

【図 5】

64	65	66	67	68	69
資源 識別子	タスク 種別	タスク 識別子	開始時刻	終了時刻	使用番線
編成A	留置	留置1	-	6:00	番線A
編成A	出区	出区1	6:00	6:05	入出区線
編成A	入区	入区1	7:00	7:05	入出区線
編成A	清掃	清掃4	7:20	8:10	番線B
編成A	出区	出区2	8:30	8:35	入出区線
編成A	入区	入区2	10:00	10:05	入出区線
編成A	留置	留置2	10:05	-	番線B
編成B	留置	留置3	-	6:30	-
編成B	出区	出区3	6:30	6:35	入出区線
編成B	入区	入区3	9:00	9:05	入出区線
編成B	留置	留置4	9:05	-	番線A
...	...	...	...	...	...
編成C	入区	入区4	8:00	8:05	入出区線
...	...	...	...	...	...
予備編成a	留置	留置5	-	-	番線C
予備編成b	留置	留置6	-	-	番線D
...	...	...	...	...	...

【図 7】

41				42				43				44			
自計画識別子				自計画タスク識別子				連携先計画識別子				連携先計画タスク識別子			
車両運用計画				列車1				構内入換計画				出区1			
車両運用計画				列車2				構内入換計画				出区3			
車両運用計画				列車3				構内入換計画				入区4			
車両運用計画				列車4				構内入換計画				入区3			
⋮				⋮				⋮				⋮			

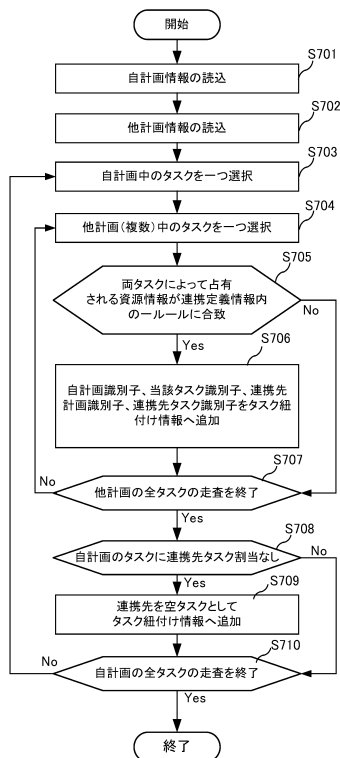
【図 8】

51		52		53		54		55	
自計画識別子		自計画タスク種別		連携先計画識別子		連携先計画タスク種別		定義	
車両運用計画		列車		構内入換計画		出区		番線からの出区にかかる移動時間=2分	
⋮		⋮		⋮		⋮		⋮	

【図 9】

61		62		63		64		65		66	
資源識別子		自計画タスク識別子		自計画タスク開始時刻		自計画タスク終了時刻		連携先計画識別子		連携先タスク識別子	
予備編成a		列車3		7:31		8:01		構内入換計画		留置5	
⋮		⋮		⋮		⋮		⋮		⋮	

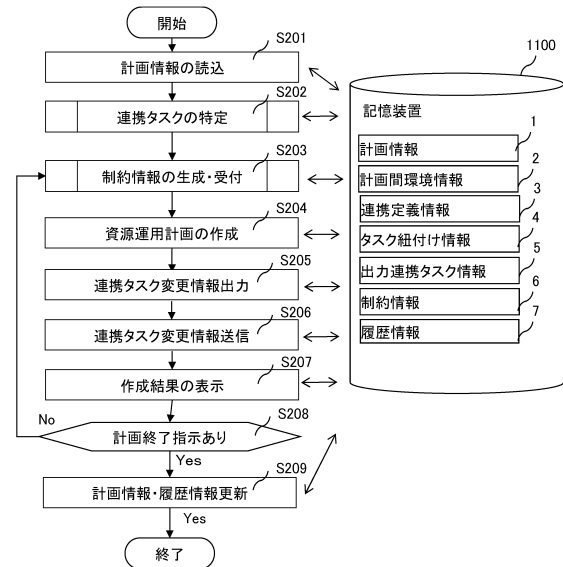
【図 12】



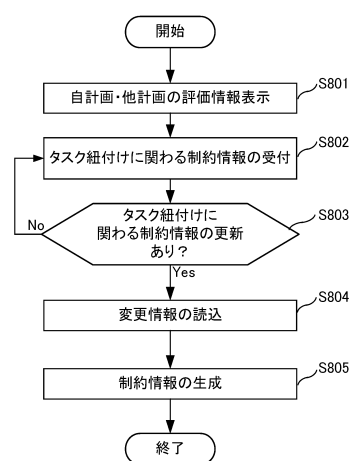
【図 10】

71		72		73		74		75	
自計画識別子		自計画タスク識別子		資源識別子		開始時刻		終了時刻	
車両運用計画		列車3		予備編成a		7:31		8:01	
⋮		⋮		⋮		⋮		⋮	

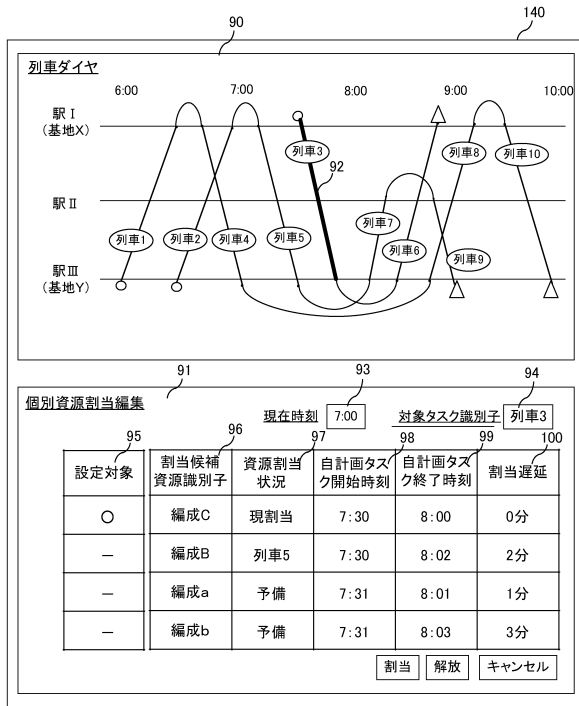
【図 11】



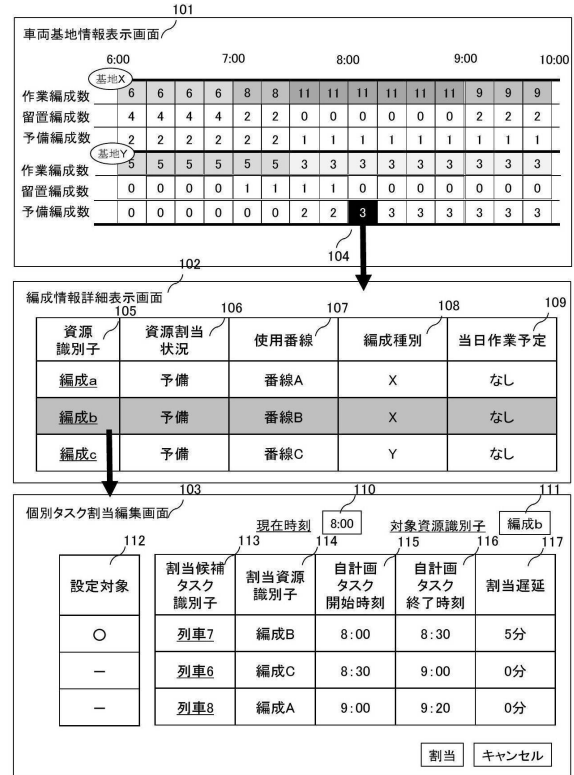
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【図 16】

列車一括自動割当設定画面

計画名 基地X 構内入換計画 ▼

時刻 9:00 ▼ ~ 10:00 ▼

タスク割当種別 割当 or 解放

タスク数 1 ▼

設定 キャンセル

【図 17】

編成一括自動割当設定画面

計画名 基地X 構内入換計画 ▼

時刻 9:00 ▼ ~ 10:00 ▼

資源割当種別 割当 or 解放

資源数 1 ▼

設定 キャンセル

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 達広
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

審査官 上野 博史

(56)参考文献 特開2012-051519(JP,A)
特開2011-240727(JP,A)
特開2000-190849(JP,A)
特開2000-177590(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B61L 1/00-99/00