

(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  
2022年6月23日(23.06.2022)

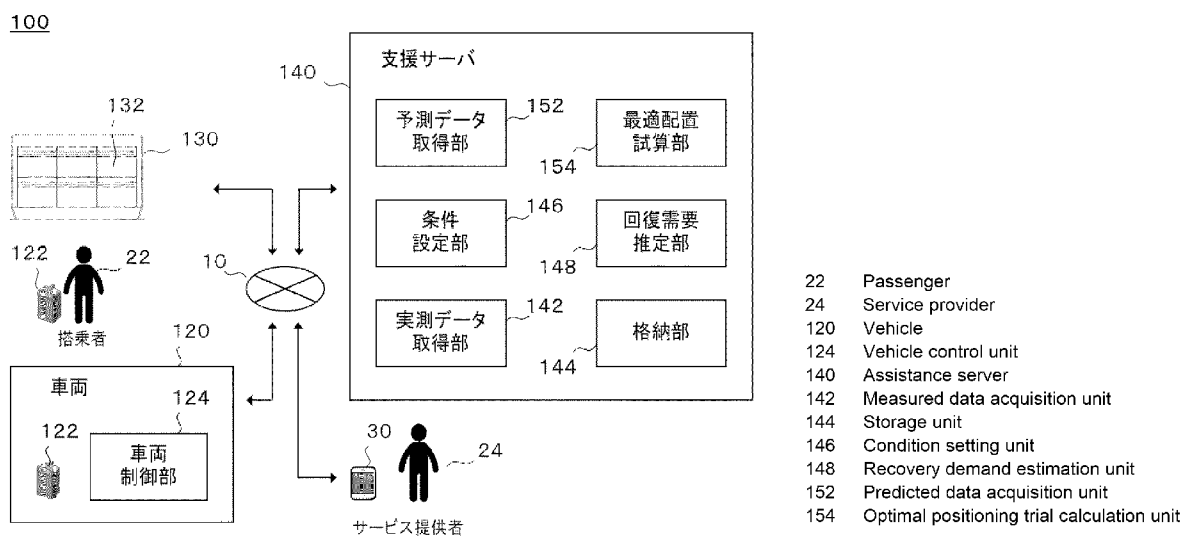


(10) 国際公開番号  
**WO 2022/131370 A1**

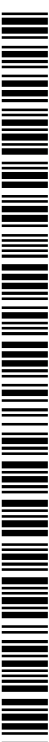
- (51) 国際特許分類:  
*G08G 1/123* (2006.01)    *G16Y 10/40* (2020.01)  
*G01C 21/26* (2006.01)    *G16Y 20/20* (2020.01)  
*G01C 21/36* (2006.01)    *G16Y 40/35* (2020.01)  
*G06Q 50/06* (2012.01)    *G06Q 10/04* (2012.01)  
*G06Q 50/10* (2012.01)    *G06Q 10/06* (2012.01)
- (21) 国際出願番号:                    PCT/JP2021/046799
- (22) 国際出願日:                    2021年12月17日(17.12.2021)
- (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 2020-210744    2020年12月18日(18.12.2020) JP  
 特願 2020-210738    2020年12月18日(18.12.2020) JP
- (71) 出願人: 本田技研工業株式会社 (**HONDA MOTOR CO.,LTD.**) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岡本 悠佑 (**OKAMOTO Yusuke**); 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 龍華国際特許業務法人(**RYUKA IP LAW FIRM**); 〒1631522 東京都新宿区西新宿1-6-1 新宿エルタワー2 2階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) Title: SIMULATION DEVICE, SIMULATION METHOD, PROGRAM, AND STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: 模擬装置、模擬方法、プログラム及び記憶媒体



(57) Abstract: This simulation device simulates the positioning of an energy recovery device that can recover the energy storage quantity of an energy storage device. On the basis of at least one of (i) a first relational expression, which is a relational expression for deriving the cost to an owner or operator of the energy recovery device and corresponds to a first variation quantity, said first variation quantity being a variation quantity that relates to the location of the energy recovery device, and (ii) a second relational expression, which is a relational expression for deriving the convenience to a user of the energy storage device or the convenience to a moving body using the energy of the energy storage device to move, and corresponds to the first variation quantity and a second variation quantity, said second variation quantity being a variation quantity that relates to a dynamic state of the user or a dynamic state of the moving body, the simulation device either (a) outputs a first output quantity, which is an output quantity that relates to the location where the energy recovery device



WO 2022/131370 A1

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

should be positioned, or (b) outputs a second output quantity, which is an output quantity that is used to determine the location where the energy recovery device should be positioned.

(57) 要約 : エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の配置を模擬する模擬装置が、(i) エネルギー回復装置の位置に関連する変動量である第1変動量に応じた、エネルギー回復装置の所有者又は運用者の費用を導出するための関係式である第1関係式、並びに、(ii) 第1変動量、及び、エネルギー蓄積装置の利用者の動態又はエネルギー蓄積装置のエネルギーを利用して移動する移動体の動態に関連する変動量である第2変動量に応じた、利用者の利便性又は移動体の利便性を導出するための関係式である第2関係式の少なくとも一方に基づいて、(a) エネルギー回復装置が配置されるべき位置に関連する出力量である第1出力量を出力する、又は、(b) エネルギー回復装置が配置されるべき位置の決定に用いられる出力量である第2出力量を出力する。

## 明 細 書

発明の名称： 模擬装置、模擬方法、プログラム及び記憶媒体

### 技術分野

[0001] 本発明は、模擬装置、模擬方法、プログラム及び記憶媒体に関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1には、投資可能な予算額と、合計初期費用とに応じて、充電交換装置の配置数を決定することが開示されている。特許文献2には、バッテリーの充電状態と、移動体の所在位置を示す所在情報とを対応付けた移動体情報に基づいて充電状態マップを生成することが開示されている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[特許文献1] 特開2020-154586号公報

[特許文献2] 国際公開第2020/027113号

### 一般的開示

[0003] 本発明の第1の態様においては、模擬装置が提供される。上記の模擬装置は、例えば、エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の配置を模擬する。上記の模擬装置は、例えば、模擬の結果を出力する出力部を備える。上記の模擬装置において、出力部は、例えば、(a) (i) 第1関係式並びに (i i) 第2関係式の少なくとも一方に基づいて、エネルギー回復装置が配置されるべき位置に関連する出力量である第1出力量を出力する。上記の模擬装置において、出力部は、例えば、(b) (i) 第1関係式並びに (i i) 第2関係式の少なくとも一方に基づいて、エネルギー回復装置が配置されるべき位置の決定に用いられる出力量である第2出力量を出力する。上記の模擬装置において、第1関係式は、例えば、エネルギー回復装置の位置に関連する変動量である第1変動量に応じた、エネルギー回復装置の所有者又は運用者の費用を導出するための関係式である。上記の模擬装置において、第2関係式は、第1変動量、及び、エネルギー蓄積装置の利用者の動

態又はエネルギー蓄積装置のエネルギーを利用して移動する移動体の動態に関連する変動量である第2変動量に応じた、利用者の利便性又は移動体の利便性を導出するための関係式である。

[0004] 上記の模擬装置において、第1変動量は、複数のエネルギー回復装置のそれぞれの位置に関連する複数の変動量を含んでよい。上記の模擬装置において、第1変動量は、エネルギー回復装置の位置である第1位置であってよい。上記の模擬装置において、第2変動量は、エネルギー蓄積装置のエネルギー回復需要が発生したときの利用者又は移動体の位置である第2位置であってよい。上記の模擬装置において、第2関係式は、利用者又は移動体が第2位置から第1位置に移動することに伴い、その度合いが変動するような利便性を導出するための関係式であってよい。

[0005] 上記の模擬装置において、利便性は、(i)利用者又は移動体が、第2位置から利用者又は移動体の目的地に至る第1経路に沿って移動する場合と、(ii)利用者又は移動体が、第1経路とは異なる経路であって、第2位置から第1位置を経由して目的地に至る第2経路に沿って移動する場合との間における、移動に要する時間、費用及びエネルギー、並びに、移動距離の少なくとも1つの差と相関を有する量により示されてよい。上記の模擬装置において、利便性は、利用者又は移動体が第2位置から第1位置に移動した後、エネルギー回復装置においてエネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復させるために、利用者又は移動体が待機する時間である待ち時間と相関を有する量により示されてよい。

[0006] 上記の模擬装置において、出力部は、第1関係式及び第2関係式を含む第1目的関数を最小化するように、又は、第1目的関数の値が予め定められた値よりも小さくなるように、エネルギー回復装置が配置されるべき位置を決定するための第1処理を実行してよい。上記の模擬装置において、(i)第1処理により予め定められた個数以下の解が得られた場合、出力部は、第1処理の解に基づいて第1出力量を出力してよい。上記の模擬装置において、(ii)第1処理により予め定められた個数よりも多くの解が得られた場合、

出力部は、第1目的関数と比較して第1関係式よりも第2関係式が重視された第2目的関数を最小化するように、又は、第2目的関数の値が予め定められた値よりも小さくなるように、エネルギー回復装置が配置されるべき位置を決定するための第2処理を実行してよい。出力部は、第2処理の解に基づいて第1出力量を出力してよい。

[0007] 上記の模擬装置において、出力部は、エネルギー蓄積装置の状態に関連する変動量である第3変動量に応じた、エネルギー蓄積装置の安全性を導出するための関係式である第3関係式にさらに基づいて、第1出力量又は第2出力量を出力してよい。上記の模擬装置において、出力部は、エネルギー回復装置の配置の対象となる対象地域に設定された複数の候補地エリアのそれぞれにおける移動体の動態であって、移動体がエネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量の回復を考慮せずに移動できる場合の動態をシミュレーションして得られたシミュレーション結果に基づいて、第1関係式及び第2関係式を含む目的関数の最適解を計算するためのプログラムを実行してよい。出力部は、最適解に基づいて、第1出力量又は第2出力量を出力してよい。

[0008] 上記の模擬装置は、エネルギー蓄積装置のエネルギー回復需要を推定する需要推定部を備えてよい。需要推定部は、エネルギー回復需要の推定結果に基づいて、第2位置を決定してよい。上記の模擬装置において、需要推定部は、エネルギー蓄積装置のエネルギー残存量を取得するエネルギー量取得部を有してよい。上記の模擬装置において、需要推定部は、エネルギー量取得部が取得したエネルギー蓄積装置のエネルギー残存量が予め定められた量以下となったときのエネルギー蓄積装置の位置である低残存量位置に基づいて、エネルギー回復需要が生じた位置である需要発生位置を推定する需要発生位置推定部を有してよい。

[0009] 上記の模擬装置は、(i) 移動体の目的地の位置である目的地位置と、(ii) 移動体が目的地までの移動中に立ち寄った、エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の位置である立寄位置とに基づいて、移動体が立寄位置に立ち寄ることに起因する物理量である逸脱量を推定する逸脱量推定部を備えてよい。上記の模擬装置において、逸脱量推定部は

、（i）需要発生位置及び目的地位置に基づいて決定される基準量と、（ii）需要発生位置、立寄位置及び目的地位置に基づいて決定される立寄量とに基づいて、逸脱量を推定してよい。

[0010] 上記の模擬装置において、第1変動量は、エネルギー回復装置の位置、又は、エネルギー回復装置の位置及び数であってよい。第1関係式は、第1変動量が入力され、エネルギー回復装置の設置費用及び運用費用の少なくとも一方を出力する関係式であってよい。上記の模擬装置において、第1関係式及び第2関係式の少なくとも一方は、エネルギー回復装置が配置されるべき位置を決定するための数理計画問題の目的関数の少なくとも一部を構成してよい。

[0011] 本発明の第2の態様においては、模擬方法が提供される。上記の模擬方法は、例えば、エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の配置を模擬する。上記の模擬方法は、例えば、模擬の結果を出力する出力段階を有する。上記の模擬方法において、出力段階は、例えば、（a）（i）第1関係式並びに（ii）第2関係式の少なくとも一方に基づいて、エネルギー回復装置が配置されるべき位置に関連する出力量である第1出力量を出力する段階を含む。上記の模擬装置において、出力段階は、例えば、（b）（i）第1関係式並びに（ii）第2関係式の少なくとも一方に基づいて、エネルギー回復装置が配置されるべき位置の決定に用いられる出力量である第2出力量を出力する段階を含む。上記の模擬装置において、第1関係式は、例えば、エネルギー回復装置の位置に関連する変動量である第1変動量に応じた、エネルギー回復装置の所有者又は運用者の費用を導出するための関係式である。上記の模擬装置において、第2関係式は、第1変動量、及び、エネルギー蓄積装置の利用者の動態又はエネルギー蓄積装置のエネルギーを利用して移動する移動体の動態に関連する変動量である第2変動量に応じた、利用者の利便性又は移動体の利便性を導出するための関係式である。上記の模擬方法の各段階はコンピュータにより実行されてもよい。

[0012] 本発明の第3の態様においては、プログラムが提供される。上記のプログラムは、例えば、コンピュータを、第1の態様に係る模擬装置として機能さ

せるためのプログラムである。上記のプログラムは、例えば、コンピュータに、第2の態様に係る模擬方法を実行させるためのプログラムである。

[0013] 本発明の第4の態様においては、コンピュータ可読媒体が提供される。上記のコンピュータ可読媒体は、例えば、プログラムを格納する。上記のコンピュータ可読媒体は、上記の第3の態様に係るプログラムを格納してよい。コンピュータ可読媒体は、非一時的なコンピュータ可読媒体であってもよい。コンピュータ可読媒体は、コンピュータ可読記録媒体であってもよい。

[0014] なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものである。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

### 図面の簡単な説明

- [0015] [図1]配置支援システム100のシステム構成の一例を概略的に示す。  
[図2]格納部144に格納される情報の一例を概略的に示す。  
[図3]回復需要推定部148における情報処理の一例を概略的に示す。  
[図4]逸脱量の一例を概略的に示す。  
[図5]逸脱量の一例を概略的に示す。  
[図6]逸脱量の一例を概略的に示す。  
[図7]逸脱量の一例を概略的に示す。  
[図8]回復需要推定部148の内部構成一例を概略的に示す。  
[図9]逸脱量推定部832の内部構成一例を概略的に示す。  
[図10]需要出力部842の出力結果の一例を概略的に示す。  
[図11]最適配置試算部154の内部構成の一例を概略的に示す。  
[図12]動態データ1142のデータ構造の一例を概略的に示す。  
[図13]最適解データ1144のデータ構造の一例を概略的に示す。  
[図14]最適配置試算部154における情報処理の一例を概略的に示す。  
[図15]最適配置試算部154の内部構成の他の例を概略的に示す。  
[図16]最適解データ1544のデータ構造の一例を概略的に示す。  
[図17]最適解データ1546のデータ構造の一例を概略的に示す。

[図18]試算結果出力部1126の出力結果1800の一例を概略的に示す。

[図19]試算結果出力部1126の出力結果1900の一例を概略的に示す。

[図20]最適化ソルバー1124の内部構成の一例を概略的に示す。

[図21]シミュレーション実行部2044の内部構成の一例を概略的に示す。

[図22]コンピュータ3000のシステム構成の一例を概略的に示す。

### 発明を実施するための形態

[0016] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。なお、図面において、同一または類似の部分には同一の参照番号を付して、重複する説明を省く場合がある。

[0017] [配置支援システム100の概要]

図1は、配置支援システム100のシステム構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、配置支援システム100は、車両120と、バッテリー交換装置130と、支援サーバ140とを備える。本実施形態において、車両120は、バッテリー122と、車両制御部124とを有する。本実施形態において、バッテリー交換装置130は、1又は複数の（単に、1以上と称される場合がある。）バッテリー収容部132を有する。本実施形態において、支援サーバ140は、実測データ取得部142と、格納部144と、条件設定部146と、回復需要推定部148と、予測データ取得部152と、最適配置試算部154とを有する。

[0018] 本実施形態において、車両120、バッテリー交換装置130及び支援サーバ140は、通信ネットワーク10を介して互いに情報を送受することができる。また、バッテリー交換装置130を所有又は運用するサービス提供者24は、通信端末30を利用して、通信ネットワーク10を介して支援サーバ140にアクセスすることができる。

[0019] 本実施形態においては、車両120が交換型のバッテリー122を搭載しており、バッテリー交換装置130が、交換用のバッテリー122を収容している



場合を例として、配置支援システム100の一例の詳細が説明される。なお、配置支援システム100及びその各部は本実施形態に限定されないことに留意されたい。

[0020] 本実施形態によれば、例えば、車両120に搭載されているバッテリー122の残容量が少なくなると、車両120の搭乗者22が、車両120を最寄りのバッテリー交換装置130まで移動させる。車両120がバッテリー交換装置130に到着すると、搭乗者22は、バッテリー交換装置130に対して、例えば、充電済みのバッテリー122の貸し出しを要求する。バッテリー交換装置130に貸出可能なバッテリー122が存在する場合、搭乗者22の貸出要求が受け付けられる。その結果、搭乗者22は、バッテリー交換装置130のバッテリー収容部132に収容されている充電済みのバッテリー122を取り出すことができるようになる。

[0021] 次に、搭乗者22は、車両120からバッテリー122を取り外す。搭乗者22は、車両120から取り外されたバッテリー122を、例えば、バッテリー交換装置130に設けられたバッテリー122の返却スペースに返却する。また、搭乗者22は、バッテリー交換装置130のバッテリー収容部132から、充電済みのバッテリー122を取り出し、充電済みのバッテリー122を車両120に装着する。これにより、残容量の低下したバッテリー122と、充電済みのバッテリー122とが交換される。

[0022] ところで、バッテリー122の交換需要の大きな位置により多くのバッテリー交換装置130が設置されることで、搭乗者22の利便性、安全性などが向上する。また、サービス提供者24の収益が向上する。一方で、バッテリー交換装置130に投資可能な予算には上限がある。そのため、搭乗者22の利便性及び安全性と、サービス提供者24の収益及び予算とのバランスを考慮して、バッテリー交換装置130の設置場所及び設置個数（バッテリー交換装置130の配置と称される場合がある。）を決定することができれば、搭乗者22及びサービス提供者24の双方にとって大きなメリットがある。

[0023] ここで、バッテリー交換装置130の配置を決定するために、車両120の

実際の移動履歴を用いてバッテリー122の交換需要の大きな位置を推定することが考えられる。しかしながら、搭乗者22がバッテリー122の交換を希望する場合、搭乗者22は、既存のバッテリー交換装置130の位置に向かって車両120を移動させる。つまり、車両120の実際の移動履歴は、既存のバッテリー交換装置130の位置の影響を受ける。そのため、搭乗者22がバッテリー122の交換を希望した位置と、車両120の実際の移動履歴を用いて推定されたバッテリー122の交換需要の大きな位置との間にズレが生じる。例えば、車両120の実際の移動履歴を用いて推定されたバッテリー122の交換需要の大きな位置は、搭乗者22がバッテリー122の交換を希望した位置よりも、既存のバッテリー交換装置130に近くなる。

[0024] そのため、既存のバッテリー交換装置130の位置の影響を抑制しつつ、バッテリー122の交換需要を推定する手法の開発が望まれている。また、搭乗者22の利便性及び安全性と、サービス提供者24の収益及び予算とのバランスを考慮して、バッテリー交換装置130の配置を試算する手法の開発が望まれている。特に、既存のバッテリー交換装置130の位置の影響を抑制しつつ、バッテリー交換装置130の配置を決定する手法の開発が望まれている。

[0025] 配置支援システム100の一実施形態によれば、例えば、支援サーバ140が、バッテリー122の交換需要を推定する。具体的には、まず、支援サーバ140は、バッテリー122の残容量（SOC（State of Charge）と称される場合がある。）を示す情報を取得する。また、支援サーバ140は、バッテリー122の残容量が予め定められた量以下となったときのバッテリー122の位置（低残量位置と称される場合がある。）を特定する。次に、支援サーバ140は、低残量位置に基づいて、搭乗者22がバッテリー122の交換を希望したと思われる位置を推定する。これにより、バッテリー122の交換需要が生じた位置（需要発生位置と称される場合がある。）が推定され得る。その結果、支援サーバ140は、既存のバッテリー交換装置130の位置の影響を抑制しつつ、バッテリー122の交換需要を推定することができる。

[0026] 配置支援システム100の他の実施形態によれば、例えば、支援サーバ140が、バッテリー交換装置130の配置を試算する。具体的には、支援サーバ140は、(i) サービス提供者24の費用に関する制約条件である第1条件、及び、(ii) 搭乗者22の利便性に関する制約条件である第2条件に基づいて、(i) バッテリー交換装置130が配置されるべき数に関連する出力値である第1出力値、及び、(ii) バッテリー交換装置130が配置されるべき位置に関連する出力値である第2出力値を出力する。第1条件は、例えば、バッテリー交換装置130の数に関連する変動値である第1変動値を含む。第2条件は、例えば、搭乗者22の位置に関連する変動値である第2変動値を含む。これにより、支援サーバ140は、搭乗者22の利便性及び安全性と、サービス提供者24の収益及び予算とのバランスを考慮して、バッテリー交換装置130の配置を試算することができる。

[0027] [配置支援システム100に関連する要素の概要]

本実施形態において、通信ネットワーク10は、有線通信の伝送路であってもよく、無線通信の伝送路であってもよく、無線通信の伝送路及び有線通信の伝送路の組み合わせであってもよい。通信ネットワーク10は、無線パケット通信網、インターネット、P2Pネットワーク、専用回線、VPN、電力線通信回線、車車間通信回線、路車間通信回線などを含んでもよい。通信ネットワーク10は、(i) 携帯電話回線網などの移動体通信網を含んでもよく、(ii) 無線MAN (例えば、WiMAX (登録商標) である。) 、無線LAN (例えば、WiFi (登録商標) である。) 、Bluetooth (登録商標) 、Zigbee (登録商標) 、NFC (Near Field Communication) などの無線通信網を含んでもよい。

[0028] 本実施形態において、搭乗者22は、バッテリー122を利用する。具体的には、搭乗者22は、車両120に搭乗し、バッテリー122のエネルギーを消費しながら移動する。

[0029] 本実施形態において、サービス提供者24は、バッテリー交換装置130を所有又は運営する。サービス提供者24は、配置支援システム100を利用

して、バッテリー交換装置 130 の配置を決定してもよい。サービス提供者 24 は、自然人であってもよく、法人であってもよく、団体であってもよい。

[0030] 通信端末 30 は、サービス提供者 24 により利用される。通信端末 30 は、例えば、配置支援システム 100 と、サービス提供者 24 との間のインターフェースとして機能する。通信端末 30 は、通信ネットワーク 10 を介して、配置支援システム 100 の各部（例えば、支援サーバ 140 である。）と情報を送受することのできる機器であればよく、その詳細については特に限定されない。通信端末 30 としては、パーソナルコンピュータ、携帯端末などを例示することができる。携帯端末としては、携帯電話、スマートフォン、PDA、タブレット、ノートブック・コンピュータ又はラップトップ・コンピュータ、ウェアラブル・コンピュータなどを例示することができる。

[0031] 車両 120 は、バッテリー 122 のエネルギーを消費しながら移動する。より具体的には、車両 120 は、バッテリー 122 から供給される電気エネルギーを消費して移動する。車両 120 としては、自動車、自動二輪車、動力ユニットを有する立ち乗り用の乗り物、鉄道などが例示される。自動車としては、電気自動車、ハイブリット車、電動カートなどが例示される。自動二輪車としては、電動バイク、電動自転車などが例示される。

[0032] 本実施形態において、バッテリー 122 は、エネルギーを蓄積する。より具体的には、バッテリー 122 は、電気エネルギーを蓄積する。例えば、バッテリー 122 は、バッテリー交換装置 130 に收容されている間に、バッテリー交換装置 130 から供給された電気エネルギーを蓄積する。また、バッテリー 122 は、車両 120 に電気エネルギーを供給する。上述されたとおり、本実施形態において、バッテリー 122 は、交換型又は可搬型の蓄電装置であり、車両 120 に着脱自在に取り付けられる。

[0033] 本実施形態において、車両制御部 124 は、車両 120 を制御する。例えば、車両制御部 124 は、車両 120 に配された自己位置推定装置（図示されていない。）から、車両 120 の位置を取得する。また、車両制御部 124 は、バッテリー 122 の残容量を管理する。車両制御部 124 は、車両 12

- 0と、配置支援システム100の各部との間の通信を制御してもよい。
- [0034] 車両制御部124は、例えば、車両120の移動履歴を取得し、当該移動履歴を支援サーバ140に送信する。車両制御部124は、支援サーバ140が車両120を識別するための識別情報（車両IDと称される場合がある）と、移動履歴とを対応付けて支援サーバ140に送信してよい。
- [0035] 一実施形態において、車両120の移動履歴は、車両120の位置の変動を示す情報であってよい。車両120の移動履歴は、1以上の時刻と、各時刻における車両120の位置とが対応づけられた情報であってよい。
- [0036] 他の実施形態において、車両120が出発地を出発してから目的地に到達するまでの車両120の挙動が、1つの「移動」とみなされる。この場合、車両120の移動履歴は、1以上の移動のそれぞれについて、出発地及び目的地の位置と、出発時刻及び到着時刻とが対応付けられた情報であってよい。
- [0037] 車両120の移動履歴は、1以上の移動のそれぞれについて、出発地及び目的地の位置と、移動経路と、出発時刻及び到着時刻とが対応付けられた情報であってもよい。移動経路は、(i) 出発時刻及び到着時刻の間の期間に含まれる1以上の時刻と、各時刻における車両120の位置とが対応づけられた情報であってもよく、(ii) 出発地から目的地までの経路上に配された1以上の経由地（中継地、立寄地などと称される場合がある。）のそれぞれの識別情報又は位置と、車両120が各経由地を通過した時刻とが対応付けられた情報であってもよい。
- [0038] 連続する2つの「移動」は、例えば、車両120のイグニッションスイッチのON/OFFにより区別される。特定の地点における駐車時間又は停車時間の長さが予め定められた値よりも短い場合、当該特定の地点は目的地ではなく、経由地とみなされてもよい。
- [0039] 車両制御部124は、例えば、車両120に搭載されたバッテリー122の残容量の履歴（残容量履歴と称される場合がある。）を取得し、当該残容量履歴を支援サーバ140に送信する。バッテリー122の残容量履歴は、1以

上の時刻と、各時刻におけるバッテリー122の残容量とが対応づけられた情報であってよい。車両制御部124は、車両120の車両IDと、残容量履歴とを対応付けて支援サーバ140に送信してよい。

[0040] 車両制御部124は、(a) (i) 車両120の車両ID、(ii) 支援サーバ140が、車両120に搭載されたバッテリー122を識別するための識別情報(バッテリーIDと称される場合がある)、及び、(iii) 支援サーバ140が、車両120の搭乗者22を識別するための識別情報(ユーザIDと称される場合がある)の少なくとも1つと、(b) 時刻と、(c) 当該時刻における車両120の位置と、(d) 当該時刻における上記のバッテリー122の残容量とが対応づけられた情報(プローブ情報と称される場合がある。)を、支援サーバ140に送信してもよい。これにより、車両制御部124は、移動履歴と、残容量履歴とを支援サーバ140に送信することができる。

[0041] 本実施形態において、バッテリー交換装置130は、バッテリー収容部132にバッテリー122を収容する。また、バッテリー交換装置130は、バッテリー収容部132に収容されているバッテリー122に電気エネルギーを供給して、バッテリー122を充電する。

[0042] 本実施形態において、支援サーバ140は、サービス提供者24によるバッテリー交換装置130の配置計画の生成を支援する。一実施形態において、支援サーバ140は、バッテリー122の交換需要の推定結果を出力する。他の実施形態において、支援サーバ140は、バッテリー交換装置130の配置の試算結果を出力する。

[0043] 本実施形態において、実測データ取得部142は、過去の特定の時点又は期間(時期と称される場合がある。)における搭乗者22又は車両120の動態に関する実測データを取得する。例えば、実測データ取得部142は、1以上の車両120のそれぞれから支援サーバ140に送信される1以上のプローブ情報のそれぞれを、実測データとして取得する。実測データ取得部142は、取得された実測データを、例えば、格納部144に格納する。

- [0044] 本実施形態において、格納部 144 は、各種の情報を格納する。一実施形態において、格納部 144 は、支援サーバ 140 における情報処理に用いられる情報を格納する。他の実施形態において、格納部 144 は、支援サーバ 140 における情報処理により生成された情報を格納する。格納部 144 の詳細は後述される。
- [0045] 本実施形態において、条件設定部 146 は、サービス提供者 24 が利用する通信端末 30 から、回復需要推定部 148 又は最適配置試算部 154 における情報処理を実行するために必要となる条件の入力を受け付ける。また、サービス提供者 24 からの入力に基づいて、各種の条件を設定する。
- [0046] 本実施形態において、回復需要推定部 148 は、バッテリー 122 の交換需要を推定する。回復需要推定部 148 の詳細は後述される。
- [0047] 本実施形態において、予測データ取得部 152 は、将来の特定の時期における搭乗者 22 又は車両 120 の動態に関する予測データを取得する。予測データは、例えば、特定の地域における将来の人口、交通量などに関する統計情報に基づくシミュレーションにより生成される。予測データ取得部 152 は、他の情報処理装置から、上記の予測データを取得してよい。予測データ取得部 152 は、取得された予測データを、例えば、格納部 144 に格納する。
- [0048] 本実施形態において、最適配置試算部 154 は、バッテリー交換装置 130 の配置を試算する。最適配置試算部 154 の詳細は後述される。
- [0049] [配置支援システム 100 の各部の具体的な構成]
- 配置支援システム 100 の各部は、ハードウェアにより実現されてもよく、ソフトウェアにより実現されてもよく、ハードウェアとソフトウェアとの組み合わせにより実現されてもよい。配置支援システム 100 の各部は、その少なくとも一部が、単一のサーバによって実現されてもよく、複数のサーバによって実現されてもよい。配置支援システム 100 の各部は、その少なくとも一部が、仮想マシン上又はクラウドシステム上で実現されてもよい。配置支援システム 100 の各部は、その少なくとも一部が、パーソナルコン

コンピュータ又は携帯端末によって実現されてもよい。携帯端末としては、携帯電話、スマートフォン、PDA、タブレット、ノートブック・コンピュータ又はラップトップ・コンピュータ、ウェアラブル・コンピュータなどを例示することができる。配置支援システム100の各部は、ブロックチェーンなどの分散型台帳技術又は分散型ネットワークを利用して、情報を格納してもよい。

[0050] 配置支援システム100を構成する構成要素の少なくとも一部がソフトウェアにより実現される場合、当該ソフトウェアにより実現される構成要素は、一般的な構成の情報処理装置において、当該構成要素に関する動作を規定したソフトウェア又はプログラムを起動することにより実現されてよい。上記の一般的な構成の情報処理装置は、(i) CPU、GPUなどのプロセッサ、ROM、RAM、通信インタフェースなどを有するデータ処理装置と、(ii) キーボード、ポインティングデバイス、タッチパネル、カメラ、音声入力装置、ジェスチャ入力装置、各種センサ、GPS受信機などの入力装置と、(iii) 表示装置、音声出力装置、振動装置などの出力装置と、(iv) メモリ、HDD、SSDなどの記憶装置（外部記憶装置を含む。）とを備えてよい。

[0051] 上記の一般的な構成の情報処理装置において、上記のデータ処理装置又は記憶装置は、上記のソフトウェア又はプログラムを記憶してよい。上記のソフトウェア又はプログラムは、プロセッサによって実行されることにより、上記の情報処理装置に、当該ソフトウェア又はプログラムによって規定された動作を実行させる。上記のソフトウェア又はプログラムは、非一時的なコンピュータ可読記録媒体に格納されていてもよい。上記のソフトウェア又はプログラムは、コンピュータを、配置支援システム100又はその一部として機能させるためのプログラムであってよい。上記のソフトウェア又はプログラムは、コンピュータに、配置支援システム100又はその一部における情報処理方法を実行させるためのプログラムであってよい。

[0052] 一実施形態において、配置支援システム100の各部における情報処理方



法は、エネルギー蓄積装置のエネルギー回復需要を推定するための推定方法であってよい。上記の推定方法は、例えば、エネルギー蓄積装置のエネルギー残存量を取得するエネルギー量取得段階を有する。上記の推定方法は、例えば、エネルギー量取得段階において取得されたエネルギー蓄積装置のエネルギー残存量が予め定められた量以下となったときのエネルギー蓄積装置の位置である低残量位置に基づいて、エネルギー回復需要が生じた位置である需要発生位置を推定する需要発生位置推定段階を有する。

[0053] 他の実施形態において、配置支援システム100の各部における情報処理方法は、エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の配置を試算するための試算方法であってよい。上記の試算方法は、例えば、(i) エネルギー回復装置の所有者又は運用者の費用に関する制約条件である第1条件、及び、(ii) 利用者の利便性に関する制約条件である第2条件に基づいて、(i) エネルギー回復装置が配置されるべき数に関連する出力値である第1出力値、及び、(ii) エネルギー回復装置が配置されるべき位置に関連する出力値である第2出力値を出力する出力段階を有する。第1条件は、例えば、エネルギー回復装置の数に関連する変動値である第1変動値を含む。第2条件は、例えば、エネルギー蓄積装置の利用者の位置に関連する変動値である第2変動値を含む。

[0054] さらに他の実施形態において、配置支援システム100の各部における情報処理方法は、エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の配置を模擬するための模擬方法であってよい。上記の模擬方法は、例えば、模擬の結果を出力する出力段階を有する。上記の模擬方法において、出力段階は、例えば、(a) (i) 第1関係式並びに(ii) 第2関係式の少なくとも一方に基づいて、エネルギー回復装置が配置されるべき位置に関連する出力量である第1出力量を出力する段階を含む。上記の模擬装置において、出力段階は、例えば、(b) (i) 第1関係式並びに(ii) 第2関係式の少なくとも一方に基づいて、エネルギー回復装置が配置されるべき位置の決定に用いられる出力量である第2出力量を出力する段階を含む。上記の

模擬装置において、第1関係式は、例えば、エネルギー回復装置の位置に関連する変動量である第1変動量に応じた、エネルギー回復装置の所有者又は運用者の費用を導出するための関係式である。上記の模擬装置において、第2関係式は、第1変動量、及び、エネルギー蓄積装置の利用者又はエネルギー蓄積装置のエネルギーを利用して移動する移動体の動態に関連する変動量である第2変動量に応じた、利用者又は移動体の利便性を導出するための関係式である。

[0055] 搭乗者22は、移動者又は利用者の一例であってよい。サービス提供者24は、所有者又は運用者の一例であってよい。車両120は、移動体の一例であってよい。バッテリー122は、エネルギー蓄積装置の一例であってよい。バッテリー交換装置130は、エネルギー回復装置の一例であってよい。1以上のバッテリー収容部132のそれぞれは、エネルギー回復装置の一例であってよい。支援サーバ140は、推定装置又は試算装置の一例であってよい。格納部144は、位置取得部又はエネルギー量取得部の一例であってよい。回復需要推定部148は、推定装置又は需要推定部の一例であってよい。最適配置試算部154は、試算装置の一例であってよい。

[0056] バッテリー122の交換は、エネルギー回復の一例であってよい。バッテリー122の交換需要は、エネルギー回復需要の一例であってよい。バッテリー122の残容量は、エネルギー残存量の一例であってよい。搭乗者22がバッテリー122の交換を希望したと思われる位置は、需要発生位置の一例であってよい。バッテリー122の交換需要が生じた位置は、需要発生位置の一例であってよい。

[0057] [別実施形態の一例]

本実施形態においては、交換式（可搬式、着脱式などと称される場合もある。）のバッテリー122が、エネルギーを蓄積するエネルギー蓄積装置の一例として用いられる場合を例として、配置支援システム100の一例の詳細が説明された。また、本実施形態においては、バッテリー交換装置130が、残容量の低下したバッテリー122と、充電済みのバッテリー122とを交換するこ

とで、搭乗者 22 又は車両 120 により利用されるバッテリー 122 のエネルギー蓄積量を回復させる場合を例として、配置支援システム 100 の一例の詳細が説明された。しかしながら、配置支援システム 100 は、本実施形態に限定されない。

[0058] 他の実施形態において、バッテリー 122 は、車両 120 に固定されており、搭乗者 22 が容易に取り外すことができないように構成されてよい。この場合、バッテリー交換装置 130 の代わりに、充電装置が用いられてもよい。充電装置は、エネルギー回復装置の一例であってよい。

[0059] バッテリー交換装置 130 は、車両 120 から取り外された第 1 のバッテリー 122 を受け取り、充電済みの第 2 のバッテリー 122 を払い出す。また、バッテリー交換装置 130 は、車両 120 から取り外された第 1 のバッテリー 122 に電力を供給して、第 1 のバッテリー 122 を充電する。これに対して、充電装置は、例えば、バッテリー 122 が車両 120 に装着された状態でバッテリー 122 に電力を供給して、バッテリー 122 を充電するように構成される。これにより、充電装置は、搭乗者 22 又は車両 120 により利用されるバッテリー 122 のエネルギー蓄積量を回復させることができる。

[0060] 本実施形態においては、車両 120 がバッテリー 122 から供給される電気エネルギーを利用して移動する電動車両である場合を例として、車両 120 の一例の詳細が説明された。しかしながら、車両 120 は本実施形態に限定されない。他の実施形態において、車両 120 は、自動車、自動二輪車、動力ユニットを有する立ち乗り用の乗り物、鉄道などであってよい。自動車としては、内燃機関を備える自動車、電気自動車、燃料電池自動車（FCV）、ハイブリット車、小型コンピュータ、電動カートなどが例示される。自動二輪車としては、バイク、三輪バイク、電動自転車などが例示される。

[0061] 本実施形態においては、バッテリー 122 が、移動体の一例である車両 120 に電気エネルギーを供給する場合を例として、配置支援システム 100 の一例の詳細が説明された。しかしながら、移動体及びエネルギーは、本実施形態に限定されない。

- [0062] 他の実施形態において、移動体は、空中を移動する飛行体であってもよく、水上又は水中を移動する船舶であってもよい。飛行体としては、飛行機、飛行船又は風船、気球、ヘリコプター、ドローンなどが例示される。船舶としては、船、ホバークラフト、水上バイク、潜水艦、潜水艇、水中スクータなどが例示される。また、エネルギーは、ガソリン、ディーゼル、水素などの燃料であってもよい。
- [0063] 図2は、格納部144に格納される情報の一例を概略的に示す。本実施形態において、格納部144は、地図データ格納部212と、道路データ格納部214と、既設位置格納部216と、予測データ格納部222と、実測データ格納部224とを備える。本実施形態において、実測データ格納部224は、例えば、データテーブル226を格納する。
- [0064] 本実施形態において、データテーブル226は、例えば、車両120の車両IDと、時刻と、当該時刻における車両120の位置と、当該時刻における車両120に搭載されたバッテリー122のSOCと、車両120に搭乗する搭乗者22のユーザIDと、車両120に搭載されたバッテリー122のバッテリーIDと、車両120の稼働状況とを対応づけて格納する。車両120の稼働状況を示す情報としては、バッテリー122の残容量が所定値以下になったことを示す電欠フラグ、イグニッションスイッチのON/OFFを示すフラグなどが例示される。
- [0065] 本実施形態において、地図データ格納部212は、地図データを格納する。地図データは、例えば、地図を描画するための画像データ、行政区画の境界を示すデータ、地図上に設定される仮想的な区画（メッシュなどと称される場合がある）の境界を示すデータなどを含む。
- [0066] 本実施形態において、道路データ格納部214は、道路データを格納する。道路データは、例えば、1以上の道路ネットワークリンクのそれぞれに関する各種の情報を含む。道路ネットワークリンクに関する情報としては、ノードID、ノードの位置、ノードの長さ、交通容量、交通規制、信号の有無、勾配、道路の構造などが例示される。

- [0067] 本実施形態において、既設位置格納部 216 は、既に設置されている 1 以上のバッテリー交換装置 130 のそれぞれの位置を示す情報を格納する。本実施形態において、予測データ格納部 222 は、予測データ取得部 152 が取得した予測データを格納する。本実施形態において、実測データ格納部 224 は、実測データ取得部 142 が取得した実測データを格納する。
- [0068] 一実施形態において、実測データ格納部 224 は、1 以上の車両 120 のそれぞれから、1 以上のプローブ情報 230 を取得し、プローブ情報 230 をデータテーブル 226 に格納する。1 以上のプローブ情報 230 のそれぞれは、データテーブル 226 の各レコードに対応してよい。
- [0069] 本実施形態において、プローブ情報 230 は、例えば、車両 120 の車両 ID と、時刻と、当該時刻における車両 120 の位置と、当該時刻における車両 120 に搭載されたバッテリー 122 の SOC とを対応付けて格納する。なお、上述されたとおり、プローブ情報 230 は、ユーザ ID 及びバッテリー ID の少なくとも一方を含んでもよい。また、プローブ情報 230 は、車両 120 の稼働状況を示す情報を含んでもよい。
- [0070] 他の実施形態において、格納部 144 は、1 以上の車両 120 のそれぞれから、残容量情報 242 と、車両情報 244 とを取得する。また、格納部 144 は、1 以上のバッテリー交換装置 130 のそれぞれから、利用情報 246 を取得する。格納部 144 は、残容量情報 242、車両情報 244 及び利用情報 246 を、データテーブル 226 に格納する。格納部 144 は、残容量情報 242、車両情報 244 及び利用情報 246 に基づいて、データテーブル 226 のレコードを生成してもよい。
- [0071] 本実施形態において、残容量情報 242 は、バッテリー ID と、時刻と、当該時刻におけるバッテリー 122 の SOC とを対応付けて格納する。本実施形態において、車両情報 244 は、車両 ID と、時刻と、当該時刻における車両 120 の位置と、当該時刻における車両 120 の稼働状況とを対応付けて格納する。本実施形態において、利用情報 246 は、バッテリー 122 のバッテリー ID と、バッテリー 122 を搭載する車両 120 の車両 ID と、車両 12

0に搭乗する搭乗者22のユーザIDとを対応付けて格納する。

- [0072] 図3は、回復需要推定部148における情報処理の一例を概略的に示す。本実施形態によれば、まず、S322において、回復需要推定部148が、実測データ格納部224を参照して、1以上の車両120のそれぞれについて、残容量履歴を取得する。残容量履歴は、1以上の時刻のそれぞれにおける車両120に搭載されたバッテリー122の残容量を示す。
- [0073] また、S324において、回復需要推定部148は、実測データ格納部224を参照して、1以上の車両120のそれぞれについて、移動履歴を取得する。移動履歴は、例えば、1以上の時刻のそれぞれにおける車両120の位置を示す。
- [0074] 次に、S326において、回復需要推定部148は、1以上の車両120のそれぞれについて、搭載されたバッテリー122の残容量が閾値以下になった位置（上述されたとおり、低残量位置と称される場合がある。）を特定する。また、回復需要推定部148は、低残量位置に基づいて、バッテリー122の交換需要が生じた位置（需要発生位置と称される場合がある。）を推定する。
- [0075] 回復需要推定部148は、（i）低残量位置の特定処理及び需要発生位置の推定処理の対象となっている車両120（対象車両と称される場合がある。）が出発地を出発してから目的地に到着するまでの間に、当該対象車両のバッテリー122が交換又は充電された場合、又は、（ii）対象車両の目的地において、当該対象車両のバッテリー122が交換又は充電された場合に、上記の低残量位置の特定処理及び需要発生位置の推定処理を実施してよい。一方、（i）対象車両が出発地を出発してから目的地に到着するまでの間に、当該対象車両のバッテリー122が交換又は充電されなかった場合、又は、（ii）対象車両の目的地において、当該対象車両のバッテリー122が交換又は充電されなかった場合、回復需要推定部148は、上記の低残量位置の特定処理及び需要発生位置の推定処理を実施しなくてもよい。これにより、計算量が大幅に削減され得る。

[0076] 例えば、S 3 2 4 において、回復需要推定部 1 4 8 が実測データ格納部 2 2 4 を参照して移動履歴を抽出するときに、回復需要推定部 1 4 8 は、( i ) 対象車両が出発地を出発してから目的地に到着するまでの間に、当該対象車両のバッテリー 1 2 2 が交換又は充電されたという条件、又は、( i i ) 対象車両の目的地において、当該対象車両のバッテリー 1 2 2 が交換又は充電されたという条件に合致する 1 以上の移動履歴を抽出する。例えば、対象車両の移動経路（出発地及び／又は目的地を含む。）上におけるバッテリー交換装置 1 3 0 の有無が判定されたり、移動期間中における対象車両のバッテリー 1 2 2 の残容量の増加の有無が判定されたりすることで、上記の条件の成否が判定され得る。

[0077] 一実施形態において、回復需要推定部 1 4 8 は、低残量位置において、搭乗者 2 2 がバッテリー 1 2 2 の交換を希望すると仮定する。この場合、回復需要推定部 1 4 8 は、低残量位置を、需要発生位置として推定する。上記の仮定は、例えば、条件設定部 1 4 6 により設定される。上記の残容量に関する閾値は、例えば、条件設定部 1 4 6 により設定される。上記の残容量に関する閾値は、ユーザ ID、時間帯、時期、及び、地域の少なくとも 1 つに基づいて決定されてよい。例えば、条件設定部 1 4 6 は、ユーザ ID ごとに上記の閾値を設定してもよく、時間帯ごとに上記の閾値を設定してもよく、時期ごとに上記の閾値を設定してもよく、地域ごとに上記の閾値を設定してもよい。

[0078] 他の実施形態において、回復需要推定部 1 4 8 は、( i ) バッテリー 1 2 2 のエネルギーを回復させるためのサービスに関する Web サイトへのアクセス履歴、及び／又は、( i i ) バッテリー 1 2 2 のエネルギーを回復させるためのサービスに関するアプリケーションプログラム（アプリと称される場合がある。）の操作履歴に基づいて、低残量位置を特定したり、需要発生位置を推定したりしてもよい。上記のアプリは、搭乗者 2 2 が利用する通信端末上で動作するプログラムであってよい。

[0079] 例えば、回復需要推定部 1 4 8 は、車両 1 2 0 の搭乗者 2 2 が上記の We

bサイトにアクセスした時刻又は車両120の搭乗者22が上記のアプリを操作した時刻における車両120の位置を、需要発生位置として推定する。車両120の搭乗者22が、上記のWebサイトにアクセスしたり、上記のアプリを操作したりして、予め定められた処理の実行を指示した場合に、回復需要推定部148が、上記の検索又は予約が実施された時刻における車両120の位置を、需要発生位置として推定してもよい。上記の予め定められた処理としては、車両120の近傍に存在するバッテリー交換装置130を検索する処理、バッテリー交換装置130に收容されている充電済みのバッテリー122を予約する処理などが例示される。

[0080] 回復需要推定部148は、低残量位置の近傍において、上記のWebサイトへのアクセス又は上記のアプリの操作が実行された場合に、低残量位置、又は、上記のアクセス時刻又は操作時刻における車両120の位置を、需要発生位置として推定してもよい。回復需要推定部148は、出発地位置の近傍において、上記のWebサイトへのアクセス又は上記のアプリの操作が実行された場合に、低残量位置、又は、上記のアクセス時刻又は操作時刻における車両120の位置を、需要発生位置として推定してもよい。

[0081] さらに他の実施形態において、回復需要推定部148は、車両120の搭乗者22がバッテリー122の残容量を確認した時刻における車両120の位置を、需要発生位置として推定してもよい。例えば、車両120にバッテリー122の残容量を確認するための操作ボタンが配されている場合、搭乗者22が当該操作ボタンを押下又はクリックしたときに、車両制御部124が、例えば残容量履歴の一部として、搭乗者22がバッテリー122の残容量を確認したことを示す情報を、支援サーバ140に送信する。これにより、回復需要推定部148は、車両120の搭乗者22がバッテリー122の残容量を確認した時刻を取得することができる。例えば、支援サーバ140が、車両120の搭乗者22に対して、バッテリー122の残容量を確認するためのサービスを提供している場合、回復需要推定部148は、車両120の搭乗者22が支援サーバ140にアクセスして、バッテリー122の残容量の確認を



要求した時刻を、車両 120 の搭乗者 22 がバッテリー 122 の残容量を確認した時刻とみなしてもよい。

[0082] 回復需要推定部 148 は、低残量位置の近傍において、バッテリー 122 の残容量の確認操作が実行された場合に、低残量位置、又は、バッテリー 122 の残容量の確認操作が実行された時刻における車両 120 の位置を、需要発生位置として推定してもよい。回復需要推定部 148 は、出発地位置の近傍において、バッテリー 122 の残容量の確認操作が実行された場合に、低残量位置、又は、バッテリー 122 の残容量の確認操作が実行された時刻における車両 120 の位置を、需要発生位置として推定してもよい。

[0083] 搭乗者 22 がバッテリー 122 の交換を希望すると、搭乗者 22 は、本来の目的地に向かうための本来の移動経路を逸脱して、特定のバッテリー交換装置 130 の位置まで、車両 120 を移動させる。その後、搭乗者 22 は、バッテリー交換装置 130 を経由して、本来の目的地へと車両 120 を移動させる。なお、バッテリー交換装置 130 において、搭乗者 22 がバッテリー 122 を交換することができない場合もあり得る。

[0084] このように、搭乗者 22 又は車両 120 がバッテリー交換装置 130 に立ち寄った場合、搭乗者 22 又は車両 120 がバッテリー交換装置 130 に立ち寄ったことに起因して、車両 120 の移動距離、車両 120 の移動時間、車両 120 の駆動エネルギーなどが過剰に必要となる。上記の過剰に必要となる物理量は、逸脱量と称される場合がある。逸脱量の詳細は後述される。

[0085] 発明者らは、上記の逸脱量が大きいほど、需要発生位置におけるバッテリー 122 の交換需要も大きくなる可能性があることに着目した。つまり、上記の逸脱量を用いて需要発生位置における交換需要を評価することで、既存のバッテリー交換装置 130 の位置の影響を抑制しつつ、バッテリー 122 の交換需要を推定することを想到した。

[0086] そこで、S326 において、回復需要推定部 148 は、上記の逸脱量を推定する。そして、S334 において、回復需要推定部 148 は、各需要発生位置における逸脱量に基づいて、各需要発生位置における交換需要に関する

評価値を導出する。また、S336において、回復需要推定部148は、各需要発生位置における上記の評価値に基づいて、地図上に設定された各エリアの評価値を決定する。

[0087] その後、S340において、回復需要推定部148は、各需要発生位置又は各エリアの評価値に基づいて、各需要発生位置又は各エリアにおけるバッテリー122の交換需要を示す情報を出力する。例えば、回復需要推定部148は、上記の評価値が各種の表現態様により地図上に重畳された1以上のマップを出力する。上記の表現態様としては、ヒートマップ、バブルチャート、評価値のエリアごとの集計値などが例示される。

[0088] 図4、図5、図6及び図7を用いて、図3に関連して説明された逸脱量の一例が説明される。図4から図7においては、逸脱量が車両120の移動距離である場合を例として、逸脱量の一例が説明される。また、図4から図7においては、車両120に搭載されたバッテリー122のSOCが50%になった位置において、車両120の搭乗者22がバッテリー122の交換を希望する場合を例として、逸脱量の一例が説明される。

[0089] なお、図4から図7においては、逸脱量を表す物理量が距離である場合を例として、逸脱量の一例が説明される。しかしながら、上述されたとおり、逸脱量を表す物理量は距離に限定されないことに留意されたい。

[0090] 図4に示されるとおり、搭乗者22は、車両120に搭乗して、出発地S1から目的地G1に向かって車両120を移動させる。出発地S1において、車両120に搭載されたバッテリー122のSOCは、例えば55%である。

[0091] 本実施形態によれば、車両120が出発地S1を出発して、目的地G1に向かう途中の地点Pにおいてバッテリー122のSOCが50%になる。そこで、搭乗者22は、地点Pの周辺に設置されている1以上のバッテリー交換装置130のうち、特定のバッテリー交換装置130においてバッテリー122を交換することを決定する。

[0092] そして、搭乗者22は、地点Pから上記の特定のバッテリー交換装置130

が設置されている位置に向かって車両120を移動させる。搭乗者22は、上記の特定のバッテリー交換装置130に立ち寄り、バッテリー122を交換する。バッテリー122の交換により、車両120に搭載されているバッテリー122のSOCが、例えば、30%から100%に増加する。その後、搭乗者22は、上記の特定のバッテリー交換装置130から、本来の目的地である目的地G1に向かって車両120を移動させる。

[0093] この場合、地点Pから目的地G1に向かう最短経路は経路440であり、経路440の距離は $L_{opt}$  [km] である。一方、地点Pからバッテリー交換装置130を経由して目的地G1に向かって、搭乗者22又は車両120が実際に走行した経路420の距離 $L_a$  [km] は、地点Pからバッテリー交換装置130までの距離 $L_{a1}$  [km] と、バッテリー交換装置130から目的地G1までの距離 $L_{a2}$  [km] との和として表される。この場合、距離で表される逸脱量は、経路420の距離及び経路440の距離の差 ( $L_a - L_{opt}$ ) となる。

[0094] 目的地G1の位置は、目的地位置の一例であってよい。地点Pは、低残量位置又は需要発生位置の一例であってよい。特定のバッテリー交換装置130の位置は、立寄位置の一例であってよい。

[0095] [別実施形態の一例]

本実施形態においては、経路420が、搭乗者22又は車両120が実際に走行した経路である場合を例として、逸脱量の一例が説明された。しかしながら、逸脱量は本実施形態に限定されない。例えば、経路420は、地点Pから、バッテリー交換装置130を経由して目的地G1に向かう最短経路であってもよい。

[0096] 図5に関連して説明される実施形態は、出発地S1において車両120に搭載されたバッテリー122のSOCが50%以下となっている点で、図4に関連して説明された実施形態と相違する。例えば、図5に関連して説明される実施形態よれば、出発地S1において車両120に搭載されたバッテリー122のSOCが、例えば、40%である。その他の特徴に関し、図5に関連

して説明される実施形態は、図4に関連して説明された実施形態と同様の構成を有してよい。

[0097] 本実施形態において、搭乗者22は、出発地S1の周辺に設置されている1以上のバッテリー交換装置130のうち、特定のバッテリー交換装置130においてバッテリー122を交換することを決定する。そして、搭乗者22は、上記の特定のバッテリー交換装置130に立ち寄って、バッテリー122を交換した後、目的地G1に向かう。

[0098] この場合、出発地S1から目的地G1に向かう最短経路は経路540であり、経路540の距離は $L_{opt}$  [km] である。一方、出発地S1からバッテリー交換装置130を経由して目的地G1に向かって、搭乗者22又は車両120が実際に走行した経路520の距離 $L_a$  [km] は、出発地S1からバッテリー交換装置130までの距離 $L_{a1}$  [km] と、バッテリー交換装置130から目的地G1までの距離 $L_{a2}$  [km] との和として表される。この場合、距離で表される逸脱量は、経路520の距離及び経路540の距離の差 ( $L_a - L_{opt}$ ) となる。

[0099] 目的地G1の位置は、目的地位置の一例であってよい。出発地S1は、低残量位置又は需要発生位置の一例であってよい。特定のバッテリー交換装置130の位置は、立寄位置の一例であってよい。

[0100] 図6に関連して説明される実施形態は、地点Pにおいてバッテリー122のSOCが50%になった場合であっても、搭乗者22がバッテリー交換装置130に立ち寄ることなく目的地G1に向かう点で、図4に関連して説明された実施形態と相違する。その他の特徴に関し、図6に関連して説明される実施形態は、図4に関連して説明された実施形態と同様の構成を有してよい。

[0101] この場合、出発地S1から目的地G1に向かう最短経路は経路640であり、経路640の距離は $L_{opt}$  [km] である。一方、出発地S1から目的地G1に向かって、搭乗者22又は車両120が実際に走行した経路は経路620であり、経路620の距離は $L_a$  [km] である。この場合、距離で表される逸脱量は、経路620の距離及び経路640の距離の差 ( $L_a -$

L o p t) となる。本実施形態における逸脱量は、図4に関連して説明された実施形態における逸脱量と比較して小さくなる。これにより、搭乗者22のバッテリー122の交換に関する需要が小さい場合、逸脱量が小さくなることがわかる。

[0102] 図7に関連して説明される実施形態は、例えば、搭乗者22が、バッテリー122のSOCが50%になる前からバッテリー122の交換を意図していた場合に相当する。図7に関連して説明される実施形態は、図4に関連して説明された実施形態と比較して、バッテリー交換装置130に近い位置でバッテリー122のSOCが50%になる点で、図4に関連して説明された実施形態と相違する。その他の特徴に関し、図7に関連して説明される実施形態は、図4に関連して説明された実施形態と同様の構成を有してよい。

[0103] この場合、地点Pから目的地G1に向かう最短経路は経路740であり、経路740の距離はL o p t [k m] である。一方、地点Pからバッテリー交換装置130を経由して目的地G1に向かって、搭乗者22又は車両120が実際に走行した経路720の距離L a [k m] は、地点Pからバッテリー交換装置130までの距離L a 1 [k m] と、バッテリー交換装置130から目的地G1までの距離L a 2 [k m] との和として表される。この場合、距離で表される逸脱量は、経路720の距離及び経路740の距離の差(L a - L o p t) となる。

[0104] ここで、図7に関連して説明される実施形態におけるL o p t は、図4に関連して説明される実施形態におけるL o p t よりも大きい。また、図7に関連して説明される実施形態におけるL a 1 は、図4に関連して説明される実施形態におけるL a 1 よりも小さい。そのため、図7に関連して説明される実施形態における逸脱量は、図4に関連して説明される実施形態における逸脱量よりも小さい。上述されたとおり、搭乗者22が、バッテリー122のSOCが50%になる前からバッテリー122の交換を意図していた場合に、実測データを用いてバッテリー122の交換需要を推定すると、推定結果は、既存のバッテリー交換装置130の位置の影響を受ける。これに対して、逸脱

量を用いてバッテリー 122 の交換需要を推定することで、既存のバッテリー交換装置 130 の位置の影響を抑制できることがわかる。

[0105] 図 8 は、回復需要推定部 148 の内部構成一例を概略的に示す。本実施形態において、回復需要推定部 148 は、エネルギー量取得部 822 と、位置取得部 824 と、需要発生位置推定部 826 と、逸脱量推定部 832 と、評価部 834 と、配置決定部 836 と、需要出力部 842 と、配置出力部 844 とを備える。

[0106] 本実施形態において、回復需要推定部 148 は、1 以上の車両 120 のそれぞれの移動履歴と、1 以上の車両 120 のそれぞれに搭載されたバッテリー 122 の残容量履歴とを解析することで、各需要発生位置又は各エリアにおけるバッテリー 122 の交換需要を導出する。回復需要推定部 148 は、特定の車両 120 のイグニッションスイッチが ON になってから、当該特定の車両 120 のイグニッションスイッチが OFF になるまでの間の移動履歴を 1 つの単位（解析単位と称される場合がある。）として、上述された逸脱量を算出する。

[0107] 本実施形態において、エネルギー量取得部 822 は、解析対象となる車両 120 に搭載されたバッテリー 122 の残容量を取得する。例えば、エネルギー量取得部 822 は、1 以上の解析単位のそれぞれについて、当該解析単位の各位置におけるバッテリー 122 の残容量を取得する。エネルギー量取得部 822 は、データテーブル 226 を参照して、上記のバッテリー 122 の残容量を取得してよい。

[0108] 本実施形態において、位置取得部 824 は、解析対象となる車両 120 に搭載されたバッテリー 122 の位置を取得する。位置取得部 824 は、搭乗者 22 又は車両 120 の位置を、バッテリー 122 の位置として取得してよい。例えば、位置取得部 824 は、1 以上の解析単位のそれぞれについて、当該解析単位に含まれる車両 120 の移動履歴を構成する各位置を示す情報を取得する。各位置を示す情報としては、各位置の緯度及び経度、各位置が属するエリアを識別するためのエリア ID などが例示される。位置取得部 824

は、データテーブル 226 を参照して、上記の各位置を示す情報を取得してよい。

[0109] 本実施形態において、需要発生位置推定部 826 は、1 以上のバッテリー 122 のそれぞれについて、1 以上の需要発生位置を推定する。例えば、需要発生位置推定部 826 は、1 以上のバッテリー 122 に関する 1 以上の解析単位を解析して、1 以上の需要発生位置を推定する。

[0110] 例えば、需要発生位置推定部 826 は、1 以上の解析単位のそれぞれについて、低残量位置が含まれるか否かを判定する。具体的には、需要発生位置推定部 826 は、1 以上の解析単位のそれぞれについて、エネルギー量取得部 822 が取得した各位置におけるバッテリー 122 の残容量が、予め定められた量以下であるか否かを判定する。特定の解析単位について、バッテリー 122 の残容量が予め定められた量以下である位置が存在する場合、需要発生位置推定部 826 は、当該特定の解析単位に低残量位置が含まれると判定する。

[0111] また、需要発生位置推定部 826 は、低残量位置が含まれる解析単位について、位置取得部 824 が取得したバッテリー 122 の位置と、エネルギー量取得部 822 が取得したバッテリー 122 の残容量とに基づいて、低残量位置を決定する。具体的には、バッテリー 122 の残容量が、初めて予め定められた量以下になったときの位置を、低残量位置として決定する。

[0112] 需要発生位置推定部 826 は、需要発生位置を推定する。需要発生位置推定部 826 は、上記の低残量位置に基づいて、需要発生位置を推定してよい。上述されたとおり、一実施形態において、需要発生位置推定部 826 は、低残量位置を、需要発生位置として推定する。

[0113] 他の実施形態において、上述されたとおり、需要発生位置推定部 826 は、(i) バッテリー 122 のエネルギーを回復させるためのサービスに関する Web サイトへのアクセス履歴、及び/又は、(ii) バッテリー 122 のエネルギーを回復させるためのサービスに関するアプリケーションプログラムの操作履歴に基づいて、需要発生位置を推定してよい。需要発生位置推定部 82

6は、(a) 低残量位置と、(b) (i) バッテリ122のエネルギーを回復させるためのサービスに関するWebサイトへのアクセス履歴、及び／又は、(ii) バッテリ122のエネルギーを回復させるためのサービスに関するアプリケーションプログラムの操作履歴とに基づいて、需要発生位置を推定してよい。

[0114] さらに他の実施形態において、上述されたとおり、搭乗者22によるバッテリ122の残容量の確認履歴に基づいて、需要発生位置を推定してよい。需要発生位置推定部826は、(a) 低残量位置と、(b) 搭乗者22によるバッテリ122の残容量の確認履歴おに基づいて、需要発生位置を推定してよい。

[0115] 本実施形態において、逸脱量推定部832は、i) 搭乗者22又は車両120の目的地の位置である目的地理位置と、(ii) 搭乗者22又は車両120が目的地までの移動中に立ち寄った、バッテリ交換装置130の位置である立寄位置とに基づいて、逸脱量を推定する。逸脱量推定部832は、1以上のバッテリ122のそれぞれに関する1以上の需要発生位置のそれぞれについて、逸脱量を推定してよい。例えば、逸脱量推定部832は、(i) 需要発生位置及び目的地理位置に基づいて決定される基準量と、(ii) 需要発生位置、立寄位置及び目的地理位置に基づいて決定される立寄量とに基づいて、逸脱量を推定する。上述されたとおり、逸脱量は、距離、時間及びエネルギーの少なくとも1つに関する。逸脱量推定部832の詳細は後述される。

[0116] 逸脱量推定部832は、車両120の状態に基づいて、逸脱量の推定手順を変更してよい。例えば、逸脱量推定部832は、車両120の状態に基づいて需要発生位置を調整することで、逸脱量の算出手順を変更する。

[0117] 例えば、車両120が、運輸、物流などの業務に用いられる業務用車両である場合、業務の遂行中にバッテリ122の残容量が予め定められた値より小さくなくても、車両120の搭乗者22（例えば、運転手である。）は、当該業務が終了するまでバッテリ122を交換することができない可能性がある。



- [0118] この場合、車両120は、出発時に予定されていた経路を走行して、出発地S1から目的地G1に移動する。車両120がバッテリー交換装置130に立ち寄らない場合、上述された手順によれば逸脱量が0になるので、このような場合には逸脱量の推定手順が変更される。
- [0119] 例えば、交換需要が発生したときに車両120が業務遂行中であった場合、逸脱量推定部832は、交換需要が発生した位置ではなく、交換需要が発生した後、業務が終了した位置（業務終了位置と称される場合がある。）が必要発生位置であると推定する。そして、逸脱量推定部832は、業務終了位置を起点として、逸脱量を推定する。
- [0120] 一実施形態において、逸脱量推定部832は、車両120が、交換需要が発生した位置（例えば、低残量位置である。）の最寄りのバッテリー交換装置130を利用して、バッテリー122を交換するものと仮定して、車両120の逸脱量を推定する。一例として、逸脱量推定部832は、業務終了位置と、上記のバッテリー交換装置130の位置との距離（例えば、図7におけるLa2である。）を逸脱量として導出する。
- [0121] 他の例によれば、逸脱量推定部832は、（i）業務終了位置と、上記のバッテリー交換装置130の位置との距離（交換距離と称される場合がある。）、及び、（ii）業務終了位置におけるバッテリー122の残容量の少なくとも一方に応じた重みづけを考慮して、逸脱量を導出する。具体的には、逸脱量推定部832は、業務終了位置におけるバッテリー122の残容量に基づいて、車両120の走行可能距離（残走行距離と称される場合がある。）を算出する。また、逸脱量推定部832は、上記の交換距離と、車両120の残走行距離とを比較する。
- [0122] 交換距離が車両120の残走行距離よりも大きい場合、車両120は、交換需要が発生した位置の最寄りのバッテリー交換装置130を利用して、バッテリー122を交換することができない。そこで、逸脱量推定部832は、業務終了位置ではなく、出発地が必要発生位置であると推定する。そして、逸脱量推定部832は、出発地を起点として、逸脱量を推定する。例えば、逸

脱量推定部 832 は、出発地の位置と、交換需要が発生した位置の最寄りのバッテリー交換装置 130 の位置との距離を逸脱量として導出する。

[0123] 一方、交換距離が車両 120 の残走行距離以下である場合、車両 120 は、交換需要が発生した位置の最寄りのバッテリー交換装置 130 を利用して、バッテリー 122 を交換することができる。そこで、逸脱量推定部 832 は、交換距離が大きくなるほど、又は、残走行距離に対する交換距離の比が大きくなるほど、逸脱量が大きくなるように、逸脱量を導出する。例えば、逸脱量推定部 832 は、対数又は自然対数を用いて逸脱量を導出する。

[0124] 逸脱量は、 $\log$ （交換距離／残走行距離）又は  $\ln$ （交換距離／残走行距離）を用いて導出される。逸脱量は、 $\log$ （交換距離／残走行距離）又は  $\ln$ （交換距離／残走行距離）により導出されてもよい。残走行距離は、例えば、SOC が 100% のときの走行可能距離と、業務終了位置における SOC との積により算出される。SOC が 100% のときの走行可能距離は、例えば、SOC が 100% のときのバッテリー容量 [Wh] ÷ 電費 [Wh / km] により算出される。

[0125] 他の実施形態において、逸脱量推定部 832 は、車両 120 が、業務終了位置の最寄りのバッテリー交換装置 130 を利用してバッテリー 122 を交換するものと仮定して、車両 120 の逸脱量を推定する。例えば、逸脱量推定部 832 は、業務終了位置と、上記のバッテリー交換装置 130 の位置との距離を逸脱量として導出する。逸脱量推定部 832 は、業務終了位置と、交換需要が発生した位置の最寄りのバッテリー交換装置 130 との距離（例えば、図 7 における La2 である。）による重みづけを考慮して、逸脱量を導出してよい。

[0126] 例えば、逸脱量は、「業務終了位置と、業務終了位置の最寄りのバッテリー交換装置 130 の位置との距離」と、「業務終了位置と、交換需要が発生した位置の最寄りのバッテリー交換装置 130 の位置との距離に応じた重み係数」との積として算出される。上記の重み係数は、例えば、業務終了位置と、交換需要が発生した位置の最寄りのバッテリー交換装置 130 の位置との距離

が大きくなるほど、重み係数が大きくなるように決定される。

[0127] 本実施形態において、評価部 834 は、逸脱量推定部 832 が推定した逸脱量に基づいて、需要発生位置の評価値を導出する。評価部 834 は、上記の 1 以上の需要発生位置のそれぞれについて、評価値を導出してよい。

[0128] 評価値は、例えば、逸脱量が大きくなると評価値が大きくなるように決定される。この場合、評価値が大きいほど、バッテリー 122 の交換需要が大きくなる。評価値は、逸脱量が大きくなると評価値が小さくなるように決定されてもよい。この場合、評価値が小さいほど、バッテリー 122 の交換需要が大きくなる。

[0129] 評価値を導出するための考慮要素としては、上述された (i) 需要発生位置における逸脱量の他に、(ii) 需要発生位置に対応する立寄位置と、当該需要発生位置に対応する目的地位置との距離、(iii) 需要発生位置に対応する目的地位置と、当該目的地位置の周辺に存在する既設のバッテリー交換装置 130 との距離の最小値、(iv) 需要発生位置と、当該需要発生位置の周辺に存在する既設のバッテリー交換装置 130 との距離の最小値、(v) 需要発生位置におけるバッテリー 122 の残容量、(vi) 需要発生位置に対応する目的地位置におけるバッテリー 122 の残容量、(vii) 需要発生位置と、当該需要発生位置に対応する目的地位置との距離などが例示される。評価部 834 は、上述された複数の考慮要素の少なくとも 1 つと、各考慮要素の重み係数とに基づいて、各需要発生位置における評価値を導出してよい。各考慮要素の重み係数が全て 1 であってもよく、少なくとも一部の考慮要素の重み係数が 1 であってもよい。

[0130] 一実施形態において、評価部 834 は、需要発生位置（例えば、図 7 における地点 P である。）に対応する立寄位置（例えば、図 7 における地点 P の最寄りのバッテリー交換装置 130 である。）と、当該需要発生位置に対応する目的地位置（例えば、図 7 における目的地 G1 である。）との距離（例えば、図 7 における La2 である。）が大きくなると評価値が大きくなるように、当該需要発生位置における評価値を導出する。他の実施形態において、

評価部 834 は、需要発生位置に対応する目的地位置におけるバッテリー 122 の残容量が大きくなると評価値が大きくなるように、当該需要発生位置における評価値を導出する。

[0131] さらに他の実施形態において、評価部 834 は、上記の考慮要素の組み合わせに基づいて、評価値を決定してよい。例えば、評価部 834 は、(i) 需要発生位置に対応する立寄位置と、当該需要発生位置に対応する目的地位置との距離が大きくなると評価値が小さくなり、且つ、(ii) 需要発生位置に対応する目的地位置におけるバッテリー 122 の残容量が大きくなると評価値が大きくなるように、当該需要発生位置における評価値を導出する。

[0132] 評価部 834 は、需要発生位置に対応する目的地位置における車両 120 の移動可能距離（残走行距離と称される場合がある。）は、例えば、需要発生位置に対応する目的地位置におけるバッテリー 122 の残容量 [Ah] と、車両 120 の [km/Ah] とに基づいて算出される。評価部 834 は、例えば、(i) 需要発生位置に対応する立寄位置と、当該需要発生位置に対応する目的地位置との距離に対する、(ii) 需要発生位置に対応する目的地位置における車両 120 の残走行距離の比が大きいかほど評価値が大きくなるように、当該需要発生位置における評価値を導出する。評価部 834 は、上記の比が 1 に近いほど評価値が大きくなるように、当該需要発生位置における評価値を導出してよい。評価部 834 は、上記の比が 0 以上 1 以下となるデータについて、上記の評価値を算出してよい。

[0133] 例えば、評価部 834 は、上述された交換距離が大きくなるほど、又は、残走行距離に対する交換距離の比が大きくなるほど評価値が大きくなるように、需要発生位置における評価値を導出する。評価部 834 は、交換距離が車両 120 の残走行距離以下である場合に、上記の手順に従って評価値を導出してよい。例えば、評価部 834 は、対数又は自然対数を用いて評価値を導出する。例えば、評価値は、 $\log$ （交換距離／残走行距離）又は  $\ln$ （交換距離／残走行距離）を用いて導出される。評価値は、 $\log$ （交換距離／残走行距離）又は  $\ln$ （交換距離／残走行距離）により導出されてもよい。

。 交換距離が車両 120 の残走行距離以下である場合、交換距離／残走行距離の値は 1 以下なので、評価部 834 は、交換距離が大きくなるほど、又は、残走行距離に対する交換距離の比が大きくなるほど評価値が大きくなるように、評価値を導出することができる。

[0134] これにより、例えば、何らかの事情により、交換需要が発生したときに、車両 120 が予定された経路を逸脱して最寄りのバッテリー交換装置 130 に立ち寄ることができない場合における評価値が算出され得る。なお、上述されたとおり、逸脱量推定部 832 は、車両 120 の状態に基づいて、逸脱量の推定手順を変更することができる。逸脱量推定部 832 が、車両 120 の状態に基づいて逸脱量の算出手順を変更した場合、評価部 834 は、単に、逸脱量推定部 832 が推定した逸脱量に基づいて、需要発生位置の評価値を導出してもよい。

[0135] また、評価部 834 は、1 以上の需要発生位置の評価値に基づいて、各区画の評価値を導出してもよい。逸脱量推定部 832 は、各区画に含まれる 1 以上の需要発生位置の評価値を予め定められた関数に入力することで、各区画の評価値を導出してよい。例えば、逸脱量推定部 832 は、各区画に含まれる 1 以上の需要発生位置の評価値を加算することで、各区画の評価値を導出する。他の実施形態において、上記の関数は重みづけ関数であってもよい。

[0136] 本実施形態において、配置決定部 836 は、バッテリー交換装置 130 の配置を決定する。一実施形態において、配置決定部 836 は、逸脱量推定部 832 が推定した需要発生位置に基づいて、1 以上のバッテリー交換装置 130 のそれぞれが配置されるべき位置（候補地と称される場合がある。）を決定する。例えば、配置決定部 836 は、評価部 834 が導出した評価値に基づいて、逸脱量推定部 832 が推定した需要発生位置の中から、1 以上の候補地を選出する。

[0137] 他の実施形態において、配置決定部 836 は、評価部 834 が導出した各エリアの評価値に基づいて、1 以上のバッテリー交換装置 130 のそれぞれが

配置されるべき位置を決定してもよい。例えば、配置決定部 836 は、評価部 834 が導出した評価値に基づいて、各エリアの内部に配置されるバッテリー交換装置 130 の個数を決定する。また、配置決定部 836 は、各エリアの内部に配される 1 以上の需要発生位置の中から、1 以上の候補地を選出する。配置決定部 836 は、評価部 834 が導出した評価値に基づいて、1 以上の候補地を選出してもよい。

[0138] 本実施形態において、配置決定部 836 は、既に設置されているバッテリー交換装置 130 の位置にさらに基づいて、バッテリー交換装置 130 が配置されるべき位置を決定してもよい。例えば、配置決定部 836 は、特定の需要発生位置から予め定められた条件を満たす地理的範囲内に、既に他のバッテリー交換装置 130 が実際に配置されている場合、当該特定の需要発生位置を上記の候補地から除外する。

[0139] 予め定められた条件としては、(i) 需要発生位置と、既設のバッテリー交換装置 130 との間の移動距離が、予め定められた値よりも小さいという条件、(ii) 需要発生位置と、既設のバッテリー交換装置 130 との間の移動時間の統計値又は推定値が、予め定められた値よりも小さいという条件、(iii) 需要発生位置と、既設のバッテリー交換装置 130 との間の移動により消費されるエネルギーの統計値又は推定値が、予め定められた値よりも小さいという条件などが例示される。統計値は、平均値であってもよい。

[0140] 本実施形態において、需要出力部 842 は、地図上にバッテリー 122 の交換需要を表示するための情報を出力する。需要出力部 842 は、例えば、バッテリー 122 の交換需要に関する上記の評価値が、各種の表現態様により地図上に重畳された 1 以上のマップを出力する。上記の表現態様としては、ヒートマップ、バブルチャート、評価値のエリアごとの集計値などが例示される。

[0141] 本実施形態において、配置出力部 844 は、バッテリー交換装置 130 の配置に関する情報を出力する。バッテリー交換装置 130 の配置に関する情報としては、バッテリー交換装置 130 の設置場所の候補地を示す情報、各候補地

に設置されるバッテリー交換装置 130 の個数を示す情報、各候補地におけるバッテリー交換装置 130 の個数の増減を示す情報などが例示される。

- [0142] 解析単位の各位置は、位置取得部が取得した位置の一例であってよい。各エリアは、予め定められた地理的範囲を有する複数の区画のそれぞれの一例であってよい。実際に配置されている他のバッテリー交換装置 130 は、既設エネルギー回復装置の一例であってよい。
- [0143] 図 9 は、逸脱量推定部 832 の内部構成一例を概略的に示す。本実施形態において、逸脱量推定部 832 は、立寄位置決定部 922 と、目的地位置決定部 924 と、第 1 経路決定部 932 と、第 2 経路決定部 934 と、逸脱量導出部 936 とを備える。
- [0144] 本実施形態において、立寄位置決定部 922 は、搭乗者 22 又は車両 120 が目的地までの移動中に立ち寄った、バッテリー交換装置 130 の位置である立寄位置を決定する。例えば、立寄位置決定部 922 は、1 以上の解析単位のそれぞれについて、搭乗者 22 又は車両 120 の位置と、既設のバッテリー交換装置 130 が配された位置とを比較する。搭乗者 22 又は車両 120 の位置と、既設のバッテリー交換装置 130 が配された位置との距離が予め定められた値よりも小さい場合、立寄位置決定部 922 は、上記のバッテリー交換装置 130 の位置を立寄位置として決定する。
- [0145] 本実施形態において、目的地位置決定部 924 は、搭乗者 22 又は車両 120 の目的地の位置である目的地位置を決定する。例えば、目的地位置決定部 924 は、1 以上の解析単位のそれぞれについて、イグニッションスイッチが OFF になった位置を目的位置として決定する。
- [0146] 本実施形態において、第 1 経路決定部 932 は、需要発生位置及び目的地位置に基づいて、搭乗者 22 又は車両 120 が需要発生位置から目的地位置に移動するための第 1 経路を決定する。第 1 経路決定部 932 は、カーナビゲーションシステムにおいて用いられていると同様の経路探索アルゴリズムを利用して、第 1 経路を決定してよい。
- [0147] 第 1 経路決定部 932 は、需要発生位置及び目的地位置に基づいて、逸脱

量を算出するための基準量を決定してよい。例えば、第1経路決定部932は、搭乗者22又は車両120が、第1経路に沿って需要発生位置から目的地位置に移動した場合の距離、時間及びエネルギーの少なくとも1つを、基準量として決定する。

[0148] 本実施形態において、第2経路決定部934は、需要発生位置、立寄位置及び目的地位置に基づいて、搭乗者22又は車両120が需要発生位置から立寄位置を中継して目的地位置に移動するための第2経路を決定する。第2経路決定部934は、例えば、車両120の移動履歴により示される、需要発生位置から立寄位置を中継して目的地位置に移動するための経路を、第2経路として決定する。第2経路決定部934は、カーナビゲーションシステムにおいて用いられていると同様の経路探索アルゴリズムを利用して、第2経路を決定してもよい。

[0149] 第2経路決定部934は、需要発生位置、立寄位置及び目的地位置に基づいて、逸脱量を算出するための立寄量を決定してよい。例えば、第2経路決定部934は、搭乗者22又は車両120が、第2経路に沿って需要発生位置から立寄位置を中継して目的地位置に移動した場合の距離、時間及びエネルギーの少なくとも1つを、立寄量として決定する。

[0150] 本実施形態において、逸脱量導出部936は、逸脱量の推定値を導出する。例えば、逸脱量導出部936は、搭乗者22又は車両120が第2経路を移動するための物理量、及び、搭乗者22又は車両120が第1経路を移動するための物理量の差に基づいて、逸脱量の推定値を導出する。上記の物理量は、距離、時間及びエネルギーの少なくとも1つであってよい。

[0151] なお、逸脱量導出部936は、距離、時間及びエネルギーの少なくとも1つと、各物理量の単価とに基づいて、車両120の運転費用を導出してよい。逸脱量導出部936は、車両120の運転費用を、逸脱量として導出してよい。同様に、第1経路決定部932は、車両120が第1経路に沿って需要発生位置から目的地位置に移動した場合の車両120の運転費用を、基準量として決定してもよい。第2経路決定部934は、車両120が第2経路



に沿って需要発生位置から立寄位置を中継して目的地位置に移動した場合の車両120の運転費用を、立寄量として決定してもよい。

[0152] 図10は、需要出力部842の出力結果の一例を概略的に示す。本実施形態において、需要出力部842は、マップ1010、マップ1020、及び、マップ1030の少なくとも1つのマップを出力する。

[0153] マップ1010は、各需要発生位置又は各エリアの評価値が、ヒートマップとして地図上に重畳されたマップの一例であってよい。本実施形態によれば、マップ1010は、地図画像1012の上に、ヒートマップ1014が重畳されることで生成される。また、ヒートマップ1014は、複数の等高線1016を含む。これにより、ヒートマップ1014の内部に、2つの等高線1016に囲まれた複数の領域が形成される。複数の領域のそれぞれには、異なる色彩又は模様が施される。

[0154] 一般的に、車両120は道路上を走行する。そのため、マップ1010上には、道路に沿って、又は、道路上に散在して、1又は複数のヒートマップ1014が表示され得る。また、交通量の多い道路ほど、逸脱量の累積値が大きくなる。そのため、マップ1010上には、交通量の多い道路を等高線の頂点とする1又は複数のヒートマップ1014が表示され得る。

[0155] マップ1020は、複数のエリアに対応する複数のオブジェクトが、地図上に重畳されたマップの一例であってよい。各エリアに対応するオブジェクトの色彩、模様、形状及び大きさの少なくとも1つは、各エリアの評価値に応じて決定される。本実施形態によれば、各エリアのメッシュと同一の形状を有する半透明のオブジェクトが、地図上に重畳される。また、各エリアに対応するオブジェクトの色彩が、各エリアの評価値に応じて決定される。本実施形態によれば、各エリアに対応する複数のオブジェクトと、各エリアの境界線とが、地図上に重畳される。

[0156] マップ1030は、各エリアの評価値が、各エリアの境界を示すメッシュの内部に表示されるように、当該評価値が、地図上に重畳されたマップの一例であってよい。本実施形態によれば、各エリアの評価値が、各エリアの境

界を示すメッシュの内部に表示されるように、当該評価値及び各エリアの境界線が、地図上に重畳される。

[0157] なお、需要出力部 842 が出力することのできるマップの種類は、本実施形態に限定されない。他の実施形態において、需要出力部 842 は、各エリアの評価値を示すバブルチャートが、各エリアの中心に配されるように地図上に重畳されたマップを出力してよい。

[0158] 図 11 は、最適配置試算部 154 の内部構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、最適配置試算部 154 は、交通群シミュレータ 1122 と、最適化ソルバー 1124 と、試算結果出力部 1126 とを備える。

[0159] 本実施形態において、交通群シミュレータ 1122 は、搭乗者 22 又は車両 120 の動態を示す実測データ及び予測データの少なくとも一方に基づいて、特定の地域における搭乗者 22 又は車両 120 の移動をシミュレートする。例えば、交通群シミュレータ 1122 は、バッテリー交換装置 130 の配置の対象となる対象地域に設定された複数の候補地エリアのそれぞれにおける、搭乗者 22 又は車両 120 の動態であって、搭乗者 22 又は車両 120 がバッテリー 122 の交換を考慮せずに移動できる場合の動態をシミュレートする。交通群シミュレータ 1122 は、上記のシミュレーション結果として、特定の地域における搭乗者 22 又は車両 120 の走行データである動態データ 1142 を出力する。動態データ 1142 の詳細は後述される。

[0160] 本実施形態において、交通群シミュレータ 1122 は、バッテリー 122 の交換を考慮せずに、1 以上の搭乗者 22 又は車両 120 の動態をシミュレートする。そのため、バッテリー 122 の SOC 1226 が負の値になる場合がある。また、交通群シミュレータ 1122 は、上記の特定の地域における地図データ及び道路データを利用して、搭乗者 22 又は車両 120 が出発地から目的地までの最短距離の経路を走行するように、搭乗者 22 又は車両 120 の移動をシミュレートする。

[0161] 本実施形態において、最適化ソルバー 1124 は、最適化問題又は数理計画問題を解決する。最適化問題又は数理計画問題は、例えば、1 以上の目的

関数及び1以上の制約条件により表される。

[0162] 最適化ソルバー1124は、1以上のバッテリー交換装置130の配置に関する複数のパターンのうち、目的関数が最適化ソルバー1124のユーザにより指定された設定条件に合致するパターンを、最適化問題又は数理計画問題の解として出力する。例えば、最適化ソルバー1124は、 $n$ 個のエリアに $m$ 個のバッテリー交換装置130を配置する全てのパターンについて目的関数の値を導出し、各パターンの目的関数の値に基づいて、解となる単一又は数個のパターンを決定する。なお、目的関数の値を算出するパターンの数を削減して、コンピュータの負荷を軽減するためのアルゴリズムが、最適化ソルバー1124に実装されてもよい。

[0163] 上記の設定条件としては、目的関数の値が最大となるという条件、目的関数の値が最小となるという条件、目的関数の値が予め定められた数値範囲に含まれるという条件などが例示される。上記の数値範囲は、上限が設定されていなくてもよく、下限が設定されていなくてもよく、上限及び下限が設定されていてもよい。また、複数の目的関数が設定されている場合、上記の設定条件は、複数の目的関数のそれぞれに関する条件の組み合わせであってよい。

[0164] (最適化ソルバーの一例)

例えば、最適化ソルバー1124は、(i) サービス提供者24の費用に関する制約条件である第1条件、及び、(ii) 搭乗者22の利便性に関する制約条件である第2条件に基づいて、(i) バッテリー交換装置130が配置されるべき数に関連する出力値である第1出力値、及び、(ii) バッテリー交換装置130が配置されるべき位置に関連する出力値である第2出力値を出力する。最適化ソルバー1124は、第1条件及び第2条件を満たす第1出力値及び第2出力値が存在しない場合、第1条件よりも第2条件を優先的に満たすように、第1出力値及び第2出力値を出力してよい。

[0165] 第1条件は、(i) バッテリー交換装置130の数に関連する変動値(変数と称される場合がある。)である第1変動値を含んでよい。例えば、第1条

件は、第1変動値に関する条件を含む。上記の条件は、数式により表現されてよい。第1変動値としては、設置場所の土地代、設置場所における電力料金、バッテリー交換装置130を設置するための工事費用などが例示される。

[0166] 設置場所の土地代は、例えば、設定場所の土地の購入単価又は賃貸単価と、バッテリー交換装置130の設置個数により定められるバッテリー交換装置130の設置面積とに基づいて決定される。設定場所における電力料金は、例えば、設置場所における電力単価と、バッテリー交換装置130に配されるバッテリー収容部132の個数とに基づいて決定される。バッテリー交換装置130を設置するための工事費用は、例えば、設置場所における工事単価と、当該設置場所に設置されるバッテリー交換装置130の個数とに基づいて決定される。土地の購入単価又は賃貸単価、電力単価、工事単価などの基礎データは、例えば、条件設定部146により設定される。

[0167] 第1条件は、バッテリー交換装置130の設置に関する総費用が予め定められた金額以下であるという条件であってもよい。第1条件は、特定の期間におけるバッテリー交換装置130のランニングコストが予め定められた金額以下であるという条件であってもよい。第1条件は、バッテリー交換装置130の設置に関する総費用が予め定められた金額以下であり、且つ、特定の期間におけるバッテリー交換装置130のランニングコストが予め定められた金額以下であるという条件であってもよい。第1条件は、特定の地域又は地点に設置可能なバッテリー交換装置130の個数の上限値が予め定められた値以下であるという条件であってもよい。

[0168] バッテリー交換装置130の設置に関する総費用は、第1変動値の一例であってよい。特定の期間におけるバッテリー交換装置130のランニングコストは、第1変動値の一例であってよい。特定の地域又は地点に設置可能なバッテリー交換装置130の個数は、第1変動値の一例であってよい。

[0169] 第2条件は、搭乗者22の位置に関連する変動値である第2変動値を含んでよい。例えば、第2条件は、第2変動値に関する条件を含む。上記の条件は、数式により表現されてよい。第2変動値としては、搭乗者22が搭乗す

る車両 120 の位置座標、搭乗者 22 が搭乗する車両 120 が位置するエリア（区画、メッシュなどと称される場合がある。）の識別情報などが例示される。

- [0170] 第 2 条件は、バッテリー交換装置 130 の位置に関連する変動値である第 3 変動値を更に含んでよい。例えば、第 2 条件は、第 3 変動値に関する条件を含む。上記の条件は、数式により表現されてよい。第 2 条件が第 2 変動値及び第 3 変動値を含むことにより、第 2 条件を用いて、搭乗者 22 又は車両 120 がバッテリー交換装置 130 に立ち寄るために犠牲になる利便性の程度が表現され得る。
- [0171] 第 2 条件は、単位期間又は特定の期間において、搭乗者 22 の位置が予め定められた地理的範囲の内部に配されている時間（滞在期間と称される場合がある）の長さが、予め定められた値以上であるという条件であってよい。第 2 条件は、単位期間又は特定の期間において、予め定められた地理的範囲の内部における搭乗者 22 の移動距離が、予め定められた値以上であるという条件であってよい。上記の滞在期間の長さ及び移動距離は、第 2 変動値の一例であってよい。
- [0172] 第 3 変動値は、搭乗者 22 が、本来の移動経路を逸脱してバッテリー交換装置 130 の位置に立ち寄ることに起因する過剰な時間である逸脱移動時間に関連する変動値を含んでよい。第 3 変動値は、搭乗者 22 が、本来の移動経路を逸脱してバッテリー交換装置 130 の位置に立ち寄ることに起因する過剰な時間、距離、エネルギー、及び、車両 120 の運転費用の少なくとも 1 つに関連する変動値を含んでもよい。上述された逸脱量は、第 3 変動値の一例であってよい。
- [0173] 第 3 変動値は、搭乗者 22 が、バッテリー交換装置 130 においてバッテリー 122 を交換するために待機する時間である待ち時間に関連する変動値を含んでよい。上記の待ち時間は、バッテリー 122 が交換されるバッテリー交換装置 130 の稼働状況に応じて変動する。第 2 条件は、バッテリー交換装置 130 における待ち時間の長さが予め定められた値以下であるという条件であつ

てよい。

[0174] 最適化ソルバー 1124 は、(i) サービス提供者 24 の費用に関する制約条件である第 1 条件、(ii) 搭乗者 22 の利便性に関する制約条件である第 2 条件、及び、(iii) バッテリー 122 の安全性に関する制約条件である第 3 条件に基づいて、上記の第 1 出力値及び第 2 出力値を出力してもよい。第 3 条件は、バッテリー 122 の状態に関連する変動値である第 4 変動値を含んでよい。例えば、第 3 条件は、第 4 変動値に関する条件を含む。上記の条件は、数式により表現されてよい。

[0175] 第 4 変動値としては、(i) 交換時の SOC、(ii) 交換時の SOC と、搭乗者 22 が交換を希望する SOC との差などが例示される。交換時の SOC が所定の閾値以下である場合、交換時の SOC が当該閾値より大きい場合と比較して、電欠の発生する可能性が大きくなる。また、交換時の SOC と、搭乗者 22 が交換を希望する SOC との差が所定の閾値より大きい場合、当該差が当該閾値より小さい場合と比較して、電欠の発生する可能性が大きくなる。

[0176] 第 3 条件は、交換時の SOC の最小値が予め定められた値よりも大きいという条件であってよい。第 3 条件は、(a) (i) 交換時の SOC の値として搭乗者 22 が希望する値又は (ii) 交換時の SOC として適切な値として予め定められた値と、(b) バッテリー 122 が実際に交換された時の SOC の値との差が、予め定められた値よりも小さいという条件であってよい。

[0177] 最適化ソルバー 1124 は、第 1 変動値及び第 2 変動値を変数として含む目的関数の最適解を計算するためのプログラムを実行することにより、第 1 出力値及び第 2 出力値を出力してよい。最適化ソルバー 1124 は、第 1 変動値、第 2 変動値及び第 3 変動値を変数として含む目的関数の最適解を計算するためのプログラムを実行することにより、第 1 出力値及び第 2 出力値を出力してもよい。最適化ソルバー 1124 は、第 1 変動値、第 2 変動値及び第 3 変動値の少なくとも 1 つと、第 4 変動値とを変数として含む目的関数の

最適解を計算するためのプログラムを実行することにより、第1出力値及び第2出力値を出力してもよい。

[0178] 目的関数は、例えば、コストに関する第1項、利便性に関する第2項、及び、安全性に関する第3項の少なくとも1つを含む。目的関数は、例えば、「コストウエイト×コスト変数」+「利便性ウエイト×利便性変数」+「安全性ウエイト×安全性変数」として表される。コスト変数が複数ある場合、コスト変数ごとにコストウエイトが定められていてもよく、2以上のコスト変数に対するコストウエイトが同一であってもよい。利便性変数が複数ある場合、利便性変数ごとに利便性ウエイトが定められていてもよく、2以上の利便性変数に対する利便性ウエイトが同一であってもよい。安全性変数が複数ある場合、安全性変数ごとに安全性ウエイトが定められていてもよく、2以上の安全性変数に対する安全性ウエイトが同一であってもよい。

[0179] コストウエイト、利便性ウエイト、及び、安全性ウエイトの少なくとも1つは、0であってもよい。コストウエイト、利便性ウエイト、及び、安全性ウエイトの少なくとも1つは、1であってもよい。例えば、コストウエイト及び安全性ウエイトが0に設定され、利便性ウエイトが0以外の値に設定された場合、最適化ソルバー1124は、利便性変数の値に基づいて最適解を出力する。

[0180] コスト変数としては、上記の第1変動値が例示される。利便性変数としては、上記の第2変動値及び／又は第3変動値が例示される。安全性変数としては、上記の第4変動値が例示される。上記の最適解を計算する手法は、公知の手法が採用され得る。また、上記の最適解は、予め定められた計算量の範囲内における最適解であることを意味する。

[0181] (最適化ソルバーの他の例)

例えば、最適化ソルバー1124は、(i) バッテリー交換装置130の位置に関連する変動量(変数と称される場合がある。)である第1変動量に応じた、サービス提供者24の費用を導出するための関係式である第1関係式、並びに、(ii) 第1変動量、及び、搭乗者22又は車両120の動態に

関連する変動量である第2変動量に応じた、搭乗者22又は車両120の利便性を導出するための関係式である第2関係式の少なくとも一方に基づいて、(a) バッテリー交換装置130が配置されるべき位置に関連する出力量である第1出力量を出力する、又は、(b) バッテリー交換装置130が配置されるべき位置の決定に用いられる出力量である第2出力量を出力する。第1変動量は、複数のバッテリー交換装置130のそれぞれの位置に関連する複数の変動量を含んでよい。第2変動量は、複数の搭乗者22又は車両120のそれぞれの動態に関連する複数の変動量を含んでよい。

[0182] 最適化ソルバー1124は、(i) 第1関係式、(ii) 第2関係式、及び、(iii) バッテリー122の状態に関連する変動量である第3変動量に応じた、バッテリー122の安全性を導出するための関係式である第3関係式の少なくとも1つに基づいて、(a) 第1出力量又は(b) 第2出力量を出力してもよい。最適化ソルバー1124は、(i) 第1関係式及び(ii) 第2関係式の少なくとも一方と、(iii) 第3関係式とに基づいて、(a) 第1出力量又は(b) 第2出力量を出力してもよい。第3変動量は、複数のバッテリー122のそれぞれの状態に関連する複数の変動量を含んでよい。

[0183] 第1変動量は、バッテリー交換装置130の位置に応じて、その値が変化する。第1変動量としては、1以上のバッテリー交換装置130のそれぞれの位置(第1位置と称される場合がある)が例示される。第1変動量は、複数のバッテリー交換装置130のそれぞれの位置に関連する複数の変動量を含んでよい。

[0184] バッテリー交換装置130の位置としては、バッテリー交換装置130の位置座標、バッテリー交換装置130が位置するエリアの識別情報などが例示される。位置座標は、緯度及び経度により表されてもよく、緯度、経度及び高度により表されてもよい。

[0185] 1以上のバッテリー交換装置130のそれぞれの位置が定めれば、1以上のバッテリー交換装置130の個数も定まる。そのため、1以上のバッテリー交換装置130の個数は、第1変動量として用いられ得る。第1変動量は、1以



上のバッテリー交換装置 130 のそれぞれの位置と、1 以上のバッテリー交換装置 130 の個数とを示す情報であってもよい。

[0186] 第2変動量は、搭乗者 22 又は車両 120 の動態に応じて、その値が変化する。搭乗者 22 又は車両 120 の動態は、搭乗者 22 が搭乗した車両 120 が移動している状態、又は、搭乗者 22 が搭乗した車両 120 の位置が変化してゆく状態を表す。なお、搭乗者 22 又は車両 120 の動態は、車両 120 に搭載されたバッテリー 122 の動態を表し得る。

[0187] 第2変動量としては、(i) 特定の時刻における搭乗者 22 又は車両 120 の位置、(ii) 搭乗者 22 又は車両 120 の移動履歴などが例示される。特定の時刻における搭乗者 22 又は車両 120 の位置は、バッテリー 122 の交換需要が発生したときの搭乗者 22 又は車両 120 の位置（第2位置と称される場合がある。）であってよい。第2変動量は、複数の搭乗者 22 又は車両 120 のそれぞれの動態に関連する複数の変動量を含んでよい。

[0188] 搭乗者 22 又は車両 120 の動態は、例えば、1 以上の車両の実際の移動データに基づいて決定される。搭乗者 22 又は車両 120 の動態は、交通群シミュレータ 1122 によるシミュレーション結果であってもよい。

[0189] 第3変動量は、バッテリー 122 の状態に応じて、その値が変化する。第3変動量としては、バッテリー 122 のSOC、バッテリー 122 の残容量、車両 120 の移動可能距離（例えば、残走行距離である。）などが例示される。第3変動量は、複数のバッテリー 122 のそれぞれの状態に関連する複数の変動量を含んでよい。

[0190] 第1関係式は、サービス提供者 24 の費用に関する指標の値を導出するための関係式であり、例えば、第1変動量の関数、又は、第1変動量を用いた数理モデルとして表現される。第1関係式は、1 以上のバッテリー交換装置 130 のそれぞれの位置に基づいて、上述された第1変動値を導出するための数式又は数理モデルであってよい。

[0191] 例えば、第1関係式に第1変動量が入力されると、第1関係式の計算結果として、バッテリー交換装置 130 の設置費用及び運用費用の少なくとも一方

が出力される。上述されたとおり、サービス提供者 24 の費用としては、設置に関する費用（設置費用と称される場合がある）、ランニングコスト、及び、これらの合計などが例示される。また、サービス提供者 24 の費用は、バッテリー交換装置 130 の設置個数と、1 以上のバッテリー交換装置 130 のそれぞれの設置場所とに応じて変動する。第 1 関係式は、サービス提供者 24 の費用に関する複数の項目のそれぞれに関する項を含んでよい。

[0192] 第 1 関係式は、1 以上のバッテリー交換装置 130 のそれぞれの設置費用を導出するための 1 以上の数式又は数理モデルを含んでよい。1 以上のバッテリー交換装置 130 の設置に関する総費用は、例えば、1 以上のバッテリー交換装置 130 のそれぞれの設置費用の総和として導出される。第 1 関係式は、1 以上のバッテリー交換装置 130 のそれぞれのランニングコストを導出するための 1 以上の数式又は数理モデルを含んでよい。1 以上のバッテリー交換装置 130 の総ランニングコストは、例えば、1 以上のバッテリー交換装置 130 のそれぞれのランニングコストの総和として導出される。

[0193] 第 2 関係式は、搭乗者 22 又は車両 120 の利便性に関する指標の値を導出するための関係式であり、例えば、第 1 変動量及び第 2 変動量の関数、又は、第 1 変動量及び第 2 変動量を用いた数理モデルとして表現される。第 2 関係式は、搭乗者 22 又は車両 120 が第 2 位置から第 1 位置に移動することに伴い、その度合いが変動するような利便性を導出するための関係式であってよい。このような利便性としては、上述された逸脱量、待ち時間などが例示される。

[0194] 一実施形態において、利便性は、(i) 搭乗者 22 又は車両 120 が、第 2 位置から利用者又は移動体の目的地に至る第 1 経路に沿って移動する場合と、(i i) 搭乗者 22 又は車両 120 が、第 1 経路とは異なる経路であって、第 2 位置から第 1 位置を経由して目的地に至る第 2 経路に沿って移動する場合との間における、移動に要する時間、費用及びエネルギー、並びに、移動距離の少なくとも 1 つの差と相関を有する量（例えば、上述された逸脱量である。）により示される。他の実施形態において、利便性は、搭乗者 22

又は車両 120 が第 2 位置から第 1 位置に移動した後、バッテリー交換装置 130 においてバッテリー 122 の SOC を回復させるために、搭乗者 22 又は車両 120 が待機する時間である待ち時間と相関を有する量により示される。

[0195] 第 2 関係式は、1 以上のバッテリー交換装置 130 のそれぞれの位置と、1 以上の搭乗者 22 又は車両 120 の移動履歴とに基づいて、上述された第 3 変動値若しくは逸脱量、及び／又は、待ち時間を導出するための数式又は数理モデルであってよい。上述されたとおり、1 以上の搭乗者 22 又は車両 120 の移動履歴は、実データであってもよく、予測データであってもよく、実データ及び／又は予測データに基づいて生成されたデータであってもよく、シミュレーション結果であってもよい。

[0196] 第 2 関係式は、1 以上の搭乗者 22 又は車両 120 のそれぞれについて、特定の期間における、第 3 変動値若しくは逸脱量及び／又は待ち時間の累積値を導出するための数式又は数理モデルを含んでよい。1 以上の搭乗者 22 又は車両 120 の第 3 変動値若しくは逸脱量及び／又は待ち時間は、例えば、1 以上の搭乗者 22 又は車両 120 のそれぞれに関する上記の累積値の総和として導出される。第 2 関係式は、各種の逸脱量に関する項を含んでもよく、待ち時間に関する項を含んでもよい。

[0197] 第 3 関係式は、バッテリー 122 の安全性に関する指標の値を導出するための関係式であり、例えば、第 3 変動量の関数、又は、第 3 変動量を用いた数理モデルとして表現される。第 3 関係式は、1 以上のバッテリー 122 に基づいて、上述された第 4 変動値を導出するための数式又は数理モデルであってよい。第 3 関係式は、安全性に関する複数の項目のそれぞれに関する項を含んでよい。

[0198] 上述されたとおり、最適化ソルバー 1124 は、1 以上のバッテリー交換装置 130 の配置に関する複数のパターン（配置パターンと称される場合がある。）のうち、目的関数が最適化ソルバー 1124 のユーザにより指定された設定条件に合致する単一又は数個の配置パターンを、最適化問題又は数理

計画問題の解として出力する。例えば、最適化ソルバー 1 1 2 4 は、バッテリー交換装置 1 3 0 の配置の対象となる対象地域に設定された複数の候補地エリアのそれぞれにおける車両 1 2 0 の動態であって、車両 1 2 0 がバッテリー 1 2 2 の交換を考慮せずに移動できる場合の動態をシミュレーションして得られたシミュレーション結果に基づいて、第 1 関係式及び第 2 関係式を含む目的関数の最適解を計算するためのプログラムを実行する。また、最適化ソルバー 1 1 2 4 は、最適解に基づいて、第 1 出力量又は第 2 出力量を出力する。

[0199] 目的関数は、コストに関する第 1 項、利便性に関する第 2 項、及び、安全性に関する第 3 項の少なくとも 1 つを含む。この場合、第 1 関係式は、コストに関する第 1 項の少なくとも一部を構成してよい。第 2 関係式は、利便性に関する第 2 項の少なくとも一部を構成してよい。第 3 関係式は、安全性に関する第 3 項の少なくとも一部を構成してよい。

[0200] 一実施形態において、最適化ソルバー 1 1 2 4 は、最適化問題又は数理計画問題の解として決定された配置パターンを示す情報を、第 1 出力量として出力する。最適化ソルバー 1 1 2 4 は、最適解となる単一の配置パターンを示す情報を出力してもよく、設定条件に合致する複数の配置パターンを示す情報を出力してもよい。第 1 出力量は、各配置パターンに対応する目的関数の計算結果をさらに含んでよい。

[0201] 第 1 出力量は、各配置パターンにおける 1 以上のバッテリー交換装置 1 3 0 の順位（優先度と称される場合がある。）を示す指標の計算結果をさらに含んでよい。上記の順位は、例えば、(i) K P I として指定された指標の計算結果、(i i) 解として出力されたパターンにおける目的関数の値と、特定のバッテリー交換装置 1 3 0 以外のバッテリー交換装置 1 3 0 の配置が同一で、当該特定のバッテリー交換装置 1 3 0 の位置が隣接するエリアに配されたパターンにおける目的関数の値との差の絶対値の最大値などに基づいて決定される。上記の K P I としては、(i) 最適化ソルバー 1 1 2 4 により計算された期間においてバッテリー交換装置 1 3 0 が利用された回数、(i i) 第 1

関係式、第2関係式、及び、第3関係式の少なくとも1つの計算結果、(i i) 第1関係式、第2関係式、及び、第3関係式の少なくとも1つに含まれる項の計算結果などが例示される。

[0202] 最適化問題又は数理計画問題の解として決定された配置パターンは、1以上のバッテリー交換装置130が配置されるべき位置を示す。配置パターンを示す情報としては、(i) 1以上のバッテリー交換装置130のそれぞれの位置を示す情報、(i i) 1以上のエリアのそれぞれに配されるバッテリー交換装置130の個数を示す情報、(i i i) 1以上のエリアのうちバッテリー交換装置130が配置されるエリアの識別情報と、各エリアに配されるバッテリー交換装置130の個数とを示す情報、(i v) 最適化ソルバー1124において目的関数の導出処理が実行された全てのパターンのそれぞれを識別するための識別情報(試行番号と称される場合がある。)などが例示される。本実施形態によれば、最適化ソルバー1124により最適化された配置パターンが、支援サーバ140のユーザに提示される。

[0203] 例えば、最適化ソルバー1124は、まず、第1関係式及び第2関係式を含む第1目的関数を最小化するように、又は、第1目的関数の値が予め定められた値よりも小さくなるように、バッテリー交換装置130が配置されるべき位置を決定するための第1処理を実行する。上記の第1処理により予め定められた個数以下の解が得られた場合、最適化ソルバー1124は、第1処理の解に基づいて第1出力量を出力する。一方、上記の第1処理により予め定められた個数よりも多くの解が得られた場合、最適化ソルバー1124は、第1目的関数と比較して第1関係式よりも第2関係式が重視された第2目的関数を最小化するように、又は、第2目的関数の値が予め定められた値よりも小さくなるように、バッテリー交換装置130が配置されるべき位置を決定するための第2処理を実行する。また、最適化ソルバー1124は、第2処理の解に基づいて第1出力量を出力する。

[0204] 他の実施形態において、最適化ソルバー1124は、最適化問題又は数理計画問題の解として決定された1以上の配置パターンのそれぞれについて、

第1関係式、第2関係式、及び、第3関係式、並びに、これらに含まれる項の少なくとも1つの計算結果を示す情報を、第2出力量として出力する。第2出力量は、配置パターンを示す情報をさらに含んでよい。

[0205] これらの情報は、1以上のバッテリー交換装置130が配置されるべき位置の決定に用いられる。本実施形態によれば、最適化ソルバー1124により出力された複数の配置パターンのそれぞれに関する各種の計算結果が、支援サーバ140のユーザに提示される。支援サーバ140のユーザは、提示されたデータを確認した上で、複数の配置パターンの中から、適切と思われる配置パターンを抽出することができる。

[0206] 最適化ソルバー1124は、交通群シミュレータ1122のシミュレーション結果である動態データ1142に基づいて、第1変動値及び第2変動値を変数として含む目的関数の最適解を計算するためのプログラムを実行することにより、最適解データ1144を出力してよい。最適解データ1144は、第1出力値及び第2出力値を含んでよい。最適化ソルバー1124は、交通群シミュレータ1122のシミュレーション結果である動態データ1142に基づいて、第1変動値、第2変動値及び第3変動値の少なくとも一方、並びに、第4変動値を変数として含む目的関数の最適解を計算するためのプログラムを実行することにより、第1出力値及び第2出力値を出力してもよい。最適化ソルバー1124が動態データ1142を用いて第1出力値及び第2出力値を出力する手順の詳細は、後述される。

[0207] バッテリー122を交換するための待機時間は、エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復させるために待機する時間の一例であってよい。動態データ1142は、シミュレーション結果の一例であってよい。

[0208] 本実施形態において、試算結果出力部1126は、試算結果を出力する。例えば、試算結果出力部1126は、バッテリー交換装置130の配置に関する情報を出力する。バッテリー交換装置130の配置に関する情報としては、バッテリー交換装置130の設置場所の候補地を示す情報、各候補地に設置されるバッテリー交換装置130の個数を示す情報、各候補地におけるバッテリー

交換装置 130 の個数の増減を示す情報などが例示される。

[0209] 最適化ソルバー 1124 は、出力部の一例であってよい。試算結果出力部 1126 は、出力部の一例であってよい。

[0210] 図 12 は、動態データ 1142 のデータ構造の一例を概略的に示す。本実施形態において、動態データ 1142 は、(i) ユーザ ID 1222 と、(ii) 時刻 1224 と、(iii) 時刻 1224 において、ユーザ ID 1222 により示される搭乗者 22 が利用する車両 120 に搭載されたバッテリー 122 の SOC 1226 と、(iv) 時刻 1224 において上記の搭乗者 22 又は車両 120 が位置するエリアを識別するためのエリア ID 1228 と、(v) 上記のバッテリー 122 のステータス 1230 とを対応付けて格納する。動態データ 1142 は、ユーザ ID 1222 の代わりに、車両 ID を含んでもよい。

[0211] 本実施形態において、時刻 1224 は、交通群シミュレータ 1122 のシミュレーションにおける時間刻み（ステップと称される場合がある。）の識別情報であってよい。上述されたとおり、交通群シミュレータ 1122 においては、バッテリー 122 の交換を考慮せずに、1 以上の搭乗者 22 又は車両 120 の動態がシミュレーションされる。そのため、バッテリー 122 の SOC 1226 が負の値になる場合がある。本実施形態において、ステータス 1230 は、車両 120 の移動の種別に応じて定められる区分を示す。ステータス 1230 には、上記の移動の種別に応じて定められる区分を識別するための数字、記号などが入力されてもよい。車両 120 の移動の種別としては、自宅からの移動、自宅への移動、業務発生中、回送中などが例示される。

[0212] 例えば、車両 120 の出発地が自宅又は自宅である可能性が高い場所である場合、当該移動の種別は、自宅からの移動であると判断される。例えば、車両 120 の目的地が自宅又は自宅である可能性が高い場所である場合、当該移動の種別は、自宅への移動であると判断される。例えば、車両 120 が配達業務、運送業務など用に供される場合、車両 120 が当該業務の対象となる物品又は人を搭載して移動している期間、車両 120 が当該業務を実行

するために指定場所に移動している期間などは、業務発生中であると判断される。一方、車両120が業務を完了して、待機場所に向かって移動している期間は、回送中であると判断される。

[0213] ステータス1230により示される移動の種類に応じて、最適化ソルバー1124における各種の設定が調整されてよい。例えば、ステータス1230により示される移動の種類に応じて、最適化ソルバー1124における制約条件が調整される。例えば、ステータス1230により示される移動の種類に応じて、最適化ソルバー1124において、バッテリー122の交換の可否、優先度などが設定される。

[0214] 図13は、最適解データ1144のデータ構造の一例を概略的に示す。本実施形態において、最適解データ1144は、配置試算データ1320と、内訳データ1340とを含む。

[0215] 本実施形態において、配置試算データ1320は、各エリアのエリアIDと、各エリアの内部に設置されるバッテリー交換装置130の個数と、各エリアにおけるバッテリー交換装置130の増減数とを対応付けて格納する。本実施形態において、内訳データ1340は、最適解における目的関数を構成する各項目の値を示す。本実施形態において、内訳データ1340は、上記の各項目の名称と、各項目が分類されるカテゴリと、各項目の値とを対応付けて格納する。

[0216] 図14は、最適配置試算部154における情報処理の一例を概略的に示す。上述されたとおり、最適配置試算部154の最適化ソルバー1124は、 $n$ 個のエリアに分割された対象地域に、 $m$ 個のバッテリー交換装置130を設置するための最適化問題（上述されたとおり、数理計画問題と称される場合がある。）の解を出力する。ここで、 $n$ 及び $m$ は、正の整数である。また、最適配置試算部154の試算結果出力部1126は、支援サーバ140のユーザがバッテリー交換装置130の設置計画を決定するために用いられる各種の情報を出力する。

[0217] 第1の実施形態において、支援サーバ140のユーザは、最適配置試算部



154がm個のバッテリー交換装置130の全ての配置を決定するように、最適化問題の制約条件を決定する。例えば、支援サーバ140のユーザは、単一のエリアに配置されるバッテリー交換装置130の個数を指定せずに、最適配置試算部154における情報処理を開始する。なお、支援サーバ140のユーザは、単一のエリアに配置されるバッテリー交換装置130の個数に関する条件（例えば、上限値に関する条件である。）を指定してもよい。

[0218] この場合、最適配置試算部154は、単一のエリアに単一のバッテリー交換装置130が配置されるパターンだけでなく、単一のエリアに複数個のバッテリー交換装置130が配置されるパターンをも考慮して、最適解を出力する。これにより、m個のバッテリー交換装置130のそれぞれの位置が決定される。また、n個のエリアのそれぞれに配されるバッテリー交換装置130の個数が決定される。

[0219] 第2実施形態において、支援サーバ140のユーザは、最適配置試算部154がm個のバッテリー交換装置130のうちs個のバッテリー交換装置130の配置を決定するように、最適化問題の制約条件を決定する。ここで、sは、1以上m未満の整数である。

[0220] 例えば、支援サーバ140のユーザは、単一のエリアに配置されるバッテリー交換装置130の個数を指定する。この場合、最適化ソルバー1124は、単一のエリアに配置されるバッテリー交換装置130の個数がユーザにより指定された値であるという制約条件の下で最適化問題を解くための処理を実行する。例えば、各試行ごとの配置パターンが決定されるときに、最適化ソルバー1124は、バッテリー交換装置130が配置されるエリアを決定した後、ユーザの指定に基づいて、当該エリアに設置されるバッテリー交換装置130の個数を決定する。

[0221] これにより、m個のバッテリー交換装置130のうち、s個のバッテリー交換装置130の位置が決定される。この段階では、n個のエリアのそれぞれに配されるバッテリー交換装置130の個数が完全には決定されていない。そこで、最適配置試算部154は、残りのm-s個のバッテリー交換装置130の

配置を決定するための処理をさらに実行してよい。例えば、上述された優先度が大きなエリアに、 $m - s$  個のバッテリー交換装置 130 を割り当てるための処理が実行される。

[0222] 図 13 を用いて、上記の第 1 の実施形態の一例が説明される。なお、第 1 の実施形態に関する記載に接した当業者であれば、第 2 の実施形態においても、同様の手順により、 $s$  個のバッテリー交換装置 130 の位置が決定され得ることを理解することができる。

[0223] 本実施形態によれば、まず、S1420において、最適配置試算部 154 は、対象地域内の各候補地エリアに配置されるバッテリー交換装置 130 の個数を決定する。また、最適配置試算部 154 は、動態データ 1142 の特定の時刻（ステップ）における複数の車両 120 のそれぞれの位置及び SOC を、当該複数の車両 120 のそれぞれの初期位置及び初期 SOC として設定する。

[0224] 次に、S1422において、最適配置試算部 154 は、動態データ 1142 の次の時刻（ステップ）のデータを読み込む。最適配置試算部 154 は、複数の車両 120 の中から、バッテリー 122 の交換条件として予め定められた条件を満足する車両 120 を抽出する。最適配置試算部 154 は、抽出された 1 以上の車両 120 のバッテリー 122 を交換することを決定する。

[0225] より具体的には、最適配置試算部 154 は、上記の時刻における複数の車両 120 のそれぞれの SOC の値と、予め定められた数値範囲とを比較する。最適配置試算部 154 は、例えば、複数の車両 120 のうち、その SOC の値が上記の数値範囲の下限よりも小さな車両 120 を抽出する。

[0226] また、最適配置試算部 154 は、複数の車両 120 のうち、その SOC の値が上記の数値範囲の上限よりも大きな車両 120 を抽出してもよい。最適配置試算部 154 は、動態データ 1142 により、後々のステップにおいて、バッテリー交換装置 130 が配置されておらず、且つ、バッテリー交換装置 130 を追加することができない地域を走行することが示されている車両 120 のうち、その SOC の値が上記の数値範囲の上限よりも大きな車両 120

を抽出してもよい。

[0227] 次に、S 1 4 2 4において、最適配置試算部 1 5 4は、抽出された 1 以上の車両 1 2 0のそれぞれについて、バッテリー 1 2 2の交換時刻及び交換場所を決定する。例えば、最適配置試算部 1 5 4は、抽出された 1 以上の車両 1 2 0のそれぞれの位置に最も近い位置に配されたバッテリー交換装置 1 3 0を交換場所として決定する。また、最適配置試算部 1 5 4は、抽出された 1 以上の車両 1 2 0のそれぞれについて、交換場所として決定されたバッテリー交換装置 1 3 0に到達する時刻を算出し、当該時刻を交換時刻として決定する。

[0228] 上述されたとおり、抽出された 1 以上の車両 1 2 0のそれぞれの移動経路は、動態データ 1 1 4 2により定められている。また、動態データ 1 1 4 2は、バッテリー 1 2 2の交換を考慮しないという条件の下で作成されている。そのため、車両 1 2 0によっては、動態データ 1 1 4 2により示される移動経路から逸脱しなければ、交換場所として決定されたバッテリー交換装置 1 3 0まで移動することができない。

[0229] そこで、バッテリー 1 2 2を交換するために移動経路を変更する必要がある場合には、S 1 4 2 4において、最適配置試算部 1 5 4は、移動経路を変更する必要がある車両 1 2 0の動態データ 1 1 4 2を編集する。具体的には、最適配置試算部 1 5 4は、上記の車両 1 2 0が、交換場所として決定されたバッテリー交換装置 1 3 0を経由して、本来の目的地に向かうように、動態データ 1 1 4 2を編集する。

[0230] 次に、S 1 4 2 8において、最適配置試算部 1 5 4は、抽出された 1 以上の車両 1 2 0のそれぞれについて、バッテリー 1 2 2の交換作業が終了する時刻を算出する。例えば、最適配置試算部 1 5 4は、交換時刻において、交換場所として決定されたバッテリー交換装置 1 3 0に交換可能なバッテリー 1 2 2が収容されているか否かを判定する。

[0231] バッテリー交換装置 1 3 0に交換可能なバッテリー 1 2 2が収容されていると判定された場合、最適配置試算部 1 5 4は、上記の交換時刻又は当該時刻に

予め定められた作業時間が加算された時刻を、バッテリー122の交換作業が終了する時刻として算出する。また、最適配置試算部154は、車両120に搭載されたバッテリー122のSOCを、交換後のバッテリー122（つまり、交換により車両120に装着された新たなバッテリー122である。）のSOCの値に更新する。

[0232] 一方、バッテリー交換装置130に交換可能なバッテリー122が収容されていないと判定された場合、最適配置試算部154は、バッテリー収容部132に収容されているバッテリー122の充電が終了する時刻を算出する。また、最適配置試算部154は、上記の充電が終了する時刻又は当該時刻に予め定められた作業時間が加算された時刻を、バッテリー122の交換作業が終了する時刻として算出する。さらに、最適配置試算部154は、車両120に搭載されたバッテリー122のSOCを、交換後のバッテリー122のSOCの値に更新する。

[0233] 次に、S1440において、最適配置試算部154は、S1422の時刻を次々に進めながら、S1422～S1428の処理を繰り返す。これにより、予め定められたバッテリー交換に関する条件を満足するような解を探索する。具体的には、全ての動態データに対して、予め定められた数値範囲の範囲内でバッテリー122を交換することができるような解を探索する。

[0234] 上記の解が発見された場合、最適配置試算部154は、目的関数を構成する各項目の値を算出する。上述されたとおり、目的関数は、例えば、「コストウエイト×コスト変数」+「利便性ウエイト×利便性変数」+「安全性ウエイト×安全性変数」として決定される。最適配置試算部154は、コスト変数の各項目の値、利便性変数の各項目の値、安全性変数の各項目の値を算出する。また、最適配置試算部154は、各項目の値を、目的関数に代入して、目的関数を計算する。これにより、S1420～S1440を1セットとする計算が終了する。

[0235] 次に、S1460において、最適配置試算部154は、S1420におけるバッテリー交換装置130の配置条件を変更しながら、S1420～S14

40の処理を繰り返す。バッテリー交換装置130の配置条件としては、バッテリー交換装置130の配置数の上限に関する条件、バッテリー交換装置130の設置費用のの上限に関する条件などが例示される。

[0236] バッテリー交換装置130の配置条件を満足する全ての組み合わせについて、S1420～S1440の処理が実行されると、最適配置試算部154は、S1420～S1440の繰り返し処理を終了する。また、最適配置試算部154は、S1420～S1440が繰り返し実行された得られた複数の目的関数を比較して、繰り返し実行された複数の計算のうち、目的関数が最小となる計算を特定する。

[0237] 最適配置試算部154は、目的関数が最小となる計算の計算結果を参照して、(i)当該計算のS1420において決定されたバッテリー交換装置130の設置場所の組み合わせと、(ii)当該計算のS1424において決定されたバッテリー122の交換場所の組み合わせとを探索する。最適配置試算部154は、上記の探索により得られたバッテリー交換装置130の設置場所の組み合わせを、バッテリー交換装置130の配置の試算結果として出力してよい。最適配置試算部154は、上記の探索により得られたバッテリー122の交換場所の組み合わせを、最適配置の評価材料として出力してもよい。最適配置試算部154は、上記の探索により得られたバッテリー122の交換場所の組み合わせを、目的関数としては設定されていない、最適配置の評価材料として出力してよい。これにより、例えば、バッテリー122の市場における循環状態、ユーザーの偏りなどが評価され得る。

[0238] 最適配置試算部154の最適化ソルバー1124が出力する最適解は、第1出力量の一例であってよい。最適解データ1144は、第1出力量の一例であってよい。支援サーバ140のユーザがバッテリー交換装置130の設置計画を決定するために用いられる各種の情報は、第2出力量の一例であってよい。

[0239] 図15は、最適配置試算部154の内部構成の他の例を概略的に示す。本実施形態において、最適配置試算部154は、前処理部1522と、交通群

シミュレータ 1 1 2 2 と、最適化ソルバー 1 1 2 4 と、設置個数調整部 1 5 2 4 と、試算結果出力部 1 1 2 6 と、エリア情報格納部 1 5 2 6 とを備える。図 1 5 に関連して説明される最適配置試算部 1 5 4 は、前処理部 1 5 2 2、設置個数調整部 1 5 2 4 及びエリア情報格納部 1 5 2 6 を備える点を除いて、図 1 1 ~ 図 1 4 に関連して説明された最適配置試算部 1 5 4 と同様の構成を有してよい。

[0240] 本実施形態によれば、例えば、 $n$  個のエリアに分割された対象地域に、 $m$  個のバッテリー交換装置 1 3 0 が設置される場合において、最適配置試算部 1 5 4 が、 $m$  個のバッテリー交換装置 1 3 0 のうち  $s$  個のバッテリー交換装置 1 3 0 の配置を決定する。また、設置個数調整部 1 5 2 4 が、残りの  $m - s$  個のバッテリー交換装置 1 3 0 の配置を決定する。ここで、 $n$  及び  $m$  は正の整数であり、 $s$  は、1 以上  $m$  未満の整数である。

[0241] 本実施形態において、前処理部 1 5 2 2 は、1 以上の車両の移動履歴に関する実測データを取得し、当該実測データの中から、例えば支援サーバ 1 4 0 のユーザにより指定された前処理条件に合致するデータ（抽出データと称される場合がある。）を抽出する。前処理条件としては、(i) 単位期間又は特定の期間において、対象地域の内部に滞在した時間の長さが予め定められた値以上であるという条件、(i i) 単位期間又は特定の期間において、対象地域の内部における移動距離が予め定められた値以上であるという条件、(i i i) 単位期間当たりの移動距離の平均値が予め定められた数値範囲に含まれるという条件などが例示される。

[0242] 前処理部 1 5 2 2 は、抽出データを交通群シミュレータ 1 1 2 2 に出力する。これにより、不要なノイズが除去される。

[0243] 本実施形態において、交通群シミュレータ 1 1 2 2 は、前処理部 1 5 2 2 から取得した抽出データに基づいて、対象地域における搭乗者 2 2 又は車両 1 2 0 の移動をシミュレートする。交通群シミュレータ 1 1 2 2 は、前処理部 1 5 2 2 から取得した抽出データと、予測データとに基づいて、対象地域における搭乗者 2 2 又は車両 1 2 0 の移動をシミュレートしてもよい。

- [0244] 本実施形態において、交通群シミュレータ 1122 は、前処理部 1522 から取得した抽出データのうち、対象地域を通過するデータの始点及び／又は終点を編集してもよい。一実施形態において、交通群シミュレータ 1122 は、車両 120 が対象地域の外部から内部に進入してきた位置を、車両 120 の出発地書き換える。他の実施形態において、交通群シミュレータ 1122 は、車両 120 が対象地域の内部から外部に退出した位置を、車両 120 の目的地書き換える。
- [0245] 本実施形態において、最適化ソルバー 1124 は、図 14 に関連して説明された第 2 の実施形態と同様に動作する。また、図 11 に関連して説明されたとおり、最適化ソルバー 1124 は、第 1 出力量及び第 2 出力量の少なくとも一方を出力可能に構成される。
- [0246] 上述されたとおり、最適配置試算部 154 の最適化ソルバー 1124 は、 $n$  個のエリアに分割された対象地域に、 $m$  個のバッテリー交換装置 130 を設置するための最適化問題の解を出力する。本実施形態において、最適化ソルバー 1124 は、 $m$  個のバッテリー交換装置 130 のうち  $s$  個のバッテリー交換装置 130 の配置を決定する。最適化ソルバー 1124 は、 $s$  個のバッテリー交換装置 130 の設置位置に関する最適解データ 1544 を出力する。最適化ソルバー 1124 の詳細は後述される。
- [0247] 本実施形態において、設置個数調整部 1524 は、残りの  $m - s$  個のバッテリー交換装置 130 の配置を決定する。設置個数調整部 1524 は、例えば、 $s$  個のバッテリー交換装置 130 が配されるエリアのうち上述された優先度が大きなエリアに、残りの  $m - s$  個のバッテリー交換装置 130 を割り当てるための処理を実行する。一実施形態において、設置個数調整部 1524 は、優先度が大きな順に、予め定められた個数のバッテリー交換装置 130 を割り当てる。設置個数調整部 1524 は、 $m - s$  個のバッテリー交換装置 130 が割り当てられた時点で、当該割り当て処理を終了する。他の実施形態において、設置個数調整部 1524 は、 $s$  個のバッテリー交換装置 130 が配されるエリアの少なくとも一部に、各エリアの優先度の値に応じた個数のバッテリー交換

装置 130 を割り当てる。

[0248] これにより、 $m$  個のバッテリー交換装置 130 のそれぞれの位置が決定される。また、 $n$  個のエリアのそれぞれに配されるバッテリー交換装置 130 の個数が決定される。設置個数調整部 1524 は、 $m$  個のバッテリー交換装置 130 のそれぞれの位置、及び／又は、 $n$  個のエリアのそれぞれに配されるバッテリー交換装置 130 の個数を示す最適解データ 1546 を出力する。 $m$  個のバッテリー交換装置 130 のそれぞれの位置、及び／又は、 $n$  個のエリアのそれぞれに配されるバッテリー交換装置 130 の個数を示す情報としては、上述された配置パターンを示す各種の情報が例示される。

[0249] 設置個数調整部 1524 は、各配置パターンに関する計算結果を出力してよい。上記の計算結果としては、(i) 各配置パターンにおける目的関数の値、(ii) 当該目的関数に含まれる第 1 関係式、第 2 関係式及び第 3 関係式の少なくとも 1 つの値、(iii) 当該第 1 関係式、第 2 関係式及び第 3 関係式の少なくとも 1 つに含まれる項の一部の値などが例示される。

[0250] 本実施形態において、試算結果出力部 1126 は、試算結果を出力する。試算結果出力部 1126 は、例えば、設置個数調整部 1524 が出力した情報に基づいて試算結果を出力する。試算結果出力部 1126 は、設置個数調整部 1524 が出力した情報と、エリア情報格納部 1526 に格納された各エリアに関する情報とに基づいて試算結果を生成してよい。試算結果の詳細は後述される。

[0251] 本実施形態において、エリア情報格納部 1526 は、1 以上のエリアのそれぞれに関する各種の情報を格納する。例えば、エリア情報格納部 1526 は、1 以上のエリアのそれぞれの地理的範囲を示す情報を格納する。各エリアの地理的範囲を示す情報としては、各エリアの範囲を特定するための複数の位置座標などが例示される。例えば、エリア情報格納部 1526 は、1 以上のエリアのそれぞれの内部に配された代表的な施設に関する情報を格納する。単一のエリアに含まれる代表的な施設の個数は、1 個であってもよく、複数であってもよい。



[0252] 図16は、最適解データ1544のデータ構造の一例を概略的に示す。本実施形態においては、 $m$ が8であり、 $s$ が7であり、単一のエリアに設置可能なバッテリー交換装置130の個数が1台である場合を例として、最適解データ1544のデータ構造の一例が説明される。つまり、本実施形態において、最適配置試算部154は、 $n$ 個のエリアの中から、7個のバッテリー交換装置130のそれぞれが設置される7個のエリアを抽出する。また、本実施形態においては、説明を簡単にするを目的として、最適化ソルバー1124が、 $n C s$ 個の配置パターンの中から目的関数の値が最小となる単一の最適解を出力する場合を例として、最適解データ1544のデータ構造の一例が説明される。

[0253] 本実施形態において、最適解データ1544の各レコードは、例えば、バッテリー交換装置130が設置されるエリアのエリアID1622と、当該エリアの優先度を示す情報1624と、目的関数に含まれる各項目の計算結果を示す情報1626とを対応づけて格納する。目的関数に含まれる項目としては、図13に関連して説明された複数の項目が例示される。情報1626は、図13に関連して説明された複数のカテゴリのそれぞれに含まれる項目の合計値を含んでよい。情報1626は、各試行における第1関係式の値、第2関係式の値、及び、第3関係式の値の少なくとも1つを含んでよい。第1関係式の値は、各試行における各エリアの各ステップにおける第1関数式の値の合計値であってよい。第2関係式の値は、各試行における各エリアの各ステップにおける第2関数式の値の合計値であってよい。第3関係式の値は、各試行における各エリアの各ステップにおける第3関数式の値の合計値であってよい。最適解データ1544は、目的関数の合計値を示す情報を含んでもよい。なお、本実施形態において、エリアの優先度は、その値が大きいほど優先されるべき又は重視されるべきエリアであることを示す。

[0254] 図17は、最適解データ1546のデータ構造の一例を概略的に示す。本実施形態においては、設置個数調整部1524が、図16に関連して説明された最適解データ1544に基づいて、残りの1台のバッテリー交換装置13

0が設置されるエリアを決定する場合を例として、最適解データ1546のデータ構造の一例が説明される。

[0255] 本実施形態において、最適解データ1546の各レコードは、例えば、バッテリー交換装置130が設置されるエリアのエリアID1722と、当該エリアの地理的範囲を示す情報1724と、当該エリアに設置されるバッテリー交換装置130の個数を示す情報1726と、当該エリアの優先度を示す情報1728とを対応づけて格納する。試算結果出力部1126は、例えば、エリア情報格納部1526を参照して、各エリアの地理的範囲を示す情報1724を取得する。

[0256] 本実施形態において、試算結果出力部1126は、まず、各エリアの優先度を比較する。次に、試算結果出力部1126は、優先度が最も大きなエリアの設置個数を1台増加させる。

[0257] 図18は、試算結果出力部1126の出力結果1800の一例を概略的に示す。本実施形態において、出力結果1800は、バッテリー交換装置130の設置位置の地理的位置が提示されるマップ1820と、バッテリー交換装置130が設置されるエリアに配される代表的な施設の情報提示されるリスト1840とを含む。上記の代表的な施設は、バッテリー交換装置130の設置場所の候補地点であってよい。

[0258] マップ1820は、例えば、対象地域の地図画像と、1以上のバッテリー交換装置130の位置を示すアイコン又はオブジェクトと、1以上のバッテリー交換装置130の識別情報示すアイコン又はオブジェクトとを含む。リスト1840は、例えば、1以上のバッテリー交換装置130のそれぞれに割り当てられた番号1842と、1以上のバッテリー交換装置130が設置されるエリアのエリアID1843と、各エリアの地理的範囲を示す情報1844と、各エリアの代表的な施設の識別情報1845と、各施設の属性を示す情報1846と、各エリアに設置されるバッテリー交換装置130の個数を示す情報1847と、各エリアの優先度を示す情報1848とを含む。代表的な施設の識別情報は、当該施設の名称であってよい。

[0259] 図19は、試算結果出力部1126の出力結果1900の一例を概略的に示す。本実施形態において、出力結果1900は、複数の試行のそれぞれにおける計算結果を示す。例えば、出力結果1900は、試行番号b10の計算結果1920、試行番号b200の計算結果1940、試行番号b500の計算結果1960、及び、試行番号b1000の計算結果1980のそれぞれを示すアイコン又はオブジェクトを含む。例えば、出力結果1900は、各試行における計算結果を示すアイコン又はオブジェクトとして、目的関数の値1922、第1関係式の値1924、第2関係式の値1926及び第3関係式の値1928のそれぞれを示すグラフ、アイコン又はオブジェクトを含む。出力結果1900、及び、各試行における計算結果は、例えば、バッテリー交換装置130が配置されるべき位置の決定に用いられる。例えば、人間又はコンピュータは、これらの結果を参照して、出力結果1900に含まれる複数の試行のうち特定の試行の計算結果に基づいて、バッテリー交換装置130の配置を決定する。出力結果1900、及び、各試行における計算結果は、第2出力量の一例であってよい。

[0260] 図20は、最適化ソルバー1124の内部構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、最適化ソルバー1124は、動態データ格納部2020と、設定部2030と、数理計画部2040と、最適解データ出力部2050とを備える。本実施形態において、数理計画部2040は、配置決定部2042と、シミュレーション実行部2044と、目的関数計算部2046とを有する。

[0261] 本実施形態において、動態データ格納部2020は、交通群シミュレータ1122が出力した動態データ1142を格納する。動態データ格納部2020は、シミュレーション実行部2044からの要求に従って、要求された動態データを出力してよい。また、動態データ格納部2020は、シミュレーション実行部2044からの要求に従って、要求された動態データを更新してよい。

[0262] 本実施形態において、設定部2030は、数理計画問題を設定する。例え

ば、設定部 2030 は、目的関数、目的関数の設定条件、及び、制約条件を設定する。設定部 2030 は、例えば、ユーザからの指示に基づいて、数理計画問題を設定する。また、設定部 2030 は、目的関数が計算されるべき複数の配置パターンのそれぞれを設定する。設定部 2030 は、上記の各種の設定に関する情報を数理計画部 2040 に出力する。

[0263] 本実施形態において、数理計画部 2040 は、数理計画問題を解決するための処理を実行する。数理計画部 2040 は、配置決定部 2042、シミュレーション実行部 2044 及び目的関数計算部 2046 における処理を繰り返すことで、数理計画問題を解決する。

[0264] 例えば、まず、配置決定部 2042 が、設定部 2030 により設定された複数の配置パターンのうちの 1 つを、今回の試行において解決すべき配置パターンとして決定する。次に、シミュレーション実行部 2044 が、配置決定部 2042 により決定された配置パターンと、動態データ格納部 2020 に格納された 1 以上の車両 120 の動態データとを利用して、対象期間における 1 以上の車両 120 の動態を模擬する。また、目的関数計算部 2046 が、対象期間における目的関数の値を計算する。

[0265] 対象期間における 1 以上の車両 120 の動態の模擬が完了すると、配置決定部 2042 が、次回の試行において解決すべき配置パターンを決定し、上記の処理が繰り返される。設定部 2030 により設定された全ての配置パターンに関する模擬結果が得られると、数理計画部 2040 は処理を終了する。

[0266] 本実施形態において、最適解データ出力部 2050 は、数理計画部 2040 の計算結果を取得する。最適解データ出力部 2050 は、設定部 2030 により設定された複数の配置パターンのそれぞれの目的関数の値に基づいて、設定された数理計画問題の解となる 1 以上の配置パターンを決定する。

[0267] 最適解データ出力部 2050 は、上記の 1 以上の配置パターンのそれぞれにおいて、1 以上のバッテリー交換装置 130 のそれぞれの優先度を算出してよい。最適解データ出力部 2050 は、これらのデータに基づいて最適解デ

ータを生成する。最適解データとしては、上述された最適解データ 1 1 4 4、最適解データ 1 5 4 4 などが例示される。

[0268] 図 2 1 は、シミュレーション実行部 2 0 4 4 の内部構成の一例を概略的に示す。本実施形態において、シミュレーション実行部 2 0 4 4 は、動態データ読込部 2 1 2 2 と、回復要否判定部 2 1 2 4 と、指標値計算部 2 1 2 6 と、逸脱ルーチン実行部 2 1 3 0 とを備える。本実施形態において、逸脱ルーチン実行部 2 1 3 0 は、回復位置決定部 2 1 3 2 と、動態データ更新部 2 1 3 4 と、逸脱量導出部 2 1 3 6 とを有する。

[0269] 上述されたとおり、シミュレーション実行部 2 0 4 4 は、配置決定部 2 0 4 2 により決定された配置パターンにおいて、対象期間における 1 以上の車両 1 2 0 の動態を模擬する。これにより、上記の配置パターンにより示される 1 以上のバッテリー交換装置 1 3 0 におけるバッテリー 1 2 2 の交換が模擬される。

[0270] 上述されたとおり、動態データ 1 1 4 2 は、 $p$  台の車両 1 2 0 のそれぞれについて、 $q$  個のステップのそれぞれにおける位置及び SOC を格納する。また、動態データ 1 1 4 2 は、 $p$  台の車両 1 2 0 のそれぞれについて、 $q$  個のステップのそれぞれにおける車両 1 2 0 のステータスが格納されている。ここで、 $p$  及び  $q$  は、正の整数である。車両 1 2 0 が業務用車両である場合、シミュレーション実行部 2 0 4 4 は、上記のステータスを解析することにより、車両 1 2 0 が業務遂行中であるか、車両 1 2 0 の業務が終了したかなどを判定することができる。

[0271] 本実施形態によれば、シミュレーション実行部 2 0 4 4 は、 $q$  個のステップのデータを順番に読み込むことで、シミュレーションを進行させる。各ステップにおいて、シミュレーション実行部 2 0 4 4 は、各ステップにおける各車両の SOC に基づいて交換需要の発生を判定する。交換需要が発生した場合、シミュレーション実行部 2 0 4 4 は、バッテリー 1 2 2 を交換すべき車両 1 2 0 が最寄りのバッテリー交換装置 1 3 0 まで移動するように、上記の車両 1 2 0 の動態データを新たに生成する。シミュレーション実行部 2 0 4 4

は、新たな動態データにより、動態データ格納部 2020 に格納されている動態データを更新する。また、シミュレーション実行部 2044 は、シミュレーションの終了後に、目的関数、及び、上述された各種の KPI を導出するために必要となる各種の指標の値を計算する。q 個のステップの全てについて上記の処理が終了すると、シミュレーション実行部 2044 は、現在の配置パターンに関するシミュレーションを終了する。

[0272] 本実施形態において、動態データ読込部 2122 は、動態データ格納部 2020 にアクセスして、q 個のステップのデータを順番に読み込む。例えば、動態データ読込部 2122 は、i 番目のステップのデータを読み込み、当該ステップにおける p 台の車両 120 のそれぞれの位置及び SOC を示す情報を、回復要否判定部 2124 に出力する。動態データ読込部 2122 は、p 台の車両 120 のそれぞれのステータスを示す情報を、回復要否判定部 2124 に出力してもよい。ここで、i は、正の整数である。

[0273] 本実施形態において、回復要否判定部 2124 は、エネルギーの回復の要否を判定する。具体的には、回復要否判定部 2124 は、i 番目のステップにおける p 台の車両 120 のそれぞれの位置及び SOC を示す情報を取得する。回復要否判定部 2124 は、p 台の車両 120 のそれぞれの SOC に基づいて、p 台の車両 120 のそれぞれにおけるバッテリー 122 の交換の要否を判定する。

[0274] 特定の車両 120 についてバッテリー 122 の交換が不要と判定された場合、回復要否判定部 2124 は、i 番目のステップにおける p 台の車両 120 のそれぞれの位置及び SOC を示す情報を、指標値計算部 2126 に出力する。回復要否判定部 2124 は、p 台の車両 120 のそれぞれのステータスを示す情報を、指標値計算部 2126 に出力してもよい。

[0275] 特定の車両 120 についてバッテリー 122 の交換が必要と判定された場合、回復要否判定部 2124 は、逸脱ルーチン実行部 2130 に対して、上記の特定の車両 120 の新たな動態データを生成するための処理を開始させるための信号を出力する。また、回復要否判定部 2124 は、i 番目のステッ

プにおける p 台の車両 120 のそれぞれの位置及び SOC を示す情報を、指標値計算部 2126 に出力する。回復要否判定部 2124 は、p 台の車両 120 のそれぞれのステータスを示す情報を、指標値計算部 2126 に出力してもよい。

[0276] 本実施形態において、指標値計算部 2126 は、各種の指標を計算する。例えば、指標値計算部 2126 は、目的関数の各項目の値を計算する。目的関数の各項目としては、第 1 関係式、第 2 関係式、及び、第 3 関係式の少なくとも 1 つが例示される。目的関数の各項目は、第 1 関係式、第 2 関係式、及び、第 3 関係式の少なくとも 1 つの一部の項であってもよい。指標値計算部 2126 は、バッテリー交換装置 130 が利用された回数の累積値を計算してもよい。これにより、q 個のステップの全てのデータに対する処理が完了した場合に、目的関数計算部 2046 が、目的関数の値を算出することができる。

[0277] 本実施形態において、逸脱ルーチン実行部 2130 は、バッテリー 122 の交換が必要と判定された特定の車両 120 について、当該特定の車両 120 が動態データにより示される本来の移動経路を逸脱して、特定のバッテリー交換装置 130 の位置まで移動する様子を模擬するための処理を実行する。本実施形態によれば、逸脱ルーチン実行部 2130 が上記の特定の車両 120 の動態データを書き換えることで、上記の逸脱の様子が模擬され得る。

[0278] 本実施形態において、回復位置決定部 2132 は、上記の特定の車両 120 がバッテリー 122 を交換するバッテリー交換装置 130 を決定する。回復位置決定部 2132 は、例えば、設定部 2030 が設定した条件に合致するように、上記のバッテリー交換装置 130 を決定する。設定部 2030 が設定した条件としては、バッテリー 122 の交換が必要と判定された位置から最も近い位置に配されたバッテリー交換装置 130 という条件、バッテリー 122 の交換が必要と判定された位置から予め定められた距離に配された 1 以上のバッテリー交換装置 130 のうち、最も多くのバッテリー 122 を収容可能なバッテリー交換装置 130 という条件などが例示される。

- [0279] 本実施形態において、動態データ更新部2134は、バッテリー122の交換が必要と判定された位置から、回復位置決定部2132が決定したバッテリー交換装置130の位置までの移動経路を決定する。動態データ更新部2134は、移動速度[km/hr]、電費[Ah/kg]などの統計値と、上記の移動経路とに基づいて、新たな動態データを生成する。また、動態データ更新部2134は、上記の新たな動態データにより、動態データ格納部2020に格納された上記の特定の120の動態データを更新する。
- [0280] また、車両120がバッテリー交換装置130の位置に到着した時点で、バッテリー交換装置130に貸出可能なバッテリー122が存在しなかった場合、動態データ更新部2134は、設定部2030が設定した条件に合致するように、車両120又は搭乗者22の行動を決定してよい。設定部2030が設定した条件としては、(i)回復位置決定部2132により、再度、バッテリー交換装置130を決定する条件、(ii)バッテリー交換装置130の再選定の回数が予め定められた値に達するまでは、回復位置決定部2132により、再度、バッテリー交換装置130を決定し、バッテリー交換装置130の再選定の回数が予め定められた値を超えると、バッテリー122が貸出可能になるまで待機するという条件などが例示される。
- [0281] なお、上述されたとおり、車両120が、運輸、物流などの業務に用いられる業務用車両である場合、業務の遂行中にバッテリー122の残容量が予め定められた値より小さくなっても、車両120の搭乗者22（例えば、運転手である。）は、当該業務が終了するまでバッテリー122を交換することができない可能性がある。車両120が業務中であるか否かは、例えば、動態データ1142のステータス1230に格納された情報に基づいて判断され得る。
- [0282] 例えば、バッテリー122の交換が必要と判定された車両120が業務中である場合、動態データ更新部2134は、(i)車両120は、出発時に予定されていた経路を走行して出発地S1から目的地G1に移動するという仮定、及び、(ii)車両120は、目的地G1から、交換需要が発生した位



置の最寄りのバッテリー交換装置 130 まで移動するという仮定に基づいて、上記の特定の車両 120 の動態データを書き換える。上述されたとおり、交換距離が車両 120 の残走行距離よりも大きい場合、車両 120 は、交換需要が発生した位置の最寄りのバッテリー交換装置 130 を利用して、バッテリー 122 を交換することができない。そこで、動態データ更新部 2134 は、車両 120 のステータスを、車両 120 が業務中であることを示すステータスから、車両 120 が業務中でないことを示すステータスに書き換える。また、車両 120 が、出発地から、当該出発地の最寄りのバッテリー交換装置 130、又は、交換需要が発生した位置の最寄りのバッテリー交換装置 130 に向かって移動するように、車両 120 の動態データを書き換える。

[0283] 本実施形態において、逸脱量導出部 2136 は、上記の特定の車両 120 が、本来の移動経路を逸脱して、特定のバッテリー交換装置 130 の位置まで移動したことに伴う各種の逸脱量を導出する。逸脱量導出部 2136 は、回復需要推定部 148、逸脱量推定部 832 又は逸脱量導出部 936 における逸脱量の推定手順又は導出手順と同様の手順により、各種の逸脱量を導出してよい。上述されたとおり、逸脱量としては、時間、距離、エネルギー、費用などが例示される。

[0284] また、逸脱量推定部 832 及び／又は評価部 834 に関連して説明されたとおり、車両 120 が業務中である場合と、車両 120 が業務中でない場合とで、逸脱量の算出手順が異なってもよい。車両 120 が業務中であるか否かは、例えば、動態データ 1142 のステータス 1230 に格納された情報に基づいて判断され得る。逸脱量導出部 2136 により導出される逸脱量の種類は、例えば、設定部 2030 により決定される。逸脱量導出部 2136 は、評価部 834 と同様の手順により、各需要発生位置の評価値を導出してもよい。

[0285] バッテリー 122 の交換は、エネルギーの回復の一例であってよい。特定のバッテリー交換装置 130 の位置は、回復位置の一例であってよい。

[0286] 図 22 は、本発明の複数の態様が全体的又は部分的に具現化されてよいコ

ンピュータ3000の一例を示す。例えば、支援サーバ140は、コンピュータ3000により実現される。支援サーバ140の一部がコンピュータ3000により実現されてもよい。

[0287] コンピュータ3000にインストールされたプログラムは、コンピュータ3000に、本発明の実施形態に係る装置に関連付けられるオペレーション又は当該装置の1又は複数の「部」として機能させ、又は当該オペレーション又は当該1又は複数の「部」を実行させることができ、及び／又はコンピュータ3000に、本発明の実施形態に係るプロセス又は当該プロセスの段階を実行させることができる。そのようなプログラムは、コンピュータ3000に、本明細書に記載のフローチャート及びブロック図のブロックのうちのいくつか又はすべてに関連付けられた特定のオペレーションを実行させるべく、CPU3012によって実行されてよい。

[0288] 本実施形態によるコンピュータ3000は、CPU3012、RAM3014、GPU3016、及びディスプレイデバイス3018を含み、それらはホストコントローラ3010によって相互に接続されている。コンピュータ3000はまた、通信インタフェース3022、ハードディスクドライブ3024、DVD-ROMドライブ3026、及びICカードドライブのような入出力ユニットを含み、それらは入出力コントローラ3020を介してホストコントローラ3010に接続されている。コンピュータはまた、ROM3030及びキーボード3042のようなレガシの入出力ユニットを含み、それらは入出力チップ3040を介して入出力コントローラ3020に接続されている。

[0289] CPU3012は、ROM3030及びRAM3014内に格納されたプログラムに従い動作し、それにより各ユニットを制御する。GPU3016は、RAM3014内に提供されるフレームバッファ等又はそれ自体の中に、CPU3012によって生成されるイメージデータを取得し、イメージデータがディスプレイデバイス3018上に表示されるようにする。

[0290] 通信インタフェース3022は、ネットワークを介して他の電子デバイス

と通信する。ハードディスクドライブ3024は、コンピュータ3000内のCPU3012によって使用されるプログラム及びデータを格納する。DVD-ROMドライブ3026は、プログラム又はデータをDVD-ROM3001から読み取り、ハードディスクドライブ3024にRAM3014を介してプログラム又はデータを提供する。ICカードドライブは、プログラム及びデータをICカードから読み取り、及び／又はプログラム及びデータをICカードに書き込む。

[0291] ROM3030はその中に、アクティブ化時にコンピュータ3000によって実行されるブートプログラム等、及び／又はコンピュータ3000のハードウェアに依存するプログラムを格納する。入出力チップ3040はまた、様々な入出力ユニットをパラレルポート、シリアルポート、キーボードポート、マウスポート等を介して、入出力コントローラ3020に接続してよい。

[0292] プログラムが、DVD-ROM3001又はICカードのようなコンピュータ可読記憶媒体によって提供される。プログラムは、コンピュータ可読記憶媒体から読み取られ、コンピュータ可読記憶媒体の例でもあるハードディスクドライブ3024、RAM3014、又はROM3030にインストールされ、CPU3012によって実行される。これらのプログラム内に記述される情報処理は、コンピュータ3000に読み取られ、プログラムと、上記様々なタイプのハードウェアリソースとの間の連携をもたらす。装置又は方法が、コンピュータ3000の使用に従い情報のオペレーション又は処理を実現することによって構成されてよい。

[0293] 例えば、通信がコンピュータ3000及び外部デバイス間で実行される場合、CPU3012は、RAM3014にロードされた通信プログラムを実行し、通信プログラムに記述された処理に基づいて、通信インタフェース3022に対し、通信処理を命令してよい。通信インタフェース3022は、CPU3012の制御の下、RAM3014、ハードディスクドライブ3024、DVD-ROM3001、又はICカードのような記録媒体内に提供

される送信バッファ領域に格納された送信データを読み取り、読み取られた送信データをネットワークに送信し、又はネットワークから受信した受信データを記録媒体上に提供される受信バッファ領域等へ書き込む。

[0294] また、CPU 3012は、ハードディスクドライブ3024、DVD-ROMドライブ3026（DVD-ROM3001）、ICカード等のような外部記録媒体に格納されたファイル又はデータベースの全部又は必要な部分がRAM 3014に読み取られるようにし、RAM 3014上のデータに対し様々なタイプの処理を実行してよい。CPU 3012は次に、処理されたデータを外部記録媒体にライトバックしてよい。

[0295] 様々なタイプのプログラム、データ、テーブル、及びデータベースのような様々なタイプの情報が記録媒体に格納され、情報処理を受けてよい。CPU 3012は、RAM 3014から読み取られたデータに対し、本開示の随所に記載され、プログラムの命令シーケンスによって指定される様々なタイプのオペレーション、情報処理、条件判断、条件分岐、無条件分岐、情報の検索／置換等を含む、様々なタイプの処理を実行してよく、結果をRAM 3014に対しライトバックする。また、CPU 3012は、記録媒体内のファイル、データベース等における情報を検索してよい。例えば、各々が第2の属性の属性値に関連付けられた第1の属性の属性値を有する複数のエントリが記録媒体内に格納される場合、CPU 3012は、当該複数のエントリの中から、第1の属性の属性値が指定されている条件に一致するエントリを検索し、当該エントリ内に格納された第2の属性の属性値を読み取り、それにより予め定められた条件を満たす第1の属性に関連付けられた第2の属性の属性値を取得してよい。

[0296] 上で説明したプログラム又はソフトウェアモジュールは、コンピュータ3000上又はコンピュータ3000近傍のコンピュータ可読記憶媒体に格納されてよい。また、専用通信ネットワーク又はインターネットに接続されたサーバシステム内に提供されるハードディスク又はRAMのような記録媒体が、コンピュータ可読記憶媒体として使用可能であり、それにより、上記の

プログラムを、ネットワークを介してコンピュータ3000に提供する。

[0297] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。また、技術的に矛盾しない範囲において、特定の実施形態について説明した事項を、他の実施形態に適用することができる。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

[0298] 請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

[0299] 本願明細書には、例えば、下記の事項が開示されている。

(項目A-1)

エネルギー蓄積装置のエネルギー回復需要を推定する推定装置であって、  
上記エネルギー蓄積装置のエネルギー残存量を取得するエネルギー量取得部と、  
上記エネルギー量取得部が取得した上記エネルギー蓄積装置の上記エネルギー残存量が予め定められた量以下となったときの上記エネルギー蓄積装置の位置である低残量位置に基づいて、上記エネルギー回復需要が生じた位置である需要発生位置を推定する需要発生位置推定部と、  
を備える、推定装置。

(項目A-2)

上記エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の配置を決定する配置決定部を更に備え、  
上記配置決定部は、上記需要発生位置推定部が推定した上記需要発生位置

に基づいて、上記エネルギー回復装置が配置されるべき位置を決定する、  
項目 A - 1 に記載の推定装置。

(項目 A - 3)

上記配置決定部は、既に配置されている既設エネルギー回復装置の位置にさらに基づいて、

上記エネルギー回復装置が配置されるべき上記位置を決定する、  
項目 A - 2 に記載の推定装置。

(項目 A - 4)

上記推定装置は、

( i ) 上記エネルギー蓄積装置のエネルギーを消費しながら移動する移動者又は移動体の目的地の位置である目的地位置と、( i i ) 上記移動者又は上記移動体が上記目的地までの移動中に立ち寄った、上記エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の位置である立寄位置とに基づいて、上記移動者又は上記移動体が上記立寄位置に立ち寄ることに起因する物理量である逸脱量を推定する逸脱量推定部、

をさらに備える、

項目 A - 1 から項目 A - 3 までの何れか一項に記載の推定装置。

(項目 A - 5)

上記逸脱量推定部は、

( i ) 上記需要発生位置及び上記目的地位置に基づいて決定される基準量と、( i i ) 上記需要発生位置、上記立寄位置及び上記目的地位置に基づいて決定される立寄量とに基づいて、上記逸脱量を推定する、

項目 A - 4 に記載の推定装置。

(項目 A - 6)

上記逸脱量推定部は、

上記需要発生位置及び上記目的地位置に基づいて、上記移動者又は上記移動体が上記需要発生位置から上記目的地位置に移動するための第 1 経路を決定する第 1 経路決定部と、

上記需要発生位置、上記立寄位置及び上記目的地位置に基づいて、上記移動者又は上記移動体が上記需要発生位置から上記立寄位置を中継して上記目的地位置に移動するための第2経路を決定する第2経路決定部と、

上記移動者又は上記移動体が上記第2経路を移動するための上記物理量、及び、上記移動者又は上記移動体が上記第1経路を移動するための上記物理量の差に基づいて、上記逸脱量の推定値を導出する逸脱量導出部と、

を有する、

項目A-4又は項目A-5に記載の推定装置。

(項目A-7)

上記物理量は、距離、時間及びエネルギーの少なくとも1つである、

項目A-4から項目A-6までの何れか一項に記載の推定装置。

(項目A-8)

上記逸脱量推定部が推定した上記逸脱量に基づいて、上記需要発生位置の評価値を導出する評価部をさらに備える、

項目A-4から項目A-7までの何れか一項に記載の推定装置。

(項目A-9)

上記需要発生位置推定部は、1以上の上記エネルギー蓄積装置のそれぞれについて、1以上の需要発生位置を推定し、

上記逸脱量推定部は、1以上の上記エネルギー蓄積装置のそれぞれに関する1以上の上記需要発生位置のそれぞれについて、上記逸脱量を推定し、

上記評価部は、1以上の上記エネルギー蓄積装置のそれぞれに関する1以上の上記需要発生位置のそれぞれについて、上記評価値を導出する、

項目A-8に記載の推定装置。

(項目A-10)

上記評価部は、予め定められた地理的範囲を有する複数の区画のそれぞれの内部に配される1以上の上記需要発生位置の評価値に基づいて、各区画の評価値を導出する、

項目A-9に記載の推定装置。

## (項目 A - 1 1)

上記エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の配置を決定する配置決定部を更に備え、

上記配置決定部は、上記評価部が導出した上記各区画の上記評価値に基づいて、上記エネルギー回復装置が配置されるべき位置を決定する、

項目 A - 1 0 に記載の推定装置。

## (項目 A - 1 2)

地図上に上記エネルギー回復需要を表示するための情報を出力する需要出力部をさらに備える、

項目 A - 1 から項目 A - 1 1 までの何れか一項に記載の推定装置。

## (項目 A - 1 3)

上記エネルギー蓄積装置の位置を取得する位置取得部をさらに備え、

上記エネルギー量取得部は、上記位置取得部が取得した上記位置における上記エネルギー蓄積装置の上記エネルギー残存量を取得し、

上記需要発生位置推定部は、

上記位置取得部が取得した上記エネルギー蓄積装置の上記位置と、上記エネルギー量取得部が取得した上記エネルギー蓄積装置の上記エネルギー残存量とに基づいて、上記低残量位置を決定する、

項目 A - 1 から項目 A - 1 2 までの何れか一項に記載の推定装置。

## (項目 A - 1 4)

上記位置取得部は、上記エネルギー蓄積装置のエネルギーを消費しながら移動する移動者又は移動体の位置を、上記エネルギー蓄積装置の位置として取得する、

項目 A - 1 3 に記載の推定装置。

## (項目 A - 1 5)

エネルギー蓄積装置のエネルギー回復需要を推定するための推定方法であって、

上記エネルギー蓄積装置のエネルギー残存量を取得するエネルギー量取得段階と



、  
上記エネルギー量取得段階において取得された上記エネルギー蓄積装置の上記エネルギー残存量が予め定められた量以下となったときの上記エネルギー蓄積装置の位置である低残量位置に基づいて、上記エネルギー回復需要が生じた位置である需要発生位置を推定する需要発生位置推定段階と、

を有する、推定方法。

(項目 A - 1 6)

コンピュータに、エネルギー蓄積装置のエネルギー回復需要を推定するための推定方法を実行させるためのプログラムであって、

上記推定方法は、

上記エネルギー蓄積装置のエネルギー残存量を取得するエネルギー量取得段階と

、  
上記エネルギー量取得段階において取得された上記エネルギー蓄積装置の上記エネルギー残存量が予め定められた量以下となったときの上記エネルギー蓄積装置の位置である低残量位置に基づいて、上記エネルギー回復需要が生じた位置である需要発生位置を推定する需要発生位置推定段階と、

を有する、プログラム。

(項目 A - 1 7)

項目 A - 1 6 に記載のプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

[0300] 本願明細書には、例えば、下記の事項が開示されている。

(項目 B - 1)

エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の配置を試算する試算装置であって、

( i ) 上記エネルギー回復装置の数に関連する変動値である第 1 変動値を含む、上記エネルギー回復装置の所有者又は運用者の費用に関する制約条件である第 1 条件、及び、( i i ) 上記エネルギー蓄積装置の利用者の位置に関連する変動値である第 2 変動値を含む、上記利用者の利便性に関する制約条件で

ある第2条件に基づいて、(i) 上記エネルギー回復装置が配置されるべき数に関連する出力値である第1出力値、及び、(ii) 上記エネルギー回復装置が配置されるべき位置に関連する出力値である第2出力値を出力する出力部

、

を備える、試算装置。

(項目B-2)

上記第2条件は、上記エネルギー回復装置の位置に関連する変動値である第3変動値を更に含む、

項目B-1に記載の試算装置。

(項目B-3)

上記エネルギー蓄積装置のエネルギー回復需要を推定する需要推定部をさらに備え、

上記需要推定部は、

上記エネルギー蓄積装置のエネルギー残存量を取得するエネルギー量取得部と、

上記エネルギー量取得部が取得した上記エネルギー蓄積装置の上記エネルギー残存量が予め定められた量以下となったときの上記エネルギー蓄積装置の位置である低残量位置に基づいて、上記エネルギー回復需要が生じた位置である需要発生位置を推定する需要発生位置推定部と、

を有する、

項目B-1又は項目B-2に記載の試算装置。

(項目B-4)

上記エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の配置を決定する決定部を更に備え、

上記決定部は、上記需要発生位置推定部が推定した上記需要発生位置に基づいて、上記エネルギー回復装置が配置されるべき位置を決定する、

項目B-3に記載の試算装置。

(項目B-5)

上記決定部は、既に配置されている既設エネルギー回復装置の位置にさらに

基づいて、

上記エネルギー回復装置が配置されるべき上記位置を決定する、  
項目 B-4 に記載の試算装置。

(項目 B-6)

エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の配置  
を試算するための試算方法であって、

(i) 上記エネルギー回復装置の数に関連する変動値である第 1 変動値を含む、  
上記エネルギー回復装置の所有者又は運用者の費用に関する制約条件である  
第 1 条件、及び、(ii) 上記エネルギー蓄積装置の利用者の位置に関連する  
変動値である第 2 変動値を含む、上記利用者の利便性に関する制約条件で  
ある第 2 条件に基づいて、(i) 上記エネルギー回復装置が配置されるべき数  
に関連する出力値である第 1 出力値、及び、(ii) 上記エネルギー回復装置  
が配置されるべき位置に関連する出力値である第 2 出力値を出力する出力段  
階、

を有する、試算方法。

## 符号の説明

[0301] 10 通信ネットワーク、22 搭乗者、24 サービス提供者、30  
通信端末、100 配置支援システム、120 車両、122 バッテリ、  
124 車両制御部、130 バッテリ交換装置、132 バッテリ収容部  
、140 支援サーバ、142 実測データ取得部、144 格納部、14  
6 条件設定部、148 回復需要推定部、152 予測データ取得部、1  
54 最適配置試算部、212 地図データ格納部、214 道路データ格  
納部、216 既設位置格納部、222 予測データ格納部、224 実測  
データ格納部、226 データテーブル、230 プローブ情報、242  
残容量情報、244 車両情報、246 利用情報、420 経路、440  
経路、520 経路、540 経路、620 経路、640 経路、72  
0 経路、740 経路、822 エネルギー量取得部、824 位置取得部  
、826 需要発生位置推定部、832 逸脱量推定部、834 評価部、

836 配置決定部、842 需要出力部、844 配置出力部、922 立寄位置決定部、924 目的地位置決定部、932 第1経路決定部、934 第2経路決定部、936 逸脱量導出部、1010 マップ、1012 地図画像、1014 ヒートマップ、1016 等高線、1020 マップ、1030 マップ、1122 交通群シミュレータ、1124 最適化ソルバー、1126 試算結果出力部、1142 動態データ、1144 最適解データ、1222 ユーザID、1224 時刻、1226 SOC、1228 エリアID、1230 ステータス、1320 配置試算データ、1340 内訳データ、1522 前処理部、1524 設置個数調整部、1526 エリア情報格納部、1544 最適解データ、1546 最適解データ、1622 エリアID、1624 情報、1626 情報、1722 エリアID、1724 情報、1726 情報、1728 情報、1800 出力結果、1820 マップ、1840 リスト、1842 番号、1843 エリアID、1844 情報、1845 識別情報、1846 情報、1847 情報、1848 情報、1900 出力結果、1920 計算結果、1922 値、1924 値、1926 値、1928 値、1940 計算結果、1960 計算結果、1980 計算結果、2020 動態データ格納部、2030 設定部、2040 数理計画部、2042 配置決定部、2044 シミュレーション実行部、2046 目的関数計算部、2050 最適解データ出力部、2122 動態データ読込部、2124 回復要否判定部、2126 指標値計算部、2130 逸脱ルーチン実行部、2132 回復位置決定部、2134 動態データ更新部、2136 逸脱量導出部、3000 コンピュータ、3001 DVD-ROM、3010 ホストコントローラ、3012 CPU、3014 RAM、3016 GPU、3018 ディスプレイデバイス、3020 入出力コントローラ、3022 通信インタフェース、3024 ハードディスクドライブ、3026 DVD-ROMドライブ、3030 ROM、3040 入出力チップ、3042 キーボード

## 請求の範囲

- [請求項1] エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の配置を模擬する模擬装置であって、  
前記模擬の結果を出力する出力部を備え、  
前記出力部は、  
(i) 前記エネルギー回復装置の位置に関連する変動量である第1変動量に応じた、前記エネルギー回復装置の所有者又は運用者の費用を導出するための関係式である第1関係式、並びに、  
(ii) 前記第1変動量、及び、前記エネルギー蓄積装置の利用者の動態又は前記エネルギー蓄積装置のエネルギーを利用して移動する移動体の動態に関連する変動量である第2変動量に応じた、前記利用者の利便性又は前記移動体の利便性を導出するための関係式である第2関係式、  
の少なくとも一方に基づいて、  
(a) 前記エネルギー回復装置が配置されるべき位置に関連する出力量である第1出力量を出力する、又は、  
(b) 前記エネルギー回復装置が配置されるべき位置の決定に用いられる出力量である第2出力量を出力する、  
模擬装置。
- [請求項2] 前記第1変動量は、複数の前記エネルギー回復装置のそれぞれの位置に関連する複数の前記変動量を含む、  
請求項1に記載の模擬装置。
- [請求項3] 前記第1変動量は、前記エネルギー回復装置の位置である第1位置であり、  
前記第2変動量は、前記エネルギー蓄積装置のエネルギー回復需要が発生したときの前記利用者又は前記移動体の位置である第2位置であり、  
前記第2関係式は、前記利用者又は前記移動体が前記第2位置から

前記第 1 位置に移動することに伴い、その度合いが変動するような前記利便性を導出するための関係式である、

請求項 1 又は請求項 2 に記載の模擬装置。

[請求項 4] 前記利便性は、(i) 前記利用者又は前記移動体が、前記第 2 位置から前記利用者又は前記移動体の目的地に至る第 1 経路に沿って移動する場合と、(ii) 前記利用者又は前記移動体が、前記第 1 経路とは異なる経路であって、前記第 2 位置から前記第 1 位置を経由して前記目的地に至る第 2 経路に沿って移動する場合との間における、前記移動に要する時間、費用及びエネルギー、並びに、移動距離の少なくとも 1 つの差と相関を有する量により示される、

請求項 3 に記載の模擬装置。

[請求項 5] 前記利便性は、前記利用者又は前記移動体が前記第 2 位置から前記第 1 位置に移動した後、前記エネルギー回復装置において前記エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復させるために、前記利用者又は前記移動体が待機する時間である待ち時間と相関を有する量により示される、

請求項 3 又は請求項 4 に記載の模擬装置。

[請求項 6] 前記出力部は、

(a) 前記第 1 関係式及び前記第 2 関係式を含む第 1 目的関数を最小化するように、又は、前記第 1 目的関数の値が予め定められた値よりも小さくなるように、前記エネルギー回復装置が配置されるべき位置を決定するための第 1 処理を実行し、

(b) (i) 前記第 1 処理により予め定められた個数以下の解が得られた場合、前記第 1 処理の解に基づいて前記第 1 出力量を出力し、

(ii) 前記第 1 処理により前記予め定められた個数よりも多くの解が得られた場合、前記第 1 目的関数と比較して前記第 1 関係式よりも前記第 2 関係式が重視された第 2 目的関数を最小化するように、又は、前記第 2 目的関数の値が予め定められた値よりも小さくなるように

、前記エネルギー回復装置が配置されるべき位置を決定するための第2処理を実行し、前記第2処理の解に基づいて前記第1出力量を出力する、

請求項1から請求項5までの何れか一項に記載の模擬装置。

[請求項7]

前記出力部は、

前記エネルギー蓄積装置の状態に関連する変動量である第3変動量に応じた、前記エネルギー蓄積装置の安全性を導出するための関係式である第3関係式、

にさらに基づいて、前記第1出力量又は前記第2出力量を出力する、

請求項1から請求項6までの何れか一項に記載の模擬装置。

[請求項8]

前記出力部は、

前記エネルギー回復装置の配置の対象となる対象地域に設定された複数の候補地エリアのそれぞれにおける前記移動体の動態であって、前記移動体が前記エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量の回復を考慮せずに移動できる場合の動態をシミュレーションして得られたシミュレーション結果に基づいて、前記第1関係式及び前記第2関係式を含む目的関数の最適解を計算するためのプログラムを実行し、

前記最適解に基づいて、前記第1出力量又は前記第2出力量を出力する、

請求項1から請求項7までの何れか一項に記載の模擬装置。

[請求項9]

前記エネルギー蓄積装置のエネルギー回復需要を推定する需要推定部をさらに備え、

前記需要推定部は、前記エネルギー回復需要の推定結果に基づいて、前記第2位置を決定する、

請求項3に記載の模擬装置。

[請求項10]

前記需要推定部は、

前記エネルギー蓄積装置のエネルギー残存量を取得するエネルギー量取得

部と、

前記エネルギー量取得部が取得した前記エネルギー蓄積装置の前記エネルギー残存量が予め定められた量以下となったときの前記エネルギー蓄積装置の位置である低残量位置に基づいて、前記エネルギー回復需要が生じた位置である需要発生位置を推定する需要発生位置推定部と、

を有する、

請求項 9 に記載の模擬装置。

[請求項11]

( i ) 前記移動体の目的地の位置である目的地位置と、( i i ) 前記移動体が前記目的地までの移動中に立ち寄った、前記エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の位置である立寄位置とに基づいて、前記移動体が前記立寄位置に立ち寄ることに起因する物理量である逸脱量を推定する逸脱量推定部、

をさらに備える、

請求項 1 0 に記載の模擬装置。

[請求項12]

前記逸脱量推定部は、

( i ) 前記需要発生位置及び前記目的地位置に基づいて決定される基準量と、( i i ) 前記需要発生位置、前記立寄位置及び前記目的地位置に基づいて決定される立寄量とに基づいて、前記逸脱量を推定する、

請求項 1 1 に記載の模擬装置。

[請求項13]

前記第 1 変動量は、前記エネルギー回復装置の位置、又は、前記エネルギー回復装置の位置及び数であり、

前記第 1 関係式は、前記第 1 変動量が入力され、前記エネルギー回復装置の設置費用及び運用費用の少なくとも一方を出力する関係式である、

請求項 1 から請求項 1 2 までの何れか一項に記載の模擬装置。

[請求項14]

前記第 1 関係式及び前記第 2 関係式の少なくとも一方は、前記エネルギー回復装置が配置されるべき位置を決定するための数理計画問題の



目的関数の少なくとも一部を構成する、

請求項 1 から請求項 13 までの何れか一項に記載の模擬装置。

[請求項15]

エネルギー蓄積装置のエネルギー蓄積量を回復可能なエネルギー回復装置の配置を模擬する模擬方法であって、

前記模擬の結果を出力する出力段階を有し、

前記出力段階は、

(i) 前記エネルギー回復装置の位置に関連する変動量である第1変動量に応じた、前記エネルギー回復装置の所有者又は運用者の費用を導出するための関係式である第1関係式、並びに、(ii) 前記第1変動量、及び、前記エネルギー蓄積装置の利用者又は前記エネルギー蓄積装置のエネルギーを利用して移動する移動体の動態に関連する変動量である第2変動量に応じた、前記利用者又は前記移動体の利便性を導出するための関係式である第2関係式の少なくとも一方に基づいて、

(a) 前記エネルギー回復装置が配置されるべき位置に関連する出力量である第1出力量を出力する、又は、(b) 前記エネルギー回復装置が配置されるべき位置の決定に用いられる出力量である第2出力量を出力する段階、

を含む、

模擬方法。

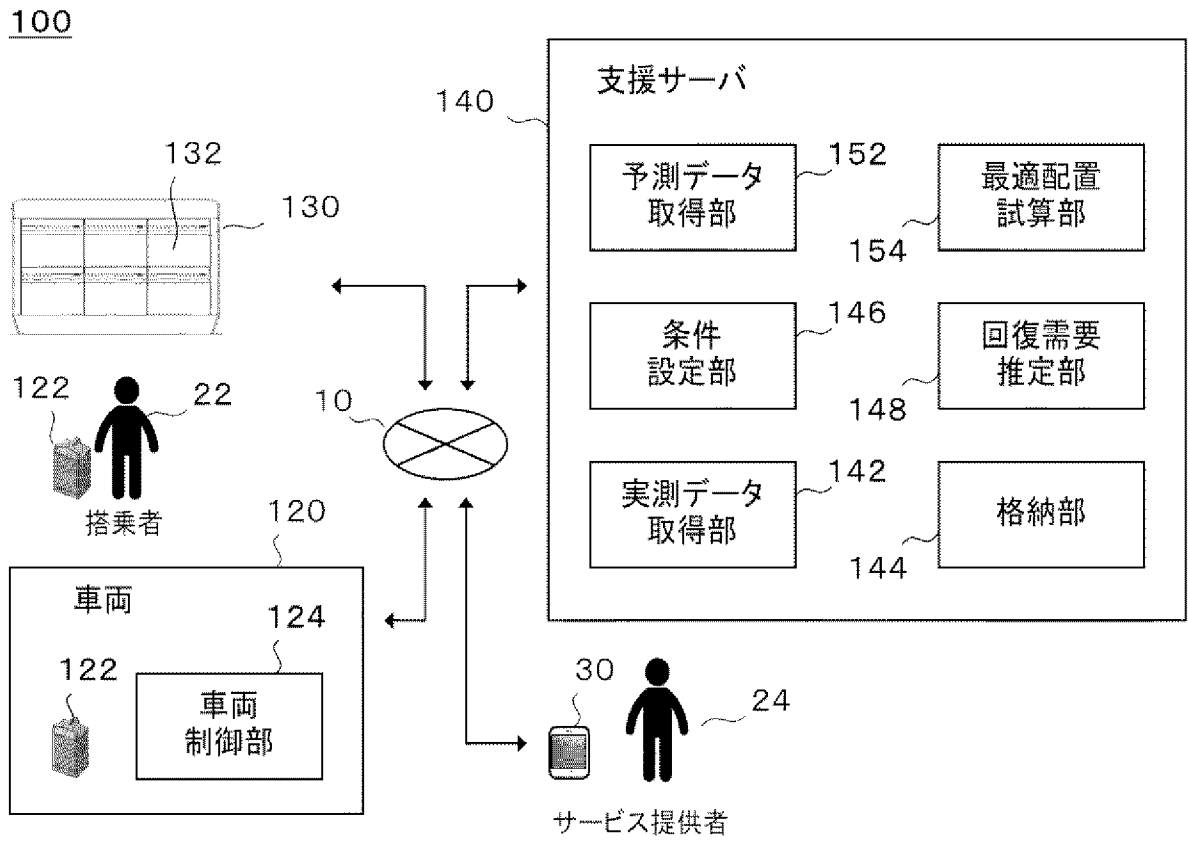
[請求項16]

コンピュータに、請求項 15 に記載の模擬方法を実行させるためのプログラム。

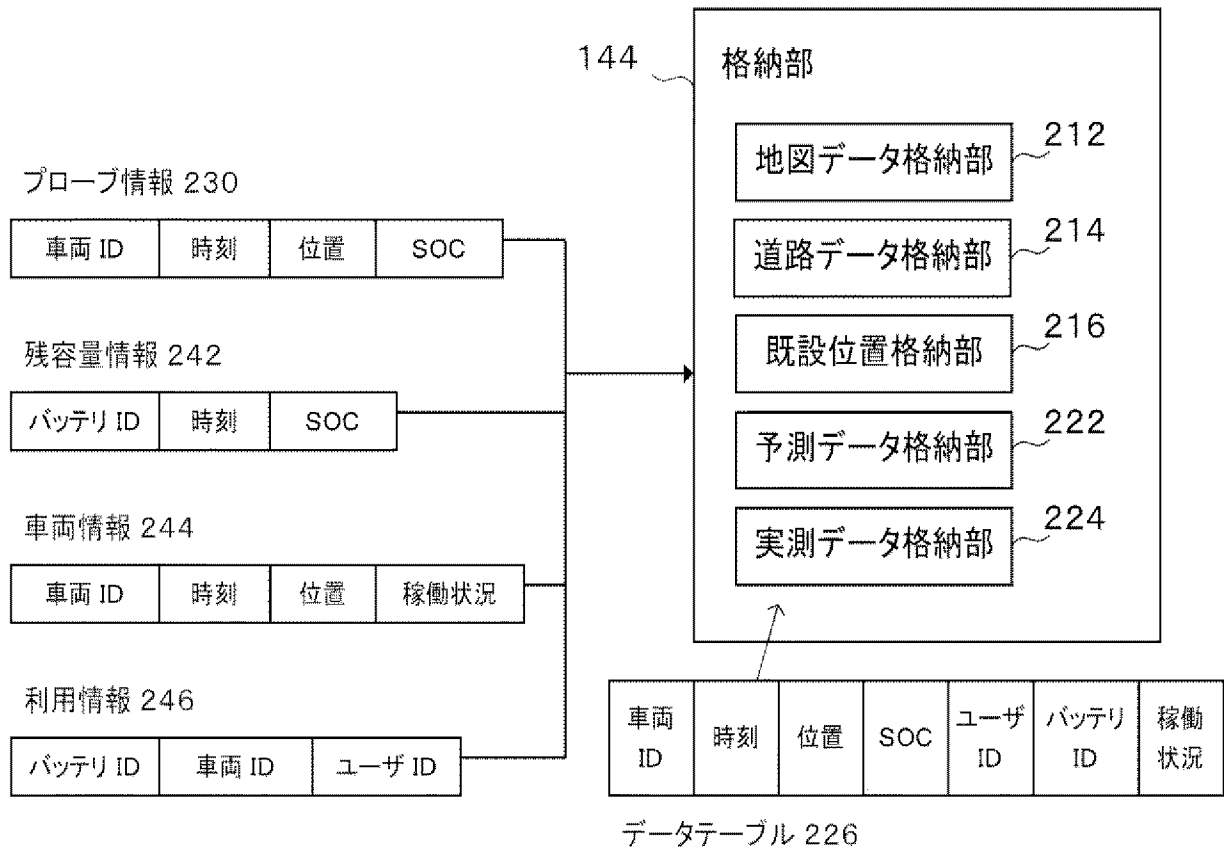
[請求項17]

請求項 16 に記載のプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

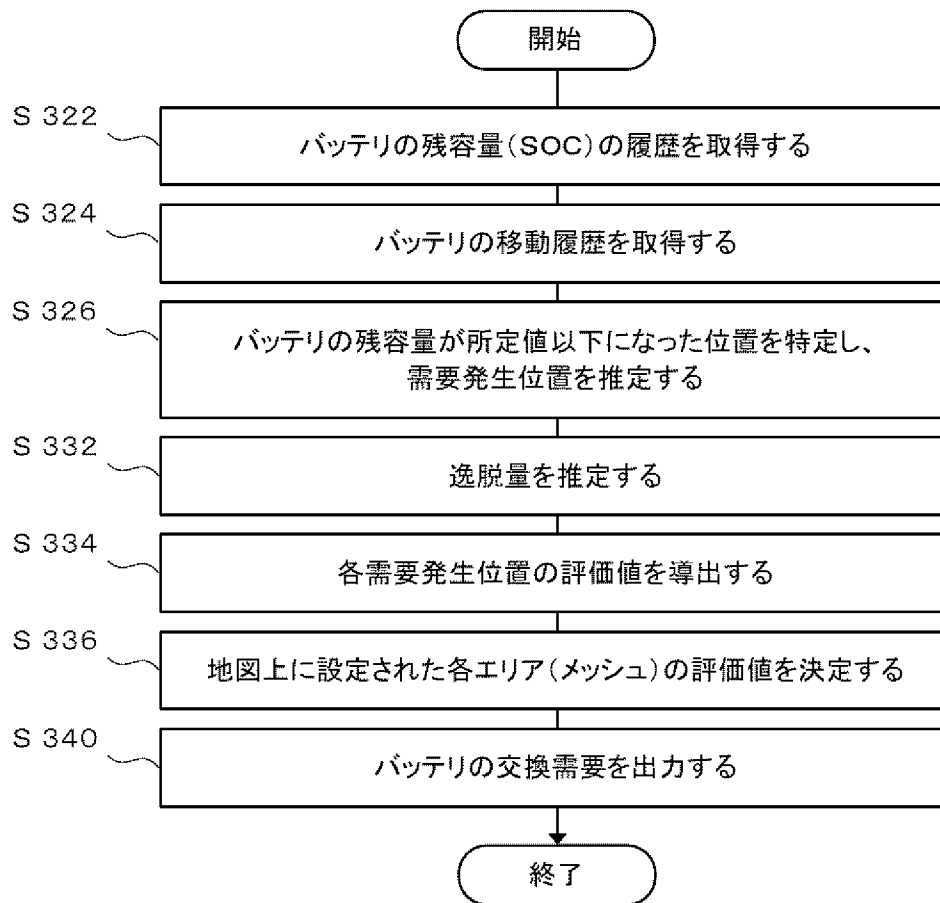
[図1]



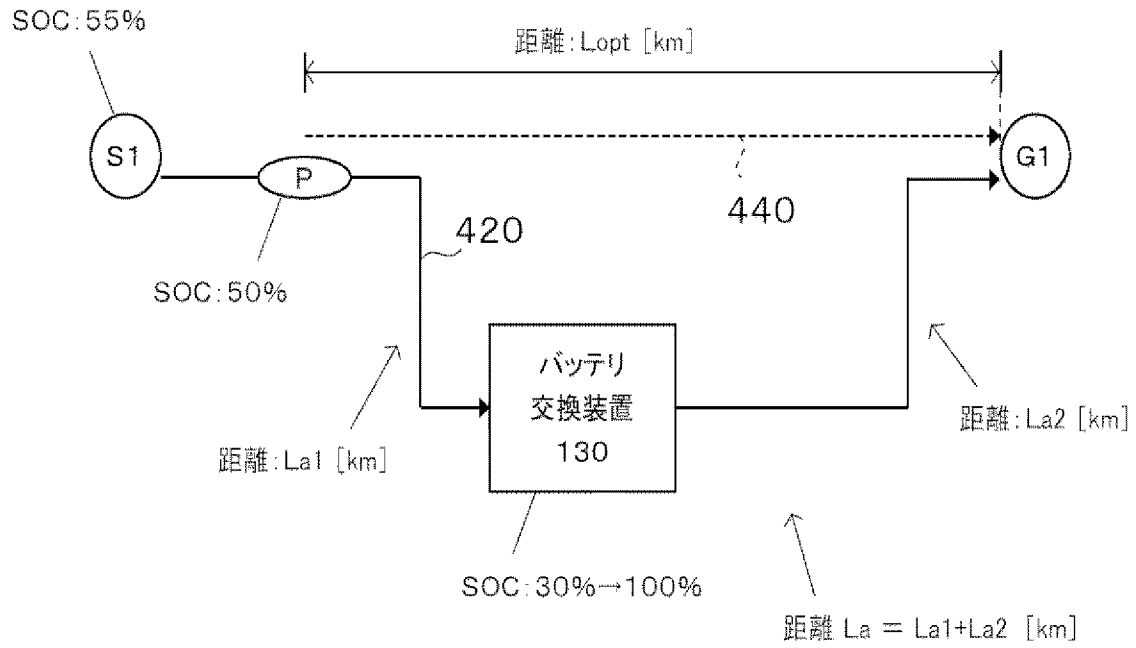
[図2]



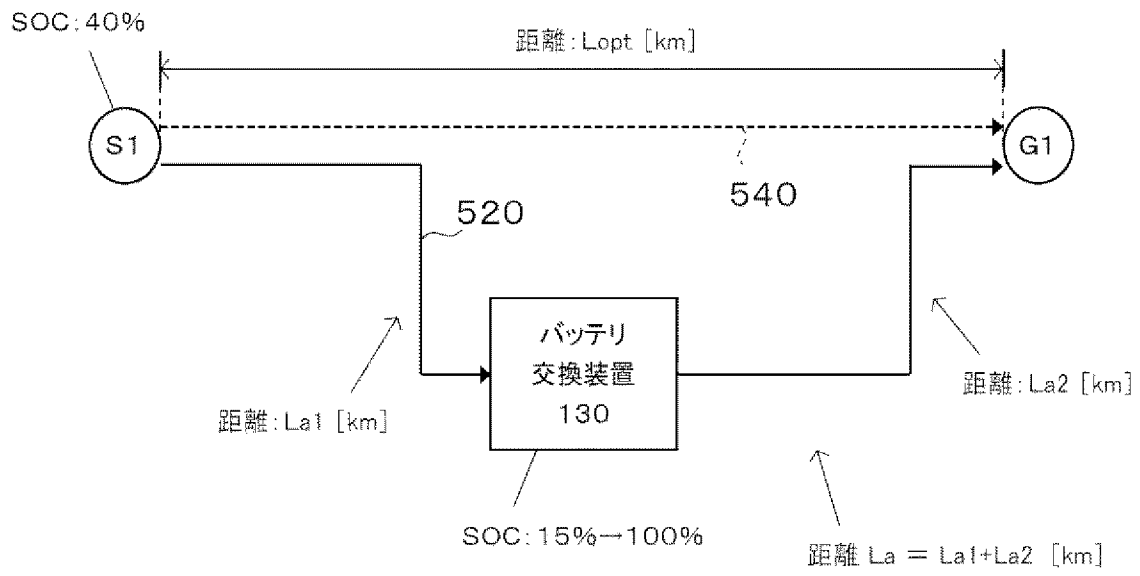
[図3]



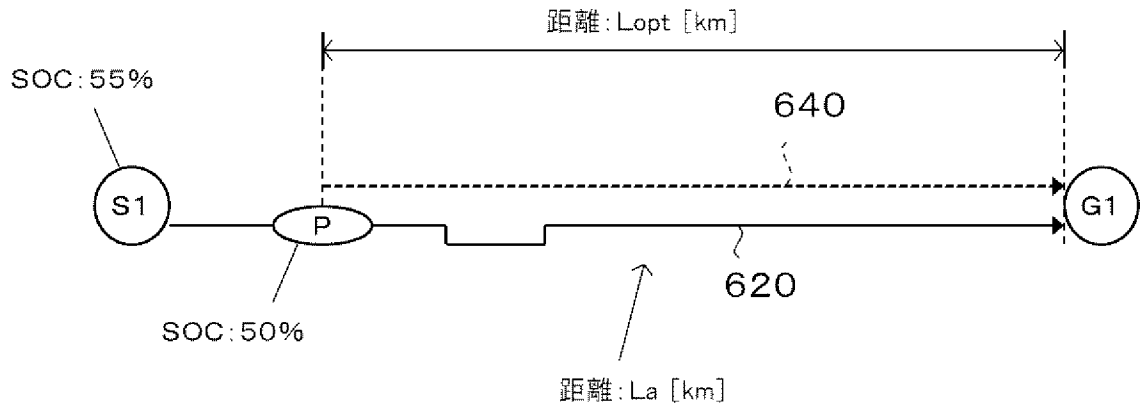
[図4]



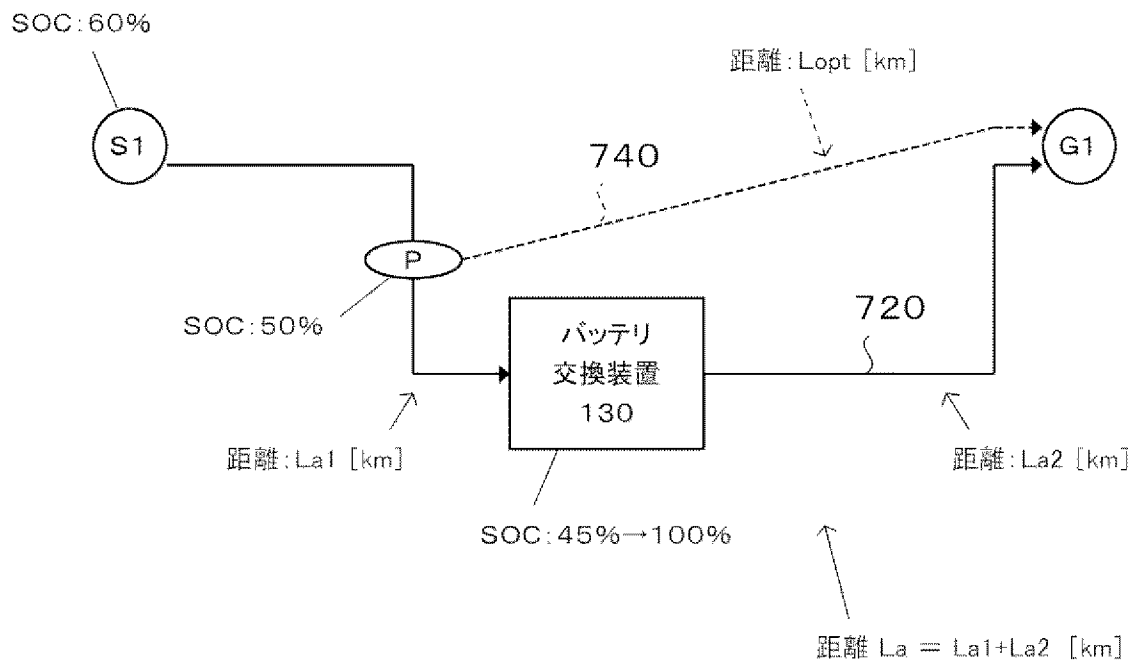
[図5]



[図6]



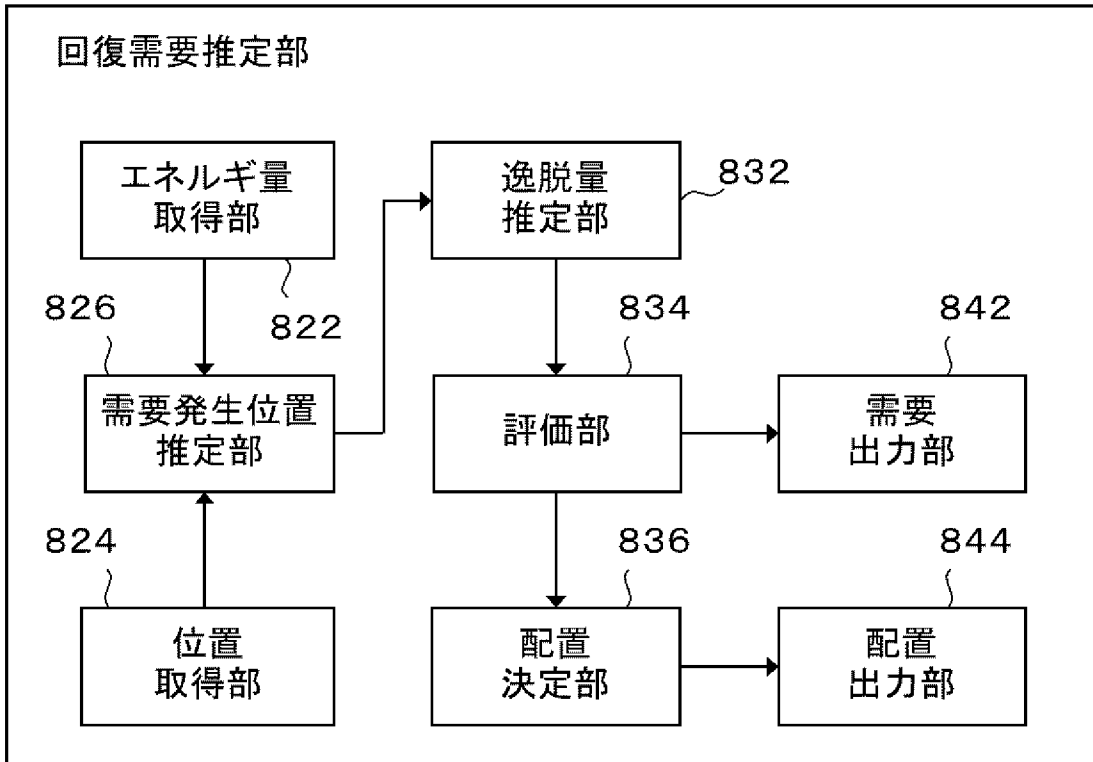
[図7]



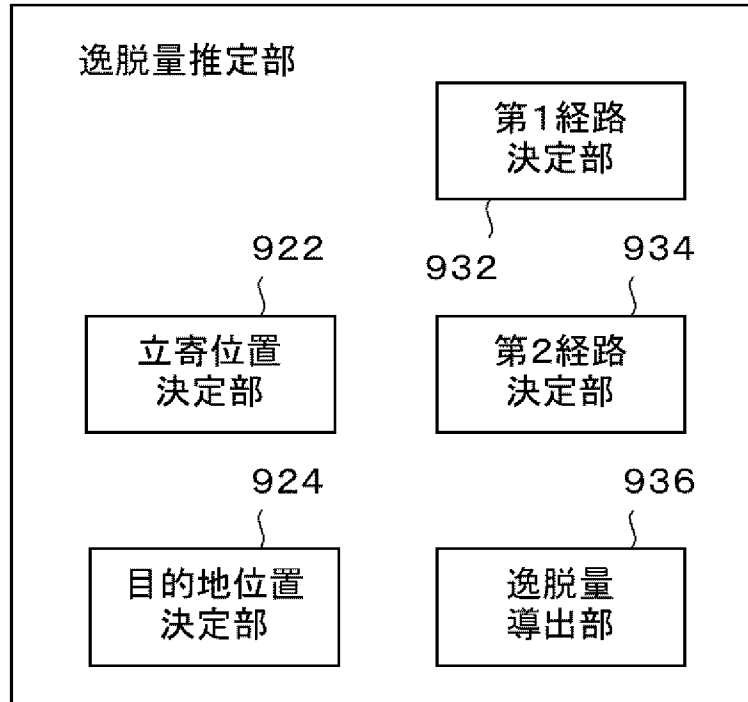


[図8]

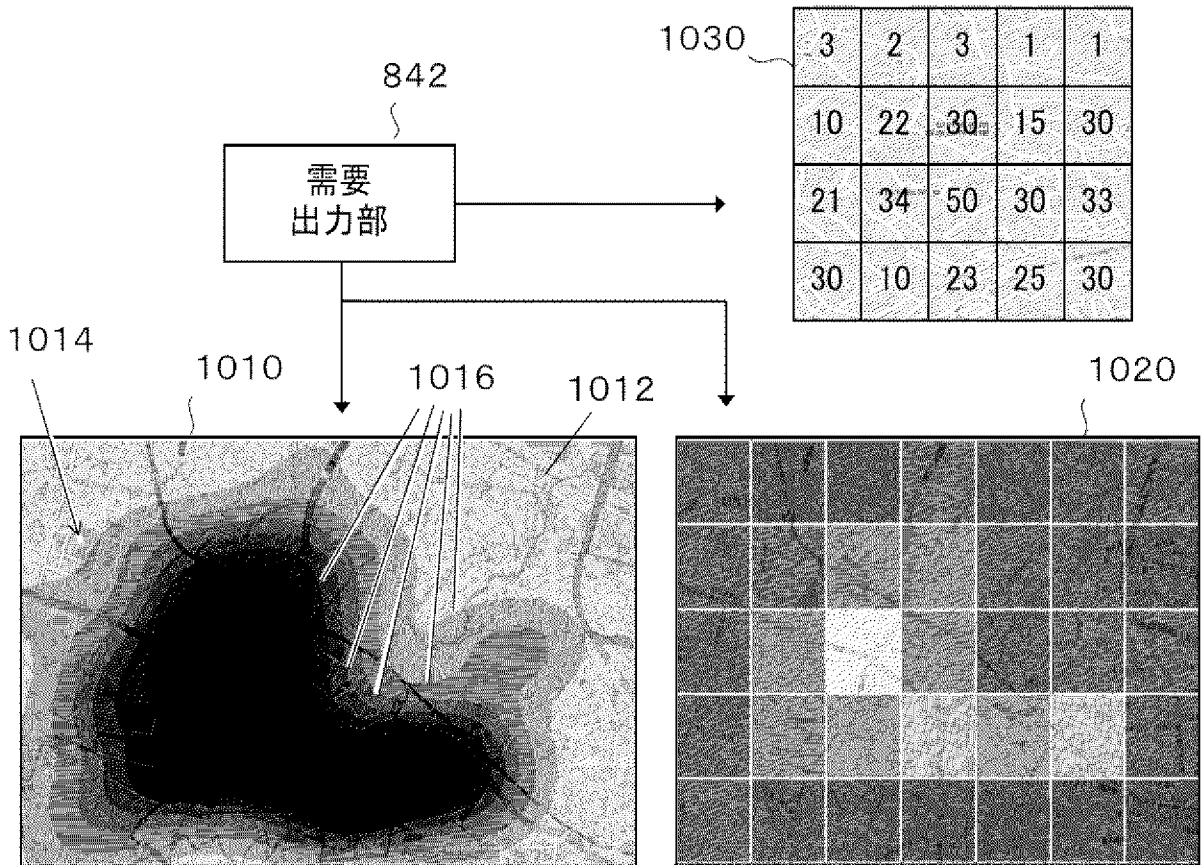
148



[図9]

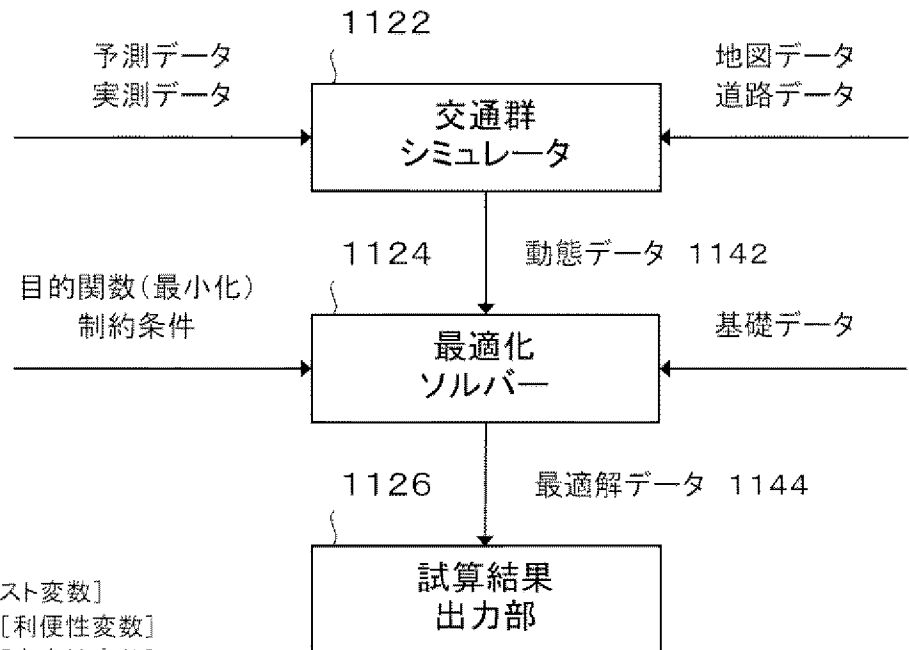
832

[図10]



[図11]

154



[図12]

1142

1222 {	1224 {	1226 {	1228 {	1230 {
ユーザ ID	時刻(ステップ)	SOC	エリア ID	ステータス
42	290	98.99	177	2
42	291	97.98	177	2
42	292	96.97	203	2
42	293	95.96	203	2
:	:	:	:	:
1	14202	-133.99	307	3
1	14203	-135.02	307	3
20	14221	-135.34	170	3
20	14222	-136.28	170	3
20	14223	-137.21	198	3
:	:	:	:	:

[図13]

1144

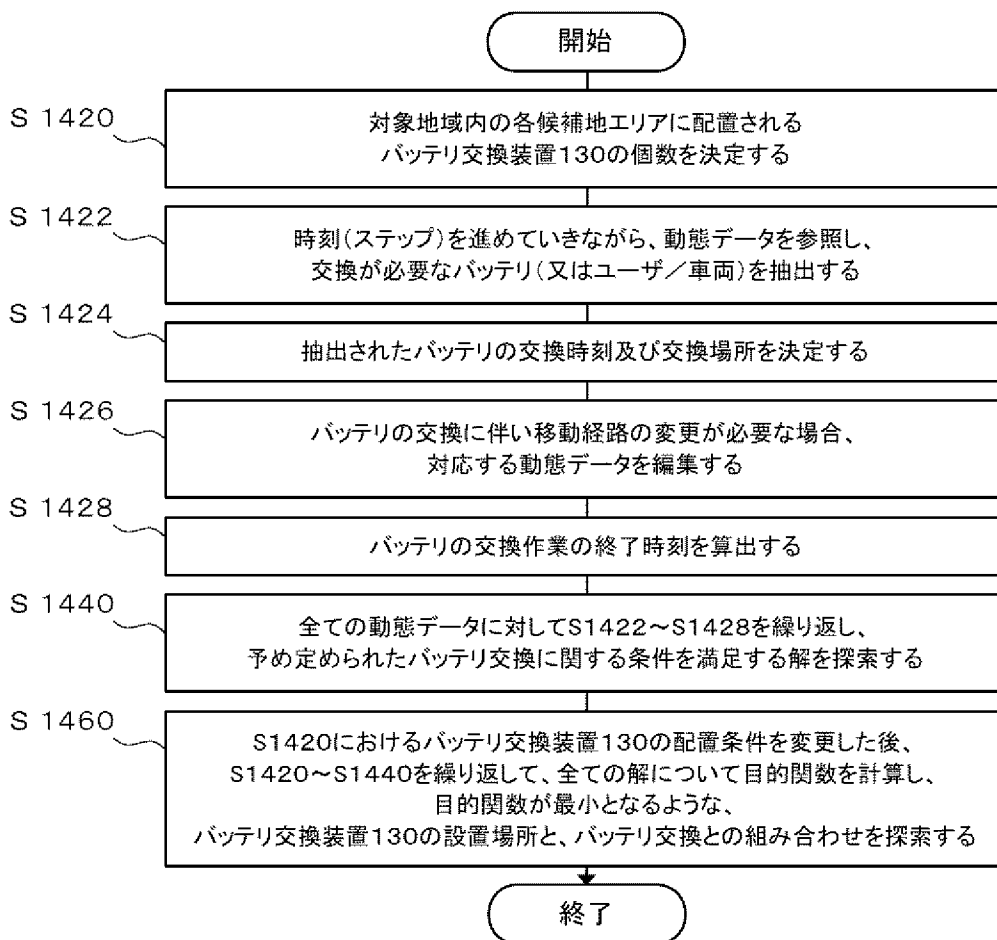
エリアID	エリア内の設置個数	増減数
****	*****	***

1320

カテゴリ	項目	最適配置時の値
コスト	トータル [円]	*****
コスト	充電ステーション設置費用 [円]	*****
コスト	充電器設置費用 [円]	*****
コスト	充電費用 [円]	*****
利便性	逸脱移動時間 [分]	*****
利便性	待ち時間 [分]	*****
安全性	交換時SOCと希望値との差分 [%]	*****
SOC	交換時SOCの最小値 [%]	*****
SOC	交換時SOCの平均値 [%]	*****

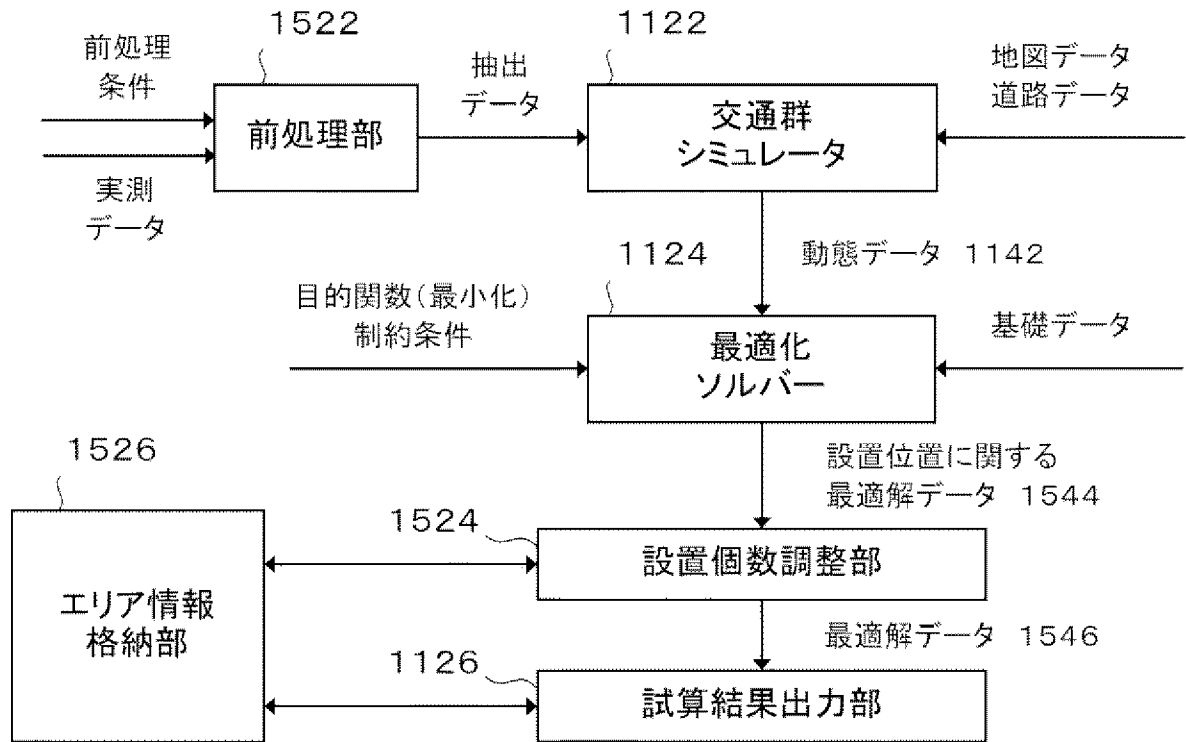
1340

[図14]



[図15]

154





[図16]

1544

1622

1624

1626

エリア ID	優先度	目的関数に含まれる各項目の計算結果								
		コストカテゴリ			利便性カテゴリ			安全性カテゴリ		
		項目A	...	項目Z	項目A	...	項目Z	項目A	...	項目Z
3604	4	***	...	***	***	...	***	***	...	***
3670	1	***	...	***	***	...	***	***	...	***
3673	6	***	...	***	***	...	***	***	...	***
3814	7	***	...	***	***	...	***	***	...	***
3881	3	***	...	***	***	...	***	***	...	***
3886	5	***	...	***	***	...	***	***	...	***
4093	2	***	...	***	***	...	***	***	...	***
合計		***			***			***		

[図17]

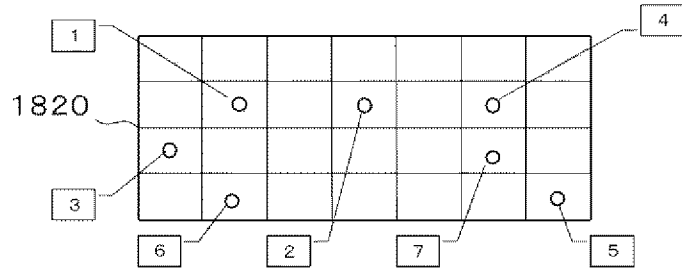
1546

エリア ID	地理的範囲	設置個数	優先度
3604	(緯度*, 経度*) ~ (緯度*, 経度*)	1	4
3670	(緯度*, 経度*) ~ (緯度*, 経度*)	2	1
3673	(緯度*, 経度*) ~ (緯度*, 経度*)	1	6
3814	(緯度*, 経度*) ~ (緯度*, 経度*)	1	7
3881	(緯度*, 経度*) ~ (緯度*, 経度*)	1	3
3886	(緯度*, 経度*) ~ (緯度*, 経度*)	1	5
4093	(緯度*, 経度*) ~ (緯度*, 経度*)	1	2

[図18]

1800

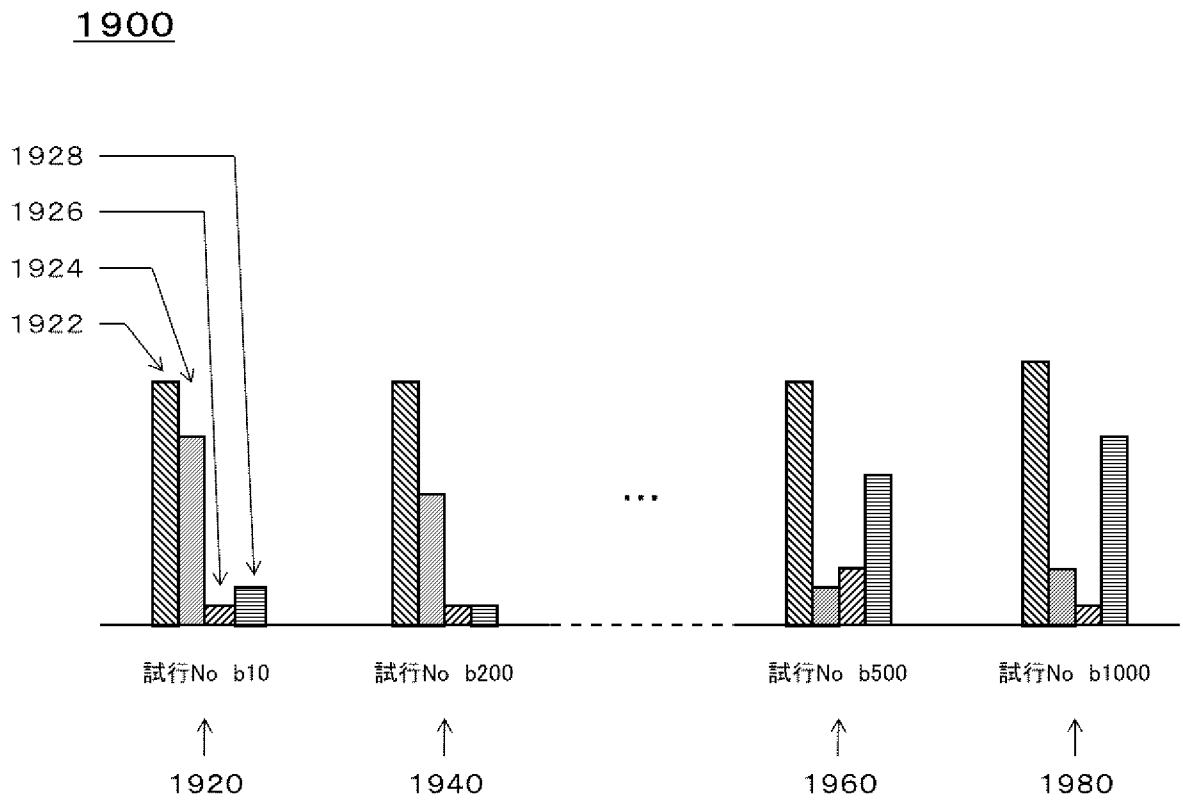
1840



1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848

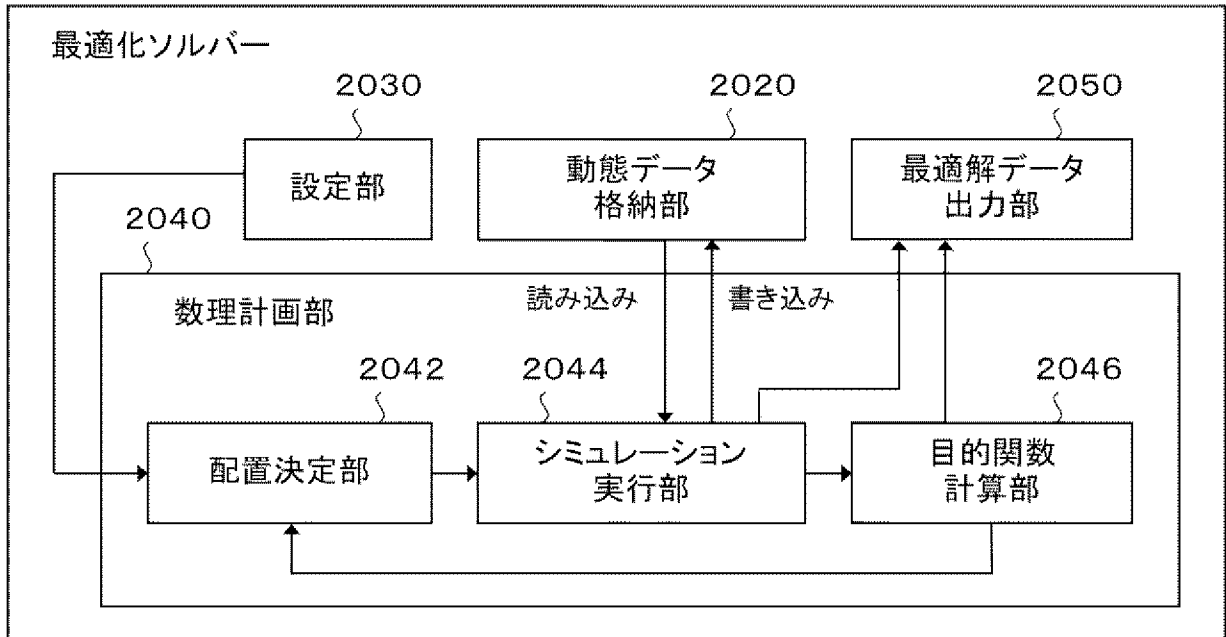
No	エリアID	地理的範囲	施設名称	施設の属性	設置個数	優先度
1	3604	*** ~ ***	施設A	コンビニエンスストア	1	4
2	3670	*** ~ ***	施設B	ショッピングモール	2	1
3	3673	*** ~ ***	施設C	ガソリンスタンド	1	6
		*** ~ ***	施設D	歯科医院	1	
4	3670	*** ~ ***	施設B	その他商業施設	1	7
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図19]

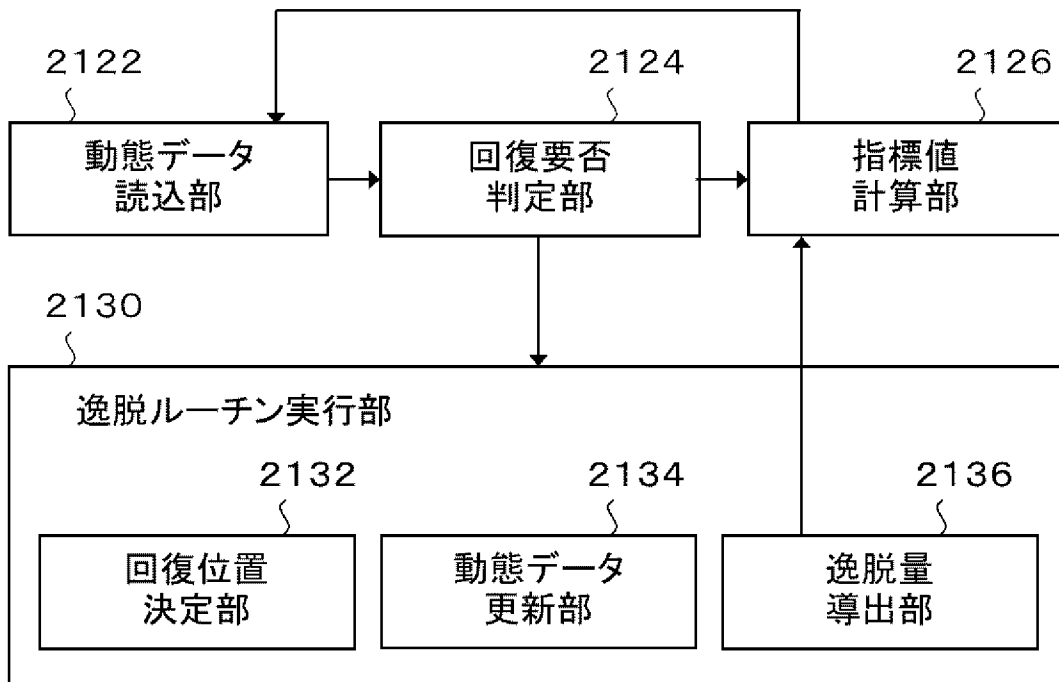


[図20]

1124

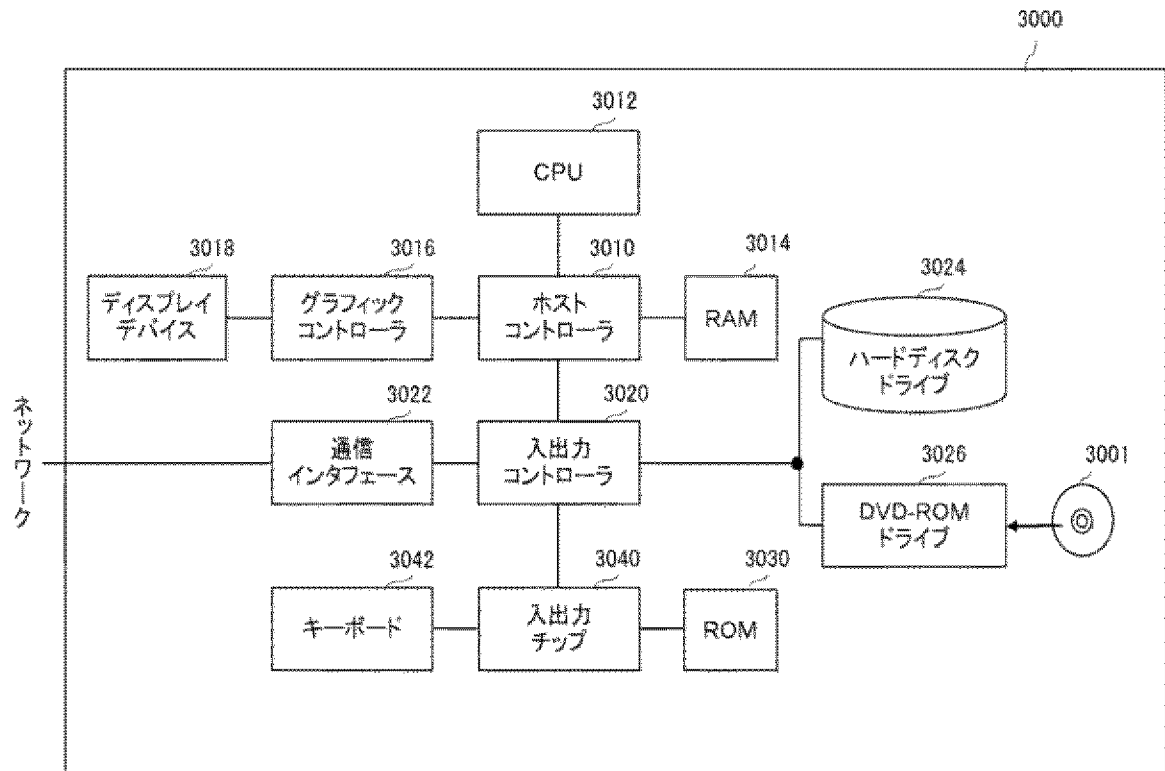


[図21]

2044

[図22]

3000



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/046799

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<p><b>G08G 1/123</b>(2006.01)i; <b>G01C 21/26</b>(2006.01)i; <b>G01C 21/36</b>(2006.01)i; <b>G06Q 50/06</b>(2012.01)i; <b>G06Q 50/10</b>(2012.01)i; <b>G16Y 10/40</b>(2020.01)i; <b>G16Y 20/20</b>(2020.01)i; <b>G16Y 40/35</b>(2020.01)i; <b>G06Q 10/04</b>(2012.01)i; <b>G06Q 10/06</b>(2012.01)i</p> <p>FI: G06Q10/04 300; G01C21/26 C; G01C21/36; G06Q10/06; G06Q50/06; G06Q50/10; G08G1/123; G16Y10/40; G16Y20/20; G16Y40/35</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
G08G1/123; G01C21/26; G01C21/36; G06Q10/04; G06Q10/06; G06Q50/06; G06Q50/10; G16Y10/40; G16Y20/20; G16Y40/35		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
<p>Published examined utility model applications of Japan 1922-1996</p> <p>Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022</p> <p>Registered utility model specifications of Japan 1996-2022</p> <p>Published registered utility model applications of Japan 1994-2022</p>		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2012/105544 A1 (NEC CORPORATION) 09 August 2012 (2012-08-09) paragraphs [0032]-[0033], [0036], [0045], [0053]-[0055], fig. 1, 5-10	1-17
A	JP 2020-154586 A (HONDA MOTOR CO LTD) 24 September 2020 (2020-09-24) entire text	1-17
A	内田 英明 他, 交通シミュレーションによる充電設備の最適配置の提案, 一般社団法人人工知能学会 第 3 1 回全国大会論文集 DVD [DVD-ROM], 26 May 2017 in particular, see "3. Suggested technique" to "4. Numerical experiment", (UCHIDA, Hideaki et al. Efficient Placement of Charging Equipments by Multi-Agent Traffic Simulation.), non-official translation (Proceedings of the 31st Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence DVD [DVD-ROM].)	1-17
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
14 March 2022		22 March 2022
Name and mailing address of the ISA/JP		Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		
		Telephone No.



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

International application No. <b>PCT/JP2021/046799</b>
---

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2012/105544 A1	09 August 2012	US 2013/0317790 A1 paragraphs [0045]-[0047], [0050]-[0051], [0060], [0068]- [0070], fig. 1, 5-10 EP 2672475 A1 CN 103339664 A KR 10-2013-0123427 A	
JP 2020-154586 A	24 September 2020	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>G08G 1/123(2006.01)i; G01C 21/26(2006.01)i; G01C 21/36(2006.01)i; G06Q 50/06(2012.01)i; G06Q 50/10(2012.01)i; G16Y 10/40(2020.01)i; G16Y 20/20(2020.01)i; G16Y 40/35(2020.01)i; G06Q 10/04(2012.01)i; G06Q 10/06(2012.01)i</p> <p>FI: G06Q10/04 300; G01C21/26 C; G01C21/36; G06Q10/06; G06Q50/06; G06Q50/10; G08G1/123; G16Y10/40; G16Y20/20; G16Y40/35</p>														
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>G08G1/123; G01C21/26; G01C21/36; G06Q10/04; G06Q10/06; G06Q50/06; G06Q50/10; G16Y10/40; G16Y20/20; G16Y40/35</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年													
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>WO 2012/105544 A1（日本電気株式会社）09.08.2012（2012 - 08 - 09） 段落[0032]-[0033], [0036], [0045], [0053]-[0055], 第1, 5-10図</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2020-154586 A（本田技研工業株式会社）24.09.2020（2020 - 09 - 24） 全文</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>内田 英明 他, 交通シミュレーションによる充電設備の最適配置の提案, 一般社団法人 人工知能学会 第31回全国大会論文集DVD [DVD-ROM], 2017.05.26 特に、「3. 提案手法」-「4. 数値実験」を参照。</td> <td>1-17</td> </tr> </tbody> </table>			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	WO 2012/105544 A1（日本電気株式会社）09.08.2012（2012 - 08 - 09） 段落[0032]-[0033], [0036], [0045], [0053]-[0055], 第1, 5-10図	1-17	A	JP 2020-154586 A（本田技研工業株式会社）24.09.2020（2020 - 09 - 24） 全文	1-17	A	内田 英明 他, 交通シミュレーションによる充電設備の最適配置の提案, 一般社団法人 人工知能学会 第31回全国大会論文集DVD [DVD-ROM], 2017.05.26 特に、「3. 提案手法」-「4. 数値実験」を参照。	1-17
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	WO 2012/105544 A1（日本電気株式会社）09.08.2012（2012 - 08 - 09） 段落[0032]-[0033], [0036], [0045], [0053]-[0055], 第1, 5-10図	1-17												
A	JP 2020-154586 A（本田技研工業株式会社）24.09.2020（2020 - 09 - 24） 全文	1-17												
A	内田 英明 他, 交通シミュレーションによる充電設備の最適配置の提案, 一般社団法人 人工知能学会 第31回全国大会論文集DVD [DVD-ROM], 2017.05.26 特に、「3. 提案手法」-「4. 数値実験」を参照。	1-17												
<p><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。</p>														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
<p>国際調査を完了した日</p> <p>14.03.2022</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>22.03.2022</p>													
<p>名称及びあて先</p> <p>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</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>松田 岳士 5L 3137</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3563</p>													

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/046799

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2012/105544	A1	09.08.2012	US	2013/0317790	A1	
				段落[0045]-[0047], [0050]-[0051], [0060], [0068]-[0070], 第1, 5-10図			
				EP	2672475	A1	
				CN	103339664	A	
				KR	10-2013-0123427	A	
-----							
JP	2020-154586	A	24.09.2020	(ファミリーなし)			
-----							