

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年5月22日(22.05.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/104841 A1

(51) 国際特許分類:
G01R 31/08 (2020.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/041094

(22) 国際出願日: 2023年11月15日(15.11.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 (JP).

(72) 発明者: 安並 一浩 (YASUNAMI, Kazuhiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 (JP). 河

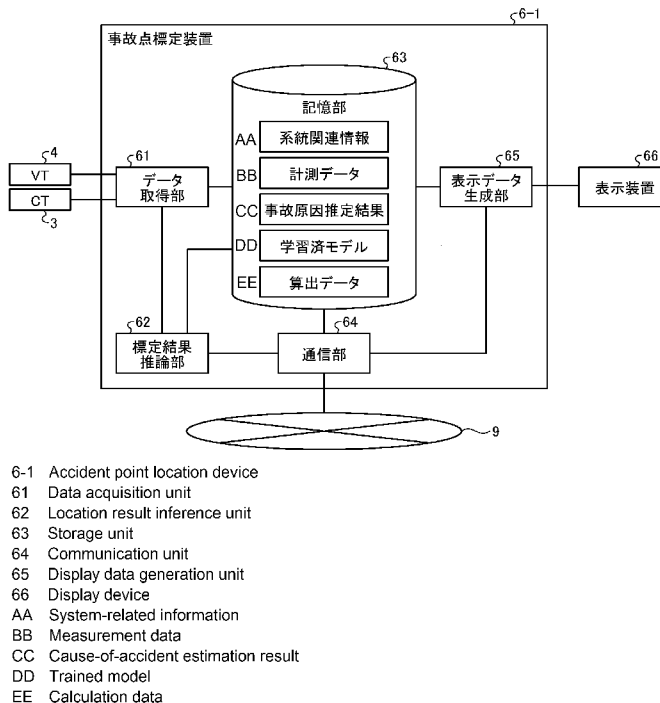
野 俊介 (KAWANO, Shunsuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 (JP).

(74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎ノ門ダイビルイースト 弁理士法人 酒井国際特許事務所 (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

(54) Title: ACCIDENT POINT LOCATION DEVICE, LEARNING DEVICE, ACCIDENT POINT LOCATION SYSTEM, ACCIDENT POINT LOCATION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 事故点標定装置、学習装置、事故点標定システム、事故点標定方法およびプログラム



(57) Abstract: An accident point location device (6-1) according to the present disclosure comprises: a data acquisition unit (61) that acquires measurement data, which is at least one of a current and a voltage measured at an electric-supply station when a system accident occurred in a power system; and a location result inference unit (62) that acquires an inference result for an accident point by inputting, into a trained model generated by machine learning for inferring the accident

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

point from a feature amount including at least part of the measurement data which is measured at the electric-supply station and/or processed data which is calculated from at least part of said measurement data, a feature amount including at least part of the measurement data which was acquired by the data acquisition unit (61) when the system accident occurred and/or processed data which is calculated from at least part of said measurement data and that corrects the inference result using an estimation result for the cause of the system accident and correction information indicating the probability for the accident point determined in accordance with the cause of the accident.

(57) 要約：本開示にかかる事故点標定装置（6-1）は、電力系統における系統事故の発生時に電気所で計測された電流および電圧のうちの少なくとも一方である計測データを取得するデータ取得部（61）と、電気所で計測される計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を含む特徴量から事故点を推論するための機械学習により生成された学習済モデルに、データ取得部（61）によって系統事故の発生時に取得された計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を含む特徴量を入力することによって事故点の推論結果を取得し、推論結果を系統事故の事故原因の推定結果と事故原因に応じて定まる事故点の確率を示す補正情報とを用いて補正する標定結果推論部（62）と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

事故点標定装置、学習装置、事故点標定システム、事故点標定方法およびプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、電力システムにおける事故点の標定を行う事故点標定装置、学習装置、事故点標定システム、事故点標定方法およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 送電系統、配電系統などの電力系統において、短絡、地絡などの異常状態（以下、系統事故または事故と呼ぶ）が発生すると、事故からの復旧作業のために、事故が発生した箇所である事故点を標定することが望まれる。

[0003] 特許文献1には、複数の鉄塔ごとに架空地線に流れる電流を計測する電流センサを設け、電流センサによって取得された故障時の電流情報を用いてニューラルネットワーク手法により送電線の事故区間を標定する事故区間標定方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-114249号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 電力システムにおける事故が発生した場合、事故原因により電流への影響が異なると考えられる。特許文献1に記載の事故区間標定方法では事故原因が考慮されていないため、標定精度が低い可能性がある。

[0006] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであって、電力システムにおける事故点の標定精度を向上させることができる事故点標定装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示にかかる事故点標定装置は、電力系統における系統事故の発生時に電気所で計測された電流および電圧のうちの少なくとも一方である計測データを取得するデータ取得部と、電気所で計測される計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を含む特徴量から事故点を推論するための機械学習により生成された学習済モデルに、データ取得部によって系統事故の発生時に取得された計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を含む特徴量を入力することによって事故点の推論結果を取得し、推論結果を系統事故の事故原因の推定結果と事故原因に応じて定まる事故点の確率を示す補正情報とを用いて補正する標定結果推論部と、を備える。

発明の効果

[0008] 本開示にかかる事故点標定装置は、電力系統における事故点の標定精度を向上させることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]実施の形態1にかかる事故点標定システムの構成例を示す図
[図2]実施の形態1の事故点標定装置の構成例を示す図
[図3]実施の形態1の事故点標定サーバの構成例を示す図
[図4]実施の形態1の事故点の標定に分類手法の機械学習を用いた場合の標定結果のイメージを示す図
[図5]実施の形態1の事故点の標定に回帰手法の機械学習を用いた場合の標定結果のイメージを示す図
[図6]実施の形態1の事故点標定システムへの分類手法の機械学習の適用イメージを示す図
[図7]実施の形態1の事故点標定システムにおける事故点標定処理の一例を示すシーケンス図

[図8]実施の形態1の「統計モデル」の取得処理の一例を示すフローチャート

[図9]実施の形態1の「学習データ」の生成処理および学習済モデルの生成処理の一例を示すフローチャート

[図10]実施の形態1の推論過程の処理の一例を示すフローチャート

[図11]実施の形態1の「システムの周辺状況情報」を用いた補正処理の概要を示す図

[図12]実施の形態1の表示画面の第1の例を示す図

[図13]実施の形態1の表示画面の第2の例を示す図

[図14]実施の形態1の表示画面の第3の例を示す図

[図15]実施の形態1の表示画面の第4の例を示す図

[図16]実施の形態1の事故点標定装置および事故点標定サーバを実現するコンピュータシステムの構成例を示す図

[図17]実施の形態2にかかる事故点標定システムの構成例を示す図

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、実施の形態にかかる事故点標定装置、学習装置、事故点標定システム、事故点標定方法およびプログラムを図面に基づいて詳細に説明する。

[0011] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1にかかる事故点標定システムの構成例を示す図である。本実施の形態の事故点標定システム10は、電力系統における事故点を標定する。図1では、事故点標定対象の電力系統、すなわち事故点の標定対象となる電力系統も簡略化して図示している。図1に示した例では、事故点の標定対象となる電力系統は、発電所、変電所などである電気所2-1~2-3を含む。図1では、電気所2-1と電気所2-2とは、送電線、配電線などの電線1で接続されている。また、電気所2-1と電気所2-2との間で分岐した電線1が電気所2-3に接続されている。以下、電気所2-1~2-3を個別に区別せずに示すときには、電気所2と記載する。電気所2-1~2-3は、1つ以上の電気所2の一例であり、電力系統における電気所2の数は図1に示した例に限定されない。図1では、電気所2間が2本の電

線 1 で接続される例を示しているが、電気所 2 間を接続する電線 1 の数は 2 本に限定されない。また、図 1 は一例であり、事故点の標定対象となる電力系統の構成は図 1 に示した例に限定されない。以下、事故点の標定対象となる電力系統を、単に電力系統とも記載する。

[0012] 電気所 2-1 には、電線 1 の電流を計測する電流センサの一例である変流器 (CT : Current Transformer) 3-1, 3-2 と、電気所 2-1 の母線電圧を計測する電圧センサの一例である計器用変圧器 (VT : Voltage Transformer) 4-1 とが設けられている。同様に、電気所 2-2 には、CT 3-3, 3-4 と、VT 4-2 とが設けられている。電気所 2-3 には、CT 3-5, 3-6 と、VT 4-3 とが設けられている。以下、CT 3-1~3-6 を個別に区別せずに示すときには、CT 3 と記載し、VT 4-1~4-3 を個別に区別せずに示すときには、VT 4 と記載する。

[0013] 事故点標定システム 10 は、電気所 2-1~2-3 にそれぞれ設けられた事故点標定装置 6-1~6-3 と、事故点標定サーバ 8 とを備える。以下、事故点標定装置 6-1~6-3 のそれぞれを個別に区別せずに示すときには、事故点標定装置 6 と記載する。事故点標定装置 6-1~6-3 は同一の構成であってもよいし、事故点標定装置 6-1~6-3 のうち一部は、後述する事故点標定処理を実施する機能を備えていなくてもよい。また、事故点標定対象の電力系統における全ての電気所 2 に事故点標定装置 6 が設けられてもよいし一部の電気所 2 のみに事故点標定装置 6 が設けられてもよい。事故点標定装置 6 は、通信ネットワーク 9 を介して事故点標定サーバ 8 および中央監視システム 7 とそれぞれ通信を行うことが可能である。事故点標定装置 6 と事故点標定サーバ 8 との間の通信回線、および事故点標定装置 6 と中央監視システム 7 との間の通信回線は、有線回線であっても無線回線であってもよく、有線回線と無線回線とが混在していてもよい。

[0014] 事故点標定サーバ 8 は、事故点を標定するための学習済モデルを生成する学習装置の一例である。事故点標定装置 6-1~6-3 のうちの 1 つである標定処理実行装置は、事故点標定サーバ 8 によって生成された学習済モデル

を用いて事故点を標定し、事故点の標定結果を、事故原因に応じて定まる事故点の確率を示す補正情報を用いて補正し、補正した標定結果を事故点標定結果として中央監視システム 7 へ通知する。これにより、本実施の形態では、事故原因を考慮しない場合に比べて、電力系統における事故点の標定精度を向上させることができる。図 1 に示した例では、事故点標定装置 6-1 が標定処理実行装置であるが、標定処理実行装置は事故点標定装置 6-2 または 6-3 であってもよい。

[0015] 中央監視システム 7 は、中央給電指令所、基幹系統給電制御所、地方給電制御所などに設置される EMS (Energy Management System: エネルギー管理システム)、あるいは、SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition: 監視制御システム) などのシステム、あるいは、DAS (Distribution Automation System: 配電自動化システム) などであり、電力系統の監視や制御などを行う。

[0016] 図 1 に示した例では、電気所 2-1 には、さらに、事故原因推定装置 5 が設けられている。事故原因推定装置 5 は、通信ネットワーク 9 を介して中央監視システム 7 と通信を行うことが可能である。事故原因推定装置 5 と中央監視システム 7 との間の通信回線は、有線回線であっても無線回線であってもよく、有線回線と無線回線とが混在していてもよい。また、事故原因推定装置 5 は、事故点標定装置 6 と通信を行うことが可能である。事故原因推定装置 5 と事故点標定装置 6 との間の通信回線は、有線回線であっても無線回線であってもよく、有線回線と無線回線とが混在していてもよい。

[0017] 事故原因推定装置 5 は、事故が発生した場合に、事故原因を推定し、推定結果を事故原因推定結果として中央監視システム 7 および事故点標定装置 6 へ送信する。例えば、事故原因推定装置 5 は、CT 3-1, 3-2 および VT 4-1 などから電流および電圧を取得し、過去の事故発生時における電力系統における電流または電圧の波形データの周波数成分の含有率に基づいて事故原因に応じたクラスタリングを行い各クラスタの平均値と各事故原因の確率値とをクラスタデータとして算出しておき、事故が発生した際には、事

故発生時に取得された波形データの周波数成分の含有率とクラスタデータとを用いて、事故原因を推定する。事故原因推定装置5における事故原因の推定方法は、この例に限定されず、どのような方法であってもよい。

[0018] なお、図1では、事故原因推定装置5が設けられる例を説明するが、後述するように、事故が発生した際の事故原因の推定は人手で行われてもよく、この場合には、事故原因推定装置5が設けられなくてよい。また、図1に示した例では、事故原因推定装置5は、電気所2-1に設けられているが、事故原因推定装置5は、電気所2-1外に設けられていてもよい。

[0019] また、事故原因推定装置5は、事故点標定装置6と一体化されていてもよいし、事故点標定サーバ8と一体化されていてもよい。また、事故原因推定装置5および中央監視システム7のうちの少なくとも一方を、事故点標定システム10に含めてもよい。

[0020] 上述したように、本実施の形態では、事故点標定装置6のうちの標定処理実行装置は、事故点標定サーバ8によって生成された学習済モデルを用いて事故点を標定し、事故点の標定結果を、事故原因に応じて定まる事故点の確率を示す補正情報を用いて補正する。補正情報としては、例えば、事故原因別のアーク抵抗の確率分布、事故原因別の周辺状況の種別ごとの事故の発生確率、などを例示できる。例えば、事故原因によりアーク抵抗の値が異なると考えられるため、事故原因に応じたアーク抵抗の確率分布を考慮することで事故点の標定精度を向上させることができる。また、電線1の周辺状況の種別により発生しやすい事故原因があると考えられる。例えば、森林では平地に比べて樹木接触が起こりやすい。このため、「事故原因（推定）」に応じて、周辺状況の種別を考慮した補正を行うことで事故点の標定精度を向上させることができる。周辺状況の種別は、例えば、森林、平地、山間部、海沿い、都市部、農地などのうちの少なくとも1つを含むがこれらに限定されない。

[0021] 図2は、本実施の形態の事故点標定装置6-1の構成例を示す図である。図2に示すように、事故点標定装置6-1は、データ取得部61、標定結果

推論部 6 2、記憶部 6 3、通信部 6 4 および表示データ生成部 6 5 を備える。図 2 では、標定処理実行装置の構成例を示しており、ここでは、事故点標定装置 6 - 1 が標定処理実行装置であるとする。標定処理実行装置は、これに限らず、上述したように事故点標定装置 6 - 2 または事故点標定装置 6 - 3 であってもよい。標定処理実行装置は、計測データを取得するデータ取得処理と、事故点標定処理とを実施する。なお、標定処理実行装置以外の事故点標定装置 6 は、事故点標定処理を行わなくてよく、標定処理実行装置と同一の構成の装置であってもよいし、事故点標定処理を行う機能を備えていないデータ取得装置であってもよい。このデータ取得装置は、例えば、図 2 に示した事故点標定装置 6 - 1 から、標定結果推論部 6 2 および表示データ生成部 6 5 が削除された構成である。また、標定処理実行装置以外の事故点標定装置 6 を標定処理実行装置と同一構成とし、標定処理実行装置となる事故点標定装置 6 を切替え可能としてもよい。以下では、各電気所 2 に設けられる全ての事故点標定装置 6 が同一構成であるとする。

[0022] データ取得部 6 1 は、電力系統における系統事故の発生時に電気所 2 で計測された電流および電圧のうちの少なくとも一方である計測データを取得する。データ取得部 6 1 は、例えば、少なくとも事故の発生時に電気所 2 - 1 で計測された電流および電圧を取得するが、事故の発生時以外の電流および電圧を取得してもよい。具体的には、データ取得部 6 1 は、電気所 2 - 1 に設置される V T 4 - 1 から「電圧（実績）」を取得し、電気所 2 - 1 に設置される C T 3 - 1, 3 - 2 から「電流（実績）」を取得し、「電圧（実績）」および「電流（実績）」を計測データとして記憶部 6 3 に保存する。「電圧（実績）」は、V T 4 - 1 による計測値であり、「電流（実績）」は、C T 3 - 1, 3 - 2 による計測値である。また、データ取得部 6 1 は、他の事故点標定装置 6 である事故点標定装置 6 - 2, 6 - 3 から、当該事故点標定装置 6 が設置される電気所 2 において C T 3 および V T 4 によって計測された「電圧（実績）」および「電流（実績）」を受信する。データ取得部 6 1 は、受信した「電圧（実績）」および「電流（実績）」を、対応する電気所

2ごとに記憶部63に計測データとして保存する。なお、事故点標定装置6-2, 6-3では、通信部64は、記憶部63に記憶されている計測データ（「電圧（実績）」および「電流（実績）」）を、事故点標定装置6-1へ送信する。また、他の事故点標定装置6からの「電圧（実績）」および「電流（実績）」の受信と記憶部63への保存は通信部64によって行われてもよい。この場合、通信部64およびデータ取得部61を広義のデータ取得部をみなすことができる。

[0023] 通信部64は、外部の装置との間で通信を行う。例えば、通信部64は、事故点標定サーバ8から、後述する系統関連情報、事故点を標定するための学習済モデルなどの情報を受信し、受信した情報を記憶部63に保存する。また、通信部64は、記憶部63に記憶されている（保存されている）計測データを、事故点標定サーバ8へ送信する。また、通信部64は、標定結果推論部62から出力される後述する事故点標定結果を中央監視システム7へ送信する。また、通信部64は、事故原因推定装置5から事故原因推定結果を受信し、受信した事故原因推定結果を記憶部63に保存する。

[0024] 記憶部63は、系統関連情報、計測データ、事故原因推定結果、学習済モデルおよび算出データを記憶する。系統関連情報は、電力系統（以下、系統とも呼ぶ）の構成、状態、特性などを示す情報であり、例えば、系統の構成を示す「系統のトポロジー」、系統のインピーダンスを示す「インピーダンス情報」、「系統の周辺状況情報」および「統計モデル」を含む。なお、事故点標定装置6-2, 6-3における記憶部63には、系統関連情報、学習済モデル、事故原因推定結果および算出データが格納されなくてよい。

[0025] 「インピーダンス情報」は、例えば、 Ω/km で示される単位長さあたりのインピーダンスを示す情報である。この場合、「系統のトポロジー」には、系統における各点の電気所2からの距離を示す距離情報が含まれる。または、「インピーダンス情報」は系統における各点のインピーダンス自体を示す情報であってもよい。「系統の周辺状況情報」は、後述する各区間（電力系統における各位置）の周辺状況の種別と、事故原因別の周辺状況の種別ご

との補正係数とを含む。事故原因別の周辺状況の種別ごとの補正係数は、事故原因別の周辺状況の種別ごとの事故の発生確率を示す情報であり、補正情報の一例である。「統計モデル」は、事故要因別のアーク抵抗の確率分布であり、補正情報の一例である。「統計モデル」の詳細については後述する。

[0026] 計測データは、上述したように、データ取得部 61 によって電気所 2-1 内で取得された「電圧（実績）」および「電流（実績）」と、データ取得部 61 によって他の事故点標定装置 6 から受信された、他の電気所 2 で計測された「電圧（実績）」および「電流（実績）」とを含む。計測データは、計測された電気所 2 と対応付けて記憶部 63 に記憶される。学習済モデルは、上述したように、通信部 64 によって事故点標定サーバ 8 から受信される。事故原因推定結果は、上述したように、通信部 64 によって事故原因推定装置 5 から受信される。なお、事故原因推定結果は、人手により入力されてもよく、この場合、事故点標定装置 6-1 の図示しない入力受付部が入力を受付けてもよいし、事故点標定サーバ 8 などの他の装置が入力を受付け、通信部 64 が当該他の装置から事故原因推定結果を受信してもよい。算出データは、事故点標定装置 6-1 によって算出されるデータであり、例えば、標定結果推論部 62 によって算出される事故点の推論結果である「事故点（計算値）」を含む。

[0027] 標定結果推論部 62 は、学習済モデルに、データ取得部 61 によって系統事故の発生時に取得された電流および電圧を含む特徴量を入力することによって事故点の推論結果を取得し、推論結果を系統事故の事故原因の推定結果と事故原因に応じて定まる事故点の確率を示す補正情報とを用いて補正する。詳細には、標定結果推論部 62 は、事故点の標定により得られる「事故点（計算値）」を、事故点標定結果として通信部 64 へ出力する。詳細には、標定結果推論部 62 は、事故発生時の「電圧（実績）」および「電流（実績）」を用いて「加工データ」を算出する。「加工データ」の詳細については後述するが、「加工データ」は電気所 2 で計測される電流および電圧のうち少なくとも一方を用いた演算により算出される。標定結果推論部 62 は、事

故点標定サーバ8における学習データの生成時に算出される「加工データ」と同様の方法で「加工データ」を算出する。標定結果推論部62は、事故発生時の「電圧（実績）」、「電流（実績）」および「加工データ」を特徴量として、記憶部63に記憶されている学習済モデルに入力することにより学習済モデルからの出力として事故点の推論結果を取得する。なお、特徴量は、これに限定されず、例えば、事故発生時の「電圧（実績）」、「電流（実績）」および「加工データ」のうち少なくとも1つを含めばよい。すなわち、特徴量は、電気所2において計測された電圧および電流のうちの少なくとも一方である計測データの少なくとも一部と、当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データと、のうちの少なくとも一方を含めばよい。例えば、特徴量は、「電流（実績）」と、「電圧（実績）」を加工することで得られる「加工データ」とであってもよい。そして、標定結果推論部62は、学習済モデルからの出力として得られる事故点の推論結果である「事故点（計算値）」を、「統計モデル」と「系統の周辺状況情報」とのうちの少なくとも一方を用いて補正することで「事故点（計算値）」を更新する。なお、事故発生時とは、事故が発生した時点だけに限らず、例えば、事故による異常が発生したと判断された時点である推定事故発生時刻を含む一定期間であるが、これに限定されない。例えば、事故発生後の巡視で、事故点が確認できず、再標定（設定の変更、再計算など）を行うことにより、事故発生後1週間後等のように、時間が経ってから標定を行うこともあり得るが、このような場合も事故点発生時に含まれる。また、特徴量として使用される際の事故発生時の一定期間（データの取得期間）と後述するアーク抵抗値の算出に用いられる事故発生時の計測データの取得期間とは異なってもよい。特徴量として使用されるデータの取得期間は、例えば、事故の発生前から後までの期間であり、数サイクル～数十サイクルとしてもよいし、1分以上の期間であってもよく、特に限定されない。アーク抵抗の算出に用いられる計測データの取得期間は、例えば、事故発生中（事故発生直後から、遮断器開閉による事故除去までの期間）を含む期間であるが、アーク抵抗値を算出で

きる期間であればよく、これに限定されない。

[0028] 例えば、標定結果推論部 6 2 は、「統計モデル」を用いて「事故点（計算値）」を補正し、補正後の値で記憶部 6 3 の「事故点（計算値）」を更新し、さらに、更新された「事故点（計算値）」を「系統の周辺状況情報」を用いて補正し、補正後の値で記憶部 6 3 の「事故点（計算値）」を更新する。ここでは、「統計モデル」を用いた補正と、「系統の周辺状況情報」を用いた補正との両方を行う例を説明するが、これに限らず、「統計モデル」を用いた補正と「系統の周辺状況情報」を用いた補正とのうちの少なくとも一方が行われればよい。

[0029] 表示データ生成部 6 5 は、標定結果推論部 6 2 によって標定された事故点の標定結果を表示画面に表示するための表示データを生成する。具体的には、表示データ生成部 6 5 は、記憶部 6 3 に算出データとして記憶されている「事故点（計算値）」を表示する表示画面を示す表示データを生成し、生成した表示データを表示装置 6 6 に出力する。「事故点（計算値）」を表示する表示画面については後述する。表示装置 6 6 は、受信した表示データに基づいて表示画面を表示する。図 2 では、表示装置 6 6 が、事故点標定装置 6-1 に直接接続される例を示しているが、これに限らず、表示データ生成部 6 5 から表示データが通信部 6 4 へ出力され、通信部 6 4 が表示データを表示装置 6 6 に送信してもよい。また、表示装置 6 6 は、電気所 2-1 内に設けられてもよいし、電気所 2-1 外に設けられてもよい。また、表示装置 6 6 は、事故点標定装置 6-1 内に設けられてもよいし、事故点標定サーバ 8 内に設けられてもよいし、中央監視システム 7 の一部であってもよい。また、図 2 では、表示データ生成部 6 5 が、事故点標定装置 6-1 内に設けられる例を示しているが、中央監視システム 7 内に表示データ生成部 6 5 が設けられてもよいし、事故点標定サーバ 8 内に表示データ生成部 6 5 が設けられてもよい。事故点標定サーバ 8 内に表示データ生成部 6 5 が設けられる場合には、「事故点（計算値）」が事故点標定装置 6-1 から事故点標定サーバ 8 に送信される。

[0030] 図3は、本実施の形態の事故点標定サーバ8の構成例を示す図である。図3に示すように、事故点標定サーバ8は、通信部81、記憶部82、入力受付部83、学習データ生成部84、アーク抵抗演算部85、統計モデル生成部86および学習モデル生成部87を備える。

[0031] 入力受付部83は、オペレータなどからの入力を受付ける。例えば、入力受付部83は、「系統のトポロジー」、「インピーダンス情報」、「系統の周辺状況情報」などの系統関連情報の入力を受付け、入力された系統関連情報を記憶部82に保存する。なお、ここでは、入力受付部83が系統関連情報の入力を受付ける例を記載したが、これに限らず、例えば、通信ネットワーク9上に存在する外部のシステム、例えば、EMS、SCADA、DAS、デジタルツインシステムなどのデータベースなどと連携し、系統関連情報が自動入力されることにしてもよい。また、入力受付部83は、事故が発生した場合、当該事故に関する「事故点（実績）」、「事故原因（実績）」などの事故関連情報の入力を受付け、入力された事故関連情報を記憶部82に保存する。なお、ここでは、入力受付部83が事故関連情報の入力を受付ける例を記載したが、これに限らず、例えば、通信ネットワーク9上に存在する外部のシステム、例えば、EMS、SCADA、DAS、デジタルツインシステム、事故情報を管理する事故管理システム、流通設備の保全システムなどのデータベースなどと連携し、事故関連情報が自動入力されることにしてもよい。「事故点（実績）」および「事故原因（実績）」のそれぞれは、事故の発生後に、巡視で実際に確認された事故点および事故原因である。なお、事故原因は、例えば、樹木接触、鳥獣接触、金属接触、営巣材、雷撃、雪、結氷、風雨などのうちの少なくとも1つを含むが、事故原因の区分はこれらに限定されず、どのように定められてもよい。

[0032] 通信部81は、外部の装置との間で通信を行う。例えば、通信部81は、記憶部82に記憶されている系統関連情報のうちの「系統のトポロジー」、「インピーダンス情報」および「系統の周辺状況情報」を、事故点標定装置6-1へ送信する。また、通信部81は、記憶部82に記憶されている算出

データのうちの「統計モデル」を、事故点標定装置 6-1 へ送信する。また、通信部 8-1 は、学習モデル生成部 8-7 によって生成され、記憶部 8-2 に記憶されている学習済モデルを、事故点標定装置 6-1 へ送信する。また、通信部 8-1 は、事故点標定装置 6-1 から、計測データ（事故発生時の「電圧（実績）」および「電流（実績）」）を受信し、受信した計測データを記憶部 8-2 に保存する。通信部 8-1 が受信する計測データは、事故点標定装置 6-1 に対応する電気所 2-1 において計測された計測データであってもよいし、事故点標定装置 6-1 ~ 6-3 に対応する電気所 2-1 ~ 2-3 において計測された計測データ、すなわち複数の電気所 2 で計測された計測データであってもよい。

[0033] 記憶部 8-2 は、系統関連情報、計測データ、事故関連情報、学習済モデル、算出データを記憶する。記憶部 8-2 に格納される系統関連情報は、入力受付部 8-3 が入力を受付けた「系統のトポロジー」、「インピーダンス情報」および「系統の周辺状況情報」と、学習データ生成部 8-4 によって生成される後述する「瞬時値解析モデル」とを含む。計測データは、通信部 8-1 によって事故点標定装置 6-1 から受信された事故発生時の「電圧（実績）」および「電流（実績）」を含む。事故関連情報は、入力受付部 8-3 が入力を受付けた「事故点（実績）」および「事故原因（実績）」と、アーク抵抗演算部 8-5 によって算出される後述する「アーク抵抗（計算値）」とを含む。なお、「電圧（実績）」および「電流（実績）」と、「事故点（実績）」および「事故原因（実績）」とは、事故ごとに対応付けられて記憶される。例えば、これらの情報に、事故の発生時刻、または事故の識別情報が付与されることで、同一事故の情報が対応付けられてもよいし、事故ごとに、計測データおよび事故関連情報がセットで記憶されてもよいし、これら以外の方法で対応付けられてもよい。学習済モデルは、後述するように学習モデル生成部 8-7 によって生成される。算出データは、後述する系統シミュレーションによって算出される「電流（計算値）」、「電圧（計算値）」と、統計モデル生成部 8-6 によって生成される後述する「統計モデル」とを含む。

[0034] アーク抵抗演算部 85 は、電力系統において既に発生した複数の系統事故に関して、事故ごとに、事故の発生時に電気所 2-1 で計測された電流および電圧である計測データの実績値（「電流（実績）」および「電圧（実績）」）と、特定済みの系統事故の事故点の実績値（「事故点（実績）」）と、系統関連情報とを用いて、系統事故に対応するアーク抵抗値を算出する。具体的には、アーク抵抗演算部 85 は、記憶部 82 に記憶されている、過去複数の事故に対応する事故ごとの「電流（実績）」、「電圧（実績）」および「事故点（実績）」と、「系統のトポロジー」および「インピーダンス情報」とを用いて、アーク抵抗の値であるアーク抵抗値を算出し、算出したアーク抵抗値を「アーク抵抗（計算値）」として記憶部 82 に事故関連情報として保存する。

[0035] 例えば、短絡事故の場合には、アーク抵抗演算部 85 は、事故ごとに、事故発生時の「電流（実績）」および「電圧（実績）」を用いてインピーダンスを算出する。算出されたインピーダンスを第 1 のインピーダンスとすると、第 1 のインピーダンスは、事故点までの本来のインピーダンスにアーク抵抗（事故によるアーク抵抗）が加わったものである。アーク抵抗演算部 85 は、「事故点（実績）」、「系統のトポロジー」および「インピーダンス情報」を用いて第 2 のインピーダンスを算出する。第 2 のインピーダンスは、本来のインピーダンス、すなわち電気所 2-1 から事故点までのインピーダンスであり、アーク抵抗演算部 85 は、第 1 のインピーダンスから第 2 のインピーダンスを減じることでアーク抵抗値を算出する。または、アーク抵抗演算部 85 は、「系統のトポロジー」、「インピーダンス情報」、「事故点（実績）」を用いて、「事故点（実績）」におけるアーク抵抗値を順次変化させることで電気所 2-1 における電流および電圧を計算し、計算した電流および電圧が「電流（実績）」および「電圧（実績）」に最も近くなるアーク抵抗値を探索することで、アーク抵抗値を求めてもよい。地絡事故の場合にも、アーク抵抗演算部 85 は、同様の計算を行うことでアーク抵抗値を算出する。なお、アーク抵抗値の算出方法は、一般的な方法を用いることがで

き、上記の例に限定されず、どのような方法であってもよい。また、変圧器の中性点に入っている接地抵抗などを考慮してもよい。

[0036] また、ここでは、アーク抵抗演算部 85 がアーク抵抗を算出する（アーク抵抗値を算出する）例を説明するが、外部の装置または人手によって各事故のアーク抵抗が計算されて事故点標定サーバ 8 に入力されることで、各事故に対応する「アーク抵抗（計算値）」が記憶部 82 に事故関連情報として保存されてもよい。

[0037] 統計モデル生成部 86 は、複数の事故に関する、アーク抵抗値と当該アーク抵抗値に対応する事故原因の実績値（「事故原因（実績）」）とを用いて、「統計モデル」を生成する。なお、これに限らず、統計モデル生成部 86 は、「事故原因（推定）」を利用して「統計モデル」を生成してもよいし、「事故原因（実績）」および「事故原因（推定）」を混在させて利用して「統計モデル」を生成してもよい。具体的には、統計モデル生成部 86 は、記憶部 82 に記憶されている「事故原因（実績）」および「アーク抵抗（計算値）」を用いて、アーク抵抗の確率分布を示す「統計モデル」を事故原因別に生成し、記憶部 82 に算出データとして保存する。統計モデル生成部 86 の処理の詳細については後述する。

[0038] なお、アーク抵抗演算部 85 および統計モデル生成部 86 は、1つの電気所すなわち電気所 2-1 の計測データを用いてアーク抵抗値および統計モデルを算出してもよいし、複数の電気所 2 の計測データを用いてアーク抵抗値および統計モデルを算出してもよい。複数の電気所 2 の計測データを用いてアーク抵抗値を算出する場合、例えば、アーク抵抗演算部 85 が、電源端の電気所 2 である電気所 2-1 の計測データを用いてアーク抵抗値を算出する場合と同様の方法で、他の電気所 2 の計測データを用いてアーク抵抗値を算出しておく。そして、統計モデル生成部 86 が、統計モデル生成時に、事故ごとに、複数の電気所 2 に対応するアーク抵抗値の統計値（平均値、中央値、最頻値など）を算出し、算出した統計値を利用して統計モデルを生成してもよい。または、統計モデル生成部 86 が、算出した全てのアーク抵抗値を

利用して（実際には同一事故に対応する複数の電気所 2 の計測データを用いて算出されたアーク抵抗値を仮想的に異なる事故とみなして）、統計モデルを生成してもよい。または、アーク抵抗演算部 85 が、アーク抵抗値を算出するために利用する複数の計算式を連立方程式の形として、最小二乗法を利用して解を求めてもよい。複数の電気所 2 の計測データを用いてアーク抵抗値および統計モデルを算出する方法は、上述した例に限定されず、どのような方法であってもよい。

[0039] 学習データ生成部 84 は、電力系統における系統事故の事故点および事故様相を含む条件を複数設定し、複数の条件下で系統シミュレーションを行うことにより電気所 2-1 ~ 2-3 でそれぞれ計測される電流および電圧の計算値（「電流（計算値）」および「電圧（計算値）」）を算出し、算出した計算値と設定した事故点とを含む学習データを生成する。

[0040] 例えば、学習データ生成部 84 は、記憶部 82 に記憶されている「系統のトポロジー」および「インピーダンス情報」を用いて、系統シミュレーションの一例である瞬時値解析を行うための電力系統のモデルである「瞬時値解析モデル」を生成し、記憶部 82 に系統関連情報として保存する。学習データ生成部 84 は、様々な条件下で、すなわち、事故点、事故様相および事故原因のうち少なくとも 1 つが異なる複数の条件下で、記憶部 82 に記憶されている「瞬時値解析モデル」を用いて瞬時値解析を行うことによって、事故発生時に電気所 2-1 で観測される「電流（計算値）」および「電圧（計算値）」を算出する。なお、事故発生時の「電流（計算値）」および「電圧（計算値）」とは、事故が発生した時点だけに限らず、事故発生時刻を含む一定期間の「電流（計算値）」および「電圧（計算値）」である。瞬時値解析は、例えば、EMTP (Electro-Magnetic Transient Program)、XTPAP (eXpandable Transient Analysis Program)、PSCAD（登録商標）などを用いることができるが、これらに限定されない。なお、ここでは、系統シミュレーションとして瞬時値解析を行う例を説明するが、系統シミュレーションは、潮流計算、詳細安定度計算などであってもよく、瞬時値解

析に限定されない。

[0041] また、学習データ生成部 84 は、算出した「電流（計算値）」および「電圧（計算値）」を用いて「加工データ」を算出し、「電流（計算値）」、「電圧（計算値）」および「加工データ」を条件として設定した事故点とセットで「学習データ」とし、「学習データ」を算出データとして記憶部 82 に保存する。なお、「加工データ」は、電気所 2-1 に対応する「電流（計算値）」および「電圧（計算値）」に関して算出されてもよいし、電気所 2-1 ~ 2-3 に対応する「電流（計算値）」および「電圧（計算値）」に関して算出されてもよい。

[0042] 「加工データ」は、「電流（計算値）」および「電圧（計算値）」の少なくとも一方を用いて算出されるデータであり、例えば、総合ひずみ率、第 3 調波含有率、クレストファクタ、最大値（例えば、事故発生後から事故除去（遮断器の開放）までの実効値の最大値）、一定期間の変化量、周波数成分分析結果、インピーダンス値（「電流（計算値）」および「電圧（計算値）」から算出されるインピーダンス値）、事故前後の電流変化率、事故前後の電圧変化率などのうちの少なくとも 1 つであるが、これらに限定されない。

[0043] 総合ひずみ率は、零相電流波形全体のひずみ成分と基本波成分との比であり、定義式は下記式（1）である。ここで、THD は、総合ひずみ率（単位：％）であり、 I_1 は零相電流の基本波成分（単位：A）であり、 I_n は、零相電流の第 n 調波成分（単位：A）であり、 N は、考慮する高調波次数の最大値である。なお、ここでは、電流の総合ひずみ率の定義を示したが、電圧の総合ひずみ率も同様に定義できる。

[0044] [数1]

$$THD = \frac{1}{I_1} \cdot \sqrt{\sum_{n=2}^N I_n^2} \times 100 \quad \cdots (1)$$

[0045] 第 3 調波含有率は、零相電流に含まれている第 3 調波成分と基本波成分との比であり、定義式は下記式（2）である。ここで、 I_{3HC} は、第 3 調波含有

率（単位：％）であり、 I_1 は、零相電流の基本波成分（単位：A）であり、 I_3 は、零相電流の第3調波成分（単位：A）である。なお、ここでは、電流の第3調波含有率の定義を示したが、電圧の第3調波含有率も同様に定義できる。

[0046] [数2]

$$I_{3HC} = \frac{I_3}{I_1} \times 100 \quad \cdots (2)$$

[0047] クレストファクタは、零相電流の波高値と実効値との比であり、定義式は下記式（3）である。ここで、CFIは、クレストファクタ（単位：無次元）であり、 I_{max} は、零相電流の波高値（単位：A）であり、 I_{rms} は、零相電流の実効値（単位：A）である。また、上述した零相電流の実効値 I_{rms} は、「電流（計算値）」のk番目の瞬時値データを i_k とすると下記式（4）により算出できる。Mは、瞬時値データの個数（サンプリング点数）である。なお、ここでは、電流のクレストファクタの定義を示したが、電圧のクレストファクタも同様に定義できる。

[0048] [数3]

$$CFI = \frac{I_{max}}{I_{rms}} \quad \cdots (3)$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{M} \cdot \sum_{k=1}^M i_k^2} \quad \cdots (4)$$

[0049] 学習モデル生成部87は、学習データを用いて、機械学習により、電気所2-1～2-3で計測される電流および電圧を含む特徴量から事故点を推論するための学習済モデルを生成する。例えば、学習モデル生成部87は、「電流（計算値）」、「電圧（計算値）」および「加工データ」を特徴量とし、「事故点（設定）」を答え（正解）とした「学習データ」を複数セット用いて、教師あり機械学習を行うことにより、学習済モデルを生成し、生成した学習済モデルを記憶部82に保存する。なお、特徴量は、これに限定されず、例えば、「電流（計算値）」、「電圧（計算値）」および「加工データ

」のうち少なくとも1つを含めばよい。なお、「事故点（設定）」は、瞬時値解析における条件として設定された値である。なお、機械学習としては、例えば、機械学習（分類）、すなわち、分類手法の機械学習（分類手法の教師あり機械学習）を用いることができるが、これに限らず、機械学習（回帰）、すなわち、回帰手法の機械学習を用いてもよい。具体的には、例えば、機械学習アルゴリズムとして、ランダムフォレストを用いてもよいし、勾配ブースティング、ニューラルネットワーク、サポートベクトルマシンなどを用いてもよく、これら以外を用いてもよい。

[0050] 学習モデル生成部87によって生成された学習済モデルは、上述したように、事故点標定装置6-1へ送信される。事故点標定装置6-1は、事故が発生した際に、この学習済モデルを用いて、事故点の標定を行う。

[0051] 図4は、本実施の形態の事故点の標定に分類手法の機械学習を用いた場合の標定結果のイメージを示す図である。図5は、本実施の形態の事故点の標定に回帰手法の機械学習を用いた場合の標定結果のイメージを示す図である。図4および図5において、発生箇所200は事故が発生した箇所を示す。図4に示すように、分類手法の機械学習を用いる場合には、事故点標定装置6-1は、電線1を分割した各区間の確率（各区間の事故点の存在確率）を算出することができる。すなわち、分類手法の機械学習を用いて生成される学習済モデルは、事故点の推論結果として、系統における区間ごとの事故点の存在確率を示す情報を出力することが可能な学習済モデルとなる。なお、区間は、どのように定められてもよく、電線1の距離が等距離となるように分割されてもよいし、電力系統における遮断器などの設備を考慮して定められてもよいし、これら以外の方法で分割されてもよい。

[0052] 一方、回帰手法の機械学習を用いた場合、確率は算出できないものの、図5に示すように、事故点の位置をピンポイントで標定することができる。機械学習の手法としてどちらを用いるかは、それぞれの手法のメリットおよびデメリットを考慮して決定されればよいが、以下では、確率が付与できるメリットを重要視する例として、分類手法の機械学習を用いた例を主に説明す

る。分類手法の機械学習を用いると、図4に示すように、各区間の確率が算出されるため、例えば、事故対応のために現地作業において、最も確率の高い区間からどちらに向かって事故点を探索すると効率的であるかの判断が可能になる。

[0053] 図6は、本実施の形態の事故点標定システム10への分類手法の機械学習の適用イメージを示す図である。図6では、破線の矢印は、学習過程（学習フェーズ）におけるデータの流れを示し、実線の矢印は、推論過程（推論フェーズ）におけるデータの流れを示している。本実施の形態では、事故点標定サーバ8によって学習過程の処理が行われ、事故点標定装置6-1によって推論過程の処理が行われる。学習過程の処理では、「学習データ」は上述したように瞬時値解析などの系統シミュレーションによる解析結果を用いて生成される。なお、「学習データ」の生成方法は、これに限定されず、過去の事故に関する情報が十分にあるようであれば、過去の複数の事故に対応する事故ごとの実績値を用いてもよいし、実績値と系統シミュレーションによる解析結果との両方を用いてもよい。推論過程の処理では、事故点標定対象の事故に関する情報、すなわち事故発生時に取得された情報を学習済モデルに入力することで、事故点の推論が行われ、事故点標定結果が得られる。図6では、分類手法の機械学習の適用イメージを示しているため、事故点標定結果として各区間の事故点の存在確率が得られることになる。図6では、機械学習アルゴリズムとして、ランダムフォレストが用いられる例を示しているが、上述したように、機械学習アルゴリズムはこれに限定されない。また、上述したように、本実施の形態では、学習済モデルの出力として得られる事故点標定結果に対して補正が行われる。

[0054] なお、ここでは、事故点標定サーバ8が学習過程の処理を行い、事故点標定装置6-1が推論過程の処理を行う例を説明するが、これに限らず、例えば、事故点標定装置6-1が学習過程の処理と推論過程の処理との両方の処理を行ってもよい。すなわち、事故点標定装置6-1が、事故点標定サーバ8と同様の構成要素を備え、学習装置としての機能も有していてもよい。ま

た、事故点標定サーバ８が、標定結果推論部６２を備え、学習過程の処理と推論過程の処理との両方の処理を行ってもよい。この場合、通信部８１がデータ取得部としての機能を有し、通信部８１が、事故発生時に、電気所２－１～２－３から「電流（実績）」および「電圧（実績）」を受信する。例えば、電気所２－１～２－３に設けられた図示しない通信装置がＣＴ３およびＶＴ４から「電流（実績）」および「電圧（実績）」を取得し、「電流（実績）」および「電圧（実績）」を事故点標定サーバ８へ送信してもよいし、ＣＴ３およびＶＴ４がそれぞれ通信機能を有することでＣＴ３およびＶＴ４が「電流（実績）」および「電圧（実績）」をそれぞれ事故点標定サーバ８へ送信してもよいし、これら以外の方法で「電流（実績）」および「電圧（実績）」が事故点標定サーバ８へ送信されてもよい。

[0055] 次に、本実施の形態の動作について説明する。図７は、本実施の形態の事故点標定システム１０における事故点標定処理の一例を示すシーケンス図である。図７に示すように、事故点標定サーバ８は、系統関連情報の入力を受け付け（ステップＳ１）、系統関連情報を保存する（ステップＳ２）。詳細には、入力受付部８３が、「系統のトポロジー」、「インピーダンス情報」および「系統の周辺状況情報」の入力を受け付け、入力された系統関連情報を記憶部８２に保存する。なお、上述したように、通信ネットワーク９上に存在する外部のシステム、例えば、ＥＭＳ、ＳＣＡＤＡ、ＤＡＳ、デジタルツインシステムなどのデータベースなどと連携し、系統関連情報が自動入力されることにしてもよい。

[0056] 事故点標定サーバ８は、系統関連情報を事故点標定装置６－１へ送信する（ステップＳ３）。詳細には、通信部８１が、記憶部８２に記憶されている「系統のトポロジー」、「インピーダンス情報」および「系統の周辺状況情報」を事故点標定装置６－１へ送信する。事故点標定装置６－１は、系統関連情報を保存する（ステップＳ４）。詳細には、通信部６４が、事故点標定サーバ８から「系統のトポロジー」、「インピーダンス情報」および「系統の周辺状況情報」を受信し、受信した「系統のトポロジー」、「インピーダ

ンス情報」および「システムの周辺状況情報」を系統関連情報として記憶部 63 に保存する。以上のステップ S1～S4 は、系統条件を設定するための事前処理である。なお、これらの処理は系統条件が変更になった場合には、再度実施される。

[0057] 事故点標定サーバ 8 は、事故原因ごとの「統計モデル」を取得する（ステップ S5）。例えば、事故点標定サーバ 8 は、過去の事故時に対応する計測データ（「電流（実績）」および「電圧（実績）」）、「事故点（実績）」と系統関連情報とを用いてアーク抵抗値を算出する。そして、事故点標定サーバ 8 は、算出したアーク抵抗値と「事故原因（実績）」とを用いて、アーク抵抗の確率分布を示す「統計モデル」を事故原因別に生成することで、「統計モデル」を取得する。なお、記憶部 82 には、過去の事故時の計測データおよび事故関連情報が、後述するステップ S16, S17 と同様の処理により記憶部 82 に保存されているとする。なお、ここでは、補正情報として、アーク抵抗の確率分布を示す「統計モデル」を生成する例を説明するが、上述したように、補正情報として、「システムの周辺状況情報」、すなわち事故原因ごとの周辺状況に応じた事故点の存在確率を示す情報が用いられてもよい。ステップ S5 の詳細については後述する。

[0058] 事故点標定サーバ 8 は、系統シミュレーションにより「学習データ」を生成する（ステップ S6）。例えば、事故点標定サーバ 8 は、様々な条件で系統シミュレーションを行うことで、事故発生時に電気所 2-1～2-3 でそれぞれ観測される「電流（計算値）」および「電圧（計算値）」を算出し、「電流（計算値）」および「電圧（計算値）」を用いて「学習データ」を生成する。事故点標定サーバ 8 は、生成した「学習データ」を用いて学習済モデルを生成する（ステップ S7）。事故点標定サーバ 8 は、学習済モデルおよび「統計モデル」を事故点標定装置 6-1 へ送信する（ステップ S8）。事故点標定装置 6-1 は、受信した学習済モデルおよび「統計モデル」を保存する（ステップ S9）。詳細には、通信部 64 が、学習済モデルおよび「統計モデル」を受信し、学習済モデルを記憶部 63 に保存するとともに「統

計モデル」を記憶部63に系統関連情報として保存する。なお、事故点標定サーバ8からの学習済モデルと「統計モデル」との送信タイミングは図7に示した例に限定されず、例えば、学習済モデルと「統計モデル」とが別のタイミングで送信されてもよい。例えば、学習済モデルが更新された場合に学習済モデルが送信され、統計モデルが更新された場合に「統計モデル」が送信されてもよい。ステップS6～S9の詳細については後述する。

[0059] 以上のステップS6～S9は、学習過程の処理であり、学習過程の処理は、例えば、1か月ごとなどのように定期的に行われてもよいし、「システムのトポロジー」などが変更になった場合に行われてもよいし、これら以外のタイミングで行われてもよい。なお、ここでは、「統計モデル」の生成を学習過程の処理とともに行う例を示しているが、「統計モデル」の生成は、後述する補正のための処理であるため、学習過程の処理とは別のタイミングで行われてもよい。また、「統計モデル」の生成は、事故点標定装置6-1によって行われてもよい。この場合、事故点標定装置6-1が、アーク抵抗演算部85および統計モデル生成部86を備えることで、「統計モデル」を生成し、生成した「統計モデル」を記憶部63に系統関連情報として保存する。

[0060] 系統事故が発生すると、推論過程の処理が行われる。具体的には、事故点標定装置6-1が、事故発生時の計測データを取得し（ステップS11）、取得した計測データを含む特徴量を学習済モデルに入力することで事故点の推論結果を得る（ステップS12）。また、事故点標定装置6-1は、ステップS11で事故原因の推定結果も取得してもよいし、ステップS11とは別に事故原因の推定結果を取得してもよい。事故原因の推定結果は、補正処理の前までに取得されればよい。なお、ステップS11で取得される計測データは、電気所2-1における計測データと、事故点標定装置6-2，6-3から受信した電気所2-2，2-3における計測データとを含む。事故点標定装置6-1は、事故点の推論結果に対して補正処理を行い（ステップS13）、補正後の事故点の推論結果を事故点標定結果として中央監視システム7へ送信する（ステップS14）。補正処理は、上述したように、例えば

、「統計モデル」を用いた補正と、「システムの周辺状況情報」を用いた処理とを含む。以上のステップS 1 1～S 1 4は、推論過程の処理である。ステップS 1 1～S 1 4の詳細は後述する。

[0061] また、事故点標定装置6-1は、計測データ（事故発生時の計測データ）を事故点標定サーバ8へ送信する（ステップS 1 5）。事故点標定サーバ8は、事故関連情報の入力を受け付け（ステップS 1 6）、計測データと事故関連情報とを対応付けて保存する（ステップS 1 7）。なお、上述したように、通信ネットワーク9上に存在する外部のシステム、例えば、EMS、SCADA、DAS、デジタルツインシステム、事故情報を管理する事故管理システム、流通設備の保全システムなどのデータベースなどと連携し、事故関連情報が自動入力されることにしてもよい。ステップS 1 5～S 1 7は、事故点標定サーバ8が「統計モデル」の生成に用いる過去の事故発生時の計測データおよび事故関連情報を記憶部82に蓄積させるための処理である。図7では、事故の発生の後に、ステップS 1 5～S 1 7が行われているが、ステップS 1 5～S 1 7は事故ごとに行われなくてもよい。学習過程の処理は、高頻度で行われる必要がないため、過去の事故に関する「電流（実績）」および「電圧（実績）」などは高頻度で取得される必要はなく、例えば、ある程度の期間の「電流（実績）」および「電圧（実績）」が一括して事故点標定装置6-1から事故点標定サーバ8へ送信されて、記憶部82に保存されてもよい。

[0062] また、事故点標定装置6-1は、表示処理を行う（ステップS 1 8）。具体的には、例えば、表示データ生成部65が、事故点標定結果、すなわち「事故点（計算値）」を表示する表示画面を示す表示データを生成し、生成した表示データを表示装置66に出力する。なお、ステップS 1 8は実施されなくてもよい。また、上述したように、表示データの生成は、事故点標定サーバ8によって行われてもよい。

[0063] 次に、「統計モデル」の取得処理、すなわち図7に示したステップS 5の詳細について説明する。図8は、本実施の形態の「統計モデル」の取得処理

の一例を示すフローチャートである。事故点標定サーバ8は、事故発生時の「計測データ（実績）」、「事故点（実績）」、「系統のトポロジー」および「インピーダンス情報」を用いて、「アーク抵抗（計算値）」を算出し、保存する（ステップS21）。詳細には、アーク抵抗演算部85が、記憶部82に記憶されている、過去の複数の事故に対応する事故ごとの「電流（実績）」、「電圧（実績）」および「事故点（実績）」と、「系統のトポロジー」および「インピーダンス情報」とを用いて、アーク抵抗値を算出し、算出したアーク抵抗値を「アーク抵抗（計算値）」として記憶部82に事故関連情報として保存する。

[0064] 次に、事故点標定サーバ8は、「事故原因（実績）」および「アーク抵抗（計算値）」から、「統計モデル」を生成し、保存する（ステップS22）。詳細には、統計モデル生成部86が、記憶部82に記憶されている「事故原因（実績）」および「アーク抵抗（計算値）」を用いて、アーク抵抗の確率分布を示す「統計モデル」を事故原因別に生成し、記憶部82に算出データとして保存する。上述したように、統計モデル生成部86は、「事故原因（推定）」を利用して「統計モデル」を生成してもよいし、「事故原因（実績）」および「事故原因（推定）」を混在させて利用して「統計モデル」を生成してもよい。「統計モデル」としては、具体的には、例えば、ヒストグラム、または、当該ヒストグラムからパラメトリック手法、あるいは、ノンパラメトリック手法を利用して求められた確率密度関数、確率分布関数、累積分布関数などが挙げられる。パラメトリック手法としては、最小二乗法を例示でき、ノンパラメトリック手法としてはカーネル密度推定手法を例示できるが、「統計モデル」の生成に用いられる手法は、どのような手法でもよく、これらに限定されない。

[0065] 次に、「学習データ」の生成処理および学習済モデルの生成処理、すなわち図7に示したステップS6～S9の詳細について説明する。図9は、本実施の形態の「学習データ」の生成処理および学習済モデルの生成処理の一例を示すフローチャートである。事故点標定サーバ8は、「系統のトポロジー

」および「インピーダンス情報」を用いて、電力系統の「瞬時値解析モデル」を生成し、保存する（ステップS 3 1）。詳細には、学習データ生成部 8 4 が、記憶部 8 2 に記憶されている「系統のトポロジー」および「インピーダンス情報」を用いて、系統シミュレーションの一例である瞬時値解析を行うための電力系統の「瞬時値解析モデル」を生成し、記憶部 8 2 に系統関連情報として保存する。系統シミュレーションは上述したように、瞬時値解析に限定されない。

[0066] 事故点標定サーバ 8 は、様々な条件（事故点および事故様相）を設定する（ステップS 3 2）。詳細には、学習データ生成部 8 4 が、瞬時値解析の条件として設定する事故点および事故様相を、条件ごとに、事故点および事故様相のうち少なくとも 1 つが異なるように、複数の条件分設定する。

[0067] 事故点標定サーバ 8 は、「瞬時値解析モデル」を用いて瞬時値解析を行い、様々な条件下における電流および電圧を算出する（ステップS 3 3）。詳細には、学習データ生成部 8 4 が、様々な条件下で、記憶部 8 2 に記憶されている「瞬時値解析モデル」を用いて瞬時値解析を行うことによって、事故発生時に電気所 2 - 1 ~ 2 - 3 で観測される電流および電圧を条件ごとに算出する。

[0068] 事故点標定サーバ 8 は、「電流（計算値）」および「電圧（計算値）」（算出した電流および電圧）を用いて、「加工データ」を算出し、瞬時値解析の条件（事故点）と「電流（計算値）」、「電圧（計算値）」および「加工データ」とを対応付けて「学習データ」として保存する（ステップS 3 4）。詳細には、学習データ生成部 8 4 は、算出した「電流（計算値）」および「電圧（計算値）」を用いて「加工データ」を算出し、「電流（計算値）」、「電圧（計算値）」および「加工データ」を条件（事故点）とセットで「学習データ」とし、「学習データ」を算出データとして記憶部 8 2 に保存する。

[0069] なお、上記の説明では学習データ生成部 8 4 が系統シミュレーションにより「学習データ」を生成する例を説明しているが、これに限定されず、過去

の事故に関する情報が十分にあるようであれば、過去の複数の事故に対応する事故ごとの「電流（実績）」および「電圧（実績）」を用いて、「加工データ」を算出し、過去の複数の事故時の状況（事故点（実績））と「電流（実績）」、「電圧（実績）」および「加工データ」とを対応付けて「学習データ」として、記憶部 82 に保存してもよい。また、学習データ生成部 84 は、系統シミュレーションによる計算値を用いた「学習データ」と実績値を用いた「学習データ」との両方を生成し、これらを混在させて記憶部 82 に保存してもよい。

[0070] 事故点標定サーバ 8 は、「電流（計算値）」、「電圧（計算値）」および「加工データ」を特徴量とし、対応する「事故点（設定）」を答えとした「学習データ」を用いて、機械学習を行い、学習済モデルを生成し、保存する（ステップ S 35）。なお、特徴量は、これに限定されず、例えば、事故発生時の「電圧（計算値）」、「電流（計算値）」および「加工データ」のうち少なくとも 1 つを含めばよい。すなわち、特徴量は、「電圧（計算値）」だけであってもよく、「電流（計算値）」だけであってもよく、「加工データ」だけであってもよく、「電圧（計算値）」、「電流（計算値）」および「加工データ」のうち 2 つであってもよい。詳細には、学習モデル生成部 87 が、記憶部 82 に記憶されている「電流（計算値）」、「電圧（計算値）」および「加工データ」を特徴量とし、「事故点（設定）」を答え（正解）とした「学習データ」を複数セット用いて、教師ありタイプの機械学習を行うことにより、学習済モデルを生成し、生成した学習済モデルを記憶部 82 に保存する。

[0071] 事故点標定サーバ 8 は、学習済モデルを事故点標定装置 6-1 に送信する（ステップ S 36）。詳細には、通信部 81 が、記憶部 82 に記憶されている学習済モデルを事故点標定装置 6-1 へ送信する。これにより、事故点標定装置 6-1 は、学習済モデルを受信すると、学習済モデルを記憶部 63 に保存する。

[0072] 次に、推論過程の処理、すなわち図 7 に示したステップ S 11～S 14 の

詳細について説明する。図10は、本実施の形態の推論過程の処理の一例を示すフローチャートである。事故点標定装置6-1は、電気所2-1~2-3のCT3およびVT4から、「電流（実績）」および「電圧（実績）」をそれぞれ取得し、保存する（ステップS41）。詳細には、データ取得部61が、事故発生時のCT3-1, 3-2およびVT4-1による計測値を、CT3-1, 3-2およびVT4-1から取得し、記憶部63に計測データとして保存するとともに、事故点標定装置6-2, 6-3からそれぞれ「電流（実績）」および「電圧（実績）」を受信し、記憶部63に計測データとして保存する。

[0073] 事故点標定装置6-1は、事故原因推定装置5から、「事故原因（推定）」を取得し、保存する（ステップS42）。詳細には、通信部64が、事故原因推定装置5から、事故原因推定結果（「事故原因（推定）」）を受信し、受信した事故原因推定結果を記憶部63に保存する。なお、上述したように、事故原因推定結果は、事故原因推定装置5から受信する例に限定されず、事故点標定装置6-1に入力されてもよいし、事故点標定装置6-1以外の装置に入力され、当該装置から事故点標定装置6-1に送信されてもよい。

[0074] 事故点標定装置6-1は、「加工データ」を生成し、学習済モデルに、「電流（実績）」、「電圧（実績）」および「加工データ」を入力し、学習済モデルから出力される「事故点（計算値）」を、保存する（ステップS43）。詳細には、標定結果推論部62が、記憶部63に計測データとして記憶されている事故発生時の「電圧（実績）」および「電流（実績）」を用いて「加工データ」を生成する。そして、標定結果推論部62は、記憶部63に記憶されている学習済モデルに、「電流（実績）」、「電圧（実績）」および「加工データ」を特徴量として入力することにより得られる学習済モデルの出力である「事故点（計算値）」を、算出データとして記憶部63に保存する。

[0075] 事故点標定装置6-1は、「統計モデル」を用いて距離の確率分布を算出

し、保存する（ステップS 4 4）。詳細には、標定結果推論部 6 2 が、「統計モデル」および「事故原因（推定）」を用いて、「事故原因（推定）」に対応するアーク抵抗の確率分布を求め、「システムのトポロジー」および「インピーダンス情報」を用いて、アーク抵抗の確率分布を距離の確率分布に変換し、変換した距離の確率分布を記憶部 6 3 に算出データとして保存する。

[0076] 事故点標定装置 6 - 1 は、「事故点（計算値）」および距離の確率分布を用いて、「事故点（計算値）」を補正することで「事故点（計算値）」を更新し、保存する（ステップS 4 5）。詳細には、標定結果推論部 6 2 が、記憶部 6 3 に記憶されている「事故点（計算値）」を、記憶部 6 3 に記憶されている距離の確率分布を用いてシフトさせる。例えば、距離の確率分布が、m 点の離散的な距離ごとの確率として表される場合、標定結果推論部 6 2 は、「事故点（計算値）」に各点の距離に対応する確率を乗じて、各点の距離分だけシフトさせる処理を行い、m 点分の処理結果を足し合わせることで、距離の確率分布を用いて「事故点（計算値）」をシフトさせる。

[0077] 次に、事故点標定装置 6 - 1 は、「事故原因（推定）」および「システムの周辺状況情報」を用いて、「事故点（計算値）」を補正することで「事故点（計算値）」を更新し、保存する（ステップS 4 6）。詳細には、標定結果推論部 6 2 が、記憶部 6 3 に記憶されている「事故原因（推定）」および「システムの周辺状況情報」を用いて「事故点（計算値）」を補正し、記憶部 6 3 に記憶されている「事故点（計算値）」を補正後の「事故点（計算値）」に更新することで、補正後の「事故点（計算値）」を記憶部 6 3 に保存する。

[0078] 「システムの周辺状況情報」は、例えば、各区間の周辺状況の種別と、事故原因別の周辺状況の種別ごとの補正係数とを含む。図 1 1 は、本実施の形態の「システムの周辺状況情報」を用いた補正処理の概要を示す図である。図 1 1 に示した例では、区間 # 0 1 ~ # 1 4 のうち、区間 # 0 1 ~ # 0 3, # 0 9 ~ # 1 4 の周辺状況が平地に該当し、区間 # 0 4 ~ # 0 8 の周辺状況が森林に該当する。図 1 1 に示した例では、「事故原因（推定）」が樹木接触であったとし、樹木接触に対応する補正係数が、平地の場合は 1 であり、森林の場

合は3であったとする。図11では、機械学習として分類手法の機械学習が用いられる例を示しており、「事故点（計算値）」は各区間の事故点の存在確率となる。

[0079] 図11の左側の図に示すように、ステップS43の処理により得られた「事故点（計算値）」は、区間#04が2.5%であり、区間#05が7.5%であり、区間#06が35%であり、区間#07が5%であり、区間#10が2.5%であり、区間#11が7.5%であり、区間#12が35%であり、区間#13が5%であったとする。なお、分岐のある電力系統（送電線、配電線）を対象として、インピーダンス情報のみで標定を行うと、電気計算上では分岐した複数の領域が等価になるため、このように、事故点の標定結果が2つの領域となる可能性がある。

[0080] 標定結果推論部62は、各区間の確率に、事故原因毎に異なる各区間の周辺状況の種別に対応する補正係数を乗じる。図11では事故原因が樹木接触であると推定された例を示しており、例えば、区間#04は森林であるため、標定結果推論部62は、補正係数3を「事故点（計算値）」として得られる数値である2.5に乘じることで7.5という計算結果を得る。また、区間#10は平地であるため、標定結果推論部62は、補正係数1を「事故点（計算値）」として得られる数値である2.5に乘じることで、2.5という計算結果を得る。このように、標定結果推論部62は、各区間に関して、同様の計算を行って計算結果が得られたのち、計算結果の合計値（図11に示した例では200）を用いて、合計が100となるように規格化を行う。規格化を行うことで、すべての地点における事故点の存在する確率の合計値を100%とすることができる。なお、この規格化は、必須ではなく、標定結果を見やすくするために実施する処理であるため、実施されなくてもよく、各区間の確率に補正係数を乗じた値を補正後の「事故点（計算値）」としてもよい。なお、図11に示した区間の数、周辺状況の種別、補正係数の値などは一例であり、区間の数、周辺状況の種別、補正係数の値などは図11に示した例に限定されない。例えば、補正係数の値（例えば、樹木接触の場

合、森林の補正係数を3、平地の補正係数を1にする）は、系統毎に決めてもよいし、さらに、区間毎に重みをつけて決めてもよい。また、逆に、どの系統でも、事故種別ごとに、同じ補正係数に統一してもよい。このように、周辺状況の種別に応じた補正が行われることで、補正を行わない場合に比べて事故点の標定精度を向上させることができる。

[0081] なお、上述した例では、「系統の周辺状況情報」が事故点標定サーバ8に入力されたが、これに限らず、事故点標定サーバ8が、「系統の周辺状況情報」が過去の事故に関する「事故点（実績）」および「事故原因（実績）」と各区間の周辺状況の種別とを用いて、「系統の周辺状況情報」を算出してもよい。また、上述した例では、機械学習を用いて「系統の周辺状況情報」を算出する例を示しているが、これに限らず、人が経験等を基に設定してもよい。

[0082] 図10の説明に戻る。ステップS46の後、事故点標定装置6-1は、「事故点（計算値）」を事故点標定結果として中央監視システム7に送信する（ステップS47）。詳細には、通信部64が、記憶部63に記憶されている「事故点（計算値）」を事故点標定結果として中央監視システム7に送信する。

[0083] また、回帰手法の機械学習を用いる場合には、「事故点（計算値）」として、電気所2-1から $X \text{ km}$ （ X は実数）といったように事故点をピンポイントで示す情報が得られる。この場合も、事故点標定装置6-1は、「統計モデル」および「系統の周辺状況情報」を用いた補正を行うことができる。例えば、「統計モデル」を用いた補正を行う場合には、標定結果推論部62は、分類手法の機械学習を用いる場合と同様に、「統計モデル」を距離の確率分布に変換し、距離の確率分布分、「事故点（計算値）」をシフトさせる。また、「系統の周辺状況情報」を用いた補正を行う場合には、例えば、分類手法の機械学習を用いる場合と同様に、区間に分割して、各区間の周辺状況の種別を「系統の周辺状況情報」に含めておいてもよいし、A線1Lの $Y_1 \text{ km} \sim Y_2 \text{ km}$ （ Y_1 , Y_2 は実数）は、森林といったように、各電線1

における範囲ごとに周辺状況の種別を示す情報を「システムの周辺状況情報」に含めておいてもよい。A線1Lは、電線1の識別情報の一例である。

[0084] 次に、図7のステップS18の表示処理によって生成される表示データに対応する表示画面の例、すなわち表示装置66に表示される表示画面の例について説明する。分類手法の機械学習が用いられる場合、表示画面には、例えば、区間ごとの事故点の存在確率が表示される。図12は、本実施の形態の表示画面の第1の例を示す図である。図12に示した表示画面では、「事故点（計算値）」が区間ごとの事故点の存在確率を示すリスト形式で示されている。表示データ生成部65は、図12に示すような、リスト形式で区間ごとの事故点の存在確率を示す表示画面、を表示するための表示データを生成してもよい。

[0085] 図13は、本実施の形態の表示画面の第2の例を示す図である。図13に示した表示画面では、「事故点（計算値）」が、系統図上に示されている。具体的には、図13に示した例では、系統図上の「事故点（計算値）」の各区間に対応する位置（例えば各区間の代表点の位置）に、各区間に対応する確率が示されている。代表点は、各区間の中央であってもよいし、各区間の開始点（電気所2-1側の端部）であってもよいし、各区間の終点（電気所2-1とは逆側の端部）であってもよいし、これら以外であってもよい。表示データ生成部65は、図13に示すような、「事故点（計算値）」を系統図上で示す表示画面、を表示するための表示データを生成してもよい。

[0086] 図14は、本実施の形態の表示画面の第3の例を示す図である。図14に示した表示画面では、図13に示した例と同様に、「事故点（計算値）」が、系統図上に示されているが、「事故点（計算値）」に対応する数値に応じて電力系統における対応する点に表示される図形を変えている。図14に示した例では、例えば、10%以下、10%を超え20%以下、20%を超え30%以下、…といったように、確率をレベル分けし、高い確率に対応するレベルほど図形が大きくなるように、各数値に対応する図形が表示される。すなわち、レベルごとに異なる態様で図形が表示される。なお、レベル分け

の定義および各レベルに対応する図形はこの例に限定されない。例えば、レベルごとに異なる色の図形が表示されてもよい。また、「事故点（計算値）」に対応する数値自体が、高い確率に対応するレベルほど図形が大きくなるように表示されてもよいし、レベルごとに異なる色で示されてもよい。

[0087] 図15は、本実施の形態の表示画面の第4の例を示す図である。図15に示した表示画面では、「事故点（計算値）」が、地図上に示されている。具体的には、図15に示した例では、地図上の「事故点（計算値）」の各区間の代表点に対応する地理的位置に、各区間に対応する確率が示されている。代表点は、第2の例と同様に、各区間の中央であってもよいし、各区間の開始点であってもよいし、各区間の終点であってもよいし、これら以外であってもよい。表示データ生成部65は、例えば、「システムのトポロジー」に各電線1の地理的配置を示す情報（地図情報）を含めておき、各電線1の地理的配置を示す情報を用いて、系統図における代表点の地理的位置を算出し、図15に示すような、「事故点（計算値）」を地図上で示す表示画面、を表示するための表示データを生成してもよい。なお、「事故点（計算値）」が、地図上に示される場合も、図14に示した例と同様に、確率がレベル分けされ、レベルごとに図形または色が異なる態様で表示されてもよい。

[0088] 以上述べた表示画面は例示であり、表示画面は、上述した例に限定されない。また、各表示要素の具体的な表示位置および内容は、図12～図15に示した例に限定されない。また、表示データ生成部65は、第1の例、第2の例、第3の例および第4の例のうちの2つ以上の表示画面（個別表示画面）を生成し、生成した2つ以上の個別表示画面が同時に表示されるように表示データを生成してもよい。また、生成した2つ以上の個別表示画面が切替えにより順次表示されるようにしてもよい。

[0089] 次に、事故点標定装置6-1および事故点標定サーバ8のハードウェア構成について説明する。本実施の形態の事故点標定装置6-1は、コンピュータシステム上で、事故点標定装置6-1における処理が記述されたプログラム（コンピュータプログラム）が実行されることにより、コンピュータシス

テムが事故点標定装置 6-1 として機能する。同様に、本実施の形態の事故点標定サーバ 8 は、コンピュータシステム上で、事故点標定サーバ 8 における処理が記述されたプログラムが実行されることにより、コンピュータシステムが事故点標定サーバ 8 として機能する。図 16 は、本実施の形態の事故点標定装置 6-1 および事故点標定サーバ 8 を実現するコンピュータシステムの構成例を示す図である。図 16 に示すように、このコンピュータシステムは、制御部 101 と入力部 102 と記憶部 103 と表示部 104 と通信部 105 と出力部 106 とを備え、これらはシステムバス 107 を介して接続されている。

[0090] 図 16 において、制御部 101 は、例えば、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサであり、本実施の形態の事故点標定装置 6-1 または事故点標定サーバ 8 における処理が記述されたプログラムを実行する。入力部 102 は、例えばキーボード、マウスなどで構成され、コンピュータシステムの利用者が、各種情報の入力を行うために使用する。記憶部 103 は、RAM (Random Access Memory), ROM (Read Only Memory) などの各種メモリおよびハードディスクなどのストレージデバイスを含み、上記制御部 101 が実行すべきプログラム、処理の過程で得られた必要なデータ、などを記憶する。また、記憶部 103 は、プログラムの一時的な記憶領域としても使用される。表示部 104 は、ディスプレイ、LCD (液晶表示パネル) などで構成され、コンピュータシステムの利用者に対して各種画面を表示する。通信部 105 は、通信処理を実施する受信機および送信機である。出力部 106 は、プリンタなどである。なお、図 16 は、一例であり、コンピュータシステムの構成は図 16 の例に限定されない。例えば、事故点標定装置 6-1 を実現するコンピュータシステムは、表示部 104 および出力部 106 を備えていなくてもよい。

[0091] ここで、本実施の形態のプログラムが実行可能な状態になるまでのコンピュータシステムの動作例について説明する。上述した構成をとるコンピュータシステムには、例えば、図示しないCD (Compact Disc) -ROMドライ

ブまたはDVD (Digital Versatile Disc) –ROMドライブにセットされたCD-ROMまたはDVD-ROMから、プログラムが記憶部103の一部である補助記憶装置にインストールされる。そして、プログラムの実行時に、記憶部103の補助記憶装置から読み出されたプログラムが記憶部103の主記憶領域に格納される。この状態で、制御部101は、記憶部103に格納されたプログラムに従って、本実施の形態の事故点標定装置6-1または事故点標定サーバ8としての処理を実行する。

[0092] なお、上記の説明においては、CD-ROMまたはDVD-ROMを記録媒体として、事故点標定装置6-1および事故点標定サーバ8のそれぞれにおける処理を記述したプログラムを提供しているが、これに限らず、コンピュータシステムの構成、提供するプログラムの容量などに応じて、例えば、通信部105を経由してインターネットなどの伝送媒体により提供されたプログラムを用いることとしてもよい。

[0093] 図2に示した標定結果推論部62および表示データ生成部65は、図16に示した記憶部103に記憶されたプログラムが図16に示した制御部101により実行されることにより実現される。標定結果推論部62および表示データ生成部65の実現には、記憶部103も用いられる。図2に示した記憶部63は、図16に示した記憶部103の一部である。図2に示したデータ取得部61および通信部64は、図16に示した通信部105および制御部101により実現される。事故点標定装置6-1は複数のコンピュータシステムにより実現されてもよい。事故点標定装置6-2、6-3も同様にコンピュータシステムにより実現される。

[0094] 図3に示した学習データ生成部84、アーク抵抗演算部85、統計モデル生成部86および学習モデル生成部87は、図16に示した記憶部103に記憶されたプログラムが図16に示した制御部101により実行されることにより実現される。学習データ生成部84、アーク抵抗演算部85、統計モデル生成部86および学習モデル生成部87の実現には、記憶部103も用いられる。図3に示した記憶部82は、図16に示した記憶部103の一部

である。図3に示した通信部81は、図16に示した通信部105および制御部101により実現される。図3に示した入力受付部83は、図16に示した入力部102により実現される。事故点標定サーバ8は複数のコンピュータシステムにより実現されてもよい。事故点標定サーバ8は、例えば、クラウドシステムにより実現されてもよい。

[0095] 本実施の形態のプログラムは、例えば、コンピュータシステムに、電力系統における系統事故の発生時に電気所2で計測された電流および電圧のうちの少なくとも一方である計測データを取得するデータ取得ステップと、電気所2で計測される計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を含む特徴量から事故点を推論するための機械学習により生成された学習済モデルに、データ取得ステップにより系統事故の発生時に取得された計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を含む特徴量を入力することによって事故点の推論結果を取得し、推論結果を系統事故の事故原因の推定結果と事故原因に応じて定まる事故点の確率を示す補正情報とを用いて補正する標定ステップと、を実行させる。

[0096] 以上で述べたように、本実施の形態では、事故点標定装置6-1が、系統シミュレーションを行うことによって生成された学習データを用いて生成された学習済モデルに特徴量を入力することによって得られる推論結果を、事故原因に応じた事故点の確率を示す情報を用いて補正する。これにより、事故原因を考慮しない場合に比べて、電力系統における事故点の標定精度を向上させることができる。例えば、事故点標定装置6-1が、アーク抵抗値の「統計モデル」を用いて補正を行う場合には、事故原因ごとのアーク抵抗値の違いを反映した事故点の標定を行うことができる。また、例えば、事故点標定装置6-1が、「系統の周辺状況情報」を用いて補正を行う場合には、周辺状況に応じた事故要因ごとの発生確率を反映した事故点の標定を行うことができる。また、分類手法の機械学習を用いる場合、事故点の存在確率の

分布がわかるため、事故点の探索を効率的に行うことができる。

[0097] また、電気所 2-1～2-3 に設置されている既存の CT 3 および VT 4 の計測データを利用できるため、架空地線にセンサを設置する必要がなく、コストを抑制することができる。また、架空地線にセンサを設置して計測データを利用する場合、短絡事故の場合には架空地線に電流が流れず、また、配電線の場合には、架空地線が存在しないため、架空地線にセンサを設置できない。本実施の形態では、架空地線に設置されたセンサを利用する必要がないため、短絡事故の発生時や架空地線が存在しない場合にも適用できる。

[0098] 実施の形態 2.

図 17 は、実施の形態 2 にかかる事故点標定システムの構成例を示す図である。本実施の形態の事故点標定システム 10a は、事故点標定サーバ 8 と、電気所 2-1 に設けられる事故点標定装置 6-1 とを備える。実施の形態 1 と同様の機能を有する構成要素は、実施の形態 1 と同一の符号を付して重複する説明を省略する。以下、実施の形態 1 と異なる点を主に説明する。

[0099] 事故点標定装置 6-1 の構成は、実施の形態 1 と同様である。本実施の形態では、実施の形態 1 で述べた事故点標定装置 6-2, 6-3 が用いられないため、すなわち事故点標定装置 6 が 1 つであるため、事故点標定装置 6-1 は、他の事故点標定装置 6 から計測データを受信せず、記憶部 63 には、計測データとして電気所 2-1 で計測された計測データだけが記憶される。事故点標定サーバ 8 は、図 9 に示した処理において、ステップ S33 では瞬時値解析により、電気所 2-1 に対応する電流および電圧を算出する。そして、ステップ S34 では、事故点標定サーバ 8 は、算出された電流および電圧（「電流（計算値）」および「電圧（計算値）」）を用いて「加工データ」を算出し、「電流（計算値）」、「電圧（計算値）」および「加工データ」を特徴量とし、「事故点（設定）」を答えとした「学習データ」を生成する。

[0100] なお、実施の形態 1 で述べたように、推論過程の処理は、事故点標定装置 6-1 が行ってもよいし、事故点標定サーバ 8 が行ってもよい。また、事故

点標定装置 6-1 が、推論過程の処理に加えて学習過程の処理も行ってもよい。また、「システムモデル」の生成を事故点標定装置 6-1 が行ってもよい。

[0101] 本実施の形態で述べたように、特徴量として用いる電流および電圧は、1つの電気所 2 で計測される電流および電圧であってもよい。すなわち、特徴量として用いる計測データは、実施の形態 1 で述べたように複数の電気所 2 でそれぞれ計測される電流および電圧であってもよいし、本実施の形態で述べたように 1つの電気所 2 で計測される電流および電圧であってもよい。なお、特徴量は、上述したように、電流および電圧の両方を含む例に限定されず、電流、電圧および加工データのうちの少なくとも 1つを含めばよい。本実施の形態においても、実施の形態 1 と同様の効果を奏することができる。本実施の形態では、実施の形態 1 に比べて事故点の標定精度が劣る可能性はあるものの実施の形態 1 よりシステム構成を簡略化することができる。

[0102] 以上の実施の形態に示した構成は、一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、実施の形態同士を組み合わせることも可能であるし、要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0103] 1 電線、2, 2-1~2-3 電気所、3-1~3-6 CT、4-1~4-3 VT、5 事故原因推定装置、6, 6-1~6-3 事故点標定装置、7 中央監視システム、8 事故点標定サーバ、9 通信ネットワーク、10, 10a 事故点標定システム、61 データ取得部、62 標定結果推論部、63, 82 記憶部、64, 81 通信部、65 表示データ生成部、66 表示装置、83 入力受付部、84 学習データ生成部、85 アーク抵抗演算部、86 統計モデル生成部、87 学習モデル生成部。

請求の範囲

[請求項1] 電力系統における系統事故の発生時に電気所で計測された電流および電圧のうちの少なくとも一方である計測データを取得するデータ取得部と、

前記電気所で計測される前記計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を含む特徴量から事故点を推論するための機械学習により生成された学習済モデルに、前記データ取得部によって前記系統事故の発生時に取得された前記計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を含む特徴量を入力することによって事故点の推論結果を取得し、前記推論結果を前記系統事故の事故原因の推定結果と事故原因に応じて定まる事故点の確率を示す補正情報とを用いて補正する標定結果推論部と、

を備えることを特徴とする事故点標定装置。

[請求項2] 前記補正情報は、事故原因別に生成されたアーク抵抗の確率分布を示す統計モデルであり、

前記標定結果推論部は、前記統計モデルと事故原因の推定結果とを用いて、当該事故原因に対応するアーク抵抗の確率分布を算出し、算出したアーク抵抗の確率分布を、前記電力系統における構成およびインピーダンスを示す情報を用いて、距離の確率分布に変換し、前記距離の確率分布を用いて前記推論結果を補正することを特徴とする請求項1に記載の事故点標定装置。

[請求項3] 前記電力系統において既に発生した複数の系統事故に関して、前記系統事故ごとに、前記系統事故の発生時に前記電気所で計測された電流および電圧である計測データの実績値と、特定済みの前記系統事故の事故点の実績値と、前記電力系統の構成およびインピーダンスを示す情報を含む系統関連情報とを用いて、前記系統事故に対応するアー

ク抵抗値を算出するアーク抵抗演算部と、

複数の前記系統事故に関する、前記アーク抵抗値と当該アーク抵抗値に対応する前記事故原因の実績値とを用いて、前記統計モデルを生成する統計モデル生成部と、

を備えることを特徴とする請求項2に記載の事故点標定装置。

[請求項4] 前記補正情報は、事故原因別の周辺状況の種別ごとの系統事故の発生確率を示す補正係数であり、

前記標定結果推論部は、前記電力系統における各位置の周辺状況の種別と前記補正情報とを用いて前記推論結果を補正することを特徴とする請求項1から3のいずれか1つに記載の事故点標定装置。

[請求項5] 前記標定結果推論部によって標定された事故点の標定結果を表示画面に表示するための表示データを生成する表示データ生成部、

を備えることを特徴とする請求項1から4のいずれか1つに記載の事故点標定装置。

[請求項6] 前記機械学習は、分類手法の教師あり機械学習であり、

前記学習済モデルは、前記事故点の推論結果として、電力系統における区間ごとの前記事故点の存在確率を示す情報を出力し、

前記表示画面には、前記区間ごとの前記事故点の存在確率が表示されることを特徴とする請求項5に記載の事故点標定装置。

[請求項7] 前記表示画面において、系統図上の対応する前記区間に対応する位置に前記事故点の存在確率が表示されることを特徴とする請求項6に記載の事故点標定装置。

[請求項8] 前記表示画面において、地図上の対応する前記区間に対応する地理的位置に前記事故点の存在確率が表示されることを特徴とする請求項6に記載の事故点標定装置。

[請求項9] 前記電気所は複数であることを特徴とする請求項1から8のいずれか1つに記載の事故点標定装置。

[請求項10] 機械学習により、電気所で計測される電流および電流のうちの少な

くとも一方である計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を含む特徴量から電力系統における系統事故の事故点を推論するための学習済モデルを生成する学習モデル生成部と、

前記電力系統において既に発生した複数の系統事故に関して、前記系統事故ごとに、前記系統事故の発生時に前記電気所で計測された電流および電圧である計測データの実績値と、特定済みの前記系統事故の事故点の実績値と、前記電力系統の構成およびインピーダンスを示す情報を含む系統関連情報とを用いて、前記系統事故に対応するアーク抵抗値を算出するアーク抵抗演算部と、

複数の前記系統事故に関する、前記アーク抵抗値と対応する事故原因の実績値とを用いて、事故原因別にアーク抵抗の確率分布を示す統計モデルを生成する統計モデル生成部と、

を備え、

前記統計モデルは、前記学習済モデルを用いた事故点の推論結果の補正に用いられることを特徴とする学習装置。

[請求項11]

電力系統における系統事故の事故点を含む条件を複数設定し、複数の条件下で系統シミュレーションを行うことにより電気所で計測される前記計測データの計算値を算出し、算出した前記計算値と前記計算値から算出される加工データとのうちの少なくとも一方と、設定した前記事故点と、を含む学習データを生成する学習データ生成部、

を備え、

前記学習モデル生成部は、前記学習データ生成部によって生成された前記学習データを用いて前記学習済モデルを生成することを特徴とする請求項10に記載の学習装置。

[請求項12]

機械学習により、電気所で計測される電流および電流のうちの少なくとも一方である計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を

含む特徴量から電力系統における系統事故の事故点を推論するための学習済モデルを生成する学習モデル生成部と、

前記電力系統における系統事故の発生時に前記電気所で計測された電流および電圧のうちの少なくとも一方である計測データを取得するデータ取得部と、

前記学習済モデルに、前記データ取得部によって前記系統事故の発生時に取得された前記計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を含む特徴量を入力することによって事故点の推論結果を取得し、前記推論結果を前記系統事故の事故原因の推定結果と事故原因に応じて定まる事故点の確率を示す補正情報とを用いて補正する標定結果推論部と、

を備えることを特徴とする事故点標定システム。

[請求項13] 前記標定結果推論部によって標定された事故点の標定結果を表示画面に表示するための表示データを生成する表示データ生成部、
を備えることを特徴とする請求項12に記載の事故点標定システム。

[請求項14] 前記機械学習は、分類手法の教師あり機械学習であり、
前記学習済モデルは、前記事故点の推論結果として、電力系統における区間ごとの前記事故点の存在確率を示す情報を出力し、
前記表示画面には、前記区間ごとの前記事故点の存在確率が表示されることを特徴とする請求項13に記載の事故点標定システム。

[請求項15] 前記表示画面において、系統図上の対応する前記区間に対応する位置に前記事故点の存在確率が表示されることを特徴とする請求項14に記載の事故点標定システム。

[請求項16] 前記表示画面において、地図上の対応する前記区間に対応する地理的位置に前記事故点の存在確率が表示されることを特徴とする請求項14に記載の事故点標定システム。

[請求項17]

事故点標定装置における事故点標定方法であって、

電力系統における系統事故の発生時に電気所で計測された電流および電圧のうちの少なくとも一方である計測データを取得するデータ取得ステップと、

前記電気所で計測される前記計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を含む特徴量から事故点を推論するための機械学習により生成された学習済モデルに、前記データ取得ステップにより前記系統事故の発生時に取得された前記計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を含む特徴量を入力することによって事故点の推論結果を取得し、前記推論結果を前記系統事故の事故原因の推定結果と事故原因に応じて定まる事故点の確率を示す補正情報とを用いて補正する標定ステップと、

を含むことを特徴とする事故点標定方法。

[請求項18]

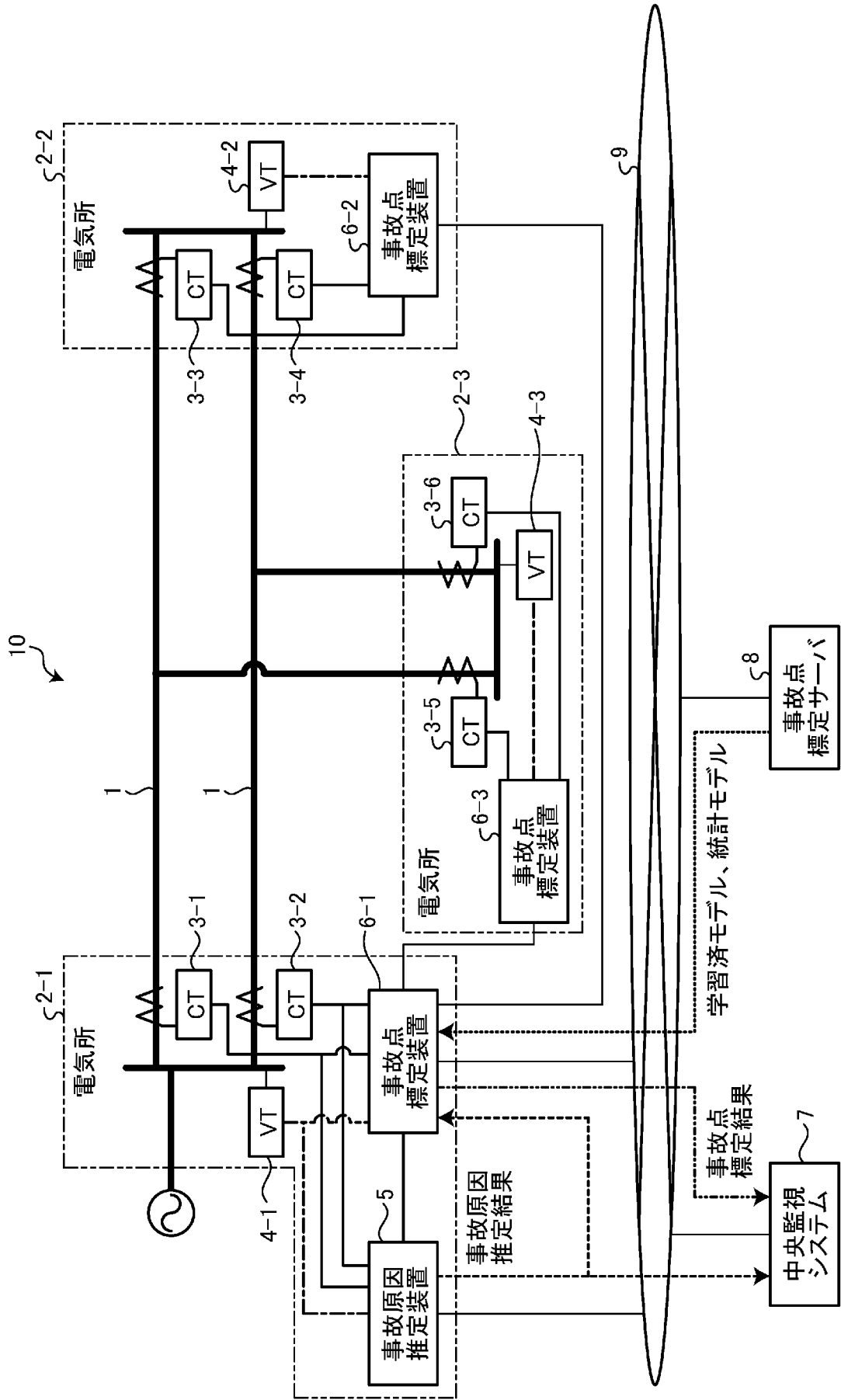
コンピュータシステムに、

電力系統における系統事故の発生時に電気所で計測された電流および電圧のうちの少なくとも一方である計測データを取得するデータ取得ステップと、

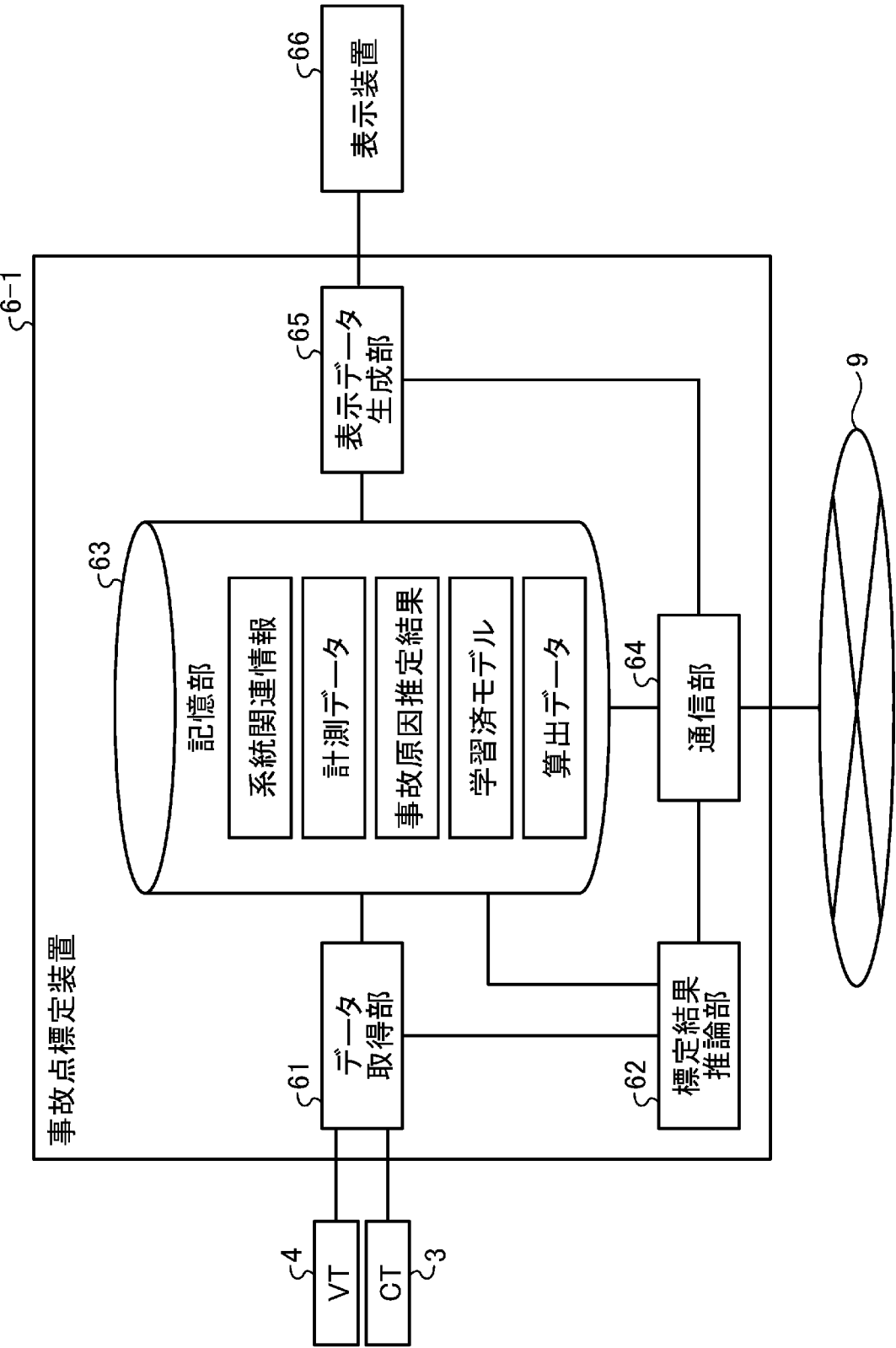
前記電気所で計測される前記計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を含む特徴量から事故点を推論するための機械学習により生成された学習済モデルに、前記データ取得ステップにより前記系統事故の発生時に取得された前記計測データの少なくとも一部と当該計測データの少なくとも一部から算出される加工データとのうちの少なくとも一方を含む特徴量を入力することによって事故点の推論結果を取得し、前記推論結果を前記系統事故の事故原因の推定結果と事故原因に応じて定まる事故点の確率を示す補正情報とを用いて補正する標

定ステップと、
を実行させることを特徴とするプログラム。

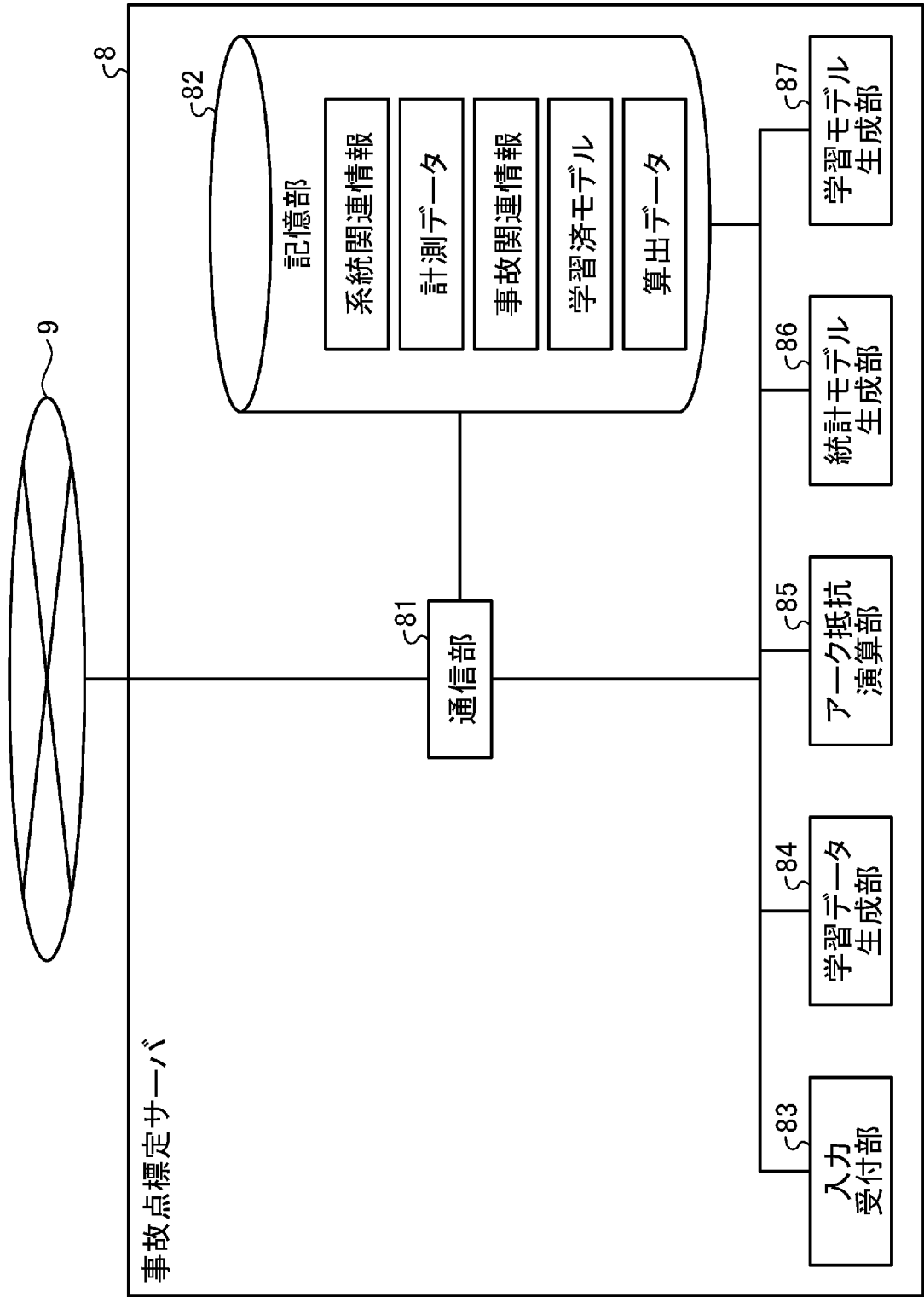
[図1]



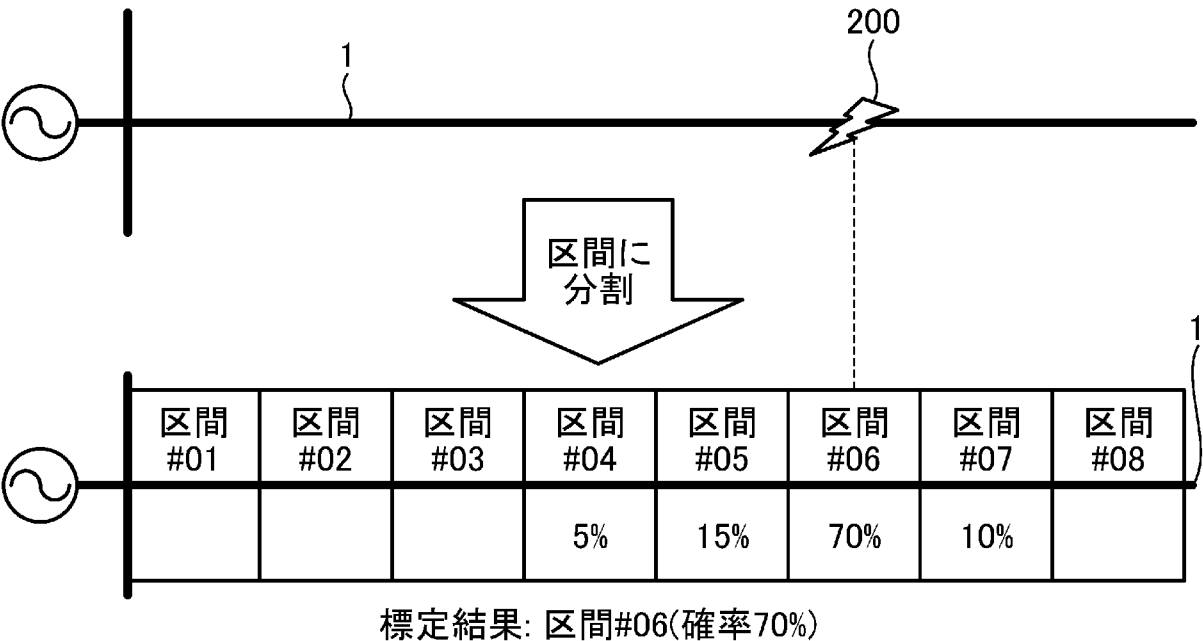
[図2]



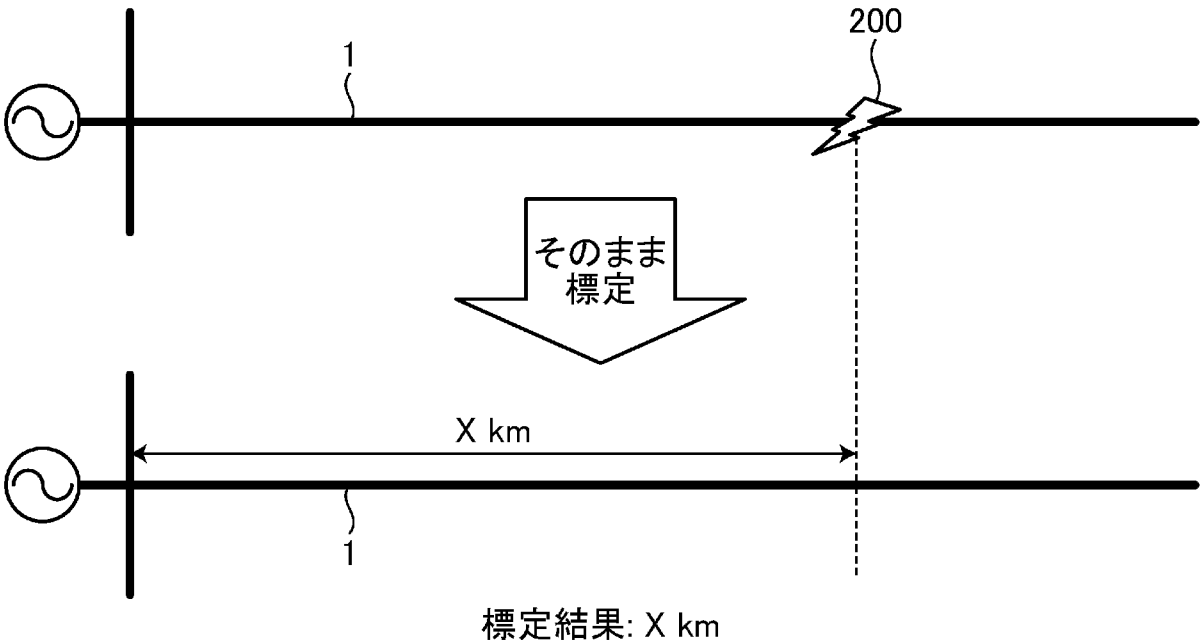
[図3]



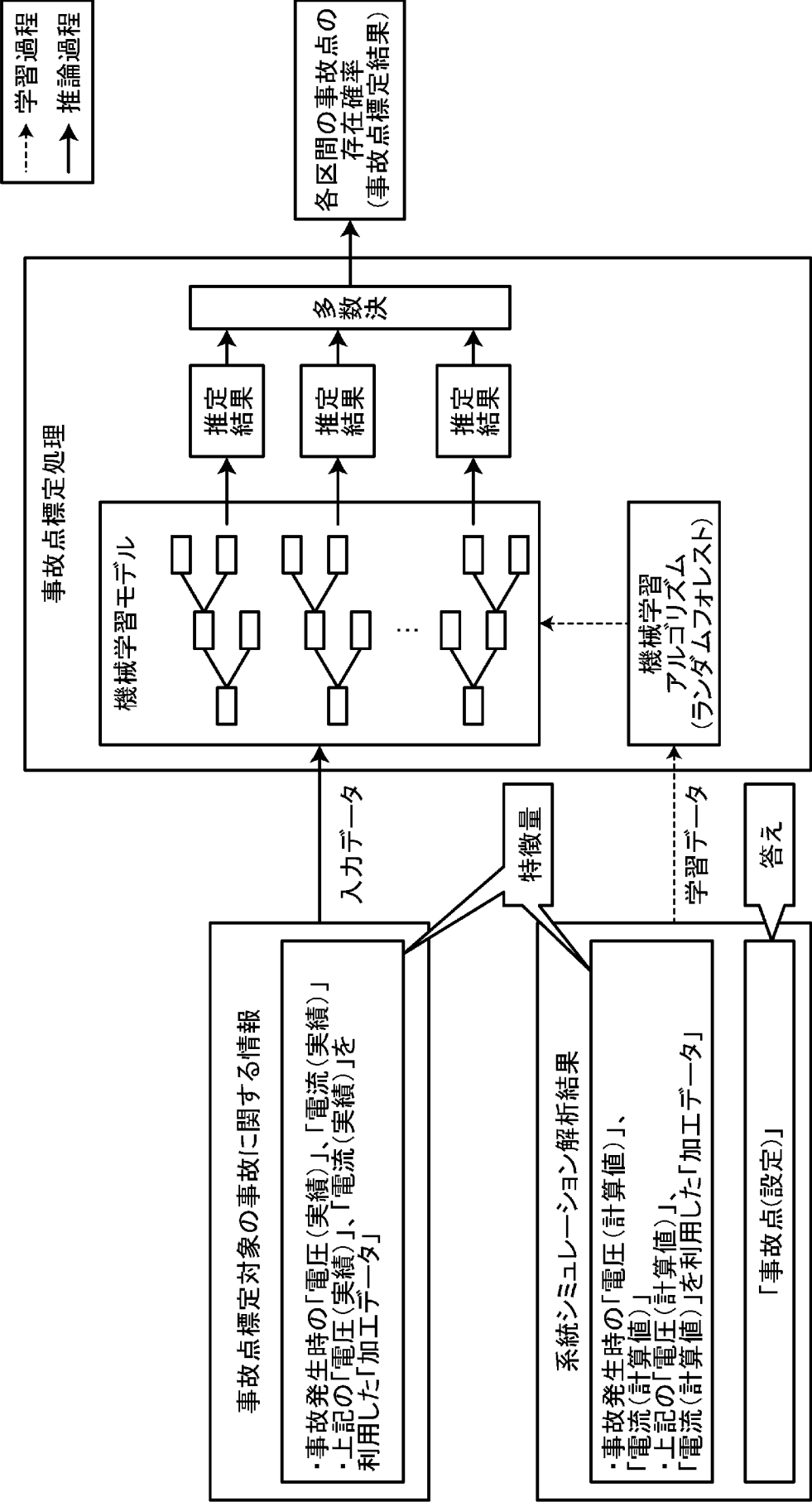
[図4]



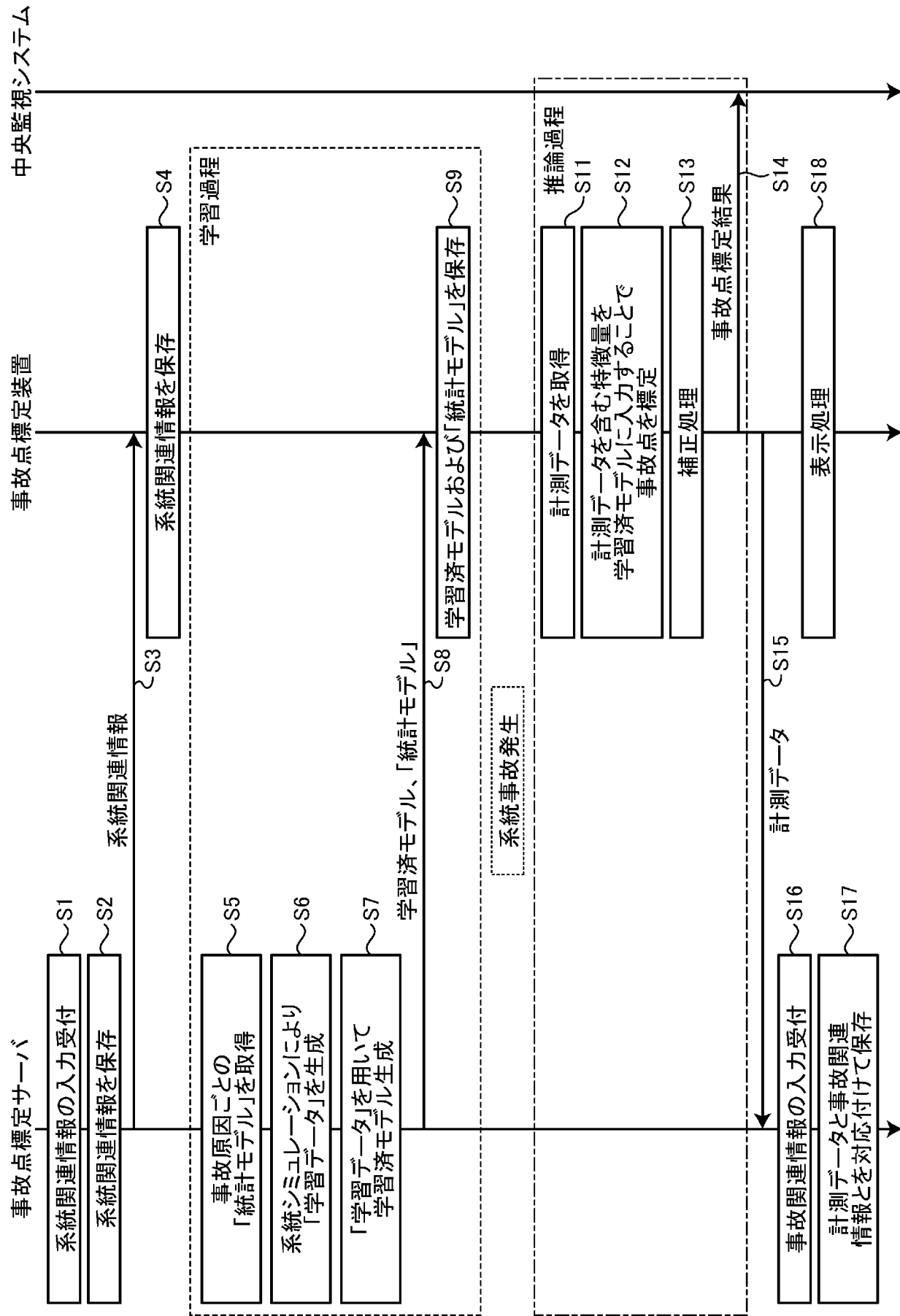
[図5]



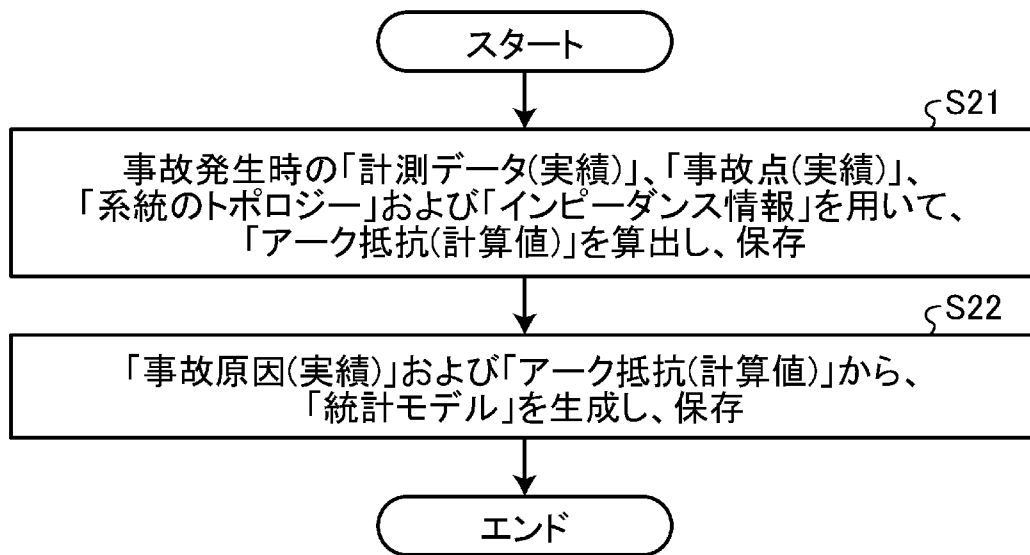
[図6]



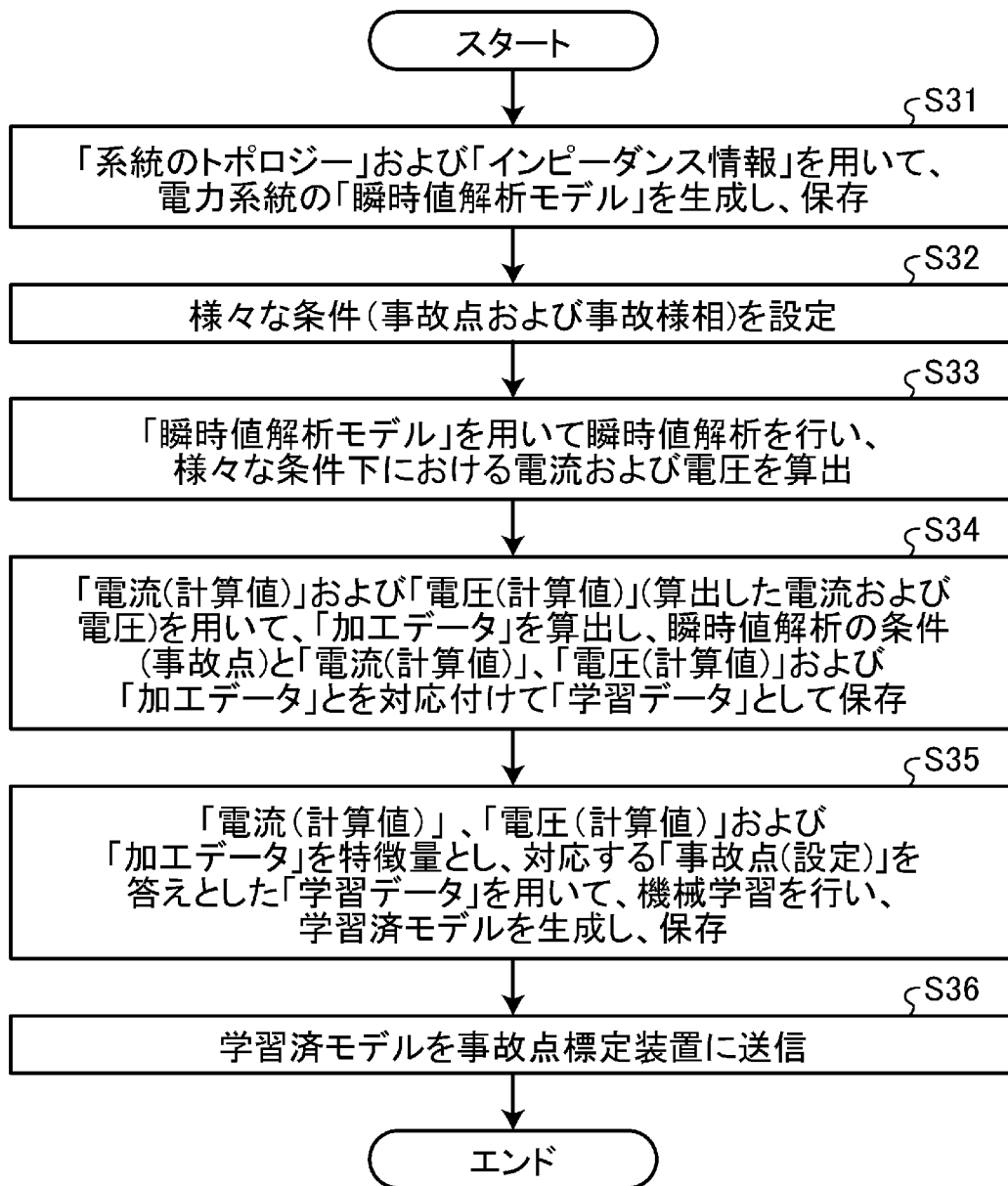
[図7]



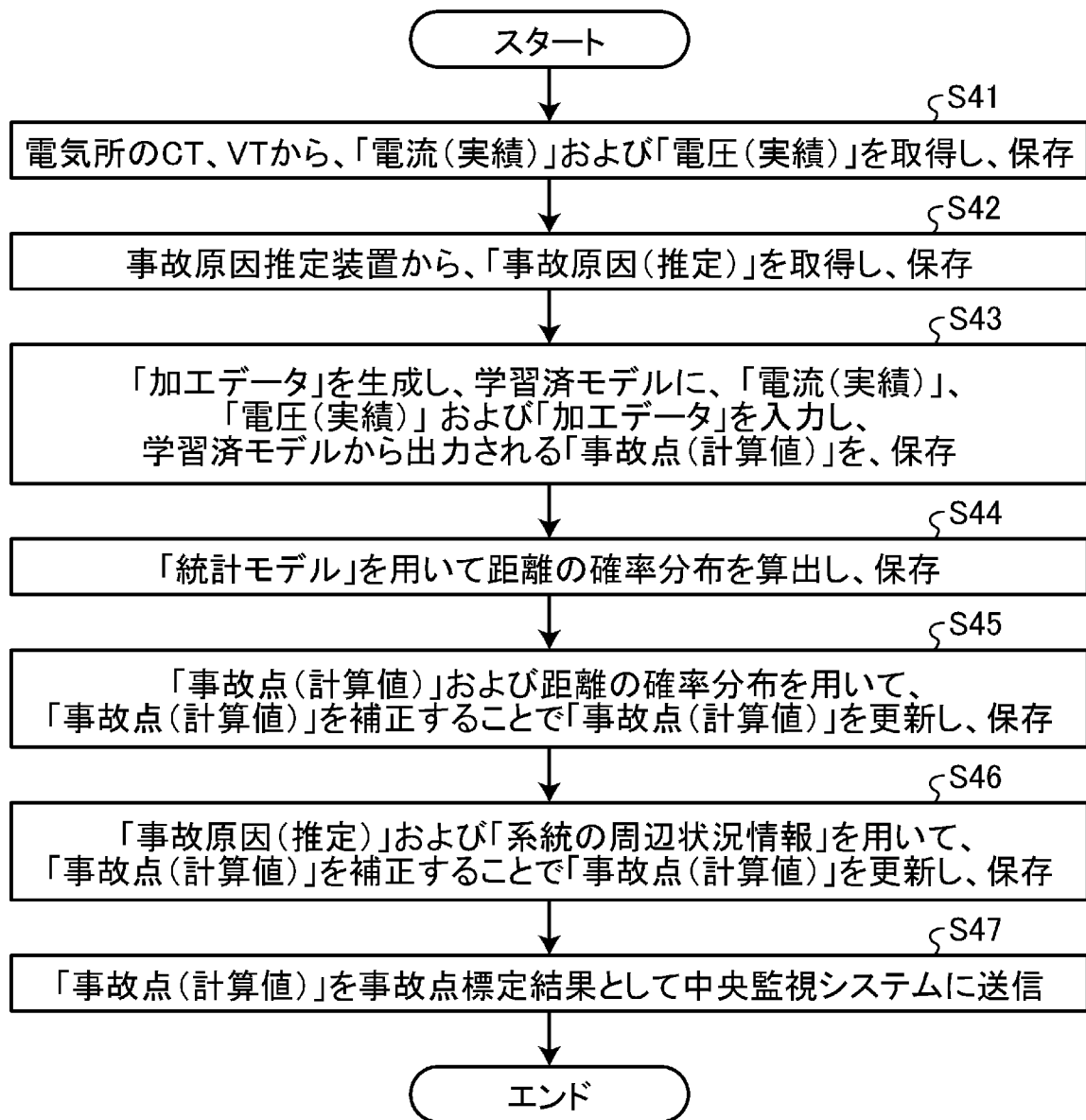
[図8]



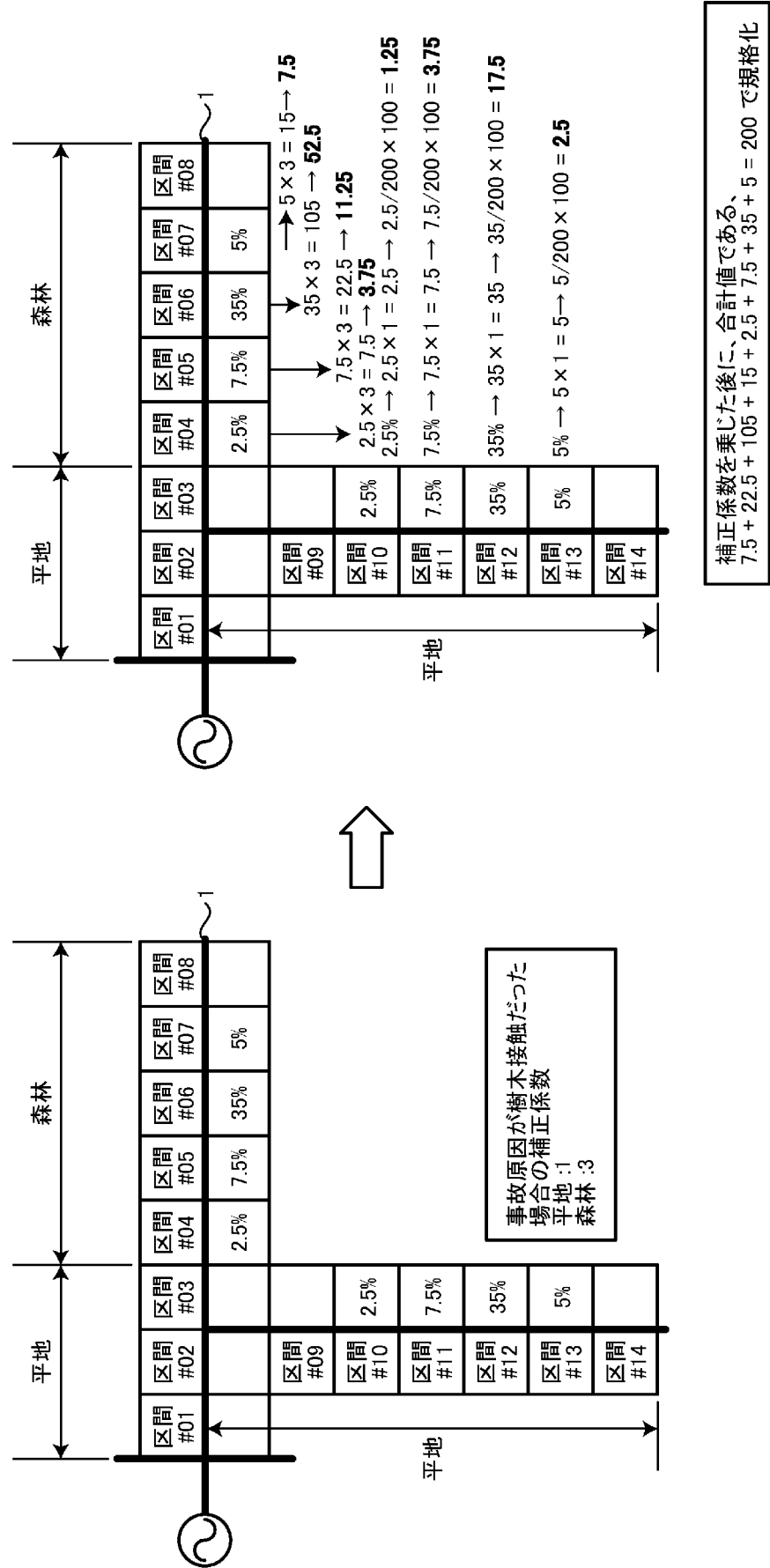
[図9]



[図10]



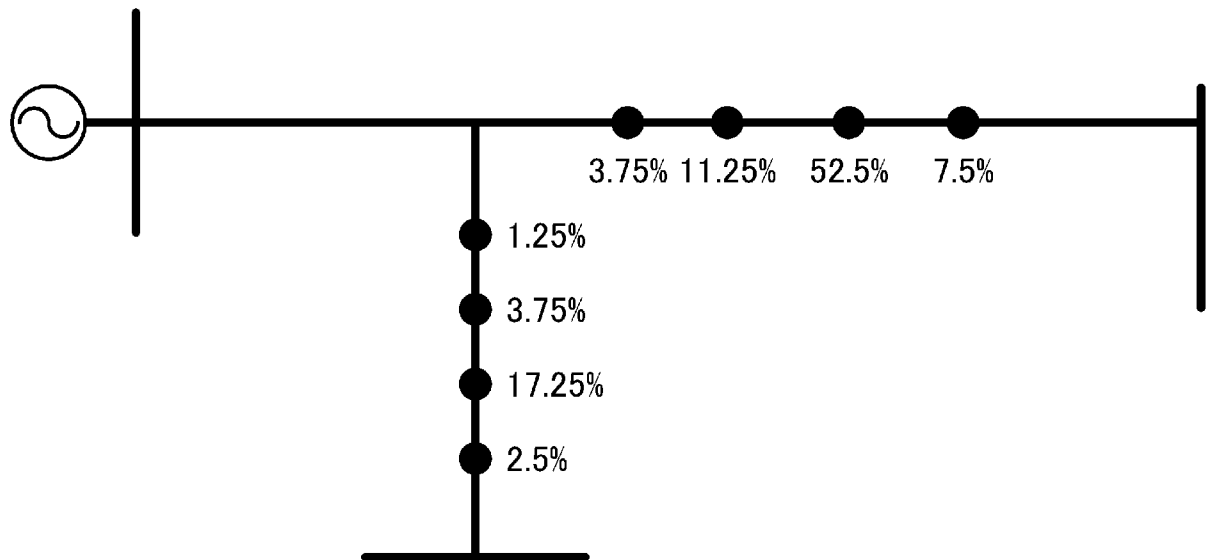
[図11]



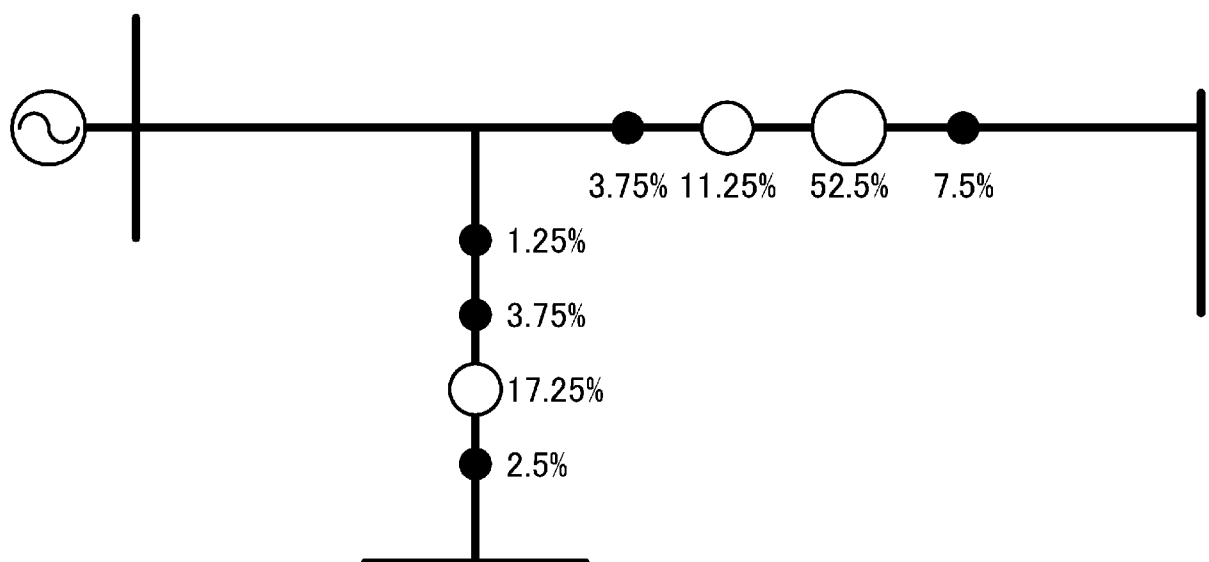
[図12]

位置(区間)	確率
...	...
A 線1L X1～X2km	2.5%
A 線1L X2～X3km	7.5%
A 線1L X3～X4km	35%
A 線1L X4～X5km	5%
...	...

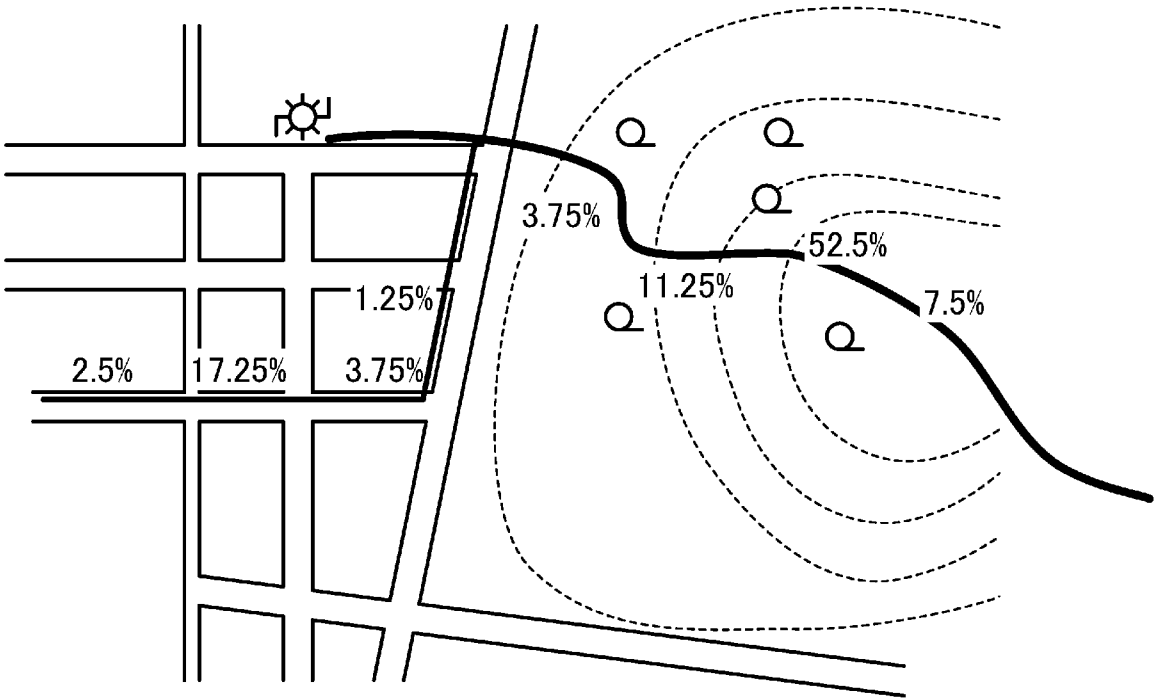
[図13]



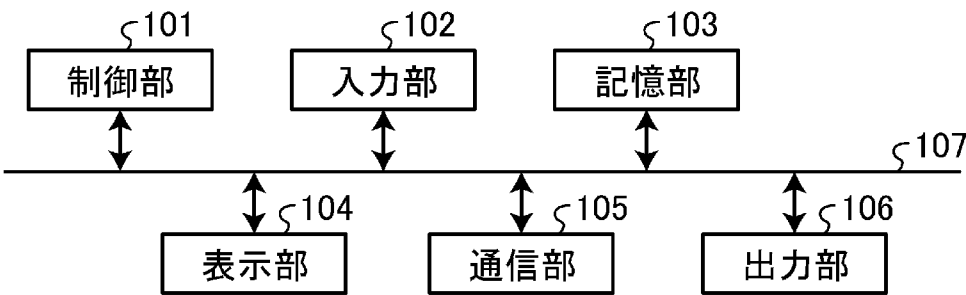
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/041094

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01R 31/08**(2020.01)i

FI: G01R31/08

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R31/00; G01R27/00; G06G7/62; G06Q50/06; H02J3/36; G06N3/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024

Registered utility model specifications of Japan 1996-2024

Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-5387 A (HITACHI, LTD.) 11 January 2018 (2018-01-11) entire text, all drawings	1-18
A	JP 2014-18024 A (THE CHUGOKU ELECTRIC POWER CO., INC.) 30 January 2014 (2014-01-30) paragraphs [0060]-[0067], fig. 11-13	1-18
A	JP 2021-19480 A (TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY HOLDINGS INC.) 15 February 2021 (2021-02-15) entire text, all drawings	1-18
A	JP 2020-10505 A (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.) 16 January 2020 (2020-01-16) entire text, all drawings	1-18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 January 2024

Date of mailing of the international search report

30 January 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 113406439 A (BRANCH COMPANY OF INNER MONGOLIA ELECTRIC POWER SCIENCE RESEARCH INSTITUTE, INNER MONGOLIA POWER (GROUP) CO., LTD.) 17 September 2021 (2021-09-17) entire text, all drawings	1-18
A	CN 114662251 A (LHASA POWER SUPPLY COMPANY OF STATE GRID TIBET ELECTRIC POWER LIMITED COMPANY) 24 June 2022 (2022-06-24) entire text, all drawings	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/041094

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2018-5387	A	11 January 2018	WO 2018/003237 A1	
JP	2014-18024	A	30 January 2014	(Family: none)	
JP	2021-19480	A	15 February 2021	(Family: none)	
JP	2020-10505	A	16 January 2020	(Family: none)	
CN	113406439	A	17 September 2021	(Family: none)	
CN	114662251	A	24 June 2022	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01R 31/08(2020.01)i FI: G01R31/08		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G01R31/00; G01R27/00; G06G7/62; G06Q50/06; H02J3/36; G06N3/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2018-5387 A（株式会社日立製作所）11.01.2018（2018 - 01 - 11） 全文、全図	1-18
A	JP 2014-18024 A（中国電力株式会社）30.01.2014（2014 - 01 - 30） 段落0060-0067, 第11-13図	1-18
A	JP 2021-19480 A（東京電力ホールディングス株式会社）15.02.2021（2021 - 02 - 15） 全文、全図	1-18
A	JP 2020-10505 A（関西電力株式会社）16.01.2020（2020 - 01 - 16） 全文、全図	1-18
A	CN 113406439 A（BRANCH COMPANY OF INNER MONGOLIA ELECTRIC POWER SCIENCE RESEARCH INSTITUTE, INNER MONGOLIA POWER (GROUP) CO., LTD.）17.09.2021 （2021 - 09 - 17） 全文、全図	1-18
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に 公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若し くは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を 付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の 後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵 触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引 用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性 又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献 との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がな いと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 15.01.2024	国際調査報告の発送日 30.01.2024	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 島田 保 2S 4004 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	CN 114662251 A (LHASA POWER SUPPLY COMPANY OF STATE GRID TIBET ELECTRIC POWER LIMITED COMPANY) 24.06.2022 (2022 - 06 - 24) 全文、全図	1-18

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/041094

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2018-5387	A	11.01.2018	WO	2018/003237	A1	
JP	2014-18024	A	30.01.2014	(ファミリーなし)			
JP	2021-19480	A	15.02.2021	(ファミリーなし)			
JP	2020-10505	A	16.01.2020	(ファミリーなし)			
CN	113406439	A	17.09.2021	(ファミリーなし)			
CN	114662251	A	24.06.2022	(ファミリーなし)			