

(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
2024年6月27日(27.06.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/134795 A1

(51) 国際特許分類:
G06N 7/01 (2023.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/047046

(22) 国際出願日: 2022年12月21日(21.12.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 速水 克也 (HAYAMI, Katsuya); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 小泉 昌紀 (KOIZUMI, Masaki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 笠原 健太 (KASAHARA, Kenta);

〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

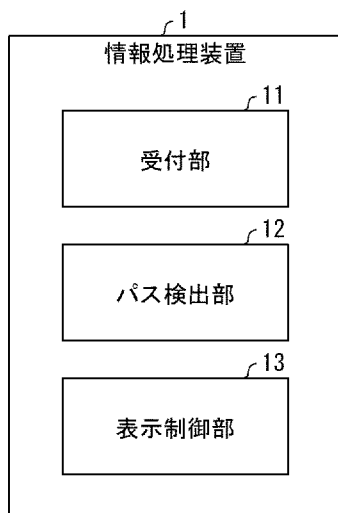
(74) 代理人: 弁理士法人 HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE MARK (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE MARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).

(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, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, ANALYSIS ASSISTANCE METHOD, AND ANALYSIS ASSISTANCE PROGRAM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、分析支援方法、および分析支援プログラム

図 1



- 1 Information processing device
11 Acceptance unit
12 Path detection unit
13 Display control unit

(57) Abstract: In order to enable users to easily recognize the analysis results of causal analysis, this information processing device (1) comprises: an acceptance unit (11) that accepts designation of an element that has been subjected to a causal analysis; a path detection unit (12) that detects a path composed of a plurality of elements linked by a causal relationship, the path including the designated element; and a display control unit (13) that, in cases where a plurality of paths in which an element that serves an end point is shared are detected, causes path information indicating each path in a manner suitable for each path to be displayed.

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))

(57) 要約: 因果分析の分析結果をユーザが容易に認識することを可能にするために、情報処理装置(1)は、因果分析された要素の指定を受け付ける受付部(11)と、因果関係で結ばれる複数の要素からなるパスのうち指定された要素を含むパスを検出するパス検出部(12)と、終点となる要素が共通する複数のパスが検出された場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させる表示制御部(13)と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

情報処理装置、分析支援方法、および分析支援プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、因果分析に関連した処理を行う情報処理装置等に関する。

背景技術

[0002] 複数の要素のそれぞれに関するデータから、それらの要素の間に存在する因果関係を発見する因果分析という手法が従来から知られている。例えば、下記の特許文献1には、複数の変数とターゲット結果との間の関係を表現する有向非巡回グラフを構築することが記載されている。そして、同文献には、構築した有向非巡回グラフを用いて、関心変数とターゲット結果との間の因果関係を特定するための十分な因果関係証拠が存在するか否かを分析することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-194849号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述のような従来技術には、因果分析の分析結果をユーザにより容易に認識させるという点で改善の余地がある。すなわち、有向非巡回グラフは、各要素をノードで表し、それらの因果関係を有向エッジで示すものであり、直感的に分かりやすいものではあるが、要素の数が増えるとその外観が煩雑なものになってしまう。そして、煩雑な有向非巡回グラフからユーザが知りたい情報を速やかに認識することは難しい。

[0005] 本発明の一態様は、因果分析の分析結果をユーザにより容易に認識させることが可能な情報処理装置等を実現することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明の一側面に係る情報処理装置は、因果分析された複数の要素のうち少なくとも1つの要素の指定を受け付ける受付手段と、因果関係で結ばれる複数の前記要素からなるパスのうち指定された前記要素を含むパスを検出するパス検出手段と、前記パス検出手段が、終点となる前記要素が共通する複数の前記パスを検出した場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させる表示制御手段と、を備える。
- [0007] 本発明の一側面に係る分析支援方法は、少なくとも1つのプロセッサが、因果分析された複数の要素のうち少なくとも1つの要素の指定を受け付けることと、因果関係で結ばれる複数の前記要素からなるパスのうち指定された前記要素を含むパスを検出することと、終点となる前記要素が共通する複数の前記パスを検出した場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させることと、を含む。
- [0008] 本発明の一側面に係る分析支援プログラムは、コンピュータを、因果分析された複数の要素のうち少なくとも1つの要素の指定を受け付ける受付手段、因果関係で結ばれる複数の前記要素からなるパスのうち指定された前記要素を含むパスを検出するパス検出手段、および前記パス検出手段が、終点となる前記要素が共通する複数の前記パスを検出した場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させる表示制御手段、として機能させる。

発明の効果

- [0009] 本発明の一態様によれば、因果分析の分析結果をユーザにより容易に認識させることが可能になる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の例示的实施形態1に係る情報処理装置の構成を示すブロック図である。
- [図2]本発明の例示的实施形態1に係る分析支援方法の流れを示すフロー図である。

[図3]本発明の例示的实施形態2に係る情報処理装置の構成を示すブロック図である。

[図4]要素の指定とパスの検出の例を示す図である。

[図5]パス情報の表示画面例を示す図である。

[図6]パス情報の表示画面の他の例を示す図である。

[図7]パス情報の表示画面のさらに他の例を示す図である。

[図8]パス情報の表示画面のさらに他の例を示す図である。

[図9]本発明の例示的实施形態2に係る分析支援方法の流れを示すフロー図である。

[図10]本発明の各例示的实施形態に係る各装置の各機能を実現するソフトウェアであるプログラムの命令を実行するコンピュータの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 〔例示的实施形態1〕

本発明の第1の例示的实施形態について、図面を参照して詳細に説明する。本例示的实施形態は、後述する例示的实施形態の基本となる形態である。

[0012] (情報処理装置の構成)

本例示的实施形態に係る情報処理装置1の構成について、図1を参照して説明する。図1は、情報処理装置1の構成を示すブロック図である。図示のように、情報処理装置1は、受付部11とパス検出部12と表示制御部13とを備えている。

[0013] 受付部11は、因果分析された複数の要素のうち少なくとも1つの要素の指定を受け付ける。

[0014] パス検出部12は、因果関係で結ばれる複数の上記要素からなるパスのうち指定された上記要素を含むパスを検出する。

[0015] 表示制御部13は、パス検出部12が、終点となる要素が共通する複数のパスを検出した場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させる。

[0016] 以上のように、本例示的实施形態に係る情報処理装置 1 においては、因果分析された複数の要素のうち少なくとも 1 つの要素の指定を受け付ける受付部 11 と、因果関係で結ばれる複数の前記要素からなるパスのうち指定された前記要素を含むパスを検出するパス検出部 12 と、パス検出部 12 が、終点となる要素が共通する複数のパスを検出した場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させる表示制御部 13 と、を備えるという構成が採用されている。このため、本例示的实施形態に係る情報処理装置 1 によれば、因果分析の分析結果をユーザにより容易に認識させることが可能になるという効果が得られる。

[0017] (分析支援プログラム)

上述の情報処理装置 1 の機能は、プログラムによって実現することもできる。本例示的实施形態に係る分析支援プログラムは、コンピュータを、因果分析された複数の要素のうち少なくとも 1 つの要素の指定を受け付ける受付手段、因果関係で結ばれる複数の上記要素からなるパスのうち指定された上記要素を含むパスを検出するパス検出手段、およびパス検出手段が、終点となる要素が共通する複数のパスを検出した場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させる表示制御手段、として機能させる、という構成が採用されている。このため、本例示的实施形態に係る分析支援プログラムによれば、因果分析の分析結果をユーザにより容易に認識させることが可能になるという効果が得られる。

[0018] (分析支援方法の流れ)

本例示的实施形態に係る分析支援方法の流れについて、図 2 を参照して説明する。図 2 は、分析支援方法の流れを示すフロー図である。なお、この分析支援方法における各ステップの実行主体は、情報処理装置 1 が備えるプロセッサであってもよいし、他の装置が備えるプロセッサであってもよく、各ステップの実行主体がそれぞれ異なる装置に設けられたプロセッサであってもよい。

[0019] S11 では、少なくとも 1 つのプロセッサが、因果分析された複数の要素

のうち少なくとも1つの要素の指定を受け付ける。

[0020] S 1 2では、少なくとも1つのプロセッサが、因果関係で結ばれる複数の上記要素からなるパスのうちS 1 1で指定された要素を含むパスを検出する。

[0021] S 1 3では、少なくとも1つのプロセッサが、S 1 2で検出されたパスを示すパス情報を表示させる。ここで、S 1 2において、終点となる要素が共通する複数のパスが検出された場合には、S 1 3において、上記プロセッサは、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させる。

[0022] 以上のように、本例示的实施形態に係る分析支援方法においては、少なくとも1つのプロセッサが、因果分析された複数の要素のうち少なくとも1つの要素の指定を受け付けることと、因果関係で結ばれる複数の上記要素からなるパスのうち指定された上記要素を含むパスを検出することと、終点となる要素が共通する複数のパスが検出された場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させることと、を含む、という構成が採用されている。このため、本例示的实施形態に係る分析支援方法によれば、因果分析の分析結果をユーザにより容易に認識させることが可能になるという効果が得られる。

[0023] [例示的实施形態2]

(情報処理装置の構成)

本例示的实施形態に係る情報処理装置2の構成について、図3を参照して説明する。図3は、情報処理装置2の構成を示すブロック図である。図示のように、情報処理装置2は、情報処理装置2の各部を統括して制御する制御部20と、情報処理装置2が使用する各種データを記憶する記憶部21を備えている。また、情報処理装置2は、情報処理装置2が他の装置と通信するための通信部22、情報処理装置2に対する各種データの入力を受け付ける入力部23、および情報処理装置2が各種データを表示出力するための表示部24を備えている。なお、記憶部21から表示部24までの各構成は、情報処理装置2に内蔵されたものであってもよいし、情報処理装置2に外付け

された情報処理装置 2 の外部の装置であってもよい。

[0024] また、制御部 20 には、受付部 201、因果分析部 202、パス検出部 203、変化指標算出部 204、パス係数算出部 205、条件充足判定部 206、コスト算出部 207、パス情報生成部 208、および表示制御部 209 が含まれている。

[0025] 受付部 201 は、因果分析部 202 により因果分析された複数の要素のうち少なくとも 1 つの要素の指定を受け付ける。なお、「要素」については次段落で説明し、要素の指定については後記「要素の指定とパスの検出について」の項目で説明する。

[0026] 因果分析部 202 は、与えられた複数の要素を因果分析し、それらの要素間の因果構造と因果関係を特定する。因果分析の対象とする要素は特に限定されない。例えば、アンケートにおける各質問事項とそれらに対する回答を因果分析の対象とする要素としてもよいし、対象者あるいは対象者群の行動履歴情報に示される行動やその結果を因果分析の対象とする要素としてもよい。また、各要素のデータ形式は統一されていてもよいし、統一されていなくてもよい。因果分析部 202 は、対象とする要素等に応じた既知の因果推論や因果探索の手法を適用して因果分析を行えばよい。

[0027] なお、以下では、各要素が所定の事象に関する変数である例を説明する。例えば、商品の販売に関する各種事象について因果分析した場合、商品が購入されたという事象に関する変数（例えば、購入された商品の個数や販売金額等を示す数値）が 1 つの要素となり得る。また、上記の事象と関連のある、商品の価格を示す変数についても 1 つの要素となり得る。

[0028] そして、因果分析を行うことにより、このような因果関係で結ばれる要素の一方についてその変数を変化させたときに、他方の変数がどのように変化するかを予測することが可能になる。例えば、上記の例において、商品の単価を 1 割下げたときの商品の販売個数を予測したり、逆に商品の販売個数を閾値以上にするために商品の単価をどの程度下げる必要があるかを予測したりすることも可能になる。つまり、ある変数を説明変数とし、その変数と因

果関係で結ばれる他の変数を目的変数として、それらの変数にどのような関係があるかについても特定することが可能になる。

[0029] なお、情報処理装置 2 は必ずしも因果分析部 202 を備えている必要はない。因果分析部 202 を備えていない場合、情報処理装置 2 は他の装置で行われた因果分析の結果を通信部 22 または入力部 23 を介して取得すればよい。

[0030] パス検出部 203 は、因果関係で結ばれる複数の要素からなるパスのうち指定された要素を含むパスを検出する。「パス」は、因果関係で結ばれる複数の要素からなる要素群あるいは要素列と言い換えることもできる。なお、要素の指定は上述のように受付部 201 が受け付ける。また、パスの検出方法の詳細については後記「要素の指定とパスの検出について」の項目で説明する。

[0031] また、因果分析された各要素は因果グラフで表すことができる。因果グラフにおいて各要素は「ノード」として表され、各要素間の因果関係はノード間を結ぶ「エッジ」として表される。また、ノードは、パスの始点となる R C V (Root Cause Variable) と、パスの終点となるターゲット (Target) 、および R C V とターゲットの間に位置する変数 (Variable) とに分類される。よって、「パス」は、R C V とターゲットをつなぐ 1 または複数のエッジにより構成される経路、あるいはエッジで結ばれる R C V からターゲットまでのノードの行列と表現することもできる。また、「パス」は、R C V とターゲットとが直接繋がる直接パスと、R C V とターゲットとの間に 1 または複数の変数が介在する間接パスとに分類することができる。

[0032] なお、パスの終点となるターゲットは、目的変数、応答変数、反応変数、結果変数、従属変数、または非説明変数と呼ぶこともある。パスの始点となる R C V および、R C V とターゲットの間に位置する変数は、説明変数、予測変数、独立変数と呼ぶこともある。

[0033] 変化指標算出部 204 は、パス検出部 203 が検出するパスの始点の要素の値すなわち R C V を変化させたときの、当該パスの終点の要素すなわちタ

ーゲットの変数が変化する程度を示す指標値を算出する。この処理は、パス検出部203が検出する複数のパスのそれぞれについて行ってもよい。

[0034] 変化の程度を示す指標値は、例えば変化量を示すものであってもよいし、変化率を示すものであってもよい。例えば、変化指標算出部204は、RCVを所定量（例えば1）増加させたときの、ターゲットの変数の変化量を上記指標値として算出してもよい。この指標値は、RCVの変化量と、後述するパス係数との積により算出することができる。なお、パスが複数ある場合は、RCVの変化量と各々のパス係数との積の総和により当該指標値を算出することができる。また、同様にして、RCVを所定量あるいは所定の割合だけ増加させたときのターゲットの変数の変化率を算出することもできる。

[0035] また、上記指標値は、統計量の変化を示すものであってもよい。例えば、変化指標算出部204は、RCVを所定量（例えば1）増加させたときの、ターゲットの変数の統計量の変化を示す上記指標値を算出してもよい。統計量は、例えば標準偏差などであってもよい。例えば、変化指標算出部204は、RCVの変更前における、ターゲットの変数の標準偏差に対する、RCVの変更後における、ターゲットの変数の標準偏差の比を上記指標値として算出してもよい。また、対象とする統計量をユーザが指定できるようにしてもよい。

[0036] パス係数算出部205は、パス検出部203が検出する各パスのパス係数を算出する。パス係数は、因果分析された各要素を繋ぐ各エッジの重みを用いて算出される係数である。具体的には、パス係数算出部205は、直接パスについては当該パスを構成するエッジの重みをパス係数として算出する。また、パス係数算出部205は、間接パスについては当該パスを構成する複数のエッジの重みの積をパス係数として算出する。なお、エッジの重みの積はパス係数の一例に過ぎず、他の手法でパス係数を算出するようにしてもよい。パス係数の値のより大きいパスは有用なパスである可能性が高いといえる。

[0037] 条件充足判定部206は、パス検出部203が検出する各パスについて、

当該パスが所定の条件を満たすか否かを判定する。どのような条件を設定するかは任意であり、また、ユーザが条件を設定できるようにしてもよい。例えば、特定の要素を含むことを条件としてもよいし、変化指標算出部204が算出する指標値、パス係数算出部205が算出するパス係数、あるいはコスト算出部207が算出するコスト等についての条件を設定してもよい。例えば、条件充足判定部206は、コスト算出部207が算出するコストが所定の閾値以下であるパスは条件を満たし、閾値未満であるパスは条件を満たさないと判定してもよい。

[0038] コスト算出部207は、パス検出部203が検出する各パスについて、当該パスの終点の要素の値（上述したターゲットの変数）を所定量変化させるために必要となるコストを算出する。なお、「コスト」には、金銭的成本、時間的成本、および人的コスト等の少なくとも何れかが含まれる。また、コスト算出部207は、金額や時間、人数等を算出してもよいし、それらの多寡を示す指標値を算出してもよい。これにより、コスト算出部207は、当該関係に基づいてコストを算出することができる。

[0039] 例えば、コスト算出部207は、まず、変化指標算出部204に、ターゲットの変数の値を所定量変化させるために必要な、他の要素の値の変化量を算出させてもよい。そして、コスト算出部207は、算出された変化量だけ当該ターゲットの変数の値を変化させるために必要なコストを算出してもよい。なお、各変数の値を単位量だけ変化させるために必要なコストについては予め特定しておけばよい。

[0040] また、検出されたパスに3つ以上の要素が含まれる場合、何れの要素の値を変化させるかによってコストが変わることもあり得る。この場合、コスト算出部207は、例えば、パスに含まれる各要素を変化させた場合のコストをそれぞれ算出してもよい。そして、コスト算出部207は、算出したコストの平均値、あるいは、算出したコストの最小値または最大値を当該パスのコストとしてもよい。

[0041] パス情報生成部208は、パス検出部203が検出する各パスについて、

当該パスを示すパス情報を生成する。また、パス情報生成部 208 は、パス検出部 203 が、終点となる要素が共通する複数のパスを検出した場合には、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を生成する。

[0042] 表示制御部 209 は、パス情報生成部 208 が生成するパス情報を表示部 24 に表示させる。上述のように、このパス情報は、パス検出部 203 が検出したパスを示している。また、表示制御部 209 は、パス検出部 203 が、終点となる要素が共通する複数のパスを検出した場合には、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させる。

[0043] (要素の指定とパスの検出について)

パスの検出に用いる要素の指定と、指定された要素に応じたパスの検出について図 4 に基づいて説明する。図 4 は、要素の指定とパスの検出の例を示す図である。なお、図 4 では因果分析された要素を円形のノードで示し、各要素間の因果関係を有向エッジ（一方向矢印）で示している。また、図 4 には例 1 ～ 5 の 5 つの例を示している。

[0044] 例 1 は、ノード N1 ～ N4 で示される 4 つの要素の中から、パスの始点（上述の RCV）としてノード N4 の要素を指定すると共に、パスの終点（上述のターゲット）としてノード N1 の要素を指定した例である。このように、受付部 201 は、パスの始点となる要素と終点となる要素の両方の指定を受け付けてもよい。

[0045] 受付部 201 がこれらの要素の指定を受け付けた場合、パス検出部 203 は、ノード N4 の要素を始点とし、ノード N1 の要素を終点として、各要素が因果関係で結ばれたパスを検出する。具体的には、パス検出部 203 は、始点の要素から有向エッジをその向きに沿って辿ることにより終点の要素に至るパスを検出する。なお、パス検出部 203 は、分岐がある場合には、各分岐をそれぞれ別のパスとして検出する。例 1 では、ノード N4 の要素からノード N2 の要素を経てノード N1 の要素に至るパス p1 と、ノード N4 の要素からノード N3 の要素を経てノード N1 の要素に至るパス p2 が検出されている。

- [0046] 例2は、パスの始点としてノードN4の要素を指定した例である。このように、受付部201は、パスの始点となる要素についてのみ指定を受け付けてもよい。この場合、パス検出部203は、ノードN4の要素を始点とし、各要素が因果関係で結ばれたパスを検出する。具体的には、例2では、例1と同じパスp1とパスp2が検出されている。
- [0047] 例3は、パスの始点としてノードN4の要素とノードN5の要素とを指定すると共に、パスの終点としてノードN1の要素を指定した例である。このように、受付部201は、パスの始点として複数の要素の指定を受け付けてもよい。この場合、パス検出部203は、ノードN4の要素を始点とし、ノードN1の要素を終点として、各要素が因果関係で結ばれたパスと、ノードN5の要素を始点とし、ノードN1の要素を終点として、各要素が因果関係で結ばれたパスのそれぞれを検出する。具体的には、例3では、ノードN4の要素からノードN2の要素を経てノードN1の要素に至るパスp1と、ノードN5の要素からノードN3の要素を経てノードN1の要素に至るパスp2が検出されている。
- [0048] 例4は、パスの終点としてノードN1の要素を指定した例である。このように、受付部201は、パスの終点となる要素についてのみ指定を受け付けてもよい。この場合、パス検出部203は、ノードN1の要素を終点とし、各要素が因果関係で結ばれたパスを検出する。具体的には、パス検出部203は、終点の要素から有向エッジを逆向きに遡ることにより始点の要素に至るパスを検出する。例4では、ノードN4の要素からノードN2の要素を経てノードN1の要素に至るパスp1と、ノードN5の要素からノードN3の要素を経てノードN1の要素に至るパスp2が検出されている。
- [0049] 例5は、パスに含める要素としてノードN4の要素を指定すると共に、パスの終点としてノードN1の要素を指定した例である。このように、受付部201は、パスに含める要素の指定を受け付けてもよい。この場合、パス検出部203は、ノードN4の要素を含み、ノードN1の要素を終点とし、各要素が因果関係で結ばれたパスを検出する。具体的には、パス検出部203

は、指定された要素から有向エッジを逆向きに遡る処理と、有向エッジの向きに沿って辿る処理とを行い、指定された要素を通り、かつ終点の要素に至るパスを検出する。例5では、ノードN5の要素からノードN4の要素およびノードN2の要素を経てノードN1の要素に至るパスp1と、ノードN5の要素からノードN4の要素およびノードN3の要素を経てノードN1の要素に至るパスp2が検出されている。

[0050] なお、受付部201は、間接的な要素の指定を受け付けてもよい。例えば、受付部201は、パスに含める要素が満たすべき条件の指定を受け付けてもよい。この場合、パス検出部203は、指定された条件を満たす要素を抽出した上で、それらの要素を含むパスを検出する。条件としては、例えば、指定されたノードの直接的なあるいは間接的な原因または結果となっている（あるいはなっていない）こと、指定された1または複数のノードに対して上流側（あるいは下流側）に位置すること、およびこれらの組み合わせ等が挙げられる。

[0051] （パス情報の表示画面例1）

図5は、パス情報の表示画面例を示す図である。より詳細には、図5は、因果分析された複数の要素をノードとし、各要素間の因果関係を有向エッジ（一方向矢印）で示した因果グラフ（有向非巡回グラフとも呼ばれる）上にパス情報を表示させた場合の表示画面の一例を示している。なお、有向非巡回グラフの代わりに、CPDAG（Completed Partially Directed Acyclic Graph：完了部分有向非巡回グラフ）や無向グラフを表示させてもよい。

[0052] 図5に示される因果グラフには、N1～N8のノードが含まれている。そして、各ノードは、有向エッジで結ばれている。1つの有向エッジが接続する2つのノードのうち上流側（矢印の根元側）が原因を示し、下流側（矢印の先端側）が結果を示す。例えば、ノードN6とノードN7はノードN6からN7に向かう有向エッジにより接続されている。このことは、ノードN6の要素である「商品購入」という事象が原因となり、ノードN7の要素である「優待付与」という事象が発生することを示している。

[0053] また、図5に示す表示画面には、上述の因果グラフが含まれていると共に、ユーザの入力を受け付けるためのオブジェクトa1～a3が含まれている。

[0054] オブジェクトa1は、パスの終点（上述のターゲット）とする要素の指定を受け付けるためのオブジェクトである。ユーザは、入力部23を介した入力操作により、オブジェクトa1を選択し、終点としたい要素を指定する。例えば、表示制御部209は、オブジェクトa1が選択されたときに、因果グラフに含まれる要素のうち終点とすることが可能な要素を一覧表示し、一覧表示した要素の中から終点としたい要素を指定させるようにしてもよい。ユーザが要素を指定すると、図示のように、指定された要素を示す文字列がオブジェクトa1に表示される。

[0055] オブジェクトa2は、パスの始点（上述のRCV）とする要素の指定を受け付けるためのオブジェクトである。ユーザは、入力部23を介した入力操作により、オブジェクトa2を選択し、始点としたい要素を指定する。例えば、表示制御部209は、オブジェクトa2が選択されたときに、因果グラフに含まれる要素のうち始点とすることが可能な要素を一覧表示し、一覧表示した要素の中から始点としたい要素を指定させるようにしてもよい。ユーザが要素を指定すると、図示のように、指定された要素を示す文字列がオブジェクトa2に表示される。

[0056] オブジェクトa3は、始点とする要素を追加するためのオブジェクトである。例えば、表示制御部209は、オブジェクトa3が選択されたときに、因果グラフに含まれる要素のうち始点とすることが可能なノードを一覧表示し、一覧表示した要素の中から始点としたい要素を指定させるようにしてもよい。ユーザが要素を指定すると、指定された要素を示す新たなオブジェクトが表示される。

[0057] 以上のようにして、終点とするノードと、1または複数の始点とするノードが指定されると、パス検出部203が、指定されたノードを含むパスを検出する。図5の例では、終点としてノードN6の要素である「商品購入」が

指定され、始点としてノードN2の要素である「プロモーション」が指定されている。この場合、パス検出部203は、「ノードN2－ノードN4－ノードN6」というパスと、「ノードN2－ノードN5－ノードN6」のパスを検出する。

[0058] このように複数のパスが検出された場合、パス情報生成部208は各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を生成し、表示制御部209がこれを表示させる。図5の例では、表示制御部209は、検出されたパスにおける終点のノードの枠線を二重線、始点のノードの枠線を太線とすると共に、パスに含まれるノード間の矢印も太線として表示している。これらの表示により、検出されたパスが示されている。つまり、図5においてはこのような表示態様で表示されるノードおよび有向エッジがパス情報である。

[0059] ここで、「ノードN2－ノードN4－ノードN6」における有向エッジと、「ノードN2－ノードN5－ノードN6」における有向エッジは線の太さが異なっている。この差異は、検出されたパスの違いを反映している。つまり、図5においては有向エッジの線の太さを変えることにより、パス情報をパスに応じた表示態様としている。

[0060] 以上のように、表示制御部209は、因果分析された複数の要素をノードとし、各要素間の因果関係を有向エッジで示した因果グラフ上にパス情報を表示させてもよい。これにより、例示的实施形態1に係る情報処理装置1の奏する効果に加えて、因果グラフと検出されたパス情報との関係性、つまり検出されたパスが因果グラフにおいてどのような位置づけとなっているかについてもユーザに認識させることができるという効果が得られる。

[0061] なお、各パスのパス情報の表示態様を決める基準は特に限定されない。例えば、後記「パス情報の表示態様について」で説明するように、変化指標算出部204、パス係数算出部205、条件充足判定部206、およびコスト算出部207の少なくとも何れの算出結果または判定結果に基づいて表示態様が決定されるようにしてもよい。

[0062] また、パス情報の表示態様は各パスを識別できるようなものであればよく

、特に限定されない。例えば、有向エッジの形態（色、太さ、アローヘッドのサイズなど）により各パスを識別できるようにしてもよいし、ノードの表示態様（色、輪郭線、サイズなど）により各パスを識別できるようにしてもよい。

[0063] （パス情報の表示態様について）

情報処理装置 2 は、パス検出部 203 が検出した複数のパスのそれぞれについて、当該パスの始点の変数を変化させたときの、当該パスの終点の変数の変化の程度を示す指標値を算出する変化指標算出部 204 を備えている。このため、パス情報生成部 208 は、算出された指標値に応じた態様のパス情報を生成することができ、これにより表示制御部 209 は、算出された指標値に応じた態様のパス情報を表示させることができる。

[0064] したがって、情報処理装置 2 によれば、例示的实施形態 1 に係る情報処理装置 1 の奏する効果に加えて、各パスについて、当該パスの始点の要素の変数を変化させたときの終点の要素の変数の変化の程度の違いをユーザに容易に認識させることができるという効果が得られる。

[0065] また、情報処理装置 2 は、パス検出部 203 が検出した複数のパスのそれぞれについてパス係数を算出するパス係数算出部 205 を備えている。このため、パス情報生成部 208 は、算出されたパス係数の大きさに応じた態様のパス情報を生成することができ、これにより表示制御部 209 は、算出されたパス係数の大きさに応じた態様のパス情報を表示させることができる。

[0066] したがって、情報処理装置 2 によれば、例示的实施形態 1 に係る情報処理装置 1 の奏する効果に加えて、パス係数が高く、有用である可能性が高いパスをユーザに容易に認識させることができるという効果が得られる。

[0067] また、パス情報生成部 208 は、検出されたパスに含まれる要素の数に応じた態様のパス情報を生成してもよい。これにより、表示制御部 209 は、検出されたパスに含まれる要素の数に応じた態様で、当該パスに対応するパス情報を表示させることができる。例えば、パス情報生成部 208 は、パス情報における有向エッジの線の太さを、パスに含まれる要素の数に比例した

太さとしてもよいし、要素の数が所定の閾値以上であるか否かに応じて有向エッジの線の太さを異ならせてもよい。

[0068] したがって、情報処理装置 2 によれば、例示的实施形態 1 に係る情報処理装置 1 の奏する効果に加えて、各パスについて、当該パスに含まれる要素の数の違いをユーザに容易に認識させることができるという効果が得られる。

[0069] また、パス情報生成部 208 は、パスが所定の条件を満たすか否かに応じて異なる態様のパス情報を生成してもよい。パスが所定の条件を満たすか否かは条件充足判定部 206 によって判定される。これにより、表示制御部 209 は、所定の条件を満たすパスを、当該条件を満たさないパスと識別可能に表示させることができる。

[0070] したがって、情報処理装置 2 によれば、例示的实施形態 1 に係る情報処理装置 1 の奏する効果に加えて、所定の条件を満たすパスと見たさないパスとをユーザに容易に識別させることができるという効果が得られる。

[0071] また、情報処理装置 2 は、パス検出部 203 が検出した複数のパスのそれぞれについて、当該パスの終点の要素の変数を所定量変化させるために必要となるコストを算出するコスト算出部 207 を備えている。このため、パス情報生成部 208 は、算出されたコストの大きさに応じた態様のパス情報を生成することができ、これにより表示制御部 209 は、算出されたコストに応じた態様でパス情報を表示させることができる。

[0072] したがって、情報処理装置 2 によれば、例示的实施形態 1 に係る情報処理装置 1 の奏する効果に加えて、各パスについて、パスの終点の要素の変数を所定量変化させるために必要となるコストの違いをユーザに容易に認識させることができるという効果が得られる。

[0073] (パス情報の表示画面例 2)

図 6 は、パス情報の表示画面の他の例を示す図である。図 6 に示す画面例 b1 にも、図 4 の画面例におけるオブジェクト a1、a2 と同様の、終点とする要素の指定を受け付けるためのオブジェクト b11 と、始点とする要素の指定を受け付けるためのオブジェクト b12 が含まれている。また、画面

例 b 1 にはオブジェクト b 1 1、b 1 2に加えて、オブジェクト b 1 3～b 1 5が含まれている。なお、図 6 の例におけるパス情報は、画面例 b 1 において破線で囲まれた部分に表示される各オブジェクトおよび文字列である。

[0074] オブジェクト b 1 3 は、指定された始点の要素を示すオブジェクトであり、また、検出されたパスの始点の要素を示すオブジェクトでもある。オブジェクト b 1 3 には、矢印のオブジェクト b 1 4 および b 1 5 が対応付けて表示されている。これらのオブジェクトは、オブジェクト b 1 3 の要素の下流側につながる要素が存在することを示していると共に、それらの要素を表示させるための入力操作を受け付けるオブジェクトとなっている。

[0075] また、オブジェクト b 1 4 には、当該オブジェクト b 1 4 に対応するパスについて算出された指標値の値が大きいことを示す文字列が対応付けられており、オブジェクト b 1 5 には、当該オブジェクト b 1 5 に対応するパスについて算出された指標値が中程度であることを示す文字列が対応付けられている。オブジェクト b 1 4 を選択するユーザ操作が行われると、画面例 b 1 における破線部分が b 2 に遷移する。

[0076] なお、上記の指標値は、変化指標算出部 2 0 4 により算出される。このため、パス情報生成部 2 0 8 は、変化指標算出部 2 0 4 により算出された当該指標値の値の大きさを大、中、小等に分類し、その分類結果に基づいてこのようなパス情報を生成することができる。

[0077] b 2 には、指標値の値が大きいパスについて表示していることを示す文字列が表示されていると共に、オブジェクト b 2 1～b 2 3が含まれている。このうちオブジェクト b 2 1 は、画面例 b 1 のオブジェクト b 1 3 に示される要素「プロモーション」の下流側につながる要素が「パッケージ」であることを示している。また、オブジェクト b 2 2 は、オブジェクト b 2 1 の上流側につながる要素を表示させるためのオブジェクトである。このため、オブジェクト b 2 2 を選択するユーザ操作が行われると画面例 b 1 の表示状態に戻る。一方、オブジェクト b 2 3 は、オブジェクト b 2 1 の下流側につながる要素を表示させるためのオブジェクトである。このため、オブジェクト

b 2 3 を選択するユーザ操作が行われると画面例 b 1 における破線部分は b 3 の表示状態となる。

[0078] b 3 には、オブジェクト b 3 1 および b 3 2 が含まれている。このうちオブジェクト b 3 2 1 は、b 2 に示されるオブジェクト b 2 1 の要素「パッケージ」の下流側につながる要素が「商品購入」であることを示している。また、オブジェクト b 3 1 では、当該要素が終点として指定されたオブジェクトであることも示されている。また、オブジェクト b 3 2 は、オブジェクト b 3 1 の上流側につながる要素を表示させるためのオブジェクトである。このため、オブジェクト b 3 1 を選択するユーザ操作が行われると b 2 の表示状態に戻る。

[0079] 一方、画面例 b 1 において、オブジェクト b 1 5 を選択するユーザ操作が行われると、画面例 b 1 における破線部分が b 4 に遷移する。b 4 の表示内容は b 2 と概ね同様であるが、b 4 のオブジェクト b 4 1 は要素「価格」を示すものである点と、指標値の値の大きさが中程度であるパスを表示していることを示す文字列が表示されている点で相違する。

[0080] b 4 が表示されているときに、オブジェクト b 4 2 を選択するユーザ操作が行われると画面例 b 1 の表示状態に戻り、オブジェクト b 4 3 を選択するユーザ操作が行われると画面例 b 1 における破線部分は b 5 の表示状態となる。b 5 の表示内容は b 3 と概ね同様であるが、b 5 には指標値の値の大きさが中程度であるパスを表示していることを示す文字列が表示されている点で b 3 と相違する。

[0081] このように、表示制御部 2 0 9 は、検出されたパスの全要素を必ずしも一度に表示する必要はなく、ユーザ操作等に応じて各要素を個別に表示させてもよい。また、表示制御部 2 0 9 は、図 6 の例のように、各パスの構成要素を表示させる際に、そのパスの特徴を表した文字列を表示させることにより、パス情報の表示態様を異ならせてもよい。

[0082] (パス情報の表示画面例 3)

図 7 は、パス情報の表示画面のさらに他の例を示す図である。図 7 に示す

画面例にも、図4の画面例におけるオブジェクトa1、a2と同様の、終点とする要素の指定を受け付けるためのオブジェクトc1と、始点とする要素の指定を受け付けるためのオブジェクトc2が含まれている。また、図7の画面例にはオブジェクトc1、c2に加えて、パス情報c3が含まれている。

[0083] パス情報c3は、因果グラフと同様にノードと有向エッジによりパスを示している。具体的には、パス情報c3には、要素「身近な公園」から要素「育児支援」を経て「住みやすさ」に至るパス1と、要素「身近な公園」から要素「緑が多い」を経て「住みやすさ」に至るパス2とが示されている。

[0084] パス情報c3においては、ノード間の距離（有向エッジの長さと言い換えることもできる）を、上流側の要素の変化が下流側の要素に反映されるまでの予想時間に応じた距離としている。つまり、パス情報c3においては、検出された各パスが、各パスにおける変化の伝搬時間に応じた態様で表示されているから、パス情報c3に示される最短のルートは最も早く効果が現れることが期待できるパスを示しているといえる。これにより、ユーザは複数のパスのうち早期の効果が期待できるものを直感的に認識することができる。

[0085] 例えば、パス1における要素「身近な公園」から要素「育児支援」までの距離は、パス2における要素「身近な公園」から要素「緑が多い」までの距離よりも短い。このことは、「身近な公園」を充実させる施策を行った後、その施策の効果が「育児支援」の充実度として反映されるまでの時間が、「緑が多い」と感じる人が増えるまでの時間よりも短いことを示している。

[0086] なお、上記の予想時間はパスにおける時間的なコストを示すものであり、コスト算出部207により算出される。このため、パス情報生成部208は、コスト算出部207により算出されたコストすなわち予想時間をもとにノード間の距離を決定して、このようなパス情報を生成することができる。また、パス情報生成部208は、時間以外のコストをもとに同様のパス情報を生成することも可能である。

[0087] （パス情報の表示画面例4）

図8は、パス情報の表示画面のさらに他の例を示す図である。図8に示す画面例にも、図4の画面例におけるオブジェクトa1と同様の、終点とする要素の指定を受け付けるためのオブジェクトd1が含まれている。また、図8の画面例にはオブジェクトd1に加えて、オブジェクトd2、d3、およびパス情報d4が含まれている。

[0088] オブジェクトd2およびd3は、何れも始点とする要素の指定を受け付けるためのオブジェクトであり、指定された要素を示すオブジェクトでもある。つまり、図8の例では、2つの要素が始点として指定されたことを想定している。

[0089] パス情報d4は、因果グラフと同様にノードと有向エッジによりパスを示している。具体的には、パス情報d4には、要素「清掃状態」から要素「身近な公園が充実」を経て「住みやすさ」に至るパス1と、要素「川の水がきれい」から要素「身近な公園が充実」を経て「住みやすさ」に至るパス2とが示されている。

[0090] パス情報d4においては、上記の各要素に対応するノードが、縦軸を予想コスト、横軸を効果予想時期とする座標平面上に表示されている。つまり、パス情報d4において、各パスの縦方向の位置は、当該パスにより終点の要素「住みやすさ」を所定量だけ向上させるために必要と予想されるコストを示している。図8の例では、パス2の予想コストがパス1の2倍程度になっていることが分かる。なお、図8の「予想コスト」におけるコストは金銭的成本であり、コスト算出部207により算出される。

[0091] また、パス情報d4において、ノード間の横方向の距離は、上流側のノードに対応する要素の変化が下流側のノードに対応する要素に反映されるまでの予想時間を示している。なお、この予想時間についてもコスト算出部207により算出される。

[0092] 例えば、図8の例では、要素「川の水がきれい」から要素「身近な公園が充実」までの横方向の距離が、要素「清掃状態」から要素「身近な公園が充実」までの横方向の距離よりも長い。このことは、「川の水がきれい」と感

じる人を増やすための施策を行った後、その施策の効果が「身近な公園が充実」していると感じる人の増加として反映されるまでの時間が、「清掃状態」を改善する施策を行った後、その施策の効果が「身近な公園が充実」していると感じる人の増加として反映されるまでの時間よりも長いことを示している。

[0093] このように、パス情報生成部 208 は、各パスまたはその構成要素に関する複数の評価軸を設定し、その評価軸上に各パスを表示させたパス情報を生成してもよく、表示制御部 209 はそのパス情報を表示させてもよい。これにより、各パスの複数の特徴をユーザに容易に認識させることができる。なお、どのような評価軸を設定するかは任意であり、図 8 の例に限られない。例えば、パス情報生成部 208 は、変化指標算出部 204 が算出する指標値についての評価軸を設定してもよい。

[0094] (分析支援方法の流れ)

本例示的实施形態に係る分析支援方法の流れについて、図 9 を参照して説明する。図 9 は、分析支援方法の流れを示すフロー図である。なお、図 9 には、因果分析部 202 による因果分析が完了して、複数の要素間の因果関係が特定された状態における処理を示している。

[0095] S21 では、受付部 201 が、因果分析された複数の要素のうち少なくとも 1 つの要素の指定を受け付ける。要素の指定を受け付けるにあたり、表示制御部 209 は、因果分析された複数の要素のリストを表示させてもよい。この場合、受付部 201 は、当該リストに示される要素の中から、ユーザの所望の要素の指定を受け付ける。

[0096] S22 では、パス検出部 203 が、因果関係で結ばれる複数の要素からなるパスのうち、S21 で指定された要素を含むパスを検出する。そして、S23 では、パス検出部 203 は、検出されたパスが複数であるか否かを判定する。S23 で YES と判定された場合には S24 に進む。

[0097] 一方、S23 で NO と判定された場合には S24 ~ S27 の処理は行わずに S28 に進む。この場合、S28 において、パス情報生成部 208 は、S

22で検出された1つのパスを示すパス情報を生成する。なお、S23でYESと判定された場合にもS24～S27の処理を行うようにしてもよい。この場合、パス情報生成部208は、S22で検出されたパスが1つである場合も、S24～S27の処理の結果に応じた態様で当該パスを示すパス情報を生成する。

[0098] S24では、パス係数算出部205が、S22で検出された複数のパスのそれぞれについてパス係数を算出する。なお、パス係数の算出に用いられる重み値は、既知の因果推論や因果探索の手法により算出することができる。

[0099] S25では、変化指標算出部204が、S22で検出された複数のパスのそれぞれについて、当該パスの始点の要素の値を変化させたときの、当該パスの終点の要素の値の変化量を、当該要素の値の変化の程度を示す指標値として算出する。変化量の算出にはS24で算出されたパス係数が用いられる。なお、上述のように、変化の程度を示す指標値は変化量に限られず、変化率等であってもよい。

[0100] S26では、条件充足判定部206が、S22で検出された複数のパスのそれぞれについて、当該パスが所定の条件を充足するか否かを判定する。

[0101] S27では、コスト算出部207が、S22で検出された複数のパスのそれぞれについて、当該パスの終点の要素の値を所定量変化させるために必要となるコストを算出する。なお、S24～S27の処理を実行する順序は任意であり、また、これらの処理の一部または全部を並行で行うようにしてもよい。また、必ずしもS24～S27の処理の全てを行う必要はなく、これらの一部のみを行うようにしてもよい。

[0102] S28では、パス情報生成部208が、S24～S27の処理の結果に基づいて、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を生成する。なお、パス情報生成部208は、必ずしもS24～S27の処理の結果の全てを利用する必要はない。例えば、パス情報生成部208は、ユーザの指定に従い、S24～S27の一部または全部の結果に基づいてパス情報を生成してもよい。また、例えば、パス情報生成部208は、S24～S27の処理の結果

に基づいて複数種類のパス情報を生成してもよい。

[0103] S 2 9 では、表示制御部 2 0 9 が、S 2 8 で生成されたパス情報を表示部 2 4 に表示させる。これにより、図 9 の処理は終了する。なお、上述のように S 2 8 では複数のパス情報を生成してもよく、複数のパス情報が生成された場合には、表示制御部 2 0 9 はそれら複数のパス情報を表示させてもよい。また、表示制御部 2 0 9 は、表示させるパス情報をユーザの操作に応じて切り替えてもよい。

[0104] 〔変形例〕

上述の実施形態で説明した各処理の実行主体は任意であり、上述の例に限られない。つまり、相互に通信可能な複数の装置（プロセッサということもできる）により、情報処理装置 1 および 2 の機能を実現することができる。例えば、図 2 および図 9 のフローチャートに記載されている各処理を複数のプロセッサに分担で実行させることもできる。つまり、上述の実施形態における分析支援方法の実行主体は、1 つのプロセッサであってもよいし、複数のプロセッサであってもよい。

[0105] 〔ソフトウェアによる実現例〕

情報処理装置 1、2 の一部又は全部の機能は、集積回路（IC チップ）等のハードウェアによって実現してもよいし、ソフトウェアによって実現してもよい。

[0106] 後者の場合、情報処理装置 1、2 は、例えば、各機能を実現するソフトウェアであるプログラムの命令を実行するコンピュータによって実現される。このようなコンピュータの一例（以下、コンピュータ C と記載する）を図 1 0 に示す。コンピュータ C は、少なくとも 1 つのプロセッサ C 1 と、少なくとも 1 つのメモリ C 2 と、を備えている。メモリ C 2 には、コンピュータ C を情報処理装置 1 または 2 として動作させるためのプログラム（分析支援プログラム）P が記録されている。コンピュータ C において、プロセッサ C 1 は、プログラム P をメモリ C 2 から読み取って実行することにより、情報処理装置 1 または 2 の各機能が実現される。

[0107] プロセッサC 1としては、例えば、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphic Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor)、MPU (Micro Processing Unit)、FPU (Floating point number Processing Unit)、PPU (Physics Processing Unit)、TPU (Tensor Processing Unit)、量子プロセッサ、マイクロコントローラ、又は、これらの組み合わせなどを用いることができる。メモリC 2としては、例えば、フラッシュメモリ、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、又は、これらの組み合わせなどを用いることができる。

[0108] なお、コンピュータCは、プログラムPを実行時に展開したり、各種データを一時的に記憶したりするためのRAM (Random Access Memory) を更に備えていてもよい。また、コンピュータCは、他の装置との間でデータを送受信するための通信インタフェースを更に備えていてもよい。また、コンピュータCは、キーボードやマウス、ディスプレイやプリンタなどの入出力機器を接続するための入出力インタフェースを更に備えていてもよい。

[0109] また、プログラムPは、コンピュータCが読み取り可能な、一時的でない有形の記録媒体Mに記録することができる。このような記録媒体Mとしては、例えば、テープ、ディスク、カード、半導体メモリ、又はプログラマブルな論理回路などを用いることができる。コンピュータCは、このような記録媒体Mを介してプログラムPを取得することができる。また、プログラムPは、伝送媒体を介して伝送することができる。このような伝送媒体としては、例えば、通信ネットワーク、又は放送波などを用いることができる。コンピュータCは、このような伝送媒体を介してプログラムPを取得することもできる。

[0110] [付記事項1]

本発明は、上述した実施形態に限定されるものでなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。例えば、上述した実施形態に開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても、本発明の技術的範囲に含まれる。

[0111] 〔付記事項 2〕

上述した実施形態の一部又は全部は、以下のようにも記載され得る。ただし、本発明は、以下の記載する態様に限定されるものではない。

[0112] （付記 1）

因果分析された複数の要素のうち少なくとも 1 つの要素の指定を受け付ける受付手段と、因果関係で結ばれる複数の前記要素からなるパスのうち指定された前記要素を含むパスを検出するパス検出手段と、前記パス検出手段が、終点となる前記要素が共通する複数の前記パスを検出した場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させる表示制御手段と、を備える情報処理装置。

[0113] （付記 2）

前記表示制御手段は、複数の前記要素をノードとし、各要素間の因果関係を有向エッジで示した因果グラフ上に前記パス情報を表示させる、付記 1 に記載の情報処理装置。

[0114] （付記 3）

前記パス検出手段が検出した複数の前記パスのそれぞれについて、当該パスの始点の要素の値を変化させたときの、当該パスの終点の要素の値の変化の程度を示す指標値を算出する変化指標算出手段を備え、前記表示制御手段は、変化の程度を示す前記指標値に応じた態様で前記パス情報を表示させる、付記 1 または 2 に記載の情報処理装置。

[0115] （付記 4）

前記パス検出手段が検出した複数の前記パスのそれぞれについてパス係数を算出するパス係数算出手段を備え、前記表示制御手段は、前記パス係数の大きさに応じた態様で前記パス情報を表示させる、付記 1 から 3 の何れかに記載の情報処理装置。

[0116] （付記 5）

前記表示制御手段は、前記パスに含まれる要素の数に応じた態様で、当該パスに対応する前記パス情報を表示させる、付記 1 から 4 の何れかに記載の

情報処理装置。

[0117] (付記 6)

前記表示制御手段は、所定の条件を満たす前記パスを、当該条件を満たさない前記パスと識別可能に表示させる、付記 1 から 5 の何れかに記載の情報処理装置。

[0118] (付記 7)

前記パス検出手段が検出した複数の前記パスのそれぞれについて、当該パスの終点の要素の値を所定量変化させるために必要となるコストを算出するコスト算出手段を備え、前記表示制御手段は、前記コストに応じた態様で前記パス情報を表示させる、付記 1 から 6 の何れかに記載の情報処理装置。

[0119] (付記 8)

少なくとも 1 つのプロセッサが、因果分析された複数の要素のうち少なくとも 1 つの要素の指定を受け付けることと、因果関係で結ばれる複数の前記要素からなるパスのうち指定された前記要素を含むパスを検出することと、終点となる前記要素が共通する複数の前記パスを検出した場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させることと、を含む分析支援方法

(付記 9)

コンピュータを、因果分析された複数の要素のうち少なくとも 1 つの要素の指定を受け付ける受付手段、因果関係で結ばれる複数の前記要素からなるパスのうち指定された前記要素を含むパスを検出するパス検出手段、および前記パス検出手段が、終点となる前記要素が共通する複数の前記パスを検出した場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させる表示制御手段、として機能させる分析支援プログラム。

[0120] [付記事項 3]

上述した実施形態の一部又は全部は、更に、以下のように表現することもできる。少なくとも 1 つのプロセッサを備え、前記プロセッサは、因果分析された複数の要素のうち少なくとも 1 つの要素の指定を受け付ける処理と、

因果関係で結ばれる複数の前記要素からなるパスのうち指定された前記要素を含むパスを検出する処理と、終点となる要素が共通する複数のパスが検出された場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させる処理と、を実行する情報処理装置。

[0121] なお、この情報処理装置は、更にメモリを備えていてもよく、このメモリには、要素の指定を受け付ける前記処理と、パスを検出する前記処理と、パス情報を表示させる前記処理とを前記プロセッサに実行させるためのプログラムが記憶されていてもよい。また、このプログラムは、コンピュータ読み取り可能な一時的でない有形の記録媒体に記録されていてもよい。

符号の説明

- [0122] 1 情報処理装置
 - 1 1 受付部（受付手段）
 - 1 2 パス検出部（パス検出手段）
 - 1 3 表示制御部（表示制御手段）
- 2 情報処理装置
 - 2 0 1 受付部（受付手段）
 - 2 0 3 パス検出部（パス検出手段）
 - 2 0 4 変化指標算出部（変化指標算出手段）
 - 2 0 5 パス係数算出部（パス係数算出手段）
 - 2 0 7 コスト算出部（コスト算出手段）
 - 2 0 9 表示制御部（表示制御手段）

請求の範囲

- [請求項1] 因果分析された複数の要素のうち少なくとも1つの要素の指定を受け付ける受付手段と、
- 因果関係で結ばれる複数の前記要素からなるパスのうち指定された前記要素を含むパスを検出するパス検出手段と、
- 前記パス検出手段が、終点となる前記要素が共通する複数の前記パスを検出した場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させる表示制御手段と、を備える情報処理装置。
- [請求項2] 前記表示制御手段は、複数の前記要素をノードとし、各要素間の因果関係を有向エッジで示した因果グラフ上に前記パス情報を表示させる、請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記パス検出手段が検出した複数の前記パスのそれぞれについて、当該パスの始点の要素の値を変化させたときの、当該パスの終点の要素の値の変化の程度を示す指標値を算出する変化指標算出手段を備え、
- 前記表示制御手段は、変化の程度を示す前記指標値に応じた態様で前記パス情報を表示させる、請求項1または2に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記パス検出手段が検出した複数の前記パスのそれぞれについてパス係数を算出するパス係数算出手段を備え、
- 前記表示制御手段は、前記パス係数の大きさに応じた態様で前記パス情報を表示させる、請求項1から3の何れか1項に記載の情報処理装置。
- [請求項5] 前記表示制御手段は、前記パスに含まれる要素の数に応じた態様で、当該パスに対応する前記パス情報を表示させる、請求項1から4の何れか1項に記載の情報処理装置。
- [請求項6] 前記表示制御手段は、所定の条件を満たす前記パスを、当該条件を満たさない前記パスと識別可能に表示させる、請求項1から5の何れ

か 1 項に記載の情報処理装置。

[請求項7]

前記パス検出手段が検出した複数の前記パスのそれぞれについて、当該パスの終点の要素の値を所定量変化させるために必要となるコストを算出するコスト算出手段を備え、

前記表示制御手段は、前記コストに応じた態様で前記パス情報を表示させる、請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

[請求項8]

少なくとも 1 つのプロセッサが、

因果分析された複数の要素のうち少なくとも 1 つの要素の指定を受け付けることと、

因果関係で結ばれる複数の前記要素からなるパスのうち指定された前記要素を含むパスを検出することと、

終点となる前記要素が共通する複数の前記パスが検出された場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させることと、を含む分析支援方法。

[請求項9]

コンピュータを、

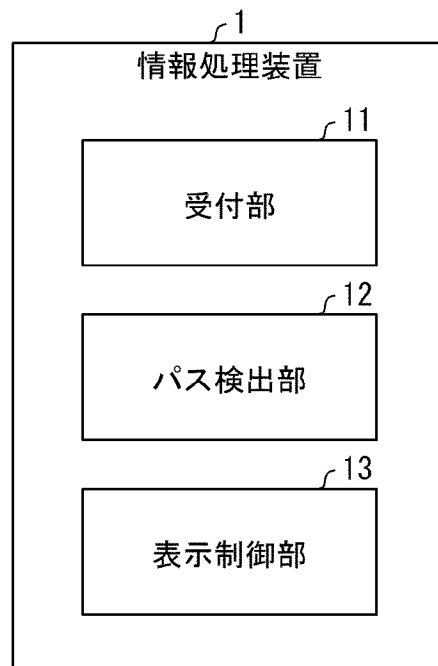
因果分析された複数の要素のうち少なくとも 1 つの要素の指定を受け付ける受付手段、

因果関係で結ばれる複数の前記要素からなるパスのうち指定された前記要素を含むパスを検出するパス検出手段、および

前記パス検出手段が、終点となる前記要素が共通する複数の前記パスを検出した場合に、各パスに応じた態様で各パスを示すパス情報を表示させる表示制御手段、として機能させる分析支援プログラム。

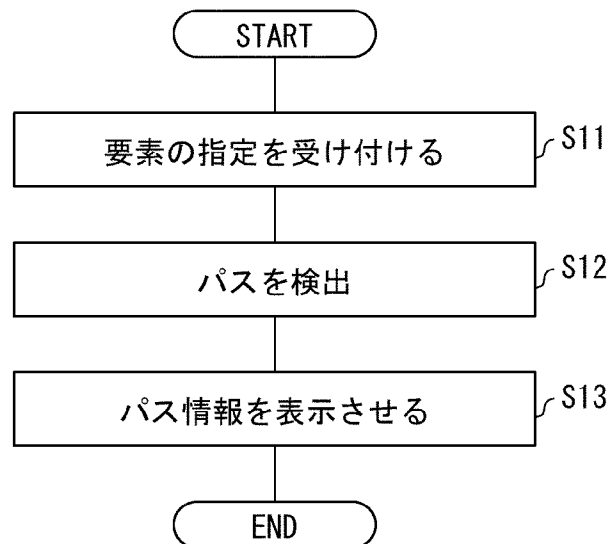
[図1]

図 1



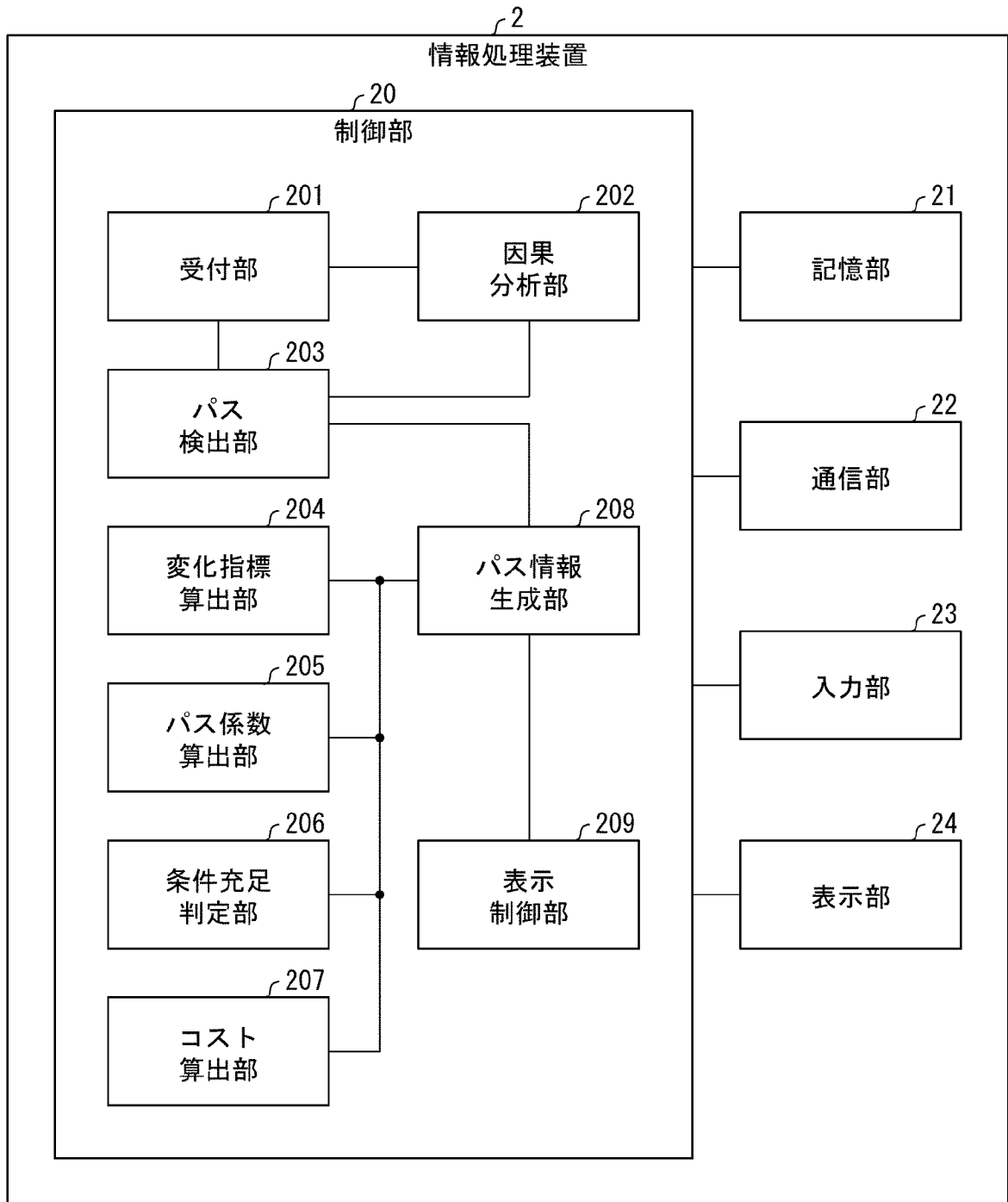
[図2]

図 2

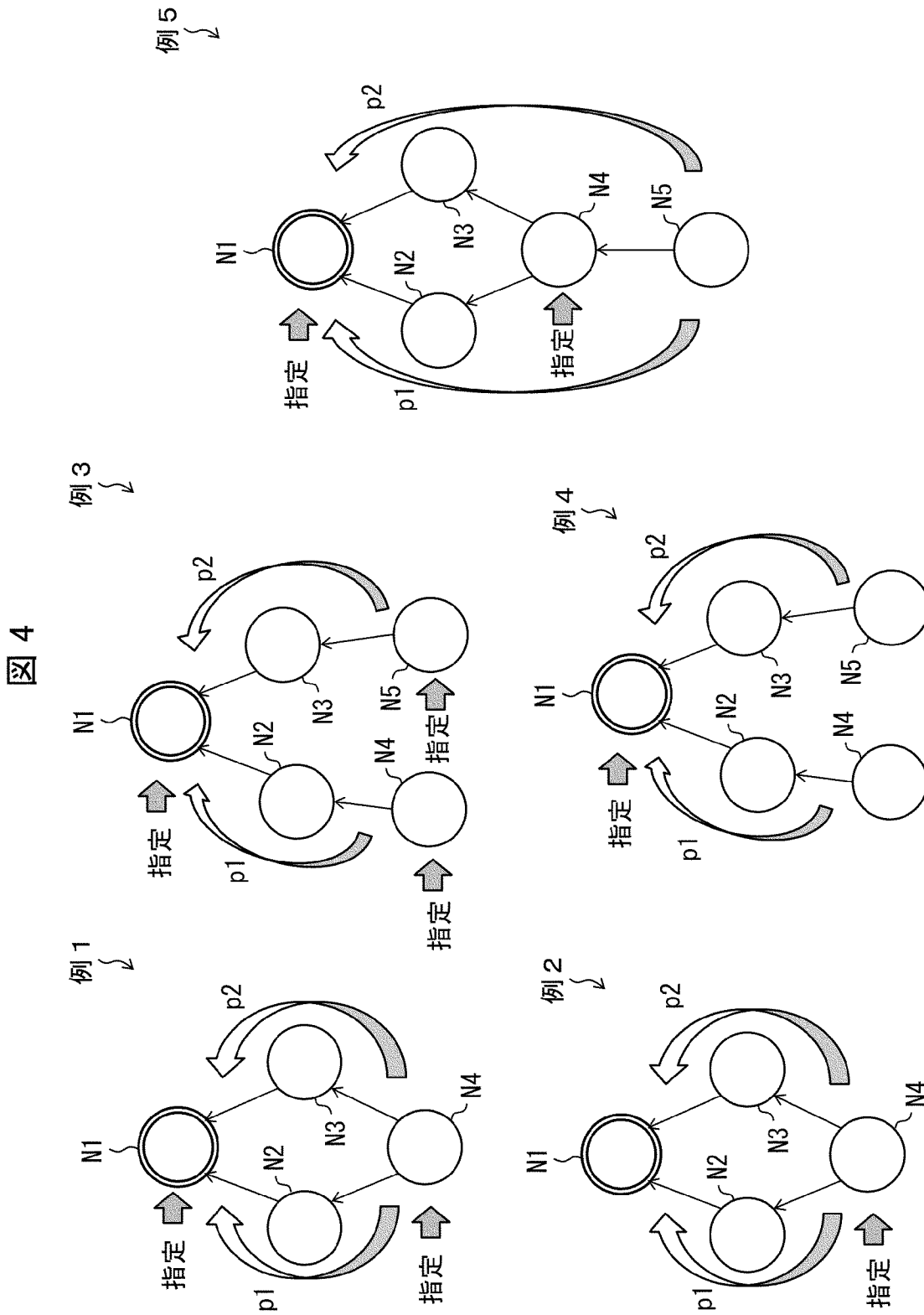


[図3]

図 3

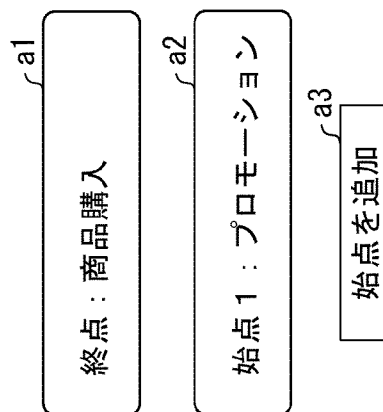
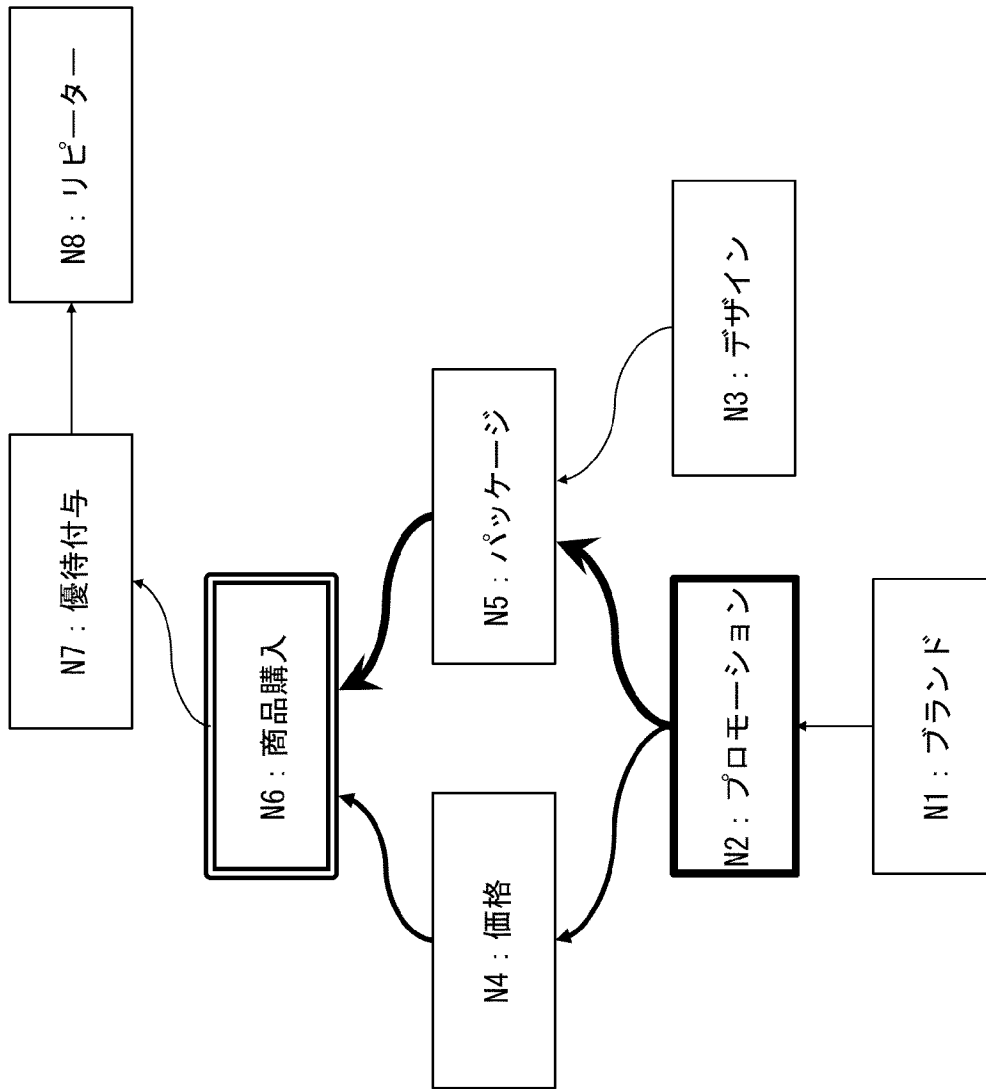


[図4]



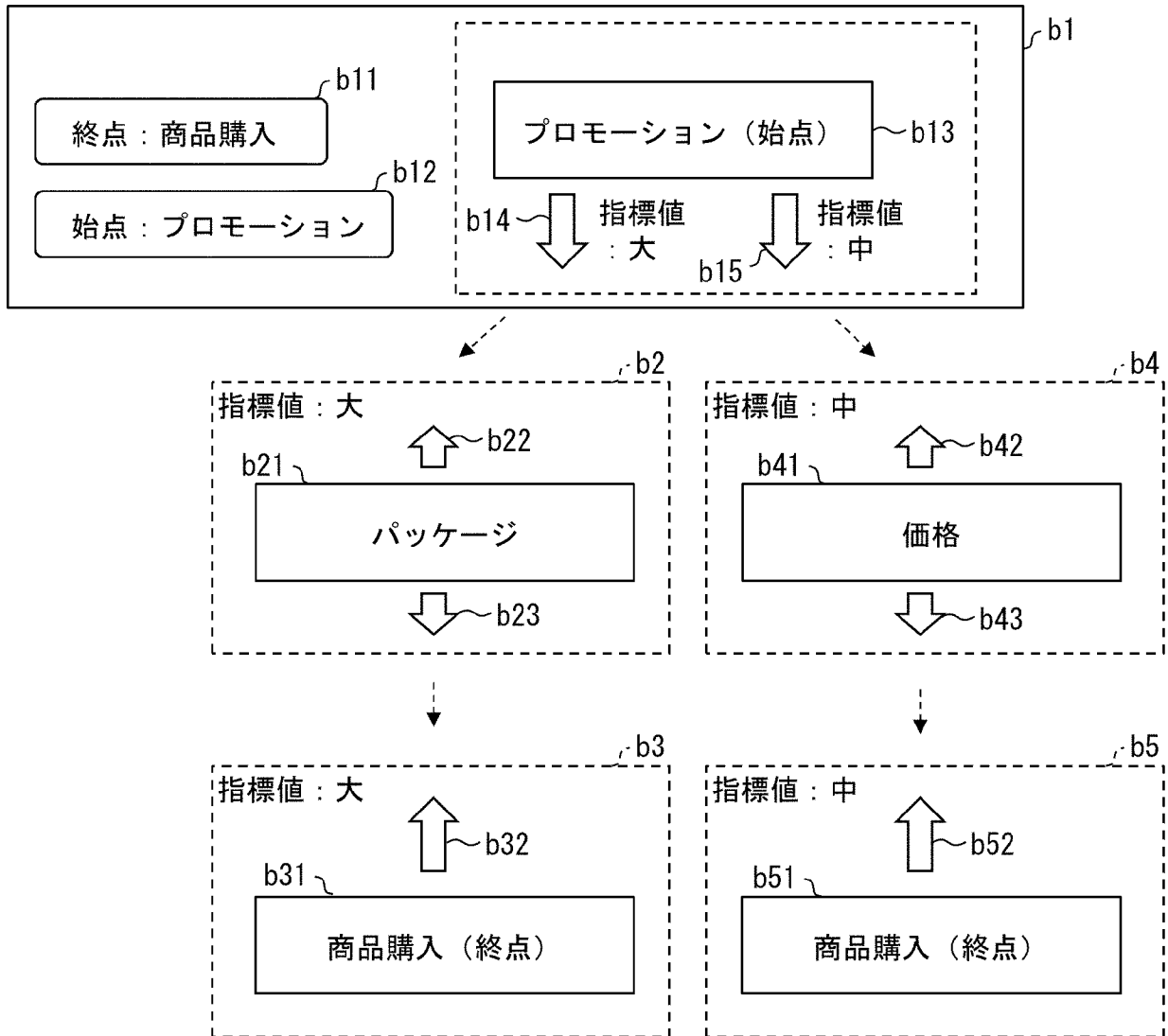
[図5]

図 5



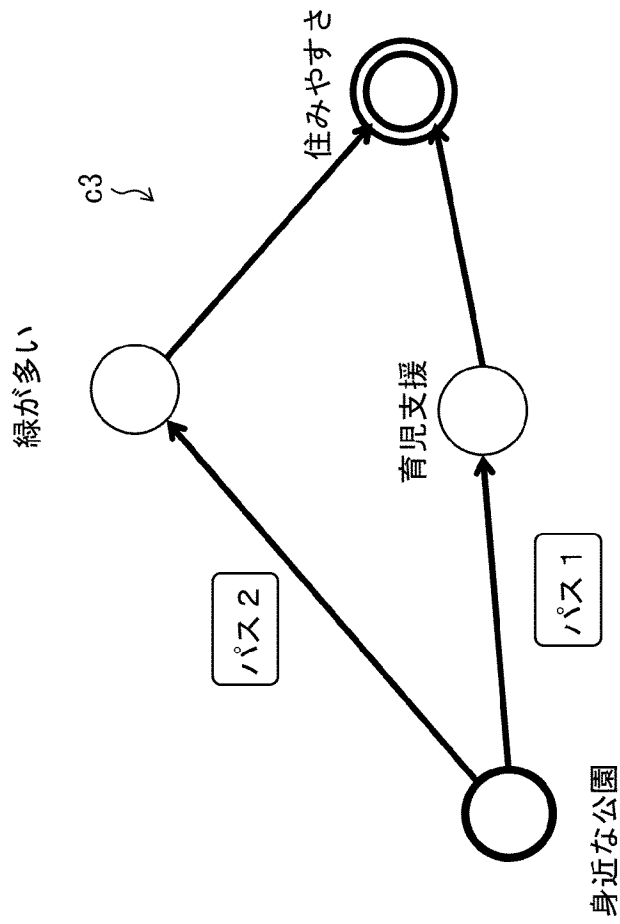
[図6]

図 6



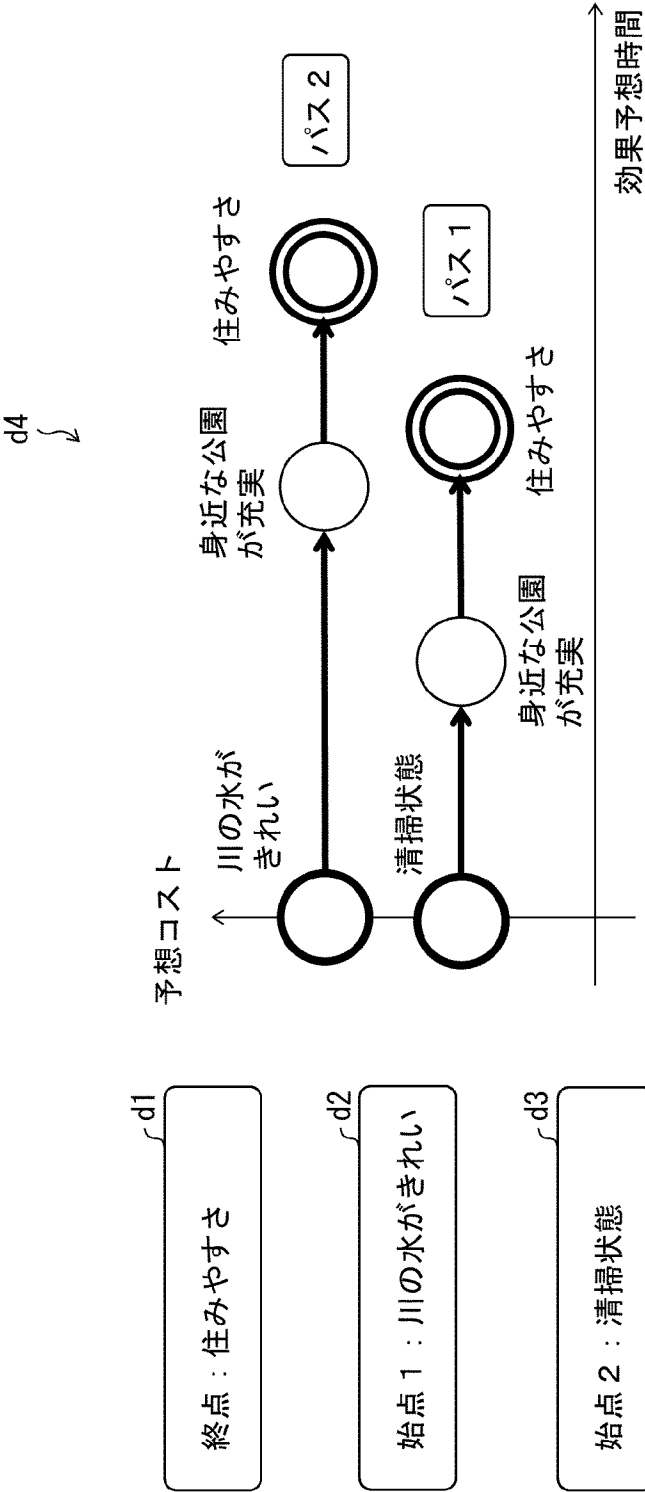
[図7]

図 7



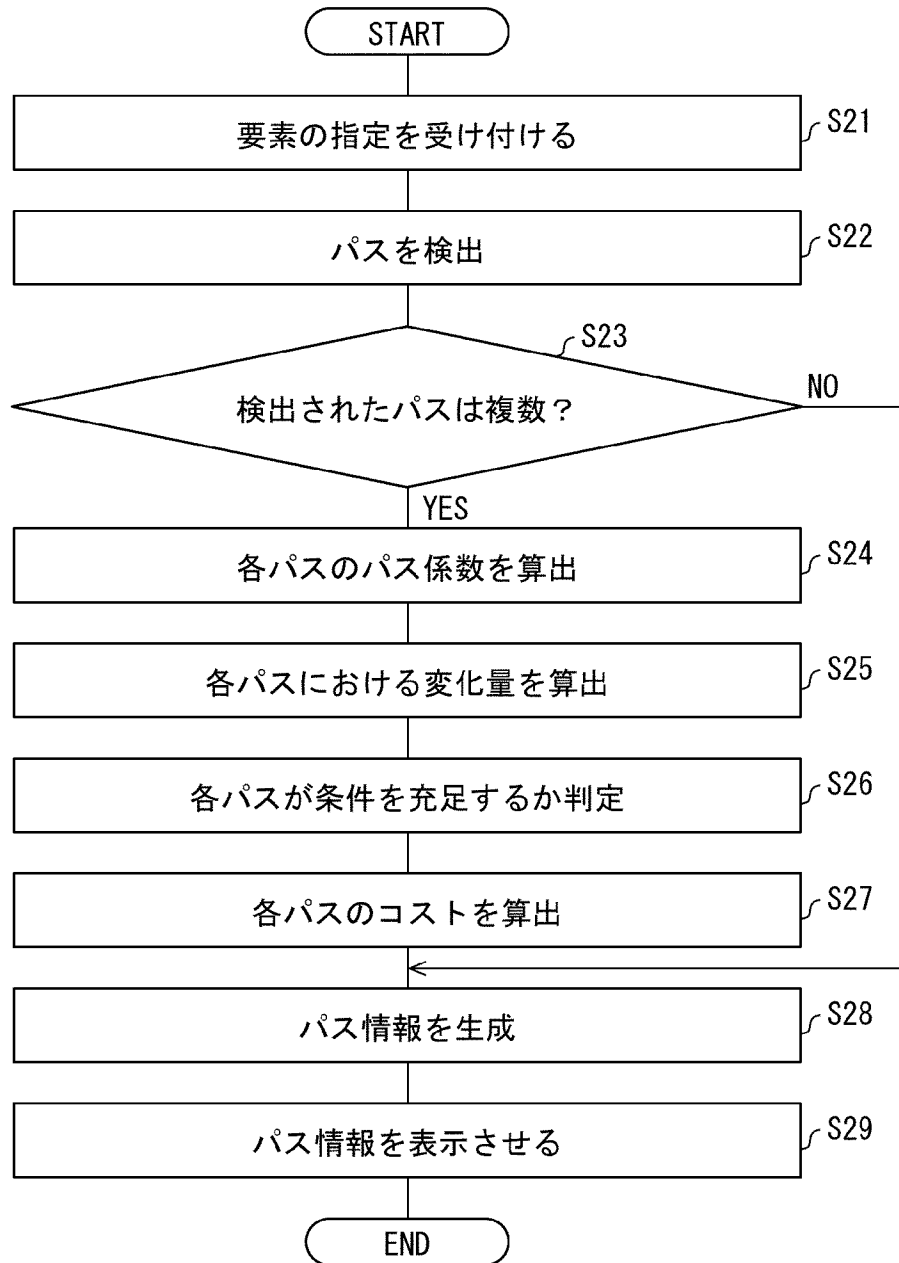
[図8]

図 8



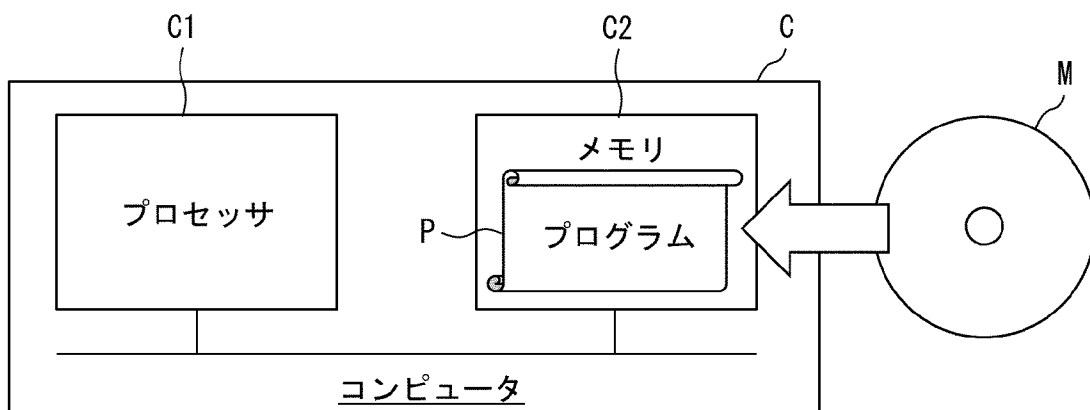
[図9]

図 9



[図10]

図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/047046

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06N 7/01**(2023.01)i

FI: G06N7/01

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)

G06N7/01

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2021-111141 A (KYOTO UNIVERSITY) 02 August 2021 (2021-08-02) in particular, paragraphs [0010]-[0013], [0019], [0026], [0033], [0039]-[0041], fig. 12	1-9
Y	WO 2014/184934 A1 (HITACHI, LTD.) 20 November 2014 (2014-11-20) in particular, paragraph [0023], fig. 1	1-9
Y	WO 2022/254802 A1 (HITACHI ASTEMO, LTD.) 08 December 2022 (2022-12-08) in particular, paragraphs [0015]-[0024], fig. 4-6	3, 7
A	JP 2021-002335 A (PALO ALTO RES CT INC) 07 January 2021 (2021-01-07) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2008-226268 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL & TECHNOLOGY) 25 September 2008 (2008-09-25) entire text, all drawings	1-9

☐ 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
 “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

17 March 2023

Date of mailing of the international search report

28 March 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/047046

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-111141	A	02 August 2021	(Family: none)	
WO	2014/184934	A1	20 November 2014	US 2016/0055044 A1 in particular, paragraph [0055], fig. 1	
WO	2022/254802	A1	08 December 2022	(Family: none)	
JP	2021-002335	A	07 January 2021	US 2020/0401470 A1 entire text, all drawings CN 112115306 A	
JP	2008-226268	A	25 September 2008	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06N 7/01(2023.01)i FI: G06N7/01										
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）） G06N7/01 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 <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 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
Y	JP 2021-111141 A (国立大学法人京都大学) 02.08.2021 (2021 - 08 - 02) 特に、段落[0010]-[0013], [0019], [0026], [0033], [0039]-[0041]及び図12	1-9								
Y	WO 2014/184934 A1 (株式会社日立製作所) 20.11.2014 (2014 - 11 - 20) 特に、段落[0023]及び図1	1-9								
Y	WO 2022/254802 A1 (日立Astemo株式会社) 08.12.2022 (2022 - 12 - 08) 特に、段落[0015]-[0024]及び図4-6	3, 7								
A	JP 2021-002335 A (パロ アルト リサーチ センター インコーポレイテッド) 07.01.2021 (2021 - 01 - 07) 全文, 全図	1-9								
A	JP 2008-226268 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 25.09.2008 (2008 - 09 - 25) 全文, 全図	1-9								
☐ 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、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 17.03.2023		国際調査報告の発送日 28.03.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 渡辺 順哉 5B 1157 電話番号 03-3581-1101 内線 3545								

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/JP2022/047046

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-111141	A	02.08.2021	(ファミリーなし)	
WO	2014/184934	A1	20.11.2014	US 2016/0055044 A1	
				特に、段落[0055]及び図1	
WO	2022/254802	A1	08.12.2022	(ファミリーなし)	
JP	2021-002335	A	07.01.2021	US 2020/0401470 A1	
				全文，全図	
				CN 112115306 A	
JP	2008-226268	A	25.09.2008	(ファミリーなし)	