

(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1月4日(04.01.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/005068 A1

(51) 国際特許分類:
G06F 18/25 (2023.01) G06N 20/00 (2019.01)
G01N 21/17 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)
G01N 23/041 (2018.01) G16C 60/00 (2019.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/023969

(22) 国際出願日: 2023年6月28日(28.06.2023)

(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 2022-105570 2022年6月30日(30.06.2022) JP

(71) 出願人: コニカミノルタ株式会社 (KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).

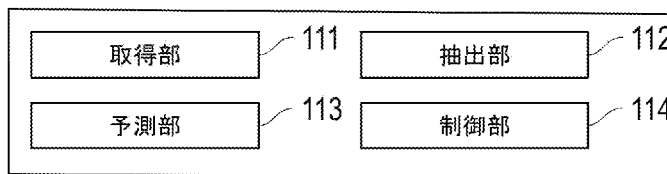
(72) 発明者: 岡庭 みゆき (OKANIWA, Miyuki); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 北弘志 (KITA, Hiroshi); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 遠山 修 (TOYAMA, Osamu); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 川原 雄介 (KAWAHARA, Yusuke); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 檜山 邦雅 (HIYAMA, Kunimasa); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).

(54) Title: PREDICTION DEVICE, PREDICTION SYSTEM, AND PREDICTION PROGRAM

(54) 発明の名称: 予測装置、予測システムおよび予測プログラム

[図5]

110



111 Acquisition unit
112 Extraction unit
113 Prediction unit
114 Control unit

(57) Abstract: Provided are a prediction device, a prediction system, and a prediction program with which it is possible to predict a plurality of characteristics of an object. This prediction device 100 includes: an acquisition unit 111 that acquires first information including an image relating to an object and second information including any of text, a number, a chemical structure, and a spectrum relating to the object; and a prediction unit 113 that, on the basis of the acquired first and second information, predicts a plurality of characteristics of the object.

(57) 要約: 対象物の複数の特性を予測することが可能な予測装置、予測システムおよび予測プログラムを提供する。予測装置100は、対象物に関する画像を含む第1情報と、前記対象物に関する文字、数、化学構造およびスペクトルの少なくともいずれかを含む第2情報とを取得する取得部111と、取得された前記第1情報および前記第2情報に基づいて、前記対象物の複数の特性を予測する予測部113とを含む。

[続葉有]



(74) 代理人: I B C 一 番 町 弁 理 士 法 人 (IBC);
〒1020082 東 京 都 千 代 田 区 一 番 町 1 0
番地2 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, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 予測装置、予測システムおよび予測プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、予測装置、予測システムおよび予測プログラムに関する。

背景技術

[0002] 製造業、加工業、これらに関連または付随する品質保証、検査および分析等の様々な分野において、DX（デジタルトランスフォーメーション）化の促進が望まれている。例えば、画像を用いることにより、対象物の品質および物性等の検査の工程を簡略化する方法が提案されている（例えば、特許文献1、2等）。

[0003] ところで、社会的に価値のある製品は、一の品質項目または一の物性項目等、一の特性の基準を満たせばよいわけではなく、複数の特性において各々の基準を満たすことを望まれる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2019-184450号公報

特許文献2：特開2014-193596号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] したがって、対象物の複数の特性を同時に予測できることが望ましい。

[0006] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、対象物の複数の特性を予測することが可能な予測装置、予測システムおよび予測プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の上記目的は、下記的手段によって達成される。

[0008] （1）対象物に関する画像を含む第1情報と、前記対象物に関する文字、数、化学構造およびスペクトルの少なくともいずれかを含む第2情報とを取

得する取得部と、取得された前記第 1 情報および前記第 2 情報に基づいて、前記対象物の複数の特性を予測する予測部とを備える予測装置。

- [0009] (2) 予測する前記対象物の複数の前記特性に応じて、前記第 1 情報および前記第 2 情報を選択する選択部をさらに有し、前記予測部は、選択された前記第 1 情報および前記第 2 情報に基づいて、前記対象物の複数の前記特性を予測する上記 (1) に記載の予測装置。
- [0010] (3) 前記画像は、前記対象物を撮像装置、X線タルボ・ロー装置、超音波装置、蛍光指紋測定装置、ハイパースペクトルカメラ、ミリ波イメージング装置、走査電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、透過型電子顕微鏡、蛍光顕微鏡および多次元色度計の少なくともいずれかを用いて撮像された画像を含む上記 (1) に記載の予測装置。
- [0011] (4) 前記画像は、前記対象物に関連した人の行動を撮像した画像を含む上記 (1) に記載の予測装置。
- [0012] (5) 前記第 2 情報は、前記対象物に含まれる物質の種類を表す文字および化学構造の少なくとも一方と、前記対象物に含まれる前記物質の量を表す数とを含む上記 (1) に記載の予測装置。
- [0013] (6) 前記第 2 情報は、前記対象物の赤外吸収スペクトル、テラヘルツ波分光スペクトル、核磁気共鳴スペクトル、ラマン分光スペクトル、インピーダンス分光スペクトルおよびX線回折スペクトルの少なくともいずれかを含む上記 (1) に記載の予測装置。
- [0014] (7) 前記対象物は、互いに異なる化学構造を有する複数の物質の混合物である上記 (1) に記載の予測装置。
- [0015] (8) 複数の前記特性は、前記対象物の物性、品質および機能の少なくともいずれかを含む上記 (1) に記載の予測装置。
- [0016] (9) 複数の前記特性は、前記対象物の機械物性、物理物性、熱特性、成形性、電気特性、耐久性、機械加工性および燃焼性の少なくともいずれかを含む上記 (1) に記載の予測装置。
- [0017] (10) 予測された複数の前記特性に関する情報を出力部に出力させる制

御部をさらに含む上記（１）に記載の予測装置。

[0018] （１１）前記予測部は、学習済みの識別器を用いて複数の前記特性を予測する上記（１）に記載の予測装置。

[0019] （１２）取得された前記第１情報および前記第２情報各々から特徴量を抽出する抽出部をさらに含み、前記予測部は、抽出された前記特徴量を入力とし、複数の前記特性を予測する上記（１１）に記載の予測装置。

[0020] （１３）前記識別器は、前記特徴量を入力データとし、複数の前記特性を出力データとして機械学習される上記（１２）に記載の予測装置。

[0021] （１４）対象物に関する第１情報を生成する第１装置と、前記対象物に関する第２情報を生成する第２装置と、上記（１）～（１３）のいずれかに記載の予測装置とを備える予測システム。

[0022] （１５）対象物に関する画像を含む第１情報と、前記対象物に関する文字、数、化学構造およびスペクトルの少なくともいずれかを含む第２情報とを取得するステップ（ａ）と、取得された前記第１情報および前記第２情報に基づいて、前記対象物の複数の特性を予測するステップ（ｂ）とを有する処理をコンピューターに実行させるための予測プログラム。

発明の効果

[0023] 本発明に係る予測装置、予測システムおよび予測プログラムは、対象物に関する第１情報および第２情報を取得し、取得した第１情報および第２情報に基づいて、対象物の複数の特性を予測する。これにより、対象物の複数の特性を同時に予測することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0024] [図１]実施形態に係る予測システムの全体構成を示す図である。

[図２]予測装置の概略構成を示すブロック図である。

[図３]図１に示した予測システムの他の例を示す図である。

[図４]図１に示した予測システムのその他の例を示す図である。

[図５]予測装置の機能構成を示すブロック図である。

[図６]予測装置によって出力される情報の表示形態の一例を示す図である。

[図7]予測装置において実行される予測処理の手順を示すフローチャートである。

[図8]学習済みモデルの機械学習方法を示すフローチャートである。

[図9]変形例に係る予測装置の機能構成を示すブロック図である。

[図10]図9に示した予測装置において実行される予測処理の手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、添付した図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明の都合上誇張されており、実際の比率とは異なる場合がある。

[0026] [実施形態]

<予測システムの構成>

図1は、予測システムの全体構成を示す図である。

[0027] 図1に示すように、予測システムは、例えば、予測装置100、第1装置200および第2装置300を有する。この予測システムは、対象物に関する科学的情報および非科学的情報を用いて、対象物の複数の特性を予測する。この実施形態では、非科学的情報が本発明の第1情報の一具体例に対応し、科学的情報が本発明の第2情報の一具体例に対応する。

[0028] 対象物としては、例えば、宇宙・航空機関係、自動車、船舶、釣り竿の他、電気・電子・家電部品、パラボラアンテナ、浴槽、床材、屋根材等を始め、様々な製品等の構成部材として用いられる繊維複合材料、炭素繊維またはガラス繊維やセルロース繊維やセルロースナノ繊維を強化繊維として用いたCFRP (Carbon-Fiber-Reinforced Plastics: 炭素繊維強化プラスチック)、CFRTP (Carbon Fiber Reinforced Thermo Plastics: 炭素繊維強化熱可塑性プラスチック) およびGFRP (Glass-Fiber-Reinforced Plastics: ガラス繊維強化プラスチック)、

CeFRP(セルロース繊維強化プラスチック)に代表されるFRP(Fiber-Reinforced Plastics: 繊維強化プラスチック)等が挙げられる。特に、CFRTPは、軽量性およびリサイクル性の点で優れている。

[0029] 対象物は、上記のようなマトリックスとして樹脂を用いた複合材以外にも、ゴムを用いる複合材RMC(Rubber Matrix Composites)、金属用いるMMC(Metal matrix composites)およびセラミックスを用いるCMC(Ceramics matrix composites)等であってもよく、コンクリート、アスファルトなどのインダストリー製品や食料品等であってもよい。

[0030] 具体的に、対象物は、例えば、互いに異なる化学構造を有する複数の物質の混合物である。対象物は、例えば、フィラーおよび樹脂を含む複合材料である。複合材料に含まれる樹脂は、例えば、公知の熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂等である。具体的には、例えば、ポリエチレン樹脂(PE)、ポリプロピレン樹脂(PP)、無水マレイン酸変性ポリプロピレン(MAHP)等のポリオレフィン樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアミド(PA)樹脂、液晶ポリマー樹脂、ポリエーテルサルフォン樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリフェニレンエーテル樹脂、ポリフェニレンスルファイド(PPS)樹脂、ポリアセタール樹脂、ポリスルフォン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリスチレン樹脂、変性ポリスチレン樹脂、AS樹脂(アクリロニトリルとスチレンとのコポリマー)、ABS樹脂(アクリロニトリル、ブタジエン及びスチレンのコポリマー)、変性ABS樹脂、MBS樹脂(メチルメタクリレート、ブタジエン及びスチレンのコポリマー)、変性MBS樹脂、ポリメチルメタクリレート(PMMA)樹脂および変性ポリメチルメタクリレート樹脂等が挙げられる。複合材料に含まれる樹脂は、これらのうちの1種であってもよく、2種以上が混合されていてもよい。

- [0031] 複合材料に含まれるフィラーは、例えば、複合材料の強度を向上させる目的で、樹脂に添加される。フィラーは、例えば、体積比で0.1%~50%の濃度で樹脂に添加されている。フィラーは、例えば、繊維形状または粒子形状を有している。繊維形状のフィラーは、例えば、ガラスファイバー（GF）、カーボンファイバー（CF）、アラミドファイバー、アルミナファイバー、シリコンカーバイドファイバー、ボロンファイバーおよび炭化ケイ素ファイバー等である。CFには、例えば、ポリアクリロニトリル（PAN系）、ピッチ系、セルロース系、炭化水素による気相成長系炭素繊維および黒鉛繊維などを用いることができる。また、GFには、例えば、EガラスおよびSガラスなどを用いることができる。複合材料は、ガラスファイバー（GF）およびカーボンファイバー（CF）の少なくとも一方を含んでいることが好ましい。ガラスファイバー（GF）およびカーボンファイバーの少なくとも一方を含む複合樹脂では、後述のX線タルボ・ロー装置により、フィラーの配向状態が測定しやすくなるので、複数の特性の予測精度を向上させることが可能となる。
- [0032] 粒子形状のフィラーは、例えば、炭酸カルシウム（ CaCO_3 ）、タルク（ $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ）、硫酸バリウム（ BaSO_4 ）、マイカ（Si, Al, Mg, K）、水酸化アルミニウム（ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ）、水酸化マグネシウム（ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ）、酸化チタン（ TiO_2 ）、酸化亜鉛（ ZnO_2 ）、酸化アンチモン（ Sb_2O_3 ）、カオリンクレー（ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）およびカーボンブラック等の無機粒子である。対象物に含まれるフィラーは、これらのうちの1種であってもよく、2種以上が混合されていてもよい。
- [0033] 複合材料は、感度調整剤を含んでいてもよい。感度調整剤とは、医療用CT撮影時に用いられるヨード系造影剤のように機能する材料のことをいう。例えば、複合材料が感度調整剤を含むことにより、より高いコントラストの画像を生成することが可能となる。あるいは、複合材料が感度調整剤を含むことにより、特徴量となる現象が強調され、または、特徴量となる現象が検

出可能となり、特徴を捉えやすくなる。感度調整剤は、非科学的情報の取得時に用いられることが好ましい。例えば、第2装置300がラマン分光測定装置であるとき、感度調整剤にタングステン酸ジルコニウムを用いると、ラマンシフトが変化し、より高い精度で繊維複合材料の材料特性に関する情報を生成することが可能となる。例えば、第1装置200が蛍光顕微鏡であるとき、感度調整剤に蛍光色素を用いると、より高い精度で繊維長に関する情報を生成することが可能となる。

[0034] 複合材料に含まれる感度調整剤は、複合材料の物性への影響が小さいことが好ましい。これにより、例えば、第1装置200および第2装置300により測定された複合材料を、例えば、成形品等に使用することが可能となる。第1装置200および第2装置300での測定用に、感度調整剤を含む複合材料の試験片を作製してもよい。感度調整剤は、例えば、複合材料に応じて、または、複合材料の特性に応じて、適宜選択される。感度調整剤には、例えば、色素が用いられる。この色素としては、例えば、蛍光色素、感熱色素および感圧色素等が挙げられる。感度調整以外の目的で複合材料に加えられた添加剤が、感度調整剤として機能してもよい。添加剤としては、例えば可塑剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤、核剤、透明化剤および難燃剤等が挙げられる。

[0035] 対象物は、合金、繊維、セラミックス、紙、合成樹脂、液晶高分子、培養細胞または生体材料（骨、細胞または血液）等であってもよい。

[0036] （予測装置100）

予測装置100は、例えばPC（Personal Computer）やスマートフォン、タブレット端末等のコンピューターであり、本実施形態においては予測装置として機能する。予測装置100は、第1装置200および第2装置300と接続可能に構成され、各装置との間で各種情報を送受信する。

[0037] 図2は、情報処理装置の概略構成を示すブロック図である。

[0038] 図2に示すように、予測装置100は、CPU（Central Pro

cessing Unit) 110、ROM (Read Only Memory) 120、RAM (Random Access Memory) 130、ストレージ140、通信インターフェース150、表示部160、および操作受付部170を有する。各構成は、バスを介して相互に通信可能に接続されている。

[0039] CPU 110は、ROM 120やストレージ140に記録されているプログラムにしたがって、上記各構成の制御や各種の演算処理を行う。

[0040] ROM 120は、各種プログラムや各種データを格納する。

[0041] RAM 130は、作業領域として一時的にプログラムやデータを記憶する。

[0042] ストレージ140は、オペレーティングシステムを含む各種プログラムや、各種データを格納する。例えば、ストレージ140には、学習済みの識別器を用いて、後述の非科学的情報および科学的情報から対象物の複数の特性を予測するためのアプリケーションがインストールされている。また、ストレージ140には、第1装置200および第2装置300から取得された非科学的情報および科学的情報が記憶されてもよい。また、ストレージ140には、識別器として用いられる学習済みモデルや、機械学習に用いられる教師データが記憶されてもよい。

[0043] 通信インターフェース150は、他の装置と通信するためのインターフェースである。通信インターフェース150としては、有線または無線の各種規格による通信インターフェースが用いられる。通信インターフェース150は、例えば、第1装置200または第2装置300から非科学的情報および科学的情報を受信したり、保存のために複数の特性の予測結果をサーバー等の他の装置に送信したりする際に用いられる。

[0044] 表示部160は、LCD（液晶ディスプレイ）や有機ELディスプレイ等を備え、各種情報を表示する。表示部160は、ビューワーソフトまたはプリンター等により構成されていてもよい。本実施形態において、表示部160は、出力部として機能する。

[0045] 操作受付部 170 は、タッチセンサーや、マウス等のポインティングデバイス、キーボード等を備え、ユーザーの各種操作を受け付ける。なお、表示部 160 および操作受付部 170 は、表示部 160 としての表示面に、操作受付部 170 としてのタッチセンサーを重畳することによって、タッチパネルを構成してもよい。

[0046] (第 1 装置 200)

第 1 装置 200 は、対象物に関する非科学的情報を生成するための装置である。ここで、非科学的情報とは、所定の対象の性能、機能または品質などを解析、分析または評価するために取得するデータに処理を加えた情報である。この処理について、第 1 装置 200 がデジタルカメラ等の撮像装置であるときを例に挙げて説明する。

[0047] デジタルカメラでは、レンズから入った光がイメージセンサーに映し出され、センサーが光を検知してデジタルデータに変換される。このデータを画像処理エンジンで処理することによりデジカメ写真の画像が生成される。例えば 100 万画素の画像の場合には 100 万のイメージセンサーのそれぞれが感知した例えば RGB の強度などの複数の情報、つまり多次元データを画像処理エンジンで処理し、2 次元の画像へと再構成をしている。このような画像にはもともと多次元データが含まれていることから、科学的情報では得られない新たな情報を得ることが可能となる。

[0048] 非科学的情報は、例えば、対象物に関する画像を含んでいる。画像は、動画および静止画のどちらであってもよい。画像は、対象物に関連した人の行動を撮像した動画などの画像であってもよい。対象物に関連した人は、例えば、対象物の製造に関わった人等である。複合材料の製造では、ロボットなどを用いた自動化の工程だけでなく、人間の手技による工程が存在する場合がある。特に、複合材料の開発時には、対象およびフェーズ等に応じて、製造プロセスおよび測定内容等が異なることが頻繁に発生する。このため、全ての工程を自動化することは困難であり、手技の工程が存在することが多い。例えば、ビデオカメラ等の第 1 装置 200 を用いて、手技の工程の動画を

撮影する。この撮影画像から、予測装置100は、例えば、オープンポーズ（Open Pose）などを用いて、人間およびその動きを検出し、特異的な動きを抽出する。予測装置100は、抽出した動きから、例えば、薬剤投入速度、薬剤投入タイミング、薬剤投入間隔、攪拌速度または攪拌時間などを求め、これらを特徴量として特性予測に用いる。予測装置100は、特異的な動きの抽出および特徴量の抽出に、機械学習を用いてもよい。ここでは、第1装置200によって撮影された画像自体は、撮影される手技に応じて含まれる情報が異なるため、科学的情報に分類されない。なお、画像から抽出された特徴量は、科学的情報となり得る。例えば、対象または手技内容に応じて決定された特徴量が、画像から抽出される。撮像装置は、例えば、上記デジタルカメラ等であってもよく、MOBOTIX（登録商標）等であってもよい。

[0049] 第1装置200は、このような非科学的情報を生成する装置である。第1装置200は、対象物の画像を生成する装置、例えば、撮像装置、X線タルボ・ロー装置、超音波装置、蛍光指紋測定装置、ハイパースペクトルカメラ、ミリ波イメージング装置、走査電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、蛍光顕微鏡および多次元色度計の少なくともいずれかを含んでいる。

[0050] （第2装置300）

第2装置300は、対象物に関する科学的情報を生成するための装置である。ここで、科学的情報は、上記の非科学的情報と対照となる情報である。科学的情報は、センサーにより検出された情報そのもの、即ち、多次元化する処理が施されていない情報である。科学的情報は、多次元化処理の前の情報、いわゆる、ローデータ（raw data）であってもよい。例えば、第2装置300は、撮像装置の受光素子（または、受光画素）等であり、受光素子により検知された情報（デジタルデータ）が科学的情報である。

[0051] 科学的情報は、対象物に発生している現象を直接的に捉える一次情報である。この科学的情報は、対象物で生じる反応のメカニズムおよび対象物の機能が発現する機構に、直接的に関連付けやすい。ここでの科学的情報は一次

元の情報であり、例えば、対象物に関する文字、数、化学構造およびスペクトルの少なくともいずれかを含んでいる。

[0052] 例えば、科学的情報は、対象物に含まれる物質（以下、含有物質という。）を表す文字、数、化学構造およびスペクトルの少なくともいずれかを含んでいる。具体的には、科学的情報は、含有物質の種類を表す文字および化学構造の少なくとも一方と、含有物質の量を表す数とを含んでいる。含有物質は、主成分であってもよく、不純物であってもよい。科学的情報は、対象物および含有物質の少なくとも一方の純度を表す数を含んでいてもよい。科学的情報は、対象物および含有物質の少なくとも一方の形状を表す文字を含んでいてもよい。形状は、例えば、固体、液体、またはゲル等である。

[0053] 例えば、科学的情報は、対象物の製造条件を表す文字および数の少なくとも一方を含んでいる。具体的には、科学的情報は、対象物の各製造工程の温度、時間、内容、圧力または速度等を表す文字および数の少なくとも一方を含んでいる。

[0054] 例えば、科学的情報は、対象物の分析および解析等に用いられる信号値等を含んでいる。この信号値には、多次元化以外の処理が施されていてもよい。多次元化以外の処理は、例えば、加減乗除および比率変更等の処理である。

[0055] 例えば、科学的情報は、対象物のスペクトル等を含んでいる。対象物のスペクトルは、例えば、赤外吸収スペクトル、テラヘルツ波分光スペクトル、核磁気共鳴スペクトル、ラマン分光スペクトル、インピーダンス分光スペクトルおよびX線回折スペクトルの少なくともいずれかを含んでいる。

[0056] なお、スペクトルは、一体的な画像としての情報ではないので、非科学的情報には分類されない。スペクトルは、各ポイントの一次元情報の集合であるため、科学的情報に該当する。各ポイントの一次元情報は、例えば所定の波数での赤外吸収強度等である。

[0057] スペクトルには一次元スペクトルと二次元またはそれ以上の次元を有する多次元のスペクトルがあり、二次元のスペクトルをイメージングという場合

もある。特定しない場合には一次元スペクトルを意味するが、この一次元スペクトルは科学的情報であり、多次元のスペクトルは非科学的情報である。

[0058] この一次元スペクトルおよび多次元のスペクトルの例として、NMRを説明する。一次元のNMRスペクトルとしては、例えば、プロトン（ ^1H ）および炭素（ ^{13}C ）が挙げられる。 ^1H -NMRでは、化学シフト、スピン-スピン結合および積分値より、 H の存在する C の構造（例えば、第1級炭素に結合した H など）、隣接する核の存在および H の個数などの情報が得られる。つまり、 ^1H -NMRは、ある特定の H が存在する周辺の情報として、結合する炭素の特徴および同じ環境にある H の個数などの情報を表している。この情報では、ある程度分子構造を推定できている場合には構造を特定することが可能な場合もあるが、この情報のみでは H の個数など分子の一部分の情報を得られるにとどまる。二次元のNMRスペクトルは、周波数を縦軸と横軸にとってシグナル同士の相関あるいは各シグナルのスピン分裂パターンを二次元に展開し、そのピークの強さを等高線図などにより表示する測定法である。例えば、二次元のNMRスペクトルには、COSYやCHCOSYなどがある。特に、この二次元のNMRスペクトルは、複雑な化学構造をもつ場合に活用される。CHCOSYは、異核シフト相関二次元NMRであるので、どの C とどの H が結合しているかを特定することが可能である。即ち、非科学的情報では分子構造全体を特定することも可能といえ、一次元NMRである科学的情報だけでは得られない新たな情報を得られるといえる。

[0059] 第2装置300は、このような科学的情報を生成する装置である。第2装置300は、例えば、撮像装置の受光素子等を含んでいる。第2装置300は、発光DNAセンサー等を含んでいてもよい。第2装置300は、含有物質を表す文字、数、化学構造およびスペクトルの少なくともいずれかが入力されるコンピューター等を含んでいてもよい。あるいは、第2装置300は、対象物の製造条件を表す文字および数値の少なくとも一方が入力されるコンピューターまたはセンサー等を含んでいてもよい。第2装置300は、対

象物の分析または解析等を行う装置を含んでいてもよい。あるいは、第2装置300は、対象物の各スペクトルを生成する赤外分光測定装置、テラヘルツ波分光測定装置、核磁気共鳴装置、ラマン分光測定装置、インピーダンス分光測定装置およびX線回折装置の少なくともいずれかを含んでいてもよい。

[0060] 図3および図4は、予測システムの他の例を表している。予測システムは、複数の第1装置200（例えば、図3の第1装置200A, 200B）を含んでいてもよく、複数の第2装置300（例えば、図4の第2装置300A, 300B）を含んでいてもよい。予測システムは、複数の第1装置200および複数の第2装置300を含んでいてもよい（図示省略）。

[0061] <予測装置100の機能>

図5は、予測装置100の機能構成を示すブロック図である。

[0062] 図5に示すように、予測装置100は、CPU110がストレージ140に記憶されたプログラムを読み込んで処理を実行することによって、取得部111、抽出部112、予測部113および制御部114として機能する。

[0063] 取得部111は、第1装置200により生成された非科学的情報と、第2装置300により生成された科学的情報とを取得する。非科学的情報は、例えば、対象物に関する画像を含み、科学的情報は、例えば、対象物に関する文字、数、化学構造およびスペクトルの少なくともいずれかを含む。取得部111は、複数の科学的情報および複数の非科学的情報を取得することが好ましい。これにより、対象物の特性をより高い精度で予測することが可能となる。

[0064] 抽出部112は、取得部111により取得された非科学的情報および科学的情報各々から特徴量を抽出する。抽出部112は、非科学的情報、科学的情報各々から複数の特徴量を抽出してもよい。

[0065] 取得部111は、特徴量が抽出された情報を取得してもよい。即ち、非科学的情報および科学的情報は、第1装置200および第2装置300により生成された対象物に関する情報から特徴量が抽出されたものであってもよい。

。

[0066] 予測部 113 は、取得部 111 により取得された非科学的情報および科学的情報に基づいて、対象物の複数の特性を予測する。具体的には、予測部 113 は、学習済みの識別器を用いて、抽出部 112 により抽出された非科学的情報および科学的情報各々の特徴量を入力とし、対象物の複数の特性を予測する。

[0067] 対象物の特性は、例えば、対象物の物性、品質および機能の少なくともいずれかを含んでいる。具体的には、対象物の物性は、対象物の機械物性、物理物性、熱特性、成形性、電気特性および耐久性の少なくともいずれかを含んでいる。対象物の機械物性は、例えば、対象物の機械強度、弾性率、曲げ強度、曲げ弾性率、衝撃強度および硬度等である。対象物の物理物性は、例えば、対象物の密度等である。対象物の熱特性は、例えば、対象物の熱伝導率、比熱、熱膨張係数および荷重たわみ密度等である。対象物の成形性は、例えば、対象物の圧縮成型温度、射出成型温度、溶液粘度および成型収縮率等である。対象物の電気特性は、例えば、対象物の体積抵抗、絶縁破断強さ、誘電率および耐アーク性等である。対象物の耐久性は、例えば、対象物の耐弱酸性、耐強酸性、耐弱塩基性、耐強塩基性、耐有機溶媒性、耐光性および耐候性等である。対象物の物性は、機械加工性および燃焼性等であってもよい。

[0068] 対象の品質は、例えば、ISO9000 より、対象 (3.6.1) に本来備わっている特性 (3.10.1) の集まりが、要求事項 (3.6.4) を満たす程度のことをいう。例えば、車に使用される部品の品質は、見た目に関わる外観、走行距離・燃費に関わる軽量性および車の寿命に関わる部品の耐久性などを指す。その製造時に焦点を当てると、部品点数を減らし、1 部品で複数機能を保有すること、加工および製造の容易性、環境負荷がかからない省エネ製造およびリサイクル性などが挙げられる。対象の機能は、例えば、衝撃吸収性、可塑性、透明性、難燃性、帯電防止および滑り性などである。

[0069] 予測部 113 は、互いに異なる複数の特性を予測することが好ましい。例えば、予測部 113 は、対象物の機械物性、物理物性、熱特性、成形性、電気特性、耐久性、機械加工性および燃焼性等のうち、互いに異なる複数の特性を予測する。予測部 113 は、例えば、機械強度および衝撃強度を含む機械物性と、成形収縮率を含む成形性とを予測する。

[0070] 予測部 113 は、例えば、ユーザーから予め入力された指示に基づいて、予測する複数の特性を決定する。ユーザーは、例えば、操作受付部 170 を介して指示を入力する。予測部 113 は、取得部 111 により取得された対象物に関する科学的情報および非科学的情報に基づいて、予測可能な複数の特性を決定してもよい。

[0071] 制御部 114 は、予測部 113 により予測された対象物の複数の特性に関する情報を表示部 160 に出力させる。

[0072] 図 6 は、表示部 160 に出力された対象物の複数の特性に関する情報の一例を表している。表示部 160 には、例えば、対象物に関する情報とともに、予測された複数の特性の値が表示される。

[0073] 予測装置 100 において実行される処理について、以下に詳述する。

[0074] <処理概要>

図 7 は、予測装置 100 において実行される予測処理の手順を示すフローチャートである。図 7 のフローチャートに示される予測装置 100 の処理は、予測装置 100 のストレージ 140 にプログラムとして記憶されており、CPU 110 が各部を制御することにより実行される。

[0075] (ステップ S101)

予測装置 100 は、まず、第 1 装置 200 により生成された対象物に関する非科学的情報と、第 2 装置 300 により生成された対象物に関する科学的情報とを取得する。予測装置 100 は、例えば、第 1 装置 200 から非科学的情報、第 2 装置 300 から科学的情報を各々取得する。第 1 装置 200 および第 2 装置 300 は、非科学的情報および科学的情報をサーバー等の他の装置に記憶させてもよく、予測装置 100 は、他の装置から非科学的情報お

よび科学的情報を取得してもよい。

[0076] (ステップS 1 0 2)

予測装置 1 0 0 は、ステップS 1 0 1 の処理において取得された非科学的情報および科学的情報各々から特徴量を抽出する。

[0077] (ステップS 1 0 3)

予測装置 1 0 0 は、ステップS 1 0 2 の処理において抽出された非科学的情報および科学的情報各々の特徴量を、予め機械学習された識別器に入力して、対象物の複数の特性を予測する。例えば、識別器は、後述するような学習方法によって、予め多数準備された複数の対象物の非科学的情報および科学的情報各々の特徴量と、複数の対象物各々の複数の特性の測定値とを有する教師データを用いて機械学習される。具体的には、識別器は、複数の対象物に関する非科学的情報および科学的情報から抽出された特徴量を入力データ、複数の対象物各々の複数の特性の測定値を出力データとして機械学習される。各特性に対して機械学習を行うため、それぞれの特性の予測に適した特徴量群が見出される。画像を含む非科学情報から、ディープラーニングによって特徴量を自動抽出する技術が知られている。この技術を用いることにより、膨大なデータの中からパターンまたは共通点が見出され、特徴量が抽出される。このため、所定の特性に影響を与える因子が明らかになっていない場合、つまり、所定の特性が発現されるメカニズムが十分に理解されていない場合であっても、特性の予測に適した特徴量を抽出することができる。このため、画像などの非科学情報の特徴量抽出には、ディープラーニングを用いることが好ましい。これにより、予測装置 1 0 0 は、非科学的情報および科学的情報各々について抽出された特徴量を識別器に入力することによって、対象物の複数の特性を予測することができる。

[0078] 識別器は、複数の対象物に関する非科学的情報および科学的情報を入力データとし、複数の対象物各々の複数の特性の測定値を出力データとして機械学習されてもよい。また、識別器に入力する情報は、対象物に関する非科学的情報および科学的情報各々の特徴量に限定されない。例えば、対象物に関

する非科学的情報および科学的情報各々の特徴量に加えて、他の情報が識別器に入力され、学習および予測を行うための情報として用いられてもよい。

[0079] (ステップS104)

予測装置100は、ステップS103の処理における識別器による出力に基づいて、対象物の複数の特性の予測結果を生成する。

[0080] (ステップS105)

予測装置100は、ステップS104の処理において生成された予測結果を出力する。例えば、予測装置100は、ステップS103の処理において予測された複数の特性各々の値を、対象物に関する情報とともに表示部160に表示する(図6)。

[0081] <学習処理について>

次に、識別器において用いられる学習済みモデルの機械学習方法について説明する。

[0082] 図8は、学習済みモデルの機械学習方法を示すフローチャートである。

[0083] 図8の処理においては、予め準備した複数の対象物の非科学的情報および科学的情報各々の特徴量を入力とし、複数の対象物各々の複数の特性の測定値を出力とする、多数(i 組個)のデータセットを学習サンプルデータとして用いて機械学習が実行される。識別器として機能する学習器(図示せず)には、例えば、CPUおよびGPUのプロセッサを用いたスタンドアロンの高性能コンピューター、またはクラウドコンピューターが用いられる。以下においては、学習器において、ディープラーニング等のパーセプトロンを組み合わせ構成したニューラルネットワークを用いる学習方法について説明するが、これに限られず、種々の手法が適用され得る。例えば、ランダムフォレスト、決定木、サポートベクターマシン(SVM)、ロジスティック回帰、 k 近傍法、トピックモデル等が適用され得る。

[0084] (ステップS111)

学習器は、教師データである学習サンプルデータを読み込む。最初であれば1組目の学習サンプルデータを読み込み、 i 回目であれば、 i 組目の学習

サンプルデータを読み込む。

[0085] (ステップS 1 1 2)

学習器は、読み込んだ学習サンプルデータのうち入力データをニューラルネットワークに入力する。

[0086] 学習サンプルデータとなる非科学的情報および科学的情報には、擬似画像を用いてもよい。擬似画像は、元データに基づいて擬似的に作成された画像である。このとき、元データは、科学的情報および非科学的情報のどちらであってもよい。元データが科学的情報であるときには擬似画像を科学的情報として扱い、元データが非科学的情報であるときには擬似画像を非科学的情報として扱う。

[0087] 擬似画像は、例えば、対象物を撮像装置、X線タルボ・ロー装置、超音波装置、蛍光指紋測定装置、ハイパースペクトルカメラ、ミリ波イメージング装置、走査電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、透過型電子顕微鏡、蛍光顕微鏡および多次元色度計の少なくともいずれかを用いて撮像された画像として擬似的に作成された擬似画像である。例えば、対象物に類似する材料および混合比の複合材料をX線タルボ・ロー装置により撮像した複数の画像を元データとして、擬似的に対象物のタルボ画像（擬似タルボ画像）を作成してもよい。

[0088] (ステップS 1 1 3)

学習器は、ニューラルネットワークの予測結果を、正解データと比較する。

[0089] (ステップS 1 1 4)

学習器は、比較結果に基づいてパラメータを調整する。学習器は、例えば、バックプロパゲーション（Back-propagation、誤差逆伝搬法）に基づく処理を実行することにより、比較結果の差異が小さくなるようにパラメータを調整する。

[0090] (ステップS 1 1 5)

学習器は、1～i組目まで全データの処理が完了すれば（YES）、処理

をステップS 1 1 6に進め、完了していなければ（N O）、処理をステップS 1 1 1に戻し、次の学習サンプルデータを読み込み、ステップS 1 1 1以下の処理を繰り返す。

[0091] （ステップS 1 1 6）

学習器は、学習を継続するか否かを判定し、継続する場合（Y E S）、処理をステップS 1 1 1に戻し、ステップS 1 1 1～S 1 1 5において再度1組目～i組目までの処理を実行し、継続しない場合（N O）、処理をステップS 1 1 7に進める。

[0092] （ステップS 1 1 7）

学習器は、これまでの処理で構築された学習済みモデルを記憶して終了する（エンド）。記憶先には、予測装置1 0 0の内部メモリが含まれる。上述の図7の処理では、このようにして生成された学習済みモデルを用いて対象物の複数の特性が予測される。

[0093] ＜予測装置1 0 0および予測システムの作用効果＞

本実施形態の予測装置1 0 0および予測システムは、対象物に関する非科学的情報および科学的情報を取得し、取得した非科学的情報および科学的情報に基づいて、対象物の複数の特性を予測する。これにより、対象物の複数の特性を同時に予測することが可能となる。以下、この作用効果について説明する。

[0094] 上述のように、様々な分野でD X化の促進が望まれている。D X化では、手作業の工程数を減らし、作業の効率化が図られる。しかし、未だ十分なD X化が進められていない分野も存在する。例えば、製品の機械物性および成形性など複数の特性は、各々、手作業で測定されることが多い。手作業で製品の特性の測定を行う場合、人為的な要因に起因して測定値がばらつくおそれがある。

[0095] これに対し、本実施形態の予測システムおよび予測装置1 0 0では、対象物に関する非科学的情報および科学的情報に基づいて、対象物の複数の特性が予測されるので、簡便に対象物の複数の特性を同時に把握することができ

る。例えば、対象物の引張強度、衝撃強度、形状安定性および耐久性など、製造工程からライフサイクルにわたる対象物の特性を容易に把握することが可能となる。したがって、手作業の工程数を抑えつつ、より効率的に社会的に価値の高い製品に到達しやすくなる。

[0096] 特に、本実施形態の予測システムおよび予測装置 100 では、対象物に関する非科学的情報および科学的情報の組み合わせに基づいて予測するので、より高い精度で対象物の複数の特性を予測することが可能となる。以下、これについて説明する。

[0097] 非科学的情報には、ローデータ（科学的情報）だけからは得られないような新たな多次元情報が含まれる。また、科学的情報には、対象物に発生している現象を直接的に捉え、反応のメカニズムや機能が発現する機構へ直接的に結び付けられる情報が含まれる。仮に、非科学的情報のみに基づいて予測を行うと、対象物の原材料、製造プロセスおよびそのほかの現象発現に紐づく情報が考慮されないので、原材料の品質（不純物の量など）の影響を捉えることが困難である。一方、科学的情報のみに基づいて予測を行うと、構造的情報が考慮されないので、例えば、繊維の配向状態等に起因するプラスチック製品（対象物）の強度の変化を捉えることが困難となる。

[0098] さらに、非科学的情報に含まれる多次元の情報の特徴量を、ディープラーニングを用いて抽出することが好ましい。これにより、膨大なデータの中からパターンまたは共通点が見出され、簡便に、特徴量が抽出される。よって、所定の特性に影響を与える因子が明らかになっていない場合、つまり、所定の特性を発現するメカニズムが十分に理解されていない場合であっても、機械学習に必要な特徴量を抽出することができる。このことは、科学的情報からは得られない情報または科学的情報からは得られない特徴量を、非科学的情報から得られる可能性を示唆している。このように、ディープラーニングを用いて、非科学的情報の特徴量を抽出することにより、より高い精度で対象物の特性を予測することが可能となる。

[0099] 上記で説明したように、非科学的情報および科学的情報の両者を取得する

ことにより、対象物の物性、品質および機能などの特性をより正確に捉えることが可能となる。即ち、より高い精度で対象物の複数の特性を予測することが可能となる。

[0100] 以下では、より詳細に本実施形態の予測システムおよび予測装置 100 の作用効果について説明する。

[0101] 本実施形態の予測システムおよび予測装置 100 は、Society 5.0 に適合する少量多品種のものづくりのための、被検体（物質）の状態や組成の微妙な違いや変化の検査や検出、分析、測定またはセンシングする手法において、入力側のデータとして、原料情報やプロセス条件や、その微小な違いや変化やそれと相関する特性の検出することを目的として得たデータであって検出信号やその情報をそのまま利用、活用するようなデータから得られた科学的情報と、ある対象物に対してその性能や機能、品質などを解析や分析、評価するために取得するデータに処理を加えた非科学的情報とを組み合わせて教師データとし、それを人工知能やアルゴリズムを用いた演算により評価する装置およびシステムに関するものである。

[0102] この予測システムおよび予測装置 100 は、現在営まれている各種製造業、加工業、それに関連または付随する研究開発、品質保証、検査、分析に関わるものであり、その他、原材料や製造上のトレーサビリティや ID に関する、物質の状態を高感度に記述、記録し、評価することを目的としている。

[0103] 1. デジタルトランスフォーメーションをものづくりに適用するためには
1-1. 製造業における課題、およびその変化

「ものづくり」とも呼ばれる製造業において、研究開発、技術開発、生産、製造等の行為は、大部分が技術者や職人の「カン」と「経験」と「コツ」と呼ばれる属人的かつ暗黙知的な活動や思考によって担われており、その技能やノウハウの伝承が思うように進まないことが社会課題としてクローズアップされている。

[0104] そのような背景からファクトリー・オートメーションが様々な業種で採り

入れられ生産性や品質の向上に寄与しているが、これは全て「大量消費・大量生産」という経済活動の大原則に則して成り立つものであり、日本政府が提唱する超スマート社会（Society 5.0）で定義される、「必要なモノを、必要なヒトに、必要な時に、必要なだけ」提供する製造業とは合致しない。つまり、2030年を想定して進められている超スマート社会においては、オートメーション自体も否定されるべき製造方法ということになる。

[0105] ごくごく一部の製造業への適用にはなるが、立体造形物を製造することに関しては、例えば3Dプリンターが上記の超スマート社会の要望に応えうる手段にはなるが、造形はできるものの適合できる材料は金属、合金、セラミックス程度であり、最も汎用的なプラスチックではなかなか事業規模での適用ができていないのが実情であり、さらに、3Dプリンターの特徴上、造形物の方位による機械強度が違ふことや、製造時間が長いこと、意外にも廃棄物が多く省資源やSDGsの観点では課題が多いことなど、さまざまな不具合を抱えている。

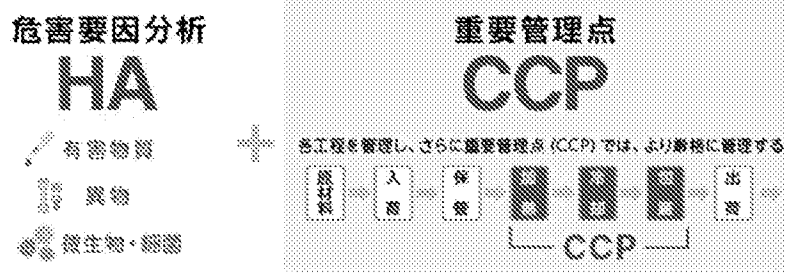
[0106] 1-2. 食品加工における課題、およびその変化

上記に挙げたような、所謂工業製品以外にも同様にものづくりにおける課題として、例えば食品加工においても数多くの課題がある。

[0107] 例えば、直近においては、食品の製造・流通のグローバル化を受け、2018年6月に可決した改正食品衛生法によって、日本でも2020年6月1日より「HACCP（ハサップ）導入の義務化」が始まり、一年の猶予期間を経て、2021年6月からは「HACCP完全義務化」が全ての食品関連事業者に求められるようになった。

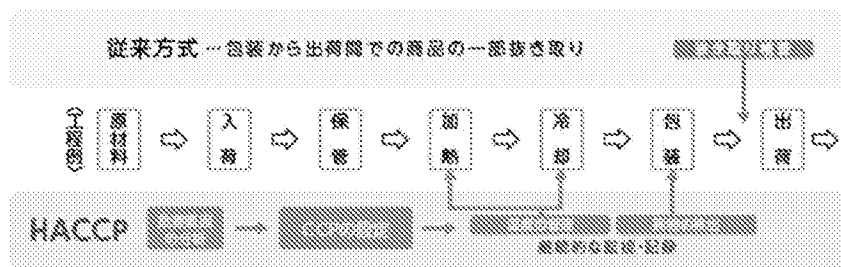
[0108]

[表1]



[0109] HACCPは製造工程を細分化し、工程ごとのリスク管理を行うことになり、問題がある商品の出荷を防ぐことができ、万が一食品事故が発生した場合でも、どの工程に原因があるのかを迅速に究明できることを特徴としているが、大規模製造業者以外にも求められる法律であるため、全ての工程を高度分析機器で管理することは費用的にも非常に難しく、また、管理する項目が多岐にわたるため、その対応が大きな課題となっている。

[0110] [表2]



[0111] 従来の方式は、「包装」から「出荷」での「抜き取り検査」が主流だったが、HACCP（ハサップ）方式は、原材料の受け入れから加工・出荷までの各工程で、「微生物による汚染や異物の混入などの危害を予測」し、「危害の防止につながる特に重要な工程を連続的・継続的に監視し記録する」といった、製品の安全性を確保する衛生管理手法のため、これまでの最終製品の抜き取り検査に比べて、より問題のある製品の出荷防止を可能にできる一方で、検査や解析の費用や手間（工数）、さらには製造工程の大規模改造等がすでに大きな課題となっている。

[0112] HACCPは日本国内ではまだ始まったばかりの制度・規制のため、業界関係者以外には大きな課題であること自体が十分に理解されていないが、こ

れは食品業界を超えて、さまざまな角度からこの対策を講じることが不可欠であることは自明である。

[0113] 1－3. 品質保証における課題

前記の食品加工・製造においても品質保証は重要な行為であり、これまでも様々な方法で対策が打たれてきている。ただ、問題視しなければならないのが品質保証の評価項目が慣例やプロセス条件（例えば、100℃、2分加熱、あるいは、造形後は室温にて1時間アニールなど）の管理に留まり、品質に関する本質的な分析がなされていない場合も数多く存在することである。

[0114] また、樹脂材料などの化学品においては、弾性率や軟化点などの代表的な物性はスペック項目として計測され、カタログや品質証明書等に掲載されているが、例えばそのスペック値が同一であったとしても、加工を施した際に同じ特性になるとは限らず、それについては使用者側が長年の経験と担当者のカンやコツに頼った属人的な品質チェックによって一定程度の品質の担保が行われることも一般的である。

[0115] このような品質保証体制は、これまでの製造業の中心であった、「大量生産／大量消費」が前提だったためであることは言うまでも無く、超スマート社会に対応するオンデマンド品においてはもはや抜き取り検査では対応不可能であり、個別に、かつ、簡便に品質を維持・保証する仕組みが必要となってくるのは明白である。

[0116] 1－4. 検査、分析における課題

消費や生産のスタイル、つまり「世の中の常識」が変化するのであれば、当然、検査や分析の方法や手段に関してもそれに対応させる必要が生じてくる。

[0117] 現在まで分析装置として購入できる機械類は、どんどん計測精度が向上してきており、また操作性も格段に良くなり、装置サイズも小さくなっている方向で、今後もそのトレンドは大きく変わらないものと予想される。

[0118] ところが、前記のように製造物（食品や医薬品、飲料等も含めて）に関す

る品質保証や検査の「常識」が変わるのであれば、そのような従来の分析装置を超スマート社会での品質保証の計測ツールとして適用することは不適格と考えるべきで、新たな検査・分析方法が必要になってくるはずである。

[0119] ここで現在市販されている分析装置について考えてみる。分析装置メーカーも当然収益を上げることを目的としている（慈善事業ではない）ため、多くのユーザーに価値を認めてもらえるもののみを上市することになる。分析装置の最大のユーザーは、大学や企業の研究部門を代表とするアカデミックな研究を行う科学者が対象となる。またそのようなユーザーが分析装置を使用する目的の多くは学術論文や学位論文の論理性を検証することになる。つまり、分析装置から発生するデータには論理的裏付けが必ず存在し、その論理性は少なくともユーザー側の科学者が理解できるものでなければ意味を持たない。

[0120] 一方で、品質保証の対象となる物質や食品は、全て科学的な根拠がなければ品質を保持できないのであろうか。そこに根本的な問題点であるのではないかと、本発明者等は考えた。即ち、計測できる対象物が多岐にわたり、それらの対象物に対して簡便な計測で、かつ、大量にデータを発生でき品質や特性を保証するのであれば、必ずしも論理性は担保されなくても（本質的には論理性があっても、その論理性が人間に理解されなくても）「品質を保証する」という目的に対しては十分なのではなかろうか。

[0121] このような従来の分析機器ではなく、従って、現在上市もされていないが超スマート社会の製造行為において必要十分な検査・分析方法がきっとあるはずというのが本発明者等の根本にある問題意識であった。

[0122] 1-5. トレーサビリティにおける課題

前記の検査・分析にも関連するが、「必要なモノを、必要なヒトに、必要な時に、必要なだけ」製造するということになると、むしろ製造物の最終的な特性や品質よりも、その製造途中でのトレーサビリティの方が重要になってくるはずで、厳密に管理された原材料を、透明性の高い製造プロセスで作ったこと自体が品質になるし、それが消費者の信用に繋がるのではなから

うか。もし、そうなるとするのであれば、製造過程のトレーサビリティを簡便に記録しデジタイズしておくことが重要になってくる。

[0123] 1－6. 製造物責任が問われる原材料や中間加工品のＩＤ（状態記録）における課題

オンデマンドの製造物が世の中に広く流通すると、製造物責任に対する備えが大きな課題となってくる。先に述べたトレーサビリティもその備えの一つであるが、使用する原材料や途中で取り出す場合は中間体、そして最終製造物、それぞれでその物質の素性や状態を記録しておく、つまり、広域なＩＤ化が必ず求められるようになる。

[0124] 現在でもＱＲコード（登録商標）やバーコード等を使ってＩＤを記録しているものも多く存在するが、原材料までＩＤが必要になるとすると、第一次産業を担う人たちにも簡便にＩＤを付与・取得できる方法を考案し、普及させることが不可欠になってくる。

[0125] また、全ての原材料、中間体、最終製造物で、さらにそれがオンデマンド的に作られることになると、そのＩＤを保管することや、管理すること、さらには問題等が生じた時にデータをつなぎ合わせて製造の上流側に遡ることが大きな課題となり、それに関しては現在の人間中心の管理では対応できるはずもなく、人工知能（ＡＩ）を有効に活用することが前提となる。

[0126] 2. ものづくりとデータサイエンスおよび計算科学をうまく連携させるには

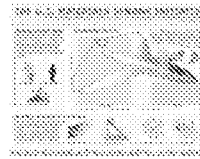
2－1. データ駆動型研究開発への移行期である現状の課題

デジタルトランスフォーメーションの技術・研究開発版としてバイオインフォマティクスやマテリアルズインフォマティクス等のデータ駆動型研究開発が脚光を浴びている。

[0127]

[表3]

米国: Materials Genome Initiativeを2011年に立上げ、材料開発の短期化・低コスト化に向け、従来の実験、計算に加え、データの重要性に着目。2014年6月に「Strategic Plan」を公表。2016年までに約5億米ドル(約560億円)を投資。



<https://www.mgi.gov/>

欧州: EUの枠組みでNOMAD(Novel Materials Discovery)プロジェクト(2015~2018: 約500万ユーロ(約7億円))を実施。マックスプランク協会フリッツ・ハーバー研究所が中核。



NOVEL MATERIALS DISCOVERY
<https://www.nomad-coe.eu/>

韓国: 2015年から10年計画で「Creative Materials Discovery Project」を実施(採択課題あたり最大約2.4億ウォン(約2500万円)/6年)。2016年、韓国科学技術研究所(KIST)に「Materials Informatics Database for Advanced Search (MIDAS)」を設置。

中国: 2016年、国家重点研究開発計画の一つとして、「材料ゲノム工学のキーテクノロジーと支援プラットフォーム」(約3億元(約50億円)/5年)を開始。上海、北京において大学を中心に拠点を構築。

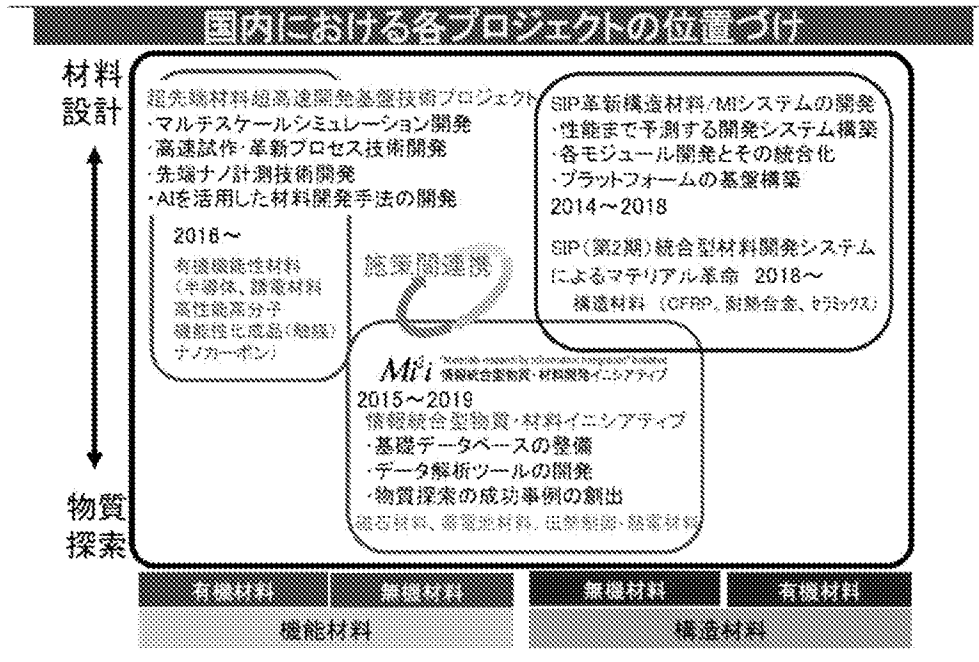
文部省 材料学専攻力強化に向けた連携会(第2回)資料より抜粋

[0128] <https://www.admat.or.jp/library/5975666db3de4b020a7803ae/61ea4dda46fdb65f00a21.pdf>

国際的な流れは、米国が2011年に立ち上げた、Materials Genome Initiativeに端を発し、それに追従するように欧州のNOMAD、韓国のCreative Materials Discovery等が国家プロジェクトとして活動を実行し、日本におおても、2014年に立ち上げたSIP革新構造材料/MIシステムや2015年～のMi2I、2016年～の超先端材料超高速開発基板技術プロジェクト(通称; 超超Pj)等、文部科学省や経済産業省の重点施策として国の研究期間と民間を巻き込んだ産官連携を中心に、研究開発や技術開発に対し、積極的に計算科学やデータ駆動型開発を採り入れた取り組みが実行されてきている。

[0129]

[表4]



[0130] <https://www.admat.or.jp/library/5975666db3de4b020a7803ae/61ea4dda46fdb65f00a21.pdf>

この中で超超P j は6年間の活動期間を満了し、そこで検討された19のテーマに対して、具体的に開発期間または試作回数の短縮率が報告されている。(<https://www.admat.or.jp/library/5975666db3de4b020a7803ae/61ea4dda46fdb65f00a21.pdf>)

このプロジェクトでは、19もの数多くのテーマに対して、計算・プロセス・計測を組み合わせることの利得が検証されたものであるため、その成果は今後の研究開発や技術開発の指針として大いに参考になる。

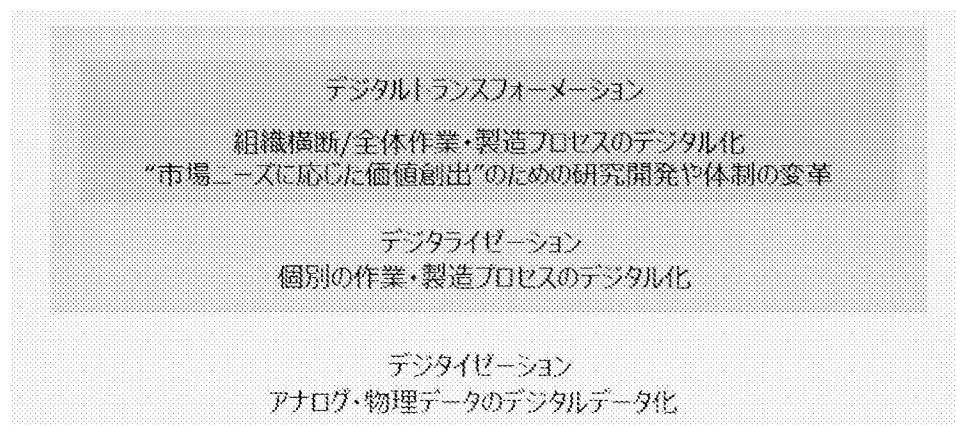
[0131] 全てのテーマにおいて成果報告書がweb上にアップロードされているため、それらを注意深く読み込んでみると、次のような全体像が見えて来る。どのテーマも最初からデータ駆動型開発を実行していたのではなく、やはりデータが集積されるまではコンピューショナルサイエンスは主にシミュレーションに活用されているようである。

[0132] また、データを大量に取得するには従来のヒトが主体となった実験や分析では対応できないため、ハイスループット実験装置やハイスループット計測装置が必要となってくる。これらは国家プロジェクトとして産官学連携を推進力として検討を進めたことで成功に至っているが、これを単独企業や大学の研究室で実行するには、各種スキル、費用面、知識面でかなり困難であると予想される。

[0133] 2-2. データ駆動型が主流となる際の課題

経済産業省「DXレポート2」（2020年12月）にはこのようなことが掲載されている。

[0134] [表5]



[0135] 解釈はいろいろできるが、データ駆動型開発は、この図においては“デジタルトランスフォーメーション”に位置づけられる“市場ニーズに応じた価値創出”のための研究開発や体制の変革に相当する。

[0136] 一方で、多くの製造業や大学の研究室では、個別の作業・製造プロセスのデジタル化、即ち、“デジタルイゼーション”すらできていないところが多く、さらには、アナログ・物理データのデジタルデータ化、即ち、“デジタイゼーション”も未了というところも実態としては多く存在する。

[0137] もちろん、デジタイゼーションとデジタルイゼーションをスキップして、いきなりデジタルトランスフォーメーション（DX）に移項することも不可能ではないが、現在のやり方を基本とする場合では、その2段階を割愛してDXに移項するのはおそらく無理で、何らかの新たなツールや手法が必要と

なってくる。

[0138] 2-3. 製造業全般における論理的解釈にまつわる課題

これまで、特に画像データを活用する取り組みを例示してきたが、また、それとは別に製造業に特有のデータ駆動型開発の課題も存在する。

[0139] データ駆動で現在もっとも効果を上げている一つがeコマース（電子商取引）である。この場合、消費者の固有データが大量に必要となり（いわゆる“ビッグデータ”）、それをAIを使って機械学習したり深層学習することで、個人の消費行動に対してリコmend（推奨候補の提示）を行うことが基本となり、これまでの流通卸業とは全く異なる発展を遂げている。ただし、この場合、ビッグデータ解析をした結果はリコmend程度の確度で許容されるため、それに関して論理的な説明をする必要はない。

[0140] 一方、製造業や研究開発におけるデータ駆動は、帰納法的な解の導き方であるため、従来の理論や法則に裏打ちされた演繹法的な解法ではないため、時に突飛であり、意外性もあって、新たな気づきへと繋がる利点もあるが、そのデータ駆動から得られた結果を、そのまま製造業における工程処方にストレートに適用することは、現在の状況においては受け入れ難く、かならず何らかの論理的な考察を必要とする。ここが、製造業や研究開発におけるデータ駆動の難しさであり、乗り越えなければならない壁でもある。

[0141] 2-4. 第一次産業におけるデータ取得ならびにデータ管理の課題

さらに1-2. 項で述べた食品製造におけるHACCPにおいては、将来的にはこの分野においてもデータ駆動が主流になるとは言うものの、製造業（第2次産業）にも数段増して第一次産業におけるデータ取得は、これまで殆ど行われていなかったことから、社会全体の大きな課題となつてのしかかってくるのは自明であり、その観点からも新たな簡便かつ有効なデータ取得手段や方法が必要になってくる。

[0142] 2-5. 順問題解法型コンピューターシミュレーションの課題

データ駆動型開発を帰納法的、すなわち逆問題解法的と捉える場合、科学法則や理論に則ってそれをコンピューターを使って高速演算して解を求める

シミュレーションは、順問題解法の代表的な手法と言える。

[0143] 2-1. に記載した超超P j の成果報告資料によれば、全てのテーマがデータ駆動型開発で研究開発期間を短縮した訳ではなさそうで、中には順問題解法型のシミュレーションだけを駆使して大きな成果を導いた事例も複数紹介されている。

[0144] これらシミュレーション技術による成果を塾考してみると、物体のマクロの挙動を推測するために、分子や原子のナノメートル以下での第一原理計算から、サブミクロン領域までは分子動力学計算（MD）を使い、さらにミリメートル以上のサイズには有限要素法を適用する等、ナノ～ミクロン～ミリを繋ぐ“マルチスケールシミュレーション”を達成手段に使っていることが分かる。

[0145] このような計算には、いわゆるスーパーコンピュータクラスの大型超高速計算機が必要となり、国家プロジェクト以外では、なかなか実施するのが難しいという問題がありそうなことが容易にうかがわれる。

[0146] 2-6. 逆問題解法型インフォマティクスの課題

一方、逆問題解法型のマテリアルズインフォマティクスやプロセスインフォマティクスにおいては、前記の高度シミュレーションほどのマシンパワー（演算速度）は必要ないが、そのかわり、現象や物質に紐付いた、いわゆる“質の高いデータ”を大量に必要とする。

[0147] 従来、質の高いデータは1-4. に記載した機器分析により取得するのが一般的だが、それではデータ取得に要する時間や工数が大きく、データを取ること自体がデータ駆動の律速となってしまう。

[0148] 前記、超超P j の一部のテーマにおいては、当初、論理的な理解に活用していたコンピューターシミュレーションを、データ駆動用のデータ発生手段として合理的に用いた例が数多く紹介されており、大きな成果を導いているが、それにおいてもスーパーコンピュータが必要となり、前記2-5. と同様の計算機にまつわる課題が発生してしまう。

[0149] つまり、コンピューターシミュレーションのようなバーチャルでの実験で

はなく、もちろん、従来の機器分析のような生産性の低いリアル実験でもない、製造業向けのデータ取得手段や方法が必要になってくる訳である。

[0150] 2-7. 両方向からのコンピューショナルサイエンスを利用した開発手法の現状

データ駆動のデータの大部分をコンピューターシミュレーションで発生させた場合、基本的にコンピューターシミュレーションは演繹的な手法であるため、その科学的な考察は可能である。

[0151] 一方、データ駆動による結果は、帰納法的解法によるものであるため、基本的にはその理由や科学的根拠まではわからないが、データ自体に論理性が付与されているため、特定領域の専門科学者がこの両方を取り扱うことで、逆問題的に出てきた解を順問題的に理論付けることが可能となり、製造業や研究開発においては新たな合理的開発手段になりうるものと思われる。

[0152] バーチャルなシミュレーションにより取得されるデータに加えて、従来の機器分析とは異なるが、物質や現象との紐付けがあり、リアルで、かつ、生産性の高い、データ取得手段があれば、前記全ての課題が解決されるはずである。本発明者等は、この基本的な理念に基づき、新たなデータ取得システムの実現に向けて挑戦した。

[0153] 3. ものづくり現場での現状の取り組みー画像データ活用の観点からー
3-1. 画像データを活用する取り組み

デジタルトランスフォーメーション（DX）の推進を支援する取り組みとして、画像データを取得して活用し、課題を解決するシステムが公開されており、インダストリー分野においても有効な取り組みとなっている。

[0154] 各種センサーやカメラなどの様々な「モノ」をインターネットに接続し、収集したデータを活用するIoT（Internet of Things）という概念が注目されており、DXの加速が叫ばれていることも相まって、以前と比べ企業や個人の日々の活動にデジタル技術が広く浸透してきている。しかしその一方で、製造業においては未だデジタル技術の取り込み、DX推進が十分にできていない生産現場が多く存在する。そうした現場でデジ

タル技術を用いた改善に遅れが生じている理由として、デジタル技術の初期導入コストの高さや近年のデジタル技術に精通した人財確保の難しさ、限られたリソースの範囲内であるため最適な解決策を導き出すのが難しい、といったものがある。

[0155] このような現状に対して、画像データを取得して活用し課題を解決する取り組みは、比較的安価な各種センサーやカメラを使用し、一旦システムを構築してしまえばデジタル技術に精通した人材は多くは必須ではなく、製造業等の現場に比較的容易に導入することが可能となる。更に、複数の企業と協業して技術やノウハウを出し合うことで、広く多種多様なリソースがアクセス可能となり、最適な解決策に到達しやすくなる。

[0156] 3-2. 画像データを活用する取り組み例

画像データを活用する取り組みの例として、画像技術とIoT技術を組み合わせた「画像IoT」システムを挙げることができ、生産性の向上や労働安全など多岐に及ぶ課題やニーズに対して、解決策の提案に繋げることが可能となる。

[0157] ここで、「画像IoT」とは、コア技術を生かした現場（エッジ）から高品質な画像データを収集するデバイス実装技術、様々なセンサーデータを統合し高度な認識・判断を行うAIプラットフォーム、これらの技術を組み合わせた総称を画像IoTと定義している。

[0158] 近年、データやIT技術を活用し、急速に成長する企業が世界的に増えている。これらの企業は、ソフトウェアやクラウドの最新技術を最大限に利用し、データ活用に基づくお客様への新たな価値や体験をサービスとして提供することで、世界規模に成長している。

[0159] これらのビジネスは成長する過程でプラットフォームの概念を生み出し、業界・業種を超えた破壊的イノベーションを引き起こしている。これからのビジネスでは、新規事業の創出において、このようなプラットフォームを活用することが必須であるのは周知の事実である。

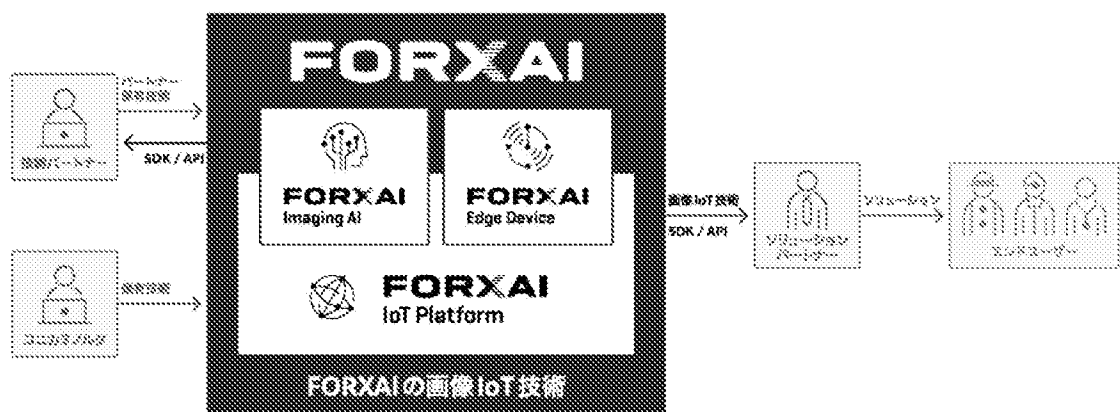
[0160] 画像IoT技術を活用し、顧客やパートナー企業と共に社会のDXを加速

させる画像IoTのプラットフォーム（IoT-PF）が提案されている。
IoT-PFは、エッジIoT戦略で求められる現場での解析処理実行やクラウドとの連携だけでなく、実際に現場に機器を設置する際に求められる機器管理やセキュリティなどの非機能要求に応えるための共通機能を提供するプラットフォームである。これを活用することで、ユーザエクスペリエンスや差別化機能の開発に注力し、効率的かつ俊敏にソリューションを提供できるようになる。

[0161] IoT-PFを活用し、製造現場のカメラ映像を解析し活用するための共通アーキテクチャを策定した。製造現場の課題の多くはカメラ映像の解析により可視化することができるため、「製造業工程の生産性可視化」や、「労働安全ルール遵守の可視化」といった機能を共通のシステムの中で構築することが可能となった。今後、他の用途にも容易に展開できると考えている。

[0162] IoT-PFは、様々なお客様の課題を解決するため、現場の生データを取得し、AIを活用した分析結果をリアルタイムに実世界にフィードバックすることができる制御技術の集合体である。更にパートナー企業とのエコシステムを構築し、顧客にとって最も良いサービスを提供するための顧客価値共創のハブとなる。画像IoT技術を用いて様々な「みたい」という要望に対して最適なソリューションを提供することが期待されている。

[0163] [表6]



[0164] 3-3. FORXAI（登録商標）画像IoTプラットフォームの構成
この画像IoTプラットフォームは、主に下記のような構成要素から構築

されている。

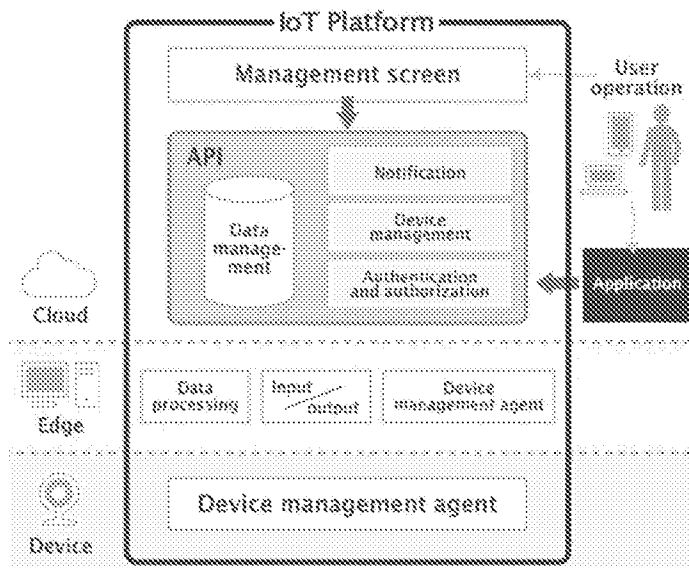
[0165] (1) AIライブラリ／アクセラレータなど画像を中心とした高速・高精度なAI学習／推論の技術群である“Imaging AI”、画像に特化したエンジン；画像解析を行うための高速・高度なAI処理技術群である。特に、この画像処理技術を使い、姿勢推定や人物属性検知などの「人行動」、X線動態解析や画像バイオマーカーなどの「先端医療」、欠陥検出や分類などの「検査」の3つの領域に強みがあり、今後の注力領域でもある。

[0166] (2) IoTデバイスとクラウド間のスムーズなデータ処理／リモート管理・更新を可能とする“IoT Platform”、(3) MOBOTIX（登録商標）やLiDAR、ガス漏洩監視カメラなど人間の視覚能力を超えた情報を処理可能な自社／他社デバイス群となる“Sensor Device”、これら三位一体の画像IoT技術と、パートナー企業の技術と掛け合わせてソリューション群を形成する。

[0167] システム機能構成

FORXAI IoT-PFはクラウド・エッジ・デバイスの3階層からなり、それぞれに求められる機能をあらかじめ用意している。

[0168] [表7]



[0169] ・クラウド

FORXAI IoT-PFのクラウドサービスでは、データの保管や検索などの管理、メールやモバイルプッシュ通知の送信、機器の管理などを実行するAPIを用意している。

[0170] ・エッジ

エッジは現場に置かれたコンピューターで、デバイスからの情報を受け取りディープラーニングなどによる処理を実行し、クラウドに結果を送信するなどの機能を担う。

[0171] ・デバイス

デバイスは現場に設置するセンサーやアクチュエーター類、およびそれらを制御する組み込みシステムを指す。

[0172] IoT-PFで実現できるシステム

ソリューションの例として、現場のカメラデバイスから動画像を取得し、AIで認識させた結果をクラウド経由で閲覧したり、特定状況が出現した場合スマートフォンへ通知したりすることができる。また、クラウド経由でデバイスの稼働状況も管理することができる。

[0173] 3-4. 画像IoTシステムによる効果と課題

ここまでに説明した画像IoTシステムをインダストリー製造分野へ活用した事例は、「製造業におけるFORXAI IoT Platformの活用」(https://research.konicaminolta.com/jp/pdf/technology_report/2022/pdf/19_yoshizawa.pdf)、「FORXAI Recognitionの骨格検出アルゴリズムによるMFP組み立て工程改善」(https://research.konicaminolta.com/jp/pdf/technology_report/2022/pdf/19_sonoyama.pdf) および「産業保安のスマート化を目指したガス監視システム高度化の取り組み」(https://research.konicaminolta.com/jp/pdf/technology_report/2021/pdf/18_asa

n o. p d f) にて報告されているように、人間の行動を捉えて作業効率化のソリューションを提供しているものや、

(例えば <https://linux.jp/product/mvtec/halcon/> に示すように) 製造する対象物の性能や機能、品質、物性など特性へのソリューションを提供しているものの検査やモニタリングなど生産工程への適用が主であり、研究開発におけるインフォマティクス(機械学習)の説明変数の強化として使用される例はまだ限定的である。

[0174] これまでの日本の産業を支えていた日本特有の“ものづくり”において、それを根底から支えていたのが研究開発であり、この研究開発こそがその特性を実現する場である。従来の研究開発方法やものづくり手法ではAIやロボティクス活用が一般化した現在においては、さらに将来に向かっては、大きな変革が必要であることは言うまでも無いものの、前第2章に記載したように、全てをデータ駆動型開発、データ駆動型生産にするのは合理的ではなく、一部は順問題解法的な従来型研究開発やコンピューターシミュレーションを活用することも必要不可欠である。

[0175] 特に、機器分析に代表される科学的な解析は、研究者や技術者の考察の裏付け以外にも、インフォマティクスを実施する際の目的変数としても有効であり、分析、シミュレーション、インフォマティクス(機械学習)のそれぞれの利点と欠点を理解した上で、相補的に活用することが鍵となってくる。一言で「データ駆動」と言っても、適用する領域や開発課題によって、それを演繹的に理解する必要があるかどうかをケースバイケースで判断することが肝要である。

[0176] 画像IoTシステムをより一層インダストリー分野へ広く活用することにより、サプライチェーン全体や産業全体の効率化による改革とともにSociety 5.0に適合するものづくりへと進化するものと信じている。

[0177] インダストリー領域でのものづくりにおいて、前記の通り画像データが重要であること、や、帰納的解釈だけでなく演繹的な解釈も必要であること、データ駆動型技術開発を適応するべきであることを示してきたが、現状では

それらが十分に満たされていないと考えている。その原因は、「ものづくり」とも呼ばれる製造業において、研究開発、技術開発、生産、製造等の行為は、大部分が技術者や職人の「カン」と「経験」と「コツ」と呼ばれる属人的かつ暗黙知的な活動や思考によって担われており、その技能やノウハウの伝承が思うように進まないためと捉えており、社会課題としてもクローズアップされている。以下にこれらの課題について具体的な事例を示す。

[0178] 1) プラスチック製品の製造における課題

現状、「カン」や「経験」、「コツ」に頼っているものづくりの場として、最初にプラスチック製品の製造が挙げられる。そもそも「カン」や「経験」、「コツ」に頼ってしまうのは当然それらの積み重ねによって問題を解決できた成功体験を得たことには違いないが、異なる観点から考えると、それら以外に頼りにすべき判断の指標やデータが無かったとも考えられる。プラスチック製品に求められる強度やしなやかさ、後加工のしやすさといった物理的性能は樹脂繊維が配向しているか、添加剤が機能しているかとそれらが製品で均質か、また製品の表面状態など、様々な要件で決定されるのに対しそれぞれが必ずしも目視評価などで情報を容易に把握できるものではなく、繊維の配向などは高価な分析装置等によって状態を観察されるようなものではないものの、その費用や時間がかかるなど、製造現場に適応しやすいものではないことの問題がある。つまり、帰納的な解釈および演繹的な解釈のいずれにも、また、データ駆動型技術開発においても必要となる十分なデータ数の取得に課題があると言える。

[0179] ここで立体造形物を製造することに着目すると、前述した3Dプリンターを用いることは製造条件などを数値・データとして設定するために暗黙知に頼らない手段と考えられる

が、造形はできるものの適合できる材料は金属、合金、セラミックス程度であり、最も汎用的なプラスチックではなかなか事業規模での適用ができていないのが実情であり、さらに、3Dプリンターの特徴上、造形物の方位による機械強度が違うことや、製造時間が長いこと、意外にも廃棄物が多く省資

源やSDGsの観点での新たな問題が多いことなど、さまざまな不具合を抱えている。また現実の現場をみると、プラスチックの製造や加工はおもに中小企業によって担われており、人が介する工程がほとんどであることも、データ取得をしづらい原因と言える。

[0180] 2) ゴム製品の製造における課題

ゴムの製造の一般的な工程は、(1) 設計工程、(2) 精練工程、(3) 加硫・成形工程、(4) 検査工程である。(1) 設計では要求性能に適合するようゴム原料(生ゴム)や配合剤(可塑剤や加硫促進剤など)の量などの材料条件や加工する時間などのプロセス条件を決定し、(2) ロールでは決定した条件の架橋剤以外の材料を計量して原料ゴムに配合剤を加えて練ることにより、未加硫ゴムコンパウンドを製造する工程である。(3) 加硫・成形工程は、精練により製造された未加硫ゴムコンパウンドを製品に加硫(架橋)成形する工程であり、最後の(4) 検査を行っており、この検査は最後の工程だけでなく途中の工程での検査も行われるのが通常である。

[0181] 配合剤は要求性能によって10種を超える場合もあるが、それぞれ1種または数種程度を同時に使用した場合の化学反応のメカニズムや反応性(反応のしやすさ)を理解できていても、複数の配合剤を混合する場合にはメカニズムや反応性が相互に影響し合うために複雑となり全てを理解することは大変困難であり、これらの工程のほとんどが「カン」や「経験」、「コツ」に頼らざるを得ない状況であることは容易に想像できる。つまりここでの問題は複数の原料を混合し複雑な化学反応を起こすような複合材料において、全ての現象を理解するため、または捉えるための分析データを全て得ることは大変困難であり、言い換えるとそれらを説明するために必要なデータの種類と数の取得が困難であることと言える。また前項と同様にゴム製品の製造においても人が介する工程がほとんどであり、データを取得しづらい状況であることは前項と同様である。

[0182] 3) 食品加工における課題

第1章に挙げた食品加工の課題として、「HACCP完全義務化」という

新たな規制への適合を全ての食品関連事業者に求められるようになっている。大規模製造業者のみならず業界関係者全員が受け入れられるような検査、解析のために必要十分なデータの種類と数の取得手段とそれらによって食品の品質を担保できるようなシステムを提供することが課題と言える。

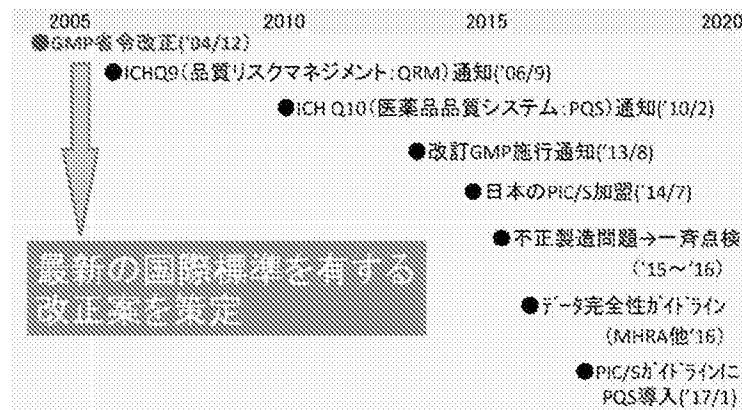
[0183] また、このシステムは、同じ食品加工ともいえるが、新たな産業ともいえるフードテックにおける課題にも関連すると考えている。フードテックは、フード（Food）とテクノロジー（Technology）を組み合わせ、食材の生産から調理加工へIT技術を取り入れることにより、従来にはない新たな食品や調理法などの付加価値を生み出す新産業である。具体的には、前記のような食品の加工・製造へロボットの普及や植物工場での安定な製造から代替肉の製造に代表される食材の研究や開発などが含まれる。これらの研究・開発、製造においてより良い品質、例えば味や食感など、を狙い通りの設計や安定に生産をする際にも必要十分なデータの種類と数の取得手段システムを提供することが課題と言える。

[0184] 4) 医薬品の製造における課題

前記の食品と同様、さらにはそれ以上に厳しく製造や品質についての管理を規制が為されているのが医薬品の製造であり、その最も重要な基準の一つと言えるのがGMP（Good Manufacturing Practice）である。医薬品の製造管理及び品質管理に関する基準で、品質の良い優れた医薬品を製造するための要件をまとめたものであり、1968年に世界保健機関（WHO）がその制定を決議し、それを受けて各国で制定されている。GMPは原材料の入荷から製造、最終製品の出荷にいたるすべての過程において、製品が安全に作られ「一定の品質」が保たれるよう定められている。最近では、最新の国際標準であるPIC/S GMPガイドラインとの整合性をとるため、GMP省令が約16年ぶりに改正され2021年3月に公布、2021年8月1日から施行された。

[0185]

[表8]



[0186] このGMPの3原則とは、（１）「人為的な誤りを最小限にすること」、（２）「汚染及び品質低下を防止すること」、（３）「高い品質を保証するシステムを設計すること」であり、誰が作業しても、いつ作業しても、必ず同じ品質・高い品質の製品をつくるための基本要件である。この３原則では、複数回の確認を行うこと（ダブルチェック）や作業記録をとることにより人を介する行動の管理や、医薬品の品名、ロットNoなど識別表示による人間の行動におけるミスの低減がなされていることから、人を介する行動や原材料や製造プロセスにおける条件は製品、この場合は医薬品の性能にも影響することが認識されていると言える。

[0187] さらに人の行動以外の記録として、現在でもQRコード（登録商標）やバーコード等を使ってIDを記録しているものも多く存在するが、原材料までIDが必要になるとすると、第一次産業を担う人たちにも簡便にIDを付与・取得できる方法を考案し、普及させることが不可欠になってくる。

[0188] また、全ての原材料、中間体、最終製造物で、さらにそれがオンデマンド的に作られることになると、そのIDを保管することや、管理すること、さらには問題等が生じた時にデータをつなぎ合わせて製造の上流側に遡ることが大きな課題となり、それに関しては現在の人間中心の管理では対応できるはずもなく、人工知能（AI）を有効に活用することが前提となる。

[0189] つまり、規制に適合し、且つ、大規模製造業者のみならず業界関係者全員が受け入れられるような検査、解析のために必要十分なデータの数と種類の

取得手段を提供することが課題と言え、このデータとして人為的な行動に関する情報と、使用する原材料や途中で取り出す場合は中間体、そして最終製造物、それぞれでその物質の素性や状態に関する情報が必ず求められるようになる。

[0190] 5) ものづくりのサプライチェーンにおける課題

ものづくりへデータ駆動型技術開発を取入れる際の課題示したが、異なる視点からの課題と言えるのが、サプライチェーンを統合したプラットフォーム型のDX実現である。ものづくりの現場は、素材や原材料の生産工程、部品製造工程、組立て工程、販売に至るまで全てを一社で行うことは珍しく、例えば自動車業界におけるサプライチェーンで考えると、自動車を販売する（自動車のブランドを有する）メーカーのもと、原材料のメーカー、その原材料から部品を製造するメーカー、部品から組み立てを行うメーカーなど複数の企業や時には大学や研究機関がピラミッド構造の様な関係で成り立っている。各企業においてDXの推進が行われているものの、企業間においては重要な情報は企業秘密として扱われ、また前項で記載の通り、暗黙知の情報は共有が不可能であることから情報が分断され、プラットフォーム型（統合型）のDXは成り立たない。これは設計する性能や特性が単一であったり単純な製品であったりすればそれほど大きな問題ではないが、複雑系な製品、言い換えると複数の科学的現象が同時に起きる複合材料、複雑系材料の開発では大きな障壁となっている一方、様々な産業において期待されている。

[0191] 6) ものづくりのトレードオフにおける課題

ものづくりの実際の現場で製造されるものにはそのほとんどが複数の機能や仕様の項目をクリアすることが求められており、それらの項目は原料から生産、品証までの研究・開発製造工程に留まらず、その製品が顧客にわたった際の保存性、耐久性などの製品ライフサイクルの観点も含まれる。前項までに示した課題は明確な言及はしていないものの1つの機能や仕様の項目について性能を予測したり、その性能を満たす条件を見出すことに焦点を当てているが、実際には複数の性能を同時に満たすことが必要であり、その

中にはトレードオフの関係にある性能が含まれるため、同時に複数の性能を設計することが求められる。

[0192] ここまでに挙げた現在の課題を整理すると、今後求められるものづくり、特に、高性能や高機能を同時に満たすという観点から複合的、複雑系の難易度の高いものづくりにおいて、SDGsへの適合や各種規制への適応をサプライチェーンやその業界に留まらず社会全体に適する課題解決手段が求められている。対象物の設計において、検査や解析し、重要な判断をするために必要十分なデータの取得手段だけでなく、さらにそれらのデータを統合して対象物の複数の物性や機能、品質を同時に予測するAI解析システムによって、これらの課題を解決し得ると考えている。

[0193] ここで重要となる必要十分なデータを取得する手段として、「非科学的情報」と「科学的情報」との両者を用いることを考えた。

[0194] ここまで挙げたように、データ駆動型技術開発のために、必要十分な質の良いデータの数と種類の取得することが課題であり、その数と種類が必要十分であることを実現する手段として前項に記載のように非科学的情報と科学的情報を組み合わせることによって、一方のみでは不足するデータ種に起因する説明変数を獲得することが可能と考えている。またデータ数についても、非科学的情報のように多次元データから複数の説明変数を獲得できることは実質的な工数としてデータ数を多く獲得していることとも言え、また、画像生成のような手法を組み合わせた非科学的情報もさらにその数を増やすことが可能であり、課題を解決できると言える。

[0195] 上記のように、本実施形態の予測システムおよび予測装置100では、対象物に関する科学的情報および非科学的情報を取得し、これらに基づいて対象物の複数の特性を予測する。以下では、本発明者等が実際に検討し、見出した、新たなデータ発生方式とその手段について解説する。

[0196] ・多次元データ

ここまで述べて来たように、データ駆動型開発は研究開発における破壊的イノベーションであるため、その鍵となる技術はこれまでの踏襲ではなし得

ないものである。人間がデ

ータ解析する際、データの次元としては2次元が最も考えやすく、最大でも基本的には3次元である。これは、立体的に座標を想定できることもその理由であるが、もっとも大きな理由は、「データの直交性」によるもので、データとデータの間には他のデータの要素を含まないこと、干渉しないことが前提となる。

[0197] 一方、機械学習においては、直交性はアルゴリズムと演算により取り扱うことが可能となるため、次元数は3を超え、例えば100でも1000でも対応出来る。また、人間の場合は複雑怪奇になると解を求めることが不可能になるが、機械学習を用いたインフォマティクスでは、主成分解析やLASSO解析などで回帰するのに必要な説明変数の重み付けを行うことは容易であるためデータの次元数は多くても困ることはない。

[0198] 従来の機器分析から得られる科学的情報は、基本的に直交性が担保された独立の科学的情報である。逆に、コンピューターを使ったバーチャルな世界でのデータは、取り方によっては直交性を無視して多次元に取得できるが、基本的にはデータの質は低く、それを高めるためには前記のようなスーパーコンピューター等の高精度、高コスト計算を行う必要性が発生してしまう。

[0199] それを克服する一つ的手段として、本発明者等は、物質間の相互作用に着目し、その微妙な変化や違いに対応するデータを取得することで、多次元化され、かつ、物質自体や物質の状態に紐付いた質の高いデータが取得できると考えている。

[0200] ・説明変数（データ種）の充足

状態に紐づいた質の高さというのは、状態を全て説明し得る説明変数を獲得することと言い換えることもできる。この説明変数を獲得するためには、データの種類としてはある程度の量が必要となる。ここで科学的情報のみを使用する場合を考えてみる。ここで科学的情報とは、対象物の特性や品質と直接的に関連する情報が多く含まれており、研究開発における活動では現象の解明や理解することを目的とした活動であるため、必然的に科学的情報が

多くなる。これと対照的にある非科学的情報は多次元を持つ情報であり、ローデータのみからでは得られない構造的情報を得られることは、構造に起因する説明変数は非科学的情報からのみ入手が可能であると言える。

[0201] さらに、人間の行動を記録したデータも同じく非科学的情報と考えている。製造工程で様々な作業をする人の行動は先に挙げた原材料の準備、使用する過程や、プロセス条件を製造装置へ入力する過程などの科学的情報に直接的に繋がる行動もある一方で、所謂、勘コツ経験に代表される人間の無意識または認知できない情報が行動データに含まれると考えており、非科学的情報を捉えている。

[0202] これらの非科学的情報を活用することは、工数を増やすことなくデータ種類さらにそこから得られる説明変数を格段に増やすことができ、これは課題であるトレードオフを解消する解決策を見出す唯一の手段であるといえる。

[0203] ・データ量の充足

データ数は機械学習を行うためには十分な量が必要となる。このデータ数が少なくなる原因の一つとして研究開発や要素技術の開発の場合いわゆる演繹的な考察から収集された、科学的意味のあるデータ、科学的情報を使っていることもその本質的な原因と考えた。ここでデータ量を充足する手段として、前記の説明変数の充足で説明したように画像のような非科学的情報には多種の情報が含まれているので、1つの画像から多数のデータを入手するといった方法のほか、データ数自体を増やすという観点からGANやVAEのような機械学習の手法を用いて生成した画像データを用いることも1つの方法である。このような方法で生成された画像は非科学的情報と言える。

[0204] ・「人行動」認識技術

「人物行動」カテゴリーにおけるAI技術開発では、Deep Learningを活用した人検知・姿勢推定・行動認識などのアルゴリズム開発が進められている。大量の現場画像を学習させることで、どのような環境でも誤認識しない、ロバストな「人行動」認識技術の開発が行われている。実際に2D姿勢推定において、認識精度の高さと高速処理の両立を実現し、以下

の事業に活用している。

[0205] これまで普及していたカメラで人を横から撮影する前提の姿勢推定技術とは異なり、HitomeQ ケアサポートでは天井のカメラからでも認識可能な姿勢推定手法を開発した。頭部や下腿部といった人体部位の位置関係の特徴量として用い、人物領域とその姿勢を推定する独自のアルゴリズムを活用している。

[0206] 天井のカメラでの撮影による「人行動」認識技術は、店舗における購買行動プロセスをデータ分析してマーケティング活動につなげる「go insight」サービスで、顧客の滞在時間・棚前行動などの分析にも活用されている。

[0207] 以上説明したように、本実施形態の予測装置100および予測システムでは、対象物の複数の特性を予測することが可能となる。

[0208] 以下、上記実施形態の変形例について説明する。上記実施形態で説明したのと同様の構成については、その説明を省略する。

[0209] [変形例]

図9は、変形例に係る予測システムにおける予測装置100の機能構成を表している。予測装置100は、取得部111、抽出部112、予測部113および制御部114に加えて、選択部115として機能してもよい。

[0210] 選択部115は、予測部113が予測する対象物の複数の特性に応じて、科学的情報および非科学的情報を選択する。選択部115は、例えば、取得部111により取得された対象物に関する複数の科学的情報および複数の非科学的情報の中から、科学的情報および非科学的情報を選択する。選択部115は、対象物に関する複数の科学的情報および複数の非科学的情報を選択してもよい。選択部115は、例えば、予測される複数の特性各々と関連性が高い科学的情報および非科学的情報を選択する。

[0211] 選択部115により選択された対象物に関する科学的情報および非科学的情報を、取得部111が取得してもよい。選択部115は、例えば、科学的情報および非科学的情報を網羅的に選択する。例えば、データの焦点サイズ

として、マクロサイズ、ミクロサイズおよびナノサイズのうちの複数のサイズを含むように科学的情報を選択する。あるいは、対象物の構造として、物理構造、化学構造および界面構造のうちの複数の構造を含むように非科学的情報を選択する。選択部 115 は、機械学習を用いて対象物に関する科学的情報および非科学的情報を選択してもよい。

[0212] 予測部 113 は、選択部 115 により選択された科学的情報および非科学的情報に基づいて、対象物の複数の特性を予測する。これにより、複数の特性各々の予測精度を向上させることが可能となる。

[0213] 図 10 は、この予測装置 100 において実行される予測処理の手順を示すフローチャートである。

[0214] (ステップ S201)

予測装置 100 は、まず、上記実施形態で説明したステップ S101 と同様にして、対象物に関する科学的情報および非科学的情報を取得する。予測装置 100 は、例えば、対象物に関する複数の科学的情報および複数の非科学的情報を取得する。

[0215] (ステップ S202)

次に、予測装置 100 は、ステップ S201 で取得した複数の科学的情報および複数の非科学的情報の中から、予測する複数の特性に基づいて、科学的情報および非科学的情報を取得する。予測装置 100 は、ステップ S202 およびステップ S201 の順に処理を行ってもよい。

[0216] (ステップ S203～S206)

この後、予測装置 100 は、上記実施形態で説明したステップ S102～S105 と同様の処理を行い、処理を終了する。

[0217] 変形例に係る予測システムおよび予測装置 100 も、上記実施形態で説明した予測システムおよび予測装置 100 と同様に、対象物に関する科学的情報および非科学的情報に基づいて、対象物の複数の特性を同時に予測することができる。また、選択部 115 を有しているので、予測する複数の特性各々と関連性が高い科学的情報および非科学的情報を選択することができる。

よって、より高い精度で対象物の複数の特性を予測することが可能となる。

実施例

[0218] 本発明の効果を、以下の実施例を用いて説明する。ただし、本発明の技術的範囲が以下の実施例のみに制限されるわけではない。実施例では、樹脂材料と、炭素繊維またはガラス繊維とを混合した繊維強化樹脂を対象物のサンプルとした。

[0219] (学習済みの識別器の作成)

まず、教師データを作成するため、48種類の繊維複合材料のサンプルを作製した。このサンプルは、以下に示す4種類の樹脂、3種類の繊維、2条件の繊維濃度（体積比）および2条件の射出圧力の組み合わせにより作製した。樹脂および繊維は、事前に株式会社東洋精機製作所製ラボプラストミル（登録商標）押出機を用いて、所望の比率で混合させた。これにより、ペレットを作製した。48種類の繊維複合材料のサンプルは、住友重機製射出成型機SE50Dを用いて成型した。機械強度と成型収縮率を測定するサンプル形状は、JIS K7139に示される、ダンベル形試験片タイプA1とした。衝撃強度を測定するサンプル形状は、このダンベル形試験片タイプA1から切削加工して、JIS K7139B2に示される、短冊試験片にノッチをつけた試験片とした。

[0220] 樹脂：ポリプロピレン（住友化学株式会社製ノーブレン（登録商標）W101）、ポリアミド66（旭化成株式会社製レオナ（登録商標）1300S）、ABS（東レ株式会社製Toyolac700314）、ポリカーボネート（三菱エンジニアリングプラスチック株式会社製ユーピロン（登録商標）H-3000R）；

繊維：PAN（ポリアクリロニトリル）系炭素繊維（日本ポリマー産業株式会社製CF-N）、PAN系炭素繊維（台湾プラスチックス社製TC-3233）、ガラス繊維（日東紡績株式会社製CS3J-960）；

繊維濃度：5%、20%；

射出圧力：50MPa、100MPa。

[0221] 次に、この48種類の繊維複合材料のサンプル各々を以下の測定装置を用いて測定し、測定結果から抽出された特徴量を識別器に学習させた。測定はダンベル形試験片の中央付近で行った。

[0222] FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) 装置 (Thermo Fisher Scientific社製AVATAR370) ;

テラヘルツ波分光測定装置 (浜松ホトニクス株式会社製C12068-01) ;

超音波測定装置 (超音波工業株式会社製UVM-2、反射モードで測定を行った。) ;

X線回折装置 (株式会社リガク製Smart Lab) ;

X線タルボ・ロー装置 (特開2019-184450号に記載の装置) ;

行動動画 (ビデオカメラで作業者を撮影した動画)

上記48種類の複合樹脂材料のサンプル各々の、機械強度、衝撃強度および成型収縮率を以下の手法で測定し、測定結果を識別器に学習させた。

[0223] JIS K7161-2に準拠してエアンドデイ社製テンシロン (RTF2325) を用いて行った引張試験の評価結果を、機械強度の測定結果とした。このとき、掴み具間の距離は75mm、試験速度は1mm/分とした。また、破断時の応力を試験片の断面積で割った値を、機械強度とした。JIS-K7111に準拠して、シャルピー衝撃試験 (Uノッチ、R=1mm) を行った評価結果を、衝撃強度の測定結果とした。シャルピー衝撃試験には、東洋精機社製衝撃試験機 (JCHBAS) を用いた。成型収縮率は、JIS K7152-4に準じて測定した。

[0224] (実施例1~8、比較例1、2)

まず、4種類の対象物のサンプルを作製した。このサンプルは、以下に示す2種類の樹脂、2種類の繊維、1条件の繊維濃度 (体積比) および1条件の射出圧力の組み合わせにより作製した。サンプルの作製は、上記教師データと同様に行った。

[0225] 樹脂：ポリプロピレン（住友化学株式会社製ノーブレンW101）、ポリ
アミド66（旭化成株式会社製レオナ1300S）；

繊維：PAN系炭素繊維（日本ポリマー産業株式会社製CF-N）、PAN
系炭素繊維（台湾プラスチック社製TC-33）；

繊維濃度：10%；

射出圧力：80MPa。

[0226] 実施例1～8では、この4種類の対象物のサンプルについて、下記表1に
示す科学的情報および非科学的情報を生成した。この後、これらの科学的情
報および非科学的情報から抽出した特徴量を学習済みの識別器に入力して機
械強度、衝撃強度および成型収縮率の予測値を求めた。比較例1では、科学
的情報のみを生成し、比較例2では、非科学的情報のみを生成した。この後
、科学的情報または非科学的情報を学習済みの識別器に入力して機械強度、
衝撃強度および成型収縮率の予測値を求めた。

[0227] また、学習済み識別機の作成と同じ手法を用いて、上記4種類の対象物の
サンプル各々の機械強度、衝撃強度および成型収縮率を測定し、測定値を求
めた。次に、予測値と測定値との誤差を下記の式（1）を用いて算出した後
、4種類の対象物のサンプルの誤差の平均を求めた。下記表1には、この誤
差の平均値が30%以下であるときをA、30%よりも大きく、60%以下
であるときをB、60%よりも大きいときをCとして記載した。即ち、機械
強度、衝撃強度または成型収縮率が、「A」であるとき、学習済みの識別器
を用いて予測した特性の精度が最も高いことを表す。

[0228] [数1]

$$\text{誤差}(\%) = \left| (\text{予測値} - \text{測定値}) / \text{測定値} \right| \times 100 \cdots (1)$$

[0229]

[表9]

表 1

	科学的 情報	非科学的 情報	機械 強度	衝撃 強度	成型 収縮率
実施例1	含有物質の種類および量、 IRスペクトル	ターボ画像	A	B	B
実施例2	含有物質の種類および量、 IRスペクトル	超音波画像	A	A	B
実施例3	含有物質の種類および量、 テラヘルツスペクトル	ターボ画像	A	A	B
実施例4	含有物質の種類および量、 IRスペクトル	ターボ画像、 人の行動動画	A	A	A
実施例5	XRDスペクトル	ターボ画像	B	B	B
実施例6	XRDスペクトル、 IRスペクトル	ターボ画像	A	B	A
実施例7	IRスペクトル	ターボ画像、 超音波画像	B	A	B
実施例8	XRDスペクトル、 IRスペクトル	ターボ画像、 超音波画像	A	A	A
比較例1	含有物質の種類および量、 IRスペクトル	—	B	B	C
比較例2	—	ターボ画像	C	C	C

[0230] 科学的情報および非科学的情報各々の特徴量を識別器に入力した実施例1～8では、比較例1、2に比べて、誤差が小さくなった。また、実施例1～8の中でも、対象物に関する複数の非科学的情報を用いた実施例4、実施例7および実施例8では、それ以外の実施例に比べて誤差を小さくすることができた。

[0231] 以上に説明した予測装置100および予測システムの構成は、上述の実施形態および実施例の特徴を説明するにあたって主要構成を説明したのであって、上述の構成に限られず、特許請求の範囲内において、種々改変することができる。また、一般的な予測システムが備える構成を排除するものではない。

[0232] 例えば、予測装置100は、それぞれ上記の構成要素以外の構成要素を含んでいてもよく、あるいは、上記の構成要素のうちの一部が含まれていなくてもよい。

[0233] また、予測装置100、第1装置200、および第2装置300は、それ

ぞれ複数の装置によって構成されてもよく、あるいは単一の装置によって構成されてもよい。

[0234] また、各構成が有する機能は、他の構成によって実現されてもよい。例えば、第1装置200または第2装置300は、予測装置100に統合され、第1装置200および第2装置300が有する各機能の一部または全部が予測装置100によって実現されてもよい。

[0235] また、上記の実施形態におけるフローチャートの処理単位は、各処理の理解を容易にするために、主な処理内容に応じて分割したものである。処理ステップの分類の仕方によって、本願発明が制限されることはない。各処理は、さらに多くの処理ステップに分割することもできる。また、1つの処理ステップが、さらに多くの処理を実行してもよい。

[0236] 上述した実施形態に係るシステムにおける各種処理を行う手段および方法は、専用のハードウェア回路、またはプログラムされたコンピューターのいずれによっても実現することが可能である。上記プログラムは、例えば、フレキシブルディスクおよびCD-ROM等のコンピューター読み取り可能な記録媒体によって提供されてもよいし、インターネット等のネットワークを介してオンラインで提供されてもよい。この場合、コンピューター読み取り可能な記録媒体に記録されたプログラムは、通常、ハードディスク等の記憶部に転送され記憶される。また、上記プログラムは、単独のアプリケーションソフトとして提供されてもよいし、システムの一機能としてその装置のソフトウェアに組み込まれてもよい。

[0237] 本出願は、2022年6月30日に出願された日本特許出願（特願2022-105570）に基づいており、その開示内容は、参照され、全体として、組み入れられている。

符号の説明

[0238] 100 予測装置、
110 CPU、

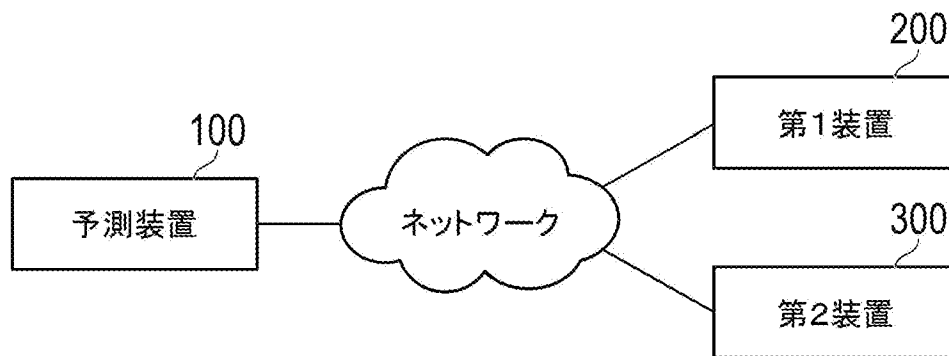
- 1 1 1 取得部、
- 1 1 2 抽出部、
- 1 1 3 予測部、
- 1 1 4 制御部、
- 1 1 5 選択部、
- 1 2 0 ROM、
- 1 3 0 RAM、
- 1 4 0 ストレージ、
- 1 5 0 通信インターフェース、
- 1 6 0 表示部、
- 1 7 0 操作受付部、
- 2 0 0 第1装置、
- 3 0 0 第2装置。

請求の範囲

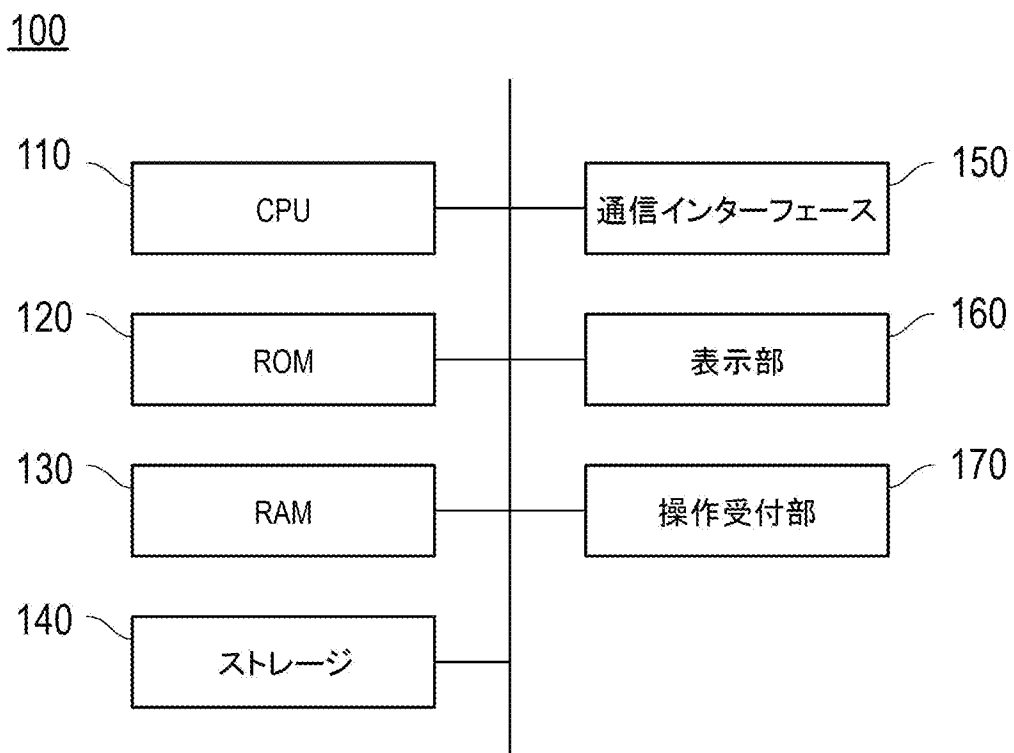
- [請求項1] 対象物に関する画像を含む第1情報と、前記対象物に関する文字、数、化学構造およびスペクトルの少なくともいずれかを含む第2情報とを取得する取得部と、
- 取得された前記第1情報および前記第2情報に基づいて、前記対象物の複数の特性を予測する予測部と
- を備える予測装置。
- [請求項2] 予測する前記対象物の複数の前記特性に応じて、前記第1情報および前記第2情報を選択する選択部をさらに有し、
- 前記予測部は、選択された前記第1情報および前記第2情報に基づいて、前記対象物の複数の前記特性を予測する請求項1に記載の予測装置。
- [請求項3] 前記画像は、前記対象物を撮像装置、X線タルボ・ロー装置、超音波装置、蛍光指紋測定装置、ハイパースペクトルカメラ、ミリ波イメージング装置、走査電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、透過型電子顕微鏡、蛍光顕微鏡および多次元色度計の少なくともいずれかを用いて撮像された画像を含む請求項1に記載の予測装置。
- [請求項4] 前記画像は、前記対象物に関連した人の行動を撮像した画像を含む請求項1に記載の予測装置。
- [請求項5] 前記第2情報は、前記対象物に含まれる物質の種類を表す文字および化学構造の少なくとも一方と、前記対象物に含まれる前記物質の量を表す数とを含む請求項1に記載の予測装置。
- [請求項6] 前記第2情報は、前記対象物の赤外吸収スペクトル、テラヘルツ波分光スペクトル、核磁気共鳴スペクトル、ラマン分光スペクトル、インピーダンス分光スペクトルおよびX線回折スペクトルの少なくともいずれかを含む請求項1に記載の予測装置。
- [請求項7] 前記対象物は、互いに異なる化学構造を有する複数の物質の混合物である請求項1に記載の予測装置。

- [請求項8] 複数の前記特性は、前記対象物の物性、品質および機能の少なくともいずれかを含む請求項1に記載の予測装置。
- [請求項9] 複数の前記特性は、前記対象物の機械物性、物理物性、熱特性、成形性、電気特性、耐久性、機械加工性および燃焼性の少なくともいずれかを含む請求項1に記載の予測装置。
- [請求項10] 予測された複数の前記特性に関する情報を出力部に出力させる制御部をさらに含む請求項1に記載の予測装置。
- [請求項11] 前記予測部は、学習済みの識別器を用いて複数の前記特性を予測する請求項1に記載の予測装置。
- [請求項12] 取得された前記第1情報および前記第2情報各々から特徴量を抽出する抽出部をさらに含み、
前記予測部は、抽出された前記特徴量を入力とし、複数の前記特性を予測する請求項1に記載の予測装置。
- [請求項13] 前記識別器は、前記特徴量を入力データとし、複数の前記特性を出力データとして機械学習される請求項1に記載の予測装置。
- [請求項14] 対象物に関する第1情報を生成する第1装置と、
前記対象物に関する第2情報を生成する第2装置と、
請求項1～13のいずれかに記載の予測装置と
を備える予測システム。
- [請求項15] 対象物に関する画像を含む第1情報と、前記対象物に関する文字、数、化学構造およびスペクトルの少なくともいずれかを含む第2情報とを取得するステップ(a)と、
取得された前記第1情報および前記第2情報に基づいて、前記対象物の複数の特性を予測するステップ(b)と
を有する処理をコンピューターに実行させるための予測プログラム。

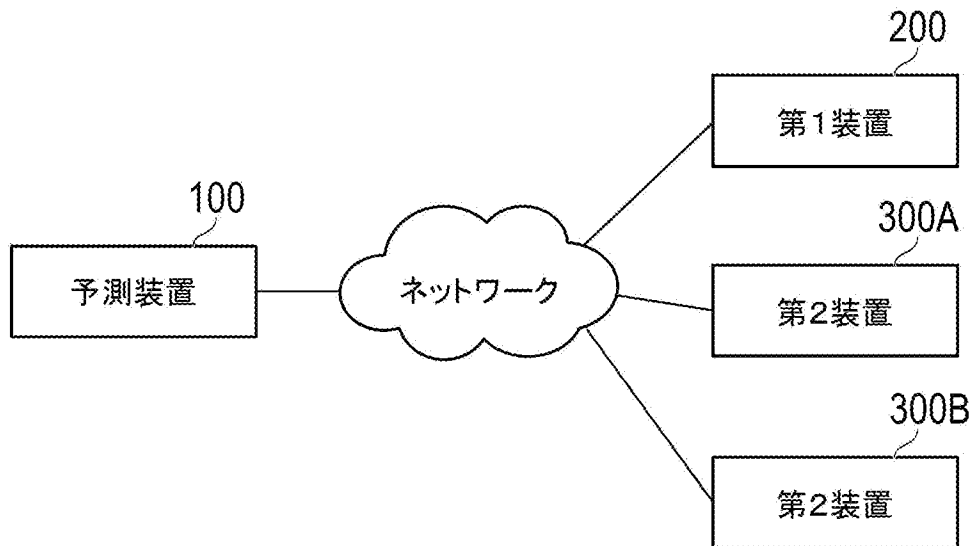
[図1]



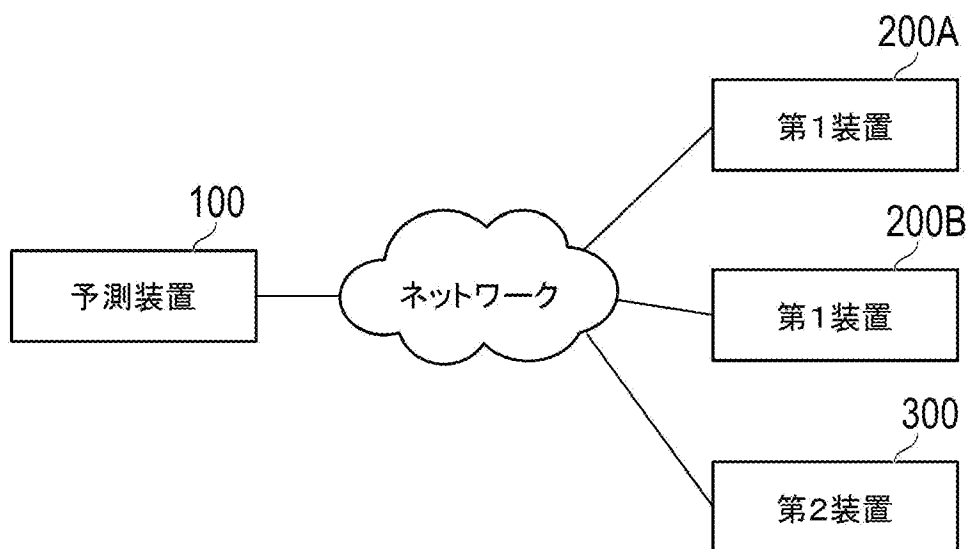
[図2]



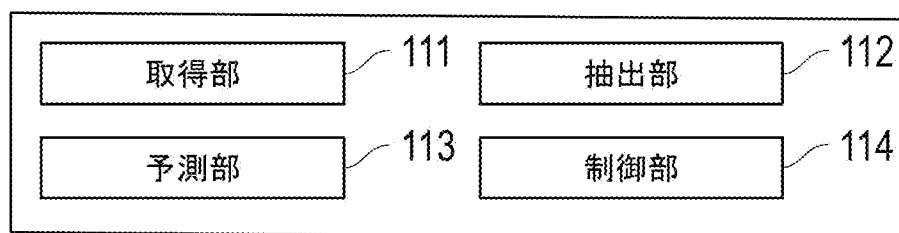
[図3]



[図4]



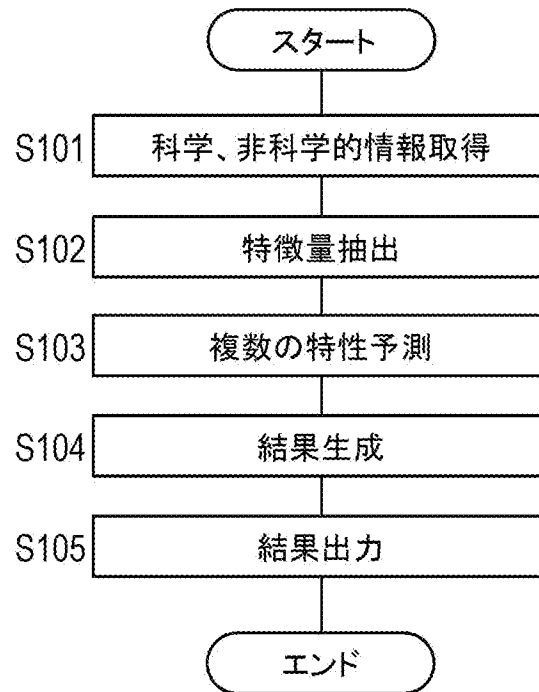
[図5]

110

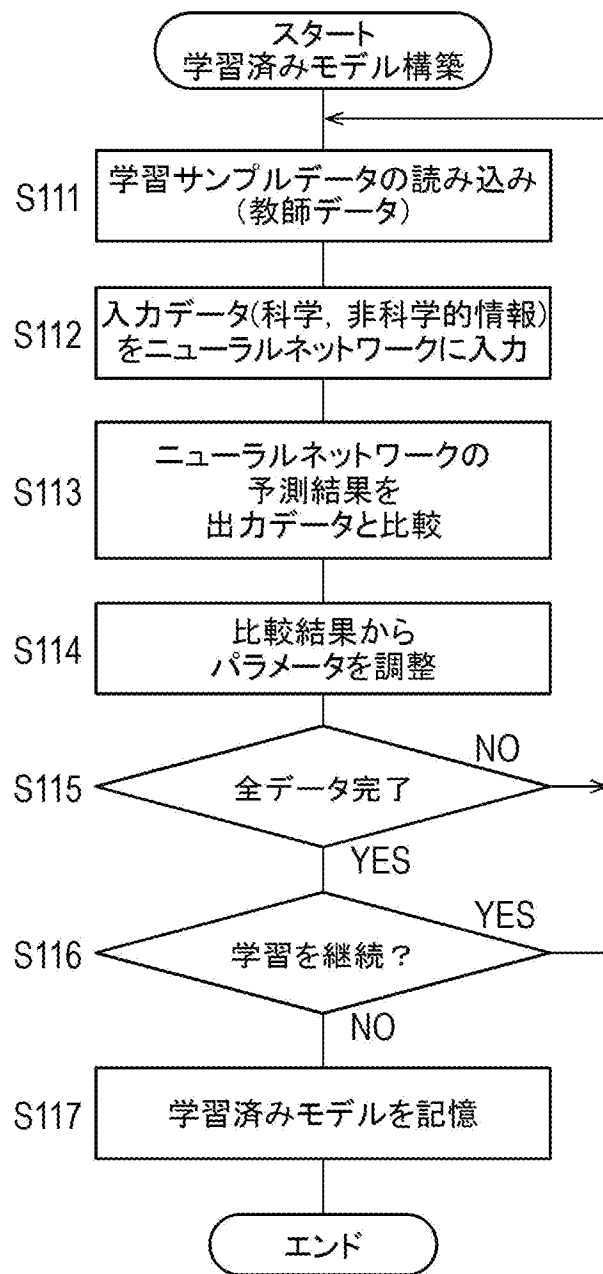
[図6]

樹脂	ファイバー	ファイバー濃度	射出圧力	予測 曲げ強度	予測 成形収縮率	予測 衝撃強度
ポリプロピレン	炭素繊維	20%	80MPa	100MPa	0.1%	7kJ/m ²

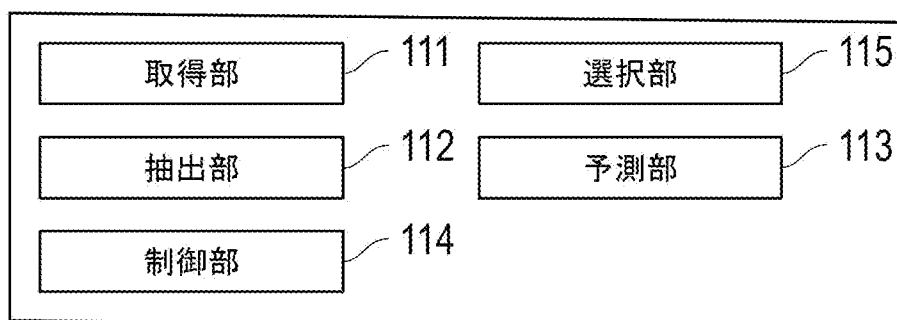
[図7]



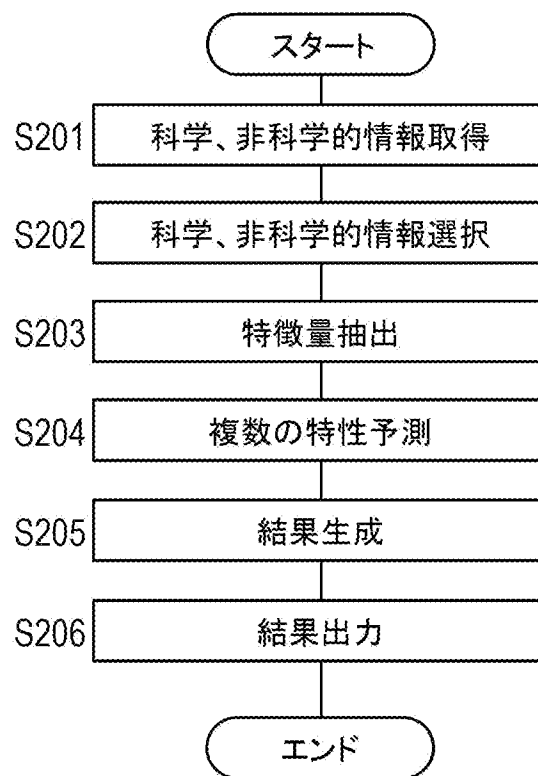
[図8]



[図9]

110

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/023969

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 18/25(2023.01)i; **G01N 21/17**(2006.01)i; **G01N 23/041**(2018.01)i; **G06N 20/00**(2019.01)i; **G06T 7/00**(2017.01)i; **G16C 60/00**(2019.01)i

FI: G06F18/25; G01N21/17 Z; G01N23/041; G06N20/00; G06T7/00 350B; G16C60/00

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)

G06F18/25; G01N21/17; G01N23/041; G06N20/00; G06T7/00; G16C60/00

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 1971-2023
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	WO 2022/009597 A1 (TEIJIN LTD) 13 January 2022 (2022-01-13) paragraphs [0016]-[0021], [0038]-[0043], [0056]	1-15
Y	JP 2020-038495 A (YOKOHAMA RUBBER CO LTD) 12 March 2020 (2020-03-12) paragraphs [0022]-[0024]	1-15
Y	WO 2019/048965 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LAB) 14 March 2019 (2019-03-14) paragraphs [0046], [0083]	1-15
Y	WO 01/57495 A2 (THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE SECRETARY, DEPARTMENT OF HEALTH & HUMAN SERVICES, THE NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH) 09 August 2001 (2001-08-09) abstract	1-15
Y	JP 2022-522159 A (NANOTRONICS IMAGING INC) 14 April 2022 (2022-04-14) paragraphs [0046]-[0049]	4, 14



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

04 September 2023

Date of mailing of the international search report

12 September 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/JP2023/023969

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2022/009597	A1	13 January 2022	EP 4180197 A1 paragraphs [0017]-[0023], [0046]-[0051], [0069] CN 115803168 A	
JP	2020-038495	A	12 March 2020	(Family: none)	
WO	2019/048965	A1	14 March 2019	US 2020/0349451 A1 paragraphs [0059], [0096] CN 111051876 A KR 10-2020-0051019 A	
WO	01/57495	A2	09 August 2001	CA 2399967 A1	
JP	2022-522159	A	14 April 2022	US 2020/0293019 A1 paragraphs [0046]-[0049] CN 113544604 A KR 10-2022-0005434 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06F 18/25(2023.01)i; G01N 21/17(2006.01)i; G01N 23/041(2018.01)i; G06N 20/00(2019.01)i; G06T 7/00(2017.01)i; G16C 60/00(2019.01)i FI: G06F18/25; G01N21/17 Z; G01N23/041; G06N20/00; G06T7/00 350B; G16C60/00		
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）） G06F18/25; G01N21/17; G01N23/041; G06N20/00; G06T7/00; G16C60/00		
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 1971-2023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		
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
Y	WO 2022/009597 A1（帝人株式会社）13.01.2022（2022-01-13） 段落[0016]-[0021], [0038]-[0043], [0056]	1-15
Y	JP 2020-038495 A（横浜ゴム株式会社）12.03.2020（2020-03-12） 段落[0022]-[0024]	1-15
Y	WO 2019/048965 A1（株式会社半導体エネルギー研究所）14.03.2019（2019-03-14） 段落[0046], [0083]	1-15
Y	WO 01/57495 A2（THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE SECRETARY, DEPARTMENT OF HEALTH & HUMAN SERVICES, THE NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH）09.08.2001（2001-08-09） Abstract	1-15
Y	JP 2022-522159 A（ナノトロンクス イメージング インコーポレイテッド） 14.04.2022（2022-04-14） 段落[0046]-[0049]	4, 14
☐ 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 04.09.2023	国際調査報告の発送日 12.09.2023	
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 一帆 5B 4808 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/JP2023/023969

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2022/009597	A1	13.01.2022	EP	4180197	A1	
				段落[0017]-[0023], [0046]-[0051], [0069]			
				CN	115803168	A	
JP	2020-038495	A	12.03.2020	(ファミリーなし)			
WO	2019/048965	A1	14.03.2019	US	2020/0349451	A1	
				段落[0059], [0096]			
				CN	111051876	A	
				KR	10-2020-0051019	A	
WO	01/57495	A2	09.08.2001	CA	2399967	A1	
JP	2022-522159	A	14.04.2022	US	2020/0293019	A1	
				段落[0046]-[0049]			
				CN	113544604	A	
				KR	10-2022-0005434	A	