

人工知能がビジネスを変える ～特許情報から AI ビジネスを追う～

ものづくりにおける人工知能の活用

2018 年 5 月

株式会社ネオテクノロジー

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 2-3-13 鈴木ビル 2 階

TEL:03-3219-0899 FAX:03-3219-7066

<http://www.neotechnology.co.jp>

E-Mail:toiawase@neotechnology.co.jp

はじめに：特許情報から人工知能の活用を見る

経済や社会の価値が、ものから情報へ変化してきている。ものから情報への変化は、紙媒体（ハード）から電子媒体（ソフト）へとメディアが変化するだけでなく、ビジネスにも変革を起こしている。従来の“ものを売る”ビジネスから、“サービスを利用する”ビジネス、いわゆるサブスクリプションモデル（継続課金ビジネス）へと変化が生まれている。代表的な例は、Appleによる音楽配信サービス「Apple Music」やAmazonの「プライムビデオ」など、定額でコンテンツを利用できるサービスが勢いを増している。

“ものから情報へ”の変化は産業界にも大きな影響を与えている。自動車業界には電動化、自動化の波が押し寄せ、異業種から自動車業界への参入を狙う動きが活発である。さらに、自動車を所有せずに利用するという、カーシェアリングも台頭しており、自動車に対する価値観の変化がおき始めている。

本書は、製造現場と情報技術の関わり、特に、ものづくり現場において人工知能がどのように活用されているのかを特許情報から探ることを目的としている。

人工知能の著しい技術的進展に伴い、産業界は情報技術の導入に積極的な動きを見せている。ドイツでは2011年にIndustry4.0 (Industrie 4.0) の概念が提唱されている。これはビッグ・データ、IoTなどの情報通信技術と、人工知能を組み合わせることでスマートファクトリー構想を実現するというものである。日本においても情報技術と人工知能を用いて産業構造の変革を行うべきとの見解が示され、2017年には経産省によって「Connected Industries」の概念が提唱されている。特に、日本では少子高齢化に伴う製造現場での労働力不足やノウハウ・技術伝承の必要性が指摘されている。

しかし、製造現場のどのような場面で人工知能が活用されているのか、どのような情報を用いているのかについて、具体的な情報を得ることは難しい。

ネオテクノロジーは人工知能技術の用途に着目し、日米の特許情報から人工知能の用途を継続ウォッチングしている。その蓄積特許情報を活用し、2017年に発行された国内公開特許情報から、人工知能がものづくりの現場でどのように活用されているかを考察した。ものづくり現場の活用場面に分け、各活用場面で用いられる「入力情報」と「情報の取得方法」に着目して分析を行った。

特許情報にはビジネス獲得を狙う企業や個人の動きが表れる。また、それだけでなく、特許情報には、発明が生まれる背景となる社会の変化とその課題に挑戦する技術者の工夫が表れる。本書が、既存ビジネスの枠組みを超えた新たなビジネス機会の創出や、ビジネスの新たな攻めどころを探るための検討材料としての役立つことを願っている。

目次

エグゼクティブ・サマリ	6
I 本書の構成	9
I -(1) 調査のイメージ	10
I -(2) 活用場面の全体イメージ	11
I -(3) 各ページの構成	12
II 入力情報と活用場面	15
II -(1) サマリ / 全体像	16
II -(2) 特定工程 製品加工に用いられる人工知能	17
II -(3) 全体フロー スマートファクトリ構想	18
II -(4) 監視・モニタリング	19
(i) 故障検知における活用	19
(ii) 品質管理における活用	20
II -(5) 人とのかかわり 多様なかかわり	21
III 入力情報の取得方法	25
III -(1) サマリ / 全体像	26
III -(2) 設備稼働を監視する多彩なセンサ	27
III -(3) 被加工物を見るカメラ、光学センサ	28
III -(4) 「ひと」を見ることと、支援すること	29
IV 調査した特許情報	31
IV -(1) 背景	32
IV -(2) 調査手法	33
IV -(3) 出願件数の多い出願人	35
V 活用場面ごとの代表特許情報	37
V -(1) 特許工程の効率化	39
V -(2) 全体フロー改善	53
V -(3) 監視・モニタリング	83
V -(4) 人との関わり	105
V -(5) 特許情報一覧表	129
VI 使用したデータ	134
VI -(1) 該当特許一覧表	134
VI -(2) 分類定義、分析で使ったグラフ	146

• 人を代替するものづくりは道半ば

特定のプロセスを改善する人工知能の活用は、ワイヤ放電加工や溶接加工の効率を向上させるために機械学習を用いるなど、比較的単純なものが多い。3Dプリンティングなど新しいものづくりを示す出願も見られたが（ゼネラルエレクトリック、特開2017-144484）、数は少ない。

ものづくりにおいて人が関与する生産工程は数多くあるが、人工知能に関連する特許情報に表れている生産プロセスは限定的である。現在確認できている特許情報は、従来は機械が行っている作業を人工知能を用いて効率化するものが大半であり、人工知能に代替できる作業領域は想像よりも少ない可能性もある。

• スマートファクトリ構想は順調に展開

人工知能を用いて製造工程全体の効率性を高めるという特許情報は、件数が多く具体的なものが多い。具体的な課題が明示されており、人工知能の利用がすでに実用段階に入っていることを示唆していると考えられる。

- 電力需要に応じた発電機器の稼働最適化（中国電力、特開2017-049756）
- 人工知能を用いることで、複数の工作機械が最適に稼働し、製造セル単位で情報共有を行う（ファナック、特開2017-207830）
- 人工知能に入力する入力データ量の削減を行い、全体フローを効率化（日本特殊陶業特開、2017-166887）など

• 検品検査、異常検知の活用は活発

監視・モニタリングの観点も多く特許情報が表れている。

具体的には、①製品の検査・検品、②稼働設備の故障診断（場合によっては故障・予知）が述べられている。

①製品の検査・検品は、カメラを用いる場合が多い。これはカメラの価格が安くなったこと、画像を用いたパターンマッチングの技術が向上したことによって、人工知能による画像を用いた検査が実用化されたと考えられる。

②稼働設備の故障診断（場合によっては予知）は、温度センサ、モーションセンサ、電流センサなどが用いられている。「予知」や「予測」に関連する特許情報が多いことから、少なくとも特定の場面では、人工知能が信頼性をもった「予知」や「予測」が行えることを示唆している。

パターンマッチング・稼働状況の最適化のいずれも、「入力情報」がはっきりしている場合は人工知能に向いている領域と思われる。検品検査では画像を用いるケースが多く、カメラという情報取得方法の進展が、人工知能の活用に大きな影響を与える変数であるということを示唆している。

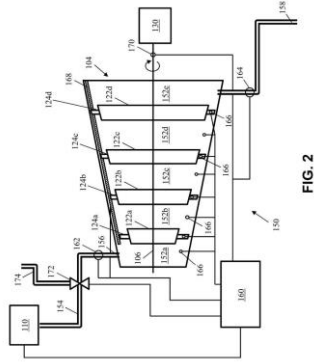
I 本書の構成

sample

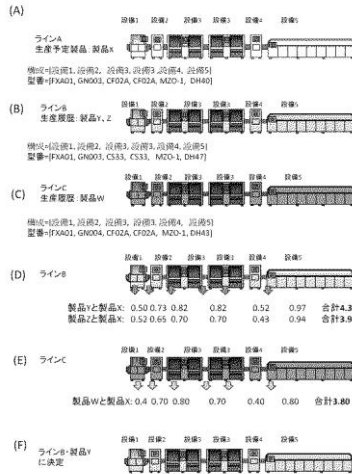
I-(2) 活用場面の全体イメージ

活用②
全体フロー改善 74件

複数のプロセスや工場全体の効率性を向上させるために人工知能を利用する



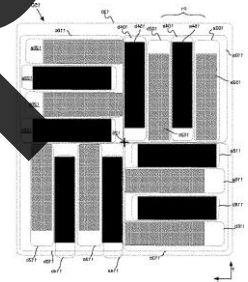
特表2017-198206
ゼネラルエレクトリックカンパニー



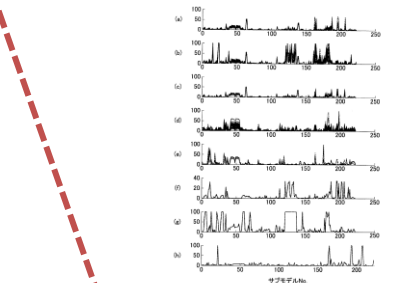
特表2018-18416
日本電気株式会社

活用③
監視・モニタリング
126件

人や設備の状況を監視し、故障などを検知予測するのに人工知能を用いるもの



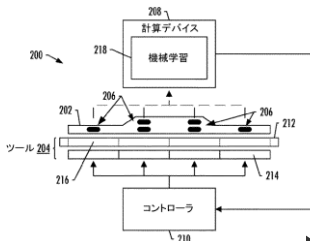
特表2017-523591
ケーエルエーエンターコーポレーション



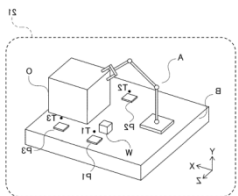
特開2018-014093
JFEスチール

活用①
特定工程効率化
50件

ある特定のプロセスの効率性を向上することに人工知能を利用する



特表2017-114110
ボーイング

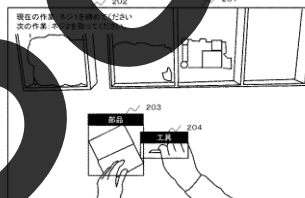


特開2018-20410
キヤノン

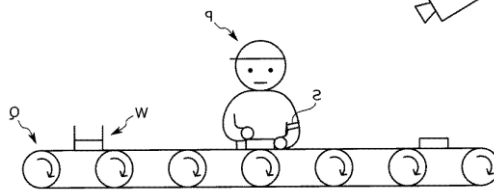
ものづくりにおける人工知能の活用
(日本国公開特許)
2017年 242件

観点
ひとの関わり 44件

人工知能を用いるにあたり、「ひと」のかかわる労務や作業を対象としたもの



特開2018-022210
日立製作所



特開2017-151520
ブロードリーフ

※重複付与を行っているため、総数は242件を超える

I-(3) 各ページの構成

本書は、人工知能の活用場面を

ア) マクロ「入力情報」と「取得方法」の二つの技術的な軸と

イ) 具体的な4つの活用場面（「ひととの関わり」は数が少なかったため、全件には付与されていない）の軸とから分析を行った。

※数字は「該当する公報の件数」

活用場面	全体像	全体像			特定工程効率化			全体フロー改善			監視・モニタリング				ひととの関わり									
		特定工程効率化	全体フロー改善	監視・モニタリング	ひととの関わり	特定工程効率化	全体フロー改善	監視・モニタリング	ひととの関わり	監視・モニタリング	監視・モニタリング	監視・モニタリング	監視・モニタリング	監視・モニタリング	監視・モニタリング	監視・モニタリング	監視・モニタリング							
入力情報	人の物理的動き	3	0	1	4	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1
	人の稼働状況	5	1	4	10	2	2	1	2	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	2	3	5
	設備の物理的動き	16	1	8	8	10	3	0	5	1	0	0	0	0	5	4	1	1	0	0	4	3	0	1
	設備の稼働状況	20	42	72	13	9	3	3	9	15	5	0	7	15	24	22	14	5	13	12	0	12	1	0
	被加工物の情報	44	6	45	21	20	11	4	11	0	3	0	0	3	5	5	2	30	0	8	7	13	1	0
	特定なし その他	0	4	4	1	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0
取得方法	光学センサ	7	1	6	1	5	0	0	2	1	0	0	0	0	1	1	1	3	0	1	0	0	0	0
	カメラ	16	3	29	13	7	0	1	5	0	2	0	1	5	4	0	16	1	6	3	2	2		
	モーションセンサ	4	1	9	3	3	1	0	0	0	0	0	1	5	5	1	0	2	0	0	0	0		
	電流センサ	5	1	6	4	2	1	0	2	0	0	0	1	0	2	2	0	0	2	1	0	0		
	温度センサ	6	1	5	5	3	2	0	1	5	2	4	2	2	1	1	0	1	1	0	0	0		
	化学センサ	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0		
	特定なし その他	59	3	114	35	29	1	5	18	14	4	4	17	34	27	1	32	14	18	8	3	3	6	

II - (1) 全体像 (P12)

II - (2) 特定工程効率化 (P13)

II - (3) 全体フロー改善 (P14)

II - (4) 監視・モニタリング (P15~16)

II - (5) ひととの関わり (P17~19)

II 入力情報別に、それぞれのエリアの特徴と、代表的な出願例を紹介

Ⅱ 入力情報と 活用場面

sample

Ⅱ-(1) サマリ / 全体像

		活用方法			
		特定工程効率化	全体フロー改善	監視・モニタリング	ひととの関わり
総数		74	50	126	44
入力情報	人の物理的動き	3	0	1	4
	人の稼働状況	5	1	4	10
	設備の物理的動き	16	1	8	8
	設備の稼働状況	20	42	72	13
	被加工物の情報	44	5	45	21
	特定なし・その他	0	4	4	1
		①	②	③-1 ③-2	④

① 「被加工物の情報」を用いて「特定工程効率化」を行う。

② 「設備の稼働状況」を用いて「全体フロー改善」を行う。
稼働計画の最適化、電力消費の低減などを目的とする。

③-1 「設備の稼働状況」を用いて「監視・モニタリング」を行う。故障検知・故障予測が含まれる。

③-2 「被加工物の情報」を用いて「監視・モニタリング」を行う。検査検品、製品の品質管理を行うものが多い。

④ 「ひととの関わり」は多様な入力情報を用いている。内容的には、人の作業を代替するレベルには達しておらず、人が作業しやすいように様々な支援を行うものが多い。

Ⅲ 入力情報の 取得方法

sample

Ⅲ-(1) サマリ / 全体像

入力情報

取得方法を縦軸、
入力情報を横軸
にとった

	人の物理的動き	人の稼働状況	設備の物理的動き	設備の稼働状況	被加工物の情報	特定なし その他	
取得方法	光学センサ	1	0	2	5	10	0
カメラ	2	3	3	5	36	1	
モーションセンサ	0	0	3	11	0	0	
電流センサ	0	0	0	11	0	0	
温度センサ	1	0	3	20	3	0	
化学センサ	0	0	0	3	1	0	
特定なし その他	3	10	21	101	81	2	

①
②
③

縦軸に「入力情報」の「取得方法」をとり、横軸に「入力情報」をとった。主要な「入力情報」がどのような手段で取得されているのかを示す。

①「被加工品の情報」は、**カメラ**、**光学センサ**による取得が多い。出願されている公報をみると、**カメラ**、**光学センサ**ともに、対象物の位置検出や良否判定などに用いられている。

②「設備の稼働状況」は電気電子を取り扱う設備では**電流センサ**（電圧・電力を含む）を用いる傾向が強く、プロセスプラントでは**温度センサ**（**ガス反応温度の検出器**など）を主体に**複数のセンサ**を用いる傾向が強い。

③特定の取得方法を明示していない出願も多い。「人工知能の活用」において、情報の「取得方法」に固有の工夫をしている出願は少ない可能性が高い。

IV 調査した特許情報

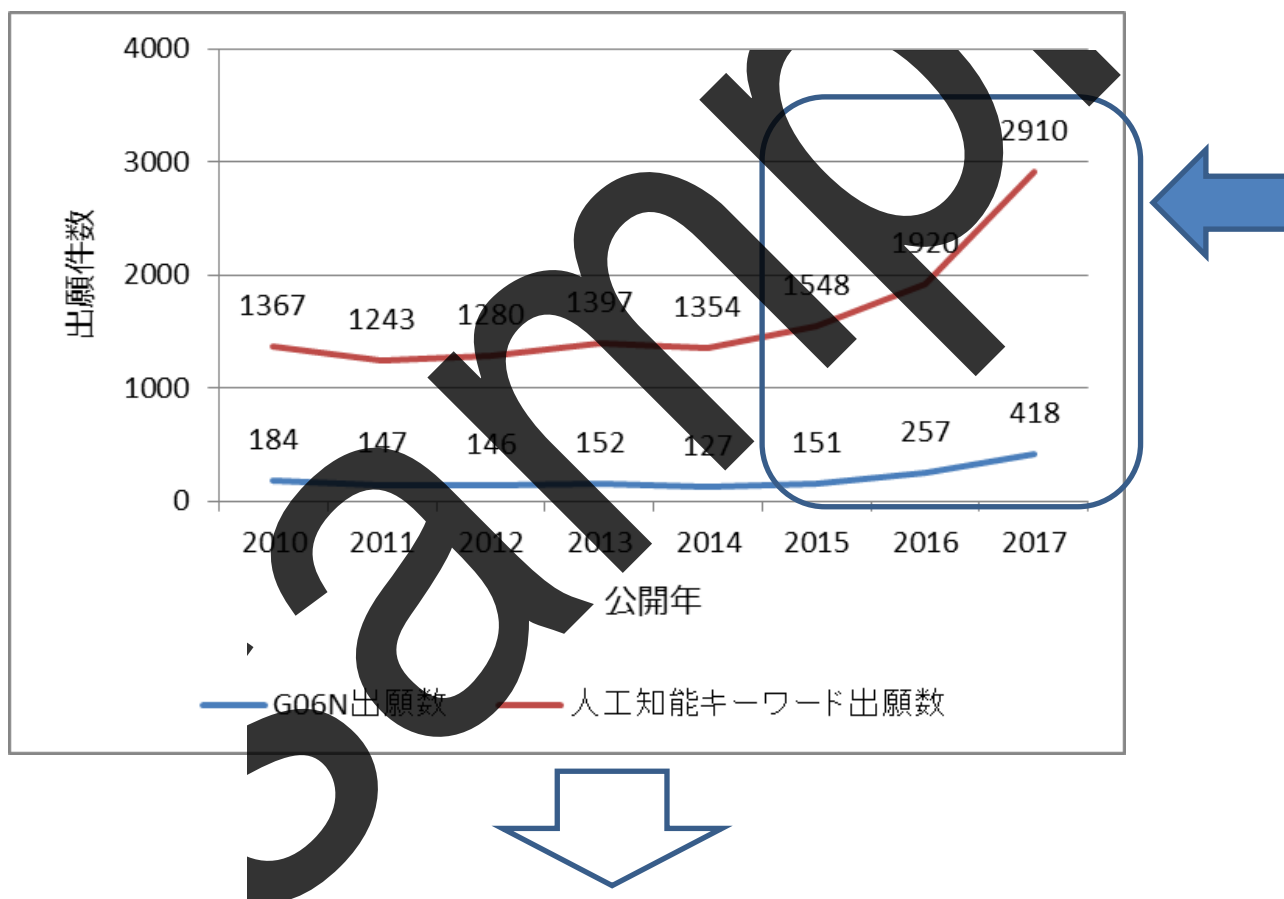
sample

IV-(1) 背景

特許情報には国際特許分類（IPC）が付与される。人工知能のアルゴリズムに関する技術には、IPC分類のG06Nのクラスコードが付与される。しかし、人工知能の用途に関する特許情報の場合、必ずしも人工知能のアルゴリズムに特徴がある訳ではないので、必ずしもG06Nが付与されるとは限らず、用途側の特許分類（例えば、自動車の場合B60など）が付与されることになる。

2010年以降に公開された日本国公開特許公報の件数推移を下に示す。赤線は明細書の全文のどこかに人工知能に関連するキーワードを含む特許情報の出願年別の公開件数である。青線は技術的に人工知能を示すG06Nのクラスコードが付与されている公報の年度別公開件数である。

2016年以降、青線の増加に比べて、赤線の増加が顕著である。このことは、人工知能に特徴があるのではなく、どのように人工知能を用いるのかに特徴がある出願が増加していることを示していると考えられる。



本書では、特許検索式により「G06N」の分類が付与されている公報は除外し、人工知能に関連するキーワードが公報の詳細な説明に記述されている群を対象に分析を行うことによって、人工知能がどのように活用されているかについて分析を行った。

IV-(2) 調査方法

調査対象期間：2017年3月1日から2018年2月末日

調査対象特許文献：日本国公開特許

調査キーワード：以下のキーワードを明細書の「詳細な説明」に含む

人工知能

ニューラルネットワーク ニューラル・ネットワーク

機械学習 マシンラーニング マシン・ラーニング

深層学習 ディープラーニング ディープ・ラーニング

自己学習 セルフラーニング セルフ・ラーニング

調査クラス：以下のIPCクラスが付与「されていない」

G06N3 G06N5 G06N7 G06N99

4,440件を検索式によって抽出し、目視によって「ものづくり」に関連したものの242件を抽出した。

「ものづくり」：

「材料に対して処理を加えて製品を作る一連のプロセスにかかわるもの」と定義

分析枠組みとして下記の四点を用いた。

ただし、「人との関わり」のみは、言及されていないものが多いため、言及されているもののみにフラグを付与した。

「入力情報」（どのような情報を用いて人工知能を利用しているか）

「取得方法」（どのように入力情報を取得しているか）

「活用方法」（特定工程効率化、全体フロー効率化、監視・モニタリング）

「人との関わり」（なにかしらのかたちでひととの関わりが示されているか）

それぞれ、下位分類を設けて、該当するものにフラグを立て、どれにも該当しないものはその他として取り扱った。

分類定義

入力情報

入力情報として人工知能が用いる情報によって分類を行った

人の物理的動き	人の空間座標上の動きを情報として利用するもの
人の稼働状況	人の稼働に関する情報を利用するもの
設備の物理的動き	設備の空間座標上の動きを情報として利用するもの
設備の稼働状況	設備の稼働に関する情報を利用するもの
被加工物の状況	被加工物（中間生成物を含む）の状況に関する情報を利用するもの
その他	上記のどれにも当てはまらないもの、特定のないもの

取得方法

人工知能が用いる情報をどのような方法で取得しているのかを分類した

光学センサ	赤外線センサなど光学的手段を用いているもの
カメラ	特にカメラの記載か、画像を用いている記載があるもの
モーションセンサ	振動センサ、音響センサ、加速度センサなどを用いているもの
電流センサ	電流センサを用いているもの
温度センサ	温度センサを用いているもの
化学センサ	化学センサを用いているもの
その他	上記のどれにも当てはまらないもの、特定のないもの

活用場面 1 特定工程効率化

ある特定のプロセスの効率性を向上することに人工知能を利用する

加工	切断、折り曲げなど被加工物の形状を変更するもの
組み立て	溶接、部品の配置など、部品の統合や移動に特徴があるもの
シミュレーション	工程のシミュレーション精度向上に特徴があるもの

活用場面 2 全体フロー改善

複数のプロセスや工場全体の効率性を向上させるために人工知能を利用する

稼働計画・電力消費管理	工場の稼働計画、電力の消費量の最適化など 工場の稼働全体の効率化に人工知能を用いるもの
歩留まり向上	歩留まりの向上に人工知能を用いるもの
部門間情報共有	複数の部門に情報を共有することを目的として明示するもの
シミュレーション	シミュレーション精度を向上させることに特徴があるもの

活用場面 3 監視・モニタリング

人や設備の状況を監視し、故障などを検知予測するのに人工知能を用いるもの

監視	単に監視する特徴をもつもの
故障検知	故障や異常を検知、検出する目的をもつもの
故障予測	故障を「予測」することに人工知能を用いるもの
検査・検品	被加工物である生産物の検査、検品に人工知能を用いるもの
メンテナンス	整備・補修、予防などメンテナンスに人工知能を用いるもの

ひととの関わり

人工知能を用いるにあたり、「ひと」のかかわる労務や作業を対象としたもの

代替	人の作業を人工知能に代替させることに特徴があるもの
支援	人の作業を人工知能によって支援することに特徴があるもの
教育	人に対して人工知能が教育することで効率性を高めるもの

特定工程の効率化

ある特定のプロセスの効率性を向上することに人工知能を利用する

加工	切断、折り曲げなど被加工物の形状を変更するもの
組み立て	溶接、部品の配置など、部品の統合や移動に特徴があるもの
シミュレーション	工程のシミュレーション精度向上に特徴があるもの

審査請求 未請求 請求項の数20 O L 外国語出願 (全29頁) (43)公開日 平成29年(2017)6月29日

(51)Int.Cl. テーマコード(参考) F I (21)特願2016-169214
 B29C 67/00 (2017.01) 4F213 B29C 67/00
 B33Y 30/00 (2015.01) B33Y 30/00 (22)平成28年(2016)8月31日
 B33Y 10/00 (2015.01) B33Y 10/00 優(31)14/877,469
 先(32)平成27年(2015)10月7日
 権(33)米国(US)

【Fターム】4F213 AD16 AP05 AP19 AR06
 WA25 WB01 WL73 WL85
 WL92

(71)出願人 ザ・ボーイング・カンパニー アメリカ合衆国、60606-2016 イリノイ州、*
 (72)発明者 パーンズ, ローレン エー. (外5名)

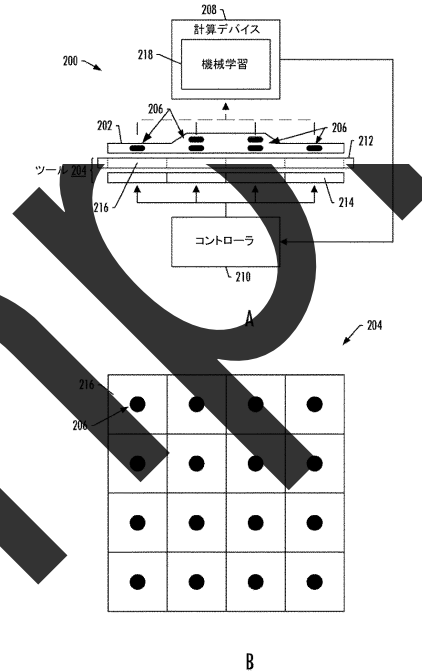
(54)【発明の名称】独立制御可能な温度ゾーンの多次元アレイを用いる複合材製造

(57)【要約】 (修正有)

【課題】独立に制御可能な温度ゾーンの多次元アレイを用いる複合構造体の製造システムおよび方法の提供。

【解決手段】複合構造体を製造するシステム200は、複合構造体202の構成要素を支持する表面212を有するツール204を含む。表面が、複合構造体の構成要素(例えば、樹脂)の温度の工程内制御のための多次元アレイの温度ゾーン216に分割され、センサが、構成要素の特性を感知し、センサデータを提供し、センサデータが、定められた品質目標を達成するための制御データを生成するように構成された機械学習アルゴリズムに適用される、製造システム。

【選択図】図2



【技術分野】

【0001】

本開示は、広くは、複合構造体の製造に関し、詳細には、独立に制御可能な温度ゾーンの多次元アレイを用いる複合構造体の製造に関する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】

複合構造体(202)を製造するシステム(200)であって、
 複合構造体の構成要素を支持するように構成された表面(212)、及び前記表面(212)が分割されてできる複数の温度ゾーン(216)を提供するように構成された複数の加熱/冷却デバイス(214)を有するツ

ル(204)であって、前記複数の加熱/冷却デバイス(214)及びそれにより前記複数の温度ゾーン(216)が、多次元アレイに配列され、前記構成要素からの前記複合構造体(202)の製造中に前記構成要素のうちの1つの構成要素の温度を局所的に加熱、冷却又は維持するように独立に制御可能である、ツール(204) ;
 空間的に分布した複数のそれぞれの点において前記構成要素の特性を感知し、それに対応するセンサデータを提供するように構成された複数のセンサ(206) ;
 前記複数のセンサ(206)に接続され、前記構成要素又は前記複合構造体の定められた品質目標を達成するための制御データを生成するように構成された機械学習アルゴリズムに前記センサデータを適用するように構成さ

(51) Int.Cl.	テマコード' (参)	F I	(21)特願2017-53182
B29C 45/76	(2006.01) 4F202	B29C 45/76	(62)特願2015-149010の分割
B29C 45/42	(2006.01) 4F206	B29C 45/42	原願 平成27年(2015)7月28日
			(22)平成29年(2017)3月17日

【Fターム】4F202 AM32 AP01 AP05 AP06
AP07 AP11 AP14 AP15
AP20 AR01 AR06 AR08

[続きあり]

(71)出願人 ファナック株式会社
(72)発明者 白石 亘 (外1名)

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地

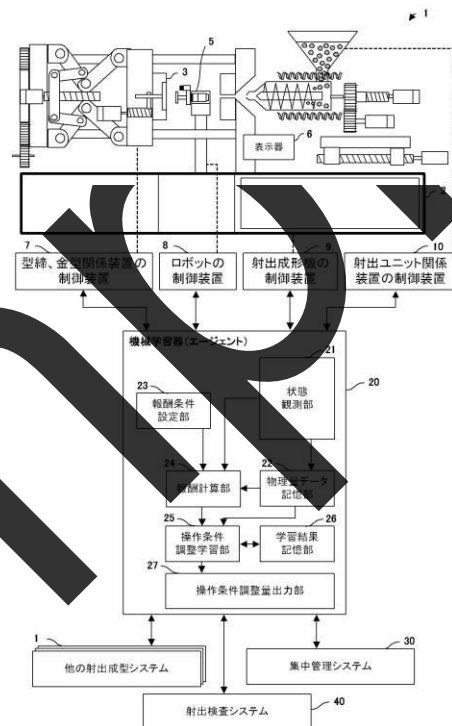
(54) 【発明の名称】 射出成形における最適な操作条件を算出できるシステム

(57) 【要約】

【課題】成形条件を含む操作条件の調整を短時間で行うことが可能であり、また、より消費電力の少ない条件で成形を行うことを可能とする射出成形システムを提供すること。

【解決手段】本発明の複数の射出成形システム同士が互いに通信手段を介して接続されて構成されたシステムは、それぞれの射出成形システムが、射出成形に関する物理量を観測する状態観測部と、該物理量データを記憶する物理量データ記憶部と、物理量データと報酬条件とに基づいて報酬を計算する報酬計算部と、操作条件調整を機械学習する操作条件調整学習部と、操作条件調整学習部が機械学習した結果を記憶する学習結果記憶部と、操作条件調整学習部が行った機械学習に基づいて操作条件調整の対象と調整量を決定して出力する操作条件調整量出力部と、を備え、それぞれの射出成形システムは、物理量データ記憶部や学習結果記憶部が記憶したものを送受信して共有する。

【選択図】図2



【技術分野】

【0001】

本発明は、射出成形システムに関し、特にオペレータによる調整なしに最適な操作条件を算出できる射出成形システムに関する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】

それぞれが少なくとも1つの射出成形機を備え、機械学習を行う人工知能を有する複数の射出成形システム同士が互いに通信手段を介して接続されて構成されるシステムであって、前記射出成形システムのそれぞれは、前記射出成形機による射出成形を実行した時、実行中の

射出成形に関する物理量を観測する状態観測部と、前記状態観測部で観測した物理量データを記憶する物理量データ記憶部と、前記機械学習における報酬条件を設定する報酬条件設定部と、前記状態観測部が観測した前記物理量データと前記報酬条件設定部に設定された前記報酬条件とに基づいて報酬を計算する報酬計算部と、前記報酬計算部が算出した前記報酬と前記射出成形システムに設定されている操作条件と前記物理量データとに基づいて操作条件調整の機械学習を行う操作条件調整学習部と、前記操作条件調整学習部が機械学習した学習結果を記憶する学習結果記憶部と、