

# 効率化への取り組みに関して

---

送配電効率化・計画進捗確認WG

2024年5月31日

株式会社ダイヘン

# 目 次

1. 社会の中のダイヘン製品と柱上変圧器の構造
2. 効率化への取り組みのご紹介  
（柱上変圧器用外箱の生産自動化）
3. 電力殿との協働改善事例のご紹介
4. 要望事項、他

# 社会の中のダイヘン製品

今回の対象

## 送変電機器



高圧変圧器  
(147~500kV級)

配電用低電圧用  
変圧器



柱上変圧器

## 配電機器



センサ内蔵柱上閉鎖機/  
子箱

地上設置型変圧器

## 受変電設備



トップラナー  
油入変圧器

トップラナー  
モールド変圧器

受変電設備

## EV用充電システム



ワイヤレス充電  
システム

液体冷却型

## 産業用ロボット



パレット運送台車

アーク溶接  
ロボット

ハンドリング  
ロボット

## AGV用ワイヤレス充電システム



## クリーン搬送ロボット



FPD搬送ロボット  
(真空用)

ウエハ搬送ロボット  
(大気用)

ウエハ搬送ロボット  
(真空用)

## エネルギーマネジメントシステム (EMS)



太陽光発電用  
パワーコンディショナ

送電変電パッケージ

車間用電源 V2Xシステム

## 溶接機・切断機



サブマージ  
アーク溶接機

エアークラズマ  
切断機

CO<sub>2</sub>/MAG  
溶接機

- Smart Energy Management  
スマートエネルギーマネジメント分野
- Smooth Factory Automation  
スムーズファクトリーオートメーション分野
- Material Fine Processing  
マテリアルファインプロセス分野

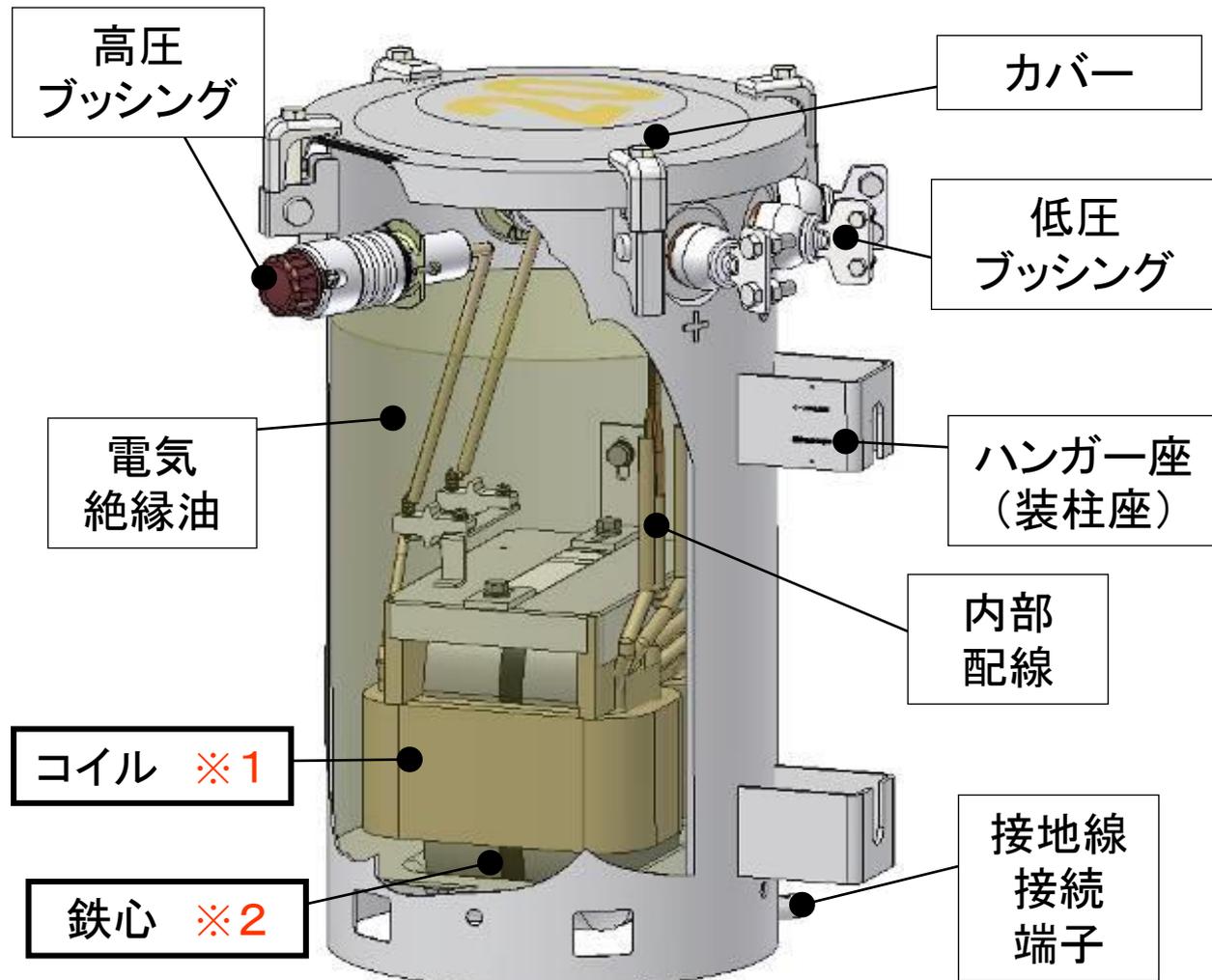
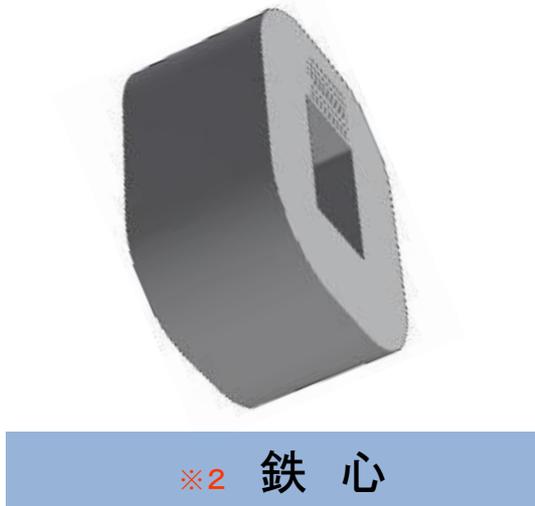
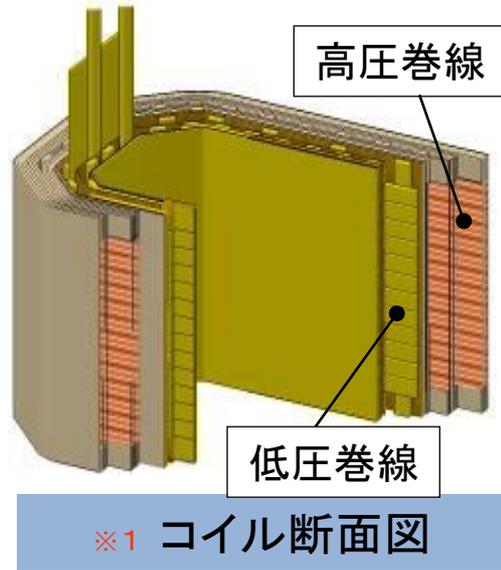
## 半導体製造装置用高周波電源



高周波電源

マイクロ電源

# はじめに：柱上変圧器の構造



ハンガー座、ブッシング等お客さまにより取り扱われる部分の仕様は異なるが、基本構造は全国的に同様である。

## 効率化への取り組みのご紹介

【柱上変圧器用外箱の生産効率化(自動化)】

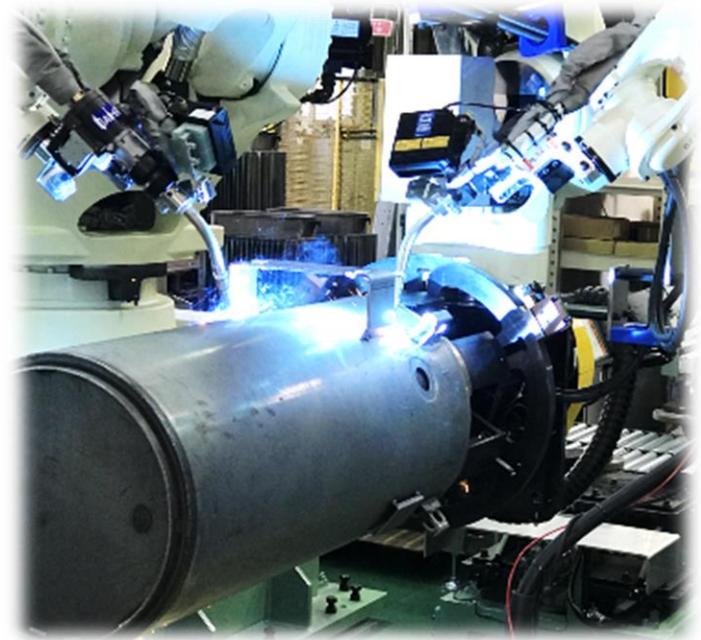
# はじめに：柱上変圧器の外観と外箱

柱上変圧器の外観は写真の通りであり、主要部品である「外箱」は内作（関係会社）にて生産しています。

弊社では、外箱の生産性を向上するため、自動化に取り組んでおりますので、その内容をご紹介します。



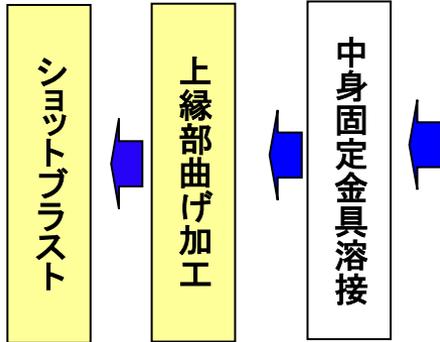
柱上変圧器の外観



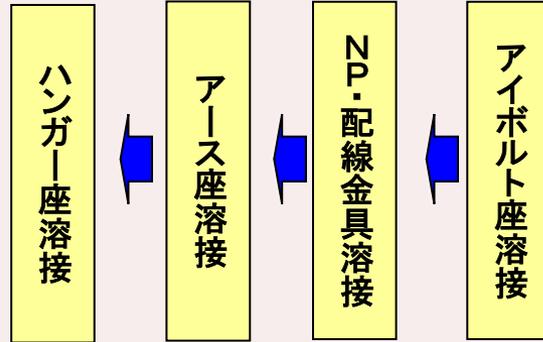
外箱の生産

# 柱上変圧器用外箱の生産工程

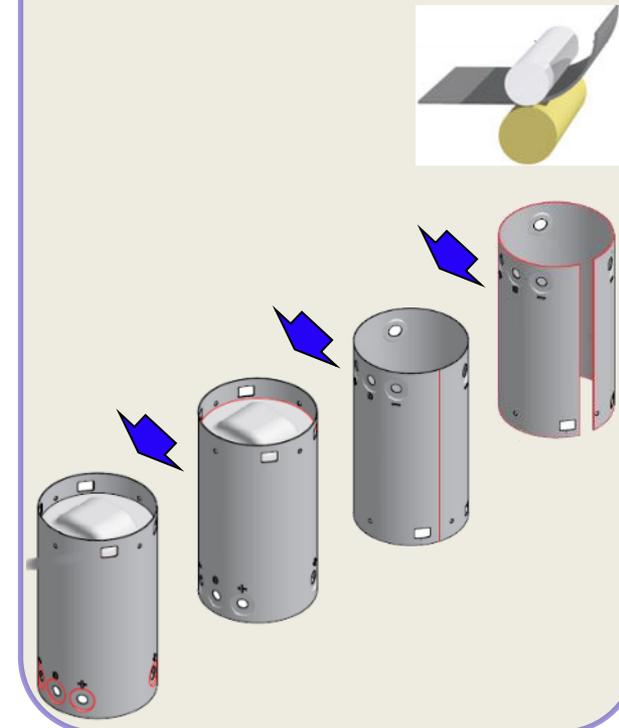
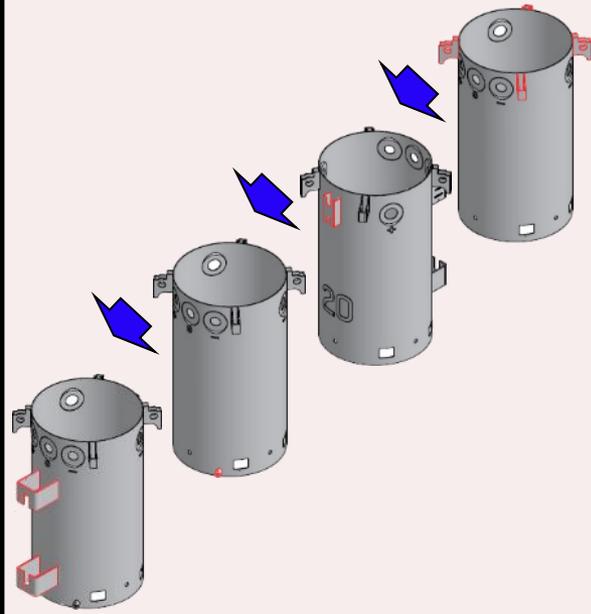
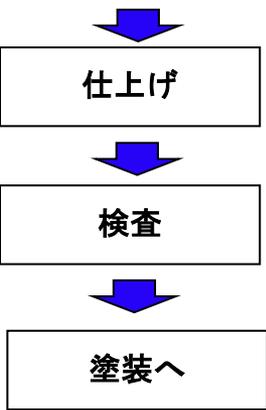
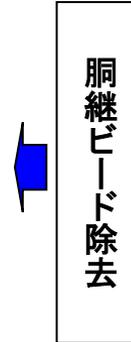
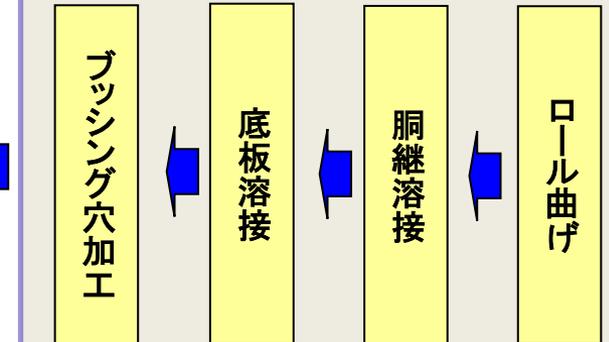
## ③後工程



## ②部品溶接工程



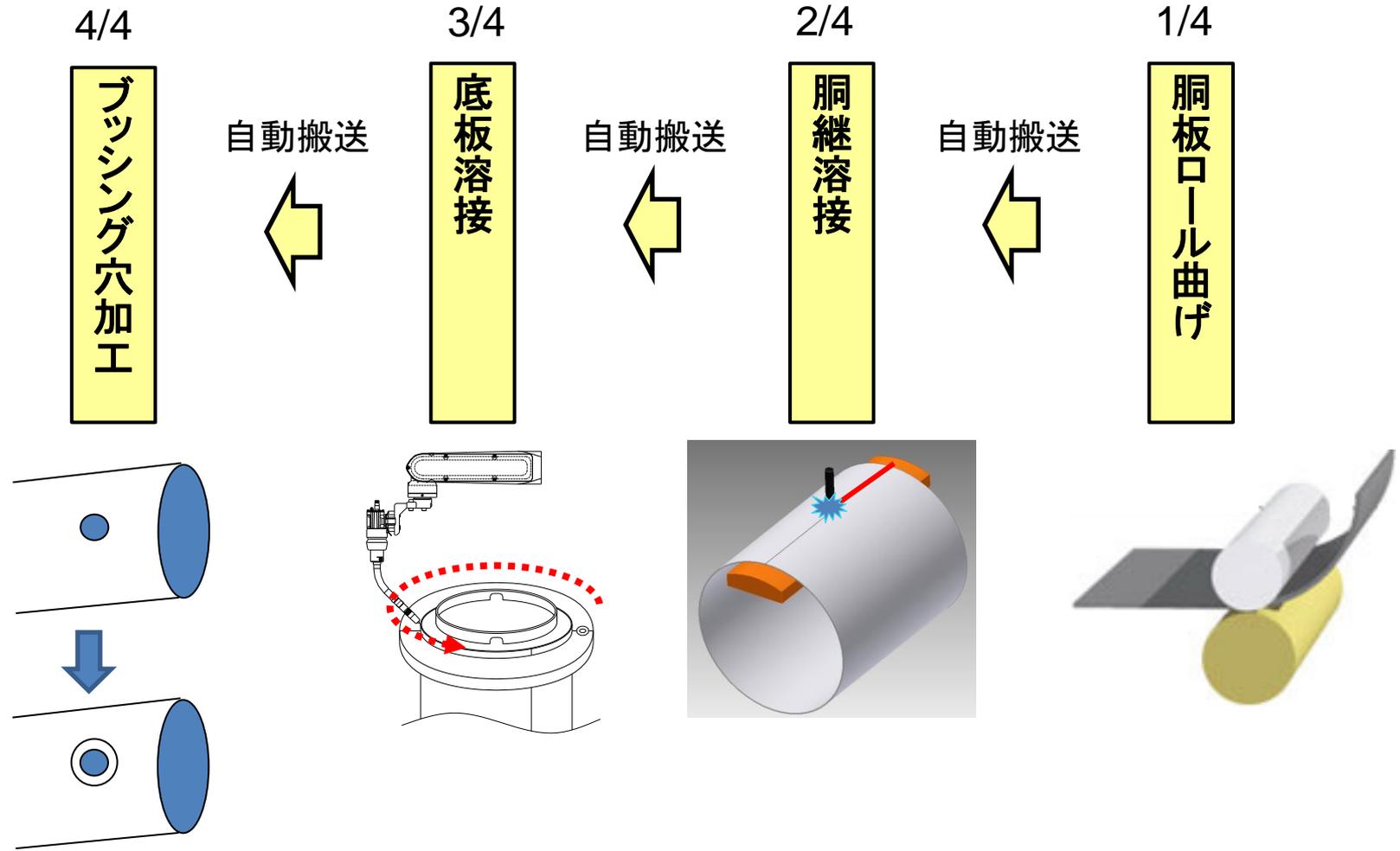
## ①前工程



※①②工程の自動化  
についてご紹介  
させていただきます。

# ①前工程の自動化

鉄板のロール曲げ、底板の取り付け、  
ブッシング穴加工までの4工程を自動化

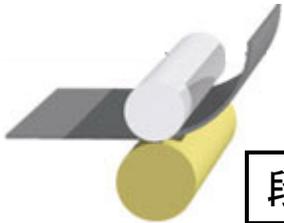


# ①前工程自動化

## 1/4 胴板ロール曲げ



胴板自動供給

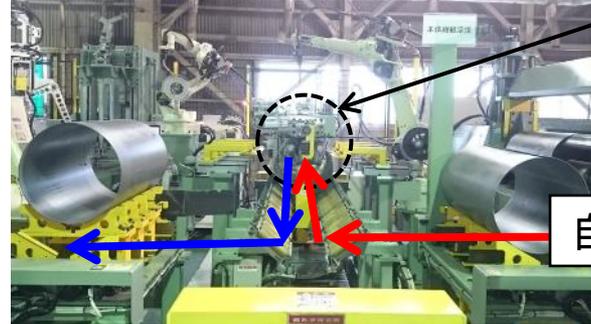


段取りレスロール機



- ・板状の材料(胴板)を自動供給
- ・段取り替え無しで各種直径に対応
- ・ロール曲げ後は自動搬出
- ・危険作業の本質安全化

## 2/4 胴継溶接



胴継溶接装置

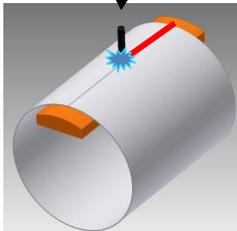
自動搬送



溶接ロボット

ケース

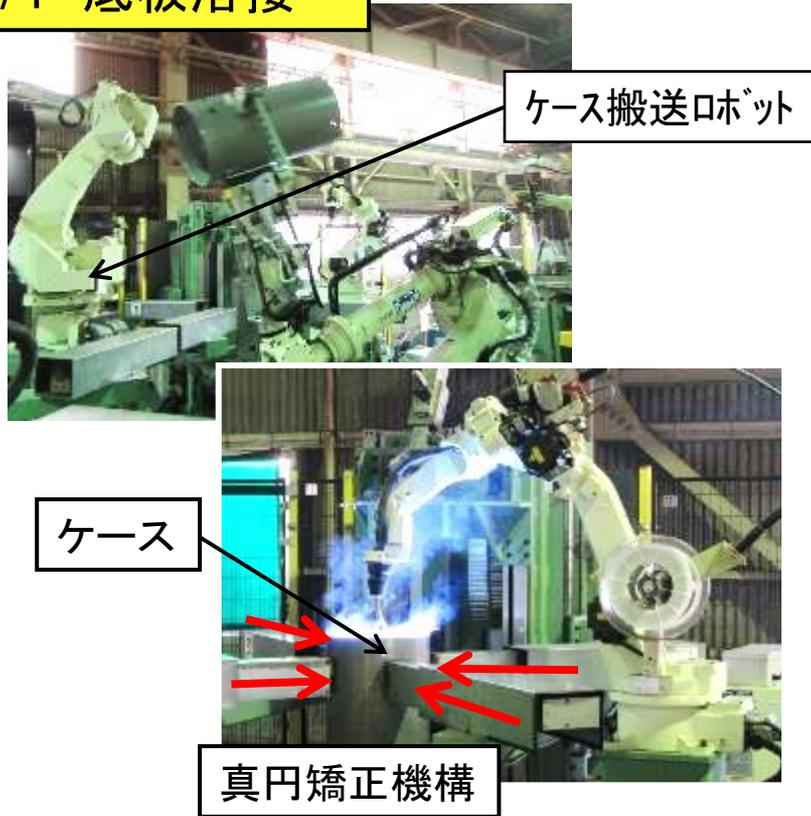
溶接トーチ



- ・供給から取り出しまで完全自動搬送
- ・精度良く突き合わせ溶接部を位置決めする新機構
- ・最新溶接システムにより、溶接カスを低減でき溶接カスを除去する後処理(削り)作業を大幅に軽減

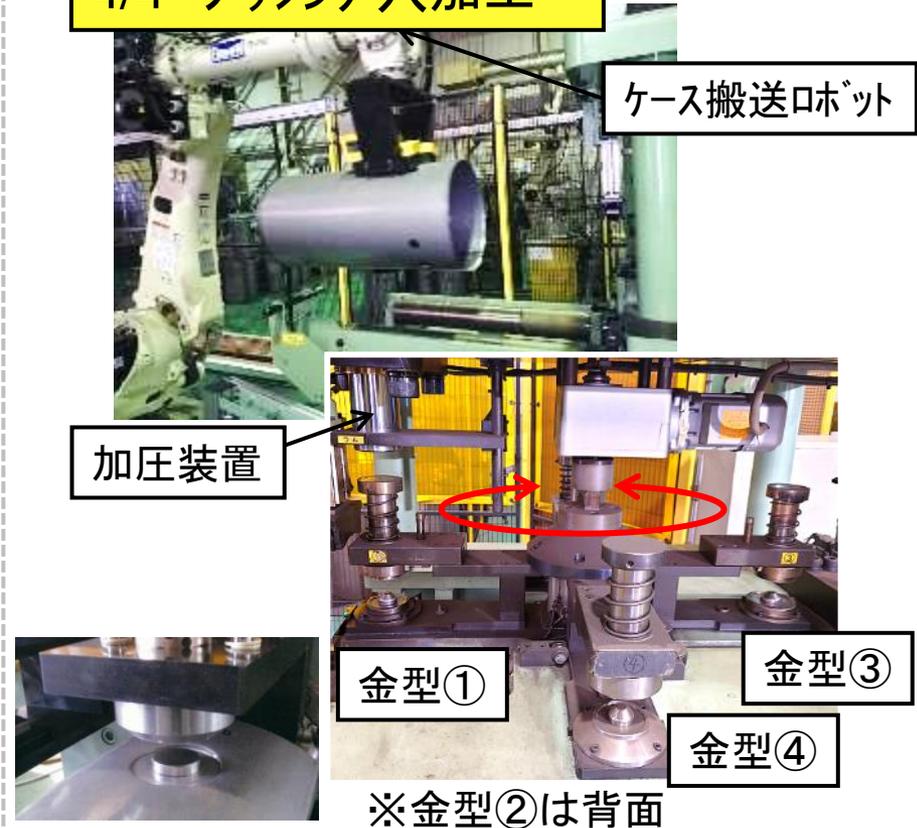
# ①前工程自動化

## 3/4 底板溶接



- ・ロボットでケースをハンドリングし、供給から取り出しまで完全自動化
- ・4点サーボ式加圧機構による真円矯正で段取り替えを簡素化
- ・ロボットによる底板自動供給及び位置決め

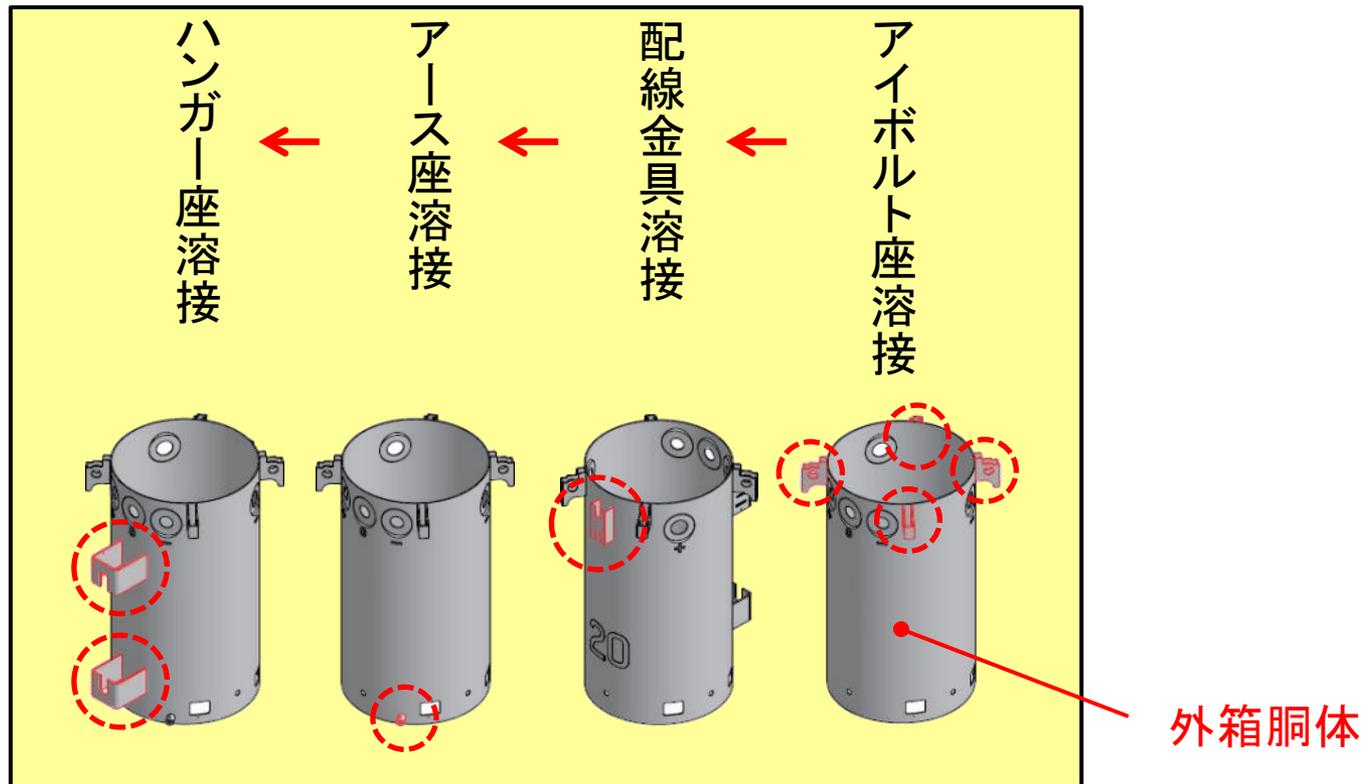
## 4/4 ブッシング穴加工



- ・ロボットでケースをハンドリングし、供給から取り出しまで完全自動化
- ・加圧装置の下に配置された金型により穴加工を行う。4種類の金型は旋回することで切り替える。(自動で選択)

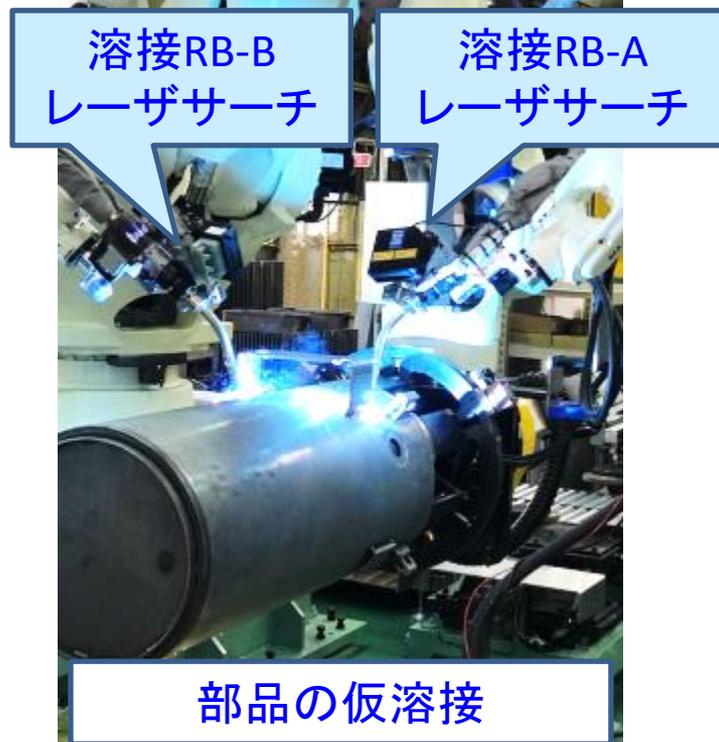
## ②部品溶接の自動化

### 外箱に付属する4部品の溶接を自動化



## ②部品溶接の自動化

最新の溶接システムである、シンクロフィード溶接システムを採用し大幅にスパッタを低減。さらに、レーザーサーチを搭載し、部品位置の検出や部品形状を自動で測定し溶接。

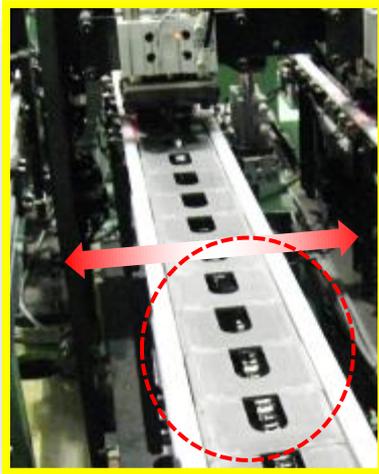


- ・2台の溶接ロボットで部品両側を同時に自動で溶接。(仮溶接, 本溶接)  
↳ 溶接時間の短縮(約半分)。
- ・レーザーサーチにより、部品精度のばらつき(公差範囲内)による溶接線の位置ズレを自動で修正。

## ②部品溶接の自動化

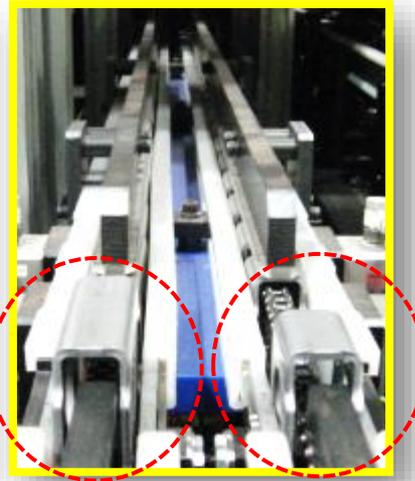
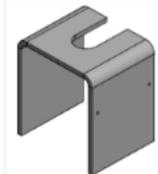
- ・部品形状毎に専用のパーツフィーダーを設計、安定した搬送を確立。
- ・1回の部品供給で40台(約100分間)の連続無人運転が可能。

※柱上変圧器30kVA用部品の供給例

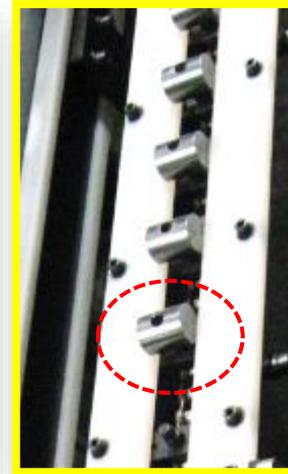
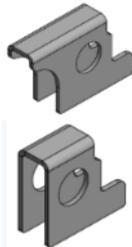


No10  
ハンガー座用

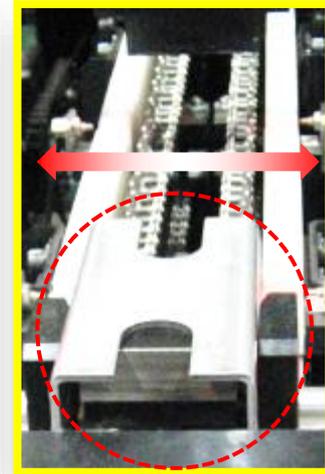
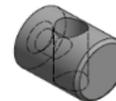
幅調整可能



No8  
アイボルト座用

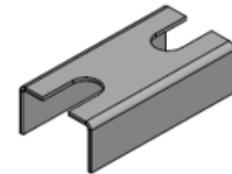


No2  
アース座用



No7  
配線金具用

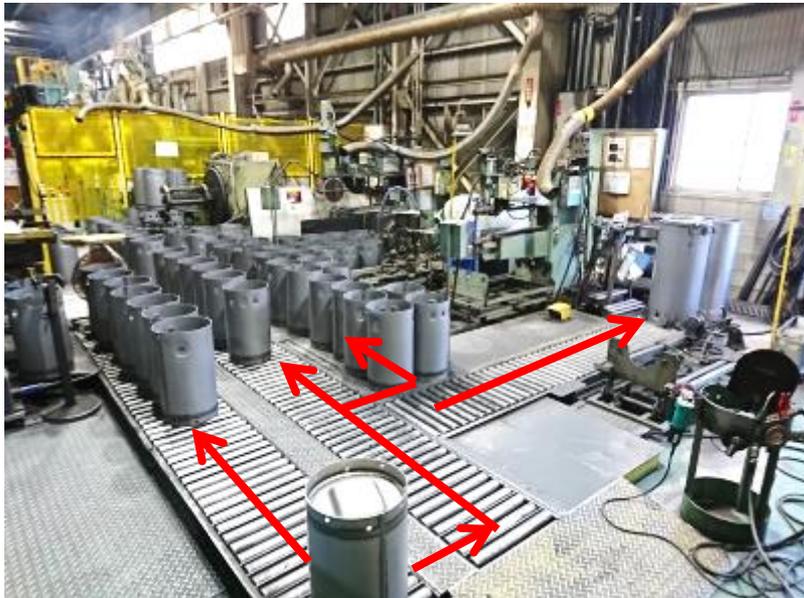
幅調整可能



# その他：工程間搬送の自動化

## 【部品溶接工程への自動搬送化】

前工程自動設備と部品自動溶接の間は、従来人手によるワーク搬送を行っていた。この搬送を自動化し、搬送時間の低減及び休憩時間の無人搬送を実現することで、運搬工数の低減を図った。



改善前

自動化



改善後

# 自動化による効果

自動化によるケース生産能力の前後比較は下表の通りであり、大幅な改善を実現した。

	自動化前	自動化後	改善率
生産能力	36000台/年	62000台/年	1.7倍

# 電力殿との協働改善事例のご紹介

# 電力殿との協働改善事例のご紹介

柱上変圧器は長期間使用されるため、導入時のイニシャルコスト低減に加え、ランニングコスト（ライフサイクルコスト）も考慮した効率化の取組を電力殿と協働で実施しており、事例を紹介させていただきます。

## 【事例1】環境配慮に向けた取組

弊社では大阪に柱上変圧器修理専門の工場を有しており、部品を極力再利用する修理手法を確立し、電力会社と相談しながら、**廃棄物削減に向けた変圧器のリユース事業（材料再生率は約80%）**に取り組んでいる。また、当該工場現状修理台数は年間約8千台である。

### ケースの再利用

①洗淨・乾燥



②表面荒らし



③歪みの修正



④全面に塗料吹付け



修理前



修理後

### ブッシングの再利用

洗淨・研磨

修理前



修理後



# 電力殿との協働改善事例のご紹介

## 【事例2】自動生産に対応可能な部品取り付け位置変更

弊社で柱上変圧器ケースを自動生産するにあたり、写真に示す部品が自動設備と干渉するため、位置変更の必要性が生じた。

そこで、関西電力殿と相談し、部品位置を変更した場合の装柱作業への影響を確認することになり、**協働で作業性検証**を実施。

結果、変更による影響はないことを確認でき、自動化を実現した。



部品取り付け位置変更



部品位置変更に伴う作業性検証

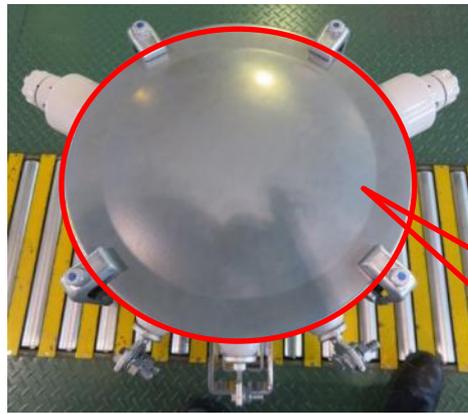
# 電力殿との協働改善事例のご紹介

## 【事例3】柱上変圧器カバーの無塗装化

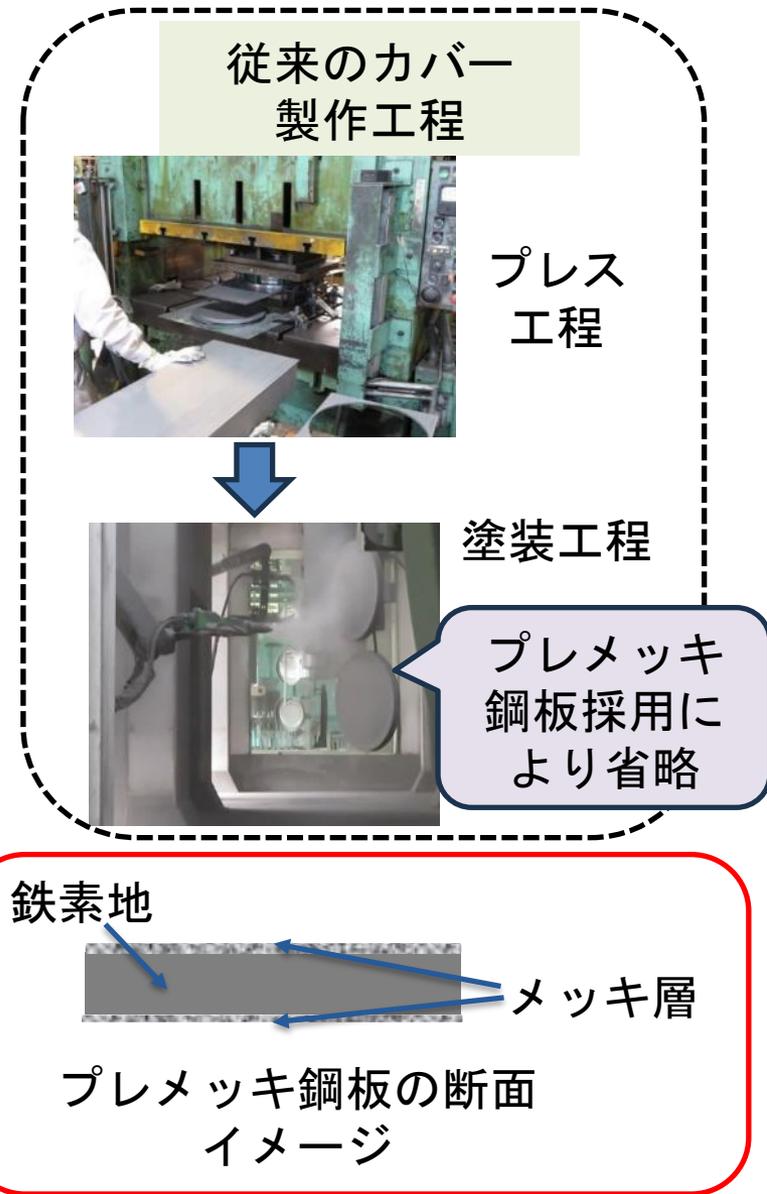
柱上変圧器のカバーは、鉄素材をプレス加工した後に塗装を施していたが、電力殿との協働により、**プレメッキ鋼板**（あらかじめメッキ処理を施した鋼板）を採用することで塗料と同等以上の性能を有することが確認できたため、塗装工程を省略することができ、効率化を実現。



【カイゼン前】  
塗装処理有



【カイゼン後】  
プレメッキ鋼板

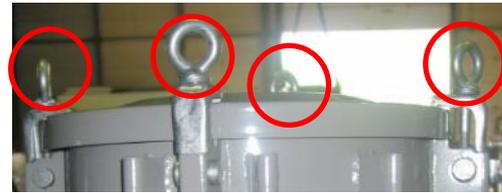


# 電力殿との協働改善事例のご紹介

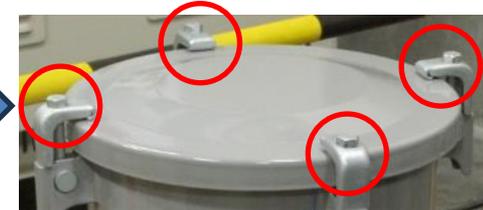
## 【事例4】カバー締付ボルトの標準化

柱上変圧器のカバーを締付けるボルトは、特殊仕様のアイボルトを採用していたが、電力殿との協働により、**標準的な六角ボルトを採用し標準化を図った。**

### カバー締付ボルトの標準化



【変更前】  
アイボルト



【変更後】  
六角ボルト

## 【事例5】低圧側ブッシングの形状簡素化

東京電力殿向け柱上変圧器（大容量機種）の低圧ブッシングは、接続用リード線を付属する仕様となっていたため、ブッシング磁器碍子部の構造が複雑で歩留まりが悪くコスト高となっていた。

そこで、電力殿との協働によりリード線を付属しない構造へ仕様変更することで、**比較的生産が容易な丸形碍子形状を採用**することができ、歩留まりを改善し効率化を図った。

### 低圧ブッシング形状



【変更前】

磁器碍子



リード線



【変更後】

## 要望事項、他

# 要望事項、他

## 【1】市況高騰の影響について

近年、変圧器に用いる原材料市況の高騰（変動）、特に電気絶縁油や銅線の高騰が著しい。また、昨今の人件費高騰の影響を受けた加工品の単価上昇も加わり、変圧器の原価を圧迫している。

我々メーカーも設計変更やVE活動により原価低減には取り組んでいるが、これら高騰分のインパクトが大きくカバーできないため、昨今の市場動向に鑑み、今後も単価反映を柔軟に対応できることを期待する。

参考に電気絶縁油や銅線価格に連動している市況の推移を以下に示す。



## 【2】海外の配電機器との仕様差異について

過去に米国向け柱上変圧器の仕様を調査した際には、ステンレス材をケースに用いる指定や、小動物対策構造の採用、変圧器の損失値が日本国内よりも低く規定されている等により、日本製よりも高くなる試算結果であった。（使用電圧が13.2kV/240-120Vと日本より高い電圧範囲であるが、同じ電圧帯としても高くなる）

## 【3】需要想定について

メーカーにとって生産効率を上げ、原価低減を推進するためには、製造工程が恒常的に安定して稼働することが理想であるため、将来的な年度別需要想定（発注予定数量）の開示を電力殿へ要望したい。

END