

らごうかくさんせつごう

# 螺合拡散接合技術を適用した各種製品のご紹介



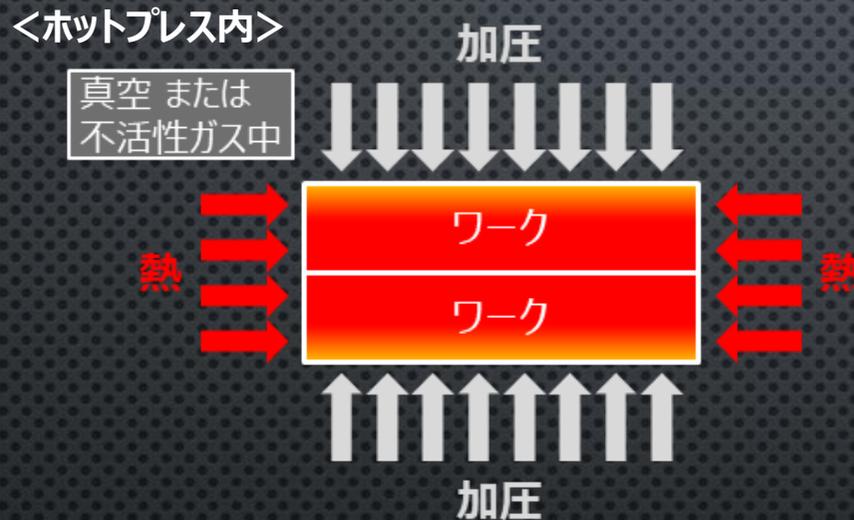
株式会社 三條機械製作所  
SANJO MACHINE WORKS, LTD.



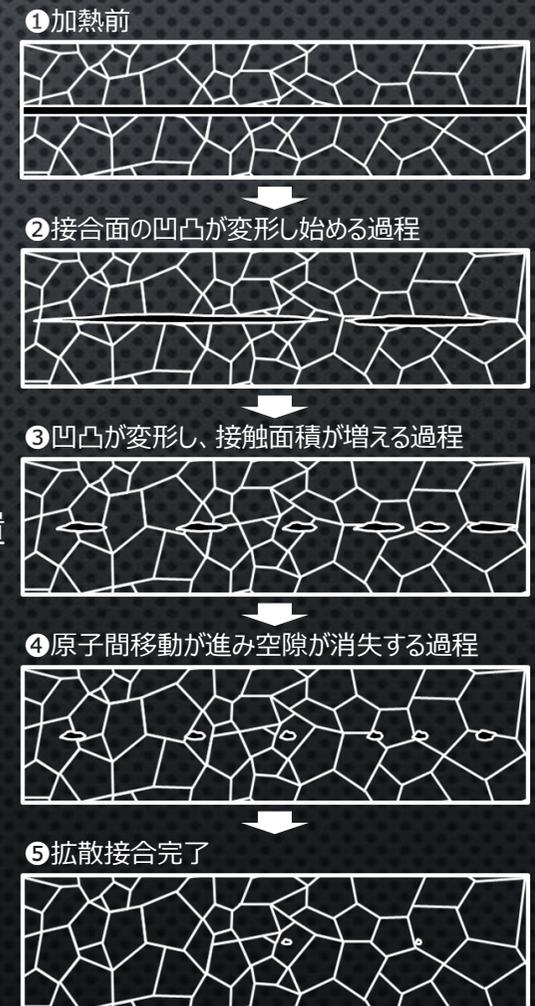
# 拡散接合とは？→ホットプレスを使用した一般的な拡散接合方法

～定義～ (JIS Z 3001-2:2018より引用)

部材を密着させ、母材の融点以下の温度条件で、塑性変形をできるだけ生じない程度に加圧して、接合面間に金属結合を実現して接合する方法



＜拡散接合面のイメージ＞



- 拡散接合を行うためには、処理品に対して加熱と加圧が必要になり、加熱と加圧を同時に行える装置としてホットプレスと呼ばれる専用装置が必要となります
- ホットプレスを使用する場合、接合をしたいワークの接合面を均一加圧する必要があります。従ってワーク形状に応じて専用金型を準備し、金型内にワークをセットしプレス処理する方法があります

～課題～

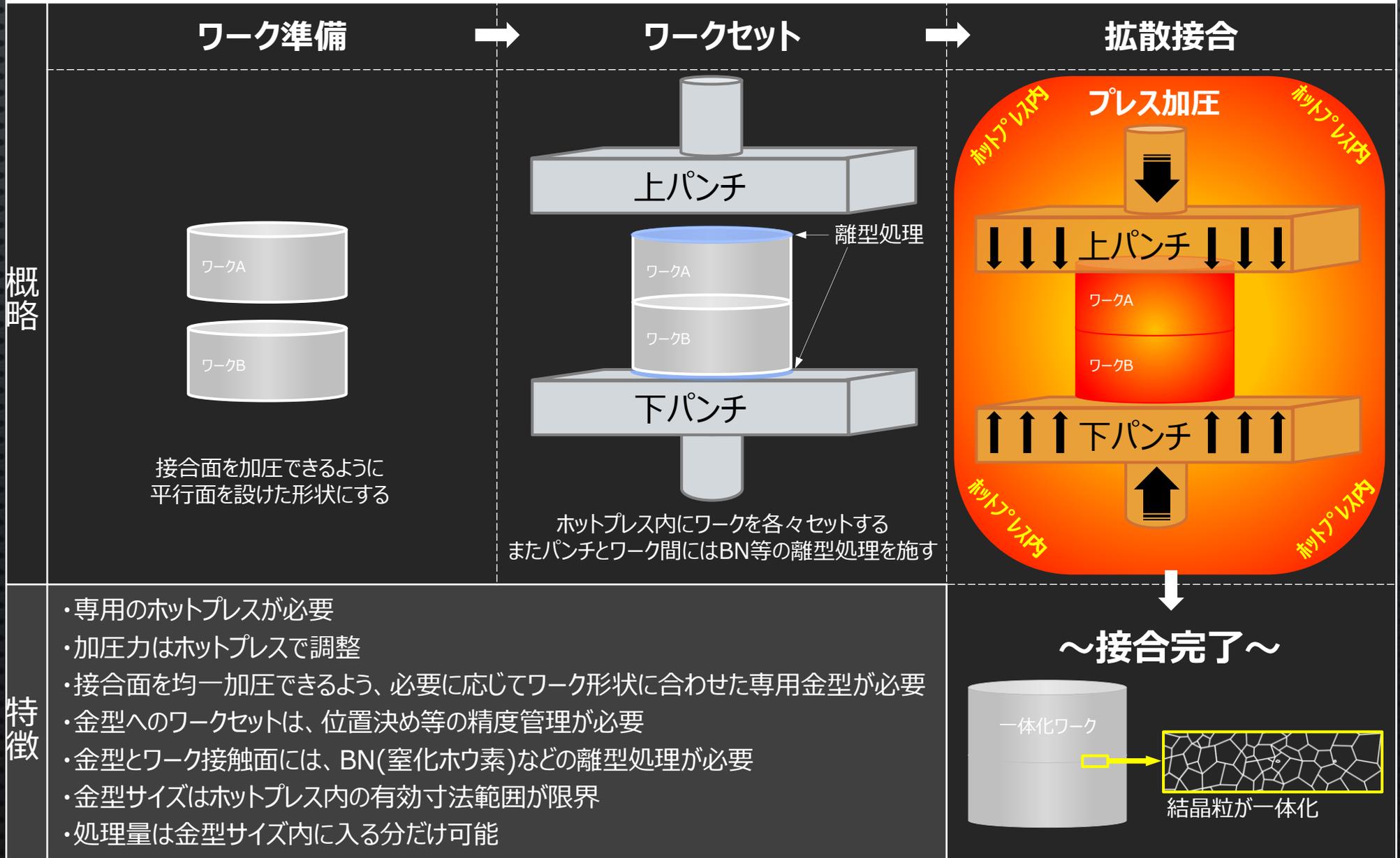


ホットプレスを使用する場合・・・

- ワークと同時にプレス内の構成部品や金型も加熱されてしまう為、昇温に時間がかかり熱効率が悪い
- 限られたホットプレス内のスペースも金型で占領してしまう
- ワーク処理数が限られており、量産性に限界がある（多軸型タイプも同様）
- ホットプレスは拡散接合以外への汎用性が少なく、専用装置となってしまう

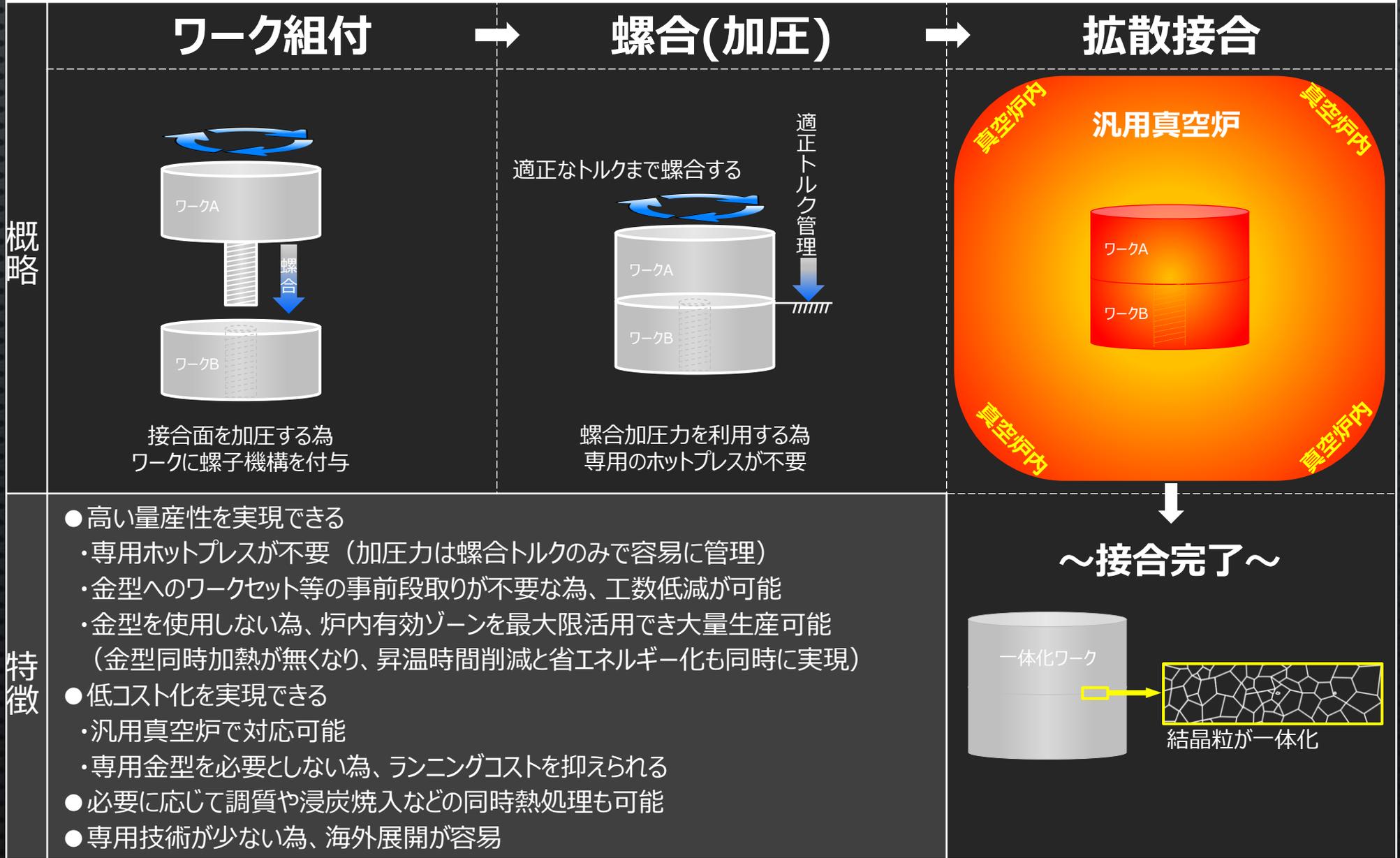
# ホットプレスを使用した拡散接合の具体例

## ホットプレス工法（専用金型を使用しないケース）



# ホットプレスを使用しない螺合拡散接合 (当社特許技術)

## 当社オリジナル工法



# ① BEV・HEV用ローターシャフト（螺合拡散接合技術を適用）



## 1) ローコストを実現する製法

- シンプルなライン構成（塑性加工を必要としない）
- 材料歩留まりが良い

## 2) 高強度 & 軽量を同時に達成

- 冷間鍛造を行わないため材料自由度が高く、高強度・薄肉化による更なる軽量化が実現可能

## 3) 製造工程の環境負荷を低減

- エネルギー使用量が少ない
- ボンデ処理などが不要なため、環境汚染物質の排出が少ない

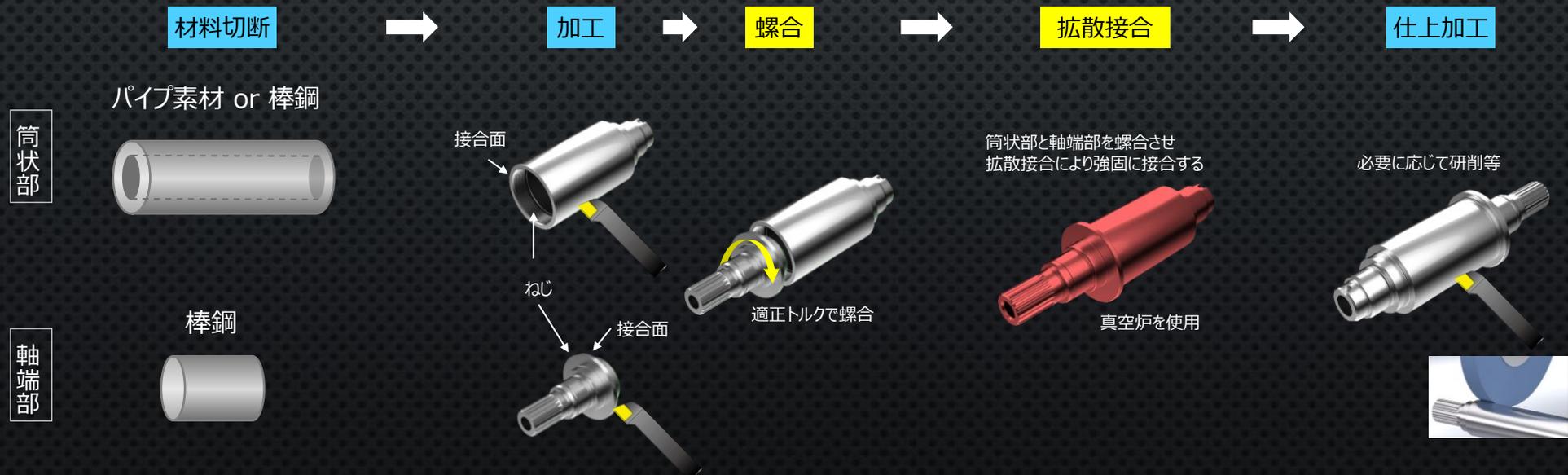
## 4) 海外展開が容易

- 鍛造工程など複雑で大型な設備が不要
- 専門技術が比較的少ない

## 5) 高い信頼性

- **筒状部と軸端部を螺合・拡散接合により確実に一体化させる工法です**  
拡散接合で得られる接合面は、溶接や摩擦圧接で生じる脆化部がないことから、信頼性の高い工法と言えます

## < 拡散接合技術による量産可能なローターシャフト >



## ② BEV・HEV用ローターシャフト（螺合拡散接合技術を適用）



### 1) ローコストを実現する製法

- シンプルなライン構成
- 材料歩留まりが良い（シャフトとツバのボリュームがあるほど効果大）

### 2) 高強度 & 軽量を同時に達成

- 冷間鍛造を行わないため材料自由度が高く、高強度・薄肉化による更なる軽量化が実現可能

### 3) 製造工程の環境負荷を低減

- エネルギー使用量が少ない
- ボンデ処理などが不要なため、環境汚染物質の排出が少ない

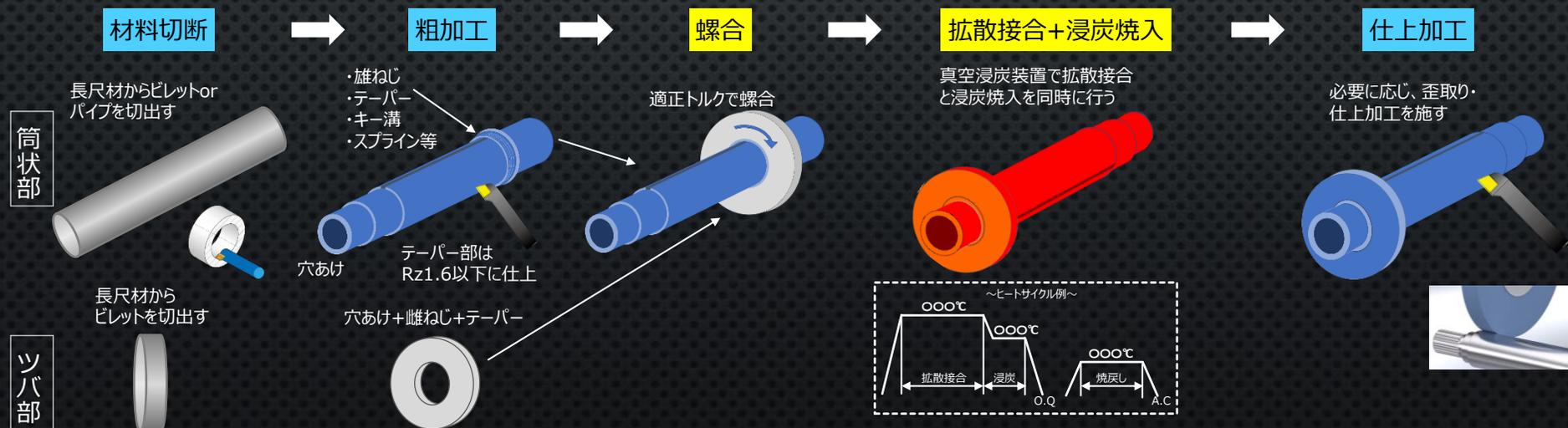
### 4) 海外展開が容易

- 鍛造工程など複雑で大型な設備が不要
- 専門技術が比較的少ない

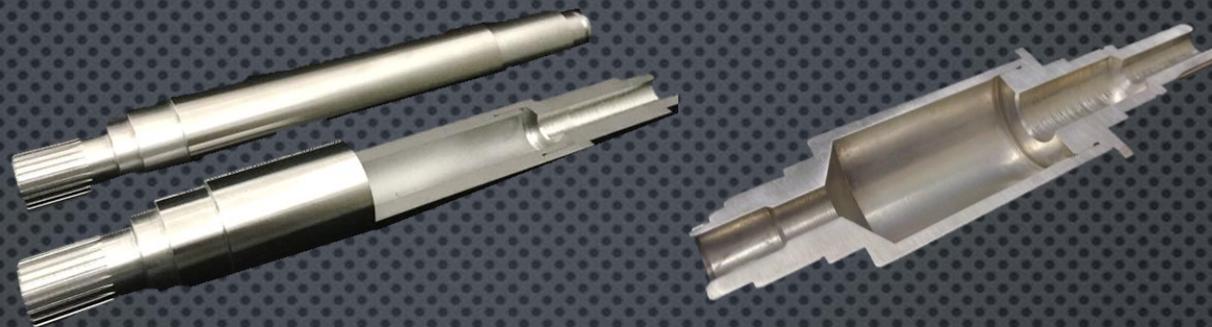
### 5) 高い信頼性

- ツバ部と筒状部を螺合および拡散接合により確実に一体化させる工法です  
拡散接合で得られる接合面は、溶接や摩擦圧接で生じる脆化部がないことから、信頼性の高い工法と言えます

### <拡散接合技術による量産可能なツバ付ローターシャフト>

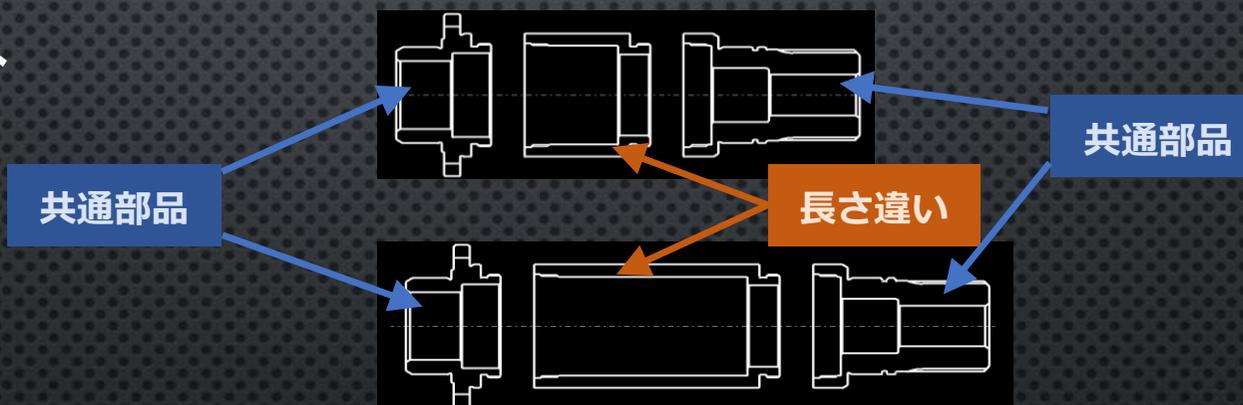


ドキドキポイント



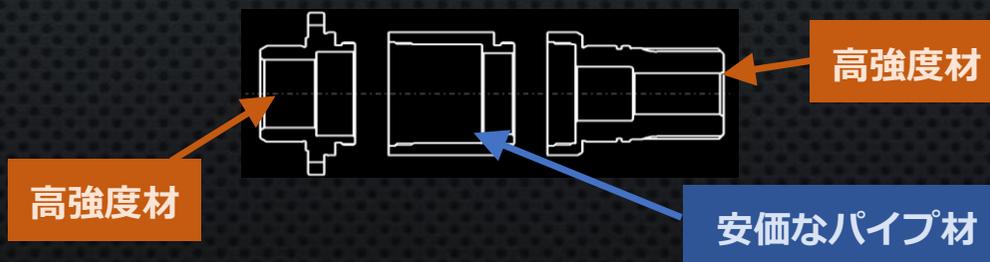
とことん薄肉・中空軽量なのに低コスト！ 肉厚も自由自在！

ウキウキポイント



まん中のパイプ長さを変えるだけで複数車格に低コストで対応！

ワクワクポイント

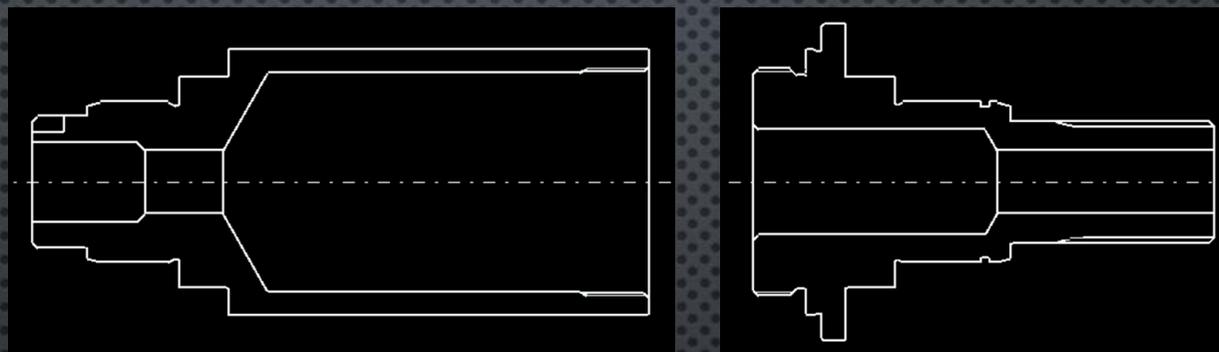


目的に応じた異鋼種に変えられる！

## 「NVH」に有効な螺合拡散接合技術！

※NVHとは、車両における「Noise（騒音）」「Vibration（振動）」「Harshness（ハーシュネス）」の頭文字をとったもので、自動車の快適性を評価する基準です。

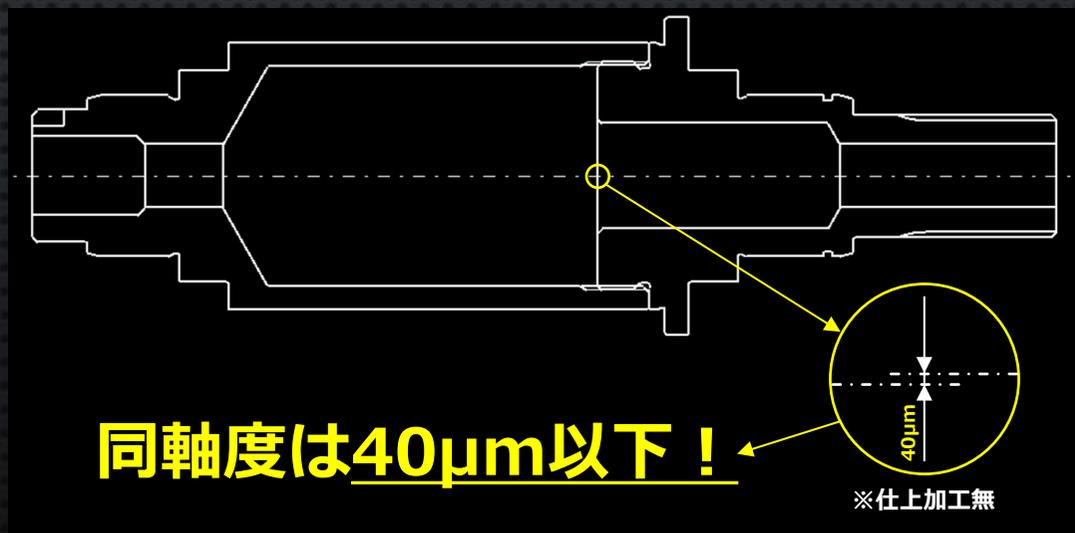
【部品状態】



キラキラポイント



【組付け後】

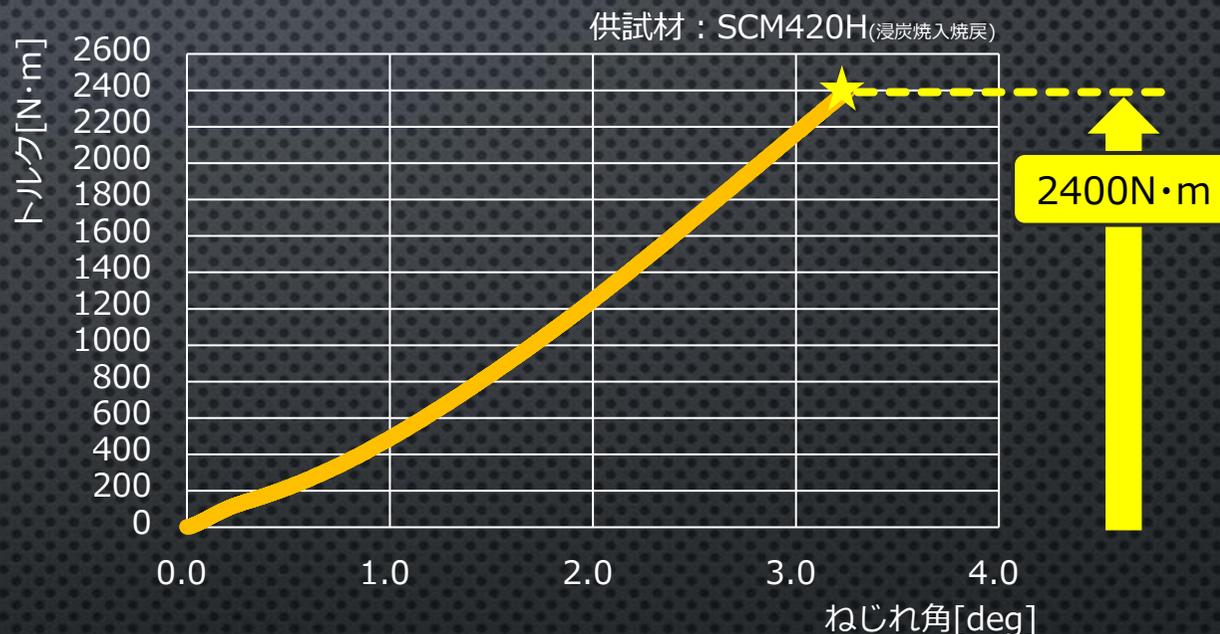
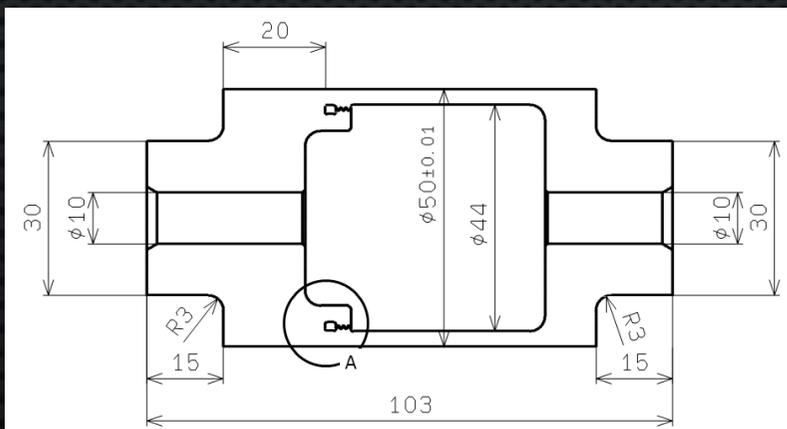
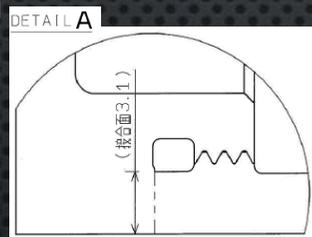


## SANJOシャフトに適用している接合技術～強度評価①

静的ねじり試験において『2400N・m』を記録！

## ねじり試験機

➤(株)島津製作所製(TTM-3000N・mI)



外径 $\phi 50$ ・幅3.1mm(約457mm<sup>2</sup>)の接合面に対し、せん断方向に力が作用するトルクを与えたところ、『2400N・m』までのねじり耐久性を確認。これはねじ部の回り止めのみならず、電動車両用モーターの動力伝達部に使用可能な値です。

※国内の公的試験場では最大の試験荷重となります。

## SANJOシャフトに適用している接合技術～強度評価②

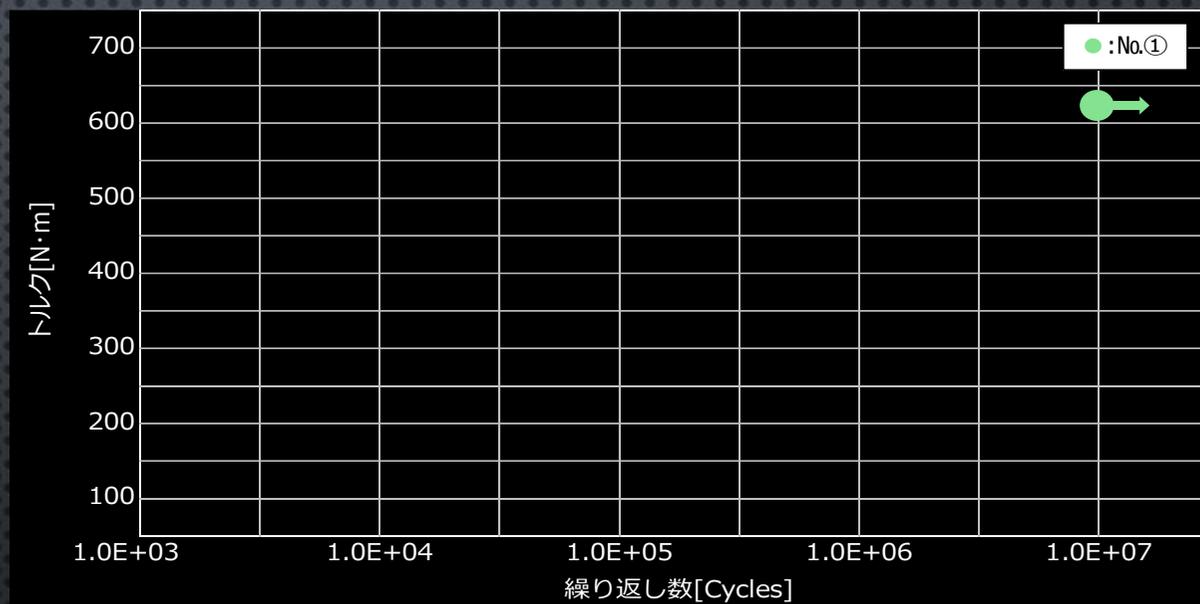
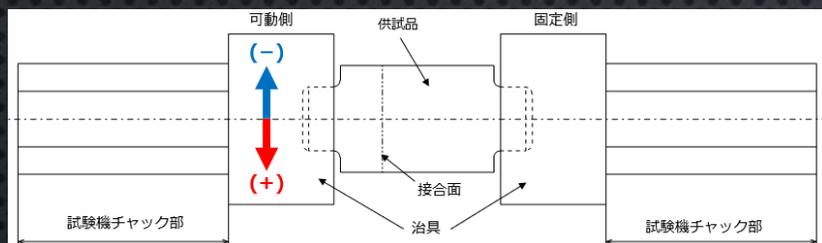
動的ねじり疲労試験において『**620N・m×1.0E+07回**』を記録！

## ねじり疲労試験機

➤(株)島津製作所製 (EHF-ED10-20L)



供試材：SCM420H(浸炭焼入焼戻)



項目	条件
制御TD	トルク
周波数[Hz]	6
負荷トルク[N・m]	±620※1
試験数	n=1
最大サイクル	10,000,000回(1.0E+07)

外径φ50・幅3.1mm(約457mm<sup>2</sup>)の接合面に対し、**620N・m**の負荷トルクを与えねじり疲労試験を行った結果、  
**「10,000,000回(1.0E+07回)」**

の耐久性を確認！

### ③ コネクティングボルト ～ 2ピース工法（螺合拡散接合技術を適用）



#### 1) ローコストを実現する製法

- 一体化と焼入れを同一工程で行うシンプルなライン構成
- 材料歩留まりが極めて良い  
(シャフトとフランジにボリューム差があるほど歩留効果が大い)

#### 2) 異形状への展開が容易

- 螺子機構を備えていて、シャフト部とフランジ部に接触面さえあれば、あらゆる異形状に展開が可能

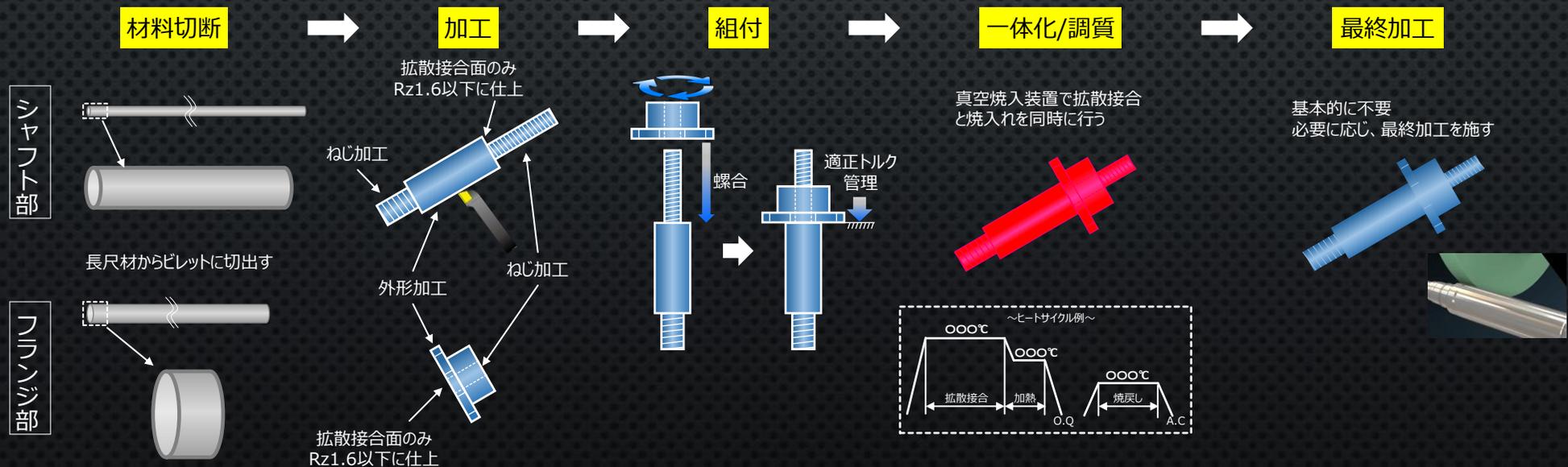
#### 3) あらゆる鋼種への展開が容易

- 調質材料であれば、どんな鋼種へも展開が可能

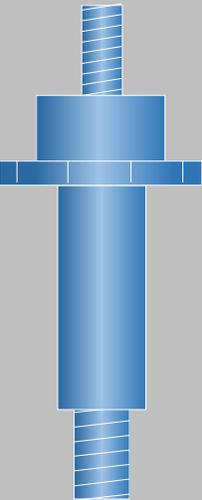
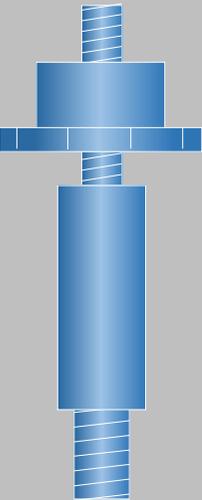
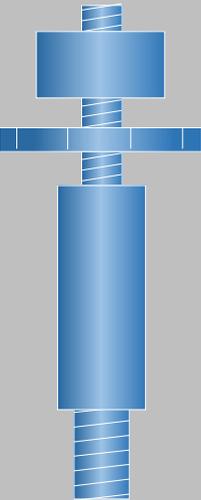
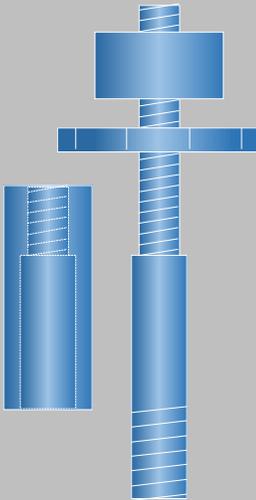
#### 4) 海外展開が容易

- 専門技術が比較的少ない為、海外展開が容易

### <拡散接合技術を適用したコネクティングボルト>



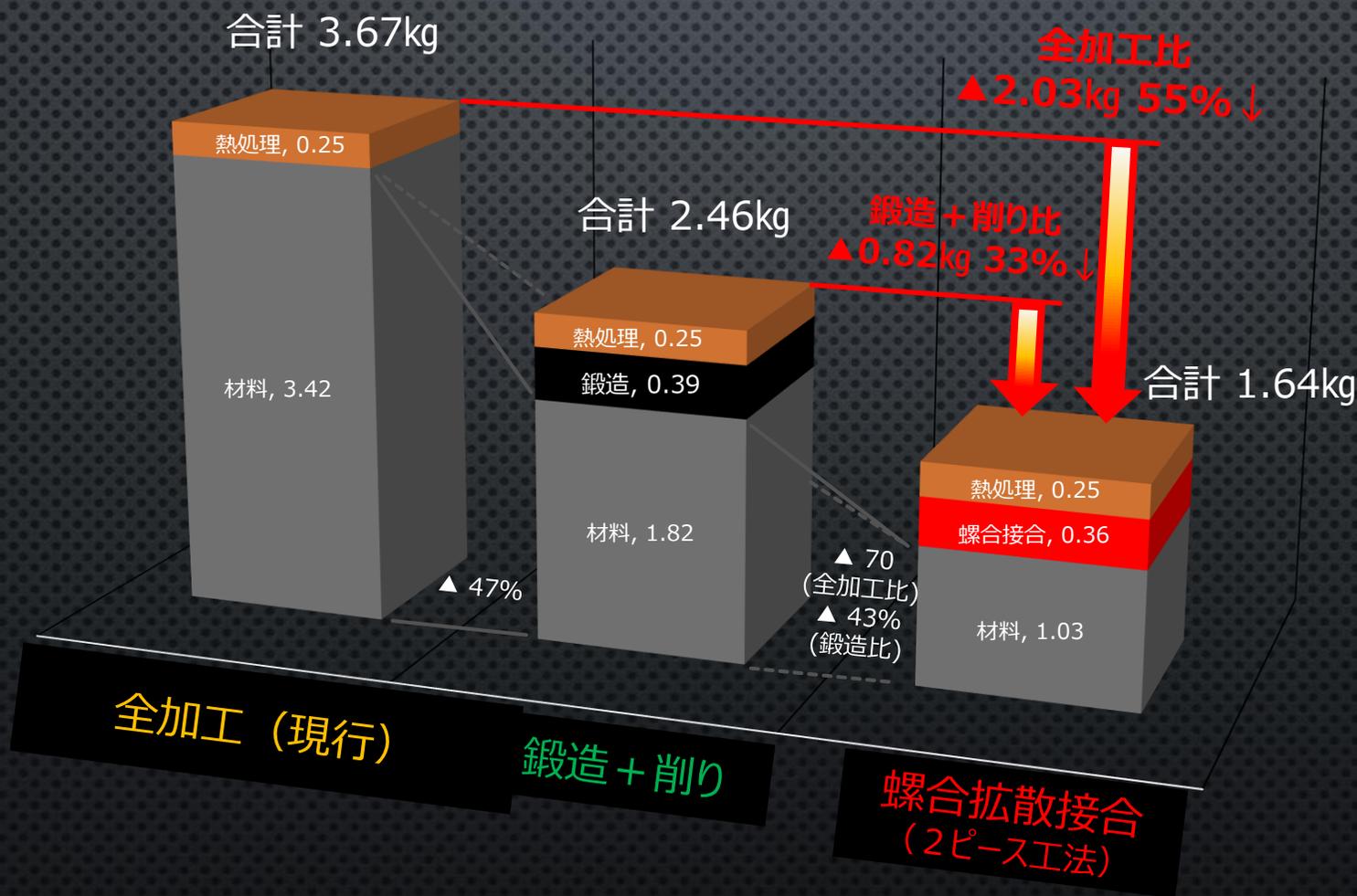
## ～ 工法別の材料歩留率比較例 ～

	従来品 (1ピース工法)	三條工法① (2ピース工法)	三條工法② (3ピース工法)	三條工法③ (4ピース工法)
略図				
材料歩留率	約 17%	約 49%	約 60%	約 67%
歩留効果	1.0倍 (基準)	約 2.6倍	約 3.2倍	約 3.5倍

(当社比較)

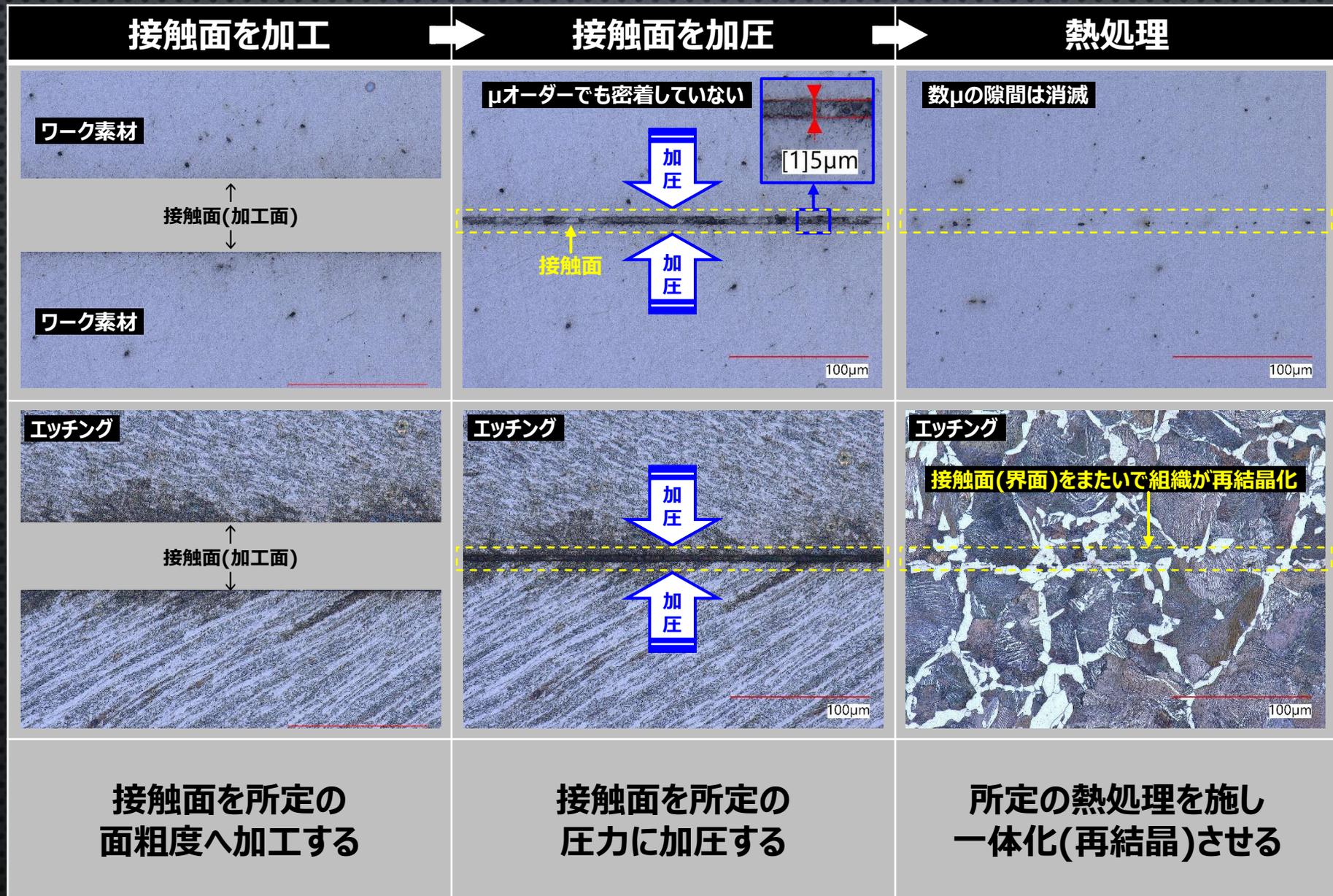
# 螺合拡散接合工法のその他 優位性

## ～CO2発生量比較～

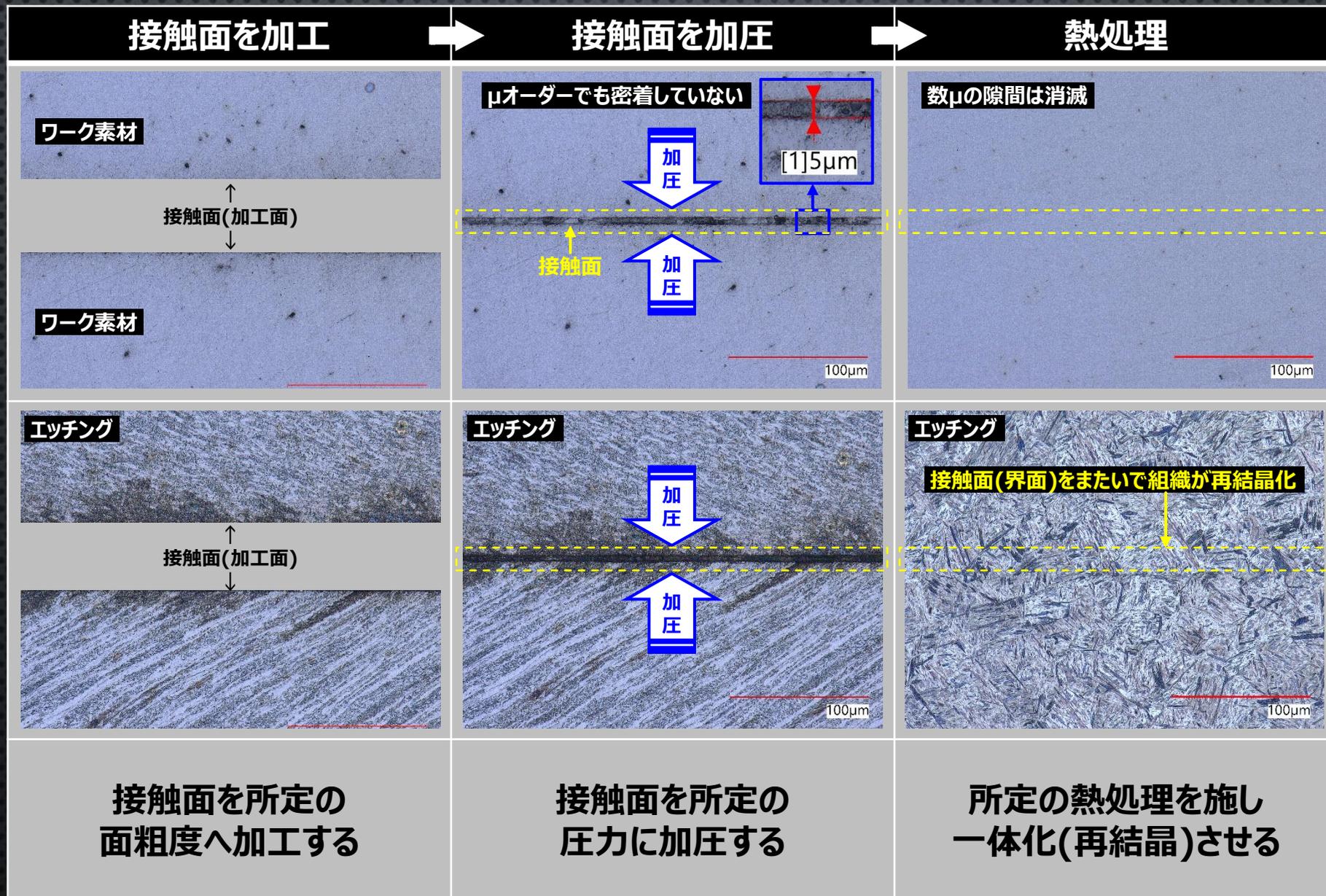


CO2排出の算出根拠： 材料1kg製造時 ⇒CO2発生量2kg 、電力（東北電力）は1kwh ⇒CO2発生量0.46kg

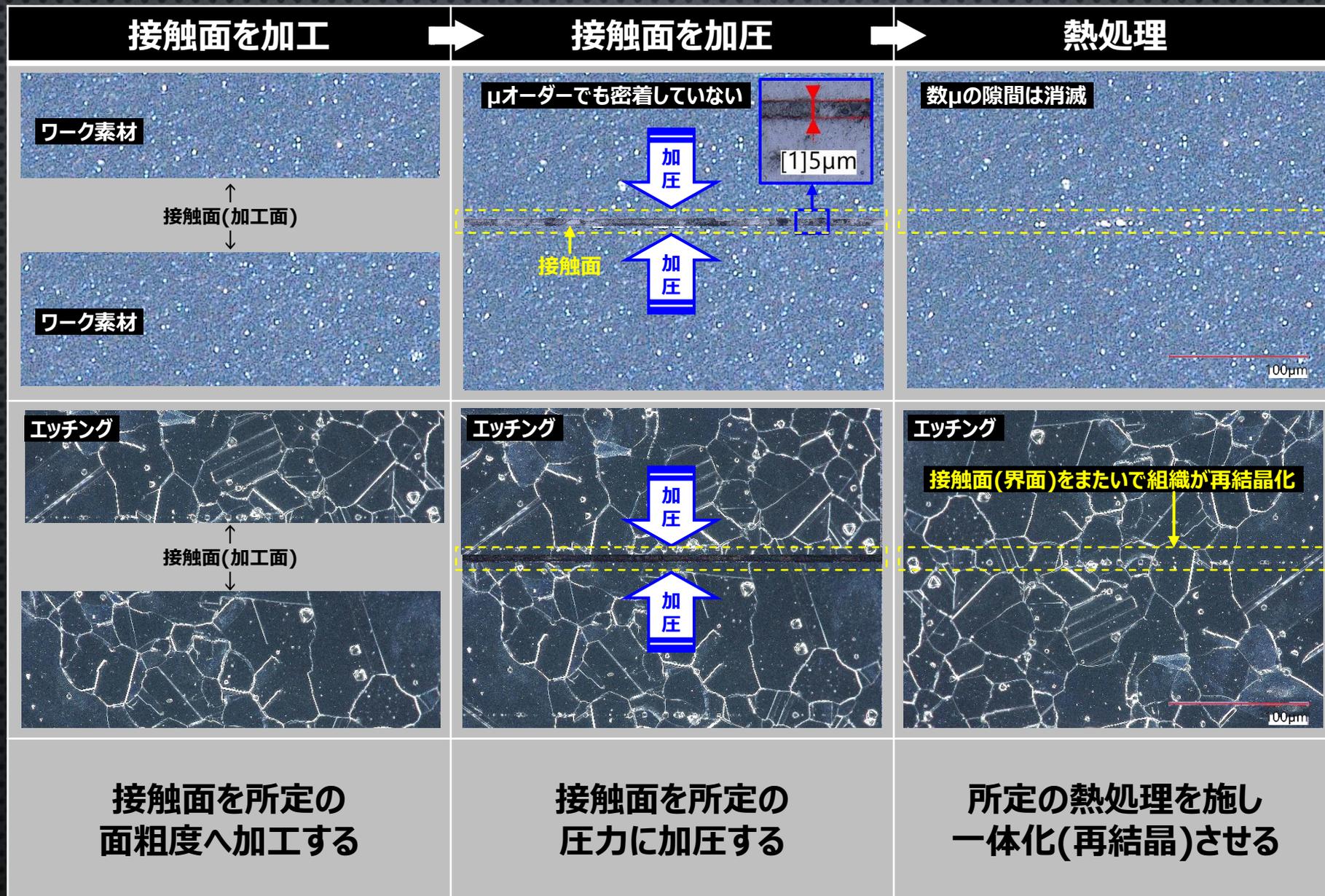
# SANJOモーターシャフトに適用している接合技術 ~ (Fe+P鋼編)



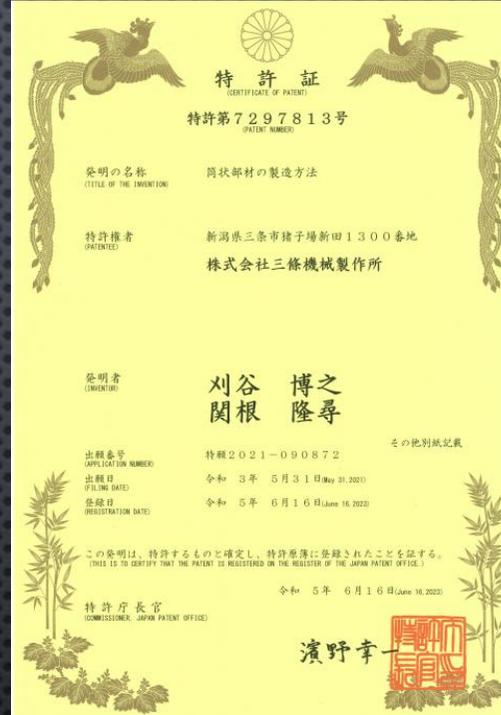
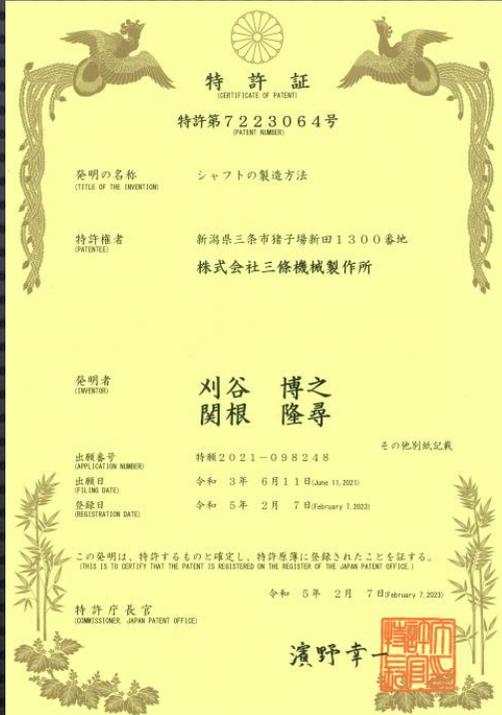
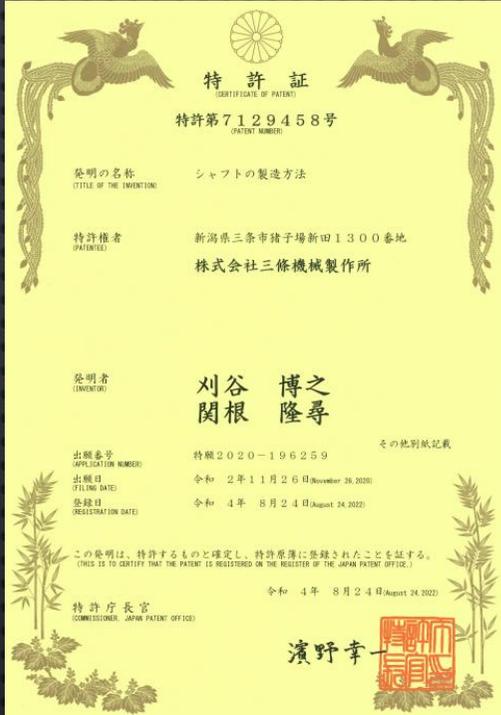
# SANJOモーターシャフトに適用している接合技術 ~ (調質鋼編)



# SANJOモーターシャフトに適用している接合技術 ~ (ステンレス鋼編)



## ～特許取得状況～



**<海外特許(PCT)について>**  
**米国・韓国は特許取得済**  
**中国・インド・タイ・ドイツにも出願済**

## 螺合拡散接合（弊社オリジナル製法）の優位性

- 設計自由度が高い

拡散接合は材質を選ばず、ローカーボン材からハイカーボン材まで幅広く選択が可能である。

- 製造工程がシンプルで低コスト

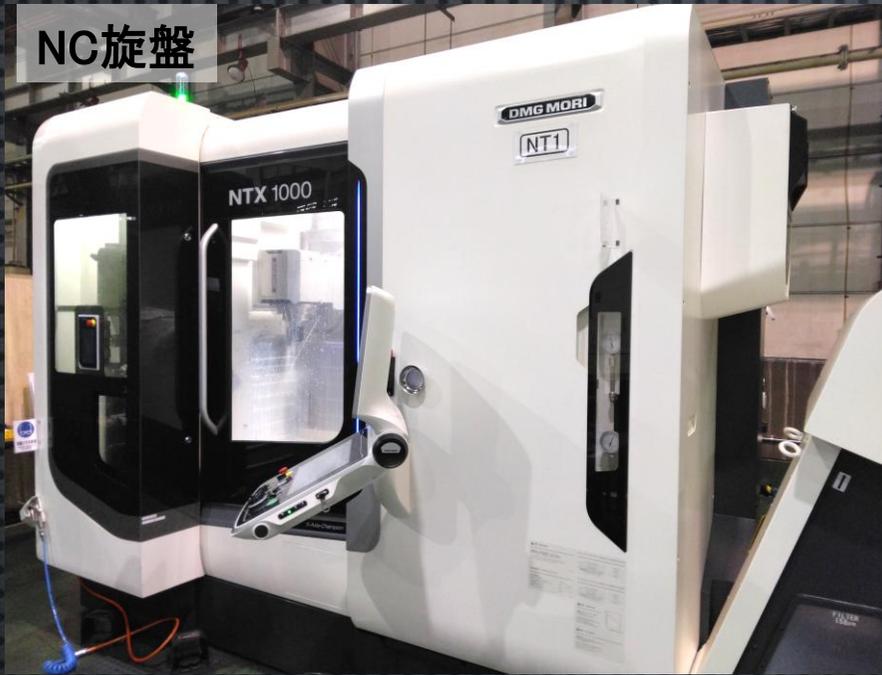
製造工程が切削加工と接合処理だけなので、加工コストが低く、技術がシンプルなので海外展開が容易。

- 異種接合が可能

用途に応じ各パーツごとに様々な材質を選択できる。また、コスト削減の観点でも安価材を選択できる。また、冷却効率の高い鉄鋼材をパイプ部に使用することもできる。

## ～当社の試作設備～

NC旋盤



真空炉



真空洗浄機



螺合締付機





最後までご覧頂きありがとうございます

少しでもご興味がありましたら、お問合せ先(下記)までご連絡ください

スタッフ一同、心よりお待ちしております

株式会社 三條機械製作所

<https://www.sanjokikai.co.jp/>



～お問合せ先～

本社・三条工場

〒959-1151 新潟県三条市猪子場新田1300

☎(0256)45-3135 fax(0256)41-1790

鍛造本部

刈谷博之(カリヤ ヒロユキ)

e-mail : [hiro\\_kariya@sanjokikai.co.jp](mailto:hiro_kariya@sanjokikai.co.jp)

