

業務シナリオセッションB
活人 vs 省人

IVIシンポジウム2019-Spring
2019年3月15日

自律化による高効率なものづくりへの進化

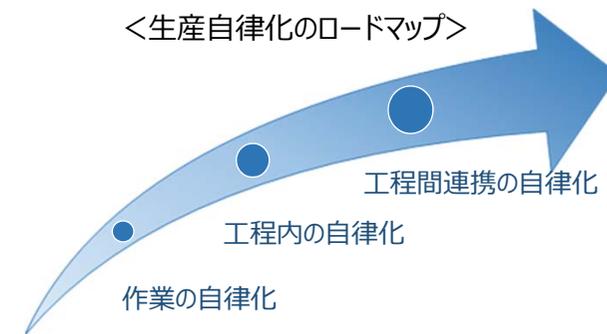
- | | | |
|--|---------------------------|------------------|
|  | 茅野 大二郎 (株式会社ニコン) | 永森 久之 (錦正工業株式会社) |
|  | 松井 裕晃 (株式会社シーイーシー) | 堀田 和隆 (株式会社パロマ) |
|  | 齊藤 政宏 (株式会社三井E&Sホールディングス) | <オブザーバー> |
| | 佐々木 泰三 (日東電工株式会社) | 町井 暢且 (株式会社ニコン) |
| | 横井 昭佳 (アズビル株式会社) | 市坪 公太 (株式会社ニコン) |
| | 加賀谷 政直 (株式会社ニコン) | <実証実験協力> |
| | 北野 芳直 (日本電気株式会社) | 石川 雅也 (アズビル株式会社) |
| | | 城田 隆大 (株式会社ニコン) |



IT技術の著しい発展に伴い、ものづくりへの適用が進み、将来は「自律化したものづくり」へと進化&成長していくことで、更なる効率化が期待される。

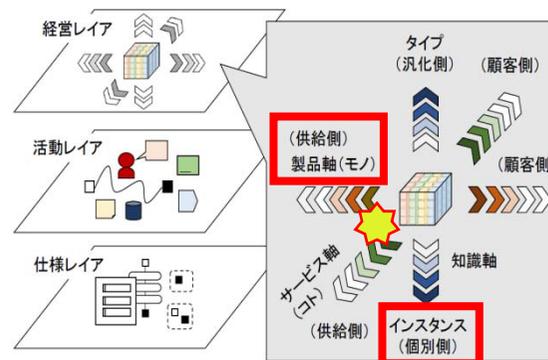
当WGでは、自律化していくものづくりの未来をイメージし、様々な製造データを利活用し、設備・人・工程を自律的に連動させることで、高効率なものづくりを実現するシステムの検討を行う。

<生産自律化のロードマップ>

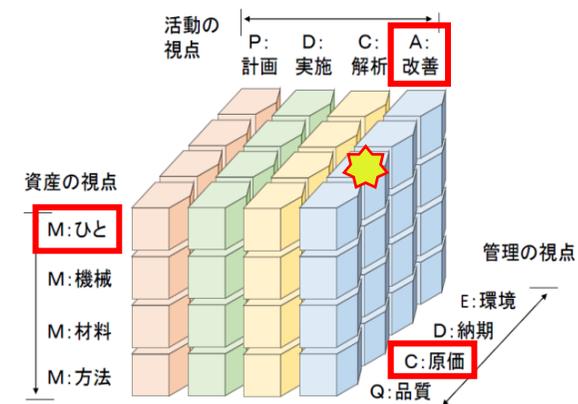


【本WGのスコープ範囲】

- 製品（モノ）を供給する側
- 視点（ひと作業、コスト、改善）



IVRAの3つのレイア構造



SMU（スマート製造ユニット=現場）



対象とする課題

- 鑄造工場における、**鑄造プロセス**の鑄造仕上げ工程の「**バリ取り作業**」を課題として設定。



※錦正工業株式会社様HPより引用 (<http://kinsei.jp/>)

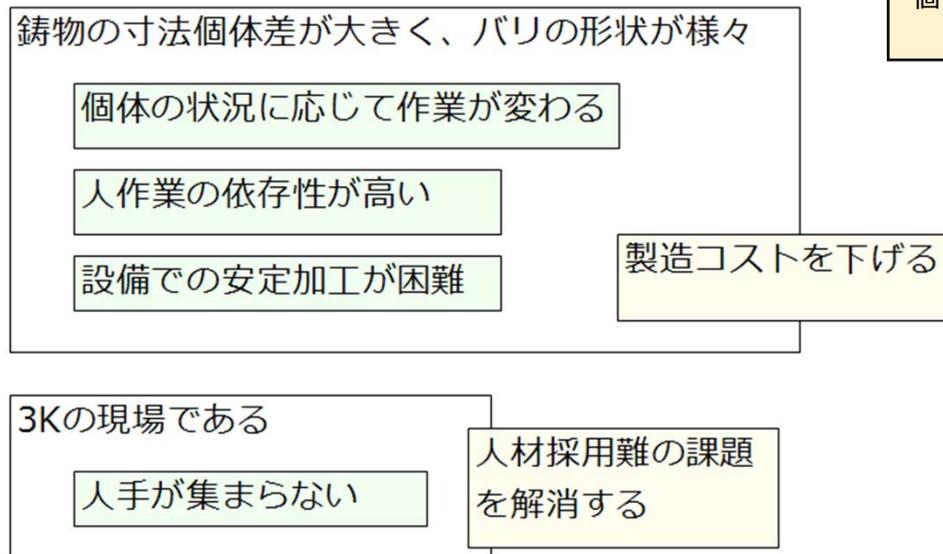


困りごと

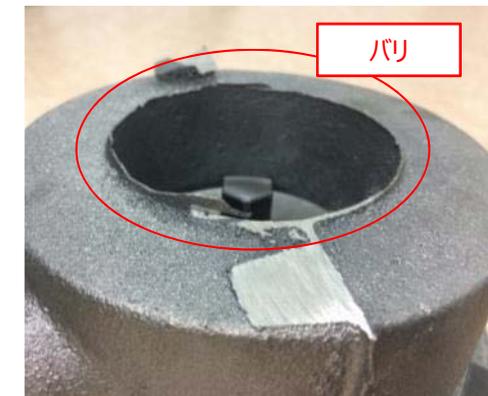
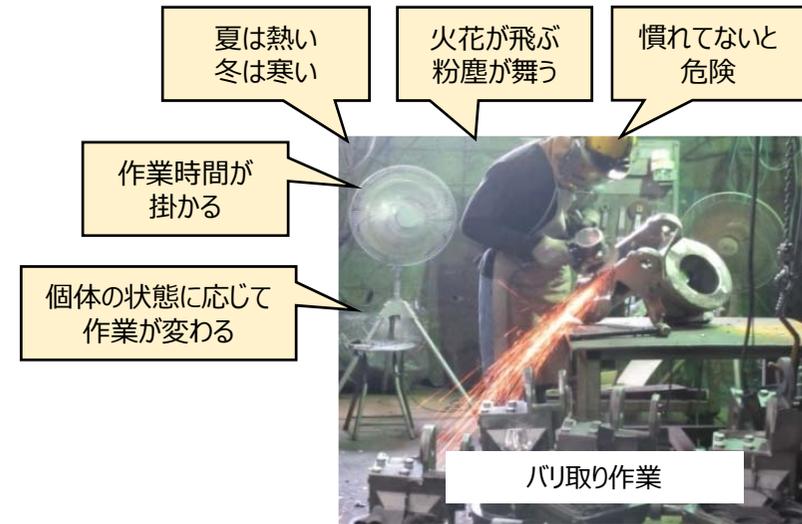
●バリ取り作業工程が抱える困りごと

- ・人手作業のため、製造コストが下がらない。
- ・過酷環境作業により、人材採用が困難。

困りごとチャート



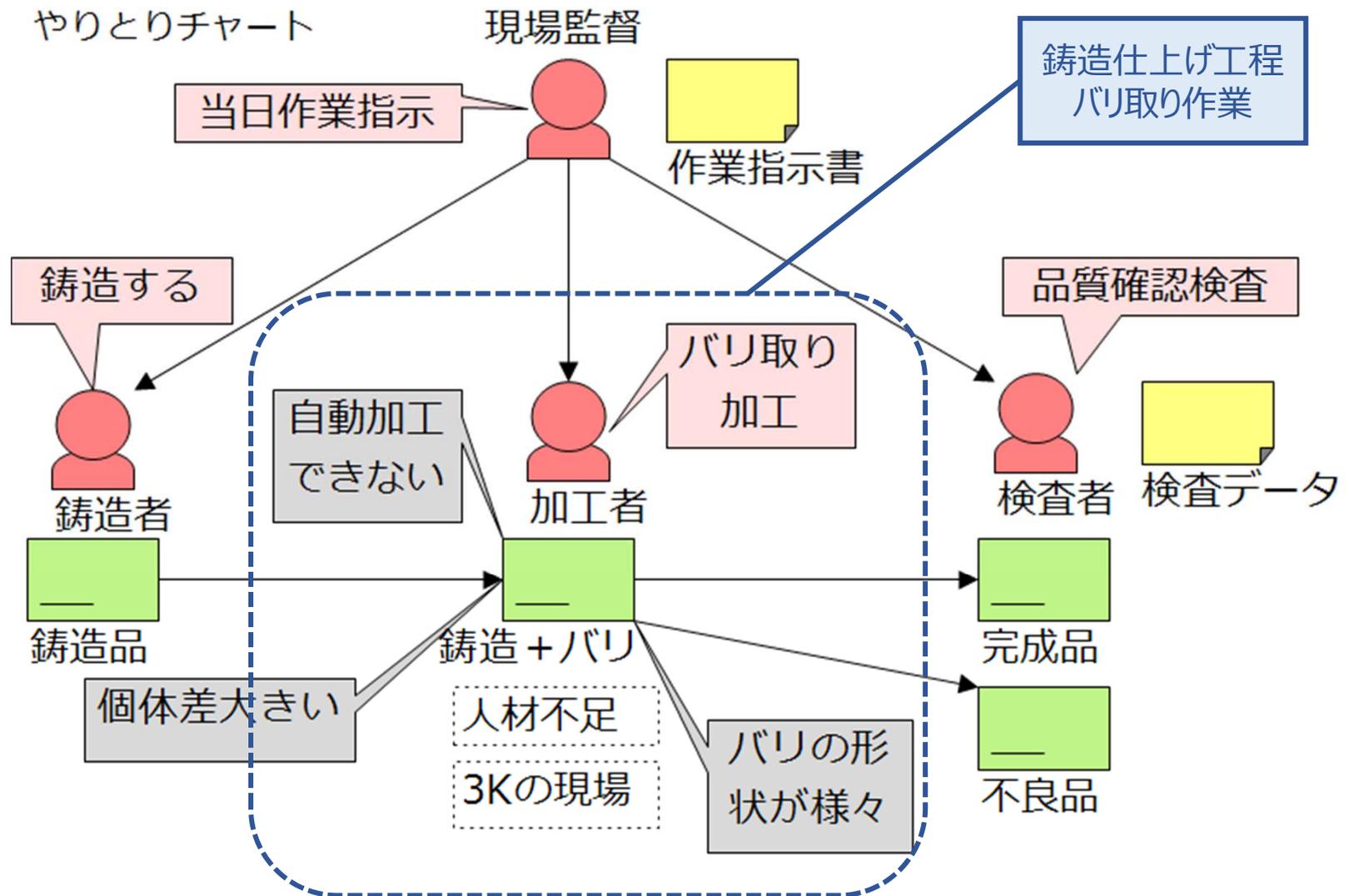
困りごとチャートにて、事実、解釈、総括を整理



- ・既設の加工機を活用してバリ取りを自動化し、製造コストダウンと人材採用難の課題を解消したい。
- ・しかし鋳造品は寸法個体差が大きく、またバリの発生個所や形状も個体によって様々。
- ・よって、自動加工の実現は難しく、現状は作業による手作業加工に頼らざるをえない。



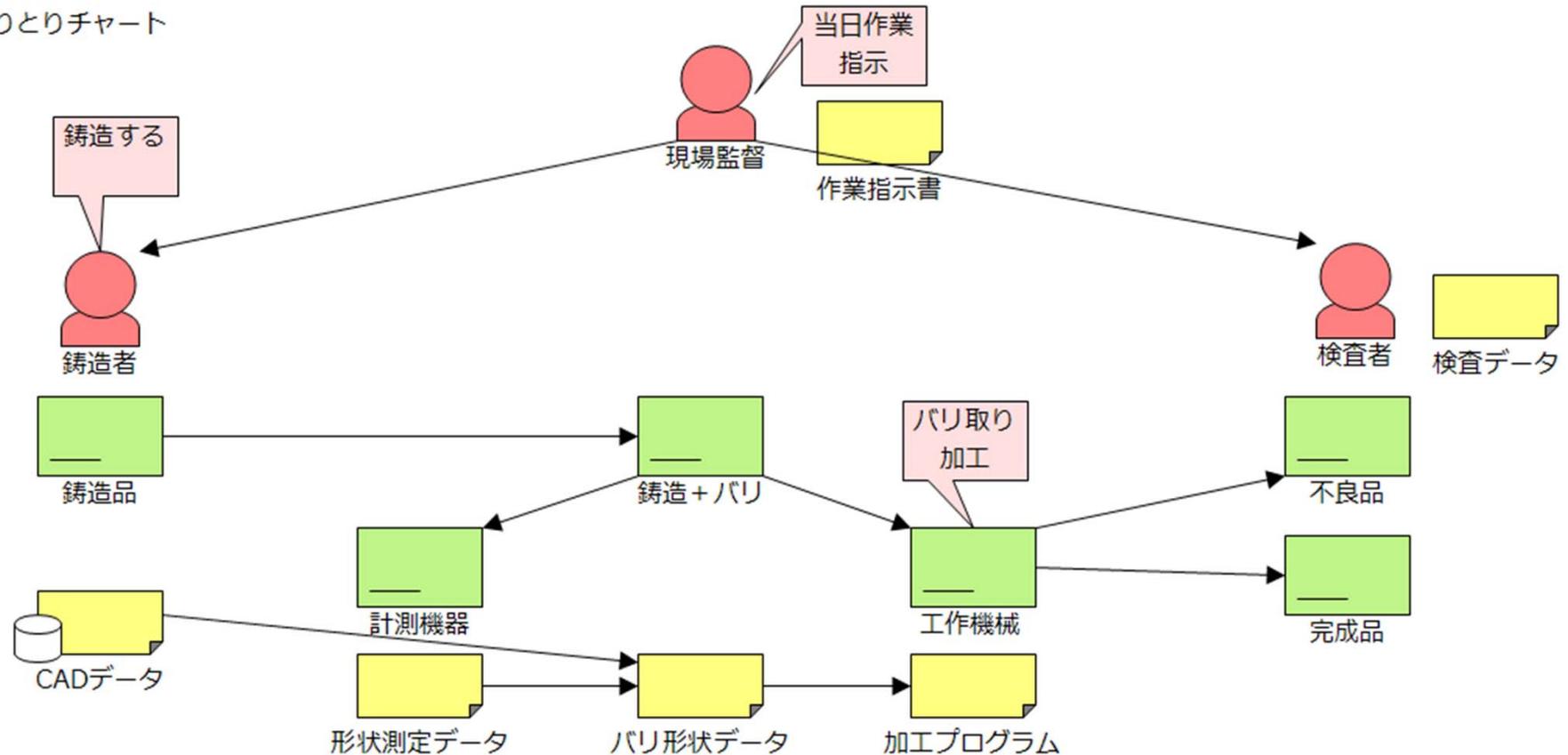
AS-IS (現状)



TO-BE (目指す姿)



やりとりチャート



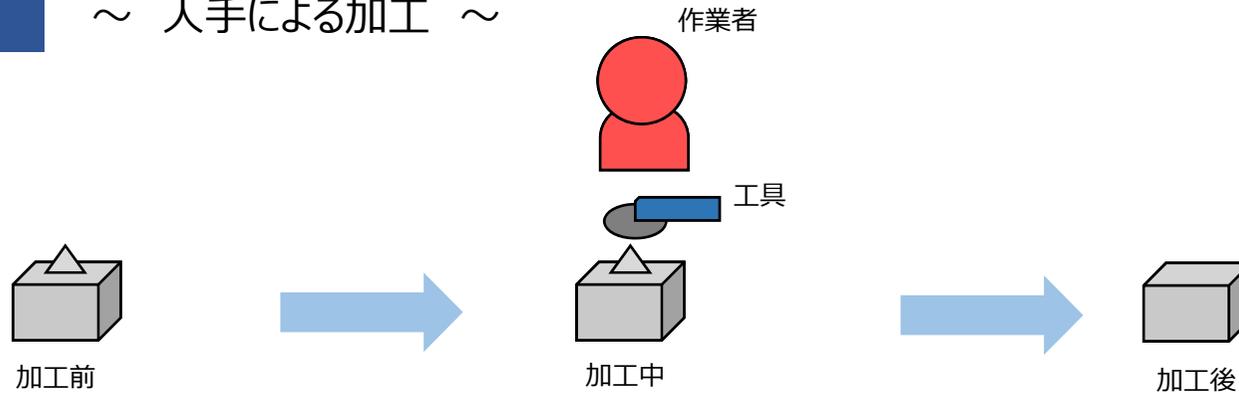
形状データを利活用し、個体に合わせて最適化された加工プログラムを展開することで、自律化した自動加工が実現。課題である、過酷な重労働からの解放と製造コストの低減を目指す。



AS-IS / TO-BE

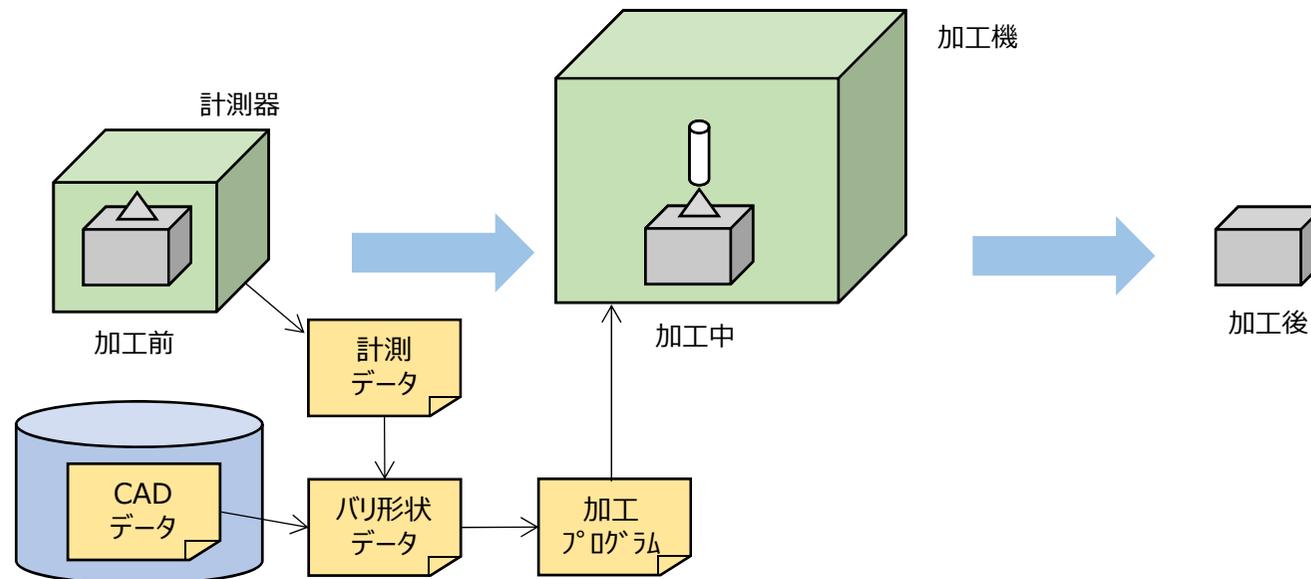
AS-IS

～ 人手による加工 ～



TO-BE

～ 計測データを活用し、既設加工機で自動加工 ～



● 目的

- ・3次元測定にて取得した個体形状データを利活用し、個体に合わせ自律的にバリ除去加工が可能かを検証する。

● 狙い

- ・既設の加工機を活用し、個体に合わせた自律加工を適用させることで、人手による加工を軽減する。

● 方針

- ・オフラインにてシステムの実現性を検証する。
- ・測定→データ変換→加工プログラムへの展開が出来るかを検証する。
- ・既設の加工機(マシニングセンタ)を用いて加工可否を検証する。

● 対象ワーク

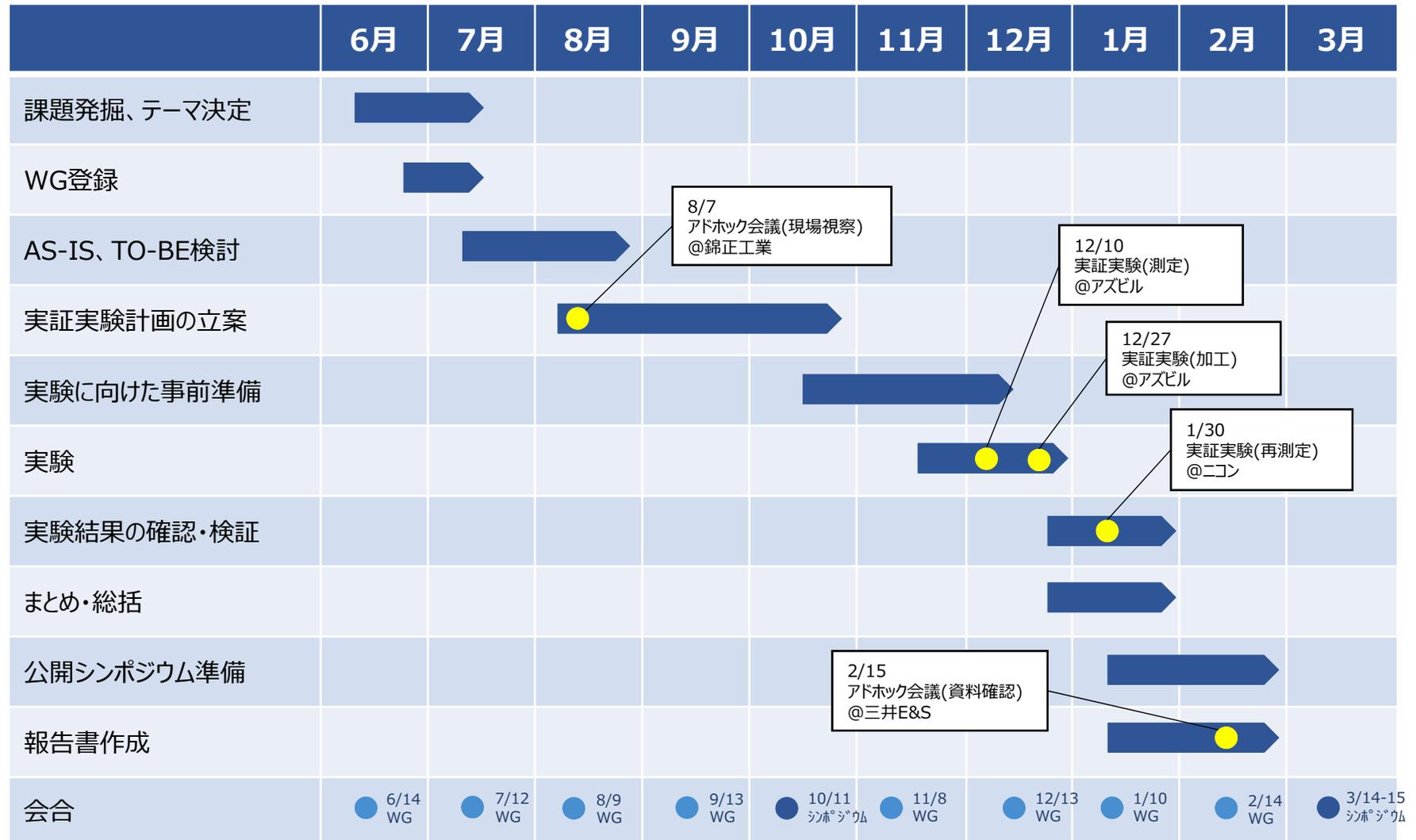
- ・錦正工業(株)より提供。(右の画像)
- ・内径円周上に発生しているバリを対象。

● 実証実験場所

- ・アズビル(株) 藤沢テクノセンター



実証実験：計画



■ 実証実験：シナリオ

①治具 ▼	・ワークの固定 ・加工基準の設定	アズビル(株)
②計測 ▼	・ワーク形状の測定	(株)ニコン
③データ変換 ▼	・計測結果→点群データ→ソリッドモデル ・バリ箇所の特定	(株)ニコン
④加工プログラム ▼	・基本ツールパス作成 ・バリ箇所の認識	アズビル(株)
⑤加工 ▼	・バリ部のみ加工	アズビル(株)
⑥評価	・加工後の仕上がり評価(目視と計測) ・実証実験結果のまとめ	錦正工業(株) (株)ニコン



■ 実証実験：使用コンポーネント



	名称	形式	メーカー
②計測	多関節型三次元測定機	MCAx+	(株)ニコン
③データ変換	三次元計測ソフトウェア 三次元スキャンデータ処理ソフトウェア	PolyWorks Inspector Geomagic Design X	PolyWorks Japan(株) 3D Systems Japan(株)
④加工プログラム	CAD/CAM	Top Solid	コダマコーポレーション(株)
⑤加工	立体マシニングセンタ	MV-5000A/40	DMG森精機(株)
⑥評価	多関節型三次元測定機	MCAx+	(株)ニコン



①治具

- ・ワークの固定
- ・加工基準の設定

11/30 アドホック会議@アズビル(株)



基準ピン
(座標 $x,y,z=0,0,0$)

<仕様>

- ・加工応力を考慮の上、内径三つ爪クランプを採用
- ・加工基準として基準ピンをセット

<製作>

- ・アズビル(株)にて加工・組立



治具設計協議



治具構造の検討

自律加工に対応した治具が完成



②計測

・ワーク形状の測定

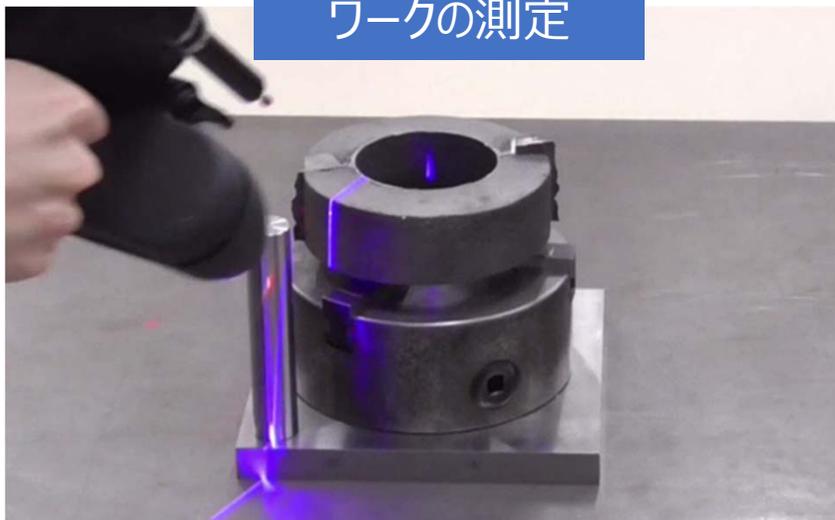
12/10 実証実験@アズビル(株)



多関節型三次元測定機
MCAx+ (Nikon)

- ・高精度なポータブルアーム型三次元測定機
- ・治具基準部含め、ワーク全域を高速にスキャン
- ・ワークの3次元情報を取得

ワークの測定



測定データ化



ワーク形状のデジタルデータ化が完了



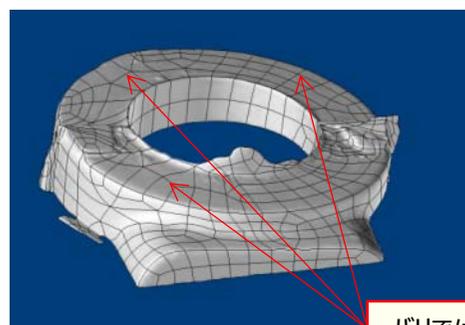
③データ変換

- ・3次元計測結果→点群データ→ソリッドモデル
- ・バリ箇所の特定

点群データ

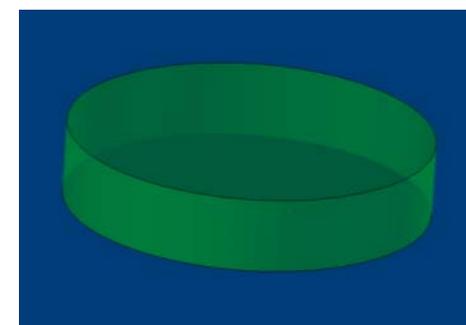


ソリッドモデル



バリではない面

バリ箇所の特定



三次元計測ソフトウェア
PolyWorks Inspector
計測結果を点群データ化

三次元スキャンデータ処理ソフトウェア
Geomagic Design X
ソリッドモデルに変換

三次元スキャンデータ処理ソフトウェア
Geomagic Design X
・基準形状モデルを作成
・基準と実測の差分をバリとしてみなす

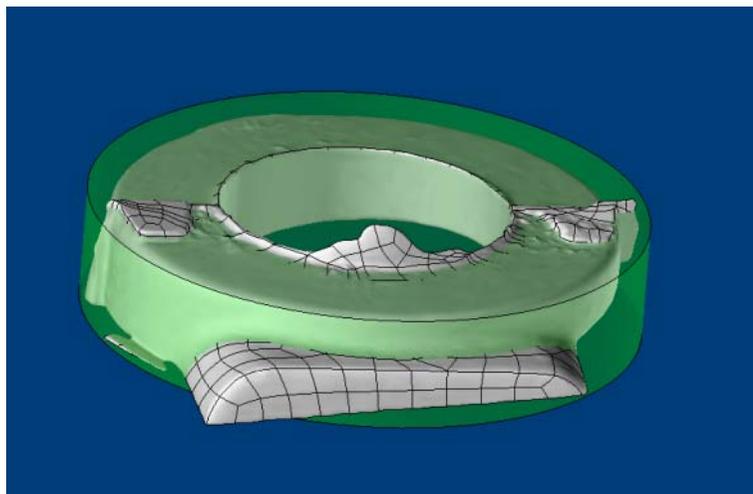
加工データへの変換と加工対象の特定が完了



④加工プログラム

- ・基本ツールパス作成
- ・バリ箇所の認識

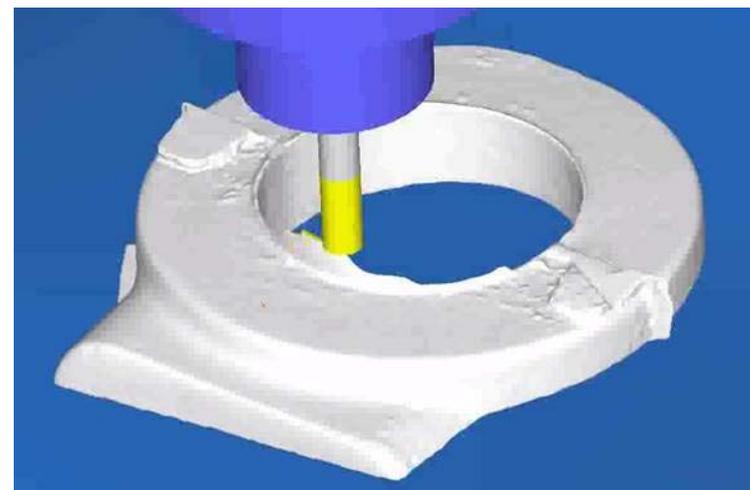
バリ箇所の認識



CAD(Top Solid)

スキャン形状と理想形状を重ね合わせ
はみ出た部分をバリと定義する

基本ツールパス作成



CAM(Top Solid)

基本のツールパスを作成

加工の準備が完了



⑤加工

・バリ部のみ加工

12/27 実証実験@アズビル(株)



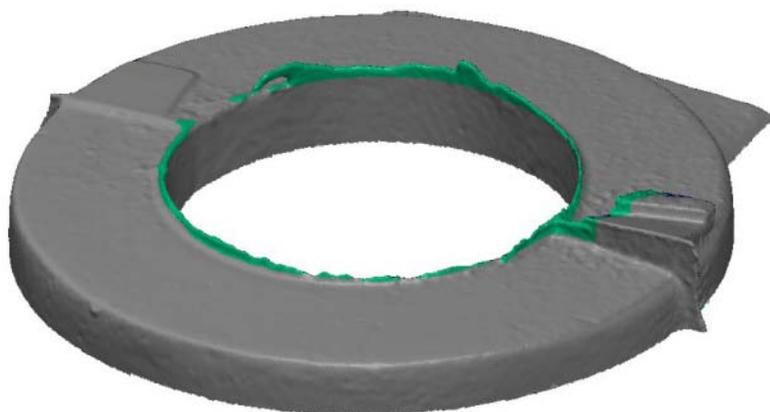
個体に合わせたバリ加工が実現



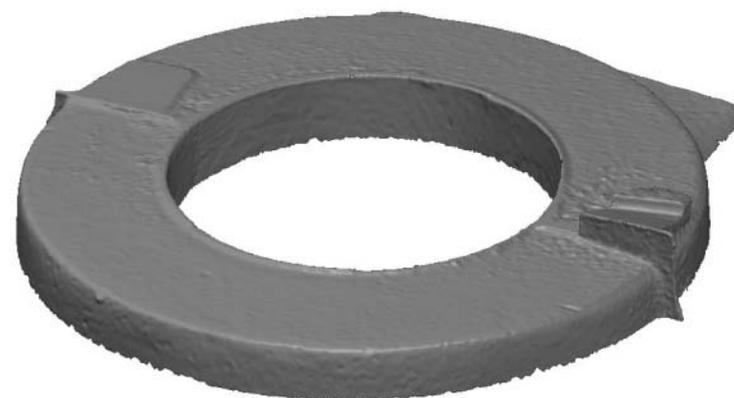
⑥評価・まとめ

- ・加工後の仕上がり評価(目視と計測)
- ・実証実験結果のまとめ

加工前



加工後



<結果>

ワーク	加工条件			評価	
	切り込み量 (mm)	送りスピード (mm/min)	回転数 (rpm/min)	加工時間 (分)	バリ残り (mm)
No.1	0.2	400	4,000	20	0.2
No.2	0.5	800	4,000	5	0.5

<まとめ>

- 仕様通りの自律加工が出来た。
- テストレベルでの加工時間が確認出来た。
- テストレベルでの仕上がり品質が確認出来た。

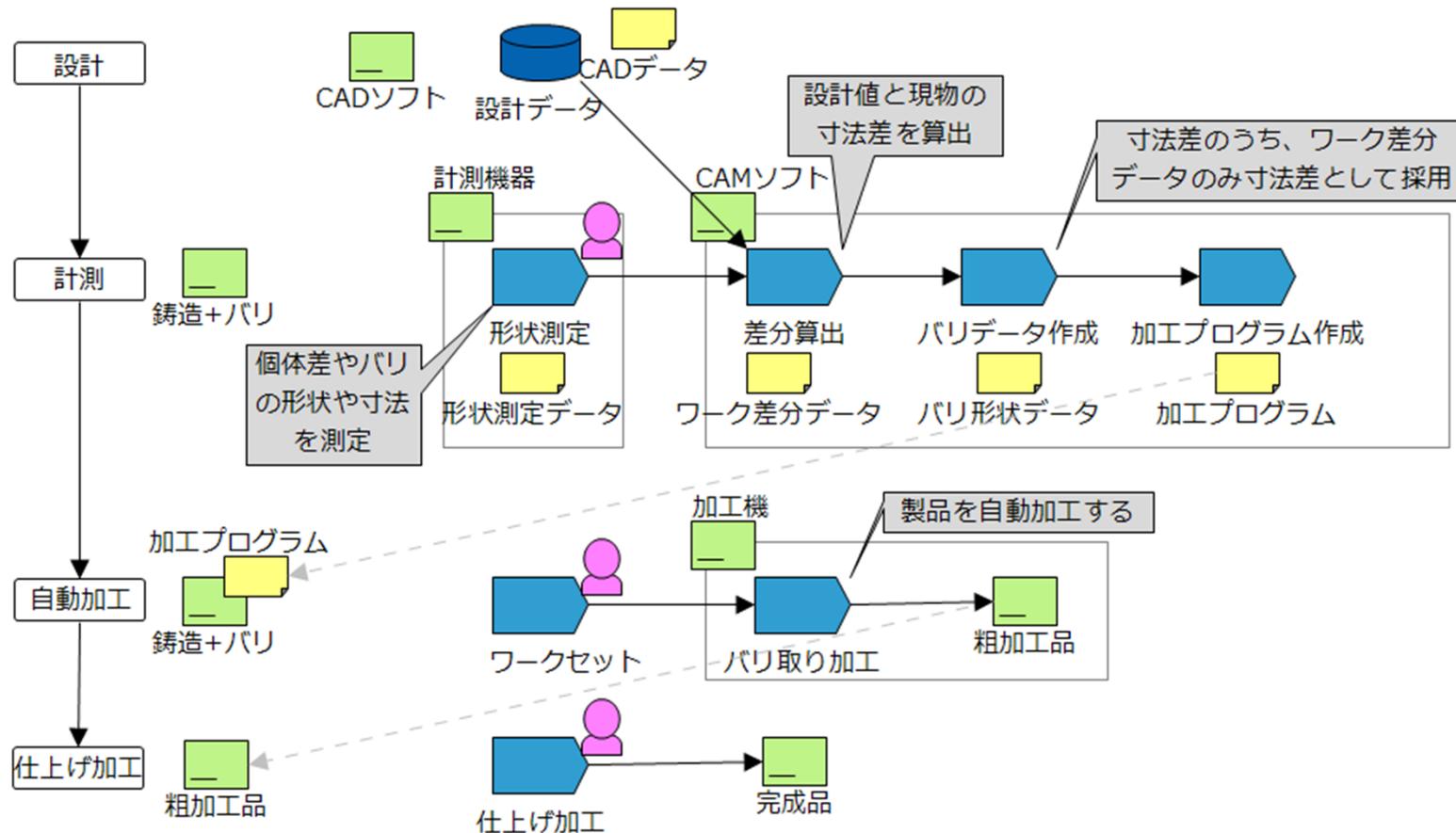
Special Thanks ~実証実験のご協力~

- ・錦正工業(株)様 ... ワーク提供
- ・アズビル(株)様 ... 実験環境提供、加工対応
- ・(株)ニコン様 ... 計測・データ変換対応

実証実験完了



● 量産適用に向けたシステム提案

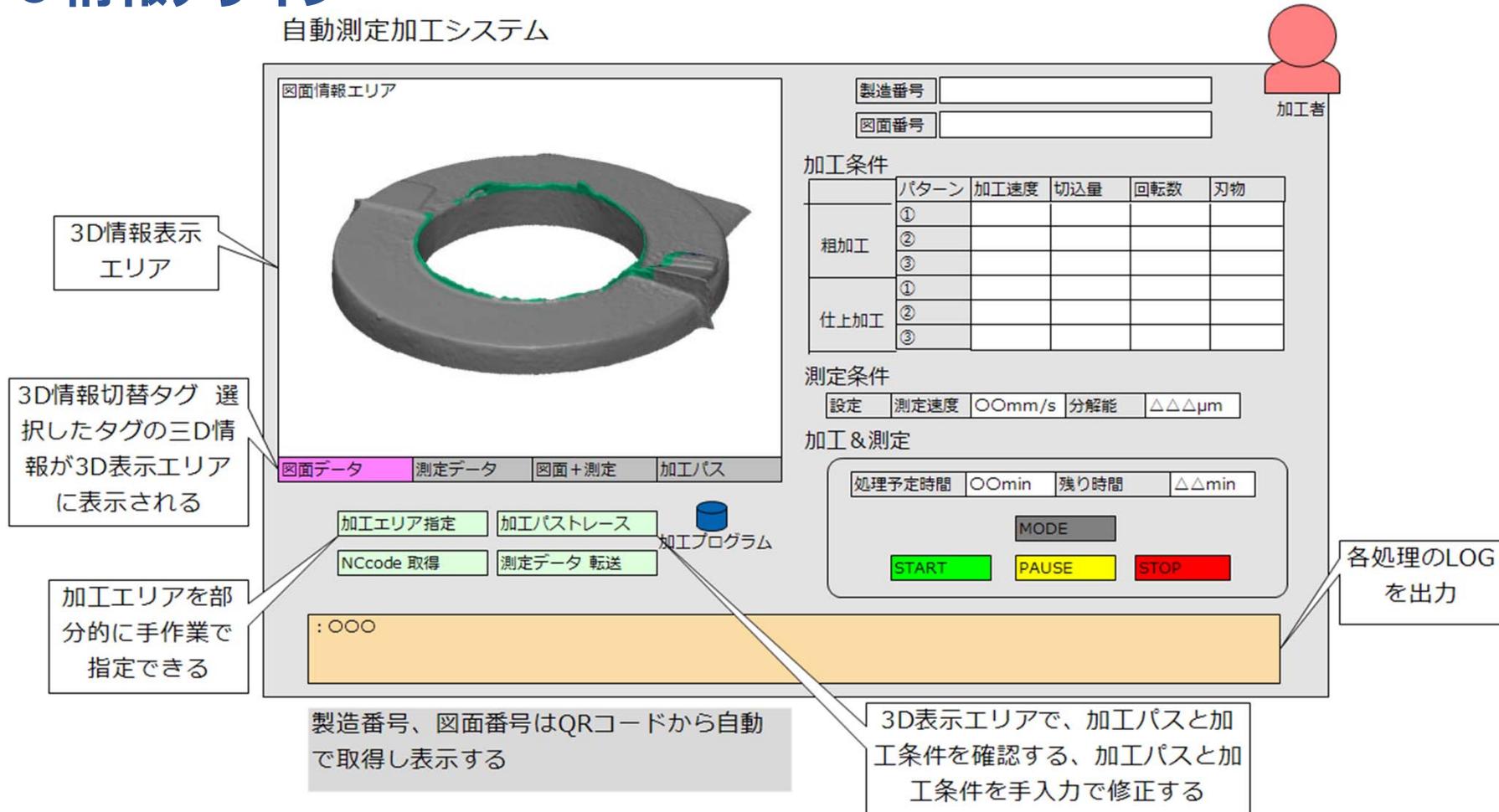


- ・測定データから加工データまでの一連のデータ変換をシームレスに自動展開
- ・個体情報と測定データ情報がトレースされ、加工機にセットすると最適化されたプログラムが個別に展開



● 情報デザイン

自動測定加工システム



測定データを取り込みCADデータとの差分を演算し、
個体に合わせた最適な加工プログラムへ変換・展開するシステムのGUIイメージ。



● 得られる効果見込み

提案するシステムでの加工時間の差をシミュレーション。
バリ含めた除去が必要な部分を加工した場合での、手作業と自律の加工時間を比較。

<手作業>

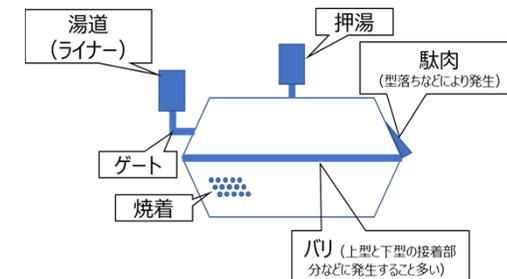


<自律加工時間> ※自律加工時間 = 手作業時間×1.5
にてシミュレーション

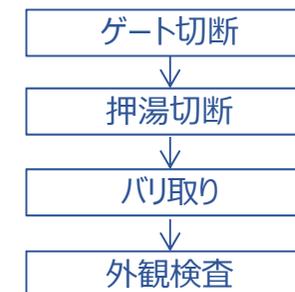


手作業時間：削減

加工サイクル時間：増加



<バリ含めた除去が必要な部分>



<除去工程順序>

手作業時間は約30%削減。目標とする人手作業の軽減は可能と想定。
しかし自動加工の時間が掛かるため、加工サイクルの時間増加が課題。



● 実証実験結果

- 提案するシステムのオフライン検証完了。
- 加工条件、仕上がり品質の現状把握完了。
- 実用化に向けたシステム提案が完了。
- 効果試算が完了。

● 振り返り

- オフライン検証ではあるが、データ利活用による自律的なものづくりの事例が出来た。
- データの利活用により効率化の可能性が見えた。他テーマへの適用検討も増やす必要あり。

● 実用化に向けた課題

- 手作業同等を目指した自動加工時間の短縮。
- 加工データへ変換する時間短縮。
- 手作業加工の更なる削減。
- ソリッドモデルへのデータ生成精度の向上。
- 所有コンポーネントが無い場合の投資判断。
- 官能的な仕上がり品質基準の定量化。
- 実運用レベルでのシステム信頼性検証。

