

## 特集

## Special Feature

[DX (デジタルトランスフォーメーション) : 第3部 DXの実践]

# 10 DXによる部品加工プラットフォーム



## —高精度部品加工技術における 脱・属人化と共有知—



山本勇輝 | HILLTOP (株)

HILLTOP (株) (以下「HILLTOP」) はアルミニウム材の部品加工分野の中小ものづくり企業であり、主に、研究開発や新製品開発の試作品段階から製品化までのサポートを行う。本稿では、HILLTOP がどのような目的のためにデジタルトランスフォーメーション (以下 DX と略記) を製造工程に組み込み、どのように製造業ビジネスに新しい可能性と展望を創出したかを紹介する。

### クリエイティブな時間創出のための技術革新

製造業での無人化・自動化は人件費などのコストダウンの文脈から語られることが多い。HILLTOP では、80年代からデジタル化を進めて部品製造技術の刷新を目指してきた<sup>1)</sup>。その中心にある考え方は「クリエイティブな時間の創出」である。システムを構築し最適化することで余暇時間が生まれ、その時間を他の事業創出・育成にあてる。

HILLTOP では加工事業以外に、装置開発事業部、医療機器事業部、企画開発推進部などが誕生している。これらは機械加工の DX が、加工従事者に加工作業以外の時間をもたらしたことで、新事業やソフトウェア開発などに使う時間が生まれたことによる。

HILLTOP では部品加工に DX を応用するにあたって次の2つの点に重点をおいている。

- (1) 誰でも使うことができる高度な製造技術とプラットフォーム
- (2) 多様な人材が活躍できるワークスタイル

一般に、部品加工の世界では、技術が高度化するほど次のような問題がある。

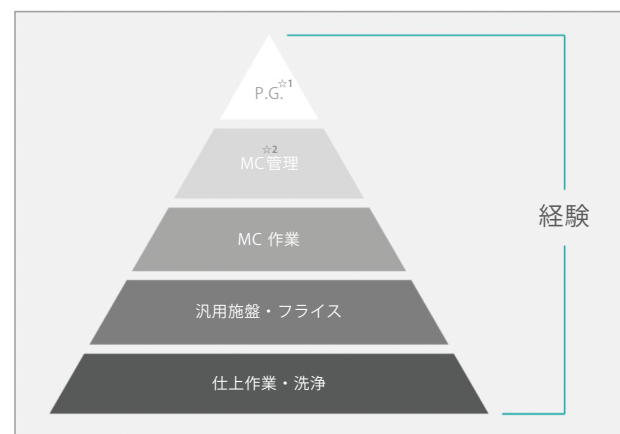
- (1) 加工技術者に属人化されやすく、技術習得に必要な時間の膨大さからなり手も減少
- (2) 技術者が常時不足
- (3) 製作コストと失敗リスクの大きさから経営上必要な利益と稼働率を十分に保つのが難しい

HILLTOP は、加工技術者に技術を占有させることなく、誰もが使える「共有知」化を DX によって実現している。

### DXによる職人技のツール化

図-1 に示すように、高度な部品加工を行う際に必要とされる条件として次の3つがある。

- A) 部品形状と加工アプローチの知識 (機械プログラム)
- B) 高精密加工が可能な加工機械
- C) 加工機械を扱える知識



■ 図-1 加工現場での経験値に基づく技術の5階層

☆1 プログラマ

☆2 マシニングセンタ (machining center) は、主として回転工具を使用し、フライス削り、中ぐり、穴あけおよびネジ立てを含む複数の切削加工ができる

## 特集

## Special Feature

ここでいう知識は「経験」という言葉と置き換えることも可能だろう。図-1は加工現場において、経験値に基づく技術を5つに階層化したものである。上から3つが先ほどの(A)～(C)に対応する。ピラミッド型になっている理由は上段へいくほど高度な技術が要求されるため、その分習熟している技術者が少なくなることを示している。

しばしば熟練工の技術レベルの高さは「職人技」と呼ばれ、その語には「真似のできない技術」というニュアンスが含まれている。はたして職人技を再現することは不可能だろうか。

HILLTOPの加工技術の方向性として、加工職人ロボットのような高度な加工技術を寸分たがわずにハードウェア的に再現することはない。ソフトウェア的に数値化できる部分を分析し、加工条件という観点からその技術をデジタル化し集積していく。データベース化されたビッグ・データから確率的に最適化された加工条件をユーザ（工程設計者やプログラマ）に提供する、誰もが使える加工アルゴリズムとプラットフォームの構築を目指している。

## HILLTOP System

HILLTOPは自社開発した生産最適化システム「HILLTOP System」を通して部品製造を行う。システム内の加工データベースには過去30年間約20万件のデータが格納されており、新規部品製造の際には最適化された製造工程が自動で計算され、加工



■図-2 HILLTOP Systemの構成  
受注してから製品ができるまでシステム上で管理

者に提供される。機械・工具選択、プログラム作成などの設計・実装部分が自動化・半自動化されることから、大幅に製作時間と作業負担が削減される。アルミ材の取り付けや機械の保全部分といった基礎的なオペレーション部分以外はシステムによってほぼカバーしている（図-2）。システムの使用法を簡単に習得するだけで、高品質の加工品を製作することができる。経験による技術レベルの差が、システムを通じた「共有知」によって補われ、誰がユーザであっても安定した品質のものづくりが実現できる。

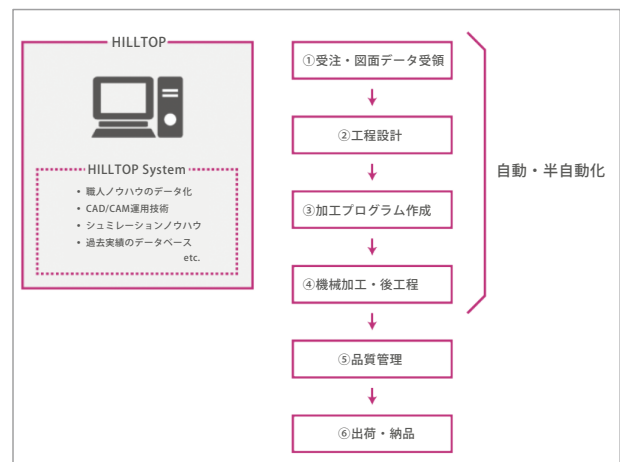
ユーザは、熟練工の経験や知識をHILLTOP Systemの活用により「共有知」として使用することができる。最適化されたアルゴリズムにより、加工パターンのサンプルがユーザに提供され、きわめて簡単な操作で高度な加工プログラムを作成できる。

またシステム内で機械や工具の状態や全製造工程がバーチャル化されていることから、レビュー・再現機能で実際の加工の前段階で失敗も回避できる。

これによって、生産工程の属人化を回避しながら高い生産性を得ることができる。HILLTOP Systemの利用プロセスを図-3に示す。

システムの機能として代表的なものは以下のものがある。

- (1) 加工技術の数値化：参照・再利用可能なデジタルデータ化



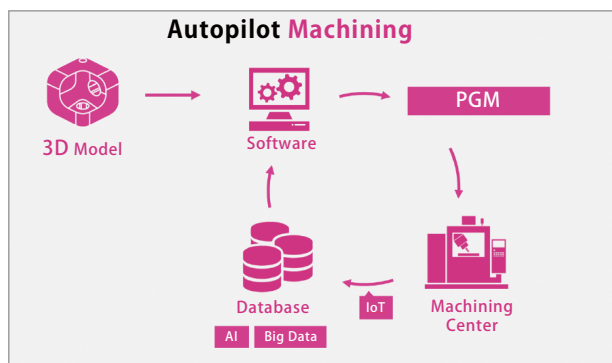
■図-3 HILLTOP Systemの利用プロセス

## 特集

## Special Feature

- (2) 機械工程のバーチャル化：加工プレビュー・失敗や損失の防止. 工場内の無人化を促進
- (3) 工程実績のデータベース化：実績のある加工データ群
- (4) アルゴリズムを用いた最適化：加工条件についてはデータベースをもとに工程の最適化・標準化を行う

また HILLTOP System はその最適化されたアルゴリズムにより、部品が製作されるごとにシステム自身がアップデートされ、さらに加工精度と加工時間の短縮に向けた最適化が実行される (図-4)。これを、Autopilot Machining と呼んでいる。



■図-4 Autopilot Machining



■図-5 製造をプログラマが実行

## 多様な分野の顧客創出・多様な人材が活躍できるワークスタイル

HILLTOP System による自動化・半自動化の工程短縮により、必然的にワークスタイルの変化も促すものとなっている。ワークスタイルの変化を過去と比較すると以下ようになる。

- (1) 昼夜3交代制を廃止：廃止後は8時から5時の営業時間のみ労働時間になるが、機械は24時間稼働
- (2) 工場（ハードウェア）とオフィス（ソフトウェア）の現場の分離：バーチャル化機能により工場の無人化・省人化を実現したため、機械の隣に人が常駐する必要がなくなった<sup>2)</sup>。遠隔での製造分業体制も可能
- (3) 人材の採用幅の広がり：工業化，機械工学の知識・経験の有無は問わずに採用し，即戦力化できる

一般に5軸加工機などを使用した部品試作にかかる製作時間は、1品完成まで1～2週間かかり、また失敗リスクも高く、経験のある熟練工のみが携われる世界でもある。HILLTOPでは、上記の方式で一日に約100種、ひと月に約4,000種の単品を安定して製作し続けている。その製作に携わるのは文系学部卒も含めた加工の経験のないプログラマたちである (図-5, 6)。



■図-6 無人化工場の様子

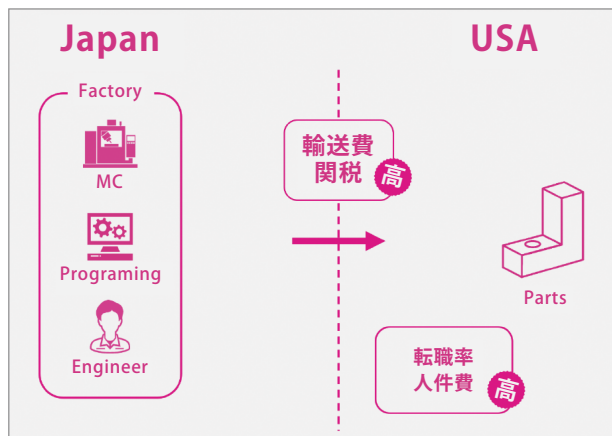
## 海外進出を可能とするもの： シリコンバレーへの進出

HILLTOP System での生産方法は、バーチャル化や自動化に加え、ハードウェアとソフトウェアが分離されていることから、海外工場を設立した場合に現地の生産体制をすぐに確立することが可能である。2013年にHILLTOPは米国カリフォルニア州に現地法人を設立した。一般に、海外工場を設立することの課題として、現地生産の品質の安定化がある。日本で製作して米国に輸送する方法は物理的には可能である。しかし、関税と輸送料、輸出規制の影響も受けやすい。一般に、試作品の国外製作は技

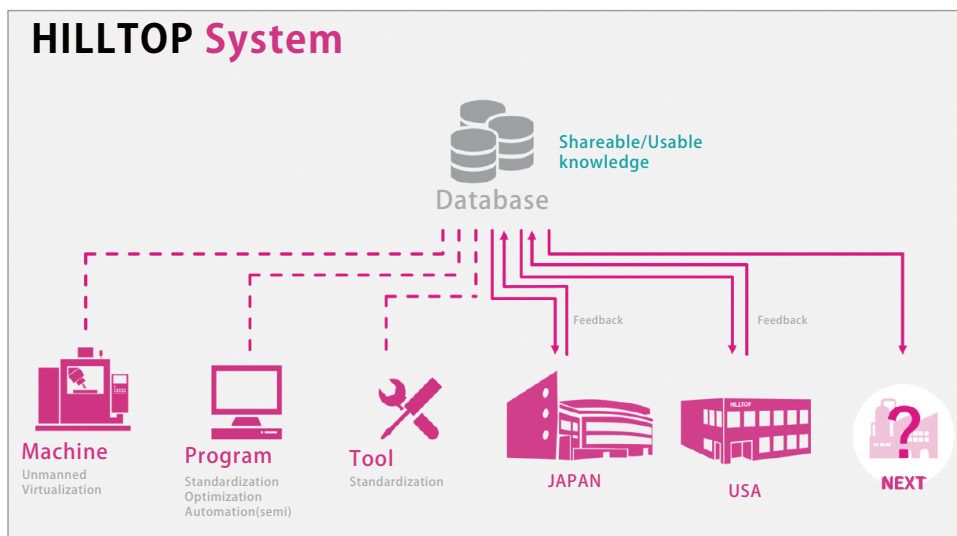
術移転と管理コストの問題から顧客側にも抵抗感もあり、現地での生産体制を確立することが望まれる(図-7)。

通常であれば、現地生産体制を確立するにはハードウェアとソフトウェアの設備投資、その設備を正しく有効に扱える優秀なエンジニアの確保、その高いコストを補うだけの営業力、チーム内の一定の技術水準の維持が必要である。HILLTOP 米国法人では属人化されない技術のプラットフォームによってそうした制約を受けずに、日本工場と同じ品質のものを製作することが可能である。製造工程と加工技術のDXによって、ハードウェア(加工機械)の設置場所による質の差は生じにくく、加工担当者が誰であってもプラットフォームを通して得られる結果に差は生じない(図-8)。

HILLTOPの米国法人は、まさにその方式で短期間・低コストで現地生産体制を確立させた。システムの理解には高度な技術的、語学的能力は問われないことから現地スタッフの採用幅も飛躍的に広がる。この方式は米国工場だけでなく、他社、あるいは他国の工場への応用も可能である。



■図-7 HILLTOPの米国進出  
アメリカには日本と同じような機械があるため、日本でプログラムを組み現地加工が可能



■図-8 HILLTOP Systemの展開

特集  
Special Feature

## HILLTOP System の 一般ユーザへの公開

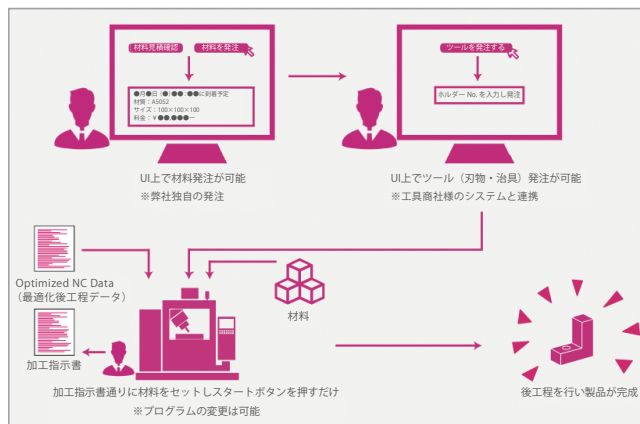
2020年現在、先に見たHILLTOP SystemをHILLTOP外部にいるユーザが使用できる、公開用アプリケーションの開発を進めている(図-9)。対象ユーザは、同業者である加工業者、あるいは自社で開発機能を持つメーカーであり、本アプリケーションを通して加工技術を提供する。

プログラム作成を含む工程設定が完全自動化され、ユーザは加工機械に材料をセットするだけで高品質の加工品を完成させることができる。ユーザの生産能力を向上させるだけでなく、次のような効果が

期待できる。

- (1) 国外進出や工場移転を容易化
- (2) 日本国内・米国内の共通の課題である製造業の後継者・技術者不足への対応
- (3) これから製造業を育成したい発展途上国の開発サポート、など本システムを使用することで技術・人材育成のコスト負担の削減

本システムが普及するにつれユーザのネットワークが形成されている(図-10)。それを俯瞰して見ると、遠隔の工場同士での加工協業体制で構築することと同義となる。それにより顧客の開発スピードを向上させ、ユーザのクリエイティブな時間を創出することができる。



■ 図-9 HILLTOP Systemの外販モデル

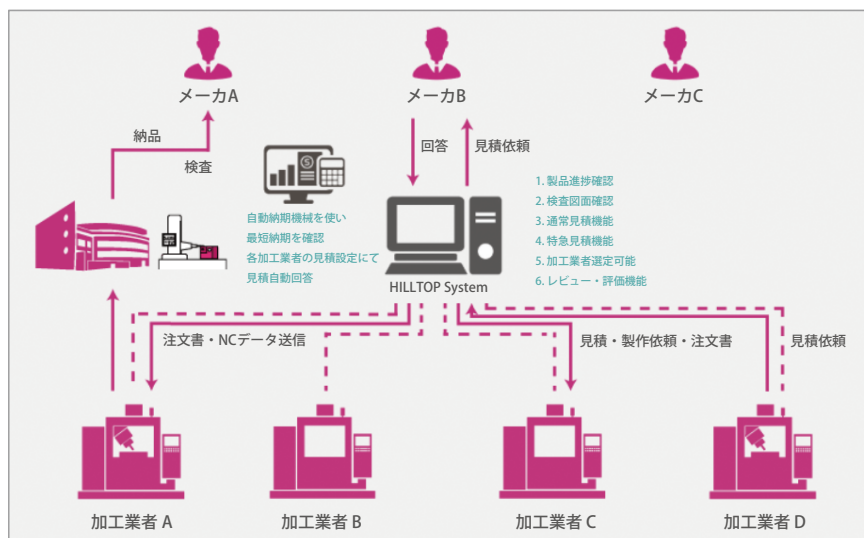
### 参考文献

- 1) 山本昌作：遊ぶ鉄工所，ダイヤモンド社 (2018)。
- 2) 完全無人で機械加工するためにシステムをつくり上げる，The ROBOT，日刊工業新聞社，pp.52-54 (2020年1月)。

(2020年7月9日受付)

### ■ 山本勇輝 yuki-y-htp@hilltop21.com

HILLTOP (株) 常務取締役，兼 HILLTOP Technology Laboratory, Inc. CEO/CTO/President. 2006年山本精工 (株) 入社。2010年製造部長に就任し生産システムと組織編成の抜本的な改革を主導。2013年 HILLTOP Technology Laboratory, Inc. 設立とともに CEO/CTO/President 就任。2020年より現職に就任。現在，AI, IoT, Big Data を活用した新しい形の製造サービスや HILLTOP System の公開用アプリケーションの開発などを主導。



■ 図-10 HILLTOP Systemのユーザコミュニティの形成