



デジタル技術による生産ライン立ち上げの効率化

Streamlining Production Line Start-Up Through Digital Technology

谷口 剛一 Koichi Taniguchi

当社は電動とエアによる制御技術を保有し、多様な自動化の用途に対応するための豊富な製品を販売している。そして、30年にわたってその製品群を活用し社内自動生産ラインを内製し、製品開発にフィードバックすることで、お客様によりよい製品を提供することに繋げてきた。

近年は少子高齢化による生産年齢人口が減少し、さらに製品販売数の増加による設備投資が増えている。このような状況において、安全性・機能性・品質などを向上しつつ生産準備期間の短縮が必要となっている。

この課題に対し、デジタル技術を活用した事例について紹介する。

We possess both electric and pneumatic control technologies and sell a wide variety of products to meet a wide range of automation applications. For 30 years, we have been providing our customers with better products by utilizing these products to build in-house automated production lines and feeding them back into product development.

In recent years, the working-age population has been decreasing due to the falling birthrate and aging population, and capital investment has been increasing due to the increase in the number of products sold. Under these circumstances, it is necessary to shorten production preparation time while improving safety, functionality, and quality.

This presentation will introduce examples of the use of digital technology to address this issue.

1 はじめに

市況の悪化により減少していた設備投資は回復基調にある。人手不足、働き方改革を背景とした労働時間の適正化に向けた省力化投資や、老朽化した設備の更新投資などにより、設備投資は今後も増加すると見込んでいる。また、デジタル化の進展に伴う技術革新や顧客ニーズの変化の加速に伴い、製品のライフサイクルは短縮の一途をたどっている。世界経済はめまぐるしく変化し、不透明な状況が続く中、短時間で生産能力を向上させ、生産体制を構築していかなければならない。改革に挑戦し、生産ライン立ち上げの品質向上とスピードアップを同時に果たす必要がある。

2 デジタル技術導入の背景

新製品発売や、既存製品の増産を行うには生産ラインの導入、改造が必要となる。①生産企画→②工程設計→③生産レイアウト検討→④設備導入→⑤量産試作という流れで企画は進む。この中で②から④は生産技術が主体となり開発を行う生産ライン立ち上げの工程である。これら各工程が何をどのように行っているか現状把握を行い、それぞれの工程で問題の洗い出しに取り組んだ(Fig.1)。

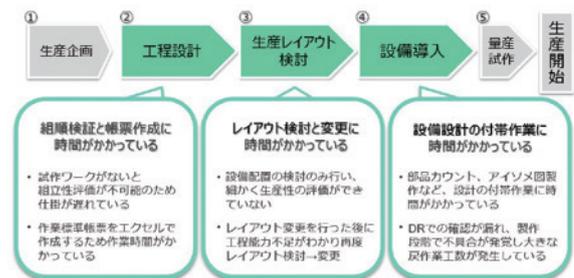


Fig. 1 生産ライン立ち上げの現状

②工程設計では、組順検証と帳票作成に時間がかかっていることが分かった。これは試作ワークがなく、組立性評価ができずに仕掛りが遅れること、作業標準帳票をエクセルで手入力作成するため作業時間がかかることが原因となっている。

③生産レイアウト検討では、レイアウト配置検討と変更の問題があることが分かった。これは設備配置の検討のみ行うことにより細かく生産性の評価ができず、実際にレイアウト変更を行った後に、工程能力不足が露呈し、再度レイアウト検討からやり直すということが原因となっている。

④設備導入では、設備設計の付帯作業に時間がかかっていた。構成部品のリストアップやアイソメ図(立体を斜めから見た図)作成など、設計の付帯作業に時間がかかることや、デザインレビューでの確認が漏れ、製作段階で不具合が発覚し大きな戻作業工数が発生していることが原因となっている。

各工程は共通して、2D図面データや、エクセル帳票を用いており、それによる非効率な作業と、不具合による戻作業により作業時間がかかっている。この問題を解決するため、作業の補助となるデジタルツールの新規導入検討を開始した。

3 デジタルツールの選定

ツール導入に当たり、以下の項目を重視し導入前検討を行った。

- a.現状把握で洗い出した問題を解決できるための機能を備えていること
- b.国内シェアが大きく継続的なバージョンアップを期待できること
- c.保守内容に講習と補助機能の開発サポートがあること

a.はツールを導入するための主目的であり、b.とc.は導入後速やかに定着し、定着後長期にわたり運用を行うための要件である。

3-1 工程設計工程のツール

この工程は製品の組順検討やFMEA(故障モード影響解析)などを行い、それにより生産ラインの構成と設備を決定する。現状は試作ワークや2D図面を元に検討を行い、その結果をエクセルの帳票や2D図面に保存していた。もし試作ワークが無い状態で3D製品データを活用し、ツール内で組立性評価と業務帳票作成が可能ならば、製品設計の段階から生産準備に取り掛かることができる。このため、詳細要件は製品図面を元に製造フローを作成し、これに基づいて、組立手順、工数算出、工程設計、FMEAを検討が可能なこと。そして、検討結果を一括保存し、作成済の製造フローより作業標準書、QC工程表、FMEAを自動出力できるとし、この機能を満たすソフトウェアを選定した(Fig.2)。

しかし、3D製品データが未整備であったため、今回は導入を見送った。

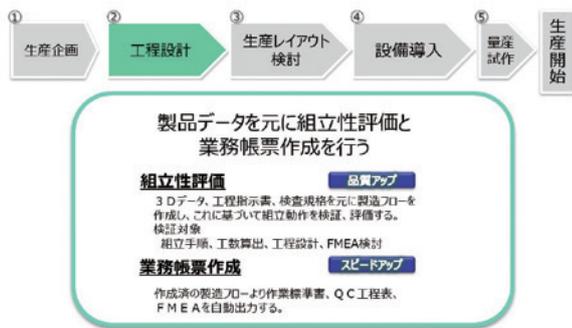


Fig. 2 工程設計ツールの要件

3-2 生産レイアウト検討工程のツール

この工程では、決定した生産ラインの各設備をフロアに配置し、その生産性とラインに配属される作業者の作業動線を検討している。現状は2Dで書かれた工場フロアに各設備を配置し、エリアに収まるかどうかを検討している。人の手作業動線を考慮することや、複数の案を同時に比較検討し最適な案を出すことは行っていない。

この為、仮想3D生産ラインを作成し、作業動線長の計算や作業者の負荷、作業人数の増減による作業バランスの平準化などを複数案同時に行える機能を備えていることを導入要件とした(Fig.3)。

人間系を中心とする工程設計が可能であり、工程、レイアウトを入力するだけで人の動作や機械の同期を半自動生成できるソフトウェア「GP4」を導入した。

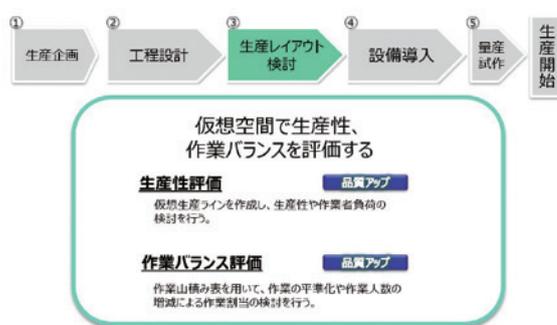


Fig. 3 生産レイアウト検討ツールの要件

3-3 設備導入工程のツール

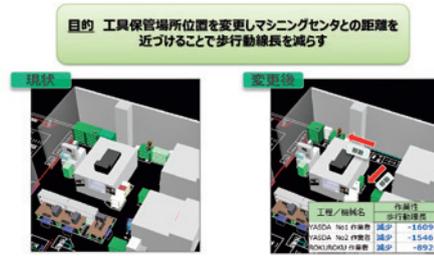
この工程では決定した各設備の要件をもとに設備設計、製造を行う。設備設計、設計後のデザインレビューは2D CADを用いている。デザインレビューでは設計の妥当性や部品同士の干渉の確認、安全性、保守性の検証を行っているが、レビュー者全員に設計の意図が伝わりにくく見落としが発生している。さらにデザインレビュー後の図面出図作業にて部品カウントや3Dアイソメ図の作成など付帯業務に時間が多くとられている。

このため3D作図により動作や形状の検討や、デザインレビューの効率化ができ、付帯業務の自動化を行えることを導入要件とした(Fig.4)。

複雑な機械でも軽快に動作し、視認性がよく、付帯作業の自動作成機能が搭載された3D CADソフトウェア「iCAD」を導入した。



Fig. 4 設備導入ツールの要件



歩行動線長比較表

工程/機種名	作業名	歩行動線長
YASDA No1 作業名	減速	-1600.0
YASDA No2 作業名	減速	-1540.2
YOKURIKU 作業名	減速	-892.6

Fig. 7 案2

4 導入事例

ここからは事例を紹介する。

4-1 GP4を使用した生産レイアウト検討

事例1 既存生産ラインレイアウト改善

作業動線に歩行の無駄が生じている既存生産ラインにおいて、3つの改善案を精度よく検討するためにラインを3D化し、それぞれの改善案の実施可否判定を行った(Fig.5)。

既存ラインの変更なしで事前に精度よく検討することができ、高品質な現場改善ができた。



Fig. 5 製作した3D生産ライン

「案1」は、マシニングセンタの向きの変更である。比較結果では事前予想と異なり歩行動線は約7メートル増加したため、実施しないことにした。実際に実施すると約60万円の損失が発生していた(Fig.6)。



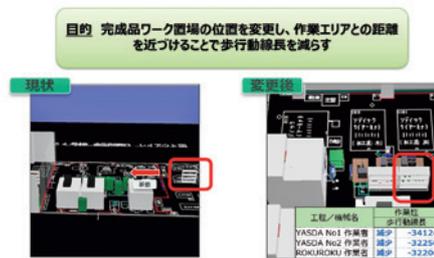
歩行動線長比較表

工程/機種名	作業名	歩行動線長
YOKURIKU 作業名	増加	714.0

Fig. 6 案1

「案2」は、工具保管位置の変更である。位置を変更しマシニングセンタとの距離を近づけることで作業者の歩行動線が減少した。そのため案2は実際に現場改善を実施した(Fig.7)。

「案3」は完成品ワーク棚位置の変更である。検証により歩行動線を減らすことができたため、案3も現場改善を行った(Fig.8)。



歩行動線長比較表

工程/機種名	作業名	歩行動線長
YASDA No1 作業名	減速	-341.24
YASDA No2 作業名	減速	-322.86
YOKURIKU 作業名	減速	-322.86

Fig. 8 案3

4-2 GP4を使用した生産レイアウト検討

事例2 遠隔工場の生産ライン立ち上げ

遠隔地での工場立ち上げにおいて、現物なしでも具体的なイメージを共有する目的で仮想3D工場を製作し、製品動線、作業者動線、見学者動線を検証し効率的なレイアウト、機器の配置を行った(Fig.9)。

現地出張なしでも複数案の比較検討を分かりやすく行えたため、活発なコミュニケーションが取れ、効率的な進め方ができた。



Fig. 9 製作した仮想3D工場

「製品動線」の検討では搬入エリアでの長物材料の搬入向き決定に活用した。6メートルもの長さの材料を縦で搬入するか、横向きで搬入するかを3Dで再現し動かすことにより、スペースの占有状況や、動線に無

理がないか把握することができた。検討の結果フォークリフト作業が可能となった縦搬入を採用した(Fig.10)。

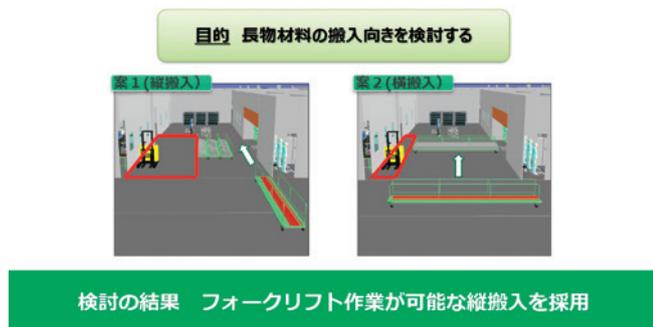


Fig. 10 製品動線の検討

「作業員動線」の検討では更衣室備品の配置向きの決定に活用した。作業員収容数を最大化しつつ、備品倉庫を備えるために、縦と横の3D図を作成し検討した。検討の結果動線がスムーズで備品倉庫が確保可能な横配置を採用した(Fig.11)。

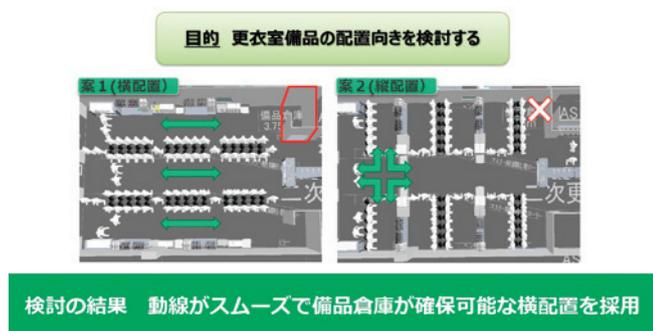


Fig. 11 作業員動線の検討

最後は「見学者動線」の検討である。見学者目線から見やすい窓位置の配置を検討した。ツールに備わる作業員視野機能を活用し、目線を意識した窓配置を採用することができた(Fig.12)。



Fig. 12 見学者動線の検討

4-3 iCADを使用した設備導入事例1 バルブ組立ライン導入

バルブの組立ラインを自動化し、生産従事者を40%削減、生産能力を2倍とした事例である(Fig.13)。

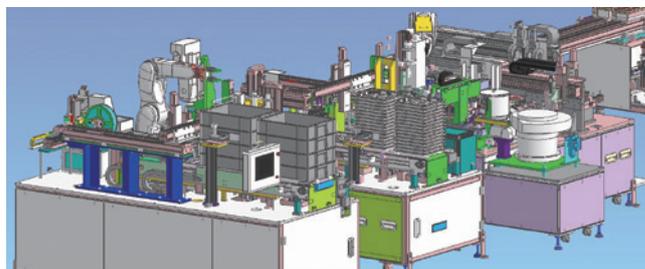


Fig. 13 製作した組立ライン

全体で14工程あるこの生産ラインにおいて、特に難度の高かった2つの工程について紹介する。

「チューブ供給」工程では自動販売機をヒントにしたからくりを設計し、従来から使用されている部品供給用パーツフィーダをやめ、スペース1/3、コスト1/2で実現した(Fig.14)。

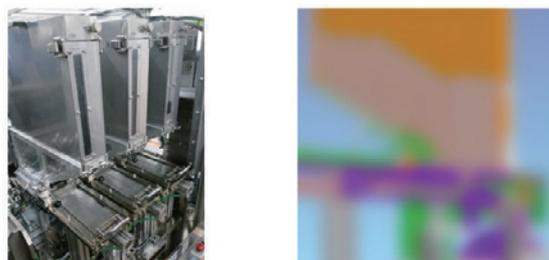


Fig. 14 チューブ供給工程

「清掃」工程では外周の清掃作業を自動化した。機構の構造検討で3Dツールの視認性の良さが活躍した(Fig.15)。

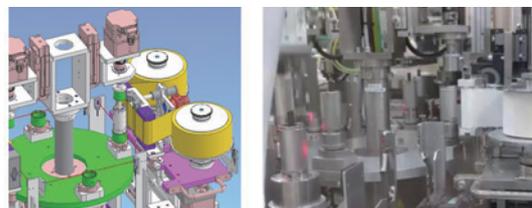


Fig. 15 清掃工程

4-4 iCADを使用した設備導入事例2 小型バルブ自動組立ライン導入

最後は小型バルブ自動組立ライン全設備11台の導入事例である(Fig.16)。

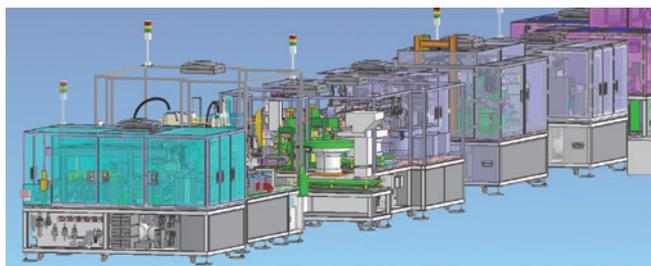


Fig. 16 製作したバルブ組立ライン

製品の需要が急激に増加しており、既存ラインでは生産能力が不足することが分かっていた。そのため短期間で生産能力を増強する必要があった。

この問題に対応するため、設計プロセス全体でデジタルツールを積極的に使用した。

その結果、Fig.17に示すように従来同規模設備では10か月かかった設計期間を3か月へと7か月短縮することに成功した。

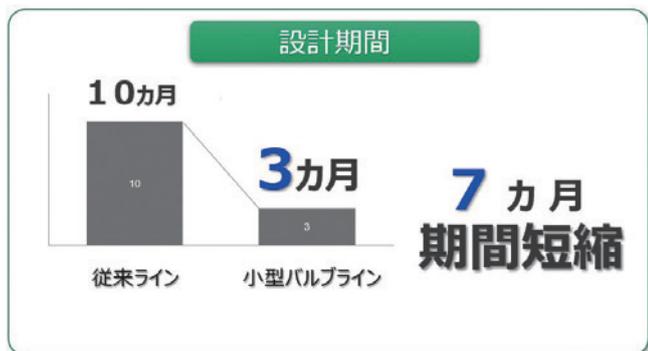


Fig. 17 設計期間比較

2D CADによる設計から3D CADにシフトしたこと、オンラインミーティングツールを使用したことにより、まず高効率のデザインレビューを実施することができた(Fig.18)。



Fig. 18 3Dを活用したデザインレビュー

2D検討では見逃していた不具合を製作前に多く発見でき、後工程での戻作業を削減できた。さらに、オン

ラインミーティングツールを用いた設備メーカーとの積極的な連携で、開発時の仕様、図面、不具合リストなどデータの一元管理と情報の即時共有ができた。

開発中の調整トラブルが発生した際には、別の場所の生産技術担当、製品開発担当、設備メーカーが画面を共有し、設備を映像で確認しながら解決に当たった(Fig.19)。



Fig. 19 現場でのオンラインミーティング

続いては付帯作業時間の短縮である。設備フレーム設計においては、2D CADで4時間かかっていた使用部品のリストアップ作業がたったの5分となり、アイソメ図制作での4時間の作業が、ボタンを1クリックするだけになるなど劇的な効果を得ることができた(Fig.20)。

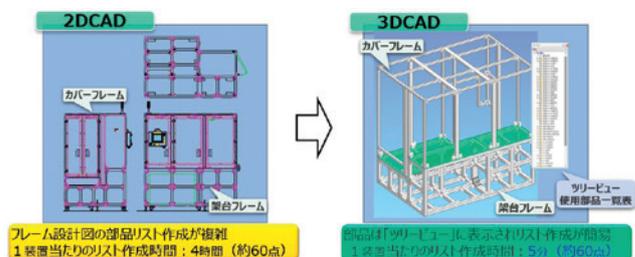


Fig. 20 設備フレーム設計の効果

5 導入後、定着までの施策

デジタルツールは2020年度に導入し3年で定着できるよう計画を立てて運用を行った(Fig.21)。

導入初年度は少人数のチームでソフトウェアの機能理解とモデルラインを用いての効果の実証活動を行った。その効果を確認した2年目は、そのソフトウェアの活用の場を広げるために、教育活動を開始した。

GP4は社内教育カリキュラム「生産技術講座」にて「すぐに活かせるデジタルツール」という題名で実践形式の操作教育を行った。この講座では受講生が業務に活用しやすいように、初年度に製作した過去のデータなどを講座内で解説し、データを共有している。iCADは外部専任講師により週1回で3か月間の教育を実施。過去の2D図面資産を3D化した。これらの教育を行う

ことで、最後の3年目はソフトを使える設計者を増やし、定着を狙った(Fig.22)。



Fig. 21 ツールの導入計画



Fig. 22 ツールの定着施策

6 まとめ

生産レイアウト検討では3Dシミュレーションを実施することにより以下が可能となった。

- ・現物無しで設備/備品/動線の効率的なレイアウト検討と共有が可能
- ・生産現場の作業動線改善で高精度かつ効率的な検証により、複数案の実施可否判断が可能

設備導入では設備開発の3D化とオンラインミーティングによる設計業務の効率化により以下が可能となった。

- ・スペース増加無で省人化、生産能力倍増を達成
- ・戻作業や付帯作業の短縮により従来同規模設備では10か月かかった設計期間を3か月へと7か月短縮

デジタル技術を活用した施策により生産ライン立ち上げの品質向上とスピードアップを果たすことができた。

7 今後の展望

今後はツールの定着施策を引き続き行い、生産ライン立ち上げ事例のデータを共有することでより効率化を目指していく。デジタルによる業務効率化は今後も重要な課題である。今回導入を見送った工程設計での導入検討を含めて取り組みを加速させる。

8 おわりに

デジタル技術による生産ライン立ち上げの効率化に取り組んだ事例を紹介した。ものづくりの基本である現場をおろそかにすることなく、安定した品質を追求し、お客様により良い製品を提供できるように日々努力をしていく。

執筆者プロフィール



谷口 剛一 Koichi Taniguchi
機器事業本部
Components Business Division