

(技術資料)

アジャイルの原則を適用した生産管理の業務変革

福田啓一*¹・井本考亮*¹

Business Process Re-engineering of Production Management Applying Agile Principles

Keiichi FUKUDA・Takaaki IMOTO

要旨

事業環境が変化する中、デジタル技術を活用したDXの推進が必要とされており、また、不確実性の高いDXの業務変革では、アジャイルの原則を適用することが望ましいと提言されている。そこで、この提言を踏まえ、当社でもチタン工場の生産管理業務を対象に、簡易な業務支援ツール群の適用と改善試行のPDCAサイクルによる業務変革を実施した。その結果、アジャイルの原則が、ノウハウや制約が数多く残るレガシーな生産管理の業務変革に有効であることを確認した。

Abstract

In a changing business environment, it is necessary to promote Digital Transformation (DX) by utilizing digital technology. Additionally, for DX business transformations, which are highly uncertain, it is recommended to apply agile principles. On the basis of this recommendation, Kobe Steel has implemented a business transformation in the production management operations of its titanium plant. This has been achieved through the application of simple business support tools and the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle for continuous improvement. As a result, it has been confirmed that agile principles are valid for the business transformation of legacy production management operations, which still have numerous constraints and accumulated know-how.

検索用キーワード

DX, 業務変革, アジャイル, 生産管理, PDCA サイクル

まえがき=デジタル技術の急速な発展、パンデミックやSDGsなどの外部環境の変化の激しさ、企業活動のグローバル化などが加速している。こうした要因を背景に、企業競争力の維持・拡大にはデジタル技術を活用した事業変革、すなわちデジタルトランスフォーメーション(以下、DXという)の推進が必要とされ、業界によらず多くの企業が取り組みを開始している。しかしながら、一般社団法人日本能率協会の2022年度の調査では、「すでに取り組みを始めている」企業が55.9%と前年から増加しているにもかかわらず、「大いに成果が出ている」「成果が出ている」企業は合わせて16.9%にとどまり、成果を実感している企業は多くはないことが分かる¹⁾。DX推進の課題については、DX推進人材の不足、DXに対する経営戦略の不足について、具体的な事業への展開の困難が挙げられており、DXを推進する方法論が大きな課題の一つとなっている。

DXの推進については、DX白書2023など多くの文献で「アジャイルの原則」²⁾に従ったプロセスの必要性が提言されている³⁾。DXによる事業変革では、多くの場合、最終的なあるべき姿の不確実性が高く、技術の適用可能性も分からない状況下において推進することが求められるため、事前に立てた綿密な計画をそのまま実行するのではなく、仮説をもとに活動を始め、状況に応じて

柔軟に対応していくことが必要となる。システム開発においても、従来のウォーターフォール型開発のみではなく、アジャイル型開発の活用を考えなければならない。

本稿では、当社素材系事業の生産管理業務変革プロジェクトにおいて、業務変革とそれを支えるシステム開発にアジャイルの原則を適用して実行した事例を紹介する。1章では生産管理業務変革におけるアジャイルの原則を適用するための基本方針を述べ、2章で具体的な実施事例を報告する。

1. アジャイルによる生産管理業務変革のアプローチ

1.1 当社における生産管理業務の課題

当社の素材系事業では、お客様からの要望に柔軟に対応、多様で高品質な製品を提供してきた。競合他社に比べ規模において劣後する事業が多い中、生産管理面では、協力会社を含む生産リソースをうまく組み合わせ、限られた設備群で多様な製品を効率的に生産するノウハウを蓄積してきており、これが当社の強みの一つとなっていると考えられる。

しかしながら、近年お客様からは、製品品質の向上、納期対応の強化、サプライチェーン全体での安定供給などの要望に加え、低CO₂操業といった新たな軸での価値創造も求められており、生産管理に代表される工場のも

*1 技術開発本部デジタルイノベーション技術センター

のづくりの難易度は日々上がっている。また、とりわけ大規模な設備投資や生産規模の拡大など前提となる事業環境が変化する場合には、これまで培ってきた生産管理のノウハウを生かしつつ、業務プロセスの再構築も合わせて必要となり、これらの課題に遅滞なく対応するためにはデジタルデータを用いた生産管理業務の変革、すなわち生産管理のDXが必要である。

1.2 業務変革におけるアジャイルの活用

アジャイル型開発は、大きなゴールをチームで共有しつつ、開発の単位プロセスを設定し、小さな開発サイクルを短時間に繰り返す手法である⁴⁾。従来のウォーターフォール型開発では、プロジェクト全体を要件定義、仕様設計、実装などのフェーズに分け、フェーズごとに基準を設けて段階的にプロジェクトを進めるが、アジャイル型開発では数週間から2~3箇月の期間を定め、その期間内で要件定義など開発する機能の選定から実装、テストまでを繰り返し、一連のPDCAサイクルの繰り返りでシステムを構築していく。

この考え方をもとに、生産管理の業務変革を進める場合の業務構築手順を図1に示す。

- (1) 新生産管理業務の基本方針の作成
 - ビジネスモデルに対する生産管理業務の目標・基本方針の定義
 - 業務フロー案の作成
- (2) 新生産管理業務の業務フローの構築
 - アジャイルの原則に則った業務フローの構築と支援ツールの開発
 - (2-1) 業務手順の作成
 - 業務手順の作成とシステム化する作業領域の特定
 - (2-2) 業務支援ツールの開発
 - システム化する作業領域における業務支援ツールの開発と改善
 - (2-3) 業務試行
 - 業務フローに従って、業務支援ツールを用いた業務試行
 - (2-4) 課題抽出・業務見直し
 - 課題抽出・業務フロー／業務手順修正・業務支援ツールの改善計画立案

上記の(1)で、まず基本方針や業務全体の業務フロー案を作成する。その後(2)では、具体的な業務手順を作成し、負荷が高く中核となる業務を特定してシステ

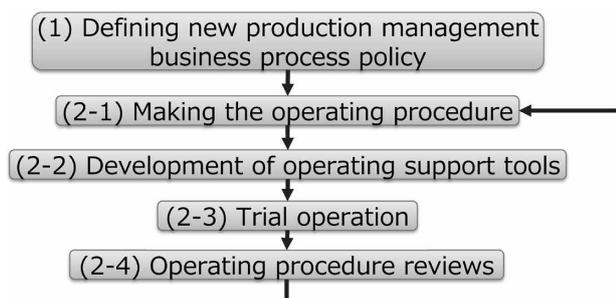


図1 新生産管理業務の構築手順

Fig.1 Construction process of new production management

ム化を図り、業務試行を行って、課題抽出・改善計画を立案するサイクルを繰り返す。このように進めることで、早期に新業務を開始し、生産管理担当者の理解・習熟を図りながら、業務やツールの課題を短期で抽出し、段階的に全体の業務変革を実行することができる。

2. チタン工場における生産管理の業務変革

2.1 チタン工場における生産管理業務の概要

当社は、チタンの溶解から最終製品まで手がける国内唯一の一貫メーカである。当社高砂製作所のチタン工場では、国内外の航空機機体メーカ、エンジンメーカのお客様に対し、純チタンからチタン合金に至る様々な材料で、鍛造品やリング圧延品などの様々な形状の製品を製造し、納入している。

チタン製品の製造は、原料から製品に仕上げるまでの様々な製造工程をあらかじめ定めた工程設計に従って行う。具体的には、原料であるスポンジチタンから鑄塊(インゴット)を製造し、鍛造工程を経て製品の素材の元となるピレット形状に加工した後、リング圧延/鍛造や熱処理、機械加工などを行って製品に仕上げていく⁵⁾。

このような製造工程に対し、当社では製品アイテムごとに専用ラインを持つのではなく、共通の設備群をロット単位で混流生産することによって、多様な製品の効率的な生産を実現している。そのため、生産管理部門では、お客様の製造計画に合わせ、各製造工程や協力会社の製造負荷を考慮しつつ生産計画を立案し、進捗実績を管理しながら、状況に応じて計画を修正するなど、多くの関係部署と情報連携しながら生産を管理するノウハウを積み重ねてきた。

しかしながら、新型コロナウイルス後の航空機などの需要回復により、今後予測される大幅な供給増に対応した継続的な事業拡大を想定すると、従来の比較的小規模な生産を柔軟に行うことを旨とする生産から、一定規模の量産を効率的かつ安定的に行うことに重点を置いた生産へと生産管理業務を変革することが必要となり、2021年よりデータに基づく業務変革の取り組みを開始した。

2.2 生産管理業務変革に向けての方針

一般的に混流生産工程で生産量を増加させる場合、業務負荷の増加に加え、工程間のバッファとなる中間製品在庫の増加やそれに伴う製造リードタイムの長期化が発生するが、チタン工場でもその兆候が発生していた。

そこで、新生産管理業務を設定するにあたり、まず、実現すべき業務の指針を以下のように定めた。

- 営業から生産管理、製造部門まで、生産管理に関係する業務間/部署間の情報連携
- 工程ごとの製造負荷/製造能力管理の精度向上
- ボトルネック工程の最大稼働実現とボトルネック工程に連動した生産計画立案

また、上記の業務指針に基づく業務フローとデータモデルを設計するとともに、大日程計画、中日程計画、中間製品在庫管理の大きく三つの領域について業務方針を設定した。その業務フローとデータモデルの概要図を図2に示す。

[大日程計画]

- ・営業部門が予算策定用として作成した販売計画に基づき、長期の製造負荷や製造能力の管理に必要な工程すべてを一元化して算出できるようにする。また、製造部門に対し、物量変動が発生する時期が可視化できるように、工程別／製品アイテム別／月別に管理メッシュを適宜細分化し、製造負荷を提示する。これにより、製造能力オーバーによる製造リードタイムの長期化や必要以上の中間製品在庫の積み上がりの発生を防ぐ。

[中日程計画]

- ・営業部門が作成した受注・引合実績などの販売明細情報に基づき、必要ときに必要なものだけを製造する受注生産の考え方で生産計画を立案する。これにより、必要以上の中間製品在庫の発生を防ぐ。
- ・日程計画を立案する際、制約条件のTOC理論 (Theory of Constraints)⁶⁾に基づき、まずボトルネック工程の製造能力を最大限発揮する日程計画を立案し、その後、ボトルネック工程を起点に、前後の製造工程の日程計画を立案する。これにより、ボトルネック工程での製造能力オーバーによる製造リードタイムの長期化や必要以上の中間製品在庫の積み上がりの発生を防ぐ。
- ・全体の工程進捗を管理するうえで、必要な工程すべての日程計画を立案する。とくに、製造負荷の大小を問わず、重要な工程を担当する製造部門に対し、定期的に製造負荷を提示する。さらに、製造負荷の変動が可視化できるように管理帳票や提示資料を刷新し、どの

時期にどの程度の製造能力が必要か把握できるようにする。これにより、製造能力オーバーによる製造リードタイムの長期化や必要以上の中間製品在庫の積み上がりの発生を防ぐ。

[中間在庫管理]

- ・工場の製造能力や製造条件を営業部門にも共有し、引合検討時には最小ロット数を満足しているかチェックして、中間製品在庫が発生しない数量に見直し可能かを確認する業務フローとする。また中間製品が最小になるように中間製品を優先的に受注・引合に引き当てて使用することを生産管理方針として明確化する。これにより、必要以上の中間製品在庫の発生を防ぐ。

さらに、上記指針に基づき、具体的な業務プロセスの設計を行った。ここでは中日程計画の業務プロセスを、**図3**を用いて説明する。

- ①販売明細情報に基づき製造量を算出する。つぎに、余材情報を基に中間製品を引き当て、新規の製造に必要な製品アイテムごとの数量を算出し、その受注・引合のお客様納期を確認する。これにより、必要最低限の製造となるようにし、さらなる中間製品在庫を発生させないようにする。
- ②製品アイテムごとに設定されているボトルネック工程の日程計画を立案する。まず、お客様納期とボトルネック工程の間の標準製造リードタイムを基に、ボトルネック工程の標準工程納期を算出する。つぎに、その標準工程納期、および製造部門から提供された製造能力の情報を基に、負荷平準化した計画を立案する。こ

Business process of new production management

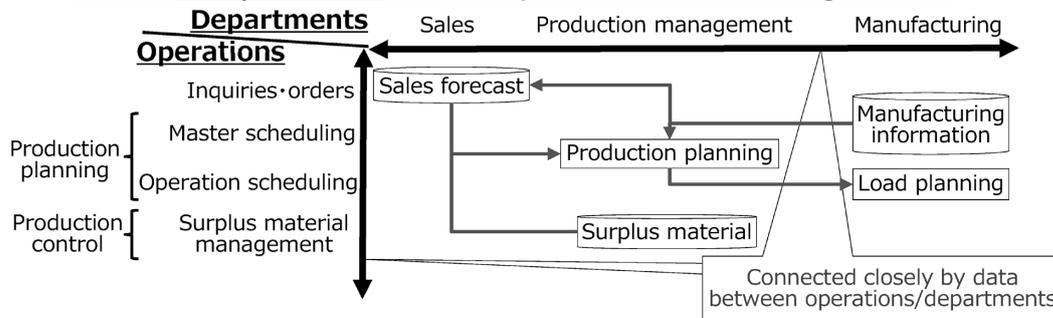


図2 生産管理業務フローのあるべき姿
Fig.2 To-be production management business process

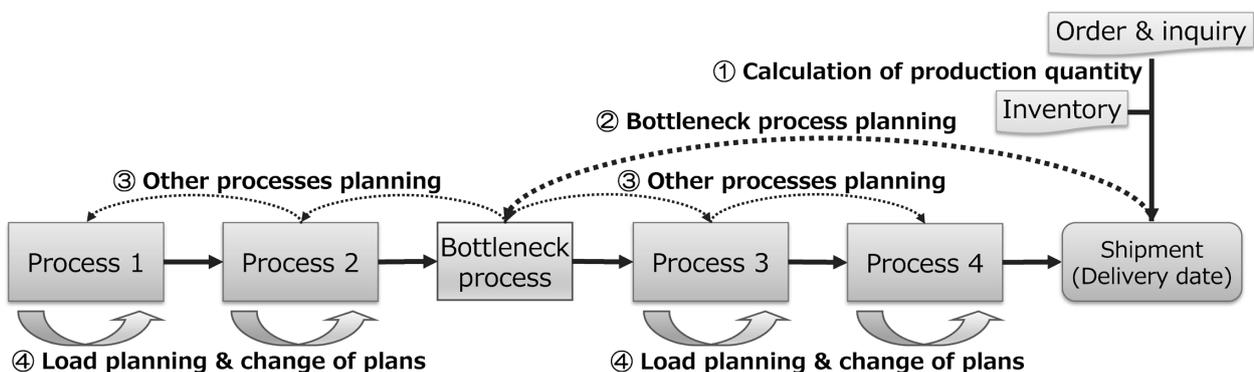


図3 中日程計画業務の流れ
Fig.3 Operation flow of to-be operation scheduling process

れにより、ボトルネック工程での製造着手待ちによるリードタイムの長期化を発生させないようにする。

- ③ボトルネック工程の日程計画を基に、前後の製造工程の製造量、および標準工程納期を算出する。その際、前後工程の標準工程納期は、ボトルネック工程の標準工程納期より、各工程間の標準製造リードタイムを用いて、それぞれバックワード／フォワード展開して算出する。これにより、ボトルネック工程を基とした、前後の製造工程の負荷平準化が図られる。
- ④製造部門と定例の工程会議を行い、各工程の日程計画、およびその計画より算出した製造負荷を連携させる。もし、ある工程で製造負荷が製造能力を超えている場合は、負荷平準化または能力向上策の検討を図る。これにより、必要な製造能力が確保でき、全工程での製造着手待ちの発生に伴う製造リードタイムの長期化を回避する。

2.3 アジャイルによる新業務の運用と改善

前節で示した新業務プロセスをすべて人手でこなすことは不可能であるが、いっぽう、すべてを一つの管理システムとして設計開発すると、完成までに多くの時間を要するうえに、各製造現場に内在する様々な要件に適合しないリスクが高くなる。

今回の取り組みでは、これら業務の中でも負荷が高い中核業務を選定し、アジャイルによる簡易な業務支援ツールを開発・提供して業務運用を行いながら新業務プロセスの定着と改善を図っていくこととした。

具体的には、②ボトルネック工程の日程計画立案、③ボトルネック工程計画を基にした各工程の工程納期算出とそれに基づく進捗管理、④工程ごとの製造負荷・能力管理を対象として支援ツールを開発した。また、販売明細情報に基づく出荷計画や中間製品在庫、各工程の製造実績など生産管理に必要なデータを整理したうえで、ツールで算出した工程の製造負荷や計画情報などを含めて

工場内で共有して運用することとした。

各ツールはおおむね2～3箇月程度の期間でプロジェクトメンバーによる内作で開発し、業務適用後は運用を通じて生産管理担当者から課題を抽出して、1箇月に一度のタイミングで改善版をリリースするPDCAサイクルを回した。

ここでは②ボトルネック工程計画立案の例として、リング圧延工程の中日程計画立案業務の新業務適用と改善の流れを説明する。

リング圧延工程では、当社が受注するリング品アイテムのほとんどを混流生産により製造している。いっぽう、生産性向上のためには同一製品を連続して圧延するロット生産を行う必要がある。

この工程の生産計画を立案するにあたり、中長期では数千～一万点程度の膨大なデータを取り扱うことになるが、これらすべてを人手作業で行うことは非現実的である。そのため、営業部門からの販売明細情報の連携タイミングに合わせ、支援ツールを用いて毎月自動立案することとした。ツールの基本要件は以下のとおりである。

- i 販売明細情報や中間製品引き当ての情報を基に、製造に必要な各品種の数量を算出し、その受注・引合のお客様納期を確認する。
- ii リング圧延工程の標準工程納期を、お客様納期からリング圧延工程の標準製造リードタイムを差し引いて算出する。
- iii 標準工程納期を製造の優先順とし、それに従い受注・引合を並べる。そして、生産性を重視して決定した標準ロットサイズに基づき、受注・引合を組み合わせ合わせてロットを編成し、ロットの製造順を決定する。
- iv 製造部門より連携された製造能力（単位製造時間）の情報を基に各ロットの製造日時を算出する。

表1は中日程計画を自動立案した一例である。複数

表1 中日程計画立案結果（一例）
Table 1 An example result of operation scheduling planning

Order				Bottleneck process					
No	Types	Delivery date	Qty	①Standard delivery date on the process	②Start date	End date	Margin (①-②)	Lot ID	Tact time
1	A	2023/08/31	7	2023/07/12	2023/07/10	2023/07/19	2	L1	57
2	A	2023/09/14	2	2023/07/26			16		
3	A	2023/09/30	3	2023/08/11			32		
4	B	2023/09/06	5	2023/07/18	2023/07/19	2023/07/24	-1	L2	37
5	B	2023/09/14	5	2023/07/26			7		
6	B	2023/09/21	5	2023/08/02			14		
7	B	2023/09/28	5	2023/08/09			21		
8	B	2023/09/30	5	2023/08/11			23		
9	B	2023/10/07	5	2023/08/18			30		
10	B	2023/10/14	2	2023/08/25			37		
11	C	2023/09/12	4	2023/07/24	2023/07/24	2023/07/24	0	L3	5
12	D	2023/09/15	5	2023/07/27	2023/07/24	2023/07/25	3	L4	5
13	E	2023/09/20	10	2023/08/01	2023/07/25	2023/08/02	7	L5	47
14	E	2023/12/20	10	2023/10/31			98		
15	E	2024/02/20	5	2024/01/01			160		
3	A	2023/09/30	12	2023/08/11	2023/08/02	2023/08/11	9	L6	57
10	B	2023/10/14	3	2023/08/25	2023/08/11	2023/09/17	14	L7	37
17	B	2023/11/14	10	2023/09/25			45		
18	B	2023/11/21	9	2023/10/02			52		

の受注・引合をロットに編成し、各ロットに対して製造日と標準工程納期を表示することで製造日の余裕日数を表示している。生産管理担当者はこの余裕日数を基に納期遅れリスクを確認し、必要に応じて

－後工程で巻き返しを図る計画を立案する

－設備稼働時間の延長（残業対応）

などの手段を取ることで納期遅れリスクを低減させる。

本ツールは、初期バージョンを短時間で設計開発し、業務適用を開始した。その後、図1（2-1）から（2-4）の改善サイクルを回すことで業務とツールを一体で改善を図った。運用期間においては、累計約25の課題が抽出されたが、優先度をつけて改善計画を立て、毎月の計画立案タイミングに合わせて新バージョンをリリースし、併せて業務の改善を図った。

このような取り組みにより、当初の目的であったボトルネック工程を最大稼働させる生産計画を毎月短時間で立案できるようになったほか、改善サイクルのコミュニケーションを通じ、現場からの自主的な改善提案など現場の改善活動の活性化にもつながった。

今回の取り組みにおいて、通常数年はかかるところを、構想3箇月、各ツールの開発3箇月、アジャイルによる6箇月の改善期間の計1年間となり、短期間に生産管理業務全体の変革を行うことができた。また、今回の取り組みの結果、主力製品であるリング圧延品の製造リードタイムが2/3に減少し、棚卸資産が半減した。さらに、倉庫保管料や製造遅延減少による突発輸送費も減少するなど、具体的な経済効果にもつながり、想定以上の効果を上げられた。

むすび=本稿では、DX推進におけるアジャイルの原則の有用性について述べたうえで、アジャイルによる生産管理業務変革アプローチについて解説し、当社チタン工場における取り組み事例を通じて、具体的な導入プロセスとその効果について述べた。

これらの取り組みを通じ、アジャイルの原則に基づくアプローチは、とくに暗黙知的なノウハウや制約が数多く残るレガシーな生産現場の変革には有効であることが確認できたと考えられる。

生産管理は、お客様と「ものづくり」をつなぎ、「もの」の価値をお客様に届ける業務である。今回の取り組みを起点に、お客様によりよい「価値」を確実に届けられるよう、DXの取り組みを進めていきたい。

参 考 文 献

- 1) 一般社団法人日本能率協会. 日本企業の経営課題2022. https://www.jma.or.jp/img/pdf-report/keieikadai_2022_report.pdf, (参照2022-12-12).
- 2) Kent Beck et al. アジャイルソフトウェア開発宣言. <https://agilemanifesto.org/iso/ja/manifesto.html>, (参照2020-06-10).
- 3) 独立行政法人情報処理推進機構. DX白書2023 エグゼクティブサマリー. 第1版, p.5-14.
- 4) 佐藤達夫. DX推進における異分野連携とアジャイルに対応したプログラムマネジメントフレームワークの提案, Journal of International Association of P2M. 2022, Vol.17, No.1, p.171-189.
- 5) 鈴木敏之ほか. チタンのおはなし改訂版, 日本規格協会, 2003, p.51-61.
- 6) Goldratt, Eliyahu M. Theory of constraints, North River Press, 1990.