

生産速度管理とは何か (2001)

[要約] SCM-TOCの登場以来、従来型のMRPⅡ生産管理理論を乗り越える研究が表に出る機会を得てきたといえる。筆者のように反MRPⅡ論者が、素直にロット生産も段取回数極小化も否定しても、それはゴールドラット博士のザ・ゴールに書かれている考え方と同じだね、といわれる時代になった。生産速度管理という難渋な表現を用いて遠まわしにMRPシステムを否定せずとも、きちんとタクトタイム・サイクルタイムにもとづく生産管理方式を導入しましょうという提案ができるのである。それにしてもMRP側から見ると生産を「速度」でとらえて統制しようという発想は百万言あっても理解が難しいかもしれない。違う世界だが、新しい見方（トヨタでは50年前から存在するが）を説明する試みである。それから、具体的にどういう生産指示方式に変えればよいかも、提言してある。

数字、計算式が多いのは、「速度」は計算によってしか表せないからである。

目次

[はじめに]

[1] 生産速度とはなにか

[2] 生産速度と能力の概念

- (1) 生産速度管理では能力はどのように表現するか
- (2) ラインに能力が「ある」とか「ない」ということの意味の定義
- (3) タクトタイムとマシンタイムとマン工数能力の関係
- (4) サイクルタイム、作業組合せとマシンタイムの関係

[3] 生産速度管理を基軸にした生産管理方式の方法論

- (1) ラインと品目と期間毎に期間単位の必要数量を指示する方式
- (2) 製品軸串刺しの速度統制
- (3) 生産計画と能力計画の一体化のしくみ

[4] 誤ったMRPⅡ理論からの脱却を提言する

- (1) MRPはどのように生産速度の等速化を阻害するか
- (2) MRPⅡにおける能力と負荷の概念
- (3) MRPⅡを含む一般的なスケジューリング手法における問題点
- (4) 非生産速度的な生産管理手法の放棄のすすめ

[5] 結語

[はじめに]

エリヤフ・ゴールドラット博士のTOC理論が世の中で脚光を浴び始めて以来、生産活動におけるSCMをどのように実現するかについて、生産管理に関係するコンサルタント、ERPベンダ、スケジューラベンダの論議とパッケージソフトがにぎやかになった。

筆者は「サプライチェーン・マネジメント [参考文献 (1)]」でTOC理論にはじめて触れたとき、トヨタ生産方式に極めて近い、という印象をもった。なぜなら、「ボトルネック以上には速くつけれない」という表現は、トヨタシステム以外で初めて「速度」について言及していたからであり、筆者が過去10年間唱えてきた「生産速度管理」を基軸にした生産管理のあるべき姿とかなりの部分で符合していたからである。

後に博士が「MRP否定論者である」ということを知るに至って、生産速度管理論を唱えてきた筆者の考えは間違っていないと確信した。筆者もまた、MRPおよびMRPⅡ（その発展型たるERPや高速スケジューリングも含めて）のアンチ論者だったからである。2001年になり漸く日本語版が上梓された「ザ・ゴール [参考文献 (2)]」では、ボトルネックの発見と対策を中心にドラム＝速度制御、バッファ＝非等速緩衝材、ロープ＝工程間連結性についての考え方とスループット向上、在庫削減、リードタイム短縮といったキーワードがちりばめられている。トヨタ生産方式との違いをひとつ挙げるとすれば、たぶんトヨタでは工程設計の観点から「NCX-10を買わなかったであろう」ということである。それは思想に基づいてものづくりを規定している企業と今初めて新しいものづくりの思想に目覚めた企業の違いである。しかしそれは単に経験の違いなのかもしれない。

以下の論考では、「生産速度」とは何かを詳細に明らかにする。明らかにした上で、生産速度管理を基軸にした生産管理方式の方法論と誤ったMRPⅡ理論からの脱却を提言する。

[1] 生産速度とはなにか

生産速度という表現方法は筆者の苦肉の造語である。トヨタ生産方式の生産管理の世界からMRPⅡの世界へ移ってきた筆者がMRPを学習するときに「何が足りない、その何かはタクトタイム／サイクルタイムの概念だ」ということに気づき、一般概念として表現するのに適当な用語として辿り着き、用いたものである。

生産速度には2とおりの表現方法がある。

(1) 単位時間（期間）あたりの必要生産数量であらわされる

- ・日量数/日産数/日製数といった1日あたりの生産数量
- ・時間当り/分当り/秒当り何個という表現の生産数量

(2) 単位個数（一般的には1個）あたりの必要生産時間間隔であらわされる

- ・タクトタイム1：トヨタが規定する「定時内時間÷必要生産数」、
または一般的な「計画稼働時間÷必要生産数」
 - 1-1. 製品スルーで見た「定時内時間÷必要生産数」
 - 1-2. 各工程での「定時内時間÷必要生産数」
- ・タクトタイム2：一般に組付（組立）ラインのコンベア速度
(コンベア上の定点－▲マーク－間移動時間)

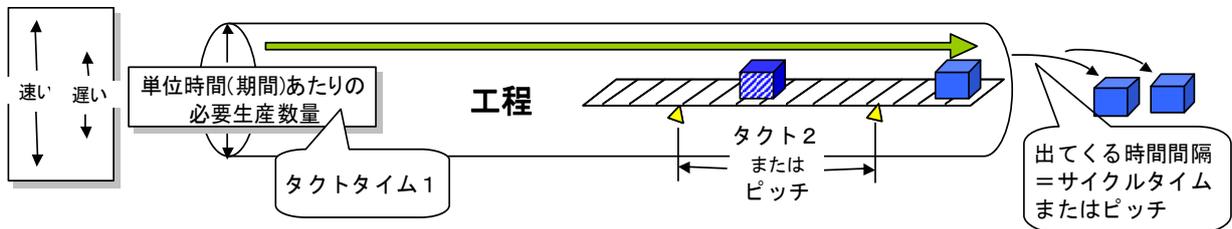
以下の記述の中で筆者が用いるタクトタイムは「計画稼働時間÷必要生産数」である。

- ・サイクルタイム：個々の工程で規定された一連の作業ひとまわりに要する時間、および、それに従ってアウトプットされる完成品のでき上がってくる間隔

タクトタイムとサイクルタイムは非常に混同されやすく、またタクトタイムそれ自身もタクトタイム2の定義のようにピッチタイムとして用いられることが多いので注意を要する。タクトタイムは受注または生産計画から求められる「必要な速度」であって、設定するものではない、規定されるものである。サイクルタイムは必ずタクトタイムの条件下にタクトを満たすように設定すべきものである。したがって「タクトタイムオーバー」のサイクルタイムを示した標準作業組合せ票は再調整の対象となる。

- ・ピッチタイム：工程から完成品が出てくる間隔、またはコンベアの定点間移動時間

以上をイメージ図で示すと以下ようになる。(図1)



ここでは、パイプの太さは「タクトタイム」であり必要とされる「速さ」のことである。

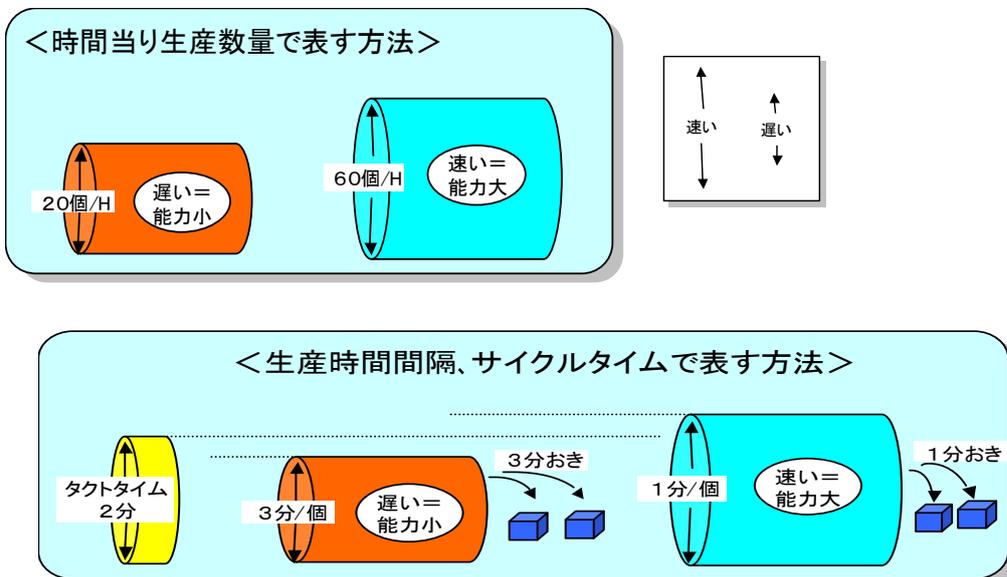
[2] 生産速度と能力の概念

生産速度の定義は上記のとおりであるが、ものづくりの現場では生産必要数量とタクトタイムを示すだけでなく、生産能力との関連において捉える必要がある。後述するようにMRPⅡから脱却するためには、生産計画は能力計画と同時表裏一体でなければならないからである。

(1) 生産速度管理では能力はどのように表現するか

能力もまた(a)単位時間あたりの生産可能数量で表すこともできるし、(b)工程のサイクルタイムで表すこともできる。

図で示すと下記のようになる。(図2)



パイプの太さはラインの持つ生産速度であり、能力でもある。太いほうが速くて能力がある。必要なパイプの太さを時間で表現したものが「タクトタイム」である。

実際の数字の例としては、

・日量 480 個の生産速度が要求される場合、(2 直定時で考えると)タクトタイムは

$$16\text{H} \div 480\text{個} = 960\text{分} \div 480\text{個} = 2\text{分} \quad (2\text{分/個})\text{となる。}$$

・時間当り必要生産数量は $480\text{個} \div 16\text{H} = 30\text{個/H}$ である。

・ある加工ライン A の能力は <時間当り生産数量> であらわすと

$$20\text{個/H} \quad (320\text{個}/2\text{直}) \text{ であり、能力不足である。}$$

・別の加工ライン B は $60\text{個/H} \quad (960\text{個}/2\text{直})$ であり、1 直でもできる能力があるといえる。

現実にはある品目 X は加工ライン B で加工すると定義されている(品目マスタ・部品表と工程・作業区の密結合)ので、十分能力がある

と判断される。

<サイクルタイム> で表すと、タクトタイム = 2 分に対して、

・ A ラインのサイクルタイム 3 分、

・ B ラインのサイクルタイム 1 分であり、

B ラインは 1 直でもできる能力があるといえる。

<補足>

生産必要数量と能力を速度で比較検討する方法では

(a) 単位時間あたりの必要生産量 v s 生産可能数量、

(b) タクトタイム v s 可能サイクルタイム

のいずれも採ることができ、かつ、その比較は容易である。この考え方に抛れば、必要生産量に対応して

(専用化されたラインの) サイクルタイムを可変にし、生産可能数量を調整する方法で能力計画を立てることが可能になる。前提として、品目 - 工程・ラインの専用化・密結合、品目群毎に整備された加工作業順機械配置のラインが必要である。

(2) ラインに能力が「ある」とか「ない」ということの意味の定義

能力の表現方法としては上記のごとくであるが、一般的に「能力がある」とか「能力がない」ということの意味をここで明確化する。

能力の比較対象は

(a) 一定期間内に必要な数量をつくれるか、どうか、という意味で「必要生産速度」である

(b) 手持ち保有時間でこなせるかどうか、という意味で「負荷」である

それぞれに対置される「能力」とは、(a) の場合、サイクルタイムであり、(b) は「工数」に近い(投入可能なマン工数、あるいは稼働可能なマシン工数)。

従って、(a) の観点では、

(例題) 月産 24,000 の生産見込みについて、日量 1,200、

2 直でのタクトタイム 0.8 分 ($480\text{分} \times 2\text{直} \div 1,200$) の必要速度を、

当該ラインがこなせるか、という能力計画問題が与えられたとき、

<ケース①>

当加工ラインはマシンタイム依存であり、サイクルタイム0.75分の2人作業であるから、目標可動率85%をクリアしたとして、

$$0.75 \text{分} \div 0.85 = 0.882 \text{分}$$

$$0.882 \times 1,200 = 1,058 \text{分}$$

$$1,058 \text{分} - (480 \times 2) = 98 \text{分}$$

よって 49分/直の残業なら可能

<ケース②>

当加工ラインの作業組合せ上、1人作業時はサイクルタイム1.15分であるが、最長マシンタイムは0.48分であり、タクトタイム0.8分のマシンネックにはならない。2人作業時のサイクルタイム0.58分が可能なので、昼勤(第1直)2人作業で96分/人残業、夜勤1人作業で定時、で可能(可動率85%想定)

(注) 但し、昼夜で生産速度が異なるので昼夜セットで前後工程との関係を調整する必要がある

$$\text{(昼)} 0.58 \div 0.85 \times 845 \text{個} = 576 \text{分}$$

$$576 - 480 = 96 \text{分}$$

$$\text{(夜)} 1.15 \div 0.85 \times 355 \text{個} = 480 \text{分}$$

<ケース③>

当加工ラインの最長マシンタイムは1.25分、その機械の手扱時間0.1分(6秒)、計1.35分である。可動率を90%まで高め、3直フル稼働で土曜日オール3直休出体制をとれば、計算上は生産可能であるが、実質的には不可能。設備増、応援ライン等の実施が必要

$$1.35 \text{分} \div 0.9 \times 24,000 \text{個} = 36,000 \text{分} = 480 \text{分} \times 3 \text{直} \times 25 \text{日}$$

以上のような判断が「サイクルタイム」的にみた能力から下されることになる。

(b) の観点では、

<(a)と同様の与件でのケース①'>

当加工ラインは原単位工数1.765分(0.75×2人÷0.85)であるから、

日量1,200で2,118分、これが負荷。

マン工数能力は定時で

$$2 \text{人} \times 2 \text{直} \times 480 \text{分} = 1,920 \text{分}$$

この両者の比較ということになる。

ここで、保有時間能力に関しては2つの考え方が出てくる。

(a) 保有時間が先に決まっていて、負荷に対して比較する考え方

(β) 負荷から「必要能力はいくらか」を導出し、必要能力に適合するように保有時間を設定する、という考え方

(a)の考え方を採るのは、比較的直近でもはや保有時間を変更することができないケース(MRPⅡで確定作業オーダーに対してだけ適用するのもこれに近い)や、古典的スケジューリング技法に見られる「与件に依存した能力固定設定」ケースである。

反対に（β）は比較的先の期間（2週間先、来月、3ヵ月後など）の能力計画を行うケースであって、「できる・できない」というよりは、むしろ、「どれだけの能力を用意しておけばいいか」を算定している（マシンの送り速度アップ等の能増、マン工数的には要員計画・残業計画と必要な人事上の施策－配置転換・教育など、および改善活動計画）。

以上をまとめると

- ・生産速度的観点の能力：必要生産速度（タクトタイム）を満たしたサイクルタイムを設定できるか
ただし、残業や作業組合せパターンで一定期間内に必要数量をアウトプットできれば、「能力はある」と判断する
- ・工程保有時間観点の能力（α）：保有時間が負荷に先んじて固定されていて、負荷に対して「できるか／できないか」を判断するための能力（比較的直近の能力計画、スケジューリングをおこなうためのもの）
- ・工程保有時間観点の能力（β）：負荷に応じて決めていく能力で、与件化されていない能力または増強目標値としての能力（比較的先の能力計画、設備能増、工数改善をおこなうためのもの）

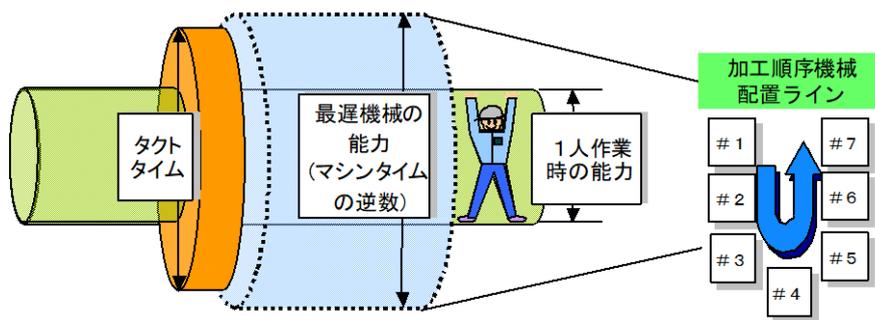
ということになる。

（3）タクトタイムとマシンタイムとマン工数能力の関係

では、次にタクトタイムとマシンタイムとマン工数能力の関係を

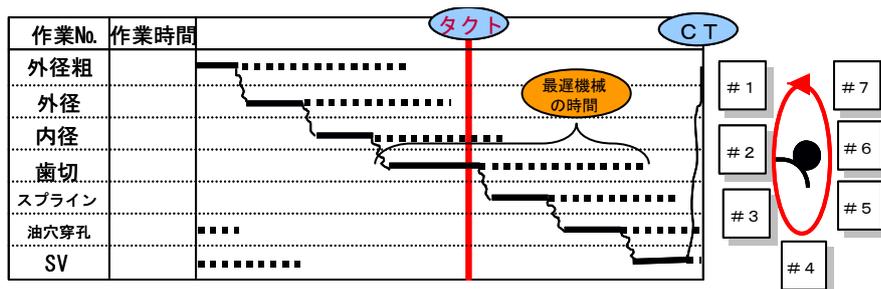
Σ手扱い作業時間 > 最遅機械のマシンタイムで、
マシンタイム（速） > タクトタイム（遅）のケース

で見てみることにする。



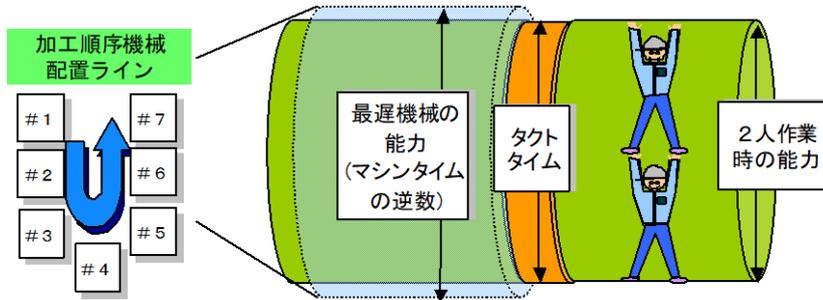
あるラインについて、生産速度要素は、タクトタイム、サイクルタイム（上図では1人作業時のCT）、最も加工時間のかかる機械の能力（1加工時間単位）の3つである。

標準作業組合せ票上では

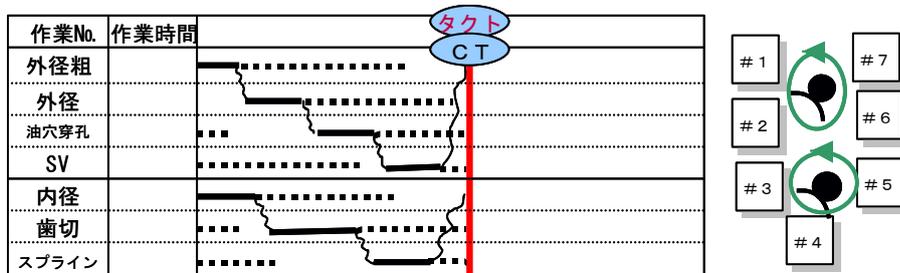


- ・いずれの作業も「手扱い+歩行+マシンタイム」がタクトタイムを超えていない
 - ・手扱い（+歩行）時間の合計がタクトタイムを超えている
- ⇒マシンネックにはならないが、マンネックになっている

これに対し、マシンネックがなく、マンネックであるという事実をもとに、能力が標準作業組合せ票の設定内容によって決まることから、以下のような能力設定がされることになる。



標準作業組合せ票上では



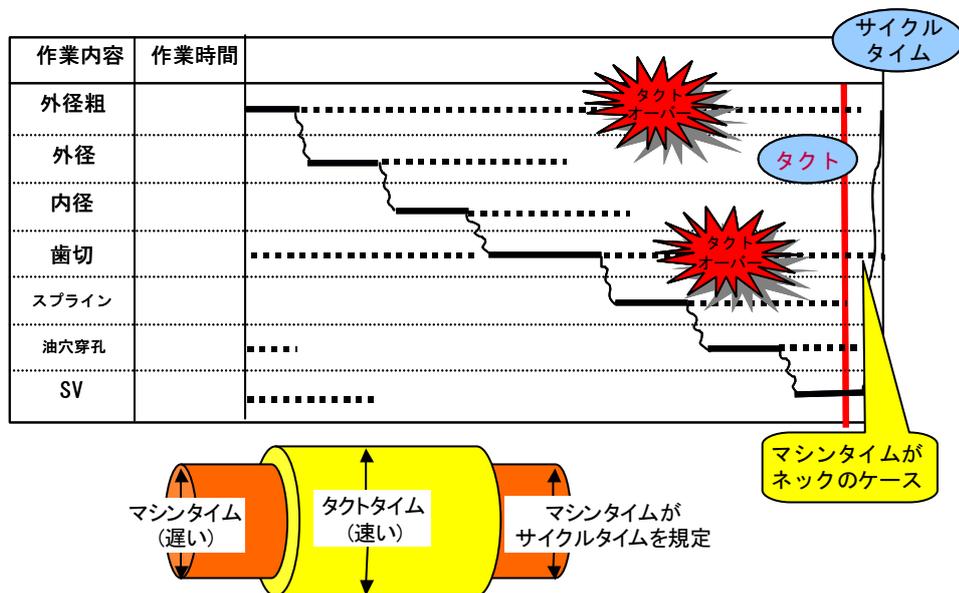
- ・このタイプは二人作業化すればサイクルタイム ≤ タクトタイムにすることが可能
 - ・作業員 A が # 1・2・6・7 工程、B が # 3・4・5 工程
- ←作業員の担当機械・作業順とワークの流れが異なってもかまわない

注：上図は、本来一緒に描いてはいけないタクトタイム（単位個数当りの時間）と能力（単位時間当りの出来高個数）を敢えて混在させている。このふたつは逆数の関係にあるので、「時間」で見た場合、パイプが太いほうが処理「時間」は短くて「速度」は速い、と読み取ってほしい。能力を何で表すかも問題だが、「単位時間 ÷ [直列的につながった 1 サイクルの作業時間の合計] = 単位時間あたりの出来高個数（つまり 1 時間で何個できるか）」と表すと、能力がある = 速度が速い = パイプが太い、ということになる。上図のケースのように、単に手扱い作業時間の合計だけで能力をはかることはできないこともある。並列化してサイクル作業を設定すれば「直列的につながった 1 サイクルの作業時間の合計」は小さくなるからである。

最遅機械のマシンタイム（正確には当作業前の歩行 + 手扱い時間 + マシンタイム）は短ければ、速い = 能力大 = パイプが太い、ということになる。この場合、タクトタイムよりパイプが太いということは機械が遊ぶことになるが、遊ばせてもいい理由は稼働率でなく「可動率」を重視しているからである。ここでは、タクトタイムが速くなった（=パイプが太くなった）とき、この工程がどこまで対応できるかの限界を示しているのが「最遅機械の能力 = [単位時間 ÷ マシンタイム] = (マシンタイムの逆数)」だと理解されたい。

（４）サイクルタイム、作業組合せとマシンタイムの関係

サイクルタイムと作業組合せの関係も能力定義の重要要素である。ここではサイクルタイムの正確な定義とともに、マシンネックになっているケースではマシンタイムがサイクルタイムを規定している状態を標準作業組合せ票の内容から読み取ることとする。こういう場合、作業組合せの変更では能力の調整はできない。



サイクルタイムは、オペレータが多工程持ち、または多台持ちを行い、加工機械は自動送り（人が手を添えてなくても加工を続け、加工し終わると自動的に停止する、異常時には自動的に停止＝自動化＝する）の環境下で、人の動き（手扱い、機械への取付・取外し、機械間歩行）に着目して「標準作業組合せ」として定義された一群一連続の作業の集合体の単位作業時間である。

人の動きに着目しているため、決められた作業内容を全てこなすための総手扱い時間および機械間歩行時間の総和がタクトタイム以内に収まるように設定する。ただし、ある機械での「当作業前の歩行＋手扱い時間＋マシンタイム」がタクトタイムより長くなる場合は、マシンネックによるタクトオーバーの状態であるから、人の動きだけに着目してもタクトタイム内に収まる標準作業組合せは設定できない。

（注）一般的にコンベアないしフリーフローの組付ラインではコンベア速度やピッチタイム、またはタクトタイム（本来の定義のタクトタイムとは異なる）という表現を使い、サイクルタイムという表現をするケースは少ない。

〔3〕生産速度管理を基軸にした生産管理方式の方法論

生産速度を基軸にした生産管理方式を論じるためのポイントは、生産「速度」がMRPのオーダーのように「かたまり」ではないこと、製品軸で部品、材料の工程まで串刺しにしたかたちで「速度統制」をおこなうべきこと、生産計画立案と能力計画を一体化したしくみが必要、の3点に大きく集約できる。以下、どのような考え方でどんな仕掛けをつくっていけばよいかを明らかにする。

（1）ラインと品目と期間毎に期間単位の必要数量を指示する方式

品目単位のロットのかたまりである「オーダー」方式ではなく、生産指示は

- （a）ラインに対して与える
- （b）品目毎に数量を示すが、同一ラインで生産する品目を一覧化して与える
- （c）期間単位とは、通常「日」または「直」である。時間単位で与えないのは、後述するように生産計画は生産速度計画＝能力計画と不可分であるから時間毎に生産速度が変化するような与え方は実質的に対応不可能であるからである。

具体的には日量（直量）数で必要生産数を示す。

従って、生産指示システムとしてはオーダーNo.をキーとした生産指示DBではなく、

ライン、期間（日または直）、品目をキーとした指示DBの形態を採用すべきである。

（２）製品軸串刺しの速度統制

まず、タクトタイム（TT）を計算する。タクトタイムは「計画稼働時間÷必要生産数量」である。製品軸で速度統制をおこなうのは、本来製品がアセンブリされてはじめてモノが「スループット」されたことになるのであるから、個々の構成部品を独立・単独でとらえても意味がない、という理由による。もちろん構成部品は複数製品に共通に使用されるのが一般的であるから、一旦製品軸でタクトタイム計算を行ったのち、所要量展開をおこなって部品の必要生産量を求め、ライン毎の個々の部品のタクトタイムを算出する。

以下、計算例を示す。

組付ライン0100：製品A 必要生産量＝日量240個

製品B 必要生産量＝日量360個

加工ライン0200：部品X（AB共通品） 必要生産量＝日量600個

加工ライン0300：部品W（A用）必要生産量＝日量240個

部品Y（B用）必要生産量＝日量360個

部品P（AB以外の製品用）＝日量120個

上記条件について、タクトタイムは

組付ライン0100：製品A 2分（480分÷240個）

製品B 1.33分（480分÷360個）

加工ライン0200：部品X（AB共通品） 0.8分（480分÷600個）

加工ライン0300：部品W（A用）2分（480分÷240個）

部品Y（B用）1.33分（480分÷360個）

部品P（AB以外の製品用）＝4分（480分÷120個）

となる。

ここから、今度はラインの必要速度を求めていく

組付ライン0100：0.8分（480分÷600個）

加工ライン0200：0.8分（480分÷600個）

加工ライン0300：0.667分（480分÷720個）

この値と各ラインのサイクルタイム（CT）を比較して能力調整を行うのであるが、ラインごとの合算タクトタイムとサイクルタイムの比較だけが速度統制ではない（誤解しやすいところである）。加工ライン0300では生産速度0.667分を維持しつつ、個々の部品W（TT＝2分）、部品Y（TT＝1.33分）、部品P（TT＝4分）の速度に配慮する統制が必要になる。なぜなら、個々の部品はそれが組みつけられる製品A、Bの生産速度、裏返せばA、Bから引っ張られる速度に回答していかなければならないからである。

（１）で示した生産指示方式では、指示そのものがラインの必要生産速度を示しているから、生産ライン側ではそれに従い、かつ個々の部品の後工程応答性を確保する混流生産順序（最も望ましいのは1個流し、上記例ではW、Y、Pを2：3：1の割合で流していくこと）を決めていくことになる。

（３）生産計画と能力計画の一体化のしくみ

(1)、(2)に示した方式は、厳密な能力計画、すなわち能力を速度で捉え、工程能力を必要生産速度に応じて整備しておく、という手順を前提にしている。以下では、生産計画立案そのものが能力計画と一体不可分に行われるための方法を示す。

(a) 生産計画はライン中心に立案する

従来型のMPSでは製品の独立所要量を中心に捉えてきたため、どのラインで生産するかについてはRCCPやCRPで処理するまで検討対象に入れていない。しかしながら、とくに組付の生産ラインがロット切替方式ではなく混流生産方式をとっているケース（自動車は従来からこの方式、電機でもセルラインは直単位で見れば混流生産）では、どの製品がどのラインに載って生産されるのかが殆ど既定（専用ライン）であり、どの製品をいくつずつ組み合わせるとして混流とするかによって生産ラインの必要生産速度が決まってくる。一般的に組付ラインはマシンネック要素が小さいので、ラインのサイクルタイムは最大要素作業単位にまで速くすることが理論的には可能ではあるが、人の可動範囲という問題があるので制約は存在する。

組付ラインにおける「標準作業組合せパターン」の範囲内で準備されるサイクルタイムまで生産計画数は積み上げることができる、というのが組付ラインにおける生産計画と能力計画の一体化である。

具体的には、以下のような計算になる。

作業組合せパターン1：CT = 30秒 × 10人（編成効率100%）

2：CT = 34秒 × 9人（編成効率98.0%）

3：CT = 38秒 × 8人（編成効率98.6%）

製品生産数量（日量）製品A = 200台、B = 400台、C = 300台

ラインサイクルタイム = 32秒（480分 ÷ 900台）

例えば、ここではパターン2を選択し、34秒 × 900台 = 501分

9人編成で21分の残業

という能力計画になる。

逆にこの組付ラインでは、いくつまで生産が可能かと試算するときには、

作業組合せパターンの限界、つまり生産速度限界と稼働時間限界の組合せで捉える。

生産速度限界は、加工ラインでは最大マシンタイムによって殆ど規定されるが、組付ラインでは、人のスペース（可動範囲）、作業要素時間、編成効率によって規定される。

上記例では、CT30秒が生産速度限界であり、稼働時間は残業3.5時間が限界だと

すると、1,380台/日（690分 ÷ 0.5分、但し可動率100%として）まで可

能という計算結果になる。従ってこの範囲内で、製品A、B、Cの数量を決めていくこ

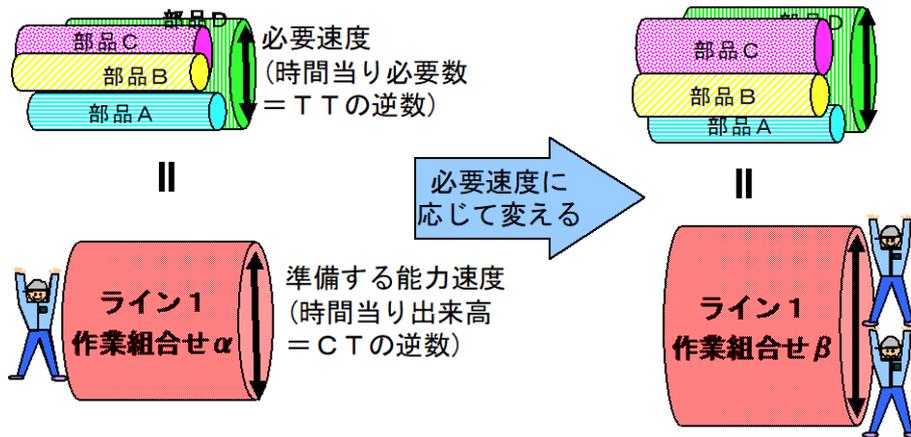
とになる（簡略化のため製品A、B、Cの工数差は省略した）。

(b) 加工ラインの能力計画はラインに展開した上で、生産速度の観点から厳密に行う

能力としての生産速度はサイクルタイムあるいは最大マシンタイムであり、逆数としての日量数または時間当たり数量であるから、数量（正確には日量数という生産速度）の比較で能力計画は成立するかに見える。正確には「比較によって」能力計画は立案されるわけではなく、必要生産速度によって必要能力が規定される、という理解が正しい。

必要速度が示されたら、その速度に合わせるための調整を行うのが能力計画である。

MRPⅡの山積山崩しと違って、必要速度によって「所要される能力速度」であって、かつ用意できる能力速度は可変であるから、「スケジュールをずらす = 前後させる」のではなく、能力速度を必要速度に合わせるように調整する。



ライン上に展開するというこの意味は、工程の「作業内容」に展開する、という意味ではない。あくまでも、CTで規定された能力をもつラインに展開するということである。作業内容に場合した場合、作業内容に規定されているのは「負荷の原単位時間（1個あたりどれだけ時間を「喰うか）」であり、生産速度ではないからである。負荷と比べる対象は必然的にラインの保有時間となってしまう、(1)で示したような作業組合せパターンで厳密に測定するということが不可能になってしまう。

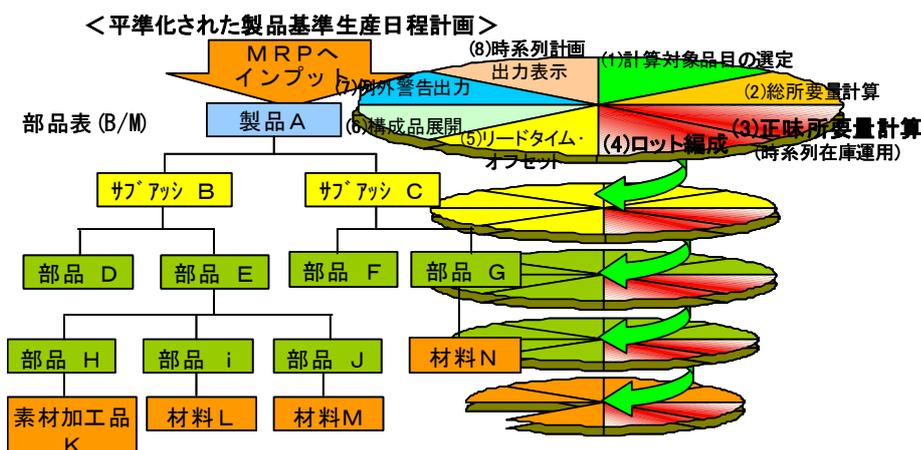
[4] 誤ったMRP II理論からの脱却を提言する

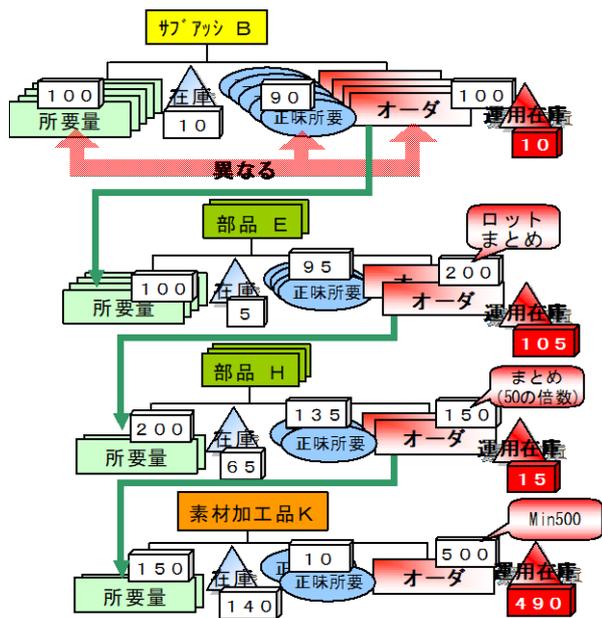
ここまで、生産速度の理論（定義および能力との関係）、生産速度にもとづく生産計画立案方式について論じてきたが、最後に、生産速度管理論から見たMRP II理論の誤謬点を指摘し、ここから脱却することで、「流れの良い、ムダのない生産方式」への転換を提言する。

(1) MRPはどのように生産速度の等速化を阻害するか

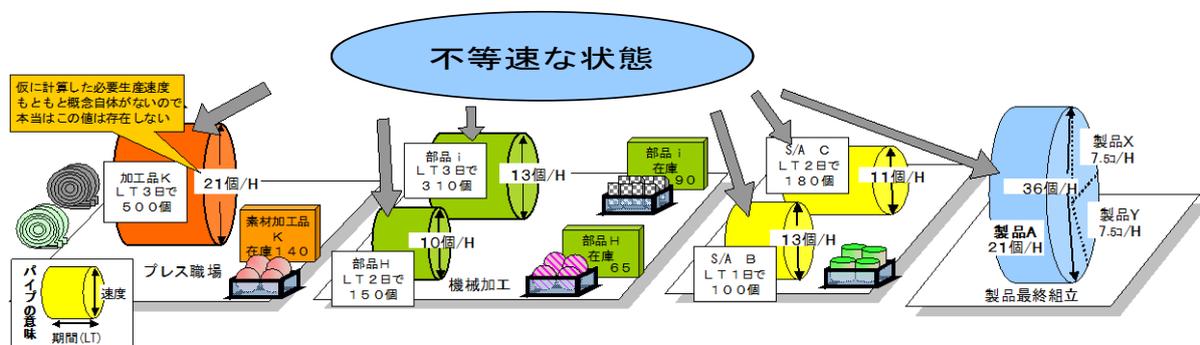
MRP計算自体は非常に完成された隙のない理論によってできあがっていて、ロジック上の矛盾点も「安全在庫の計算方法」を除けば殆どないといつてよい。しかしながら、生産速度管理の観点からは、以下の問題点を指摘することができる。

- ・生産ラインではなく品目単位で計算している（生産計画の平準化では同一ラインに載る複数製品をセットで扱っているにもかかわらず、また所要量計算で分解している）
 - ・正味所要量計算とロット編成の組合せによって、
 - －本来必要な数量を変えてしまっている
 - －本来必要なタイミング(日)を変えてしまっている
 - ・リードタイムは正味の作業時間ではなく、その構成要素の殆どが待ち時間である
- 具体的には、以下のような動き方をしている。





このような計算の結果、生産ラインでは以下の図に示すような、工程速度不等速の状況が起きる。



つまり、そもそも生産の速度を意識していないので、いずれの工程の必要速度も合っていない。

→合っていないので工程間に滞留が起こる

→滞留を「在庫運用」し、また「まとめ」るので速度が合わなくなる

これが、MRPが生産速度管理を阻害する、という表現の示す意味である。

(2) MRP IIにおける能力と負荷の概念

MRP IIにおける能力計画は

- ・概略的
- ・旧式の作業現場を想定
- ・品目と工程/作業区の粗結合
- ・作業オーダー中心（非品目中心 / 非ライン中心）
- ・生産速度視点の欠落

という欠点があることは、既に過去の拙論文のなかで何度も指摘済みである。

生産速度管理の方法から見て、MRP IIの能力計画の問題点を正確に記述すると、

- ・生産間隔（生産ピッチ）を表現していない
- ・作業区上で、「保有時間」対「（作業オーダ単位の）占有時間」の対比を「ごった煮」状態で行っている
- ・製品－工程（＋作業区）スルーで能力－負荷比較　ができない
- ・作業区では負荷を積んでみるまで「必要能力」がわからない（作業区保有時間をなぜそれだけもっているか、の根拠薄弱）
- ・リードタイムと負荷原単位の混在

であるといえる。

この中で、とくに問題とすべきは、上記 2 番目に記述した「保有時間対占有時間」の考え方であり、これにスケジューリングを行うときの「稼働率重視手法」が加わるために一層あるべき方法論から乖離を起こすのである。

保有時間対占有時間という考え方について、もう少し詳しく掘り下げてみる。

MRP II という能力とは、作業区のもつ稼働可能な時間のかたまりである。機械が 5 台あれば各 8 時間稼働するとして、1 日 40 時間、作業区であれば、10 人いるとして 80 時間／日であって、各機械や各作業者の作業の組合せ、作業速度に対する定義は一切行われていない。また、「必要保有時間」がまずありき、で出発していないために、それだけの保有時間があるのは何故なのか、という点が曖昧なままである。

占有時間というのは、負荷時間のことである。「工程」でも「ライン（作業区）」でもない「作業内容」に負荷原単位を持たせているのは、「どこかのライン」を「負荷原単位×生産数量＝負荷時間」が占める、と考えて仕組みが作られているからである。

（注）MRP II の負荷時間を求めるためのマスタの構造は、

品目－工程

工程－作業内容（複数）＋代替作業内容

作業内容－マン工数原単位、マシン工数原単位、段取時間

作業内容－作業区（＋代替作業区）

である。

ちなみに、能力定義は

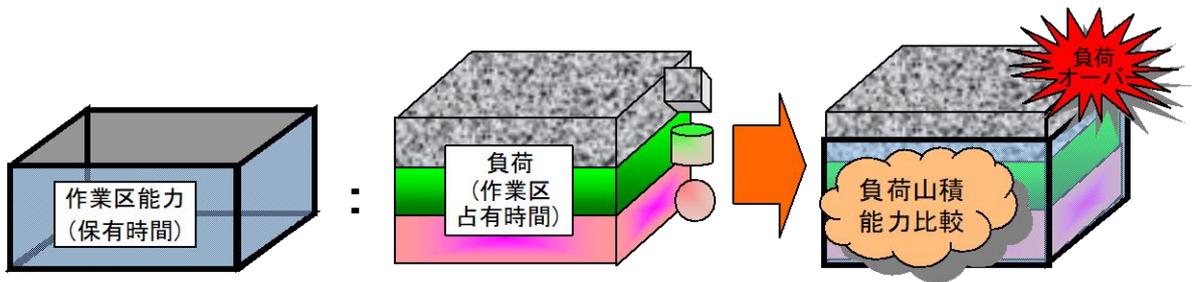
作業区－機械（機械台数）、作業区数

機械－稼働可能時間

である

本来、負荷時間は、どこかのラインで、どのような作業組合せで行うとこれだけの負荷が発生する、と捉えるべきもののはずだが、専用ラインでない汎用ジョブショップ群を前提にしてはその組合せのバリエーションは膨大なものなり、とても管理しきれぬものではない。従って、負荷時間をライン上にはなく、ラインから離れた「作業内容」に定義するのは自然な流れであったといえる。ここでは敢えて負荷時間といわずに占有時間と表現しているのは、本来の負荷時間と区別するためである。作業内容によってどこかの資源を「喰う」時間はその資源をたまたま占有しているに過ぎないからである。

上述のしくみを概念図にすると以下のようなになる。



(3) M R P IIを含む一般的なスケジューリング手法における問題点

M R P IIだけでなく、殆どのスケジューラーはスケジューリング際して以下の方法を採用しているはずである。

ある作業区に同期間に到着する複数オーダーに対して、

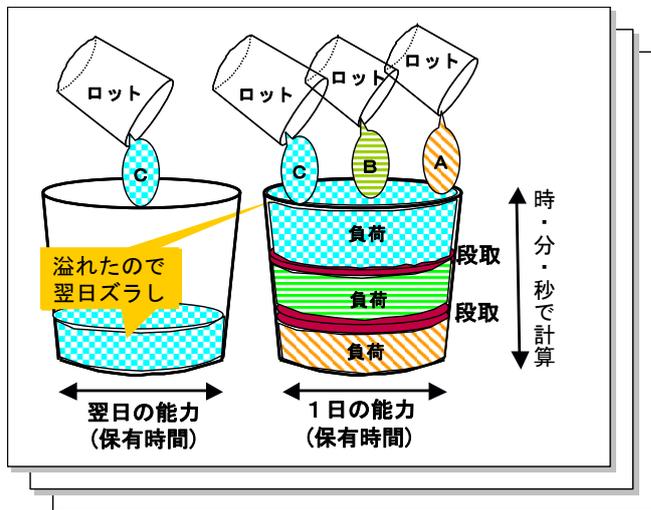
- (a) 納期内完了
- (b) 機械稼働率重視
- (c) 段取時間極小化
- (d) 作業区の保有時間内完了
- (e) 作業間待ち時間極小化
- (f) 日々のバラツキ極小化

等を目標に順序と機械割付を行うロジックが働く

ここで明らかなことは、

- ・ロットというかたまりの存在が前提になっている
- ・保有時間に対して、負荷の流し込みを行い、溢れば日程をずらすという方法から逃れていないという点である。

概念的には、下記のようなイメージになる。



これを筆者はバケツ理論のスケジューリングと命名して、その粗略さを指摘している。

上図は、負荷と能力を注水量とバケツの大きさに喩えており、注水量は「部品中心主義」のせいで、注ぎきってみるまで分からない（製品レベルで求めるスループット量とは異なってしまっているからー（1）で指摘済み）、バケツの大きさは半ば固定的な前提条件であるから、「溢れるか、容量が余るか」だけが能力計画だということになっていることを示している。M R P IIでは、能力は手持ち時間という容量単位をもつバケツの大きさであるから溢ればこれ以上注がない、つまり「スケジュールをずらす」という硬直的な対処方法しかなくなる

もうひとつの問題点は、稼働率主義である。

上図でも分かるように、溢れるまで注いでいるのは、能力一杯まで使い切らないといけないという古典的な発想法による。もちろん最近のスケジューラは計算に用いる能力を細かく調整できるので、設定された稼働率（100%でなくてもよい）に合わせることは可能である。しかしながら、間に挟まる仕切板である「段取時間」を極小化する並べ替えロジックで稼働率を高めようとする動き方にはかわりがない。

やはり必要な速度（タクトタイム）と供給できる速度（サイクルタイム）で能力計画をしない限りは、量的満足を最優先するロジックの陥穽に陥らざるを得ないのである。さらにいえば、段取はスループットをあげるためには回数を多くして単位時間を小さくするアプローチが絶対的に正しいのにもかかわらず、順序組合せによって（ひどい場合は同一品目ロットの連続流しによって）回数の最小化を図ろうとしているところに問題を抱えている。

（４）非生産速度的な生産管理手法の放棄のすすめ

以上見てきたように、MRP II（とその発想法に縛られるスケジューリングシステム）は、生産に流れを作り、滞留をなくしてスループットを上げる、という本来のあり方に対して、非常に無自覚なままそれを阻害する仕掛けを内包してしまっている。

ロットではなく、単位期間あたりの生産数量での生産指示方式やタクトタイムとサイクルタイムの対比と調整でおこなう能力計画の技法を優先し、なるべく「スケジューリング」しなくてもいい生産計画と製造現場作りへ転換すべきである。

〔５〕結語

筆者がトヨタ生産方式を説明する、あるいはMRPとかんぱんのしくみを比較対照するときによく用いる「生産速度」という概念は、言葉の説明だけでは非常に理解が難しいものであることは承知している。それ故に、本論考では計算式と説明図をふんだんに使った説明を試みた。要は実務で数字に触ればなんでもないと、概念で説明しようとするから難しくなるのだ。ただ、MRPとトヨタシステムというまったく相反する、何もかも異なる両者を、どこがどう違うのか、キチンと説明しようとするれば概念としての違いは語らざるを得ない。

数年前までは、段取回数を増やして、ロットの大きさを小さくし・・・などといえば一斉に非難の目を向けられたものだ。ましてや小ロットのほうが生産性が高いなどといえば、生産管理も原価管理も知らないんじゃないか、と疑われたものであった。TOCが登場して、いままで生産管理の常識＝バイブルとしてのMRP IIの存在がはじめて揺らいだのは確かであって、ではなぜ、米国発のトヨタ生産方式もどきが大歓迎されて、トヨタシステムをベースにした生産速度管理方式が受け入れられなかったのかと問えば、やはり説明の稚拙さに尽きるであろう。すくなくともMRP IIが提示した生産管理方式の「常識」は見直される土壌は揃ったのであるから、今後もよりわかりやすく、生産の流れを作ることの意味とその手法を「生産速度管理論」として説明しつづけていくつもりである。本稿では、触れることができなかった「製品総合編成効率」という考え方についても、スループット向上の観点から別の機会に説明していく心積もりであることを宣言して筆を置く。

参考文献

- （１）サプライチェーンマネジメント 今岡善次郎
- （２）ザ・ゴール エリヤフ・ゴールドラット 三本木亮訳 ダイアモンド社