

制約理論 (TOC)の解説

はじめに

システム工学分野では、従来の部分最適に代わり、全体最適をマクロで捉える複雑系システム論が現在注目されているとのことである。周知のように、同じく全体最適の観点から生産システムを見る視点をとる方法論に、制約理論(TOC: Theory of Constraints)がある。TOCの創始者イスラエル人の物理学者 Eli Goldratt 博士の最初の著作「ザ・ゴール」は、中国語を含む多数の言語に翻訳されたにもかかわらず、日本語への翻訳は、17年のながきにわたり、同博士より拒否されてきたが、漸く、その日本語訳が2001年5月に発売された。同博士が昨年11月に来日した際、その理由を直に聞いたところ、『かつての日本の製造業が、あまりにも強かったから、パラダイムシフトの上手な日本製造企業が、この方法論を身に着けてしまうと、欧米、および、発展途上国の製造業の受ける打撃が計り知れないほど大きくなり、世界経済のバランス回復が遅くなってしまうと危惧したから』とのことであった。逆に言うと、現在の日本の製造業には、かつての強さがなく、したがって、弱い日本の製造業が強くなると、世界経済に悪影響を及ぼすという観点から、今回の翻訳が許された、ということのようである。同書の訳書は、最初の3ヶ月で、35万部も売れ、TOCも広く世間の耳目を集めるようになったが、このことについて、ある国のある人の皮肉の混じったコメントは、『「35万部も売れた」といっても、それは、日本の多数の製造企業でTOCが導入されることを、必ずしも意味はしない』というものであった。なぜなら、伝統的な規範と衝突する部分がかかなりあり、(多分、日本の企業風土の中では)それらの陳腐化した規範から、なかなか、脱却するような意思決定ができないから、というものであった。誰かの言であるが、『トルシエ監督とゴーン氏が日本人であったら、あのような変化が起こっただろうか』という言葉を思い出す。なお、現時点(2002年4月18日現在)で、日本でのTOC導入事例数は50前後と言われている¹。

本解説では、TOCの概要を解説し、生産における伝統的な規範と対比して、その理論的、技術的な内容の解説を試みる。なお、本稿では、TOCの考え方を、プロジェクト管理に適用した、いわゆる、クリティカル・チェーンについては触れない。

1. TOCの構成

制約理論は、以下の三つの分枝から構成されている²。

- (1) 第一分枝はロジスティクス分枝で、ドラム・バッファ・ロープとバッファ管理からなるスケジューリング方法論、および(生産ラインの設計と分析、および物流システム設計と分析に使う)V-A-T論理構造分析からなっている。
- (2) 第二分枝は、5段階からなる継続的改善プロセス、業績測定システム(スルーput、在庫、業務費用)、スルーput・ダラー・デイズ(throughput-dollar-days)の適用、プロダクト・ミックス決定の適用の三つからなっている。
- (3) 第三分枝は、因果関係図(effect-cause-effect diagram: ECE diagram)とその成分(マイナス・プラ

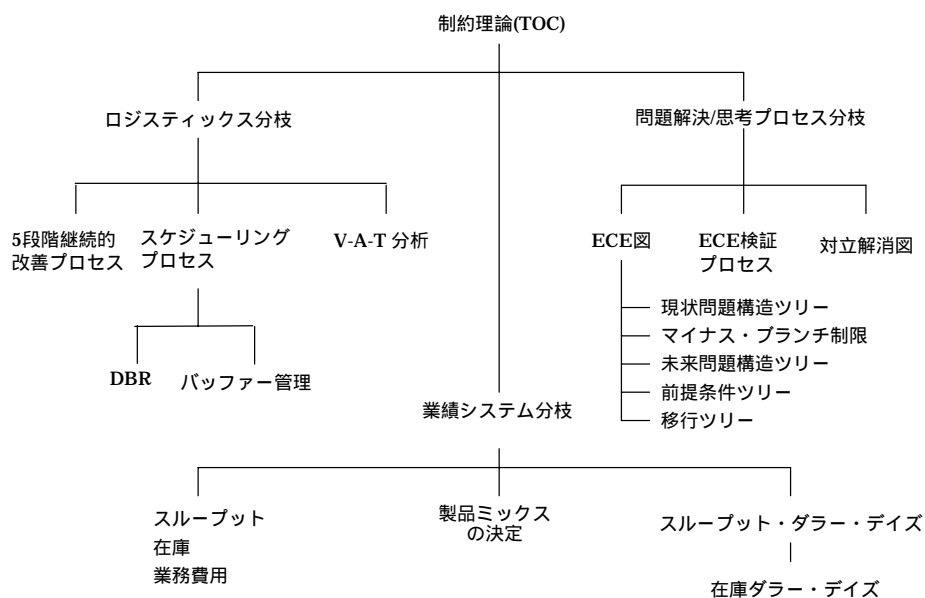
¹ 日本能率協会マネジメントセンター村上悟氏推定。

² Cox, James F., III and Michael S. Spencer, *The Constraints Management Handbook*, St. Lucie Press, 1998

ンチ制限, 現状問題構造ツリー, 未来問題構造ツリー, 前提条件ツリー, 移行ツリー), ECE 検証プロセス, および対立解消方法論(evaporating cloud methodology) からなる問題解決/思考プロセスに関するものである.

これらの三つの分枝は, それぞれ, まったく性質の違うものであるが, 全体として, TOCを有効なものにしている. また, 最初の二つの分枝は, 生産, 企業経営への適用技法であるが, 第三分枝である「問題解決/思考プロセス分枝」は, 企業経営問題だけでなく, 家庭的, 社会的な問題など, あらゆる問題の分析, 対立の解消にも役立つ技法だと言われている.

図1 制約理論 (TOC)の構成



2. TOC 適用の効果, また, なぜ, TOC か

マビン, バルダーストーンの広範囲な文献調査によると, TOC を生産に適用した結果, 平均的に下記のような業績改善が得られていると報告している³.

- リードタイムの短縮: 平均 70% 短縮
- 納期遵守度の向上: 44% 改善
- 在庫レベル: 49% 減少
- サイクルタイムの短縮: 65% 短縮

³ Mabin, V. J. & Balderston, S. J., The World of the Theory of Constraints; A Review of the International Literature, St. Lucie Press, 2000

- 売上/スループット:63% 増加

日本能率協会マネジメントセンター(JMAM)村上悟氏は、『日本で TOC を導入した事例は約 50 例と推定され、同氏は、JMAM の手掛けた事例でも、大幅な業績改善が見られている』と語っている。

TOC の重要な利点として挙げられているのは、インプリメンテーションを開始してから、その成果が得られるまでの時間が比較的短くて済む、ということである。複数の文献で、TOC のインプリメンテーションを開始すると、最初の 90-120 日で、業績の改善が始まり、工場全体への展開は、1-2 年で済むと言われている。スリカンス、アンプルは、この展開の速さを、その効果とともに、TOC の利点として挙げている。それに対して、アメリカでの経験では、JIT の展開は、7 年はかかり、その間のマネジメントの忍耐と資金負担は大きいと指摘している⁴。

また、TOC の普及に熱心な佐々木俊雄氏は、「トヨタ生産方式」と「日本の JIT」を区別した上で、『JIT が他の企業に取り入れられて、早、20 年が過ぎた。その結果は、日本の多くの企業の、誤解を恐れずに言えば、トヨタ以外の企業の JIT は行き詰まっている、ということなのだ。しかし、トヨタは発展し、強化し続けている。トヨタのトヨタ生産方式とその他の企業の JIT (以下日本の JIT と呼ぶ)とは、何か決定的な違いがあるのではないか、という予感がする』と述べて、「日本の JIT の行き詰まり」を指摘し、『トヨタ生産方式はトヨタ自動車そのものである。トヨタが培ってきた風土・体質そのものである。それは、トヨタの人間にも自覚できないぐらい企業文化の中に染み込んでいるのである。50 年以上もかかって形成された企業文化を移植することは不可能に近い』、そして、『「日本の JIT」の理想が持つ論理的矛盾は制約理論で解消される。... 制約理論はその徒労を回避する。自らの活動と成果(利益の増加)が直結する改善活動は、自主性を取り戻す絶対条件でもある』、『今、制約理論が JIT を乗り越える乗り物として登場した。試乗してみる価値は大きい』と述べている⁵。つまり、経営環境の変化の激しいときに、展開に時間の掛かる JIT による生き残りに賭けるよりも、論理的で、誰にも実行でき、かつ、短時間で実効のあがる TOC により、生き残りを賭けたい、と言っている。

3. 制約の威力

TOC は、制約理論という名前の示すとおり、生産システムの持つ制約を明示的に意識し、その上に構成されている技法である。つまり、生産システムの中を流れる「もののフロー」は、そのシステムの持つ資源の中でもっともキャパシティの小さい資源のキャパシティ以上にはなれない、という、至極、当たり前の事実の前提の上に構築されている。

例えば、直列のラインで、三つの資源 A, B, C があり、原材料は、A, B, C の順序で処理されるとする。また、それぞれの 1 時間当りの処理キャパシティを 8 単位, 3 単位, 6 単位とすると、この生産システムを通過するものの流れは、最大でも 3 単位/時間であるという自明な事実である。

このような、至極、当たり前の事実、必ずしも、従来の IE のすべての技法で、明確に意識されては

⁴ Srikanth, M. L. and Umble, M. M., Synchronous Management, Profit-Based Manufacturing for the 21st Century, Vol. 1, The Spectrum Publishing Co., 1997

⁵ 佐々木俊雄, ジャスト・イン・タイムと制約理論 - 日本の製造業にとって制約理論とは -, <http://www.toc-japan.com/>

いないという批判になる。つまり、従来の IE 技法の中には、生産システム全体を同時に考える立場を取らず、部分の最適を重ねると、全体最適がえられるという先験的な前提のもとに、部分の最適を追求する傾向があり、その結果、本来、得られるはずの利益を失わせる意思決定に導いてしまう、という批判が出てくる。このような従来の認識と、伝統的な原価計算に基づく原価を低減することが利益を生むという確信の相乗効果として、生産現場で、作業能率と稼働率を高めようとする力が働く。上の簡単な例で言えば、このような力が働く結果、資源 A への原材料の投入を、限りなく 8 単位に近く維持しようとしてしまう過ちを犯してしまいがちである、という批判である。確かに、いわゆる作業能率と稼働率は向上し、また、伝統的な原価計算による原価も明らかに小さくなるが、それは、必ずしも、現実の利益を最大にする結果をもたらさない。それどころか、仕掛品が滞留し、生産リードタイムが長くなり、顧客満足度を小さくしてしまう。

これに加え、直接費の比率が非常に高く、かつ、製品数の少なかった 1900 年代初頭に生まれた原価計算方式を、今日の間接費の割合が非常に高い状況の中で適用し、大きな間接費を恣意的な基準で配賦して得られる、大きくゆがめられている原価に基づく「最適製品ミックス」の実現を志向することにより、得られる利益を失っているとの指摘にもなっている。このような伝統的な原価計算の持つ欠陥を軽減しようとして生まれた ABC も、TOC の立場からみると、恣意的に選択されたコスト・ドライバーにより、やはり、間接費を配賦するので、この方式に基づく「最適製品ミックス」も、最大の利益をもたらすものではない、という批判になる⁶。TOC では、スループット・レート (= 限界利益) は計算できるが、いわゆる「製品原価」は計算できないという立場を取る。以下では、内容的に考え、まず、TOC を構成する第二分枝について解説し、次いで、第一分枝について解説する(本解説では、第三分枝 - 問題解決/思考プロセス分枝については触れない)。

4. 第二分枝 - 業績システム分枝 [5段階継続的改善プロセス, 業績測定システム(スループット, 在庫, 業務費用), 製品ミックス決定, スループット・ダラー・デイズ/在庫ダラー・デイズ]

第二分枝 - 業績システム分枝は、業績測定システム, 製品ミックス決定, および, スループット・ダラー・デイズ/在庫ダラー・デイズという要素を持つ。

1) 業績測定システム

まず、業績測定システムであるが、この部分は、TOC がよって立つ基本要素の一つである。ゴールドラットは、企業(生産システム)の目標を、現在、および、将来にわたって、お金を儲けること (To make money now and in the future) と定義する。このように、企業の目標を、「現在、および、将来にわたって、お金を儲けること」と定義していることについて、アメリカでも、当初、TOC は営利主義的、重商主義的な拝金主義の考え方であるとの批判が出たこともあるとのことであるが、TOC でも、企業が良き市民として、法律を遵守し、環境を守り、その他の社会的役割を果たすことを否定しているのではなく、これらは、行って当たり前のこととして、さらに、突き詰めて行くと、エッセンスとして残るのがこの定義である、と考えるのが妥当な判断であろう。まさに、これ

⁶ Srikanth, M. L. and Umble, M. M., Synchronous Management, Profit-Based Manufacturing for the 21st Century, Vol. 1, The Spectrum Publishing Co., 1997

は、数理計画法の目的関数に他ならない。したがって、この辺を曖昧にすると、制約理論は成り立たない。

TOC のこの定義から見て、「企業は、純利益(NP)をできるだけ大きくする、ROI をできるだけ高くする」という、通常、考えられている企業目標と、当然、矛盾するものではない。しかし、日常的に取られる意思決定を、直接的に NP や ROI に結び付けることは容易ではない。そこで導入されたのが、スループット(T: Throughput)、在庫(I; Inventory)、業務費用(OE: Operating Expense)という三つの概念である。NP、ROI などとの関係、生産性 P、在庫回転率 IT などは、 $NP=T - OE$ 、 $ROI=NP/I$ 、生産性 $P=NP/OE$ 、在庫回転率 $IT=T/I$ のように表現される。

スループット(T)、在庫(I)、業務費用(OE)は、それぞれ、以下のように定義されている。

スループット(T): その企業(生産システム)が、販売を通じて(生産ではない)発生させるお金(= 売上 - 真の変動費)。

在庫(I): 企業が製品に加工して販売するために購入した品目で、購入価格で評価される。

業務費用(OE): 企業が在庫をスループットに変換するために消費する金額。直接労務費もここに含まれる。

ここで、T は、「売上 - 真の変動費」と定義されているが、「販売を通じて発生させるお金」と定義されていることに注意されたい。すなわち、TOC では、資源の作業能率や稼働率をいくら高めても、在庫の山を作るだけなら、スループットは発生しないので、そのような行為は無駄な行為ということになる。TOC では、資源を動かす際、その行為がスループットを発生させるか否かを俊別し、スループットを発生させる資源の稼働を「利用 (utilization)」、スループットを発生させない資源の稼働を「(単なる)作動 (activation)」と言い、「資源は常に利用されるべきである」という、非常に強い主張を持っている。つまり、スループットをもたらさない資源の、単なる作動は、企業(生産システム)の目標に適ったものではない、という、至極、当然な主張である。

前述の簡単な例で示した、「直列のラインで、三つの資源 A、B、C があり、原材料は、A、B、C の順序で処理されるとする。また、それぞれの 1 時間当りの処理キャパシティを 8 単位、3 単位、6 単位とすると、この生産システムを通過するものの流れは、最大でも 3 単位/時間であるという自明な事実」から容易に判るように、生産システム(会社)が発生させることのできる、「単位時間当りの最大のスループット」は、制約資源(上例では、資源 B)が発生させることのできる単位時間当りのスループット(スループットレートと呼ぶ)により制限されている。したがって、企業(生産システム)が、販売を通じて発生させることのできる単位時間あたりのお金は、(最大でも)制約資源での単位時間あたりのお金の発生レートになる。

TOC では、「在庫とは、企業が製品に加工して販売するために購入した品目で、これには最終製品、仕掛品、原材料が含まれる。在庫は、購入価格で評価し、伝統的な原価計算実務が、仕掛品が生産プロセスを進むにつれ、直接労務費、間接費の配賦を行うのとは異なり、付加価値

原価を含まない(APICS Dictionary)⁷と定義する。

業務費用(OE)とは、企業が在庫をスループットに変換するために消費する金額と定義されるが、TOC では、直接労務費もここに含める。そして、業務費用は、(短期的には)基本的に数量に関係なく、固定的であると考えられる。つまり、生産量が、よしんば、半減したとしても、出て行くお金であると考えられる。具体的には、役員報酬、給与等の社員人件費、賃料、水道光熱費、消耗品費(糊、仕上用化成品など)、設備費、利息、その他の費用すべてがここに入る。

以上を、簡単な数値例で見よう⁸。ここに、単一製品(机)を生産している工場があり、販売単価は\$400、販売数量は 50 単位/月、単位原材料費(木材、合板、金具など)は\$100/机、在庫\$32,000、業務費用\$13,450 /月とする。そうすると、単位当たりスループット、スループット合計、在庫、業務費用、利益は以下ようになる。

$$\begin{aligned} \text{単位当たりスループット } t &= \text{単位当たり売上} - \text{単位当たり原材料費} \\ &= \$400 - \$100 = \$300 \\ \text{スループット合計 } T &= \text{単位当たりスループット} \times \text{数量} \\ &= t \times q = \$300 \times 50 = \$15,000/\text{月} \\ \text{在庫 } I \text{ (購入価格で評価)} &= \$32,000 \\ \text{業務費用 } OE &= \$13,450 / \text{月} \\ \text{利益 } (=T - OE) &= \$15,000 - \$13,450 = \$1,550 / \text{月} \end{aligned}$$

2) 製品ミックスの決定

上で、生産システム(会社)が発生させることのできる、単位時間当りの最大のスループットは、制約資源が発生させることのできる最大単位時間当りのスループット、すなわち、スループットレートにより制限されていることを見た。このことから、次ぎのテーマが生まれる。すなわち、それでは、生産システムが発生させるスループットを最大にするには、利用可能な時間が限られている制約資源の時間をどのように使うべきか(どの製品の生産に使うべきか)、ということである。つまり、制約資源を漏斗に喩えると、漏斗の細い部分を通して流せる量は決まっているが、そこに、何を流せば、「通過する粒の価値」が最大になるかということである。通せる粒には、金の粒、銀の粒、銅の粒、普通の砂粒があれば、当然、金だけを流せば、利用可能な時間が限られている制約資源の時間を使って、最大の価値を通過させられる、金の粒がなくなったら、次ぎは、銀の粒を流す、こうして、順次、制約資源の利用可能な時間を使い切るまで、スループットレートの高い順に、金、銀、銅の順で流すと、漏斗を通過した粒の価値が最大になる、という考え方である。こうして得られた金、銀、銅の比率が最適製品ミックスになる。

上の金、銀、銅の例では、金の価値が一番高く、次いで、銀、それから、銅という順に価値が高いという暗黙の、かつ、自明と想定した仮定があった。それでは、実際の製品の場合、どのよ

⁷ Editors: Cox III, J. F., Blackstone Jr, J. H., *APICS Dictionary 8th Edition*, APICS

⁸ Srikanth, M. L. and Umble, M. M., *Synchronous Management, Profit-Based Manufacturing for the 21st Century*, Vol. 1, The Spectrum Publishing Co., 1997

うにして、これらの価値を判定するのか。ここでも、簡単な例を考えてみよう。ここに、製品 A、製品 B という二つの製品があり、それらの販売価格、原材料費、利益が下表の通りであったとする。

	製品 A	製品 B
販売価格	\$10,000	\$7,500
原材料費	\$5,000	\$5,000
利益	\$5,000	\$2,500

上だけの情報で、「どちらの製品のほうが儲かるか」と聞かれた場合、誰しも、製品 A と答える。従来の考え方は、ここで止まっているが、TOC では、上で見たように、利用可能な時間が限られている制約資源の時間をどのように使うべきか、すなわち、制約資源での単位当たり時間に、どちらの製品がより多くのスループットを生むか(どちらの製品のスループットレートが大きい)かで儲かる製品を判定する。すなわち、従来の考え方が制約の存在を意識していないのにたいして、TOC では、はっきりと、「制約の威力」を認識して、儲かる製品の判定を行う。ここで、上表の情報に加え、実は、製品 A の 1 個当りの処理には制約資源での処理を 10 時間必要とし、それに対して、製品 B は制約資源での処理を 1 時間しか必要としない、ということが判明したとする。これらの処理時間を前提とすると、製品 A の 1 時間当りのスループット(スループットレート)は\$500、製品 B のそれは\$2,500 となり、製品 A に比べ、製品 B の方が、単位時間当たり、5 倍もスループットをもたらすので、当然、製品 B に軍配があがる。このように、「制約の威力」を明確に意識していない方式による収益性判定は、通常、正しい結論をもたらさない。上の議論の背景となる考え方を「スループット会計 (Throughput Accounting)」と呼ぶ⁹。なお、スループットレートという概念は、線形計画法の限界利益という概念と同一である¹⁰。

上の例は、間接費の配賦が行われていない例であるが、伝統的な原価計算や ABC の考え方に基づく間接費を配賦した原価による収益性の判定も、正しい収益性の判定をもたらさない¹¹。

上述の事実は、TOC が生まれる 40 年ほど前に、既に、千住、伏見により指摘されていたことであり、その精神を一言でいえば、「損得勘定は、可変要素のみで行う」ということである¹²。

なお、下表は、上記の議論と密接な関係にある「直接原価計算」と「スループット」を比較し、要約したものである¹³。

直接原価計算とスループット会計の比較

	直接原価計算		スループット会計
	直接労務費を		簡易
伝統的な	固定費とした	スループット	スループット
直接原価計算	直接原価計算	会計	会計

⁹ 詳しくは、Corbett, T., *Throughput Accounting*, The North River Press, 1998 を参照

¹⁰ 拙著、「制約理論 (TOC) についてのノート」、ラッセル社、2000 年を参照。

¹¹ Cox, James F., III and Michael S. Spencer, *The Constraints Management Handbook*, St. Lucie Press, 1998

¹² 千住鎮雄、伏見多美雄著、「新版経済性工学の基礎」、日本マネジメントセンター

¹³ Noreen, E., and et al, *The theory of Constraints and Its Implication for Management Accounting*, The North River Press, 1995

売上	売上	売上	売上
-直接材料費	-直接材料費	-真の変動費合計	-原材料費
-直接労務費			
-変動間接費	-変動間接費		
=貢献利益	=貢献利益	=スループット	=スループット
-固定費	-固定費	-業務費用	-業務費用
利益	利益	利益	利益

3) スループット・ダラー・デイズ/在庫ダラー・デイズ

スループット・ダラー・デイズ, および, 在庫ダラー・デイズは, TOC の業績測定尺度の一部である. TOC では, 顧客サービスを, 競合他社よりも, 圧倒的に優れたものにして, 競争に打ち勝とう, という戦略を取る. そうした中で, 納期遵守を重要視し, 納入リードタイムの短縮を重要視する. スループット・ダラー・デイズ, および, 在庫ダラー・デイズは, そのような背景から作成された業績測定尺度で, 次のように定義される.

- スループット・ダラー・デイズは, 特定の日までに特定のオーダーを出荷することに失敗した実績を測定する尺度, 換言すれば, 納期遵守の度合いの尺度. この尺度の定義は, 納期に遅れたオーダーに, そのオーダーのスループットの大きさを対応づけ, それにオーダーの遅れた日数をかけて得られた数値である. つまり, 100 万円のスループットを持つオーダーが, 10 日遅れれば, 1000 万円という値が得られる. 理想的には, これらの値を合計したものはゼロであるべきものである. この尺度は, 仕損じ品の手直しを減少させ, 品質を向上させるための動機づけにも有効といわれている.
- 在庫ダラー・デイズは過剰在庫の尺度である. 例えば, 満足できる納期遵守度を実現するのに 1 週間分の最終製品在庫があればよいと考えられているときに, 10 日分の在庫があると, 3 日分が余分である. 1 日の出荷量を 10 単位とすると, 3 日分であるから, 過剰は 30 単位となる. 3 日分の過剰在庫が発生したとすると, 過剰在庫を解消するには当然 3 日かかる. この場合, 価格を 100 万円とすれば, 在庫ダラー・デイズは, $100 \text{ 万円} \times \{10 \text{ 単位} \times (1 \text{ 日} + 2 \text{ 日} + 3 \text{ 日})\} = 6000 \text{ 万円}$ となる. この業績尺度の値も, 理想的にはゼロであるべきであると考えられる.

5. 第一分枝 - ロジスティックス分枝

ロジスティックス分枝は, 5 段階継続的改善プロセス, ドラム・バッファ・ロープとバッファ管理からなるスケジューリング方法論, および, V-A-T 論理構造分析からなっている.

1) 5 段階継続的改善プロセス

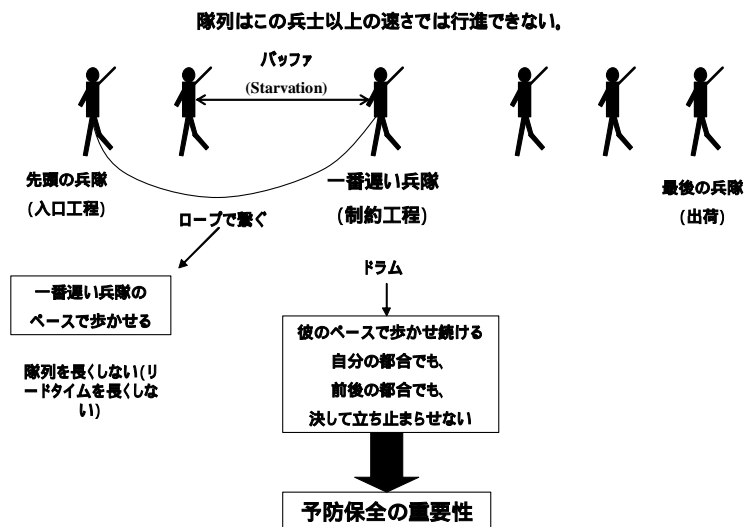
既に, 見たように, TOC では, その名の示す通り, 常に, システム内の制約を念頭に, 短期的には, 与えられた条件の下に, 中長期的には, 投資を行って, システムの生成するスループットをできるだけ大きくすることを目標として, 多様な意思決定を行う. こうして, システムの生成するスループットをできるだけ大きくすることは, システムが存続する限り, このプロセスはエンドレス

2) ドラム・バッファ・ロープとバッファ管理からなるスケジューリング方法論

i) ドラム・バッファ・ロープ (DBR)

ドラム・バッファ・ロープについては、ゴールドラットの『ザ・ゴール』でその基本的な考え方が詳述されているが、生産システムの中を流れるもののフローを、ボーイスカウトの隊列に喩えて説明すると理解しやすい。

図3 兵隊の行進を比喻としたDBRシステム



ボーイスカウトの隊列の中には、必ず、足の一番遅い子供がいる。隊列全体としては、この子供以上の速度では移動できない。この子供の歩みが「ドラム」である。生産システムで言えば、ドラムは、制約資源の処理速度である。したがって、隊列全体として行進できる最大の速度を実現するには、この子供を、自分の都合でも、前後の子供の都合でも、決して立ち止まらせてはならない。生産システムで言えば、制約資源を稼働させ続けることを意味する。この子供が立ち止まる理由には、自分の都合と、前後の子供によるものと二つあるが、生産システムで言えば、前者は、制約資源での故障などに当たり、また、後者には、前工程からの処理部品の到着の遅れによる材料不足による待ち (starvation)、および、制約工程と次工程の間にスペースがない場合、次工程が停止すると、次工程に部品を流せなくなることによる制約工程の停止 (blockage) がある。前工程からの処理部品の到着の遅れによる材料不足による待ちへの対応は、「タイムバッファ」の設置で、また、制約工程と次工程の間にスペースがない場合、次工程が停止すると、次工程に部品を流せなくなることによる制約工程の停止への対応は、「スペースバッファ」の設置で行う。

タイムバッファとは、ボーイスカウトの喩えでは、歩行速度の一番遅い子供とその前の子供

との間に一定の距離を置くように努めることに相当するが、生産システムでは、制約工程で、あるオーダーを処理する計画時刻よりも、一定の時間だけ早く、そのオーダー向けの原材料が、制約工程に到着するよう計画することである。この一定の時間を「タイムバッファ」という。タイムバッファという言葉の意味は、あたかも、ゴルフに行くときに、途中の交通渋滞を想像し、9時のスタートの1時間前に到着しようとして、渋滞を考慮して家を出ると類似している。1時間前に到着しようとして、家を出ても、ゴルフ場に到着するのは、2時間前かもしれないし、また、20分前かもしれないが、いずれにしても、スタートには間に合う。こうすれば、制約資源は計画通りに処理を行える。

TOC では、このバッファを、在庫量では考えず、常に、時間の長さで考える。そして、タイムバッファの大きさは、上流工程の持つ固有の不確実性の関数であり、これを TOC では、統計的変動 (statistical fluctuation) と呼ぶ。そして、この一定の時間だけ早く到着するように、入り口工程で、原材料がリリースされるように計画すること(入り口工程に伝達すること)を、「ロープを張る」という。これは、ボイスカウトの喩えでは、先頭の子供が、その子供の歩行速度で、先に進まないように、一番足の遅い子供とロープで繋ぐことを意味し、生産システムで言えば、遅からず、早からず、入り口工程で原材料を投入することに相当する。これにより、仕掛品在庫が最小になるので、生産リードタイムが短縮する。

TOC では、在庫数を単位として計算する在庫によるバッファ(いわゆる、在庫バッファ)ではなく、このように、タイムバッファと呼ぶ、常に、「時間」を単位に考えてバッファを設置する。例えば、タイムバッファを2時間にすると、ということの実態は、やはり、物理的な在庫が2時間分だけ、制約資源の前に存在することを意味するが、タイムバッファの大きさで考えると、製品構成の変化が、自動的にバッファの内容に反映されるためである。通常、図4に示すように、バッファ区域を、例えば、当日分、翌日分、翌々日分のように、3区域に分け、管理する。そして、第1区域を督促区域、第2区域を追跡区域、第3区域を安全区域として扱う。つまり、第1区域は、目先に迫ったジョブのための原材料であるから、それが到着していない場合は督促を行う区域、第2区域は、目先に差し迫ってはいないが、予定までに、必ず到着するかどうかを確認するために追跡を行う区域、第3区域は、到着が予定されているが、まだ、先の話なので、到着していなくても安全な区域と考える。なお、第3区域は、誰も気にしないので、Schrageheim, Dettmer は、2区域による管理を提案している¹⁵。

DBR では、このようなタイムバッファを、制約工程の前だけでなく、組立工程、および、出荷区域にも設置する。制約工程の前のタイムバッファを「ドラムバッファ」、組立工程への到着のタイムバッファを「組立バッファ」、出荷区域への到着のタイムバッファを「出荷バッファ」と呼ぶ。これらは戦略的に設置されるタイムバッファと呼ばれるが、これらの戦略的タイムバッファにより、不確実性による乱れを吸収し、予定通りの生産が可能になり、納期が守られる。また、こ

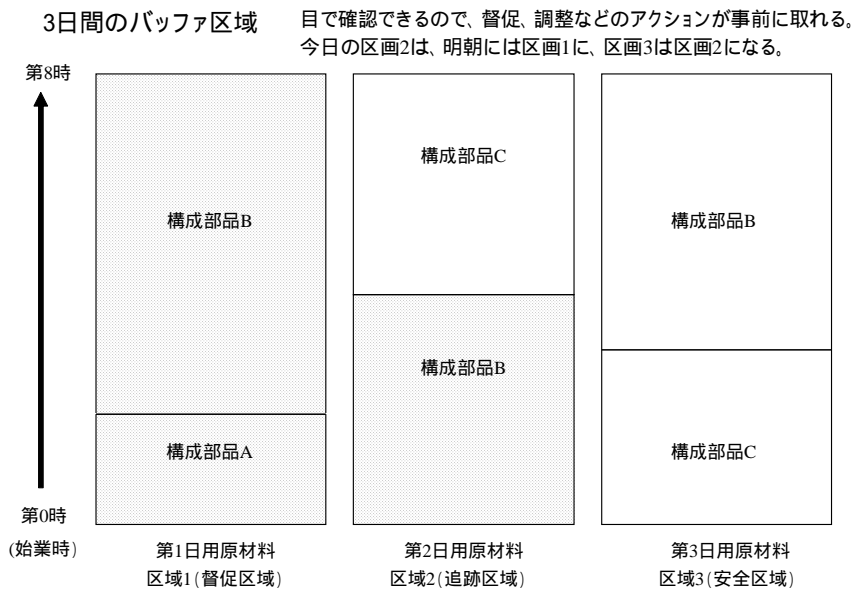
¹⁵ Schrageheim, E., Dettmer, H. W., *Manufacturing at Warp Speed, Optimizing Supply Chain Financial Performance*, The St. Lucie Press, 2001

のように構成されたスケジュールは、状況の変化への対応へも柔軟性を持ち、いわゆるスケジューラー・ソフトウェアに比較し、変化が発生しても、比較的長持ちするという意味での、頑健 (robust) なスケジュールを作成できる。

なお、工程能力がバランスしているラインを理想とする考え方があるが、TOC の観点からは、統計的変動性と、資源間に存在する従属性 (dependency) の存在により、工程能力に見合ったフローの実現が困難なため、理想とは程遠いものとする¹⁶。

このような組み立てを持つ DBR が持つ利点の一つは、限定的な重要部分のデータ以外は、厳密なデータ精度を求めないことである。データの粗さは、長めのタイムバッファの設置で吸収できるからである。極端な話であるが、制約工程の前の直列に繋がっている複数の工程を、一つの工程とみなしても、DBR によるスケジュールは機能する。スケジューラー・ソフトウェアが、精度の高いデータを要求し、状況の変化のたびに、リスケジュールが必要になるといわれているのに比べ、DBR の持つ利点と考えられよう。

図4
制約資源の前に、数日分の作業用の原材料を、「タイムバッファ」として設置する。
区域を3区域(督促区域、追跡区域、安全区域)に区域分けし、常時、監視する。



ii) バッファ管理

TOC の中で、バッファ管理は、極めて重要な役割を持つ。それは、単に、制約資源を徹底的

¹⁶ Srikanth, M. L. and Umble, M. M., Synchronous Management, Profit-Based Manufacturing for the 21st Century, Vol. 1, The Spectrum Publishing Co., 1997

に活用する、と言う意味だけではない。どれだけの長さのタイムバッファを持つべきか、という問いに対しては、多分、上流工程の、いわゆる、統計的変動性を調べ、解析的に、その長さを決定するという方法が考えられる。しかし、TOC が勧める方式は、ゴルフに行くときの時間的余裕の推定のように、極めて、経験的な方法である。すなわち、インプリメンテーションの当初のタイムバッファの長さは、多分、入り口工程から制約資源の前までの所要時間を、十分に長く設定する。ただし、MRP II とは異なり、各工程間には在庫を保有しない。途中の制約でない資源には、ディスパッチリストを持たせず、上流工程から流れてくるジョブを、先に到着した順序で(すなわち、先入先出で)、可及的速やかに処理し、次工程に送る、というルール of 厳守を求める。制約でない資源でのこの作業の行い方は、ディズニーのキャラクターである「ロードランナー(roadrunner: 和名: 道ばしり)」の動きに喩えられる。この鳥は、地上を猛烈な勢いで走り、ピタリと止まる習性を持つ。すなわち、キャパシティに余裕がある制約でない資源は、仕事が到着したら、可及的速やかに処理を済ませて、速やかに次工程に送り、仕事がない場合は、ロードランナーのように、ピタリと手を休める。このルールに従って作業を行うと、当初は、長めに設定されたバッファにより、多分、図 5.1 に例示されているように、3 区域ともに、満杯になるほどに、十分、早く、原材料が到着すると思われる。そのような状態は、過剰なタイムバッファの状態であるから、例えば、図 5.1 の場合は、タイムバッファを 1 日に短縮しても不都合は生じないだろう。TOC では、このように、経験的に、タイムバッファの長さを決めて行く。図 5.2 の場合は、タイムバッファを 1 日だけ長くする。こうして、図 5.3 のような状態に持って行く。

図5 タイムバッファ・プロファイル



図 5.3 の状態にあるとき、突如、第 1 日のタイムバッファに到着しない原材料があったとする。これを、「バッファの穴」と呼ぶ。穴は、即座に、その原因を確かめ、穴を発生させた原因を除去する。その原因は、上流工程での機械の故障や品質問題であったり、作業員のポカ休であったり、さまざまであるが、これらの原因除去により変動性が小さくなり、その結果、タイムバッファを、一層、短くすることができるようになる。これは、当然、生産リードタイムの短縮につながる。このように、TOC では、バッファの状態を常にモニターすることで、継続的改善を実現する。これを、JIT の改善と比較し、TOC は、改善努力を、重要部分のみに集中できている。つまり、制約でない資源は、もともと、キャパシティに余裕があるので、基本的に、通常の統計的変動の幅の中に納まっている限り、それらを、さらに小さくしようという努力はボトムラインの改善にはつながらないので、貴重な時間と労力の無駄遣いであると考える。

以上、見てきたように、DBR は、伝統的に、部分最適を目指し、作業能率、稼働率を重視してきた管理方式に較べ、全体最適を目指し、フローを重視する管理方式と言える。

3) V-A-T 論理構造分析

TOC は、生産システムの中を流れる「もの」のフローを、利益が最大になるように計画し、管理しようとするものであり、かつ、そのための計画と管理が、製品生産構造カテゴリーに依存する部分があるので、このようなカテゴリー化は制約理論の不可欠な要素である。TOC では、生産システムを、「製品」と「プロセス」が相互に作用し合うシステムという観点から見る。そうすると、V 型、A 型、T 型という三つの一般的な「論理製品構造」と呼ばれる製品生産構造カテゴリーが見えてくる（V 型、A 型、T 型に加え、プロセスが直列的に並んでいるものを I 型と呼ぶ）。これらカテゴリーの名前の由来は、図 5 に見るように、フローが、英字の V、A、T（および、I）に似ているためである。現実の工場は、V 型、A 型、T 型を組み合わせた構造を持つものも、まま、見られる。それらを組合せ型工場と呼び、それらの基本的な組み合わせとして、下記の五つの基本構造が存在するという¹⁷。

- 1) 基部構造が V 型で、上部構造が T 型 (V 基部-T 上部型工場)
- 2) 基部構造が A 型で、上部構造が T 型 (A 基部-T 上部型工場)
- 3) 基部構造が V 型で、上部構造が A 型 (V 基部-A 上部型工場)
- 4) 基部構造が V 型で、中間部が A 型、上部構造が T 型 (V 基部-A 中間部-T 上部型工場)
- 5) 基部構造が V 型、A 型並列で、上部構造が T 型 (V-A 並列基部-T 上部型工場)

i) V 型工場

V 型工場の一般的な特徴は、分岐点の存在である。分岐点の存在により、産業がどのようなものであれ、V 型工場では、下記のような三つの主要な特徴が生まれる。

¹⁷ Srikanth, M. L. and Umble, M. M., Synchronous Management, Profit-Based Manufacturing for the 21st Century, Vol. 2, The Spectrum Publishing Co., 1997

- 1) 原材料の数に比べ、最終品目の数が多い。
- 2) 工場が販売するすべての最終品目は、基本的に同一の方法で生産される。
- 3) 工場の設備は、通常、資本集約的で、高度に特化されたものである。

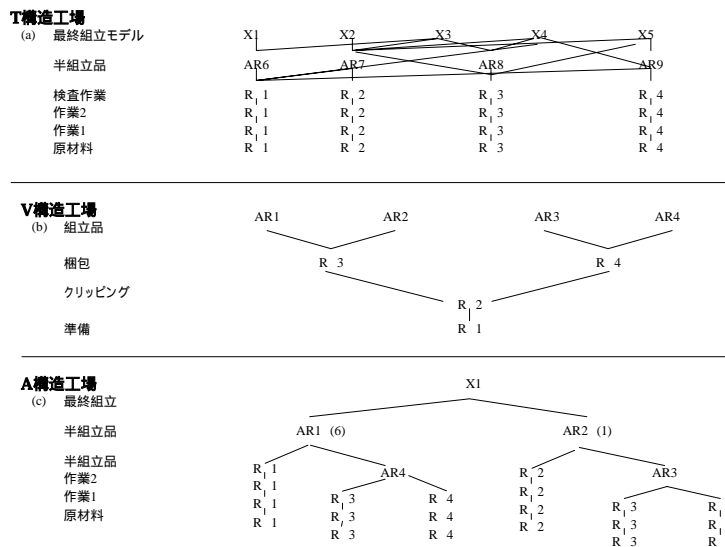
V 型工場での DBR スケジュールのコントロールポイントは、原材料の投入点、分岐点、それに、制約資源である。V 型工場が分岐点を多数持つので、多くのワークセンターがスケジュール・コントロールポイントになる。

ii) A 型工場

A 型工場の製品フローの特徴は、二つ、ないし、それ以上の構成部品が組立てられて、単一の親品目を作るという資源-製品インタラクションが支配的であることである。製品フローの中でのそのようなポイントは、一般に、組立ポイントとして知られている。これらの組立ポイントは、異なる幾つかのソースからの材料フローが合流し、単一品目を形成するので、収束点とも呼ばれる。

図6 T構造工場、V構造工場、A構造工場の

典型的な製品フロー図



部品が収束する組立ポイントを持つ A 型工場は、以下の四つの共通的な特徴を持つ。

- 1) 多数の部品を、相対的に少数の最終品目に組立てる。
- 2) 構成部品は、特定の最終品目ごとにユニークである。
- 3) 構成部品の生産工程は、それぞれ非常に異なっている。
- 4) 生産プロセスで使われる機械や用具類は、汎用性のものである傾向がある。

A 型工場では、同一の機械が多数の別の種類の部品の処理に使われる。実際、部品によっては、その処理工程の中で、同一の機械で幾度も処理されることがある。こうして、機械の多くは、V 型工場で見られる高度に特化した機械とは対照的に、非常に柔軟性を持った機械と

なる。

A 型工場での DBR スケジュールのコントロールポイントは、材料の投入点、組立ポイント(収束点)、制約資源である。工場全体の製品フローは、V 型とは異なり、比較的少数のスケジュール・コントロールポイントをコントロールすることで、上手く管理できる。明らかに、典型的な A 型工場には、多数の異なる資源が存在するが、スケジュール・コントロールポイントの数は、資源の数より、通常、遥かに小さくてすむ。

iii) T 型工場

T 型工場の特徴は、最終製品が、たくさんの構成部品から組み立てられ、それに使われる構成部品の多くが、多数の異なる製品の組立に共通して使われることである。このような状況は、多様なオプションを持つ製品系列や多数の梱包バリエーションのある製品を生産している会社で起こる。また、家庭用電気器具、小型の電気器具を生産している会社の工場の多くは、T 型工場である。T 型工場の持つ支配的な製品フローの特徴は、比較的少数の構成部品から、多数の別個の組立品が作られ、その結果、最終品目の数は、構成部品の数を大幅に上回る。製品フロー図は上の部分で広がり、T 字に似たものとなり、したがって、T 型工場と呼ばれる。

T 型工場は、注文組立生産 (ATO) 環境で見られる。ATO 環境では、顧客リードタイムは比較的短く、構成部品の購入リードタイム、構成部品の処理時間は比較的長く、個々の製品の需要予測は困難である。その結果、多様な製品の生産に必要な構成部品を基準生産計画により生産し、最終組立の前に在庫する。こうして、T 型工場環境では、利用可能な構成部品、要求される製品、制約資源の間のインタラクションが重要となる。

T 型工場は、下記の四つの特徴で、他のタイプの工場と区別される。

- 1) たくさんの内作/購入部品を組立てて、最終製品を生産する。
- 2) 部品は、たくさんの別個の最終品目に共通して使われる。
- 3) 部品の生産工程には、分岐プロセスや組立プロセスがない。
- 4) 処理を必要とするこれら部品の生産工程は、通常、相互に類似していない。

T 型工場は、T 型工場を形成する最終品目を生産する組立部門、部品貯蔵所に部品を供給する製造部門を、二つの分離された工場として管理すると、もっともよく管理できる。生産業務の組立部分は、未確定の将来のオーダーのために、目先の確定オーダー向けの部品の盗用 (stealing) を防ぐ特別な手順を明確に取り入れ、受注組立作業として管理する。また、工場の非組立部門は、部品貯蔵所を唯一の顧客とする見込生産作業として管理する。

T 型工場でのタイムバッファは、制約資源の前、組立ポイントの前、そして、出荷ポイントの前に設置する。これらの場所でのタイムバッファの設置により、T 型工場で発生する正常な変動性からシステムのスループットは防護される¹⁸。

¹⁸ Srikanth, M. L. and Umble, M. M., Synchronous Management, Profit-Based Manufacturing for the 21st Century, Vol. 2, The Spectrum Publishing Co., 1997

以上、TOCを概観したが、システム制御にまったく無知な筆者の勝手な想像であるが、TOCをシステム制御の観点から見ると、おそらく、TOCのDBRの部分は、システム制御の考え方に沿った部分が、多分にあるように思われる。すなわち、生産システムを全体として捉え、その中を通過する「もの」のフローをコントロールする、という点である。そして、制御の大前提として、「統計的変動」と呼ぶ不現実性の存在を受け入れ、資源環境に存在する（ある処理が済まないと、次の処理が行えないという）従属性を併せ持つシステムを、「ドラム」、「ロープ」、および、「バッファ」により、スムーズなフローを実現する、という考え方は、素人目には、まさに、システム制御そのもののように写る。現に、Schrageheim, E., Dettmer, H. W. は、生産システムの運営を、飛行機の操縦に喩え、『ひとつの変数のみを調整すればよい状態は、複数の変数を同時に調整しながら管理を行わなければならない状態に比較して、仕事は、大幅に楽になる。航空機は宿命的に、人の知覚により制御するには負荷が大きすぎる。換言すれば、「同時に注意を払わなければならないことが多すぎる」ということである。まったく同じことが、複雑な生産システムについても言える。監視しなければならないことが少なれば少ないほど、複雑なシステムの管理は容易になる。そして、変数の数が多ければ多いほど、システムの制御が効かなくなる確率は高くなる¹⁹とあって、「ドラム」、「ロープ」、「バッファ」のみだけをコントロールすることを求めるDBRの「良さ」を強調している。門外漢の的外れな見方であれば、一笑にふされ、ご容赦願いたい。

6. TOCインプリメンテーションと業績測定尺度

TOCのインプリメンテーションは、伝統的な、ほとんど、規範となってしまう考え方や、大きく衝突するので、トップダウン以外のインプリメンテーションは極めて困難であると言われている。その理由を、Mark Woepel は、TOCのインプリメンテーションの成功には、「誰かさんの神聖な牛」を、一頭ではなく、何頭も、殺さなくてはならないから、と言っている²⁰。Cox, Spencer は、5段階継続的改善プロセスの三番目のステップで「他のものをすべてシステムの制約に従属させる」が最も難しいステップである、と言う²¹。なぜなら、三番目のステップは、他の資源についての活動をすべて、システムの制約に従属させること、すなわち、他の活動を、すべて、制約の下位に置くということを実行しなければならないからである。これを行うには、非常に強固に確立された伝統的経営方針、実務、部分業績測定尺度に逆らわなければならない。そして、具体的には、以下の三つを挙げている。

- 第一は、設備稼働率、作業能率（標準直接作業時間/直接作業時間）に代表される、生産設備の生産性を測定する業績測定尺度
- 第二は、伝統的な原価計算
- 第三は、人事評価制度

第一、第二は自明であるが、第三については、いささか、説明を要しよう。ここで、Cox, スペンサーが言わんとしているのは、TOCをインプリメンテーションする場合、人々の行動も変化しなければならず、

¹⁹ Schrageheim, E., Dettmer, H. W., *Manufacturing at Warp Speed, Optimizing Supply Chain Financial Performance*, The St. Lucie Press, 2001

²⁰ Mark, W. J., *Manufacturer's Guide to Implementing the Theory of Constraints*, The St. Lucie Press, 2001

²¹ Cox, James F., III and Michael S. Spencer, *The Constraints Management Handbook*, St. Lucie Press, 1998

そのためには、組織に属する人々が、それぞれの立場で、納期遵守度の向上、リードタイムの短縮にどのように貢献し、顧客満足度の向上を通じて、スループットの向上に貢献するように仕向けなければいけない、ということである。例えば、制約でない資源の作業員は、上述のロードランナーのような動きをしなければならないが、手待ちのときには、次のジョブが来るまで、手を休めることを求められる。つまり、制約でない資源の作業員は、制約工程がこなせる以上のペースで働いてはいけないことを意味する。これに従わない場合、手当は上昇し、仕掛品在庫も増大し、生産リードタイムが長くなり、納期遵守度が低下するが、しかし、スループットは大きくならない。このように、TOC のインプリメンテーションの成功には、人々の行動を、従来のものから、大幅に変化させる必要があり、TOC のインプリメンテーションはトップダウンで行わなければ成功しない、と言われる所以である。Mark Woepel は、業績測定尺度を、TOC の考えに沿ったものに変更できるまでは、TOC のインプリメンテーションを先に進めてはいけない、とまで言っている。

7. TOC インプリメンテーションとはリエンジニアリング

TOC のインプリメンテーションの目的は、競業他社に、納期遵守度、納入リードタイム、品質で、圧倒的な差をつけ、仕掛品を減らし、顧客満足度を高め、製品ミックスを改善し、結果的にスループットを劇的に増大し、競争優位性を確立することである。そして、それを行うには、生産方式の革新だけではなく、見積り依頼から、設計、生産、梱包、配給、納品、請求、代金回収までの一連の業務フローのリエンジニアリングを行う必要がある。

このように、TOC のインプリメンテーションは、全社的な業務革新を目指すものであり、非製造部門の業務改善の視点も、発想の基本的な原点として、顧客満足度の向上(納期遵守度の向上、リードタイムの短縮)を通じてのスループットの向上を志向することに貢献することとなる。企業組織全体を通しての部門間連携が不可欠な所以である。

TOC のインプリメンテーションは、漸進的ではなく、革新的に業務プロセスの有効性を高めることを意図する。したがって、その目標は、スループット金額のような経営指標を大幅に向上させる、つまり、100%、ないしは、それ以上の大きな改善を行ったり、逆に、仕掛品在庫とか、納入リードタイムなどの別の指標を 1/3 にする、というような改善を急速に実現することである。それには、自由で、柔軟な発想、創造性を基礎に置いた議論を行うことが必要となり、既存業務プロセスの部分的な手直しではなく、システム全体のフレームワークの中で、どうすべきかを「Start over from scratch (はじめから作り直す)」必要がある。例えば、Moore 社(ビジネス・フォームの印刷会社)では、TOC によるリエンジニアリングを行った。リエンジニアリング・チームはボトルネックを多数見つけ、不必要なプロセスを排除した²²。実は、これらの不必要なプロセスに、見積りの作成や請求書の発行が滞っていた。情報がどのように流されているかを調べ、情報の滞留を排除した(例えば、見積りに対する原価算定は、バッチ処理から、1個流しのように、個別の見積り要求ごとに、即座に行われ、価格付けに回されるようにした)。リエンジニアリングの結果、見積りを、受けてから、請求まで、従来は、47 プロセス掛かっていたものを、14 プロセスに変

²² Tanner, J. F. Jr., Honeycutt, E. D. Jr., *Reengineering Using the Theory of Constraints, A Case Analysis of Moore Business Forms*, Industrial Marketing Management, 25, 311-319 (1996), Elsevier Science Inc.

更し、見積回答も、原価付けをバッチで行っていたのを、見積依頼を受けたら、即座に行い、価格付けに回すように変更したことで、従来、2 週間掛かっていたものを 1 日にできた。そして、次の目標を 30 分以内に設定した。また、請求から入金までの平均日数も 52 日であったものを 5 日にできた。

1980 年代にアメリカで行われたリエンジニアリングには、成功したものがないと言われている²³。その理由は、リエンジニアリングを行う目標を業務費用の削減に置いたためと言われている。アメリカで業務費用の削減と言うことの意味は、実質的に人員削減を意味し、例えば、Ph. D 所有者が、タクシーの運転手になり、糊口をしのいだ、というようなことが見られたようである。TOC は、上述のとおり、リエンジニアリングを行うものであるが、TOC によるリエンジニアリングは、1980 年代のそれとは、目標として力点を置くところが大きく異なる。Goldratt の "It's Not Luck", Eric Noreen & et al の "The Theory of Constraints", Cox, Spencer の "Constraints Management Handbook" などにも、そのような趣旨のことが書かれている。例えば、"It's Not Luck" の中で、ゴールドラットは、アレックス・ロゴに、「... 収益の改善が叫ばれるたびに、本能的に採られるアクションは、コスト削減だ。そして、その中身はレイオフだ。これは、馬鹿げたことだ。もう、これまでに、何千というジョブを減らしてきた。脂肪を落としているのではない。肉を切り、血を流しているのだ。」と言わせ、また、「ある年、レイオフされて一年以上職を見つけれないでいる男と同じ兵舎に入った。タフな環境で寝起きをともにしながら、私は、失業が人を不安に陥れ、プライドを奪う、おぞましい体験だということを理解した。それ以来、私は感情的といってもいいほどレイオフやリストラを憎むようになった」とも言っている²⁴。Schragenheim, E., Dettmer, H. W. は、図 7

図7 管理の力点

T: スループット
I: 在庫
OE: 業務費用

伝統的な 管理	日本的 管理 (JIT)	TOCによる 管理
1. OE ↓	1. I ↓	1. T ↑
2. I ↓	2. T ↑	2. I ↓
3. T ↑	3. OE ↓	3. OE ↓

²³ Cox, James F., III and Michael S. Spencer, *The Constraints Management Handbook*, St. Lucie Press, 1998

²⁴ 「TOC 制約理論のひろば」(<http://www01.u-page.so-net.ne.jp/pk9/toshio/TOC-JP/>) 掲載のダイヤモンド社「ゴールドラット博士のインタビューから - リストラなき業績回復のための思考プロセス」からの引用。

に示すように、スループット、在庫、業務費用についての力点の置き所に関し、伝統的な管理、日本的な管理、TOC による管理を比較している²⁵。伝統的な管理が、業務費用の削減を最重要視しているのに対して、TOC は、まず、スループットの増大を意図し、次いで、在庫の削減を、そして、業務費用は「増加しないように管理する」という基本姿勢を持つ。

8. まとめ

以上、TOC の概要を、足早に概観してきたが、企業経営の観点から見た主要なポイントは下記のようなことであろう。

- TOC は、決して、現場の生産管理方法論ではなく、極めて理に適った経営方法論である。しかし、その理解には、西欧流の理詰めの考え方、理屈っぽさが必要であろう。
- TOC のインプリメンテーションとは、スループットの増大を目的関数とするリエンジニアリングである。
- TOC のインプリメンテーションは、競合他社に比較し、圧倒的な競争優位性を獲得するために、生産現場の革新に止まらず、業務フロー全体を、短時間で革新することを意図するものである。
- 成功すれば、比較的短時間で効果が現れてくるので、今日の経営環境の中で、強力な経営ツールとなり得る。
- しかし、既存の常識、規範と大きく衝突するので、経営者が TOC を理解し、TOC にコミットして、そのインプリメンテーションのリーダーシップを取るトップダウン方式でないと、なかなか、インプリメンテーションは難しい。こうして、TOC の導入には、会社の組織全体を通じた教育、および、マネジメント・フィロソフィーの変更が必要となる。
- 組織に属す人たちの行動様式を、TOC の考え方に沿ったものに変化させる必要がある。そのような行動を引き出すために、業績測定尺度を TOC の考え方に沿ったものに変更することが成功の大前提である。
- TOC は、唯物論的なものでも、拝金主義、重商主義的なものでもなく、「人に暖かい」哲学を持つ。

以上、TOC の概要をまとめてみたが、筆者の見聞きし、理解した範囲では、製造企業で十分研究し、採用する、しないは別として、少なくとも理解し、評価すべき経営方法論と考える。

2002 年 4 月 28 日 小林英三記

²⁵ Schragenheim, E., Dettmer, H. W., *Manufacturing at Warp Speed, Optimizing Supply Chain Financial Performance*, The St. Lucie Press, 2001