

アジル経営時代の生産革新技法の適用
— 「制約条件の理論 (TOC)」 の解説と実践例 —

田中 宏

Application of Innovative Manufacturing Techniques
in the Agile Management Age
— Theoretical Explanation and Practice of Theory of Constraints —

Hiroshi TANAKA

ABSTRACT

The new technology for manufacturing innovation, TOC is attracting the world's attention. TOC is a theory which focuses on the weakest point (restricted condition) and improves them in a concentrated manner.

Its most remarkable feature is that results are obtained instantly.

Therefore, this is a most suitable innovative technique for the production of short life-cycle products.

In this explanation, I would like to provide an outline of this theory and applied examples.

KEYWORDS: TOC, DBR, throughput, bottle neck, SCM

1. はじめに—スピード経営時代の経営革新技法

現代はスピード経営時代或いはアジル経営時代と称されるように迅速な経営環境に即応するために企業活動も素早い対応が要求されている。

1990年代後半に米国で開発された生産革新の画期的な新手法と称される TOC (Theory of Constraints 制約条件の理論) がこのスピードを要求される時代に適した効率的生産システムとして注目を浴びている。

この理論は、イスラエルの物理学者ゴールドラット博士の著作による250万部を超えるベストセラーとなった「ザ・ゴール」という小説中の生産システムの革新の概念を体系化して打ち出されたものである。

それは、生産プロセスの工程の中から最も能力の低いと考えられる工程に注目し、その工程を集

中の改善・対策を講ずれば、スピーディに効果が期待出来るという簡明な理屈に基づくものであり、製造企業が目標達成のために制約となっている部分(制約条件)を発見し、その問題を重点的に解決し強化することで利益拡大を図る生産システム改善の手法である。

元来、製造現場の生産性改善の手法として開発された手法であるが、更に適用分野を発展させて企業経営の効率化を目指す経営革新の手法として注目されている。

本ノートでは、この「制約条件の理論」に就いて理論的な解説を加えた上で、生産システムやマネジメント革新の手法として適用され効果を挙げた例に就いて概説する。

受理日：平成15年10月10日

2. 制約条件の理論 (TOC) とは (文献9)

TOCとは、「企業活動の中で最も弱いウイークポイント(制約条件:ボトルネック)に注目し、そこを重点的に改善・強化して、最小努力で最大利益を上げる経営革新手法」と言われる。

“利益が向上しない原因は、どこかに制約条件が存在するため”と考え、この制約条件を取り除いて最大効果を追求することになる。

生産システムに於ける生産性向上を考える場合、制約条件は工程能力の最も低い作業や設備の工程と言える。この原因は単に作業や設備の能力不足だけとは限らず種々の要因が考えられる。

この場合考えられる要因(制約条件)を次のように三つに分類し、それぞれに対応した解決策を採れば制約条件の抱える問題の解決が容易になる。

<制約条件の分類>

物理的制約: 工程能力が明らかに不足している場合

方針制約: 社内の制度や組織構造等経営の仕組みや活動が制約条件となっている場合

市場制約: 市場の需要不足に要因がある場合
制約条件をこの三つに識別しそれぞれに対応した対策をとる。

このように制約条件の発見・対策・解決を繰り返しながら最終的な革新を図るのがTOCの経営革新の手法である。

3. TOCの基本概念と生産性向上の手順

TOC手法による生産システムの改善の手順は、まず生産工程の中で最も弱い部分(制約条件即ちボトルネック)に着目し、そこを重点的・集中的に改善を加えることであり、即効的成果が期待出来る。従って特に最近の製品に見られる如くライフサイクルの短い製品の生産システムの現場に適した革新手法と言われる。

3.1 TOCの基本概念的な概念 (文献10)

TOCの基本概念的な概念を理解するため、企業活動のプロセス個々のパフォーマンスの全体をアナロジーとして、全体の強度を一本の鎖の強度に例えて説明すると理解し易い。

製造企業の場合、企画(市場)・受注・調達・設計・生産・流通・販売という最終的に収益を得るまでの個々の企業活動は、鎖の輪の一つひとつに該当し、製造企業の収益力は、鎖全体の強度と考えられる。

連結した鎖の輪の中で或る一つの輪だけ強度の弱いものがあれば、一連の鎖全体の強度は、その最も弱い鎖の強度に等しくなる。鎖を切れぬようにするには、最も弱い鎖の輪を見付け出してそれを強いものに補強すればよく、それ以外の鎖の輪の強度をいくら補強しても一連の鎖全体の強度を増加させることは出来ない。

これと同様に企業活動の生み出す収益は、これらを構成する個々の活動の中で最も能力の低い活動の制約を受けて収斂する。

収益を増大させるにはこの最も能力の低い活動を補強する必要がある、それ以外の部分の活動をいくら補強しても収益向上には繋がらない。この最も低い能力の活動に相当するものが“ボトルネック”といわれる「制約条件」である。

企業活動に於いて収益の向上を図るには、制約条件の問題或いは部分を見付け出し、その部分だけを重点的・集中的に改善・補強すれば収益向上の成果が直ちに得られる。収益の向上が伸び悩みになれば、それは制約条件であったボトルネック以外の部分が新たな制約条件になったと考えられる。そうすると新しく生じた制約条件を探し出し改善・補強する必要性が生じ、これを繰り返すことにより、更に収益の拡大が図れる。

これがTOC制約条件の理論の基本概念的な概念である。

これを生産システムの現場に適用した場合には、生産工程の中から生産性向上のボトルネックになっている工程に注目して、その工程を集中的に改善・補強することになる。

ボトルネックとなっている工程のみを選んで重

点的に改善を加えて成果を狙って強化するので、活動成果がすぐに顕在化し易い。従って特にライフサイクルが短い製品の製造企業の生産現場に適した生産革新の技法として TOC が注目を浴びている理由である。

3.2 TOC の改善のステップ (文献2, 6)

TOC の生産システムの改善手法は、先に述べたようにスループットの増大、総投資費用、固定費低減を狙って次の改善の5ステップを掲げている。

①制約条件の発見・特定 ②制約条件の徹底的活用 ③制約条件以外の制約条件への従属 ④制約条件の改善・強化 ⑤惰性に留意しつつ反復

これらに解説を加えると

①制約条件の発見・特定：制約条件は企業利益を決定する基本的要素であり、スループットの決定要素となるので TOC のスタートとして重要である。スループット向上が期待出来ない工程は改善対象から除外する。

②制約条件の徹底的活用：制約条件に注目してこれの持つ潜在能力を徹底的に活かし、隠れた生産能力をフルに発揮させ、投資費用や経費を増やさずスループットの増大を狙う。

③制約条件以外の制約条件への従属：TOC の基本概念 DBR (注) の考え方は全工程の仕掛在庫を最小にすることであり、そのためにボトルネック工程の前の保護バッファ (計画在庫) 以外には仕掛在庫が無いように配慮する。保護バッファは先頭工程から制約条件であるボトルネック工程までの間の“生産のゆらぎ”の影響をなくすためのものである。部分最適=全体最適の考えに基づく各工程毎のコスト低減のための生産性指標の設定と改善を否定し、ボトルネックの工程能力に他の工程能力を合わせることでよりスループットの最大化を狙う。

④制約条件の改善・強化：②で実施した制約条件の徹底的活用の後、更に能力を向上させるために設備投資等により制約条件であるボトルネック工程能力の強化を図る。この能力向上により新たな制約条件が生まれるが、もし変動がなけ

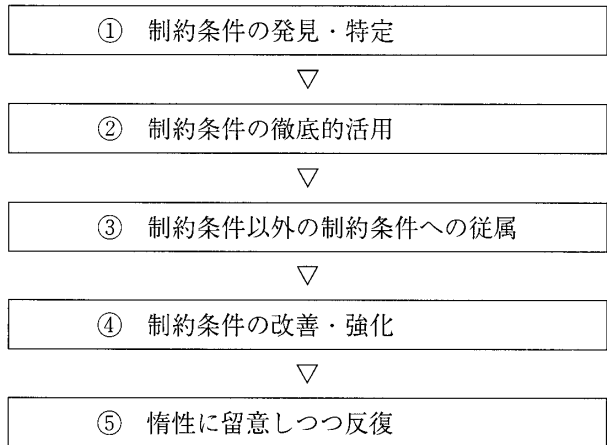


図1 TOC の改善ステップ (出典：文献7 一部修正)

れば投資により新たなボトルネック工程の能力の向上を図る。

⑤惰性に留意しつつ反復：制約条件の能力を向上させることによる制約条件の移行を確認しながら①に戻り、改善活動を繰り返す。(図1)

注：DBR (ドラム・バッファ・ロープ Drum-Buffer-Rope)

TOC ではボトルネック工程の徹底活用を図り、これ以外の工程をボトルネックに従属させることが生産性向上の要点となる。TOC ではこの説明をするのに DBR という独特の概念をアナロジーに基づいて説明している。

①ドラム：(他のプロセスをボトルネックに同調させる)

隊列の行進で最も歩調の遅い者 (ボトルネック) にドラムを叩かせ、他の早く歩く能力を持った者に歩調を合わせさせるようにする。

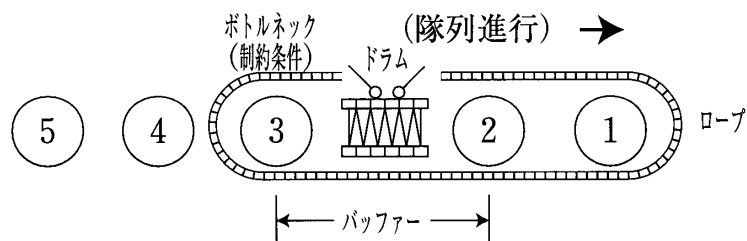
②バッファ：(生産のバラツキ等でボトルネックが影響されぬよう適切な在庫を持つ)

歩調の遅い者 (ボトルネック) とその前の者との間に適度の間隔を保ち、ボトルネックの進行を妨げないようにする。これによりボトルネックの能力の最大化が図れるが、この速度が隊列の全体の平均した速度となる。

③ロープ：(ボトルネックと先頭の歩調を合せ、全体プロセスの管理範囲を限定する)

ボトルネックの者と先頭の者をロープで結び先頭のスピードを押え、隊列の長さをコント

生産プロセスのアナロジー



- ① ボトルネックにドラムを叩かせ、他はリズムに合わせる
(他工程をボトルネックに同調させる)
- ② ボトルネックの前との間にバッファ(余裕)を置く
(ボトルネックが生産のゆらぎに影響されぬように在庫等を置く)
- ③ 先頭とボトルネック間はロープで繋ぐ
(先頭とボトルネックのみ重点管理)

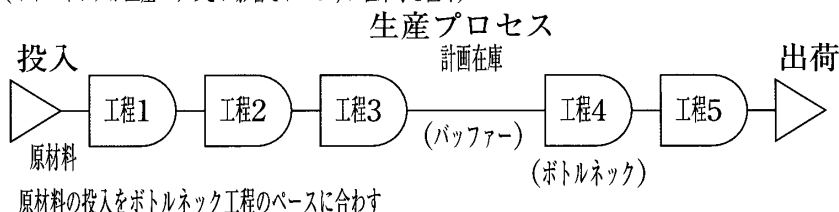


図2 ドラム・バッファ・ロープ (DBR) 概念図

ロールする。全体の進行のスピードアップ化による余分なエネルギーの抑制と隊列の長大化による管理コストの増加を防ぐ。(図2)

4. 従来原価計算制度の否定—スループット会計の適用 (文献6)

TOCのもう一つの核となる理論は、従来の管理会計に於ける原価計算制度を否定したスループット会計と称するコストの管理法である。

従来の製造企業のコスト管理法による原価計算では、製品原価は販売価格から経費(人件費や設備費)を差引いたものであり、製品1個の利益が出ていても生産量(販売量)を見込んだ個別原価のため、販売量の減少、売れ残りとなった場合は実際には利益は出ない。また、在庫は販売されるまでコストにならぬが、実際にはキャッシュフローが在庫に費やされそれは販売されて初めて回収される。このように需要が無くても生産の増大により原価が下がり会計上利益が上がることになっているが、需要が無く在庫が増大すると実際には収益はマイナスになる。即ち会計上の収益と生み出されたキャッシュが一致しないことになる。

これに対して TOC に於けるスループット会計では、実際の売上高からコストを引いて利益を計上する。つまり企業全体のスループットの最大化を狙いとする。売上高は利益に経費、資材費を加えたものであるが、スループットは利益に直接経費(固定費)を加えたもの、または売上高から資材費(変動費)を引いたものである。ここで経費は在庫をスループットに変えるため必要な経費(固定費)と考えられ、資材費は原材料費(変動費)である。人件費は直接・間接ともに経費とし変動費には入れない。経費が大きいと損失が、経費がスループットより少ないと利益が生まれることになる。

TOC スループット会計では固定費(直接・間接人件費)は個々の製品に賦課しないが、これは従来の直接人件費のウエートが高い労働集約型から間接比率の高い設備集約型に移行して来たこと、生産高の変動の大きい現在はそれにより間接費も増減するため個々に賦課すると矛盾を生ずるからである。従来は製造プロセスに於ける直接人件費の割合で間接費を賦課しても直接人件費率が高かったので矛盾は生じなかった。スループット会計では間接人件費は個々の製品に賦課しないので

合理性は保たれる。

TOC スループット会計では個別原価計算を行わずスループットの向上やキャッシュフローの増大を目標としている。この会計制度によると製品の売上げに応じてそのスループット分だけ全体のキャッシュが増える。つまり全体スループットの利益（キャッシュフローの増加）に企業業績の評価基準を置いていることになる。

企業収益は、全製品のスループットの総額から全体の固定費を差引いた残りの額となるから、この計算による指標から会社全体の収益の最大化のためには、プロダクト・ミックスの決定を如何にすべきか、スループット総額の最大化を図るにはどうしたらよいか等の対策が明確になる。また、スループット総額の最大化を目指す結果的に企業が生むキャッシュも最大となる。

このようにスループット会計は、企業内部管理を目的とした管理会計の一部ではあるが従来の財務会計制度より、よりキャッシュベースに近い会計制度といえる。

スループットの向上を図るには①売上の増加 ②資材費の削減 ③経費の削減等が必要である。①の売上の増加については、供給が需要に応じ切れない時には、物理的・方針制約に問題があり、TOC理論のDBRによるボトルネックの解消、その徹底活用を図り、生産性を向上させてスループットの向上させるという積極策が必要がある。需要が供給に応じ切れない時には市場制約に問題があり、思考プロセス（6.1参照）の展開により販売戦略・生産戦略の見直し（価格・製品・販路戦略等）が必要となる。②③の資材費や経費の削減は、前者については製品品質に対する影響の上から、後者についてはモラルや将来の発展を考えた人材育成等の面から自ずと限界はあるが、適切な経費の削減が必要である。

TOCは生産革新の手法に止まらずサプライチェーン全体の状況を素早く把握し、迅速な意思決定をするための経営管理の有力な手法としても活用出来る。

スループット総額の最大化を目指すには一連の

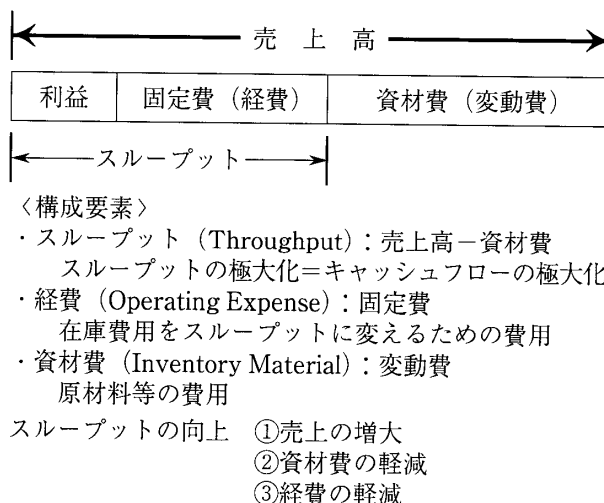


図3 スループットの考え方(出典：文献6一部修正)

企業活動やサプライチェーン全体のリードタイムの短縮を図る必要がある、そのためには工程内やサプライチェーン内の棚卸資産の低減や固定費を低減することになり、投資されたキャッシュの回転が改善され、結果的に経営効率の増大を図ることが出来る。換言すればサプライチェーン全体の最適化に注目することによりスループットを産出するスピードを高め、キャッシュフローを飛躍的に改善することが出来る。(図3)

5. TOCによる生産システム改善

5.1 TOCの生産システム改善手法の考え方の基本

TOCはシステムの目的達成を阻害する制約条件を見付け、それを改善するためのシステム改善手法といわれる。システムの目的は収益を向上させることにあるからそのためにTOCでは企業利益の最大化のために次の3要素の改善を次の優先順位で取組む

- (1) スループットの増大（売上高－変動費（資材費））
- (2) 総投資額（設備費・資材費・人件費等製造・販売に投資した費用）の低減
- (3) 経費（固定費）の低減

この目的達成のための制約条件つまりスループットの増大を阻害する要因には、一つは企業内に制約条件がある場合（自社生産能力が不足して

いる場合)ともう一つは市場が制約条件となる場合(企業の生産能力が十分でも市場の需要がそれを下回る場合)がある。

後者の場合には、TOCの主目的である生産改善の手法はあまり役に立たず、この制約条件の解決のためには「思考プロセス(TP: Thinking Process)」が有効であり、前者の場合には、設備投資や棚卸資産の在庫を最小限に押さえながらスループットの増大を図るTOCの生産改善の手法が役立つ。

TOCは部分改善のための手法ではなく、企業目的達成のための生産システム全体の改善のための手法である。3.1で述べたようにTOCでは企業全体の利益と個々のプロセスの改善の関連を説明するのにチェーンの働きを類似例にあげる。製造企業活動では、受注(市場)・調達・生産・流通・販売という個々のプロセスの活動をチェーンの輪に例える。スループットとはチェーン全体の強度であり、制約条件とはチェーンの中で最も強度の弱い輪を指すことになる。チェーン全体の強度(スループット)は最も強度の弱い鎖(ボトルネック:制約条件)に左右されることになり、スループットを増大させるには最も強度の弱い鎖(ボトルネック:制約条件)を見付けて強化(工程能力の改善)すればよいことになる。これに対して生産システムの総費用は全部のチェーンの重量に相当し、個々のプロセスの費用(鎖の重量)の加算したものとなる。したがって個別費用の削減はシステム全体の費用削減に繋がる。

即ち、スループットでは部分最適の総和=全体最適となるが、全体最適は部分最適には繋がらない。このような考え方から今後はコスト重視からスループット重視に、経営システムの改革や意識改革の必要がある。

5.2 TOCの生産システムスケジューリング

(文献2)

TOCの生産システムスケジューリング手法の基本になる独特の考え方は先に述べたDBRの考え方である。これは生産工程をアナロジーに基づ

いて隊列の行進に例えている。

行進する道を通っていないところは原材料の状態、通ったところは加工済みの工程、行進の最後尾が通ったところが完成品とする。この場合行進した距離がスループット、隊列の長さが仕掛量となる。この隊列の目的は与えられた距離をなるべく早く行進することである。行進が始まるとメンバーの中に体力的に最も遅い者がいた場合、その前の者との間に間隔が開きそれが拡大してくる。これは生産工程で能力の最も低い工程(ボトルネック)が全体の制約条件になることを意味している。生産では各工程で必ず様々な要因によりばらつき(生産のゆらぎ)を生じこれが仕掛りを増やす要因になっている。

生産のゆらぎを吸収する意味で隊列の場合先頭と最も遅い者の間をロープで繋ぎ最も遅い者の前との間隔は多少余裕を持たせる。これがバッファーとなる。この意味は生産ラインでは全工程の生産スピードをボトルネック工程のそれに一致させ、ボトルネック工程(制約条件)の前だけバッファーを置くことになる。

即ち隊列の中で最も遅い者がドラムを叩いて隊列全体の速度を決め、先頭と最も遅い者の間をロープで繋ぎ、最も遅い者の前に余裕を持たせてバッファーとしたものである。

これがTOCの特色であるDBR(Drum-Buffer-Rope)と呼ばれる生産スケジューリングの仕組である。

ドラムはボトルネック工程、バッファーは制約条件を維持するためボトルネックの前に置く。ロープは制約条件に全体の生産スピードを同期させ先頭工程に原材料を投入する仕組である。TOCでは生産のゆらぎからスループットを維持するためにバッファーと保護能力を用いる。保護能力とは、一つはボトルネック工程という制約条件の前の工程のゆらぎから制約条件を維持するためのこの前の工程が持つ必要のある能力の余裕であり、もう一つは全工程に於ける生産のゆらぎに対して納期を維持するための工程能力の余裕である。

この保護能力はボトルネック工程のバッファー

の長さに関係があり、その長短により生産リードタイムの大小やスループットの大小に影響が出る。

TOCの生産システムの改善やスケジューリングの設定では、ボトルネックの制約条件の設定が重要なポイントになり、これを探すより計画的に設置することが効果的と考えられ普通TOC導入の第一ステップの改善が完了後に最も生産が管理し易い工程例えば先頭工程に近い工程とか設備投資の大きい工程等が選ばれている。

更に保護能力も生産ラインの個々の設備能力の相違により自然に存在するが、これもどの工程にどれだけ持たせるかを計画的に管理することが必要である。リードタイムの短縮には保護能力が重要になるので、生産工程の順序や上流工程の生産のゆらぎに応じた適切な保護能力を見出し、それを各工程に持たせることにより、生産リードタイムの短縮とスループットの最大化を両立させることが出来る。

5.3 TOCとJIT生産方式 (文献6)

ジャスト・イン・タイムはトヨタ生産システムの中核をなす生産工程の在庫を極力削減する方法である。これは在庫(棚卸資産)＝キャッシュという考えから、必要最小限に在庫を縮減しムダを省くという思想から生まれ、自動車産業から始まり、現在では製造企業の基本的概念として定着・普及している。

TOCの狙いがスループットの最大化を通じてキャッシュフローの極大化を目指すものであるから、JITの概念はTOCの概念に通ずるものであり、TOCを実施してスループットの最大化を図る過程に於いてJITも実施することにより在庫削減を図りキャッシュフローの増加を目指している。しかし在庫削減は皆無にすることは出来ないの

でJITによるキャッシュフローの増加には限度がある。その意味でTOCではスループットの最大化が最大の狙いとなり、JITによる在庫削減は第二優先順位の改善となる。

5.4 TOCとSCM (文献6)

サプライチェーンマネジメントは、製造企業の場合には原材料の調達から加工・組立・製品完成・出荷・流通・顧客に至る全てのプロセスの流れ(サプライチェーン)を生産・販売に関する市場情報を利用して統括・管理し、全体の最適化を目指す管理手法である。

原材料から製品に至る全ての生産過程の需要予測の確実化や在庫の縮減により、サプライチェーン全体のコスト低減・リードタイムの短縮化・品質改善を図ることが出来る。

これは一製造企業に止まらず全てのプロセスに関連する複数企業に跨っており、一つの企業内の生産プロセスの管理を超えて複雑な管理を必要とする点が異なる。

サプライチェーン全体を捉えると一連の大きな生産システムと見ることが出来るので、このサプライチェーンにもTOCの概念が適用出来る。TOC理論の基本的な考え方とプロセスは①制約条件の特定②制約条件の徹底活用③制約条件の能力アップ等を通してサプライチェーン全体のスループットを向上させることが可能となり、サプライチェーン全体の最適化が可能となればその効果は更に大きなものが期待される。ただ一企業内

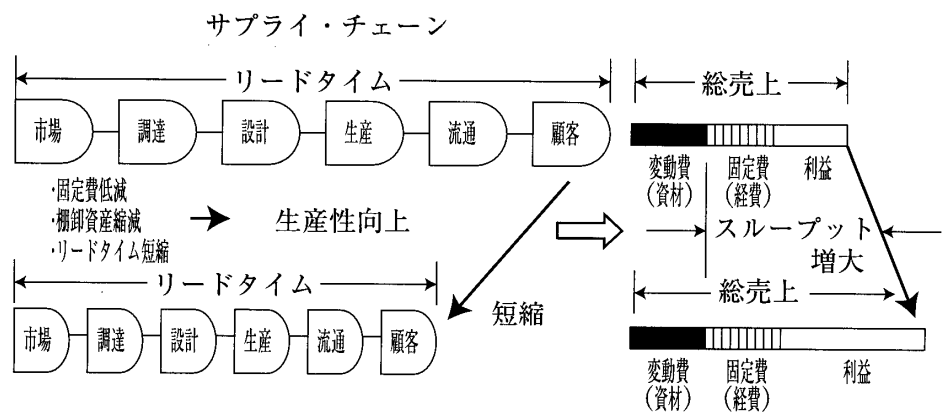


図4 生産性向上の意味

に於ける TOC の適用と比較して条件が異なるのは、サプライチェーン全体を通しての把握が困難な点にある。サプライチェーン全体の物や情報の流れやプロセスの問題点を適時・適切に把握出来なければ制約条件の特定化や活用、能力アップは不可能であるが、今日ではコンピュータやインターネットによる情報システムの発達により大規模な SCM が可能となりつつあり、TOC を適用してサプライチェーン全体のスループットの極大化による生産性の向上も可能になりつつある。更にサプライチェーンの全体の状況を瞬時に把握し迅速な意思決定を下すための経営管理手法として活用されている。(図4)

5.5 TOC と日本的モノ作りの相違

我が国の製造業の効率化を支えて来たのものは製造現場の改善であるといわれる。しかし現在のように製造企業を巡る環境が革新的な変化を見せる時代に在っては、従来から受け継がれた生産システム概念や手法がそのまま通用しない時代となって来た。我が国の製造業のお家芸である「カイゼン」に於いても、細分化された個々の生産工程の改善も限界を迎え、改善の積み重ねは企業のスループットの向上に結び付かなくなって来たことである。また、「アジル生産」に見られるように生産システム自体が見込み生産による量産型の生産から、顧客のニーズや販売状況から判断して迅速に開発・生産するいわばカスタマ生産或いは超大量生産といわれるような生産システムを余儀無くされる時代に移行しつつ在ることである。このような環境に於いては、従来の現場に於ける改善に止まらず、開発、生産、流通、販売の企業活動全体を対象にした生産システムの改善が必要になって来た。

このような面から生産システム全体からボトルネックを見出だしそこを重点的に改善し、更に論理的思考によるブレイクスルーを加え全体最適を狙ってスループットの極大化を図るという TOC 理論の適用が脚光を浴びるようになった。

このような点から従来の我が国の伝統的モノ作

りの基本となった考え方にも発想の転換や新たな論理思考の発展が求められるようになった。

例えば制約条件が生産工程の能力に在る場合の基本的考え方は JIT 生産システムと同じであるが、“ボトルネック工程以外は在庫を認めない代わりに制約条件となるこの工程に就いては逆に在庫を置くという考え方”である。また生産能力の問題が解決出来ても、需要が下回って供給を満たさなければ売上高の増大によるスループットの増大は期待出来ない。このような場合には、逆に生産の小ロット化を進め生産リードタイムの短縮、仕掛品の削減、短納期化により製品の競争力の強化を図ることによりスループットの増大と利益の極大化を目指す。

従来のいわゆる日本的モノ作りでは、“カイゼン活動”や“小集団活動”，TQC や TPM に見られる如く、全社挙げての全員参加、全工程対象の体質改善活動により隠れた 3 む（むり・むだ・むら）の徹底排除等、いわば理想追求の革新を目指す活動であった。

これに対して TOC では制約条件を対象とする重点活動であり、即効的成果を狙うスループットの極大化という経営指標に直結した利益をブレイクスルーによる発想の転換によって目指し、現状と理想の融和を図りつつも経営活動の革新を目指す実践的進化活動とも捉えることが出来る。

6. 論理的思考プロセスによるブレイクスルー

(文献6)

6.1 思考プロセス

思考プロセスとはゴールドラットが生産性向上の手法と併せ、ビジネスや日常の社会的生活に於いて発生する問題解決のためにブレイクスルー的に問題点を発見しその解決法を見出す手法として開発したものである。

この手法は問題点の発見や解決に於いて、論理的思考や客観的意思決定の方法を体得する上で非常に有効である。

先に述べたように制約条件の中には自社内部で

発生する問題以外に市場状況による「市場制約」や社内の体制・運営による「方針制約」があり、これらの問題点の発見と解決のための方法が必要となる。

思考プロセスとは問題点を発見した時「何を変えるか」「何に変えるか」「どのように変えるか」の考え方のプロセスをいい、この過程で参加メンバー全員の課題の共有が有効となる。

思考プロセスの体系では先ず問題点の発見に当たり、本質的問題である中核問題 (CP:Core Problem) と派生した問題 (UDE:Undesirable Effect) の区別が第一条件となる。

6.2 思考プロセスの問題解決ステップ

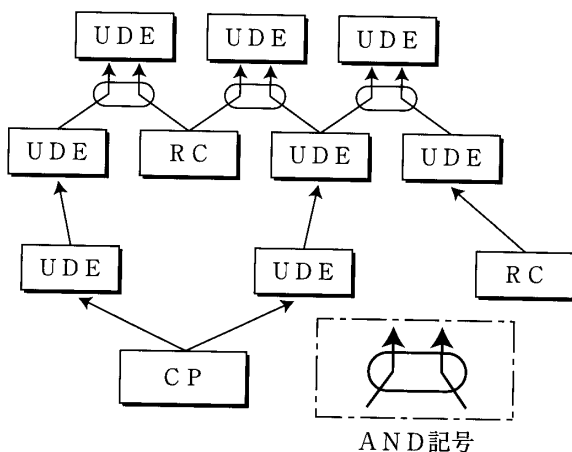
思考プロセスの問題解決では次の体系で問題解決を進める。ここでは体系の詳細説明は省き、各ツリーの働きの要点のみ述べる。

①現状問題構造ツリー：問題点発見のためのツリー (図5)

中核問題の発見を容易にするため UDE 間の原因と結果を構造化する。この中核問題の解決により大多数の UDE が解決出来る。また、メンバーが問題点を体系的に共有出来る。

②対立解消ツリー：

現状問題構造ツリーにより発見された中核問



注：中核問題 (CP:Core Problem) :多くの根本問題
 根本原因 (RC:Root Cause) :根本問題
 UDE (UDE:Undesirable Effect) :好ましくない結果

図5 現状問題構造ツリー (出典：文献6 一部修正)

題の解決策のための改善方法を考え出す手法で、相容れない対立点をこのツリーを用いることでブレイクスルー的に対立点を解消出来る。

③未来問題構造ツリー：

現状問題構造ツリーで見出だした中核問題を対立解決図で見出だしたブレイクスルー案を用いることにより、発見した改善案のもと現状問題構造ツリーを作り直して新しい問題の発生を調べる。

④前提条件ツリー：

解決策を実行する時に発生する障害と解決のための中間目的の設定ツリーをいう。

⑤移行ツリー：

前提条件ツリーを踏まえて目的達成のためのプロセスを示す実行計画を示すもの。

6.3 思考プロセス実行上の留意点

これらの思考プロセスの実行に当たり留意すべき事として、先ず論理的に考えを展開していくこと、考察範囲を決定する場合には狭すぎると UDE が限定されて中核問題に到達しないし、逆に広すぎると問題が多くなり複雑化したり関連性を失ったりするので考察範囲を適切に決めることが必要である。問題は出来るだけ具体的に表現する必要があり、また多数の意見を広く取り入れて思考プロセスを進め事実の確認と論理の整合性をチェックし、この思考プロセスを繰り返し実行することが大切である。

問題解決に当たり、先ず問題点の本質を見出すことが第一であるが、これには「思考プロセス」の論理的考え方が大いに役立つが、問題発見、解決策の立案と選択、解決策の実行計画に移るが、この時大切なことは中核問題の特定に当たり問題の本質を見誤らないことである。

7. TOC の実践例

TOC の最大の特徴は、生産プロセスの工程の中で最も生産性の悪い工程 (ボトルネック工程：制約条件) に注目し、その工程を重点的に改善を

加えることであった。その結果改善効果が即時得られることから多くの生産革新手法の中でも最近のパソコンや携帯電話等 IT 関連機器のようなライフサイクルの短い製品の生産システムに適した手法と見ることが出来る。従来の生産性改善手法では時間をかけて改善を実行する必要がある、成果の得られる前にモデルチェンジが行われる可能性が高かったからである。

TOC の実践例として、特に効果の上がった生産システムに於ける例等を中心に実践例を挙げる。

7.1 生産期間の短縮 (日本電気 NEC 山梨の例) (文献10)

NEC 山梨では'97に TOC を導入した生産革新活動を展開した結果、2年間で生産期間を約1/2に短縮し、同時に棚卸資産の保有日数を60%減少させることが出来た。その結果次世代光通信システムと称され今後インターネットの発展と共に通信回線の容量拡大技術として飛躍的な需要増が期待される光波長分割多重システム(WDM)の採用の認定を米 AT&T から取得した。これは NEC 山梨に於ける主要部品の生産期間の短縮がシステム全体の納期短縮に大きく寄与し、短納期が大きな決め手となった。

NEC 山梨では技術革新スピートの早い部品の生産の増加と共に従来のじっくり型生産改善活動は暗礁に乗り上げ、改善のスピード化が要求されていた。'97から TOC による生産革新活動を開始し、主要製品の生産リードタイムを半減させる活動を工場各部門挙げて部門横断的に実施した。その中で①製造工程中のボトルネック (試験工程) の発見 ②この制約条件工程の能力向上 ③生産速度の制約条件工程と前工程の一致を実施した結果、仕掛在庫を削減し、生産リードタイムを大幅に短縮出来た。

生産期間の短縮の目標を達成し、現在サプライチェーン全体にまで活動を拡大している。

7.2 TOC 導入による企業総合力向上 (大手電機メーカー A 社の例) (文献11)

A 社では従来の生産性向上活動のマンネリ化と限界感により、思い切って TOC の導入を図った。それには先ず改善活動に参加する生産現場の管理・監督者に加え、生産管理や品質管理、生産設計、情報システム、資材、経理等のスタッフでチームを編成した。

そして月のうち2日間を日常業務のマンネリから隔離して“利益の向上”を念頭に問題点(制約条件)の抽出と改善活動に注力させた。その結果メンバーの経営活動全般の最適化を目指しスループットの最大化を目指すという“経営マインド”が身に付き人材の育成にも役立った。TOC 活動の成果も徐々に生まれた段階で、TOC の活動を更に開発や販売のスタッフを巻き込んだ活動に発展させ、生産工程対象から企業総合力全般の向上を目指す改善活動を目指している。

7.3 生産リードタイムの短縮 (米 Ford Motor 社 エレクトロニクス事業部の例) (文献2)

フォード・モータのエレクトロニクス事業部では生産リードタイムの短縮に従来型の改善手法を色々試みたが平均リードタイムは62%の短縮に止まった。そこでトヨタのジャストインタイム生産方式を導入してみたが50%に短縮するのがやっとの状態であった。

そのため TOC を導入した結果生産リードタイムは2.2日13%にまで短縮することが出来た。現在ではリードタイムは更に16時間以下に、顧客満足度 CS は75%向上し、生産計画作成所用日数は15日が1日で出来るようになるなど、全てにわたる革新的生産性の改善が可能になった。

7.4 棚卸資産の縮減と生産リードタイムの短縮 (米ハリス・セミコンダクターズ社の例) (文献2)

航空宇宙や軍需産業向け半導体を生産しているハリス社では、需要の伸びに対し需要の変動は大きく、納期遅延、オーバー在庫、ボトルネックの

変動等問題が山積していた。

そこで TOC の導入を図り、全従業員が一致協力して工場内のボトルネックの発見、その工程の能力の向上、生産ペースをボトルネックに一致させること、また同時にバッチサイズの適正化のためウエハーのキャリアに工夫を加える等改善の結果、40%の仕掛の低減が可能になり生産量は20%向上し、リードタイムは1/2に削減された。副次的効果として不良率が10%減少し、ウエハーの生産量は35%向上しその後も順調な発展を続けている。

8. おわりに一革新とブレイクスルー

TOC 理論を理解しこれを活用することは、生産現場の改善に止まらず、あらゆる経営の場で生産性の改善、問題の発見・解決、戦略の策定等に役立つことが期待される。

我が国では TOC の理論は予想外に注目されず、その適用は一部の企業を除いて普及しているとはいえない。その背景として伝統的日本的経営の基本概念である“個々の改善や協調により全体の最適化を指向する”という考え方が、TOC の“最大のネックのみに注目して集中的改善を加える”という考え方に馴染まないこと、また従来からの効率化手法により、生産システムのプロセスの各工程の生産能力のばらつき（生産のゆらぎ）がうまくコントロールされて安定したスループットを可能にしているためと思われる。このことは日本の企業は必然的に日本的生産システムの中で、生産工程の同調や生産のゆらぎを克服して“TOC の理論に適った生産システム”を実践していると見做すことも出来る。

TOC の考え方は“スループットの最大化を通してキャッシュフローの極大化を目指すもの”であり、日本の製造業に定着している JIT 生産システムや企業活動を越えて全体最適化を目指すことで注目されている SCM の考え方と決して合い容れないものではなく、これを補完する生産システムの革新的考え方を体系化したものといえる。

その特色は「スループット会計」の手法に見られる如く先ず従来のプロセスを真っ向から否定し、従来のプロジェクト管理手法の上に立ち更なる論理的思考を展開し問題の解決を図る革新的なブレイクスルーの実行にある。

TOC 理論を適用することにより、製造現場で遭遇する様々の改善や生産性向上・プロジェクト管理等の問題解決に役立つことが期待出来る。即ちリードタイムの短縮、スループットの増大、品質向上、仕掛り低減、サイクル短縮、顧客信頼度の向上等製造企業の競争力に効果のある手法である。また生産システムに止まらず多くのビジネスの局面、換言すれば経営活動のあらゆる場面での効率化・合理化を進める場合に役立つものと考えられる。経営上解決すべき課題は次々に出現するため、それに対応する様々な解決策を持つことは重要であり、そのアプローチに当たり TOC 理論及び論理的思考による革新的ブレイクスルーの思考プロセスを理解し適用することは経営革新に大いに役立つものと考えられる。

〈引用・参考文献〉

1. Robert E.Stein 著 川辺椎名 竹之内紅瀬監訳 TOC 研究会訳：「TOC ハンドブック制約条件の理論」日刊工業新聞社 2000. 6
2. 稲垣公夫：「TOC 革命」日本能率協会マネジメントセンター 2002. 2
3. 村上悟：「TOC 入門」日本能率協会マネジメントセンター 2002. 4
4. 加藤 竹之内 村上：「TOC 戦略マネジメント」日本能率協会マネジメントセンター 2002. 3
5. 谷武幸編著 中島健著：「TOC 実践ガイドブック」中央経済社 2001. 9
6. 小宮一慶：「図解 TOC・スループット経営」東洋経済新報社 2002. 6
7. ダイヤモンド社 栗原昇：「図解わかる経営のしくみ」ダイヤモンド社 2002. 9
8. 藤本隆宏：「生産マネジメント入門①」日本経済新聞社 2001. 6
9. 村上悟：「モノづくりの新しい地平⑤-1 TOC」日経 BP ムック2000年号 P.P160~161
10. 橋本宗明：「ケーススタディ TOC」日経 BP ムック2000年号 P.P162~165

11. 加藤治彦：「環境激変に打ち勝つモノ作り③TOC（制約条件の改善手法）」日経BPムック1998年号 P.P112～113
12. 小林英三：「制約理論その概要と伝統的規範との衝突について」日本経営工学会春季学会報告集 P.P113～119
13. Myreshka, Morikawa, Takahashi：「Comparing the performance of JIT and TOC：A Simulation Analysis」日本経営工学会中国四国支部研究論文発表会論文集 No.10 2003.10.24 P.P1～6
14. Goldratt, E.M. & Cox, J.：「The Goal」 New York, North River Press. 1984
(田中 宏：四国大学 経営科学研究室)