

製造業での ボトルネック工程を対象とした 効果的な利益の改善法

制約理論（TOC）とスループット会計



ヘリオボヤージ合同会社

<http://www.heliovoyage.com>

0. 製造業のコスト計算での部分最適化と全体最適化

財務会計制度の一環としての原価計算は、製造活動により発生するすべての費用を製品毎に関連付けて、製品単価を把握するための仕組みです。これは、製造現場の活動をきめ細かく把握し、個々の製造工程の原価を低減させることが、利益の拡大や製品の価格競争力の強化に結び付くという考え方に基づいています。つまり、製造活動毎の部分最適化を個別に進め、それによりコストの低減や製造リードタイム（加工時間）の短縮という結果をもたらせば、それが事業成果に結び付くことを前提としたコスト計算の体系です。

しかし、製造活動の部分最適化を懸命に進めているはずなのに、市場競争が激化し製品寿命も短命化する現状では、単に売れない在庫を積み増しているだけという結果に終わることもあります。また、販売は好調で製品在庫は品切れ気味でありながら、工場を見渡すと多量の仕掛品在庫が散在していたりします。このため、資材購買から製造、販売という企業活動全体を一体として捉え、売上や利益の獲得という事業成果を得るためにはどのようなコスト管理を行うべきかという、全体最適化を志向するマネジメントが求められる時代となっています。

ここでは、簡略な事例を元に、原価計算制度による部分最適志向のコスト・マネジメントと、その対極にある全体最適化志向のスループット会計（Throughput Accounting）の、概要と特徴について解説していきます。

2. 事例の紹介

あるメーカーで、製品 X を製造し販売しています。この製品の製造設備への投資は、その稼働効率を考慮して受注量よりも少なめにしており、受注残高を抱えています。具体的な製造工程に関する状況は、次の通りです。

- 受注販売であり、製造完了後に即納するため製品在庫はないが、仕掛品在庫はある。
- 販売単価は 20 千円である。
- 販売および一般管理の経費はすべて固定費であり、週当たり 200 千円である。
- 1 個当たり製造に、単価 2 千円の材料 Z のみを投入している。
- 材料 Z を第 1 工程に投入し加工後、その仕掛品を第 2 工程に投入し製品が完成する。

上記以外の製造に関する情報は、図表 1 に示す通りです。

図表 1 現行の製品 X の製造情報

	第 1 工程	第 2 工程	合計
①週当たりの加工費総額	800,000 円	800,000 円	1,600,000 円
②週次の稼働時間の上限	5000 分	5000 分	—
③加工費配賦率 (①÷②)	160 円/分	160 円/分	—
④製品 1 個の加工時間	40 分	50 分	90 分
⑤製品 1 個の加工費 (③×④)	6,400 円	8,000 円	14,400 円
⑥製品 1 個の製造単価 (Z の材料費 2 千円を加算)	—	—	16,400 円
⑦製品加工数の上限 (②÷④)	125 個	100 個	—

この製品 X の製造ラインを効率化するための設備投資案件として、2 つの工程のそれぞれについて別個に機能強化を行うことが提案されています。しかし、投資余力の観点から、このいずれか 1 つの案件のみしか選択することができません。

(第 1 工程を改善するための投資案件)

- 週次の稼働時間の上限は変わらないが、製品 1 個の加工時間は短縮され 20 分となる。
- 設備投資により、週当たりの加工費総額は 100,000 円増加し 900,000 円となる。

- 加工費の金額を、投資前の状況と比べて 2,800 円低減させる。

この投資案件を実施したときの、製品 X の製造情報は、図表 2 のようになります。

図表 2 第 1 工程に設備投資を行い改善した後の製品 X の製造情報

	第 1 工程	第 2 工程	合計
①週当たりの加工費総額	<u>900,000 円</u>	800,000 円	<u>1,700,000 円</u>
②週次の稼働時間の上限	5000 分	5000 分	—
③加工費配賦率 (①÷②)	<u>180 円/分</u>	160 円/分	—
④製品 1 個の加工時間	<u>20 分</u>	50 分	<u>70 分</u>
⑤製品 1 個の加工費 (③×④)	<u>3,600 円</u>	8,000 円	<u>11,600 円</u>
⑥製品 1 個の製造単価 (材料費 2 千円を加算)	—	—	<u>13,600 円</u>
⑦製品加工数の上限 (②÷④)	<u>250 個</u>	100 個	—

(第 2 工程を改善するための投資案件)

- 週次の稼働時間の上限は変わらないが、製品 1 個の加工時間は短縮され 40 分となる。
- 設備投資により、週当たりの加工費総額は 200,000 円増加し 1,000,000 円となる。
- この投資案件を実行しても加工費の金額は、投資前の状況と一致し変化はない。

この投資案件を実施したときの、製品 X の製造情報は、図表 3 のようになります。

図表 3 第 2 工程に設備投資を行い改善した後の製品 X の製造情報

	第 1 工程	第 2 工程	合計
①週当たりの加工費総額	800,000 円	<u>1,000,000 円</u>	<u>1,800,000 円</u>
②週次の稼働時間の上限	5000 分	5000 分	—
③加工費配賦率 (①÷②)	160 円/分	<u>200 円/分</u>	—
④製品 1 個の加工時間	40 分	<u>40 分</u>	<u>80 分</u>
⑤製品 1 個の加工費 (③×④)	6,400 円	<u>8,000 円</u>	<u>14,400 円</u>
⑥製品 1 個の製造単価 (材料費 2 千円を加算)	—	—	<u>16,400 円</u>
⑦製品加工数の上限 (②÷④)	125 個	<u>125 個</u>	—

3. 投資成果を原価計算による損益計算書で評価

図表 1～3 の結果から、第 1 工程と第 2 工程へのそれぞれの投資成果を元に、工程がフル稼働した場合の原価計算の結果を比較してみます。すると、第 1 工程への投資の方が、投資額の少なさ、製造リードタイムの短縮度合いの大きさ、製品単価の低減という点から、優れた投資案件であるといえます。そして、これらの結果を踏まえた損益計算書が、図表 4 です。

ちなみに、第 2 工程の製造個数が製造ライン全体のボトルネック（隘路）となっており、その上限値以上の製品を製造することはできません。このため、図表 4 の売上高と売上原価の金額を求めるときの製造個数は、第 2 工程の加工数の上限値を用いています。

図表 4 事例の原価計算制度による損益計算書（単位：円）

	図表 1 設備投資前の状況	図表 2 第 1 工程に投資	図表 3 第 2 工程に投資
①売上高	2,000,000 (20 千円×100 個)	2,000,000 (20 千円×100 個)	2,500,000 (20 千円×125 個)
②売上原価	1,640,000 (16.4 千円×100 個)	1,360,000 (13.6 千円×100 個)	2,050,000 (16.4 千円×125 個)
③売上総利益(①－②)	360,000	640,000	450,000
④販売・一般管理費	200,000	200,000	200,000
⑤営業利益(③－④)	160,000	440,000	250,000

第 1 工程へ投資することによる原価低減効果は、図表 4 の損益計算書にも表れており、第 1 工程への投資案件の営業利益額が一番大きい結果となっています。このように、制度としての原価計算では、個々の工程それぞれについて、製品原価の低減や製造リードタイムの短縮という原価能率をより高めることが、結果として製品の競争優位性をもたらすという結果になっています。

ここで、改めて図表 1 を見てみると、第 1 工程がフル稼働すると週次で 125 個の仕掛品を作成できますが、第 2 工程の上限となる製造個数は 100 個ですから、その差額の 25 個は仕掛品在庫として積み上がります。これは、第 2 工程がボトルネックとなっており、第 1 工程の作業成果のすべてを活用できていない状況を招いているためです。そうであるのに、図表 2 で示した第 1 工程への設備投資は、製品原価の低減効果

はありますが、販売個数の増加には寄与せず、単に図表 2 の同様の仕掛品の積み上げを増やす結果を招いています。

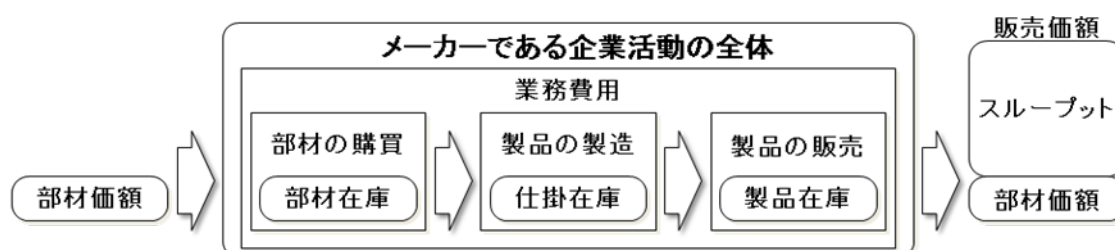
それに対して、第 2 工程への投資を行う図表 3 では、原価の低減効果もリードタイムの短縮効果も第 1 工程への投資に比べると見劣りしますが、ここでのボトルネックが解消し販売額の向上に結び付いています。つまり、製造工程全体を見渡してボトルネックとなる工程を解消することは、それだけ工場全体での物財の移動がスムーズになるため、製造した製品を販売できれば売上額の向上に結び付きます。

このように、製造ライン全体の効率化を阻害するボトルネックを見出し、それを解消する施策を優先して実施するという全体最適化の視点は、原価計算制度にはありません。

4. 事業活動の全体最適化を志向するスループット会計

スループット会計は、ボトルネックとなる工程を改善すれば、どれだけの成果を得ることができるかを評価する、事業活動全体の最適化を志向する計算の仕組みです。メーカーである企業全体を一つの経済活動の単位とみると、それは外部から部材を購入し、製造加工により付加価値を付与した製品を顧客に販売するという活動をしているとみなせます。この全体像を、図表 5 に示します。

図表 5 スループット会計の全体像



スループット会計で用いる指標は、スループット、業務費用、在庫の3つです。

スループット： 販売成果を基準とした付加価値の獲得額

スループットは、製品の販売額から、その部材調達コストを差し引いた残高として計算します。このため、制度としての原価計算のように、個々の工程の原価能率を向上させたとしても、それが販売成果にまで結びつかなければスループットとはなりません。

業務費用： スループットを生み出すために費やしたすべてのコスト

業務費用には、部材を製造加工し販売するまでの、すべての費用を含みます。そのようなコストを費やすのは、スループットを獲得するためであり、それとの対応関係を明確にするために、その発生した期間の費用として一括計上します。

在庫： スループットを生み出すことを目的に保有する部材や仕掛品と製品

仕掛品や製品在庫は、その加工がいくら進捗しても、販売しなければスループットを生んでおらず、付加価値は高まっていません。このため、在庫の評価額は、それに含まれる外部からの部材の調達額程度のものであるとみなします。

図表 6 は、図表 1～3 を参考に、事例の投資前の状況と、第 1 工程と第 2 工程それぞれへの投資案件の成果を、スループット会計に基づく損益計算書で示したものです。

図表 6 事例のスループット会計による損益計算書（単位：円）

	図表 1 のケース 設備投資前の状況	図表 2 のケース 第 1 工程に投資	図表 3 のケース 第 2 工程に投資
①売上高	2,000,000 (20 千円×100 個)	2,000,000 (20 千円×100 個)	2,500,000 (20 千円×125 個)
②直接材料費	200,000 (2 千円×100 個)	200,000 (2 千円×100 個)	250,000 (2 千円×125 個)
③スループット(①－②)	1,800,000	1,800,000	2,250,000
④業務費用（加工費総額）	1,600,000	1,700,000	1,800,000
⑤業務費用（販売他）	200,000	200,000	200,000
⑥営業利益(③－④－⑤)	0	－100,000	250,000

図表 6 をみると、ボトルネックとはなっておらず余力のある第 1 工程に対して設備投資を行って効率化したとしても、スループットは変化しません。つまり、第 1 工程への投資は、企業活動全体の最適化には一切貢献していないことが分かります。さらに、ここでは、第 1 工程への投資により営業利益がマイナスになってしまいます。図表 4 に示した原価計算制度での営業利益は増加しているのに、スループット会計では異なる結果となる理由は、事業費用である加工費総額の扱いにあります。

図表 4 では、加工費総額は製品単位当たりの配賦率を元に、加工を行えばそれに要した稼働時間を元に仕掛品や製品に配賦しています。第 1 工程で加工を終わり、第 2 工程への投入待ちとなっている仕掛品在庫にも、第 1 工程の加工費は配賦されています。この総額 160 千円（6.4 千円×25 個）が、仕掛品の評価額に含まれて、当期の損益計算には計上されない分、図表 4 の営業利益が増加しています。第 1 工程への投資は、この仕掛品在庫をさらに増加させ、これに配賦された加工費額が膨らむ（540 千円＝3.6 千円×150 個）ことでの費用の繰り延べが発生し、その分営業利益が増加しています。

この事例では、第 2 工程の製造能力を高める投資を行わない限り、第 1 工程の能力をいくら高めても仕掛品在庫が膨らむだけに過ぎず、販売成果には結びつきません。これが部分最適化の限界であり、原価計算制度によるマネジメントでは解決することは困難です。事業活動全体の最適化のためには、その目標である販売成果に直結するスループットの向上を目指す必要があります。図表 6 では、この全体最適化を阻害していたボトルネック工程である第 2 工程への投資が、製品の販売量を増加させてスループットの向上に寄与していることが分かります。

5. 全社的視点と現場レベルの視点とを一致させるスループット会計

ここで述べた事例では、原価計制度とスループット会計との考え方の差異と特徴を強調するために、特に前者については計算結果のみにこだわった意思決定の様子を示しました。しかし、いくら部分最適化といっても、販売計画から導いた工程全体を統括する生産計画は存在します。このため、工程毎の生産能力が異なっていたとしても、実働人員や設備の稼働時間等のやりくりで、そのバランスが図られるはずです。

ところが、部分最適化志向の意思決定では、工程に余裕を持たせてしまうと、そこでの原価能率が落ち製造単価が高くなります。このため、その責任者は全体計画を差し置いて、自己の管理下にある工程のコストダウンに邁進することになります。これが、生産計画上では把握できない隠れ在庫が、工場内のあちらこちらに山となって積み上げられる現象を生じさせます。

スループット会計による全体最適化志向の意思決定によれば、全社的視点での成果と工程という現場単位の成果とが連動します。余分な製造能力を持つ工程の稼働を控え、ボトルネックとなる工程の稼働能率を向上させることは、全社的視点であれ現場レベルの視点であれ、適切な判断とみなされます。このため、ここで示した事例であれば、工程1の責任者は原価計算制度による部分最適化のように、自己の成果に固執して工程1への投資を主張することはありません。また、この全工程を統括する責任者にしても、図表4で示したように、単に製品単価が下がり当期の営業利益が良くなるという理由で、工程1への投資を行おうとはしません。

このように、スループット会計は、販売も含めた全社的な判断と、工程という製造現場の判断の視点とを一致させることができる、とても合理的なマネジメント手法ということができます。

以上