
リニア・プログラミングの利益計画への利用

小林 健吾

I まえがき

筆者はこの紀要の2号(2007年3月発行)で、LEC会計大学院で実践している講義内容の紹介も兼ねて、「管理会計でのリニア・プログラミングーアルゴリズムの世界から経営実践的へ」と題して、アメリカの高度な管理会計の書物で取り上げられている実践的なリニア・プログラミング(以下、LPと略称する。)の問題を、標準的な表計算ソフトを利用して解答を見いだす問題を取り上げた。しかしこれについて多少の誤解もあるようであるから、改めて管理会計でLPを取り上げる趣旨を、今年度(2007年度)の春学期に「意思決定会計論」の受講生に課題として課した問題を通して取り上げることにしたい。

この出題は、LPの問題を利益計画に結びつけ、その実践的な利用への道を考えてもらうためのものであった。

すなわち、実践的なレベルのLP問題を学生達が解けるようになる意義は無視できない

が、それだけならば管理会計的には取り立てて問題にする必要が疑問視されるかもしれない。しかし、われわれはLPをLP問題の範囲内で限定する必要はないし、また限定すべきではないと考えている。LPが最適の生産計画を志向している以上、期間の利益計画に結びつけて利用されるべきと考えている。期間の利益計画は企業全体的な総合計画であるから、当然のこととして、生産計画をそれに如何に利用するかを考えるべきである。

しかし、先に挙げたキャプラン達のAdvanced Management Accountingでもこうした視点が欠如している。⁽¹⁾そこで具体的な設問例を通して、受講生に考えさせようというのが、出題の趣旨であった。こうした趣旨は、単にLPを利益計画に組み込むべきといった主張だけで終わるのでは説得力が無く、受講生が戸惑うだけに終わるのが落ちであろう。そこで以下のような具体的な設問によって考えさせる方法をとったのである。

この課題は次のような内容であった。

課題 1

大和化成会社は3つの工程で、A、B、C、Dの製品を製造している。

第1工程では甲原料10トンに触媒によって分離加工して、A製品3トンと乙中間製品7トンを製造し、第2工程では乙中間製品10トンに丙原料5トンを化合してB製品8トンと、C半製品7トンを製造している。このC半製品はそのまま市場でも販売されるが、当社では第3工程の能力の許す限りさらに精製してD製品として販売している。

第1と第2工程の設備はそれぞれ幾つかのユニットからなり、生産量に応じて自動的にユニットが投入されるが、第3工程の設備は古く、十分な製造能力も持っていないく、また生産を最適にするためにC半製品の投入量5トンを1ロットとして、ロット生産を余儀なくされ、月末にはロット残高がないように計画されている。第3工程ではこの1ロットからD製品4トンと産業廃棄物1トンが産出される。この産業廃棄物は専用の処理施設で処理されて、道路の舗装添加剤として利用されるが、その売価を上回る処理費用が生じるので、売価を差し引いた処理費用を原価として計算している。

1. この会社の原価資料等は以下の通りである。

甲原料 トンあたり2,200円、入手可能限度 8,000トン

丙原料 トンあたり8,900円、入手可能限度 2,500トン

	第1工程	第2工程	第3工程
変動加工費	甲原料トン1,125円	乙中間製品トン1,380円	1ロット 45,800円
変動販売費	A製品トン 260円	B製品トン 289円 C半製品トン 248円	D製品トン 300円
設備運転時間	甲原料トン 1時間	乙中間製品トン 0.5時間	1ロット 1.2時間
最大設備稼働時間	7,800時間	2,200時間	700時間
産業廃棄物費用			廃棄物トン 12円
固定加工費	3,600,000円	4,500,000円	6,800,000円

注) 変動加工費等の「甲原料トン」等は何れも「トンあたり」の意味である。

2. 製品等の売価及び可能販売量

	A製品	B製品	C半製品	D製品
売価	12,000円	14,800円	11,500円	28,000円
可能販売量	3,000トン	3,500トン	1,000トン	4,000トン

3. 第1工程と第2工程との間には乙中間製品用のタンクが設けられており、この最大容量は2,000トン、3月末の在庫量は500トンである。この中間製品タンクへの入出量はトンあたり2,500円の予定価格で行われている。

なお、連産品の原価を個別に算定する必要は存在しない。

設問 1 以上の資料によってこの月の最適な生産計画を見いださない。

設問 2 第1工程では設備稼働時間が制約になっているから、これを保守点検の合理化によって15%増加したら、それに応じたA製品の販売増と利益増が期待できるという説明について、貴

方はどう考えますか。

設問3 B製品の市場は安定していないので不確実性が高く、販売量が資料よりも±10%の範囲で変動する可能性が高いとき、貴方は設問1の分析にどのようなコメントを付けますか。

設問4 現在、D製品は新たな重要が生じたことによって供給不足の状態になっており、今後最低でも5年程度はこの状況が続くと予想されるために、第3工程の設備の更新が提案されている。下の付加資料によってこの投資案の是非を最適な生産計画からの視点も併せて評価しなさい。

付加資料

1. D製品の売価と販売可能量は、今後5年間は継続すると予測される。
2. D製品のマーケット・シェアの増加による企業イメージの上昇によってB製品の販売量も20%増加すると予測される。
3. 従来第3工程で行っていたロット生産はその必要が無くなる。
4. 原価資料等は次の通り。

	従来設備	新設備
変動加工費（C半製品1トンあたり）	9,160円	5,400円
固定加工費（月額）	6,800,000円	12,800,000円
（内：減価償却費）	1,200,000円	0円
最大稼働時間	700時間	3,000時間

II 設問1の解答について

上述の設問1は前回の論文で上げた問題例よりは複雑になっており、より会計的な知識を必要とするが、LP問題としては新しいところは少ない。しかし、前回の論文の補足の意味も兼ねて、また来年度からの受講生の利用も想定して、解法を示しておこう。⁽²⁾

設問1の資料とMicrosoft社の表計算ソフトEXCELのソルバーを利用した結果を上げたのが87頁の第1表である。

(1) 変化させるセル

この設問1では、3つの工程のそれぞれが独立して製造量を決定できるので、ソルバーでの変化させるセルには、この3つの工程の数値を選ぶことになる。（これらの詳細と手順

は紀要2号の先の論文を参照されたい。）これには第1・第2工程については材料の投入量でも良いが、ここでは工程の機械時間数を選んでいく。これらが、第1表のE19とF19のセルである。第3工程では生産ロット数を選ぶのが良い。これをG19に上げている。これらを前述のように（第2号、34-35頁）横一列に並べて設定している。

(2) 目標セル

この場合の目標セルは言うまでもなく、月の貢献利益額になる。上の資料で上げた以外にも変化しない固定費等が存在するから、限界利益から工程別の個別固定費を引いた貢献利益の最大化を目標とすればよいからである。

(3) 計算表の作成

この問題では、工程別の生産が行われているから、これに対応して工程別の損益計算の表を作成するのが有効である。そこで第1表にE19からG19の変化させるセルの仮の値を参照しながら24行目からの損益計算に必要な値の計算セルを作ってゆく。第1表では21行目に第1工程の甲原料、第2工程の丙原料の消費量、第2工程の乙中間製品の産出量、第3工程の稼働時間、22行目にC半製品の第2工程の産出量と、第3工程での消費量、それに産業廃棄物の発生量等を計算している。これらは資料と変化させるセルの仮の値によって入力できる数値であるとともに、24行目からの損益計算に必要な数値である。

会計に十分に堪能でなく、この21行から22行の数値を、損益計算の結果が知られる以前に見つけることが難しいようであれば、24行以降の損益計算の表を作りながら、そこで必要な数値を見つけたら、これを21行から22行の間に作り込んでゆく方法をとればよい。

24行からの工程別に分けた損益計算では、計算結果を得るためだけなら不要な製品別に工程を分けることによって見やすい表を作りうる。前回に触れたところの表計算では計算結果だけを得るためならば不要な集計セルを効果的に設けることによって、計算やシミュレーションあるいは事後的な検討等が容易にできるようになる例である。

しかしこの際、第1・第2工程とも連産品であり、正確には分離不能であるから、工程の原価を無理に製品別に分ける必要がないことにも注意すべきである。学生達は仮定を設けて連産品原価の分離をしようとするが、毎回、何のためにそうした計算が行われるかの注意を喚起する必要が生じる。この例では変動加工費やB中間製品原価、固定加工費でこ

の問題が生じる。ともあれ、資料と変化させるセルの数値および21行と22行の数値を参照して、黒枠で囲んだ損益計算の生産・販売量から売上高、原料費その他の原価の数値を記入することができる。

計算表の最後の部分では中間製品タンクの設定を加えている。これは中間製品の産出量が関連するので最後に上げているが、これは現在貯蔵量500トンに第1工程の産出量(E26)を加えて、第2工程の投入量(F21)を引いたものである。またこのために第1工程ではE26に中間製品の出入庫単価2,500円を掛けた値を第1工程の原価から差し引くとともに(E31)、第2工程にF21の投入量に出入庫単価を掛けた値を入力している。そして前工程の合計欄にはこの差額(2,712,500円)が残ってくるが、これが中間タンクでの増加量に入出庫単価を掛けた増加額になっていることが確かめうる。

(4) 制約条件の設定

制約条件では、供給市場からのもの、販売市場のもの、および短期的に経営内部的と見なされるものの三つからなることは、先に説明したとおりである。そこでこれを先に説明のようにM23からQ34に設けた黒枠の内にまとめている。

すなわち供給市場からは、甲原料と丙原料の供給が制約されているから、これを24と25行に設定している。そして前回に説明したように制約条件を長々しく設定するのを省略するために、現在値と制約値をここに集めるように各セルから持ってきている。この際、ソルバーでの設定の順序におうじて、現在値、制約値の順序で上げている。参照セルの欄は不可欠ではないが、ここで整理をして、これ

に従ってセル参照を行うことによって誤りを避けるように設けさせている。

これらの制約条件は資料から拾ってゆくが、最後のC半製品については、説明をよく読まないと見落とす部分である。ここでは第2工程の生産よりも多い部分は販売に回しうること

(第1表)

制約条件	参照セル	現在値	制約値
供給市場	甲原料	D21<=H4	7800 9000
	丙原料	E21<=H5	2187.5 2500
販売市場	A製品	D26<=E15	2340 3000
	B製品	G26<=E15	3500 3500
	C半製品	H26<=E15	1475 1000
	D製品	J26<=E15	2332 4000
経営内部的	第1工時間	E19<=F16	7800 7800
	第2工時間	F19<=H16	2187.5 2200
	第3工時間	J21<=I16	700 700
	中間タンク	G38<=E17	1,585 2000
	半製品条件	H22<=G22	2915 3082.5

以上の制約条件の明確化(定義)が終わったら、ソルバーを開いて、目的セルにK37の全工程合計欄の貢献利益額を指定し、目標値は最大に、変化させるセルは、E19からG19を指定し、制約条件には (P24:P34<=Q24:Q34) の設定と、G19の第3工程のロット数が整数であること、および中間タンクの残量が0以下にな

を述べているけれども、それ以上の外部からの購入は説明されていないから、第3工程の利用可能量の上限は第2工程の生産量であることが知られる。そこでこれを設定したのが、M34からQ34の部分である。

らないという非負条件を加えれば終わりである。したがって以上のようにした結果、ソルバーの制約条件のウィンドウには、わずか3行の入力をするだけで済ましうる。

この問題では以上の制約条件で、工程数が多いものの、経営内部的な制約条件では前回上げた例よりも、IFやANDといった論理関数

を必要としないだけ複雑ではない。そのせいか、受講生達は設問1までは予想したよりも容易に解答を得ているようであった。

(5) ソルバーの実行

以上の結果によってソルバーを実行した結果が第1表である。この結果、第1工程の設備運転時間、第2工程のB製品販売量、第3工程の設備運転時間が制約条件として働いて、各変化するセルの値と貢献利益54,179,024円で利益を最大化する生産計画が設定されることが知られる。この組み合わせで働いている制約条件（これを以下ではアクティブな制約条件と呼ぶ。）は、ソルバーの解答レポートを利用することによっても知られるが、これを開くまでもなく第1表の黒枠で囲んだ制約条件の部分の制約値と現在値を比較すれば明白になる。⁽³⁾

Ⅲ LPの結果と利益改善のための代替案

以上のようなLPによる最適計画を利益計画に利用する問題として取り上げたのが設問2以降である。この設問2では利益計画の担当者が、このLPを資料にして、さらなる利益改善策を見つける経過を想定している。

期間の利益計画では、当初予測に基づく利益計画が目標利益を達成しない場合には、各種の改善策を検討しながら目標利益を実現する成案を得る必要がある。このために可能な代替案を見だし、それを評価し、利益計画を修正するという手順をくりかえす。このための代替案の評価と、それに基づく利益のシミュレーションについては、長期と短期の目標を同時に達成する計画案の実現も含めて、

次の機会にこの紀要の5号に発表する予定であるが、こうした代替案の発見と評価に、上のLPを利用するのが設問2である。

すなわち、第1表のLPの結果、前項でまとめたように第1工程では設備の運転時間がアクティブな制約条件になっている。そこでこの制約を除くための費用とそれによる利益の増加を問題にしているのである。

そこで設問2では修繕保守の合理化によって第1工程の設備運転時間が15%増加することに対する評価を問うている。第1工程ではこの設備運転時間がアクティブな制約条件になっているから、この増加によってどれほどの利益増が期待できるかを問題にするのである。

こうした場合に、通常の場合の評価では、より狭い条件の下で15%の時間増による利益増が評価されるであろう。そしてその結果は、その他の可能な制約を無視して、設備時間が15%増加した時の貢献利益増が評価されて終わるであろう。ここでのLPによる考慮の場合に相当するような複雑な環境において評価することなど考えられないからである。

しかし、上のようなLPモデルが利用する場合には、以下のように簡単な手順によって変化した状況におけるLPの解を求めることで、従来では考えられなかった詳細さで利益増を分析することが可能になる。

この処理で必要になるのは、制約条件の内の第1工程の設備運転時間の制約値を取り上げたQ30のセルに、1.15を掛ける部分（*1.15）を加えて再びソルバーを実行することである。

この結果を示したのが第2表であるが、第1表との相違点は、上述のセルQ30の制約条件の算式に(*1.15)を加えただけである。

この結果、貢献利益額は第2表に見るよう
に54,568,424円と、設問1に対して389,400円
の増加になってはいるが、この値は第1工程
の設備時間が増加することによって予想され
るA製品の限界利益等から算定されるよりも
はるかに小さい額であることに注意されたい。
そしてこれは、第2表の右側の制約条件の枠
の内に見るように、第1工程では設備の運転
時間に代わって甲原料の供給がアクティブな
制約条件となって、運転時間の増加に相当す

る利益増を妨げていることが知られる。これ
をまとめているのが、計算表の下の42行から
44行の部分である。以上の分析から、第1工
程での維持修繕の合理化は、その費用が
389,400円以上であれば、単独では採算に合
うものではないと評価されることになるか、
あるいはさらに甲原料の調達可能性の拡大と
いった代替案を組み合わせると初めて期待した
ような結果が得られるといった状況が明確に
なるのである。

(第2表)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	資料	第1工程では甲原料		10トンからA製品		3トンと乙中間製品		7トンと丙原料		7トンとC半製品		7トンとD製品					
2		第2工程では乙中間製品		10トンと丙原料		5トンからB製品		8トンとC半製品				7トンとD製品					
3		第3工程ではC半製品		5トンと1ロットとして精製して		4トンと産業廃棄物						1トンとD製品					
4		原価データ	甲原料	2200 円/トン	入手可能	8000 トン											
5			丙原料	8900 円/トン	入手可能	2500 トン											
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	
36																	
37																	
38																	
39																	
40																	
41																	
42																	
43																	
44																	
45																	
46																	
47																	
48																	
49																	
50																	
51																	
52																	
53																	
54																	
55																	
56																	
57																	
58																	
59																	
60																	
61																	
62																	
63																	
64																	
65																	
66																	
67																	
68																	
69																	
70																	
71																	
72																	
73																	
74																	
75																	
76																	
77																	
78																	
79																	
80																	

この第1表から第2表への拡大とソルバー
の実行は、この例でも見られるように大して
手間の掛かるものではなく、その他の各種の

制約条件の変化の可能性を市場的あるいは内
部的に勘案しながら実行することも困難な問
題ではないことに気がつくであろう。こうし

た状況を多くの要因が存在する場合に的確に見極めることは一般に容易なことではない。しかし、LP計算を行うことによって、的確に指摘することができるのである。

こうした手法を視野に入れて改めて考えてみると、従来管理会計で問題にしてきた代替案の評価は、現実を生じうる複雑な状況をあまりにも単純化して取り上げてきたことに気

(第3表)

The screenshot shows a detailed LP model in Excel. The main table (rows 10-17) lists variables like '変動加工費', '固定加工費', and '固定販売費' across different stages. The summary table (rows 18-24) provides a high-level view of costs and revenues. The text at the bottom (rows 41-54) explains the model's logic, such as the relationship between production quantities and constraints across stages.

IV 不確実性の評価とLP

この大学院紀要の第3号(2007年9月)では、不確実性に対応した代替案の評価法を取り上げたが、予想される不確実性の範囲内で

がつくであろう。われわれに必要なのは、状況に影響する要因を出来るだけ仮定によって単純化することを止め、複雑な錯綜した状況において評価することであると言える。こうした必要に答える一つの手段として、LPを取り入れようというのである。そこで複雑な状況に置ける分析のさらなる例示として、設問3と4を設定したのである。

もアクティブな制約条件の移行が生じて、これを考慮しない評価が正しい情報を伝えないことが生じうる。これを問題として取り上げたのが、設問3である。

設問3は、第2工程の生産物であるB製品

の販売市場の不確実性が高い状態で、分析にどのような相違が生じるかを、LPを利用して解析させる問題である。

この問題では、B製品の販売量をプラス10%からマイナス10%まで、1%刻みで繰り返しLPを実行して算定した学生もいたが、そのような手間をかける必要はない。はるかに容易に問題を明らかにしうる。もっともこのLPを20回繰り返すのも、表計算ではないが、

この問題に対しては、設問1の第1表の制約条件の部分から次のように読み取りうるのである。すなわち、この制約条件の表では、第2工程のB販売量の現在値が制約値に等しくなっているほかに、第2工程の設備運転時間が制約値2,200に対して、現在値が2,187.5と、

(第4表)

残り12.5時間しか余裕がないことが示されている。資料からこの時間数12.5時間で生産される乙中間製品は、1トンあたり0.5時間を必要とするから、25トンと算定される。そして、この投入によって増産できるB製品は20トンに過ぎない。したがって、B製品の販売量の予測が誤って、プラス10%の販売可能性が得られても、実際に販売しうるのは20トン増の3,520トンに過ぎない。これは%で表わせば、当初予測の0.7%程度にしかならないのである。

以上のことから、設問2の状況に対しては、B製品の予測の不確実性はほとんど予測を上回る場合を問題にする必要がないことが明らかになる。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	資料	第1工程では甲原料	10トンからA製品	3トンと乙中間製品	7トンを生産し														
2		第2工程では乙中間製品	10トンからB製品	5トンと丙原料	8トンとD製品														
3		第3工程では丙原料	5トンとD製品	4トンと産業廃棄物	1トンを生産している														
4		原料データ	甲原料	2000 円/トン	入手可能	8000トン													
5			丙原料	8000 円/トン	入手可能	2500トン													
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			
39																			
40																			
41																			
42																			
43																			
44																			
45																			
46																			
47																			
48																			
49																			
50																			
51																			
52																			
53																			
54																			
55																			
56																			
57																			
58																			
59																			
60																			
61																			
62																			
63																			
64																			
65																			
66																			
67																			
68																			
69																			
70																			
71																			
72																			
73																			
74																			
75																			
76																			
77																			
78																			
79																			
80																			
81																			
82																			
83																			
84																			
85																			
86																			
87																			
88																			
89																			
90																			
91																			
92																			
93																			
94																			
95																			
96																			
97																			
98																			
99																			
100																			

そして予測を下回る場合には、B製品の販売量が第2工程の損益にだけでなく、第3工程の損益にも影響することが、B製品の販売量の制約を10%減で設定してソルバーを実行した「設問3の(1)」のシートである第3表から読み取りうる。すなわちこの10%低い場合には、制約条件の表で黒枠を付けたように、第1工程に関連しては中間製品タンクが、第2工程ではB製品販売量が、第3工程ではC半製品がアクティブな制約になっていることが読み取りうる。これは次のように説明することができる。

第1工程では設備の運転時間が制約になる以前に、第2工程のB製品の低くなった販売量によって第1工程で産出された乙中間製品の第2工程での消費量が低下し、余分な生産の部分が中間製品タンクに流入して、これを一杯にした段階で第1工程の生産もそれ以上は不可能になっているのである。このためA製品の販売量も第1表の2,340トン余に比較すると10トンほど低下し、貢献利益も6,200円ほど低くなっているのである。

さらに第3工程でもB製品の販売量の低下の影響が現れている。すなわち、第3工程では第2工程のC半製品の産出量が影響して、投入量が2,755トンと第1表に比べて160トン減少し、このためD製品の生産量販売量が124トン低下して、ここでも貢献利益額が200万円ほど減少している。(なお、制約条件の表での制約値と現在値との差は、第3工程が1ロット5トンのロット生産が行われているために生じた差額であり、これが第2工程で販売に向けられた1.25トンである。)これらの総合的な結果として、全工程の貢献利益額が、54,179,024円から48,956,746円に減少したのである。

これらの乙中間製品タンクが制約に達し、あるいはC半製品が第3工程の制約になっているのは見せかけの上であって、真の原因はB製品の販売量にあることが読み取りうる。こうした計算を電卓で行う苦労を考えてみると、LPによる分析の容易さが痛感しうであろう。

以上の分析から、次のような代替案の評価を提供しうる。すなわち、B製品の販売促進によって10%程度の販売増が得られる案に対しては、第2工程の運転時間の増加を同時に工夫しないことにはほとんど意味がないことが明らかになるのである。さらに第2工程の運転時間がある原価を掛けて増加させるような代替案にも、どれほどの費用の投入が採算的であるかの分析を容易に発展できる。その他、利用の可能性は非常に大きいことが理解されるであろう。

なお、前頁の第4表は設問3の予測がプラス10%のなった場合のものであるが、比較のために上げておこう。

V 設備投資案の評価への拡大

LPを利用しての代替案の評価と利益計画への利用は、さらに投資案の評価にも拡大しうる。これを取り上げたのが、設問4である。

設問4では、第3工程がネックになって十分な利益を上げてない状況を考慮して、第3工程の設備の取り替えを問題にする例である。すなわち、1のまえがきで上げたようにD製品の供給不足が最低でも5年間は持続するという予測から、これを製造している第3工程の製造能力を高めるための投資案の評価が問題にされたのである。

上述の付加資料によって通常の現在価値法

による投資案の評価を示したのが、下の第5表である。この表の上半分が従来設備による5年間の差額利益の合計である。ここでは、販売量は設問1によって分析された2,332トンにより、これに現在の単価トン28,000円を乗じて売上高を算定している。また変動加工費と変動販売費についても資料の通りであるが、

固定費については、現金支出的な原価にするために6,800,000円から減価償却費1,200,000円を除いた金額で計算している。この結果、1年間の差額利益は32,295,000円となり、この5年分の現在価値として、表にあるように122,423,459円が算定される。

(第5表)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
52											
53	従来の分析										
54				第1年目	第2年目	第3年目	第4年目	第5年目			
55			販売量	2332	2332	2332	2332	2332			
56			売上高	65,296,000	65,296,000	65,296,000	65,296,000	65,296,000			
57			変動加工費	26,701,400	26,701,400	26,701,400	26,701,400	26,701,400			
58			変動販売費	699,600	699,600	699,600	699,600	699,600			
59			固定費	5,600,000	5,600,000	5,600,000	5,600,000	5,600,000	減価償却費は下との比較のために除く。		
60			差額利益	32,295,000	32,295,000	32,295,000	32,295,000	32,295,000	NPV	122,423,459	
61											
62			新設備案	B製品販売量増加			0.2 最大可能稼働時間	3000 時間			
63			D品販売量	10000	10000	10000	10000	10000	最大可能時間3,000時間による製造可能量		
64			売上高	280,000,000	280,000,000	280,000,000	280,000,000	280,000,000	10000		
65			B品販売量増	700	700	700	700	700			
66			売上高増	10360000	10360000	10360000	10360000	10360000			
67			C品増加販売量	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5			
68			売上高	7043750	7043750	7043750	7043750	7043750			
69			合計:差額売上高	297,403,750	297,403,750	297,403,750	297,403,750	297,403,750			
70			D品変動加工費	67,500,000	67,500,000	67,500,000	67,500,000	67,500,000			
71			D品変動販売費	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000			
72			B品変動加工費	644,000	644,000	644,000	644,000	644,000	連産品であるから、トン数に応じてBとCに配分とす		
73			B品変動販売費	202,300	202,300	202,300	202,300	202,300			
74			C品変動加工費	563,500	563,500	563,500	563,500	563,500			
75			C品変動販売費	151,900	151,900	151,900	151,900	151,900			
76			固定費	12,800,000	12,800,000	12,800,000	12,800,000	12,800,000			
77			合計:差額原価	84,861,700	84,861,700	84,861,700	84,861,700	84,861,700	NPV	正味NPV	
78			差額利益	283,042,050	283,042,050	283,042,050	283,042,050	283,042,050	1,072,952,058	772,952,058	
79											
80											
81											
82											
83											
84	販売可能性を考慮した分析 D製品の設備投資										

これに対して新設備案では、D製品については設備の可能運転時間3,000時間からの製造可能量は、第3工程では1ロットあたり1.2時間稼働し、4トンのD製品が産出されるのであるから、 $(3,000 \text{時間} \div 1.2 \text{時間} \times 4 \text{トン} = 10,000 \text{トン})$

となる。これに加えて、B製品の20%の販売可能量の増加がえられ、さらにこの増産に伴ってC半製品の製造量が増加して、これを販売に回すとすると、B製品の販売量増に $(700 \div 8 \text{トン} \times 7 \text{トン} = 612.5 \text{トン})$ のC半製品がえられると考えると、この売上も寄与す

ることになる。その結果が第5表の下半分の297,403,750円の合計売上高である。

そしてこれに対する原価はその下に表示したようになる。このうちで注釈が必要なのは、B製品とC製品への連産品原価の配分の問題であろうが金額的にも大きくないので、トン数に応じて配分する方法をとっている。この結果、この新設備に更新する案の正味現在価値は投資額を差し引いても、772,952,058円と非常に有利と評価されそうである。

しかし、この第5表の評価には落とし穴がある。すなわちB製品の販売増は市場の販売可能量の増大の結果と受け取れ、またC半製品の販売増も現在の市場の制約1,000トンに満たないから許容されるとしても、D製品の販売市場の制約である4,000トンの条件が考慮されていない。これを考慮して計算し直したのが、第6表である。この結果は投資額を差し引いた正味現在価値は29,199,694円となって、従来設備案の差額利益には遠く及ばないことが明らかになる。

(第6表)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
82															
83															
84				D製品の設備投資											
85				従来設備案	第1年目	第2年目	第3年目	第4年目	第5年目						
86				従来設備											
87				販売量	2332	2332	2332	2332	2332						
88				売上高	65,296,000	65,296,000	65,296,000	65,296,000	65,296,000						
89				変動加工費	26701400	26701400	26701400	26701400	26701400						
90				変動販売費	6996000	6996000	6996000	6996000	6996000						
91				固定費	5,600,000	5,600,000	5,600,000	5,600,000	5,600,000						
92				差額利益	32,295,000	32,295,000	32,295,000	32,295,000	32,295,000						
93				新設備案											
94				B品販売量増	700	700	700	700	700						
95				同売上高増	10360000	10360000	10360000	10360000	10360000						
96				C品増加販売量	612.5	612.5	612.5	612.5	612.5						
97				同売上高	7043750	7043750	7043750	7043750	7043750						
98				D品販売量	4000	4000	4000	4000	4000						
99				同売上高	112,000,000	112,000,000	112,000,000	112,000,000	112,000,000						
100				B品変動加工費	644000	644000	644000	644000	644000						
101				C品変動加工費	202300	202300	202300	202300	202300						
102				同変動販売費	5636000	5636000	5636000	5636000	5636000						
103				固定費	12,800,000	12,800,000	12,800,000	12,800,000	12,800,000						
104				差額利益	86,942,050	86,942,050	86,942,050	86,942,050	86,942,050						
105				付加された条件											
106				B品販売量増加			0.2	最大可能稼働							
107				この結果、新規の投資はD製品の販売可能量が現状の限りでは有利ではない。											
108				しかしさらに第7表のLPによると											
109				利益は	6,147,704	だけ増加する	6,147,704	6,147,704	6,147,704	6,147,704	6,147,704	6,147,704			
110				この結果は5年間の現在価値で			23,304,635	の増加は及ばない。							
111				これは上のLPで見るように第2工程の稼働時間がネックになって、能力を十分に発揮できないことになる。											
112				この結果、新規の投資はD製品の販売可能量が現状の限りでは有利ではない。											
113															
114															
115															
116															
117															
118															
119															
120															
121															
122															
123															
124															
125															

しかし、まだここで問題が終わったわけではない。ここまでは、多少注意して問題を考えれば、比較的容易に気がつくところであろう。すなわち、D製品の販売可能量はそのまま4,000トンとし、第3工程の設備運転時間とB製品の販売可能量を置き直して、さらに第3工程の原価の変化に対応して、設問1の分析を再度実行したのが、第7表のシートである。

(第7表)

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'LPI利益計画シート'. It contains a complex table with columns labeled A through S and rows numbered 1 through 54. The data is organized into several sections:

- Raw Materials (資材):** Rows 1-6, detailing quantities and costs for various materials used in different production stages.
- Production Stages (工程):** Rows 7-11, showing the flow of materials and products through three stages.
- Costs (費用):** Rows 12-18, listing fixed manufacturing costs, variable costs, and overheads.
- Production Schedule (生産計画):** Rows 19-21, showing production quantities and labor requirements.
- Profitability (利益計算書):** Rows 22-38, a detailed breakdown of revenues, costs, and profits for different products and stages.
- Product Specifications (製品の仕様):** A table on the right side (rows 22-38) listing product types (e.g., D05<=, E05<=) and their respective quantities.
- Investment and Market Share (設備更新と販売量):** Rows 39-54, discussing equipment investment, market share changes, and the impact of these changes on sales volume.

この結果では設問1の貢献利益に比して、6,147,704円の利益増に止まることが示されている。これを5年間の現在価値に計算すると、23,304,635円になる。

しかし、これらの数値は300,000,000円の投資額やその減価償却費を考慮しない数字であるから、第6表の計算は実現されないものであることに気がつくであろう。

一般に、現在価値法による評価と、会計で算定される利益の現在価値との間には、常に会計的な利益の現在価値の方が大きく算定されるという特徴があるから、⁽⁴⁾ この点からも、上の現在価値法による評価は多大に水増しさ

れていることになる。

この分析は、第7表の制約条件の部分を見ると容易に原因が知られる。すなわち第3工程に関しては、この工程の設備運転時間が3,000時間の制約に対してわずかに739時間で

あるが、それとともにD製品の販売量は制約条件よりもはるかに低い2,464トンに止まっている。そしてこの原因が第2工程のC半製品の製造量、したがって第2工程の設備運転時間の制約にあることが、制約条件の表でこの部分の現在値が制約値に一致しており、さらにC半製品のところもそうであることによって確かめうる。要するに第2工程の設備運転時間が2,200時間の制約値に達して、3,080トンのC半製品しか製造されず、それを投入する第3工程でもD製品の販売可能量は勿論のこと、設備運転時間も設問1の状態に比べてわずか39時間の運転増しか達成できないで終わっているのである。この結果が原価面での改善もあって、6百万円余の利益増に現れているのである。

以上の結果、アクティブな制約条件は、第1工程（設備運転時間）、第2工程（設備運転時間）、第3工程（見かけ上はC半製品供給量であるが、実質的には第2工程運転時間）といった状況にまとめることができる。制約条件表を利用してこうしたアクティブな制約条件に注目することによって、複雑な状況を説明できることになるのである。

そこで、第3工程の設備の更新は、そこで製品であるD製品の販売量の制約以上に第2工程の設備の制約によって、設備投資案で期待した成果を上げ得ないことが明白になる。したがって、この第3工程の設備更新案につい

て、D製品の販売可能性の改善の必要を付言するだけでは、投資案の評価として満足しえないことになるが、こうした分析は第7表のようなLP問題として解かない限り容易には明らかにされないであろう。

VI まとめ

以上のような設問に対して、2007年度の「意思決定会計論」受講学生は、一応全員が設問1までは何度か提出しながらではあるが、クリアしたと評価しうる。さらに設問2についても多くの学生が解答し、さらに設問3についても、予測よりも10%増の状況が生じた場合にも、それ相当の利益が得られないことに注目でき、期待に比べ得たと評価できた。設問4についてはさすがに第2工程の設備時間がネックになって十分な販売量が得られないことにまで言及できた例は少ないが、ソルバーでLPを実行することは比較的容易に完成したと言えよう

ともあれ、こうした少しでも実践的な状況における代替案の評価の問題を取り上げることができるところに、われわれが管理会計論でLP問題を取り上げる意義を見いだしているのである。

<注>

- (1) Robert S. Kaplan & Atkinson, *Advanced Management Accounting*, 2nd ed., 1989, pp. 62-92. 3rd. ed., 1998, pp. 47-
- (2) 小林健吾稿「不確実性に対応した代替案

の評価分析法—意思決定における不確実性の処理—」、LEC会計大学院紀要、第3号、2007年10月。

- (3) 第1表のシートの左端のA欄に上げている「シナリオの保存領域」では、ソルバ

一のオプションで設定できるモデルの保存を行っている領域である。この一番上の数字は、ソルバーでの目標セルの値を表し、次の3は制約条件式の数、次の3つのTRUEはそれらが満たされている状況、最後の100はオプションで設定している繰り返しの実行時間を表しているようである。このLP問題では、先の紀要第2号で説明したように、制約条件を制約条件表にまとめることによって11個の制約条件式を一つにして設定し、それ以外には一つの非負条件と第3工程のロット数の整数条件しかないので、以上のように3つになる。

- (4) 現在価値法による評価が会計的に算定される利益の現在価値額よりも常に低く算定されることは、次のように証明できる。

すなわち、現在価値法では始点で実際投資額を利益の現在価値から差し引いて正味現在価値を算定するのに対して、会計上の利益計算では、投資額を減価償却として各年度に配分し、利益を算定するから、この結果の利益の現在価値は正味現在価値よりも大きくなる。

別の言い方をすれば、投資額を配分して現在価値に割り引くことによって、利益から差し引かれる投資額の配分額（減価償却費合計）の現在価値は、当初投資額よりも小さくなるのである。

年々の利益を $E_1, E_2, E_3 \cdots E_n$ 、投資額を I 、現価係数を $PV_1, PV_2, PV_3 \cdots PV_n$ とし、年々の減価償却費を $d_1, d_2, d_3 \cdots d_n$ とすると、

正味現在価値＝

$$E_1 * PV_1 + E_2 * PV_2 + E_3 * PV_3 + \cdots + E_n * PV_n - I$$

会計上の利益＝

$$E_1 - d_1 + E_2 - d_2 + E_3 - d_3 + \cdots + E_n - d_n$$

PVは1よりも小さい数であり、かつ投資の全額を償却すると、

$$I = d_1 + d_2 + d_3 + \cdots + d_n \text{ であるから}$$

$$I > (d_1 * PV_1 + d_2 * PV_2 + d_3 * PV_3 + \cdots + d_n * PV_n)$$

かつ、この差は、

$$I - (d_1 * PV_1 + d_2 * PV_2 + d_3 * PV_3 + \cdots + d_n * PV_n)$$

である。

また年々の現在価値法による予測と会計上の利益との差は、言うまでもなく、

$$(E_n - d_n) \text{ になる。}$$

以上の点だけならば比較的明確で取り立てて問題ではないが、二つの投資案の場合には現在価値法による場合と、会計的利益の現在価値による場合とでは、有利さが逆転する割引率が異なる。特に、市場浸透型投資（市場への浸透とともに漸次利益が上がる投資）と先行型投資（初年度の利益が各大きく、競争企業の市場参入とともに利益が低下する投資）とについて、現在価値法では同じ正味現在価値を予測される場合でも、この逆転する割引率の違いが大きくなり、割引率に不確実性が生じる場合には、これを投資案の評価に反映する必要が生じる。

<後注>

この論文の EXCEL シートについては、これまでの号のそれらと同様に、LEC 会計大学院紀要のホームページ

(http://www.lec.ac.jp/graduate-school/accounting/research_activities/kiyou/index.html) にて公開しているので参照されたい。

閲覧のためのユーザー名とパスワードは下記のとおり。

ユーザー名：kiyou4

パスワード：080520

