

表計算を利用した農産物の出荷計画のケース

—利益計画でのソルバーの利用と限界—

小林 健吾

I. まえがき

パソコンの表計算（Microsoft 社の EXCEL など）で利用できるソルバーは、経営分析できわめて強力な武器である。特に最近のようにかなり複雑な計算過程を含む繰り返し計算も一瞬で終わる高性能化が得られている状況では、LP(リニアール・プログラミング)にソルバーを利用した管理会計問題の領域の拡大は刮目に値する。しかし、現状のソルバーは見過ごせない不完全な部分を含むから、この点を理解した上で活用することが重要になる。

筆者は一貫してこの紀要では、LEC 会計大学院で実践している講義内容の紹介も兼ねて、講義科目「意思決定会計」でパソコンを利用した計算例題を取りあげて、従来の管理会計の改革を提言していたが、今回も環境条件を著しく単純化した状況による計算問題ではなく、実践的なレベルでの代替案の選択の例題として EXCEL のソルバーを利用した農産物の処理計画の問題を作成したので、それを紹介する。これによって、一つには従来の管理会計の反省の提言と、今ひとつにはソルバーの利用の限界を指摘して、その改善の期待を取りあげるのである。

以下の例題は期末の筆記試験に代わる課題問題の一つとして「意思決定会計」の受講生に課しているが、決して易しい問題ではな

いから受講者全員が十分な解答を提出することは期待できない。そこでこの内の問 1 の解答は必ず提出させ、問 2 以降は受講者の挑戦を期待することにした。問 1 については最初の段階で受講しなくなった 2 人を除いて残り 27 人全員が提出したが、提出された課題にはコメントを付しての返却を繰り返して全員が何とか正解に達することができている。

再言するが、この論文の最重点の主旨はこれまで取りあげたリニアール・プログラミングに関連した論題と同じく、ソルバーによるリニアール・プログラミングの解法自体が問題ではなく、管理会計が隣接科学の成果を積極的に取り入れ、不確実な環境を過度に単純化してきた従来の意思決定会計の改善を意図しているのである。

従来の管理会計はコンピュータ時代以前の複雑な経営環境を取り込んだ分析など不可能な時代のものとしては成果を上げてきたが、多くの分野においてコンピュータ・シミュレーションが大きな成果を上げている今日では、管理会計でもこうした傾向に無関心では済まないであろう。この紀要の論考では、この線に沿っていくつかの問題を取りあげてきたが、この論考もその趣旨に沿ったものであることを強調しておきたい。

前述の趣旨の第二は、これまで取りあげてきた多品種の製品組合せ問題では、Microsoft

社の EXCEL に準備されたソルバーと VBA (Visual Basic Application) の solver 関数で順当な解が得られてきたが、今回のケースのように複雑な処理を含む問題では十分に満足な結果が得がたい場合が生じ、人為的な補正が必要になることの指摘にある。ランク分けされた上位の生産物の売れ残りが下位の用途に向けられるのは、農林水産物などの自然からの収穫物の他に半導体などでも見られる普通の問題であり、キャプランの著書のアルバートン水産会社やウィリアム・レーク林業社のケースなどもこの例である^{注1)}。

同じ著書のシート・ハーバー化学会社の場合は^{注2)}、一般的な製品組み合わせの技法で順当に解が得られるが、これとは異なって前述のアルバートン社やウィリアム・レーク社の例では、工夫をしないと正解は必ずしも保証されない。さらに後述の問5に現れるように、単独のソルバーの実行では正解が得られる場合にも VBA で処理しようとする最適解に達する前にソルバーが終了することがある。

ソルバーはパソコンを利用した経営計画にとってきわめて重要な技法であるだけに、こうした限界を明確にして、その改善を期待したいのである。

II. 課題問題

この課題は次のような内容である。(今年度の出題の収穫量の上限が 5,000 であったほか、一部の数値を変更して問題を限定している。数値以外の変更はない。)

大和高級果物会社の中央高原事業所では

高級果実の生産をし、一部を除いて青果市場を通して出荷している。

この事業所では、従来から出荷責任者の経験によって出荷を行ってきたが、毎日の出荷処理でパソコンを利用して計画的に実行することが提案され、そのシステム作りが必要になった。

この事業所では収穫された果物を、その大きさ、糖度、色つや、傷等から、贈答用の S 級品、スーパー向けの A 級品、および等外品に選別している。

S 級品は 1 個ずつ化粧箱に収めて贈答用の高級果物として出荷され、贈答品の需要が少ない場合には A 級品に格下げされて出荷され、それでも売れ残る場合には等外品と一緒にジュースの加工に回される。選別所に持ち込まれた全部の収穫物に以上の処理をしている。

A 級品は簡易包装で主としてスーパー向けとして出荷されるが、一部は地域の「道の駅」でも販売される。「道の駅」用の出荷はあらかじめ決められた価格によるが、青果市場で売れ残った品は S 級品と同様に等外品とともにジュースの加工に回される。

等外品は、この事業所のジュース工場で生の濃縮ジュースに加工され、飲料品生産会社に出荷される。この濃縮ジュースは普通状態で保管できるので、当日の生産量で販売可能量を超えた部分は保管される。この保管量の制限はないが出荷は缶単位であるから、生産量と販売量の間端数が生じる。しかしこれは個数で 50 個以内であり、金額的に大きくないので、この端数の資産計上等は省略される。なお、農場の栽培から選別場までの費用は収穫費として計上し、製品別の計算はしない。

以下の資料によって、後の問に答えなさい。

(資料)

1. 当日の収穫予定量 3,000 個
2. 選別での割合 S 級品 20%、A 級品 70%、等外品 10%の比率で選別されている。
3. ジュース工程では果実 50 個によって濃縮ジュース 1Kg が生産される。
4. 販売予想価格、希望価格、処理原価、販売可能量と処理作業時間
 収穫費 果実 1 個あたり 25 円
 選別費 果実 1 個あたり 8 円

種類	製品単位	処理原価	販売可能量	予想出荷価格	処理時間
贈答用	1 個	220 円	1,500 個	1,250 円	0.02 時間
スーパー向け	1 個	55 円	3,000 個	750 円	0.008 時間
道の駅向け	1 個	60 円	150 個	760 円	0.015 時間
ジュース用	1Kg 缶	2,320 円	40 缶	18,500 円	0.2 時間

5. 従業員の可能総作業時間 40 時間 時間賃率 2,000 円/時間
6. 地域の道の駅には、最低 100 個の供給をする契約になっている。

問 1. ここで上げられていないその他の費用を除いた利益をこの事業所の貢献利益とすると、この貢献利益を最大化する今日の組み合わせを求めなさい。

問 2. 問 1 の状況についてこの処理法では特に S 級品がその日の青果市場の状況によって A 級品並みにスーパー向けとされ、時には等外品と一緒にジュースの生産に回される不都合を改善するために、保冷倉庫を新設して可能な限りこの保冷倉庫に保管して市況の有利な時期を待つ処理法を取ることにした。

そこで青果市場の前日の価格から予想した価格が希望価格に満たない場合には、自社の保冷倉庫に余裕のある限り保存し、保存できない部分は予想価格で出荷される。

A 級品も S 級品と同様に設定された予想価格が希望価格に満たない場合には、S 級品を優先入庫してなお余裕がある限り保

存される。保存できない分については予想価格で出荷される。

濃縮ジュースは普通倉庫に保管できるので、当日の生産量で販売可能量を超えた部分は普通倉庫に保管される。この普通倉庫は容量の制限はない。

また濃縮ジュースの販売は製品の缶数で行われるが、1 缶未満の生産量分の処理費と処理の労務費は当日の損益計算に含まれる。

S 級品・A 級品とも品質上、保冷倉庫には 3 日以上は保存しないで、4 日目には出荷に回される。従って当日に保冷倉庫に保存しうるのは、前日の保冷倉庫の余裕に 4 日目として出荷される分を加算した量である

当日の予想価格、希望価格および保冷倉庫の状況は以下の通りであるときに貢献利益を最大化する処理計画を求めなさい。

(問 2 の追加資料)

1. 製品別の予想価格と希望価格

種類	製品単位	予想価格	希望価格
贈答用	1 個	1,250 円	1,300 円
スーパー向け	1 個	750 円	800 円

2. 保冷倉庫の状況

	3 日前分	一昨日分	昨日分	合計
S 級品	130	110	120	360
A 級品	20	50	70	140

保冷倉庫の保管可能容量 500 個

保冷倉庫費 日額 30,000 円(固定費)

問 3. 事業所長は処理場の作業が多忙になっていると考え、従業員の増員を計画した。事業所長は作業時間で 10 時間の増加を考えているようであるが、これに対する意見を分析から見出し、またこの作業者の増員の十分な効果が発揮されうる状況を予想し、シミュレーションによってそれを確かめなさい。

問 4. 当社の果実の好評なことから、従来 20%であった S 級品の選別比率を 25%に上げても評価が落ちないとの調査結果に基づいて選別基準を改正することにした。

これに伴って、贈答用の希望価格も 1,240 円に値下げする案が提案された。

これらの案について、貢献利益を最大化する組合せにどのような変化が生じるかシミュレーションしなさい。またこれに、問 3 の事業所長の提案を加えたらどうなるか。

問 5. 予想価格は前日の市場の取引価格から設定されるから、前日の青果市場の取引終了後に、次の日の利益を最大化する処理法が予定できれば、次の日の作業を適切かつ順調に実行可能なことに気がついた。そこで可能な収穫量 1,500 から 4,000 までの範

囲について、前日の終わりに貢献利益を最大化する組み合わせを算定しておくことにした。

以下の追加資料によって、シートに上げられた 1,500 から 100 刻みの表の各数値を分析して求めなさい。

(問 5 の追加資料)

1. 予想価格 贈答品 1,320 円 スーパー向け 810 円
2. 最大可能な作業時間は計画日の朝までに最大 70 時間を準備できる。

設問以上

この種の処理計画はこれまでも「有機イチゴ園のケース」などで出題してきたが、昨年度からは「中央高原事業所の高級果物の処理計画のケース」として出題し、今年度さらに青果市場の予想価格と保冷倉庫の問題を加えたのがこのケースである。

この問題の要点は、前述のように農産物、水産物、および林産物などの自然からの収穫物の特徴が品質的に同一ではなく、多くの場合にいくつかの等級に選別され、それぞれの等級に応じた処理や価格が生じること、そしてこの選別が最後まで適用されるのではなく、

需給状況によって需要が不足する場合には売れ残る収穫物は下位の等級品に回されることである。そして無駄なく処理するように最下位の収穫物についても何らかの有効な処理が考えられるのが普通である。

この問題ではジュースに加工され、水産物の場合には最悪の場合にも肥料とされ、木材の場合にはチップに利用されるのがこの例である。

それだけに出荷計画がその場の都合に引っ張られやすく、効率的な計画的処理の方法が問われる分野になっている。そこで前日の青果市場での取引価格に基づいて次の日の価格を予想して、事業所の希望価格に満たないときは保冷倉庫が可能な限り出荷を調整しようというのが、この事業所の発想である。

以下、問 1 から順次問題を見てゆこう。

Ⅲ. 1 日の最有利の処理計画

1. 処理シートの要点

課題問題の問 1 は収穫量が 3,000 個のある日の最有利の処理計画を見いだす問題である。これを処理している EXCEL のシートが次の図-1 である（なお、本稿に使用している EXCEL ファイルは、大学院のホームページにアクセスして、ダウンロードされたい）。

この EXCEL シートでデータ領域と計算領域および制約条件領域に分けていることについては、これまでの紀要で触れたが^{註 3)}、ここでも新たな読者の便を考慮して要点的に述べておこう。

このデータ領域にはすべてのデータを網羅する。そして、計算領域や制約条件領域へはキーボードからの数値の入力は一切厳禁して、すべてこのデータ領域のセル参照で行う。これによってデータや処理法の変更にも効果的

に対処でき、またシミュレーションでの混乱を避けることができる。この方法はシミュレーションには非常に重要であるから、受講者には厳しく遵守することを要求することが必要になる。

また、問 2 以降に資料の変更が生じるが、これも当初の問 1 に資料を基本としてその後もこの数値を変えることはしなく、問によって変更される資料はこのデータ領域の下部に纏めることにしている。これによって問の進展による混乱を避けている。

計算領域は、①D28 から H28 までのこの処理に不可欠な各処理量の部分、②34 行から 41 行までの、この処理量による利益計算の部分、③制約条件値の計算に必要な部分（シートでは作業時間数の計算をしている 32 行）、④その他計算上必要に応じて設ける部分、を適当に配置する。

この「その他計算上設ける部分」の例としては、特に上位に品種が必要に応じて下位の用途にまわるような問題では、制約条件を満足する解は複数あることが多いので、それに対応する工夫をする必要が生じる。この点について以下で多少詳細に述べてゆこう。

2. ソルバーでの初期値の設定

EXCEL のマニュアルでも触れられているようにソルバーは完全なものではない。

たとえば、図-1 シートで 4 品目を変化させるセルにしこれらのセルに適用な数値を入れておいて実行すると、設定によっては必ずしも表の様な解にならずに贈答用の数値が 0 になる不十分な解で、「すべての制約条件が満たされました」として終了することが珍しくない。これは複数製品による利益がスムーズにリニアに変化する様なケースでは生じないが、ここでのケースのように自然からの収穫物の処理の場合には、むしろ定期的生じる

表計算を利用した農産物の出荷計画のケース

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	問1 貢献利益を最大化する配分														
2	子ータ領域														
3	当日の収穫量	3000 個													
4	選別比率	S級品 20% A級品 70% 等外品 10%													
5	収穫量	1個当たり 25 円 8 円													
6	選別費	1個当たり 8 円													
7		従業員可能な総作業時間 40 時間 時間費率 2000 円													
8		地域の売店への最低必要供給量 100													
9		各製品の今日の予想売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)													
10		製品種類 製品単位 予想価格 処理の原価 販売可能量 処理の作業時間													
11		贈答用品(個) 1 1250 220 1200 0.02													
12		スーパ向け(個) 1 750 55 3000 0.008													
13		地域販売(個) 1 760 60 150 0.015													
14		生ジュース(1kg缶) 1 18500 2320 40 0.2													
15		原料個数 50 ジュース処理能力 20 缶/日													
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															

計算領域	シナリオ保存領域
当日収穫量	2,014,680
S級品選別量	3
A級品選別量	TRUE
等外品選別量	TRUE
贈答用品	TRUE
スーパ向け	TRUE
地域販売	TRUE
ジュース用	TRUE
合計	3000

解答領域	スーパ向け	地域販売	ジュース用	合計
贈答用品	600	2,000	100	300
スーパ向け	2600	2700	3000	3000
これまでの合計				
作業時間	12	16	1.5	1
売上高	480	0	100	6 缶
差額原価	750,000	1,500,000	76,000	111,000
処理費	132,000	110,000	6,000	13,920
労務費	24,000	32,000	3,000	2,400
限界利益	594,000	1,355,000	67,000	94,680
収穫費				75,000
選別費				24,000
貢献利益				2,014,680
単位限界利益	990	679	670	315.6

制約条件	収穫量	現在値	制約値
贈答用品	600	3,000	3,000
スーパ向け	2,000	2,000	2,100
道の駅用	100	100	100
ジュース用	300	300	300
ジュース処理能力(缶/日)	6	6	20
作業時間	31	31	40
道の駅用 最低必要量	100	100	100

問1のシムバー実行

問1の各収穫量の結果

0

図-1 問1のシートの主要部分

問題である。

したがってこの対応策として、ソルバーの利用で説明されている「求める解に近い値を予め変化させるセルに入力しておくこと」が必要になる。このための部分が C22 から D25 の当日収穫量から各選別量を算定する部分である。特に VBA で処理する場合には、この部分の数値を利用して変化させるセルに代入しておかないと、順当な解が結果しないことが多発する。

なお、キャプランのリムスキー化学会社のケースやこの紀要の前号で取りあげた多種製品の組合せ問題のように^{注4)}、最有利解が一つしかない問題ではこうした処理は不要で容易に最有利解に達しうるし、制約条件の状況によっては連立方程式の行列式解法を利用して複数解が存在するかの検証も可能である^{注5)}。しかし自然からの収穫物で下位の需要に上位の品質のものが回りうるケースでは、変化させるセルの初期値の設定が重要になる。

そこで図-1 のシートの D22 のセルにはデータ領域の D4 の収穫量を参照し、これに 5 行にある選別比率を乗じて S 級品、A 級品および等外品の選別量を D23 から D25 に計算し、D23 と D24 で算定した数値を D28 と E28 に入力し、さらにこれだけでは道の駅の販売量の制約条件が無視されることが生じるので、F28 に道の駅の販売量下限を入力してソルバーを実行すると表の貢献利益 2,014,690 円になる最有利解がえられる。

これらの初期設定なしでソルバーを実行すると上述の様に最有利解を得る前に、「すべての制約条件が満たされました。」として終了する場合がしばしば生じる。これは複数解がある場合に生じ、やっかいなのは同じパソコンでも結果が安定しないことである。従ってこの種の問題では、残念ながら初期値を適切に設定することによって避ける以外はなきそ

うである。

問 1 では初期値の設定の問題はこの程度で済ましうるが、マクロを利用して可能な収穫量の範囲についての最適解を求めようとすると問題が残る。さらに問 2 以降の様に保冷倉庫を利用する場合には、さらにこの初期値の設定を工夫する必要が生じる。これらについては順次取りあげてゆこう。

3. 制約条件値の計算

次に EXCEL では制約条件を縦あるいは横一列にして一カ所に纏めると、それ以上 (<) やそれ以下 (>) の同種の制約条件は一つの範囲で設定できることのほかに、解答結果の検討に好都合になる^{注6)}。この効用は経験しないと理解しにくい様で、強調しても従わなく、後述のような不十分な解も気がつかずにそのまま提出する受講者が後を絶たない点である。

ここでの入力では、制約条件には①販売市場からの制約条件、②供給市場からの制約条件、③経営内部的な制約条件の 3 種類について拾い出すと共に、これらを纏める手順が必要になる。たとえば贈答用品では、販売市場からの 1,200 個以下という制約と共に、供給市場から収穫量 (3,000 個) の 20% 以下という制約がある。

これを二つの制約条件として設定してもよいが (ソルバーでは制約条件の重複は問題にならないのである)、一つに纏める方が一覽でき検討に便利である。そこで制約条件領域の制約値の側で IF 関数を利用して、贈答品の制約値の P25 に (=IF (D23<H13, D23, H13)) と入力している。P25 から P27 迄も同様に販売市場と供給市場の制約を一つに纏めている。これは当然のことであるがソルバーの制約条件は常に全部が働く (アクティブになる) わけではないことを反映しているものでもあることによることを指摘しておこう。

販売市場の制約条件では、この問題では唯一の下限の条件になる道の駅への最低必要供給量(100 個)がある。ここでは同種の制約条件を纏める趣旨から、最後に上げてある。

経営内部的制約条件に属するのは作業時間数とジュース生産能力であり、これに問 2 以降では保冷倉庫の貯蔵能力が加わる。

制約条件領域の 23 行の収穫量については、自然からの収穫物に特徴に関連するから、節を改めて次に取りあげる。

4. 自然的収穫物の特徴的な問題

ソルバーの「変化させるセル」には一般的に考えれば、この問題例では D28 から G28 迄の「贈答用」「スーパー向け」「地域販売」「ジュース用」の 4 つを指定すれば良いように思われる。しかし問 1 でも各種の収穫量について実行すると、最有利解に達しない前に処理を終わってしまうことが生じ、特に問 2 以降の保冷倉庫が加わって複雑になると頻繁に起きるだけでなく、これら四つの合計が収穫量合計になる前に「解が得られた」として計算を終わる例も生じる。

最有利解に至る前に計算を終わる問題は先の 3 項であげた初期値を正解に近いところの設定しておく方法で対応するとしても、最後の収穫量合計にならない問題は別に対応する必要がある。しかもこの種の問題は前述のキャプランのアルバートン水産会社やウィリアム・レーク林業会社でも生じうるから、自然的な産物における一般的な処理法として対応を考える必要がある。

これには変化させるセルを D28 から F28 の道の駅向けまでにして、ジュース向けは全収穫量(問 2 以降では全処理量)から、贈答品から道の駅までの合計を引いた数値になるように設定する方法が有効になる。

この場合でも四つの需要向けの合計が全

収穫量になることを確保するために、図-1 のシートで、30 行にそれまでの処理量を合計する行を設け、この G30(ジュースの処理量までの合計)が収穫量 D22 に一致する制約条件を制約条件領域の 23 行に設ける方法が取りうる。

しかしこの方法では、収穫量が増加してジュースの生産能力を上回る供給量が生じるような場合には解が得られなくなるので、四つの用途への処理量が全処理量よりも小さいと言う制約条件で処理している。これは問 5 で収穫量が大きくなると生じる問題である。

5. 貢献利益の計算

28 行の各種の処理量に応じた売上高と原価の計算は、34 行から 41 行で行っている。これについて説明は余り必要ないであろうが、ジュースの販売が缶単位であることに関連して、この売上高と原価をどのように処理するかの問題がある。

しかし、ここでは実際の利益計算が問題ではなく、最有利の処理計画を考えるのであるから、缶単位の販売にはこだわらなく、生産量で売上高と原価の計算をすれば十分である。これを缶単位で計算して缶未満を資産処理しようとする計算が複雑になり、ソルバーの適切な解が得られないことが生じる。ソルバーの利用では制約条件の制約値の計算は出来るだけ複雑にしないことが好ましいようである。

次に収穫費と選別費は固定費であるから、一括して限界利益合計から差し引いている。これらの共通費を用途向けに無理に配分しようとする受講者が多い。共通的な間接費も製品別に配賦するべきといった観念が広く浸透していることは驚くほどである。そこで、なぜ配賦しなければならないのかを、毎回問うことになる。

なお、この事業所の貢献利益の後に各用途別の単位限界利益を示してあるが、これによって各用途の有利さは、贈答品以下順当に下がっていることが確認できる。道の駅への提供は、地域への貢献としてこの企業に多少の負担が求められているのである。

6. ソルバーの実行

以上の準備の後に、「データ」のリボンの「ソルバー」をクリックしてソルバーを実行する。なおこれまでも幾度か触れたように、ソルバーは標準では取り込まれていないから、「ファイル」の「オプション」から「アドイン」で「ソルバーアドイン」を取り込んでおく必要がある。

ソルバーの実行では、特に整数条件をつける場合に注意が必要になる。整数条件をつける場合には、標準的な設定では十分な解を得る前に計算を中断する仕組みになっているようであり、このケースの場合には最有利解にならないことが定常的に生じる。これを避けるには、ソルバーのウィンドウで、「解決方法」の右隣の「オプション」を開いて、「すべての方法」の中の「整数条件を使用した解決」の部分の、「整数条件を無視する」に入っているチェックを外し、且つその下の「整数の最適性 (%)」を0にする必要がある。この部分の効果についてはつまびらかにしえないが、われわれの問題程度ではこれによって計算時間が変わるようなことは生じない。

またその下の「解決での制限」についても、最大時間を1,000秒、反復回数は30,000回程度にしておきたい。これのそれによって処理の時間がかかりすぎると感じることは、この程度の問題では生じない。

なお、さらに「GRG 非線形」のタグのうちの微分係数については中央にした方が良い場合や、「マルチスタート」を使用する影響などの問題については省略する。

7. VBAによるマクロの作成と利用

このケースのような毎日の処理計画を検討する場合には、収穫量だけを変えて同じ条件のソルバーを繰り返し実行するから、VBAによるマクロの作成が効率的である。

これを取りあげるのもこの論考の最も重要な部分であるが、同時にこの種の問題でのソルバーとそのマクロの実行での多くの疑問が明らかにし、専門家による改善を期待することになる点でもある。

図-1ではこの問1の実行マクロを図中のActiveXのボタンで実行するように設定してあるが(これらについてはこの論考では紙面の制約から割愛する)、VBE (Visual Basic Editor)に記入してあるマクロは以下の通りである。

なお、LEC 会計大学院のホームページにアクセスして、この論考をダウンロードして図-1を開けば、VBEが利用できるはずである。

```

1 Sub 問1のソルバー()
2 Dim a%
3 Application.ScreenUpdating = False
4 Range("H41").Select
5 Application.Calculation = xlAutomatic
6 Range("D28") = Range("D23")
7 Range("E28") = Range("D24")

```

```

8 Range("F28") = Range("E10")
9 SolverReset
10 SolverOk Setcell:=Range("H41"), MaxMinVal:=1, ValueOf:=0, _
    Bychange:=Range("D28:F28"), Engine:=1, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
11 SolverOptions Iterations:=30000, Precision:=0.0000001, Derivatives:=2, _
    IntTolerance:=0, Scaling:=True, Convergence:=0.000001
12 SolverAdd CellRef:="$D$28:$G$28", Relation:=3, FormulaText:="0"
13 SolverAdd CellRef:="$D$28:$F$28", Relation:=4, FormulaText:="整数"
14 SolverAdd CellRef:="$O$28:$O$34", Relation:=1, FormulaText:="$P$28:$P$34"
15 SolverAdd CellRef:="$O$36", Relation:=3, FormulaText:="$P$36"
16 SolverSolve UserFinish:=True
17 a = (Range("D22")-4000) / 100
18 Range("D28:F28").Copy
19 Cells(5 - a, 19).PasteSpecial xlPasteValues
20 Range("H32").Copy
21 Cells(5 - a, 24).PasteSpecial xlPasteValues
22 Range("H41").Copy
23 Cells(5 + a, 23).PasteSpecial xlPasteValues
24 Application.CutCopyMode=False
25 Application.ScreenUpdating=True
26 End Sub

```

なお、各行の行頭に付している行数字は、ここでの説明のためのものであって、実際に VBE に書き込まれるわけではない。

さて、VBA の一般的な部分については省略するが、この 6 行から 8 行までが、変化させるセルの初期値を解の近くに設定しておくための処理である。

また 9 行から 18 行までが、ソルバーの実行に関連した部分である。詳細は VBA の「開発者レファレンス」に挙げられているが、概要だけ触れると、9 行でパソコンに残っているソルバーの前の実行に記録をクリアーし、10 行は EXCEL でソルバーを開いて目的セルと目標値および変化させるセルを指定して、解

決方法を選択する作業に相当し、11 行はソルバーのウィンドウのオプションから繰返計算回数以下の各種設定をするのに相当する。これらについては前述の「開発者レファレンス」を参照されたい。この紀要の前号で取り上げたような製品組み合わせ問題では、これらのオプションに配慮する必要は少ないが、ここでのように複雑になるとこれらの設定が重要になってくる。

次の 12 行から 15 行までが、制約条件の設定である。この問題では制約条件を一つ一つ設定していたら、整数条件や非負条件を含めると 10 以上、前述の供給量と販売量の制約の統合をしないと 20 以上になる。

表-1 マクロによる結果

両者の差	単独マクロ						連続マクロ												
	収穫量	贈答	スーパー	道の駅	ジェー	ユー	貢献	利益	作業	時間	収穫	贈答	スーパー	道の駅	ジェー	ユー	貢献	利益	作業
0	4000	741	2,759	100	400	2,668,191	39.99	4000	741	2,759	100	400	2,668,191	39.99					
0	3900	780	2,630	100	390	2,619,354	39.70	3900	780	2,630	100	390	2,619,354	39.70					
0	3800	760	2,560	100	380	2,552,168	38.70	3800	760	2,560	100	380	2,552,168	38.70					
0	3700	740	2,490	100	370	2,484,982	37.70	3700	740	2,490	100	370	2,484,982	37.70					
0	3600	720	2,420	100	360	2,417,796	36.70	3600	720	2,420	100	360	2,417,796	36.70					
0	3500	700	2,350	100	350	2,350,610	35.70	3500	700	2,350	100	350	2,350,610	35.70					
0	3400	680	2,280	100	340	2,283,424	34.70	3400	680	2,280	100	340	2,283,424	34.70					
0	3300	660	2,210	100	330	2,216,238	33.70	3300	660	2,210	100	330	2,216,238	33.70					
0	3200	640	2,140	100	320	2,149,052	32.70	3200	640	2,140	100	320	2,149,052	32.70					
0	3100	620	2,070	100	310	2,081,866	31.70	3100	620	2,070	100	310	2,081,866	31.70					
9	3000	600	2,000	100	300	2,014,680	30.71	3000	600	1,999	101	300	2,014,671	30.71					
0	2900	580	1,930	100	290	1,947,494	29.70	2900	580	1,930	100	290	1,947,494	29.70					
0	2800	560	1,860	100	280	1,880,308	28.70	2800	560	1,860	100	280	1,880,308	28.70					
0	2700	540	1,790	100	270	1,813,122	27.70	2700	540	1,790	100	270	1,813,122	27.70					
0	2600	520	1,720	100	260	1,745,936	26.70	2600	520	1,720	100	260	1,745,936	26.70					
0	2500	500	1,650	100	250	1,678,750	25.70	2500	500	1,650	100	250	1,678,750	25.70					
311	2400	480	1,580	100	240	1,611,564	24.70	2400	479	1,581	100	240	1,611,253	24.69					
0	2300	460	1,510	100	230	1,544,378	23.70	2300	460	1,510	100	230	1,544,378	23.70					
0	2200	440	1,440	100	220	1,477,192	22.70	2200	440	1,440	100	220	1,477,192	22.70					
0	2100	420	1,370	100	210	1,410,006	21.70	2100	420	1370	100	210	1,410,006	21.70					
0	2000	400	1,300	100	200	1,342,820	20.70	2000	400	1300	100	200	1,342,820	20.70					
0	1900	380	1,230	100	190	1,275,634	19.70	1900	380	1230	100	190	1,275,634	19.70					
0	1800	360	1,160	100	180	1,208,448	18.70	1800	360	1160	100	180	1,208,448	18.70					
0	1700	340	1,090	100	170	1,141,262	17.70	1700	340	1090	100	170	1,141,262	17.70					
0	1600	320	1,020	100	160	1,074,076	16.70	1600	320	1020	100	160	1,074,076	16.70					
0	1500	300	950	100	150	1,006,890	15.70	1500	300	950	100	150	1,006,890	15.70					

そこでソルバーの適用での誤りの多くがこの制約条件の設定で生じることから、同種の一括して範囲で設定できる EXCEL の長所を利用して、≦あるいは≧で一括して、合計 4 つの設定で済ましている。これらも「開発者レファレンス」の Solver 関数を参照されたい。

16 行がソルバーの「解決」ボタンをクリックするのに相当し、この「UserFinish:=」を False にすると、シートの上でソルバーを実行すると現れる実行結果の画面が表示される。

この部分は、問 1 のような簡単な処理の場合には効果がないが、問 5 の場合の可能な範囲の各収穫量について一括して算定する処理

を行うマクロの場合には重要になる。これについては問 5 のところで言及する。

17 行以下は計算領域の D28 から G28 までの各処理量と H47 の貢献利益額、および企業内的な制約条件である作業時間数を R5 以下の表に転記するための処理である。

以上のマクロを利用して、データ領域のセル D4 に 4,000 個から 100 個刻みで減らして数を入力して、「問 1 のソルバーの実行」ボタンをクリックして得られるのが、元のシートの図-1 の右側の表であるが、ここではシート全体を表示できないので分けて上げたものが表-1 である。このマクロの実行での問題は後述の

9 項で取りあげる。この問 1 では順当に解が得られる。

8. 収穫量の処理計画の一括実行

上の様に各収穫量についてセル D4 に入力し直して処理するのは面倒であるから、一括して要求される各収穫量について実行するプログラによる結果が、表-1 の右半分連続マクロによる結果の部分である。

この連続実行用のマクロは上の単独実行のものに多少の繰り返しの実行部分を加えれば良い。比較して参考になるように、以下に取りあげておこう。

```

1 Sub 各収穫量での結果()
2 Dim a%
3 Const solRow = 25
4 Application.ScreenUpdating = False
5 For a = 0 To solRow
6 Application.Calculation = xlAutomatic
7 ActiveSheet.Cells(5 + a, 25).Select
8 Selection.Copy
9 Range("D4").Select
10 Selection.PasteSpecial xlPasteValues
11 Range("D28") = Range("D23")
12 Range("E28") = Range("D24")
13 Range("F33") = Range("E10")
14 Range("H41").Select
15 SolverReset
16 SolverOk Setcell:=Range("H41"), MaxMinVal:=1, ValueOf:=0, _
    Bychange:=Range("D28:F28"), _
    Engine:=1, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
17 SolverOptions Iterations:=30000, Precision:=0.0000001, Derivatives:=2, _
    Convergence:=0.000001, Scaling:=True
    AssumeNonNeg:=True
18 SolverAdd CellRef:="$D$28:$G$28", Relation:=3, FormulaText:="0"
19 SolverAdd CellRef:="$D$28:$F$28", Relation:=4, FormulaText:="整数"
20 SolverAdd CellRef:="$O$28:$O$34", Relation:=1, FormulaText:="$P$28:$P$34"

```

```

21 SolverAdd CellRef:="$O$36", Relation:=3, FormulaText:="$P$36"
22 SolverSolve UserFinish:=True
23 Range("D28:G28").Copy
24 Cells(5 + a, 26).PasteSpecial xlPasteValues
25 Range("H32").Copy
26 Cells(5 + a, 31).PasteSpecial xlPasteValues
27 Range("H41").Copy
28 Cells(5 + a, 30).PasteSpecial xlPasteValues
29 Application.CutCopyMode = False
30 Next
31 Application.ScreenUpdating = True
32 End Sub

```

このプログラムは、先のものに加えて「For・Next」の繰り返し処理などの処理が加わっているだけであるから説明は省略するが、問題はこれらのマクロによる結果である。ここに特にVBAのSolver関数による処理の問題点が現れてくる。

9. ソルバーの処理の限界と対応

上述の各収穫量について一括処理するプログラム（前述8項のもの）と、個別に処理するプログラム（前述7項のもの）との相違は、繰り返し処理を含むだけであるから、常識的には両プログラムで処理した結果は同じになると考えられる。しかし実際にはこの例でも表-1の結果で見ると、2,400と3,000の収穫量で同じにならず、また最有利解に達していない。こうした例は設定数値をいろいろと変えて実行すると、いろいろな収穫量で現れる。この紀要向けに修正する以前の実際に出題した例では、何カ所にも見られた。

しかも問題なのは、前述のようにこの発生が定常的でないことである。同じプログラムを異なったパソコンで実行すると異なって現れることもあり、設定した数値によっても変化する。従ってその原因はソルバーのプログ

ラムの内容を見ないことにはうかがい知れない。しかしこの問1に限っては、シート上でソルバーを開いて実行する場合（以下これを単独実行とよぶ）には順当に処理されるから、問題はVBAのSolver関数にあるようである。この点がソルバーの改善に期待するところの一つである。

(1) 求める解であるかの判別

そこでこの問題に限っては、各品種の有利さは単位限界利益によって知られ、贈答品向け、スーパー向け、道の駅向けおよびジュース向けの順序であるから、上位の需要が十分に満たされているかを確かめることで、最適解が得られているか否かを判別できる。

このことから一括処理では収穫量2,400個で1個だけ贈答品向けが小さくスーパー向けが大きいところで計算を終わっていることが容易に読み取れる。また3,000ではスーパー向けが1個少ないところで終わっている。

また個別実行マクロの結果では現れていないが、この問題では各種の数値の設定の内ではむしろ少ないケースである。これが生じる場合には、ソルバーのオプションの設定をいろいろ変えて実行しても事態は改善されない。

(2) 可能な補正

ところでゴールシークやソルバーでは、パラメータを指定された精度に応じて順次変化させながら目標セルの状況から最適内を判別しているものと思われる。このことは途中で一時的に跳ね上がり、あるいはV字型に落ち窪む点があると、これがトラップになってそこで計算を終わってしまうことはよく見られる。このためにも変化するセルには解に近い値を入力しておくことが求められる。

この点を参考にして図-1 で十分に詰められていない場合には、供給量の制約に達していない品種の販売量を1個増やし、それに依拠していずれかの他の品種の販売量を1個減らすと求める解に達する。制約条件領域でこれによって制約条件に抵触していないことが確認できる。またこの状態でソルバーを単独実行すると、そのままで解になる。

この1個少ないところで最適解が得られたものと判断して計算を終了していることを逆手にとって、D28 から F28 の入力値に+1 を加えてみると、単独マクロと連続マクロの両方で改善が見られる場合が多い。しかし問1の数値のケースでは、2,400 の収穫量では問題は解消できない。

ソルバー前の D28 から F28 の入力値によってある程度コントロールが可能であるが、根本的な解決は専門家にゆだねざるを得ないのである。

IV. 保冷倉庫の導入 (問 2 の分析)

1. 保冷倉庫の導入に伴うデータ領域、計算領域および制約条件領域の変更

EXCEL によるこうした問題の処理での有効性は、問題の発展に伴って修正を必要とする部分が少ないことにある。特にプログラムで

処理する場合には、複雑な計算部分の処理はシートセルでの計算式に任せ、VBA のマクロは修正しないようにできる。一般的なプログラム言語で必要になるようなプログラムの修正は大きく避けることができる。この問 2 から問 5 はこうした特徴を体験する問題でもある。

この問 2 でも、保冷倉庫の導入は問 1 のデータ領域と計算領域に保冷倉庫関連の部分を増やすことの他は、多少の修正で対応できる。

データ領域では、図-2 に見るように、問 1 のものに保冷倉庫関連の部分を増やし、加えて予想価格の隣の希望価格を加えている。(内容が変わったので、配置が問 1 と多少換わっているので注意されたい)。

計算領域では、26 行から 30 行に期首 (その日の朝) の保冷量と当日の出荷量を予想価格と希望価格から算定し、さらに当日の保冷倉庫の入庫量の計算 (36 行) と期末の保冷倉庫の状態を計算表示する 48 行から 51 行の部分を加えれば良い。

また制約条件領域には、経営内部的条件として、保冷倉庫の保冷量の上限を 35 行に加えている。

これらの内容の変更は以下の通りである。

計算領域の当日出庫量の J28 と J29 には、希望価格と予想価格を比較して、J28 には (=IF (F13 >= G19, I28, F28))、J29 には (=IF (F14 >= G14, I29, F29)) と入力する。

また D36 には今日の S 級品の入庫量であるから、IF 構文を入れ子にして、

(=IF (F13 < G13, IF (J30 > 0, J30, 0), 0))

また E36 には

(=IF (F14 < G14, IF (J30 - D36 > 0, J30 - D36, 0), 0)) と入力する。また期末保冷量には、当日の出庫量と入庫量を反映するようにこれらも IF 構文を利用して入力する。

最後に保冷倉庫の固定費を忘れなく加える。

制約条件の数式の変更は、収穫量と各品目の供給量の制約値に必要な。これらでは、いずれも、S 級品と A 級品の当日の出入個数を加減すればよいのであるから、供給と販売の制約を一つにした例で挙げると、処理量(収穫量をこの様に改める)は収穫量に保冷倉庫からの出庫分を加えて、入庫分を引くから、
=D27+J30-G51

贈答用の制約値は

=IF(D28+J28-G49<I13, D28+J28-G49, I13)

スーパー用の制約値は

=IF(D28+D29+J30-G51-D33<I14, D28+D29+J30-G51-D33, I14)

道の駅の制約値は

=IF(D28+D29+J30-G51-D33-E33<I15, D28+D29+J30-G51-D33-E33, I15)

ジュース用の制約値は

=IF(D27+J30-G51-D33-E33-F33<I16*E17, D27+J30-G51-D33-E33-F33, I16*E17)

一見難しそうに思えるかもしれないが、問

1 のものに保冷倉庫からの入出庫を加えたもので、理論的には難しいものではない。

最後に保冷倉庫の行には、制約値に保冷倉庫の当日の入庫可能量の J30 を選ぶ場合には現在値に G51 を設定すればよいが、ここでは制約値に容量の N12 を現在値に期末の在庫量を選んで入力している。各セルの数値がそれぞれ情報を持っているから、この視点では当日の保冷倉庫の変化を知ることができるので、前の方法のほうが有効な場合もある。

2. VBE の修正とソルバーの実行

以上の変更の実行のために図-2 の VBE で必要な修正は、問 1 のそれに保冷倉庫の制約条件を加えるだけである。

すなわち D33 から F33 への予めの仮の解の入力と、Ⅲの 7 項の問 1 のソルバーのコードの 14 行目の 28 から 34 までを 35 までにして次のように変更する。

一応マクロの全体を上げておくと次のようになる。

```

1 Sub 問2のソルバー()
2 Application.ScreenUpdating = False
3 Range("H47").Select
4 Application.Calculation = xlAutomatic
5 Range("D33") = Range("D28") + Range("J28") - Range("G49")
6 Range("E33") = Range("D29") + Range("J29") - Range("G50")
7 Range("F33") = Range("I15")
8 SolverReset
9 SolverOk Setcell:=Range("H47"), MaxMinVal:=1, ValueOf:=0, _
  Bychange:=Range("D33:F33"), Engine:=1, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
10 SolverOptions Iterations:=30000, Precision:=0.000001, Derivatives:=2, _
  SearchOption:=2, IntTolerance:=0, Scaling:=True, Convergence:=0.0001
11 SolverAdd CellRef:="$D$33:$G$33", Relation:=3, FormulaText:="0"
12 SolverAdd CellRef:="$D$33:$F$33", Relation:=4, FormulaText:="整数"
13 SolverAdd CellRef:="$O$28:$O$35", Relation:=1, FormulaText:="$P$28:$P$35"

```



```

14 SolverAdd CellRef:="$O$36", Relation:="<=", FormulaText:="$P$36"
15 SolverSolve UserFinish:=True
16 Application.CutCopyMode = False
17 Application.ScreenUpdating = True
18 End Sub

```

以上の処理の後に、ソルバーを実行する。

この問 2 のマクロを収穫量 3,000 で実行すると、贈答用 580、スーパー向け 2,020、道の駅 100、ジュース 300 の配分で、貢献利益 1,976,480 と結果される。

この結果は制約条件領域を見ても、次の点から適切な数値であることが確認できる。

- ① 贈答品の制約値と現在値は適切である。
- ② スーパー向けの制約値は適切であり、現在値は道の駅の最低量を引いた数値で（道の駅に最低量を回しており）適切である。
- ③ それ以外の制約条件についても満足されている。


これらの点が満足されていないようであれば、満足する値に修正して、貢献利益が増加するかを確かめることが必要になる。

Microsoft 社も認めているようにソルバーは完全な方法ではなく、結果をそのまま信用するのは危険である。特にソルバーのオプションの設定によっては（たとえばマルチスタートにする）、計算回数が上がるせいか、正解に至る前に、580、1,769、150、301 の組み合わせで解が得られたとして終了する。したがって、複雑な問題ではソルバーの結果をうのみにするのではなく、上述の点の検討を欠かせない。


この問 2 でも、実際に出題した数値では、正解が直ちには得られない状況が生じている。

V. 事業所長の見解（問 3）

問 3 の事業所長の見解の検討は、ソルバーによる LP（リニア・プログラミング）の経営計画への利用の例でもある。ソルバーではすべての制約条件が何時も働いているものではないことは前述したが、このことは逆に言えば、業績の改善は現実には働いているか、あるいは改善によって働くことになる制約条件（以下これらをアクティブな制約条件と呼ぶ）について行われなければ効果がないことを意味する。この点の実践的問題が問 3 である。

そこで、問 3 の問題設定にしたがって、作業時間の制約値を 10 時間増やしてソルバーを実行しても良いが、ここではそれ以前にまず問 2 の結果（-2）から、事業所長の見解の検討をおこなうように受講者には勧めている。そしてこの判断の正しさを計算によって確認するという手順が好ましい。

1. 問 2 の結果からの検討

-2 の制約条件領域を見ると、制約条件の現在値が制約値に一致しているのは、処理量、各品目の処理量保冷倉庫の在庫量であって、ジュースの生産能力と作業時間は制約値に隔たりがある。したがって現状でこれらを増加しても、業績に改善につながらない可能性がある。

こうした判断に利用できるのも、制約条件領域を設ける意味である。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	問3のシート																
2	デーリ領域																
3	当日の収権量																
4	選別比率	3000 個															
5	選別費	20%	A級品	70%	等外品	10%											
6	保冷倉庫費用	25 円															
7	従業員の可能な総作業時間	8 円															
8	地域への必要供給量	300000 円/日(固定費)	時間賃率	2000 円													
9	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	40 時間	100	時間賃率	2000 円												
10	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
11	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
12	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
13	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
14	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
15	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
16	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
17	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
18	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
19	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
20	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
21	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
22	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
23	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
24	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
25	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
26	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
27	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
28	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
29	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
30	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
31	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
32	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
33	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
34	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
35	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
36	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
37	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
38	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
39	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
40	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
41	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
42	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
43	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
44	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
45	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
46	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
47	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
48	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
49	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
50	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
51	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												
52	各製品の今日の予定売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)	100	100	時間賃率	2000 円												

図-3 問3のシートの主要部分

問3資料

明日の予想価格	1320 円
贈答用品(個)	810 円
スーパ向け(個)	70 時間
可能作業時間限度	

問4資料

新選別比率	25%	旧希望価格	1300 円
S級品	65%	新希望価格	1240 円
A級品			

問5資料

保冷倉庫状態	保管容量	500 個
当日の保管分	3日前分	130
内訳:	一昨日分	110
S級品	昨日分	120
A級品	合計	360
		500 個

期首保冷量

一昨日		昨日分	合計	当日出庫量
S級品	120	110	120	360
A級品	20	70	70	140
合計	150	160	190	500
				150

期末保冷量

一昨日分		昨日分	合計
内訳:S級品	110	120	150
A級品	50	70	120
合計	160	190	500

製約条件

処理量	現在値	高約値
贈答用	3000	3000
スーパ用	580	580
道の取用	2020	2120
ジュース用	100	100
ジュース処理能力(缶/日)	300	300
作業時間	6.0	20
保冷倉庫	30	40
道の取用	150	150
最低必要量	100	100

問3のソルバーの実行

ソルバーのレポートを利用して制約条件の状況を見ても良いが、余分の手間を必要とするし、整数条件を付ける場合には解答レポートしか提供されないなどの不便がある。この点で制約条件領域を設けておくと、特に手順もなく、あるいは解が見つからない場合にも、この領域に状況が表示されるので非常に便利である。

以上のことから、事業部長が作業の多忙さを感じたとすれば、データに誤りがあるか、さもなければ事業部長の受け取りの誤りと推定できる。現状での事業の改善は、原価の節約は問題外であるから、各品目の制約値を増加するか、あるいは希望価格の変更といった施策が考え得るであろう。

そして品目の制約値の増加は、①収穫量の増加、およびこの制約値が IF 構文で設定したように供給側と販売側のどちらかの要因がアクティブであるかによって②選別基準の変更、③販売能力の増加の改善策が取り得ることになる。

2. 新しい状況での確認

この問題では上述の判断は明確で、検討の余地もないが、一般的には、事前的な判断を新しい条件を加えてシミュレーションして見る必要がある。この結果が図-3 である。

このために必要な修正は制約条件領域の作業時間の制約値（セル P34）の入力式（=E9）を（=E9+D21）に変えるだけである。結果は予想したようになることが確認できる。

VI. 新選別比率の導入（問 4）

前節の終わりに触れたように、このケースでの業績の改善策としては選別比率の修正があり得る。これを取りあげたのが問 4 である。

この問 4 では選別比率の変更と共に、販売量の増加を期待して贈答用の希望価格を 1,300 円から 1,240 円に下げる案を考えている。そこで、これに対する分析は、新選別基準の効果とともに、この希望価格の引き下げの有効性も問われるべきになる。

こうした分析は従来の計算ではほとんど期待できないが、パソコンの利用によって容易にシミュレーションが実行できることを提示するのも問題の狙いである。

1. 計算領域と制約条件領域の必要な変更と正解のための操作

新しい条件は問 4 のシート（図-4-1）のデータ領域の 19 行から 22 行に挙げてあるが、この条件変化に応じて計算領域で変更が必要になるのは、セル D28 と D29 の参照を従来の E5 と G5 から G21 と G22 に変えるだけである。この変更を処理したら、念のために E2 と G5 から参照先トレース（リボンの「数式」のメニューにある）を利用して、これらのセルを参照するものが残っていないか確かめると良い。

制約条件領域では、元々供給量の制約値の設定の際にデータ領域の収穫量 D4 を参照するのではなく、計算領域の D28 や D29 を利用しておけば、新しい選別比率に伴う必要な変更は生じない。そうでない場合には、先ほどの参照先トレースで検索できるので、それに応じて必要な変更をする。

選別比率の変更だけの影響を見るのであれば、以上の修正の後にソルバーを実行すれば、730、1,869、101、300 という配分で貢献利益が 2,023,121 円という図-4-1 の結果が得られる。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
1	問4の1のシート															2	
2	データ領域															3	
3	当日の収穫量	3000 個															4
4	選別比率	25%	A級品	65%	等外品	10%											5
5	収穫費	25 円															6
6	選別費	8 円															7
7	保冷倉庫費用	30000 円/日(固定費)															8
8	従業員の可能な総作業時間	40 時間	時間費率	2000 円													9
9	地域の売店への最低必要供給量	100															10
10	各製品の今日の予想売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)																11
11	製品種類	製品単位	予選価格	希望価格	処理の原価	販売可能量	処理の作業時間										12
12	贈答用品(個)	1	1250	1300	220	1200	0.02										13
13	スーパ向け(個)	1	750	800	55	3000	0.008										14
14	地域販売(個)	1	760	60	150	0.015											15
15	生ジュース(1kg缶)	1	16500	2650	20	0.2											16
16	原料個数	50	ジュース処理能力	20 缶/日													17
17																	18
18																	19
19																	20
20	問3資料	可能作業時間の増加	10 時間														21
21		新選別比率	25%	旧希望価格	1300 円												22
22		S級品	65%	新希望価格	1240 円												23
23		A級品															24
24	計算領域																25
25																	26
26																	27
27	問4資料	明日の予想価格	1320 円														28
28		贈答用品(個)	810 円														29
29		スーパ向け(個)	70 時間														30
30		A級品															31
31		S級品															32
32		A級品															33
33		S級品															34
34		A級品															35
35		S級品															36
36		A級品															37
37		S級品															38
38		A級品															39
39		S級品															40
40		A級品															41
41	売上高	912,500	1,401,750	76,760	111,000	2,502,010											42
42	処理費	160,600	102,795	6,080	15,900	285,355											43
43	労務費	29,200	29,904	3,030	2,400	64,534											44
44	限界利益	722,700	1,269,051	67,670	92,700	2,152,121											45
45	収穫費					75,000											46
46	選別費					24,000											47
47	倉庫利益					30,000											48
48	貢献利益					2,023,121											49
49																	50
50																	51
51																	52

図4-1 問4の1のシートの主要部分

これは問 2 と同じ問 4 のマクロによっても結果は変わらないが、制約条件領域の検討から、明らかにスーパー向けの現在値が 1 個だけ上限に達していないことが読み取れる。

そこで、問 1 で触れたように D33 から F33 までの入力式に 1 を加えるようにすると、マクロによる計算は、730、1,870、100、300 の組み合わせで、貢献利益 2,023,130 円を最初から結果するようになる。各収穫量についての単独マクロでも、全収穫量について実行する連続マクロでも結果は同じである。

なお、この紀要向けに修正した数値の場合には、3,000 以外の収穫量ではこうした問題が生じないが、他の数字例では遙かに多い頻度でこれが生じている。

2. 贈答用希望価格の変更

以上の結果にさらに贈答用の希望価格を 1,300 円から 1,240 円に下げると業績にどのように影響するであろうか。

このために必要な修正は、計算領域の次の 4 カ所である。(これも前述の「参照先のトレース」を利用して見いだしうるし、入れ換えると参照線が消えるので、これを効率的に利用する。)

① 期首保冷倉庫の S 級品の当日出庫量の算式。

```

1 Sub 問4の全収穫量の実行()
2 Dim a%
3 Const solRow = 25
4 For a = 0 To solRow
5 Application.ScreenUpdating = False
6 Application.Calculation = xlAutomatic
7 ActiveSheet.Cells(58 + a, 3).Select
8 Selection.Copy
9 Range("D4").Select
10 Selection.PasteSpecial xlPasteValues

```

② 36 行の保冷倉庫入庫量の算式。


③と④ 49 行の期末保冷量の計算で、S 級品の一昨日分と昨日分の算式。

この 4 カ所の G13 を参照している算式の部分を、I22 の参照に変更するだけで良い。

以上の修正の後にソルバーを実行すると、問 4 のマクロ(問 3 ものと変化しない)によると、1110、1,490、100、300 の配分で貢献利益 2,141,310 円が結果される。この結果を希望価格の変更前と比較すると、118,180 円の増加になることが確認できる。したがって、この選別費率の変更は有利であると評価できる。この実行では、+1 を付けたものと付けないものとどちらのマクロでも変わりはなく、適切に最有利解が得られる。

3. 他の収穫量の場合

収穫量 3,000 では、特にソルバー前の入力値に 1 を加えて設定するマクロは必要なかったが、可能な収穫量の範囲で検討したらどうなるであろうか。

そこでこの問 3 の個別実行マクロを修正して全収穫量にてきようできるようにしたのが、-4-2 のシートの「問 4 の 2 の全収穫量の実行」ボタンで実行されるマクロであり、多くが重複するが、あえて表示しておくとなつようになる。

```

11 Application.Calculation = xlAutomatic
12 Range("D33") = Range("D28") + Range("J28") - Range("G49")
13 Range("E33") = Range("D29") + Range("J29") - Range("G50")
14 Range("F33") = Range("E10")
15 SolverReset
16 SolverOk Setcell:=Range("H47"), MaxMinVal:=1, ValueOf:=0, _
    Bychange:=Range("D33:F33"), Engine:=1, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
17 SolverOptions Iterations:=30000, Precision:=0.000001, Derivatives:=2, _
    SearchOption:=2, IntTolerance:=0, Scaling:=True, Convergence:=0.0001
18 SolverAdd CellRef:="$D$33:$G$33", Relation:=3, FormulaText:="0"
19 SolverAdd CellRef:="$D$33:$F$33", Relation:=4, FormulaText:="整数"
20 SolverAdd CellRef:="$O$28:$O$35", Relation:=1, FormulaText:="$P$28:$P$35"
21 SolverAdd CellRef:="$O$36", Relation:=3, FormulaText:="$P$36"
22 SolverSolve UserFinish:=True
23 Range("D33:G33").Copy
24 Cells(58 + a, 11).PasteSpecial xlPasteValues
25 Range("H37").Copy
26 Cells(58 + a, 16).PasteSpecial xlPasteValues
27 Range("H46").Copy
28 Cells(58 + a, 15).PasteSpecial xlPasteValues
29 Application.CutCopyMode = True
30 Application.ScreenUpdating = True
31 Next
32 End Sub

```

また全収穫量について実行した結果は各収穫量についての単独マクロと、全収穫量について実行する連続マクロの結果は変わらないので、連続マクロの結果だけを挙げたのが、**表-2**である。

この**表-2**では、4,000 から 3,400 迄の収穫量では、これらの数値を D4 の収穫量に次々と入力して個別実行マクロをクリックすれば結果が知られるように、贈答用の販売量が供給量の制約値に達していない。しかしこれは制約条件領域の作業時間の行で見ると作業時間が限界に達しているからである。そして贈答用を増加して他の品目の販売量を減少し

ても利益の改善にならないことが確認できる。その他の収穫量でも特に問題が生じなく、順当に最有利の組み合わせがえられている。しかし、問題設定の数値によっては多くの最有利解より 1 個異なっている例が生じることが多く見られる。こうした場合には +1 の設定が完全にではないが、相当効果する。

これらを新選別基準によるが、希望価格を変更しない場合の結果と比較すると、新希望価格の導入が収穫量 3,800 以上で制約条件に複雑な影響を及ぼすことが知られるが、特にソルバーの実行上の問題はないので割愛する。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q																																																															
1	問4の2のシート																																																																															
2	データ領域																																																																															
3	<p>当日の収穫量 3000 個</p> <p>選別比率 25% A級品 65% 等外品 10%</p> <p>選別費 1個当たり 25 円</p> <p>選別費 1個当たり 8 円</p> <p>保冷倉庫費用 300000 円/日(固定費)</p> <p>従業員の可能性ある総量 100 時間</p> <p>地域の売店への最低必要供給量 40 時間</p> <p>各製品の今日の予想売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり)</p> <p>製品種別 製品単位 予想価格 希望価格 処理の原価 販売可能量 処理の作業時間</p>																																																																															
4	<table border="1"> <tr> <td>3000</td> <td>1250</td> <td>1300</td> <td>220</td> <td>1200</td> <td>0.02</td> <td>500</td> <td>500</td> <td>360</td> </tr> <tr> <td>S級品</td> <td>1</td> <td>750</td> <td>800</td> <td>55</td> <td>3000</td> <td>0.008</td> <td>500</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>S→A向け(個)</td> <td>1</td> <td>750</td> <td>800</td> <td>55</td> <td>3000</td> <td>0.008</td> <td>500</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>地域販売(個)</td> <td>1</td> <td>760</td> <td>800</td> <td>60</td> <td>150</td> <td>0.015</td> <td>50</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>生ジュース(1Kg缶)</td> <td>1</td> <td>18500</td> <td>2650</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>0.2</td> <td>50</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>原料種数</td> <td>50</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>500</td> </tr> </table>																	3000	1250	1300	220	1200	0.02	500	500	360	S級品	1	750	800	55	3000	0.008	500	120	S→A向け(個)	1	750	800	55	3000	0.008	500	120	地域販売(個)	1	760	800	60	150	0.015	50	70	生ジュース(1Kg缶)	1	18500	2650	20	20	0.2	50	70	原料種数	50							500									
3000	1250	1300	220	1200	0.02	500	500	360																																																																								
S級品	1	750	800	55	3000	0.008	500	120																																																																								
S→A向け(個)	1	750	800	55	3000	0.008	500	120																																																																								
地域販売(個)	1	760	800	60	150	0.015	50	70																																																																								
生ジュース(1Kg缶)	1	18500	2650	20	20	0.2	50	70																																																																								
原料種数	50							500																																																																								
5	<p>問3資料</p> <p>可能作業時間の増加 10 時間</p> <p>問4資料</p> <p>新選別比率 25% 旧希望価格 1300 円</p> <p>S級品 65% 新希望価格 1240 円</p> <p>A級品</p>																																																																															
6	<p>問5資料</p> <p>明日の予想価格 1320 円</p> <p>贈答用品(個) 810 円</p> <p>ス→A向け(個) 70 時間</p> <p>可能作業時間限度</p>																																																																															
7	<p>計算領域</p> <p>選別比率と希望価格変更</p>																																																																															
8	<table border="1"> <tr> <td>3000</td> <td>1110</td> <td>1490</td> <td>100</td> <td>300</td> <td>3000</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>当日収穫量</td> <td>130</td> <td>110</td> <td>120</td> <td>360</td> <td>360</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S級品選別量</td> <td>20</td> <td>50</td> <td>70</td> <td>140</td> <td>20</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A級品選別量</td> <td>150</td> <td>160</td> <td>190</td> <td>500</td> <td>380</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>等外品選別量</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>贈答用</td> <td>ス→A向け</td> <td>地域販売</td> <td>ジュース用</td> <td>合計</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1110</td> <td>1490</td> <td>100</td> <td>300</td> <td>3000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																	3000	1110	1490	100	300	3000				当日収穫量	130	110	120	360	360				S級品選別量	20	50	70	140	20				A級品選別量	150	160	190	500	380				等外品選別量									贈答用	ス→A向け	地域販売	ジュース用	合計					1110	1490	100	300	3000				
3000	1110	1490	100	300	3000																																																																											
当日収穫量	130	110	120	360	360																																																																											
S級品選別量	20	50	70	140	20																																																																											
A級品選別量	150	160	190	500	380																																																																											
等外品選別量																																																																																
贈答用	ス→A向け	地域販売	ジュース用	合計																																																																												
1110	1490	100	300	3000																																																																												
9	<p>これまでの合計</p> <p>保冷入庫 0</p> <p>作業時間 22.2 380 11.92 1.5 1 6 37</p> <p>売上高 1,387,500 1,117,500 76,000 111,000 2,692,000</p> <p>差額原価 244,200 81,950 6,000 15,900 348,050</p> <p>処理費 44,400 23,840 3,000 2,400 73,640</p> <p>労務費 1,098,900 1,011,710 67,000 92,700 2,270,310</p> <p>販運利益 収得費 24,000</p> <p>選別費 30,000</p> <p>倉庫費 2,141,310</p> <p>貢献利益</p>																																																																															
10	<p>期末繰り越し</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>内訳:S級品</td> <td>50</td> <td>70</td> <td>380</td> <td>500</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>A級品</td> <td>50</td> <td>70</td> <td>380</td> <td>380</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																	0	0	0	0	0	0	内訳:S級品	50	70	380	500	500	A級品	50	70	380	380	500	合計																																												
0	0	0	0	0	0																																																																											
内訳:S級品	50	70	380	500	500																																																																											
A級品	50	70	380	380	500																																																																											
合計																																																																																
11	<p>問4-2の各収穫量の結果</p>																																																																															
12	<p>問4-2のJulバーの実行</p>																																																																															
13	<table border="1"> <tr> <td>贈答用</td> <td>現在値</td> <td>契約値</td> </tr> <tr> <td>ス→A用</td> <td>1110</td> <td>1110</td> </tr> <tr> <td>道の取用</td> <td>1490</td> <td>1590</td> </tr> <tr> <td>ジュース用</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>ジュース処理能力(缶/日)</td> <td>6</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>作業時間</td> <td>37</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>保冷倉庫</td> <td>500</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>道の取用</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> </table>																	贈答用	現在値	契約値	ス→A用	1110	1110	道の取用	1490	1590	ジュース用	100	100	ジュース処理能力(缶/日)	6	20	作業時間	37	40	保冷倉庫	500	500	道の取用	100	100																																							
贈答用	現在値	契約値																																																																														
ス→A用	1110	1110																																																																														
道の取用	1490	1590																																																																														
ジュース用	100	100																																																																														
ジュース処理能力(缶/日)	6	20																																																																														
作業時間	37	40																																																																														
保冷倉庫	500	500																																																																														
道の取用	100	100																																																																														

図4-2 問4の2のシートの主要部分

表計算を利用した農産物の出荷計画のケース

表-2 問 4 の実行結果

収穫量	贈答用	スーパー向け	地域売店用	ジュース向け	貢献利益額	作業時間
4000	408	3,000	100	492	2,497,948	35.63
3900	267	3,000	150	483	2,392,377	33.52
3800	868	2,452	100	380	2,553,248	40.00
3700	931	2,299	100	370	2,511,941	39.99
3600	994	2,146	100	360	2,470,634	39.99
3500	1,058	1,992	100	350	2,429,638	40.00
3400	1,121	1,839	100	340	2,388,331	39.99
3300	1,185	1,685	100	330	2,347,335	40.00
3200	1,160	1,620	100	320	2,278,660	38.94
3100	1,135	1,555	100	310	2,209,985	37.88
3000	1,110	1,490	100	300	2,141,310	36.82
2900	1,085	1,425	100	290	2,072,635	35.76
2800	1,060	1,360	100	280	2,003,960	34.70
2700	1,035	1,295	100	270	1,935,285	33.64
2600	1,010	1,230	100	260	1,866,610	32.58
2500	985	1,165	100	250	1,797,935	31.52
2400	960	1,100	100	240	1,729,260	30.46
2300	935	1,035	100	230	1,660,585	29.40
2200	910	970	100	220	1,591,910	28.34
2100	885	905	100	210	1,523,235	27.28
2000	860	840	100	200	1,454,560	26.22
1900	835	775	100	190	1,385,885	25.16
1800	810	710	100	180	1,317,210	24.10
1700	785	645	100	170	1,248,535	23.04
1600	760	580	100	160	1,179,860	21.98
1500	735	515	100	150	1,111,185	20.92

VII. 新しい状況での可能収穫範囲の事前計画（問 5）

最後に数値の設定状況によってソルバーが期待する最有利解を結果しない状況を見るために、新しい数値設定での確認を含めて、問 5 の問題について見ておこう。

問 5 では選別比率と希望価格は元の数値に戻し、あたたらに贈答品とスーパー向けの予想価格と作業時間を変更して、事前に可能な収穫量について前日の終わりに翌日の最有利解を算定しておいて、翌日の作業計画をスムーズに進行させようというのである。

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	O																																										
2	問5のシート																																																										
3	子-ク領域																																																										
4	当日の収穫量 3000個 選別比率 S級品 20% A級品 70% 等外品 10% 収穫費 25円 選別費 8円 保冷倉庫費用 30000円/日(固定費) 40時間 時間費率 2000円 作業員の可能な総作業時間 地域の売店への最低必要供給量 各製品の今日の予想売価と、各工程の原価(いずれも、各工程の単位当たり) 製品種類 製品単位 予想価格 希望価格 処理の原価 販売可能量 処理の作業時間 贈答用品(個) 1 1250 1240 220 1200 0.02 500個 スーパ向け(個) 1 750 800 55 3000 0.008 500個 地域販売(個) 1 760 80 130 0.015 生ジュース(1kg缶) 1 18500 2650 20 0.2 原料個数 50 ジュース処理能力 20缶/日																																																										
18	問5資料																																																										
19	可能作業時間の増加 10時間																																																										
20	明日の予想価格 1320円																																																										
21	贈答用品(個) 810円																																																										
22	スーパ向け(個) 70時間																																																										
23	可能作業時間限度 40時間																																																										
24	計算領域																																																										
25	<table border="1"> <tr> <td>期首保冷量</td><td>一昨日</td><td>昨日</td><td>合計</td><td>当日出産量</td> </tr> <tr> <td>S級品</td><td>130</td><td>110</td><td>120</td><td>360</td> </tr> <tr> <td>A級品</td><td>20</td><td>50</td><td>70</td><td>140</td> </tr> <tr> <td>等外品</td><td>150</td><td>180</td><td>190</td><td>500</td> </tr> <tr> <td>合計</td><td>300</td><td>340</td><td>380</td><td>1000</td> </tr> </table>																	期首保冷量	一昨日	昨日	合計	当日出産量	S級品	130	110	120	360	A級品	20	50	70	140	等外品	150	180	190	500	合計	300	340	380	1000																	
期首保冷量	一昨日	昨日	合計	当日出産量																																																							
S級品	130	110	120	360																																																							
A級品	20	50	70	140																																																							
等外品	150	180	190	500																																																							
合計	300	340	380	1000																																																							
27	<table border="1"> <tr> <td>贈答用</td><td>スーパ向け</td><td>地域売店用</td><td>ジュース向け</td><td>処理量</td> </tr> <tr> <td>800</td><td>1579</td><td>100</td><td>1021</td><td>3500</td> </tr> </table>																	贈答用	スーパ向け	地域売店用	ジュース向け	処理量	800	1579	100	1021	3500																																
贈答用	スーパ向け	地域売店用	ジュース向け	処理量																																																							
800	1579	100	1021	3500																																																							
28	<table border="1"> <tr> <td>当日収穫量</td><td>3000</td> </tr> <tr> <td>S級品選別量</td><td>600</td> </tr> <tr> <td>A級品選別量</td><td>2100</td> </tr> <tr> <td>等外品選別量</td><td>300</td> </tr> </table>																	当日収穫量	3000	S級品選別量	600	A級品選別量	2100	等外品選別量	300																																		
当日収穫量	3000																																																										
S級品選別量	600																																																										
A級品選別量	2100																																																										
等外品選別量	300																																																										
29	<table border="1"> <tr> <td>これまでの合計</td><td>2379</td><td>2479</td><td>3500</td> </tr> <tr> <td>保冷入庫</td><td>0</td><td>0</td><td></td> </tr> <tr> <td>作業時間</td><td>16</td><td>12,632</td><td>1.5</td><td>4.08</td><td>34.22</td> </tr> </table>																	これまでの合計	2379	2479	3500	保冷入庫	0	0		作業時間	16	12,632	1.5	4.08	34.22																												
これまでの合計	2379	2479	3500																																																								
保冷入庫	0	0																																																									
作業時間	16	12,632	1.5	4.08	34.22																																																						
30	<table border="1"> <tr> <td>売上高</td><td>1,056,000</td><td>1,278,990</td><td>76,000</td><td>377,770</td><td>2,768,760</td> </tr> <tr> <td>差額原価</td><td>176,000</td><td>86,845</td><td>6,000</td><td>54,113</td><td>322,958</td> </tr> <tr> <td>処理費</td><td>32,000</td><td>25,264</td><td>3,000</td><td>8,168</td><td>68,432</td> </tr> <tr> <td>労務費</td><td>848,000</td><td>1,166,881</td><td>67,000</td><td>315,489</td><td>2,397,370</td> </tr> <tr> <td>選別費</td><td></td><td></td><td></td><td>75,000</td><td></td> </tr> <tr> <td>倉庫費</td><td></td><td></td><td></td><td>24,000</td><td></td> </tr> <tr> <td>貢献利益</td><td></td><td></td><td></td><td>30,000</td><td></td> </tr> </table>																	売上高	1,056,000	1,278,990	76,000	377,770	2,768,760	差額原価	176,000	86,845	6,000	54,113	322,958	処理費	32,000	25,264	3,000	8,168	68,432	労務費	848,000	1,166,881	67,000	315,489	2,397,370	選別費				75,000		倉庫費				24,000		貢献利益				30,000	
売上高	1,056,000	1,278,990	76,000	377,770	2,768,760																																																						
差額原価	176,000	86,845	6,000	54,113	322,958																																																						
処理費	32,000	25,264	3,000	8,168	68,432																																																						
労務費	848,000	1,166,881	67,000	315,489	2,397,370																																																						
選別費				75,000																																																							
倉庫費				24,000																																																							
貢献利益				30,000																																																							
31	<table border="1"> <tr> <td>期末保冷量</td><td>一昨日</td><td>昨日</td><td>当日</td><td>合計</td> </tr> <tr> <td>内訳:S級品</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>A級品</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>合計</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> </tr> </table>																	期末保冷量	一昨日	昨日	当日	合計	内訳:S級品	0	0	0	0	A級品	0	0	0	0	合計	0	0	0	0																						
期末保冷量	一昨日	昨日	当日	合計																																																							
内訳:S級品	0	0	0	0																																																							
A級品	0	0	0	0																																																							
合計	0	0	0	0																																																							
32	<table border="1"> <tr> <td>期首保冷量</td><td>一昨日</td><td>昨日</td><td>合計</td> </tr> <tr> <td>3000</td><td>340</td><td>380</td><td>1000</td> </tr> </table>																	期首保冷量	一昨日	昨日	合計	3000	340	380	1000																																		
期首保冷量	一昨日	昨日	合計																																																								
3000	340	380	1000																																																								
33	<table border="1"> <tr> <td>明日の予想価格</td><td>1320円</td> </tr> <tr> <td>贈答用品(個)</td><td>810円</td> </tr> <tr> <td>スーパ向け(個)</td><td>70時間</td> </tr> <tr> <td>可能作業時間限度</td><td>40時間</td> </tr> </table>																	明日の予想価格	1320円	贈答用品(個)	810円	スーパ向け(個)	70時間	可能作業時間限度	40時間																																		
明日の予想価格	1320円																																																										
贈答用品(個)	810円																																																										
スーパ向け(個)	70時間																																																										
可能作業時間限度	40時間																																																										
34	<table border="1"> <tr> <td>保冷倉庫状態</td><td>保管容量</td><td>500個</td> </tr> <tr> <td>当日の保管分</td><td>内訳:</td><td>S級品 130</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td>A級品 20</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td>合計 150</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td>昨日分 120</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td>合計 360</td> </tr> </table>																	保冷倉庫状態	保管容量	500個	当日の保管分	内訳:	S級品 130			A級品 20			合計 150			昨日分 120			合計 360																								
保冷倉庫状態	保管容量	500個																																																									
当日の保管分	内訳:	S級品 130																																																									
		A級品 20																																																									
		合計 150																																																									
		昨日分 120																																																									
		合計 360																																																									
35	<table border="1"> <tr> <td>明日の予想価格</td><td>1320円</td> </tr> <tr> <td>贈答用品(個)</td><td>810円</td> </tr> <tr> <td>スーパ向け(個)</td><td>70時間</td> </tr> <tr> <td>可能作業時間限度</td><td>40時間</td> </tr> </table>																	明日の予想価格	1320円	贈答用品(個)	810円	スーパ向け(個)	70時間	可能作業時間限度	40時間																																		
明日の予想価格	1320円																																																										
贈答用品(個)	810円																																																										
スーパ向け(個)	70時間																																																										
可能作業時間限度	40時間																																																										
36	<table border="1"> <tr> <td>元の予想価格と可能作業時間</td><td>1250円</td><td>750円</td> </tr> <tr> <td></td><td>40時間</td><td>40時間</td> </tr> </table>																	元の予想価格と可能作業時間	1250円	750円		40時間	40時間																																				
元の予想価格と可能作業時間	1250円	750円																																																									
	40時間	40時間																																																									
37	<table border="1"> <tr> <td>制限条件</td><td>現在値</td><td>新約値</td> </tr> <tr> <td>収穫量</td><td>3500</td><td>3500</td> </tr> <tr> <td>贈答用</td><td>800</td><td>960</td> </tr> <tr> <td>スーパ用</td><td>1579</td><td>2400</td> </tr> <tr> <td>道の費用</td><td>100</td><td>150</td> </tr> <tr> <td>ジュース用</td><td>1021</td><td>1000</td> </tr> <tr> <td>ジュース処理能力(缶/日)</td><td>20</td><td>20</td> </tr> <tr> <td>作業時間</td><td>34</td><td>70</td> </tr> <tr> <td>保冷倉庫保冷量</td><td>0</td><td>500</td> </tr> <tr> <td>道の費用</td><td>最低必要量</td><td>100</td> </tr> </table>																	制限条件	現在値	新約値	収穫量	3500	3500	贈答用	800	960	スーパ用	1579	2400	道の費用	100	150	ジュース用	1021	1000	ジュース処理能力(缶/日)	20	20	作業時間	34	70	保冷倉庫保冷量	0	500	道の費用	最低必要量	100												
制限条件	現在値	新約値																																																									
収穫量	3500	3500																																																									
贈答用	800	960																																																									
スーパ用	1579	2400																																																									
道の費用	100	150																																																									
ジュース用	1021	1000																																																									
ジュース処理能力(缶/日)	20	20																																																									
作業時間	34	70																																																									
保冷倉庫保冷量	0	500																																																									
道の費用	最低必要量	100																																																									
38	問5のソルバーの実行																																																										
39	問5の各収穫量の結果																																																										

図-5 問5のシートの主要部分

表計算を利用した農産物の出荷計画のケース

表-3 各収穫量でのマクロ結果

収穫量	贈答用	スーパー向け	地域売店用	ジュース向け	貢献利益額	作業時間
4000	1,160	2,840	100	400	3,386,960	49
3900	1,140	2,770	100	390	3,314,240	48
3800	1,120	2,700	100	380	3,241,520	47
3700	1,100	2,630	100	370	3,168,800	46
3600	1,080	2,560	100	360	3,096,080	45
3500	1,060	2,490	100	350	3,023,360	44
3400	1,040	2,420	100	340	2,950,640	43
3300	1,020	2,350	100	330	2,877,920	42
3200	1,000	2,280	100	320	2,805,200	41
3100	980	2,210	100	310	2,732,480	40
3000	960	2,140	100	300	2,659,760	39
2900	940	2,070	100	290	2,587,040	38
2800	920	2,000	100	280	2,514,320	37
2700	900	1,930	100	270	2,441,600	36
2600	880	1,860	100	260	2,368,880	35
2500	860	1,790	100	250	2,296,160	34
2400	840	1,720	100	240	2,223,440	33
2300	820	1,650	100	230	2,150,720	32
2200	800	1,579	100	221	2,077,570	31
2100	780	1,510	100	210	2,005,280	30
2000	760	1,440	100	200	1,932,560	29
1900	740	1,370	100	190	1,859,840	28
1800	720	1,300	100	180	1,787,120	27
1700	700	1,230	100	170	1,714,400	26
1600	680	1,160	100	160	1,641,680	25
1500	660	1,090	100	150	1,568,960	24

1. 計算領域と制約条件領域の変更

データ領域に提示してある条件によって次の変更が必要になる。

計算領域では旧希望価格の参照先トレースから、次の 5 カ所の修正をおこなう。

贈答品の旧予想価格 F13 に対しては、J28, D36, D39, E49, F49 の 5 カ所。これらの算式の内 F13 の参照を M20 に変更する。

スーパー向けの旧予想価格 G14 に対しては、J29, E36, E39, E50, F50 の 5 カ所の算式の内 G14 を M21 に変更する。

作業可能時間の変更に伴う計算領域の変更はない。

他方、制約条件領域では作業時間の制約値の参照を E9 から M22 に変更するだけである。

2. 結果の検討

この変更の後に問5のシートとその主要領域、およびマクロによる結果を示したのが、**図-5**および**表-3**である。

これらを見るとこの数値では変化させるセルに予め入力することによって、2,200個の収穫量の場合を除いて、問題無く最有利解が得られている。この2,200の収穫量では連続マクロでも個別マクロでも同様にスーパー向けの販売量が1個小さく算定されているので、問1で挙げた予めの入力でスーパー向けを1個プラスして実行すると、順当に800、1,580、100、220の組み合わせで2,078,000円の貢献利益の最有利解が結果される。なお表では1個を加えない場合の表を示している。

3. 実施前に予定値の近くの値を入力しておく方法について

しかしこの実施前に予定値の近くの値を入力しておく方法は、それなりの効果を上げうるとしても決定的な方法でないことは、これを入力しないでソルバーを実行した結果と比較すると明確になる。

ここでは表等を挙げることは省略するが、近い値を入力しないで連続マクロと個別マクロを実施すると、2,200の収穫量ではかえって最有利解が得られる代わりに、いくつかの他の収穫量で最有利解に収斂する前に計算を終わる。

何とも悩ましい結果であるが、これ以上はソルバーの解法に関連するであろうから、専門家の処理を期待することにしたい。

なお、この問5の連続マクロは次のようである。(個別マクロについては重複する部分が多いから省略する。)

```

1 Sub 課題4の各収穫量の処理()
2 Const solRow = 25
3 Dim a%
4 Application.ScreenUpdating = False
5 For a = 0 To solRow
6 Application.Calculation = xlAutomatic
7 ActiveSheet.Cells(59 + a, 4).Select
8 Selection.Copy
9 Range("D4").Select
10 Selection.PasteSpecial xlPasteValues
11 Range("D33") = Range("D28") + Range("J28") - Range("G49")
12 Range("E33") = Range("D29") + Range("J29") - Range("G50")
13 Range("F33") = Range("E10")
14 Range("H47").Select
15 SolverReset
16 SolverOk Setcell:=Range("H47"), MaxMinVal:=1, ValueOf:=0, _
    Bychange:=Range("D33:F33"), Engine:=1, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
17 SolverOptions MaxTime:=32000, Iterations:=30000, Precision:=0.0000001, _

```

表計算を利用した農産物の出荷計画のケース

```

Derivatives:=2,Convergence:=0.000001,Scaling:=True
18 SolverAdd CellRef:="$G$33",Relation:=3,FormulaText:="0"
19 SolverAdd CellRef:="$D$33:$F$33",Relation:=3,FormulaText:="0"
20 SolverAdd CellRef:="$D$33:$F$33",Relation:=4,FormulaText:="整数"
21 SolverAdd CellRef:="$O$28",Relation:=2,FormulaText:="$P$28"
22 SolverAdd CellRef:="$O$28:$O$35",Relation:=1,FormulaText:="$P$28:$P$35"
23 SolverAdd CellRef:="$O$36",Relation:=3,FormulaText:="$P$36"
24 SolverSolve UserFinish:=True
25 Range("D33:G33").Copy
26 Cells(59 + a, 12).PasteSpecial xlPasteValues
27 Range("H37").Copy
28 Cells(59 + a, 17).PasteSpecial xlPasteValues
29 Range("H47").Copy
30 Cells(59 + a, 16).PasteSpecial xlPasteValues
31 Application.CutCopyMode = False
32 Next
33 Application.ScreenUpdating = True
34 End Sub

```

4. マクロでの UserFinish=True について

ソルバーの実行マクロの最後で挙げられる SolverSolve UserFinish:=True の部分を最後に触れておきたい。

この部分の働きは、これによってシートの上での通常のソルバーの実行で必ず現れるところの「解が見つかりました」との表示がされる「ソルバーの結果」ウィンドウの表示が省略される。これは連続処理のマクロで各収穫量でいちいちウィンドウが現れる煩わしさを避けるには必要不可欠であるが、同時に表示されなくなる欠点にも注目しておきたい。

すなわち= True にして表示を省略すると、解が得られなかった場合でも、その旨を表示することなく、途中の結果を表示するのである。したがってマクロで実行してその結果をこれまでのようにまとめるようなプログラムでは、解が得られない場合でも表にされている可能性が含まれるのである。

それ故、マクロによって不可解な数値が結果される場合には、果たして解が得られたかさえを疑問視して、制約条件領域を検討する必要がある。特に警告もないだけに注意を要する。

逆にこれを=False にしておくと、解が見いだされる前の途中の数値であることを見逃すことは避けられるが、連続実行の場合にはいちいち閉じる面倒が生じる。状況に応じた利用が必要である。

VIII. 一応のまとめ

ソルバーはパラメータを変化させて状況を観察する場合に、われわれの管理会計にとって強力な道具である。これを利用しない管理会計でのシミュレーションでの分析は注目に値しないとされる時期が来ても不思議でない様に思われる。

しかし同時にソルバーはまだ不完全な方法であることは否定できない。だからといってこれを利用しないことは、自動車が危険であるから利用するべきでないというのに等しい。道具はその限界を十分に理解して利用するのが、我々に課せられる責任である。この意味でソルバーの限界の一端を取りあげようというのが、この論考の趣旨である。

この結果を一応まとめると次のようにいえるであろう。

単一の解を持つ場合には、トラップがない場合にはスムーズに最適解が得られるが、平均原価の算式を含む状況で設備の部分的な追加投資などで総原価が飛躍的に飛び上がると、平均原価は追加投資直前で一時的にV字型に最低になる。このような状況では追加投資以前の値から出発するとこのV字型のトラップに落ち込んで最有利解が得られないことは、しばしば経験するところである。

このこととEXCELでは繰り返しの計算回数が32,767回に限られていることから、解に近い値を予め入力しておくという要求が生じると思われるから、特に文中にも触れたように複数解が含まれることが多い農林漁業の産物

の場合には、これに対する対応が不可欠である。時にはこの入力値に予想される算式に1を加えたものが有効になる場合があることは上述した。

また複数解の場合に整数条件を付ける際には、ソルバーの実行でのオプションから、「整数条件を無視する」のチェックを外して、かつ「整数の最適性 (%)」を0にしておくことが不可欠である。これがマクロでは、上のマクロの例では、17行のSolerOption no内のConvergenceであるから、これを小さくしておくことが必要になる。すべての制約条件を満たす複数解のない場合には、この配慮も不要の様である。

またこれは確証するまでに至ってはいないが、ソルバーを有効に利用するには、制約条件の設定に関しては出来るだけ複雑な算式処理は避けることが良いように思われる。

これらを総括して、いずれにせよソルバーの解をそのまま信用して検討を怠ることは、現状では非常に危険であることに留意する必要がある。いっそうのソルバーの改善を期待したいところである。

(注記)

注 1) R. S. Kaplan & A. A. Atkinson, *Advanced Management Accounting*, 2nd. ed. 1989, pp. 62-92. 浅田孝幸・小倉昇監訳『キャプラン管理会計』上巻, 59頁以下。平成8年、中央経済社。3rd. Ed., 1998, pp. 48-54.

注 2) *ibid.*, 2nd. p. 66 ~ 訳, 64頁以下。

注 3) 小林健吾稿「リニア・プログラミングの利益計画への利用」、『LEC 会計大学院紀要』第5号、2008年5月。83頁以降。

注 4) 小林健吾稿「多種製品の場合の採算性基準—セールス・ミックスでの限界利益基準からの脱却—」、『LEC 会計大学院紀要』

第10号、2012年12月、17頁以降。

注 5) 小林健吾稿「LPで3品以上の場合の問題作成法」、『LEC 会計大学院紀要』第11号、2013年(この号)で3品以上の場合のLP問題の作成に関連して取りあげているので参照されたい。

注 6) EXCELでは、制約条件を範囲で設定できるから、これを有効に行うことと共に、十分な解に収斂していない場合や、さらには「解が見つかりませんでした」といった場合に、その原因を見いだすのに有効に利用できるのが、この制約条件領域である。

表計算を利用した農産物の出荷計画のケース

特に、解が見いだせなかった場合には、何が原因となっていたのか、あるいはどこを修正する必要があるかを知る強力な手段となることを強調しておきたい。EXCEL ではソルバーの解が見いだせない場合にも、行き詰まったところまでの結果がシー

ト上にも表示されるが、それを利用してこの領域によって、どの制約条件がそれに効果しているのかを読み取りうるのである。

この点は、LP のパソコン解法では、習得しておくことが強力な手段になるのである。

※この論文の Excel シートは、LEC 会計大学院ホームページで公開しているので利用されたい。

なお、ダウンロードするためには、下記のユーザー名とパスワードが必要になる。

ユーザー名: kiyou1101 パスワード: 1403311