

不確実性下におけるLPモデルによる短期資金調達計画：ポーク=バサドの所論を中心として

立石，義明

<https://doi.org/10.15017/2920608>

出版情報：経済論究. 50, pp.23-51, 1981-01-10. 九州大学大学院経済学会
バージョン：
権利関係：



不確実性下における LPモデルによる短期資金調達計画

—— ポーグ＝バサドの所論を中心として ——

立 石 義 明

- I 序
- II 短期資金調達計画と長期資金調達計画との関係
- III LPモデルの出発点としての現金予算
- IV 期首条件と期末条件
 - 1 期首条件
 - 2 期末（年度末）条件
- V モデルの仮定と構造
- VI モデルの定式化
 - 1 資金調達代替案の制約
 - 2 市場性証券制約
 - 3 資金源泉および資金運用制約
 - 4 流動性準備金制約
 - 5 財務（流動）比率制約
 - 6 目的関数
- VII 解の内容と分析
 - 1 借入金要約表
 - 2 コスト要約表
 - 3 資金運用表
 - 4 見積り貸借対照表
 - 5 流動性準備金要約表
 - 6 解の分析
- VIII 結び

I 序

短期資金調達計画の本質はつぎのようになるであろう。第一に、その計画期間中に短期資金源泉から調達される現金総額を決定することである。第二に、

可能な最小のコストで所要資金を提供する短期資金調達組合せを見いだすか、または余剰現金がある期間については、投資のために用いられる余剰現金の期待収益を最大化する短期投資組合せを決定するかである。

しかし、そのような短期の調達と運用の問題は、内的小および外的制約条件にしたがわなければならない。短期資金調達問題は数理計画法によって構成され、その目的はかかる制約条件のもとで短期資金調達コストを最小化することである。このことはロビチェクらによって研究され、かれらは確実性下における最適短期計画モデルを展開した¹⁾。このモデルは、そのモデルに必要なインプットデータを計画期間の初めに確実性下において既知であると考えているし、計画期間の各部分期間中の現金所要額の予測を含んでいる。

ポグ＝バサド (G. A. Pogue and R. N. Bussard²⁾) が展開しているモデルは、ロビチェクらによる定式化の拡張である。ロビチェクらのモデルに対する拡張はつぎの三つである。第一に、不確実性下における主要な資金源泉を取り扱い、現金所要額の予測に付随する不確実性を明示的に考察するアプローチを定式化している。第二に、ポグ＝バサドの資金調達代替案は、コマーシャル・ペーパーと多期間投資選択を含んでおりより一般化されている。第三に、フロー変数ではなく、ストック変数によってモデルは定式化されている³⁾。これによってモデルの構造が単純化され、説明が明快になっている。

[注] 1) A. A. Robichek, D. Teichroew, and J. M. Jones, "Optimal Short Term Financing Decision," Management Science, Vol. 12, No. 1, September, 1965.

このロビチェクらの論文は御手洗丈夫教授の「リニャー・プログラミングによる短期資金調達計画」(I)(II)(大分大学経済論集第19巻, 第4, 5号)および市村昭三教授の「LPによる最適現金収支計画——ロビチェクらの所論を中心として——」(市村昭三著『運転資本管理』第9章, 同文館, 昭和50年, 235~264ページ)において論究されている。

2) Gerald A. Pogue and Ralph N. Bussard, "A Linear Programming Model for Short Term Financial Planning under Uncertainty," in S. C. Myers (ed.), Modern Developments in Financial Management, Praeger, 1976.

3) たとえば, W. J. Baumol, "The Transactions Demand for Cash: An

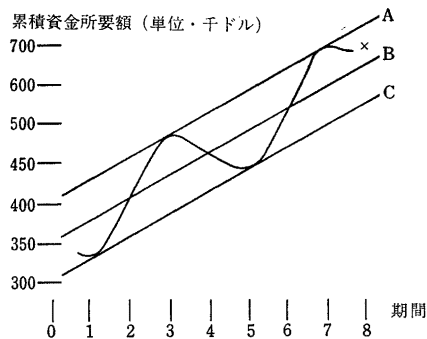
Inventory Theoretic Approach", Quarterly Journal of Economics, November, 1952. があげられる。

II 短期資金調達計画と長期資金調達計画との関係

すでに述べたように、短期資金調達計画は二つの主要な要素をもっている。第一に、短期計画期間中の現金所要額の計画である。第二に、短期資金調達源泉の組合せによってこれらの所要額を満たすことである。

図1は企業の短期資金調達計画と長期資金調達計画との関係を示している。

図1 短期資金調達決定と長期資金調達決定との関係



現在、営業活動に300,000ドル（流動資産プラス固定資産）が投資されている。経営者が提案している投資計画が実施されると、ある期間（月）の累積資金所要額が推定される。これは図1の周期的曲線Xによって示される。この資金所要額は、長期的な成長と規則的な季節的パターンの二つの顕著な特徴をもっている。

経営者は、図1の直線A、B、Cによって示されている三つの可能な長期資金調達計画を考えていると、仮定する。長期計画Aのもとでは、長期資金によってすべての現金所要額（恒久的所要額プラス季節的所要額）が調達される。計画Cのもとでは、恒久的所要額のみが長期資金によって調達され、季節的所要額はもっぱら短期資金源泉によって調達される。計画Bは、計画Aと計画Cとの折衷案である。

図1から容易にわかるように、短期資金調達問題は選択された長期計画に依

存しながら変化する。計画Aのもとでは、短期負債の必要性はない。要求されるただ一つのことは、余剰資金を最適に投資することである。計画Cのもとでは、季節的所要額は、すべて短期の借入金によって調達しなければならない。計画Bのもとでは、短期借入れと貸付（lending = 余剰資金の投資）が期間によって変動する。

長期資金調達源泉と短期資金調達源泉の割合を決定するものは、各源泉の相対的なコストとリスクである。したがって、相対的なコストが変化するとつれて、最適な資金調達組合せもまた変化する。ボーグ＝バサドは、長期資金調達計画は、前もって選択されたものとして研究をすすめている¹⁾。このことを仮定すれば、最適な方法で残余所要額を調達し、余剰資金を投資する短期資本調達計画が問題となる。

〔注〕 1) ボーグ＝バサドの研究は、計画Bを前提にした議論になっている。ただし、計画Bは調達と運用という両面の問題を含んでおり、計画Bを検討することによって計画A、Cをカバーできるからである。

Ⅲ LPモデルの出発点としての現金予算

ボーグ＝バサドの研究の出発点は、短期計画期間中の現金所要額の計画である。これは見積り現金予算の作成を含んでいる。現金予算は、短期計画期間中の予想されるすべての現金収支の月次計算書である。表1の現金予算は、資金調達問題をもつ企業の12ヵ月間の月次現金収支を示している¹⁾。

「総現金収入」（第6行）は、「受取勘定回収額」（第4行）と「その他の現金収入」（第5行）から成っている。「その他の現金収入」は、現金売りや長期資金の正味調達額などである。「総現金支出」（第12行）は、「購買に対する支払い」（第10行）と「その他の現金支出」（第11行）から成る。「その他の現金支出」は、配当金・利子の支払いおよび現存する長期社債の減債基金支払いを含むその他すべての現金支出である。

現金収入と現金支出の正味差額は第13行に示される。それは「最低営業用現金在高変動額」（第14行）分だけ修正されて、各月の「現金所要額」（第15行）が計算される。注意すべき点は、第15行はこれらの所要額の資本調達に伴う追

表1 現金予算(単位・百万トル)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
収入												
第1行 期首受取勘定	3.0	3.0	4.5	4.25	4.25	2.0	3.5	4.5	4.5	4.25	3.5	2.5
第2行 + 受取勘定による売上高	2.0	3.0	2.5	2.5	1.75	3.0	3.0	3.0	2.25	2.25	2.0	2.5
第3行 - 期末受取勘定	3.0	4.5	4.25	4.25	2.0	3.5	4.5	4.5	4.25	3.5	2.5	3.5
第4行 受取勘定回収額	2.0	1.5	2.75	2.5	4.0	1.5	2.0	3.0	2.5	3.0	3.0	1.5
第5行 その他の現金収入	1.5	1.0	1.25	2.0	1.0	4.8	1.0	1.0	1.0	1.6	1.9	1.7
第6行 総現金収入	3.5	2.5	4.0	4.5	5.0	6.3	3.0	4.0	3.5	4.6	4.9	3.2
支出												
第7行 期首支払勘定	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.0	2.0	2.5	2.5	1.0
第8行 + 当期購買(正味)	2.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.0	2.5	2.5	1.5	1.0	2.0
第9行 - 期末支払勘定	2.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.0	2.5	2.5	1.5	1.0	2.0
第10行 購買に対する支払い	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.0	2.5	2.5	1.5	1.0
第11行 その他の現金支出	2.0	2.0	3.4	1.5	1.9	1.4	2.5	3.5	3.6	1.5	1.5	1.5
第12行 総現金支出	4.0	4.0	5.9	4.0	4.4	2.4	3.5	5.5	6.1	4.0	3.0	2.5
現金収入ー現金支出	-0.5	-1.5	-1.9	0.5	0.6	3.9	-0.5	-1.5	-2.6	0.6	1.9	0.7
第13行 最低営業用現金在高変動額			-0.1			0.1			-0.1		0.1	
第14行 支払い利息, 補償残高控除前現金所要額	-0.5	-1.5	-2.0	0.5	0.6	4.0	-0.5	-1.5	-2.7	0.6	2.0	0.7
第15行 支払い利息, 補償残高控除前累積現金所要額	-0.5	-2.0	-4.0	-3.5	-2.9	1.1	0.6	-0.9	-3.6	-3.0	-1.0	-0.3
第16行 累積現金所要額の標準偏差	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9
第17行 最低営業用現金在高	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
第18行												

加的利子費用を考慮しないで得られていることである。短期資金調達モデルは、追加的資金調達費用に対して、あるいは銀行借入金の補償残高に応ずるために要求される追加的現金に対して、これらの現金所要額をあとで調整する。

キャッシュ・フロー構成要素に付随する不確実性の主観的推定値を仮定すれば、正味現金所要額に付随する不確実性の尺度は、解析的に、またはシミュレーション技法²⁾を用いることによって得られる。実務において多くの場合、将来の現金所要額の不確実性の尺度は、現金予算をシミュレートし、現金所要額の可能な値の分布(第15行または第16行)を観察することによって得られる。必要なシミュレーションが実行され、累積現金所要額の推定標準偏差は表1の第17行に与えられることを仮定している。

[注] 1) Pogue and Bussard, op. cit., p. 532.

2) たとえば, James C. T. Mao, Quantitative Analysis of Financial Decisions, Macmillan, 1969. があげられる。短期資金調達決定のシミュレーションは、このマオをとりあげた平田正敏教授の「短期資金調達決定の問題」(平田正敏著『財務分析のシミュレーション』第9章「資金調達決定とシミュレーション」の1, 森山書店, 昭和53年, 281~292ページ)において論究されている。

IV 期首条件と期末条件

1 期首条件

表2は、最初の月の決定前の計画期間の期首の種々の資産と負債の初期値を示している。表2に示されている「その他の流動資産」残高、および「その他の流動負債」残高は、計画期間を通して初期値のままであることが仮定されている。

2 期末(年度末)条件

短期計画モデルは一定期間数(通常12カ月)を予想するだけであるが、一方企業はこの期間数を越えて存続し続ける。かくて計画期間の終了時の運転資本構成は、この計画期間以降の営業活動と調和したものであることが必要である。モデルの計画期間以降の諸期間を考慮しないならば問題が生ずる。モデルから導き出された計画数値は、計画期間以降の現金所要額に対処することが出

表2 計画期間の期首の貸借対照表(単位・千ドル)

流動資産:		
現金		
最低営業用在高	100	
追加的補償残高	0	
合計		100
市場性証券		
1 カ月証券	250	
2 カ月証券	0	
3 カ月証券	500	
合計		750
受取勘定		3000
その他の流動資産		4000
総流動資産		7850
流動負債:		
支払勘定 ¹⁾		
満期にならない支払勘定	2000	
満期後未払いの支払勘定	700	
合計		2700
コマーシャル・ペーパー		
1 カ月満期	200	
2 カ月満期	0	
3 カ月満期	0	
合計		200
信用限度		200
受取勘定担保借入金		350
ターム・ローン		
当期返済所要額	0	
当期返済不要額	0	
合計		0
その他の流動負債		1750
総流動負債		5200

来ない状態に企業をおくかもしれないからである。

この問題を取り扱ういくつかの代替的方法がある。一つの方法は、相当な流動性準備金が計画期間末に存在することを保証することである。もう一つの方法は、計画期間末流動比率制約を課すことであり、したがって予想される計画期間末資産が一定割合だけ負債を越えることを保証することである。第三の方

法——ボグ＝バサドはこの方法を用いている——は、計画期間末の各資金調達源泉 (financial structure) を「合理的な」値に制約することである。「期末コスト」パラメーターは、これらの目標値からの偏差にペナルティを課するために用いられる。期末ペナルティコストの大きさを増加させることによって、期末資金構成は計画値に接近するために形成される。

この問題のために、表3に示されている目標残高と偏差コストを仮定する。たとえば、計画期間末信用限度が目標残高の200,000ドルを1,000ドルだけ超過するなら、その解のコストは5.0ドルだけ増加する。この表において注意すべき点は、証券の場合、信用は目標値を越える残高に対して得られることである。

表3 目標残高と偏差コスト

項 目	目 標 残 高 (単位・千ドル)	偏差の1ドル当りのコスト (単位・%)
受取勘定担保借入金	350	0.6
信用限度	200	0.5
延期された支払勘定	700	1.0
コマーシャル・ペーパー	200	0.7
ターム・ローン	0	0.4
市場性証券	750	-0.3

[注] 1) 詳しくはVI. 1. (C)「支払勘定の支払延期」を参照のこと。

V モデルの仮定と構造

モデルの説明に移る前に、その展開において用いられた主要な仮定を最初に要約する¹⁾。

1 唯一の不確実な量は将来の現金所要額である。問題における不確実性は月次の現金所要額の予測に限られる。たとえば、利子率、受取勘定、支払勘定などを含むその他のすべてのデータは計画期間の期首に既知である。

2 財務担当役員は、将来の現金所要額が計画された資金源泉（流動性準備金を含む）から調達される確率（たとえば、98%）を特定化することを意図す

る。現金所要額に付随する不確実性の尺度を兼ねたこの確率の大きさは、維持されるべき流動性準備の大きさを決定する。

3 企業は、計画期間中の利用可能な資金調達契約のすべてを検討することができる。これは、明示的資金調達コストも無形（非明示的）コストの推定値も含む。これらのコストは、借入額または利用額に正比例する。

4 適切な目的は、予想される資金調達コスト（明示コストプラス非明示コスト）の合計額を最小化することである。

5 モデルは、一定期間後に終了するが、計画期間以降の諸期間と接合している。すべての取引は、決定期間（月）の期首になされる。

将来の現金所要額と資金調達コストの修正推定値を用いる最新の計画を作成するために、最初の決定期間（月）の期末にモデルの修正計算をおこなう。予測が計画期間の第1期（月）に変化する限り、企業は決定が実行される前に第2期（月）の決定を修正することができる。第1期に維持される流動性準備は、予想される第2期の現金所要額より高い需要に適合することを可能にするためか、あるいは短期計画の残余期間中の修正をスムーズにするためかのいずれかのために要求される弾力性を提供する。

たとえ第1期の決定のみが実行されとしても、短期計画全期間の計画を作成することが必要である。なぜなら、第1期の決定は、計画期間のそれ以降の期間における活動の状況およびコースについての期待値に依存しているからである。第1期の決定は、企業の将来事象の最良推定値と将来の現金所要額に付随する不確実性に基づいた多期間短期計画における最初の最適な段階を表している。

つぎにモデルの構造を要約する²⁾。

モデルの目的は、つぎの5つの制約条件にしたがいつつ、計画期間中の総資金調達コスト（Z）を最小化することである。ここに、

$Z = \text{明示的成本合計（利子プラス失われた現金割引）} + \text{期間中の非明示的成本合計} + \text{年度末コスト（目標値から偏差した場合に課される非明示的成本）}$

制約条件：

- 1 各代替案から利用可能な資金調達額の制約。いくつかの資金源泉からの資金調達の借入制約の組合せ。
- 2 市場性有価証券ポートフォリオの制約条件の組合せ。
- 3 資金源泉および資金運用の制約。予想される資金源泉は各期（月）において予想される資金運用に等しくなければならない。
- 4 流動性準備金制約。流動性準備は予測される現金所要額が不確実であるために、一定の最低水準を越えなければならない。
- 5 財務比率制約。資金調達計画は、各期（月）において一定の最小流動比率を維持しなければならない。

〔注〕 1) Pogue and Bussard, op. cit., pp. 537~538.

2) Pogue and Bussard, op. cit., p. 539.

VI モデルの定式化

前節で述べられた仮定を用いて、短期資金調達計画問題はLPモデルとして定式化される。

1 資金調達代替案の制約

財務担当役員は、5つの資金調達代替案を利用しようと仮定する。さらに、すべての現金取引は、期首に（各月の月初めに）行われることが仮定される。

基本決定変数は X_{it} と L_{it} である。 X_{it} は、 t 月における資金源泉 i からの資金調達残高を表わす資金調達決定変数である。 L_{it} は、資金調達代替案 i の t 月における流動性準備金¹⁾に対する貢献額である。

(A) 受取勘定担保借入金

企業は受取勘定を担保にして銀行貸付けの保証とすることができる。この方法で調達できる資金は最大3,750,000ドルである。銀行は担保にした月平均受取勘定の額面の80%まで貸しつけてくれる。この借入金のコストは、その月の借入金残高に対して年率9.0%（月率0.75%）である。

利用可能な借入金は、3,750,000ドルと月平均受取勘定高の80%のうちで、どちらか小さい方の額に制限される。したがって、

$$X_{1t} + L_{1t} \leq \min \begin{cases} 3,750,000 \\ (0.8) \left[\frac{AR_t + AR_{t+1}}{2} \right] \end{cases} \quad t = 1, \dots, 12$$

ここに、 AR_t は t 月の期首の予想される受取勘定残高(表1の第1行参照)である。

(B) 無担保の信用限度

企業は、銀行と無担保の信用限度の契約を結んでおり、年率8.5%(月率0.71%)の利子率で1,500,000ドルまで借り入れることができる。銀行は、この無担保の信用限度の20%以上の補償残高を要求している。この要求は営業用現金残高(表1の第18行)で応ずることもできる。

20%の補償残高所要額をもつ1,500,000ドルの無担保の信用限度は、つぎの制約式をもたす。上限の制約は、

$$X_{2t} + 1.25L_{2t} \leq 1,500,000$$

ここに、 L_{2t} は未利用の信用限度が20%の補償残高所要額をさしひいた流動性準備金に対して貢献している額である。

補償残高所要額はつぎの通りである。

$$C_t + b_t \geq 0.20(X_{2t})$$

ここに、

C_t = 補償残高所要額に見合うために利用しうる最低営業用現金在高の割合(表1の第18行参照)。

b_t = 補償残高所要額に見合うための t 月の期首の追加借入額。

(C) 支払勘定の支払延期

財務担当役員は、購買に対する支払いを延期することができる。これは仕入先から企業へ供給される追加的資金調達になる。購買に対する支払いが遅れるなら、仕入先による現金割引は失われる。その割引は平均すると、請求書額面の3.5%である。企業は最初の支払日の到来する月の支払勘定の80%までは1カ月間、60%までは2カ月間支払いを延期することができる。2カ月間の延期は、それ以上の現金割引損失を被ることはない。支払勘定の延期が仕入先との

信頼関係を害する限り、この代替案のコストは、この要因を考慮するため加算されなければならない。かくて仕入先からの有利なサービスや信用条件の失われる可能性を測定するために、明示的コスト（失われた現金割引）は増加されなければならない。仕入先との信頼関係喪失という非明示的コストは、1 カ月延期された支払勘定に対して年率 1%（月率 0.083%）、それ以上延期された支払勘定に対して年率 10%（月率 0.83%）であると仮定される。したがって、1,000 ドルの請求書（現金割引の場合は 965 ドル）が 2 カ月延期されるなら、明示的資金調達コストは、最初の月に 3.6%（現金割引を利用した場合に基づいて計算される）で、2 カ月目の月において 0% となる。非明示的コストは、最初の月に対して 0.083%（0.8 ドル）、2 カ月目の月に対して 0.83%（8.3 ドル）となる。かくて 2 カ月間で 965 ドル得るための総コストは、44 ドルとなり、それはほぼ 27% の年借入金率に等しい。

前述したように、企業は最初の支払日の到来する月の支払勘定の 80% までは 1 カ月間、60% までは 2 カ月間支払いを延期することができる。かくて 1 カ月間および 2 カ月間延期される支払勘定を制限する制約式は、下記の通りである。

$$X_{3t1} + X_{3t2} + L_{3t1} = 0.8AP_t$$

$$X_{3t2} + L_{3t2} \leq 0.6AP_t$$

ここに、

X_{3t1} = t 月において最初に満期になる支払勘定額で、支払いまでに 1 カ月延期される（すなわち、 $t + 1$ 月に支払われる）。

X_{3t2} = t 月において最初に満期になる支払勘定額で、支払いまでに 2 カ月延期される。

AP_t = t 月において最初に満期になる支払勘定額（表 1 の第 10 行参照）。

L_{3t1} = 支払延期可能額の未使用額の t 月の流動性準備金に対する貢献額。

L_{3t2} = 1 カ月延期されて（すなわち、 $t + 1$ 月に満期になる）、 $t + 2$ 月に延期される支払勘定の $t + 1$ 月の流動性準備金に対する貢献額。

L_{3t2} が $t + 1$ 月における流動性準備金に貢献するためには、支払勘定のある額は、 $t + 1$ 月において計画された支払いのために、 t 月において延期されることが必要である（すなわち、 $X_{3t1} > 0$ ）。 L_{3t2} は X_{3t1} の最小値および

$0.6AP_t$ と $X_{3,t,2}$ の差よりも小さくなければならない。かくて $L_{3,t,2}$ の大きさを制限する制約式が要求される。

$$L_{3,t,2} \leq X_{3,t,1}$$

支払勘定の支払延期の t 月の流動性準備金に対する貢献額 $L_{3,t}$ はつぎのようになる。

$$L_{3,t} = L_{3,t,1} + L_{3,t-1,2}$$

t 月の支払勘定残高（すなわち、 t 月の決定が行われた後） $X_{3,t}$ はつぎのようになる。

$$X_{3,t} = PN_t + X_{3,t,1} + X_{3,t,2} + X_{3,t-1,2}$$

ここに、

$PN_t = t$ 月に満期にならない支払勘定残高（ t 月に購入されるが支払いはされない購買を含む——表1の第9行参照）。

(D) ターム・ローン

企業は銀行からターム・ローンを受ける。このローンは、年度初めの1月の期首に利用しておかなければならないし、最大2,500,000ドルである。ターム・ローンの元本は、10回均等分割払いとし、半年ごと（したがって第1回目は7月）に返済される。返済を早めることはできない。ターム・ローンの利率は年率10%（月率0.83%）である。加えて、銀行は、たとえば資本的支出、資本調達活動などを限定するといった形で企業の活動の制限を要求してくる。これらの制約は経営者の弾力性を減少させる傾向がある。したがって、支払勘定の支払延期の場合と同じように、利子支払いに加えて非明示的成本を発生させる。ターム・ローンは年率2%（月率0.17%）の非明示的利子コストを伴うことが仮定される。

企業は1月において2,500,000ドルのターム・ローンを借り入れることが可能であり、その後半年ごとに10%の元本返済の要求がある。ターム・ローンに関する制約式はつぎのようになる²⁾。

$$X_4 \leq 2,500,000$$

t 月におけるターム・ローン残高額は $a_{4,t}X_4$ 与えられる。ここに、 $a_{4,t}$

はその月におけるターム・ローン残高の比率である。たとえば, a_{41} から a_{46} までは1.0に等しく, a_{47} から $a_{4,12}$ までは0.90に等しく, $a_{4,13}$ から $a_{4,18}$ までは0.80に等しい。

(E) コマーシャル・ペーパー

企業は30日, 60日および90日のコマーシャル・ペーパーを発行することができる。ひと月の発行残高の最大額は1,000,000ドル(発生利子を含む)である。1カ月, 2カ月および3カ月のコマーシャル・ペーパーのコスト(発行コストを含む)は, それぞれ年率9.2%, 9.0%, 8.8%である。

t 月におけるコマーシャル・ペーパー残高の額面(発生利子を含む) X_{5t} はつぎのようになる。

$$X_{5t} = X_{5t1} + X_{5t2} + X_{5t3} + [1 + \delta_2] X_{5,t-1,2} \\ + [1 + \delta_3] X_{5,t-1,3} + [1 + \delta_3]^2 X_{5,t-2,3}$$

ここに,

$X_{5tj} = t$ 月に発行される j カ月満期のコマーシャル・ペーパーの額($j = 1, 2, 3$)。

$\delta_j = j$ カ月満期コマーシャル・ペーパーの発行費込みの月次利子率。

発行されるコマーシャル・ペーパーの総額の制約式はつぎのようになる。

$$X_{5t} + L_{5t} \leq 1,000,000$$

(F) 総借入金制約

同時にいくつかの資金調達源泉を併用する場合には, 追加的制約がおかれる。支払勘定の支払延期を除くすべての資金源泉からの総借入金は, 1月から7月まで4,000,000ドル, その後は4,500,000ドルを越えてはならない。これらの制約式はつぎのように与えられる。

$$X_{1t} + X_{2t} + a_{4t} X_{4t} + X_{5t} + L_{1t} + (1.25) L_{2t} + L_{5t} \leq 4,000,000 \\ t = 1, \dots, 7 \\ X_{1t} + X_{2t} + a_{4t} X_{4t} + X_{5t} + L_{1t} + (1.25) L_{2t} + L_{5t} \leq 4,500,000 \\ t = 8, \dots, 12$$

注意すべき点は, 受取勘定担保借入金, 信用限度およびコマーシャル・ペーパー代替案の流動性準備金に対する貢献額の総和が, 総借入可能額の末利用額

よりも小さいか等しくなければならないと制約されていることである。これらの代替案からの借入金の総和がその限度に等しい場合、代替案は流動性準備金に対して貢献しない。すなわち、 $L_{1t} = L_{2t} = L_{5t} = 0$ である。

2 市場性証券制約

企業は30日、60日および90日の証券に投資することができる。1カ月、2カ月および3カ月証券の取引コストを差し引いた利回りは、それぞれ7.0%、7.4%、7.8%である。発生利子を含み、取引コストを差し引いた、 t 月に保有される市場性証券ポートフォリオの額面 X_{6t} はつぎのように与えられる。

$$X_{6t} = X_{6t1} + X_{6t2} + X_{6t3} + [1 + \rho_2] X_{6,t-1,2} \\ + [1 + \rho_3] X_{6,t-1,3} + [1 + \rho_3]^2 X_{6,t-2,3}$$

ここに、

$X_{6tj} = t$ 月において購入される j カ月満期の証券額 ($j = 1, 2, 3$)。

ρ_j = 取引費用を差し引いた j カ月満期の市場性証券の月次利子率。

1カ月、2カ月および3カ月満期の証券残高は X_{6t}^j ($j = 1, 2, 3$) によって与えられる。

$$X_{6t}^1 = X_{6t1} + (1 + \rho_2) X_{6,t-1,2} + (1 + \rho_3)^2 X_{6,t-2,3} \\ \text{(残り1カ月で満期になる保有有価証券)}$$

$$X_{6t}^2 = X_{6t2} + (1 + \rho_3) X_{6,t-1,3} \\ \text{(残り2カ月で満期になる保有有価証券)}$$

$$X_{6t}^3 = X_{6t3} \\ \text{(残り3カ月で満期になる保有有価証券)}$$

高い流動性を保証するために、市場性証券ポートフォリオのうち少なくとも50%は1カ月満期の証券に投資しなければならない。これらのポートフォリオ組合せ制約式は、つぎのようになる。

$$X_{6t}^1 \geq 0.5 (X_{6t})$$

3 資金源泉および資金運用制約

各月において、資金調達額は資金運用額に等しくなければならない。追加的資金調達コストに対する調整前の各月の予想される現金所要額は、表1の第15行に与えられている。これらの所要額は、追加的利子費用、失われた現金割

引、市場性証券ポートフォリオの受取利子および補償残高のために要求される追加現金に対して調整されなければならない。かくてこれらの調整された資金調達所要額は各月において、正味新規借入金（新規借入金マイナス返済額）プラス正味証券売却によって満たされなければならない。

短期負債額または保有されている証券の額面の減少は資金の源泉を表している。逆に、短期負債の減少または証券残高の増加は資金の運用を表している。実行可能解をもつために、短期の証券額および短期負債額は、その正味変化が調整された所要額に等しくなるように、各月において変化しなければならない。したがって、各月（ $t = 1, \dots, 12$ ）に対して、つぎのことが要求される。

予想される現金所要額 + 資金調達コスト + 補償残高のために要求される追加現金 = 正味新規借入金 + 正味証券売却

(A) t 月における予想される資金調達コストは、 t 月に満期になる前の月に得られたすべての資金調達のための現金支出額である。

(a) t 月において支払われる受取勘定担保借入金の利子は $r_1 X_{1,t-1}$ である。ここに、 r_1 は月次利子率。

(b) t 月において支払われる信用限度借入金の利子は $r_2 X_{2,t-1}$ である。ここに、 r_2 は月次利子率。

(c) t 月において支払われる 1 カ月および 2 カ月前の支払延期された支払勘定に対する現金割引損失は $r_3 [X_{3,t-1,1} + X_{3,t-2,2}]$ である。ここに、 r_3 は支払延期された支払勘定に対する現金割引率。

(d) t 月において支払われるターム・ローンの利子は $r_4 a_{4,t-1} X_4$ である。ここに、 r_4 は月次利子率。

(e) t 月に満期になる 1 カ月、2 カ月および 3 カ月前に発行されたコマーシャル・ペーパーの利子は

$$\delta_1 X_{5,t-1,1} + [(1 + \delta_2)^2 - 1.0] X_{5,t-2,2} + [(1 + \delta_3)^3 - 1.0] X_{5,t-3,3} \text{ である。}$$

(f) t 月に満期になる1ヵ月、2ヵ月および3ヵ月前の購入証券の受取利子は

$$\begin{aligned} & \rho_1 X_{6,t-1,1} + [(1+\rho_2)^2 - 1.0] X_{6,t-2,2} \\ & + [(1+\rho_3)^3 - 1.0] X_{6,t-3,3} \text{である。} \end{aligned}$$

t 月における正味資金調達費用は、(a) から (e) までの和から (f) を差し引いたものである。

(B) 現存する現金残高で見合わない補償残高所要額の変化は、 $b_t - b_{t-1}$ によって与えられる。

(C) t 月における正味新規借入金は、つぎのように与えられる。

$$\begin{aligned} & (X_{1t} - X_{1,t-1}) && (\text{受取勘定借入金の増加}) \\ & + (X_{2t} - X_{2,t-1}) && (\text{信用限度の増加}) \\ & + (X_{3t1} + X_{3t2} - X_{3,t-1,1} - X_{3,t-2,2}) && (\text{支払延期された支払勘定の増加}) \\ & + (a_{4t} - a_{4,t-1}) X_4 && (\text{ターム・ローンの増加}) \\ & + (X_{5t1} + X_{5t2} + X_{5t3} - X_{5,t-1,1} - X_{5,t-2,2} - X_{5,t-3,3}) && (\text{コマーシャル・ペーパーの増加}) \end{aligned}$$

(D) 正味証券売却はつぎのように与えられる。

$$(X_{6,t-1,1} + X_{6,t-2,2} + X_{6,t-3,3} - X_{6t1} - X_{6t2} - X_{6t3})$$

4 流動性準備金制約

現金所要額に付随する不確実性に対応するために、十分大きな流動性準備が資金調達計画の中に組み入れなければならない。流動性準備金は、市場性証券と未利用の短期借入可能額（受取勘定担保借入金、信用限度、支払勘定の支払延期およびコマーシャル・ペーパー）から構成されている。準備金の目的は、予想される累積資金所要額（表1の第16行）を超過した場合に資金を調達できることを保証することである。

計画期間の各月の流動性準備金所要額は、500,000ドル以下であってはならないし、最小流動性準備金のうちの少なくとも50%は、市場性証券で保有されなければならない。しかも計画された資金源泉（予想される現金所要額を満たすために調達される資金プラス流動性準備金から利用可能な資金）から、月次の現金所要額をまかなうことができなくなるリスクは7%以下であると仮定さ

れている。

t 月における流動性準備金 L_t はつぎのようになる。

$$L_t = L_{1t} + L_{2t} + L_{3t} + L_{5t} + X_{6t}$$

最小流動性準備金が 500,000ドルを越えなければならないという制約はつぎのようになる。

$$L_t \geq 500,000$$

各月において現金所要額を資金源泉からまかなうことができるように、最小流動性準備金が十分大きくなければならないという制約はつぎのようになる。

$$L_t \geq (1.5) \sigma (\widetilde{CR}_t)$$

ここに、 $\sigma (\widetilde{CR}_t)$ は t 月まで (t 月を含む) の要求される累積資金の標準偏差である (表 1 の第 17 行参照)。1.5 因子は、計画された資金源泉が調整された所要額を越える確率が 93% を越えることを保証している。

流動性準備金のうち少なくとも 50% は市場性証券で保有されなければならないという要求はつぎようになる。

$$X_{6t} \geq \max \begin{cases} 250,000 \\ 0.75 \sigma (\widetilde{CR}_t) \end{cases}$$

5 財務 (流動) 比率制約

経営者は、計画期間の各月において少なくとも 1.2 の流動比率 (流動資産 / 流動負債) を維持しなければならない。この要求はつぎのようになる。

$$[C_t + X_{6t} + AR_t + \text{その他の流動資産}] \geq 1.2 [X_{1t} + X_{2t} + X_{3t} + \text{当期返済所要タム・ローン} + X_{5t} + \text{その他の流動負債}]$$

ここに、当期返済所要タム・ローンはつぎの 12 カ月中にタム・ローンの中で支払期日の到来する分割支払額の和である。

6 目的関数

目的関数は三つのコスト成分から構成されている。すなわち、明示的成本 (利子と失われた現金割引)³⁾、支払勘定の支払延期およびタム・ローン代替案の無形の効果に割り当てられる非明示的成本および年度末運転資本構成

の計画目標からの偏差に付随する年度末（期末）コストである。企業の目的は、計画期間中のこれらのコストの和を最小化することである。

t 月の資金調達および投資決定に付随する明示的成本 D_t は ぎのように入れられる。

$$\begin{aligned} D_t = & r_1 X_{1,t} + r_2 X_{2,t} + r_3 (X_{3,t,1} + X_{3,t,2}) + r_4 a_{4,t} X_4 \\ & + \delta_1 X_{5,t,1} + \delta_2 X_{5,t,2} + \delta_3 X_{5,t,3} + \delta_2 X_{5,t-1,2} + \delta_3 X_{5,t-1,3} + \delta_3 X_{5,t-2,3} \\ & - \rho_1 X_{6,t,1} - \rho_2 X_{6,t,2} - \rho_3 X_{6,t,3} - \rho_2 X_{6,t-1,2} - \rho_3 X_{6,t-1,3} - \rho_3 X_{6,t-2,3} \end{aligned}$$

t 月の資金調達決定に付随する非明示的成本 D_t^* はつぎのように入れられる。

$$D_t^* = g_{31} X_{3,t,1} + g_{32} X_{3,t-1,2} + g_4 a_{4,t} X_4$$

ここに、

$g_{31} = t$ 月において最初に満期になるが、支払いまでに1カ月延期される支払勘定に割り当てられる無形コスト。

$$= \text{月当り } 0.083\%$$

$g_{32} = t - 1$ 月において最初に満期になるが、支払いまでに2カ月延期される支払勘定に割り当てられる無形コスト（したがって、 t 月において追加的資金調達を提供する）。

$$= \text{月当り } 0.833\%$$

$g_4 =$ ターム・ローン借入金に割り当てられる無形コスト。

$$= \text{月当り } 0.166\%$$

目標資金調達構造からの偏差に付随する年度末コスト E はつぎのように入れられる。

$$\begin{aligned} E = & h_1 (X_{1,12} - X_1^*) + h_2 (X_{2,12} - X_2^*) + h_3 (X_{3,12} - X_3^*) \\ & + h_4 (a_{4,12} X_4 - X_4^*) + h_5 (X_{5,12} - X_5^*) - h_6 (X_{6,12} - X_6^*) \end{aligned}$$

ここに、

$X_k^* =$ 資金調達または投資代替案 k ($k = 1, \dots, 6$) に対する目標残高。

$h_k =$ 目標残高からの偏差の1ドル当りのコスト（表3参照）。

かくて目的関数は Z を最小にすることである。

ここに、

$$Z = \sum_{t=1}^{12} (D_t + D_t^*) + E$$

- [注] 1) 詳しくはVI. 4. 「流動性準備金制約」を参照のこと。
 2) ターム・ローン決定変数は年度初めの1月においてのみ利用しうるので、月tの添字はつかない。
 3) 目的関数の明示的成本は(資金源泉および資金運用制約式において用いられる現金主義に対立するものとしての)発生主義で計算される。たとえば、負債残高の利子費用は借入金を利用された期間(月)に課されるのであって、利子が実際に支払われた期間(月)に課されない。これは現金収支計画に関しては利子支払額を事前に確保することになる。

VII 解の内容と分析

問題の解は表4から表8¹⁾までに示されている。流動比率制約条件を削除することによって修正された新しい解の要約は表9と表10²⁾に示されている。

表4から表8までの五つの報告書は、借入金要約表、コスト要約表、資金運用表、見積り貸借対照表および流動性準備金要約表である。

1 借入金要約表(表4参照)

この報告書は、短期の資金調達額と資金調達源泉の月次の要約を示している。「月0」は期首の在高(前期繰越)をさしている。たとえば、計画期間の2月において、最適計画は2,786,000ドルの短期資金調達である。そのうちほぼ2,000,000ドルがターム・ローンであり、400,000ドルが支払勘定の支払延期

表4 借入金要約表

月	流動比率	借入金 (単位:千ドル)	短期資本構成
0	0.00	1250	SSSSSSLLPPP
1	1.94	1994	TTTTTTTTTTTTTTTTTTTT
2	1.35	2786	TTTTTTTTTTTTTTTTTTTTSSSSLLLL
3	1.20	4804	TTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTCCCCCCCCC SSSSSSSLLLLLLLLL
4	1.24	4390	TTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTCCCCCCCCC SSSLLLLLLLLL
5	1.74	3902	TTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTCCCCCCCCC LLLLLLLL
6	2.71	1994	TTTTTTTTTTTTTTTTTTTT

7	2.25	1795	TTTTTTTTTTTTTTTTTT
8	1.75	2722	TTTTTTTTTTTTTTTTTTCCCCLLLL
9	1.20	4849	TTTTTTTTTTTTTTTTTTCCCCCCCC
			SSLLLLLLLLPPPPPP
10	1.46	4323	TTTTTTTTTTTTTTTTTTCCCCCCCC
			LLLLLLLLPPPPPP
11	2.19	2392	TTTTTTTTTTTTTTTTTTCCCC
12	1.46	4500	TTTTTTTTTTTTTTTTTTLLLL
			PPPPPPPPPPPPPPPPPP

凡例：

T＝ターム・ローン

C＝コマーシャル・ペーパー

S＝支払勘定の支払延期

L＝信用限度

P＝受取勘定担保借入金

であり、ほぼ400,000ドルが信用限度である（資金調達額の正確な数字は表6、表7に示されている）。注意すべき点は、3月と9月の流動比率が最低許容値1.2であることである。

2 コスト要約表³⁾（表5参照）

この報告書は、最適資金調達決定に付随する月次の資金調達費用を示している。資金調達と投資の計画案の総コストは316,232ドルであり、これは直接資金調達コスト（利子費用プラス失われた現金割引）の267,278ドルと支払勘定

表5 コスト要約表（単位・千ドル）

月	発生利子	非明示的成本			総コスト
		支払勘定の支払延期	ターム・ローン	年度末コスト	
1	10.8	0	3.3	0	14.1
2	32.4	0.3	3.3	0	36.0
3	44.1	3.7	3.3	0	51.1
4	29.2	3.4	3.3	0	35.8
5	28.0	0	3.3	0	31.3
6	1.8	0	3.3	0	5.1
7	4.3	0	3.0	0	7.2
8	14.3	0	3.0	0	17.2
9	44.0	0.3	3.0	0	47.3
10	29.5	0	3.0	0	32.5
11	15.4	0	3.0	0	18.4
12	13.8	0	3.0	3.4	20.2
合計	267.3	7.7	37.9	3.4	316.2

表 6 資金運用表 (単位・千ドル)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
現金所要額	500	1500	2000	-500	-600	-4000	500	1500	2700	-600	-2000	-700
利子：												
受取勘定担保借入金	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	0
信用限度	1	0	3	7	7	7	0	0	4	7	7	0
支払勘定の支払延期	25	0	0	15	15	0	0	0	0	13	0	0
コマーシャル・ペーパー	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	9	12
ターム・ローン	0	17	17	17	17	17	17	15	15	15	15	15
- 受取利子	2	7	1	2	1	3	8	8	17	2	6	2
総利子	27	9	19	36	37	42	9	7	2	39	30	26
+ 追加的補償残高	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
修正後現金所要額	527	1509	2019	-464	-563	-3958	509	1507	2702	-561	-1970	-674
新規借入金：												
受取勘定担保借入金	0	0	13	0	0	0	0	0	713	0	0	2205
信用限度	0	384	616	0	0	0	0	500	500	0	0	464
支払勘定の支払延期	0	400	404	0	0	0	0	0	352	0	0	0
コマーシャル・ペーパー	0	7	986	0	0	0	0	427	562	0	0	0
ターム・ローン	1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
新規借入金総額	1994	792	2018	0	0	0	0	927	2127	0	0	2670
返済：												
受取勘定担保借入金	350	0	0	13	0	0	0	0	0	174	539	0
信用限度	200	0	0	0	78	922	0	0	0	0	964	0
支払勘定の支払延期	700	0	0	400	404	0	0	0	0	352	0	0
コマーシャル・ペーパー	0	0	0	0	7	986	0	0	0	0	427	562
ターム・ローン	0	0	0	0	0	0	199	0	0	0	0	0
返済総額	1250	0	0	413	488	1908	199	0	0	526	1931	562
正味新規借入金	744	792	2018	-413	-488	-1908	-199	927	2127	-526	-1931	2108
+ 証券売却	330	843	125	123	175	186	1380	859	856	281	296	336
- 証券購入	607	126	124	174	249	2236	672	279	281	317	336	3118
調達される現金所要額	527	1509	2019	-464	-563	-3958	509	1507	2702	-561	-1970	-674

表7 見積り貸借対照表 (単位・千ドル)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
流動資産：												
現金	100	100	200	200	200	100	100	100	200	200	100	100
最低営業用在高追加的補償残高	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	100	100	200	200	200	100	100	100	200	200	100	100
市場性証券												
1 カ月証券	483	125	125	175	187	1380	862	867	281	300	336	1711
2 カ月証券	360	124	1	125	0	189	862	0	281	0	302	0
3 カ月証券	123	1	124	0	188	856	0	279	0	300	0	1711
合計	967	250	250	300	375	2425	1724	1147	563	600	638	3422
受取勘定	3000	3000	4500	4250	4250	2000	3500	4500	4500	4250	3500	2500
その他の流動資産	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
総流動資産	8067	7350	8950	8750	8825	8525	9324	9747	9283	9050	8238	10022
流動負債：												
支払勘定												
当期中に満期にならない支払勘定	2000	2500	2500	2500	1000	1000	2000	2500	2500	1500	1000	2000
満期後未払いの支払勘定	0	400	804	404	0	0	0	0	352	0	0	0
合計	2000	2900	3304	2904	1000	1000	2000	2500	2852	1500	1000	2000
コマーシャル・ペーパー												
1 カ月満期	0	0	0	7	1000	0	0	0	0	434	570	0
2 カ月満期	0	0	7	993	0	0	0	0	431	566	0	0
3 カ月満期	0	7	986	0	0	0	0	427	562	0	0	0
合計	0	7	993	1000	1000	0	0	427	993	1000	570	0
信用限度	0	384	1000	1000	922	0	0	500	1000	1000	36	500
受取勘定担保借入金	0	0	13	0	0	0	0	0	713	539	0	2205
ターム・ローン												
当期返済所要額	399	399	399	399	399	399	399	399	399	399	399	399
当期返済不要額	1595	1595	1595	1595	1595	1595	1396	1396	1396	1396	1396	1396
合計	1994	1994	1994	1994	1994	1994	1795	1795	1795	1795	1795	1795
その他の流動負債	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
総流動負債	4149	5440	7458	7052	5071	3149	4149	5576	7706	6188	3755	6854

の支払延期、ターム・ローンおよび年度末目標資本構成からの偏差（年度末コスト）に付随する非明示的コストの48,954ドルから構成されている。

3 資金運用表⁴⁾（表6参照）

この報告書は、最適短期資金調達計画を示している。それは現金不足額が調達された方法および過剰現金が処理された方法を月次に示している。たとえば、3月の見積み現金不足は2,000,000ドルであった（表1の第15行参照）。この所要額は3月において満期になる以前の借入金に対する資金調達費用19,000ドルを含むように調整される。2,019,000ドルの調整された所要額は、2,018,000ドルの新規借入金と1,000ドルの証券売却によってまかなわれる。調達される現金所要額（表6の最下行）は、正味新規借入金と証券売買の差額との和である。

4 見積み貸借対照表（表7参照）

この報告書は、計画期間の各月の見積み貸借対照表を示している。貸借対照表の上部は月次の流動資産の期待分布を示している。下部は各短期資金源泉からの借入金とターム・ローン借入金を示している。

5 流動性準備金要約表（表8参照）

この報告書は、各月の流動性準備金の構成を示し、追加資金が予期しえない将来の現金所要額をまかなうために調達されうる項目を個別的に示している。

表8 流動性準備金要約表（単位・千ドル）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
要求される準備金	500	500	500	600	750	900	975	1050	1125	1200	1275	1350
受取勘定担保借入金	2006	1614	0	6	84	2006	2205	1778	0	166	2099	0
（正味）信用限度	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支払勘定の支払延期	1600	1200	1597	2000	2000	800	800	1600	1648	2000	1200	800
コマーシャル・ペーパー	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
市場性証券	967	250	250	300	375	2425	1724	1147	563	600	638	3422
利用可能な準備金	4573	3064	1847	2306	2459	5231	4729	4525	2210	2766	3937	4222

注意すべき点は、市場性証券が要求される流動性準備金のうち少なくとも50%を常に構成していることである。

たとえば、1月において、要求される準備金は500,000ドルであり、4,573,000ドルの実際の準備金はかなりこれよりまさっている。実際の準備金は、受取勘定担保借入可能額の未利用額の2,006,000ドル、支払勘定支払延期可能額の1,600,000ドルおよび市場性証券残高の967,000ドルから構成されている。

6 解の分析

資金調達所要額の主要な部分はターム・ローン代替案によってまかなわれている。表6からわかるように、モデルは1月に1,994,000ドルのターム・ローンを勧告し、このローンは7月に1,795,000ドルに減少する。

残りの所要額のために、モデルは必要に応じてすべての資金源泉を使用する。使用される信用限度の額は、営業用現金在高が200,000ドルである月（3月、4月、5月、9月および10月）において1,000,000ドルを決して越えないし、営業用現金在高が100,000ドルである月（1月、2月、6月、7月、8月、11月および12月）において500,000ドルを決して越えない。したがって、補償残高所要額が年率8.5%の実効利子率を生むような営業資金によってまかなわれる信用限度だけを、モデルは使用する。

支払勘定の支払延期は総借入金制約が課されている月において使用される⁵⁾（支払勘定の支払延期はこの制約の中に含まれていなかった）。かくて、たとえば、3月に使用される総資金調達は4,804,000ドルであり、このうち804,000ドルが支払勘定の支払延期である。同様な状況は4月と9月に存在している。

しかし主要な問題は費用のかかるターム・ローン代替案の使用に関連している。ターム・ローンは年率10%の利子費用プラス2%の非明示的コストがかかる。このことは、1カ月支払い延期された支払勘定を除くすべての代替案を越える借入金利子率になる。

この問題を解く手がかりは、計画期間中の流動比率を観察することによって得られる。流動比率は、3月と9月に1.20という最小値にくぎづけにされている。ターム・ローンはこれらの制約条件を満たしうる唯一の代替案である。これは、ターム・ローンの当期返済所要額部分のみを流動比率の分母（流動負

債)へ加えるだけでよいからである。かくてその他の資金調達方法とは違って、ターム・ローンは正味運転資本をふやし最低流動比率を満たすことになる。

つぎの問題は最低流動比率制約を満たすのにいくら費用がかかるかということである。その答は表9と表10に提供されており、それらは最低流動比率要求を削除したこと以外は同じ問題の要約表を示している。借入金要約表(表9)は資金調達において急激な変化を示している(表4参照)。ターム・ローンはもはや使われず、それは主としてコマーシャル・ペーパーと受取勘定担保借入金の組合せによって取って代わられている。平均流動比率は減少している。前の最低流比率1.2は今や四つの月(2月、3月、4月および9月)において破られており、3月において流動比率は0.99という最小値に到達している。

コスト要約表は、直接資金調達コストにおいてほぼ30,000ドルの減少を、総

表9 修正借入金要約表

月	流動比率	借入金 (単位・千ドル)	短期資本構成
0	0.00	1250	SSSSSSLLPPP
1	1.47	1265	CCCCSSSLLLL
2	1.05	2777	CCCCCSCSSSLLLLPPPPPPPPPPPP
3	0.99	4789	CCCCCCCCCSCSSSSSSSLLLLLLLL PPPPPPPPPPPPPPPPPP
4	1.01	4384	CCCCSSSLLLLLLLLL PPPPPPPPPPPPPPPPPPPPPP
5	1.33	3900	CCCCLLLLLLLLLPPPPPPPPPPPPPPPPPPPP
6	2.38	7	
7	1.88	542	CCCCC
8	1.44	2076	CCCCCLLLLLPPPPPPPPPP
9	1.02	4822	CCCCCSCSLLLLLLLLL PPPPPPPPPPPPPPPPPPPPPPPPPP
10	1.20	4309	CCCCCCCCCLLLLLLLLL PPPPPPPPPPPPPPPPPPPPPP
11	1.61	2367	CCCCCCCCCLLLLLPPPPPPPP
12	1.22	4486	CCCCCCCCCLLLLLLLLL PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP

凡例:

T = ターム・ローン

L = 信用限度

C = コマーシャル・ペーパー

P = 受取勘定担保借入金

S = 支払勘定の支払延期

表10 修正コスト要約表(単位・千ドル)

月	発生利子	非明示的成本			総コスト
		支払勘定の支払延期	ターム・ローン	年度末コスト	
1	5.5	2.5	0	0	8.0
2	30.7	0.3	0	0	31.0
3	41.9	3.7	0	0	45.6
4	27.5	3.2	0	0	30.8
5	26.5	0	0	0	26.5
6	-2.8	0	0	0	-2.8
7	1.0	0	0	0	1.0
8	11.9	0	0	0	11.9
9	41.6	0.3	0	0	41.9
10	27.9	0	0	0	27.9
11	13.5	0	0	0	13.5
12	12.4	0	0	7.6	19.9
合計	237.5	10.1	0	7.6	255.2

コストにおいて60,000ドルの減少を示している(表5と表10を比較せよ)。

[注] 1) Pogue and Bussard, op. cit., pp. 548~550, p. 552.

2) Pogue and Bussard, op. cit., p. 553.

3) コスト要約表は目的関数のそれぞれの項に対応する。すなわち、コストは各資金調達源泉の未決済残高がある月に割り当てられる。たとえば、6月において2カ月延期される支払勘定は、6月に課される失われた現金割引(発生利子欄)と、6月と7月に割り当てられる非明示的成本となる。

4) 資金運用表は現金主義で作成されている(それはモデルにおける予想される資金源泉および資金運用制約に対応する)。かくて6月において2カ月延期される支払勘定の例において、6月の支払勘定の支払延期に付随する失われた現金割引は、延期された支払勘定の支払いがなされる8月まで資金運用表に現れていない。

5) けだし、支払勘定の支払延期は、資金調達代替案の中で明示的成本と非明示的成本の合計が一番高い。支払勘定の支払延期は資金調達の最後の手段として利用されている。

VIII 結 び

ポグ＝バサドによって提示されたモデルは、財務管理者が将来の現金所要額の不確実性に関する彼の主観的見積りを最適資金調達計画の中に組み入れる

ことを可能にする。モデルの流動性準備金は、将来の現金収支の不適合の可能性に対する望ましい予防水準の維持を可能にする。したがって、現金過不足が発生する期間、さまざまな資金調達方法と制約式、および将来の現金所要額の不確実性から保護するための明示的な所要額などを含む短期計画問題をもつ企業の短期資金調達決定の展開において、ポグ＝バサドのモデルは有益な助けとなろう。

しかしながらかれらのLPによる現金収支計画の分析に問題がないわけではない。第一に、確実性下におけるロビチェクらのLPモデルを、不確実性下におけるLPモデルに拡張したことは評価しなければならないが、不確実性は月次の現金所要額の予測に限られている。第二に、市村教授が主張されるように、「財務ないし財務管理の研究においては、生産・販売活動と直接的に関連させてその研究を展開することなく、その総合結果として生ずる正味現金在高の変動のみに注目し、それを所与として前提としたうえで、流動性管理ないし資金コストを最小化する資金計画モデルを構成するのが通例であった¹⁾」。すなわち、ポグ＝バサドの研究は、従来のかかる研究領域にとどまっており、業務活動と財務活動を有機的に結合した総合モデル²⁾を展開していない。これらがポグ＝バサドのLPモデルに残された課題である。

〔注〕 1) 市村昭三著『運転資本管理』同文館、昭和50年、383ページ。

2) たとえば、ピーターソンのすぐれたつぎの研究をあげることできよう。

D. E. Peterson, A Quantitative Framework for Financial Management, Richard D. Irwin, Inc., 1969.

このピーターソンの研究は市村昭三教授の「業務計画と短期資金計画との総合化——ピーターソンの所論を中心として——」（市村昭三著『運転資本管理』第13章、同文館、昭和50年、383～430ページ）において論究されている。

参 考 文 献

- 〔1〕 Baumol, William J., "The Transactions Demand for Cash: An Inventory Theoretic Approach", Quarterly Journal of Economics (November, 1952)
- 〔2〕 市村昭三著『運転資本管理』同文館、昭和50年。
- 〔3〕 井尻雄士著『計数管理の基礎』岩波書店、昭和45年。

- [4] 平田正敏著『財務管理と数理計画法』森山書店, 昭和49年。
- [5] 平田正敏著『財務分析のシミュレーション』森山書店, 昭和53年。
- [6] Mao, James C. T., *Quantitative Analysis of Financial Decisions*, London: The Macmillan Co., Inc., 1969.
- [7] Orgler, Yair E., *Cash Management*, Wadsworth Publishing Co., Inc., 1970. 斎藤静樹訳『キャッシュ・マネジメント』日本生産性本部, 昭和48年。
- [8] Orr, Daniel, *Cash Management and the Demand for Money*, New York: Praeger publishers, 1971.
- [9] Peterson, D. E., *A Quantitative Framework for Financial Management*, Homewood Ill. : Richard D. Irwin, Inc., 1969.
- [10] Pogue, Gerald A. and Bussard, Ralph N., "A Linear Programming Model for Short Term Financial Planning under Uncertainty," in S. C. Myers (ed.), *Modern Developments in Financial Management*, (New York: Praeger Publishers, 1976), pp. 528—557.
- [11] Pobichek, A. A., Teichroew, D., and Jones, J. M. "Optimal Short Term Financing Decision," *Management Science*, Vol. 12, No. 1 (September, 1965) pp. 1—36.
- [12] Robichek, A. A., and Myers, S. C., *Optimal Financing Decisions*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice Hall, 1965. 古川栄一監訳, 別府祐弘, 古川浩一共訳『最適資本調達』東洋経済新報社, 昭和46年。
- [13] Wagner, H. M., *Principles of Operations Research*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice Hall, 1969.