

システム・ダイナミックス

手法による企業モデルについて

内 野 明

- I. はじめに
- II. シミュレーションと企業モデル
- III. リニーズの企業モデルの意義と背景
- IV. SD手法とモデルの基本形
- V. リニーズの企業モデルの全体構造
- VI. SD手法による企業モデルの会計構造
- VII. アカウンティング・ダイナミックスの構想とSDモデル
- VIII. おわりに

I. はじめに

企業行動解明の一つの有力な手段として、コンピュータを使ったシミュレーションがある。特定問題に対するシミュレーション・モデルは数多く存在するが、企業全体の有機的な体系を有意義な形でモデル化したものは、現在迄ほとんど存在しなかった。リニーズ (Lyneis [12]) は、この意味で『企業モデル』と呼ぶことのできるモデルを提示したが、これはこの点で高く評価されなければならない。

本稿は、システム・ダイナミックス手法を使って作られたこのリニーズの企業モデルをその会計構造を中心に紹介し、さらに『SDを基礎とする会計タームによる社会システムの動特性を解明するための方法論』であるアカウンティング・ダイナミックス (AD) の構想とSD手法による企業

モデルとの関連性についての考察を行なうことを目的とする。

本稿の構成を概観すると、第Ⅱ節においては、シミュレーションと企業モデルの重要性を、第Ⅲ節では、リニーズの企業モデルの意義と、そのモデル背景となった問題点を、さらに第Ⅳ節では、SD手法の一般的特性と、リニーズのモデルの基本型を述べる。第Ⅴ節では、リニーズの企業モデルの全体的構造を、第Ⅵ節では、リニーズの企業モデルの会計構造を例に、SD手法による会計モデルの特性について述べる。以上の部分は、リニーズの企業モデルを中心に展開されるが、第Ⅶ節では、このような企業モデル研究の背景となるアカウンティング・ダイナミックスの構想を、SD手法の企業モデルとの関連性を考慮しながら述べる。第Ⅷ節では、今後の研究課題を述べて本稿の結びとする。

Ⅱ. シミュレーションと企業モデル

シミュレーションとは、ある事象の写像としてのモデルを作り、それを使って、現実にはその事象をもってして行ないえない、または、行ないにくい条件下での模擬実験を行なうものである。その特徴は、条件設定を変えてシミュレーションを繰り返すことによって、種々の条件下での事象の態様を観察できることにある。

商品価格を上昇させたことにより企業環境が悪化した場合、企業が商品価格を元に戻しても、企業環境は価格上昇前には戻りえない。時の経過とともに動的に変化していく社会システムの場合、不可逆的性格は不可避であり、現実の場で実験的行動を取ることが困難である場合が多い。

シミュレーション自身は航空機の風洞実験のような物理システムにおいて多く行なわれてきたものである。しかし、社会システムの性格を考えると、意思決定のために各種の条件下での事象の態様をとらえるシミュレーションは、物理システムに劣らず社会システムにおいても重要性を持つも

のである。

高度の演算能力と繰り返しのきく特性からすると、社会システムのシミュレーションにはコンピュータは必需品である。1960年代の前半に経営学の領域で、サイアート・マーチ⁽¹⁾、ボニーニ⁽²⁾、マテシッチ⁽³⁾等の初期のコンピュータ・モデルと言うべき業績が輩出したのも偶然ではない。

マテシッチのモデルは、今期の売上高と次期の売上予測から、次期の売上・製造・直接材料・資金等々の予算や貸借対照表・損益計算書を作成する予算モデルである。現時点で解析してみると、このモデル構造の単純なことに驚かされる。しかし、当時の水準としては実にユニークなものであり、当時企業の予算モデルのプロトタイプとして実際に使われ、単に会計学上の素材としての歴史的意義にとどまらなかったものである。

初期の先駆的なモデルの歴史的意義はともかく、その後の企業モデルとしてのシミュレーション・モデルはどのように発展してきたのか。ここで厳密に企業モデルを、購買、生産、在庫、販売、財務、管理等の部門を有機的に統合した企業の全体像を表現したものと定義すると、本稿で紹介するリニーズの企業モデルを除いて、これに該当するものは皆無であったと言ってよいと思われる。

このことは、企業においてコンピュータによるシミュレーションが行なわれていないことを意味しているのではない。逆に、企業活動においてシミュレーションは強力な武器としてなくてはならないものになっているのである。しかし、基本的に、シミュレーションでは解すべき問題、目的がはっきりしている必要があり、その目的に応じてモデルの境界設定が行なわれる必要がある。そのため実際に実務で行なわれるシミュレーション・モデルは、本稿で定義した企業モデルから言うと、その部分モデルに過ぎない場合が多いのである。

企業は複雑な社会システムであるため、その写像としてのモデルも、多

数の意思決定機構と目標を持ち、多数の外生変数によって錯綜するものにならざるをえない。このため実務的には無論、理論上も有意義な企業モデルの作成は困難なのである。しかし、この困難が自明の理であるとしても、それ以上に企業モデルの作成は魅力的なものである。複雑な相互関係で結ばれた企業内部の部門間の相互作用は直観では見通しにくく、これをモデルとして明示し、関連を見通すことは、そのモデルがたとえ直接的に実務につながらないものであるとしても、理論的、教育的には非常に有意義であると言えるのである。

かつてマテシッチが企業予算のコンピュータ・モデル化の目的とした中には、各企業の予算モデルの基礎となるシミュレーション・モデルのプロトタイプを提供すること、教育用として実際の実験に耐える予算モデルを作ることがあった⁽⁴⁾。この場合の『予算』を、本稿で定義した意味での『企業』モデルに置き換えることは現在における課題ではあるまいか。

Ⅲ. リニーズの企業モデルの意義と背景

リニーズの『企業計画と政策設計』〔12〕は、MITの経営大学院(Alfred P. Sloan School of Management)のインダストリアル・ダイナミックスの入門コースのテキストである⁽⁵⁾。

(1) 組織の行動は、環境との相互作用における組織の構造(structure)と政策(policy)により決定される。

(2) コンピュータ・モデルは、行動を理解し、行動を改善するための各種の政策の設計(design)に使用可能である。

(3) 企業のマネジメントの重要な役割は、上記の事項を理解し政策設計(policy design)を行なうことである。

以上の前提の下に、企業計画(corporate planning)にシステム・ダイナミックス(SD)を応用することによって、SDに親しむことを目的とし

ている。その構成は、SDの必要性、対象とする企業の問題状況から出発して、製造、労務、財務部門等の政策設計を論じながら、企業モデルを部分から全体へと組み立てていく形式をとっている。

フォレスターの創始によるシステム・ダイナミックス (System Dynamics, SD) は、既に20年余の歴史を有している。在庫問題等を対象とするインダストリアル・ダイナミックスを出発点に、『成長の限界』で有名なワールド・モデルへと展開し、生態系の分析など現在幅広く用いられている。これはSDが単に簡便で応用のきくシミュレーション技法というばかりでなく、システム・ダイナミックスの名の通り、また、フォレスターの『システムの原理』〔5〕という著書名からもうかがえるように、理論的に整合性のとれた体系を持っているためでもある。

本来企業の問題解決の手段として開発されたSDを企業モデルに使うのは、言わば当り前のことであるとも言えるが、部分ではない、前節で定義した意味での作成困難なる『企業モデル』を提示した点に、リネーズの業績、モデルが高く評価されなければならないのである。さらに注目すべき点は、このリネーズのモデルが教育用、研究用に開発されたものではなく、現実の企業問題に対処するために開発されたものであって、このモデルを応用したものが実際実務上動いているという点である。

以下本節では、リネーズの論述の展開に従って、企業の計画過程における問題点と、モデルにされた企業の例をあげてみる。

『戦略的計画 (strategic planning) とは、企業目的 (corporate objectives) を、その目的を達成するための政策 (policy) と資源配分 (resource allocation) とに変換する過程であり、通常以下の過程を伴なう。

- (1) 企業の目標 (goals) や目的 (objectives) ⁽⁶⁾を設定する。
- (2) 経済的、政治的、技術的環境や競争環境の起こり得る方向を評価する。

(3) 潜在的な機会や脅威 (threat) を識別する。

(4) 脅威を処理し、機会を利用するために、戦略、政策、資源配分を開発する⁽⁷⁾。』

しかし、計画過程が今日の複雑で急速に変化する環境に不適當であるため、多くの企業では期待する経済成果にめぐりあっていない。

この原因をリネーズは、①政策設計が機能部門にによって切り離されていること、②政策設計が目標設定と切り離されていること、③政策設計が環境分析と切り離されていることの三点に求めている。言い換えると、各機能部門における最良の政策が、必ずしも全体としての企業にとっての最良の政策とは言えず、目標達成のために要求される努力が明確に測定しにくく、さらに、複雑に変化する状況に対処しうる政策設計が困難であるということである。

低業績は、現在受け入れられている経営手法を駆使しても起こりうるもので、必ずしもマネジメントの失敗に帰すべきものではないが、複雑な相互関係を持った企業において、経験と直観とに頼る計画過程は改善されなければならない。

リネーズがモデルとして取り上げた企業は、産業機器の製造企業として業界トップの地位を占めながら、10年ないし15年にわたって、市場占有率の漸減、収益性の低下、雇用の不安定に悩んだ企業である。

その企業の目的とは次の三点であり、企業目的を達成するための業務政策として五点が掲げられてきた⁽⁸⁾。

(企業目的)

1. 技術革新、製品改良、特注品を通して、顧客に対する高度の応答 (responsiveness) を維持する。
2. 急激な技術変化、経済的变化に対応するため、資産に対する投資はなるべく控える。

3. 受注から引き渡し迄のデリバリー・タイム⁽⁹⁾の縮小。

(業務政策)

1. 生産率——特注や製品改良に備えて製品在庫を持たず、完全受注生産を行なう。

2. 部品発注——過去の平均使用率によるが、なるべく部品の在庫は少なめにする。

3. 設備拡張——周期的な変動を持った産業のため、不況時に対応できるように、需要の増大が確実にってから投資を行なう。

4. 価格——高品質ならばやや高価格でも競争が可能である。

5. 技術変化——製品設計における大小の変化は当然のこととする。

以上の企業目的と政策は、個々それぞれは他の企業と大体同じようなものであり、最善の策とは言えなくとも、理にかなったものであるとは言えるのである。しかし、これらの目的と政策が全体として、市場占有率と収益性の低下につながっているのである。

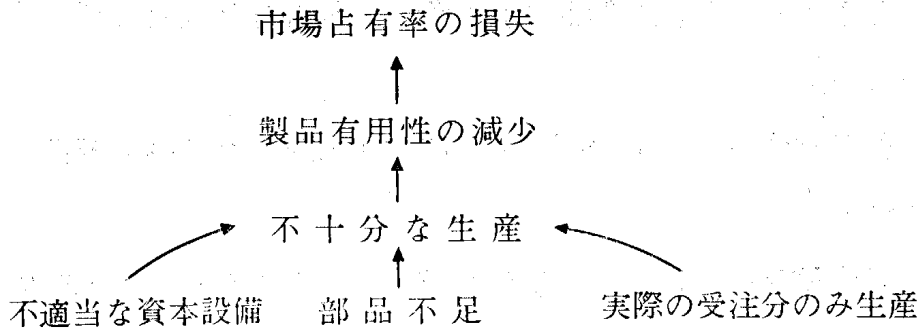
高品質で完全受注生産のこの企業の最大の問題点は、受注を受けてから引き渡しまでのデリバリー・タイムの長さにあった。第1図のように、①実際の受注分のみ生産、②部品不足、③不十分な資本設備の三要因が、不十分な生産を生み、デリバリー・タイムが長くなって製品有用性の減少を生み、市場占有率を失うことになったのである。

さらにこれら三要因について考えると以下のようになる。

1. 生産率政策——限られた生産能力の下では、その生産能力で生産を続け、不況時には在庫を持つ政策が良いようである。ここで問題となるのは、①受注率の変化にいかに速く対応するか、②もしあるならばどのような予測手順を取るか、③望ましい在庫レベルをいかに決めるか、④望ましい在庫と実際の在庫との差をいかに速く調整するかなどの点である。

2. 部品発注政策——部品には現在の生産に必要な現行部品と、サービ

第1図 市場占有率を失う主要因



出所：Lyneis [12] p. 21 図 2.1

スのための補修部品とがある。受注に合わせて生産率が変化することによって生じる部品不足に加えて、技術変化が激しく、製品改良が頻繁なため、30日分の現行部品の山が一夜にして3年分の補修部品に変わる場合がある。部品在庫への投資が極力抑えられている状況下で補修部品が増えることは、生産のための現行部品不足を強めるのである。結局、部品在庫の政策として考えられる手段は、①十分な安全在庫を持つか、②生産、部品の到着に十分先立つ生産計画を作成することである。

3. 資本設備拡張政策——製品在庫を持たないならば、ピーク時にも対処できるような生産能力を持たなければならない。

第2図は、市場占有率の低下に関する要素全体を図示したものである。

この企業の問題解決のための要素として以下の諸点があげられる⁽¹⁰⁾。

①部品在庫，資本設備，労働力などから決まる生産率。

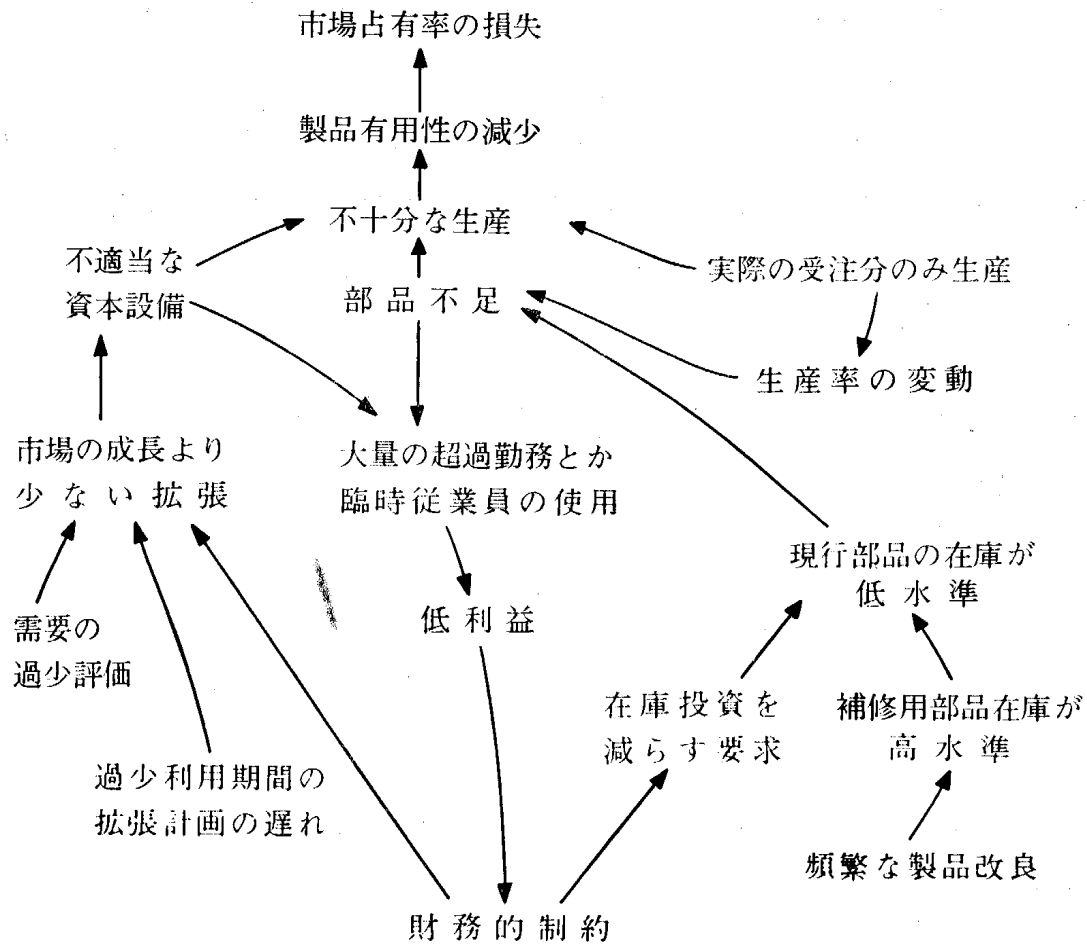
②各種の要因から決まる望ましい生産率。

③部品発注と資本設備発注の政策。

④部品供給者の生産政策と能力。

⑤企業の財務会計構造の完全な描写。

第2図 市場占有率を失う要因



出所：Lyneis [12] p. 28 図 2.6

⑥企業と競争相手の製品有用性及び価格に対するもっとも起こりやすい市場の反応。

⑦競争者がもっとも取りやすい生産、設備、価格政策。

これらを踏まえてリネイズの企業モデルが生まれたのである。

モデルより導かれた政策の変化は以下のような点である⁽¹¹⁾。

1. 生産率は生産能力に近いところで安定的に維持して、受注と生産との差は、製品在庫によって吸収する。

2. 部品発注は供給者のリード・タイムを前もって考えた生産計画に従

って行なう。

3. 生産能力の拡張にあたっては、不確実な予測に対する緩衡として、予測より10%高い計画を立てる。

モデルによる効果についての詳細は省略するが、以上の政策により、慢性的な市場占有率の低下に悩んだこの企業は危機を脱したのである。

Ⅳ. SD手法とモデルの基本形

SDで取り扱うモデルをダイナミックス・モデルと呼び、DYNAMO言語で表現してシミュレーションを行なうが、これは次の性格を有している⁽¹²⁾。

①多重の情報フィードバック・ループがある。

②原因となる事柄と結果となる事柄が、時間とともに、相互に立場をかえる。

③解明したい研究題目に関係している意思決定機構を備えている。

④多くのモデルは、非線形性である。

SDモデルは、システムの境界内 (closed boundary) における、フィードバック・ループ構造、サブ構造としてのレベルとレート、サブ・サブ構造としての目標値、観測値、差、アクションからなる階層構造を持ったシステムである⁽¹³⁾。社会科学で重視される計量経済モデルなどがデータ依存と言われるのに対し、SDは構造依存のモデルであることを特徴とする。そのためSDモデルの場合は、単にアウトプットが時系列データにどの程度適合するのか、また、そのための係数設定の可否を論ずるだけでなく、対象とする事象の現実の意思決定機構、情報の流れを考えて、モデルの構造そのものの妥当性が議論できるのである。

SDによる分析のステップは次のようなものとなる。

(1) 対象とする問題に対し、その問題解析に必要なシステムの境界を定

める。

(2) システムの行動を規定するフィードバック・ループを発見し、定式化する。この時システムは、ストックの概念でシステムの状態を表わすレベル変数と、フローの概念で状態の変化、政策変数を表わすレート変数で基本的には表わされる。

(3) システムを動かしながら、定式化の妥当性を考え、システムに改良を加える。同時に、システム内部の相互関係について理解を深める。

(4) 問題の行動を改善する政策を設計する。

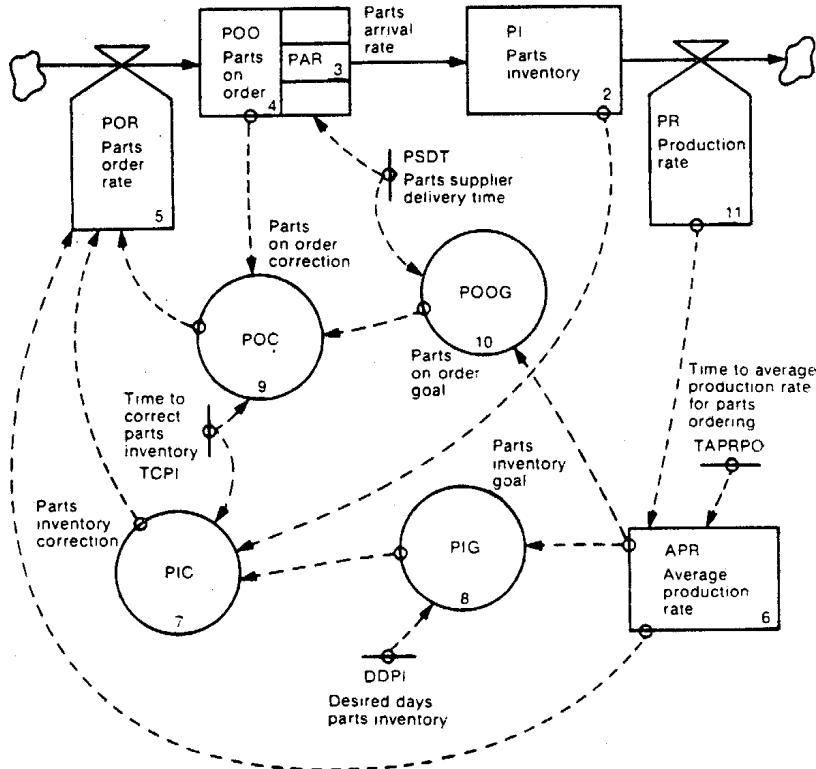
(5) 種々の環境（条件）の下での政策の与えるシステム行動をとらえる。

モデルをDYNAMOで表現する手法については、本稿では既知のものとして述べないが、リネーズ [12] の第3章では、生産率、部品在庫、部品発注のごく簡単な関係からSDモデルの基礎を解説している。直接全体モデルの一部になるわけではないが、企業モデル全体の基本的なアルゴリズムを表現し、モデルの基本形となる第3章の最終形をここでは考えてみる。

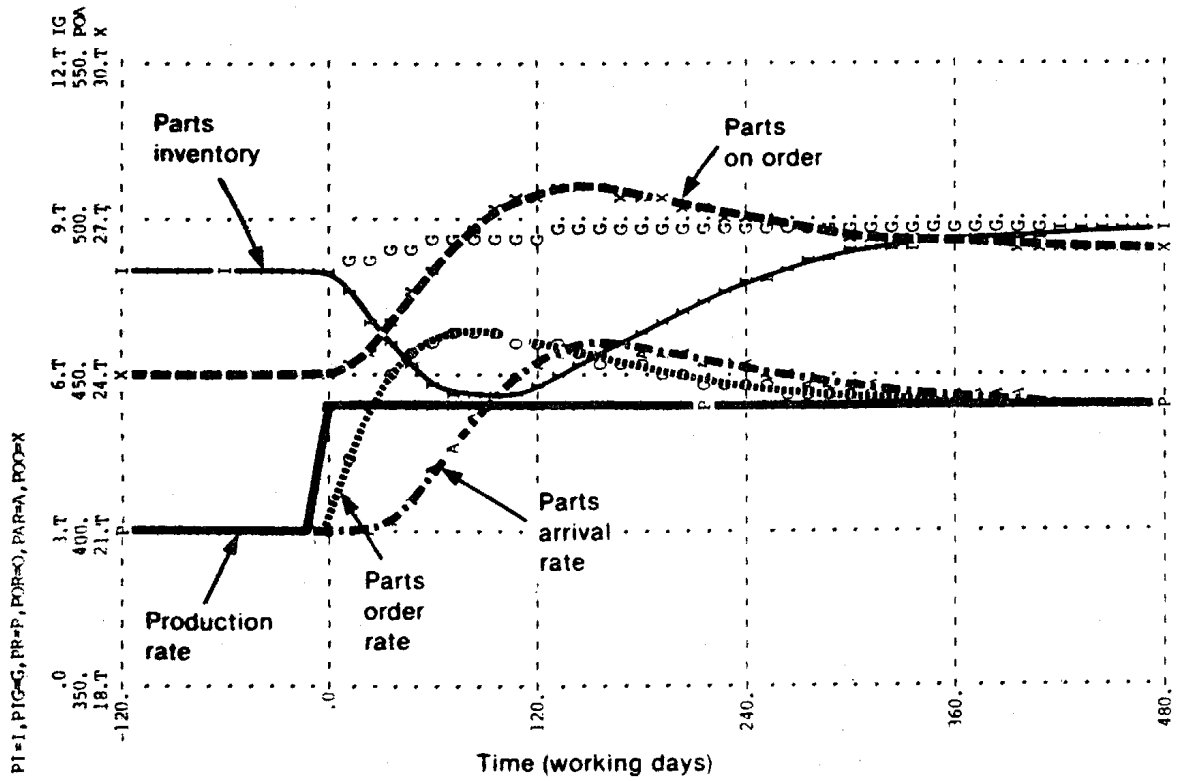
第3図がこのモデルのフロー・ダイアグラムである。定常状態で日産400個の製品が生産され、生産量で20日分の8000個の部品在庫を有し、部品の発注から納入迄の平均60日のリード・タイムのために24000(=60×400)個の部品発注残を有すると仮定されている。

このモデルの場合の外生変数は生産率PR (production rate) であり、日産400個から440個に生産率が変化した場合のシステムの状態を示したのが第4図である。定常状態では1日の生産個数と同じ個数の部品を発注すれば良いが、生産量に変化のあった場合は、そのままでは部品発注から受け取り迄の60日のタイムラグのために部品の在庫が減少し、不足したままの水準で回復しない。このため部品在庫の望ましい水準と現状との差を調整する(PIC, parts inventory correction) 必要が生じる。さらに、部

第3図 出所 Lyneis [12] p. 64 図 3.23



第4図 出所 Lyneis [12] p. 65 図 3.24



品不足を速く解消し，逆に部品在庫の不足分を発注し過ぎることのないように働く，望ましい部品発注残と現状との差を調整する（POC, parts on order correction）必要が生ずるのである。

第3図で示したこのモデルは，生産率の変化にシステム全体が対応する場合の基本的なアルゴリズムを有している。現実存在するシステムはこのモデルよりはるかに複雑なものであろうが，そのごく一部に過ぎないこのモデルにおいても，フィードバック・コントロールの概念や情報遅れの問題が存在するのである。第1表はDYNAMOのプログラム例である⁽¹⁴⁾。このモデルにおいては，TAPRPO，TCPIの値の選択によってシステム全体の態様が変化する。外生変数PRの変動の仕方に対応した望ましい政策の選択が可能になるのである。

第1表 プログラム例

1	L	$PI.K=PI.J+DT*(PAR.JK-PR.JK)$
2	N	$PI=DDPI*CPR$
3	R	$PAR.KL=DELAY3(POR.JK,PSDT)$
4	C	$PSDT=60$
5	L	$POO.K=POO.J+DT*(POR.JK-PAR.JK)$
6	N	$POO=PSDT*CPR$
7	R	$PR.KL=CPR*SPR.K*RPR.K$
8	C	$CPR=400$
9	A	$SPR.K=1+STEP(SH1,ST1)+STEP(SH2,ST2)$
10	A	$RPR.K=1+RAMP(RS1/240,RT1)$
11	C	$DDPI=20$
12	C	$RS1=0/RT1=0$
13	C	$SH1=.1/ST1=0/SH2=0/ST2=0$
14	R	$POR.KL=APR.K+ISWT*PIC.K+PSWT*POC.K$
15	C	$ISWT=1$
16	C	$PSWT=1$
17	A	$POC.K=(POOG.K-POO.K)/TCPI$
18	A	$POOG.K=PSDT*APR.K$
19	A	$APR.K=SMOOTH(PR.JK,TAPRPO)$
20	C	$TAPRPO=60$
21	A	$PIC.K=(PIG.K-PI.K)/TCPI$
22	C	$TCPI=60$
23	A	$PIG.K=DDPI*APR.K$
24	A	$INVCOR.K=PI.C+POC.K$
25	N	$TIME=-120$
26	SPEC	$LENGTH=480,DT=1,PLTPER=12,PRTPER=20$
27	PLOT	$PI=1,PIG=G(0,12E3)/PR=P,POR=0,PAR=A(350,550)/POO=X(18E3,30E3)$
28	PRINT	$PI,PIG,*,PR,POR,PAR,*,POO$
29	RUN	

V. リニーズの企業モデルの全体構造

リニーズの企業モデルは，基本的には第Ⅲ節で述べた製造企業の問題解決のために作成されたモデルであるので，問題解決に必要な要素がすべて

含まれている。生産部門のモデルを基礎に、新たな要素を加える形でモデルが拡張され、最終モデル迄11段階のモデルが存在する。したがってリネーズの企業モデルの最終形は、各段階のモデルの要素の集合体となっている。それぞれの段階において興味深い点が数多く存在するが、本稿ではモデルの最終形の全体構造を把握するために、各段階のモデルをごく簡単に紹介する。

(第1段階) 部品発注率政策と生産率政策とを含み、製品受注率(顧客からの受注)を外生変数とする部品在庫、製造、製品在庫のモデル。前節で紹介した基本形を二つつないだ形で、リネーズの企業モデルのベースとなる部分のモデルである。(第5図のフロー・ダイアグラム参照。)

(第2段階) 部品発注率政策と生産率政策とに予測を含めたモデル。

(第3段階) 部品の在庫不足が生産率に制約を与えるモデル。

(第4段階) 部品供給業者の製造能力の制約のため、部品納入のリード・タイムが延びることによる部品不足を含んだモデル。

(第5段階) 雇用部門と労働力不足による制約を含んだモデル。

(第6段階) 価格と製品納入のデリバリー・タイムにより市場占有率が決定され、外生変数である市場需要との積が製品受注率となるモデル。

(第7段階) 財務部門を含むモデル。

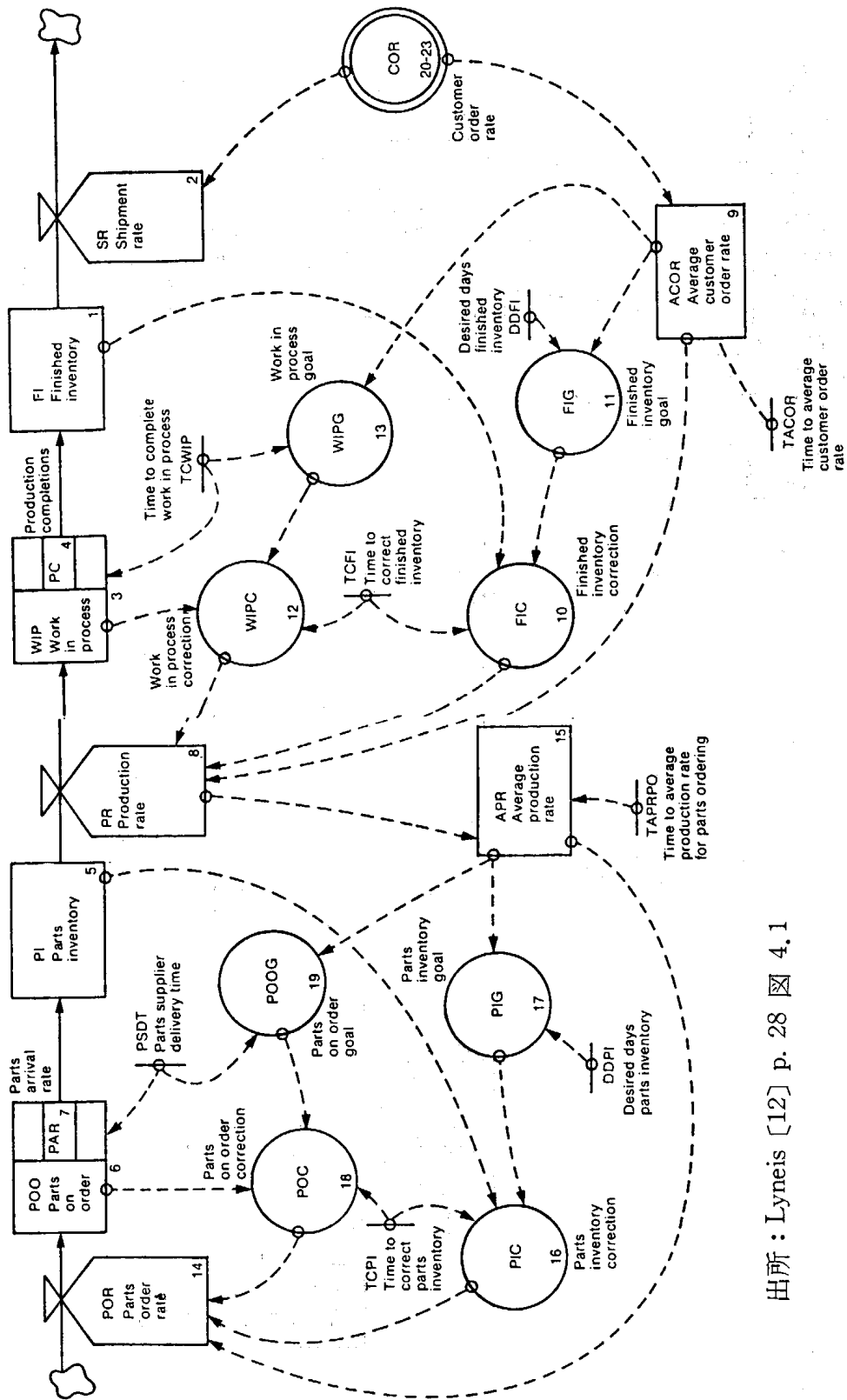
(第8段階) 財務的制約として在庫回転率が悪化した場合、生産率と部品発注率に制約が加わるモデル。

(第9段階) 設備拡張を含むモデル。

(第10段階) 負債資本比率が設備の拡張と短期借入に、現金不足が雇用、解雇、部品の発注、買掛金の返済、配当率に制約を与えるモデル。

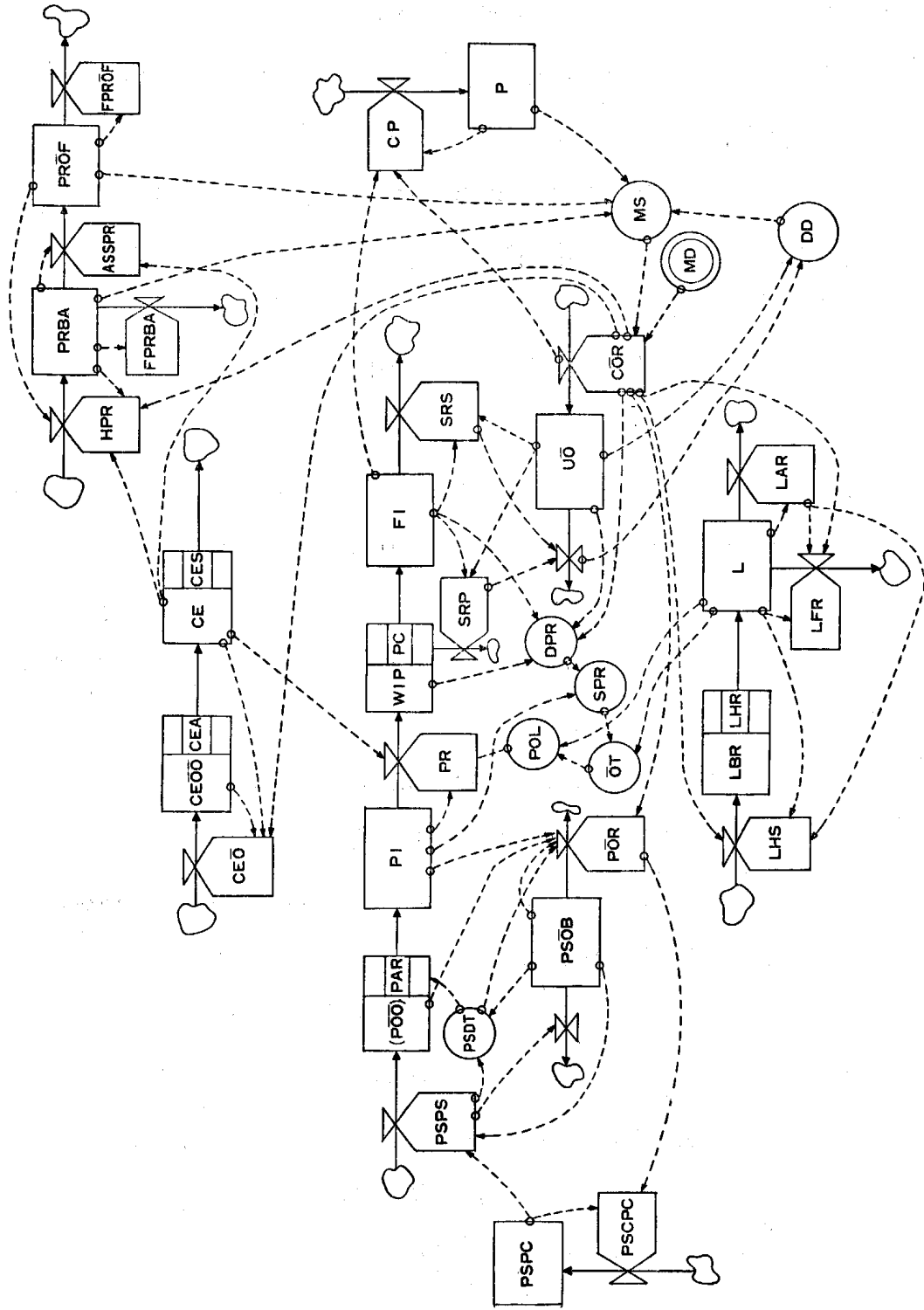
(第11段階——最終形) 研究開発、エンジニアリング、マーケティング、マネジメント等に従事する専門家の努力が、製品価値(availability や attractiveness)に影響を与えるモデル。

第5図



出所: Lynéis [12] p. 28 図 4.1

第6図 リニーズの企業モデルの全体構造



リニーズの企業モデル全体のフロー・ダイアグラムは膨大なものとなるので、ここでは全体構造の理解を助けるために簡略化した第6図のフロー・ダイアグラムで解説を行なうことにする。

市場需要MD (market demand) がこのモデルの外生変数であり、このMDと市場占有率 (market share) により受注COR (customer order rate) が決まる。市場占有率MSを決めるのは、価格Pとデリバリー・ディレイDD (delivery delay) と専門家PROF (professionals) の努力である。CORは雇用、生産率、部品発注などに影響を与え、受注残UO (unfilled order) になる。部品発注率POR (parts order rate) は、COR、PI (parts inventory), POO (parts on order) などから決まり、部品の発注を受けた部品供給業者は、供給能力PSPC (part supplier production capacity) を調整しながら注文残PSOB (parts supplier order backlog) によって部品供給にかかる日数PSDT (parts supplier delivery time) を変えつつ部品の供給を行なう。部品PI (parts inventory) は、生産によって半製品WIP (work in process) になり、生産にかかる遅れPC (production completions) を伴って製品在庫FI (finished inventory) となるが、完成後直ちに出荷SRP (shipment rate from production) されるものもある。CORから決まる資本設備の発注CEO (capital equipment orders) は、遅れをともなって資本設備CE (capital equipment) になり、いずれ廃棄CES (capital equipment scrappage) される。CORとCEから決まるHPR (hiring of professionals) は、専門家の言わば予備軍PRBA (professionals being assimilated) になるが、これがすべて専門家PROFになるわけではない。価格P (price) は、製品在庫FIと受注によって決まる。雇用の調整は受注によって決まる。雇用LHS (labor hiring starts) してもすぐに労働力L (labor) になるわけではなく、自然に退職LAR (labor attrition rate) する分を除いて、解雇LFR (labor firing rate) や超過勤

務 OT (overtime) を組み合わせて、労働力の調整が行なわれる。モデルの中で一番重要度の高い生産率 PR は、基本的にはダイアグラムにあるように、各種の要素の影響を受けて決まる労働力からの生産能力 POL (potential output from labor) によって決定される。

会計部門については次節で述べるので除いてあるが、第 6 図は、リニーズの企業モデルの全体構造をかなり適確に表現している。ここで見たように、リニーズの企業モデルの最終形は、生産部門を中心に、部品の購買部門、労務部門、財務部門 (次節)、資本設備部門を持つと同時に、部品の供給業者、競争企業や消費者といった企業外部も含めた大規模なものである。実際の問題に対処するためのモデルであるからこのようになったのであり、単なる一企業システムよりさらに大きな社会システムの部分モデルであると言うこともできる。

Ⅵ. SD 手法による企業モデルの会計構造

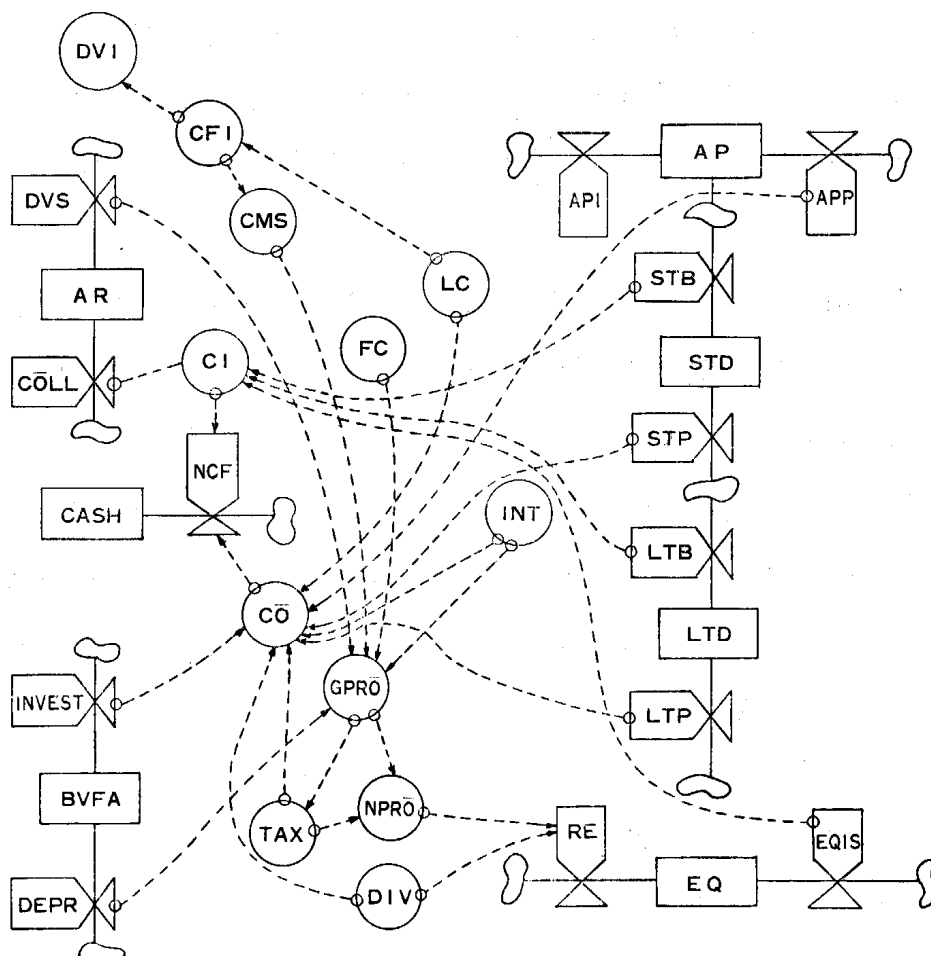
リニーズの企業モデルの会計構造を例に、SD 手法による企業モデルの会計構造を考察する。

リニーズの企業モデルでは、前節で見たように第 7 段階、第 8 段階、第 10 段階で組み込まれた要素が会計部門にあたる。会計そのものの議論としては、会計情報より生まれる財務的制約が、どのような形でどこに利いているのかが問題となる。事実、リニーズのモデルにおいては、各種の財務的制約が強く企業モデルの行動に影響を与えているのである。しかし、本節で取り扱う会計構造とは、企業行動の財務的変動の測定記録の部分、複式簿記の体系にあたる部分の構造である。

第 7 図は、リニーズの企業モデルの第 7 段階で登場した会計構造の概要のフロー・ダイアグラムである。

貸借対照表項目はレベルとして表わされている。現金 CASH は、NC

第7図 リニーズの企業モデルの会計部門



(net cash flow) によって増減する。売掛金AR (accounts receivable) は、売上高DVS (dollar value of sales) で増加し、回収COLL (collections) で減少する。部品、半製品、製品を含めた棚卸資産DVI (dollar value of inventory) は、貸借対照表項目中これだけ補助変数で表わされ、製品原価CFI (cost of finished inventory) その他(省略してある)から計算される。固定資産BVFA (book value fixed assets) は、投資INVESTで増加し、減価償却DEPR (depreciation) で減少する。買掛金AP (accounts payable) は、API (accounts payable increases) で増加し、支払いAPP (accounts payable payments) で減少する。短期負債S

TD (short term debt) と長期負債 LTD (long term debt) は、それぞれ借入 STB (short term borrowing), LTB (long term borrowing) で増加し、返済 STP (short term payments), LTP (long term payments) で減少する。資本 EQ (equity) は、留保利益 RE (retained earnings) と株式の発行 EQIS (equity issue) で増加する。

損益勘定項目及び、財産勘定としてのレベルの増減を表わすレイト項目を除くその他の勘定項目は、補助変数で表わされる。現金の増加 CI (cash inflows) は、売掛金の回収 COLL, 短期の借入 STB, 長期の借入 LTB, 資本の増加 EQIS からなり、現金の減少 CO (cash outflows) は、買掛金の支払い APP, 労務費 LC (labor cost), 支払い利息 INT (interest payments), 短期負債の返済 STP, 長期負債の返済 LTP, 投資 INVEST, 税金 TAX, 配当 DIV (dividends) からなる。製品原価 CFI (cost of finished inventory) から製品販売原価 CMS (cost of material shipped) が計算される。粗利益 GPRO (gross profits) は、売上高 DVS から、製品販売原価 CMS, 固定費用 FC (fixed cost), 支払利息 INT を差し引いたものであって、さらに税金 TAX を引いて純利益 NPRO (net profits) が計算される。純利益 NPRO から配当 DIV を差し引いて留保利益 RE が計算される。

以上のリニーズのモデルの会計構造は、本来財務諸表を出力することを意図して作られているわけではない。しかしここでは、SDモデルにおける会計の問題点を取り上げるために、第2表、第3表に、それぞれ貸借対照表と損益計算書を作為的に出力させてみる。条件の違いは、第2表では1日ごと、第3表では20日(1カ月)ごとになっている。このような形式のアウトプットの場合、第2表ではB/SもP/Lも問題ないが、第3表のP/Lは、1カ月間の損益計算は行なっておらず、第2表のP/Lと同じく、1日ごとの、より正確に言うとシミュレーションの時間間隔DTの

第2表 会計のアウトプット (1日ごと)

FACOM OS2/V5 DYNAMO CHAPTER 9

RUN-										
TIME	CASH	AR	DVI	BVFA	AP	STD	LTD	EQ		
E 0	E 3	E 6	E 6	E 6	E 6	E 3	E 3	E 6		
0.0	600.00	1.6000	1.9680	2.4000	1.0500	617.20	522.13	4.3787		
1.0000	600.66	1.6000	1.9680	2.4000	1.0500	617.20	521.92	4.3795		
2.0000	601.25	1.6000	1.9717	2.4000	1.0500	617.14	521.70	4.3804		
3.0000	600.95	1.6000	1.9745	2.4015	1.0501	617.01	522.04	4.3813		
4.0000	602.35	1.6012	1.9765	2.4030	1.0503	618.72	522.38	4.3823		
5.0000	604.93	1.6033	1.9780	2.4045	1.0505	621.66	522.72	4.3834		

TIME	DVS	CMS	FC	DEPR	INT	GPRO	TAX	NPRO	DIV	RE
E 0	E 3	E 3	E 3	E 3	E 0	E 3	E 3	E 3	E 3	E 0
0.0	40.000	28.200	6.8000	1.0000	189.89	3.8101	1.9051	1.9051	1.0309	874.11
1.0000	40.000	28.200	6.8000	1.0000	189.85	3.8102	1.9051	1.9051	1.0309	874.13
2.0000	40.000	28.292	6.8000	1.0000	189.79	3.7179	1.8589	1.8589	1.0309	827.98
3.0000	41.200	29.234	6.8000	1.0006	189.83	3.9755	1.9877	1.9877	1.0309	956.78
4.0000	42.117	29.977	6.8004	1.0012	190.19	4.1475	2.0738	2.0738	1.0309	1.04287
5.0000	42.813	30.565	6.8012	1.0019	190.76	4.2539	2.1270	2.1270	1.0309	1.09607

第3表 会計のアウトプット (20日ごと)

RUN-										
TIME	CASH	AR	DVI	BVFA	AP	STD	LTD	EQ		
E 0	E 3	E 6	E 6	E 6	E 6	E 3	E 3	E 6		
0.0	600.00	1.6000	1.9680	2.4000	1.0500	617.20	522.13	4.3787		
20.000	605.78	1.6000	1.9680	2.4000	1.0500	609.83	517.80	4.3961		
40.000	658.48	1.6590	1.9759	2.4274	1.0629	658.82	523.20	4.4165		
60.000	676.01	1.7034	1.9886	2.4541	1.0877	649.28	525.66	4.4262		
80.000	683.25	1.7355	1.8992	2.4786	1.1103	627.32	523.94	4.4328		
100.00	688.19	1.7610	1.8440	2.5011	1.1265	605.45	519.64	4.4418		

TIME	DVS	CMS	FC	DEPR	INT	GPRO	TAX	NPRO	DIV	RE
E 0	E 3	E 3	E 3	E 3	E 0	E 3	E 3	E 3	E 3	E 0
0.0	40.000	28.200	6.8000	1.0000	189.89	3.8101	1.9051	1.9051	1.0309	874.11
20.000	40.000	28.200	6.8000	1.0000	187.72	3.8123	1.9061	1.9061	1.0309	875.18
40.000	44.361	32.932	6.8247	1.0114	197.41	3.3955	1.6978	1.6978	1.0311	666.66
60.000	44.367	33.630	6.8533	1.0225	196.37	2.6650	1.3325	1.3325	1.0310	301.45
80.000	44.819	33.907	6.8830	1.0327	192.37	2.8038	1.4019	1.4019	1.0300	371.91
100.00	45.125	33.851	6.9142	1.0421	187.84	3.1293	1.5647	1.5647	1.0280	536.61

長さの損益計算を行なっているにすぎないのである。

リースの企業モデルの会計構造は、SDモデルの会計構造としては標準的なものである。第7図のフロー・ダイアグラムで示された会計構造は非常にわかりやすく、モデルとして必要な財務的制約条件も会計部門から取り出せるのである。しかし、SDモデルにおける会計は、単に制約条件として必要な会計情報を得るためのものであって、複式簿記のような機構を形式的にせよ持つことはDYNAMOコンパイラの制約上非常に困難なのである。

会計からすると、財産勘定、貸借対照表項目はレベルで、損益勘定項目はレイトで表わすべきであるが、リースのモデルを見てわかるように、①補助変数を数多く使い、②B/S項目がお互いにレイトをはさんで level to level の直接（交換）取引をする形を避けているのである。結局、これらは会計らしさを確保するための便法である。しかし、これらはSDの制約下における会計モデルとしては避けて通ることができないのである。

会計部門を含めてリースの企業モデル全体の概要を見てきたが、シミュレーションの実際のアウプット例を本稿末の付図（1）～（3）に示してある。特に、付図（2）が会計部門からのアウプットであり、SDの場合このような形式で会計情報が生かせるのである。

Ⅶ. アカウンティング・ダイナミックスの構想とSDモデル

アカウンティング・ダイナミックス（Accounting Dynamics, AD）とは、『コンピュータによるシミュレーションを固有の手段とする会計の研究領域⁽¹⁵⁾』であり、『SDを基礎とする、会計タームによる社会システムの動特性を解明するための方法論』であって、その構想は、中央大学亀山三郎教授と専修大学小島崇弘助教授の共同研究として、日本会計研究学会第38回大会において、『アカウンティング・ダイナミックス——方法論

的特徴とモデル』と題して報告されたものである。

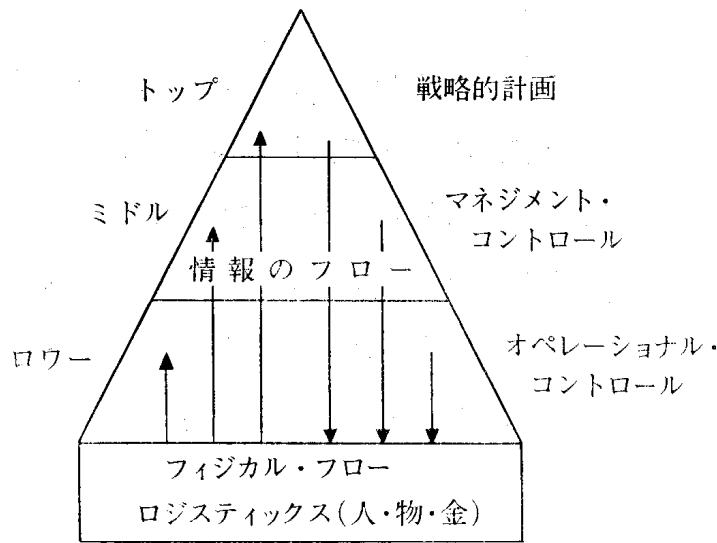
『アカウンティング・ダイナミクスでは、会計を、企業や国民経済などの社会システムにおける、資源配分のための情報制御系と考える。そしてこの情報制御系の機能如何によって、社会システムの行動は決定的に規定されているという考えを基本的前提としている。一般に、社会システムにかぎらず、自然システムや物理システム、生物システムにおいても、システムの行動はそのシステムの内部に形成される情報制御系の機能によって規定されるという考え方は、ウィーナーやフォレスターに共通に見られるところである。

人間は、始め、経済活動を資源配分の見地から測定制御するためのアートとして、会計を工夫したに相違ない。ところが、社会が発展し、人間相互の経済取引が複雑になるにつれて、このアートは、制度として社会システムの中に一定レベルを形成し、社会システムの行動に強い影響を与えるようになった。しかるに、会計学は、これまで、会計情報が現実に果しているこの制御機能をマクロスコピックに解析し、社会システムの行動特性の解明に迫る有効な方法を持たなかったといえよう。社会科学としての会計における、かかる方法論の欠如に対する疑念がわれわれの根本の問題提起であり、アカウンティング・ダイナミクスは、このような方法論の確立を課題とする会計の新しい研究領域である⁽¹⁶⁾』

企業モデルを概念的に見た時（第8図）基本となるのはロジスティックスの段階である。この段階は文字通り人・物・金のストックとフローのシステムであり、物流（physical flow）システムである。この上に、トップ、ミドル、ローのマネジメントないし、戦略的計画、マネジメント・コントロール、オペレーショナル・コントロールの情報体系が構築されているのである。

フィジカル・フローの動きは、複式簿記や原価計算の体系、その他の貨

第8図 企業システム

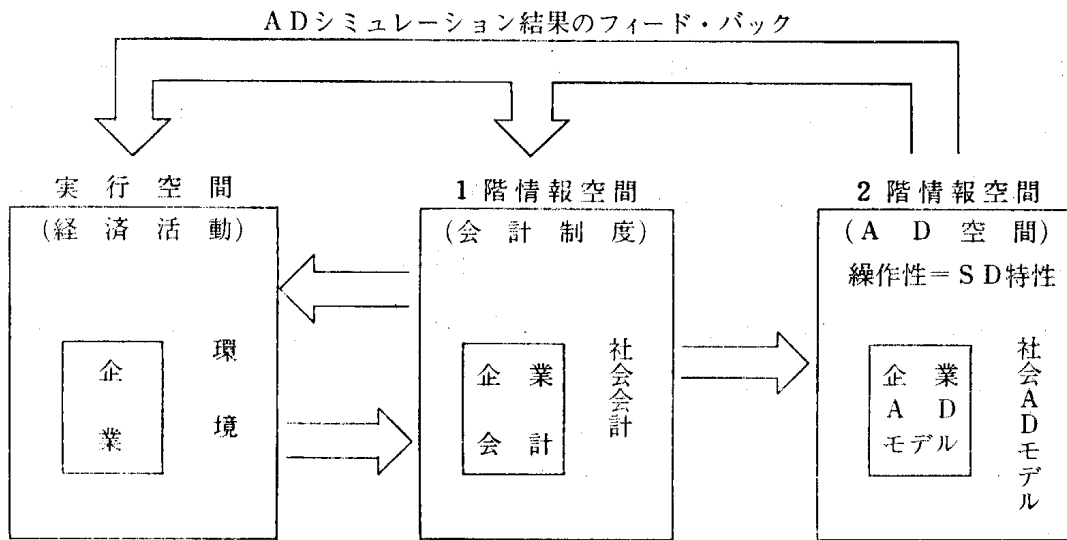


幣的評価でとらえられる会計情報と、非貨幣的・物量情報である経営情報としてとらえられる。

会計情報を含めた広義の経営情報という概念を否定しようとするものではないが、ここであえて厳密に経営情報と会計情報を区別したのは、第一に企業の情報システムにおける会計の果たす役割を強調したいからである。複式簿記や原価計算の体系は、企業組織上あまりにも基本的なものであるが故に、逆に軽視される傾向がある。戦略的意思決定のための情報は外部情報を主体とするが、戦略的意思決定が有効に機能しうるための条件として、会計情報を中心とする適切な情報システムの確立が不可欠なのである。

会計情報と経営情報を区別する第二の理由は、情報的にゼロ階の実行空間と呼ぶことのできるフィジカル・フローから、1階の情報空間としての会計と経営がそれぞれ異なったフィルターで実行空間から情報をとらえているという認識である。異なったフィルターを通して生まれた経営情報、会計情報を使って企業の情報システムが成り立っていると考えからである。現実モデルを作成しようと企業システムを思い浮かべると、そこに会計構造の果たす役割が浮かびあがってくるのである。

第9図 A D の概念図



筆者が望む企業モデルは、会計構造を持ち、さらにそこから生まれる会計情報が企業行動の有効な制御系として働くものである。

第9図は、アカウンティング・ダイナミクス（AD）の概念を図示したものである。

『図における矢印は、ADモデルによるシミュレーション結果のフィードバックを示す。このフィードバック・ループを通じて、会計制度が現実に果している経済活動の制御機能を解明し、それに規定される企業や、企業を下位システムとして含む国民経済などの社会システムの行動特性を解明することがアカウンティング・ダイナミクスの課題である⁽¹⁷⁾。』

ADは、制度会計情報が、実行空間における経済活動を如何に制御しているかの解明を目的とするものであるから、実行空間、1階情報空間をとともに対象とする2階の情報空間に成立する概念であり、情報のフィードバック系を含む階層構造を持っている。

アカウンティング・ダイナミクス（AD）の名称は、システム・ダイナミクス（SD）に由来している。ADの方法論的基礎をSDに負って

いる理由を亀山教授は、『モデルの構造，記述方程式，コンピュータによるシミュレーションのためのコンパイラ（DYNAMO）などが，研究目的を満足する形ですでに，周到に用意されており，しかもレベルとレートというSDモデルの二つの基本的変数が伝統的な会計の財産勘定，損益勘定の概念に類似するなど，全体にSDのタームによる会計モデルの構築に見通しが得られやすいことによる⁽¹⁸⁾。』と述べている。

会計とSDとの類似性はしばしば指摘されてきたところであるが，前節でふれたように，ADの要求がSDですべて満たされるわけではない。

一般に企業モデルでは，会計情報が働く制御系（財務的制約）が有効に表現されておれば満足がいくと言えるのである。

しかし，ADモデルとしては会計構造が明確に表現される必要があり，モデルの初期条件として貸借対照表のデータがインプットされることなど，企業モデルとしての操作性も要求されるのである。

SDが会計構造を表現しにくい理由は，SDで扱うシステムが人，物，金，情報の集合体としてのフィジカル・フロー，ロジスティックスであり，ADの概念（第9図）でいくと，実行空間そのものを表現し，モデル化しているからである。SDにおける会計は，実物としての『金』の動きを表現していると言える。それに対してADでは，会計のフィルターを通して実行空間をながめるための，1階の情報空間にある会計構造が必要となる。

ここではADとの対比においてSDについて極端な表現をとってしまったが，システムの動特性を解明するための理論的枠組と，シミュレーションの簡便性というSDの長所を，ADから捨て去るわけにはいかないことも事実である。

VIII. お わ り に

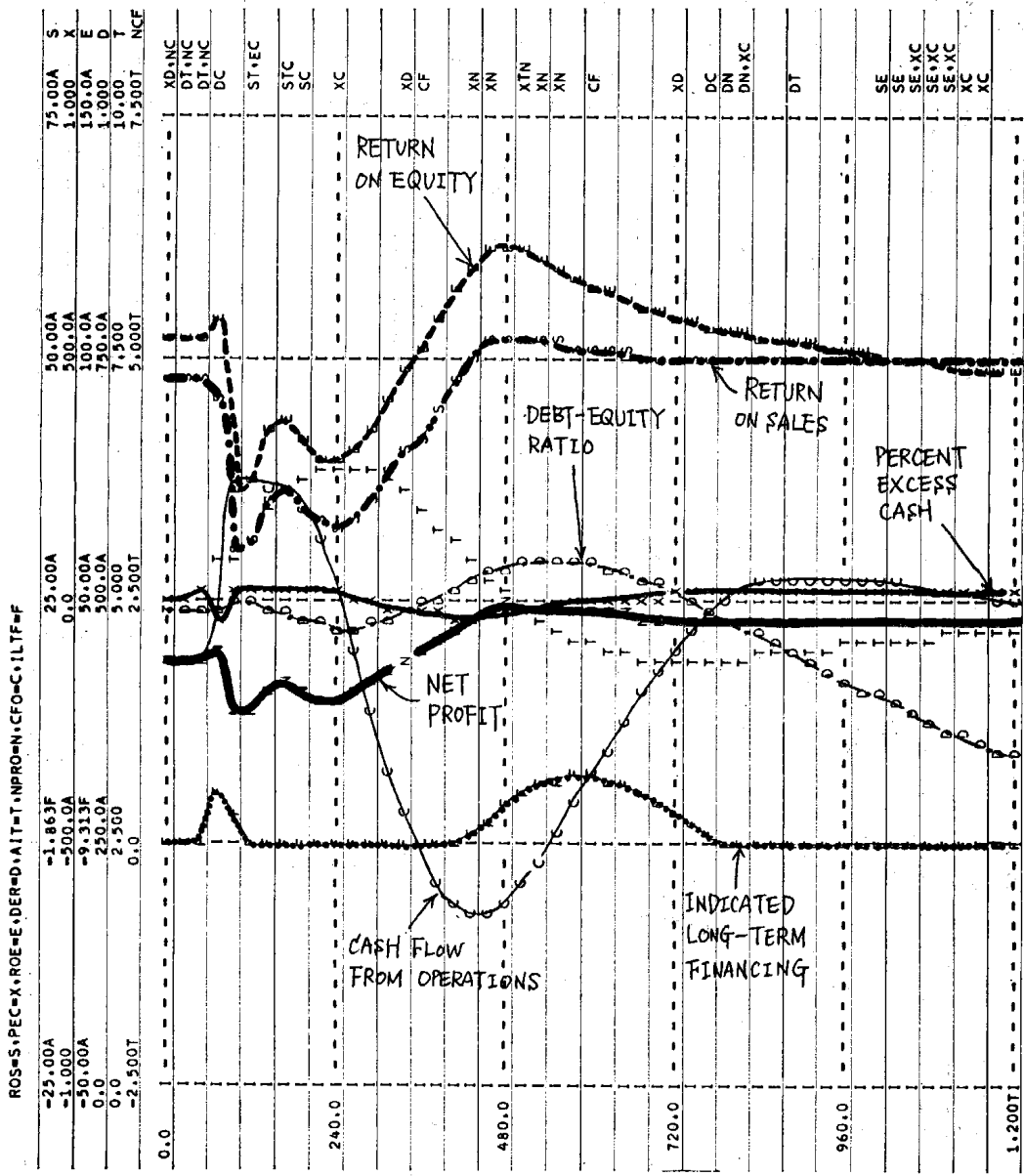
今後の課題を述べて本稿のおわりとしたい。

本稿で紹介したリニーズのモデルは、『企業モデル』として極めて高い評価を与えるべきものである。しかし、精緻ではあるが、大規模で複雑すぎるとも言えるのである。そこでリニーズのモデルを修正し、適正規模で扱いやすく、わかりやすい『企業モデル』のプロトタイプを作る必要がある。このプロトタイプが完成したならば、実際の企業を例にとってシミュレーションが行なえるモデルを開発していく。

これと同時にADの理論的考察も進めなければならない。ADモデルの開発は、第1ステップがADモデルとして必要な構造の把握であり、第2ステップがプロトタイプの開発である。SDとADの関係を究明し、ADモデルについて試行錯誤を繰り返す中で、ADとして必要な言語のスペックが決まってくるであろう。さらに将来実際にAD用の言語が開発されることが望まれる。

コンピュータ・シミュレーションという優れた武器を、企業システムの研究に積極的に活用していくことは重要であり、企業行動の解明に持つ会計の力を発揮させるためにも、会計構造を持った企業モデルの構築が必要である。この意味で企業行動の、さらに広く社会システムの動特性を解明する手段として、ADの開発を推し進めなければならない。

附図(2) (Lyneis [12] p. 296 Figure 9. 14 (b))



(注) 当期純利益及びその他の財務数値の変動。

(後記) 本稿の内容はすべて筆者の責任に帰しますが、基礎となるリニエズの企業モデルの研究にあたりお手数をお掛けした、横浜国立大学経営学部電算室の町田欣弥氏、荻野宏氏、モデルの共同研究者として作業の大部分と有益な提言を与えてくれた同大学大学院経営学研究科の佐縁馬亮氏の各氏に深謝いたします。

注(1) Cyert & March [3]

(2) Bonini [2]

(3) Mattessich [13]

(4) Mattessich [13] p. 3

(5) Lyneis [12] p. XIV

(6) Lyneis [11] においては、必ずしも厳密に使い分けられていないが、本稿では Ackoff [1] にしたがって、goals を目標、objectives を目的と訳すことにする。

(7) Lyneis [12] p. 3

(8) Lyneis [12] p. 19

(9) 本稿では、顧客からの注文を受けてから製品引渡し迄の時間をデリバリー・タイム (delivery time) と呼び、部品供給業者に部品を発注してから納入される迄の時間をリード・タイム (lead time) と呼び区別する。

(10) Lyneis [12] pp. 29-30

(11) Lyneis [12] p. 31

(12) 富士通『FACOM DYNAMO』p. 7

(13) Forrester [5] Chapter 4.

(14) 本稿のシミュレーションは、横浜国立大学経営学部電算室の FACOM 230-38S で行なった。本稿の第1~3表、附図(1)~(3)は、そのアウトプットである。

(15) 亀山三郎 [8] p. 2

(16) 亀山三郎 [8] p. 3

(17) 亀山三郎 [8] p. 4

(18) 亀山三郎 [8] p. 5

〔参考文献〕

[1] Ackoff, Russell L., "Towards a System of Systems Concepts", *Management Science*, Vol. 17, No. 11, 1971

[2] Bonini, Charles P., *Simulation of Information and Decision Systems in*

- the Firm*, Markham Publishing, 1967
- [3] Cyert, Richard M. & James G. March, *A Behavioral Theory of the Firm*, Prentice-Hall, 1963
- [4] Forrester, Jay W., *Industrial Dynamics*, MIT Press, 1961
- [5] Forrester, Jay W., *Principles of Systems*, MIT Press, 1968
- [6] Forrester, J. W. & Peter M. Senge, "Tests for Building Confidence in System Dynamics Models", *TIMS Studies in the Management Science*, Vol. 14, 1980
- [7] Goodman, Michael R., *Study Notes in System Dynamics*, Wright-Allen Press, 1974, 『システム・ダイナミックス・ノート』 蒲生叡輝, 山内昭, 大江秀房訳, マグロウヒル好学社, 1981
- [8] 亀山三郎 『会計と方法——会計シミュレーションへの接近』 研究報告概要(7) 中央大学企業研究所, 1979
- [9] 小島崇弘 『SD手法による企業モデル・シミュレーションの問題点について』 情報科学論集 第5号 東洋大学附属電子計算機センター, 1977
- [10] 小島崇弘 『アカウントィング・ダイナミックスの方法』 経営数学会誌 第4号, 1981
- [11] Lyneis, James M., "Designing Financial Resources", *Financial Management*, Vol. 4, No. 1, 1975
- [12] Lyneis, James M., *Corporate Planning and Policy Design——A System Dynamics Approach*, MIT Press, 1980
- [13] Mattessich, Richard, *Simulation of the Firm through a Budget Computer Program*, Richard D. Irwin, 1964
- [14] Mattessich, Richard, *Accounting and Analytical Method*, Richard D. Irwin, 1964, 『会計と分析的方法』 遠藤久夫, 廿日出芳郎, 久木田重和訳, 同文館, 上1972, 下1974
- [15] Pugh, Alexander L. III, *DYNAMO User's Manual*, 5th ed., MIT Press, 1976
- [16] Roberts, Edward B., *Managerial Applications of System Dynamics*, MIT Press, 1978
- [17] 渡辺一司 『インダストリアル・ダイナミックスの基礎理論』 東洋経済新報社, 1968