都市公共政策のシステム分析

——埼玉ダイナミック・モデルの開発——

金 子 昇 一

本モデルは，「OR手法による都市問題解析型シミュレーション・モデルに関する調査研究」として，日本オペレーションズ・リサーチ学会が受託し，同学会のなかに特に設けられた「公共政策研究委員会」が，49年度1年間にわたって分析したものである．

同委員会では，さらにワーキング・グループとしてモデル作成のため，日本能率協会産業研究所西尾治一氏，日本医師会統計課佐藤貴一郎氏，地方自治情報センター小岩明氏および筆者の4名がプロジェクト・チームを組み，具体的な作業を行なった．なお作業にあたっては，同委員会幹事・神戸商科大学の安田八十五講師から多くの助言をあおいだ．

1. 公共政策のシステム分析

1.1 背景と目的

1960年代を通じて積極的に展開された高度経済成長が，今日さまざまな社会問題を発生させている．たとえば，都市問題などもその一例としてあげられる．交通渋滞，通勤・通学ラッシュ，学校・病院不足，市街地地価の高騰等は都市問題の典型的な例である．

これらの直接的な発生原因は，狭い地域に大量の人間が集中したことによって起こったものと考えることができる．東京，大阪等の大都市においては，人口集中が顕著であり，なかでもこれら大都市の周辺地域においてその傾向がいちじるしい．

また一方で，大量の人口集中に対して充分な施策が各自治体において事前に展開できなかった点も見のがせない．もともと社会資本ストックの不足していたところに，大量の人間が，充分な対策もないままに集中していったツケを今支払わされていると考えるのが妥当であろう．

都市問題発生の背景を以上のように認識したため，具体的な改善策の1つとして，各自治体の施策に的を絞った．故に事前の確実な見込のもとに，有限な財政の範囲で，充分な対策が行なえるために

1. どこにどれだけの問題が発生しているのか（問題の定量的把握）
2. それを解決するためにはなにをしたらいいのか（施策体系の整理）
3. その結果，どんな姿が描けるのか（予測）

等の分析を試みた．なお分析にあたっては，個別事業（施策）ごとに分析・評価するのではなく，全体の事業（施策）のなかで，その波及効果を考慮しながら評価が下せることを前提にして，シミュレーション・モデルの開発を行なった．

1.2 分析の前提条件

シミュレーション・モデルの開発にあたって次の前提条件を設定した．

1） 埼玉県は，その地理的な関係から，首都圏（1都3県）の影響を強く受けているため，その活動を外生的に取り扱い，モデルに組み込む．

2） 分析上財政の裏づけが必要な行政行為に対

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

しては，財政の許容範囲でしか実行できないという具合に，かなり実際的な財政のメカニズムをふまえる．

3) 財政は，収入を基準にして支出の配分が決定される構造を採用する．故に行政の需給ギャップは，個別事業ごとに発生する．

4) 需給ギャップの評価は，行政担当者にゆだねる．

5) 現状分析型のモデルであるため，現在の社会構造および制度をふまえ，モデルにおける内的変化によって，その構造を変える機能はもたせない．

前提条件の1)は，モデルの分析領域を規定するものとして位置づけている．2)および3)は今回の開発における最重要なサブシステムとして財政を設定しているため，その取扱いを定めた．最後に4)および5)の前提条件であるが，分析におけるプランナーの立場およびその行動範囲を規定するものとしてもうけた．なお高度経済成長が行なわれていた昭和40年代（40～47）におけるマクロな社会・経済構造は，基本的に大きな変化がなかったものと判断し，この期間をモデルの観測期間として，データを収集した．

1.3 方法論の検討

モデルは，生産・分配・消費のサイクルによってあらわされる経済活動の場に加えて，そのサイクルから排出される汚染物質や，自治体における行政サービス，財政配分メカニズムなど，定量的に把握しにくい分野を多く組み込んでいる．またこれらの要素は，生産活動・人口流動などに対して相互に強い因果関係が存在しているとの考えから，これらの考えを充分に記述するため，システム・ダイナミックスの方法論を採用することにした．

周知のとおり，この方法論を採用した場合システムの構成要素は，レベルとレイトの概念で整理される．埼玉モデルにおいても，各年齢階層別人口数・民間設備ストック・地方債残高・各種社会資本ストックなどをレベル変数に，また各レベル変数に対して増減分効果をあらわす各年齢階層別自然増減量（出生数，死亡数），同社会増減量（流入・流出人口数），民間設備投資額，地方債発行額などをレイト変数として設定している．なお具体的なプログラム・ツールとしては，日本ユニバックのアプリケーション・パッケージ“CSSL 1100 (Continuous System Simulation Language 1100)”を利用した．

システム・ダイナミックスの方法論で分析されたモデルのプログラミングには，通常“DYNAMO(DYNAmic MOdels)”を利用することが多い．しかしながら，両者を比較した場合同じ連続型シミュレーション・パッケージとしては“CSSL 1100”のほうがより高度な機能を備えており，モデル作成時においては，パッケージからの制約を受けることが少ないため，このパッケージを利用することにした．

2. モデル構造の定性的記述

2.1 全体システム

前記のような都市問題は，行政の立遅れが主要な原因の1つであり，かつ都市に居住する住民の不満が顕在化したものとして定義してみた．故にわれわれが開発したモデルは，長期における政策の有効性を見定め，その優先度を決定することに主要な目的を定めていたため，決定の評価基準として，顕在化した個別な需給ギャップがどれだけ解消されるかによって判断することにした．

需給ギャップの構造を分析すると，時間的・空間的・階層的に，かつ相対的な場において発生してくるものと考えられた．故に，モデルも，この特性が反映できるような方向で開発を進めた．需給ギャップの発生構造に関しては，図1のようにわれわれの考えをまとめてみた．

需給ギャップの発生という視点から整理した全体構成をもとに，都市活動の構成を次のように設定した．

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

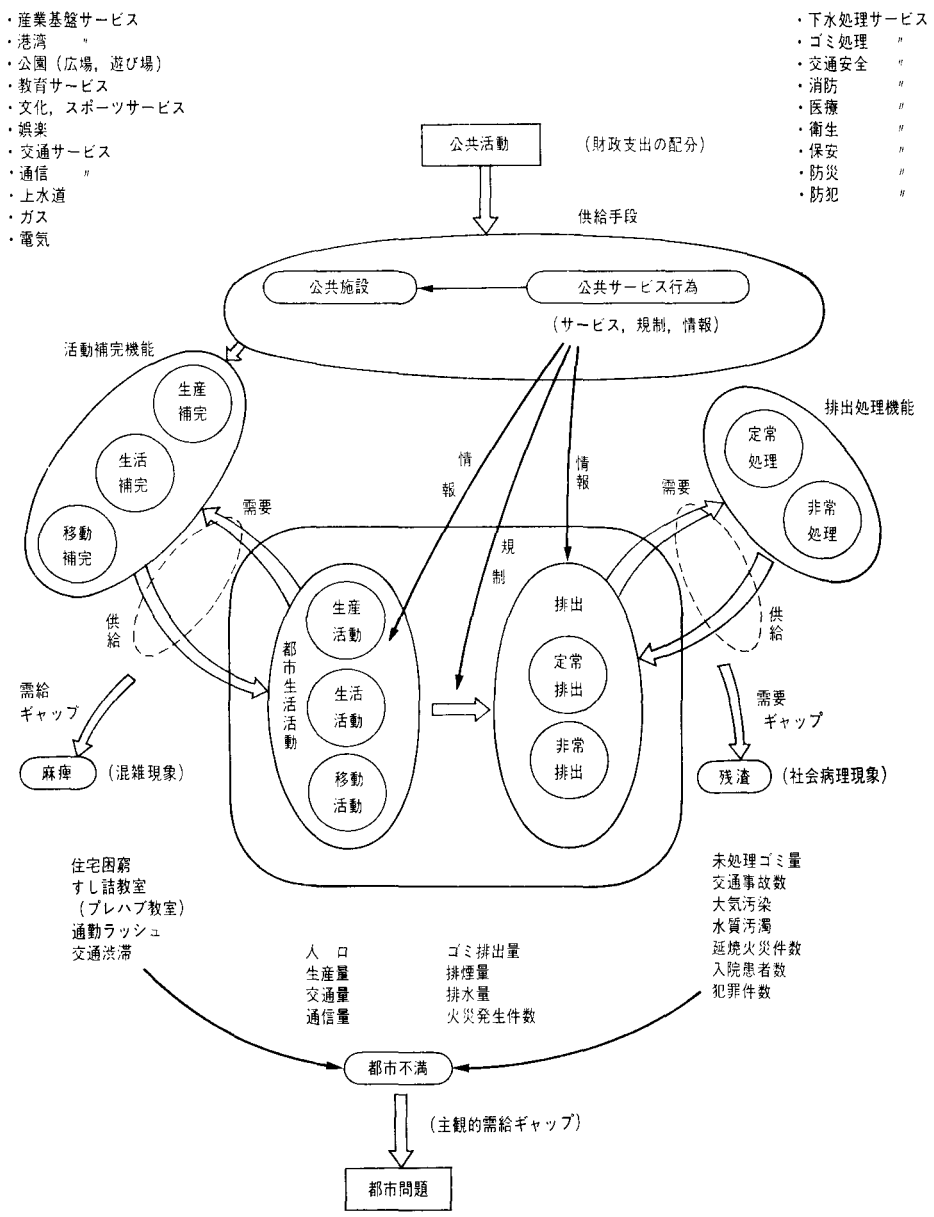

図 1　公共サービスの需給ギャップと都市問題の発生

まず第1に，都市活動における正の成長要因として経済活動を位置づけた．第2には，経済活動の結果負の要因として発生するさまざまな公害現象を対応させている．

そして第3として，これら成長と抑制の要因を調整し，地域の生活環境をより望ましい姿に誘導する機能として，自治活動をあげてみた．モデルでは，これら3つの活動を都市の基本機能としている．なおこれらの活動のベースとしての人口部門と，自治活動における財政部門を特別に設定し，最終的には5つのサブシステムでモデルを構成した．

2.2　個別システムの基本構造

理論から導かれた，各サブシステムの基本構造

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

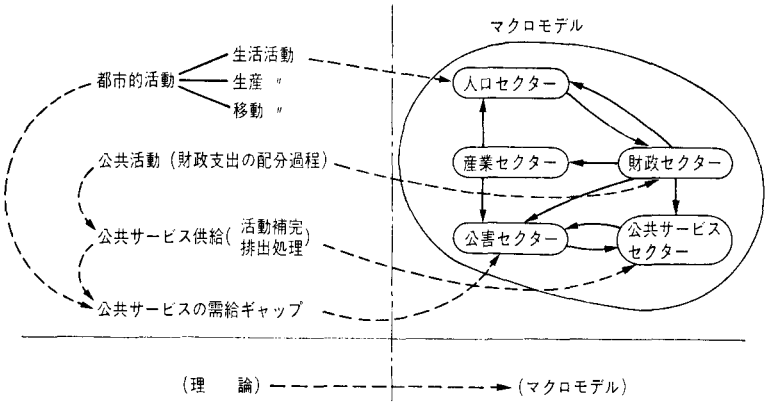

図 2　理論とマクロモデル

は次のとおりである．

［人口］

人口セクターは，地域における生活活動の基本的構造をとらえようとするもので，そのため，まず人口の基本属性として，年齢階層別の分類を行なっている．分類にあたっては，“幼児および老人医療制度の無料化”，“文教施設の整備”等，埼玉県中期計画のなかにあげられている各種事業との斉合性をとるため次のような4階層に分類した．

1）　幼児数　　（0～5歳）
2）　義務教育者数　　（6～14歳）
3）　生産年齢人口数　　（15～64歳）
4）　老齢人口数　　（65歳～　）

人口の増減に関しては，自然増減と社会増減の2つを想定している．自然増減は，出生数，死亡数をあらわし，社会増減は，流入および流出人口数をあらわしている．特に流入人口数に関しては居住型流入人口数と就業型流入人口数とにわけて考え，埼玉県への流入特性を構造的に反映させることを試みた．

居住型流入人口数とは，就業地を他都県にもったままで，居住のみを目的にして流入してくる人たちをさし，就業型流入人口数とは，就業および居住を目的にして流入してくる人たちを示している．埼玉県の場合，その地理的な特性から居住型流入人口数の伸びにいちじるしいものがあると想定していたが，その説明変数としての流入魅力乗数の定量化が充分に行なわれなかったため，今回のモデルでは，完全に内生化されるには至っていない．

［産業］

産業を第1次産業，製造業，建設・商業・その他の3分類とした．埼玉県の場合，第1次産業としてあげられるのは，ほとんどが農業部門だけなので，農業用地および農業生産性を基本的な説明要因として設定した．製造部門においては，民間資本ストックと労働力を説明変数にしている．建設・商業については，地域全体の経済活動に大きく依存するものと想定し，製造部門における製造品出荷額と，県内夜間人口数とでその活動を表現している．

これらの説明要因のうち，特に重要と考えられた設備投資魅力乗数の定量化は，各種立地要因（交通基盤ストック，労賃，公害等）を1都3県との

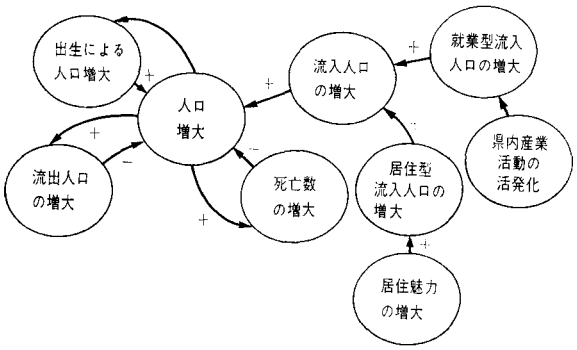

図 3　人口セクターの基本構造

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

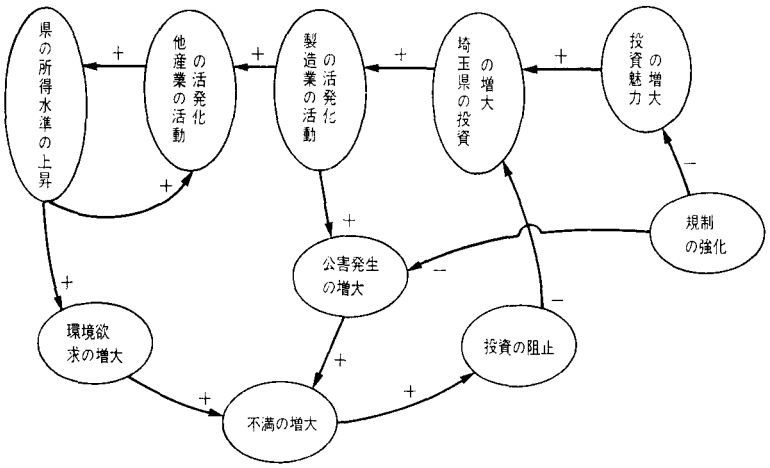

図 4　産業セクターの基本構造

相対値に変換して利用し，設備投資の増加傾向を説明させた．なお生産活動の結果排出される汚染物質に関しては，公害防除用設備ストックを設定し，公害規制の産業への影響を考慮することにした．

［財政］

人口・産業の社会・経済活動における調整補完機能として自治体を位置づけている．なかでも，自治体が行なっている各種活動（情報提供・規制・物的サービス等）は，当然財政の裏づけをもとにして行なわれているため，特に財政のメカニズムに的を絞って分析を行なった．

財政セクターは，大きく歳入と歳出の2部門にわけられている．歳入における税体系は，県においては県民税・事業税など7項目に集約し，市町村では，市町村地方税・一般税および税外収入・地方交付税・地方債にわけ，これらを積みあげて定義を行なった．なお国からの支出金は，歳出部門における事業が決定されてから，その事業ごとにつけられるため，歳出部門で扱っている．

歳出は，県・市町村とも，大きくは経常経費と投資的経費の2つにわけている．投資的経費の配分先は，交通基盤社会資本ストック，生活基盤社会資本ストックおよび文教施設の3分野を設定しレベルとしている．この3分野への投資配分を変えることによって公共政策のシミュレーションが行なえるようになっている．経常経費は，人件費・福祉関連費および地方債償還金などが主要な構成要素になっている．しかしながら，経常経費に関しては，歳出総額から差し引くだけで，さらに細かい分析を今回は行なっていない．

［公共サービス］

自治体活動のなかで，特に施設的な供給サービスを，財政とは別に設定してみた．具体的には，水道事業・公共下水道事業など，県の一般財政とは別枠で，独立採算制のもとに営まれている公営企業体をこのサブシステムで定義してみた．

水道事業では，条例によって，水道の供給を希望する家庭に対しては，100％の供給を行なう義務が自治体に負わされているため，現状においても充分な供給機能が備わっていた．そのため新規流入人口分の増設を定義し，その記述を試みた．公共下水道事業等に関しては，まだまだ充分な能力が備わっていないため，今後とも大幅な需給ギャップが発生するような構造を採用している．

［公害］

経済活動と自治体が行なう規制とのギャップとして，このサブシステムを設定した．データの制約から充分な記述が行なえず，まだまだ不充分な形でしか定義が進んでいない．

モデル構成作業では，個別サブシステムの定性的記述段階で中間報告をまとめ，埼玉県との協同

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

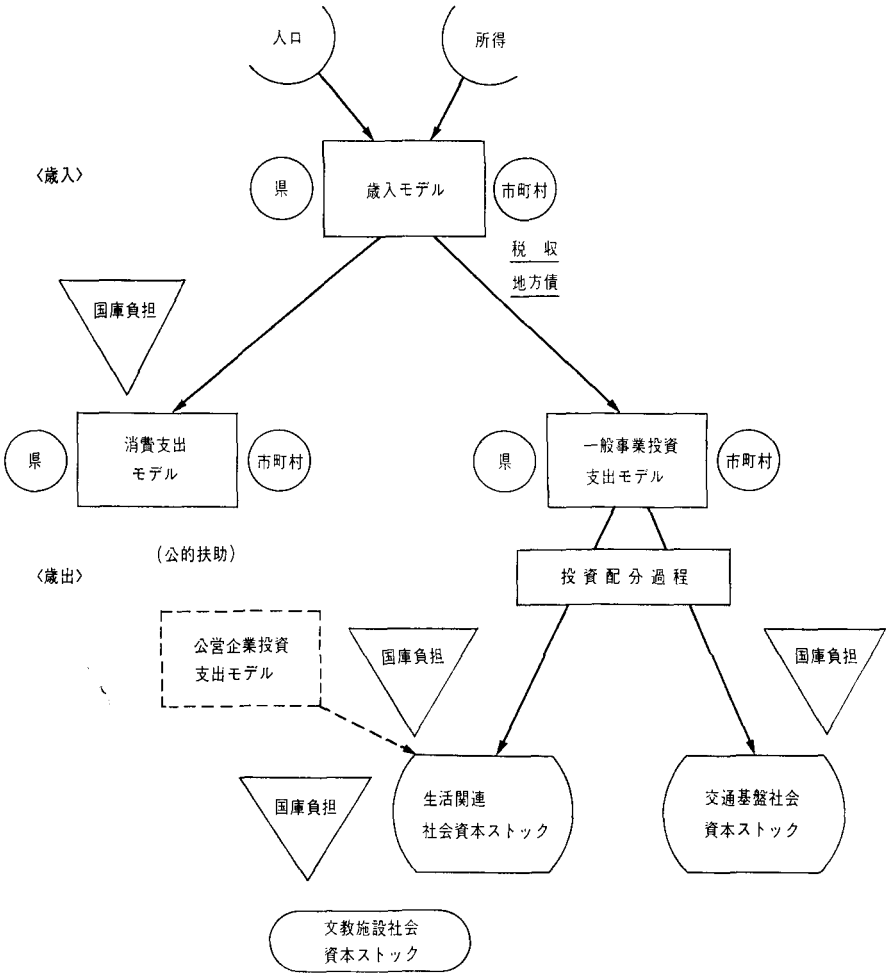

図 5　財政セクターの基本構造

作業に入った．しかしながら，この時の問題点として反省しているところは，記述の際に用いた用語の不充分さがあった．モデルは，行政の実務レベルで使ってもらうことも目的にしていたため，少なくとも行政の場において使われないような用語は避けたつもりであったが，まだまだその使い方が不慣れであると痛感せざるを得なかった．

もともとモデルの構造そのものが，方法論的にも多様な要因を組み込みその因果記述を行なっているため，複数の原課にまたがるような内容をもつ語彙が多く，理解されにくい側面があったことも事実である．そのため，行政の実務担当者とわれわれがプランナーとの共通の場の設定に多大な労力を費さねばならなかった．また用語の不充分さは，その後のデータ収集の時においても，各変数を正確に説明できるようなデータを集めにくくした等の問題を引きおこした．

方法論的な問題もあるが，システム・デザインの作業では，最初から実務経験者との協同作業体制を組む必要を強く感じた．

3.　モデルの定量化

定性的な記述に沿って，具体的な定量化は次のように展開した．データ収集は，モデルデザインの段階において，プランナー間で各サブシステムごとに担当を決めたように，埼玉県におけるチー

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

ムも，各セクターごとに担当原課の実務家を割りあててもらい，マン・ツー・マン体制をとった．

データの収集において問題になった点は，先にもあげたが，複数の原課にまたがるような内容のデータ収集が非常に困難であった点，次に入手したデータでも，その定義のしかたが不明確なため実際入手したデータが，どの程度の説明力をもつのかがわからなかったことなどであった．

最後に，モデルは首都圏の影響力を考慮しているため，内部変数ほどの精度を要求しないまでも相当数の県外データを必要とし，そのための収集に多大の労力を費さねばならなかった．

通常このようなモデルを開発する場合，新たにデータを収集し加工しなくても，すでに必要なデータは充分に集まっていることが望ましい．しかしながらモデル開発の最初において，このような状態が確保できることはきわめてまれであり，今後の展開等を考慮する時には，データ・ベース等の作成を並行して進める必要があるだろう．

データ収集と並行して，個別構造方程式の推定作業を順次行なっていった．構造方程式のパラメータ推定は，回帰分析によって行なったもの，次元付変数として設定したものなど，各種各様である．ＳＤ的なアプローチで，かつ実測データとの対応をとりながら作業を進めた場合，すべての定数を次元付変数(原単位)として設定しきれない点が残るようである．

個別構造方程式の推定後，各サブシステムごとに部分テストをくりかえし，全体シミュレーションに移った．政策シミュレーションとしては，次の４ケースを行なった．

1) 人口流入規制
2) 生活基盤投資優先政策
3) 増・減税政策
4) 公害規制

4. 今後の課題

モデルは，非線形数式モデルであるため，線形な個別方程式の推定と検定に関しては，統計的に充分客観性が保証できると思われる範囲で定義したが，モデル全体の妥当性に関しては，その検証が充分に行なえなかった．

一様観測期間(昭和40～47年)における主要レベル変数の実績値と計算値との比較から，その妥当性を評価しているものの，まだまだ充分とは言いがたいであろう．

次に行政の分担領域の問題があげられる．公共と民間との分担や，公共においても国・県・市町村との分担など，現在の制度的な側面からも複雑をきわめている．モデル開発にあたって，一応の検討を試みてはいるものの，これらの責任分担領域は，時代の要求が強く反映しており，なかなか困難な点が多い．この設定が不充分であったことも原因して，モデルにおけるレベルの斉合性にも多大な疑問を残している．

最後に，データ不足，時間不足，能力不足などから，各サブシステムにおいていくつかの未定義事項が残されている．人口セクターの外生的取扱い，公害セクターにおける大気汚染(SO_2汚染)以外の公害要因の欠如，財政セクターにおける公共需要の測定などが，その主要な点としてあげられる．

このモデルで得られた経験や知識をもとにして，今後とも詳細な検討を行なわなければならない点が多い．なお本研究は，はじめにことわってあるように昭和49年度における，日本オペレーションズ・リサーチ学会「公共政策研究委員会」の調査研究であり，詳細に関しては，日本ＯＲ学会報文シリーズ・Ｔ-75-1「都市公共政策のシステム分析に関する調査研究報告書」を参照されたい．

執筆者紹介
かねこ・しょういち　日本ユニバック　応用ソフトウェア部　1948年生
専攻：経営工学
略歴：東京工業大学経営工学科卒業後，同社入社

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．