

病害虫発生予察事業における電子計算機利用方法*

第4報 重回帰分析を中心とした予測値計算システム

河野 富香

要 約

河野富香(1977): 病害虫発生予察事業における電子計算機利用方法。第4報重回帰分析を中心とした予測値計算システム。広島農試報告 39: 1~20

広島県では、発生予察事業で調査されるすべてのデータが電子計算機に逐次入力され且つ保存されるので、そのデータを利用して将来の病害虫の発生を重回帰式によって予測するシステムを開発した。

まず過去のデータがファイルされている磁気テープから、指定するデータを取り出し、変数選択型の重回帰分析によって予察式を作成した。この式を、その他必要な情報と共に磁気テープにファイルした予測マスターを作成し、これを参照しながら、予察式の各説明変数の入力と同時に予測値やその年及び前年値対比を計算しプリントした。年度末には、予測値と実測値を比較して適中度を判定すると共に、新年度のデータを取り込んで予察式を再計算し、精度の低下した予察式を取り除くなどの処理を行い、予測マスターを更新して次年度に備えた。

これまでに作成した予察式は、必ずしも良く当るものばかりではなかったが、その作成に当って細心の注意を払うと共に、年々の更新処理を繰り返すことによって、予測の精度は漸次高まるものと確信する。

I 緒 言

病害虫発生予察事業の精度の向上と迅速化を目的に、筆者ら^{1,5,6)}は既に電子計算機を利用した予察データの整理、集計、保存等に関する一連のシステムを完成した。このシステムでは、広島県下で調査された予察に関する累年のすべてのデータが磁気テープに保存されるので、これら過去のデータを最大限に利用して、将来の病害虫の発生量や発生時期を予測する方法を確立することが、筆者らの当初からの目標であった。

発生予測のための電子計算機の利用には、病害虫の発生に関与する多数の因子についての生態学的因果関係の解明から、その病害虫の発生消長に関する理論的モデルを構成し、電子計算機によるシミュレーションで、予測の目的を達成しようとする方法が試みられている。しかしこれまで本県で年々蓄積してきたデータは、このような理論的モデルの構成を目的としたものではなく、多く

の場合毎年各病害虫の発生実態が時期別に調査されたものにすぎない。したがってこれらのデータから予測の方法を生み出すには、データを統計的に解析して予察式を確立する経験的な方法によらざるを得ない。

既存の調査データから経験的に因果関係を数式化する統計的手法としては、通常重回帰分析を用いる。重回帰による発生予察式を考察した例は、奥野⁹⁾が新潟県のいもち病データを解析したのに始まり、近年では柑橘病害虫のヤノネカイガラムシの予察^{**}や、黒点病の予察⁴⁾などにその事例がみられる。また村松ら⁸⁾は静岡県において、重回帰式を中心とした予測システムを完成させ、予察事業の巡回調査と直結させて実用に供している。これは予察事業の今後の一つの方向を示唆するものとして、注目に値する業績であろう。

筆者は、広島県の発生予察事業における電子計算機利用システムのサブシステムとして、磁気テープに保存されている既存データからの予察式の作成に始まり、その式を用いての予測値の計算、さらに予測結果の適中度の判定や予察式の更新など、重回帰式を中心とした一連の予測値計算システムの開発に携わってきた。そして1976年からシステムの一部を利用した実験的な実用の段階に入り、1977年度でシステム全容の完成をみた。今後この

* 農政部農産園芸課病害虫発生予察事業費発生予察電算導入事業

** 1. 塩見正衛(1973). 発生予察における電子計算機利用の一例。農技研。

** 2. 農技研調査科試験設計研究室他(1975). 重回帰分析によるヤノネカイガラムシ雌成虫数の予測。日植防。

システムの利用に当っては、それぞれの場面で更に改善を要する部分が現れると思われるが、とりあえずシステムの大要を報告し、大方の参考に供したい。

なお機械処理のすべては、広島県企画部電子計算課で行われていることを付記する。

II システムの概要

このシステムは、まずデータを揃えて予察式を作成する部分、その式により予測値を計算し結果を出力する部分、1年間を終えた時点で新年度の調査データを加えて予察式を更新する部分の三つに大別でき、そのおおまかな流れを示すと第1図のとおりである。

なおこのシステムの開発当時における使用機器は、広島県の HITAC 8350 の EDOS システムにより、使用する最大メモリー量は70Kバイト、磁気テープデッキ最大4台、専用磁気ディスク1基、その他にカードリーダー1台、ラインプリンター1台等であった。またプログラム言語は FORTRAN-IV により、システム中のすべてのプログラムを自家開発した。

1. 予察式の作成

予察式の作成には、既存のデータから、重回帰分析に用いる目的変数と各説明変数の取り出しがまず必要である。ここでの説明変数には、理論的あるいは過去の経験から、目的変数の変動に関係しそうな要因をさまざまな角度からとらえ、数多くの変数を取り上げなくてはならない。それらはただ単に過去の記録簿から転記すればよいものばかりではなく、たとえば有効積算温度のように毎日の気象データからある定数を差し引いて積算したり、月日等の日付けのデータでは、ある起算日からの日数に変換する必要がある。多くの生物データは何年に一度かの多発生年の数値に影響されて、データの分布が平均値よりも少発生の方向に片寄る例が多く、対数変換等によって正規分布に近似させることも多い。これらを手作業で行うとすれば、非常に手間のかかる面倒な作業であるが、このシステムでは気象・定点・巡回・面積等の各累積マスター^{1,5)}から、変数の内容をコード化したコントロールカードにより、必要なデータの加工や変換を行いながら取り出せるようにした。取り出した各変数のデータは、ディスクのワークエリアに自動的に書き込まれ、次の重回帰分析用プログラムに引き渡される。

重回帰分析は、当初は川端²⁾の変数選択型重回帰分析 MRGSEL によったが、予察式の開発だけを目的にすれば、あまり詳細なデータの出力は不要と考えられるの

で、MRGSEL をはじめ奥野^{7,10)}や小林³⁾の著書を参考に、変数減増法によって変数を選択する重回帰分析のプログラムを開発した。ここでは前処理によって整えた多数の変数から、目的変数の変動に有効に働く説明変数だけを選び、最良の回帰式を作成して出力した。得られた重回帰式から、寄与率(決定係数)が80%を越え、取り込んだ説明変数の数が3~5個で、残差の自由度は30を越えることが理想であるが⁷⁾やむを得ない場合でも10以上のものを目標に、予察式として採用することになっている。

2. 予測値の計算

得られた予察式の各説明変数に、新しく調査し観測された当年度のデータをあてはめて、予測される目的変数の値を計算することは、説明変数が3~5個の重回帰式では、手計算でもそれほど困難な作業ではない。しかし広島県では発生予察事業で調査観測されるすべてのデータが逐次計算機に入力されるので^{1,6)}、説明変数の値が入力されると同時に予測値を機械計算するほうが、計算の誤りもなく有利である。

機械計算を行うために、予察式の定数項や各説明変数の偏回帰係数、あるいは各説明変数を取り出すためのコード番号等のデータを、まずカードに穿孔した。予測値はこの穿孔カードからでも計算できるが、カードは紛失や脱落の危険が大きいので、年間に使用するカードを一括して磁気テープ上に予測マスターを作成し、このマスターから予察式に関する情報を得て予測値を計算している。予測にあたってはできるだけ1か月以上先の病害虫の発生量や発生時期が計算されるよう努力しているが、現在までに得られた説明変数だけでは1か月先を予測することが困難な病害虫もあるので、場合によっては気象予報等から得られる予想値も、説明変数の一つとして利用できるよう考慮されている。

計算された予測値には、その平年値および前年値との対比(発生予察要綱に定められている基準による多・並み・少などの表現)を加え、的確な計算式があれば予測される減収率や今後必要な防除量等を計算のうえ、必要な部数をラインプリンターでプリントし、病害虫防除所に配布している。

なお、年度始めには準備された予測マスターの内容をプリントして各病害虫防除所に配布するが、これはどのような予察式が用意されているかをあらかじめ知ることが望ましいし、場合によっては機械計算前の手計算を可能にするためである。また年度末には予測値計算のプログラムを再処理し、実測値と比較することによ

て予測値の適中度が判定される。

3. 予察式の更新

作成された予察式に、理論的に正しい情報が漏れ無く取り込まれているとすれば、一度作成した予察式はそのまま何年でも使用できるはずである。しかし多くの予察式は、その目的数変の変動を説明するに必ずしも十分な情報を与えて作成したのではなく、むしろ非常に限られたデータに基づくものである。したがって当年度に得られた新しい情報は、直ちに予察式の中に取り込んでおくことが望ましい。このことは、特にこれまで経験しなかったような多発生に遭遇した場合等では非常に重要なことであるが、一般的にも作物の栽培条件や防除法の変化などのために、あまり古いデータを基礎にした予察式は不適當であり、使用できるデータの年数はたかだか10年⁹⁾とされていることから、毎年新しいデータを取り込み古いデータを除去して、予察式を計算し直す必要がある。

予察式の更新には、予測値計算のパラメータとして用いた予測マスターをここでも利用し、このマスターから取り上げるべき変数に関する情報を得、新年度のデータが入力済みの各累積マスターから、それぞれのデータを取り込んで重回帰分析を行った。その結果寄与率が75%以下に低下した重回帰式は次年度の予察式としては採用せず、改めて別の予察式が開発されることを期待して、予測マスターからすべての情報を消去した。寄与率の高い重回帰式については、予測マスターにファイルされている定数項や各偏回帰係数、あるいは予測値の比較に用いられる平年値や前年値等を書き改めた。こうして次年度の予測値計算に用いられる予測マスターが更新され、毎年新しいデータを取り込んだ新しい予察式によって予測値が計算されることになる。

なお逐次開発される新しい予察式は適当な時期に予測マスターに併合し、常に1本の予測マスターで予測に関するあらゆる情報が得られるよう考慮した。

III 主要プログラムの機能

1. 予察式作成のための各変数の取り出し

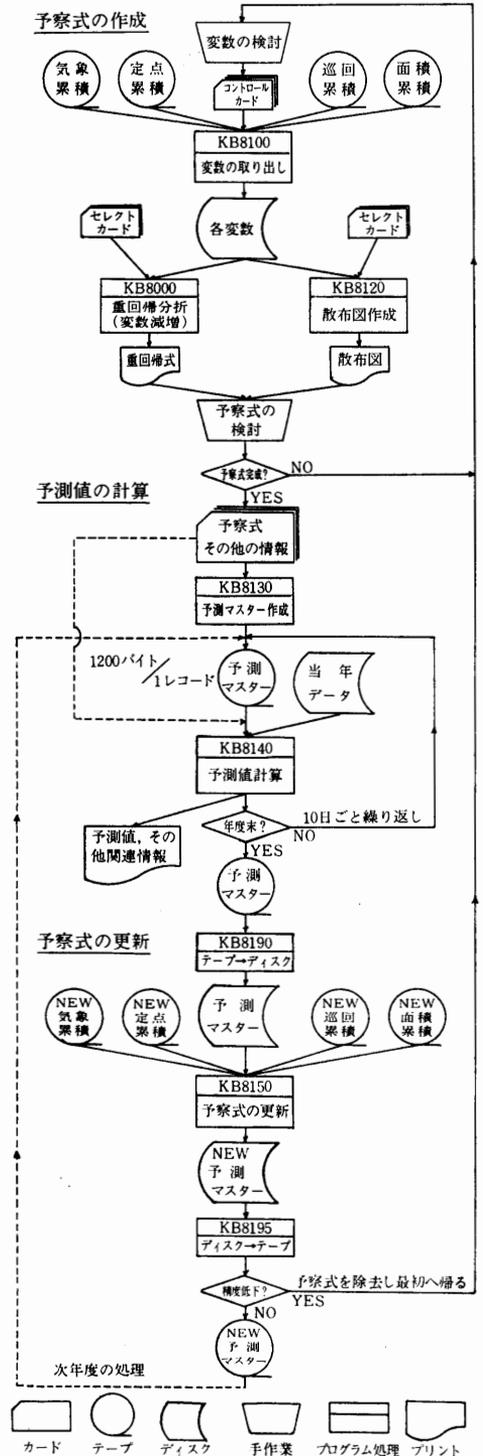
プログラム名；KB8100

占有メモリー；69,096バイト（オーバーレイ）

入力ファイル；磁気テープ（各累積マスター）4本

出力ファイル；磁気ディスク（144 byte/REC）

変数ごとのコントロールカードにより、指定したデータを指定した方法によって取り出し、計算機内のテープ



第1図 予測システムのゼネラルフロー

ルに配列ののち、各変数に欠測の無い1反復で1レコードを構成し、磁気ディスクに出力する。このデータ行列は別にラインプリンターによるプリントも行う。処理できる変数の数は34以下、反復数は100以下であることが必要で、5以下の異なった地点や地帯のデータを同時に取り出すことができる、入力ファイル中に記録されていない特殊なデータを穿孔カードから入力したり、異常年を意図的に除去することなども可能である。

1) 変数の取り出し方法と取り出し条件(一次変換)

各変数は、累年のデータがファイルされている気象マスター、定点マスター、巡回マスターおよび面積マスターの4種の磁気テープから同時に取り出すことができるが、発生面積は巡回マスターの発生地点率で代用することが多い。1変数ごとに1枚のコントロールカードが必要で、そのカードによって、取り出そうとする変数の入力されているマスターの指定、群の処理指定(後述)、病虫害・調査地点・調査時期・調査年次などの指定、あるいはデータ番号の指定などを行う。

既述したように、各累積マスターにファイルされているデータは、そのままでは回帰分析に導入できないものがあるし、またファイルされているいくつかの複数のデータを、ある条件のもとに一括して一つの変数にしたいことも多い。このようなデータの取り出し条件(一次変換)が、このプログラムには31種組み込まれており、その変換コードをコントロールカードで指示することにより、希望の条件に従った変数を整えることができる。主要なものを例示すると第1表のとおりである。

2) 群の処理とダミー変数

重回帰式の残差の自由度を理想とされる30以上にするためには、反復数が40に近いデータが必要である。予察のデータはその多くが年1回の反復しかとれないから、40年分のデータがなければならぬことになる。しかし一方では、既述のように栽培条件や防除法が年々変化するために、あまり古いデータの使用はかえって危険だという一面もある。したがって奥野⁹⁾の指摘するように、お互に発生機構の相似たいいくつかの地点または地帯で得られたデータをこみにして処理し、予察式の信頼度を高める以外に方法がない。

そこでこのプログラムでは、ある地点または地帯で得られた何反復かのデータ(第1群)を取り出した後、ひきつづき別の地点または地帯における何反復かのデータ(第2・3……群)が、つぎつぎに第5群まで任意の群数取り出せるようにした。この時のコントロールカードは、第1群に対しては変数ごとに必要であるが、第2群以下では地点コードとデータの取り出し年度を指示する

だけでよく、その他の情報は第1群のカードから読み取ることができる。また、群が異なることによる発生量の差を回帰式で表現するために必要なダミー変数³⁾は、コントロールカードによって取り出した各変数の末尾に自動的につけ加えられる。1群中の反復数は20まで取り扱うことができる。

3) データの取り出し順序

複数の地点のデータを取り出そうとするとき、磁気テープ上のファイルの配列順に従って処理しないと、途中でテープの巻きもどしを行った後、再び先頭から次の地点のファイルを探さなければならないことになり、この間の時間的ロスが大きい。しかし常に各ファイルの配列順に従ってコントロールカードを与えることは事実上不可能なので、カードの全部(50枚が限度)をいったん計算機内に読み込み、ファイルの配列順にデータを取り出しては、計算機内のデータ行列の行あるいは列を全く順序不同に埋めてゆくという方法をとった。したがってコントロールカードはどのような順序で与えてもデータの取り出し順は変わらず、データそのものの配列は与えたカード順となり、処理効率も高い。

4) データの二次変換

各累積マスターから、一次変換を行いながら取り出した各変数は、それを回帰分析に取り込もうとすると、再度の変換が必要な場合がある。たとえば病虫害の発生量のデータを対数変換したい時などである。そこでこのプログラムにデータの二次変換の機能を持たせた。コントロールカードで変換コードと変換に必要な定数を与えることにより、次の変換が行われる。(1) 定数回累乗、(2) 定数を掛ける、(3) 定数で割る、(4) 定数を割る、(5) 定数を加える、(6) 定数を引く、(7) 定数から引く、(8) 常用対数、(9) 自然対数、(10) 平方根、(11) 指数変換。ただしデータはすべて変換値に置き換え、もとのデータは残らない。

5) その他

重回帰分析を予定する変数の中に、どの累積マスターにも保存されていないデータがあったり、基礎となるデータはマスター内に保存されていたとしても、極めて特殊な加工や変換を計画したために、このプログラムでは処理できない変数については、穿孔カードからの読み込みが可能である。データカードはコントロールカードの次に与え、各マスターからのデータの取り出しが終了の後、カードからのデータの読み込みに移る。

また何らかの理由で、ある群のある年次の調査データの異常があらかじめわかっている場合は、コントロールカードの指示によって、群単位に該当する反復の全変数

第1表 データの取り出し条件（一次変換）とデータ番号の与えかた

コード	取り出し条件（一次変換）の内容	定数	データ番号の与えかた
0	ファイル内のデータをそのまま取り出す。	無	1個のデータ番号を与える。
1	月、日のデータを数値に変換する。	〃	〃
2	月、旬のデータを数値に変換する。	〃	〃
3	月、半旬のデータを数値に変換する。	〃	〃
4	指定の複数のデータを合計する。	〃	10個以内のデータ番号を与える。
5	同上の平均値を求める。	〃	〃
6	連続してファイルされているデータから、データ番号の初起値と終値の間を合計する。	〃	初起値と終値を交互に1～5組与える。気象マスターに限り、始めの組の終値よりも次の組の初起値が小さいときは、次月のデータを連続処理する。したがって最高5か月間の処理が可能だが、年をまたがることはできない。
7	同上の平均値を求める。	〃	〃
8	a - bの値を合計する。	〃	aとbのデータ番号を交互に1～5組。
9	同上の平均値を求める。	〃	〃
10	連続したデータから、a - bの値を合計する。	〃	aのデータ番号の初起値、その終値、bのデータ番号の初起値の順に1～3組。気象の場合は3か月間まで「6」と同様な処理が可能。
11	同上の平均値を求める。	〃	〃
12	与えられた定数以上のデータを選び、その値を合計する。	有	「6」に準じる。連続したデータのみ適用できる。
13	与えられた定数より大きい部分を合計。	〃	〃
14	「12」の平均値。	〃	〃
15	与えられた定数以上のデータ数を求める。	〃	〃
30	同上の率（%）を求める。	〃	〃
24	最初のデータで、2番目以降のデータの合計値を割る。	無	「4」に準じる。
26	指定した複数のデータから最高値を選ぶ。	〃	〃
27	指定した複数のデータから最低値を選ぶ。	〃	〃
28	連続したデータから最高値を選ぶ。	〃	〃
29	連続したデータから最低値を選ぶ。	〃	〃

を、データ行列から除去することができる。

このようにして計算機内に整理したデータ行列は、行（反復）単位に欠測されている変数があるかどうかをチェックし、全変数のデータが揃っている行については、これを磁気ディスクに出力し同時に反復数をカウントする。この反復数は次の重回帰分析用プログラムに引き渡される。なおデータを手作業でチェックする必要がある場合を考慮して、データ行列は欠測欄を含めてラインブ

リンターでプリントされる。

2. 重回帰分析用データのカード入力

プログラム名；KB8200

占有メモリー；26,720バイト

入力ファイル；穿孔カード

出力ファイル；磁気ディスク（144 byte/REC）

重回帰分析用のデータのすべてをカードから入力しよ

うとするプログラムで、先頭に処理名、変数の数、反復数およびデータカードを読み取る際の FORMAT を穿孔したコントロールカードを置き、以下 FORMAT に従って穿孔したデータカードを与えることにより、重回帰分析用プログラムが入力できる磁気ディスクが作成される。変数の数は34、反復数は500以下であることが必要である。

3. 変数減増法による重回帰分析

プログラム名；KB 8000

占有メモリー；49,568バイト（単精度・オーバーレイ）

入力ファイル；磁気ディスク（144 byte/REC）

出力ファイル；プリント

※ このプログラムのソースリストを本報告の末尾に付図として添付した。

変数減増法による重回帰分析を行い、その結果をプリントするプログラムで、変数を追い出すとき、あるいは取り込むときの F -検定は、 F -値を2.5で実行し、寄与率が70%を切るかどうかを打ち切り基準としている。

まず与えられた全変数を用いて重回帰分析を行い、寄与率が70%よりも低ければその結果をプリントして以下の処理は中止される。寄与率が70%より高いときは変数減増の過程に移り、除去しあるいは増加する変数が全く無くなったときを最良の回帰式とみなすが、この過程でも寄与率が70%より低くなればその時点で処理は中止される。このような寄与率の低い回帰式を予察式として利用することはないものとして、無駄な処理を省略したものである。また最良の回帰式に到達した際に、寄与率が80%を越え、同時に回帰に取り込まれている変数の数が6個よりも多ければ、 $F > 2.5$ の変数でも、最も残差平方和を大きくしない変数から順次変数減少の処理を繰り返す。寄与率が十分に高ければ、取り込まれる変数をなるべく少なくしようとした措置である。

処理可能な変数の数は最大34、反復数の制限はプログラム上は無限であるが、システム上500までである。占有メモリーを小さくしたかったので、すべての計算を単精度で行っているが、予察式を作成するためにそれほど有効けた数を多く必要とする例は無いので、支障が起るほどの計算誤差は無いものと考えている。

1) 変数の変換

KB 8100の二次変換と同じコードにより、同一の変換を行うほか、変換コード(2)変数 a + 変数 b , (23)変数 a - 変数 b , (23)変数 $a \times$ 変数 b , (24)変数 $a /$ 変数 b , (25)変数 a とその変数の平均値との差の自乗、などの処理を行う

ことができる。ここでは変換値に新しい変数番号をつけることにより、変換前のもとのデータも回帰に取り込むことができる。

2) プリントの内容

(1) データ行列

KB 8100やKB 8200と同じ内容になるので、通常はこのプリントを省略するが、このプログラムでデータの変換を行った変数があれば、全データをプリントする。

(2) 各変数の統計量

各変数について、平均値、最小値、最大値、分散、標準偏差、変動係数、歪度、尖度などがプリントされる。これらの統計量から、異常値を発見する手がかりを得たり、変換の必要があるかどうかを判断し、場合によっては再処理されることになる。

(3) 各変数相互間の単相関行列

(4) 説明変数番号および目的変数番号

(5) 寄与率、重相関係数、自由度調整済み重相関係数、回帰自由度、残差自由度、分散比、定数項、各偏回帰係数

(6) 実測値、理論値、残差、群番号、実測値対理論値の散布図

ここでは群を判別しながらプリントし、散布図も実測値と理論値の交点に群番号に対応した1～5の数字がプリントされる。以下ステップごとに除去あるいは増加した変数番号と、その F 値をプリントし、(5), (6)を繰り返す。処理を終了あるいは中止したときは簡単なコメントをつける。また同一処理で複数のセレクトカード（後述）が与えられたときは、(4)以降が繰り返されることになる。(5), (6)のプリントの一例を示すと第2図のとおりである。

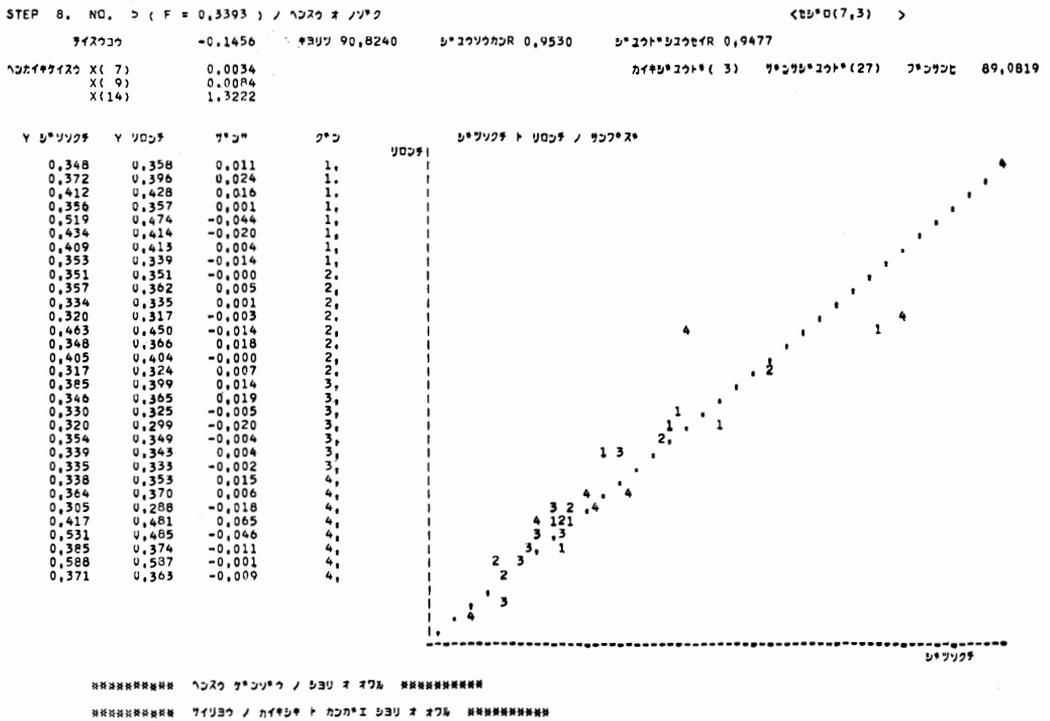
3) コントロールキー

(1) コントロールカード（1枚）

1～12欄に処理名（文字型定数で処理されるので、英数字、カナ文字等自由に穿孔できる）。14～15欄に変数の数。18～20欄に反復数（KB 8100でデータを整える場合は、欠測の有無がはっきりしないと反復数は不明であるが、この欄を空欄にしておくと、KB 8100でカウントした反復数が自動的に呼び込まれる）。24～25欄に変数変換用カードの枚数。29～30欄に重回帰分析に導入する変数を指定するセレクトカードの枚数。

(2) 変数変換用カード（任意の枚数）

変数の変換を行うときのみ必要で、変換しようとする変数の数だけのカードを用意する。4～5欄に変換コード。6～10欄に変換に必要な定数（整数）。14～15欄に変換する変数 a の番号。変換に2個の変数を用いる場合



第2図 重回帰分析結果のプリント例

は19~20欄に変数bの番号。24~25欄に変換後の変数につける変数番号（変換前と同一番号でもよい）。

(3) セレクトカード（任意の枚数）

重回帰分析に導入する変数を指定するカードで、このカードが最低1枚はないと重回帰分析に移ることができない。4~5欄に重回帰分析に取り込む全変数の数（最高34）、その内のダミー変数の数を9~10欄に、11欄以降の2欄ごとに変数番号を（ただし必ず最後に目的変数を置き、その直前にダミー変数を並べ）穿孔する。

このセレクトカードは何枚でも与えることができるので、KB8100やKB8200処理では能力いっぱいの変数を取り扱い、ここで目的変数対説明変数の組み合わせをいろいろに変えて処理するのが能率的である。

4. 変数相互間の散布図の作成

プログラム名；KB8120
 占有メモリー；27,000バイト
 入力ファイル；磁気ディスク（144 byte/REC）
 出力ファイル；プリント

特にKB8100でデータを整えた場合、たとえデータ行列や各統計量がプリントされたとしても、一つ一つのデ

ータを手作業で整える場合に比べて、データの性格がとらえにくく、また異常値等も見逃がされやすい。この欠点を除こうとすればデータの散布図を書いてみるのが良く、また別の目的から散布図の必要なことも多いので、このプログラムを開発した。

変数Yの番号と、これに対する変数Xの番号（25個まで任意）を穿孔したセレクトカードを任意の枚数与えると、それぞれのX：Yの散布図がプリントされる。このときのXとYの交点には、入力ファイルにダミー変数が組み込まれていると、群に対応した1~5の数字が印字され、群の判別を行うことができる。

5. 予測マスターの作成

プログラム名；KB8130
 占有メモリー；26,360バイト
 入力ファイル；カードイメージテープ
 出力ファイル；予測マスター（1200 byte/REC）

予測値の計算や予察式の年々の更新に必要な、予察式に関するあらゆる情報をファイル化した磁気テープ（予測マスター）を作成するためのもので、このマスターには、予測値の計算時期、当年マスター及び累積マスター

からの変数の取り出し方法とデータ番号、データの一次及び二次変換コードと定数、予察式作成に当って除去する異常年、予測式の定数項・偏回帰係数・寄与率・残差自由度及び分散比等、減収率の計算式、要防除量の計算式、目的変数の平年値・前年値・最高値及び標準偏差、予測値や各説明変数の内容の説明（文字型定数）などがファイルされている。予察式がいくつかの群のデータから作成されている場合、たとえば4群から構成されるとすれば、同一の説明変数でも別々のファイルから四つのデータを取り出して処理しなければならないので、予測マスターは群単位に1レコードを構成し、ダミー変数が採用されていれば定数項だけが異なる同一の回帰式が各レコードに組み込まれている。

なおこの予測マスターの内容は、1レコード当り十数枚の穿孔カードから入力されるが、このカードに過不足や穿孔ミスがあってはならないので、内容を23項目にわたって計算機でチェックできるプログラム（KB8125）が用意されている。また完成された予測マスターの内容は、プリント用プログラム（KB8170）によって、必要な任意の部数をプリントできる。

6. 予測値の計算

プログラム名；KB8140

占有メモリー；67,384バイト（オーバーレイ）

入力ファイル；各当年マスター、予測マスター

出力ファイル；プリント

予測マスターから予測値の計算に関する情報を得たうえで、計算に必要な当年度の説明変数を、気象・定点・巡回などの各当年マスター⁶⁾から取り込み、重回帰式にあてはめて予測値を計算する。併せて平年値や前年値を参照し、その値との多・やや多・並み・やや少・少などの対比を判定する。さらに減収率や要防除量の計算式が予測マスターに入力されていれば、これらの計算も行われる。以上の計算結果は直接このプログラムでプリントするが、プリント部数を多くする必要がある場合は、プリント内容をいったん磁気テープに出力し、そのテープから何回でも繰り返しプリントする（KB8210）こともできる。プリント結果の一例を示すと第3図のとおりである。

予測マスターには、年間使用するすべての予察式がファイルされているが、その中から、現時点で計算できる予察式を選ぶ作業はこのプログラムが自動的に行う。またある予察式をコントロールカードで指定して計算することもできる。予察式に関する情報は、普通磁気テープ上の予測マスターから入力するが、予測マスターを作成

するために用意した穿孔カードから直接入力することもできる。通常計算時期間近に開発された予察式はカードのままて処理し、ある程度のカードをまとめて予測マスターを作成することが多い。

年度末になると、当年マスターには各予察式の説明変数ばかりでなく、目的変数の実測値も入力されている。この時点でこのプログラムを用いて今年度使用されたすべての予察式をもう一度計算すると、実測値に対する予測値の誤差がどの程度であったかが比較検討できる。つまり第3図のプリントについて、実測値とその平年及び前年対比が予測値の場合と同様にプリントされ、さらに、予測値の平年及び前年対比と実測値の平年及び前年対比の適中度が判定される。この判定には、よく一致した場合は「++」、1段階違った場合（たとえば「多」の予想が実際には「やや多」であったとき）は「+」、2段階違うと「-」、3段階以上違えば「--」を印字している。

7. 予察式の更新

プログラム名；KB8150

占有メモリー；65,784（オーバーレイ）

入力ファイル；各累積マスター、予測マスター

出力ファイル；更新済予測マスター

前項のKB8140の年度末処理による適中度の判定結果には関係なく、新しい年度の調査データが各累積マスターにファイルされた時点で、このプログラムによる予測マスターの更新処理が行われる。

まず今年度使用してきた予測マスター（穿孔カードのままて処理したものはこれを磁気テープ化して予測マスターに併合し）は、処理上の読み書きが自由な磁気ディスクに移される（KB8190）。そして予測マスターにファイルされている情報によって、各変数をそれぞれの累積マスターから取り込み、重回帰分析を行って、新しい調査年度のデータを取り込んだ新しい予察式が作成される。この際、いくつかの群から構成されている予察式では、それに該当する複数のレコードが予測マスターから読み込まれ、予察式の更新も同時に行われる。読み込むべきレコード数やその順序、累積マスターから取り込んだデータの配列順、ダミー変数の採否等の指示は、すべて予測マスターから得られる。なお累積マスターからのデータの取り込みや変換には、KB8100と共通のサブルーチンが用いられている。

予察式の更新に当っては、新しいデータを取り込むということばかりではなく、古いデータを捨てるという一面もある。これは予測マスター内の情報の一つであるデ

(K88140)	#####	9	カ	ツ	1	シ	コ	ニ	ズ	キ	ツ	キ	ツ	カ	#####	77/ 9/ 5
3777#NO.52 911305040	トビイロウナク 9297.10.1 / ハツセイ7700 (52) 7129 -49.7500															
	X(1) =	2.167	ハツ	8M	7.16	LOG	45.9888									
	X(2) =	4.000	ハツ	8M	10<7.16>	LOG	-8.1552									
	X(3) =	26.667	8M3J	9700	M		0.8220									
Y =	39.156	ハイ	44.880	ヒ	13.648	カ	85.200									
	カ															
3777#NO.52 911305120	トビイロウナク 9297.10.1 / ハツセイ7700 (52) 7129 -484.1243															
	X(1) =	26.667	ク	8M	ハイ	14.3724										
	X(2) =	2.041	ク	8M	7.16	LOG	56.7602									
	X(3) =	3.000	ク	8M	10<7.16>	LOG	-9.3811									
	X(4) =	180.300	ク	8M	ニ	0.2464										
	X(5) =	12.500	8M3J	9700	M	0.1523										
Y =	32.909	ハイ	52.120	ヒ	42.900	カ	71.400									
	カ															
3777#NO.52 91 123030	ハイセ 9M 2J 9297.10.1 / ハツセイ7700 (52) 7129 0.1365															
	X(1) =	1.643	8M3J	7.16	LOG	0.8818										
	X(2) =	1.600	8M3J	9700	M	0.9907										
	X(3) =	39.286	8M3J	9700	M	0.0829										
Y =	1.971	ハイ	1.510	ヒ	1.880	カ	1.880									
	カ							7.16<3.000> = 1.438								
3777#NO.52 91 123040	ハイセ 9M 2J 9297.10.1 / ハツセイ7700 (52) 7129 -0.1186															
	X(1) =	1.544	8M3J	7.16	LOG	0.0818										
	X(2) =	1.296	8M3J	9700	M	0.9907										
	X(3) =	23.333	8M3J	9700	M	0.0829										
Y =	1.360	ハイ	1.080	ヒ	1.080	カ	1.140									
	カ							7.16<3.000> = 0.738								

第3図 予測値計算結果のプリント例

ータの使用年数欄に任意の数値を与えておけば、新しいデータが加わるごとに古いデータが除かれる仕組みになっている。現在のところこの年数を10年としているが、病害虫の種類や予測項目によっては、もっと長期間のデータを使用するのが有利な場合もあろう。したがってデータの使用年数はレコード単位に自由に指定できるようにしてある。

ここで更新される予察式は、変数そのものの変化は無いが、データの差し換えが行われるので、重回帰式の定数項や偏回帰係数は変わってくるし、重相関係数や寄与率も当然変化するはずである。また予測マスター内の、予測値と対比する平年値や前年値もここで更新し、新しい予測マスターを編集して磁気ディスクに出力する。

更新済の予測マスターは別のプログラム(KB8195)によって磁気ディスクから磁気テープへ移されるが、この際に重回帰式の寄与率が75%以下に低下したものは、予察式としての利用価値を失ったものとして自動的に除去される。このようにして次年度に使用する予測マスターが整えられるが、その内容はプロント用プログラムの(KB8170)処理によって読み取ることができる。

8. 予測マスターの強制修正

プログラム名; KB8180
占有メモリー; 27,088バイト
入力ファイル; 予測マスター
出力ファイル; 予測マスター

予測マスターの1レコード全体を作り直すほどではないが、内容の一部にエラーが発見されたり、内容変更の必要が起こったときに、データ番号と修正データを穿孔カードから与えて、予測マスターの内容を強制的に修正するもので、ある予察式を故意に除去する場合にもこのプログラムが利用される。

IV 予測値の計算と予察式更新の事例

1976年度当初は、各群単位に算出すると149項目の予測値が計算できる予察式(3~4群がこみになっているので、実際の重回帰式は40式)がこのシステムに組み込まれていた。多くは既述のMRGSELにより開発したもので、重相関係数は0.9に近く、寄与率は80%を超えるものばかりであった。この年はまだ予測値計算のプロ

グラムが未完成であり、実験的な意味もあって実際の子察事業にはあまり利用されなかったが、年度末における各予測値の実測値に対する適中度の判定結果と、1976年度の新しい調査データを加えて予察式を更新した結果を示すと、第2表のとおりである。

第2表 予察式の適中度と更新処理の結果

適中度の判定			更新処理		
判定結果	式数	同率	更新式数	除去式数	除去率
++	68	45.6%	51	17	25.0%
+	37	24.8	18	19	51.4
-	16	10.7	7	9	56.3
--	23	15.4	7	16	69.6
判定不能	5	3.4	2	3	60.0
合計	149	—	85	64	43.0

第2表によると、よく一致した「++」の予察式は全体の45.6%にすぎず、「+」の式を加えたとしても70%であり、この年に扱った予察式の精度は決して高いとは言えない。もっと当る確率の高い予察式でないと、その計算結果を安心して利用することはできないと考えられる。このような結果になった原因としては、予察式に取り込んだ年数がまだ数年にすぎず、残差の自由度も小さいものが含まれていたこと、反復数の増加を目的とした群わけの扱いにおいて、各群のデータの性格が十分に検討されていなかったこと、重相関係数や寄与率の高いことだけに満足し、回帰に取り込まれた各説明変数の内容やその役割りについての検討をなおざりにしたきらいがあること、などを反省点としてあげることができる。

このような予察式について、その年の新しいデータを加えた更新処理を行ったところ、適中度が「--」の式はその70%が除去され、「-」や「+」の式も約半数が除かれ、予測精度の低かった式を除く目的はほぼ達成された。適中度が「++」の式も25%が除去されたが、これは多または少の場合過多あるいは過少の予測を行った式であり、やはり予測精度の低い式であったとみなすことができる。このようにして次年度用の予察式として残されたものは57%にすぎなかったが、やや粗製されたきらいのあるこの年の予察式では当然の結果であろう。また残された式の中には、適中度が「-」や「--」であったものも若干含まれているが、これはこみにされているいくつかの群のうち、ある一つの群での結果が悪かったもので、寄与率の低下がそれほど大きくはなかったものである。この例からも、各群の内容を十分に検討のうえ予察式を作成する必要が理解される。

V 所要処理時間

予察式の作成には、KB8100とKB8000を連続処理することが多いが、非常に大量のデータがファイルされている各累積マスターからの変数の取り出しに長時間を要し、20前後の変数の10反復を3~4群取り出して、数枚のセレクトカードで重回帰分析すると、およそ10分間程度の処理時間となる。この1回の処理で、予察式として採用できる1個の重回帰式が見つければ能率が良いが、処理結果を検討して再処理することが多いので、一つの予察式を得るにはかなり長時間の処理が必要なことになる。しかし1回の連続所要時間は短いので、計算機使用上の問題はない。

予察式の更新も、累積マスターから変数を取り込むので処理時間が長く、3~4群をこみにした1個の重回帰式の更新に数分間を要する。したがって、たとえば1976年の149式を更新するには4~5時間が必要である。計算機のこのような長時間の連続使用はむずかしい場合もあるので、この処理はどこで中止しても差し支えないよう考慮されている。

予測値の計算には、1式あたり数個の変数を、磁気ディスクにファイルされている当年マスターからランダム処理で取り込むので、処理時間はごく短時間でよく、10~20項目の予測値計算は、プリントを含めて数分間で終了する。その他、予測マスターの作成やプリント等の処理には、かなり予察式の数が多かったとしても、30~40分間あれば十分であろう。

VI 結 語

このシステムが完全に稼働できる状態になってまだ日が浅く、その利用経験も乏しいが、予察式の作成からそれを使用した予測値の計算、さらに予察式の年々の更新に至る一連のシステムは、これを上手に利用することにより、発生予察事業における予測の精度は従来よりも著しく高まるものと考えられる。問題はこのシステムの中で、いかにして的確な予察式を作成するかであろう。

既述のように、これまでに作成した予察式の精度は決して高いものではなかった。予察式の作成に当っては、県内で得られたデータがいくつかの群に分けられるかということと、それらの群をどのような組み合わせでこみにして扱うかということが、まず重要な課題となる。いくつかの群をこみにする手法は、データの反復数を増して重回帰式の信頼度を高めるための唯一の方法ではあるが、発

生機構の異なる群までこみにすることは許されない。したがってそれぞれの群についての詳細なデータ解析を必要とし、KB8120処理による群別散布図の作成などは、この解析の一助となるであろう。また、変数選択による重回帰分析の結果は、寄与率の高いことが予察式として採用するかどうかの重大な条件となるが、同時に理論的にも一応無理のない変数が取り込まれている必要があろう。場合によっては当然取り込まれなくてはならない変数が除去され、理由の説明できない変数が採用されることがあるが、このような重回帰式はデータの細部にわたって入念な検討を重ね、予察式としての採否を決めなくてはならない。このような点に留意すれば、必ず精度の高い予察式が得られるものと考えられる。

さらに予察式の更新処理は、データを年々の新しいものと差し換えて重回帰式を計算し直すと共に、精度の低かった予察式については厳しく除去してゆくので、年を重ねるごとに予測の精度は高まるものと考えられる。

VII 摘 要

広島県における病虫害発生予察事業の電子計算機システムのうち、重回帰分析を中心とした予測値計算システムについて論述した。

1) 予察式は、累年データがファイルされている累積マスターから指定するデータを取り出し、変数選択による重回帰分析で作成した。

2) 作成された予察式は、予測値の計算や予察式の更新等の処理に必要な、あらゆる情報が記録されている予測マスターにファイルした。

3) 予測マスターの情報により、予察式の説明変数が入力されると同時に、予測値、その平年及び前年対比、推定される減収率、要防除量などを計算し出力した。

4) 年度末には予測値と実測値を比較し、予測の適中度を判定した。

5) 1年間の新しい調査データが揃うと、これを取り込んで予察式を計算し直すと共に、寄与率の低下した式は除去し、予測マスターの内容を更新して次年度の予測に備えた。

6) これまでに作成した予察式の精度は、必ずしも高いものばかりではなかった。予察式の作成にあたっては、同一重回帰式に取り込む地帯や地点のデータの性格や、重回帰式の変数の内容とその役割りについて、細かい検討をする必要がある。

7) 以上のシステムを上手に利用すれば、この事業における予測の精度は漸次高まるものと考えられる。

引用文献

1) 藤原多見夫・木村義典・河野富香・原田 仁：1975. 病虫害発生予察事業における電子計算機利用方法第1報広島県におけるシステム概要. 広島農試報告36：41—47.

2) 川端幸蔵：1972. 変数選択型の重回帰分析（改訂版）. 農林研究計算センター報告A8：65—85.

3) 小林龍一：1972. 相関・回帰分析法入門. 日科技連. 東京.

4) 小泉銘冊・井上一男・松本英紀・貞松光男：1977. 電子計算機利用によるカンキツ黒点病発生予察の試み. 植物防疫31：137—144.

5) 河野富香・藤原多見夫・木村義典・細川節男・池田 均：1975. 病虫害発生予察事業における電子計算機利用方法. 第2報既存データのファイル化. 広島農試報告36：49—56.

6) _____ . _____ . _____ . _____ . _____ : 1976. _____ . 第3報逐次調査データの処理. 広島農試報告37：13—24.

7) 久米 均：1971. 重回帰分析. 奥野忠一他著. 多変量解析法. 日科技連. 東京. 25—157.

8) 村松義司・小柳徳二：1977. イネの病虫害発生予察事業における電子計算機利用の試み. 植物防疫31：59—63.

9) 奥野忠一：1965. 発生予察式に関する問題. 日植病報31：313—318.

10) 奥野忠一：1976. 重回帰分析. 奥野忠一他著. 統多変量解析法. 日科技連. 東京. 17—75.

Studies on the Utilizing Method of Electronic Computer in the Forecast Work on Disease and Insect Pest Outbreak

4. The system calculating forecast values using multiple regression analysis

Tomika KONO

Summary

As stated in our previous report,⁶⁾ in Hiroshima prefecture, all the necessary data concerning diseases and insect pests occurrence are preserved in magnetic tape year after year. To carry the forecast work a step further, the author made forecast formulas utilizing them and developed the system predicting the diseases and insect pests occurrence with these formulas. The outline of the system is as follows;

(1) The rice growing practices are getting changes year after year. Along with these, the seasonal prevalence of diseases and insect pests is also affected. Therefore it is improper to use too much old data. So, as a rule, we use the ones preserved for the past 10 years to make the forecast formulas. Based on the past experiences and thoretical viewpoints, reasonable factors which affect disease and insect pest occurrence, such as, meteorological factors and overwintered population of insect pest, are selected from the preserved ones. These informations are put into computer.

(2) Computer gets these informations and automatically puts out numerical values of these selected factors from magnetic tape and transfers them to magnetic disk.

(3) Computer distinguishes them criterion and predictor variables, namely, the abundance or occurring period of the disease and insect pest and the values explain the disease and insect pest occurrence respectively. Utilizing them, computer puts out several multiple regression equations as forecast formulas following stepwise method. Among them, computer evaluates the most profitable one on the basis of the criteria, that is, coefficient of determination and numbers of the used predictor variables. If the derived one well explains real occurrence of the past, it is adapted for forecast formula.

(4) The forecast formula of each disease and insect pest is filed to magnetic tape with other necessary informations. All the files of the every disease and insect pest are compiled to one forecast master file.

(5) Using this master file, the measurements of the necessary factors investigating this year are put into computer. It calculates forecast values along with the ones of average and previous year's occurrence, expected yield loss and others. These values are printed in continuous form papers to make the forecast decision.

(6) At the end of each year, forecast values are compared with real measurements of the occurrence and we estimate how the forecast values predict the real one. Furthermore new measurements doing this year are added to the preserved ones and we make the new preserved data. With these new preserved data, computer re-examines adaptability of the formula developed previous year and reconstructs it more reliable one. If reconstructed formula is worse than the previous one, it is cleared from forecast master file with other necessary informations. And it is re-examined from the beginning of the process. Thus the contents of the master file is renewed and becomes more reliable one year after year. So the work of the next year starts with new and more reliable formulas.

As to the formulas that have been developed, they are not always satisfactrily estimate real occurrence. Nevertheless the author would believe that we will correctly forecast real occurrence because not only the formula is reconstructed more reliable one year after year, but also we strictly discuss whether selected factors reasonably explain the disease and insect pest occurrence when re-examine the forecast formula.

付図 変数減増法による重回帰分析用プログラム

```

FORTRN EA112 SOURCE PROGRAM                                08/24/77 13:59:09 PAGE 0001

 1 PROGRAM KBB000                                           00000100
 2 C *** ハジメのプログラムニヨルシマカキマセキ          CODED BY T.KONO 00000200
 3 DIMENSION A(35,70),D(35),NS(35),NAME(3),DA(35,6),NF(35) 00000300
 4 DEFINE FILE 10(500,36,U,IRNO)                          00000400
 5 CALL FTODAY(IYY,IMM,IDD)                                00000500
 6 READ(5,1000)NAME,NK,NN,NHENK,NSELEC                    00000600
 7 1000 FORMAT(3A4,I3,3I5)                                00000700
 8 IF(NN.EQ.0) CALL FEXCOM(NN)                             00000800
 9 IF(NHENK)80,80,5                                       00000900
10 5 DO 50 I=1,NHENK                                       00001000
11 READ(5,1005)KORD,KTEI,N1,N2,N                         00001100
12 1005 FORMAT(5I5)                                        00001200
13 IF(KORD-25)9,6,9                                       00001300
14 6 T=0,                                                  00001400
15 DO 7 J=1,NN                                           00001500
16 IRNO=J                                                  00001600
17 READ(10,IRNO,ERR=450)(D(M),M=1,NK)                   00001700
18 7 T=T+D(N1)                                             00001800
19 Y=T/FLD(1)                                             00001900
20 9 DO 50 J=1,NN                                         00002000
21 IRNO=J                                                 00002100
22 READ(10,IRNO,ERR=450)(D(M),M=1,NK)                   00002200
23 IF(KORD-20)10,10,20                                    00002300
24 10 X=D(N1)                                              00002400
25 CALL KBB148(KORD,KTEI,X)                              00002500
26 GO TO 30                                               00002600
27 20 Z=D(N1)                                              00002700
28 IF(KORD.NE.25)Y=D(N2)                                  00002800
29 CALL KBB090(KORD,KTEI,Z,Y,X)                          00002900
30 30 IF(KORD-100)40,450,450                              00003000
31 40 D(N)=X                                               00003100
32 IRNO=J                                                 00003200
33 WRITE(10,IRNO)(D(M),M=1,NK)                          00003300
34 50 CONTINUE                                           00003400
35 WRITE(6,1050)IYY,IMM,IDD,NAME                        00003500
36 1050 FORMAT(1H1,10X,'(KBB000)',10X,'***** ハジメのプログラムニヨル 00003600
37 * シマカキマセキ *****',20X,2(12,1/),12/         00003700
38 *1H0,6X,'シヨメイ ',3A4)                            00003800
39 WRITE(6,1060)                                          00003900
40 1060 FORMAT(1H0,6X,'ハジメのプログラムニヨルシマカキマセキ') 00004000
41 WRITE(6,1065)(M,M=1,NK)                                00004100
42 1065 PORMAT(1H ,10X,10I11)                            00004200
43 DO 70 I=1,NN                                           00004300
44 IRNO=I                                                  00004400
45 READ(10,IRNO,ERR=450)(D(J),J=1,NK)                   00004500
46 WRITE(6,1065)                                          00004600
47 WRITE(6,1070)(D(J),J=1,NK)                            00004700
48 1070 FORMAT(1H ,10X,10F11.3)                          00004800
49 70 CONTINUE                                           00004900
50 C                                                       00005000
51 80 WRITE(6,1050)IYY,IMM,IDD,NAME                      00005100
52 DO 90 I=1,NK                                           00005200
53 90 NS(I)=I                                             00005300
54 CALL KBB080(A,DA,D,NK,NK,NN,NS,JJ)                   00005400
55 NOZOKU=0                                               00005500
56 K=1                                                    00005600
57 CALL KBB010(K,A,JJ,NOZOKU)                             00005700
58 CALL KBB060(A,DA,D,NK,NN)                             00005800
59 IF(NK-17)95,95,93                                     00005900
60 93 WRITE(6,1050)IYY,IMM,IDD,NAME                     00006000
61 95 CALL KBB070(A,DA,NK)                                00006100
62 IF(NSELEC)100,100,110                                  00006200
63 100 WRITE(6,1100)                                       00006300
64 1100 FORMAT(1H0,10X,'?????????? シマカキマセキ ???????????') 00006400
65 GO TO 900                                              00006500
66 110 DO 500 LSELEC=1,NSELEC                             00006600
67 WRITE(6,1050)IYY,IMM,IDD,NAME                        00006700
68 WRITE(6,1110)LSELEC                                    00006800
69 1110 FORMAT(1H*,30X,1H(,12,1H))                     00006900
70 READ(5,1115)NH,NDUMY,(NS(I),I=1,NH)                 00007000
71 1115 FORMAT(2I5,34I2)                                  00007100
72 N=NH-1                                                 00007200
73 DO 120 I=1,N                                           00007300
74 120 NF(I)=NS(I)                                       00007400

```

```

FORTRN EA112 SOURCE PROGRAM KB8000 PROGRAM 08/24/77 13:59:09 PAGE 0002
75 WRITE(6,1120)(NS(I),I=1,N) 00007500
76 1120 FORMAT(1H0,6X,'セツメイ ハズク ',27I4) 00007600
77 WRITE(6,1125)NS(NH) 00007700
78 1125 FORMAT(1H0,6X,'モクジキ ハズク ',14) 00007800
79 IF(NN-NH)430,430,130 00007900
80 130 CALL KB8080(A,DA,D,NK,NH,NN,NS,JJ) 00008000
81 NOZOKU=0 00008100
82 DO 180 K=1,NH 00008200
83 CALL KB8010(K,A,JJ,NOZOKU) 00008300
84 IF(K-1)140,140,180 00008400
85 140 SYY=A(JJ,JJ) 00008500
86 180 CONTINUE 00008600
87 C 00008700
88 STEP=0 00008800
89 KUWAER=0 00008900
90 LSW=0 00009000
91 NSW=0 00009100
92 ISW=0 00009200
93 190 CALL KB8020(A,SYY,NN,JJ,NF,STEP,NOZOKU,KUWAER,R100,JKAI,JZAN,FHEN, 00009300
94 + NAME,NH) 00009400
95 IF(R100-70.)420,420,200 00009500
96 200 IF(NN-70)210,210,220 00009600
97 210 CALL KB8030(NN,A,NF,NS,DA,D,NH,NDUMY,JJ,NK) 00009700
98 220 STEP=STEP+1,0 00009800
99 IF(LSW)350,230,350 00009900
100 230 IF(ISW)250,240,300 00010000
101 240 ISW=-1 00010100
102 GO TO 260 00010200
103 250 ISW=1 00010300
104 260 IF(NH-3)380,270,270 00010400
105 270 CALL KB8040(A,NF,NOZOKU,JJ,JZAN,KEY,LSW,FHEN) 00010500
106 IF(NOZOKU)293,293,280 00010600
107 280 NSW=-1 00010700
108 NH=NH-1 00010800
109 290 CALL KB8010(KEY,A,JJ,NOZOKU) 00010900
110 GO TO 190 00011000
111 293 IF(NSW)296,340,296 00011100
112 296 NSW=0 00011200
113 300 ISW=-1 00011300
114 CALL KB8050(A,NF,NS,JJ,JZAN,KUWAER,KEY,FHEN) 00011400
115 IF(KUWAER)320,320,310 00011500
116 310 NSW=1 00011600
117 NH=NH+1 00011700
118 GO TO 290 00011800
119 320 IF(NSW)330,340,330 00011900
120 330 NSW=0 00012000
121 GO TO 250 00012100
122 C 00012200
123 340 WRITE(6,1340) 00012300
124 1340 FORMAT(1H0,10X,'***** ハズク ケコソウノ シヨリ オ オクル *****') 00012400
125 350 IF(R100-80.)410,360,360 00012500
126 360 IF(NH-7)370,370,400 00012600
127 370 IF(JZAN-10)390,380,380 00012700
128 380 WRITE(6,1380) 00012800
129 1380 FORMAT(1H0,10X,'***** ヲリヨウノ カイキキト カツカ*イ シヨリ オ オクル *****') 00012900
130 +*****') 00013000
131 GO TO 500 00013100
132 390 WRITE(6,1390) 00013200
133 1390 FORMAT(1H0,10X,'***** ヲリヨウノ カイキキタ*カ* ハツワクスク カ* スクナイ *****') 00013300
134 +*****') 00013400
135 GO TO 500 00013500
136 400 WRITE(6,1400) 00013600
137 1400 FORMAT(1H0,10X,'***** ハズク カ* オオイ ノチ* ケコソウノ シヨリ オ ツツケル 00013700
138 + *****') 00013800
139 LSW=1 00013900
140 GO TO 270 00014000
141 410 WRITE(6,1410) 00014100
142 1410 FORMAT(1H0,10X,'***** *ヨリツ カ* ヒクイ,シ*ユクワ*コ ケントウノ コト *****') 00014200
143 +*****') 00014300
144 GO TO 500 00014400
145 420 WRITE(6,1420) 00014500
146 1420 FORMAT(1H0,10X,'***** *ヨリツ カ* ヒクイ ノチ* イカノ シヨリ オ チユクシ スル *****') 00014600
147 +*****') 00014700
148 GO TO 500 00014800

```

```

FORTRN EA112 SOURCE PROGRAM KB8000 PROGRAM 08/24/77 13:59:09 PAGE 0003

149 430 WRITE(6,1430) 00014900
150 1430 FORMAT(1H0,10X,'?????????? ハナツクス カ スナク シヨウ チキナイ ??????????')00015000
151 GO TO 500 00015100
152 450 WRITE(6,1050)IYY,IMM,IDD,NAME 00015200
153 WRITE(6,1450) 00015300
154 1450 FORMAT(1H0,10X,'?????????? チ-タツカカ チゴ READ ERR ??????????') 00015400
155 GO TO 900 00015500
156 500 CONTINUE 00015600
157 900 STOP 00015700
158 FND 00015800

159 SUBROUTINE KB8010(K,A,JJ,NOZOKU) 00015900
160 C *** ハナツク ケイサン 00016000
161 DIMENSION A(35,70) 00016100
162 IF(NOZOKU)10,10,20 00016200
163 10 KR=K 00016300
164 GO TO 30 00016400
165 20 KR=K+JJ 00016500
166 30 J=JJ+JJ 00016600
167 H=A(K,KR) 00016700
168 DO 40 I=1,J 00016800
169 40 A(K,I)=A(K,I)/H 00016900
170 DO 70 I=1,JJ 00017000
171 IF(I-K)50,70,50 00017100
172 50 H=A(I,KR) 00017200
173 DO 60 L=1,J 00017300
174 60 A(I,L)=A(I,L)-H*A(K,L) 00017400
175 70 CONTINUE 00017500
176 RETURN 00017600
177 END 00017700

178 SUBROUTINE KB8020(A,SY,NN,JJ,NF,STEP,NOZOKU,KUWAER,R100,JKAI, 00017800
179 + JZAN,FHEN,NAME,NH) 00017900
180 C *** シゴクカイキ ツツカ / フ-ソコト 00018000
181 DIMENSION A(35,70),NF(35),NAME(3) 00018100
182 IF(STEP)10,10,15 00018200
183 10 WRITE(6,1010) 00018300
184 1010 FORMAT(1H0,8X,'ヒキツハツク オ モタイ シゴクカイキキ') 00018400
185 GO TO 40 00018500
186 15 IF(NOZOKU)30,30,20 00018600
187 20 WRITE(6,1020)STEP,NOZOKU,FHEN,NAME 00018700
188 1020 FORMAT(1H1,'STEP',F4,0,' NO,',I3,' ( F =',F7,4,' ) / ハツク オ ノソク' 00018800
189 +,49X,'<',3A4,'>') 00018900
190 NOZOKU=0 00019000
191 GO TO 40 00019100
192 30 WRITE(6,1030)STEP,KUWAER,FHEN,NAME 00019200
193 1030 FORMAT(1H1,'STEP',F4,0,' NO,',I3,' ( F =',F8,4,' ) / ハツク オ クワシ' 00019300
194 +,48X,'<',3A4,'>') 00019400
195 KUWAER=0 00019500
196 40 N=JJ-2 00019600
197 JKAI=NH-1 00019700
198 JZEN=NN-1 00019800
199 JZAN=JZEN-JKAI 00019900
200 SZAN=A(JJ,JJ) 00020000
201 SKAI=SY-SZAN 00020100
202 R2=SKAI/SYY 00020200
203 R100=R2*100, 00020300
204 R=SQRT(R2) 00020400
205 RJ=SQRT(FLOAT(JZEN)/FLOAT(JZAN)*R2-FLOAT(JKAI)/FLOAT(JZAN)) 00020500
206 VKAI=SKAI/FLOAT(JKAI) 00020600
207 VZAN=SZAN/FLOAT(JZAN) 00020700
208 V=VKAI/VZAN 00020800
209 WRITE(6,1040)A(1,JJ),R100,R,RJ 00020900
210 1040 FORMAT(1H0,8X,'チイソクツ',F16,4,5X,'*ヨツ',F8,4,5X,'シゴクソクカキR',F7,4, 00021000
211 +5X,'シゴクシゴクセイR',F7,4) 00021100
212 ISW=0 00021200
213 DO 80 I=1,N 00021300
214 IF(NF(I))80,80,50 00021400
215 50 IF(ISW)60,60,70 00021500
216 60 WRITE(6,1060)NF(I),A(I+1,JJ),JKAI,JZAN,V 00021600
217 1060 FORMAT(1H0,'ハナツクキクス X(',I2,')',F15,4,45X,'カイキシゴクツ',I2, 00021700
218 +') シゴクシゴクツ',I2,') フ-ソコト',F10,4) 00021800
219 ISW=1 00021900

```

```

FORTRN EA112 SOURCE PROGRAM KB8000 PROGRAM 08/24/77 13:59:09 PAGE 0004

220 GO TO 80
221 70 WRITE(6,1070)NF(I),A(I*1,JJ)
222 1070 FORMAT(1H ,10X,'X(',I2,')',F15,4)
223 80 CONTINUE
224 RETURN
225 END

226 SUBROUTINE KB8030(NN,A,NF,NS,DA,D,NH,NDUMY,JJ,NK)
227 C *** ナニヲ、ナニヲ、ナニヲ ナニ ナニ
228 INTEGER*2 L,LD
229 DIMENSION A(35,70),NF(35),NS(35),DA(35,6),D(35),L(70),LD(8),DU(5)
230 DATA LD/'1122334455',,111/
231 DEFINE FILE 10(500,36,U,IRNO)
232 YMAX=0,0
233 YMIN=0,0
234 SAISHO=0,
235 SAIDAI=0,
236 DO 10 I=1,5
237 10 DU(I)=9,0
238 DUMY=0,0
239 N1=JJ-NDUMY-1
240 N2=JJ-2
241 DO 180 I=1,NN
242 IF(I-35)20,20,30
243 20 J=I
244 ID=1
245 IY=3
246 IDU=5
247 GO TO 40
248 30 J=I-35
249 ID=2
250 IY=4
251 IDU=6
252 40 IRNO=1
253 READ(10,IRNO,ERR=900)(D(M),M=1,NK)
254 IF(NDUMY)70,70,50
255 50 N=0
256 DO 60 KD=N1,N2
257 N=N+1
258 M=NS(KD)
259 IF(DU(N)-D(M))80,60,80
260 60 CONTINUE
261 GO TO 100
262 70 DUMY=1,
263 GO TO 100
264 80 DUMY=DUMY+1,
265 N=0
266 DO 90 KD=N1,N2
267 N=N+1
268 M=NS(KD)
269 90 DU(N)=D(M)
270 100 DA(J,IDU)=DUMY
271 M=NS(JJ-1)
272 DA(J,ID)=D(M)
273 IF(SAISHO)101,102,101
274 101 IF(D(M)-SAISHO)102,103,103
275 102 SAISHO=D(M)
276 103 IF(SAIDAI)104,105,104
277 104 IF(D(M)-SAIDAI)106,106,105
278 105 SAIDAI=D(M)
279 106 Y=A(I,JJ)
280 DO 120 K=1,N2
281 IF(NF(K))120,120,110
282 110 ND=NF(K)
283 Y=Y+A(K+1,JJ)*D(ND)
284 120 CONTINUE
285 DA(J,IY)=Y
286 IF(YMIN)130,140,130
287 130 IF(Y-YMIN)140,150,150
288 140 YMIN=Y
289 150 IF(YMAX)160,170,160
290 160 IF(Y-YMAX)180,180,170
291 170 YMAX=Y

```

```

FORTRN EA112 SOURCE PROGRAM KB8000 PROGRAM 08/24/77 13:59:09 PAGE 0005

292 180 CONTINUE 00029200
293 IF(NH,GT,20)WRITE(6,1190) 00029300
294 1190 FORMAT(1H1) 00029400
295 WRITE(6,1200) 00029500
296 1200 FORMAT(/1H0,' Y ヲツツチ Y リョクチ',6X,'サツガ',8X,'ク',14X,'シツツチ' 00029600
297 + リョクチ / サツガス' /1H ,46X,'リョクチ') 00029700
298 SMAX=AMAX1(YMAX,SAIDAI) 00029800
299 SMIN=AMIN1(YMIN,SAISHO) 00029900
300 YY=(SMAX-SMIN)/34,0 00030000
301 SS=(SMAX-SMIN)/68,0 00030100
302 YMAX=SMAX 00030200
303 SAIDAI=SMAX 00030300
304 LS=70 00030400
305 L(1)=LD(8) 00030500
306 DO 330 I=1,35 00030600
307 DO 210 J=2,70 00030700
308 210 L(J)=LD(6) 00030800
309 L(LS)=LD(7) 00030900
310 LS=LS-2 00031000
311 YTEI=YMAX-YY 00031100
312 DO 300 J=1,NN 00031200
313 IF(J-35)220,220,230 00031300
314 220 JK=J 00031400
315 ID=1 00031500
316 IY=3 00031600
317 IDU=5 00031700
318 GO TO 240 00031800
319 230 JK=J-35 00031900
320 ID=2 00032000
321 IY=4 00032100
322 IDU=6 00032200
323 240 IF(DA(JK,IY)-YMAX)250,250,300 00032300
324 250 IF(DA(JK,IY)-YTEI)300,300,260 00032400
325 260 U=SAIDAI 00032500
326 DO 270 M=1,69 00032600
327 U=U-SS 00032700
328 IF(DA(JK,10)-U)270,270,280 00032800
329 270 CONTINUE 00032900
330 LY=2 00033000
331 GO TO 290 00033100
332 280 LY=71-M 00033200
333 290 LU=DA(JK,10U)+0,1 00033300
334 L(LY)=LD(LU) 00033400
335 300 CONTINUE 00033500
336 YMAX=YTEI 00033600
337 IF(I-NN)310,310,320 00033700
338 310 Z=DA(1,3)-DA(1,1) 00033800
339 WRITE(6,1310)DA(1,1),DA(1,3),Z,DA(1,5),(L(M),M=1,70) 00033900
340 1310 FORMAT(1H ,3F10,3,F10,0,10X,70A1) 00034000
341 GO TO 330 00034100
342 320 WRITE(6,1320)(L(M),M=1,70) 00034200
343 1320 FORMAT(1H ,50X,70A1) 00034300
344 330 CONTINUE 00034400
345 IF(36-NN)340,340,350 00034500
346 340 Z=DA(1,4)-DA(1,2) 00034600
347 WRITE(6,1340)DA(1,2),DA(1,4),Z,DA(1,6) 00034700
348 1340 FORMAT(1H ,3F10,3,F10,0,10X,70('=')) 00034800
349 IF(37-NN)370,370,360 00034900
350 350 WRITE(6,1350) 00035000
351 1350 FORMAT(1H ,50X,70(1H-)) 00035100
352 360 WRITE(6,1360) 00035200
353 1360 FORMAT(1H ,110X,'シツツチ') 00035300
354 GO TO 990 00035400
355 370 Z=DA(2,4)-DA(2,2) 00035500
356 WRITE(6,1370)DA(2,2),DA(2,4),Z,DA(2,6) 00035600
357 1370 FORMAT(1H ,3F10,3,F10,0,70X,'シツツチ') 00035700
358 IF(38-NN)375,375,990 00035800
359 375 DO 380 I=38,NN 00035900
360 J=I-35 00036000
361 Z=DA(J,4)-DA(J,2) 00036100
362 WRITE(6,1380)DA(J,2),DA(J,4),Z,DA(J,6) 00036200
363 1380 FORMAT(1H ,3F10,3,F10,0) 00036300
364 380 CONTINUE 00036400
365 GO TO 990 00036500

```

```

FORTRN EA112 SOURCE PROGRAM KB8000 PROGRAM 08/24/77 13:59:09 PAGE 0006

366 900 WRITE(6,1900) 00036600
367 1900 FORMAT(1H0,10X,'?????????? KB8030 READ ERR ??????????') 00036700
368 990 RETURN 00036800
369 END 00036900

370 SUBROUTINE KB8040(A,NF,NOZOKU,JJ,JZAN,KEY,LSW,F) 00037000
371 C *** カツキヤクノシヨクノシヨク 00037100
372 DIMENSION A(35,70),NF(35) 00037200
373 N=JJ-1 00037300
374 SAITEI=0,0 00037400
375 DO 40 I=2,N 00037500
376 J=I-1 00037600
377 IF(NF(J))40,40,10 00037700
378 10 L=I+JJ 00037800
379 Z=A(JJ,L)**2/A(I,L) 00037900
380 IF(SAITEI)20,30,20 00038000
381 20 IF(SAITEI-Z)40,40,30 00038100
382 30 SAITEI=Z 00038200
383 KEY=J 00038300
384 NOZOKU=NF(J) 00038400
385 40 CONTINUE 00038500
386 P=SAITEI/(A(JJ,JJ)/FLOAT(JZAN)) 00038600
387 IF(LSW)50,50,70 00038700
388 50 IF(F-2,5)70,60,60 00038800
389 60 NOZOKU=0 00038900
390 GO TO 900 00039000
391 70 NF(KEY)=0 00039100
392 KEY=KEY+1 00039200
393 900 RETURN 00039300
394 END 00039400

395 SUBROUTINE KB8050(A,NF,NS,JJ,JZAN,KUWAER,KEY,F) 00039500
396 C *** カツキヤクノシヨクノシヨク 00039600
397 DIMENSION A(35,70),NF(35),NS(35) 00039700
398 N=JJ-1 00039800
399 SAIKO=0,0 00039900
400 DO 40 I=2,N 00040000
401 IF(NF(I-1))10,10,40 00040100
402 10 Z=A(I,JJ)**2/A(I,I) 00040200
403 IF(SAIKO)20,30,20 00040300
404 20 IF(SAIKO-Z)30,40,40 00040400
405 30 SAIKO=Z 00040500
406 KEY=I 00040600
407 KUWAER=NS(I-1) 00040700
408 40 CONTINUE 00040800
409 F=SAIKO/((A(JJ,JJ)-SAIKO)/FLOAT(JZAN-1)) 00040900
410 IF(F-2,5)60,60,50 00041000
411 50 NF(KEY-1)=KUWAER 00041100
412 GO TO 900 00041200
413 60 KUWAER=0 00041300
414 900 RETURN 00041400
415 END 00041500

416 SUBROUTINE KB8060(A,DA,D,NH,NN) 00041600
417 C *** カツキヤクノシヨクノシヨクノシヨク 00041700
418 DIMENSION A(35,70),DA(35,6),D(35) 00041800
419 DEFINE FILE 10(500,36,U,IRND) 00041900
420 DO 10 I=1,NH 00042000
421 DO 10 J=1,5 00042100
422 10 DA(I,J)=0.0 00042200
423 DO 80 I=1,NN 00042300
424 IRND=1 00042400
425 READ(10,IRND,ERR=990)(D(M),M=1,NH) 00042500
426 DO 80 J=1,NH 00042600
427 X=D(J) 00042700
428 H=A(1,J+1) 00042800
429 IF(DA(J,1))20,30,20 00042900
430 20 IF(X-DA(J,1))30,40,40 00043000
431 30 DA(J,1)=X 00043100
432 40 IF(DA(J,2))50,60,50 00043200
433 50 IF(X-DA(J,2))70,70,60 00043300
434 60 DA(J,2)=X 00043400
435 70 S=X-H 00043500

```

```

FORTRN EA112 SOURCE PROGRAM KB8000 PROGRAM 08/24/77 13:59:09 PAGE 0007

436 DA(J,3)=DA(J,3)+S*S 00043600
437 DA(J,4)=DA(J,4)+S*S*S 00043700
438 DA(J,5)=DA(J,5)+S*S*S*S 00043800
439 80 CONTINUE 00043900
440 WRITE(6,1080) 00044000
441 1080 FORMAT(1H0,8X,'カクハズクノトウケイユウ/1H0,13X,'ハズクノ, 'イキナチ サイ'00044100
442 +ヨウチ サイ*イチ フ*ハツク ヒヨウ*ハツクハツ ハツ*ウケイスク ヒズ*ミト* トカ*リト*/)00044200
443 DO 100 I=1,NH 00044300
444 V=DA(I,3)/FLOAT(NN-1) 00044400
445 SD=SQRT(V) 00044500
446 CV=SD/A(1,I+1)*100. 00044600
447 A3=(DA(I,4)/FLOAT(NN))/(SD*SD*SD) 00044700
448 A4=(DA(I,5)/FLOAT(NN))/(V*V) 00044800
449 WRITE(6,1085) I,A(1,I+1),DA(I,1),DA(I,2),V,SD,CV,A3,A4 00044900
450 1085 FORMAT(1H ,18X,12,8F10,3) 00045000
451 IF(MOD(I,5))100,90,100 00045100
452 90 WRITE(6,1085) 00045200
453 100 CONTINUE 00045300
454 RETURN 00045400
455 990 WRITE(6,1990) 00045500
456 1990 FORMAT(1H0,10X,'????????? KB8060 READ ERR ??????????') 00045600
457 RETURN 00045700
458 END 00045800

459 SUBROUTINE KB8070(A,DA,NH) 00045900
460 C *** ヲカクチチヨクシツ 00046000
461 DIMENSION A(35,70),DA(35,6) 00046100
462 WRITE(6,1000) 00046200
463 1000 FORMAT(/1H0,8X,'カクハズクノカクチチヨクシツ') 00046300
464 N1=1 00046400
465 IF(NH-17)30,30,20 00046500
466 20 N=17 00046600
467 GO TO 40 00046700
468 30 N=NH 00046800
469 40 WRITE(6,1040)(M,M=N1,N) 00046900
470 1040 FORMAT(1H0,1X,17I7/) 00047000
471 DO 70 I=1,NH 00047100
472 DO 50 J=N1,N 00047200
473 DA(J,1)=A(I+1,J+1)/SQRT(A(I+1,I+1)*A(J+1,J+1)) 00047300
474 50 CONTINUE 00047400
475 WRITE(6,1050)I,(DA(J,1),J=N1,N) 00047500
476 1050 FORMAT(1H ,12,17F7,3) 00047600
477 IF(MOD(I,5))70,60,70 00047700
478 60 WRITE(6,1050) 00047800
479 70 CONTINUE 00047900
480 IF(NH-17)900,900,80 00048000
481 80 IF(N1-1)90,90,900 00048100
482 90 N1=18 00048200
483 WRITE(6,1050) 00048300
484 GO TO 30 00048400
485 900 RETURN 00048500
486 END 00048600

487 SUBROUTINE KB8080(A,DA,D,NK,NH,NN,NS,JJ) 00048700
488 C *** アテ*フルノヤクシツ 00048800
489 DIMENSION A(35,70),DA(35,6),D(35),NS(35) 00048900
490 DEFINE FILE 10(500,36,U,IRND) 00049000
491 DO 10 I=1,35 00049100
492 DO 10 J=1,70 00049200
493 10 A(I,J)=0.0 00049300
494 DA(1,1)=1.0 00049400
495 DO 40 N=1,NN 00049500
496 IRND=N 00049600
497 READ(10,IRND,ERR=100)(D(M),M=1,NK) 00049700
498 DO 20 I=1,NH 00049800
499 JJ=I+1 00049900
500 ND=NS(I) 00050000
501 20 DA(JJ,1)=D(ND) 00050100
502 DO 30 I=1,JJ 00050200
503 DO 30 L=1,JJ 00050300
504 A(I,L)=A(I,L)+DA(I,1)*DA(L,1) 00050400
505 40 CONTINUE 00050500
506 DO 70 I=1,JJ 00050600

```

```

FORTRN  EA112 SOURCE PROGRAM  KB8000  PROGRAM          08/24/77 13:59:09  PAGE 0008

507      DO 60 J=1,JJ                      00050700
508      L=I+JJ                            00050800
509      IF(1-J)60,50,60                  00050900
510      50 A(J,L)=1,0                    00051000
511      60 CONTINUE                       00051100
512      70 CONTINUE                       00051200
513      RETURN                            00051300
514      100 WRITE(6,1100)                 00051400
515      1100 FORMAT(1H0,10X,'?????????? KB8080 READ ERR ??????????') 00051500
516      RETURN                            00051600
517      END                               00051700

518      SUBROUTINE KB8090(N,K,Z,Y,X)      00051800
519      J=N-20                            00051900
520      GO TO(10,20,30,40,50),J          00052000
521      10 X=Z*Y                          00052100
522      GO TO 900                          00052200
523      20 X=Z-Y                          00052300
524      GO TO 900                          00052400
525      30 X=Z*Y                          00052500
526      GO TO 900                          00052600
527      40 IF(Y)42,44,42                  00052700
528      42 X=Z/Y                          00052800
529      GO TO 900                          00052900
530      44 N=100                          00053000
531      GO TO 900                          00053100
532      50 X=(Z-Y)*(Z-Y)                  00053200
533      900 RETURN                        00053300
534      END                               00053400

621      SUBROUTINE KBB148(N,K,X)          00062100
622 C                                     00062200
623 C *** F* * 2 / 25 * ^ K K ***          00062300
624      IF(N-8)10,110,110                00062400
625      10 FK=FLOAT(K)                    00062500
626      GO TO(20,30,40,60,80,90,100),N   00062600
627      20 X=X*FK                          00062700
628      GO TO 900                          00062800
629      30 X=X*FK                          00062900
630      GO TO 900                          00063000
631      40 IF(FK)50,890,50                00063100
632      50 X=X/FK                          00063200
633      GO TO 900                          00063300
634      60 IF(X)70,890,70                 00063400
635      70 X=X/X                            00063500
636      GO TO 900                          00063600
637      80 X=X*FK                          00063700
638      GO TO 900                          00063800
639      90 X=X*FK                          00063900
640      GO TO 900                          00064000
641      100 X=X*FK-X                      00064100
642      GO TO 900                          00064200
643      110 X=X*1                          00064300
644      IF(X)890,890,120                  00064400
645      120 M=N-7                          00064500
646      GO TO(130,140,150,160),M         00064600
647      130 X=ALOG10(X)                   00064700
648      GO TO 900                          00064800
649      140 X=ALOG(X)                     00064900
650      GO TO 900                          00065000
651      150 X=SQRT(X)                     00065100
652      GO TO 900                          00065200
653      160 X=EXP(X)                      00065300
654      GO TO 900                          00065400
655 C                                     00065500
656      890 N=100                          00065600
657      900 RETURN                        00065700
658      END                               00065800

```