

パソコン用数理計画システム micro-NAPS

南石 晃明

1. はじめに

農業分野における生産および流通の合理化のため、近年、パーソナル・コンピュータの利用が進んでいる。これにともない、都道府県の農業試験場や農業改良普及所では、数理計画法を農家の営農計画や地域農業計画に利用しようとする試みも増えつつある。しかし、市販あるいは大学等（たとえば、大柳[6]）で開発された数理計画システムには、農業分野で必要となる確率的計画法、目標計画法、2次計画法、線形計画法などの各種の計画法を、1つのシステムとしてサポートしているものは、あまり見あたらない。特に、確率的計画法が利用できる数理計画システムは、現在のところ、ほとんど見あたらない。

本稿で紹介する数理計画システム micro-NAPS(マイクロ・ナップス)は、農業分野における研修および実務での利用を想定して開発したものである。しかし、学生の教育や他の応用分野においても利用可能であろう。micro-NAPS を利用することで、各種の計画法を統一的操作で学習したり、また実務で利用することが可能となる。さらに、それぞれの応用分野における多様なモデル事例を micro-NAPS のデータ・ファイルとして蓄積することで、モデルづくりのノウハウの集積を促進し、問題志向の研修や実践的適用をより効果的に行なうことが可能となる。

micro-NAPS の開発は、1987年2月(構想)にはじまり、プロトタイプングなどを経て1988年9月に試作バージョン(0.00)が完成した。その後、実践的応用問題への適用の経験や農業改良普及員研修での使用経験を活かして改良を加え、1989年10月にバージョン1.00j にい

たっている。また、Lotus 1-2-3によるデータ入力・修正を可能にする Lotus マクロやスプレッドシート型の専用入力ソフトなどの入力ツールも整備されつつある¹⁾。

micro-NAPS 本体は、C言語で記述されており、MS-DOS だけでなく OS/2やUNIX 上で作動することが確認されている。ただし、本稿では、機種およびOSに依存する部分については、NEC の PC-9801 (MS-DOS) を想定して説明する。また、micro-NAPS の構造やプログラミングについては、紙幅の制約のため割愛する²⁾。

2. micro-NAPS の利用分野と特徴

micro-NAPS の利用分野は、数理計画法の研修と実務に大別できる。以下では、これらの利用分野における micro-NAPS の特徴を述べる。

2.1 研修における利用

農業改良普及員などを対象とした数理計画法の応用研修では、計算法の概説とともに実践的例題を素材にした事例研究が効果的である。計算法の説明では、単体法における各ステップの単体表やピボットなどの演算過程の表示が必要となる。一方、事例研究では、現実の問題がどのように数理計画モデルとして定式化できるか、また最適解をどのように解釈するかにポイントがある。この場合には、演算過程は重要ではない。このように、応用研修のためのシステムに求められる機能には相反するものがある。micro-NAPS では、各種のシステム・パラメータの変更によって多様な使用方法ができる。さらに、応用研修では、多様な手法について、できる限り統一的な操作法で利用できることが望ましく、この点についてもコマンドの統一に注意を払っている。

2.2 実務における利用

農業分野では小規模なモデル(変数および制約が300程度まで)も多数あり、パソコン・システムが有効な場面も多い。実務のためのパソコン・システムには、次の2

なんせき てるあき

農林水産省農業研究センター農業計画部

〒305 つくば市観音台3-1-1

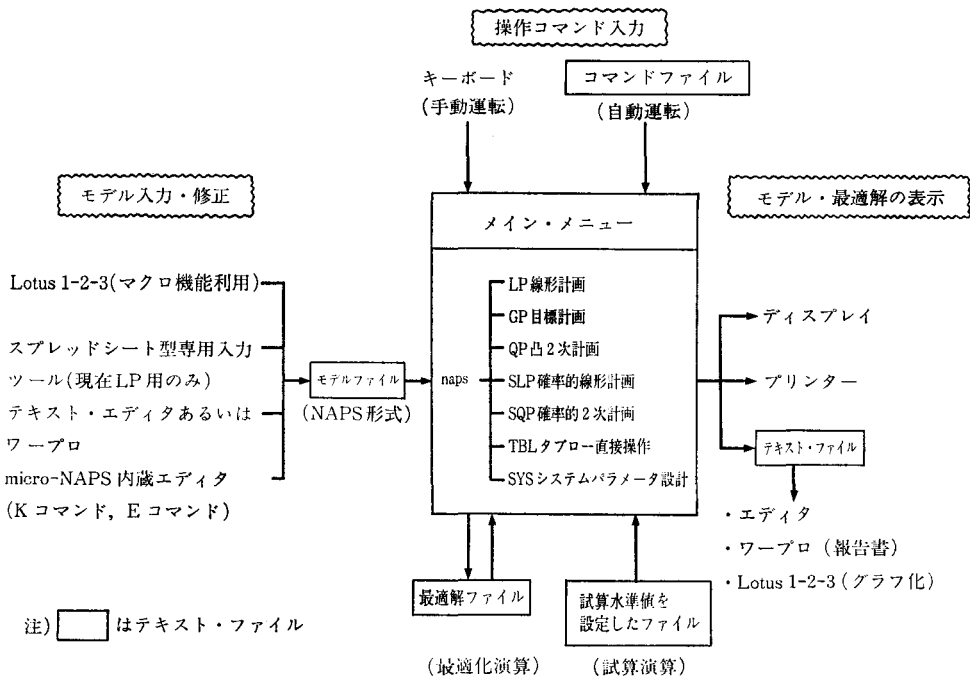


図1 データの流れからみた micro-NAPS の機能

点が求められる。第1は、実際問題の解法に要求される処理容量と計算時間である。micro-NAPS は動的なメモリー管理や数値演算プロセッサの活用によって、制約数および変数の数が100~300程度の最適化を可能にしている。たとえば、制約および変数が100以上のLP問題を数秒~数十秒程度で処理できる (PC98RA 上で数値演算プロセッサ80387使用時)。また、変数および制約が50~100程度の確率的計画問題を数分~10分程度で処理できる。第2は、計画システムの入出力インターフェースが柔軟であることが求められる。そのため、市販のアプリケーション・ソフトのデータを取り込んだり、出力結果をワードプロセッサやグラフ化ソフトなどで利用することができるよう設計されている。

3. micro-NAPSの機能と操作

図1は、micro-NAPS の機能をデータの流れにそって整理したものである。データの入力・修正は内蔵エディタあるいは入力ツールによって行なう。micro-NAPSの操作は、コマンドおよび起動時のオプション指定によって行なう。図2に確率的線形計画法のモードに対応する

コマンドの例を示す。このコマンド例からもわかるように、micro-NAPS には、各種計画法を選択するシステム・モード、入出力や最適化を選択するモデル操作モード、データの入力・編集を行なうエディット・モードがある。なお、システムのカレント・モードは、プロンプトを表示する。また、モデルや最適解は、MS-DOS のリダイレクション機能を利用して、画面の表示をファイルにセーブすることもできる。

以下では micro-NAPS の機能を、1)演算処理、2)入出力、3)システム・パラメータの変更、4)その他の便利

【システム・モード】	【モデル操作モード】	【エディット・モード】
lp 線形計画法	k 新規モデル作成	m モデルサイズ修正
gp 目標計画法	e モデル修正	t タイトル修正
cqp 凸2次計画法	vm モデル表示	o 目的関数係数および分散共分散行列修正
slp 確率的線形計画法	vc コーナー解表示	s 制約不等号修正
sqp 確率的2次計画法	su 期待効用最大化	c 制約行列修正
tbl 単体表操作	ss 満足水準最大化	q モード終了
sys システム・パラメータ変更	sp 確率最大化	
q micro-NAPS 終了	f 単体表作成	
h メニュー表示	q モード終了	
	h メニュー表示	

【常時利用できるコマンド】 c: システムパラメータ変更, p: プリンター出力, s: 画面スクロール一時停止/開始

注) ただし、ここには省略形を示している。たとえば、コマンド h は、help あるいは HELP 等でも可。

図2 micro-NAPS のコマンド例(確率的線形計画法の場合)

な機能に大別して、各機能の概要を説明する。

3.1 演算処理

- ① 最適化と試算：micro-NAPS では、「最適化」と「試算」の両方を、各計画法について行なえる。ここで、「最適化」とは、各計画法（モデル）の制約条件のもとで、目的関数を最大化する計画変数の水準（最適解）を求める演算を意味する。また、「試算」とは、利用者が計画変数の水準をあらかじめ設定して、これに対する目的関数の値や必要資源量を求める演算を意味する。
- ② 線形計画法LP：コンパクト・タブローによる2段階単体法、単体法、双対単体法のアルゴリズムを利用できる。また、右辺と利益係数の最適化後処理およびパラメトリック処理が行なえる。農業においても基本となる計手法である。
- ③ 目標計画法GP：付順および付加重方式の線形目標計画法が利用できる。営農集団の運営問題などの個別経営と集団の調整問題に有効な計手法である。
- ④ 凸2次計画法QP：Wolfeの短形式による凸2次計画法および長形式によるパラメトリック2次計画法（たとえば、片岡[1]参照）が利用できる。空間均衡モデルによる複数の生産地・消費地を対象にした需給計画等に有効な計手法である。
- ⑤ 確率的線形計画法Stochastic LP：線形計画モデルにおいて、利益係数が多変量確率分布にしたがう場合の確率的線形計画法（たとえば、片岡[1]参照）が利用できる。効率的のフロンティアに対応する端点解の算出が可能である。最適化基準としては、期待効用最大化法、満足水準最大化法、確率最大化をサポートしている。ポートフォリオ問題や農産物の収量や価格の不確実性を考慮する場合に有効な計手法である。
- ⑥ 確率的2次計画法Stochastic QP：凸2次計画モデルにおいて、1次の係数が多変量確率分布にしたがう場合の確率的2次計画法（たとえば、南石[3]、Nanseki[4]参照）が利用できる。最適化基準としては、期待効用最大化法と確率最大化法をサポートしている。不確実な需給関係のもとでの、空間均衡モデルや主産地の生産出荷計画に有効な計手法である。
- ⑦ 主記憶容量 640KB の場合、単体表の行数と列数の積が最大47000程度の問題を処理できる。演算はすべて倍精度（16桁）で行ない、4種類の計算許容誤差を用いる。また、数値演算プロセッサ（80387など）が実装されている場合には自動的にこれを利用する。なお、各計画法のアルゴリズムはいずれも複数判定行による単体法をベー

スにしている。

3.2 入出力

入出力の機能は以下のように大別できる。

- ① モデルの入力・修正を行なうための簡易なライン・エディタを内蔵している。しかし、このエディタの操作性は必ずしもよくないので、利用目的や利用者の予備知識に応じて、図1に示したような多様な入力・修正方法を選択すればよい。現在のところ、各計画法のデータをLotus 1-2-3によって入力すると、これをNAPS形式のファイルとしてセーブするLotus 1-2-3のマクロや、線形計画法用のメニュー方式によるスプレッドシート型入力ツールが開発されている。また、モデル、最適解、単体表の各データを保存・再利用できる。
- ② 単体表の自動作成機能がある。このため、スラック変数および人為変数の追加はシステムが自動的に行なう。目標計画、2次計画および確率的計画モデルに対応する単体表の作成もシステムが自動的に行なう。また、入力時にゼロ要素や変数名・制約名を省略した場合には、自動的に生成する。

3.3 システム・パラメータの変更

micro-NAPS には20個のシステム・パラメータがある。以下の②や③のシステム・パラメータのデフォルト値の変更は、起動時のオプションおよびコマンドの両方で行なえる。ただし、コマンドでは次の①は変更できない。

- ① 処理可能モデル・サイズの変更が行なえる。ただし、初期単体表において最大行数300以下、最大列数300以下でなければならない。モデル・サイズを問題の大きさに応じて変更することによって、主記憶容量を有効に利用できる。
- ② 計算中であっても割り込み機能の利用(CTRL+C)によって、演算過程表示（ステップ数、ピボット、単体表の任意の組合せ）の有無や表示の桁数（小数以下3桁/6桁）の切り換えができる。また、コマンド待ちの場合に、自動的にコマンド・メニューを表示するか否かの切り換えができ、利用者の操作能力に応じたモードが選べる。
- ③ 計算許容誤差などの各種システム・パラメータの値やモデル、最適解、単体表の各ファイル名を起動時に設定できる。

3.4 その他の便利な機能

また、micro-NAPS は以下のような機能をもつ。

- ① micro-NAPS の起動時オプション設定をMS-DOS

のメニュー・コマンドやバッチ・ファイルと組み合わせ、micro-NAPSのカスタマイズができる。また、リダイレクション機能の利用によって、あらかじめ作成したコマンド・ファイルの手順にしたがって一連の処理を行ない、その結果をファイルに出力するといった自動運転ができる(図1)。

② ローカル OS 機能を持ち、micro-NAPS 実行中に OS コマンドや市販ソフト(エディタなど)を利用できる。ただし処理可能なモデルの大きさを標準値よりも大きくするとメモリー不足となり、この機能が使用できない場合もある。

4. むすび

数理計画モデルの作成には多くのノウハウが必要であるにもかかわらず、農業分野では、ノウハウの蓄積・伝達が十分になされているとはいえない。農業改良普及員や都道府県農業試験場研究員の中にも、モデル作成のノウハウを知りたいという人が多い。こうしたノウハウの蓄積・伝達が進まない原因の1つは、実用的なモデルの詳細な構造や数値は、ほとんどの場合、紙幅の制約のため報告書や書籍に掲載されないためである。実用的な応用モデルをmicro-NAPSのデータファイルとしてFDなどのメディアに格納・蓄積することによって、モデルづくりのノウハウの集積も促進されるものと思われる。これによって、数理計画法のいろいろな応用分野へのより効果的な研修および実践的適用が可能になると考えられる。農業分野では、現在までに、筆者の関係したモデルを中心に24のモデル事例を集めている。

今後は、初心者から上級者まで、多様な利用者の要望に対応できる本格的なインタフェースの開発なども検討する必要がある。しかし、異なる機種やOSへの移植の容易性や、システムとしてのコンパクトさも大切にしたいと思う。

最後になりましたが、micro-NAPSをソフトウェア賞候補にご推薦いただいた矢部博先生(東京理科大学工学部)、そして、このソフトウェアに格別の評価をしていただいたOR学会およびレフェリーの方々へ感謝いたします。また、有益なコメントをいただいた利用者の方々へ感謝いたします。

注1) 専用入力ソフトは、従来から農業改良普及員研修に利用している松原・平尾・佐藤[2]のLPソフトをベースに開発したものである。また、Lotus 1-2-3マクロは、上田泰士氏(宮崎県総合農業試験場)と共同開発

したものである。

注2) micro-NAPSの解説書としては次のものがある。

①『micro-NAPS 入門(第1版)』(1989)。②『micro-NAPS 機能・操作説明書(第1版)』(1989)。③『micro-NAPS 理論・構造説明書(第1版)』(1989)。また、南石[5]参照。

引用文献

- [1] 片岡信二:数理計画法。東洋経済新報社, 1971。
- [2] 松原茂昌・平尾正之・佐藤清:線形計画法の基礎と応用—農業経営の診断と計画。農林統計協会, 1986。
- [3] 南石晃明:不完全知識状態下の地域農業計画法—確率的需要関数を仮定した非線形生産・出荷計画モデル。農業経済研究, 58巻, 1号(1986), pp.19—29。
- [4] Nanseki, T.: A Stochastic Programming Model for Agricultural Planning under Uncertain Supply-Demand Relations. *Journal of the Operations Research Society of Japan*, Vol. 32, No. 2 (1989), pp.200—217。
- [5] 南石晃明:農業計画のためのパソコン用数理計画システム micro-NAPS の開発。日本オペレーションズ・リサーチ学会1989年度秋期研究発表会アブストラクト集, 1989, pp.88—89。
- [6] 大柳俊夫:パソコン用LPソフト「LP-Calculator」オペレーションズ・リサーチ, Vol.32, No.12(1987), pp.804—809。

『会員名簿』刊行についての願い

名簿刊行委員会

平成2年版の会員名簿を作成することになりました。会員原簿のコピーをお送りしましたので、変更事項につきましてはご訂正くださるようお願いいたします。

なお、会員名簿は、会員の方々への限定刊行で、有料頒布となります。原簿コピーの訂正依頼時に、ご購入予約をお願いすることとなりますので、どうぞよろしく願いいたします。