農作業計画策定支援システムの開発

石束宣明

Computer Aided Scheduling System for Farm Work Operation

Noriaki ISHIZUKA

1 緒 言

わが国水田作農業の体質を改善することの必要性が言われ、採るべき方策として、生産規模の拡大、作付作物の組合せによる土地の有効利用等が求められている。

従来、わが国の水田作農業における農作業は、近代的な農業機械を駆使しながらも、極めて零細な生産規模であることから、その運営は専ら経験と勘に頼る方法で進められてきた。しかしながら、生産規模の拡大や土地、機械装備等の有効利用による生産コストの低減が必要とされるようになり、農作業の実施にも効率や計画の概念を導入しようとの試みがなされている。

農作業の効率化を検討し、農作業実施の計画化を可能とするには、そのための手段が用意されなければならない、すでにいくつかの研究成果が報告⁵⁾⁶⁾され、その中には実用に供されているものもある。本報告は、まだ十分な成果が出されていない分野である農作業実施計画化に関するものであり、コンピュータにより計画策定を支援するシステムの開発結果である。システムの開発に当たっては、マン・マシンインターフェースに優れ、新しいプログラミング方法として発展が見込まれているオブジェクト指向の考え方を導入することとし、オブジェクト指向プログラミング環境である Smalltalk-80 を用いている。

従って、ここでは、開発した農作業計画支援システムについて示すと共に、農業生産に関わるコンピュータ支援システム開発に、オブジェクト指

向プログラミング環境である Smalltalk-80 が有用であることをも合せて報告するものである。

2 支援システムの機能

農作業の遂行上問題が生じるのは、数多くの作業を一定の作業期間内に終了させる必要のある作付作物の切替時期である。限られた機械装備と労力を用いて、作業適期間に多種の作業を実施しなければならない状況では、各作業間に競合が起ることになる。この作業競合は生産規模が大きくなると激しくなる。

従って、合理的な農作業の実施とは、機械装備や労力、作業可能時間の制限条件下で、作付作物や作業の特徴に起因する制約を満たしながら、作業競合下にある全作業が、処理すべき全面積をくまなく処理できることを意味する。しかも、処理すべき面積に比べて過剰な機械装備や労力を持つことは、生産コストを押し上げる要因にもなるので避けなければならない。

生産規模が大きくなると、幾つかの作業が並行して行われるようになる。同一圃場では作付作物と作業の種類により、自ずと実施しなければならない作業の順序が決りその順に実施されるが、異なる圃場では別の作業が同時に進められることにもなる。例えば、麦-水稻移植体系では、麦を収穫した後水稻を作付するために耕起、代かき、移植の作業がこの順序で実施されるが、多くの圃場を抱えている場合には、ある圃場では代かきが行われているが別の圃場ではまだ麦の収穫作業中である状況が生じる。従って、合理的な農作業実施

平成2年6月1日受理

農業研究センター 茨城県つくば市観音台3-1-1 〒305

National Agriculture Research Center 3-1-1, Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305

の意味するところは、様々な制約条件の下で全面積を処理するには、各作業を如何なるスケジュールで進めるべきかを決める問題となる。

そこでここでは、小中らが提案⁵⁾している線形計画法による作業競合条件下での負担面積決定法を現実問題に適用出来るよう発展させ、農作業計画の策定をコンピュータにより支援するシステムとして開発することとした。

当支援システムでは、請負あるいは休耕等により作付率が異なる作物を取扱うことができる。例えば、図1に示すように、裏作物である大麦の作付面積に対して表作の水稻を4倍作付け、小麦を大麦の1.5倍作付けした跡に大豆を大麦と同じ面

Cropping Pattern Display Window			
Ahead Crop	Area Ratio(%)	- Later Crop	Area Ratio(%)
Barley	100	Rice	400
Rice	400	None	0
Wheat	150	Soybean	100
Soybean	100	None	0

図1 作付作物の作付比設定

図2 設定作業期間とステージ分割

Display Window for Working Hour of Each Period			
Stage	Start Date	Finish Date	Hour (h)
1	May/15	May/23	46.8
2	May/24	May/24	5.2
3	May/25	May/31	36.4
4	June/1	June/9	46.8
5	June/10	June/10	5.2
6	June/11	June/11	5.2
7	June/12	June/20	46.8
8	June/21	June/23	15.6
9	June/24	June/25	10.4
10	June/26	June/28	15.6

図3 各ステージの作業可能時間

積作付けのような設定が可能である。

また、各作物の作業と作業期間を設定すると、図2に示すように、設定された作業期間の図示と作業競合の内容によるステージ分割が行われる。図2の例では、5月15日から5月23日までは大麦の収穫と水稻の耕起作業が競合し、5月24日はそれに小麦の収穫が加わり、さらに5月25日から5月31日までは大豆の耕起作業が競合作業として加わる。このようにして、5月15日から6月28日までの全期間が10ステージに分割され表示される。

次に各作業の作業能力を設定する。支援システムの利用者は作業能力を、所持する機械装備と労力から決定して、システムへ制約条件として与える。さらに、1日に作業可能な時間数を設定すると、図3のように、各ステージごとの作業可能時間に関する制約条件が決められる。

農作業計画策定支援システムは、以上の制約条件の下で、各作物の作業負担面積を最大にするために各ステージごとに作業すべき面積を決定する。

決定には線形計画法を適用するが、以上の制約条件に加えて、同一作物内の作業については、作業順序の後に位置する作業の作業面積がその直前作業の作業面積を越えることが出来ない点と、作物切替時に前作物の最終作業を後作物の最早作業が追越して作業できない制約が与えられる。

なお、当支援システムは最小限の数値入力以外大部分をマウス操作で使うことができ、線形計画法についての知識を必要としない。

3 線形計画法への定式化

入力された条件から、最適化手法である線形計画法を用いて、最大の作業面積を実現するための

農作業スケジューリングを得るには、線形計画法への定式化を行わなければならない。そこで、支援システムの機能説明に用いた図1～図3の例で線形計画法への定式化過程を説明する。

ここで、

ステージ : i ($i=1, 10$)

大麦作付面積 : B

水稻作付面積 : R

小麦作付面積 : W

大豆作付面積 : S

大麦収穫作業面積 : BH

水稻耕起作業面積 : RT

水稻代かき作業面積 : RP

水稻移植作業面積 : RR

小麦収穫作業面積 : WH

大豆耕起作業面積 : ST

大豆播種作業面積 : SS

大麦収穫作業能力 : b

水稻耕起作業能力 : r_1

水稻代かき作業能力 : r_2

水稻移植作業能力 : r_3

小麦収穫作業能力 : w

大豆耕起作業能力 : s_1

大豆播種作業能力 : s_2

各ステージの作業可能時間 : h_i

とすると、図2より各作物の作付面積と作業面積には次の関係が設定される。

$$B = \sum_{i=1}^6 BH_i$$

$$R = \sum_{i=1}^7 RT_i = \sum_{i=5}^8 RP_i = \sum_{i=6}^9 RR_i$$

$$W = \sum_{i=2}^7 WH_i$$

$$S = \sum_{i=3}^9 ST_i = \sum_{i=4}^{10} SS_i$$

一方、図1に例示した作物の作付面積比より、

$$4 \cdot B = R, \quad 1.5 \cdot R = 4 \cdot W, \quad W = 1.5 \cdot S,$$

$$S = B$$

従って、ステージごとの作業面積は次の関係を満たさなければならない。

$$4 \cdot \sum_{i=1}^6 BH_i = \sum_{i=1}^7 RT_i = \sum_{i=5}^8 RP_i = \sum_{i=6}^9 RR_i$$

$$1.5 \cdot \sum_{i=6}^9 RR_i = 4 \cdot \sum_{i=2}^7 WH_i$$

$$\sum_{i=2}^7 WH_i = 1.5 \cdot \sum_{i=3}^9 ST_i$$

$$\sum_{i=3}^9 ST_i = \sum_{i=4}^{10} SS_i = \sum_{i=1}^6 BH_i$$

次に、作業連鎖を形成する作業間に設定される制約条件を示す。

水稻の代かき作業は、耕起作業を追い越すことが出来ず、移植作業に追い越されることもないので、次式が成立しなければならない。

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^5 RT_i &\geq \sum_{i=5}^5 RP_i \\ \sum_{i=1}^6 RT_i &\geq \sum_{i=5}^6 RP_i \\ \sum_{i=1}^7 RT_i &\geq \sum_{i=5}^7 RP_i \\ \sum_{i=5}^6 RP_i &\geq \sum_{i=6}^6 RR_i \\ \sum_{i=5}^7 RP_i &\geq \sum_{i=6}^7 RR_i \\ \sum_{i=5}^8 RP_i &\geq \sum_{i=6}^8 RR_i \end{aligned}$$

さらに、大豆についても播種作業は耕起作業を追い越すことができないので、次式が満たされなければならない。

$$\begin{aligned} \sum_{i=3}^4 ST_i &\geq \sum_{i=4}^4 SS_i \\ \sum_{i=3}^5 ST_i &\geq \sum_{i=4}^5 SS_i \\ \sum_{i=3}^6 ST_i &\geq \sum_{i=4}^6 SS_i \\ \sum_{i=3}^7 ST_i &\geq \sum_{i=4}^7 SS_i \\ \sum_{i=3}^8 ST_i &\geq \sum_{i=4}^8 SS_i \\ \sum_{i=3}^9 ST_i &\geq \sum_{i=4}^9 SS_i \end{aligned}$$

同一作物内の作業であれば作付面積が等しいので、作業されなければならない面積も等しく、上記のような制約条件が設定出来る。しかし、作付作物の切替時には、異なる作物の作業間で作業連鎖が生じるため、別の扱いが必要になる。

図1、図2の例では、大麦と水稻、小麦と大豆の切替時の作業、つまり、大麦の収穫作業と水稻の耕起作業、及び小麦の収穫作業と大豆の耕起作業それぞれの間に作業進行上の制約条件が設定されなければならない。しかも、水稻の作付面積が大麦の4倍に設定されており、大豆は小麦作付面積の2/3と小さく作付けされている。

前作物の作付面積と後作物の作付面積が等しい場合や後作物の方が少なく作付される場合には、前作物の最遅作業の進行を後作物の最早作業が追

い越すことは許されないので、上と同様に制約条件を設定できる。

しかし、後作物が前作物より大きな作付面積を有する場合には、前作物が作付されていない面積を後作物の最早作業が処理することが出来るので、前作物の最遅作業面積を後作物の最早作業が追い越すことも可能となる。

いまここで、前作物と後作物の作付面積比を α とし、前作物作付面積をAF、後作物作付面積をAB、前作物の最遅作業の第*i*ステージ作業面積を x_i 、後作物の最早作業の第*j*ステージ作業面積を y_j 、前作物最遅作業の作業期間開始ステージを f_s 、終了ステージを f_e 、後作物最早作業の作業期間開始ステージを b_s 、終了ステージを b_e とすると、次の関係が満たされなければならない。

$$\alpha \cdot AF = AB$$

$$\sum_{i=f_s}^n x_i + (AB - AF) \geq \sum_{j=b_s}^n y_j$$

よって、

$$\sum_{i=f_s}^n x_i + (\alpha - 1) \cdot AF \geq \sum_{j=b_s}^n y_j$$

これより、

$$\sum_{i=f_s}^n x_i + (\alpha - 1) \cdot \left(\sum_{i=f_s}^n x_i + \sum_{i=n+1}^{f_e} x_i \right) \geq \sum_{j=b_s}^n y_j$$

さらに、

$$\alpha \cdot \sum_{i=f_s}^n x_i + (\alpha - 1) \cdot \sum_{i=n+1}^{f_e} x_i \geq \sum_{j=b_s}^n y_j$$

従って、前作物作付面積より後作物作付面積が大きい、つまり $\alpha > 1$ の場合には、前作物最遅作業と後作物最早作業の間に上の制約条件を設定する必要がある。

次に作業時間に関する制約条件を検討する。各ステージごとに実施される作業は、その作業能率に応じた作業時間を必要とする。しかしながら、各ステージの作業可能時間は、図3に例示するように限られた値である。

図3の例では、5月15日から5月23日の第一ステージで、大麦の収穫作業と水稻の耕起作業が最大46.8時間を使って実施される。そこで、*i*ステージの*k*作業の作業面積を X_{ki} で表わすと、図2のステージ例では次のような制約条件が設定される。

$$b \cdot X_{11} + r_1 \cdot X_{21} \leq h_1$$

$$b \cdot X_{12} + r_1 \cdot X_{22} + w \cdot X_{52} \leq h_2$$

$$b \cdot X_{13} + r_1 \cdot X_{23} + w \cdot X_{53} + s_1 \cdot X_{63} \leq h_3$$

$$b \cdot X_{14} + r_1 \cdot X_{24} + w \cdot X_{54} + s_1 \cdot X_{64} + s_2 \cdot X_{74} \leq h_4$$

$$b \cdot X_{15} + r_1 \cdot X_{25} + r_2 \cdot X_{35} + w \cdot X_{55} + s_1 \cdot X_{65} + s_2 \cdot X_{75} \leq h_5$$

$$b \cdot X_{16} + r_1 \cdot X_{26} + r_2 \cdot X_{36} + r_3 \cdot X_{46} + w \cdot X_{56} + s_1 \cdot X_{66} + s_2 \cdot X_{76} \leq h_6$$

$$r_1 \cdot X_{27} + r_2 \cdot X_{37} + r_3 \cdot X_{47} + w \cdot X_{57} + s_1 \cdot X_{67} + s_2 \cdot X_{77} \leq h_7$$

$$r_2 \cdot X_{38} + r_3 \cdot X_{48} + s_1 \cdot X_{68} + s_2 \cdot X_{78} \leq h_8$$

$$r_3 \cdot X_{49} + s_1 \cdot X_{69} + s_2 \cdot X_{79} \leq h_9$$

$$s_2 \cdot X_{710} \leq h_{10}$$

以上の制約に作業面積の非負条件が加えられて、線形計画法の制約条件が設定される。

一方、線形計画法における最適化の目的として、各ステージごとに決定される作業面積の合計を最大にすることとし、次の目的関数を設定する。

$$Z = \sum_{k=1}^{7,10} X_{ki} \rightarrow \text{Max.}$$

4 プログラミング

オブジェクト指向の考え方は、人間の持つ抽象化能力を言語表現として実現しようとしたものであると言われる²⁾。それは、計算のための原理だけでなく、問題に含まれる情報と知識をも統一的に表現することを目指している。そのため、知識記述に対する有用性が認められ、人工知能分野における有力なプログラミング環境として現在大きな注目を集めるとともに、将来のプログラム言語としての発展が期待されているものである。

当支援システムは、線形計画法を適用して作業負担面積や最適な農作業スケジューリングを決定し、合理性のある農作業計画を策定することを支援する機能を持つ。しかも、線形計画法やコンピュータプログラミングについての知識なしに自由に使えることを目標としている。いわば農作業計画策定のためのエキスパートシステムとして機能することをねらいとしている。そのためには、条件入力操作や処理結果の表示等を単純明快にする工夫が求められるが、このような機能を従来の手続き型プログラミング言語で実現するには、膨大な量のプログラミングが必要になり、開発後の管理も極めて困難となる。

そこで、当支援システムの記述言語としてオブ

ジェクト指向プログラミング言語である Smalltalk-80 を使用し、データとそれらに対する操作手続きをオブジェクトと呼ばれる単位でひとまとめにして扱うことにより、マン・マシンインタフェースに優れた使いやすいシステムを開発することとした。なお、使用したコンピュータは Tektronix-4315 (6MB RAM, 150MB ハードディスク) である。

オブジェクト指向プログラミングで言うオブジェクトとは、知識等の情報(データ)とその操作手続きを単位化したものである。オブジェクトに何等かの働きを期待する場合には、外部からオブジェクトへ依頼する操作が必要であり、外部からの依頼を受けたオブジェクトは、自らの内部に記述されている操作手続きに従って、必要ならデータをも使いながら、外部からの依頼に応える。この依頼をメッセージといい、メッセージによって起動されるオブジェクト内の操作をメソッドという。

また、類似のオブジェクトをひとまとめにしたものをクラスと定義し、クラスに含まれる具体的なデータや操作手続き(メソッド)のまとまりをインスタンスという。つまり、クラスはインスタンスに共通する概念をまとめて記述したものである。

さらに、オブジェクト指向プログラミングの特徴として、クラス間に階層関係を設けることができ(上位クラスをスーパークラスという)、上位クラスに含まれるメソッドすべてを下位のクラスでそのまま使用することができる点がある。この機能をインヘリタンス(継承)という。

当支援システムでは図4に示す5クラスが設けられている。UserToolsには、システムにより発せられる質問事項の制御機能や画面表示されたものをプリンタに出力する機能、表示画面の大きさや表示位置を制御する等、支援システムが備えなければならない基本的な操作や処理に関するインスタンスが含まれており、他のクラスに含まれるインスタンスから自由に使えるようクラス階層の最上位に位置付けられている。次に位置するクラス Linear には、当支援システムを開始させるための操作や線形計画法の計算機能を持つインスタンスが含まれ、InputOutputには、作物、作付、作業、作業期間データの入力、入力誤りチェ

ック、データ修正、作業期間のステージ分割処理、結果の表示等の機能がまとめられている。さらに、ParameterInput には、作業能率データや作業可能時間の入力及び修正操作に関するメソッドを持ったインスタンスが含まれており、Prepare Linear には、データの並べ替え、線形計画法

への定式化処理のためのインスタンスが含まれている。図5に InputOutput クラスのインスタンスの中で InputDemand カテゴリーに含まれるものを示す。図5は System Browser と呼ばれるプログラム操作用のウィンドウであり、右端の欄にインスタンス名が表示されている。

当支援システムは総計151のインスタンスから成っており、ここでその全てを示すことは不可能である。そこで、作業能率データの入力処理を扱うインスタンスメソッドである capacity を図6に例示する。

図6のメソッドでは、まずウィンドウ操作のインスタンスを含む InputOutput クラスに、使用する旨のメッセージ new を送る。続いて、既に共有変数である CapacityList に作業能率データが書込まれているか否かを判定し、書込まれていなければ、書込み用のウィンドウを開いて作物名、作業名等の項目表示を行う。次に、既に入力されている作物・作業のための機械装備セット数入力を促し、入力データを共有変数 MachineList に書込む。この手続きを設定された全作物の全作業について繰り返す。既に Capacity List にデータが書込まれている場合にはそのデータをウィンドウに表示する。以上の操作が終了すると、作業能率データ修正のためのインスタンス revince-Capacity へ制御を移す。

このようにして全てのインスタンスごとに必要なメソッドが設定され、当支援システムが構成さ

図4 支援システムのクラス階層

System Browser		
Interface-Menus Interface-PromptAndConfir Interface-Browser Interface-Mail Interface-Inspector Interface-Debugger Interface-File Model Interface-Transcript Interface-Projects Interface-Changes System-Support System-Changes System-Compiler System-Releasing OS-Interface OS-Parameters OS-Streams User-Scheduling InkJet-4695 Financial Tools Graphics-Kinetic	InputOutput	
	Linear ParameterInput PrepareLinear UserTools	InputDemand dataCheck dataPrepare dataRevise initialize output
		checkCropWorkName: cropNameDisplay: croppingAreaRatioInput croppingPattern croppingPatternDisplay croppingPatternInput croppingProcessSelect cropWorkInput decisionNode finishPeriodInput: inputDataMain: inputView:origin:extent: listInput: startMenu startPeriodInput:
	instance	class

図5 クラスに含まれるインスタンスの例

capacity

"Input the parameter of capacity "

| nCrop clearDisplay aWindow aCapacity aSet accumCapacity titl |

aWindow ← InputOutput new.

Sensor cursorPoint:0@0.

clearDisplay + ' ' ,

((CapacityList at:1) = nil)

ifTrue:[ScreenView grayBackground.

aWindow inputView:'Input Window for Capacity of Each Work'

origin:50@50 extent:550@350

;statement:'Crop Name' position:110@100

;statement:'Work Name' position:230@100

;statement:'Machine Set' position:350@100

;statement:'Capacity(h/ha)' position:470@100.

Sensor cursorPoint:380@280.

nCrop ← DataNumber .

1 to:nCrop do:[:i |

cropName ← CropList at:i.

workName ← WorkList at:i.

self cropNameDisplay:110@{(100 + (i * 20))}.

self workNameDisplay:230@{(100 + (i * 20))}.

clearDisplay displayAt:380@{(100 + (i * 20))}.

aSet ← self nInput:'Put the number of the machine set'
position:300@340.

MachineList at:i put:(aSet printString).

(aSet printString) displayAt:380@{(100 + (i * 20))}.

accumCapacity + 0.

1 to:aSet do:[:j |

titl ← 'Put the capacity (h/ha) by the machin set of #',(j printString).

aCapacity ← self nInput:titl

position:300@340.

accumCapacity ← accumCapacity + (1.0 / aCapacity)].

accumCapacity ← (1.0 / accumCapacity).

CapacityList at:i put:(accumCapacity printString).

clearDisplay displayAt:500@{(100 + (i * 20))}.

(accumCapacity printString) displayAt:500@{(100 + (i * 20))}.

self selectForCopy:600@400]

ifFalse:[self displayCapacity].

self reviseCapacity

図6 インスタンスメソッドの例

FARM WORK OPERATION SCHEDULING

National Agriculture Research Center

図7 支援システム開始画面

Display Window for Capacity of Each Work			
Crop Name	Work Name	Machine Set	Capacity(h/ha)
Barley	Harvesting	1	3.7
Rice	Tilling	1	4.6
Rice	Puddling	1	4.0
Rice	Transplanting	1	4.2
Wheat	Harvesting	1	3.7
Soybean	Tilling	1	4.6
Soybean	Seeding	1	3.5

図8 作業能率のデータ例

れている。

5 使用例

Smalltalk - 80の環境下で農作業計画策定支援システムを稼働させると、図7の初期画面が表示されるので、マウスボタン操作により新たなデータ入力あるいは既存データによる実行の何れかを選択し、支援システムの使用を開始する。データ入力や修正、プリンタへの印刷、ウィンドウ操作等は全てマウスと数値入力のみで行うことができ、極めて簡単に使うことができる。

ここでは、図1から図3に示したデータに図8に示す機械セットと作業能率並びに5.2時間の一日作業可能時間を当支援システムへの入力として与え、求めた結果を図9に示す。

図9では、大麦と大豆の作業面積はそれぞれ2.54ha、水稻は10.15ha、小麦は3.8haとなり、各作物の延べ作業面積は19.03haとなって、これらが与えられた条件における最大の作業面積（負担面積）であることが分かる。さらに、この最大作業面積を実現するためには、5月15日から5月23日までの第1ステージに2.54haの大麦収穫作業と8.13haの水稻耕起作業を実施し、続く第2ステージでは水稻耕起作業を1.13ha行い、第3ステージで水稻耕起作業の残り0.88haと3.8haの小麦収穫、2.54haの大豆耕起作業を進める必要があるというように、作業進行のスケジュールを読み取ることができる。

さらに、図9には、各ステージに与えられた作業可能時間と作業実施により使われる作業時間の差が最小となるステージが、Bottleneck Stageとして表示されており、作業時間に余裕のないステージを知ることができる。

従って、作付作物の種類や作付面積比、競合す

Result Display Window									
Maximum Total Area (ha) = 19.03									
Operation Schedule (ha)									
Stage	Period	Crop and Farm Work		Rice	Rice	Wheat	Soybean	Soybean	
		Barley	Rice	Pudding	Transplanting	Harvesting	Tilling	Seeding	
		Harvesting	Tilling						
1	May/15	May/23	2.54	8.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	May/24	May/24	0.0	1.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	May/25	May/31	0.0	0.88	0.0	0.0	3.8	2.54	0.0
4	June/1	June/9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.54
5	June/10	June/10	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
6	June/11	June/11	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
7	June/12	June/20	0.0	0.0	7.55	3.96	0.0	0.0	0.0
8	June/21	June/23	0.0	0.0	0.0	3.71	0.0	0.0	0.0
9	June/24	June/25	0.0	0.0	0.0	2.48	0.0	0.0	0.0
10	June/26	June/28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Area			2.54	10.15	10.15	10.15	3.8	2.54	2.54
Bottleneck Stage = 5									

図9 支援システムの結果表示例

る作業の種類, 作業適期間, 作業可能時間, 作業能率を替えながら, 最大負担面積と最適作業スケジュールを求め, 実際の面積等と比較することによって, 適切な農作業計画を策定することができる。

6 摘 要

オブジェクト指向プログラミング環境である Smalltalk-80を用いて, 農作業実施計画策定のためのコンピュータ支援システムを開発した。

当支援システムの機能は, 作付作物の作付面積比, 作業適期間, 作業可能時間, 作業能率の制約条件の下で, 作業競合下にある作付各作物の作業負担面積を最大にするために, 作業適期間から決めるステージごとに作業すべき面積を決定することにある。決定には線形計画法を適用しており, 入力データから作業期間のステージ分割をする過程や線形計画法への定式化過程は全て自動化されている。また, 当支援システムは Smalltalk-80の優れたマン・マシンインタフェース機能を活用することにより, 大部分をマウス操作のみで容易に使用できるよう作成されている。

なお, 具体的なデータによる使用例では, 図9に示すような最大負担面積と最適農作業スケジュールの結果が得られるので, 入力を替えながら繰り返し使用することによって, 実際の状況に合っ

た適切な農作業計画の策定が可能になる。

参 考 文 献

- 1) 石束宣明ら(1989), 人口知能と新しい農業技術, 147, 農林統計協会
- 2) 豊元詮・寺田実・小方一郎(1987), Smalltalk-80, 178, 昭晃堂
- 3) Tektronix(1987), Tektronix Smalltalk User's Manual, 537, Tektronix
- 4) 石束宣明(1990), オブジェクト指向言語による穀物乾燥機故障診断システムの開発, 農業機械学会誌 52(2): 67-72
- 5) 小中俊雄・林秀彦(1984), 機械化作業体系のCAD(第2報)複合作業の負担面積, 第43回農業機械学会講演要旨: 194
- 6) 倉田和彦・中野和弘・樋田泰浩(1989), 農作業計画立案支援エキスパートシステムの開発ー稲作作業計画ー, 農作業研究 第24巻別号: 33-34

Summary

This report is concerned with a computer aided system for making decision on an optimum scheduling of farm work operation in an attempt to

get the the maximum operable area under the condition of working capacity, working hours.

The computer aided system is structured by using Smalltalk-80, which is an object oriented programming language, in order to give suitability to entire presentation, putting data into a computer, setting parameters and displaying results. Linear Programming is used as a method for getting the result in the system.

The object of this system is to make the total crop production area maximizing and then to show the

schedule of farm operation in each stage given by farm work periods. And the process to optimization is subject the cropping pattern including the cultivating ratio of crops, the farm work periods, the workable hours and the working capacity.

Since the process for making the input data fit to Linear Programming is promoted automatically, it doesn't need any knowledge about Linear Programming to use the scheduling system for making decision on farm work operation.