

名古屋工業大学 正員 池守 昌幸

名古屋工業大学 正員 山本 幸司

名古屋工業大学 学生員 福岡 敬介

① はじめに プロジェクトスケジューリングモデルとしての PERT 手法が我国へ導入されてから 10 数年になるが、いまだに日程計画・管理手法として有効に活用されているとは言い難い状況にある。この原因としてはいくつかの要因が考えられるが、『作業間の順序関係ならびに工程ネットワークの記述に関する自由度が不十分である』こともその一つである。そこで筆者らは、この問題点を解決する手法として Precedence Network の導入を試みた¹⁾。しかし、これは資源制約を考慮に入れず日程計算のみを行うモデルであったため、PERT/Time に対応する PN/Time といえる。本稿はこれに各作業の必要資源量と資源制約を考慮した資源制約下の PN すなわち PN/Manpower モデルを提案するものである(図-1 参照)。なおプログラム化においては、PN/Time と同様に工事現場レベルにおけるマイコン利用を前提とし、特に man-machine system 的な方法論を提案するものである。

② PN/Time アルゴリズムの改善 PN は作業間の順序関係として、PERT での FS (作業の終了→開始) 関係だけでなく、SS, FF, SF 関係とその遅れ時間の存在を認めるモデルであるが、文献^{1), 2)}では SF 関係の存在が現実的に少ないことからこれを FF 関係に置換えようとしていたが、今回はこれをモデルに組み込むとともに、各作業ごとの作業中断の可否を指定できるように改善した。その結果、PN/Manpower の基となる PN/Time のアルゴリズムは以下ようになった。ここに、添字 i は開始・終了時刻を求めるべき当該作業を、 j はその先行作業、 k は後続作業を表わす。

STEP1: 先行作業 i の ES_i , EF_i がすでに算出されている作業 j に対して FS 関係が存在する場合は式①で、SS 関係が存在する場合は式②で $\widetilde{ES}_j$ を求め、それらの最大値を ES_j の候補値 $\widetilde{ES}_j$ とおく。さらに $\widetilde{ES}_j$ を用いて式③によって EF_j の候補値 $\widetilde{EF}_j$ を求める。ここに、 t_j は作業 j の所要日数とする。

$$\widetilde{ES}_j = EF_i + F_i S_j \quad ① \quad \widetilde{ES}_j = ES_i + S_i S_j \quad ② \quad \widetilde{EF}_j = \widetilde{ES}_j + t_j \quad ③$$

STEP2: FF 関係が存在する場合は式④で、SF 関係が存在する場合は式⑤で $\widetilde{EF}_j$ を求め、それらの最大値を EF_j の候補値 $\widetilde{EF}_j$ とおく。

$$\widetilde{EF}_j = EF_i + F_i F_j \quad ④ \quad \widetilde{EF}_j = ES_i + S_i F_j \quad ⑤$$

STEP3: $\widetilde{EF}_j > EF_j$ のときは $\widetilde{EF}_j$ を EF_j と確定する。そして j が中断不可な作業の場合は式⑥によって ES_j を確定し、中断可ならば STEP1 で得た $\widetilde{ES}_j$ を ES_j とする。一方、 $\widetilde{EF}_j \leq EF_j$ のときは STEP1 の $\widetilde{ES}_j$, $\widetilde{EF}_j$ をそれぞれ ES_j , EF_j と確定する。

$$ES_j = EF_j - t_j \quad ⑥$$

STEP4: 後続作業 k の LF_k , LS_k がすでに算出されている作業 j に対して FS 関係が存在する場合は式⑦で、FF 関係が存在する場合は式⑧で $\widetilde{LF}_j$ を求め、それらの最小値を LF_j の候補値 $\widetilde{LF}_j$ とおく。さらに $\widetilde{LF}_j$ を用いて式⑨によって LS_j の候補値 $\widetilde{LS}_j$ を求める。

$$\widetilde{LF}_j = LS_k - F_j S_k \quad ⑦ \quad \widetilde{LF}_j = LF_k - F_j F_k \quad ⑧$$

$$\widetilde{LS}_j = \widetilde{LF}_j - t_j \quad ⑨$$

STEP5: SS 関係が存在する場合は式⑩で、SF 関係が存在する

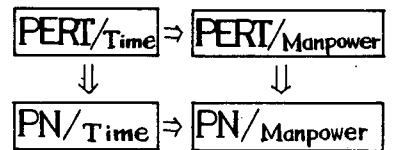


図-1 PERTとPNとの関係

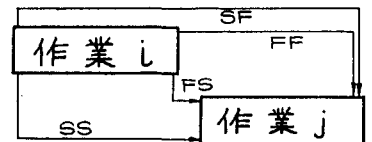


図-2 PNの順序関係概念図

場合は式⑩で $\overline{LS}_j$ を求め、その最小値を LS_j の候補値 $\widehat{LS}_j$ とかく。
 $\overline{LS}_j = LS_k - S_j S_k$ ⑩ $\overline{LS}_j = LF_k - S_j F_k$ ⑪

STEP 6: $\widehat{LS}_j < \overline{LS}_j$ のときは $\widehat{LS}_j$ を LS_j と確定する。そして j が中断不可ならば式⑩によって LF_j を確定し、中断可ならば STEP 4 で得た $\widehat{LF}_j$ を LF_j とする。一方、 $\widehat{LF}_j \geq \overline{LF}_j$ のときは STEP 4 の $\widehat{LF}_j$, $\widehat{LS}_j$ を LF_j , LS_j とする。(FS, SS, FF, SF は図-2 参照)
 $LF_j = LS_j + t_j$ ⑫

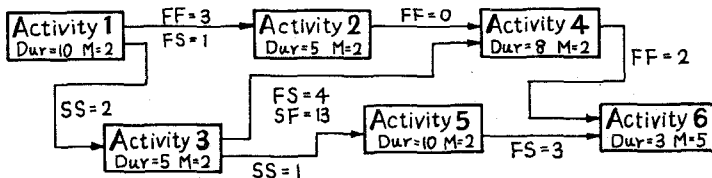
③ PN/Manpower のアルゴリズムとプログラミング

アルゴリズムの概要は図-3 に示すように3段階に分かれる。第1は各作業に発生した中断日数の操作のみによって必要資源の山崩しを検討するものであり、第2は各作業のTFを消化することによって山崩しをはかる段階である。そしてこれらによっても山積み資源量が投入資源制約量を越える場合には、第3段階として PERT/Manpower と同様に day-by-day の山崩しを検討することになる。本モデルは BASIC によってプログラム化したが、その特徴として、①投入資源の制約量を日単位で指定できる、②山積図の状態をディスプレイ上で見ながら山崩し操作を man-machine 的に行える、の2点が挙げられる。

④ 適用事例および考察

本モデルを図-4 に示すような6作業、9順序関係のネットワークに適用した。まず PN/Time による日程計算の結果を示したのが表-1 であり、PN/Manpower 結果の一例を示したのが図-5 である。ここでは図-4 の結果に対する山積図(図-5(a))で、資源制約を越える部分(第17~19日)を作業6の中断日数 ITS (=2日) の操作によって解決しようと試みたが(図-5(b))、依然として第19日は資源制約を満足できない。この場合は ITS の操作とともに TES (=2日) も消化してしまうので、図-3 に基づいて day-by-day の山崩しアルゴリズムへ進むことになる。

<参考文献> 1) 池宇・山本: Precedence Network を利用した日程計画モデル, 昭和56年度中部支那, 1982 2) 山本・池宇: マイコンを利用した Precedence Network による日程計画モデル, 第37回全国大会, 1982



注) Dur は所要日数, M は所要資源量

図-4 適用事例のネットワーク

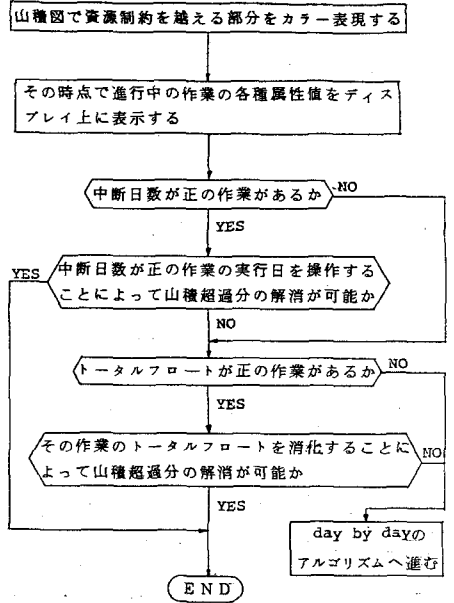


図-3 PN/Manpower のフロー図

表-1 PN/Time による日程計画

I	DUR	ES	EF	LS	LF	TFS	TFF	ITS	ITF
1	10	0	10	0	13	0	3	0	3
2	5	11	16	14	19	3	3	0	0
3	5	2	7	2	7	0	0	0	0
4	8	11	19	11	19	0	0	0	0
5	10	3	13	5	15	2	2	0	0
6	3	16	21	18	21	2	0	2	0

注) TFS, TFF はトータルフロート, TFS = LS - ES, TFF = LF - EF である。また ITS, ITF はそれぞれの場合の作業の中断日数である。

*** DAILY MANPOWER LIST ***

DAY	EARLY START	
1	***	***
2	***	***
3	***	***
4	***	***
5	***	***
6	***	***
7	***	***
8	***	***
9	***	***
10	***	***
11	***	***
12	***	***
13	***	***
14	***	***
15	***	***
16	***	***
17	***	***
18	***	***
19	***	***
20	***	***
21	***	***

資源制約

ディスプレイでは表示できない

(a)

(b)

図-5 PN/Manpower による山崩し結果