

研究開発向けファジィ拡張PERT (FAS)

廣田 薫*

○金 鐘基**

* 法政大学工学部

** 法政大学大学院

ソフト研究開発において、研究者の研究活動は、能動的であり、かつ試行錯誤的でもある。諸作業では、発見的方法がとられている。このような研究活動のプロジェクトを管理するために、PERT法を適用する場合、最終結果の判断が付かないため、問題が生じる。このため、本論文では、この解決策として、研究者の活動の観察から考案したファジィ拡張PERT法 (FAS) について紹介する。このFASは、管理者の管理と研究者のスケジュールを研究期間の時間軸を共通要素として合理化した改良版PERT法である。ここでは、従来のPERT法とFASの概念の対応関係と順序関係の表現を無くした短期ネットワーク構造、ファジィ数を適用した数式について述べる。

F U Z Z Y E X T E N S I O N O F P E R T
I N R E S E A R C H D E V E L O P M E N T
(F U Z Z Y A C T I V E S C H E D U L I N G)

Kaoru HIROTA*

○Shoki KIM**

* College of Engineering, Hosei Univ. ** Graduate School of Hosei Univ.

Department of Instrument and Control Engineering, College of Engineering, HOSEI Univ.
3-7-2 Kajino-cho, Koganei-city, Tokyo 184, Japan

Research activity of researchers generally changes adaptively as the project develops. So it is not easy to achieve the initial schedule completely. Such dynamically changing factors in research activities should be considered in scheduling process. Fuzzy active scheduling method (FAS), which is a fuzzy extension of PERT, is proposed. The concept of fuzzy number is introduced in order to represent vague quantity in the scheduling network system.

1. はじめに

スケジューリング[1][2]における管理技法の一つであるPERT (Program Evaluation Review Technique) 手法は、1958年に Nazy's Special Project Office、Booz, Allen and Hamilton Inc、Lockheed Missile System Divisionによってボラリスミサイル開発計画のスケジューリングのために作られた。その応用分野は研究・開発のプロジェクト管理が代表である。そして、現在、スケジューリング法は時間的要素をもつPERT法を基礎として費用の要素などと合わせて、PERT/CPM、PERT/COSTなどさまざまな発展をしてきている。

主に研究開発のプロジェクト管理に応用されているPERT法であるが、大学におけるソフト開発研究を行っている研究グループにおいて、適用しようと試みた場合、研究者が行っている研究の作業というものがややもすると試行錯誤的に捕られていくため、PERT法での作業リスト作成が非常に困難である。

本論文では、研究者の研究期間においての活動の観察から、研究期間という時間軸で捉えたことによる定期的な管理日毎の短期スケジューリング作成によってプロジェクト管理を行うPERT法を紹介する。ファジィ拡張PERT法では、アクティブなネットワーク構造と研究期間の終了日が1点の場合と3点の場合について考慮した数式を持つ。短期スケジュールのネットワーク表現として作業間の順序関係は考慮していない。提案する数式の3点の場合については、研究者によるあいまいな終了日の設定のためL-Rファジィ数[3]を適用した。本論文では、ファジィ拡張PERT法の概要、ファジィ拡張PERT法の管理システム、ファジィ拡張PERT法のネットワーク構造、ファジィ拡張PERT法の数式について述べる。

2. 観察と問題点

大学においてソフト開発を行っている研究室では、研究者は自由な発想のもとに抽象的な研究テーマを持つ。この時点では、最終結果がどのようなかわからない状態である。そして、研究者は、そのテーマに沿った形で研究を進めていく。その活動は試行錯誤的であり、諸作業は発見的である。そして、研究者は具体的な成果を積み上げていくことでテーマを完成させていく。

このような研究活動の流れがある中で、管理者が研究開始前にも、PERT法を適用して管理を行う場合において問題が発生する。それは、PERT法でのプロジェクト完成に至る諸作業と各作業の所要日数を、すべてあらいだすという作業リスト作成が困難であるということである。研究者はその時点でいくつかの作業をあげることができ、プロジェクト完成に至る諸作業をすべてあらいだし、

作業間の順序関係を得るということは非常に困難である。また、諸作業の所要時間が定まらないこともありPERT計算の適用がむずかしい。

3. ファジィ拡張PERT法の概要

ファジィ拡張PERT法(FAS:Fuzzy Active scheduling)は、研究者の研究目標と研究期間が決定している中で、管理者が研究者のスケジューリングを通して研究活動内容の管理を行っていくものである。従来のPERT法の作業リスト作成段階での作業と所要時間の1対1の関係は、管理日を定期的な設けて、この一定間隔の時間単位に研究者が、作業を1つあるいは複数対応させて、作業と所要時間の関係を得ることになる。管理日毎に管理者は、研究者の研究内容を監督する。また、研究者はこの管理日毎にその地点で判断の付く作業のスケジューリングを行っていく。

3-1. PERT法とファジィ拡張PERT法の概念関係、

研究期間という時間軸で捉えたPERT法とファジィ拡張PERT法の概念の違いを図1に示す。

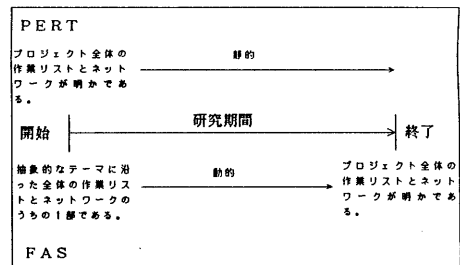


図1 PERT法とファジィ拡張PERT法(FAS)の概念対応関係図

PERT法では、あるプロジェクトの開始前に作成した作業リストとプロジェクト全体を把握できるネットワーク構造は静的なものとして終了に至る。そして、作業リストでの作業とその作業に要する時間が1対1である。

これに対して、ファジィ拡張PERT法では、作業リストとネットワーク構造が、管理日毎に増加していく動的なものである。一定間隔の時間に対応する作業の数は、研究期間を通して見た場合あいまいである。

4. ファジィ拡張PERT法の管理システム

ファジィ拡張PERT法では、プロジェクトの開始から終了までの管理者と研究者の共通関係を、時間軸上で扱っている。この時間

軸上には、定期的に管理日を設ける。例えば、1週間おき、あるいは2週間おきである。この管理日毎に、管理者は研究者の進行状況の確認、方向づけを行い、研究者は、この管理日毎の時間を1つの単位としていくつかの作業の所要日数にあててスケジュールを組む。図2に、ファジィ拡張PERT法の管理システムの流れ図を示す。

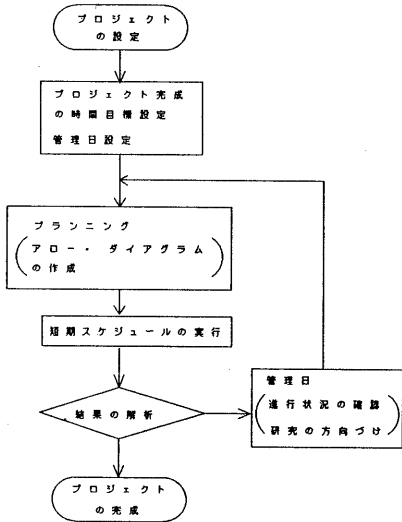


図2 ファジィ拡張PERT法の管理システム

5. ファジィ拡張PERT法のネットワーク構造

ファジィ拡張PERT法では、研究者が定期的に行うスケジュールを、ネットワークを用いて表現する。ここでのネットワーク構造は、マイルストーン結合点[1]毎に短期のスケジュールのアローダイアグラム[1]を付加していく構造である。図3に、ファジィ拡張PERT法のネットワーク構造の例を示す。従来のPERT法でのネットワーク表現との違いとしては、ダミーにおいて付ける矢印は、短期スケジュールから短期スケジュールの繋ぎの印とした。点線の丸は、短期スケジュールの中で、作業が管理日を通過するという意味である。

図3では、管理日（マイルストーン結合点）は定期的で1週間毎に設定してある。短期スケジュールのネットワークは、マイルストーン結合点で各12回作成され付加されている。

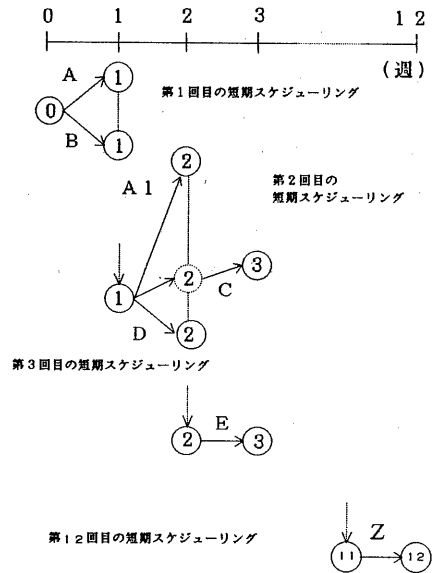


図3 ファジィ拡張PERT法のネットワーク構造

6. ファジィ拡張PERT法の数式

研究期間の最終日が、1点となる場合と比較的前後しても可能な場合について述べる。

最初に、研究期間の最終日を1点とする場合について述べる。1点の場合の例としては、卒業論文のように1年間としている期間や今から何ヶ月後の学会で発表するまでの期間などがあげられる。このように、あるプロジェクトにかかる期限が決定している場合、研究者は、その時間の枠内でプロジェクトを完成させるべく能動的な活動をしている。そこでは常に、研究者は時間感覚を持ち期限までの時間の計算を可能な範囲で行い、各作業に要する時間の決定を行っていると言える。例えば、プロジェクトAにかかる期間が12週間であるとした場合、“現時点は開始から4週間目である。するとプロジェクト完了期限までは残り8週間である。”とプロジェクト遂行者は認識する。そして、自らの進路に沿った作業を見つけ”この作業を3週間かけよう”と、作業の所要日数を決定する判断をしていることがある。そこで、研究者の研究活動を管理していく上で1つの目安になるものと考え、研究者の作業に要する時間の感覚を数式として表現する。第1番目のマイルストーン結合点からプロジェクト完成予定日までの残り日数 rt (remaining time) (日)の計算式を、式(2)に示す。

$$t_{00} = 0 \quad (1)$$

$$rt_i = T - t_{0i} \quad (i=0, 1, \dots, n) \quad (2)$$

T: プロジェクト期間(週) ($=t_{0n}$)

t_{0i} : プロジェクト開始から第*i*番目のマイルストーン結合点までに要した時間(週)

第*i*番目のマイルストーン結合点において、短期スケジュール s_{pi} を立てた作業のうち、最大日数と最小日数の計算式を式(3)、(4)に示す。また、その最大日数と最小日数の作業が終わった地点からプロジェクト完成予定日までの残り日数を求める計算式を式(5)、(6)に示す。これは、研究者の短期スケジュールの全体を時間要素でつかむために、作業の最大と最小時間を捕らえて表現したものである。

$$t_{i1} = \max_{(i,j) \in s_{pi}} [D_{ij}(wn)] \quad (3)$$

$$t_{i2} = \min_{(i,j) \in s_{pi}} [D_{ij}(wn)] \quad (4)$$

$$rt_{i3} = T - (\max_{(i,j) \in s_{pi}} [D_{ij}(wn)] + t_{0i}) \quad (5)$$

$$rt_{i4} = T - (\min_{(i,j) \in s_{pi}} [D_{ij}(wn)] + t_{0i}) \quad (6)$$

$D_{ij}(wn)$: wn (work name)という作業(*i, j*)の所要日数(週)

$(i, j) \in s_{pi}$: 作業(*i, j*)が第*i*番目の短期スケジュール s_{pi} に属していることを示す。

例えば、図2の場合において、プロジェクト完了予定日数は12週間である。現時点が結合点1のとき、プロジェクト完了までの残り日数は(1)式より11週間である。結合点1から最大の所要日数の作業Cが終了したときには、(2)式より残り9週間と計算できる。同様に最小の所要日数である作業A1、作業Dが終了したときは、(3)式より残り10週間であると計算できる。

次に、研究期間の最終日が3点取れる場合について述べる。研究者が研究期間の最終日の設定に対して、“プロジェクトが普通に完了すれば*m*週間かかる。うまくいけば*a*週間、悪くて*b*週間である。”とする場合がある。このようにプロジェクトの最終日が1点ではなく3点取れる場合において、上記で提案した数式にL-Rファジィ数を適用する。以下、式(2)、(5)、(6)のプロジェクト完了日にファジィ数を当てる。

$$\sim rt_{i1} = \sim T - t_{0i} \quad (i=0, 1, \dots, n) \quad (7)$$

$$\sim rt_{i3} = \sim T - (\max_{(i,j) \in s_{pi}} [D_{ij}(wn)] + t_{0i}) \quad (8)$$

$$\sim rt_{i4} = \sim T - (\min_{(i,j) \in s_{pi}} [D_{ij}(wn)] + t_{0i}) \quad (9)$$

7. 作業リスト

作業リストには、管理日毎に研究者の次の短期スケジュールを付加していく。作業リストは作成していくにつれて、管理上の助けとなる。研究期間を通しての作業リストを図3(a)に、1点の場合と図3(b)に、3点の場合を示す。

(単位: 週)

i	作業	所要時間	(2)式	(3)式	(4)式	(5)式	(6)式
0	A B	1 1	1 2	1	1	1 1	1 1
1	A1 C D	1 2 1	1 1	2	1	9	1 0
2	E	1	1 0	1	1	9	9
1 1	Z	1	1	1	1	0	0

図3(a) 作業リスト

(単位: 週)

i	作業	所要時間	(2)式	(3)式	(4)式	(5)式	(6)式
0	A B	1 1	(12, 2, 1) _{LR}	1	1	(11, 2, 1) _{LR}	(11, 2, 1) _{LR}
1	A1 C D	1 2 1	(11, 2, 1) _{LR}	2	1	(9, 2, 1) _{LR}	(10, 2, 1) _{LR}
2	E	1	(10, 2, 1) _{LR}	1	1	(9, 2, 1) _{LR}	(9, 2, 1) _{LR}
1 1	Z	1	(1, 0, 0) _{LR}	1	1	(0, 0, 0) _{LR}	(0, 0, 0) _{LR}

図3(b) 作業リスト

8. おわりに

大学において、ソフト研究開発への研究者の研究活動の管理法として、管理者がプロジェクト遂行期間中に定期的な管理日を設け、管理日毎の研究者のスケジュールリングを通して、研究者の研究テーマの完成を目指していくファジィ拡張PERT法(FAS)を紹介した。適用対象としては、大学における研究開発グループなどに有効であると考えている。

[参考文献]

- [1] 関根智明: PERT・CPM, 日科技連, 1989
- [2] L.A. Digman and G.I. Green: "A Framework for Evaluating Network Planning and Control Techniques", Research Management, Vol. 24, No. 1, pp. 10-17, January 1981
- [3] 坂和正敏: ファジィ理論の基礎と応用, 森北出版, 1989