

ソフトウェア開発プロジェクトの要員計画における意思決定支援システムの構築

三井美奈*, 力利則**, 風間好尚***, 安達紀生***, 高木剛***, 田部勉*

個々および複数のプロジェクトを管理するプロジェクト管理者にとっては、組織管理や原価管理や日程計画などと同時にその要員計画をいかに的確に行うかが重要な問題である。ソフトウェアは人によって作り込まれる部分が多いため、負荷状況、能力、個人的資質、育成計画などを考慮して計画を立てることが求められ、最適な計画策定は困難である。本研究では最適な計画策定が困難な状況下において、納得あるいは説得しやすい計画を立てることが求められるプロジェクト管理者の要員計画問題を支援することを目的として、要員計画における意思決定プロセスと考慮属性を分析し、Henry Montgomeryの提唱する優越構造探索モデルの適用による判断情報提供を行う意思決定支援システムの構築方法を明らかにし、それを試作して有効性を示す。

Decision Support System for the Members' Assignment of Software Development Project

Mina Mitsui* , Toshinori Chikara** , Yoshihisa Kazama***
Norio Adachi*** , Takeshi Takagi*** , Tutomu Tabé*

In order to support project managers, many kinds of supporting systems are developed such as long terms schedule, short terms schedule, cost management, or quality management. How to assign the members of projects is one of the critical problems for the project managers of software development, since the results of the projects are usually depended on the personal abilities of the members of the projects. Personal abilities are evaluated through many attributes, and to select the best person for the project is not an easy task.

H.Montgomery proposed the methodology to find not the best option but the tolerable one. One of the main purposes of this paper is to present a methodology for the assignment of the members of the projects based on the H.Montgomery's methodology. First we analyze the attributes that must be considered when we assign the members of projects. Next we clarify the methodology for the assignment of the members of projects. Finally we develop a prototype of the supporting system based on the methodology.

*青山学院大学 〒157 東京都世田谷区千歳台 6-16-1

Aoyama Gakuin University 6-16-1 Chitosedai, Setagaya-ku, Tokyo, 157, Japan

**日本電気(株) 〒108-01 東京都港区芝 5-7-1

NEC Corporation 7-1, Shiba 5-chome, Minato-ku, Tokyo, 108-01, Japan

*** (株)NEC情報システムズ 〒222 横浜市港北区新横浜 2-4-18

NEC Informatec Systems, Ltd. 2-4-18 Shinyokohama, Minatokita-ku, Yokohama-shi, Kanagawa-ken, 222, Japan

1. はじめに

ソフトウェア開発において個々、及び並行する複数のプロジェクトに対して品質・納期・コスト・サービスを満たすことが求められるプロジェクト管理者にとって、いかに的確にプロジェクト管理を行っていくかは企業利益を左右する重要な問題である。ソフトウェア開発は個人の資質に負うところが大きく、プロジェクトに適した要員計画は特に重要である。

近年、プロジェクト管理ツールによる業務の管理も進んできている。これらの管理ツールは主に、①各要員の能率や実績、およびチーム、組織の管理をデータベース化して行う「組織管理」、②プロジェクト全体の所要工数を見積もり、予算・納期を見つめつつ保有資源を見極めて生産の日程計画を立てる「大日程計画」、③各作業の作業期間と投入する要員数を明らかにすると共に、期間別にどのように要員の負荷を行っていくかを検討する「中日程計画」、④期間毎の計画に基づき要員一人一人の作業分担を考えて負荷を与えていき、その結果をみて進捗管理、能率管理を行う「小日程計画」、その他、「プロジェクト評価」、「品質管理」、「原価管理」、「ドキュメント管理」、「技術管理」という基本的構成要素から成る場合が多い²⁾。

しかし、要員計画においては要員の能力や個人的資質、仕事の負荷状況を考慮しなければならず、最適な要員を選択することは容易ではない。また、特に若手社員にとっては、プロジェクトに携わりながら技術や業務知識を修得する育成計画も必要であり、一層問題を複雑にしている。最適な計画案が求め難い要員計画においては、計画策定者および要員に対して納得あるいは説得しやすい計画を策定することが重要になってきている。

要員計画は上記のようなプロジェクト管理ツールでは充分ではなく、計画策定者が各種の属性を考慮しながら経験的に判断し、策定しているのが現状である。このことより、プロジェクト管理者に対する要員計画策定時における、適切な判断

情報提供を行う意思決定支援システムのニーズは高い。

最適な選択肢が求められない場合に、決定を正当化する処理を行う意思決定プロセスのモデルとしてモントゴメリの提唱する優越構造探索モデルがある。モントゴメリによれば、意思決定とは優越選択肢を探索することであり、真の優越選択肢（最適解）が存在しない場合は、有力な選択肢の中で難点がいくつかの意思決定規則による操作で補償された選択肢を選んで決定を正当化するものである³⁾。モントゴメリの優越構造探索モデルを適用することにより、ソフトウェア開発プロジェクトの要員計画を支援できる可能性がある。

そこで本研究では、プロジェクトの要員計画を支援することを目的として、①ソフトウェア開発におけるプロジェクト管理者の意思決定プロセスおよび考慮属性を分析し②優越構造探索モデルを適用した要員計画を支援する方法論を考案し③考案した方法論に基づいたプロトタイプを構築し④有効性の検討を行う。

2. 本研究の対象

2-1 本研究における要員計画

ソフトウェア開発のライフサイクルモデルとは、図1に示すような開発工程から成る。ここで、企画段階である「システム企画」と「システム開発環境の吟味・選定」および「開発実行計画の策定」までの上流工程は主に営業関係者やユーザサイドの関係者、および、プロジェクト管理者が関わる。さらに、システムのテスト段階はそれまでにプロジェクトに関わっていた要員が引き続き

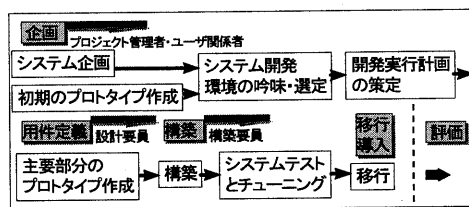


図1 ソフトウェア開発のライフサイクルモデル

行う。そのため、プロジェクトの要員計画の対象としては、「主要部分のプロトタイプ作成」からプロジェクトに投入する要員と、「構築」から投入する要員の計画が相当する。本研究では以後、前者を設計要員、後者を構築要員と呼ぶ。

2-2 プロジェクト管理者の要員計画策定時における意思決定プロセスの分析

本研究ではまず、対象である、プロジェクト管理者の要員計画における意思決定プロセスを明らかにすることを試みた。その結果、図2のような分析結果が得られた。

すなわち、まず掛け持ちで担当している複数のプロジェクト全ての納期や予算を把握した上で、対象プロジェクトの諸制約条件と設計および構築工程に関する必要要員数や現在までの要員投入状況を把握した後、他プロジェクトとの兼ね合いを考慮しながら、設計工程から要員の選出を開始する。この際、まず、自社員および常駐社員の中から対象プロジェクトに必要な技術または知識を有している者のみを選択肢として選出する。つまり、技術を持ち合わせていない者は計画案か

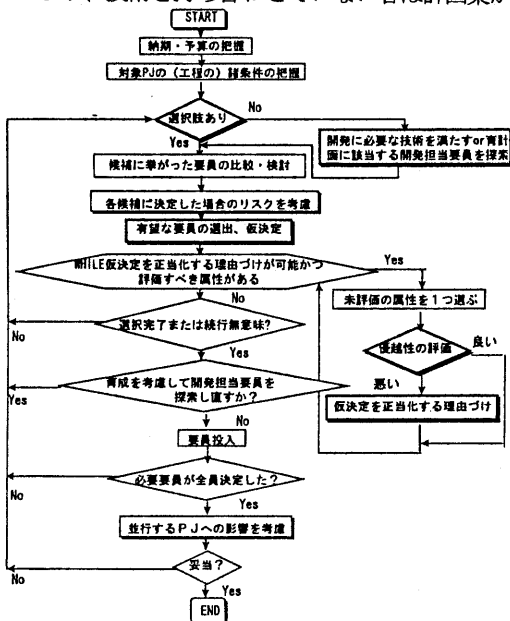


図2 プロジェクト管理者の要員計画策定時における意思決定プロセス

ら削除していく。次に、候補に挙げられた要員を負荷状況の側面から評価し、最も負荷の低い者を最も有望そうな要員として選出する。プロジェクトは人の力によって進められるため、次に、有望そうな要員が本当に全ての要員よりも適しているかどうかを、意欲や個人的資質といった他の複数の属性を比較していくことによって多面的に評価する必要がある。もしいづれかの属性に対して劣っていた場合、有望な要員は真に適した選択肢であるとは言えないとみなし、最適とは言えないものの、それでも彼を選択する正当な理由付けができないかどうかを試みる。これでもし、有望と思われる要員が総合的に見れば適していると判断できた場合には、その要員の投入による他プロジェクトへの影響などを考慮し、問題がなければプロジェクトの要員の一人として決定する。もし、有望と思われる要員が総合的に見ても適していると判断できない場合には仮決定を取り消し、負荷状況に関して次に良い評価を得ていた者を有望な選択肢として選出し直し、同じプロセスを繰り返す。このようにして試行錯誤を繰り返しながら選出を行うが、どうしても納得のいく結果が得られなかった場合、プロジェクト管理者は技術面からの要員の選出をあきらめ、育成計画を考慮した要員および属性群の選出に切り替えることがある。育成計画を考慮した場合の意思決定プロセスや考慮属性は、基本的には考慮しない場合と同じである。この場合、プロジェクト管理者はまず、対象プロジェクトに必要な技術あるいは業務知識に関して、育成必要性があると判断される要員を選択肢として選出する。次に同じく負荷状況に関して最も高い評価を得ている要員を有望そうな選択肢として選出し、他の属性からの多面的な評価、その要員に決定する理由付けの処理、といった一連の流れを繰り返し、最終的に満足できる要員を選ぶ。以上の過程を経て、開発担当要員一名が決定されるが、この時点で対象工程における要員数が工程の必要人数に満たない場合は、同様にして二人目を決定していく。この時、現在までに投入が決定している要員の生産性や個人的資

質などを考慮した上で、計画の際の重視属性や重視度を変更するなどし、チームとして最適な要員は誰かを考える。こうして対象プロジェクトの必要人数が決定したら、プロジェクト単位としての全体的なバランスなどにより妥当性を評価し、妥当であれば要員計画を終了する。

3. 優越構造探索モデルの適用

Montgomery の提唱する優越構造探索モデルとは、人が優越性ルールと呼ばれるルールを中心に複数の意思決定規則を用いて意思決定を行っているという考えをもとに図3のように4つのフェーズを用いて表されたモデルである。第1フェーズでは、意思決定の際に考えていくことになる選択肢と属性群を指定し、第2フェーズでは、選択肢のうち何らかの属性で望ましが目につくものを最有望そうなものとして選出し、第3フェーズで、最有望そうな選択肢が真に優越かどうかを全ての属性について評価していき、もしも劣っている属性があれば第4フェーズの4つのオペレータが呼び出されて優越構造化処理、つまり、有望な選択肢が真に優越した選択肢になることを妨げている理由を解消するための処理を行う。ここで、4つのオペレータとは、①ぼかす、②強調する、③相殺する、④平均するである^[1]。判断のための属性やその基準は違うが、プロジェクト管理者の設計・構築要員、および、育成計画

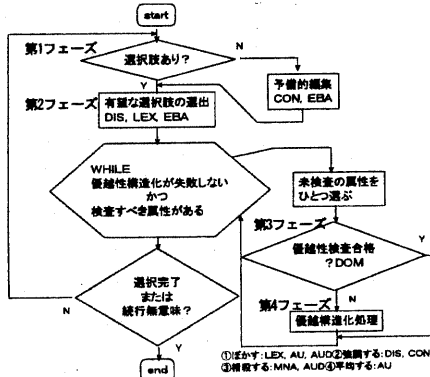


図3 モントゴメリの優越構造探索モデル^[1]

を考慮した場合の設計・構築要員の選出における意思決定プロセスは、基本的に上述の優越構造探索モデルの流れに沿っていると判断できる。そこで、本研究では4種類の要員選出段階において優越構造探索モデルを適用し、プロジェクト要員計画全体における意思決定支援の流れを考案していくこととする。

3-1 要員計画における優越構造探索モデル

プロジェクト管理者の要員計画における考慮属性をフェーズ毎にまとめたものが、表1である。また、各フェーズに対してモントゴメリが提唱している意思決定規則を表2に記す^[1]。

3-1-1 第1フェーズ

第1フェーズでは、プロジェクト管理者は対象プロジェクトに必要な技術を持ち合わせていない要員は選択肢から削除している。これは「属性値による排除のルール」を用いていると考えられる。ここで、設計及び構築要員に必要な技術力とは、それぞれ表1のフェーズ1に示す属性である。

3-1-2 第2フェーズ

第2フェーズでは、第1フェーズで選出された要員の負荷状況に着目して最も負荷の低い者を有望そうな要員として選出する。これは「辞書編集ルール」を用いていると考えられる。ここで、負荷状況を判断する際の属性は、表1のフェーズ2の①工程がスタートする週の保有工数である。①で判断が着かなかった場合は②→③の順で評価していく。なお、③のピーク週の多重度においては、プロジェクト開始何週間後がピークとなるかはプロジェクト管理者の計画に従うものとする。

3-1-3 第3フェーズ

第3フェーズでは、仮決定された要員が本当に他の全ての選択肢に対して優位かどうかを、負荷状況以外の側面からも判断する。これは優越性ルールを用いていると言える。ここで、設計および構築要員を評価する他の属性としてそれぞれ表

1のフェーズ3の 3-I,3-II,3-III,3-IVがある。これらの全ての属性に関して仮決定された要員が他の選択肢よりも優れていれば、プロジェクト管理者はその要員を投入することを決定する。しかし、もしも1つ以上の属性について他の選択肢に劣っていた場合、その要員は真に優れているとは言えないとみなし、第4フェーズに移って、その要員を選択することの妨げになっている原因を解消できないかどうかを試みる。

表1 要員計画における考慮属性

フェーズ (属性種類)	構築	設計
フェーズ1 (技術力)	テクニカル技術力の有無	対象業務知識の有無 設計方法論知識の有無
フェーズ2 (負荷状況)	①保有工数 ②多重度(含、複雑さ) ③ピーク週の多重度	①保有工数 ②多重度(含、複雑さ) ③ピーク週の多重度
フェーズ3 フェーズ4	3-I (2で未評価の属性) ①多重度②ピーク週の多重度③遊休率④客先との関係⑤単金 3-II (技術レベル) ①テクニカル技術レベル ②生産性 ③対象業務知識レベル ④業務経験年数 ⑤情報処理技術 ⑥SE ランク 3-III (要員の個人的資質) 実行力、評価力、習得力 3-IV (定性的属性) 信頼度、協調性、緻密さ、PJへの意欲、身体的制約 (※構築) 気配り (※設計) 大局観	①対象業務知識レベル ②設計方法論知識レベル ③業務経験年数 ④標準化能力 ⑤テクニカル技術レベル ⑥SE ランク 企画力、折衝力、計画力

表2 各フェーズと意思決定規則の対応表^②

フェーズ	意思決定規則
第1	連言ルール, 属性値による排除のルール
第2	選言ルール, 辞書編集ルール, 属性値による排除のルール
第3	優越性ルール
第4	①ぼかす: 辞書編集ルール, 効用加算ルール 効用差加算ルール ②強調する: 選言ルール, 連言ルール ③相殺する: 勝率最大化ルール, 効用差加算ルール ④平均する: 効用加算ルール

※太書きのルールが本研究で用いたルール

3-1-4 第4フェーズ

要員が真に優れた選択肢であることの妨げになっている理由を解消できるか否かの判断には、「ぼかす」「強調する」「相殺する」「平均する」の4つのオペレータを用いる。このオペレータによって仮決定された要員の難点となっている属性が補償された状態になれば、つまり、総合的に見れば優れていると言えれば、その要員のプロジェクトへの投入を決定する。仮決定された要員が真に優れていると言えなかった場合、プロジェクト管理者は「強調する」「ぼかす」「平均する」「相殺する」の順でオペレータを適用し、総合的に見れば優れていると言えないか考える。以下にその詳細を記す。

I 強調する

プロジェクト管理者の意思決定プロセスによれば、仮決定した要員に劣っている属性があったとしても、他に非常に長けている点があればそこを強調することによって要員を選択する理由付けを行う。ここで強調することによって難点である理由の補償となりうる属性は、設計要員の場合は「設計方法論知識レベル」「標準化能力」、構築要員の場合は「生産性」「情報処理知識レベル」、共通する属性は「多重度」「単金」「遊休率」「ピーク週の多重度」「客先との関係」「テクニカル技術レベル」「対象業務知識レベル」である。これらの属性について、今回の要員計画の際に特に重視するとされている全ての属性について、仮決定された要員が優位であればそれらを強調する。具体的には、それらの属性を仮決定した要員の長所とみなし、基準値を高くすることによって長所を強調し、基準値に満たない他の選択肢を排除していく。その結果、仮決定要員のみが残り、彼が総合的に見れば優れているとみなしてプロジェクトに投入することを決定する。これは「連言ルール」の適用と考えることができる。

II ぼかす

強調の処理で総合的に見れば優れていると判断できなかった場合、次にぼかすの処理を行う。プロジェクト管理者の意思決定プロセスによれば、

仮決定した要員が劣っていた属性の重要性が高い場合、各選択肢ごとに属性の順位得点と重み付けを掛けた結果の総和を各要員の総合的なレベルとみなし、そのレベルにおいて仮決定した要員と他の選択肢を比較し、仮決定した要員のレベルが最も良ければ、総合的に見て優れていると判断して彼をプロジェクトに投入することを決定する。これは効用加算ルールの適用による。ここで、重み付けについては要員計画時にプロジェクト管理者に「負荷」「技術」「個人的資質・定性属性」に分けて、与えてもらうものとする。

一方、劣っていた属性の重要性が低い場合には「その属性はそれほど重要ではない」という考えのもとにその属性を考慮からはずし、総合的にみて、仮決定した要員が優れていると判断して、プロジェクトに投入することを決定する。これは「辞書編纂ルール」の適用によるものと考えられる。ここで、重要性が高い属性とは、設計、構築要員それぞれ、表1のフェーズ4の3-I、3-IIに記すものである。また、重要性が低い属性とは、それぞれ、同じく3-IVに記すものである。

Ⅲ平均する

プロジェクト管理者は要員の個人的資質に関する属性の評価レベルは基本的に統合して判断することも可能と考えている。そこで、仮決定要員が劣っていた属性が個人的資質に関するものであった場合、個人的資質の総合値の平均をとり、その平均値において仮決定要員と他の選択肢を比較し、仮決定した要員の値が最も高ければ、総合的に見て優れていると判断してプロジェクトに投入することを決定する。これは効用加算ルールの適用によると考えられる。なお、個人的資質に関する属性とは、設計及び構築要員それぞれ、表1のフェーズ4の3-Ⅲに示すものである。

Ⅳ相殺する

前述までのオペレーターによって総合的に見れば優れていると判断できなかった場合、「相殺」によって、優れていると判断できるかどうか調べる。プロジェクト管理者は負荷に関する属性、技術に関する属性、定性的・個人的資質に関する属

性のそれぞれについて、「他の選択肢よりも劣っている属性もあるが、優れている属性の数の方が多し」ことが言えれば、結局互いに相殺されて、総合的に見れば優れていると判断でき、その要員をプロジェクトに投入することを決定する。これは勝率最大化ルールの適用と考えられる。

以上の4つのオペレーターを用いて、仮決定された要員が総合的に見て優れていると判断できれば彼をプロジェクトへの投入を決定する。もし、優越構造化処理に失敗した場合、プロジェクト管理者は第2フェーズに戻って負荷状況に関して次に負荷の低い要員を選出し、第3フェーズ、第4フェーズをやり直す。

3-2 育成を考慮した場合の要員計画における優越構造探索モデルの適用

プロジェクト管理者の意思決定プロセスによれば、第3もしくは第4フェーズを経て技術的側面で優れた要員が一人選出されるが、その結果が納得の行かないものであった場合は、彼の投入を止め、育成計画を考慮した場合に適する要員の選出に切り替える場合がある。

育成計画を考慮した場合の基本的な意思決定プロセスおよび考慮属性は、考慮しない場合と変わらない。

すなわち、第1フェーズでは対象プロジェクトに必要な技術あるいは業務知識に関して「育成必要性の無い」要員を選択肢から削除していく。設計要員の場合は「対象業務知識」、構築要員の場合は「テクニカル技術」に関する育成必要性が無い要員を削除する。

第2フェーズにおける流れは変わらない。

投入の際に育成を主な目的とする場合、発注元から指名のかかる要員を選出することは少なく、また、その必要性もない。そこで、第3フェーズでは、仮決定要員を他の属性でも検査する際に、「客先からの指名」は考慮に入れず、代わりに「育成必要性のレベル」を加える。

第4フェーズにおいては「強調する」に値する属性に同じく「客先からの指名」の考慮がなくな

り、代わりに「プロジェクトへの意欲」と「育成必要性のレベル」が加わる。また、「ぼかす」のウェイトの高い属性として、「プロジェクトへの意欲」と「育成必要性のレベル」が加わる。

これで優越構造化処理に成功すれば彼をプロジェクトの要員に決定する。もし、総合的に見て優れていると言えなかった場合は、第2フェーズに戻り、満足できる要員が選ばれるまで繰り返す。

以上のプロセスを経て、技術面か育成計画かで適した要員一名が決定されるが、この時点で要員数が対象工程の必要人数に満たない場合は、選ばれた要員との結合効果などの属性を考慮し計画の際に重視する属性を見直ししながら、同様にして二人目を選出していく。

4. 要員計画支援システム

要員計画支援システムにおけるインプット情報は大きく分けて次の3つから成る。①開発要員に関するインプット情報②プロジェクトに関する

インプット情報③要員計画策定に要する情報

また、アウトプット情報は大きく分けて次の7つからなる。プロジェクトの、①ガントチャート②進捗度グラフ、仮決定要員の、③年間保有工数グラフ④年間多重度グラフ⑤選出プロセス⑥技術属性のグラフ⑦定性属性のグラフ

なお、①・②はプロジェクト全体のスケジュールを把握するための情報、③～⑦はシステムにより選出された仮決定要員が真に対象プロジェクトに適しているかを判断するための情報である。

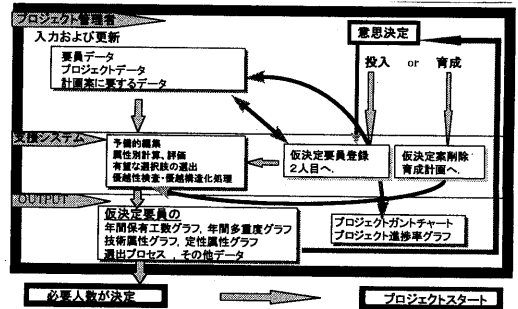


図4 要員計画支援システム

The screenshot displays several windows from the staff planning support system. On the left, a 'Project Data' window shows fields for project name, start/end dates, and staff counts. In the center, a 'Skill Level Input' window lists various skills (e.g., MS-DOS, UNIX, C) and their levels. On the right, a 'Calculation Results' window shows a list of staff members with their assigned skills and levels. At the bottom, a 'Staff Selection' window displays a list of selected staff members with their names and skill profiles.

The screenshot shows a message box on the left and a line graph on the right. The message box contains text in Japanese, likely a notification or error message related to the staff selection process. The line graph plots a value over time, with the x-axis labeled from '5M' to '12M'. Below the graph, there is a table with columns for 'Staff Name', 'Company', 'Technical Skill Level', and 'Education Level', with specific values filled in for a staff member named '高木' (Takagi).

図5 プロトタイプ入出力画面一例

また、システムの処理の流れを図4に、プロトタイプ入出力画面例を図5に記す。

5. 支援システムの評価

本研究における要員計画支援システム構築方法の評価を以下の方法で行った。

要員計画支援システムのプロトタイプを、(1)支援情報および支援の流れの適切さ(2)各属性の処理方法の妥当性(3)GUIの操作性について、実務的な側面から検討することを目的にプロジェクトマネージャ、リーダを含む、計3名に対してデモンストレートした。なお、プロジェクトは、対象プロジェクトの他に、進行中およびスタート予定のものを合わせて9つまで入力でき、20名の要員が各々のプロジェクトに参加している、あるいは、参加予定であるという状況を想定した。またデータは全て仮想データを用いた。

(1)支援情報および支援の流れについて

現段階で、本ツールによる要員の選出プロセスおよび考慮属性は、プロジェクト管理者のそれと一致していると言える。

要員選出プロセスの表示をはじめ、各種支援情報はプロジェクト管理者にとって、特に要員選出段階において適切である。

本ツールにおいては初めにキーとなる要員だけを数名選出しておいて、あとは育成要員の選出に切り替えるという使用方法もできる。

(2)各ファクターの取り扱いについて

本ツールでは、ユーザが要員に対して負荷を自由に配分できる環境がまだ整っていないので、要員に対してプロジェクト毎、時期毎に投入工数の割合の入力・更新を行えるようにする必要がある。また本ツールでは、ユーザはプロジェクトについて、設計・構築・システムテスト毎にしか所要工数を与えることができないが、週毎あるいは日毎に所要工数を与えられるように環境を拡張する必要がある。

上記の2点を加味して要員およびプロジェクトの負荷状況を捉らえるようにし、選出の際の判

断情報とすることが課題である。

遊休率、多重度、プロジェクトピーク週について、より詳細な取り扱いの検討をする必要がある。

(3)GUIについて

本ツールでは、プロジェクト必要人数全員の選出プロセスや負荷グラフなどを保存しておける環境は整っていない。この部分に柔軟性を持たせ、例えば必要人数全てを選出した後にコストや負荷などのシミュレーションを行い、必要に応じて要員単位の追加や削除、あるいは、負荷の再配分などを行える環境を整えることが課題である。

6. 結論

本研究によって、要員計画を行うプロジェクト管理者の意思決定プロセスと考慮属性を分析することができ、優越構造探索モデルの適用による判断情報を提供するための意思決定支援システム構築方法が明らかになり、プロトタイプによってその有効性が確認できた。

今後はプロジェクトの所要工数、及び、要員の負荷を自由に与えられる環境を設定し、負荷状況の取り扱いの再検討を行いたい。また、プロジェクトチームとしての妥当性判断のための支援情報の充実化、さらには、複数人数の最適な組み合わせ計画案を一度に提案し、かつ、その策定に対する正当化が可能な意思決定支援システム構築の方法論も明らかにすることが求められる。また、一括で請負業者に委託する場合の企業選定問題を含め、要員計画のリスケジューリングへの対応を網羅したツールへの拡張を図りたい。

参考文献

- [1] 小橋康章：「決定を支援する」，東京大学出版会，(1990)
- [2] 風間好尚：「プロジェクトマネジメント」，株式会社 NEC 情報システムズ，(1992)
- [3] 牧紀子，田部勉，鈴木新：“内外作決定のための意思決定支援システムの構築”，日本経営工学会論文誌，Vol.6，No.1，(1996)