

プロジェクトマネジメントのモデル化

九州大学 工学部 エネルギー科学科

相良 博喜

1. はじめに

生産活動において、手工業やいわゆる「職人仕事」などを除けば、作業が単独で行われるケースは稀で、なんらかの形で、チームを構成し、作業を分担することで、協力して目的を達成していくのが一般的である。これらの一連の活動を一般に「プロジェクト」とよぶ。目的の内容、規模や期間の長短は様々であるが、新しい会計システムの導入も、Web ページの制作も、新技術の研究開発もプロジェクトという意味では同一である。これらのプロジェクトが頓挫せずにうまく目的を達成できるかどうかは、プロジェクトをどのように運営していくかにかかっている。

近年、「プロジェクトマネジメント」という言葉が社会に浸透してきている。これまで品質管理（QC）で行われてきた、納期やコスト、成果物の品質の管理に加え、プロジェクトの範囲、投入する人的物的資源、メンバー間のコミュニケーション、リスク、各種リソースの調達といった諸要素までマネジメントしていく概念である。プロジェクトマネジメント手法のなかでは様々な組織形態や計画方法が提案されているが、プロジェクトの目的、状況によってどの手法が適切であるかは大きく変わってくる。

本研究では、プロジェクトチームが問題を解決し目的を達成する過程をモデル化し、問題解決に至る時間とコストを比較することで、問題の構造、種類によりどのような組織形態が適切であるのかを考察する。

2. モデルのフレーム

2.1. モデル概要

本モデルでは、システム開発を行う社内（後述のように一部には外注システムあり）プロジェクトチームを想定する。

システムを開発するためには、要件定義 概要設計 詳細設計 製造 テスト 運用保守と多数の工程を一つずつ逐次的に解決していく必要がある。社内プロジェクトチームの所属メンバーは、それぞれ専門を

持つ。作業プロセスが自分の専門に近いものであれば、工程への取り掛かりはスムーズであるが、例えば、プログラマーにデザインをさせるなど、専門が大きく異なる作業を行うには準備を含めて多くの時間が掛かるだろう。

本モデルでは、プロジェクト内で、完了した工程と作業に取り掛かっている工程に関する情報はリーダーを通じて各部署間で共有されているが、準備に取り掛かっていることまでは共有されない（後述するように本モデルでは作業とはプロセスのムーア近傍にスタッフが隣接し一定時間、そこで当該プロセスにホールドされる状況により模擬され、準備とはリーダーの作業割り振りを受けてスタッフがプロセスの存在場所まで 2 次元平面を移動していく状況により模擬される）。これは、例えば、部署間で詳細な情報交換が緊密に行われていないと、時々、異なる部署でそれぞれ同じ工程への準備が別個になされ、いざ一方が作業に取り掛かろうとすると、既に別の部署のメンバーにより作業が着手されていた、と云う現実によく見られる状況を想定していることになる。

また、プロジェクト全体の律速段階、すなわちやらなければ先に進めない工程が自分の部署にあり、その専門家が自分の部署にいない場合、プロジェクト内の別の部署に依頼したり、アウトソーシングすることもあるだろう。部署内のメンバーに無理をしてやってもらうかもしれない。このような場面も本モデルの想定には考慮されている。

2.2. 人工社会

本人工社会は、リーダー、スタッフ、プロセス、プロジェクトマネージャの 4 種のエージェントで構成される。各エージェントは 55 × 55 マスの非トーラス 2 次元平面に配置される。空間配置は各エージェントの専門性を表している。空間は 5 × 5 のメッシュに分割され、それぞれを部署とよぶ（図-1 参照）。

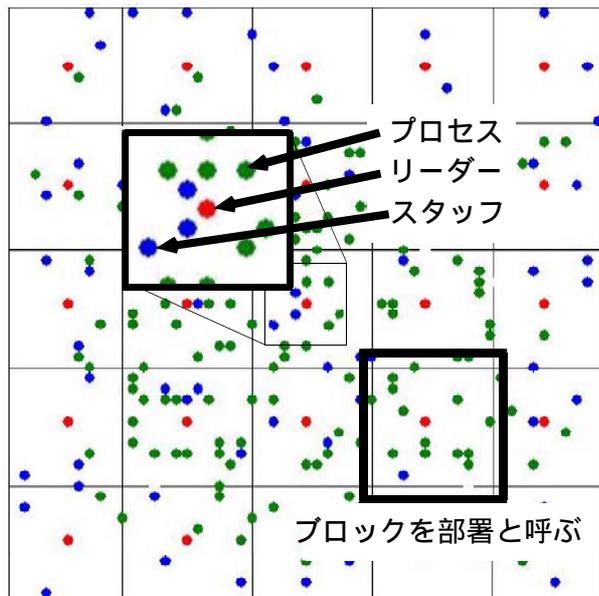


図-1 シミュレーションモデル

2.3. プロセス

プロセスとはプロジェクトの工程を表す。プロセスには相互に依存関係があり、あるプロセスを完了させないと、作業に取り掛かれないプロセスがある。各プロセスはある一定の工数を持ち、これが 0 になれば完了とする(図-2 参照)。

2.4. リーダー

リーダーは各部署に 1 人ずつ配置されており、その部署に所属するスタッフを管理し、仕事を割り振る役割を負う。作業計画を保存する、長さ 10 のキュー配列(先入れ後出し型配列: 作業計画キューという)を有する。自分の部署領域にある未完了のプロセスの中から、最も自分とユークリッド距離が近いものを探索し、そのプロセスに着手するために必要なプロセスを洗い出す(そのプロセスが属しているプロジェクトの階層上、下位にあるプロセス間の依存関係を認知すること: この認知は瞬時に行われる)。そして、末端から、自分とのユークリッド距離が近い順番で作業計画キューに入れる。以降、1 時間ステップに 1 つずつ作業計画キュー上位のプロセスをスタッフに振り分け、キューの要素数が 0 になれば、再度プロセスの探索を行う(図-2 参照)。

2.5. スタッフ

スタッフとは各部署に所属する人間を表す。スタッフは専ら割り振られた作業を行う。各部署に 3 名ずつ割り振られている。仕事を割り振られると、割り振られたプロ

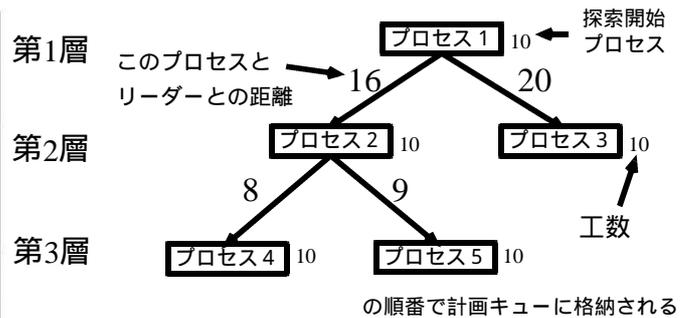


図-2 プロセス探索の概要

セスのムーア近傍まで 1 時間ステップに 1 マスずつ移動(作業準備の比喻)し、そのプロセスが他のスタッフに行われておらず、かつ依存関係も解消されている(階層上、下位の作業が既に完了している)としたら、そのプロセスの工数を 1 時間ステップに 1 ずつ減らす。工数が 0 になれば、所属部署のもと自分がいた場所に戻る。依存関係が解消されていなかった場合、ムーア近傍で待機し、解消された時点で作業を開始する。

2.5. プロジェクトマネージャ

プロジェクト全体を統括する。プロジェクト全体の見通しをたて、各部署のリーダーに工程を割り振る役割を負う。本モデルでは、プロジェクトマネージャは一人とした。すべてのプロセスを保存できるだけの大きさの作業計画キューを持ち、ステップの最初にプロジェクト全体の依存関係を調べ、末端から順に作業計画キューに入れる。以降、1 ステップに 5 つずつプロセスを計画キューから取り出し、各プロセスとのユークリッド距離が一番近いリーダーの計画キューに入れる。

3. シミュレーション条件

以下、述べる種々の条件設定では、総プロセス(いわば総作業量)は 200 で一定、依存関係の階層は最大で 3 層(多階層型では 5 層)、既述のようにスタッフ数(3*25=75 人)、リーダー数(25 人)も一定である。

3.1. プロジェクトのプロセス特性

作業量が同じだとしてもプロジェクトには、その専門性に関する分散の大小(依存関係で結びつけられたプロセスが 2 次元平面上にどの程度散らばっているか)、依存関係の複雑さ(依存関係を表す階層構造が浅いか深いか)により、遂行効率が異なる。

プロジェクトの特性については以下の 4 条件を考慮する。

- ・ノーマル

標準の設定。プロセスは2次元平面の中心及びその周辺に分布しており、依存関係を持つプロセス同士は比較的近い位置に配置されている。アウトソーシングはせずに部署内で処理。プロセスの2次元平面への配置例を図-3に示す。

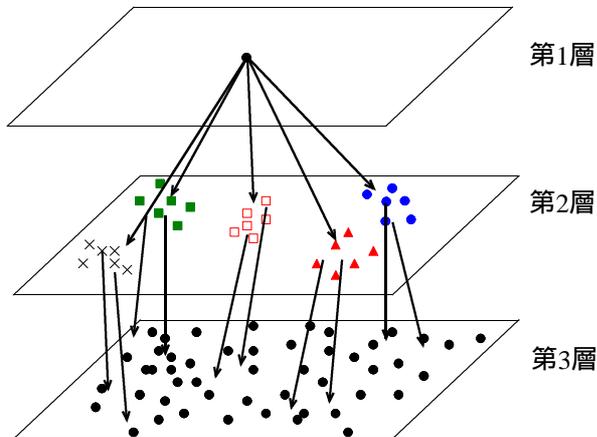


図-3 ノーマルの2次元平面配置例

・分散型

ノーマルとプロセスの分布は同じだが、依存関係がランダムにつながっているため、依存関係を持つプロセスが離れた場所にある(図-4)。この型は複数の分野が相互に関係しているようなプロジェクトをモデル化している。例えば、企業のコンサルティングのようなプロジェクトの場合、依頼主企業の分野だけでなく、経営、金融、物流など多くの分野の知識を総合しソリューションを提案する必要がある。

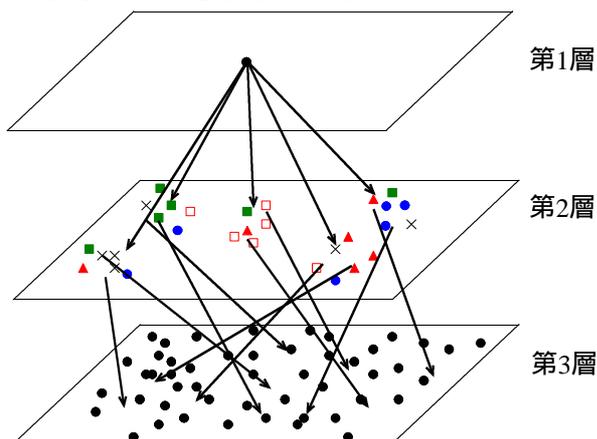


図-4 分散型の2次元平面配置例

・集中型

ノーマルと依存関係のツリー構造は同じだが、プロセスの分布が中央に偏っている(図-5)。これは、ある用途に特化したようなシステム開発プロジェクトをモデル化しているといえる。例えば、セキュリティの高いメールシステムの構築がプロジェクト

の目的とすると、作業自体は難解かもしれないが、ネットワークセキュリティの専門家が集まれば対処できる。

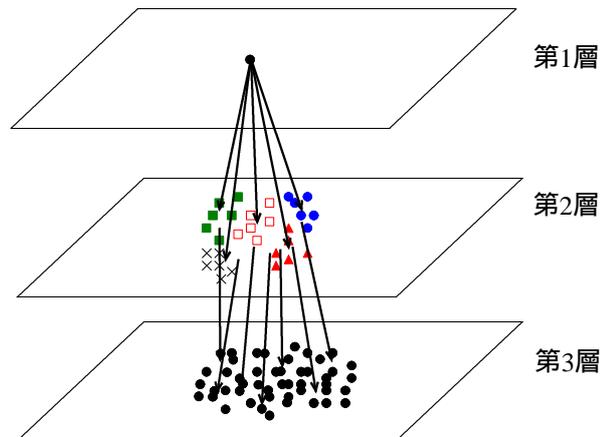


図-5 集中型の2次元平面配置例

・多階層型

ノーマルとプロセスの分布は同じだが、依存関係の階層構造が多階層化している。これは、工程の依存関係が複雑なプロジェクトをモデル化しており、流れ作業のように前の工程が終わらないと次に取り掛かれないようなプロジェクトをモデル化している。

3.2. 組織構造

プロジェクト中に専門性の極めて異なったプロセスが発生した場合、それを自前部署のスタッフが行うか、外注するかによって、遂行効率は異なるだろう。また、その他、効率的とされるいくつかの運営組織構造が知られている。

組織の特性については以下の5条件を考慮する。

・ファンクショナル型

ファンクショナル型とは、既存組織の部門長が部門ごとのプロジェクトの責任者を兼任する形態。既存の組織を利用するため、部門ごとの管理は簡便である。しかし、責任体制が不明確で、意思決定が遅くなるという短所がある[1],[2]。モデル上では、プロジェクトマネージャを配置せずに各部署のリーダーが仕事を割り振ることで表現する。

・マトリックス型

マトリックス型とは、プロジェクトの専任マネージャと既存組織を併用する。プロジェクトメンバー(スタッフ)にとっては上司が二人いる構造になる。複合的な問題を迅速に解決できるというメリットはある

が、管理者間の衝突などが起こる可能性もある[1],[2]。モデルではファンクショナル型に、プロジェクトマネージャを追加することで表す。

・タスクフォース型

既存組織の枠を超えて専任マネージャ配下のもと、問題に対処していく。権限、責任系統が明確になるため、意思決定が迅速、明快になる。しかし、プロジェクトマネージャの負担が大きく、長期、大規模なプロジェクトには向かない。一般的に一番よく用いられるタイプの組織形態であるといわれる[1],[2]。モデルでは、部署のリーダーは主体的権限を持たないこととし、プロジェクトマネージャから割り振られた仕事をスタッフに割り振っていく役割のみを果たす。

・外注あり

アウトソーシングは25の部署のうち、内側の9の部署を社内、外側の16の部署を外注先会社とし、外注先会社のリーダーは、自分でプロセスを探索せずに、外注元からの依頼を待ち、依頼が付与されてはじめて自らのスタッフにプロセスの割り振りを行う。

・人材の流動化

アウトソーシングが極端になると組織本体には専任のスタッフが居らず、必要なときに必要に適った人材（処理対象プロセスの専門知識を有する）を雇うということになる。モデル上は、各リーダーはすべてのスタッフに自由に仕事を割り振ることができることとした。

4. 結果と考察

前述条件設定のすべての組み合わせ20ケースについて、10試行のアンサンブル平均の結果を得た。シミュレーションでは、全プロセスを完了し終わるのに要した時間ステップ（時間）、準備を含めたプロセスをスタッフが遂行する時間の積算であるコスト（実作業時間に労働単価を乗じれば労働コストになる）の社会総和をもって、プロジェクトの遂行効率を評価する。

結果を表-1、図-6に示す。

なお、人材流動化の各ケースの結果はコストが非常に大きくなったため、図中のプロットから外してある。これは、各リーダーは全てのスタッフにプロセス処理を依頼出来るのでスタッフはフル稼働となり、異

なるリーダーから同一プロセスの処理を命じられたスタッフが複数発生し、無駄な処理が頻繁に発生してしまうためである。

コストと所要時間の両方が比較的小さい結果となったプロセス特性と組織構造の組み合わせは、ノーマルとタスクフォース型、同じく、ノーマルとマトリックス型、分散型とタスクフォース型であった。

外注ありは、全体としてコストが抑えられる傾向にある。しかし逆に、所要時間が長くなってしまっている。これは、外注先がプロセスの探索を行わないため、依存関係上、階層下位のプロセスが未完了の場合、当該プロセスの処理が行い得ないので、そこで外注先スタッフが長期間待機してしまうことによる。

ファンクショナル型は、多階層型を除いては、コストが少ない傾向がある。これは、

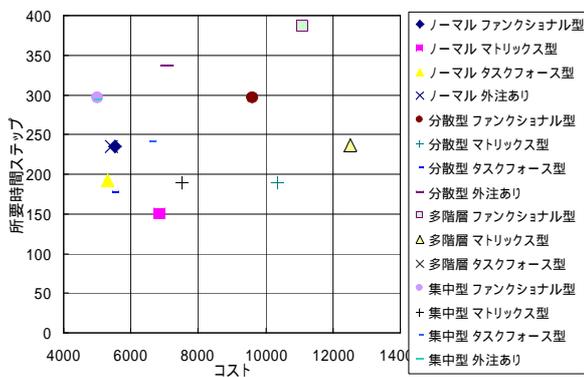


図-6 シミュレーションの結果(グラフ)

表-1 シミュレーションの結果

プロセス特性	組織構造	総コスト	所要時間
ノーマル	ファンクショナル型	5531	235
	マトリックス型	6865	150
	タスクフォース型	5288	193
	外注あり	5420	236
	人材の流動化	15950	232
分散型	ファンクショナル型	9605	297
	マトリックス型	10324	189
	タスクフォース型	5463	178
	外注あり	7095	336
	人材の流動化	16575	236
多階層	ファンクショナル型	11096	386
	マトリックス型	12524	236
	タスクフォース型	7951	236
	外注あり	9599	394
	人材の流動化	18451	268
集中型	ファンクショナル型	5019	296
	マトリックス型	7517	189
	タスクフォース型	6569	242
	外注あり	5007	294
	人材の流動化	16563	243

自分の部署のプロセスがすべて解決されれば、その部署のスタッフは無駄に動くことがないことによる(現実社会においても、ファンクショナル型は、部門ごとに作業を行うため、プロジェクトにおけるタスクから通常業務に移行しやすいというメリットがあるとされている[1])。しかし、部門間の調整の機構がないため、忙しい部署と、そうでない部署がはっきりと分かれる。そのため、人材を有効利用できず、所要時間が長くなってしまいう傾向にあると考えられる。

マトリックス型とタスクフォース型は、大略どちらもファンクショナル型より、良好な結果(図-6のより原点近くにプロットが散布)といえる。マトリックス型はノーマルのプロセス特性において、全試行中最短の所要時間であった。しかし、分散型のプロセス特性では、タスクフォース型より若干コスト大となった。マトリックス型は管理構造が二重になっているため、指揮系統が混乱する恐れがあるが、うまくかみ合えば、プロジェクトマネージャとリーダーが相互補完し、短時間にプロジェクトを達成することができるためこのような結果になったと考えられる。

タスクフォース型はすべてのプロセス特性について、比較的良好な結果であった。一般にタスク作業の性質にかかわらずプロジェクト組織の運営体制として頻用されるのが、このタスクフォース型である。これは、権限、責任体制が明確であるためであるとされている[1]。本結果はこれを裏付けるものといえる。

5. まとめ

リーダー、スタッフ、プロジェクトマネージャ、プロセスの各エージェントからなるプロジェクトのマネジメントモデルを構築した。

プロジェクトを構成する作業であるプロセス特性と組織構造を様々に変えながら数値実験を行い、プロジェクトの最適な運営形態について論及した。

参考資料

[1]熊沢徹 「国際標準プロジェクトマネジメント PMBOK と EVMS」日科技連出版社 1999

[2]中嶋秀隆 「PM プロジェクト・マネジ