

論文の内容の要旨

論文題目 リスク確率に基づくプロジェクト・マネジメントの研究

氏 名 佐 藤 知 一

イントロダクション

本研究の目的は、プロジェクト価値分析とリスク評価を統合した、プロジェクト・マネジメントのための新しい理論的フレームワークを提案することにある。本研究では、そのために3つのアプローチを取る。第一に、プロジェクトには失敗のリスクが不可避免的に付随する、との前提に立つ (Risk-based approach)。第二に、プロジェクトを、「アクティビティのネットワークで構成されるシステム」としてとらえ、システム工学的なモデル化手法を用いる。第三に、アクティビティの「リスク確率」という概念を導入し、個別アクティビティのリスク・アセスメント問題と、アクティビティ・ネットワークの設計/評価という決定論的な問題に分離し、後者について分析する。

従来のプロジェクト評価手法は、プロジェクトを静的にとらえており、システムの視点を持っていない。一方、EVMS (Earned Value Management System)に代表される現代PM理論には、動的なアクティビティ・ネットワークの視点はあるが、評価の基準が欠けている。本研究ではこの両者を統合し、定量的なプロジェクト評価と意思決定のための理論と手法を提案する。

イントロダクションの章では、プロジェクト評価に関する既往の研究と方法論をレビューし、その限界を示した上で、本研究の前提と公理ならびに用語の定義を行う。

第1章

第1章では、リスク基準プロジェクト価値 (Risk-based Project Value = RPV) の尺度を

定義する。これは本研究で構築する新しい理論的フレームワークの中心的概念となる。**RPV**はプロジェクトの任意の時点で定義され、過去に実現したキャッシュフロー、ならびに失敗のリスク確率で割り引かれた将来キャッシュフローの期待値との合計で定義される。

段階的プロジェクトの場合、開始時点での**RPV**は、全アクティビティの期間とリスク確率を同一と仮定すると、従来から広く用いられている**DCF (Discounted Cash Flow)**法の純現在価値 (**NPV = Net Present Value**) に一致する。すなわち、リスク確率にもとづくプロジェクト評価という本研究の理論的フレームワークは、その特殊なケースとして**DCF**法を含んでおり、より一般的である。

つぎにアクティビティのプロジェクトに対する貢献価値**CV (Contributed Value)**を、そのアクティビティの前後における**RPV**の増分によって定義し、その計算法を示す。ただし、ここでは各アクティビティのリスク確率が互いに独立という条件を用いる。さらに貢献価値**CV**がもつ一般的な性質に関する2つの定理を示す：(1)アクティビティの**CV**は、他の条件が同一ならば、そのリスク確率に比例する、(2)プロジェクトがプラスの**RPV**から出発する場合、**RPV**は単純に増大する。

また、上記3つのプロジェクト種類に対応する4ケーススタディについて、**RPV**および**CV**の具体的な計算を行う。

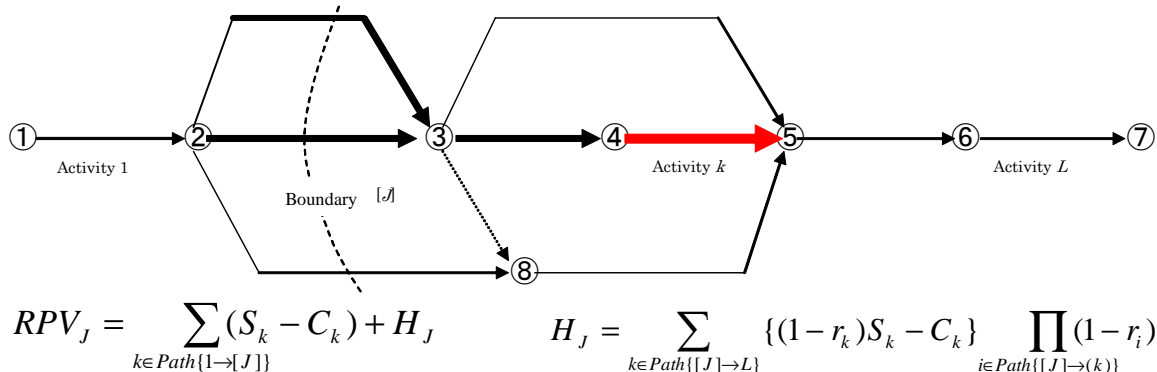


図-2 一般的なネットワークで表されるプロジェクトの**RPV**

第2章 プロジェクトの最適予算

第2章では、**Parallel Funding**戦略が適用できる場合について、アクティビティのコストとリスク確率とのトレードオフ関係に数学的モデルを導入する。その上で、単純プロジェクトならびに段階的プロジェクトについて、**RPV**を最大化する予算がただ一つ存在することを数学的に証明し、最適解を解析的に導く方法を示す。さらに一般型プロジェクトにおいても、非線形最適化モデルによるケーススタディによって、最適予算が存在しうことを示す。

単純プロジェクトの最適予算は、予算 C と収入 S の比率が $e=2.718\cdots$ よりも大きい場合、予算追加側に存在する可能性がある。これはプロジェクト・マネジメントに対する重要なインプリケーションであると信じる。

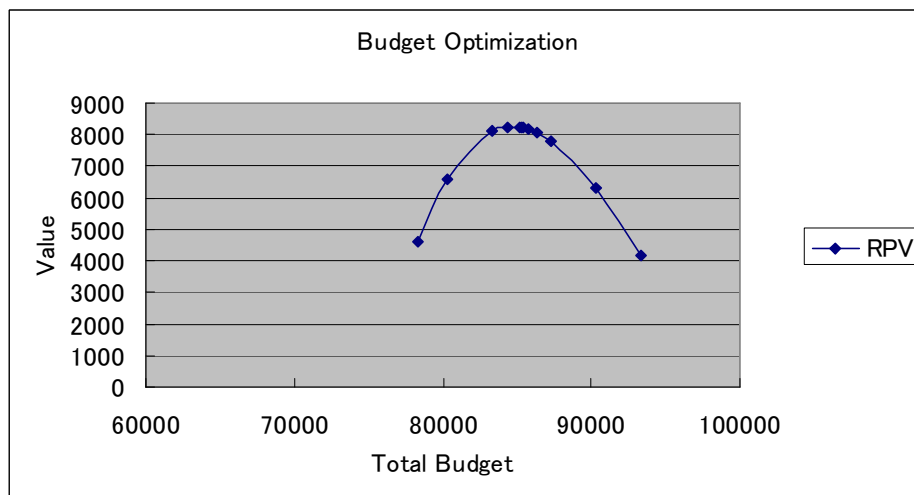


図-3 一般的なネットワークで表されるプロジェクトの最適予算（計算例）

第3章 リワークと不完全な遂行

第3章では、リスク確率をコスト超過リスク r_c 、収入減少リスク r_s 、そして将来キャッシュフローの減少リスク r とに区別して、RPVの定義式を拡張する。

また、アクティビティ失敗の回避手段としてリワーク（再試行）を取り上げ、リワークによるリスク低減策と、その結果として生じる不完全な遂行について検討し、リワークを許容する場合のRPVとCVの計算方法を明らかにする。またリワークの記録（品質不適合記録）をもとにリスク確率 r を推定する手順を例示する。

さらに上流側アクティビティの不完全な遂行が下流側アクティビティの失敗・コスト超過につながるような場合（すなわちリスク確率間に上流依存性が存在する場合）を考察し、そこでも最適予算が存在することを示す。

第4章 プロジェクト・マネジメントへの理論的応用

第4章では、まず、貢献価値CVを基準としたプロジェクト進捗率を定義する。この方法はEVMSで用いられるコスト基準の進捗率計算法に比べて、より適正に評価できる。また、全アクティビティのコスト超過リスク r_c を0.5と仮定すると、貢献価値基準の進捗率はコスト基準の値と合致する。すなわち本研究の理論的フレームワークは、EVMSを特殊なケースとして内包している。

つぎに、プロジェクトの評価結果が、Work Breakdown Structure =WBS化によって、どの程度影響を受けるかについて検討し、 $r < 0.4$ の範囲では、影響は限定的であることを

示す。また、プロジェクトを不均質なアクティビティにうまく分割することで、RPVを改善できる効果も明らかにする。

さらにプロジェクトを構成するアクティビティのコスト評価に対し、「クリティカル・コスト」Crの基準を提案する。

ついで「埋没コストの原理」と「無担保投資の利率の原理」を明らかにした上で、進行中プロジェクトの継続優先順位を評価するための指標として、継続評価指数 Continuity Evaluation Index = CEIを定義する。さらに、過大投資のリスクを評価するために、投資に伴う事業主体の破産確率を定式化する。これにより、「期待値」基準に対して従来加えられてきた批判を克服し、有用性を明らかにすることができる。

最後に、試行錯誤的なアクティビティは何回繰り返して失敗したら撤退すべきか、という問題を検討する。リスクに関する事前主観確率（先験的モデル）と、試行結果に基づく最尤モデルとを、情報量基準AIC (Akaike's Information Criterion)をもちいて比較することで、たとえば「リスク確率=0.5」という先験的モデルは、5回繰り返し失敗したら、リスク確率 $\geq 5/6$ という最尤モデルよりも説明力が低くなることを示す。

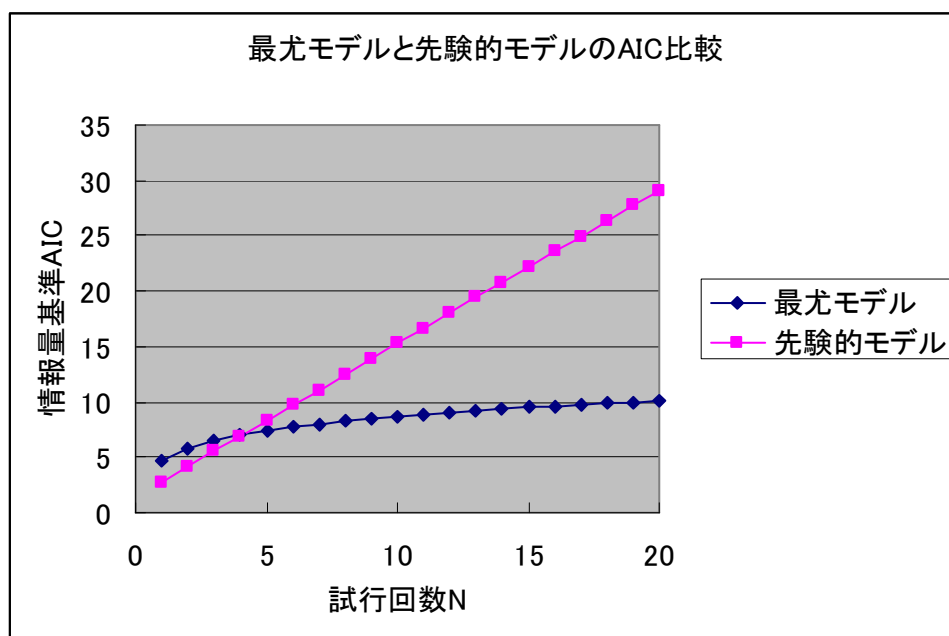


図-4 先験的モデルと最尤モデルの情報量基準AICによる比較

第5章 エンジニアリング・プロジェクトのケーススタディ

第5章では、実際のプロジェクトを題材としたケーススタディをとりあげ、前章までに述べた手法を現実の問題に適用して、その有用性を検証する。過去に遂行された石油プラントのプロジェクトのケースを取り上げ、応札段階並びに遂行（調達）段階における判断について、RPV分析のフレームワークを用いて再検証する。エンジ企業X社が現実にとった判断は、結果から見ると、応札段階ではほぼ成功、調達段階ではやや期待は

ずれであった。しかしRPV分析の観点からは、いずれの局面でもほぼ合理的な判断であったことが、各種パラメータの感度解析からも支持される。このように、RPV分析は客観的な吟味を可能にすることを示す。

第6章 まとめと展望

最後に「まとめと展望」と題し、本研究の残された課題、ならびに今後の展望について述べて結論とする。

Bibliography

- [1] Akaike, H.: "A new look at the statistical model identification". *IEEE Transactions on Automatic Control* , Vol.19 , No.6, pp.716–723 (1974)
- [2] Bard, J. F.: "Parallel Funding of R&D Tasks with Probabilistic Outcomes," *Management Science*, Vol. 31, No. 7, pp.814-828 (1985)
- [3] 桑嶋: 不確実性のマネジメントー新薬創出の R&D の「解」. 日経 BP 社 (2006)
- [4] Project Management Institute: A Guide to Project Management Body of Knowledge ("PMBOK® Guide") 3rd edition, Project Management Institute, Inc. (2004)
- [5] 佐藤知一・秋山聡: 海外企業との共同プロジェクト遂行におけるリスク要因, *プロジェクトマネジメント学会誌* Vol. 9, No.1 (2007)
- [6] Sato, T., "Risk-based Project Value Analysis: A New Theoretical Framework for Project Management", *日本経営工学会論文集* Vol. 59, No. 6 (2009)
- [7] Sato, T.: "Risk-based Project Value Analysis: General Definition and Application to Progress Control", *日本経営工学会論文集* Vol. 60, No. 3E (2009)
- [8] Sato, T., and Hirao, M.: "Risk-based Project Value Analysis and Optimal Budget Allocation" submitted to *International Journal of Project Management*