

プロジェクト損益の変動予兆検知モデル

—プロジェクトの定量管理とシステムダイナミクスによる変動予測—

Detecting Model and Simulator for Deterioration Signs of Project Profit Utilizing System Dynamics

那須 弘明

Nasu Hiroaki

中村 英生

Nakamura Hideo

長岡 晴子

Nagaoka Haruko

山本 英邦

Yamamoto Hidekuni

システム開発におけるプロジェクトマネジメントの分野では、プロジェクトの原価管理が重大な事業課題である。特に大規模なプロジェクトでは、いったん状況が混乱するとその回復に甚大な追加工数を要するため、企業の業績に与える影響が大きい。顧客にも影響が及びかねない。日立グループはさまざまなプロジェクトマネジメント制度やリスク管理手法を取り入れ、こうした課題を未然に防ぐための取り組みを行っている。その一つが、プロジェクトの状況をスコアリングする手法に対し、その結果を基に損益の変動を測り、変動予兆を検知して早期対処を可能にするモデルの開発である。このモデルを過去のプロジェクトで検証した結果、リスク評価における予兆監視として実用化に向けた見通しが得られた。

1. はじめに

システム開発におけるプロジェクトマネジメントの分野では、「プロジェクトは生き物である」という言葉があるように、プロジェクトが予想していなかった状況に突然陥り、対策を講じるタイミングが遅れたために、悪化の状況が拡大した事例が多数報告されている。このようなプロジェクトマネジメントの分野で、プロジェクトの状況の変化を測る方法が確立していれば、そこから得られた知見による早期予防が可能となる。

ここでは、システム開発プロジェクトの状況を定期的にスコアリングすることで、スコアデータから将来の変動予兆を検知し、損益変動の可能性のアラートを上げる損益変動予兆検知モデルと、過去プロジェクトにこのモデルを適用し、検証した結果について述べる。

2. プロジェクト管理支援モデルによる損益変動予兆

2.1 プロジェクトの定量管理

プロジェクトを管理する目的で、品質、スケジュール、コミュニケーションなどの管理項目を体系化した知識体系

にPMBOK[※] (Project Management Body of Knowledge) があり、現在では世界標準として広く利用されている¹⁾。一部の企業では、PMBOKのプロジェクト管理項目やリスクチェック項目を基にスコアリングシートを作成し、プロジェクトマネージャが定期的にスコア付けしてプロジェクト状況を把握することで、プロジェクト悪化を定量的に捉える手法（以下、スコア監視法と記す。）が取られている。しかし、スコアリング項目間の因果関係によって起こる損益への影響を具体的な金額として把握しきれていないため、悪化の兆しを十分に捉えきれず、対策が遅れて大きな追加工数を発生させる場合がある。

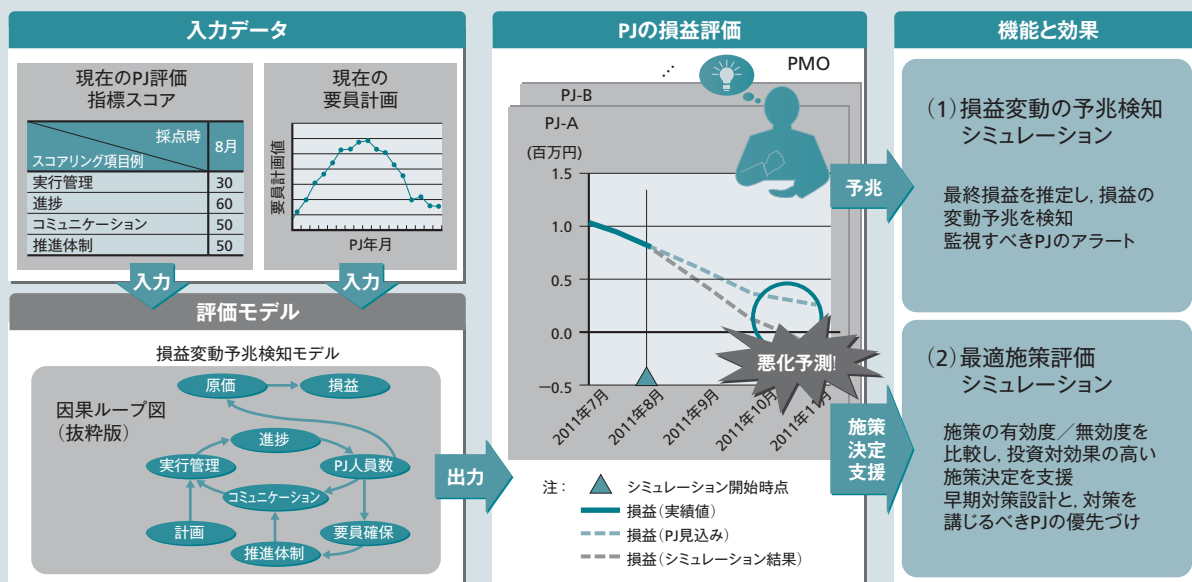
このような課題に対して、プロジェクトの状況をスコア化し、損益への影響を定量的に予測する「損益変動予兆検知モデル」を開発した。このモデルにより、プロジェクトを適切に管理し、損益変動の予兆を早期に見極め、対処することが可能となる。

2.2 損益変動予兆検知モデル

損益変動予兆検知モデルは、スコアリング項目間の因果関係によって起こる損益への影響を評価するために、項目間の因果関係を矢印でつないだ「因果ループ図」と呼ばれる有向グラフで表現する（図1参照）。

このモデルを基に開発したシミュレータによって、損益悪化の可能性を持つプロジェクトを早期に発見し、そのプロジェクトの損益改善に対して最も効果の高い施策を評価できる。それらを実現する機能が、損益変動の予兆検知シミュレーションと最適施策評価シミュレーションである。以下に、二つの機能を説明する。

※) PMBOK, PMIは、米国Project Management Institute (PMI) の登録商標である。



注：略語説明 PJ (Project), PMO (Project Management Officer)

図1 | 損益変動予兆検知モデルの入出力イメージ

2011年8月時点のスコアリング項目のスコアと要員計画値を入力し、評価対象プロジェクトの損益が、2011年10月に赤字に転じると検知している例である。

(1) 損益変動の予兆検知シミュレーション

プロジェクトのある時点におけるスコアリング項目のスコアと、プロジェクトに投入する要員計画値を入力する。そして項目間の因果関係によって生じるスコアの低下/上昇と、それに伴うプロジェクトへの投入人月の追加/削減を予測することで最終損益を推定し、損益の変動予兆を検知する。

(2) 最適施策評価シミュレーション

プロジェクトで講じられる施策は、必ずしも効果が出るとは限らない。この機能は、各スコアリング項目のスコアの改善幅に対する実施効果をシミュレーションし、その有効度だけでなく無効度を推定する。そして評価結果をランキング形式で出力することで、各施策の有効度/無効度を比較し、投資対効果の高い施策決定を支援する。

3. 損益変動予兆検知モデルの開発

3.1 システムダイナミクスを活用したモデル設計

損益変動予兆検知モデルでは、システムダイナミクスというモデリング技術を活用している²⁾。この技術では、事象の要素間の因果関係を、「原因側とした要素が増加すると結果側の要素も増加する」、あるいは「原因側とした要素が増加すると結果側の要素が減少する」という観点で捉えて矢印でつなぐ。そして因果関係の連鎖的なつながりを因果ループ図としてグラフ化し、その因果ループ図を基に定量モデルを作成して、将来の各要素の変動度合いを定量的に評価する。この連鎖的な波及を考慮する考え方は、対策が遅れることで時間経過に伴い工数が雪だるま式に膨れ

がちとなるプロジェクトの特徴のモデル化に適している。ここでは、システム開発プロジェクトを対象としたモデルを開発した。複数のプロジェクトの管理経験のあるPMO (Project Management Officer) のノウハウをヒアリングして、スコアリング項目と損益との因果関係を可視化し、プロジェクト管理の特性を考慮してスコアリング項目間の因果関係をモデル化している。

3.2 プロジェクト管理の特性を踏まえたモデリング

モデル設計では次の三つの特性に注目している。

(1) 限界値によるスコア変動の発生

プロジェクトでは、原因側の項目のスコアの値が、結果側の項目のスコアの変動に急激に影響を及ぼすことがある。例えば、単位月当たりの追加人員の量が小規模であればコミュニケーションの円滑さは変わらないが、ある一定の追加人員を超えると円滑さが急に下がるというケースを指す。

(2) 時間遅れで現れるスコアリング項目間の影響

スコアリング項目間の因果関係には、一定時間を経てからでないとは顕在化しない事象が含まれる。例えば、コミュニケーションの円滑さが不十分であることの影響が作業の品質に現れるのは、ある程度時間が経過してからである。

(3) プロジェクト工程によって異なる因果関係の影響度

プロジェクトの工程によってスコアリング項目間の因果関係の影響度は異なる。例えば契約の詳細を締結していない状況は、前工程では進捗に与える影響が小さいが、後工程になるほど進捗に与える影響が大きくなる。

3.3 スコアからのプロジェクト状況変化の抽出観点

プロジェクトの状況の採点結果であるスコアから、プロジェクトの悪化／改善を客観的に捉えるため、スコアの値ではなく変動傾向に着目した。これは、どの評価者も自分の前回の採点結果と、今回のプロジェクト状況とを比較し、よくなっているのか、変わらないのか、悪くなっているのかでスコアを付けるため、変動の傾向は評価者間で一致する可能性が高いからである。したがって、因果関係の定式化には、スコアの絶対値ではなく、スコアの変動（上昇、不変、低下）傾向を活用する。

3.4 スコアリング項目間の因果関係のモデル化

因果ループ図でスコアの変動は、原因側項目のスコアが影響して生じるとしてモデリングする。限界値によるスコア変動の発生の特性を考慮し、因果関係は、結果側の項目に低下／上昇変動を生じさせる原因側の項目の閾（しきい）値と、結果側の項目のスコアの上昇／不変／低下変動を表すステップ関数で表せると仮定する。また、プロジェクト工程によって異なる因果関係の影響度の特性を考慮し、閾値はプロジェクト工程ごとに過去プロジェクトの学習データから設定する。時間遅れで現れるスコアリング項目間の影響の特性を表す時定数（値が変化するまでの時間）は、スコアリング環境を考慮し、過去プロジェクトのスコアデータから設定する。

これまでに述べた考え方にに基づき、因果ループ図の定量モデルとなる損益変動予兆検知モデルを開発した。

3.5 損益変動予兆検知モデルの挙動の検証

開発した損益変動予兆検知モデルが、将来の損益の変動を予測できるか、挙動の妥当性を検証した。妥当性検証の評価の考え方を図2に示す。

妥当性は、このモデルが算定した最終損益の予測結果と、プロジェクトの最終実績との合致度で評価し、検証データには、学習用に用いた過去プロジェクトデータとは

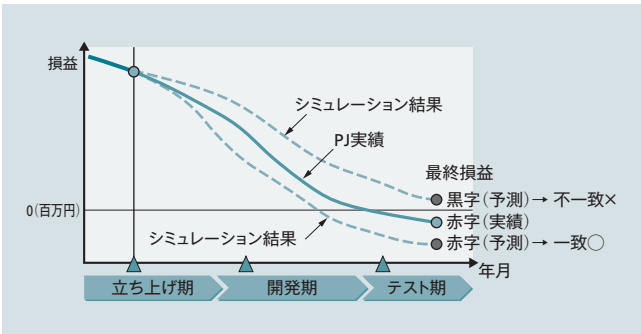


図2 | 損益変動予兆検知モデルの妥当性検証の評価の考え方
立ち上げ期、開発期、テスト期の各工程でシミュレーション結果（予測）と実績の最終損益が一致した場合を○とし、一致しない場合は×として評価する。

表1 | 損益変動予兆検知モデルの妥当性検証結果

予測と実績の最終損益の一致を検証した結果、立ち上げ期では6件中4件、開発期とテスト期では6件中5件が一致した。この結果から、実用化の見通しを得た。

検証PJとその属性		検証結果		
PJ名	実際のPJ期間、損益の推移	立ち上げ期	開発期	テスト期
PJ1	23か月、途中で損益が変動	×	○	○
PJ2	30か月、途中で損益が変動	×	○	○
PJ3	30か月、損益は終始赤字	○	○	○
PJ4	24か月、損益は終始赤字	○	○	○
PJ5	12か月、損益は終始黒字	○	○	○
PJ6	19か月、最終月、損益が変動	○	×	×

別の過去プロジェクト6件(PJ1～PJ6)のデータを用いる。ここでの合致度は、シミュレーションによる最終損益の赤字／黒字算定結果と実際の最終損益の赤字／黒字とが一致している度合いを指す。検証は、シミュレータがどの工程でも変動予兆を検知できるかを評価するため、プロジェクトの立ち上げ期（要件定義～基本設計）、開発期（詳細設計～納入）、テスト期（システム／総合テスト～稼働）の工程ごとに、シミュレーション開始時点を設定して行った。

検証結果とプロジェクトの期間、実際の損益の推移は表1のとおりである。表中の「○」はシミュレーションによる赤字／黒字算定結果と最終損益の赤字／黒字が一致した場合、「×」は一致しない場合を示しており、立ち上げ期では6件中4件、開発期とテスト期では6件中5件、一致していることがわかる。検証を通じて合致度の高さを確認でき、実用化に向けての見通しを得た。

4. 実プロジェクトでの損益変動予兆検知モデルの有用性

このモデルの目的は損益変動の早期予兆のため、損益が悪化する可能性の高いプロジェクトに対して、プロジェクトよりも早期にその可能性を検知できれば、モデルが有用であると言える。そこで、今回対象とした検証データのうち、プロジェクトの途中段階では最終損益を黒字と予測していたが、実際の最終損益が赤字となった過去プロジェクトのPJ1、PJ2（表1参照）に対し、予兆検知のタイミングを従来手法と比較して検証した。比較する従来手法は、スコア監視法とPMBOKで推奨されており、損益を原価、進捗の観点から管理するEVM(Earned Value Management)である³⁾。EVMとは、プロジェクトの進捗を作業の出来高によって定量化し、プロジェクトの現在および今後の状況进行评估する手法である。

検証の結果を表2に示す。損益変動予兆検知モデルは、従来のスコア監視方法よりも最終損益の悪化予兆を平均6.5か月、先行して検知し、EVMとの比較においては、PJ1では5か月先行、PJ2では同タイミングで予兆を検知できた。以上から、損益変動予兆検知モデルの効果が確認

表2 | 損益変動予兆検知モデルの効果と従来手法との比較結果

従来のスコア監視法よりも最終損益の悪化予兆を平均6.5か月先行して検知でき、EVMと比較しても、PJ1で5か月の先行検知を実現した。

PJ名	実際の見込み 損益の変動月	損益変動予兆 検知モデル	スコア監視法	EVM
PJ1	12か月目	7か月目	12か月目 予兆失敗	12か月目 予兆失敗
PJ2	24か月目	16か月目	24か月目 予兆失敗	16か月目

注：略語説明 EVM (Earned Value Management)

できたと考える。ただし、この検証はデータが十分とはいえないため、今後サンプルデータを増やして、検証を進める。

5. おわりに

ここでは、システム開発プロジェクトの状況を定期的にスコアリングすることで、スコアデータから将来の変動予兆を検知し、損益変動の可能性のアラートを上げる損益変動予兆検知モデルと、過去プロジェクトにこのモデルを適用し、検証した結果について述べた。

従来技術は、予兆検知に対しては十分でないという報告もある^{4), 5)}。これに対して、損益変動予兆検知モデルは、悪化を5か月から6.5か月先行して予兆検知した。こうした結果から、このモデルを用いることで施策検討時間を十分に確保できるため、早期に効果的な施策を実施できると考える。現在、損益変動予兆検知モデルを一部の進行プロジェクトに適用し、実用化を見据えた運用を進めている。リスク評価における予兆監視としてこのモデルを実用化することにより、赤字プロジェクトの撲滅に寄与していくと同時に、混乱のないシステム稼働に向けて貢献していく。

参考文献

- 1) Project Management Institute：プロジェクトマネジメント知識体系ガイド（PMBOKガイド）第4版，Project Management Institute（2008）
- 2) J. W. Forrester：The Beginning of System Dynamics, System Dynamics Society（1989）
- 3) 情報処理振興事業協会：EVM活用型プロジェクトマネジメント導入ガイドライン（2003）
- 4) 井上：リスク管理，Unisys Technology Review，第67号，338～357（2000.11）
- 5) プロジェクト管理における定量化手法―「EVM」を利用したプロジェクト管理の可視化―，LS研究委員会，研究成果報告（2003）

執筆者紹介



那須 弘明

2009年日立製作所入社，横浜研究所 サービスイノベーション研究部 所属
現在，モデリング技術によるプロジェクトリスク評価の研究に従事
情報処理学会会員，電気学会会員



長岡 晴子

1992年日立製作所入社，横浜研究所 サービスイノベーション研究部 所属
現在，モデリング技術による事業構造評価の研究に従事
システム・ダイナミクス学会会員，電気学会会員



中村 英生

1987年日立製作所入社，金融システム事業部 プロジェクト統括部 所属
現在，金融システム開発分野のプロジェクトマネジメント業務，人材育成に従事



山本 英邦

1995年日立製作所入社，金融システム事業部 プロジェクト統括部 所属
現在，プロジェクトマネジメントのアセスメント業務に従事