

プロジェクトマネジメント における定量的リスク評価

株式会社日立東日本ソリューションズ ビジネスコンサルティング部
主任技師 澤田美樹子

1. はじめに

プロジェクトマネジメントでは、コスト、スケジュール、利用可能なリソースなどにさまざまなリスクが含まれています。このようなリスクの定量化は、計画どおりにいかない場合に備えて予備をどの程度取っておけばよいかの把握や、どのリスクに対して優先的に

行動を行うか、さらにはリスクが発生した場合被るであろう損失の評価を可能にします。

本稿ではプロジェクトマネジメントにおいて有効な定量的リスク評価の枠組みを説明するとともに、評価を支援するツールとその適用例を紹介します。

1

2. リスクマネジメントの課題

定量的リスク評価の第1ステップは、その必要性を認識することです。プロジェクトを成功裏に完了するための要素は、納期、予算、コスト、リソース、パフォーマンスなどさまざまです。プロジェクトマネージャや見積り担当者がこれらの要素について自信を持って定数値で見積りできるのであればよいのですが、現実には不確実性を含んでおり、正確な予測を行うことが困難な場合が多いと考えます。プロジェクトマネージャはこれらの要素がどの程度不確実で、かつリスク要因になるかどうか、常に注意を払う必要があります。

第2ステップは、特定したリスクをいかに定量化するかということです。リスクの定量化では、はじめに起こりうる値の範囲と確率を決定します。この不確実性を表現する手段

として、確率分布が使用されています。

第3ステップは、リスク要因の影響を算出することです。不確実要素のシミュレーションを行うことで、作業期間やコストといったプロジェクトの結果について起こりうる値の範囲を把握することができます。

モンテカルロシミュレーションはこのよう
なリスクの定量化の手法として知られており、
詳細については次項で説明しますが、プロ
ジェクトの結果が範囲と確率とで表現される
ことにより、プロジェクトマネージャはさま
ざまな視点からプロジェクトを分析するこ
とができます。たとえば以下のような内容です。

- プロジェクトが5日以上遅延する確率は？
- (ある確率で起こりうる) 最悪のケースでは、プロジェクトのコストは予算をどの程度超過するか？

2

- ・プロジェクトの結果に最も影響を与える要因は何か？ 言い換えると、どのリスク要因に最も注意しなければならないか？

最終ステップは、分析結果をベースに意思決定することです。確率分布で表現される結果は、意思決定者にとって起こりうる結果の全体像の把握を可能にさせます。期待値や3つのシナリオ（最善の場合、平均的な場合、最悪の場合）に基づいた典型的なアプローチでは、意思決定者はどのような結果がどの程度起こりうるかという、より具体的な感覚を認識することはできません。

3. モンテカルロシミュレーションとツール

定量的リスク評価において、モンテカルロシミュレーションはよく知られた手法です。必要に応じて事象間の相関関係を考慮しながら、起こりうる組み合わせを検討するモンテカルロシミュレーションは、不確定要素に確率分布を定義し、コンピュータ上で乱数を発生させて確率分布からランダムに値を抽出します。この実験を繰り返し、その結果得られた測定値から確率分布を作成します。結果が確率分布で表示されるため、起こりうる値の範囲や、その発生率を分析することができます。モンテカルロシミュレーションは現在、スプレッドシートのような使い勝手の良い環境で実行が可能となっており、@RISK (Palisade Corporation) や Crystal Ball (ORACLE, Crystal Ball Global Business

3

Unit) といった製品も提供されています。次項では@RISK を使用して、プロジェクトマネジメントにおける定量的リスク評価の例を紹介します。

4. 定量的リスク評価の適用例 (スケジュール見積り)

4.1 プロジェクト所要期間の評価

ここでは、あるシステム開発プロジェクトのスケジュール見積りに際し、各工程の見積りのブレや工程の分岐と合流を考慮し、完了までの期間をシミュレーションする例を説明します。各作業はリスクを考慮して作業日数を見積り、それらの合計によってプロジェクト所要期間が計算されます。

A社ではコンピュータシステム開発を計

画しており、そのシステムは3つのサブシステムで構成されています。図表5-1は本プロジェクトの作業一覧と対応する作業期間（日）を表しています。図表5-2は各作業の実施順序関係を示しています。

本例ではプロジェクトは49日間で完了し、作業A、B、E、H、Lがクリティカルパスです。しかし、このクリティカルパスはあくまでも各作業が見積りどおりに終了した場合を前提としており、仮に幾つかの作業日数に不確実性があるとすれば、クリティカルパスに無い作業がクリティカルパスになったり、プロジェクトが49日で完了しなかったりする可能性が出てきます。

また仮に複数の見積り担当者がこれらの作業を分担して見積ったとすると、人によっては楽観的または悲観的に見積った数値なのかもしれません。しかし、図表5-1のよう

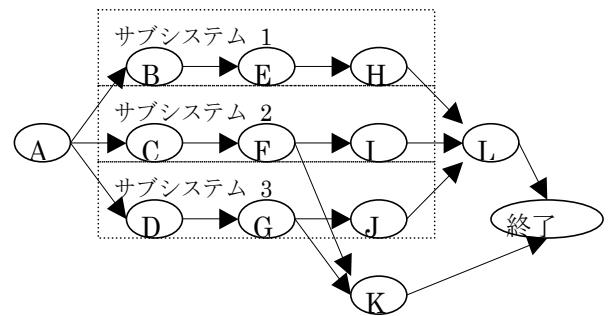
4

図表5-1 作業と日数

作業		期間 (日)
A	システム設計	10
B	プログラム設計 サブシステム 1	7
C	プログラム設計 サブシステム 2	6
D	プログラム設計 サブシステム 3	6
E	コーディング・単体テスト サブシステム 1	15
F	コーディング・単体テスト サブシステム 2	12
G	コーディング・単体テスト サブシステム 3	13
H	組み合わせテスト サブシステム 1	7
I	組み合わせテスト サブシステム 2	6
J	組み合わせテスト サブシステム 3	5
K	マニュアル作成	12
L	システムテスト	10

に1つの値でしか表現されないと、その数値がどの程度確からしいのか、どの程度変動する可能性があるのか、把握することはできません。

図表5-2 作業の実施順序関係



このようなスケジュールリスクを定量化するために、作業期間の不確実性を考慮したモデルを構築します。図表5-3は作業一覧と対応する期間を表していますが、作業期間を最小日数 (Min)、最可能日数 (ML)、最大日数 (Max) で見積ります。この3つの数値による見積りは、プロジェクトマネジメントについて学習すると必ず目にする「三点見積り法」で、ご存知の方も多いと思います。

三点見積り法では、最可能値のほかに最小値、最大値のばらつきから、作業日数の期待値を求めます。そして各作業の期待値を合計することでプロジェクトの所要期間を求めるわけです。

しかし、この方法で把握できるのはあくまで期待値であり、どの程度の日数になる確率がどのくらいあるのか、どこまで日数が超過

図表5-3 3つのパラメータを元にした作業日数

作業	期間(日)		
	Min	ML	Max
A システム設計	9	10	12
B プログラム設計 サブシステム 1	6	7	8
C プログラム設計 サブシステム 2	5	6	9
D プログラム設計 サブシステム 3	5	6	8
E コーディング・単体テスト サブシステム 1	12	15	20
F コーディング・単体テスト サブシステム 2	10	12	18
G コーディング・単体テスト サブシステム 3	10	13	18
H 組み合わせテスト サブシステム 1	6	7	10
I 組み合わせテスト サブシステム 2	5	6	9
J 組み合わせテスト サブシステム 3	4	5	8
K マニュアル作成	11	12	13
L システムテスト	8	10	14

することを見込んでおけばよいのか、という
 ようなリスクの把握には至りません。三点で
 見積った値を確率分布で表現しシミュレーシ
 ョンを行うことで、それが可能になります。

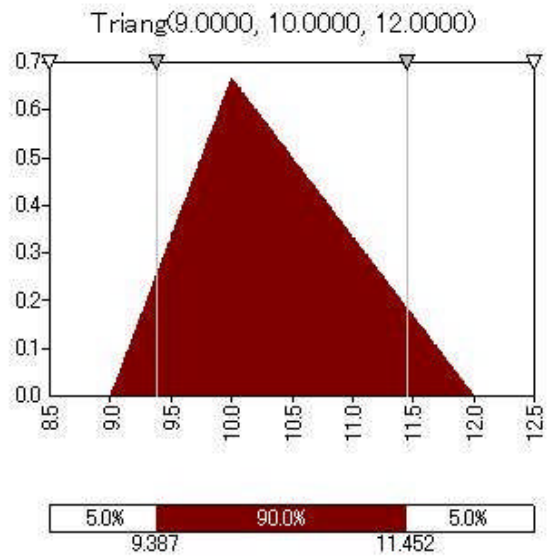
さて、その3つの数値を使って作業期間の
 不確実性を確率分布で表現するには、よく三
 角分布が用いられます。三角分布はパラメー
 タ定義が直観的であるため理解が容易です。

作業A（システム設計）の三角分布を図表
 5-4に示します。横軸が起こりうる値の範
 囲を、縦軸が確率密度を表しています。

次にシミュレーションするために、はじめ
 にスプレッドシート上で各作業期間に確率分
 布を定義します。そして各作業の順序関係を
 考慮しながら、Excelの関数を使用して
 プロジェクト所要期間を算出します。@RISK
 を使用してプロジェクト所要期間を1万回シ
 ミュレーションした結果は図表5-5のよう

な分布で表されます。この図では、横軸は起
 こりうる値の範囲を、縦軸は確率密度を表し
 ています。

図表5-4 三角分布



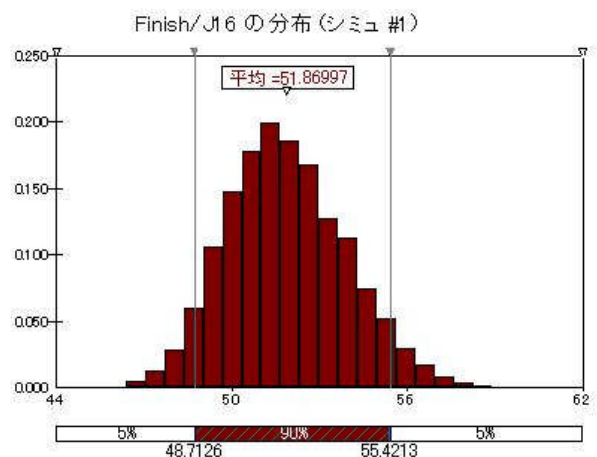
7

シミュレーションの結果、所要期間の平均
 は51.9日となりました（図表5-5中の
 「平均=」の部分参照）。仮にプロジェク
 トの各作業がすべて最可能日数で完了するこ
 とに確信を持っているならば、プロジェクト
 所要期間は49日間です。しかし、作業期間
 の不確実性を考慮してシミュレーションする
 と、平均値はそれと異なります。また、図表
 5-5によると、プロジェクトが48.7日
 以下で完了する確率は5%です。そして統計
 値から、49日以下で完了する確率は6.8
 4%になります。不確実性を考慮しないで作
 業期間見積りを行うと、プロジェクト所要期
 間を過小評価してしまうことがわかります。

さらに、「各作業が遅れた場合どの程度の
 日数を見込めばよいか」という点に着目する
 と、たとえば95パーセンタイルの数字を見
 ます。95パーセンタイルとは、その数字以

下になる確率が95%、言い換えると、その
 数字以上になる確率が5%であるという意味
 です。

図表5-5 プロジェクト所要期間の分布（日）



8

図表5-5では95パーセンタイルが55.4日を表しています。それ以上になる可能性は5%しかないのですから無視するとし、この55.4日間は最も悪いケースと考える、ということです。このような数字は、プロジェクトによってどの程度予備を取っておくかどうかを検討する際に用いられます。たとえば、95パーセンタイルから平均を引いた値(55.4-51.9=3.5日)を予備の日数とする、といった具合です。

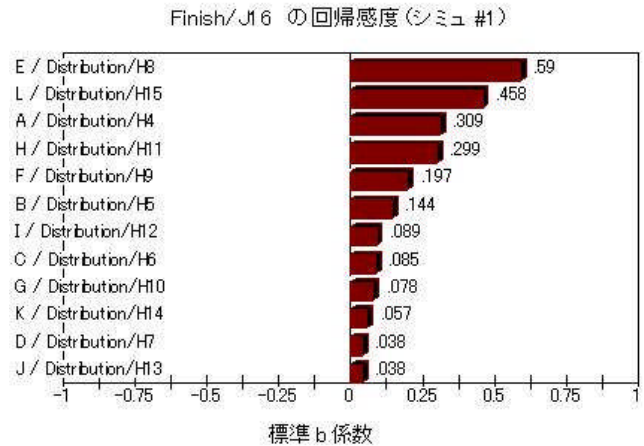
4.2 感度分析

プロジェクトを構成する複数の作業の中で、どの作業がプロジェクト所要期間に最も影響を与えるでしょうか。@RISKでは最も重要な不確実要素を統計的に特定する、感度分析機能を提供しています。図表5-6は回帰分析を使った感度分析結果を示したもので、

このような図はトルネードグラフと呼ばれています。

図表5-6では、各作業が影響度の高いほうから順に上から下へ並べられており、この図では、作業Eが最も影響度が高く、2番目は作業Lです。不確実性が高い、すなわちブレ幅が大きい作業でも、それがクリティカル

図表5-6 感度分析結果



パス上に無い場合は、プロジェクト所要期間に影響を及ぼすとは限りません。

感度分析は、各作業がどの程度影響を与えているかを定量的に提示します。この分析は、より複雑な作業構成のプロジェクトマネジメントに有効です。

4.3 作業がクリティカルパスになる確率の算出

プロジェクトの各作業期間が不確実だということは、どの作業も遅延することでクリティカルパス上に乗る可能性があるということです。シミュレーションを以下の方法で実施することで、その確率を算出することが可能です。

- 1つの作業の作業期間を0.01のような小さい数値の分だけ増加させる。
- 0.01プラスした場合とそうでない場合について、プロジェクト所要期間の差異

を算出する。この差異は0または0.01となるはずである。

- プロジェクト所要期間についてモンテカルロシミュレーションを1万回実行し、1万回分の差異の値の平均を求める。
- 差異の平均は、下記の式で算出される。

$$\text{平均} = p * 0.01 + (1-p) * 0 = 0.01 * p$$

$$p = \text{差異が } 0.01 \text{ となる確率}$$

これにより、pは平均/0.01によって求められます。この方法を各作業について適用することで、各作業がクリティカルパス上に乗る確率を算出することができます。結果を図表5-7に示します。

各作業期間が固定値の前提でクリティカルパスになると思われている作業A、B、E、H、Lは、図表5-7の結果によると依然高い確率となっていますが、不確実下では、他の作業が遅延することによってクリティカル

パスになる可能性があります。したがってプロジェクトマネージャは、これらの作業にも遅延による影響について注意を払わなければなりません。

図表5-7 各作業がクリティカルパスになる確率

作 業	確 率
A	100.00%
B	70.38%
C	20.72%
D	9.07%
E	70.38%
F	20.72%
G	9.07%
H	70.38%
I	20.72%
J	9.07%
K	27.58%
L	72.56%

5. まとめ

本稿では、プロジェクトマネジメントにおける定量的なリスク評価の枠組み、プロジェクトマネージャにとって定量的リスク評価を可能にするツールの紹介、そして事例を説明しました。プロジェクトマネジメントにはコスト、スケジュール、利用可能なリソースなど、さまざまなリスクが存在します。このような状況下で適切な意思決定を行うためには、不確実だと思われる作業を点ではなく幅で見積ること、そしてリスクをタイムリにかつ網羅的に評価し、適切な行動を起こすことが必要です。

本稿で述べたような定量的リスク評価が、プロジェクトマネージャの問題解決や効果的な意思決定をより有効なものにすると考えます。

澤田 美樹子
(さわだ みきこ)

株式会社
日立東日本ソリューションズ
ビジネスコンサルティング部
主任技師



英国ケント大学大学院 総計学科修士課程修了

1991年入社。大手製薬会社システム開発プロジェクトなどのプロジェクトリーダーを経て、2001年から製造業、食品衛生などさまざまな分野のリスク分析コンサルティングに従事。

〔著書〕

実践・リスクマネジメント(2003年生産性出版(翻訳))