

国土交通政策研究 第4号

社会資本整備におけるリスクに関する研究

2001年6月

国土交通省国土交通政策研究所

主任研究官 大谷 悟

研究官 安達 豊

はじめに

行政には国民にある一定の行政サービスの提供を行う責務があり、そのサービスにより国民の安全・安心の確保、生活の質の向上等を図ることが求められる。

社会資本整備は、まさしくその使命を達成するための一手段として実施されるものであると考えられる。財政状況の悪化、急速な高齢化による将来の投資余力の低下、さらに公共事業への国民の批判の高まり等の状況の中、社会的な損失を与えることなく最少費用にて効率的かつ効果的に社会資本整備を実施することが求められる。しかしながら、社会資本整備においては、長期間にわたる事業が多く、その間に社会経済情勢及び国民の価値観の変化、技術進歩等により需要・必要性が変化し、当初想定していた効果が発揮されない場合があり得る。その場合には結果として社会的な損失を生じさせてしまうことになり、社会的損失は結局国民に帰属することとなる。社会的損失を発生させるような変動要因を「リスク」と捉えるならば、今後の市場経済の進展、政府の役割の変化、財政制約という状況において、行政はこの「リスク」を事前に適切に評価してマネジメントを行い、効率的かつ効果的に施策を行っていく必要がある。

本研究では、社会資本整備におけるリスクの認識を広めることを目的として、第1章で社会資本整備においてリスクを考慮する必要性を述べ、第2章にて社会資本整備におけるリスクの本論に入る前にリスクとリスクマネジメントの一般概念を整理する。そして第3章では、諸外国政府機関におけるリスクマネジメントについて整理・とりまとめを行い、第4章にこれまでの議論を踏まえ、社会資本整備のリスクについて考察する。第5章では将来の不確実性を事業評価に取り入れる手法として、リアル・オプションをとりあげ、その適用性の考察を行う。最後に、第6章で社会資本整備におけるリスク及びリスクマネジメントについての今後の方向と課題をとりまとめる。

本研究を進めるにあたっては、京都大学大学院工学研究科 小林潔司 教授、一橋大学大学院経済学研究科 齊藤 誠 教授、安田リスクエンジニアリング株式会社 中嶋秀嗣 部長から、大変有益かつ貴重なご指導をいただいた。ここに心より感謝を申し上げます。

2001年6月

国土交通省国土交通政策研究所

主任研究官 大谷 悟

研究官 安達 豊

本研究の概要

1. 研究の目的

社会資本整備は豊かな国民生活を支え、活力ある経済社会の創造には欠かせないものであるが、事業期間が長期にわたるものも多く、その間に社会経済情勢及び国民の価値観の変化、技術進歩等により需要・必要性が変化し、当初想定していた効果が発揮されない場合があり得る。その場合には結果として社会的な損失を生じさせてしまうことになり、社会的損失は結局国民に帰属することとなる。

社会的損失を発生させるような変動要因を「リスク」と捉えるならば、社会資本整備においてはリスクが存在する。今後の市場経済の進展、政府の役割の変化、財政制約という状況において、行政はこの「リスク」を事前に適切に評価してマネジメントを行い、効率的かつ効果的に施策を行っていく必要がある。

本研究は、リスクとリスクマネジメントの一般概念の整理を行い、次に諸外国政府機関におけるリスクマネジメントについて整理・とりまとめを行うとともに、これらの議論を踏まえたうえで社会資本整備のリスクについて考察することによって社会資本整備におけるリスクの認識を広めることを目的としている。

2. 研究の内容

本研究は6つの部分から構成される。第1章で社会資本整備においてリスクを考慮する必要性を述べ、第2章にて社会資本整備におけるリスクの本論に入る前にリスクとリスクマネジメントの一般概念を整理する。そして第3章では、諸外国政府機関におけるリスクマネジメントについて整理・とりまとめを行い、第4章にこれまでの議論を踏まえ、社会資本整備のリスクについて考察する。第5章では将来の不確実性を事業評価に取り入れる手法として、リアル・オプションをとりあげ、その適用性の考察を行う。最後に、第6章で社会資本整備におけるリスク及びリスクマネジメントについての今後の方向と課題をとりまとめる。

第1章 社会資本整備においてリスクを考慮する必要性

社会資本整備には多額の費用を要するものが多い上に、そのプロジェクトライフは非常に長く、50年以上にわたるものもある。社会資本整備は需要や必要性等に基づき実施されているが、その期間に社会経済情勢及び国民の価値観の変化、技術進歩等により需要・必要性が変化し、当初想定していた効果が発揮されない場合があり得る。その場合には結果として社会的な損失を生じさせてしまうことになる。したがって国・地方公共団体は、社会資本整備にあたり、将来の変動を考慮した上で、透明性を高めつつ効率的かつ効果的に実施し、社会的便益を高める、または社会的損失を少なくすることが求められる。

また、現在、国・地方公共団体の財政状況の悪化、将来における社会資本整備への投資余力の減少等により、なお一層効率的かつ効果的な施策の展開が強く求められている。

このような状況の中で、長期にわたる社会資本整備を効率的かつ効果的に実施していくためには、社会的損失が生じた時点で対策をたてるのではなく、当初からそれらの社会的損失を生じさせる変動や制約条件等を考慮したうえで社会資本の計画及び整備を行い、万一社会的損失を発生させるような変動が生じても、その損失を最小限に食い止めるような対策をとらねばならない。社会的損失を発生させるような変動要因を「リスク」と捉えるならば、国・地方公共

団体は、この「リスク」を考慮し、適切にマネジメントして、社会的損失の発生を防ぐ、または最小限に食い止めることを行わなければならない。また、同時に、公平性の観点から、社会的損失が偏在しないようにすることにも配慮が必要である。

第2章 リスクとは何か？(一般的概念とその対処)

リスクという言葉は、環境リスク、為替リスク、投資リスク、政治リスク、地震リスク等、最近、新聞や雑誌等でよく見かけるようになり、なじみの深い言葉となっているように思われるが、実際には現在においても各分野にわたった共通の定義は存在しておらず、その概念は広範で、かつ曖昧である。また、リスクの分類についても 純粹リスク・投機的リスク*(利得の可能性の有無による分類)、客観的リスク・主観的リスク(科学的根拠に基づき評価されているか否かによる分類)、外的リスク・内的リスク(発生源が組織(主体)の内部か外部かによる分類)などリスクの性質によって様々な分類がなされている。

個人や組織が何をリスクとして捉えるかは各個人、各組織によって異なるが、それらの主体が捉えたリスクをその主体の目的に従って、適切に処理し、対応する手法がリスクマネジメントであり、一般にリスクマネジメントの手続きは Plan-Do-See(Check)というマネジメントサイクルに従い、リスクの認識、リスクの分析、リスクの評価、マネジメント手法の選択と実施、監視・報告・フィードバックの5つのプロセスからなるとされる。

現在、わが国ではリスクマネジメントへの関心の高まりもあり、リスクマネジメントに関する多くの文献が出されている。2001年3月20日には企業や公的組織等を対象としたJIS規格、

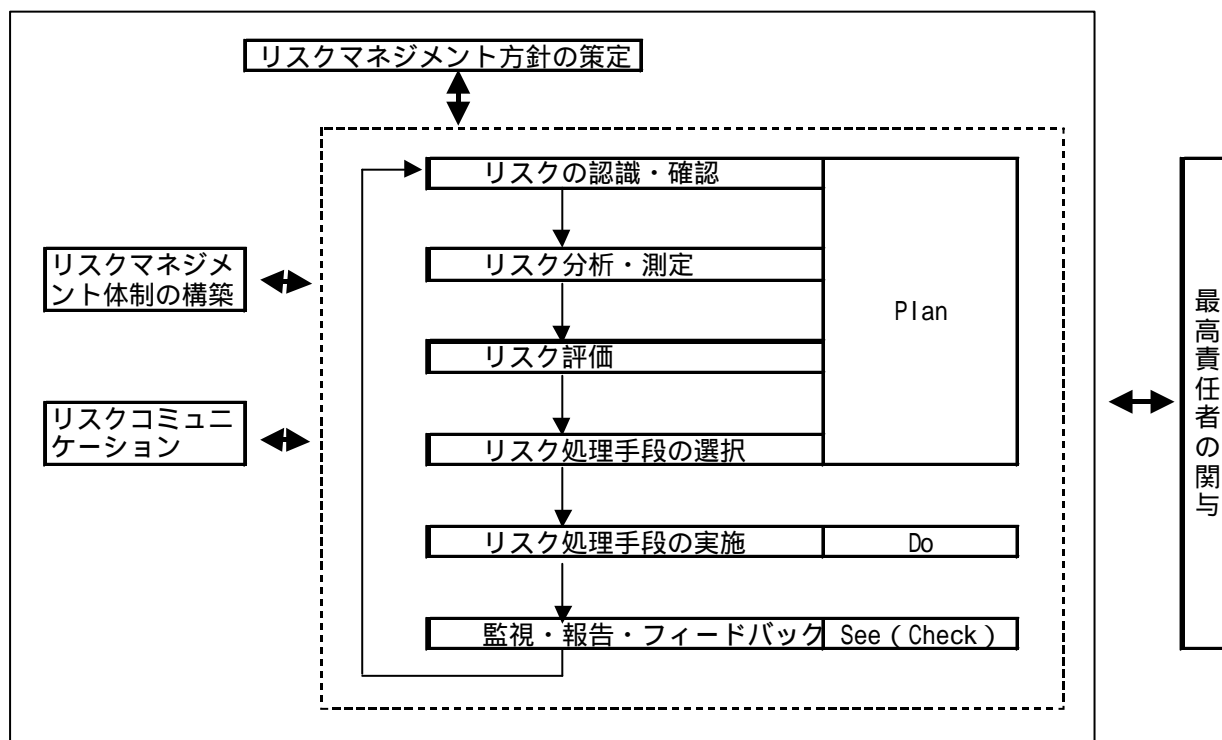


図1 リスクマネジメントのプロセス

* 純粹リスクとは、それが顕在化した場合、損失のみを生じさせるリスクである。これに対して投機的リスクとは、それが顕在化した場合に損失または利得を生じさせるリスクである。例えば、火災、地震、風水害、交通事故などは純粹リスクであり、一般にそれらが顕在化した場合には損失のみを生じさせ、利得は生じさせない。一方、株式投資や設備投資、新製品の開発、機会喪失のリスクなどは投機的リスクであり、損失を生じさせる可能性がある一方で、利得を生じさせる可能性も含んでいる。

JIS Q 2001:2001「リスクマネジメントシステム構築のための指針」が制定されており、今後、急速に普及していくことが予想される。

第3章 諸外国政府機関におけるリスクマネジメント

現在、アメリカ、イギリス、カナダ、オーストラリア及びニュージーランドの政府機関においては行政改革のツールのひとつとしてリスクマネジメントが取り入れられている。

本章では、それら各国の政府機関がリスクをどのように捉え、どのような目標にしたがって、どのようにリスクマネジメントを行っているか、リスクの概念、リスクマネジメントの目的、リスクマネジメントの対象となるリスク、リスクマネジメントのフレームワークについて簡単な整理を行った。

それらの国においては、財政状況の悪化等を背景に行政改革が進められており、政府機関にリスクマネジメントを導入して、コストの削減や機会の有効活用を実現することによって、組織目標の効率的な達成やサービスの向上等を図っている。また、リスクマネジメントのフレームワークについてはほぼ同様であり、まずリスク計画(目標)を策定して、次にリスクを認識(確認)し、分析(測定)し、評価を行い、そして処理策を施し、その結果をモニタリングするといった一連のプロセスであると理解できる。しかしながらリスクの概念や対象となるリスクについては、機会喪失のリスクなどの投機的リスクを含めるか否かの違いが見られる。

	アメリカ	イギリス	カナダ
	エネルギー省 (DOE) “DOE Good Practice Guides (1996)”	会計検査院 (NAO) “Supporting Innovation: Managing risk in government departments (August 2000)”	財務委員会事務局 (Treasury Board Secretariat) “Integrated Risk Management Framework(2001)”
リスクの概念	プロジェクトに悪影響を及ぼす事象が発生する可能性とそれが発生した結果生じる影響	市民へのサービスの提供に影響を与える事象	将来の事象やアウトカムを取り囲む不確実性
ガイド(フレームワーク)の対象	DOEのプロジェクト(実物資産関連)	イギリスの政府機関 (Government departments)	カナダの政府機関 (Departments and Agencies)
リスクマネジメント目的	DOEのプロジェクトに悪影響を及ぼすリスクの軽減	イギリス政府機関における業績の改善、より良いサービスの提供、より効率的な資源の利用、より良いプロジェクトマネジメント、無駄や不正の削減、そしてVFMの向上、革新の促進	カナダの政府機関のガバナンス (governance) を支援し、パフォーマンスを改善させ、アカウントビリティと財務管理を強化することによって、効率的かつ効果的な行政サービスの質の向上と国民利益の増大を図る
リスクマネジメント対象リスク	<ul style="list-style-type: none"> 技術的リスク コスト、スケジュール、パフォーマンスのリスク 自然環境のリスク 資金調達リスク 等プロジェクトに悪影響を及ぼす純粋リスク	<ul style="list-style-type: none"> 事故・災害・自然環境のリスク 金融リスク プロジェクトリスク コンプライアンスリスク 戦略リスク 運営リスク 信用リスク 機会喪失のリスク 等イギリス政府機関が直面する純粋リスクと投機的リスク	<ul style="list-style-type: none"> 運営のリスク 人的資源に関するリスク 財政面のリスク 法的リスク 健康と安全のリスク 自然環境リスク 信用のリスク 新技術のリスク 等カナダの政府機関が直面する純粋リスクと投機的リスク
リスクマネジメントフレームワーク	<ul style="list-style-type: none"> リスク計画の策定 リスクの認識 リスク分析・評価 リスク処理 リスクモニタリング 	<ul style="list-style-type: none"> 明快な目標の設定 リスクの認識 リスクの評価 リスクへの対応 モニタリングとレビュー 	<ul style="list-style-type: none"> リスクの認識 リスクの分析・評価 リスクへの対応策実施 (マイナスの最少化とポジティブな機会の最大化等) モニタリング・リスクマネジメントのパフォーマンス評価
備考	DOEが所有、利用、管理する実物資産のマネジメントのガイド(その一部としてリスクマネジメントの実施が盛り込まれている)	「政府の近代化」を背景とした、イギリス政府機関 (Government departments) のためのリスクマネジメントのガイド	カナダの政府機関がマネジメントの近代化を図っていくための政府機関におけるリスクマネジメントのフレームワーク

表1 諸外国政府機関におけるリスクマネジメント

アメリカの政府機関においては、リスクが生じた時の影響のうち、マイナスの影響に注目して主にマイナスの影響を及ぼす純粋リスクをマネジメントの対象としている。そしてそれらをマネジメントすることによって総合的なコストを縮減し、効率的に組織の目標を達成していくことがリスクマネジメントの主たる機能として捉えられている。その結果として行政サービスの向上が図られるとしている。

一方、イギリスの政府機関では、リスクには利得の機会も存在するとして、組織の目標の達成に悪影響を及ぼす純粋リスクのマネジメント(削減)もさることながら、VFM(Value for Money)の向上の視点から、組織がリスク回避的になるのではなく投機的リスクをもマネジメントし、適度なリスク負担を行うことによって、利得の機会を有効に活用してさらなる VFM の向上を図ることがリスクマネジメントの主たる機能であるとして認識されている。

カナダやオーストラリア、ニュージーランドの政府機関においてもイギリスと同様に、リスクマネジメントの対象は純粋リスクだけでなく、投機的リスクもその対象とされている。しかしながら、それらの国においてもリスクマネジメントの歴史は浅く、モニタリングやレビューの実施により学習し、経験を重ねていくことによってより適切なリスクマネジメントの実施を図っていくとされており、現時点では試験的な取り組みの段階であると思われる。

以上のとおり、英米をはじめ各国では、行政機関のリスクマネジメントに関して指針等を既にまとめている。また、アメリカとその他の国々ではマネジメントに対する考え方が異なり、

アメリカは純粋リスクのみ、その他の国では機会喪失という意味での投機的リスクも対象としている。この違いは、民間主導のアメリカと混合経済体制をとっているイギリスとその他の国のように政府と国民経済との関係に主に起因するものである。

第4章 社会資本整備におけるリスク

第2章と第3章を踏まえ、社会資本整備におけるリスクとは、純粋リスクと投機的リスクの視点から、「目標の達成を阻害し、結果として社会的損失を発生させるような変動要因(純粋リスク)」を主にリスクとし、さらに事業評価の際には「投機的リスク」をもリスクとするものとする。また、真の不確実性とリスクの視点から、そのリスクが測定可能(確率的処理可能)であるか測定不可能(確率的処理不可能)かによってリスクを不確実性と区別する考え方があるが、社会資本整備におけるリスクでは特にそれらを区別せずに広く捉えることとした。そして、社会資本整備におけるリスクマネジメントとは、それらのリスクを適切に処理し、効率的に使命・目標を達成するためのツールと考える。その上で、ここでは社会資本整備においてはどのようなリスクが存在し、それらのリスクが顕在化した場合にはどのような影響が生じるのか、(1)道路事業、(2)ダム事業、(3)PFI(Private Finance Initiative)事業におけるリスクについて整理を行った。そして、それらの社会資本整備におけるリスクに対してはどのように対処していけばよいのか、第2章で示した企業のリスクマネジメントの一般的なプロセス(リスクの認識、リスクの分析、リスクの評価、マネジメント手法の選択と実施、監視・報告・フィードバックの5つのプロセス)に従って、社会資本整備におけるリスクマネジメントについて検討を行った。組織の存続や発展のために利潤拡大を図る企業と、国民の安全・安心の確保や生活の質の向上を図る等多様な目的をもつ行政とでは組織としての性質が大きく異なるが、リスクマネジメントが主にマイナスの影響を及ぼす純粋リスクをその対象としていること、社会資本整備におけるリスクが計画の評価を除けばほぼ純粋リスクとして捉えることができることから、一般的なリスクマネジメントの手法は、社会資本整備におけるリスクへの対処法としても有効であると考えられる。

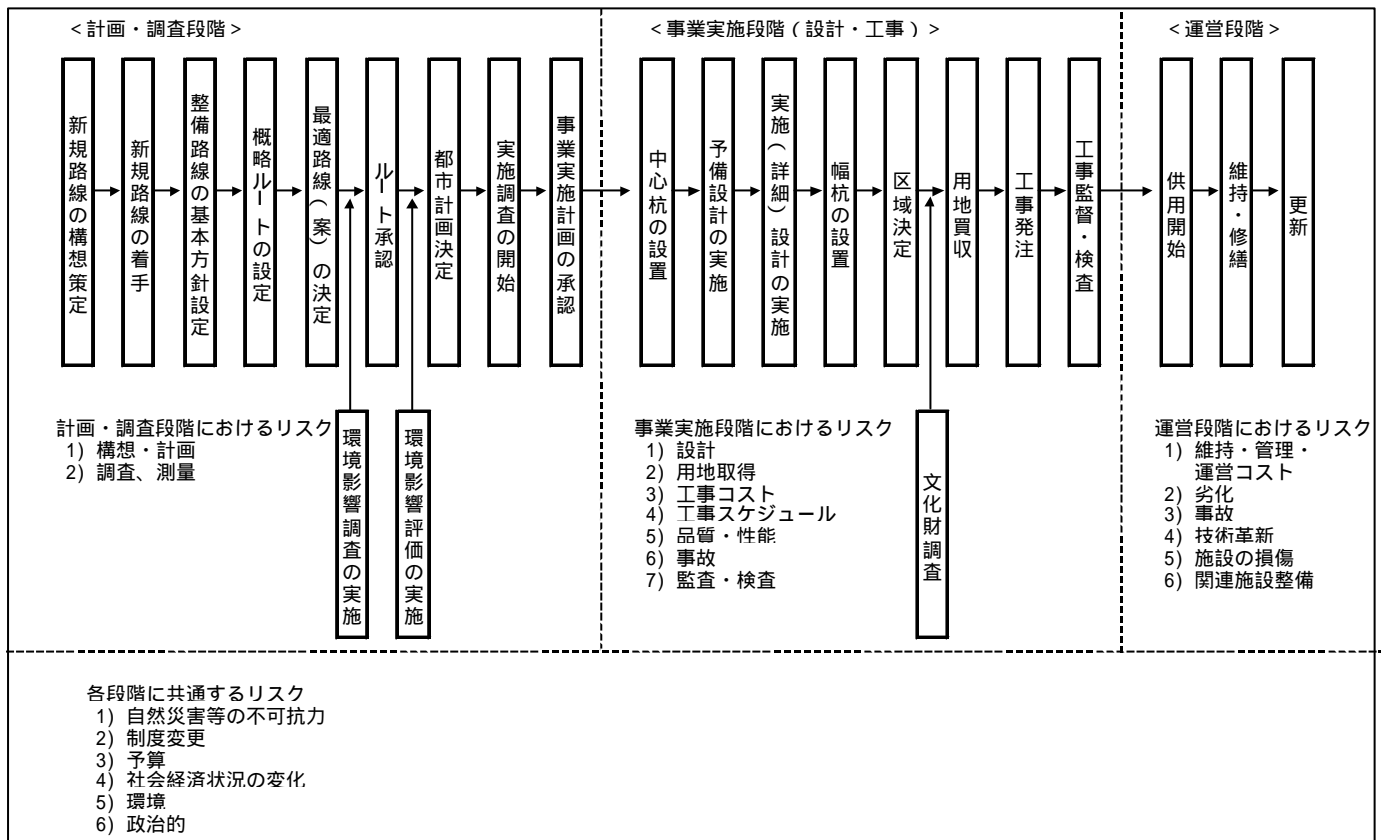


図2 道路事業のフレームとリスクの事例

第5章 社会資本整備へのリアル・オプションの適用

プロジェクトライフの長い社会資本整備において、効率的な投資を行うためには、プロジェクトライフ中に発生し得る不確実性を適切に評価して、事業に関する意思決定を行うことが必要である。特に、社会資本整備の着手、休止、再開、中止のそれぞれの段階で、すなわち社会資本整備の投資に関する時間管理において、非常に重要である。

社会資本整備への投資の決定は、その事業の必要性、有効性、効率性、実現可能性等を総合的に評価して決定される。これらの項目のうち、効率性のウェイトが強く反映されることが多い。効率性の指標としては、費用便益比(B/C)または純現在便益(NPV)がよく用いられている。社会資本整備の評価に関するマニュアル類が各社会資本の種別ごとに作成され、効率性の判断基準としてB/Cが使われているが、これらの中に不確実性を考慮して数値の算出を行っているものはほとんどない。ただし、事業採択の要件として、例えば、B/Cを1よりも大きな数値(例えば1.5など)以上となることを条件としたり、社会的割引率を割増して運用している例もあるが、これらは経験的に決定され、理論的根拠に乏しいものと考えられる。

リアル・オプションは不確実性を考慮して、投資やプロジェクト実施の意志決定を支援する方法である。これは金融分野で発達してきたオプション理論を、土地、施設等の実物資産に適用したものである。この手法は、従来、多用されてきた現在価値法(NPV法)と比較して、投資の不可逆性及び投資の先送りの可能性を肯定し、将来の不確実性を考慮して、NPV法の採択/不採択の二者択一の選択肢に加えて、採択延期という第3の選択肢を提供するという柔軟性を有する手法である。リアル・オプションを使用することで、将来、収益性が高まる可能性があるにもかかわらず、不採択となり、その結果、収益機会を逸する、という可能性が少なくなる

表2 金融オプションと実資産・社会資本整備との関係

金融オプション	実資産への投資 (リアル・オプション)	社会資本整備 (リアル・オプション)
株価	プロジェクトによって入手する営業資産の現在価値	社会資本整備によって発生する社会的便益の現在価値
行使価格	プロジェクトに要する資本投資額	社会資本整備に要する費用
期間終了までの時間	意志決定を延期できる時間の長さ	意志決定を延期できる時間の長さ
リスクフリー・レート	資金の時間的価値	社会的割引率
株式の収益の分散	プロジェクト資産のリスク度	社会的便益のリスク度

ことが期待される。現時点で純現在価値が負であっても、不確実性を考慮すると純現在価値が正となることも多い。

社会資本整備は長期間に及ぶプロジェクトであり、絶えず不確実性の海の中にある。そのため、社会資本整備の投資の意思決定に、リアル・オプションの適用が考えられる。金融資産(例えば株式など)を社会資本整備による社会的総便益と考えると、リスクフリー・レート、原資産(すなわち社会的総便益)の変動率が適切に設定できれば、リアル・オプションは十分に適用できると考えられる。河川改修事業への投資決定、橋梁の更新時期の推定、バイパスの次期以降の事業の便益を考慮した第一期事業の便益算定等幅広く適用が可能と考えられる。

しかしながら、リアル・オプションの歴史は浅く、多くの問題が残されている。今後の課題としては、リアル・オプションを適用するためのモデルの信頼性、入手可能なデータが少ない可能性があること、市場での薄商いによる流動性の欠如、プライベート・リスク等である。さらに、社会資本整備には明確な市場が存在することがほとんどなく、実資産よりも適用への課題は多い。社会資本整備へのリアル・オプション導入の意義は高いと思われるが、まだスタート段階であり、これから徐々に実績を積み重ねて、その考え方を浸透させるとともに、その技術を向上させていくことが必要である。

第6章 今後の方向と課題

現在、社会資本整備事業は、財政状況の悪化や国民の社会資本整備への批判の高まりを背景に、その効率性の向上とアカウンタビリティの向上が求められている。適切な社会資本整備におけるリスクマネジメントは、社会資本整備を効率的かつ効果的に実施し、そのアカウンタビリティの向上に資する有効なツールのひとつと考えられる。

また、わが国の行政改革においては、「行政機関が行う政策の評価に関する法律」(政策評価法)が平成13年6月22日に可決成立し、平成14年4月1日から施行予定である。これにより行政機関は政策目標の設定とそれに伴う事前または事後の測定・評価を行う政策評価システムを導入することとされ、今後、国土交通省所管の行政においても政策目標が設定され、社会資本整備がその目標を達成するためのツールとして実施されることが予想される。社会資本整備におけるリスクマネジメントは、目標の達成を阻害するリスクを適切にマネジメントすることによって、効率的に目標を達成するためのツールとしても有効であると考えられる。

イギリスやアメリカなど、既に政策評価を導入している諸外国では、リスクマネジメントが行政改革において重要なツールのひとつであるとされ、政府機関に適用されている。今後行政改革を進めていくわが国においてもリスクマネジメントは不可欠なものであると考えられ、将

来的にはその適用範囲は社会資本整備だけに留まらず、行政活動全般にわたっていく可能性がある。

しかしながら現時点では、社会資本整備へのリスクマネジメントの導入だけをみても、リスクとリスクマネジメントの概念の浸透、社会資本整備におけるリスク測定手法および処理手法の確立、国と国民とのリスク分担のあり方、リスクコミュニケーション、リスクファイナンスの強化、リスクを加味した事業評価の実施といった課題が存在しており、その導入には議論が必要である。

行政改革への取組みが始まったばかりのわが国において、現時点では行政機関におけるリスクマネジメントに関する議論は乏しく、社会資本整備における体系的かつ組織的なリスクマネジメントの導入についての議論も活発なものとはいえない状況にある。

社会資本整備におけるリスクを的確に認識し、効果的なリスクマネジメントを実施していくためには、一刻も早く議論や取組みを開始し、検討を重ね、そのノウハウを蓄積していく必要がある。

目 次

第1章	社会資本整備においてリスクを考慮する必要性	1
1.	長期間のプロジェクトライフ	1
2.	国・地方公共団体の財政状況の悪化、投資余力の減退	2
第2章	リスクとは何か? (一般的概念とその対処)	5
1.	リスクの概念について	5
2.	リスクの分類	6
(1)	純粹リスク及び投機的リスク	6
(2)	客観的リスク及び主観的リスク	6
(3)	外的リスク及び内的リスク	6
(4)	自然系リスク、人間系リスク及び人工系リスク	7
(5)	制御可能リスク及び制御不能リスク	7
3.	リスクへの対処 (リスクマネジメント)	7
(1)	リスクマネジメントとは	7
(2)	リスクマネジメントのルーツ	8
(3)	リスクマネジメント手法	10
第3章	諸外国政府機関におけるリスクマネジメント	15
1.	アメリカの政府機関におけるリスクマネジメント	15
(1)	エネルギー省(DOE)	20
(2)	連邦航空庁(FAA)	22
(3)	沿岸警備隊(U.S.Coast Guard)	22
2.	イギリスの政府機関におけるリスクマネジメント	23
(1)	会計検査院(NAO)	24
(2)	中央コンピュータ電気通信庁(CCTA)	26
(3)	環境交通地域省(DETR)	28
(4)	文化・メディア・スポーツ省(DCMS)	28
(5)	道路庁(Highway Agency)	29
3.	カナダの政府機関におけるリスクマネジメント	30
(1)	枢密院事務局(Privy Council Office)	31
(2)	財務委員会事務局(Treasury Board Secretariat)	32
4.	オーストラリア・ニュージーランド	33
(1)	オーストラリア規格協会(Standards Australia)	33
5.	まとめ	34
第4章	社会資本整備におけるリスク	37
1.	わが国の社会資本整備におけるリスクに対するスタンス	37
(1)	純粹リスクと投機的リスク	37
(2)	真の不確実性とリスク	38

2 . 社会資本整備におけるリスク	3 8
(1)道路事業	3 8
(2)ダム事業	4 1
(3) P F I 事業	4 5
3 . 社会資本整備におけるリスクへの対処	4 5
(1)社会資本整備におけるリスクの認識・確認	4 8
(2)社会資本整備におけるリスクの分析・測定	4 8
(3)社会資本整備におけるリスクの評価	4 8
(4)社会資本整備におけるリスクの処理	4 9
(5)監視・報告、フィードバック	5 0
(6)その他	5 0
第5章 社会資本整備へのリアル・オプションの適用	5 1
1 . はじめに	5 1
2 . リアル・オプション	5 1
(1)金融オプション	5 1
(2)リアル・オプション	5 4
3 . 社会資本整備への適用	6 6
(1)社会資本整備における不確実性(リスク)考慮の必要性	6 6
(2)社会資本整備へのリアル・オプションの適用	6 7
(3)社会資本整備の着手、休止、再開、撤退	6 8
(4)リアル・オプションを適用する事例	6 9
(5)社会資本整備への適用の課題	7 5
4 . 最後に	7 6
第6章 今後の方向と課題	7 7
1 . リスクとリスクマネジメントの概念の浸透	7 7
2 . 社会資本整備におけるリスク測定手法および処理手法の確立	7 7
3 . 国と国民とのリスク分担のあり方	7 8
4 . リスクコミュニケーション	7 8
5 . リスクファイナンスの強化	7 9
6 . リスクを加味した事業評価の侍史	8 0
おわりに	8 1
参考文献	8 2

第 1 章

社会資本整備においてリスクを考慮する必要性

第1章 社会資本整備においてリスクを考慮する必要性

道路、河川をはじめとする社会資本は、豊かな国民生活を支え、活力ある経済社会の創造には欠かせないものである。社会資本の多くは、非排除性、非競合性を有するため、民間事業としては成立が困難で、国または地方公共団体の公共事業として実施される。

社会資本整備には多額の費用を要するものが多い上に、そのプロジェクトライフは非常に長く、50年以上にわたるものもある。社会資本整備はある需要や必要性等に基づき実施されているが、その期間中に社会経済情勢及び国民の価値観の変化、技術進歩等により需要・必要性が変化し、この変動により、当初想定していた効果が十分に発揮されない場合があり得る。その場合には結果として社会的な損失を生じさせてしまうことになる。

したがって国・地方公共団体は、そのような長期にわたる社会資本整備にあたり、将来の変動を考慮した上で、透明性を高めつつ効率的かつ効果的に実施し、社会的便益を高めていくことが求められる。現在、特に国・地方公共団体の財政状況の悪化、将来における社会資本整備への投資余力の減少等より、なお一層効率的かつ効果的な施策の展開が強く求められている。

このような状況の中で、長期にわたる社会資本整備を効率的かつ効果的に実施していくためには、国・地方公共団体は変動が発生し、社会的損失が生じた時点で対策をたてるのではなく、当初から社会的損失を生じさせる変動や制約条件等を考慮したうえで、社会資本の計画・建設・供用/維持管理を適切に行い、万一社会的損失を発生させるような変動が生じても、その損失を最小に食い止めるような対策をとらねばならない。社会的損失を発生させるような変動要因を「リスク」と捉えるならば、国・地方公共団体は、この「リスク」を考慮し、適切にマネジメントして、社会的損失発生を防ぐ、または最小限に食い止めることを行わなければならない。また、同時に、公平性の観点から、社会的損失が偏在しないようにすることにも配慮が必要である。

以上のように、社会資本整備を効率的かつ効果的に実施していくためにはリスクを考慮することが不可欠であると考えられるが、特にその必要性は以下の 長期間のプロジェクトライフ、国・地方公共団体の財政状況の悪化、投資余力の減退という2つの背景に起因すると考えられる。

1. 長期間のプロジェクトライフ

道路、河川をはじめとする社会資本は、前述のとおり、計画、建設、供用、更新まで非常に長いプロジェクトライフを有している。社会資本の物理的な耐用年数は50年を超えることもあり、中には100年以上も経過してもまだ現役というものもある。

社会資本整備は需要や必要があってはじめて行われるものである。当然、その需要は将来のものであり、将来の交通量、水需要量などを人口フレーム、原単位他の要因を用いて予測し、計画値としている。プロジェクトライフが長い場合、算出に用いる当初の設定は大きく変動する可能性が高く、プロジェクトライフが長ければ長いほどその変動、すなわちリスクは大きくなる。需要が当初予測よりも少ない場合、当該社会資本は過大となり、逆に多い場合は、需要に全く対応できないということも起こりうる。前者の場合、投資が過大となった分が非効率となり、後者の場合、増加した需要に対応できず、社会的損失が発生する。後者の場合、最悪の場合、折角整備した施設が使用できず、それまでの投資全体が無駄になることもある。治水など防災事業も同様に、計画された防災レベルの予測技術の限界から、真の整備水準以下で整備

された場合、災害発生時の被害が増大し、それ以上の整備を行った場合、過剰な投資となる。

その他、プロジェクトライフが長いことに起因する問題として、国民の価値観の変化(例えば、計画当時は生産性が優先されたが、その後自然環境重視に変化)、予測や施工の技術進歩、地方公共団体の首長の交代による方針の変更、政府と国民の関係の変化(法改正など)等が掲げられる。

社会資本は、長期間にわたるプロジェクトで、すぐに建設したり、除却することは難しく、投資決定はかなり慎重にならざるを得ない。しかしながら、整備にはタイミングがあり、最適な時期に、最適な投資を行うことが望ましい。社会資本整備には、時間管理が重要な要素であり、これを適切に実施するツールが望まれる。意思決定の遅れによる社会的損失の発生は、国・地方公共団体の不作為ととられる可能性もあることを認識しておかねばならない。

2. 国・地方公共団体の財政状況の悪化、投資余力の減退

国・地方公共団体を合わせると公債発行残高は666兆円(平成11年度末)で、GDPの約1.3倍の数値となり、財政は危機的な状況にあると言われている。今後、高齢化に伴い社会保障関係費の支出の増加は避けられず、高度成長期のような右肩上がりの経済を期待できない我が国では、公共事業費をとりまく環境はかなり厳しいと言わざるを得ない。財政状況の悪化により多額の国債発行による資金供給はとりづらい。これに加えて、社会資本ストックの蓄積に伴い、維持管理費が年々増加しており、近い将来、高度成長期に建設した大量の社会資本の更新時期を迎える。社会資本整備における経常的経費(維持・管理・更新費)の割合が増大し、新規投資が大きく抑制され、最悪の場合、新規投資分が確保できないばかりか、経常的経費が不足することもありうる。そのような状況になると、社会資本ストックが減少し、国民経済への悪影響、国民生活の質の低下等社会的損失が生ずることになる。同時に、適正な維持管理が行われない状態の社会資本により、災害・事故の発生、維持管理費用の一層の増大を招くなど、さらなる社会的損失が発生することもある。

一方、これまでリスクが顕在化した場合(例えば災害発生など)、原形復旧、追加的投資等により対応を行ってきた。リスクの予測技術の限界、リスク発生後の財政的措置(災害復旧など)等により、効率的なリスクマネジメントが行われてきたとは言えない。通常、将来のリスクを考慮した場合に対して、追加的な財政措置等の規模が大きくなる。近い将来の財政状況を勘案すると、緊急性が高い場合を除き、追加的投資の自由度は下がってしまうと予想される。

財政状況の悪化・投資余力の減退は、将来の投資計画を策定する場合には、変動としてリスクとしても扱えるが、一方、リスク増大の促進要因としても面を持つ。

前述のとおり、社会資本整備のリスクマネジメントの目的は、リスクを適切に処理し、リスクが顕在化した場合の社会的損失を最小化することによって効率的かつ効果的に使命・目標を達成することである。政府の損失は国民の税負担となり、企業の損失は出資、債権を通じて国民に帰属する。すなわち、社会的損失は、結局は国民に帰属する。国・地方公共団体は、以上を念頭において、リスクを把握するとともに、適切なリスクマネジメントを行わなければならない。

リスクマネジメントは企業経営の分野で特に発達してきたものである。民間企業は、日々各種のリスクの中に身を置いており、現在リスクマネジメントは、企業の利潤の増加及び存続・成長のための必須のツールとなっている。損害保険業をはじめ、金融業、製造業等でリスクマネジメント技術が発達してきており、リスクマネジメント導入の遅れが指摘されるわが国にお

いても、日本規格協会が2001年3月に企業や公的組織等を対象としたJIS規格、JIS Q 2001:2001「リスクマネジメントシステム構築のための指針」を制定するなど今後急速に普及していくことが予想される。海外の政府機関においても、政府自身、エージェンシー等を対象としたリスクマネジメントが導入されている。これらを参考にしながら、社会資本整備のリスク及びリスクマネジメントを検討していかねばならない。

第 2 章

リスクとは何か？（一般的概念とその対処）

第2章 リスクとは何か？（一般的概念とその対処）

リスクという言葉は、最近、新聞や雑誌等でよく見かけるようになり、なじみの深い言葉となっているように思われるが、実際にはその概念は各分野にわたった共通の定義は存在せず、曖昧である。

ここでは、基礎理論としての一般的なリスクの概念やその対処法であるリスクマネジメントについて整理を行った。

1. リスクの概念について

リスクという言葉は、環境リスク、為替リスク、投資リスク、政治リスク、地震リスク等、最近、新聞や雑誌等でよく見かけるようになり、なじみの深い言葉となっているように思われるが、その概念は広範にわたっており、かなり曖昧である。

広辞苑第5版によると、リスクとは、「危険。 保険者の担保責任。被保険物。」とされているが、吉本(1990)では「日本語の曖昧さからくる概念の混乱もあり、日本語ではリスク(Risk)という単語の訳としての危険という単語においては、英語の Danger(危険にさらされること、危険の最も普通の表現、具体の災害や事故になっていなくてもよい)、Peril(危険がより差し迫った状態を表わし、具体の災害や事故が発生している、もしくは具体の災害や事故そのものをいう)、Hazard(DangerやPerilが発生する周辺状態、環境条件をいう)などの違いをうまく区別することができない。また、日本人が「リスクがある」といった場合、危険そのものだけでなく、その危険が発生する確率や可能性の程度を含めて、あるいは危険が発生する確率や可能性そのものをいっている場合も多い」としている。

リスクは、これまで経済学、経営学、統計学、意思決定論、および保険論を始め、多数の研究分野で取り扱われている。しかしながら、各研究分野の研究対象がそれぞれ異なっていることもあり、この言葉の共通した定義は存在しておらず、各分野、各論者によって異なっているのが現状である。

例えば、武井(1987)によると、リスクという言葉は様々な使われ方をしており、リスクには少なくとも

- 損失の可能性
- 損失のチャンス（または確率）
- 損失の原因（ペリル）
- 危険な状態（ハザード）
- 損害や危険にさらされている財産または人
- 潜在的損失
- 実際の損失と予想した損失の変動
- 不確実性

という異なった意味を持っているとしている。

不確実性については、F. Knightの代表的著作である「リスク、不確実性および利潤」の中で、「リスク」とは、生起確率を先験的もしくは経験的(統計的)に知ることができる測定可能な不確実性であり、「不確実性」とは、その生起確率を知ることができない測定不可能な「(真の)

¹ 原題”Risk, Uncertainty, and Profit”

不確実性」であるとして、測定可能性の有無により「リスク」と「不確実性」を区分したことから、これに従い、測定可能なもののみをリスクと捉える論者も多い。また、計測可能性とは別の観点から、「不確実性」を外的なもので制御不可能なもの、「リスク」を内的で制御可能なものとしている文献もある²。

このようにリスクは様々な捉え方をされているが、社会資本整備においては、～のリスクが絡み合っ生ずることが多く、区別して考える意味があまりない。したがって、本報告書では、リスクを総体的に捉え、から全てを含むものとする。そのうえで社会資本整備におけるリスクを「目標の達成を阻害し、結果として社会的損失を発生させるような変動要因(純粹リスク)を主にリスクとし、さらに事業評価の際には投機的リスク(次節(2)参照)をもリスクとする」とし、測定可能な「リスク」と測定不可能な「(真の)不確実性」については特にこれらを区別することなく広く捉えることとする。

2. リスクの分類

本章第1節において「リスクとは何であるか？」について、その概念が多岐にわたっている様子を示した。リスクはその性質から様々な分類がなされており、物事を理解するうえでリスクの分類をしておくことは意味があると考えられる。本節ではリスクの性質による分類について主だったものを紹介する。

(1) 純粹リスク及び投機的リスク(利得の可能性の有無による分類)

純粹リスクとは、それが顕在化した場合、損失のみを生じさせるリスクである。これに対し投機的リスクとは、それが顕在化した場合に損失または利得を生じさせるリスクである。例えば、火災、地震、風水害、交通事故などは純粹リスクであり、一般にそれらが顕在化した場合には損失のみを生じさせ、利得は生じさせない。一方、株式投資や設備投資、新製品の開発、機会喪失のリスクなどは投機的リスクであり、損失を生じさせる可能性がある一方で、利得を生じさせる可能性も含んでいる。

(2) 客觀的リスク及び主觀的リスク(科学的根拠に基づき評価されているか否かによる分類)

客觀的リスクとは、統計・シミュレーション・理論的解析など科学的方法によって評価されたリスクであり、例えば過去の情報から統計的に評価された自動車事故のリスクなどがこれに相当する。一方、主觀的リスクは、科学的な根拠はなく、個人の体験・直感・当てずっぽうの推定など感覚的に捉えたリスクのことであり、例えばある人が「自分が風邪をひいて熱を出すリスク」は年に2、3回であるとするなどがこれに相当する。

しかし、通常客觀的といえ、万人が等しく考える認識、誰からも文句が出ない理論的な様子を意味しているが、数字的な手法や計算そのものはそのような条件を満たしていても手法の組み立て方や手法の適用の仕方、そして計算の前提条件の設定方法等において、当人の主張・作意・能力等が大きく係わって、結果や結論がそれらに左右されてしまう場合も多く、この分類は相対的なものであり曖昧な部分を含んでいる。

(3) 外的リスク及び内的リスク(発生源が組織(主体)の内部か外部かによる分類)

外的リスクとは、政治・経済状況の変化や自然災害など、組織(個人)を取り巻く事情や条件

² Amram, M and N. Kulatilaka(1999)

によって生じるリスクであり、いわば外圧によるものである。一方内的リスクとは、管理の欠陥や不備、ミスなど組織(個人)やシステムの内部の事情や条件により生じるリスクである。一般的に前者はその発生自体をコントロールすることが困難であり、後者はその発生自体をコントロールすることが可能である。

(4)自然系リスク、人間系リスク及び人工系リスク(発生源による分類)

自然系リスクは、大気圏、生物圏及び地圏から発生するリスクであり、地震や台風など事前コントロールが難しいものである。人間系リスクは、盗難やスキャンダルなど人間そのものから発生するリスクであり、これは事前対策である程度リスクの発生を防止することができる。ただし、デマやパニックは制御困難である。

人工系リスクは、火事や自動車事故など、主として人間によって作り出されたモノや機械に関連して発生するリスクである。ほとんどのリスクはこのカテゴリーに入り、この人工系リスクは、自然的・偶発的要因によって発生するのではなく、むしろ操作ミスによって発生するケースが多い。

(5)制御可能リスク及び制御不能リスク(制御可能か否かによる分類)

リスク分類を行う重要な判断要素として、リスクが制御可能かそれとも制御不能かということが含まれている。この制御可能性を論じる上では「行動主体」が鍵となることが多い。例えば、旅客機に搭乗した乗客(行動主体)が飛行機の墜落事故を自身の手によって防ぐ(制御すること)は、搭乗すべき飛行機が決められていれば不可能であるが、もしその飛行機が選択できるものであれば(いかなる飛行機にも乗らないという選択も含めて)間接的に可能になる。制御可能性はこのように行動主体の規定の仕方によって変化し得る。

ここで制御可能性とは、直接的な制御、すなわち発生源(危険事象(危険そのものであり、火災・爆発・衝突・死亡などの偶発的な災害・事件・事故のこと)の生起)の制御を想定している。これに対して、発生源以外(危険事情(危険そのものが発生する周辺状態・環境条件のことであり、火災事故の場合、建物の構造・用途・立地・気象条件・所有者の注意能力等がこれに該当)の状態)を対象とした間接的な制御を考えるならば、自然系リスクの制御可能性もかなり高くなる。すなわち、地震の発生に備えて耐震構造のビルを建てるとか、警報情報システムを整備して避難を速やかに実行し得るようになるという制御手段(行動 = 対応)は間接的な制御方式であるといえる。

3. リスクへの対処(リスクマネジメント)

(1)リスクマネジメントとは

以上のように、リスクの概念には明確な定義はなく、いろいろな分類を行うことができる。いずれにせよ有史以来、リスクは人類とともに常に存在しており、人類が進化し、文明が進むにしたがって、その内容は複雑になってきている。

個人や組織が何をリスクとして捉えるかは各個人、各組織によって異なるが、それらの主体が捉えたリスクをその主体の目的に従って、適切に処理し、対応する手法がリスクマネジメントである。リスクマネジメントは、近年、特に企業において、その存続と成長を図るための重要なツールとして注目されており、この用語は日常用語として一般に用いられるようになってきている。

リスクマネジメントでは、対象となるリスクが、F.Knight(1921)の分類による測定可能である

「リスク」だけでなく測定が不可能な「(真の)不確実性」をも含むかどうか、さらに「損害のみ生じるリスク(純粹リスク)」なのか「損害または利益を生ぜしめるリスク(投機的リスク)」なのかによって目的や範囲が大きく異なる。従来リスクマネジメントでは、対象とするリスクは測定が可能であり、かつ損害のみが発生する可能性のある純粹リスクに限るもの(狭義のリスクマネジメント)が主流であった。そして、そのリスクをゼロにする、もしくは最少にすることがリスクマネジメントの目的であるとされてきた。しかしながら近年では、その範囲の測定が可能である投機的リスクにまで広げて考える中間的リスクマネジメント、さらには「(真の)不確実性」をもその対象とする最広義のリスクマネジメントをリスクマネジメントとする傾向が強いようである(図1)。

武井(1987)では、真の不確実性と投機的リスクをもその対象としたリスクマネジメント学を発展させるべきとしたうえで、「リスクマネジメントとは、企業その他の組織体、および家計を含むあらゆる経済主体の目標もしくは目的に沿って、純粹リスクの経済的コストを、リスクの確認・測定・処理技術の選択、実施、統制のプロセスを通じ、最少のコストで最小化するマネジメントにおけるセキュリティ(経営の安定化または保全)機能である。」としている。

一方、南方(1996)は、「リスクマネジメントは、個人、企業および官公庁などの組織体が直面する純粹リスクおよび、経済的に価値評価のできる投機的リスクを処理するための科学的な管理手段である。」としている。

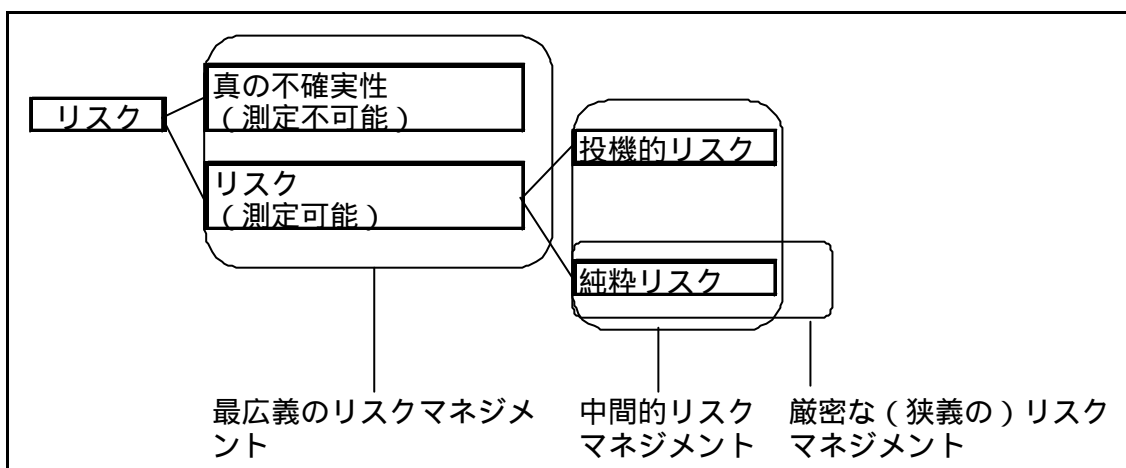


図1 リスクとリスクマネジメントの概念(武井(1983)をもとに作成)

(2) リスクマネジメントのルーツ

亀井(1997)によると、リスクマネジメントの第一のルーツは、1920年代に、第一次世界大戦後の悪性インフレ下のドイツにおいて、企業防衛のための経営管理のノウハウとして登場した経営政策論であり、企業におけるリスク全般に対する企業防衛のマネジメントとして登場した。

第二番目のルーツは、1930年代の大不況下のアメリカにおける企業防衛のための費用管理のひとつとして登場した保険管理であり、企業の保険支出を抑え、いかにして上手に保険を購入するかということから出発している。それは、最初は純粹リスクや保険可能なリスクのみに限定した保険管理を中心とするマネジメントであった。しかしながら、第二次世界大戦後の企業規模の拡大、ストックの増大、技術革新、経営環境の複雑化といった状況変化に伴い、企業が直面するリスクは複雑化してきた。そのような状況の中で、企業は利潤をあげ、その存続と成長を図っていくために、リスクマネジメントの対象を純粹リスクだけではなく、機会の喪失等

の投機的リスクをも含む企業全体としてのリスクまで拡張してきた。これによりリスクマネジメントは企業リスクの科学的管理の次元まで高められてきた。つまり、リスクマネジメントとは、企業における経営管理の一部として、保険管理を中心に発展してきたものと理解できる。

わが国においては戦後、高度成長期を迎え、高成長を謳歌していた企業等においては、いかにして生産や販売を拡大するかということが経営の主要なテーマとなり、少々の偶発的な損失があっても、売上や利益の増加によってその損失がカバーされ、企業の存続に影響するような事態にまで発展するケースは比較的少ない状況であった。そのため、リスクマネジメントという概念が定着しにくい環境にあった。しかしながら、わが国は昭和48年の石油ショックを契機とした低成長時代への突入に加え、経済のグローバル化や技術革新等の経営環境の複雑化を迎えることとなり、企業は収益力や体力の低下を余儀なくされることとなった。そして、このような状況の中で、利潤をあげ、その存続と成長を図っていくためにはリスクマネジメントが必要であると痛感することとなった。現在、企業は経営活動を遂行する過程で、表1のような様々なリスクに遭遇する。これらの状況の中で、利潤を確保して企業の存続・成長を図るためには、これらのリスクを適切にマネジメントしていく必要がある。

最近では日本規格協会が、通商産業省工業技術院(現 独立行政法人 産業技術総合研究所)か

表1 企業におけるリスクの例

社会リスク			事故・災害リスク	
政治	経済	社会	自然災害	事故
<ul style="list-style-type: none"> 戦争・内乱 通商問題 税制改正 法律・法令改正 規制緩和・強化 	<ul style="list-style-type: none"> 景気変動 経済危機 株・為替・金利・地価変動 原材料の高騰 カントリーリスク 	<ul style="list-style-type: none"> 市場ニーズ変化 マスメディアの批判・中傷 不買運動 消費者運動 誘拐・人質 暴力団・総会屋 	<ul style="list-style-type: none"> 地震 噴火 台風 竜巻・風災 異常気象 洪水 	<ul style="list-style-type: none"> 放射能汚染 細菌漏洩 航空機・列車事故 コンピュータウイルス サイバーテロ 火災 爆発 交通事故 労災事故 盗難

経営リスク				
製品	環境	人事・雇用	法務	財務
<ul style="list-style-type: none"> 製造物責任 リコール・欠陥商品 著作権侵害 特許紛争 	<ul style="list-style-type: none"> 環境汚染 油濁事故 廃棄物処理・リサイクル 環境規制強化 	<ul style="list-style-type: none"> 人権・差別 セハラ 労働紛争 人材流出 内部告発 自殺・失踪 役職員の不正 	<ul style="list-style-type: none"> 加計 独禁法違反 商法違反 インサイダー取引 株主代表訴訟 知的財産権侵害 プライバシー侵害 	<ul style="list-style-type: none"> デリバティブ M&A 不良債権・貸倒れ 研究開発・設備投資の失敗 資金調達困難

経営リスク		
戦略	信用	その他
<ul style="list-style-type: none"> 情報技術革新 宣伝・広告の失敗 開発製品の失敗 組織計画の失敗 資源配分の失敗 	<ul style="list-style-type: none"> 顧客情報漏洩 社内不正 役員のスキャンダル 	<ul style="list-style-type: none"> 乱脈経営 取引先倒産 格付け下落 金融支援の停止

ら「リスクマネジメントシステムの標準化に関する調査研究」の委託を受け、2000年3月にJIS原案「リスクマネジメントシステム構築のための指針」を策定し、そして2001年3月20日に企業や公的組織等を対象としたJIS規格「JIS Q 2001:2001 リスクマネジメントシステム構築のための指針」が制定されている。

(3) リスクマネジメント手法

リスクマネジメントにおいては、リスクマネジメントを実施する主体が、個人(家計)か、組織かによって、また、その主体がリスクをどう捉えるかによってその目的や範囲が異なるが、ここでは企業における測定不可能なリスクをも対象とした(最広義のリスクマネジメントの)一般的なリスクマネジメントの手法を紹介する。

一般に、リスクマネジメントの手続きは計画し、実施し、そして検討するというPlan-Do-See(Check)というマネジメントサイクルに従うとされる。具体的には、リスクの認識、リスクの分析・測定、リスクの評価、マネジメント手法(リスク処理手段)の選択と実施、監視・報告・フィードバックの5つのプロセスからなると規定するものが多く、以下において各プロセスの概要を紹介する(図2)。

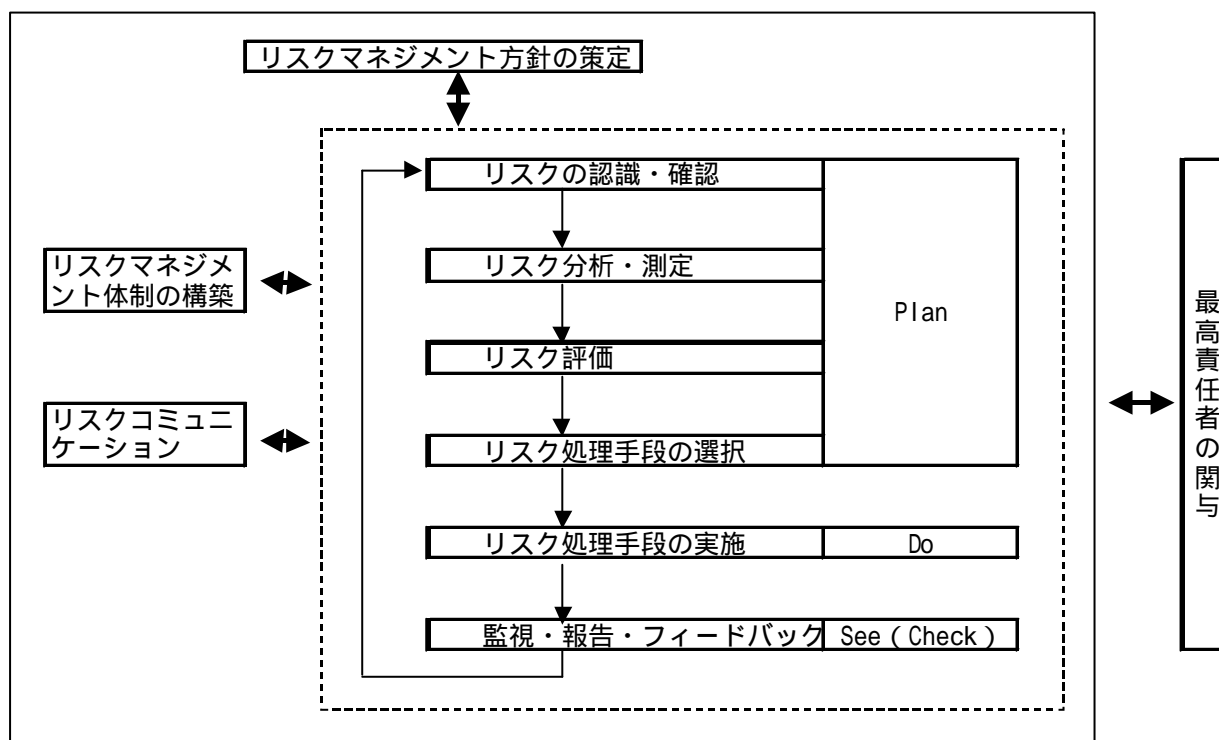


図2 リスクマネジメントのプロセス

リスクの認識・確認

リスクの認識・確認はリスクマネジメントの第一歩であり、組織が直面するリスクのすべてを網羅的に認識・確認するプロセスである。このプロセスにおいて、もし重要なリスクをひとつでも見落としたならば、そのリスクを処理する機会を失うこととなり、組織に重大な影響を与えかねない。そのため、このプロセスは、リスクマネジメントにおいて非常に重要なプロセスである。

リスクの認識・確認のために必要とされる方法として一般に、1)調査事項とそれに対する回答を分析してリスクを認識・確認するチェックリストを作成する方法、2)財務諸表の分析を通

じてリスクを認識・確認する財務諸表による方法、3)組織の活動のフローチャートを作成し、それを分析することによってリスクを認識・確認するフローチャートによる方法、4)ブレインストーミング、5)インタビュー・アンケート調査(組織内、組織外有識者)等が挙げられる。

しかしながら、これらの手法単独では、すべてのリスクを網羅的に抽出することは不可能であり、複数を併用することが望ましいとされる。

リスクの分析・測定

リスク分析・測定は、 のリスク認識・確認で抽出されたリスクを可能な限り予測するプロセスである。このプロセスは後の リスクの評価、 リスク処理手段の選択と実施において、リスクの重要性を判断し、適切な対処法を選択するための判断材料を提供するものである。

リスクの分析・測定においては、その分野によって様々な尺度や手法が存在するが、一般的には、そのリスクの発生頻度(発生確率)、および強度(影響の大きさ)を定量的、もしくは定性的に把握することが求められる。リスクの分析・測定では、リスクを定量的に把握することが望ましいが、それが不可能である場合はランク付け(図3)などの定性的把握でも良い。

		頻 度		
		F1(小)	F2(中)	F3(大)
強	S3(大)			
	S2(中)			
度	S1(小)			

図3 リスクの定性的計測の例

リスク評価

リスク評価のプロセスは、 リスクの認識・確認によって抽出され、 リスクの分析・測定によって算定された個々のリスクを比較検討して、組織として対応すべきリスクを明らかにするとともに、その優先順位を決定するプロセスである。

一般的なリスク分析・測定手法である「発生確率×影響の大きさ=リスク値」においては、「発生確率小×影響大」と「発生確率大×影響小」は区別して取り扱われ、一般的にリスク値が同じであれば、「発生確率が小さく影響が大きいリスク」のほうがより重要なリスクと認定される場合が多い(図4)。これは、「発生確率が大きく影響が小さいリスク」のほうが、「発生確率が小さく影響が大きいリスク」に比べ、過去の経験数も多くリスクに関する情報を得やすいという点に、発生による影響も小さいため、組織に重大なダメージを与える可能性が少ないことに起因する。

リスク処理手段の選択と実施

リスク処理手段の選択と実施は、 リスク評価において対応が必要とされたリスクの処理手段を選択し、実施するプロセスである。リスクの処理手段についても様々な分類があるが、一般的には a)リスクコントロール と b)リスクファイナンス の2つのアプローチに整理される。

この2つのアプローチの区分においても様々な解釈があるが、一般的に、リスクコントロールとは、リスクが発生する前に、組織が被るかもしれない損害を緩和・軽減したり、排除・消滅させたりする事前的・直接的なリスク対抗手段である。この手段はさらにリスクの回避、防

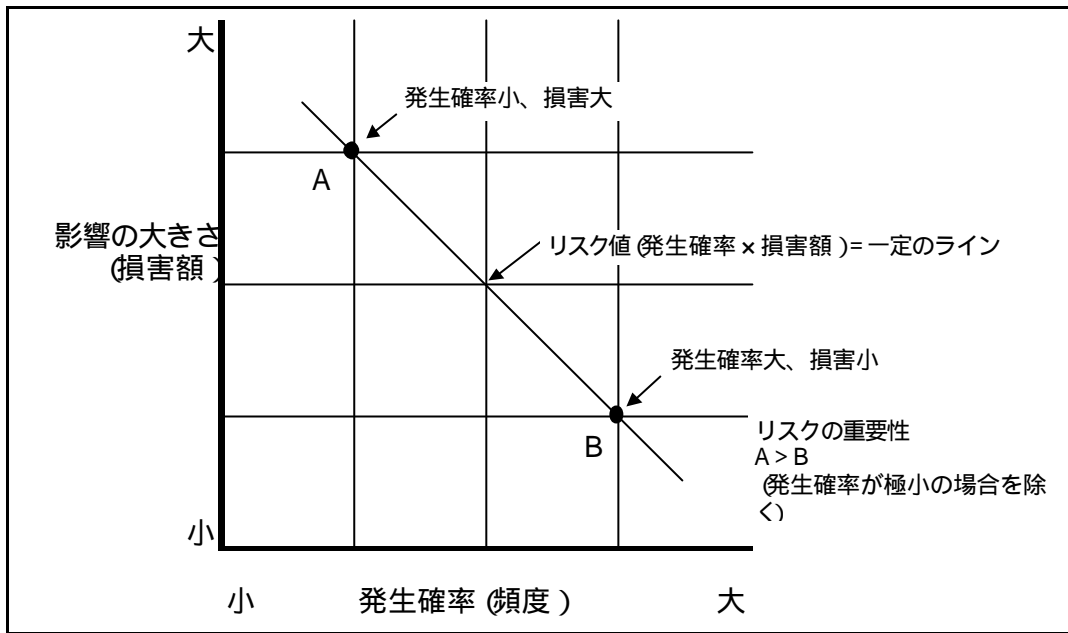


図4 リスク値とリスクの重要性

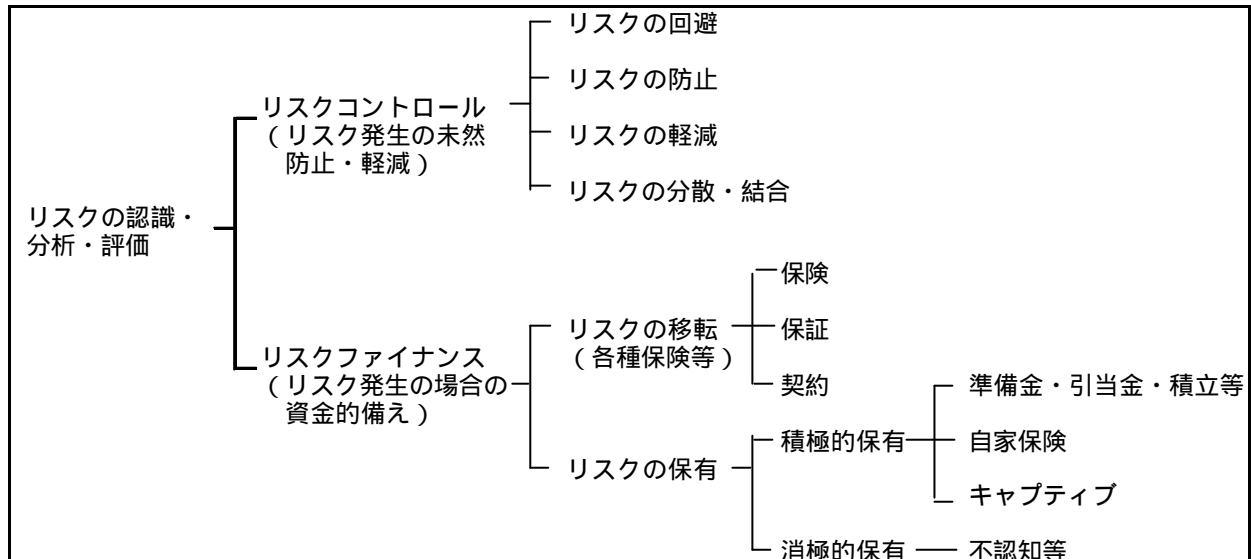


図5 リスクマネジメントの処理手段

止、軽減、分散・結合に細分できる。一方リスクファイナンスは、リスクコントロールとは対照的に、リスクが発生した場合の資金的準備を内容とする事後回復的・間接的なリスク対抗手段である。この手段はさらに保有と移転とに分けられる(図5)。リスクファイナンスは別の見方をすれば、リスクの公平化とも言うことができる。

1) リスクコントロール(リスク発生の未然防止・軽減)

a) 回避

リスクの回避は、リスクにかかわる行為自体を行わないというきわめて消極的・逃避的対抗手段である。

b) 防止

リスクの大きさは一般的に「発生確率×影響の大きさ = リスク値」で表わされるとさ

れており、リスクの防止とは、そのうちの「発生確率(損失が発生する確率)」をできるだけ少なくし、できればゼロにしようとするものである。

c) 軽減

防止に対し、リスクの軽減とは、「影響の大きさ(リスクが発生した場合の損失)」をできるだけ少なくしようとするものである。理論上は防止と軽減を分けるが、実際にはその両方を兼ねる場合が多い(図 6)。

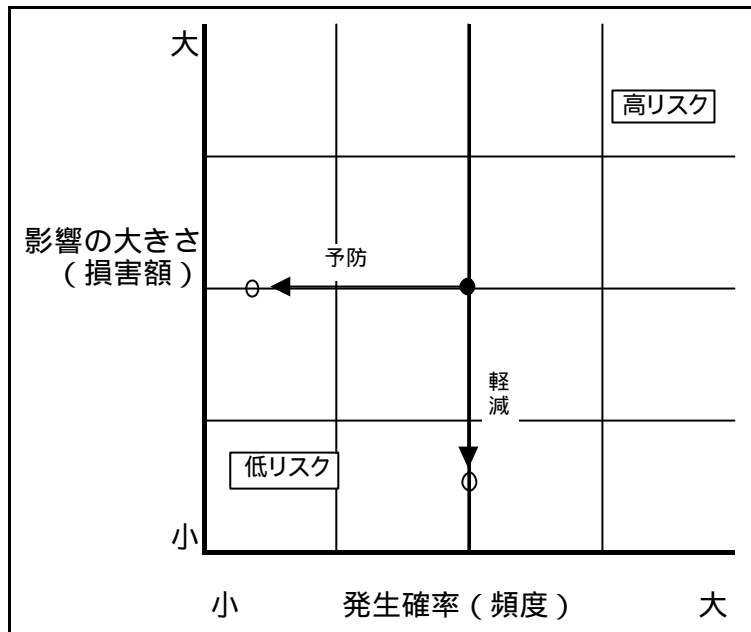


図 6 リスクの処理(防止と軽減)の概念

d) 分散・結合

リスクの分散は、リスクを一箇所に集中せず、分離分散することによってリスクを軽減させるものである。例えば、ある企業が工場、事務所、倉庫などを一箇所に集中せず、各地域に分散することによって地震リスクを軽減したり、投資家が様々な銘柄の証券に資金を分散して投資したり、一度に購入せずに、時期をずらして何回かに分けて投資することによってリスクを軽減する分散投資などがこれに相当する。一方、結合とは、リスクの単位数を増大させることによってリスクの中和を実現したり、リスク予測能力を向上させ、予想と結果の損失の変動(リスク)を小さくする効果をもつものである。例えば同業種の企業の合併などがこれに相当する。なお、リスクコントロールの手法についても様々な解釈があり、分散・結合をリスクの防止や軽減の一部として捉えるものもある。

2) リスクファイナンス (リスク発生の場合の資金的備え)

a) リスクの移転

リスクの移転とは、リスクを他に転嫁しようとするものであり、保証、契約等の利用を含むが、その中心は保険の利用である。保険は損失(リスク)を保険会社へ移転すると同時に、多数の保険加入者にリスクを分担する(シェアリングする)という機能を有する。

b) リスクの保有

リスクの保有とは、自己的なリスク発生後の資金的準備を意味する。保有は積極的保有である準備金、引当金、積立金や自家保険、そして保険子会社を設立し、そこにリスクを集中させるキャプティブ保険会社³方式とリスクを認知した上で何も対策を施さない、もしくは不認知による消極的保有がある。ただし、消極的保有は厳密に言えばリスク処理の手段とは性質を異にする。

監視・報告、フィードバック

このプロセスは、上述の ~ のリスクマネジメントプロセスにおける意思決定や実施状況、そして結果について監視を行い、それらの意思決定やプロセスが適切なものであったかどうか、リスクマネジメントのパフォーマンスや有効性の評価を行う、あるいは条件が変化した場合に他の処理方法を適用すべきかどうかについて検討を行うプロセスである。

それらの検討の結果を情報として記録し、その情報をもとにリスクマネジメントプロセスに関する是正・改善を図っていくことが求められる。

その他

以上の5つのプロセスの他に、リスクマネジメントの有効性をより高めるためのいくつかの要素がある。

第一の要素は、組織的にリスクマネジメントを運用するための体制の構築とトップ(最高経営者)の関与である。これは、リスクマネジメント業務の体制やその業務に携わる担当者の役割、責任および権限を定めるとともに、リスクマネジメントの各プロセスにトップ(最高経営者)が関与するような体制を構築することである。これにより組織的なリスクマネジメントの運用が可能となる。第二に、組織としてのリスクマネジメントの方針を策定することである。これにより組織としてのリスクマネジメントの目標が明確になり、各プロセスにおける意思決定の判断基準を与えることになる。第三に、リスクコミュニケーションの実施である。リスクコミュニケーションは関係者間のリスクに対する情報の非対称性、誤解や理解不足を解消し、組織のアカウントビリティを向上させ、リスクマネジメントのパフォーマンスを高めることとなる。

上記において企業における一般的なリスクマネジメントのプロセスの概要を紹介した。現在、リスクマネジメントへの関心の高まりもあり、リスクマネジメントに関する多くの文献が出され、2001年3月20日にはJIS規格 JIS Q 2001:2001「リスクマネジメントシステム構築のための指針」が制定されている。しかしながら組織によってリスクやリスクマネジメントは千差万別にならざるを得ないことから、それらに基づいてその組織に適したリスクマネジメントプロセスを構築しなくてはならない。わが国においてはリスクマネジメントの歴史は浅く、現在実際に取り入れている企業は大企業を中心とした一部の企業であるが、今後急速に普及していくことが予想される。

³ 企業が自社の保険ニーズの全部または一部を引き受けるために設立した保険子会社。

第 3 章

諸外国政府機関におけるリスクマネジメント

第3章 諸外国政府機関におけるリスクマネジメント

第2章において、企業におけるリスクマネジメントの概要を紹介したが、リスクマネジメントは、現在、アメリカやイギリス等の諸外国の政府機関においても行政改革のツールのひとつとして取り入れられている。

建設省建設政策研究センター(2000a)によると、「行政は、最もリスク負担能力が高い経済主体であることや、徴税、命令などの強制力を有していることから、近年までリスクマネジメントという概念が希薄であった。このため、行政活動においてのリスクの存在を明示的に取り扱わないで企画立案・実施が行われてきた。実際には、行政活動においても様々なリスクが存在するため、企画立案・実施にあたっては、過度にリスク回避的となるか、いくらコストが大きくなろうともリスクをすべて取り込むこととなり、リスクの大小と回避コストのバランスが考慮されてこなかった。このことは、国民により大きな便益をもたらす斬新な取組みが、わずかなリスクを理由に採用されなかったり、リスクをすべて取り込んで、活動コストの増大を招くという問題を生じさせてきたとされる。また、行政においても顧客満足の中核に置いた戦略的なマネジメントを行おうとすると、選択した戦略の当否や予測誤差、環境変化など様々なリスクを適正なコストで対処していくことが必要となる。アメリカやイギリス等の行政マネジメント改革においては、リスクマネジメントが重要な観点のひとつとして取り上げられ、公的部門のリスク回避傾向を是正して過度なリスク回避費用を削減するとともに、適正にリスクをマネジメントしつつ、選択と集中を行う戦略的なマネジメントにより高い顧客満足を目指すべきとされている。」としている。

ここでは、アメリカ、イギリス、カナダ、オーストラリア及びニュージーランドの政府機関がリスクをどのように捉え、どのような目標にしたがってリスクマネジメントを行っているか、リスクの概念、リスクマネジメントの目的、リスクマネジメントの対象となるリスク、リスクマネジメントのフレームワークについて整理を行った(表2～5)。

1. アメリカの政府機関におけるリスクマネジメント

アメリカでは、1980年代から財政赤字、経常収支赤字に悩まされてきた。そうした中で1992年に誕生したクリントン政権において、行政改革が進められ、1993年3月に国家業績レビュー(National Performance Review(NPR))と呼ばれる改革プログラムが開始され、同年8月には、政府の自己改革と連邦議会による政府業績の審査を規定した政府業績成果法(Government Performance and Results Act(GPRA))が制定された。GPRAは、アメリカにおける地方政府等の試みを参考にして、アウトカムを中心とした目標の設定から達成に至るシステムの必要性を規定しており、結果志向の改革という点でNPRと一致し、行政改革で中心的な役割を担っている。

「連邦政府全体をより低費用かつ効率化すること(to make the entire federal government both less expensive and more efficient)」を目標のひとつとした行政改革の流れにより、政府機関において、リスクとその対処コストとのバランスを考慮して、低費用かつ効率的に施策を行っていくためのツールであるリスクマネジメントへの関心が高まることとなった。

このような状況の中、エネルギー省(Department of Energy(DOE))や連邦航空庁(Federal Aviation Administration(FAA))からは、資産管理や調達に関するガイドラインが策定され、その中にリス

表2 諸外国政府におけるリスクマネジメント（アメリカ）


アメリカ			
機関名・ガイドライン等名称	エネルギー省（DOE）“DOE Good Practice Guides（1996）”	連邦航空庁（FAA）“FAA Acquisition and Program Risk Management Guidance（1996）”	沿岸警備隊（U.S. Coast Guard）“Risk-Based Decision Making Guidelines（2001）”
リスクの概念	プロジェクトに悪影響を及ぼす事象が発生する可能性とそれが発生した結果生じる影響	好ましくない事象が発生する可能性とそれが発生した結果生じる影響	損失が発生する機会にさらされる度合いであり、事象が発生する確率と事象が生じた結果（影響）との組合せ（確率×影響）
ガイド(フレームワーク)の対象	DOEのプロジェクト（実物資産関連）	FAAのプログラムやプロジェクト	沿岸警備隊
リスクマネジメント目的	DOEのプロジェクトに悪影響を及ぼすリスクの軽減	FAAにおけるプロジェクトのコスト、スケジュールに悪影響を与えるリスクの軽減	沿岸警備隊が限られた資源の中で効率的かつ効果的に目標の達成すること
リスクマネジメント対象リスク	<ul style="list-style-type: none"> ・ 技術的リスク ・ コスト、スケジュール、パフォーマンスのリスク ・ 自然環境のリスク ・ 資金調達リスク 等プロジェクトに悪影響を及ぼす純粋リスク	<ul style="list-style-type: none"> ・ コスト・スケジュール、パフォーマンスのリスク ・ 技術的リスク ・ 運営のリスク ・ 資金調達リスク ・ 政策のリスク 等FAAの調達とプログラムに悪影響を与える純粋リスク	<ul style="list-style-type: none"> ・ 安全性のリスク ・ 財政面のリスク ・ 自然環境のリスク ・ 法的リスク ・ 社会的リスク ・ 心理的リスク 等沿岸警備隊の目標達成に悪影響を与える純粋リスク
リスクマネジメントフレームワーク	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスク計画の策定 ・ リスクの認識 ・ リスク分析・評価 ・ リスク処理 ・ リスクモニタリング 	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスクマネジメント計画の策定 ・ リスクの認識 ・ リスク分析・評価 ・ リスク処理 ・ リスクのモニタリングと報告 	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスクマネジメントの目標の設定 ・ リスク分析・評価（リスクアセスメント） ・ リスク処理（リスクマネジメント） ・ 影響評価（インパクトアセスメント） ・ レビュー <p style="text-align: center;">  </p> <ul style="list-style-type: none"> ・ リスクコミュニケーション
備考	DOEが所有、利用、管理する実物資産のマネジメントのガイド(その一部としてリスクマネジメントの実施が盛り込まれている)	FAAにおけるプログラムやプロジェクトに関連する調達やプログラムのリスクマネジメントのガイド	沿岸警備隊が効率的かつ効果的に目標を達成していくための、沿岸警備隊の所管業務におけるリスクマネジメントのガイドライン

表3 諸外国政府におけるリスクマネジメント(イギリス その1)

イギリス			
機関名・ガイドライン等名称	会計検査院 (NAO) “Supporting Innovation : Managing risk in government departments (August 2000)”	中央コンピューター電気通信庁(CCTA)“Risk Handbook (December 2000)”	環境交通地域省 (DETR) “Guidelines for Environment Risk Assessment and Management Revised Departmental Guidance(2000)”
リスクの概念	市民へのサービスの提供に影響を与える事象	アウトカムの不確実性	ハザードが生じる可能性(頻度)とそれが発生した結果の重要性の組合せ
ガイド(フレームワーク)の対	イギリスの政府機関 (Government departments)	イギリスの公的機関 (public sector)	環境交通地域省 (DETR) と環境庁 (Environmental Agency)
リスクマネジメント目的	イギリス政府機関における業績の改善、より良いサービスの提供、より効率的な資源の利用、より良いプロジェクトマネジメント、無駄や不正の削減、そしてVFMの向上、革新の促進	公的機関におけるより良いサービスの提供、より効果的な環境変化への対応、より効率的な資源の利用、より良いプロジェクトマネジメントの実施、無駄や不正の削減、VFMの向上、そして革新の促進	環境交通地域省 (DETR) と環境庁 (Environmental Agency) が、経済の成長と社会の進展を図ると同時に、自然環境へのダメージを削減して国民の安全や健康、そして生活の質の向上を図っていくこと
リスクマネジメント対象リスク	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事故・災害・自然環境のリスク ・ 金融リスク ・ プロジェクトリスク ・ コンプライアンスリスク ・ 戦略リスク ・ 運営リスク ・ 信用リスク ・ 機会喪失のリスク 等イギリス政府機関が直面する純粋リスクと投機的リスク	<ul style="list-style-type: none"> ・ 戦略・商業のリスク ・ 経済・金融・市場のリスク ・ 法令・規制のリスク ・ 組織のマネジメントのリスク ・ 政治的・社会的要因によるリスク ・ 自然環境・フォースマジュールのリスク ・ 技術的リスク ・ 運営のリスク 等公的機関のアウトカムに影響を与えるすべてのリスク(純粋リスク、投機的リスクは問わず)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自然環境リスク
リスクマネジメントフレームワーク	<ul style="list-style-type: none"> ・ 明快な目標の設定 ・ リスクの認識 ・ リスクの評価 ・ リスクへの対応 ・ モニタリングとレビュー 	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスクマネジメントフレームワークの定義付け(リスクマネジメント方針等の策定)とリスクの認識 ・ リスクの分析 ・ リスク評価(リスク許容度(リスク許容水準)の設定と優先順位付け) ・ リスク対処(処理手段の選択と実施(保険の設定)) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスク認識 ・ リスク分析・評価 ・ 対処案の評価と選択 ・ リスクマネジメント実施 ・ モニタリングとデータの収集
備考	「政府の近代化」を背景とした、イギリス政府機関 (Government departments) のためのリスクマネジメントのガイド	「政府近代化」を背景とした、公的機関 (public sector) のためのより効率的かつ効果的なリスクマネジメントのガイドブック	環境交通地域省 (DETR) と環境庁 (Environmental Agency) を対象とした、経済の成長と社会の進展を図りながら自然環境へのダメージを削減していくための環境リスクのアセスメントとマネジメントのガイドライン

表4 諸外国政府におけるリスクマネジメント(イギリス その2)

		イギリス	
機関名・ガイドライン等名称	文化・メディア・スポーツ省(DCMS)“Risk Management Framework(2000)”	道路庁(Highways Agency)“Highway Agency Framework for Business Risk Management(2001)”	
リスクの概念	文化・メディア・スポーツ省(DCMS)の目標達成や政策の実施に生じる偶発的事象	目標の達成や関係者の期待にこたえることを妨げる何か	
ガイド(フレームワーク)の対象	文化・メディア・スポーツ省(DCMS)	道路庁(Highways Agency)	
リスクマネジメント目的	文化・メディア・スポーツ省(DCMS)が所管業務において目標を効率的かつ効果的に達成していくこと	組織の目標達成を阻害する潜在的な脅威(純粋リスク)をマネジメントすると同時に、投機的リスクをも適切にマネジメントして適度なリスク負担を行い、ポジティブな機会を有効に活用してVFMの向上等を図ること	
リスクマネジメント対象リスク	文化・メディア・スポーツ省(DCMS)の所管業務における(責任の範囲における)すべてのリスク(純粋リスク、投機的リスクは問わず)	・プロジェクトリスク ・運営リスク ・戦略リスク ・機会喪失のリスク 等の道路庁の所管業務における全てのリスク(純粋リスク、投機的リスクは問わず)	
リスクマネジメントフレームワーク	・リスクマネジメントの目標の設定 ・リスク認識・確認 ・リスク分析・評価 ・リスクマネジメント実施 ・モニタリングと報告	・リスク認識 ・リスク分析・評価 ・リスクマネジメント実施(保険の設定等) ・レビュー	
備考	「政府近代化」を背景とした、文化・メディア・スポーツ省の所管業務における(責任の範囲内における)リスクマネジメントのフレームワーク	「政府近代化」を背景とした、道路庁の所管業務におけるリスクマネジメントのフレームワーク	

表5 諸外国政府におけるリスクマネジメント（カナダ・オーストラリア・ニュージーランド）

	カナダ	オーストラリア、ニュージーランド	
機関名・ガイドライン等名称	枢密院事務局（Privy Council Office）“Risk Management for Canada and Canadians（2000）”	財務委員会事務局（Treasury Board Secretariat）“Integrated Risk Management Framework(2001)”	オーストラリア規格協会（Standards Australia）“HB143:1999 Guideline for managing risk in the Australian and New Zealand public sector”
リスクの概念	「反対の、あるいは意図しない事象の発生確率の作用(機会、可能性)、そしてその事象の結果のひどさ、あるいは程度の組合せ」	将来の事象やアウトカムを取り囲む不確実性	目標に影響を与える何かが生じる機会
ガイド(フレームワーク)の対象	カナダの政府機関（Departments and Agencies）	カナダの政府機関（Departments and Agencies）	オーストラリアとニュージーランドの公的機関（Public Sector）
リスクマネジメント目的	限りある資源と不確実な環境の中で、カナダの政府機関が最良の運営（best operate）を行い、サービスの質の向上させて国民利益を増大させていくこと	カナダの政府機関のガバナンス（governance）を支援し、パフォーマンスを改善させ、アカウンタビリティと財務管理を強化することによって、効率的かつ効果的な行政サービスの質の向上と国民利益の増大を図る	公的機関のより効果的な意思決定、プログラムの効果的な提供、効果的な資源の配分と利用、サービスとアカウンタビリティの向上、マネジメント能力の改善、組織のモラルの改善、目標達成における柔軟性の向上、そして意思決定の透明性の向上等
リスクマネジメント対象リスク	<ul style="list-style-type: none"> ・ 財政面のリスク ・ 安全性のリスク ・ 健康のリスク ・ 自然環境リスク 等カナダの政府機関が直面する純粋リスク	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運営のリスク ・ 人的資源に関するリスク ・ 財政面のリスク ・ 法的リスク ・ 健康と安全のリスク ・ 自然環境リスク ・ 信用のリスク ・ 新技術のリスク 等カナダの政府機関が直面する純粋リスクと投機的リスク	<ul style="list-style-type: none"> ・ ポジティブな機会を認識して活用することの失敗（機会喪失）のリスク ・ プロジェクトが目標を達成しないリスク ・ 顧客（国民）の不満を生じるリスク ・ 好ましくない評判が生じるリスク ・ 安全・安心を侵害するリスク ・ ミスマネジメントのリスク ・ 施設やコンピュータシステム故障のリスク ・ 法的もしくは契約責任の不履行のリスク ・ 不正のリスク ・ 財政的管理や報告の不備が生じるリスク 等公的機関の目標に影響を与える純粋リスクと投機的リスク
リスクマネジメントフレームワーク	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスク認識 ・ リスクアセスメント(分析・評価) ・ リスク対処案の選択、意思決定 ・ リスク対処案の実施 ・ リスクマネジメントのパフォーマンス評価とレビュー 	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスクの認識 ・ リスクの分析・評価 ・ リスクへの対応策実施(マイナスの最少化とポジティブな機会の最大化等) ・ モニタリング・リスクマネジメントのパフォーマンス評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスクマネジメント環境の設定 ・ リスクの認識 ・ リスク分析 ・ リスク評価 ・ リスク処理 ・ モニタリングとレビュー
備考	カナダの政府機関（Departments and Agencies）を対象としたリスクマネジメントの概念やフレームワークに関するレポート	カナダの政府機関がマネジメントの近代化を図っていくための政府機関におけるリスクマネジメントのフレームワーク	リスクマネジメント規格“AS/NZS 4360:1999 Risk Management”をベースとしてオーストラリア規格協会(Standards Association of Australia)が策定したオーストラリアとニュージーランドの公的機関を対象としたリスクマネジメントのガイドライン

クマネジメントの実施が盛り込まれている⁴。また、沿岸警備隊(U.S. Coast Guard)等では、組織の目標を効率的に達成するためのリスクマネジメントに関するガイドラインが策定されている。

(1) エネルギー省(DOE) “ DOE Good Practice Guides(1996) ”

エネルギー省(DOE)は、環境的、経済的に持続可能である安全で確実なエネルギーシステムを促進して、アメリカの科学技術におけるリーダーシップの持続を支援することを主な使命として、エネルギー産業への助成や、国際的な原子力の安全性の促進などを行っている組織である。

このガイドは、DOE が所有、利用、もしくは管理する実物資産に関して職員、公衆、そして自然環境に悪影響を与えずに、安全かつ効率的な方法で DOE の使命を達成していくことを目標に策定され、そのガイドの一部としてリスクマネジメントの実施が盛り込まれている。リスクマネジメントについては以下のとおりである。

リスク概念

リスクとは「プロジェクトに悪影響を及ぼす事象が発生する可能性とそれが発生した結果生じる影響」と定義されており、DOE のプロジェクトにおける純粋リスクをマネジメントの対象としている。

リスクマネジメントの目的

DOE のプロジェクトに悪影響を及ぼすリスクを軽減し、より効率的かつ効果的に DOE の資産を管理していくことをリスクマネジメントの目的としている。

対象リスク

対象となるリスクは、DOE のプロジェクトに悪影響を及ぼす純粋リスクであり、項目を掲げると以下のようなものがある。

- ・技術的なリスク(技術進歩による既存施設等の陳腐化や現時点での技術的境界等)
- ・コスト、スケジュール、パフォーマンスのリスク(プロジェクトのコスト超過、スケジュール遅延、計画を下回るパフォーマンス等)
- ・自然環境リスク(自然環境へのダメージ)
- ・資金調達リスク(必要とされるプロジェクト資金が調達できない等)

リスクマネジメントのフレームワーク

リスクマネジメントのフレームワークとしては、以下の5項目があげられている。表現は若干異なるものの、一般的な項目である。

- ・リスクの認識(リスクの抽出と認識)
- ・リスク分析・評価(リスク発生確率と影響の把握し、優先順位付けを行う)
- ・リスク処理(リスク処理が必要であると判断されたリスクに対する処理手段を選択して実施する)
- ・リスクモニタリング(処理後のリスクを監視し、その効果等を検証して情報をストックする等)

⁴ 建設省建設政策研究センター(2000b)

表6 アメリカ・エネルギー省(DOE) プロジェクトリスクのカテゴリーとスクリーニング

	yes	no
A. 技術 1 新しい技術か？ 2 知られていないもしくは明確でない技術か？ 3 既存の技術の新しいアプリケーションか？ 4 既存のアプリケーションにおける先進的な技術か？		
B. 時間 1 プロジェクトのスケジュールの不確実性がプロジェクトの完成や目標期日に影響を与えるか？ 2 長期間を要する重要な調達に完成の目標に影響を与えるか？		
C. 契約者能力 1 適切な売り手や契約者が存在するか？		
D. 安全性 1 潜在的に危険が存在するか？ 2 潜在的に重大な汚染の可能性はあるか？ 3 危険な材料が含まれているか？		
E. 環境 1 環境アセスメントや環境影響ステートメントを求められるか？ 2 潜在的にもしくは追加的な汚染の可能性はあるか？ 3 処分方法が決められているか？ 4 環境許可や認可が求められるか？		
F. 関係機関との関わり 1 プロジェクトの意思決定に環境保護庁 (Environment Protection Agency (EPA)) が含まれているか？ 2 プロジェクトの意思決定に州の環境規制関係者が含まれているか？		
G. 政策の可視性		
H. 中心となる契約者の数 1 中心となって作業を行う契約者は複数か？		
I. 複雑性 1 不明確、もしくは確立されていない機能が求められるか？ 2 不明確、もしくは確立されていない設計基準か？ 3 複雑な設計か？ 4 機能テストの実施が困難か？		
J. 労働者のスキル、有用性、生産性 1 適切でタイムリーな人的資源が存在するか？ 2 特別な人的資源を必要とするか？ 3 迅速な労働者の集結が必要か？		
K. 場所の数/場所へのアクセス/用地の所有 1 プロジェクトの作業が物理的に複数の場所で行われるか？ 2 DOEがその場所を所有しているか？ 3 インフラストラクチャの改善が必要か？		
L. 資金調達/コスト分担 1 プロジェクトの期間は2年以上か？ 2 他の連邦機関や州がそのプロジェクトに資金提供をするか？ 3 他の政府 (国) がそのプロジェクトに資金提供するか？		
M. 品質要求 1 精密な作業が求められるか？		
N. パブリック・インボルブメント 1 プロジェクトの意思決定に市民諮問委員会 (Citizens Advisory Board) が含まれているか？ 2 優先順位の策定において市民諮問委員会が含まれているか？		
O. その他		

DOE(1996) “Good Practice Guide, Risk Analysis and Management” より作成

といった一連のプロセスを示しており、リスク認識のツールのひとつとしてスクリーニングシート(表6)の活用を挙げている。

(2) 連邦航空庁(FAA) “ FAA Acquisition and Program Risk Management Guidance(1996) ”

連邦航空庁(FAA)は、連邦交通省(Department of Transportation(DOT))に属し、安全かつ確実に、そして効率的に人や物をその目的地へ輸送する空輸システムを供給することをその使命とし、航空産業の監督や規制の実施、そして航空交通管理システムの維持・開発などを行っている組織である。

FAA では、大部分の意思決定にはリスクが存在しており、環境の変化に伴いそれらのリスクが増加する傾向にある中で、プロジェクトやプログラムの目標(コスト、スケジュール、パフォーマンス等)を効率的かつ効果的に達成していくためには、組織内にフォーマルでシステムティックなリスクマネジメントの体系を規定する必要があるとして、1996年にFAAのプログラムやプロジェクトに関連する調達やプログラムのリスクマネジメントのガイダンスである“FAA Acquisition and Program Risk Management Guidance”を策定した。

リスク概念

リスクとは「好ましくない事象が発生する可能性とそれが発生した結果生じる影響」とされ、FAAのプログラムやプロジェクトに関する調達やプログラムに悪影響を与える純粋リスクをマネジメントの対象としている。

リスクマネジメントの目的

FAAにおけるプログラムやプロジェクトのコスト、スケジュールに悪影響を与えるリスクを軽減し、効率的かつ効果的にプログラムやプロジェクトの目標を達成することをリスクマネジメントの目的としている。

リスクマネジメントの対象となるリスク

FAAのプログラムやプロジェクトに関する調達やプログラムに悪影響を与える純粋リスクをリスクマネジメントの対象としており、以下のリスクを掲げている。

- ・コスト・スケジュール、パフォーマンスのリスク
- ・技術のリスク
- ・運営のリスク
- ・資金調達のリスク
- ・政策のリスク(政権交代等による運営方針の転換等)

以上のリスクのうち、政策のリスクの項目はかなりユニークである。

リスクマネジメントのフレームワーク

一般的なマネジメントのフレームワークを採用している。

(3) 沿岸警備隊(U.S. Coast Guard) “ Risk-Based Decision Making Guidelines (2001) ”

沿岸警備隊は、交通省(DOT)に属する連邦機関であり、5つある米軍のうちの1つでもある。そして、国の港湾や運河等、国の安全をサポートすることが求められる沿岸地域において、一般国民、自然環境、米国の経済的利益を守ることをその使命としている。

沿岸警備隊は、限られた資源の中で目標を効率的に達成していくためにはリスクを考慮した意思決定が重要であるとし、そのためのツールであるリスクマネジメントのガイドラインを策定している。

リスク概念

リスクとは「損失の機会にさらされる度合い(exposure)であり、事象が発生する確率とその事象が生じた結果(影響)との組合せ」と定義されており、純粹リスクを対象としている。

リスクマネジメントの目的

沿岸警備隊が、限られた資源の中で、目標を効率的かつ効果的に達成することをリスクマネジメントの目的としている。

リスクマネジメントの対象となるリスク

対象となるリスクとしては、沿岸警備隊の所管業務(責任の範囲内)において、目標の達成を妨げる純粹リスクをマネジメントの対象としており、次の項目を掲げている。

- ・安全性のリスク(職員や国民の死亡、傷害、病気等)
- ・財政面のリスク(金銭的成本)
- ・自然環境リスク
- ・法的リスク(民事、刑事的賠償等)
- ・社会的リスク(組織や個人の信用の失墜等)
- ・心理的リスク(不満、ストレス等)

安全性リスク、法的リスク、社会的リスク、心理的リスクなど、沿岸警備隊の業務の性質を反映した項目が採用されている。

リスクマネジメントのフレームワーク

一般的な5段階のフレームワークが採用されている。特徴的な点として、各段階においてはリスクコミュニケーションを実施することが挙げられる。

2. イギリスの政府機関におけるリスクマネジメント

1997年5月のイギリス総選挙において、労働党が勝利し、トニー・ブレアが首相に就任した。労働党政権下では、大事なことは国民の利益であり、公共か民間かではなく、官民協力してよりよいイギリスを目指すべきである、との考えの下、いかに国民の利益を向上させるかという観点から、何が望ましいかを考え、政府のサービスを近代化すべきとのスタンスがとられた。

イギリス政府は、行政改革をよりよいイギリスを実現するための重要な部分として位置付け、その近代化のための多くの取組みを進め、これらの取組みが1999年3月に「政府の近代化」白書(Modernising Government White Paper)としてとりまとめられ、公表された。

この白書では、いかによい政府となれるか、すなわちいかに効率的かつ効果的に行政サービスが提供できるかが問題であるとされ、政府機関のサービス提供とマネジメントの方法を改善するためのプログラムが示されている。そのひとつとして政府機関におけるリスクマネジメントの方法の改善が求められており、サービス提供の持続的な改善を可能とするためにリスクを適切にマネジメントして適度なリスク負担を行っていくことが求められている。そして、「政府の近代化」プログラムを遂行するためのアクションプランは、すべての政府機関が2000年9

月までにその組織の責任の範囲におけるリスクに関する意思決定手順のフレームワークを準備することを求めている。

このような背景から、会計検査院(National Audit Office(NAO))、中央コンピューター電気通信庁(Central Computer and Telecommunications Agency(CCTA))等によって、政府機関を対象としたリスクマネジメントに関するガイドラインが作成され、環境交通地域省(Department of the Environment, Transport and the Regions(DETR))⁵、文化・メディア・スポーツ省(Department for Culture, Media and Sport (DCMS))、道路庁(Highways Agency)等ではリスクマネジメントのフレームワークが策定されている。

(1)会計検査院(NAO) “ Supporting Innovation : Managing risk in government departments (2000) ”

「政府の近代化」プログラムを遂行するためのアクションプランにおいて、すべての省庁が2000年9月までにその組織の所管業務(責任の範囲)におけるリスクに関する意思決定手順のフレームワークを準備することが求められており、これに対し会計検査院(NAO)では政府機関(Government departments)のためのリスクマネジメントのガイドを策定している。このガイドでは、237の公的機関(departments, agencies and non departmental public bodies(NDPBs))への調査を踏まえ、政府機関においてはどのようなリスクが存在し(図7)、そしてそれらのリスクをどのようにマネジメントしていけばよいかを示している。

リスク概念

リスクとは、「市民へのサービスの提供に影響を与える事象」として定義されている。

ここでは、政府機関が純粋リスクの削減のみによって目標の達成や行政サービスの向上を図るだけでなく、投機的リスクをも適切にマネジメントすることによって適度なリスク負担を行い、ポジティブな機会を有効に活用してVFM(Value for Money)⁶の向上等を図るべきとの観点から、純粋リスクだけでなく投機的リスクも対象とされている。

これは、政府機関が機会喪失のリスクをも考慮して、リスクもあるがVFMを向上させる期待値が大きい投資を実施していくことを意味する。その結果として損失を生じさせてしまう可能性もあるが、全体としては効率性が高まることとなり、資源をより有効に活用することになる。

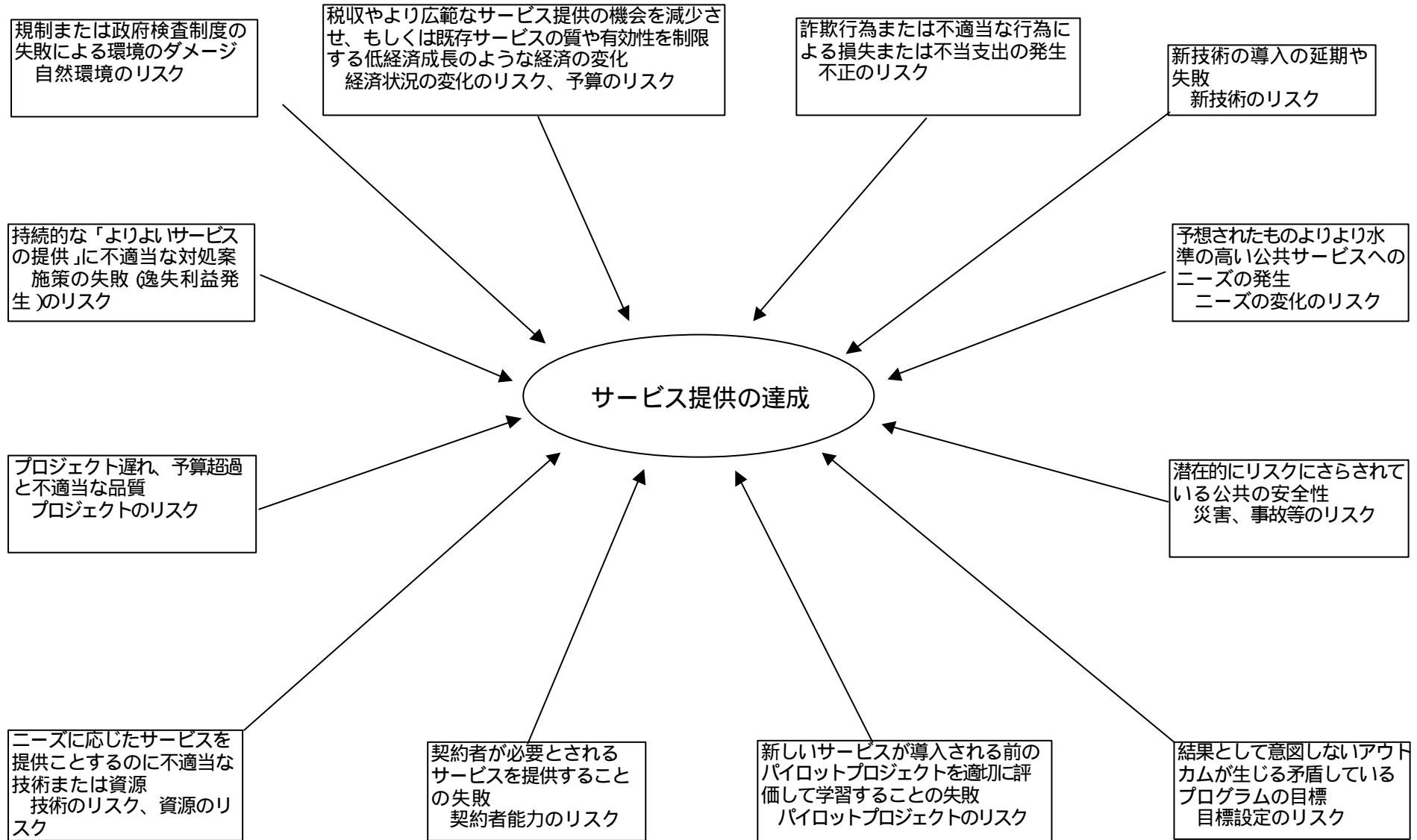
リスクマネジメントの目的

本ガイドは政府機関を対象としており、政府機関の業績の改善、より良いサービスの提供、より効率的な資源の利用、より良いプロジェクトマネジメント、無駄や不正の削減、そしてVFMの向上、革新の促進をリスクマネジメントの目的としている。

リスクマネジメントの対象となるリスク

⁵ 2001年6月の総選挙後の省庁再編で、環境交通地域省のうち、環境部門は、農漁食糧省(Ministry of Agriculture, Fishery and Foods(MAFF))の大部分と統合され、環境・食糧・地方省(Department for the Environment, Food and Rural Areas(DEFRA))となり、残りを母体として、交通・地方自治体・地域省(Department for Transport, Local Government and the Regions(DTLR))となった。

⁶ Value for Money(VFM)とは、「支払ったお金に相当するだけの価値」を意味し、公的部門においては、公的資金の最も効果的な運用のことであり、価値や監査の基準として用いられる概念。効率性だけでなく、結果的な効果までを問題とするものであり、それも含めた経済性(economy)、効率性(eficiency)、有効性(effectiveness)のいわゆる3Esと同義とされる。(建設省建設政策研究センター(2000a))



* 政府機関は、求められるサービス提供とプログラムのアウトカムの達成に影響を与えるリスクをマネジメントしなくてはならない。
 この図は、政府機関が直面する多くのリスクの一部を示している。

図7 政府機関が直面する典型的なリスク (NAO “Supporting Innovation : Managing risk in government department(2000)”より)

このガイドにおいては、イギリスの政府機関が直面する、純粹リスクと投機的リスクをリスクマネジメントの対象としており、以下のような項目が掲げられている。

- ・事故・災害・自然環境のリスク
- ・金融リスク(資金調達の失敗等)
- ・プロジェクトリスク(プロジェクトがコスト超過、スケジュール遅延、計画以下のパフォーマンスとなる等)
- ・コンプライアンスリスク(法や規律等を遵守しないリスク)
- ・戦略リスク(戦略の失敗等)
- ・運営リスク(運営の失敗等)
- ・信用リスク(信用の失墜等)
- ・機会喪失のリスク(よりVFMを向上させる投資の機会を逃すリスク)

最後に掲げられた「機会喪失のリスク」はアメリカの事例ではなかった項目である。

リスクマネジメントのフレームワーク

リスクマネジメントのフレームワークを、前述のアメリカの事例と同様に、次の5段階で構成されている。また、それぞれで用いられるリスクマネジメントのツール(表7)等も記述されている。

- ・明かな目標の設定(リスクマネジメント方針の策定)
- ・リスクの認識
- ・リスクの評価
- ・リスクへの対応(処理手段の選択と実施)
- ・モニタリングとレビュー

(2)中央コンピューター電気通信庁(CCTA)“Risk Handbook (2000)”

「政府近代化」プログラムによって、公的部門(public sector)はサービス向上のためにより効率的かつ効果的なリスクマネジメントを実施することが求められ、中央コンピューター電気通信庁(CCTA)によって公的部門を対象としたリスクマネジメントのガイドブックが策定されている。

リスク概念

リスクとは「アウトカムの不確実性」と定義され、NAOのガイドと同様に純粹リスクだけでなく投機的リスクも対象としている。

リスクマネジメントの目的

このガイドブックは、公的部門(public sector)を対象としており、公的部門のより良いサービスの提供、より効果的な環境変化への対応、より効率的な資源の利用、より良いプロジェクトマネジメントの実施、無駄や不正の削減、VFMの向上、そして革新の促進をリスクマネジメントの目的としている。

リスクマネジメントの対象となるリスク

本ガイドブックでは、公的部門(public sector)のアウトカムに影響を与えるすべてのリスク(純

表7 リスクマネジメントのテクニカル・アプローチ例 リスクマネジメントツールとテクニック
(NAO(2000) “Supporting innovation : Managing risk in government department” より)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
手 法	Expected Monetary Value(期待金銭価値)	Statistical sums(統計的合計)	Visual Interactive Simulation(視覚的対話型シミュレーション)	Monte Carlo(モンテカルロ)	Decision Trees (意思決定ツリー)	Risk index model(リスク指標モデル)	Grids (グリッド)	Fault trees (フォールトツリー)	Critical path analysis (CPA)クリティカルパス分析)
使用状況	期待利益 損失	コスト見積もりからの総コストの算出	最適解の認識	金融モデル；リスク・モデルの感度を調査	意思決定分析	何かが起こる可能性と影響の判断	優先行動を認識するためのハザードと潜在的被害者の関連付け	災害事象分析	複雑な活動の最適化
必要となるデータの種類	イベントの確率とリスクイベントの価値	イベントの確率と期待価値	確率、タイミングそして分散	利子率等	イベントの確率と期待価値	あらゆる関連データ	なし	なし	時間とコストのデータ
必要となる技術	数学と統計学	統計学	コンピュータ全般と統計学	スプレッドシートとモンテカルロモデル	統計学	単純なモデリング	-	-	-
使用例	予算の意思決定	代替案予算のリスク定量化	病院のベット待ち	キャッシュ・フロー予測	投資の選択	リスクの生じる可能性	利害関係者のリスク分析	技術リスク分析	病院建築
長所	単純で使い易い	単純	有力で詳細であり、確固としている	確率的で現実的である	単一の答え	リスクを判断する質的な手法	リスクの認識	リスクを認識する強固な手法	プロジェクト全体の概要
短所	あまりにも基礎的であり、確率を調査し、把握しなくてはならない	あまりにも基礎的であり、確率を調査し、把握しなくてはならない	誤った目的のために利用される可能性がある	プログラミングの知識が必要	問題を単純化しすぎ可能性がある	リスクを単純化しすぎ、誤った結果を生じる可能性がある	発生しているリスクの可能性が含まれていない	発生しているリスクの可能性が含まれていない	CPAへのインプットが間違えやすい

技術の注釈

- Expected Monetary Value (期待金銭価値)
リスクを計量化するツールとしての期待金銭価値は2つの数値からの結果である。 リスク事象の確率 - リスク事象が生じる確率の推計、 リスク事象の価値 - リスク事象が発生した場合に受ける損益の推計。 リスク事象は個々にまとめて、または並行して、もしくは順番に発生するので、通常、より進んだ分析のためのインプットとして利用される。(例えば、意思決定ツリー)
- Statistical sums (統計的合計)
統計的合計は、個々の作業アイテムのため、コスト推計からプロジェクトの総コストの幅を算出するのに利用できる。これは本質的に感度分析である。
- Visual Interactive Simulation (視覚的対話型シミュレーション)
これは、生じているある事象のリスクを判断するために、システムやプロセスが異なる条件下でどのように働くかについて、コンピュータ上で把握することを可能にする方法である。
- Monte Carlo(モンテカルロ)
モンテカルロシミュレーションは、全体のリスクを判断するために、コンピュータ上でモデルを何回も実行するものである。例えば、キャッシュフロー（金利と為替相場の確率分散等を含む）の10年間におけるその期待利益の確率分散を示すことができる。
- Decision Trees (意思決定ツリー)
意思決定ツリーは、意思決定に関連する偶然的な事象の相互作用を意思決定者が把握できるように示す図表である。
- Risk index model (リスク指標モデル)
これは、リスクの生じる可能性の評価を可能にする。例えば、ガンのリスクの発見において、このモデルは、ユーザーが多数の質問に答えることを求める。各質問はグリッドにおいて優先順位をつけられる、したがって答えには異なる重みが生じる。グリッドの結果はそれからまとめられ、そしてリスクの数や格付け（例えば平均以上の）が示される。
- Grids (グリッド)
リスクを確認する簡単な方法として、ハザードとその潜在的被害のグリッドがある。ある一方の軸でハザードを、そしてもう一方の軸で潜在的なリスクを示すマトリックスにおいて、その交点を通じてそのリスクのエリアを認識することができる。
- Fault trees (フォールトツリー)
フォールトツリーは生じる可能性がある全ての事象の行程を示す図表である。そのプロセスは通常フローチャートで表示される。ツリーはすばやく正確に原因を認識するために作成される。
- Critical path analysis (クリティカルパス分析)
このシステムは、多くのより小さいタスク（例えば病院の建設）から構成される特定のタスクに必要な時間を最適化するために用いられる。このタスクは、細かい要素に分割することができる。各要素のコストと時間を把握できるなら、クリティカルパス分析を作成することができる（例えばプロジェクトマネジメントの場合のように）。そのコストと時間には通常、専門家の知識による判断を要する。

粹リスク、投機的リスクは問わず)をリスクマネジメントの対象としており、以下の項目を掲げている。

- ・戦略・商業のリスク
- ・経済・金融・市場のリスク
- ・法令・規制のリスク
- ・組織のマネジメントのリスク(人的資源の不足や不正、ミス等)
- ・政治的・社会的要因によるリスク
- ・自然環境・フォースマジュール(甚大な損失をもたらす天変地異や自然災害等)のリスク
- ・技術的リスク
- ・運営のリスク

リスクマネジメントのフレームワーク

このガイドブックでは、リスクマネジメントのフレームワークは、NAO とほぼ同様な 5 段階で構成されるフレームとなっている。

(3)環境交通地域省 (DETR)“ Guidelines for Environment Risk Assessment and Management Revised Departmental Guidance(2000) ”

DETR では、経済の成長と社会の進展を図りながら自然環境へのダメージを削減していくために、環境交通地域省と環境庁(Environmental Agency(EA))を対象とした環境リスクのアセスメントとマネジメントのガイドラインを策定している。

リスク概念

リスクを「ハザードが生じる可能性(頻度)とそれが発生した結果の重要性の組合せ」としており、自然環境リスクにその対象を絞っている。そのため、純粹リスクのみを対象としている。

リスクマネジメントの目的

本ガイドラインでは、DETR と EA が経済の成長と社会の進展を図ると同時に、自然環境へのダメージを削減して国民の安全や健康、そして生活の質の向上を図っていくことをリスクマネジメントの目的としている。

リスクマネジメントの対象となるリスク

これは、DETR と EA を対象としたリスクマネジメントのガイドラインであり、自然環境リスクを対象としたものになっている。

リスクマネジメントのフレームワーク

このガイドラインでは、自然環境リスクをマネジメントしていくフレームワークとして、NAO と同様に一般的な 5 段階のフレームワークとなっている。

(4)文化・メディア・スポーツ省(DCMS) “ Risk Management Framework(2000) ”

文化・メディア・スポーツ省(DCMS)では「政府近代化」アクションプランに従い、文化・メディア・スポーツ省が所管する業務範囲における(責任の範囲内における)リスクに対するリスクマネジメントのフレームワークを策定している。

リスク概念

このフレームワークでは、リスクを「文化・メディア・スポーツ省(DCMS)の目標達成や政策の実施に生じる偶発的事象」としており、反対の効果(マイナス)を生じさせる純粋リスクだけでなく、機会を最大限活用することの失敗(機会喪失)等の投機的リスクをも対象としている。

リスクマネジメントの目的

このフレームワークにおいては、「文化活動やスポーツ活動を通じて生活の質を向上させるとともに、所管産業(レジャー産業等)を保護・育成する」というDCMSの目標の達成を阻害する純粋リスクを削減するだけでなく、投機的リスクをも適切にマネジメントすることによってより効率的かつ効果的に達成していくことをリスクマネジメントの目的としている。

リスクマネジメントの対象となるリスク

本フレームワークにおいて、リスクマネジメントの対象となるリスクは、DCMSの所管業務における(責任の範囲における)すべてのリスクであり、目標の達成を阻害する純粋リスクだけでなく機会喪失等の投機的リスクも含んでいる。

リスクマネジメントのフレームワーク

リスクマネジメントのフレームワークとして、NAOと同様なものを採用している。

(5)道路庁(Highways Agency) “ Highway Agency Framework for Business Risk Management(2001) ”

DETR 所管の道路庁(Highway Agency(HA))では、政府近代化白書に従い、道路庁の業務を効率的かつ効果的にマネジメントし、継続的な改善を行っていくために、道路庁の所管業務におけるリスクを対象としたリスクマネジメントのフレームワークを策定している。

道路庁等のエイジェンシーは、中央政府より予算等が拠出されるが、基本的には独立した機関として、独自の収益をもとに運営を行っていく組織である。このため、この道路庁のリスクマネジメントのフレームワークでは、一般企業と同様に、投機的リスクも含む商業的リスク(Business Risk)をマネジメントの対象としている。

リスク概念

リスクは「業務目標の達成や関係者の期待にこたえることを妨げる事項」と定義されている。ここで、リスクは顕在化した脅威と同様に、利得機会の喪失からも生じるとして純粋リスクだけでなく投機的リスクもその対象としている。

リスクマネジメントの目標

組織の目標達成を阻害する潜在的な脅威(純粋リスク)をマネジメントすると同時に、投機的リスクをも適切にマネジメントして適度なリスク負担を行い、ポジティブな機会を有効に活用してVFMの向上等を図ることをリスクマネジメントの目的としている(図8)。

リスクマネジメントの対象となるリスク

このフレームワークでは、リスクは顕在化した脅威と同様に、利得機会の喪失からも生じるとして純粋リスクだけでなく投機的リスクもリスクマネジメントの対象としており、

- ・プロジェクトリスク
- ・運営リスク
- ・戦略リスク
- ・機会喪失のリスク

等を挙げている。

リスクマネジメントのフレームワーク

ここでは、リスクマネジメントのフレームワークを

- ・リスク認識
- ・リスク分析・評価
- ・リスクマネジメント実施(保険の設定等)
- ・レビュー

の4段階からなる一連のプロセスとしている。一般的なフレームワークと比較すると、第一段階の目標設定が省かれているが、これがなければ、リスクマネジメントの方向が定まらないため、項目には明示されないだけで、実際には実施されているものと推察される。

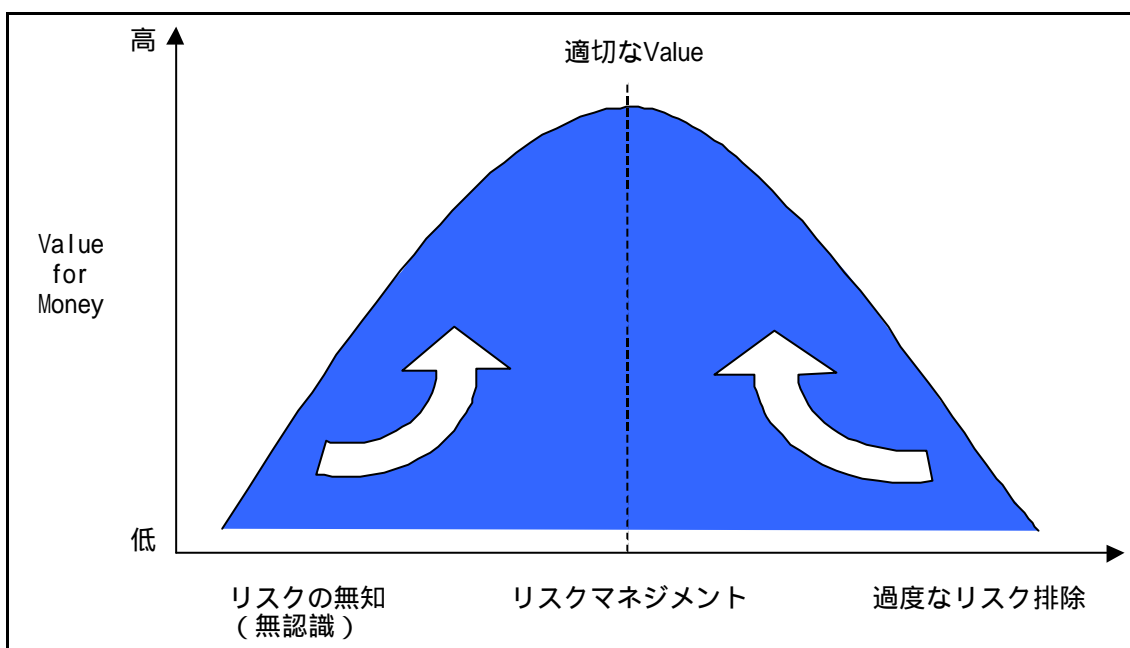


図8 リスクマネジメントとV F M(Highway Agency(2001)より)

3. カナダの政府機関におけるリスクマネジメント

アメリカやイギリスと同様に、カナダにおいても財政状況の悪化などを背景に、1993年に成立したクレティエン自由党政権のもとで行政改革が進められている。

改革推進の中心となる取組みは、プログラム・レビュー(Program Review)とよりよい国会報告プロジェクト(Improved Reporting to Parliament Project)という2つの施策であり、この2つの施策を中心として、各省庁が達成を約束する成果目標(results commitments)の確認、業績測定、第 国会議員とカナダ国民に対する業績報告の3つの視点から結果重視のマネジメント改革

(results-based management)が推進されている⁷。

このような状況の中で、行政におけるマネジメントの近代化が求められ、その一部としてリスクマネジメントの実施が必要とされるようになった。この流れを受け、枢密院事務局(Privy Council Office)や財務委員会事務局(Treasury Board Secretariat)等によって、政府機関におけるリスクマネジメントに関するレポートが策定されている。

(1) 枢密院事務局(Privy Council Office) ”Risk Management for Canada and Canadians (2000) ”

枢密院事務局(Privy Council Office)では、より複雑に変化する環境と限りある資源の中で、政府機関がカナダ国民の利益のために行政サービスの質を向上させ、効果的かつ効率的に業務を行っていくにはリスクマネジメントが重要であるとして、政府機関(Departments and Agencies)を対象としたリスクマネジメントの概念やフレームワークに関するレポートを策定している。

リスク概念

本レポートでは、リスクとは典型的にはネガティブな意味(純粋リスク)であるが、新しいものへの挑戦とリスクが共存するといった認識から、リスクテイクより生じる利得の機会(投機的リスク)もあるとしながらも、リスクを「反対の、あるいは意図しない事象の発生確率の作用(機会、可能性)、そしてその事象の結果のひどさ、あるいは程度の組合せ」と定義し、純粋リスクを対象としている。

リスクマネジメントの目的

このレポートでは、限りある資源と不確実な環境の中で、政府機関が最良の運営(best operate)を行い、サービスの質の向上させ、国民利益の増大を図ることをリスクマネジメントの目的としている。

リスクマネジメントの対象となるリスク

このレポートでは、カナダの政府機関が直面する純粋リスクをリスクマネジメントの対象としており、以下の項目を掲げている。

- ・財政面のリスク
- ・安全性のリスク
- ・健康のリスク
- ・自然環境リスク

リスクマネジメントのフレームワーク

本レポートでは、リスクマネジメントのフレームワークを

- ・リスク認識
- ・リスクアセスメント(分析・評価)
- ・リスク対処案の選択、意思決定
- ・リスク対処案の実施
- ・リスクマネジメントのパフォーマンス評価とレビュー

⁷ 笹口(2000)

の5段階からなる一連のプロセスとしている。

(2) 財務委員会事務局(Treasury Board Secretariat) “ Integrated Risk Management Framework(2001) ”

財務委員会事務局(Treasury Board Secretariat)は、カナダの政府機関がより市民に焦点をあて、国民のニーズやプライオリティの変化に対応しながらマネジメントの近代化を図っていくための新しいマネジメントのフレームワークを提供することを目的として “ Results for Canadians : A Management Framework for the Government of Canada(2000) ” を策定した。その中において、政府機関におけるリスクマネジメントの強化が求められており、その後、財務委員会事務局(Treasury Board Secretariat)によって政府機関におけるリスクマネジメントのフレームワークが策定されている。

リスク概念

このフレームワークでは、リスクは、「将来の事象やアウトカムを取り囲む不確実性である」とされ、それが生じたときの組織の目標達成への影響と生じる可能性とで表現されるとしている。そして、リスクの定義ではネガティブな影響に言及するものが多いが、新しいものへの挑戦とリスクが共存するとの認識から、ここでは上記の枢密院事務局によるレポートとは異なり、投機的リスクをもマネジメントして適切なリスクテイクを行うことによって利得の機会を有効に活用していくことも含めるとして、純粋リスクだけでなく投機的リスクも対象としている。

リスクマネジメントの目的

このフレームワークでは、政府機関のガバナンス(governance)を支援し、パフォーマンスを改善させ、アカウンタビリティの強化を図り、そして財務管理を強化させることによって、効率的かつ効果的に政府機関のサービスの質を向上させ、国民利益の増大を図ることをリスクマネジメントの目的としている。

リスクマネジメントの対象となるリスク

このフレームワークでは、リスクとは将来の事象やアウトカムを取り囲む不確実性であるとして、カナダの政府機関が直面する純粋リスクだけでなく、投機的リスクをもリスクマネジメントの対象としており、以下の項目が掲げられている。

- ・運営のリスク
- ・人的資源に関するリスク（人的資源の不足等）
- ・財政面のリスク
- ・法的リスク
- ・健康と安全のリスク
- ・自然環境リスク
- ・信用のリスク
- ・新技術のリスク

リスクマネジメントのフレームワーク

リスクマネジメントのフレームワークは、

- ・リスクの認識
- ・リスクの分析・評価

- ・リスクへの対応策実施(マイナスの最少化とポジティブな機会の最大化等)
- ・モニタリング・リスクマネジメントのパフォーマンス評価

の4つの段階からなる一連のプロセスであるとしている。

4. オーストラリア・ニュージーランド

オーストラリアやニュージーランドにおいても、アメリカ、イギリス、カナダと同様に、国民満足の向上を基準として業績測定を行い、測定結果を意思決定に反映してより少ない資源でより充実したサービス提供を目指すニュー・パブリック・マネジメント(New Public Management(NPM))型の行政改革が進められている。

このような状況の中で、両国の政府機関が限られた資源で効率的かつ効果的に目標を達成し、行政サービスの向上を図っていくためには適切なリスクマネジメントの実施が重要であるとされている。

オーストラリア、ニュージーランドではオーストラリア規格協会(Standards Association of Australia)がニュージーランド規格協会(Standards Association of New Zealand)と共同でリスクマネジメント規格“AS/NZS 4360:1999 Risk Management”を策定(1995初版)している。そしてその規格をベースとした公的部門を対象としたリスクマネジメントのガイドライン“HB143:1999 Guideline for managing risk in the Australian and New Zealand public sector”を策定している。

これらの規格やガイドラインをもとに、オーストラリアとニュージーランドの政府機関では、リスクマネジメントが導入されている。ここでは以下において“HB143:1999 Guideline for managing risk in the Australian and New Zealand public sector”におけるリスクの概念、リスクマネジメントの目標、リスクマネジメントの対象となるリスク、リスクマネジメントのフレームワークについて簡単な概要を述べる。

(1) オーストラリア規格協会(Standards Australia) “HB143:1999 Guideline for managing risk in the Australian and New Zealand public sector”

このガイドラインは上記にて述べたように、オーストラリア規格協会(Standards Association of Australia)がニュージーランド規格協会(Standards Association of New Zealand)と共同で策定したリスクマネジメント規格“AS/NZS 4360:1999 Risk Management”をベースに、オーストラリアとニュージーランドの公的部門を対象としたリスクマネジメントのガイドラインとして同協会によって策定されたものである。この規格やガイドラインはオーストラリアとニュージーランドの公的部門だけでなく、イギリスやカナダ等の公的部門においてもリスクマネジメントの参考資料として用いられている。

リスク概念

本ガイドラインでは、リスクとは「目標に影響を与える何かが生じる機会」とされ、可能性と結果により測定されるとしている。ここでは目標に悪影響を与える純粋リスクだけでなくポジティブな機会の喪失等の投機的リスクをも対象としている。

リスクマネジメントの目的

このガイドラインでは、公的部門のより効果的な意思決定、プログラムの効果的な提供、効果的な資源の配分と利用、サービスとアカウンタビリティの向上、マネジメント能力の改善、組織のモラルの改善、目標達成における柔軟性の向上、そして意思決定の透明性の向上等を取り

スクマネジメントの目的としている。

リスクマネジメントの対象となるリスク

このガイドラインでは、リスクを目標に影響を与える何かが生じる機会として捉え、オーストラリアとニュージーランドの公的部門の目標に影響を与える純粋リスクと投機的リスクをリスクマネジメントの対象としており、

- ・ポジティブな機会を認識して活用することの失敗(機会喪失)のリスク
- ・プロジェクトが目標を達成しないリスク
- ・顧客(国民)の不満を生じるリスク
- ・好ましくない評判が生じるリスク
- ・安全・安心を侵害するリスク
- ・マネジメントの失敗のリスク
- ・施設やコンピューターシステム故障のリスク
- ・法的もしくは契約責任の不履行のリスク
- ・不正のリスク
- ・財政的管理や報告の不備が生じるリスク

等を挙げている。

リスクマネジメントのフレームワーク

このガイドラインでは、リスクマネジメントのフレームワークとして

- ・リスクマネジメント環境の設定
- ・リスクの認識
- ・リスク分析
- ・リスク評価
- ・リスク処理
- ・モニタリングとレビュー

といった6段階の一連のプロセスを提示している。

5.まとめ

上記のように、アメリカ、イギリス、カナダ、オーストラリア、ニュージーランドといったアングロ・サクソン系諸国においては、行政改革が進められており、その一つの手法としてリスクマネジメントが導入されている。

それらの国においては、財政状況の悪化、経済の低迷等を背景に行政改革が進められており、政府機関にリスクマネジメントを導入して、コストの削減や機会の有効活用を実現することによって、組織の効率化やサービスの向上等を図っている。また、リスクマネジメントのフレームワークについてもほぼ同様であり、まずリスク計画(目標)を策定して、次にリスクを認識(確認)し、分析(測定)し、評価を行い、そして処理策を施し、その結果をモニタリングするといったサイクルで校正されている。しかしながらリスクの概念や対象となるリスクについては、アメリカとその他の国との間で、投機的リスクを含めるか否かの違いが見られる。

アメリカの政府機関においては、リスクが生じた時の影響のうち、マイナスの影響に注目して主にマイナスの影響を及ぼす純粋リスクをマネジメントの対象としている。そしてそれらをマネジメントすることによって総合的なコストを縮減し、効率的に組織の目標を達成していく

ことがリスクマネジメントの主たる機能として捉えられている。その結果として行政サービスの向上が図られるとしている。

アメリカは、社会経済活動の基本は市場原理や競争原理に立脚しており、公的部門の領域や市場等への介入は限定的である。そのため、政府機関におけるリスクマネジメントにおいて、イギリスなどとは異なり、市場の失敗や外部不経済等の純粋なリスクをいかに防ぐかが主たる課題となる。加えて、投機的リスクを取り扱う場合、評価や公平性の問題があり取り扱いが難しいことが挙げられる。

一方、イギリスの政府機関では、リスクには利得の機会も存在するとして、組織の目標の達成に悪影響を及ぼす純粋リスクのマネジメント(削減)に加えて、VFMの向上の視点から、組織がリスク回避的になるのではなく投機的リスクをもマネジメントし、適度なリスクをとることによって、利得の機会を有効に活用してさらなるVFMの向上を図ることがリスクマネジメントの主たる機能であるとして認識されている。イギリスの政府機関がアメリカの政府機関とは異なり、投機的リスクをもリスクマネジメントの範囲として捉える背景として、イギリスでは、混合経済の体制をとっており、公的部門が経済政策を通じて、または独立した経済主体として、社会経済にかなりの影響力を持っている。そのような中では、政府が非効率であれば、社会全体に影響を及ぼすため、公的部門も民間と同様に効率化することが求められ、結果としてそれがVFMの向上につながるものと考えられる。すなわち、公的部門も投機的リスクを適切にマネジメントすることが必要となる。公的部門における投機的リスクは、主に投資機会の喪失、すなわち、機会費用の問題を指すことが多い。特に、施策の時間管理、公的部門の不作为が問題となる。

カナダやオーストラリア、ニュージーランドの政府機関においてもイギリスと同様に、混合経済の体制をとっているため、リスクマネジメントの対象は純粋リスクだけでなく、投機的リスクもその対象とされている。

第2章にて述べたように、そもそもリスクマネジメントは純粋リスクを対象として発達してきた。しかしながら近年では社会経済等の環境の変化等を背景に、その対象を投機的リスクまで広げて考える傾向が強くなってきている。投機的リスクをも対象としたリスクマネジメントは、純粋リスクのみを対象としたリスクマネジメントに比べ、リスクの評価などより複雑なものとなるが、イギリス、カナダ、オーストラリア、そしてニュージーランドでは既に取り入れられている。

以上のようにアングロ・サクソン系諸国の政府機関においては、リスクマネジメントが取り入れられている。しかしながら、その歴史は浅く、モニタリングやレビューの実施により学習し、経験を重ねていくことによってより適切なリスクマネジメントの実施を図っていくとされており、現時点では取組みの初期段階であると思われる。

混合経済をとっており、政府の経済主体として大きな我が国にとって、公的機関のリスクマネジメントは、イギリス型をベースとし、我が国固有の要素を加えたものとなることが望ましいと思われる。

第 4 章

社会資本整備におけるリスク

第4章 社会資本整備におけるリスク

1. わが国の社会資本整備におけるリスクに対するスタンス

第3章にて述べたように、アメリカやイギリス等の諸外国においては、政府機関にリスクマネジメントが取り入れられている。

何をリスクとして捉えているかは各国各組織によって様々であるが、主にそれらは純粋リスクと投機的リスクの観点から整理することができる。アメリカの政府機関においては主に純粋リスクをマネジメントの対象としており、イギリス、カナダ、オーストラリア、ニュージーランドの政府機関では、純粋リスクだけでなく投機的リスクもその対象としている。これは、社会経済と政府の関係(市場経済・競争経済 vs 混合経済)によるものと考えられる。

それでは、我が国の社会資本整備においては、リスクをどのように捉えたらよいのであろうか？(1)純粋リスクと投機的リスク、(2)真の不確実性とリスクの観点から、我が国の社会資本整備におけるリスクに対するスタンスについて以下のように考える。

(1)純粋リスクと投機的リスク

行政には国民にある一定の行政サービスの提供を行う責務があり、そのサービスにより国民の安全・安心の確保、生活の質の向上を図ることが求められる。

社会資本整備はまさしくその使命を達成するための一手段として実施されるものであると考えられ、それらを国民に損失を与えることなく最少費用にて効率的かつ効果的に達成していくことが求められる。そのためには、社会資本整備において、その目標の達成に悪影響を及ぼす純粋リスクを適切にマネジメントしていく必要がある。これはアメリカの政府機関で取り入れられているリスクとリスクマネジメントの概念に相当するものである。

わが国の政府機関においても、将来的にはイギリスなどの政府機関のように、投機的リスクをも視野に入れたリスクマネジメントの導入の検討が必要になっていくと思われる。これは、政府機関が機会喪失のリスクをも考慮して、リスクもあるが社会的便益を向上させる期待値が大きい投資を実施していくことを意味する。その結果として損失を生じさせてしまう可能性もあるが、全体としては効率性が高まることとなり、資源をより有効に活用するということになる。

しかしながら、つい最近まで行政や国民のリスクに対する認識が十分とはいえず、リスクの認識が醸成されていないわが国においては、わかりやすく、国民の理解も得やすい社会資本整備の目標の達成に悪影響を及ぼす純粋リスクを対象としたリスクマネジメントを取り入れていくことが先決であると思われる。それにより徐々にではあるが、行政や国民のリスクに対する意識や理解が高まっていくものと思われる。

一般的に純粋リスクをマネジメントしてマイナスを削減することに対しては、国民の理解を得やすいものと考えられるが、投機的リスクをも含めたリスクマネジメントに関しては、ある確率で社会資本整備が失敗することを内包しており、そして、その便益が誰に、もしくはどこに帰属するかによって不公平感が生まれ、公平性の問題から国民の理解は得にくいものと思われる。また、リスクに対する行政や国民の認識が未醸成の現時点では、リスクに対する認識に混乱を生じさせる可能性が高い。投機的リスクの扱いについては、純粋リスクのマネジメントを行うことによって、リスクの認識をある程度醸成したうえで検討していくことが望ましいと思われるが、このことに関してはより突っ込んだ議論が必要である。

ただし、社会資本整備の個別計画の策定にあたっては、代替案比較を費用便益比などの効率性基準等で最適計画を選択するとともに、予算の範囲内で優先順位を設定する場合は、社会的純便益最大(または費用便益比最大)等のものから採択する。したがって計画の代替案の比較や優先順位の設定の際には投機的リスクをも考慮して社会的便益を評価することが求められる。

したがって本章において、社会資本整備におけるリスクとは、目標の達成を阻害し、結果として社会的損失を発生させるような変動要因(純粹リスク)を主にリスクとする。ただし、事業評価の際には投機的リスクをもリスクとするものとする。社会資本整備におけるリスクマネジメントとは、それらのリスクを適切に処理し、効率的に使命・目標を達成するためのツールと考える。

(2) 真の不確実性とリスク

リスクの概念はさまざまな捉え方をされており、測定可能(確率的処理可能)か、測定不可能(確率的処理不可能)かによってリスクを不確実性と区別する考え方があるが、実際上こうした区別を明確に行える場合はまれであると考えられる。また、測定不可能な不確実な事象であっても主観的な測定が可能である場合がほとんどであると考えられることから、社会資本整備におけるリスクでは特にそれらを区別せずに広く捉えることとする。

2. 社会資本整備におけるリスク

それでは、社会資本整備においてはどのようなリスクが存在し、それらのリスクが顕在化した場合にはどのような影響が生じるのであろうか？

ここでは(1)道路事業、(2)ダム事業のプロセスとその各プロセスにおけるリスクの整理を行う。また、近年社会資本整備における新手法として注目されており、事業におけるリスクの分担が重要とされる(3)PFI(Private Finance Initiative)事業におけるリスクについて述べる。なお、ここで示すリスクは、各事業における主なリスクであり、すべてのリスクを示しているわけではないことに留意されたい。

(1) 道路事業

一般的に、道路事業のプロセスは、計画・調査段階、事業実施段階、運営段階に分けることができ、そのリスクは、各段階に共通するリスク、計画・調査段階におけるリスク、事業実施段階におけるリスク、運営段階におけるリスクに整理することができる。図9はそれらを示したものである。以下において、それらのリスクについて簡単に説明を行う。

各段階に共通するリスク

1) 自然災害等の不可抗力のリスク

自然災害等の不可抗力のリスクとは、地震、洪水、台風等の自然災害により、計画・調査段階において計画や設計の変更や再調査の必要が生じる、または事業実施段階や運営段階において施設の損傷が生じ、費用やスケジュール等に悪影響を及ぼすリスクである。

2) 制度変更によるリスク

制度変更のリスクとは、事業に関連する法令の変更や制度の変更等により、計画・設計、事業実施、運営段階における変更・中断等により費用やスケジュール等に悪影響を及ぼすリスクである。

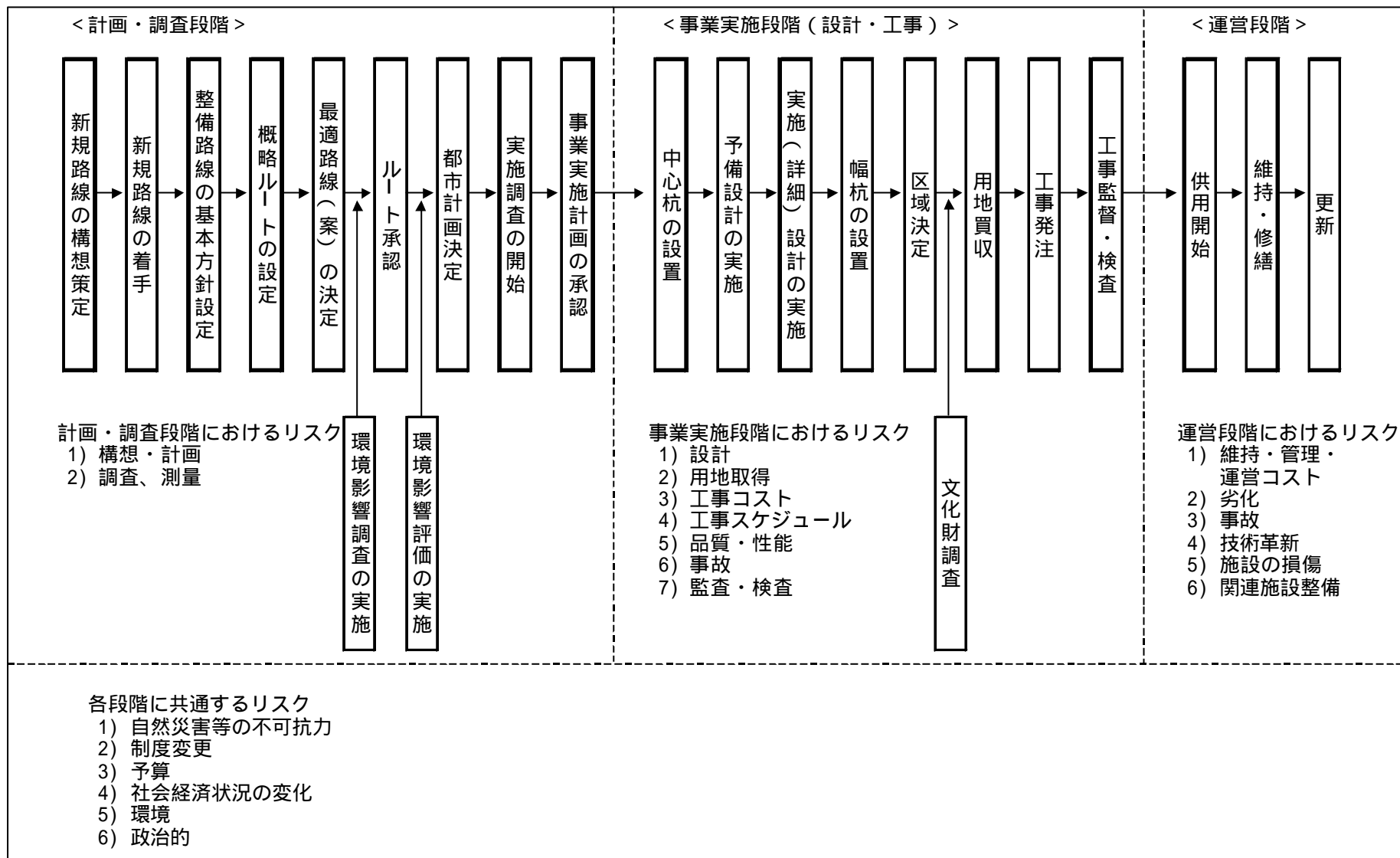


図9 道路事業のプロセスとリンクの事例

3) 予算のリスク

予算のリスクとは、事業に要する予算を得ることができないリスクである。これは経済状況等にも左右されるが、これにより計画の変更、中断、中止を余儀なくされ、費用やスケジュールに悪影響を与えるリスクである。

4) 社会経済状況の変化のリスク

社会経済状況のリスクとは、物価や金利上昇等の経済状況の変化により事業コストが上昇する、または社会情勢や景気等の変化により道路の必要性が低減し、計画の変更・中断等が生じて費用やスケジュール等に悪影響を及ぼす、もしくは既に着工している事業の中止により埋没費用が発生する、さらに既に道路が供用されている場合には、実際の交通量が当初の想定を下回り、結果として社会的損失(無駄)が発生する等のリスクである。

5) 自然環境リスク

自然環境リスクとは、事業の実施により自然環境が破壊され、騒音、振動、大気汚染等の公害が発生するなどの環境問題を生じるリスクである。このリスクが生じることによって、環境破壊という社会的損失を生じ、場合によっては住民訴訟により損害賠償を求められる。

6) 政治的リスク

政治的リスクとは、政権交代や、政治的判断等の政治的要因により事業の変更、中断・中止などが生じ、費用やスケジュールに悪影響を与えるリスクである。

計画・調査段階におけるリスク

1) 構想・計画のリスク

道路事業においては、都市の人口予測や交通量予測等に基づき事業構想・計画を策定する。構想・計画のリスクとは、その当初の構想・計画から実際の人口や交通量などが乖離し、後に結果として社会的損失(無駄)が発生する等のリスクである。

2) 調査・測量のリスク

調査・測量のリスクとは、地形、地質調査等のミスや不足により、後の事業実施段階において、事業の設計や工法の変更の必要が生じ、費用やスケジュールに悪影響を与えるリスクである。

事業実施段階におけるリスク

1) 設計のリスク

設計のリスクとは、事前調査の不備や設計ミスによって後の事業実施段階において、事業の設計や工法の変更の必要が生じ、費用やスケジュールに悪影響を与えるリスクである。

2) 用地取得のリスク

用地取得のリスクとは、事業用地の取得が円滑に進まず、用地確保が遅延する、もしくは用地変更による計画・設計等の変更が生じ、費用やスケジュールに悪影響を与えるリスクである。

3) 工事コストのリスク

工事コストのリスクとは、様々なリスクの顕在化により、工事に係るコストが当初の計画を上回ってしまうリスクである。

4) 工事スケジュールのリスク

工事スケジュールのリスクとは、様々なリスクが顕在化した結果、当初の計画より工事

のスケジュールが遅延するリスクである。これにより、サービスの提供(道路の供用)開始時期が遅れる等の社会的損失を発生させることとなる。

5)品質・性能のリスク

品質・性能のリスクとは、工事により完成した道路の品質・性能が、計画や設計の仕様を満たしておらず、再改修の必要が生じ、費用やスケジュールに悪影響を与えるリスクである。

6)事故のリスク

事故のリスクとは、工事中に事故が発生し、費用やスケジュールに悪影響を与えるリスクである。

7)監査・検査のリスク

監査・検査のリスクとは、道路完成時にその道路が計画や設計の仕様を満たしているか否かを監査・検査するが、その際に監査・検査ミスを犯し、仕様不適合な点を見逃してしまうリスクである。これにより、後の運営段階において事故が発生する、もしくは劣化が早まってしまう等のリスクが生じ、費用やスケジュールに悪影響を与えてしまう。

運営段階におけるリスク

1)維持管理・運営コストのリスク

維持管理・運営コストのリスクとは、物価の上昇、施設の損傷、もしくは実際の交通量が当初の想定を上回り劣化が進む等により、維持管理・運営コストが当初の想定を上回ってしまうリスクである。

2)劣化のリスク

劣化のリスクとは、道路の性能仕様の不適合や交通量が当初の想定を上回る等により、当初の想定より劣化が早く進み、維持管理・運営コストが上昇するリスクである。

3)事故のリスク

運営段階における事故のリスクとは、性能及び運営の瑕疵等により、自動車事故等が発生して施設が損傷し、公共サービスの中断やコストに悪影響を与えるリスクである。

4)技術革新のリスク

技術革新のリスクとは、事業計画当初では想定していない技術革新により、実際の事業で採用した技術が陳腐化し、既存施設の効率性や安全性等が劣るため新しい技術を採用した施設の整備に追加投資が必要となるリスクである。

5)施設の損傷のリスク

施設の損傷のリスクとは、事故、災害、そして性能や運営の瑕疵により、施設に損傷が生じ、公共サービスの中断やコストに悪影響を与えるリスクである。

6)関連施設整備のリスク

関連施設整備のリスクとは、当初想定していた道路周辺の開発や、道路のネットワーク整備の遅れ等により、当該道路の交通需要が低迷し、結果として社会的損失(無駄)が発生する等のリスクである。

(2)ダム事業

次にダム事業(治水を目的に含む)についてであるが、ダム事業のプロセスは、計画・調査段階、建設段階、維持管理段階に分けることができ、そのリスクは、各段階に共通するリスク、計画・調査段階におけるリスク、建設段階におけるリスク、維持管理段階におけるリス

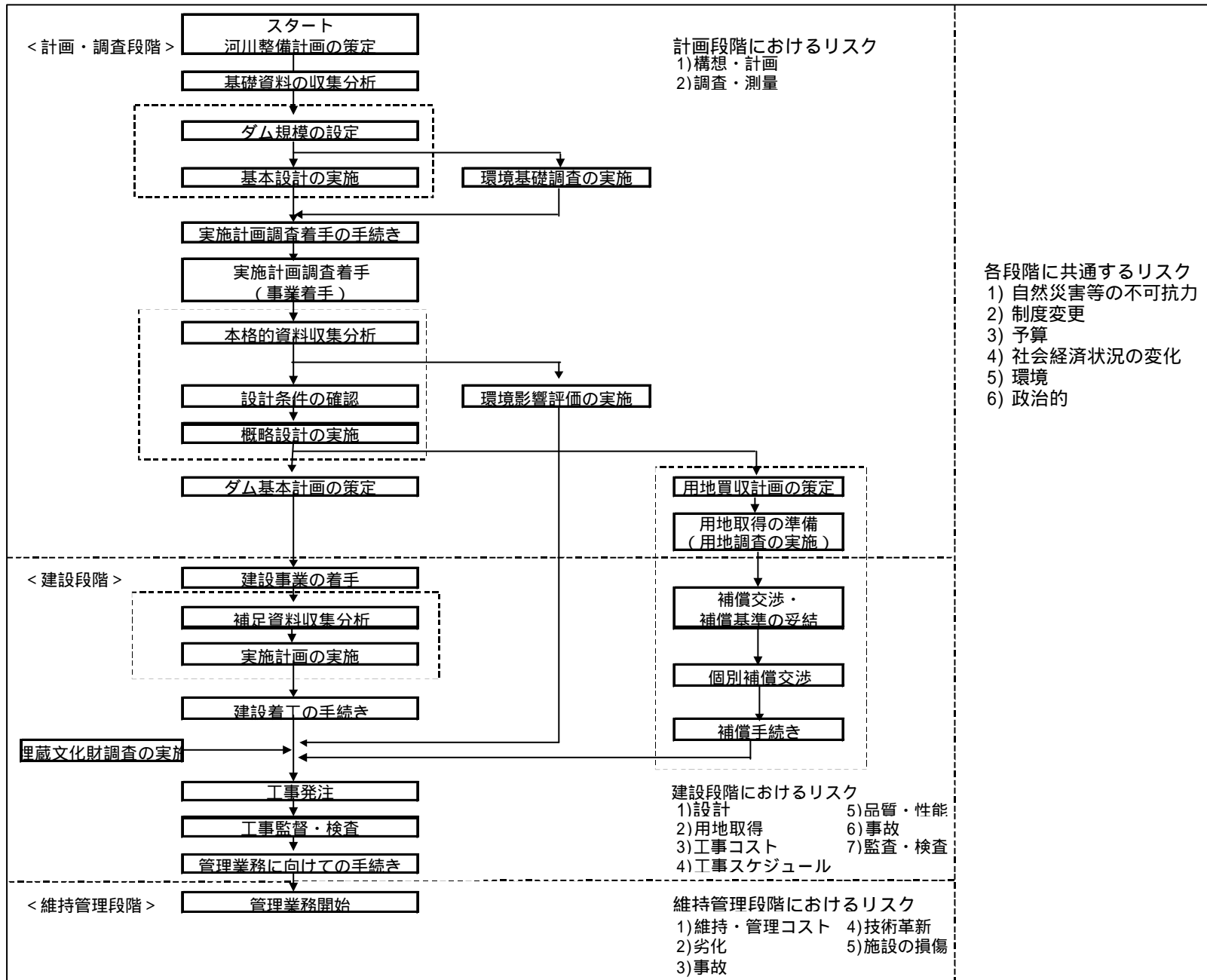


図10 ダム事業プロセスとリンクの事例

クに整理することができる。図 10 にしたがってそれらのリスクについて簡単に説明を行う。

各段階に共通するリスク

1)自然災害等の不可抗力のリスク

自然災害等の不可抗力のリスクとは、地震、洪水、台風等の自然災害により、ダムサイトの地形の変化等が生じ、計画や設計の変更や再調査の必要が生じる、または建設段階や維持管理段階において施設の損傷が生じ、復旧のため費用やスケジュール等に悪影響を及ぼすリスクである。

2)制度変更によるリスク

制度変更のリスクとは、事業に関連する法令の変更や制度の変更等により、計画・調査、建設、維持管理段階における変更・中断等により費用やスケジュール等に悪影響を及ぼすリスクである。

3)予算のリスク

予算のリスクとは、事業に要する予算を得ることができないリスクである。これは経済状況等にも左右されるが、これにより計画の変更、中断、中止を余儀なくされ、費用やスケジュールに悪影響を与えるリスクである。

4)社会経済状況の変化のリスク

ダム事業は、事業期間が長期にわたるため、事業期間中に物価や金利上昇等の経済状況の変化により事業コストが上昇する、また社会情勢の変化等により治水の必要性や水需要が低減し、ダム事業計画の変更、中断等が生じ、費用やスケジュール等に悪影響を及ぼす、もしくは事業が中止となり埋没費用が発生する、さらに既にダムが完成し運営されている場合には、結果として社会的損失発生する等のリスクである。

5)自然環境リスク

自然環境リスクとは、ダム事業の実施により自然環境に変化が生じ、動植物に悪影響を与える、もしくは水質の悪化が生じる、または魚の遡上の阻害などの問題を生じるリスクである。このリスクが生じることによって、自然環境破壊という社会的損失を生じ、場合によっては住民訴訟により損害賠償を求められる。

6)政治的リスク

政治的リスクとは、政権交代や、政治的判断等の政治的要因により事業の変更、中断・中止などが生じ、費用やスケジュールに悪影響を与えるリスクである。

計画・調査段階におけるリスク

1)構想・計画のリスク

ダム事業においては、水需要の予測や治水計画等に基づき事業構想・計画を策定する。構想・計画のリスクとは、その当初の構想・計画から実際の水需要などが乖離したり、治水の必要性が低減したりして後に結果として社会的損失が発生する等のリスクである。

2)調査・測定のリスク

調査・測定のリスクとは、地形、地質調査等のミスや不足により、後の建設段階において軟弱地盤が確認されるなど、事業の設計や工法の変更の必要が生じ、費用やスケジュールに悪影響を与えるリスクである。

建設段階におけるリスク

1)設計のリスク

設計のリスクとは、事前調査の不備や設計ミスによって後の建設段階において、事業の設計や工法の変更の必要が生じ、費用やスケジュールに悪影響を与えるリスクである。

2)用地取得のリスク

用地取得のリスクとは、ダム事業用地の取得が円滑に進まず、用地確保が遅延する、もしくは用地変更による計画・設計等の変更が生じ、費用やスケジュールに悪影響を与えるリスクである。

3)工事コストのリスク

工事コストのリスクとは、様々なリスクの顕在化により、工事に係るコストが当初の計画を上回ってしまうリスクである。

4)工事スケジュールのリスク

工事スケジュールのリスクとは、様々なリスクが顕在化した結果、当初の計画より工事のスケジュールが遅延するリスクである。これにより、ダムの運用開始時期が遅れる等の社会的損失を発生させることとなる。

5)品質・性能のリスク

品質・性能のリスクとは、工事により完成したダムの品質・性能が、計画や設計の仕様を満たしておらず、再改修の必要が生じ、費用やスケジュールに悪影響を与えるリスクである。

6)事故のリスク

事故のリスクとは、工事中に事故が発生し、費用やスケジュールに悪影響を与えるリスクである。

7)監査・検査のリスク

監査・検査のリスクとは、ダム完成時にそのダムが計画や設計の仕様を満たしているか否かを監査・検査するが、その際に監査・検査ミスを犯し、仕様不適合な点を見逃してしまうリスクである。その結果、後の維持管理段階における事故の発生や、劣化が早まる等のリスクが生じ、費用やスケジュールに悪影響を与えてしまう。

維持管理段階におけるリスク

1)維持管理・運営コストのリスク

維持管理・運営コストのリスクとは、物価の上昇、施設の損傷、もしくは想定を上回る劣化の進行等により、維持管理・運営コストが当初の想定を上回ってしまうリスクである。

2)劣化のリスク

劣化のリスクとは、ダムの性能仕様の不適合や自然環境(気温、湿度、天候等)の変化等により、当初の想定より劣化が早く進み、維持管理・運営コストが上昇するリスクである。

3)事故のリスク

維持管理段階における事故のリスクとは、性能の瑕疵や適切でないダムの排砂のような運営ミス等により事故が発生し、施設が損傷したり下流河道や海域等に悪影響を及ぼしたりするリスクである。

4)技術革新のリスク

技術革新のリスクとは、事業計画当初では想定していない、ダム施設におけるコンピュータなどの技術革新により、実際の事業で採用した技術(システム)が陳腐化し、既存施設の効率性や安全性等が劣るため新しい技術(システム)を採用した施設の整備に追加投資が

必要となるリスクである。

5)施設の損傷のリスク

施設の損傷のリスクとは、事故や災害の発生、または性能や運営の瑕疵により、施設に損傷が生じ、コストに悪影響を与えたり、利水者や下流住民等に悪影響を与えたりするリスクである。

(3)PFI事業

PFI(Private Finance Initiative)とは、公共施設等の建設、維持管理、運営等を民間の資金、経営能力及び技術的能力を活用して行う手法であり、わが国における新しい社会資本整備手法として注目されている。この手法では、選定事業において想定されるリスクをできる限り明確化した上でリスクを最もよく管理することができる者が当該リスクを分担することが重要とされる。「PFI事業におけるリスク分担等に関するガイドライン」(PFI推進委員会(2001))では、「協定等の締結の時点ではその影響を正確には想定できない事業期間中に発生する可能性のある事故、需要の変動、天災、物価上昇等の経済状況の変化等の不確実性のある事由によって、損失が発生する可能性をリスク」とし、リスク分担の検討に当たっては、公共施設等の管理者等と選定事業者の業務分担に基づき、以下の諸点に留意しつつ行うこととしている。さらに本ガイドラインでは、PFI事業におけるリスクの例を示しており、それらの例示を整理したものを表8及び9に示す。

リスクとその原因の把握

当該選定事業の実施に係るリスクとその原因をできる限り把握する。

リスクの評価

- 1)抽出したリスクが顕在化した場合の必要と見込まれる追加的支出のおおよその定量化が望ましい。
- 2)定量化が困難な場合には定性的に選定事業への影響の大きさの評価を行うことが望ましい。
- 3)また、経済的に合理的な手段で軽減又は除去できるリスクの有無の確認、当該軽減又は除去に係る費用を見積もることが望ましい。

リスクを分担する者

公共施設等の管理者等と選定事業者のいずれが、

- 1)リスクの顕在化をより小さな費用で防ぎ得る対応能力
- 2)リスク顕在化のおそれが高い場合に追加的支出を極力小さくし得る対応能力を有しているかを検討し、かつリスクが顕在化する場合のその責めに帰すべき事由の有無に応じて、リスクを分担する者を検討する。

3. 社会資本整備におけるリスクへの対処

上記2.において、道路事業、ダム事業等の社会資本整備における主なリスクについて簡単に示した。以上のような社会資本整備におけるリスクに対し、どのように対処していけばよいのだろうか？

表8 PFI事業におけるリスク(PFI事業におけるリスク分担に関するガイドライン(2001年1月)より作成)

段階	リスクの種類	内容	備考
各段階共通に関連するリスク	不可抗力	天災等の不可抗力事由によって、例えば調査段階における仮設物等の損傷、建設段階における工事目的物等の損傷、維持管理・運営段階における施設の損傷が生じ、調査・設計等、用地確保、建設の各段階の中断・遅延や各段階で必要となる費用の約定金額超過等	不可抗力とは、協定等の当事者の行為とは無関係に外部から生じる障害で通常必要と認められる注意や予防方法を尽くしてもなお防止し得ないもの
	物価、金利、為替レートの変動や税制の変更	物価、金利、為替レートの変動や税制の変更等による費用増や利益の減少等	
	施設等の設置基準、管理基準の変更等関連法令の変更等	当該施設の設置基準、管理基準等が変更されたことに伴う調査・設計等、用地確保、建設、維持管理・運営の各段階の中断・遅延や必要となる費用の約定金額の超過等	
	許認可の取得等	工事着手、運営の開始までに経ておくべき法令等に定められた手続きの完了の遅れ又はその更新の遅れ、手続きを経た結果による公共施設等の内容の変更、また工事の着手、運営開始までに経る地元関係者との交渉等の完了の遅れ、当該交渉等による公共施設等の内容の変更による、調査・設計等、用地確保、建設、維持管理・運営の各段階の中断・遅延や、各段階で必要となる費用の約定金額を超過等	
調査・設計に係るリスク	設計等(測量、地質調査、設計等)の完了の遅延	協定等で設計等の履行期間が定められている場合に、その履行期間内に設計等の成果物を完成させることができず完成が遅延する	
	設計等費用の約定金額の超過	協定等に設計等に係る金額が定められている場合に、設計等の成果物の完成に要する費用がその金額を超過する	
	設計等成果物の瑕疵	民間事業者の募集および選定の過程での現場説明等が不十分なため、設計等費用や工事費用が約定金額を超過する	
	環境影響評価に係る手続きによる遅延、設計等変更	設計物等の誤謬・脱漏によって、建設、維持管理・運営の各段階の遅延・中断や、必要となる費用が約定金額を超過する	
用地確保に係るリスク	用地確保の遅延	環境影響評価に係る手続き等、手続き期間が長く、その手続きの結果、公共施設等の内容に大きな変化が加えられる可能性のある手続きが事業実施上必要となり、設計の変更、確保すべき用地の変更等が事業実施に影響を与える	
	用地確保費用の約定金額の超過	用地確保の遅延、用地変更による設計等、建設、維持管理・運営の各段階の中断・遅延や、必要となる費用の約定金額超過	
建設に係るリスク	工事完成の遅延	事業者の不適切な工程管理等による遅延 公共施設等の管理者等の何らかの事由による設計変更等による遅延 当該公共施設等の管理者あるいはその他の者の事業に係る公共施設等に密接に関連する施設整備の遅れによる遅延 不可抗力(天災)等当事者の合理的な措置に関わらず避けられないものによる遅延	
	工事費用の約定金額の超過	工事工程の一定部分を短縮するために必要になる費用増 設計変更による工事材料等の変更による費用増 主要な建設資材費の上昇等に伴う費用増	
	工事に関連して第三者に及ぼす損害の賠償	工事の施工に伴う騒音、振動、地下水の断絶等による第三者に及ぼす損害の賠償	
	工事目的物の瑕疵	工事目的物の瑕疵によって、維持管理・運営の各段階の遅延・中断や、必要となる費用が約定金額を超過する	

表9 PFI事業におけるリスク(PFI事業におけるリスク分担に関するガイドライン(2001年1月)より作成) <つづき>

段階	リスクの種類	内容	備考
維持管理・運営に係るリスク	運営開始の遅延	前段階である調査・設計等、用地確保、建設の遅れによる運営開始の遅延	
		公共サービスの提供に必要な態勢整備の遅れによる運営開始の遅延	
		公共サービスの提供開始までに経ておくべき諸手続きの遅れによる運営開始の遅延	
	公共サービスの利用度の当初の想定との相違	社会経済状況の変化により、事業により提供される公共サービスの必要性が低減し、現実の利用度が当初の想定を下回る場合	
		同種のサービスが提供されることにより、事業により提供されるサービスの現実の利用度が当初の想定を下回る場合	
	維持管理・運営の中断	現実の保守点検等に要する回数、期間が当該公共施設等の性格から当初想定した回数、期間を上回る場合	
		公共サービスの提供に不可欠な原材料等の入手が困難となる場合	
		施設の損傷	
	施設の損傷	維持管理・運営に係る事故	
		施設等の設置基準、管理基準の変更等関連法令の変更等	
		施設の設置の隠れた瑕疵から生じる施設の損傷	
	維持管理・運営に係る事故	施設の管理の瑕疵から生じる施設の損傷	
		第三者の行為から生じる施設の損傷	
		施設の設置の瑕疵から生じる事故	
技術革新	施設等の管理の瑕疵から生じる事故		
	運営業務自体から生じる事故	自動車の運行による事故、公共サービスの利用者からの預かり品の毀損、紛失等	
修繕等に関連して第三者に及ぼす損害の賠償	当初時点で、一定期間後に公共施設等の整備等で採用した技術の陳腐化が想定され、技術代替、一部の施設・設備の変更費用について協定等で定めているものの、現実に必要な施設・整備等の変更費用が当初の想定を上回る場合		
	当初時点では想定しない技術革新により、公共施設等の整備等で採用した技術が陳腐化し、効率性、競争性を失った等のため、事業を継続するための新しい技術を採用した公共施設等の整備のための追加投資が必要となる場合		
修繕部分等の瑕疵	修繕部分の瑕疵による中断や、必要となる費用が当初想定を超過する場合		
維持管理費・運営費用の約定金額超過	物価、金利、為替レートの変動や税制の変更により維持管理・運営費用が当初の想定を上回る場合	サービス提供開始後、環境影響評価に係る手続きにおいて予測された環境への影響の内容および程度と異なる事実が発生し、公共施設等の修補に相当な費用が発生する可能性がある	
	公共サービスの利用が当初の想定を上回り、維持管理・運営費用が当初の想定を上回る場合		
事業終了段階でのリスク	修繕費用又は撤去・原状回復費用の当初想定との乖離	修繕費用又は撤去・原状回復費用が当初想定と乖離し費用増となる場合	

前述の第2章3.においては企業におけるリスクへの対処法であるリスクマネジメントの一般的なプロセスの概要について述べた。組織の存続や発展のために利潤拡大を図る企業と、国民の安全・安心の確保や生活の質の向上を図る等多様な目的をもつ行政とでは組織としての性質が大きく異なるが、リスクマネジメントが主にマイナスの影響を及ぼす純粹リスクをその対象としていること、社会資本整備におけるリスクが計画の評価を除けばほぼ純粹リスクとして捉えることができることから、一般的なリスクマネジメントの手法は、社会資本整備におけるリスクへの対処法としても有効であると考えられる。実際、武井(1987)や南方(1996)もリスクマネジメントを行う経済主体として公的組織を含めており、日本工業規格JISQ2001:2001においても規格対象として公的組織が含まれ、規格の適用が可能とされている。

したがってここでは、第2章3.(3)で述べたリスクマネジメントプロセスにしたがって社会資本整備におけるリスクマネジメントについて考察する。

(1)社会資本整備におけるリスクの認識・確認

社会資本整備においては上記2.で示したように、様々なリスクが存在する。しかしながら2.では事業における主なリスクを示すことにとどまり、全てのリスクを表しているわけではない。社会資本整備におけるリスクは、当然のことながら各事業によって異なり、また同じ事業でも時期や周囲の環境等によって異なってくる。社会資本整備におけるリスクを効果的にマネジメントしていくためにはまず、その社会資本整備事業における全てのリスクをチェックリスト、フローチャート、ブレインストーミング、そしてインタビューやアンケート方式等を用いて抽出し、認識・確認することが必要である。

(2)社会資本整備におけるリスクの分析・測定

(1)にて抽出されたリスクに対し、後の段階にてそれらリスクの重要性を判断し(優先順位付け)、適切な対処法を選択して効果的にマネジメントを行っていくためには、抽出したリスクの分析・測定を行う必要がある。

リスクの測定においては、リスクをできる限り定量的に把握することが望ましく、様々な尺度や手法が存在するが、現時点では技術的な限界もあり全てのリスクを正確に定量的に把握することは不可能である。定量化が不可能な場合は定性的に把握することとなる。

リスクの分析・測定においては、第5章にて述べるリアル・オプションの考え方のように、リスクを発生確率や影響の大きさだけで捉えるのではなく、その発生時期をも考慮して時間概念を組み込んでいくことが必要である。

(3)社会資本整備におけるリスクの評価(優先順位付け)

リスクの評価においては、分析・測定された個々のリスクの比較検討を行い、対応すべきリスクを明らかにして、対処すべきリスクの優先順位を決定する。

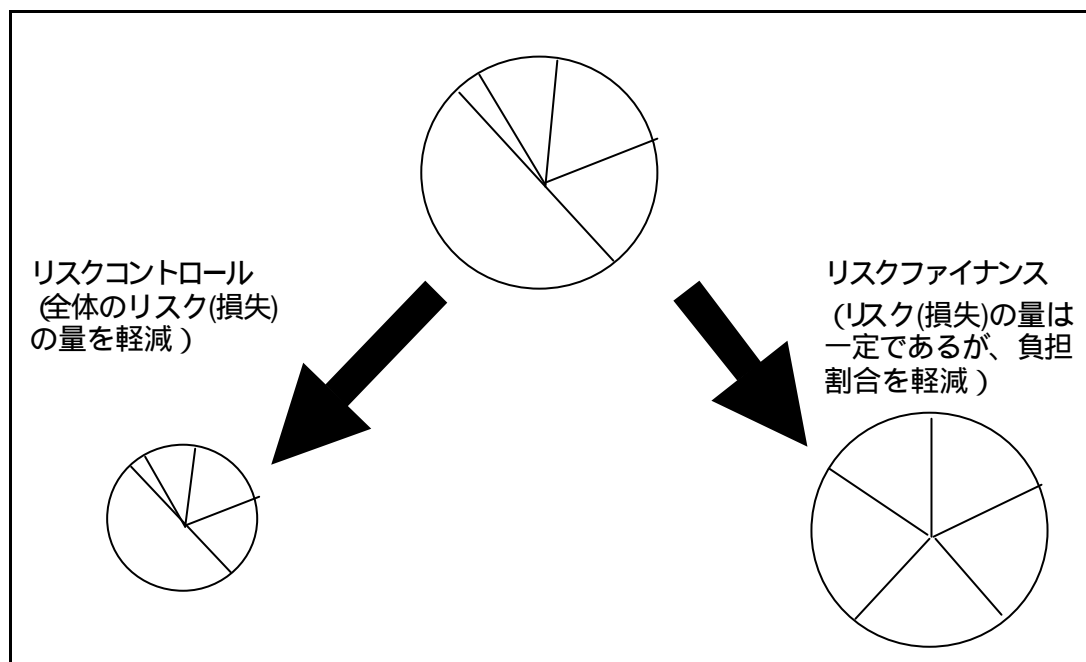
従来、社会資本整備においては、行政が最もリスク負担能力が高い経済主体であること等のため、過度にリスク回避的となるか、いくらコストが大きくなろうともリスクが顕在化しないように事業を行ってきており、リスクの大小とコストのバランスが考慮されてこなかった。しかしながら今後は財政制約等を背景に、限られた資源の中で効率的かつ効果的に社会資本整備を行っていくことが求められる。したがって社会資本整備におけるリスク対処においても、優先順位の高いものからコストとのバランスを考慮した上で、リスクマネジメントを行っていく必要がある。

これは行政の役割の変化を物語っており、今まで行政が負担してきたリスクの一部の負担を企業や国民に求めることを意味する。したがって行政はわかりやすくリスク情報を開示しながら、情報の非対称を可能なかぎり解消し、リスクコミュニケーションを促進し、合意形成を図っていくことが求められることになる。

(4)社会資本整備におけるリスクの処理

リスクの評価にて、対処すべきであると判断されたリスクに対しては何らかの処理策を施すことになる。リスク処理手段は一般的に、リスクコントロールとリスクファイナンスの2つのアプローチに整理できることは前述の第2章3.(3).にて述べた。

社会資本整備におけるリスクファイナンス手法としては、従来のようにリスクが顕在化した場合の損失を予算によってカバーするというリスクの保有も考えられるが、財政状況の悪化等から政府のリスク負担能力には限界あり、今後はリスクの移転を中心に検討していく必要があると思われる。リスクファイナンスにおけるリスクの移転に焦点をあてるならば、リスクコントロールとは、全体のリスク(損失)の量を軽減させるものであり、リスクファイナンス(移転)とは、全体のリスク(損失)の量は一定であるが、リスクの移転・分担により、リスク(損失)の負担割合を軽減させるものと解釈できる(図11)。



(土木学会 土木計画学研究委員会 災害リスクマネジメント研究小委員会(2000)より引用)

図11 リスクコントロールとリスクファイナンスの概念

従来社会資本整備において、認識され、対応が必要であるとされるリスクに対しては、リスクの大小とコストのバランスを考慮せずに過度にリスク回避的となるか、防止、軽減を中心に対応がなされてきたと思われる。また認知されないリスクについては、リスクが顕在化した場合の損失を予算によってカバーするという不認知による消極的保有がなされてきたと考えられる。

しかしながら、今後は可能な限りリスク情報を開示し、国民とのリスクコミュニケーションを図りながらリスクとコストのバランスを考慮した上で、最適なリスク処理手段を選択してい

くことが求められる。リスク処理手段としては、リスクコントロール(回避、防止、軽減、結合・分散)だけでなく、リスクの移転・分担を中心としたリスクファイナンスの手法をも選択の視野に入れ、総合的に判断していくことが望ましい。

(5)監視・報告、フィードバック

選択したリスク処理手段を実施した次には、リスクマネジメントプロセスにおける意思決定や実施状況、そして結果について監視を行い、採用した手法やプロセス、そして意思決定が適切なものであったかどうか、またリスクマネジメントのパフォーマンスや有効性の評価を行う、あるいは条件が変化した場合に他の処理方法を適用すべきかどうかについて検討を行う必要がある。そしてそれらの検討の結果を情報として蓄積し、その情報をもとにリスクマネジメントプロセスに関する是正・改善を図っていくことが求められる。

また、社会資本整備におけるリスクマネジメントにおいては、可能な範囲でリスク情報を開示し国民とのリスクコミュニケーションを図りながら意思決定を行っていくことが重要であるが、それに伴い、監視・報告の段階で得た情報は可能な限り国民に開示する必要がある。これにより行政だけでなく、国民のリスクに対する認識をも向上していくこととなる。

(6)その他

社会資本整備におけるリスクをより効果的にマネジメントしていくためには上記のプロセスを実施する前に、まず組織的なリスクマネジメント体制を整備し、リスクマネジメント方針を策定することが求められる。特に、社会資本整備の体系の中に、リスクマネジメントを組み込むことが重要である。

組織的なリスクマネジメント体制を整備することは個々の社会資本整備事業におけるリスクだけでなく、社会資本整備事業全体のリスク状況の把握を可能にし、それらのリスクの効果的かつ継続的なマネジメントを可能にする。

また、リスクマネジメント方針の策定によって、リスクマネジメントの目標が明確になり、各プロセスにおける意思決定の判断基準が与えられると同時に、職員のリスクやリスクマネジメントに対する認識を向上させることとなる。

第 5 章

社会資本整備へのリアル・オプションの適用

第5章 社会資本整備へのリアル・オプションの適用

1. はじめに

第4章において、社会資本整備のリスク/不確実性の存在、そのマネジメントの必要性について記述したところであるが、プロジェクトライフの長い社会資本整備において、効率的な投資を行うためには、プロジェクトライフ中に発生しうる不確実性を適正に評価して、事業に関する意思決定を行うことが必要である。特に、社会資本整備の時間管理として、着手、休止、再開、中止のそれぞれの段階で非常に重要である。

社会資本整備の着手、すなわち投資の決定は、その事業の必要性、有効性、効率性、実現可能性等を総合的に評価して決定される。これらの項目のうち、意思決定には効率性のウェイトが強く反映されることが多い。効率性の指標としては、費用便益比(B/C)または純便益(NPV)⁸がよく用いられている。社会資本整備の評価に関するマニュアル類が各社会資本の種別毎に作成されているが、効率性の判断基準として、B/Cがよく使われているが、これらの中に不確実性を考慮して数値の算出を行っているものはほとんどない。ただし、事業採択の要件として、例えば、B/Cを1よりも大きな数値(例えば1.5など)を条件としたり、社会的割引率を割増して運用している事例もある。これらは、事業採択の条件をクリアする方法として、より厳しい条件を課すことで、生ずる可能性のある好ましくない状態となっても一定の社会資本による行政サービスが得られるようにするものである。すなわち、最悪でも $B/C > 1.0$ となるようにすることである。これらの手法は、多くの場合、経験的に決定されることが多く、理論的根拠に乏しいのが現状である。

本章では、不確実性を考慮した事業評価手法として、金融分野でのオプション理論を適用したリアル・オプションについて、社会資本整備への適用に関して考察を行うものである。

なお、この章では、不確実性とリスクについては区別なく、予測または類推可能なものとして使用するものとする。また、ここで取り扱うリスクは、第2章の区分でいけば投機的リスクに相当する。

2. リアル・オプション

(1) 金融オプション

概要

リアル・オプションの議論に入る前に、そのもととなる金融オプションについて触れる。

近年、世界規模での金融市場・資本市場の自由化、情報技術(IT)の進展等により、金融市場・資本市場の様相は大きく変化しつつある。資本の効率的運用を目指して、マネーがグローバルに動き、市場ではさまざまな金融商品がつくりだされている。金融商品の中には、国債や銀行の定期預金のように確定金利かつ元本保証という低リスクでかつ利子率の小さい(低リターン)ものや、一部の金融派生商品(デリバティブ)のように高リスク・高リターンのもので幅広く存在する。低リスク低リターンの商品は、確実に収益は得られるものの、その額が非常に小さい。高リスク高リターンの商品は、大きな収益を得る可能性がある反面、大きな損失が発生するこ

⁸ Net Present Value の略。

⁹ 金融派生商品のことで、先物、スワップ、オプションなどの種類がある。毎日のように変動する市場の中で、資産の効率的運用、市場リスクのヘッジのために頻繁に使われている。現物の取引よりも、取引コストが安く、使い勝手等がよいことも拡大の要因である。

ともある。金融市場・資本市場では毎日のように変動しており、効率的な資本の運用を行うためには、各金融商品の有するリスクを適切に評価した上で、適切なポートフォリオを構築し、資本の運用計画を立てなければならない。金融・資本市場では、リスクマネジメントがその命運を分けると言ってもよい。

金融市場でのリスクをヘッジする一つの方法として、デリバティブの一つである金融オプション¹⁰がある。金融オプションとは、一般的に、将来のある時点で(またはある時点までに)、株式や金融資産などの原資産を売買する権利のことを言う。これには、買う権利(コール・オプション)、売る権利(プット・オプション)の2種類がある。コール・オプションは、理論上、株価が再現なく上昇する可能性があり、そのため収益に上限はないが、プット・オプションの場合、株価は0以下にはならないため、その収益に限界を持つという性質がある。金融オプションは、コール、プットを合成してさまざまなオプションを構築することができる。逆に、複雑なオプションをコール、プットに分解して考えることができる。図12にオプションの行使によるペイオフ(収益)を示す。なお、コール・オプション及びプット・オプションの売りの場合は図1のグラフは横軸に関して対称となる。

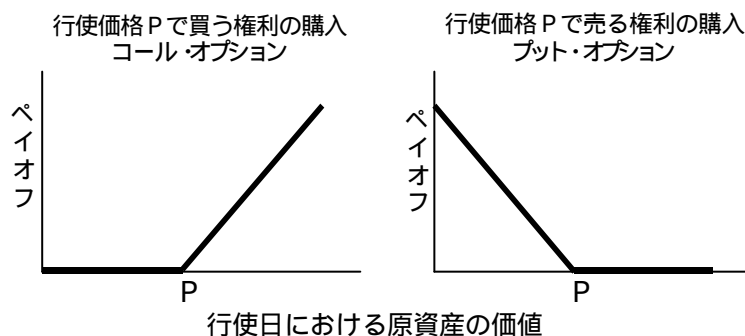


図12 オプションのペイオフ

オプションは、株式他の原資産を売買する「権利」であり、それを有する者が期限内、(または期限までに)自身にとって有利であれば、権利を行使し、不利になれば行使しない。すなわち、原資産の価格が変動し、原資産の買い(売り)で収益がプラスである場合は買い(売り)を行い、収益がマイナスになる場合には買い(売り)をせずそのままにして収益を0とする¹¹。金融オプションでは、投資の額、タイミング及び原資産価格の変動が大きなポイントである。オプションには価値があり、その権利を入手するには相手方にプレミアムを支払わなければならない。プレミアムは、売手にとってはオプション行使による期待支出額、買手にとっては期待収益額と等しくなる。

オプションは株式以外にも、外国為替、株式市場インデックス、金利をはじめ、トウモロコシ・麦のような穀物でも利用できる。オプションは、権利行使の期日が決まっているヨーロピアン・タイプ、権利行使の期限が設定され、それまでに権利を行使できるアメリカン・タイプの2種類に分けられる。

オプションの事例

¹⁰ 後述する「リアル・オプション」と区別するため、「金融オプション」と記す。

¹¹ 後述するように、金融オプションを入手するにはプレミアム(権利料、オプションの価値に相当)を支払うため、オプションを行使しない場合は、プレミアム分の損失が発生する。

コール・オプションの例として、次のようなケースが考えられる。

PさんはA社の株式を1ヶ月後に1,100円で購入するというコール・オプションを取得する。権利の行使時点で株式価格が1,100円以上であればPさんは権利を行使し、株式を取得する。株式の価格を X とすると、収益は $(X - 1,100)$ 円である。仮に1,100円未満であれば権利を行使せず株式は取得しない。すなわち収益は0円である。Pさんの収益 Y は、 $Y = \max(X - 1100, 0)$ で表される。

一方、プット・オプションについては、次のとおりである。今度はPさんが株式を所有しており、1ヶ月後に1,100円で売却するというプット・オプションを取得する。権利の行使時点で株式価格が1,100円未満であれば株式を売却し、1,100円以上であれば権利を行使しない。収益 Y は、 $Y = \max(1,100 - X, 0)$ で表される。

ブラック・ショールズ方程式(Black-Scholes Equation)

ブラック・ショールズ方程式は金融の分野では非常に有名な式である。1970年代に開発され、1973年にM.ショールズ及びR.C.マートンがノーベル経済学賞を受賞し、一躍脚光をあびた¹²。この方程式はそれまで経験と勘に頼っていた株式オプションのプレミアムの価格を理論的に算出するもので、特に、ヨーロピアン・オプションに適用される。

ヨーロピアン・オプションについてのブラック・ショールズ方程式(2)は式(1)の微分方程式を解いて求められる。

$$dX = rXdt + Xdz \quad (1)$$

$$V = N(d_1)A - N(d_2)Xe^{rT} \quad (2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(A/X) + (r + 0.5\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

V : オプションの現在価値	A : 株価の現在価値
X : 行使価格	r : リスクフリー・レート
T : 行使期日までの時間	σ : 株価のボラティリティ(変動幅)
dz : Wiener 過程(ブラウン運動)	

$N(d_1), N(d_2)$: d_1, d_2 での正規分布の値

なお、この方程式を解く条件は以下のとおりである。
 株価は幾何ブラウン運動¹³を行う。(式(1)の条件)
 無裁定理論¹⁴に従う。

¹² F.ブラックは既に死亡していたため、ノーベル経済学賞の受賞対象となっていない。

¹³ ブラウン運動とは、もともと流体中にある微小粒子が不規則なジグザグ運動をする現象であり、1827年にイギリスの植物学者 Robert Brown によって発見された。この動きは、微小粒子が流体分子と衝突することによる確率過程で表される。この確率過程の対数をとったものが幾何ブラウン運動である。

¹⁴ 市場が完全(情報がすべて開示されていて市場の出入りが自由な市場)かつ完備(取引の制限がなく、取引コストや税等の摩擦コストがなく、空売りを含めて任意のポジションをとることのできる市場)である場合、金融資産及び金融資産の価格はリスクなしで利益を確実に(いわば確率1で)生む機会(裁定機会)を排除するように相互に調整されるといえる。

マルチンゲール性¹⁵を有する。

この方程式の導出については、多数の文献¹⁶が出ているので、ここでは行わない。

ブラック・ショールズ方程式では、株価 A 、行使価格 X 、期間満了までの時間 T 、リスクフリー・レート r 、株式の収益の分散 σ^2 の5つの変数がある。これらの変数のうち、不確実性を表現するのは株式の収益の分散である。この方程式を解けば時刻 t におけるオプションのペイオフ(収益=プレミアム)を求めることができる。

(1)式は理想的な条件のもとで導き出された式であるが、金融オプションの性質を把握するとともに、その価値の近似値を算出するのに有用である。

ブラック・ショールズ方程式は、微分方程式の解としては、非常にきれいな形(陽形式)をしているが、実際のオプションではこのような式になることはまれで、陰形式のまま、繰り返し収束計算によって算出されることが普通である。

(2)リアル・オプション

概要

リアル・オプションは、金融オプションでの株式を実資産に置き換えたものであり、実資産の投資に関して、不確実性下での合理的な意志決定を行うことのできる代表的手法の一つである。ここでいう実資産としては、土地・建物の不動産、生産設備、製品、さらには研究・開発等も含まれる。

実資産に関する投資にも不確実性は多く存在する。むしろ、その不確実性は金融資産よりも多くかつ複雑であるかもしれない。土地、製品等も市場で取引され、金融資産と同様にさまざまな要因で変動する。リアル・オプションでは、金融オプションと同様に、実資産の価格またはそれに密接に関連する財等の価格の変動、投資の時期、投資額が大きなポイントとなる。

これまで投資の意思決定には、NPV法(現在価値法, Net Present Value Method)が用いられることが多く、現在でもなお広く用いられている。この手法は、後述するように、長期にわたり、製品価格等が大きく変動するような不確実性の大きな投資の場合、効率的な投資という意味では、適用に問題がある。金融工学の発展により、不確実性を考慮した効率的な意思決定を行う手法として、リアル・オプションがNPV法にかわり欧米では採用されてきている。

リアル・オプションを用いることのメリットは、NPV法では合理的に織り込めなかった不確実性を織り込むことで、収益の増加、または損失の減少を目指して合理的な意志決定ができるようになることである。リスクが適正に評価されなかったために、リスク回避的な態度で、低リスク低リターン「石橋をたたいて渡る」式の投資を採用するよりは、ある程度リスクをとって投資を行ったほうがより収益の増加が得られ、効率的な投資となる可能性が高い。

NPV法の問題点

NPV法のもっとも簡便なものは、プロジェクト期間中の総便益 B と総費用 C を算出し、純現在価値($NPV = B - C$)または費用便益比(B/C)によりその是非を判断するものである。

こと。この原理は「ノーフリーランチ(タダメシの機会はない)」と表現される。これを数学的に表現すれば、「市場が完全かつ完備のとき、資産番号0から $N+1$ 個の金融資産の間に裁定機会を許さないためには、他の資産価格を第0資産の価格で割った N 個の相対価格(価格比)が適当な確率測度のもとでマルチンゲールとなることが十分である。」

¹⁵ マルチンゲール性とは、裁定機会を排除する条件が資産の間の相対価格の予測不可能性のことである。すなわち、将来のどの時点の相対価格も平均的に見ると現在の相対的価値と同じになるということである。

¹⁶ 例えば、石村貞夫・石村園子(1999)、トーマス・ミコシュ(2000)など

まず、プロジェクト期間(0 ~ T年)のt年度(0 ≤ t ≤ T)の年便益 B_t 及び年費用 C_t を算出する。

次に各年度の B_t 、 C_t を、割引率 r を用いて現在価値化し、プロジェクト期間内で合計してそれぞれ総便益 B と総費用 C を算出する。なお、 r はプロジェクト期間中一定の値をとることとする。

$$B = \sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+r)^t} \quad C = \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

$$NPV = B - C \quad (3)$$

NPV法では、 $NPV \geq 0$ または $B/C \geq 1$ ならばプロジェクトを実行し、それ以外ならば実行しない、というのが判断基準である。

NPV法的前提条件のうち、リアル・オプション的前提条件と比較して大きく異なる点は以下の2つのものが掲げられる¹⁷。

可逆性

投資は可逆性を有する。市場環境が予想よりも悪化した場合、投資は中止でき、支出は取り戻すことができる。

投資の先送りなし

不可逆性を有するとすれば、その投資は、「いま行つか、もしくは二度とできないか」のタイプのもの。今、行わないと、今後、永久に行われない。

実資産への投資を考える場合、可逆性が成立するケースは少ない。例えば、工場を建設し、製品を生産していたが、市場環境が悪化したため、操業停止する場合、工場をもとの価格で売却し、当初の投資を回収できるかと言えばそうはならない可能性が極めて高い。時間の経過とともに、工場の資産価値は減少するとともに、工場自体を売却できない場合は除却費用¹⁸がかかることになる。

また、投資の先送りなしという前提であるが、特別な事情がない限り、投資の延期等は可能であり、数年延期することで収益が高まる可能性があれば、企業はそのほうを選択する。

さらに、NPV法の場合、将来の不確実性を織り込むためには、いくつかの方法があるが、技術的に困難な面がある。判断指標であるNPVまたは B/C の数値の基準を上げる方法($B/C \geq 1.5$ など)があるが、その数値をどの基準に設定すればよいかの決定には経験的な要素が強い。 B_t 、 C_t の双方の数値を予測するというのも一部行われているが、各年度の B_t 、 C_t の数値を予測技術の問題がある。また、NPV法的意思決定は、前述のとおり採択・不採択の2つだけである。

リアル・オプションでは、投資の不可逆性、投資の先送り可能を前提とし、より実際の投資決定に近い形としている。また、不確実性については、理論的に組み込まれているとともに、

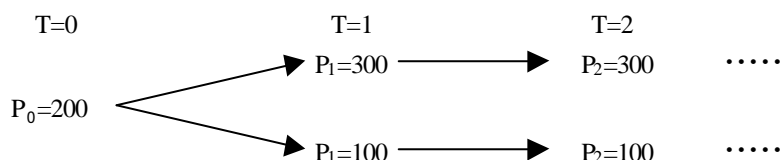
¹⁷ Dixit, A.K. and R.S. Pindyck (1995)

¹⁸ この除却費用のことを、埋没費用(sunk cost)とも言う。

意思決定の形として、原則的には採択・不採択の他に意思決定の延期が加わり、意思決定者の選択の幅が広がる。

さらに、NPV 法の大きな弱点として、投資の機会費用が挙げられる。不可逆的な投資を決定するということは、オプションを消失させ、投資額及びタイミング等を与える情報を得ることを放棄することである。不確実性下において、オプションには価値があり、これを放棄することは機会費用が発生することになる。NPV 法ではこの投資の機会費用を考慮することができない。これらのことを説明するために以下にごく簡単な事例を示す。

ある企業がある製品工場への投資を決定するかどうか検討している。この投資は不可逆性を有し、工場はその製品のみ製造することができ、製品を製造できなくなったら消失してしまうものとする。この工場は1年で完成し、その費用は1,600億円とする。簡単のため、年間に製品を1つのみ生産することとし、操業費用は0とする。現在、製品の価格は200億円で、次年度には、50%の確率で300億円に上昇し、50%の確率で100億円に下落し、その次の年からは製品価格は変化しないものとする。割引率を年間10%とする。



<純粋な NPV 法で計算した期待収益>

収益の期待値は、 $300 \times 0.5 + 100 \times 0.5 = 200$ (億円)であるため、

$$-1,600 + 200/(1+0.1)^1 = -1,600 + 2,200 = 600 \text{ (億円)}$$

<投資を1年待ち、価格が下落したら投資を行わない場合の期待収益>

- リアル・オプションの考え方の適用 -

$$0.5 \times (-1,600/(1+0.1)^1) + 300/(1+0.1)^1 = 773 \text{ (億円)}$$

Dixit, A.K. and R. S. Pindyck(1994)より

上記の結果より、1年待ったほうが収益は大きくなっている。すなわち、投資決定を1年待つことで投資に関する情報が得られ、その結果として機会費用が発生している。機会費用の分だけ、期待収益に差が生じている。この例では、2期間のみであるが、3期間、4期間……と拡張することができる。

さらに、NPV 法ではオプションの創出する価値について十分に反映できないという面もある。例えば、研究開発など、単体では非経済に見えるが、その技術をもとにさらに進んだ技術開発に発展したり、他用途で用いられ、それに基づくリターンが発生することがある。この価値については、NPV 法で評価を行うには、研究開発等に伴って発生する便益の価値及びその発生時期を明示せねばならず、困難が伴う。

金融オプションとの関係

前節で述べたとおり、リアル・オプションでは NPV 法と異なり、投資の不可逆性及び投資の先送りが前提となる。投資を金融オプションの権利行使とみれば、プロジェクトの投資を行うかどうかの意思決定は、金融オプションのコール・オプションに近いと考えられ、事業者は投資の実施・取りやめ・延期に関する意思決定を行う権利を有しているとする。事業者はその投資により確実にリターンがあるとすれば投資を行い、完全に得られないとすれば投資をとり

やめ、リターンに確実に得られることに大きな不確実性があれば投資を延期する。投資を行わなければ収益は0となる。投資を行うかどうかということ、株式を買うかどうかのコール・オプションの権利行使とし、プロジェクトに要する資本投資額を行使価格、プロジェクトとによって入手する営業資産の現在価値(プロジェクトの現在価値)を株価とすれば、実資産のプロジェクトの意志決定は金融コール・オプションと同様になる。ただし、実資産の投資では、コール・オプション取得のためのプレミアムに相当するものが存在しない場合が多い。(資金を借りている場合ね投資延期で利払いが生ずる可能性はある。)

プロジェクトの決定にかかわる要因と実資産への投資の要因を対比すると表 10 のようになる。

表10 コール・オプションと実資産投資の対称

金融資産 (オプション)	実資産への投資 (リアル・オプション)
株価	プロジェクトによって入手する営業資産の現在価値
行使価格	プロジェクトに要する資本投資額
期間終了までの時間	意志決定を延期できる時間の長さ
リスクフリー・レート	資金の時間的価値
株式の収益の分散	プロジェクト資産のリスク度

Luehman, T.A.(1998)より引用

実資産の場合、契約他の何らかの条件がなければ、投資を行う期日があらかじめ確定していることは少なく、ヨーロピアン・タイプよりは、アメリカン・タイプのほうが多い。これを解くためには、一般的に、ブラック・ショールズ方程式は用いることができず、簡単な場合はツリー図での解法をとることも可能であるが、複雑になれば電子計算機により数値計算を行うことになる。なお、何らかの事情で投資の時期が確定し、かつ扱う不確実性の要素が少ない場合、ヨーロピアン・オプションとみなせるので、ブラック・ショールズ方程式が適用できる場合もある。

表11 代表的なオプションの種類

オプションの種類	オプションの内容
タイミング・オプション Timing Options	投資を現在行うか、延期するかかどうかのオプション。投資待ちオプション(Waiting-to-Invest Options)とも言う。
成長オプション Growth Options	次期の投資を考慮して、初期投資そのものによるリターンを上回る価値(次期投資分)を創出するオプション。
柔軟性オプション Flexibility Options	社会経済情勢の変化を考慮して、複数パターン of 投資を柔軟に選択できることによるオプション。
撤退オプション Exit Options	投資を実施したが、市場や社会経済情勢から不利な状況になる可能性があることからプロジェクトから撤退するかかどうかのオプション。
学習オプション Learning Options	投資の初期段階で市場調査または投資の一部を実施(学習)し、本投資のための戦略を構築するオプション。
段階的オプション Staging Options	投資を一度に実施するのではなく、数段階に分けて投資を行い、各段階での投資結果により継続するかどうかを判断するオプション。

リアル・オプションの種類

これまで、投資時期決定に関するリアル・オプションを中心に考えてきたが、これはタイミング・オプションというリアル・オプションの一つである。オプションにはさまざまな種類があるが、その代表的なものを表 11 に掲げる。

リアル・オプションを用いたプロジェクト評価の代表的事例¹⁹

各オプションに関して、具体的事例を挙げると以下ようになる。タイミング・オプション、成長オプション、学習オプションについては、簡単な数値計算事例も記述する。

1) タイミング・オプション、撤退オプション

A社は製品Hの売上げが急増しており、工場を拡張すべきかどうかを検討していた。工場拡張には莫大な初期投資を要するし、そこまで製品Pの好調が持続するか確信がない。A社は、需要が堅調であるか否かを判断するのに必要な情報をさらに入手するまで設備投資を延期するというタイミング・オプションを持つ。一方、A社が製品Pを生産開始したのち、需要が急激に落ち込んだり、強力な競争相手の出現により、それ以上の損失を回避するため、操業中止するという撤退オプションを持つ。

<数値計算事例>

工場の投資額 $X=100$ 億円、意志決定期限 $T=5$ 年、プロジェクトの現在価値 $A=90$ 億円、プロジェクトの現在価値の年変動率 $=35\%$ 、年あたりの割引率 $r=8\%$ とする。プロジェクトの現在価値は幾何ブラウン運動をとることとし、工場は投資の意志決定後、1年で完成するものとする。ここでは、イベント・ツリー²⁰を用いて計算するものとする。

1年目での価値増加は $u \cdot e^{-r} \cdot e^{0.35} = 1.419$ 、価値の減少は $d \cdot e^{-r} \cdot e^{0.35} = 0.705$ となる。さらに、その生起確率を計算すると、増加の確率は、

$$p = (e^r \cdot d) / (u \cdot d) = (e^{0.08} \cdot 0.705) / (1.419 \cdot 0.705) = 0.4705 \quad (4)$$

となり、減少する確率は、 $1 - p = 0.5295$ となる。

したがって、1年目で取りうる数値は、増加した場合 $A \times u = 90 \times 1.419 = 127.72$ 億円と減少した場合 $A \times d = 90 \times 0.705 = 63.42$ 億円の2つとなる。さらに、2年目では、増加 増加、増加 減少、減少 増加、減少 減少の4パターンが考えられるが、増加 減少、減少 増加は同じ数値となるため、次の3つの数値 $A \times u \times u = 90 \times 1.419 \times 1.419 = 181.24$ 億円、 $A \times u \times d = 90 \times 1.419 \times 0.705 = 90.00$ 億円、 $A \times d \times d = 90 \times 0.705 \times 0.705 = 44.69$ 億円 をとりうる。これを5年

¹⁹ Amram, M. and N. Kulatilaka(1999)より一部修正して引用した。

²⁰ 幾何ブラウン運動を仮定すると、イベント・ツリー図を用いる場合、次期の増加、減少及び増加確率、減少確率は以下のように表される。t時点での原資産の価値 A 、増加比 u 、減少比 d 、増加率 p 、リスクフリー・レート r 、ボラティリティ σ とする。この時、次期の原資産の価値は増加時は Au 、減少時は Ad 、減少率は $1-p$ となる。次期の原資産

の期待価値と今期の原資産の価値の比は、リスクフリー・レートと等しくなることから、 $\frac{pAu + (1-p)Ad}{A} = e^r$

が成立する。次に、期待分散がボラティリティに等しくなることから、

$pu^2 + (1-p)d^2 - [pu + (1-p)d]^2 = \sigma^2 A^2$ が成立する。ここで、 $u = 1/d$ として、この2つの式を解くと、 $u = e^{\sigma} \cdot d = e^{\sigma} \cdot e^{-\sigma} ; p = (e^r \cdot d) / (u \cdot d)$ が求められる。

目まで計算すると図13のとおりとなる。

0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
90.00	127.72	181.24	257.19	364.97	517.91
	63.42	90.00	127.72	181.24	257.19
		44.69	63.42	90.00	127.72
			31.49	44.69	63.42
				22.19	31.49
					15.64

図13 イベント・ツリー (単位：億円)

5年目に100億円投資することから、5年目の数値から100億円差し引いたものが収益となる。ただし、5年目の価格が100億円を超えていれば、オプションを行使して収益を得るが、それ以下であれば、オプションを行使せず、収益はゼロとなる。t年目の原資産の価値を S_t として、5年目の資産価値で $\max(S_5-100, 0)$ を算出すると、上から、417.91、157.19、27.72、0.00、0.00、0.00となる。これらの数値は、5年目における収益の分布である。これらの数値を用いて、0年目に向けて、生起確率と割引率を用いて順次、逆算を行えば、最終的にオプションのプレミアム(すなわち現在価値)が得られる。例えば、4年目の最上段268.89は、5年目の417.91に発生確率 $p(=0.4705)$ を乗じたものと157.19に発生確率 $1-p(=0.5295)$ を乗じたものを加えて、1年遡ることにより割引率 $e^{0.04}$ で除したもの(幾何ブラウン運動のため指数となっている)により得られる。 $[417.91 \times p + 157.19 \times (1-p)]/e^{0.04} = 268.89$ 、同様に2番目は $[157.19 \times p + 27.72 \times (1-p)]/e^{0.04} = 85.16$ 、順に計算していくと、12.53、0.00、0.00となる。結果は図14のとおりとなる。

0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
35.25	63.76	104.91	164.88	268.89	417.91
	12.64	24.12	44.87	85.16	157.19
		2.56	5.66	12.53	27.72
			0.00	0.00	0.00
				0.00	0.00
					0.00

図14 オプション価値算出ツリー (単位：億円)

結局、0年目の35.25億円が投資を待つことのオプションの価値である。これは、5年目という意思決定期限の定まったヨーロピアン・タイプのコール・オプションの価値である。アメリカン・タイプのコール・オプションでは、期限までにオプションの権利行使が可能であるため、オプションの価値を求める際には、各段階では、生起確率と割引率を用いて合成した1期前の数値と、各セルでのオプション価値を比較し、その価値が高いほうの値をとることとなる。ただし、5年目の数値はヨーロピアン・オプションと同じである。4年目以前は、例えば、 S_4 の最上段の算出は、

$$\max(364.97-100, [417.91 \times p + 157.19 \times (1-p)]/e^{0.04}) = \max(264.97, 268.89) = 268.89$$

となる。以下も同様に算出できる。この例では、アメリカン・オプションとヨーロピアン・オプションともに等しくなっている。

プロジェクトの現在価値が90億円、投資費用の現在価値が100億円であり、NPV法では $B-C=90-100=-10 < 0$ となり採択されない。しかしながら、投資待ちのオプションの価値、すなわち不確実性を考慮した純現在価値 $B-C$ が35.25億円とプラスの数値で算出されていることから、この投資は不採択ではなく、投資延期、または採択となる。

なお、ここで取り扱っているオプションはヨーロピアン・オプションであることから、ブラック・ショールズの方程式が適用でき、ほぼ同じ結果が得られる。

2)成長オプション

B社は外部の販売網を通じて製品Rを販売する会社で、巨大な中国市場への進出について検討していた。現地に生産拠点と販売組織を構築するには巨大な投資を要するが、この投資を行えば、既存の流通経路を通じて全商品を販売する機会を得る可能性がある。初期投資の決定をする場合に、初期分のみで判断するのではなく、初期投資をベースにして得られる次期投資による収益(成長オプション)も加味して判断する。

<数値計算事例>

ある会社は製品製造事業を開始するのに40億円、製品生産するのにさらに120億円要する。製品製造施設は2ヶ年かけて整備される。この製品の業界は、競争相手となる企業が乱立し、生き残りには新製品の開発が必要とされている。しかしながら、新製品には大きな不確実性が伴っている。2ヶ年間の製品の売上を年間60億円と予想し、売上が同程度の企業での売上対価値の平均値が3.66であることから、この会社の価値を60億円×3.66=220億円と計算する²¹。同種の企業の価値は年変動率が40%とし、市場の年変動率リスクを20%、市場リスクプレミアムを8%とする。以上より、この企業のリスクプレミアムは $40 \times 8/20 = 16\%$ となり、リスクフリーの利率を5%とすると、これを加えて、リスク調整済の年割引率を21%となる。2年後の投資に関するオプションは、この企業の価値に関するヨーロピアンコール・オプションと同じとなる。また、これは、2年にわたり、製造し、その収益でもって企業の成長を維持するという成長オプションである。そこで、ブラック・ショールズ方程式(1)において、企業の現在価値 $A=144.6$ 億円($220 \times e^{-2 \times 0.21}$)、投資額 $X=120$ 億円、企業の価値の変動率 $\sigma=40\%$ 、リスク・フリー利率 $r=5\%$ 、行使期日 $T=2$ 年と置くと、この2年後の投資に関するオプションの価値は $V=49.6$ 億円となる。企業は当初に40億円投資しており、それを現在価値に換算すると38.3億円となる²²。この企業の成長オプションを考慮した最終的に企業の価値は、 $49.6+38.3=87.9$ 億円となる。

3)柔軟性オプション

C社は新製品を開発し、その需要は未知数であるが主たる市場はアメリカとヨーロッパであると予測している。従来の分析方法では一つの工場に集約したほうが低コストであると結論づけられるが、アメリカ・ヨーロッパのそれぞれに工場を設置し、需要、為替レート、生産コスト等の変化に応じて柔軟に判断し、どちらか片方または両方で効率的に生産を行う。

4)学習オプション

D社はある製品Qを開発しようと考えている。製品Qは他に競争相手はなく、需要があると思われるがどの程度あるか不確実性が大きい。そこで、製品Qの試供品を作成し、消費者にモニターして、その結果を見て本格的に着手するかどうか決定することになっている。すなわち、

²¹ 売上及び他企業の売上対価値の数値は外生的に与えられるものとする。

²² この現在価値を算出するにあたり、初期の40億円の投資を2年間にわたる四半期毎の5億円の投資に置き換えて現在価値を算出している。算定式は $5 \times e^{-0.05 \times 0} + 5 \times e^{-0.05 \times 0.25} + \dots + 5 \times e^{-0.05 \times 1.75} = 38.3$ 億円である。

試供品でモニターを用いてモニターする学習オプションを有している。

<学習オプションの事例 - 石油探査 ->

学習オプションの典型的な事例は石油探査である。石油探査は、探査開始から産出開始までの時間が6~15年の長期間かかること、探査及び開発には多額の費用がかかること、探査が産出につながる確率は10%程度と言われていること等非常に難しい事業である。探査前に情報は少なく、探査を開始すべきかどうか、開始する場合、どのような投資戦略をとるのかが大きな課題である。ここでは、土地の権原を取得して探査を開始し、地価は将来発生するかもしれない石油による収益の現在価値で構成されているものとする²³。すなわち地価を原資産とする。

石油の探査は、石油埋蔵の有無を調査し、有の場合はその量について不確実性を軽減する学習オプションと考えることができ、探査及び開発の不確実性を少なくするための情報を入手するものである。ここでの学習オプションは、情報の価値を評価していることになる。

この投資における不確実性としては、地理学的不確実性(地下埋蔵量、成功の機会、石油採掘の可能性)、さらに石油の市場価格の不確実性がある。前者は石油探査固有のプライベート・リスクであり、後者はマーケット・リスクである。探査開始前に取られる戦略は、投資延期、開発、人工地震²⁴、ドリル²⁵、の4つである²⁶。これらの戦略のうち、及びが選択された場合は、繰り返し同様な戦略の選択を行い、設定された期限(土地貸与の期限など)で開発または撤退の決定を行う。となれば開発を開始する。廃棄は期限に判断されるので、段階的オプションではない。一般的に、探査コストは、人工地震<ドリルとなり、これは不確実性の減少の程度を同じ順序となる。

探査を開始すべきかどうか、さらに開始する場合、どの戦略を採用すべきかどうかについては、取得する地価に着目してリアル・オプションを適用する。算出された投資戦略毎の土地の現在価値と、取得する土地の地価の大小により判断することができる。ここで、考慮する不確実性としては、市場における石油価格、埋蔵量の規模及び採掘成功の可能性の3つが考えられる。石油探査は前述のように複数の調査段階を経るものもあり、これらをオプションとみなせば、一連の投資オプションを評価することとなる。

市場での石油価格のボラティリティはマーケット・リスクであり探査の進展とは無関係と思われるため一定とする²⁷が、埋蔵量及び採掘成功の可能性は、新たな問題が発生しない限り、調査を経る毎に減少してくるはずである。

<簡単な計算例>

探査は2期のみ実施でき、1期の調査で状況が悪ければ1期のみで事業を休止し、条件がよければ引き続き第2期に入るものとする。第2期終了後に事業の着手するかどうかの最終判断

²³ この場合、石油採掘が不可能となれば、土地の価格は急激に下がることが予想されるため、不可逆的投資とみなすことができる。

²⁴ 人工地震を発生させ、その地震波を観測することで地下の埋蔵量、位置を把握する。地層の状況によっては、ある程度埋蔵量等が把握でき、コストも比較的安くすむが、精度は低い。

²⁵ ドリルで地盤に穴を開け調査する方法。1地点に関してはかなりの情報が得られるが、複数地点をドリルで掘削するとすればかなりのコストになる。

²⁶ 人工地震により、概略をつかみ、その上で不明な箇所、詳細に調査すべき箇所にしぼってドリルで穴を開ける方法(人工地震+ドリル)も考えられるが、ここでは考慮しない。

²⁷ この石油採掘により、市場が大きな影響を受ける場合はその考慮が必要である。

を行うものとする。土地の現在価値 $A=100$ 億円、リスクフリーの利子率 $r=5\%$ 、石油価格の変動による土地の現在価値の1期あたりボラティリティ $\sigma=30\%$ 、土地購入額 $X=100$ 億円、人工地震の費用 $C_E=5$ 億円、ドリルの費用 $C_D=10$ 億円とする。さらに、表12のとおり、第1期、第2期の探査方法及びそれぞれの段階でのボラティリティを設定する。

表12 探査方法、探査方法によるボラティリティ

	探査方法		探査方法によるボラティリティ	
	第1期	第2期	第1期末	第2期末
シナリオ1	人工地震	人工地震	40%	30%
シナリオ2	人工地震	ドリル	40%	15%
シナリオ3	ドリル	人工地震	20%	15%
シナリオ4	ドリル	ドリル	20%	5%

石油価格の変動と探査方法によるボラティリティは相互に独立とし、半期毎に石油価格リスク、探査リスクの順で発生するものとする。

計算結果の概要を表13に示す。

表13 計算結果の概要

	結 果
シナリオ1	初期のオプション価値 9.00億円 調査着手 第1期末 探査(減少)+石油価格(減少)の場合 1期のみで中止
シナリオ2	初期のオプション価値 5.50億円 調査着手 第1期末 探査(減少)となる場合(石油価格関係なし) 1期のみで中止
シナリオ3	初期のオプション価値 1.03億円 調査着手 第1期末 探査(減少)+石油価格(減少)の場合 1期のみで中止
シナリオ4	初期のオプション価値 0.00億円 調査着手せず

計算過程の例として、シナリオ2について、表14及び図15~17に示す。他の3ケースも同様に計算される。

シナリオ2の条件での各種数値の設定は表14のとおりとなる。半期ごとに、探査方法及び石油価格における変動が現れるという仮定から変動率及び割引率は1期分の2分の1となっている。これをもとに、イベント・ツリー図を作成すると、図15のようになる。

まず、ここで第2期終了時に土地を100億円で購入するとして、第1期、第2期を通じた、初期のオプション価値を算出する。図16により、土地購入のオプション価値は17.14億円と算出された。次に、第2期初めにドリル投資を実施する場合の初期のオプション価値を算出する。これは、図5より第1期分を取り出し、第1期の最後にドリル10億円を投資した場合のオプション価値を算出する。その結果は、図17より10.50億円となる。最後に、人工地震の5億円を10.50億円から引いた残りの5.50億円がシナリオ2のオプション価値となる。この結果より調査着手となる。

表 1 4 シナリオ 2 における各種数値の設定

	石油価格	探査(人口地震)	探査(ドリル)
土地価格(原資産)	A=100億円		
土地購入金額(実行価格)	X=100億円		
リスク・フリー利率	r = 0.05		
変動率(1期当り)	$\sigma_0=0.30$	$\sigma_1=0.40$	$\sigma_2=0.15$
上昇比率(半期当り) $u=\exp(\sigma^2/2)$	$u_0=1.162$	$u_1=1.221$	$u_2=1.078$
下降比率(半期当り) $d=1/u$	$d_0=0.861$	$d_1=0.819$	$d_2=0.928$
上昇確率(半期当り) $p=(\exp(r/2)-d)/(u-d)$	$p_0=0.547$	$p_1=0.513$	$p_2=0.650$
下降確率(半期当り) $q=1-p$	$q_0=0.453$	$q_1=0.487$	$q_2=0.350$

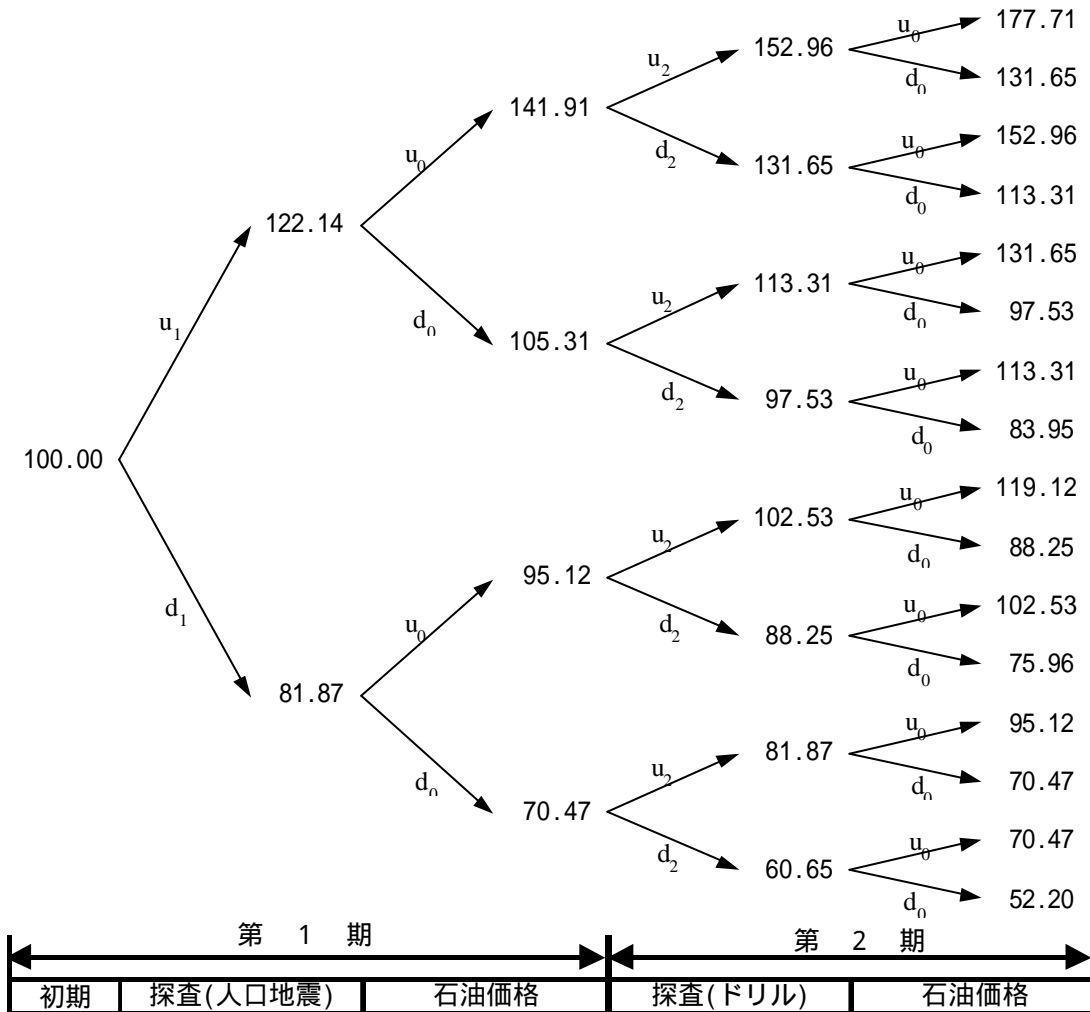


図 1 5 イベント・ツリー図(シナリオ 2)

また、第 1 期で人工地震探査により土地の価格が購入する場合、図 17 より価値が 0 になっている。これは、人工地震探査により価値が下がった場合は、第 1 期で調査中止となることを示す。この例では、第 1 期終了後の開発を想定していなかったが、第 1 期末時点で、開発する際のオプション価値と調査継続のオプション価値を比較して、開発するほうが十分高ければ、開発という選択肢もある。

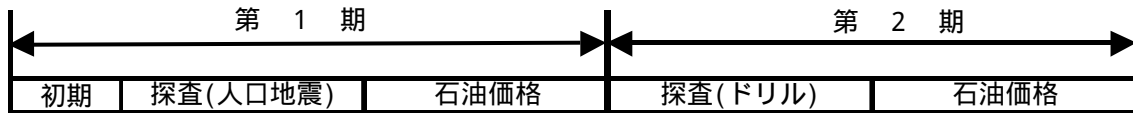
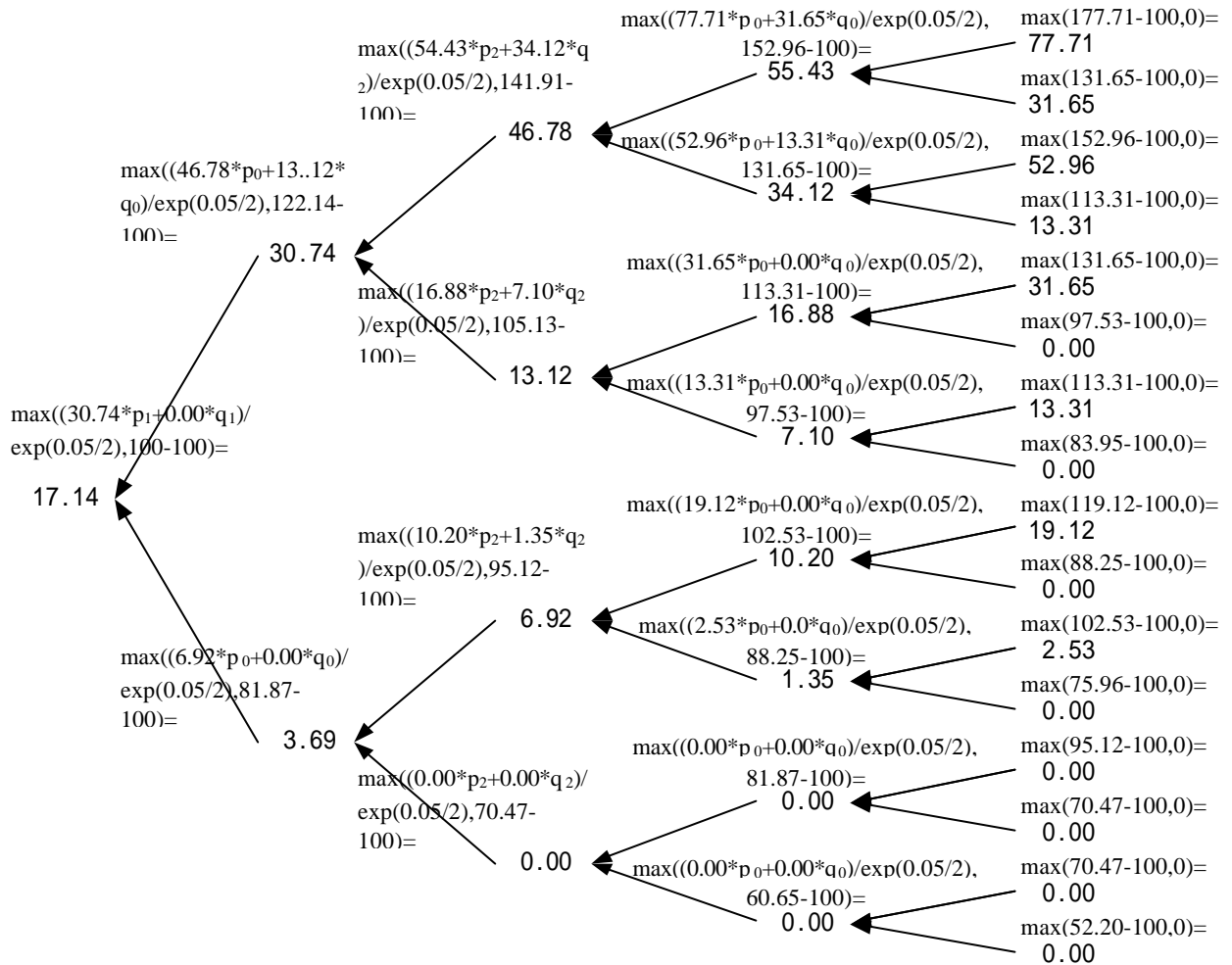


図16 第2期末の開発のオプション価値(シナリオ2)

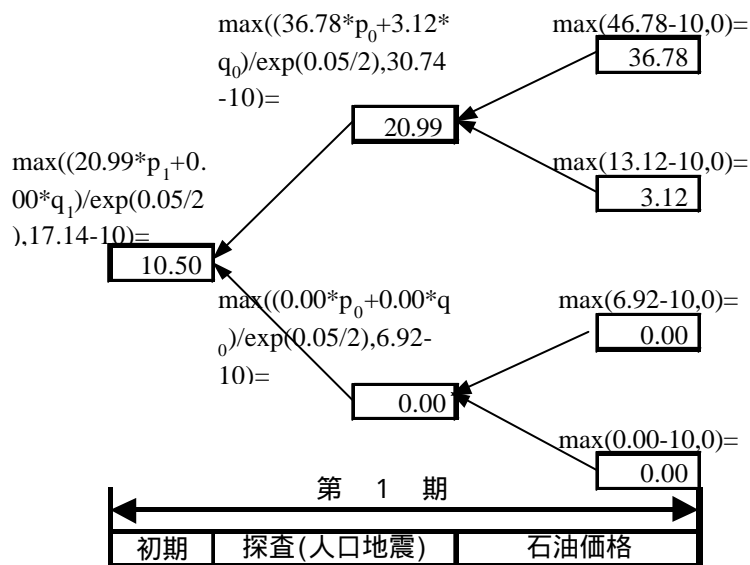


図17 シナリオ2のオプション価値

5) 段階的オプション

E社の新薬Sは、研究、技術開発、政府認可、販売の段階がある。E社は、研究、技術開発等それぞれの投資段階毎に評価を行い、事業の継続の可否を決定することが可能となる段階的オプションを持つ。このオプションは、各段階での情報収集による学習オプションと、各段階末での廃棄オプションの連続と捉えることもできる。

リアル・オプションの4ステップ²⁸

リアル・オプションを用いた解法には、次の4段階がある。この段階に沿って、リアル・オプションを用いて、価値評価を行うことが望ましい。

割引キャッシュ・フロー法を用いて、変動なしの基本的なケースの現在価値を計算する。
初期段階で、変動を考慮しない場合の現在価値を、従来の割引キャッシュ・フロー法を用いて計算する。

イベント・ツリー図を使って不確実な要因をモデル化する。
時間とともに現在価値がどのように変化するかを把握する。変動は考慮しないため、その意味では と同じとなる。過去のデータや経営上の予測を用いて不確実性を予測する。

意思決定ツリー図をつくり、マネジメント上の柔軟性を確認し、統合する。
新しい情報に対して、変動を把握し、統合することで、イベント・ツリー図を用いて解析する。このイベント・ツリー図は意思決定ツリー図(オプション価値算出ツリー図)に変換される。不確実性(変動)はプロジェクトのリスクの性質を変え、それゆえに資本費用を変える。

リアル・オプション分析を実行する。
簡単な代数的手法や Excel シートを用いて総プロジェクトの価値評価を行う。リアル・オプション分析には、不確実性(変動)なしの現在価値にオプションの価値が加わったものである。不確実性が高く、経営上の柔軟性がある場合、オプション価値は非常に重要である。

リアル・オプションの限界

リアル・オプションにも当然、限界があり、調査研究を進めてその限界を少しでも解決していくとともに、同時にその限界を踏まえた利用を考えなければならない。以下にリアル・オプションの限界について記す。

1) モデル・リスク

リアル・オプションを用いて資産価格等を算出するためには、シミュレーションモデルを構築しなければならない。しかしながら、市場から得られる情報が不十分であると、モデルによって市場動向を正確に表現できない場合があり、モデルが示す解と市場の値とが乖離するモデル・リスクが発生することになる。このリスクは、長期間かつ変動幅の大きな投資の場合に大きくなる傾向がある。

²⁸ この節は Copeland, T. and V. Antikarov(2001)をもとに記述した。

2) データの制約

意志決定を行うにあたり、十分な価格やその変動に関するデータが得られない場合がある。特に、市場での取引が頻繁に行われていない場合はその傾向が強い。また、そもそも対象とする資産の価格に関する情報がなく、類似と思われるものを代替する場合もある。しかしながら、その代替が不完全、すなわち対象とする価格やその変動が異なれば、予測数値にバイアスが発生する。

3) 流動性の欠如

金融資産は市場で大量に取引されることが多いが、実資産の場合は薄商いのケースが多く、流動性の欠如が問題となる。売買高が低いと、1つの商いが価格にすぐに反映される。ちょうど土地市場と似た傾向を持つ。また、資産を売るというオプションを行使しようとする、売買高が少ないため、それ自体が価格の引き下げ要因となることもありうる。

4) プライベート・リスクの問題

リアル・オプションで扱うリスクには、マーケット・リスクとプライベート・リスクの2種類がある。マーケット・リスクは、価格等の市場で発生するリスクであり、一企業でコントロールできるものではない。一方、プライベート・リスクはある企業特有のリスクで、ある特定分野の実行力の欠如、事業者の判断能力等がある。双方のリスクともに、リアル・オプションの価値に影響を与える。プライベート・リスクは企業内でコントロール可能なものもある。事業者にとって、プライベート・リスクは情報を多く有するリスクであるため、この対応に力が注がれる傾向がある。しかしながら、マーケット・リスクも存在し、その影響も大きいと、プライベート・リスクを過大視することは危険なことである。

3. 社会資本整備への適用

(1) 社会資本整備における不確実性(リスク)考慮の必要性

社会資本は、構想、計画、建設、供用、更新(または廃棄)というサイクルでプロジェクトライフがかなり長い。社会資本の耐用年数には、大きく分けて、物理的な耐用年数と社会的耐用年数がある。物理的耐用年数では、機械系・電気系の設備では数年というものもあるが、道路の橋梁、トンネル、河川の堤防等50年以上に及ぶものもある。社会的耐用年数とは、社会的に要求される機能を提供できなくなることで寿命がきてしまうというものであり、その社会的耐用年数でもかなり長期間である²⁹。また、計画から社会資本の完成までに10年、20年と要するプロジェクトも多く、完成までに社会経済情勢、国民の価値観・ライフスタイル等が変わり、事業の必要性が大きく変化し、中には社会的な批判に晒されるものもある。

社会資本整備には、長期間を要し、その間、社会経済情勢の変化による社会的需要の変化、国民の価値観・ライフスタイルの変化、技術進歩等に関する不確実性がある。現在、道路、河川など各種社会資本整備事業で作成されている事業評価マニュアル類³⁰をみると、ほとんどのマニュアルがNPV法を採用し、不確実性については明示的に考慮されていない。不確実性は

²⁹ 例えば橋梁の耐用年数に関する調査には、西川・村越・上仙・福地・中嶋(1997)がある。また、各施設のライフサイクルコスト・維持更新技術等を検討した資料として、建設省(1996)がある。

³⁰ 社会資本整備の事業評価マニュアル類には、道路投資の評価に関する指針検討委員会(1998)、同(2000)、建設省河川局(2000)、(社)日本下水道協会(1998)等がある。なお、これらの中には実際の事業採択時に採用されていないものもある。

定量化に困難が伴うため、定性的な評価、判断の指標の一つであるB/Cについて1よりも大きな数値の採用、感度分析の実施等が行われ、どちらかと言えば経験的に決定される要素が強い。これまで明示的にリスクが考慮されなかった理由は、不確実性について評価が技術的に困難であったこと、事業の意思決定時にはリスク回避的態度(プロジェクトで確実に成果が上がる、または損失が発生しないようにする)をとる傾向が高いこと、リスクが顕在化してもそれをフォローできる体力または仕組みが存在したこと等が挙げられる。

社会資本整備で不確実性を考慮しなければどのようなことになるのか？ 計画論の観点からは、得ることのできる収益を得ることができない、または、避けられるべき損失を避けることができない、という機会費用が発生することになる。確実であるが、純便益が少ない手法(すなわち危機回避のため過剰な投資を行う場合)を採用することで、不確実性を考慮すればより大きな社会的便益が得られるという機会を逃すということになる。また、逆に、リスクの高すぎる投資(危機愛好の場合と危機無認知の場合がある)を行うと、大きな損失を被る可能性が非常に高くなる。不確実性を考慮した投資の結果、不幸な結果が生ずる可能性もないとは言えない。しかしながら、計画時点で不確実性を考慮して評価した結果、合理的に採択の意思決定ができれば、不幸な結果が生ずる可能性は低くできる。トータルで見れば、不確実性を考慮した評価を行ったほうが社会的便益は高くなり、効率性は高いと言える³¹。

今後、財政状況の厳しさ、高齢社会の進展による投資余力の減退、国民へのアカウントビリティの確保等の面から、効率的かつ効果的な社会資本整備が求められる。社会資本整備の実施により、大きな不公平が発生しない範囲で、社会的便益を最大化することが求められる。そのためには、危機回避、危機愛好の両極端ではなく、適度にリスクをとって、社会資本整備を行うことが望ましい。

(2)社会資本整備へのリアル・オプションの適用

社会資本整備にはさまざまな不確実性が存在し、不可逆性を有し、特別な場合を除いては、投資を延期することが可能な場合が多い。また、割引率は社会的割引率を採用することができる。

社会資本整備における原資産として何を採用するか。国・地方公共団体自体を価値評価することは難しいことから、プロジェクト単位を対象とし、プロジェクトによる社会的純便益の現在価値を原資産として考える。これにより、プロジェクトの経済的効率性の評価に用いることができる。

一方、社会資本は実資産と異なる面もある。実資産プロジェクトの場合、プロジェクトの価値は、その企業の株式評価額、市場価格を持つ製品やサービス等による将来収益の現在価値等で算出される。すなわち、市場で価格が形成されるものをベースに算出される。社会資本の場合は明確な市場がほとんど存在せず、その価値の算出が難しい。その理由として、社会資本の場合、その社会資本自体が“製品”であること、同じ社会資本でもその社会資本の影響が及ぶ地理的条件・社会経済的条件・大きさ・性能等にその効果に大きな違いが発生すること、実資産のように必ずしもすべての要因が金銭化できないこと等があげられる。各社会資本の評価のマニュアル類で見られるように、便益は社会的便益として計測されている。そこで、ここでは、実資産の価値に相当するものとして、社会資本整備の収益の現在価値を社会資本の価値と捉え、

³¹ 社会資本整備には不確実性が存在するとは言っても、国民に提供すべき最低限の公共サービスについては、公平性という観点からサービス提供しなければならない。この場合にはリアル・オプションの適用には議論の余地がある。

以下の考察を行うものとする。

社会資本整備も、実資産と同じように、事業者(国・地方公共団体等)による投資(事業着手等)の意思決定をオプションとみなすと、実資産と同様にリアル・オプションを適用することができると考えられる。これは表 11 におけるタイミング・オプションであるが、同様に成長オプション、学習オプション、撤退オプション、段階的オプションについても適用できる。表 15 に、表 10 に社会資本整備を加えたものを明示する。

表 15 社会資本整備とコール・オプション及び実資産投資の対応

金融資産 (オプション)	実資産への投資 (リアル・オプション)	社会資本整備 (リアル・オプション)
株価	プロジェクトによって入手する営業資産の現在価値	社会資本整備によって発生する社会的便益の現在価値
行使価格	プロジェクトに要する資本投資額	社会資本整備に要する費用
期間終了までの時間	意思決定を延期できる時間の長さ	意思決定を延期できる時間の長さ
リスクフリー・レート	資金の時間的価値	社会的割引率
株式の収益の分散	プロジェクト資産のリスク度	社会的便益のリスク度

Luehman, T.A.(1998)を修正

プロジェクトの進行につれて、社会情勢が変化するとともに、当初想定していた不確実性は減少するとともに、新たな不確実性が発生する可能性がある。そのため、長期にわたるプロジェクトの中間で、再評価を行うという姿勢が重要である。さらに、リアル・オプションでは、当然のことながら、すべての不確実性を評価することは難しい。意思決定には、重要な情報であるが、意志決定そのものではないことに留意が必要である。

(3)社会資本整備の着手、休止、再開、撤退³²

社会資本整備のプロジェクトライフの中で、事業者または管理者が意志決定を迫られる大きな局面が4つある。

事業着手前で、整備に着手すべきかどうか？

事業着手後で、休止すべきかどうか？

事業休止後に、再開すべきかどうか？

事業休止後に、撤退すべきかどうか？

なお、は事業実施では必ず生じうるが、については生ずるかどうかわからず、仮に生じたとしても1回のみである。については再評価の度に判断が入るが、については事業休止を行わなければ発生しない。、については数回起こりうる。

以上の4つは、表 11 のタイミング・オプション³³として取り扱うことができる。

ここでは、社会資本整備の～の各局面での判断において、効率性については社会的便益と費用の比(B/C)で決定されるものとする。

では、事業に着手すると、事業を延期し、有用な情報を得るというオプションを放棄することであり、判断基準としては、 $B/C > 1$ よりもオプションの機会費用分のみ高くなる。の判

³² この節は、Dixit, A.K. and R.S.Pindyck(1994)を参考にしている。

³³ 撤退オプションとしても扱うことができる。

断基準を $(B/C)_h$ 、リスク・フリー費用便益比を $(B/C)_0$ とすると、 $(B/C)_h > (B/C)_0$ となる。

では、事業を休止すると、将来、収益が発生するかもしれないというオプションを放棄することとなる。さらに、施設の維持管理費もかかることになる。したがって、の判断基準を $(B/C)_m$ とすると、オプションを放棄する分及び施設の維持管理費分低くなり、 $(B/C)_m < (B/C)_0 < (B/C)_h$ という関係が成立する。ただし、とで他の条件は変更がないものとする。

では、と同様に、有用な情報を得るといふオプションの放棄分、判断基準は高くなるが、再開にかかる費用がかかるため、その基準を $(B/C)_r$ とすると、 $(B/C)_m$ よりは大きくなるが、 $(B/C)_h$ よりは小さくなる。したがって、 $(B/C)_h > (B/C)_r > (B/C)_m$ となる。ただし、 $(B/C)_0$ との大小関係は一意にきまらない。

最後にでは、今後、再開して、収益を挙げるというオプションを放棄することで、機会費用が発生する。また、施設を廃棄することで、残存価値の発生または除却にともなう埋没費用が発生する。社会資本の場合、他の用途で用いられることは少なく、埋没費用のみが発生すると考えられる。この場合の判断基準を $(B/C)_s$ とすると、 $(B/C)_m$ と比較して収益を、休止し状況をみて再開し、収益を上げる可能性のオプションを放棄し、埋没費用の発生により、この2つの値の関係は、 $(B/C)_s < (B/C)_m$ となる。

以上の関係を整理すると、以下ようになる。

$$(B/C)_h > (B/C)_r > (B/C)_m > (B/C)_s$$

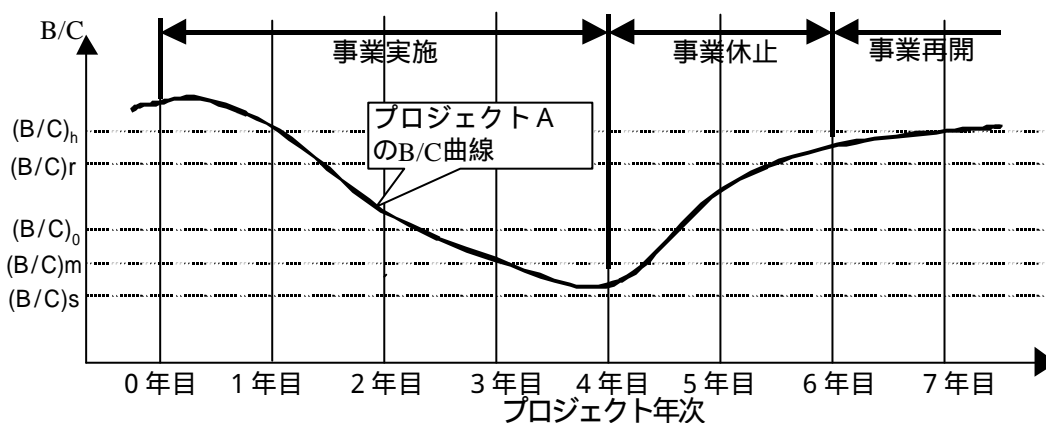


図18 プロジェクトの着手、休止、再開

着手(事前評価)、休止、再開、撤退(再評価または中間評価)の各判断は、その判断が必要とされる時点で、プロジェクトの価値(ここでは費用便益比)がその判断基準との大小とで判断することができる。

図18に、あるプロジェクトAのB/Cの曲線(イメージ)を示す。0年目には、 $(B/C)_h$ を超えているため事業に着手するが、4年目には $(B/C)_m$ を下回ったため、事業を一時休止する。その後、6年目には $(B/C)_r$ を超過して事業再開となる。4年目以降に $(B/C)_s$ を割った場合、事業は中止されることになる。

(4)リアル・オプションを適用する事例

社会資本整備でリアル・オプションを採用することが有利となる場面をオプション種別毎に考察する。なお、ここで示す事例はあくまで考え方を示すために用いた架空のもので、実際のものではないことに留意されたい。

タイミング・オプション - 治水事業による事例 -

治水経済調査マニュアル(案)³⁴によると、治水事業の便益は当該事業による被害軽減額で表れる。被害軽減額は、浸水による一般資産被害、営業資産被害、農林被害、公共土木施設被害等の積み上げにより算出される。費用は工事費(着手前の調査費及び用地費含む)及び維持管理費の積み上げである。便益に関しては、発生する浸水を一定と仮定すれば、資産価格、工場・商店の立地状況、土地利用の変化等の不確実性がある。費用に関しても、地価、資材・人件費、施工技術の動向等の不確実性が存在する。現在では NPV 法を用いて、総費用と総便益を算出し、 $B-C < 0$ であればその事業は採択されない。事業実施をタイミング・オプションと捉えると、 $B-C < 0$ であっても、事業延期にすることにより $B-C > 0$ となる可能性があれば、事業を単純に棄却するのではなく、意思決定を延期することになる。逆に、 $B-C > 0$ であっても、将来、 $B-C < 0$ となる可能性があれば採択されずに、延期となる可能性も併せ持つ。不確実性を考慮した場合、 $B-C$ の採択の基準は、オプションの価値分増加することとなる。すなわち、 $B-C$ の基準は正の値となる。なお、上記の議論は、 $B-C$ と 0 の間の符号問題と B/C と 1 より上か下かの問題と同値であり、どちらで議論しても同じとなる。

< 簡単な事例 >

A川では流下能力が低く、河川沿川で毎年のように浸水が発生している。A川の沿川では、現在は農地が多いが、市街化圧力が強く、近い将来、人口・資産の増加が予想されているが、これには不確実性がある。河川管理者はこの改修を即座に行うべきか、またはもう少し待つべきか検討を行っている。

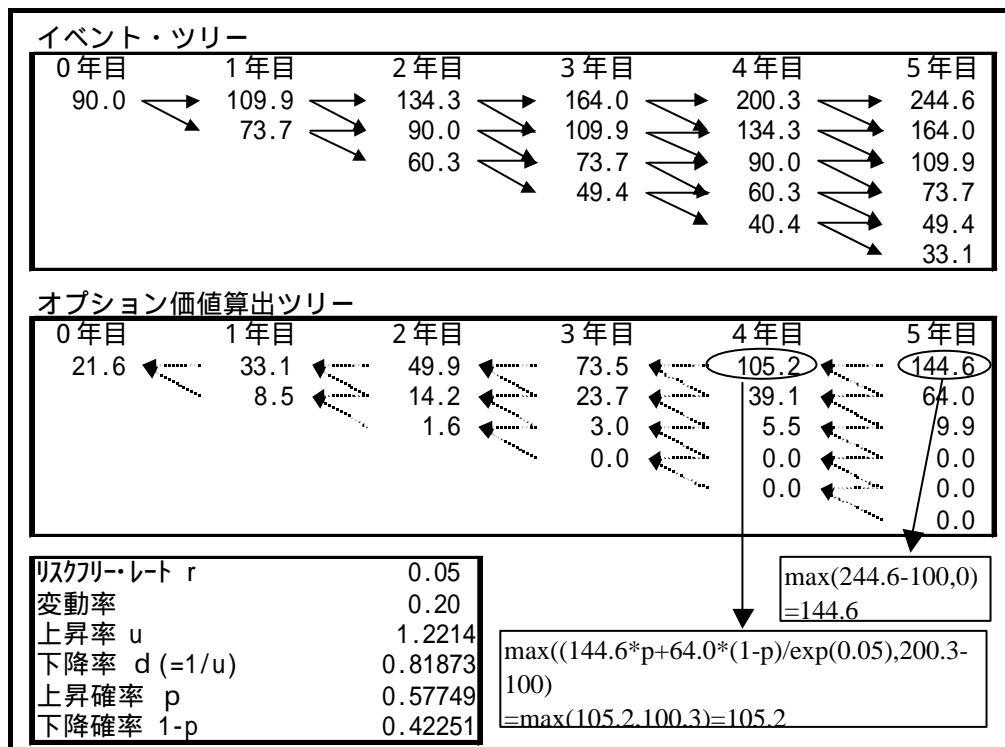


図 19 河川改修のオプション価値

³⁴ 建設省河川局(2000)

原資産を河川改修による便益の現在価値とする。事業実施の判断を今後5ヶ年以内に行い、毎年度実施すべきかどうか判断するものとする。リスクなしの便益の現在価値を90億円(幾何ブラウン運動に従うものとする)、河川改修費(リスクなし)の現在価値を100億円、現在価値の年あたりのボラティリティ(変動率)を20%とし、社会的割引率を5%³⁵とする。行使価格100億円、行使期限5年の簡単なアメリカンコール・オプションとして、この問題を解くことができる。図19より、オプション価値は21.6億円となる。

この結果、当初は $NPV=90-100=-10$ 億円で不採択となる事業が、21.6億円で正の価値が得られ、即座に不採択とならず、採択or採択延期となる。

タイミング・オプション - 橋梁の更新時期の決定 -

供用開始後、相当時間の経過した橋梁があり、改築(更新)の計画があるとする。毎年の維持管理費はかなり大きくなっており、年々変動しながら増加傾向にある。また、維持管理費に大きな影響を及ぼす交通量についても不確実性がある。さらに、橋梁更新の費用自体にも不確実性が存在する。これらの不確実性を考慮した最適な更新時期の決定にもリアル・オプションを用いることができる。更新を行うかどうかをオプションとし、交通量と維持管理費の変動及び更新費用の不確実性をもとに、もっとも効率的となる更新年が最適更新時期となる。

橋梁建設後25年が経過し、耐用年数の50年目までに更新すべきかどうか意思決定にリアル・オプションを用いる。

前提条件としては以下のとおりとする。

- ・ 交通量及び更新費の不確実性はなく、橋梁の老朽化にともなう維持管理費の変動のみを考える。
- ・ 橋梁の平均耐用年数を50年と仮定し、5年おきに更新を行うかどうかを判断する。
- ・ 更新後はメンテ難巢フリーの橋梁とし、維持管理費はかからない。
- ・ 橋梁の維持管理費は5年毎に20%ずつ増加していく。
- ・ 橋梁は50年定額法で償却し、50年目の残存価値は0とする。簡単のため、償却は5年毎に行われる。
- ・ 更新する橋梁の費用は更新される橋梁と同じものとする。ただし、現在価値とする。

算出方法は次のとおりとする。

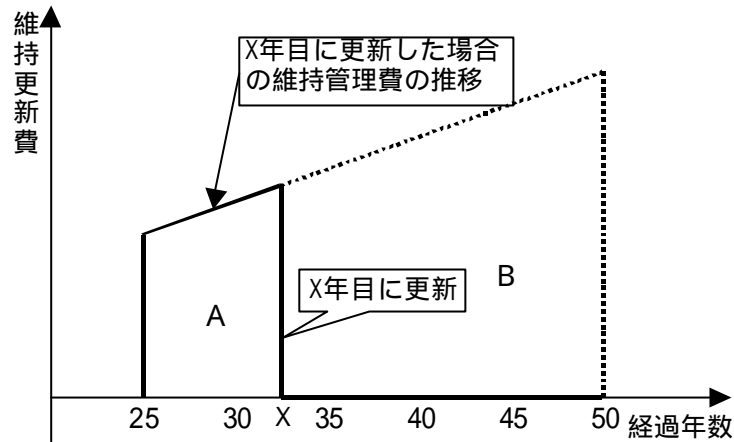
30年目、35年目、40年目、45年目のそれぞれに更新するとする4ケースについて算出する。すなわち、それぞれの年を行使期日とし、原資産は更新により節約できる維持管理費に毎年の減価償却費を差し引いたものの原資産とし、ヨーロッパアンコール・オプションと考える。

図20にイメージ図を示す。橋梁全体の事業費を100億円(償却費2億円/年)、25年目の維持管理費は3億円とする。30年目の維持管理費は3.6億円、35年目は4.2億円、50年目は6億円となる。コストは25年目以降の残存価値50億円+更新時以降の新設橋梁の償却費(50年目まで)とする。便益、すなわち原資産としては、耐用年数(50年目)まで更新しなかった場合の維持管理費合計から更新年までの維持管理費を控除したもの、すなわちBの値とする。Bの値は、幾何ブラウン運動を行うものとし、変動率(ボラティリティ)を10%/年、社会的割引率(リスクフ

³⁵ 水害のリスクプレミアムを考慮すると、割引率は社会的割引率にリスクプレミアムを加えた値となる。この事例ではリスクプレミアムは加えていない。

リー・レート)を5%/年とする。

40年目に更新する場合について計算する。更新時の費用は $50 + 2 \times (50 - 40) = 70$ 億円となる。



この費用は簡単のため更新時に一括して控除するものとする。更新による維持管理費軽減額は

図 2 0 橋梁の維持管理費のイメージ図

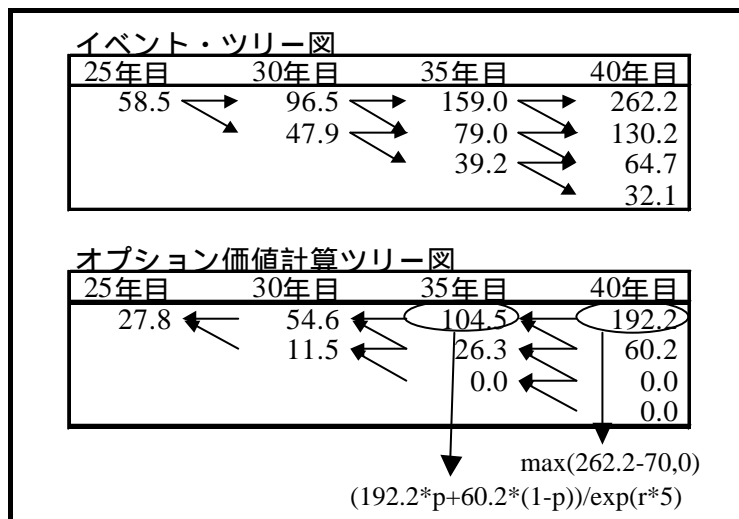


図 2 1 更新のオプション価値の計算結果(40年目に更新する場合)

$(3 + 0.6/5 \times (40 - 25)) / 2 \times (40 - 25) = 58.5$ (億円)となる。また、5年あたりの社会的割引率は $5\% \times 5 = 25\%$ 、変動率は $10\% \times 5 = 50\%$ 、5年当りの増加率 $u = 1.649$ 、減少率 $d = 0.819$ 、増加確率 $p = 0.561$ 、減少確率 $q = 1 - p = 0.439$ である。計算結果は図 21 のとおりである。他のケースについても算出すると、表 16 が得られる。

表 1 6 維持管理更新時期と総純便益

	総純便益
25年目	12.5億円(112.5-100=12.5)
30年目	11.9億円
35年目	34.3億円
40年目	27.8億円
45年目	9.3億円

表 16 より総便益では 35 年目が総純便益が最大となり、更新最適時期と判断できる。

成長オプション - 道路事業の連結 -

あるバイパス事業が第一期と第二期に分けて建設されることとなっている。第二期工事が第一期工事終了後に実施の有無を判断することとなっている。第一期のみでは、途中既設道路を利用して現道にアクセスすることとなり、バイパス効果は減じてしまう。しかしながら、第二期を施行すれば、バイパス効果がフルに発揮されることとなり、この効果の第一期の寄与分は、第一期のみ建設した場合に比べて大きくなっていることが予想される。すなわち、第一期分の効果には、第一期分のみ効果と第二期ができたことによる効果を加えたものとなる。これは第一期分をベースとした成長オプションとして考えることができる。

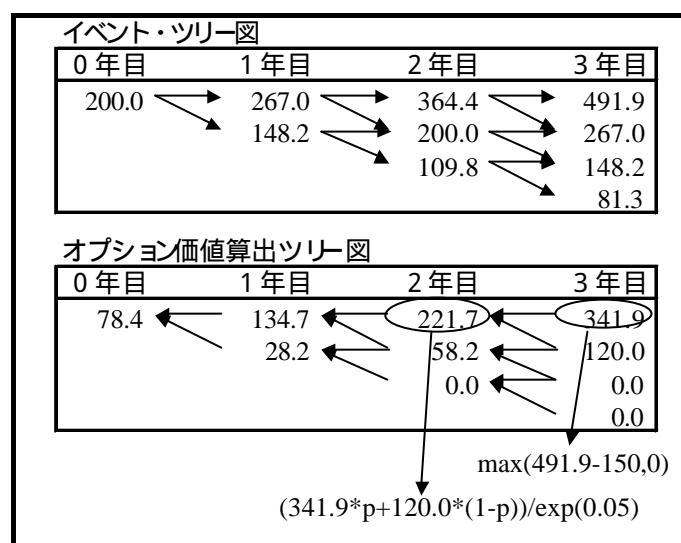


図 2.2 第二期事業のオプション価値(成長オプション)

第一期の事業費を 150 億円とし、3 ヶ年で完成するとする。事業費は当初に一括して拠出される。また、第二期も事業費は 150 億円とし、事業費は着手時に一括して投資される。第一期のみ完成した場合の社会的便益は 100 億円、第一期及び第二期の双方とも完成した場合の社会的便益(純便益ではない)の現在価値を 300 億円とする。現在価値の変動率を 30%、社会的割引率を 5% とする。この現在価値の変動は幾何ブラウン運動に従うものとする。この問題は、原資産を便益の増加分 200 億円(=300-100)、行使期限 3 ヶ年、行使価格 150 億円(第二期事業費)の単純なヨーロピアンコール・オプションの問題となる。これを計算して得られたオプションの価値が第二期を継続した場合の成長オプションとなる。

この場合、各種数値は次のようになる。増加率 $u = \exp(0.30) = 1.350$ 、減少率 $d = 1/u = 0.741$ 、増加確率 $p = (e^{-r} - d) / (u - d) = (\exp(0.05) - 0.741) / (1.350 - 0.741) = 0.510$ 、減少確率 $1 - p = 1 - 0.510 = 0.490$ 。

図 22 に示す計算結果より、オプション価値は 78.4 億円となる。第一期のみで費用便益比をみれば、 $B/C = 100/150 = 0.67 < 1$ で事業採択とならないが、オプション価値を考慮すれば、 $B/C = (100 + 78.4)/150 = 178.4/150 = 1.19 > 1$ となり、事業採択となる。

学習オプション - ダムの事前調査 -

ダム事業を実施する前に、その効果及び事業のフィージビリティを調査するため、地質調査、社会経済的調査等を実施する。この調査の結果により、計画どおりのダムが建設可能か、計画を変更する必要があるのかについて検討を行うことができる。この場合、事業者には学習オプションがあるということが出来る。この場合、事前調査にどの程度費用をかけるべきかということが、リアル・オプションを利用して判断できる。詳細に調査を行えば、いろいろな情報を入手でき、事業実施段階の不確実性は減少するが、コストがかかる。調査を簡素化すれば、コスト低減にはなるが、事業段階に大きな不確実性が残り、場合によっては多大なコストを発生する原因となってしまう。ダム事業により発生する便益及び建設コストの不確実性が把握できれば、最適調査費用の算定は可能である。

<簡単な事例>

ダムの社会的便益の現在価値(純便益ではない)を 500 億円、ダム建設事業費を 600 億円とする。事前調査は 5 年間継続され、5 年終了後にダム建設に入るかどうか決定されるものとする。社会的割引率は 5%、ダムの社会的便益の変動は幾何ブラウン運動するものとする。ここで、事前調査費と社会的便益の関係が既知とする。一般的に、事前調査投資額が大きい、すなわち詳細に調査できる場合は変動率が低くなり、簡素になる場合は変動率が高くなる。この場合、行使価格 600 億円、行使期限 5 年間の単純なヨーロピアンコール・オプションの問題として捉えると、このプレミアムが最大調査投資可能額と考えることができる。

計算事例として、変動率 20% の場合のオプション価値の算出を図 23 に示す。

この場合、増加率 $u = \exp(0.20) = 1.221$ 、減少率 $d = 1/u = 0.819$ 、増加確率 $p = (e^{-r} - d)/(u - d) = (e^{-0.05} - 0.819)/(1.221 - 0.819) = 0.577$ 、減少確率 $q = 1 - p = 1 - 0.577 = 0.423$ である。変動率が 20% の場合のオプション価値、すなわち最大調査可能額は 85.6 億円である。

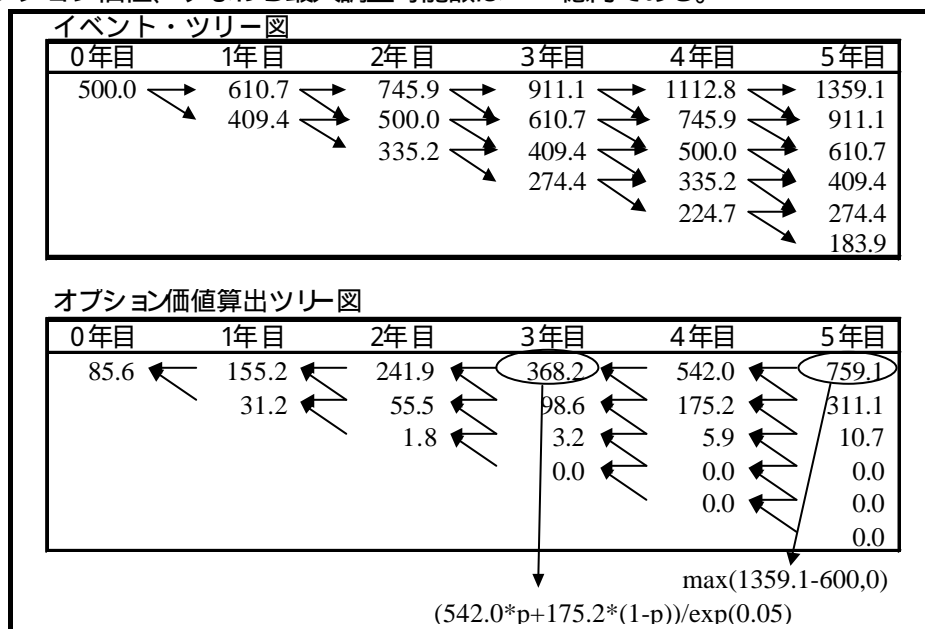


図 23 事前調査のオプション価値(変動率 20%の場合)

同様に他の変動率の場合について、最大調査可能額を算出すると、表 17 のとおりとなる。これをグラフに表したものが図 24 である。最適な調査額と変動率は、図 24 の調査費用曲線と最大調査可能額(オプション価値)曲線との交点となる。調査額は約 68 億円で、変動率は約 14% と

なる。

表 17 事前調査の最大可能額(オプション価値)の計算結果

変動率	調査額(既知) B	最大調査可能額(オプション価値) A	A - B
5%	100億円	32.7億円	-67.3億円
10%	80億円	54.6億円	-25.4億円
20%	50億円	85.6億円	35.6億円
30%	30億円	120.5億円	90.5億円
40%	20億円	153.6億円	133.6億円

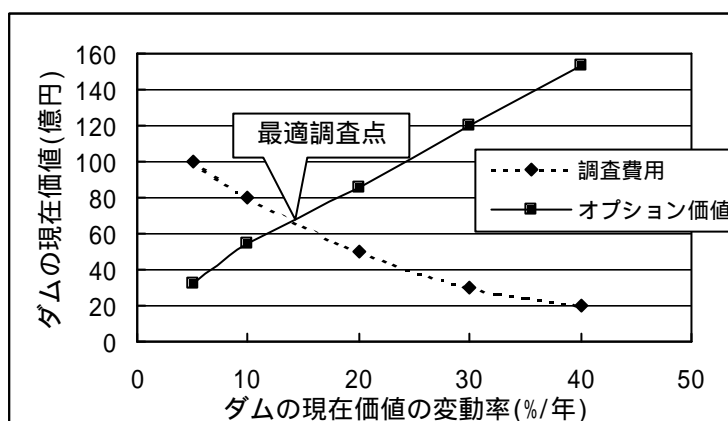


図 2.4 調査費とオプション価値(最大調査可能額)との関係

(5)社会資本整備への適用の課題

(3) で記述したとおり、リアル・オプションに限界があり、当然、社会資本整備への適用にも限界がある。モデル・リスク、データの制約、流動性の欠如、プライベート・リスクの問題はある。

このうち、データの制約についてはかなり大きな問題である。社会資本はそれ自身が「唯一の製品」であり、完全な市場が存在しない。また、これまでリアル・オプションを用いて、事業評価を行った事例がほとんどないことも問題である。まずは、必要なデータを収集し、いろいろと試算し、その積み重ねで手法を充実させていかななくてはならない。

社会資本整備では、事業者がコントロールできないという意味での広義のマーケット・リスク(社会情勢、技術進歩等)が存在する。当然、事業者の原因によるプライベート・リスクも存在する。プライベート・リスクについては、実資産の場合と同様であるが、広義のマーケット・リスクについては、市場が存在しないことから、その扱いは慎重にならざるを得ない。特に、社会資本整備が政治的に意思決定される場合、この決定には不確実性がある。これはブラウン運動のように統計的的法則性を有するものではなく、まさに予測不可能であり、このリスクはリアル・オプションに織り込むことはできない。

社会資本へのリアル・オプションの導入について、その意義は非常に高いと思われるが、まだスタート段階であり、これから徐々に実績を積み、その考えを浸透させていかなばならない。特に、プロジェクトの不確実性の抽出・モデル化、不確実の程度(変動率含む)、便益の現在価値の算出等が重要である。さらに、事業費が事業開始後、増加する傾向があることから、費用

の不確実性も考えなければならない。

4. 最後に

リアル・オプションは金融理論の進展、市場経済の進展、資本の効率的運用に関する需要の高まり等を背景として、発展してきたものである。社会資本整備は、長期性、不可逆性を有する事業であり、その効率性が強く求められている。それを達成するためには、不確実性をいかに取り込んで評価を行い、事業を進めていくかが大きな鍵となる。その中で、リアル・オプションは有効と考えられる手法の一つである。ただし、この手法は開発され、発展してきた歴史が浅く、社会資本投資ではほとんど事例はない。まず、適用事例を積み重ね、改良を重ねながら一つの形に整理していかなければならない。新しい考え方を浸透させるには非常に時間がかかる。そのため、リアル・オプションを実用化していくためには、その取り組みを早く実施しなければならない。

第 6 章

今後の方向と課題

第6章 今後の方向と課題

現在、社会資本整備事業は、財政状況の悪化や国民の社会資本整備への批判の高まりを背景に、その効率性の向上とアカウンタビリティの向上が求められている。適切な社会資本整備におけるリスクマネジメントは、社会資本整備の効率性を向上させるとともに、そのアカウンタビリティの向上に資する有効なツールのひとつと考えられる。

また、わが国の行政改革においては、「行政機関が行う政策の評価に関する法律」(政策評価法)が平成13年6月22日に可決成立し、平成14年4月1日から施行される。これにより行政機関は政策目標の設定とそれに伴う事前または事後の測定・評価を行う政策評価システムを導入することとされ、今後、国土交通省所管の行政においても政策目標が設定され、社会資本整備がその目標を達成するためのツールとして実施されることとが予想される。社会資本整備におけるリスクマネジメントは、目標の達成を阻害するリスクを適切にマネジメントすることによって、効率的に目標を達成するためのツールとしても有効であると考えられる。

第3章にて述べたように、イギリスやアメリカなど、既に政策評価を導入している諸外国では、リスクマネジメントが行政改革において重要なツールのひとつであるとされ、実際に行政機関において適用されている。今後行政改革を進めていくわが国においてもリスクマネジメントは不可欠なものであると考えられ、将来的にはその適用範囲は社会資本整備だけに留まらず、行政活動全般にわたっていく可能性がある。

しかしながら現時点では、社会資本整備へのリスクマネジメントの導入だけをみても課題が多いのも事実である。具体的には下記に示すような課題が存在する。

1. リスクとリスクマネジメントの概念の浸透

第2章で述べたように、リスクの概念は曖昧であり、個人によって異なっているのが現状である。社会資本整備におけるリスクマネジメントを効率的かつ効果的に実施していくためにはまず、リスクとは何か？そしてそれらが顕在化するとどのような影響を及ぼすのか？さらに、リスクマネジメントとは何か？何を目標としてリスクマネジメントを行うのか？等職員のリスクへの意識向上を図り、適切なリスクの概念と適切なリスクマネジメントの概念を浸透させる必要がある。これらをどのように浸透させ、意識の向上を図っていくかは大きな課題であるが、リスクマネジメントの組織的体制の整備、リスクマネジメント方針の設定、そして責任の明確化などはその一助となり得る。適切な概念の浸透や意識の向上がないままにリスクマネジメントを効果的に機能させていくことは難しい。

2. 社会資本整備におけるリスク測定手法および処理手法の確立

社会資本整備において、適切なリスクマネジメントを行うためには、リスクの測定が正確なものでなくてはならない。現在、リスク測定のツールは、統計学をベースにしたものをはじめ様々な手法が存在するが、いずれの手法もあくまでもリスクへの一時的な接近にすぎない。正確なリスクの測定は正確な将来予測を意味し、これには技術的な限界が存在する。リスクマネジメントではそれらも踏まえたうえでリスクを定量的、定性的に把握し、処理策を選択していかななくてはならない。さらに社会資本整備におけるリスクは、各事業によって異なり、時期や周囲の環境等によっても存在するリスクが異なるため、状況に応じて測定手法や処理手段を選択していかななくてはならない。つまり社会資本整備におけるリスクマネジメントは事業ごとに

オーダーメイドする必要があり、より効果的なリスクマネジメントを実施していくためには、リスク測定手法や処理手法を確立し、そのノウハウを蓄積していく必要がある。

3．国と国民とのリスク分担のあり方

従来社会資本整備におけるリスクについては、リスクの大小とコストのバランスが考慮されないままリスクが顕在化しないように施策が行われ、リスクが顕在化して損失が発生してしまった場合にはそれを予算によってカバーしてきた。すなわち、行政は最もリスク負担能力が高い経済主体であることを背景に、リスクのマネジメントを行うのではなく、リスクの吸収を行ってきたと考えられる。しかしながら今後財政制約下において、限られた資源の中で効率的かつ効果的に社会資本整備を行っていくことが求められ、社会資本整備におけるリスク対処においては優先順位の高いものからコストとのバランスを考慮した上で行っていくことが必要となる。これはリスク負担型からリスクマネジメント型への移行を意味し、場合によっては今まで行政が負担してきたリスクの一部を企業や国民に移転する事を意味する。この場合、行政がどこまでのリスクを負担し、どこまでの負担を企業や国民に求めるのか、また、実際にリスクが顕在化して損失が生じた場合に、その責任や損失が誰に帰属するかなど、リスク分担のあり方が課題となる。

PFI 事業はまさに企業にリスク分担を求める新しい事業手法であるが、リスク分担をどのように行っていくかが重要であるとされている。

4．リスクコミュニケーション

リスクマネジメントにおいて、関係者間のリスクに対する誤解や理解不足に基づくリスクの顕在化を防止し、関係者に及ぼす可能性のある被害を回避および低減させてリスクマネジメントのパフォーマンスを高めるためには適切なリスクコミュニケーションを実施することが重要とされる。

リスクコミュニケーションとは、「個人、機関、集団間での情報や意見のやりとりの相互作用的過程」とされる³⁶。情報の送り手は単にリスクの性質に関する情報を伝達するだけでなく、リスク管理のための法律や制度の整備等のリスク管理に関する情報もまた伝達しなければならない。そして情報が、送り手から受け手へ一方向的に送られるばかりでなく、それらの情報に対する、関心、意見、および反応として受け手から送り手へも情報が送られなくてはならない。リスクコミュニケーションでは、リスクについての意思決定の主体が、リスク専門家ばかりではなく、リスクにさらされる人々も含まれることになる。そのためにはリスクにさらされる(さらされる可能性のある)人々に対しては、十分にリスクに関する情報をわかりやすく提供し、その問題に対する理解を深めてもらうことが必要である。

2001年4月1日より情報公開法が施行されているが、社会資本整備におけるリスクコミュニケーションにおいても、可能な限りのリスクに関する情報を企業や国民にわかりやすく開示し、理解してもらい、それらの情報に対する企業や国民の意見や反応を踏まえたうえで意思決定を行っていく必要がある。

現在、国土交通省においては、国民と行政とのコミュニケーションを推進することによって、行政の持つ情報を公開し、行政の透明性を高め、行政の説明責任(アカウンタビリティ)を果たしながら、国民とともに考え、衆知を集め、社会的な合意を円滑に形成しつつ社会資本整備や

³⁶ 吉川 (1999)

地域づくりを推進していく、住民参加型もしくはコミュニケーション型の行政が推進されているところである。これにより円滑に社会的合意を得ながら国民のニーズに合った行政サービスを効果的、効率的に提供して国民の満足度の向上を図っていくとしている。

リスクコミュニケーションの実施はまさにこの住民参加型もしくはコミュニケーション型行政の一部として捉えることができ、今後はリスクコミュニケーションの実施も組み込んで推進していく必要がある。

しかしながら、リスクに関する情報は専門性が高くわかりにくいものが多いうえに、リスクの認知は個人ごとに異なっており、ある人にとってはリスクと思えることでも、他の人にはリスクとはみなされないこともあり得る。また、個人によってリスクの受容可能性にも差異があり、どのようなリスクが受容可能で、どのようなリスクが受容可能でないのかは個人によって異なる。

このように、社会資本整備において、円滑に適切なリスクコミュニケーションを実施していくためには上記のようなハードルが存在する。これらのハードルを乗り越えていくために情報の送り手である行政側は、有識者などの協力を得ながらリスク情報をよりわかりやすいものにすると同時に、リスクについて人々に周知させていく(啓蒙ともいえる)必要がある。また、伝える側と伝えられる側は、何がリスクであり、どのようなリスクであるかについて共通の認識をもたなければならないが、そのためには相互に信頼関係があることが重要な前提となる。リスク情報の理解と周知を図るためにはまず相互の信頼関係を促進していくことが求められる。

5. リスクファイナンスの強化

従来社会資本整備においては、リスクの大小とコストのバランスを考慮せず、回避、防止、軽減といったリスクコントロールを中心に対応がなされてきたと思われる。また、リスクが顕在化してしまった場合には、その損失を予算や仕組みによってカバーするという不認知による消極的保有がなされてきたと考えられる。

わが国において、リスクマネジメントの歴史は浅く、欧米諸国と比較するとその技術の遅れは否めない。特にリスクファイナンスの技術については、わが国の金融業界が様々な制度に守られ、本当の意味での国際競争にさらされてこなかったこともあり、その遅れは顕著である。しかしながら、金融市場のグローバル化とバブルの崩壊とともにリスクマネジメントの必要性が高まり、近年は金融技術の向上とともにデリバティブをはじめとする様々なリスクファイナンスの技術が確立されてきている。

社会資本整備においてもPFIが導入されるなど、新たなファイナンス手法を用いたプロジェクト資金の調達方法が注目されてきている。

社会資本整備などのプロジェクトを実施していく場合、そのプロジェクトに存在する個々のリスク一つ一つに処理策を施すより、それらのリスクによって生じる損失全体をリスクファイナンスによって総合的にマネジメントする方が合理的・経済的である場合がある。今後、財政制約という状況においてはリスクとコストのバランスを考慮した上で、リスクコントロールだけでなく、移転を中心としたリスクファイナンスをも視野に入れた最適なリスク処理手段を選択していくことが求められる。

また、災害リスクのリスクファイナンスという点からは、わが国では政府が地震保険の再保険の役割を担っているが、大規模な自然災害リスクの分担を行う手段としては提供されるカバーの範囲が限定的であり、十分なリスクの分担が行われず、その機能を十分に果たしているとは言いがたい。再保険市場を代替もしくは補完するような仕組みとして、災害リスクを保険市

場のみで分担するのではなく、証券市場を用いて災害リスクを投資家に広く分担する災害証券 (Cat-bond/Catastrophic bond)が登場しているが、現時点では再保険市場を代替もしくは補完するほどの規模には至っていない。

災害リスクを適切にファイナンス(分担)していくことの意義は大きいですが、現時点ではそれらを適切にファイナンスしていくための十分な仕組みは存在していない。政府にはこれらのリスクを適切にファイナンスしていくための環境整備を促進していくことが求められる。

6．リスクを加味した事業評価の実施

第5章にあるように、現在社会資本整備への投資は、事業採択時評価(事前評価)によりその事業の必要性、有効性、効率性、実現可能性等を総合的に評価して決定される。これらの項目のうち、意思決定には効率性のウェイトが高く反映され、効率性の指標としては、費用便益比(B/C)または純便益(NPV)が用いられている。この指標においては、その事業が将来どれだけの効果もしくは純便益を発生させるのかといった予測の数値を踏まえて B/C や NPV が算出されることになる。社会資本整備には不確実性が少なからず存在するものの、その定量化が困難であるため明示的にリスクは考慮されておらず、対応策としてより高いB/Cの数値を事業採択の要件としたり、社会的割引率を割増したりして運用しているが、多くの場合、理論的根拠に乏しく、どちらかといえば経験的要素が強い。

社会資本整備をより効率的かつ効果的に行っていくためには、その評価時において(事業採択時評価、中間評価)、その事業におけるリスクをより正確に分析して事業を評価し、意思決定を行っていく必要がある。

リスクを加味した事業評価という点において、リアルオプションの社会資本整備への導入は意義のあるものと思われる。これまで用いられたNPVに比較して、より柔軟性のある手法で、特に、社会資本整備に時間管理概念を導入する手法として有効である。

しかしながら、現時点では実績も少なく、課題も多い。今後、その考え方を浸透させ、実績を積み、改良を重ねながら検討を行っていく必要がある。

おわりに

現在、社会資本整備事業は、財政状況の悪化や国民の社会資本整備への関心の高まりを背景に、その効率性の向上とアカウンタビリティの向上が求められている。

また、わが国の行政改革においては、政策目標の設定とそれに伴う事前または事後の測定・評価を行う政策評価システムを導入することとされ、今後の国土交通省所管の行政においては政策目標が設定され、社会資本整備がその目標を達成するためのツールとして実施されることとなる。

これらの動きは第3章にて述べたアメリカやイギリスなどの諸外国で実施されている行政改革と同様の流れであり、それら諸外国の行政改革においてはリスクマネジメントが重要なツールのひとつとして適用されている。

効率的かつ効果的な施策の実施や国民本位の行政サービスの提供を目指す行政改革においては、目標の効率的かつ効果的な達成やアカウンタビリティの向上に資する体系的かつ組織的なリスクマネジメントの実施は不可欠であり、わが国の行政機関においてもその導入は必然であると思われる。しかしながら、行政改革への取組みが始まったばかりのわが国において、現時点では行政機関におけるリスクマネジメントに関する議論は乏しく、社会資本整備における体系的かつ組織的なリスクマネジメントの導入についての議論も活発なものとはいえない状況にある。

わが国においては、2001年3月にリスクマネジメント規格が制定され、今後急速に普及していくものと思われるが、社会資本整備におけるリスクマネジメントについては、第6章にて述べたように課題も多く、その導入に際しては議論が必要である。社会資本整備におけるリスクを的確に認識し、効果的なリスクマネジメントを実施していくためには、一刻も早く議論や取組みを開始し、検討を重ね、そのノウハウを蓄積していく必要がある。

本研究では、社会資本整備におけるリスクの認識を広めることを目的として、リスクとリスクマネジメントの一般概念の整理を行い、諸外国政府機関におけるリスクマネジメントについて整理し、そしてこれらの議論を踏まえたうえで社会資本整備のリスクについて考察を行った。

社会資本整備において、明示的なリスクに関する取組は、これから本格化するものと予想される。本研究が、社会資本整備におけるリスクを考えていく上で、何らかの新しい視点を提供できれば幸いである。

参考文献

- Amram, M. and N.Kulatilaka(1999) . *Real Options*, Harvard Business School Press
- Copeland, T and V.Antikarov(2001). *Real Option a practitioner's guide*, TEXERE LLC
- Crockford, N(1986). *An Introduction to Risk Management Second Edition*/邦訳 南方哲也訳(1999)
『リスクマネジメント概論』晃陽書房
- Dembo, R. and A.Freeman(1998). *Seeing Tomorrow : Rewriting the Rules of Risk*, John Wiley & Sons, Inc./邦訳 牟田誠一郎(2000) 『文科系にもわかる金融リスク入門』日経 BP
- Dixit, A.K. and R.S.Pindyck(1995) : “The Options Approach to Capital Investment”, *Harvard Business Review* 5-6 1995 /邦訳 A.K. デキシット、R.S.ピンディック(2001) 「オプション理論が高める経営の柔軟性」『金融工学のマネジメント』第2章、ダイヤモンド社
- Dixit, A.K. and R.S.Pindyck(1994) : *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press
- Knight, F(1921).*Risk, Uncertainty and Profit*/邦訳 奥隅栄喜訳(1959) 『現代経済学名著選集 危険・不確実性および利潤』文雅堂書店
- Luehman, T.A.(1998):”Investment Opportunities as Real Options : Getting Started on the Number”, *Harvard Business Review* 7-8 1998 /邦訳 T.A.ルーマン(2001)「リアル・オプションによる事業価値評価」『金融工学のマネジメント』第7章、ダイヤモンド社
- 朝日ちさと、萩原清子(1999) 「都市環境におけるリスク評価に関する一考察 水道水の場合」
環境システム研究 vol.27
- 石村貞夫、石村園子(2000) 『金融・証券のためのブラック・ショールズ微分方程式』東京図書
- 大田弘子(1995) 『リスクの経済学』東洋経済新報社
- 岡田憲夫(1985) 「災害リスクの分析的見方」土木学会・土と構造物委員会 『土と防災』講習会テキスト
- 岡本浩一(1992) 『リスク心理学入門』サイエンス社
- 亀井利明(1997) 『危機管理とリスクマネジメント』同文館出版
- 亀井利明(1992) 『リスクマネジメント理論』中央経済社
- 亀井利明(1988) 『現代リスクマネジメント事典』同文館出版
- 刈屋武昭(2000) 『金融工学とは何か 「リスク」から考える』岩波書店
- 建設省(1996) 「建設省総合技術開発プロジェクト 社会資本の維持更新・機能向上技術の開発報告書」
- 建設省河川局(2000) 「治水経済調査マニュアル(案)」
- 建設省建設政策研究センター(2000a) 「建設政策における政策評価に関する研究 政策評価用語集」PRC Note 第24号
- 建設省建設政策研究センター(2000b) 「社会資本資産のマネジメント方策に関する研究 ～米国における社会資本マネジメントの動向を中心に～」
- 酒井泰弘(2000) 「経済におけるリスクの考え方」『Economy Society Policy(ESP) No.338』社会経済企画協会
- 酒井泰弘(1982) 『不確実性の経済学』有斐閣
- 笹口裕二(2000) 「カナダの行政マネジメント改革 - 政策評価研究その5 -」Policy Research 第36号、建設省建設政策研究センター
- 千保喜久夫(1998) 『デリバティブの知識』日本経済新聞社
- 武井勲(1987) 『リスク・マネジメント総論』中央経済社

武井勲(1983)『リスク理論』海文堂出版
 トーマス・ミコシュ/遠藤 靖訳(2000)『ファイナンスのための確率微分方程式 - ブラック=ショールズ公式入門 - 』東京電機大学出版局
 道路投資の評価に関する指針検討委員会(2000)「道路投資の評価に関する指針(案) 第2編 総合評価」
 道路投資の評価に関する指針検討委員会(1998)「道路投資の評価に関する指針(案)」
 土木学会(2000)「リスクマネジメント入門」土木学会誌 vol.85
 土木学会土木計画学研究委員会災害リスクマネジメント研究小委員会(2000)「災害リスクファイナンス」『災害リスク研究の最前線と社会への提言』
 (社)日本下水道協会(1998)「下水道事業における費用便益分析マニュアル(案)」
 西川和廣・村越潤・上仙靖・福地友博・中嶋浩之(1997)「橋梁の架替に関する調査結果()」土木研究所資料第 3512 号
 日本リスク研究学会(2000)『リスク学事典』TBSブリタニカ
 萩原清子(1999)「都市環境リスクの評価に関する一考察」『総合都市研究』東京都立大学都市研究所
 平田周(1995)『リスクアセスメント』日刊工業新聞社
 PFI 推進委員会(2001)「PFI 事業におけるリスク分担等に関するガイドライン」
 三菱総合研究所政策工学研究部編(2000)『リスクマネジメントガイド』日本規格協会
 南方哲也(1996)『リスクマネジメントの基礎理論』晃洋書房
 吉川肇子(1999)『リスク・コミュニケーション』福村出版
 吉本俊裕 (1990)『リスクの要点』土木研究所資料第 2911 号、建設省土木研究所河川部総合治水研究室

リスクマネジメントのガイドライン

<アメリカ>

DOE(1996). "Good Practice Guides"
 FAA(1996). "FAA Acquisition and Program Risk Management Guidance"
 U.S.Coast Guard(undated). "Risk - Based Decision Making Guidelines - 1st Edition"

<イギリス>

NAO(2000) " Supporting Innovation : Managing risk in government departments ", August 2000
 CCTA(2000) " Risk Handbook "
 Highway Agency(2001) "Highway Agency Framework for Business Risk Management"
 Department for Culture, Media and Sport (DCMS)(2000) " Risk Management Framework "
 Department of the Environment, Transport and the Regions (DETR)(2000) " Guidelines for Environment Risk Assessment and Management Revised Departmental Guidance "

<カナダ>

Privy Council(2000) "Office Risk Management for Canada and Canadians : Report of the ADM Working Group on Risk Management"
 Treasury Board of Canada Secretariat(2001) " Integrated Risk Management Framework "
 Treasury Board of Canada Secretariat(1999a) "Review of Canadian Best Practices in Risk

Management”

Treasury Board of Canada Secretariat(1999b) “Best Practices in Risk Management : Private and Public Sectors Internationally”

Treasury Board of Canada Secretariat(1994) “Risk Management Policy”

<オーストラリア、ニュージーランド>

Standards Australia “AS/NZ 4360 : 1999 Risk Management ”

Standards Australia “ HB 143 : 1999 Guidelines for managing risk in the Australian and New Zealand public sector ”

本資料は、国土交通政策研究所における研究活動の成果を執筆者個人の見解としてとりまとめたものです。

本資料が皆様の業務の参考となれば幸いです。

国土交通政策研究 第4号

社会資本整備におけるリスクに関する研究

2001年6月発行

発行 国土交通省国土交通政策研究所

〒100-8918 東京都千代田区霞が関2-1-2

中央合同庁舎第2号館15階

Tel (03) 5253 - 8816 (直通番号)

Fax (03) 5253 - 1678
