

便益および費用の不確実性を考慮した 事業評価手法に関する研究

国土交通省国土技術政策総合研究所 高橋宏直*¹

カリフォルニア大学バークレー校 吉田二郎*²

名古屋工業大学大学院 山本幸司*³

By Hironao TAKAHASHI, Jiro YOSHIDA, Koshi YAMAMOTO

大規模プロジェクトの事前段階で実施される事業評価では、便益（B）を費用（C）で除したB/C値が一定の基準値を超えているかどうかで評価が行われる。その際、将来時点での便益も費用も本来は不確実であるにもかかわらず、通常は不確実性について明確に考慮されていない。

本研究では便益・費用ともに不確実性を考慮したモデル化を行うとともに、一定期間経過した将来時点において $B > C$ となっている確率である「達成確率」の概念と推計手法を示す。さらに、事前のB/C基準値と達成確率の関係を具体的に示すことにより、不確実性を考慮した新たな事業評価手法の構築の可能性を示す。

【キーワード】事業評価手法、不確実性、達成確率

1. はじめに

大規模プロジェクトの実施に際しては、事前段階における事業評価が重要であることはいうまでもない。この事業評価に際して重要な要素は便益（B）と費用（C）であり、例えば、公共事業の場合では費用便益分析としてのB/C値が最低でも1.0以上であることが実施条件とされる。

この事業評価における将来時点での便益および費用の値は確定的に取り扱われるのが一般的である。しかしながら、将来時点での便益および費用は当然に不確実であり、推計のための各要素の不確実性を考慮する必要があるものの、現状での費用便益分析では推計結果に対する各要素の感度分析等が実施される程度である。こうした状況で、筆者ら¹⁾は便益の不確実性を考慮した段階整備計画立案手法を提案している。なお、ここでは費用は確定値としている。また、ここで用いたリアルオプションを活用した他

の研究でも、一般的には費用を確定値としている。

一方で、大津ら²⁾は地盤条件に起因する建設コストの不確実性を定量的に分析し、この結果に基づく地質調査の価値評価の検討をしている。ただし、便益と統合した分析はなされていない。

また、高崎ら³⁾は、高速道路事業を対象とした予算事業費の不確実性を調査し、その不確実性に起因する費用便益比への影響を分析している。ただし、ここでの便益は確定値としている。

このように、事業評価において便益と費用ともに不確実性を考慮した事業評価手法の研究事例は殆ど見あたらない。したがって、本研究では便益と費用の両者に対する不確実性を考慮した事業評価手法に関する研究を実施する。

2. 不確実性を考慮した事業評価手法の考え方

あるプロジェクトについて事前段階での事業評価を行い、費用便益分析の結果として $B/C=1.5$ の状況を想定する。この値は、事前段階において取得し得る最大限の情報および最適と考えられる手法に

*1 港湾研究部港湾計画研究室 046-844-5027

*2 博士課程

*3 工学研究科社会工学専攻教授 052-735-5484

基づく推計結果であることから分析時点での信頼性は高いと考えられる。

しかしながら、将来時点における便益は不確定であることから、将来時点での便益を確率変数として検討することが必要である。一方で、費用についても、便益と同様に確率変数として検討することが必要である。

例えば、将来時点での便益の期待値を 1.5、費用の期待値を 1.0 とし、仮に両者ともに将来時点での値が対数正規分布に従うケースを想定すると、その状況は図-1(1)に示すようになる。(実データにおける標準偏差が 0.2 の場合) このように、将来時点での便益および費用の確率分布が与えられれば、その将来時点で $B > C$ となる確率(本研究ではこれを達成確率とする)を計算することができ、この例では 96%となる。言い替えれば、将来時点での不確実性の確率分布を想定することができれば、将来時点での達成確率の情報を現状での B/C 基準値に反映させるなどして、事業実施に際してより適切な判断が可能になる。

この達成確率は、次のように算定される。いま図-1(2)に示すように $B = C = 1.1$ の場合を想定し、費用 C の確率密度関数を $f_C(C)$ とすると C が 1.1 と $1.1 + dc$ の間にある確率は $f_C(1.1)dc$ となる。一方で便益 B が 1.1 よりも大きくなる確率は図-1(4)に示すように $B > 1.1$ の領域として与えられ、この確率を $F_B(1.1)$ とする。費用 C と便益 B は独立であると想定される場合、この 2 つの事象が同時に生起する確率は、この両者を掛け合わせた $F_B(1.1) \cdot f_C(1.1)dc$ であり、これを全領域について算定した結果の合計値として与えられる。なお、ここで想定したような対数正規分布以外の関数あるいは確率を解析的に得られない度数関数の場合でも同様に考えることができる。

このように将来時点での不確実性を考慮した分析手法が構築されれば、具体的に次のような事業評価が可能となる。

第 1 に、これまでは事業ごとに異なる不確実性の特性を無視して、全ての事業に一律の採択基準値(B/C 値)を適用してきた。しかしこの分析手法により、事業ごとの特性に応じた費用と便益の不確実性を考慮することで、各事業に応じた妥当な採択基準値を推計することが可能となる。

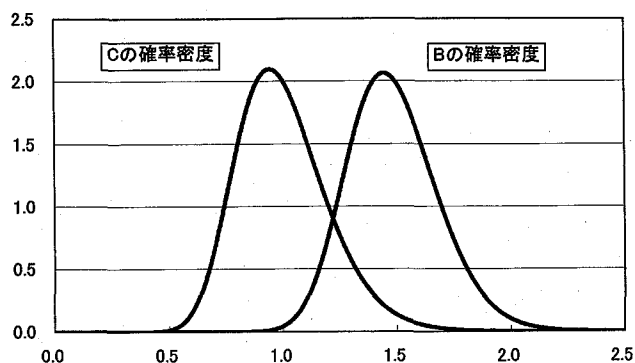


図-1(1) 不確実性を考慮した便益と費用の確率分布イメージ

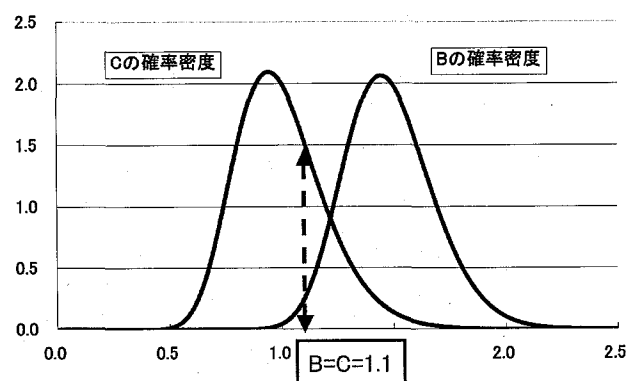


図-1(2) 達成確率の算定法① ($B=C=1.1$)

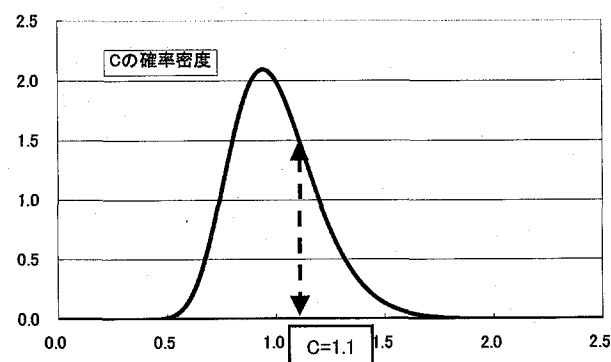


図-1(3) 達成確率の算定法② ($C=1.1$ の発生確率)

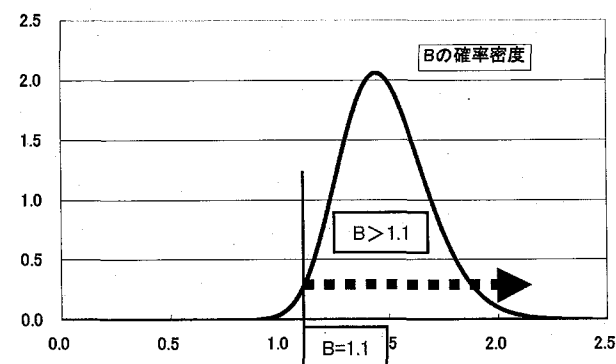


図-1(4) 達成確率の算定法③ ($B > 1.1$ の領域)

第2に、現状の採択基準値を満たす事業について、一定期間後に暗黙のうちに想定している「達成確率」の値を具体的に確認することが可能となる。さらに、これにより採択基準値の妥当性を検討する手段を得ることになる。

第3に、事業ごとに不確実性や期待変動率（将来の便益および費用の単位期間あたり変動率の期待値）の設定が困難な場合でも、一定期間後の「達成確率」を設定することから、許容される不確実性の上限値や期待変動率の下限値を想定することが可能となる。

したがって、本研究ではこれらの点を踏まえて具体的に以下の項目について分析を行う。

- ①不確実性を考慮した便益および費用の確率分布のモデル化
- ②不確実性を考慮した達成確率の具体的な分析
- ③達成確率を所与とした場合に必要当初B/C値の分析
- ④便益の発生時期にともなう達成確率変化の分析
- ⑤期待変動率の達成確率に対する感度分析

なお、本研究では、事業評価を実施する時点はいうまでもなく現在時点であるものの、評価対象とする将来時点として、当初は費用の投資後において資産の売却等により便益の発生が瞬間的に発生する場合にはその発生時点を、その次に便益の発生が費用の投資後に長期間（例えば30年間等）の場合には便益の発生の直前を想定している。

3. 不確実性を考慮した便益および費用の確率分布のモデル化

(1) 便益のモデル化

本来であれば、構造物の信頼性設計法等において用いられているように、観測データを統計処理することで確率変数としての便益と費用をモデル化することが必要である。便益のモデル化においては、事前段階での事業評価において想定された便益に対する最終的な便益の比率の結果を取得し、分析することが必要である。しかしながら、現在公共事業について進められている事前評価に対する事後評価の結果が集積されれば、こうした手法によるモデル化も期待されるものの現状では困難である。このため、

本稿では現実的かつ最も単純と考えられるモデルを検討する。

モデル化に際しての基本的な考え方を整理する。

- ①便益の不確実性を示す指標（ボラティリティ）は、単位期間あたりの値は一定であるが、便益自体の不確実性は時間経過とともに拡大する。
- ②便益自体ではなく、便益の変動率はブラウン運動する。
- ③便益の期待値は、時間経過とともに一定率で変動する。
- ④便益自体としてあり得る最小値は0であり（マイナスになることは無い）、最大値は無量大である。この結果、式(1)で示すようなドリフト付幾何ブラウン運動としてモデル化する。

$$dB(t)/B(t) = r_B dt + \sigma_B dz(t) \quad (1)$$

ここで

$B(t)$: 時点 t における便益

r_B : 便益 B の期待変動率

σ_B : 便益 B の不確実性をしめす指標

(以下 便益 B のボラティリティ)

$dz(t)$: 一次元標準ブラウン運動の変化分

この「ドリフト付幾何ブラウン運動」に「伊藤の定理」を適用することで、 $\ln(B(t))$ および $B(t)$ の期待値と分散は次のようになる（例えば文献4）。

$$\ln(B(t)) \text{ の期待値} = \ln(B_0) + (r_B - 0.5 \sigma_B^2) \cdot t$$

$$\ln(B(t)) \text{ の分散} = \sigma_B^2 \cdot t$$

$$B(t) \text{ の期待値} = B_0 \cdot \exp(r_B t)$$

(B_0 : $t=0$ での便益期待値)

$$B(t) \text{ の分散} = (\sigma_B)^2 = B_0^2 \cdot \exp(2 r_B t) \cdot (\exp(\sigma_B^2 t) - 1)$$

具体的な例として、初期条件を $B_0=1.5$, $r_B=0.04$, $\sigma_B=0.1$ とした場合の $t=1 \sim 5$ での $B(t)$ の分布状況を図-2に示す。この結果、時間経過と共にピークの移動と分散の拡大が確認される。

(2) 費用のモデル化

費用に関しても、便益の考え方を踏まえてモデル化を行うが、不確実性の時間経過に伴う変動の考え

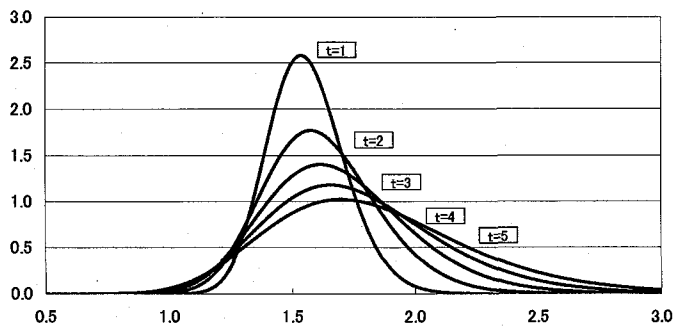


図-2 便益のモデル化

方は大きく異なる。便益では便益自体の不確実性は時間経過とともに拡大するとしたが、費用については時間経過とともに不確実性は拡大するのではなく、主に費用推計等の誤差に基づき不確実性が当初段階で確定すると考える。このことは、例えば地盤条件が費用推計の主要要素となっている場合には、その不確実性は当初段階での調査精度で決定されるので、その不確実性は時間経過とともに変動することはないと考えられることによる。

これを踏まえて、便益と同様にモデル化に際しての基本的な考え方を以下に整理する。

- ①費用の不確実性を示す指標(ボラティリティ)は、一定値で与えられる。
- ②費用の平均値は、時間経過とともに一定率で変動する。
- ③費用自体としてあり得る最小値は0であり(マイナスになることは無い)、最大値は無限大である。

この結果、式(2)としてモデル化することができる。なお、初期の推計誤差に加えて便益と同様に変動率の不確実性を導入することも可能である。その場合には、対数費用過程に拡散項を追加することになるが、現実には費用上昇率の変動より初期段階の推計誤差の方が主体であること、およびモデルの簡略性から費用については推計誤差のみとした。

$$\ln(C(t)) = r_c t - 0.5 \sigma_c^2 + \sigma_c \varepsilon \quad (2)$$

ここで、

- $C(t)$: 時点 t における費用
 r_c : 費用 C の期待変動率
 σ_c : 費用 C の不確実性をしめす指標
 (以下 費用 C のボラティリティ)
 ε : 標準正規分布に従う確率変数

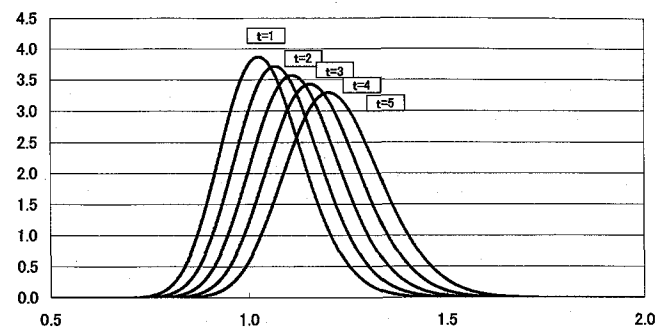


図-3 費用のモデル化

$C(t)$ は対数正規分布となることから、 $\ln(C(t))$ および $C(t)$ の期待値および分散それぞれ次のように表現される。

$$\ln(C(t)) \text{ の期待値} = \ln(C_0) + r_c t - 0.5 \sigma_c^2$$

$$\ln(C(t)) \text{ の分散} = \sigma_c^2$$

$$C(t) \text{ の期待値} = C_0 \cdot \exp(r_c t)$$

(C_0 : $t=0$ での費用期待値)

$$C(t) \text{ の分散} = (s_c)^2 = C_0^2 \cdot \exp(2r_c t) \cdot (\exp(\sigma_c^2) - 1)$$

具体的な計算結果として、初期条件を $C_0=1.0$, $r_c=0.04$, $\sigma_c=0.1$ とした場合の $t=1 \sim 5$ における $C(t)$ の分布状況を図-3 に示す。この結果、時間経過と共にピークの移動と分散の拡大が確認される。

(3) モデル化に対する検証

便益に関しては、実際の観測データがないものの、将来のフロー便益の割引現在価値として理解すれば、ブラウン運動によるモデル化には一定の合理性が認められる。

一方、費用に関しては、文献3) で高速道路を対象とした最終費用の膨張比の分析結果が示されている。その結果を図-4 に引用している。ここでの横軸は、供用開始までに要した km 当たりの実績事業費と計画時の予算事業費との比を示している。高崎らの分析によれば、事業費膨張比の最小値=0.82, 最大値=2.05 であり、平均値=1.30, 標準偏差=0.2862, 変動係数=0.22 となっている。ただし、ここでは計画時点から供用開始までの経過年数に関する分析はなされていない。

この分布形状に対して高崎らはアーラン分布での近似を示しているが、ここでは式(2)での適用を行う。ただし、経過年数が示されていないことから、経過

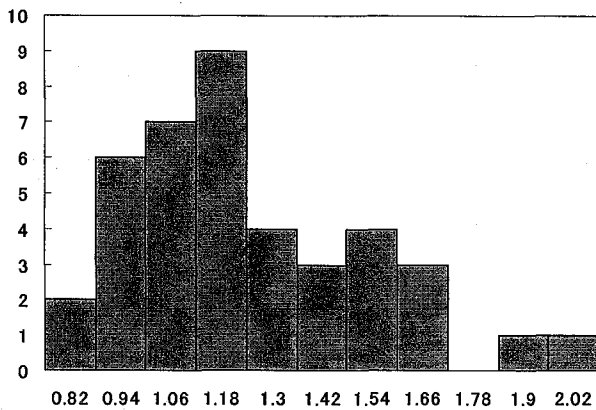


図-4 高速道路建設事業費の事業費膨張比の分布³⁾

年数を5年および10年とし、さらに平均値と変動係数のそれぞれの値が高崎らの分析結果と同程度の値となるように r_c と σ_c を設定することで近似を行った。その結果を図-5、6に示す。

経過年数と r_c の検証ができないうえに、この結果からモデル化の妥当性を明確に論じることができないが、式(2)によってモデル化することの可能性があると考えられる。

4. 不確実性を考慮した達成確率の具体的な分析

便益および費用のモデル化の結果に基づき、幾つかのケースについて達成確率を具体的に計算する。具体的な計算に際しては、各要素を様々に設定するが、以後4章から6章までは便益および費用の期待変動率(r_b および r_c)については4%としている。これは国土交通省の「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針」⁵⁾において社会的割引率として4%とを適用することに基づいている。ただし、7章ではこの期待変動率に対する達成確率の感度分析を実施する。

まず、事業評価段階での $B/C=1.5$ である場合の5年後の達成確率について、便益および費用のボラティリティ(σ_b および σ_c)をともに0.1(ケース①)、0.15(ケース②)、0.2(ケース③)とした場合の結果を図-7~9に示す。この結果から、便益および費用のボラティリティが0.1から0.2へと2倍になると、すなわち不確実性が大きく増大することで達成確率が94.2%から74.7%へと約20パーセントポイントも

コスト	入力条件		
	推定年次	t	5
	初期値(T=0時点での実データでのB0)	C0	1.0
	期待変動率(便益)	r_C	0.053
	対数データ:ボラティリティ	σ_C	0.22
	参考情報(入力条件からの算定結果)		
	対数データ:時点=Tでの標準偏差	$\sigma - \ln(C)$	0.22
	対数データ:時点=Tでの期待値	$E(\ln(C))$	0.24
	実際データでの期待平均値(年次:T)	$E(C)$	1.30
	実際データでの標準偏差(年次:T)	s	0.29
	実際データでの変動係数	$V(C)$	0.22

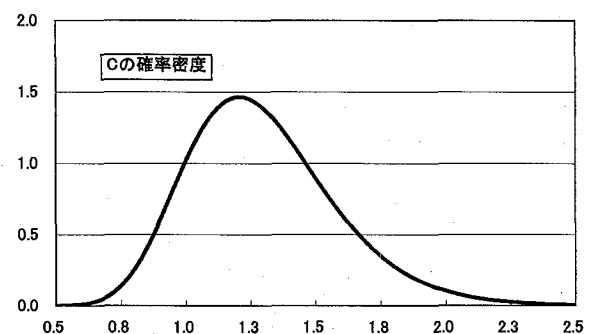


図-5 対数正規分布による近似(経過年数が5年の場合)

コスト	入力条件		
	推定年次	t	10
	初期値(T=0時点での実データでのB0)	C0	1.0
	期待変動率(便益)	r_C	0.026
	対数データ:ボラティリティ	σ_C	0.22
	参考情報(入力条件からの算定結果)		
	対数データ:時点=Tでの標準偏差	$\sigma - \ln(C)$	0.22
	対数データ:時点=Tでの期待値	$E(\ln(C))$	0.24
	実際データでの期待平均値(年次:T)	$E(C)$	1.30
	実際データでの標準偏差(年次:T)	s	0.29
	実際データでの変動係数	$V(C)$	0.22

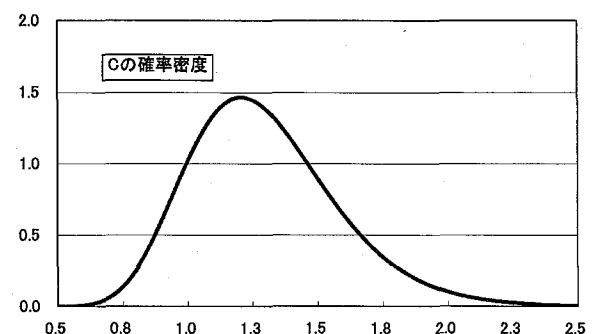


図-6 対数正規分布による近似(経過年数が10年の場合)

減少することが明らかになる。また、便益のボラティリティ (σ_B) を 0.1, 費用のボラティリティ (σ_C) を 0.2 とした場合 (ケース④) での達成確率は図-10 に示すように 90.9%となる。

次に、ケース③を基本として、事業評価段階での $B/C=2.0$ である場合 (ケース⑤) での達成確率は図-11 に示すように 89.4%となり、 $B/C=1.5$ でのケース③に対して達成確率が約 15 パーセントポイントも増大することが明らかになる。この結果から、例えば便益および費用のボラティリティ (σ_B および σ_C) をともに 0.2 と想定される事業において、5年後の達成確率として 90%以上を目指す場合には、当初の事業評価段階での B/C 値は 2.0 を超えていることが求められることになる。

さらに、ケース①を基本として推計年次を 10 年後とした場合 (ケース⑥) での達成確率は 86.1%となり、推計年次 5 年後でのケース①に対して達成確率が約 8 パーセントポイントも減少することが図-12 に示すように明らかになる。すなわち、便益の発生する時期が遅延するほどに事業成立の可能性が低下するという一般的認識が、達成確率値の減少として定量的に確認することができる。

推定年次	t	5
便益		
初期値 (T=0時点)	B0	1.50
期待変動率(便益)	rB	0.04
ボラティリティ(対数データ)	σ_B	0.10
費用		
初期値 (T=0時点)	C0	1.00
期待変動率(費用)	rC	0.04
ボラティリティ(対数データ)	σ_C	0.10
達成確率	$B > C$	94.2%

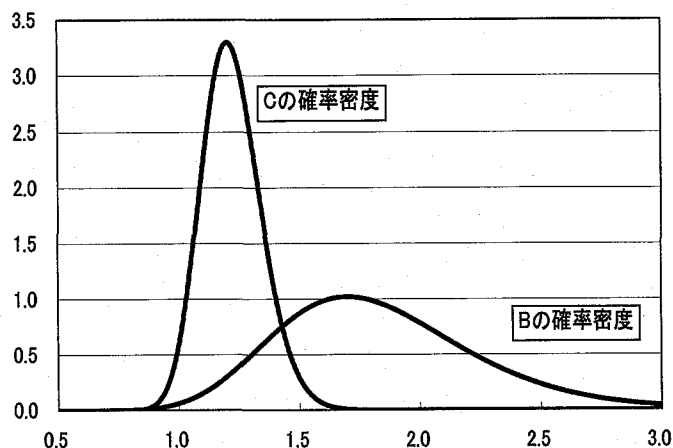


図-7 ケース①

推定年次	t	5
便益		
初期値 (T=0時点)	B0	1.50
期待変動率(便益)	rB	0.04
ボラティリティ(対数データ)	σ_B	0.15
費用		
初期値 (T=0時点)	C0	1.00
期待変動率(費用)	rC	0.04
ボラティリティ(対数データ)	σ_C	0.15
達成確率	$B > C$	83.6%

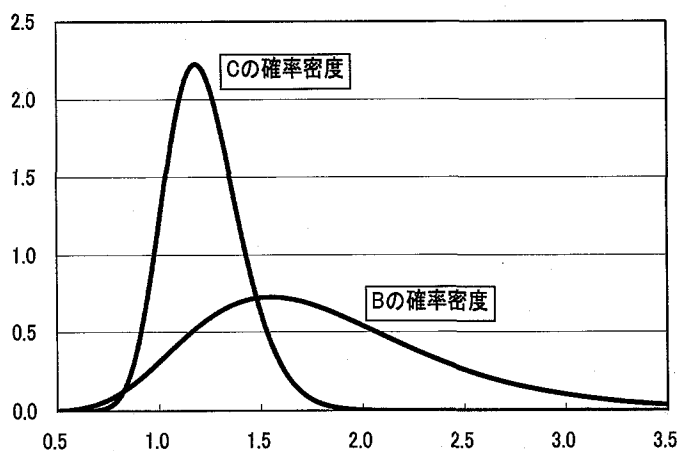


図-8 ケース②

推定年次	t	5
便益		
初期値 (T=0時点)	B0	1.50
期待変動率(便益)	rB	0.04
ボラティリティ(対数データ)	σ_B	0.20
費用		
初期値 (T=0時点)	C0	1.00
期待変動率(費用)	rC	0.04
ボラティリティ(対数データ)	σ_C	0.20
達成確率	$B > C$	74.7%

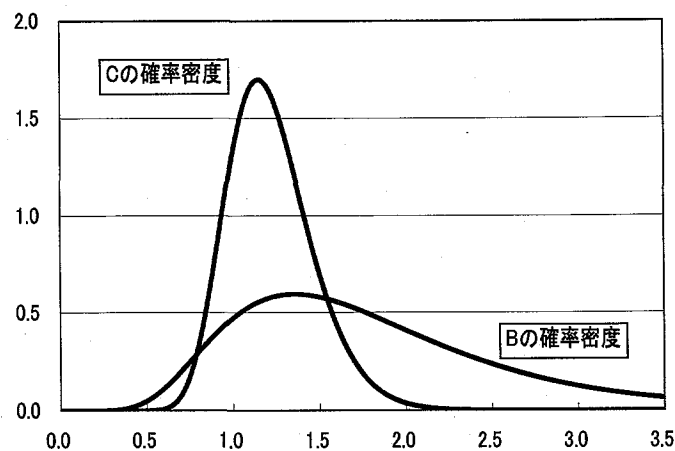


図-9 ケース③

推定年次	t	5
便益		
初期値(T=0時点)	B0	1.50
期待変動率(便益)	rB	0.04
ボラティリティ(対数データ)	σ_B	0.10
費用		
初期値(T=0時点)	C0	1.00
期待変動率(費用)	rC	0.04
ボラティリティ(対数データ)	σ_C	0.20
達成確率	B>C	90.9%

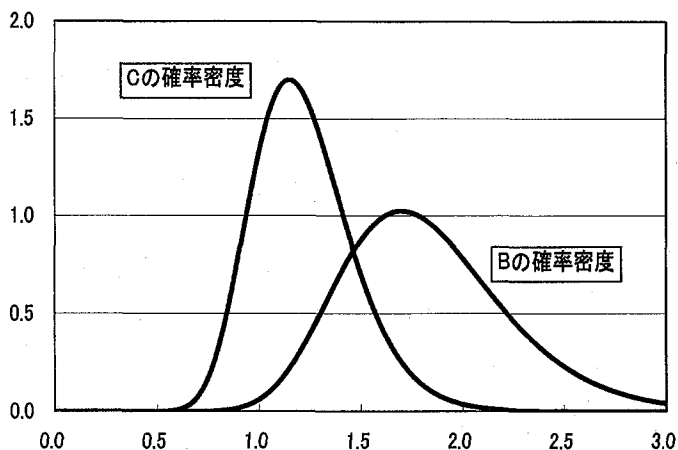


図-10 ケース④

推定年次	t	5
便益		
初期値(T=0時点)	B0	2.00
期待変動率(便益)	rB	0.04
ボラティリティ(対数データ)	σ_B	0.20
費用		
初期値(T=0時点)	C0	1.00
期待変動率(費用)	rC	0.04
ボラティリティ(対数データ)	σ_C	0.20
達成確率	B>C	89.4%

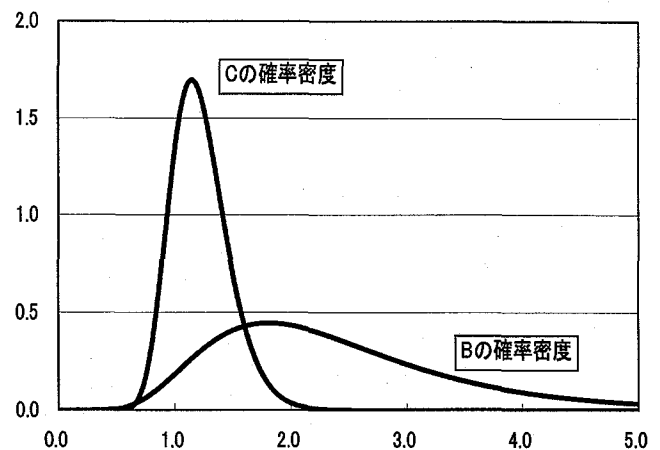


図-11 ケース⑤

5. 達成確率を所与とした場合に必要な当初 B/C値の分析

4章では個別の具定例を対象として達成確率を算定した。さらに、そこで対象事業の便益および費用のボラティリティ (σ_B および σ_C) が想定される場合に、想定される便益発生年次において一定の達成確率を確保するために必要な当初の事業評価段階での B/C 値を逆算できることを明らかにした。

これにより、ここでは仮に5年目の達成確率を所与とした場合に、当初の事業評価段階で必要な B/C 値を、便益および費用のボラティリティ (σ_B および σ_C) の関数として分析する。具体的には、5年目における達成確率の目標を 99%, 95%, 90% として、また、便益および費用のボラティリティについては $\sigma_C=0.2$ に固定し、 σ_B を 0.02~0.2 まで段階的に変化した場合に必要の B/C 値を算定する。ここで、 σ_C については3章(3)での高速道路建設事業費の事業費膨張比に関する分析結果 (図-5, 6) から 0.2 と仮定した。また先に示したように、便益および費用の期待変動率 (r_B および r_C) については 4% としている。この算定結果を図-13 に示す。

推定年次	t	10
便益		
初期値(T=0時点)	B0	1.50
期待変動率(便益)	rB	0.04
ボラティリティ(対数データ)	σ_B	0.10
費用		
初期値(T=0時点)	C0	1.00
期待変動率(費用)	rC	0.04
ボラティリティ(対数データ)	σ_C	0.10
達成確率	B>C	86.1%

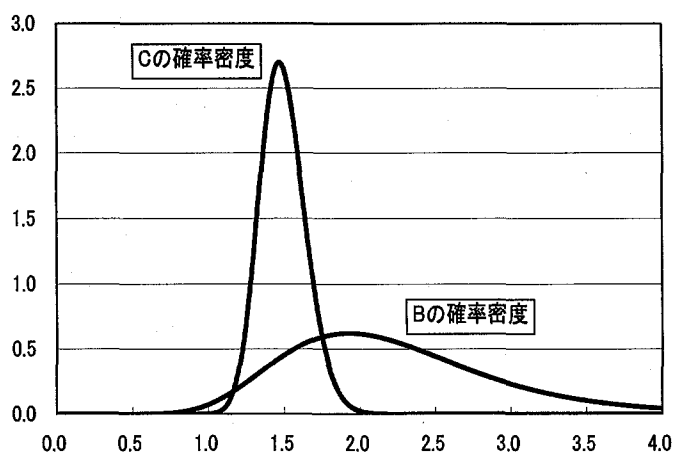


図-12 ケース⑥

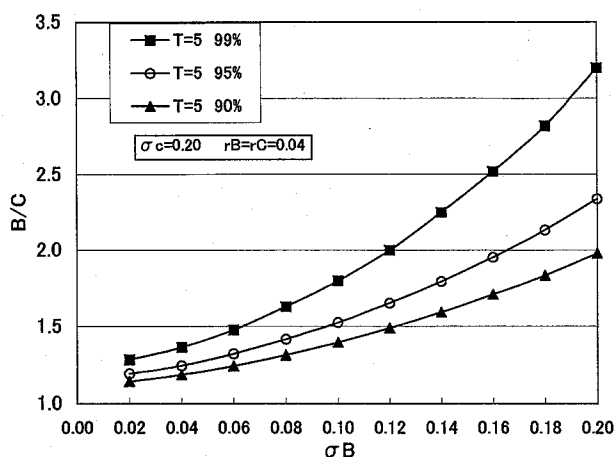


図-13 達成確率に対して必要となる当初B/C値

この結果から、費用のボラティリティ (σ_C) が 0.2 と高い、すなわち不確実性が高くて、便益のボラティリティ (σ_B) が 0.02 と非常に低い、すなわち確実性が高ければ、達成確率 99% を目標する場合でも当初の事業評価での必要な B/C 値は 1.5 を下回ることが明らかになる。

一方で、便益および費用のボラティリティ (σ_B および σ_C) がともに 0.2 と高い、すなわち両者ともに不確実性が高い場合には、達成確率 90% を目標とする場合でも当初の事業評価段階において必要な B/C 値は 2.0 程度を確保することが明らかになる。

6. 便益の発生時期にともなう達成確率変化分析

4 章では初期条件が同じであっても、便益が発生する時期が遅延するほどに事業成立の可能性が低下することを、達成確率値の減少として定量的に示すことができることを明らかにした。

ここでは、当初の事業評価段階での B/C 値 = 1.5 の場合に、便益の発生年次にともなう達成確率の変化を、便益および費用のボラティリティ (σ_B および σ_C) の様々な組み合わせ (0.1 と 0.2 の組み合わせ) により算定する。この算定結果を図-14 に示す。なお、ここでも便益および費用の期待変動率 (r_B および r_C) については 4% としている。

この結果から、モデル構築において便益自体の不確実性は時間経過とともに拡大するとしたことから、便益のボラティリティ (σ_B) が 0.2 と高い場合には、発生年次の経過とともに達成確率が急激に減少することが確認される。このことは、便益のボラティリ

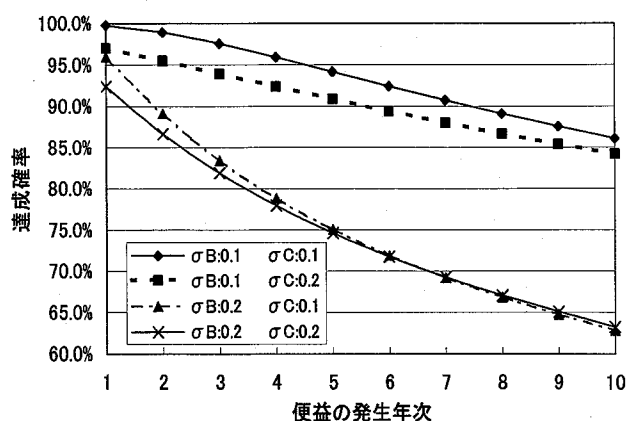


図-14 便益の発生時期にともなう達成確率変化

ティ (σ_B) が高い場合には、事業の整備期間を短縮化することで達成確率を向上させることができることも示している。

7. 期待変動率の達成確率に対する感度分析

4 章から 6 章までは便益および費用の期待変動率 (r_B および r_C) を 4% としたが、ここでは、この期待変動率を変化させた場合での達成確率の感度分析を実施する。

初期条件として、当初の事業評価段階での B/C 値 = 1.5、便益のボラティリティ (σ_B) = 0.2、費用のボラティリティ (σ_C) = 0.1、推定年次 (t) = 5 として、便益および費用の期待変動率 (r_B および r_C) を 0.02 ~ 0.1 と段階的に変化させて組み合わせた場合の達成確率を算定し、3 次元的に表示した結果を図-15 に示す。

この結果から、推定年次において便益の期待変動率が最小 ($r_B = 0.02$)、費用の期待変動率が最大 ($r_C = 0.1$) の場合に達成確率が最も低くなること、逆に便益の期待変動率が最大 ($r_B = 0.1$)、費用の期待変動率が最小 ($r_C = 0.02$) の場合に達成確率が最も高くなることを確認される。

このことは、対象事業について様々な努力により費用の期待変動率を出来る限り小さくすれば、達成確率を向上させることができることも示している。

また、便益と費用の期待変動率が同値の場合 ($r_B = r_C$) には、その値が変化しても両方の分布形状が同様の平行移動となることから達成確率は変化せず一定値となる。この条件の場合では、期待変動率

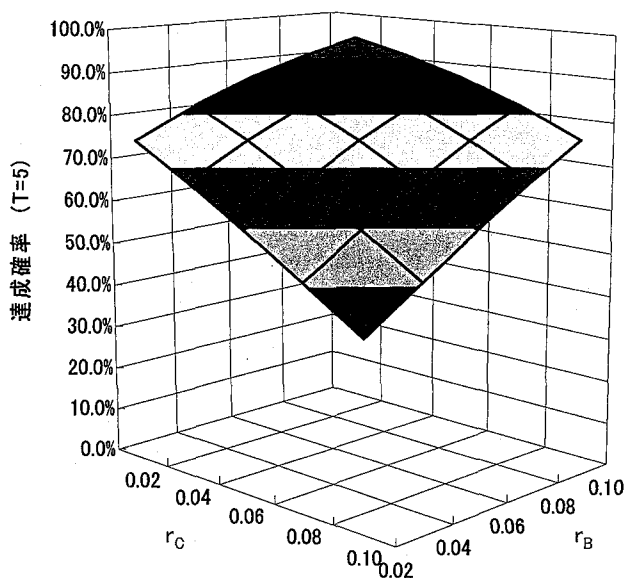


図-15 期待変動率の達成確率に対する感度分析

の値にかかわらず達成確率は75.1%となる。

8. おわりに

本研究では、便益と費用の両者に対する不確実性を考慮した事業評価手法の構築を目指して以下の点を明らかにした。

- ①不確実性を考慮した便益および費用の確率分布のモデル化を行い、将来時点で $B > C$ となる確率を「達成確率」として算定する手法を示した。
- ② B/C 値のみに依存している従来の事業評価手法において、将来の不確実性を考慮した多様な状況を想定できる「達成確率」が新たな有効指標となることを示した。

なお、本研究の成果を実際の事例に適用するための課題として次の点が挙げられる。

第1に、本研究で想定した便益と費用の確率分布モデルの妥当性を検証することが挙げられる。これを具体的に実施するためには、3章においても示したように国土交通省の政策評価のなかでの事後評価結果を活用することが考えられる。ここでは、全ての評価対象事業ではないものの幾つかについては、事業着手時および事業完成時での総便益と総費用、さらには当初の予定工期と最終的な工期が示されている。したがって、これらの事後評価結果データを収集・分析することで具体的な検証が可能であると

考えられる。

第2に、便益および費用のボラティリティ (σ_B , σ_C) および期待変動率 (r_B , r_C) の具体的な設定が挙げられる。これは確率分布モデルの妥当性の検証と並行的に実施することになる。さらに、例えば公共事業の種類ごとで分析することで、河川事業と道路事業では異なる設定をすることも考えられる。

また、既に公表されている事後評価では、工期が数年間で事業費が数十億の事業においても事業着手時と事業完成時の B/C 値が大きく異なっている事例がみられる。このことは、本研究で示した不確実性を考慮した事前の事業評価手法の構築の有効性を示していると考えられるので、これらの課題に対処して実用的なモデルの構築を可能とすることが重要である。

【参考文献】

- 1)高橋宏直・吉田二郎・山本幸司：不確実性に対応した大規模プロジェクトの段階整備計画手法に関する研究，建設マネジメント研究論文 Vol.12, 2005
- 2)大津宏康・尾ノ井芳樹・境亮祐：地盤統計学に基づく地下工事における地質調査の価値評価に関する一提案，建設マネジメント研究論文 Vol.12, 2005
- 3)高崎英邦・土田敦隼・本田智久：予算事業費と費用便益分析の不確実性に関する研究，建設マネジメント研究論文 Vol.12, 2005
- 4)野口悠紀夫・藤井眞理子：金融工学，ダイヤモンド社，2000.6
- 5)国土交通省：公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針，2004.12

Project evaluation under uncertainties

By Hironao TAKAHASHI, Jiro YOSHIDA, Koshi YAMAMOTO

Large-scale public projects are evaluated by their B/C ratio, the social benefits divided by the costs. Although both benefits and costs are uncertain, the uncertainty is not typically taken into account. We model the uncertainties of both benefits and costs and propose a new concept of “probability of fulfillment,” the probability that the benefits exceed the costs even after a certain period of time. We further propose a new project-evaluation method under uncertainty by deriving the relationship between the ex-ante criterion for B/C and the probability of fulfillment.