

公共工事コスト縮減の新行動計画に関する経済学的考察

公共工事コスト縮減に関する新行動計画/指針が政府により打ち出され、縮減率30%という具体的な数値目標も提示された。しかし、コストだけを目標または評価対象とすることはミスリーディングであり、第一に、既に行政主体において定着しつつある費用便益分析との整合性から見て問題があり、第二に、具体的にコストの縮減率を算定する際の手法の客観性に問題がある。本稿は、新行動計画を技術改善と捉えた上で、簡単な一般均衡モデルを用いてその経済評価に関するフレームを示す。その中でコスト縮減率によって評価することが妥当性をもつ場合の前提条件について明らかにしている。

キーワード 公共工事, コスト縮減, 社会資本整備, 事業評価, 技術開発

上田孝行
UEDA, Takayuki

工博 東京工業大学理工学研究科助教授

1 はじめに

2000年9月に政府は「公共工事コスト縮減の新行動指針」を制定し、そのもとに旧建設省は表1のような新行動計画を打ち出し、様々な取り組みが各所で検討・推進されている。新行動指針/計画では、コストを単に工事費だけに限定せず、維持管理費や環境被害などをライフサイクルコストと称して長期にわたって考慮するという方針が打ち出されている。

筆者はコストの範囲をこのように幅広く捉えようとする方針自体は高く評価されるべきであると考え。しかしながら、コスト縮減という目標の立て方自体がある種のミスリーディングに陥る危険性があると危惧している(日経コンストラクション(2000)を参照)。コストの縮減を目標として、実際に達成されたコストの縮減額あるいは縮減率を行動計画の評価指標にすると、かえって公共事業の効率性(経済資源の配分に関する効率性)を低下させる可能性がある。既に行政組織において急速に定着しつつある費用便益分析の考え方に従えば、例えばコストが通常の3倍になる公共工事(または技術の採用)であっても、便益が10倍に匹敵するならば、それを実施するべきである。それを単純にコスト縮減が目標になっているために、コストが増加する工事を排除する結果になっては、潜在的な効率性向上が妨げられることになる。本来的には、新行動計画の目標と評価も、費用便益分析の枠組み(より広範には計量的な社会的厚生分析)で考えるべきであり、コストだけに焦点を当てることはミスリーディング

の危険性を含む。

行政組織において、一方では費用便益分析の考え方が定着しつつありながら、他方ではコストを目標・尺度とした施策を推進することは、一体どのように整合性を保っているのだろうか。残念ながら、新行動計画およびそれに先行する諸施策に関する資料を見ても、両者の関係を明確に示した説明を筆者は見出すことはできなかった。

このような状況が生じている理由の一つは、公共工事コスト縮減に関する既往の議論では、コストの概念を幅広く積極的に取り入れようとしながらも、経済学でいう費用の基本的な定義、そして、それに基づく社会的費用および外部経済費用の概念が十分に整合的に取り入れら

表 1 コスト縮減のための新行動指針

1. 工事コストの削減	(ア) 工事計画・設計の見直し (イ) 工事発注の効率化 (ウ) 工事構成要素のコスト削減 (エ) 工事実施段階での合理化など
2. 工事の時間コストの削減	(ア) 事業箇所の集中化 (イ) 新技術の活用による工事期間の短縮
3. ライフサイクルコストの削減(施設の品質向上)	(ア) 施設の耐久性向上 (イ) 施設の省資源・省エネルギー化 (ウ) 環境と調和した施設への転換
4. 工事における社会的コストの削減	(ア) 工事におけるリサイクルの推進 (イ) 工事における環境改善 (ウ) 工事中の交通渋滞緩和 (エ) 工事中の安全対策
5. 工事の効率性向上による長期的コストの削減	(ア) 工事における規制改革 (イ) 工事情報の電子化 (ウ) 工事における新技術の開発

(日経コンストラクション2000,11-10掲載表より抜粋)

れていないことにあると推察できる。政策評価においてはコストと便益は符号の正負が異なるだけで基本的に同じ概念であり、しかも、それらは力学におけるポテンシャルの概念と同様に、基本的にはある水準を規準としてそこから相対的な変化量を意味する。この点が明確に意識されることがないため、公共工事に伴う社会的余剰の変化量としての費用(または便益)と、日常感覚的な意味あるいは実務的な意味で工事有無のいずれの状況においても要する支払い額の意味での費用(または収入)が峻別されていない。そして、費用便益分析において便益と捉えても本質的に差がない項目の内、特定の項目についてはそれをコスト縮減として計上しており、コストの項目が恣意的に設定されている印象を生み出している。

さらに、ライフサイクルコストという言葉が、例えば民間建築物についても日常にも聞かれるまでに定着しつつあるとう動向も上記の混乱を助長している。費用便益分析においては、環境影響等の外部経済費用も含めて、幅広い社会的費用と社会的便益の両方を事業期間(project life)全体について考慮することは伝統的に鉄則であった。従って、最近になって殊更にライフサイクルコストが公共事業において重要であると従来の費用便益分析との関係に言及せずに強調するのは、学術的に見て全く新規性を有しないだけでなく、本来は不要な概念を喧伝するという結果になることが危惧される。

以上のような現状から、公共工事コスト縮減の新行動計画を費用便益分析の枠組みで整合させ、かつ、その行動計画を適切な指標に基づいて評価するためには、次の2点を明らかにする必要がある。

第一は、便益と費用の両方を考慮する費用便益分析を全体フレームとして、コストの縮減を評価尺度とする分析が部分フレームとしてどのように正当化されるかという問題である。すなわち、コスト縮減を目標・評価尺度とすることが効率性の向上と整合するためには、通常費用便益分析での前提条件に加えて、どのような限定的な条件を付加することが必要かということである。第二は、仮に第一の問題がクリアされたとして、その場合に評価尺度としてのコストはどのように算定するべきかという問題である。新行動計画ではコストの縮減率を公共工事全体でおおよそ30%を目標として達成することを掲げている。コストの概念について混乱を解消するだけでなく、この数値目標の達成を判定するために、具体的にどの定義に従ってコストを計算するべきかということである。

本稿はこの2点について、簡単な一般均衡モデル(上田・高木・森杉(2000)、上田・森杉(1997)を参照)を用いて明らかにする。このモデルでは、公共投資として交通社会基盤施設の建設・運営(以下、事業と呼ぶ)を念

頭におく。そして、新行動計画は、その事業に関する工学的(ハード)改善と運営方式(ソフト)の改善の両面を含む広い意味での“技術の改善”を意図した行動であるとする。ただし、それらはモデルにおいて費用関数のシフトとして表現できるものを念頭におく。無論、行動計画の施策には、契約/発注制度等に関するものも含まれており、それらの改変による効果を精緻に表すには、その構造を直接にモデル化した応用ミクロ経済学のアプローチが必要であると考えられる。そのような施策は本稿のように費用関数のシフトとして表現されないことも危惧される。しかし、新材料や新工法の採用等の工学的技術改善は直接的に費用削減に結びつき、また、システムズアプローチによる施工計画・資材配分計画等の運営方式の改善も本来的には直接に費用削減に結びつく。本稿での技術の改善はそのようなものを想定している。

以下では、まず、一般均衡モデルを説明し、次にそれに基づいてコスト縮減の新行動計画におけるコストの概念と通常費用便益における費用および便益の関係を解説する。そして、実際に新行動計画における数値目標の達成を判定する際のコストの計算について述べる。最後に、今後の研究において取り組むべき論点について整理する。

2 モデル

2.1 基本的前提

本稿のモデルは次の主要な前提に基づいている。

閉じた一国の国民経済を想定する。

経済には、家計、私企業、交通企業、技術開発公団、政府が存在し、それぞれ代表的主体であるとする。

経済には、労働市場と合成財市場が存在し、完全競争の状況にあるとする。

経済は常に静学的均衡状態にあり、全ての経済変化は基準とする均衡から別の均衡への移行として表現される。

2.2 家計の効用最大化行動

家計は、価格 p_z の合成財を z 、価格 p の交通サービスを x 、余暇時間を s だけ消費し、かつ、住環境の水準 Q のもとで効用 $u(z, x, s) + v(Q)$ を得る。ただし、ここで効用は Q について加法分離型であるとする。支出を賄うための所得は、賃金 w のもとで労働時間 l を提供して得られる賃金所得 wl 、私企業からの配当所得からなり、それから公共事業と技術開発の財源として一括税 T_1 を徴収され、また、交通企業からの配当 T_2 を得た後の $wl + T_1 + T_2$ が最終的な可処分所得になる。交通サービスの消費には、

一単位当たり所要時間 l を費やすため、その消費量は労働時間や余暇時間と併せて総利用可能時間 Ω に制約されている。これらの想定のもとで、家計の行動は次の効用最大化問題(例えば、森杉(1989)を参照)として定式化される。

$$V(p_z, p+wl, w, w\Omega+\pi-T_1+T_2, Q) = \max_{z,x,s,l} u(z, x, s) + v(Q) \quad (1.a)$$

$$\text{s.t. } p_z z + px = wl + \pi - T_1 + T_2 \quad (1.b)$$

$$l + s + tx = \Omega \quad (1.c)$$

ここで、 $V(\cdot)$ は間接効用関数であり、また、 $p+wl$ は賃金率 w を時間価値として所要時間を金銭換算した費用を含む交通サービスの一般化価格である。

2.3 企業の利潤最大化行動

私企業は、簡単化のため、時間タームでの労働 L を投入して、合成財を Y だけ算出する。生産に要する費用は賃金支払い wL であり、また、私企業の技術は生産関数 $Y=F(L)$ で表される。企業の行動は、この技術を制約として、次の利潤最大化問題として定式化される。

$$\pi(p_z, w) = \max_L p_z Y - wL \quad (2.a)$$

$$\text{s.t. } Y = F(L) \quad (2.b)$$

ただし、ここで $\pi(\cdot)$ は間接利潤関数である。本稿のモデルでは、生産要素を労働だけとしている。資本や土地などの他の生産要素については簡単化のため無視している。これらを考慮して、それらの要素に関する市場や家計への配当所得をモデルに加えても結論に本質的な差はない。

2.4 交通企業

交通企業は政策的に決定された価格 p のもとで必ず需要量に等しいだけの交通サービスを提供して、収入 px を得る。一方、交通サービスの提供には運営・維持管理のために合成財を $C(x, K, \alpha)$ だけ必要とし、そのための費用 $p_z C(\cdot)$ を支出する。その結果として次の T_2 を利潤として獲得する。この利潤は家計に配当されることになるが、料金が政策的に決定される場合は利潤が負、すなわち、赤字分となる場合がある。その場合には、家計は交通企業の赤字も一括税として負担することになる。

$$px - p_z C(x, K, \alpha) = T_2 \quad (3)$$

ただし、ここで K は交通企業が提供する交通サービスの容量であり、 α は交通基盤施設とその運営に関する技

術である。これについては技術開発公団のモデルにおいて詳述する。また、本稿で想定している交通企業は料金が政策的に決定されており、かつ、需要量に等しいサービスを常に供給するという意味で公社/公団のように公的に強くコントロールされた組織である。民間交通企業が参加する場合の交通サービスの市場構造やそこでの競争政策については本稿では分析の対象とはしていない。

2.5 技術開発公団

本稿のモデルにおける技術開発公団は、交通基盤施設の建設と運営維持管理に関する技術の改善を担う。ここでいう技術は施設建設における資材の材料特性の改善や工法の開発といった技術を主とするが、科学的な工程管理や品質管理手法のような事業の運営・管理についての改善をもたらす手法までを含むとする。ただし、それらの技術の改善は費用関数のシフトとして表現できるものとする。その意味で、本稿で言う技術は狭義の工学的技術よりは広い意味を持ち、行動計画の主要な施策に対応するが、含まれている施策の全てを完全にカバーするものではないことに注意が必要である。特に、契約/発注制度や建設産業組織に関わる施策については誘因を明示した応用ミクロ経済学的アプローチやゲーム理論のアプローチを用いて精緻に分析した上で、どのような条件の場合に本稿でいう技術に含めることができるかを明確にする必要がある。この点については本稿の域を越えるため、今後の課題としておく。

技術開発公団は、技術水準を現行の α' から出発して目標とする α の水準に改善するには合成財を $\varphi(\alpha, \alpha')$ だけ研究開発に投入し、そのため、 $p_z \varphi(\alpha, \alpha')$ を費用として支出する。この支出は政府が家計から徴収した一括税で賄われる。研究開発のための合成財投入 $\varphi(\alpha, \alpha')$ については次の性質をもつと仮定する。

$$\frac{\partial \varphi(\alpha, \alpha')}{\partial \alpha} > 0 \quad (4.a)$$

$$\frac{\partial \varphi(\alpha, \alpha')}{\partial \alpha'} < 0 \quad (4.b)$$

$$\varphi(\alpha'', \alpha') = 0 \quad \text{for } \alpha'' \leq \alpha' \quad (4.c)$$

新行動計画の実施は、本稿のモデルでは技術水準 α の改善として表現されることになる。従って、ここで導入した $p_z \varphi(\alpha, \alpha')$ は新行動計画の実施に要する社会的費用を表すことになる。

2.6 政府

政府は家計から一括税 T_1 を徴収しており、それを公共投資と技術開発の財源に充てる。事業として交通基盤施

設の建設には合成財を I だけ投入するものとし、そのため $p_z I$ だけの支出が必要になる。既に説明した技術開発のための支出と併せて、政府が均衡財政の条件を満たしているとするれば、次の条件式が成り立つ。

$$T_1 = p_z(I + \varphi) \quad (5)$$

ただし、 I は事業無における既存交通基盤施設の仕様 K' 、事業有で整備された場合の仕様 K 、および技術 α の関数であり、次の性質を満たすとする。

$$I = I(K, K', \alpha) \quad (6.a)$$

$$\frac{\partial I}{\partial K} > 0 \quad (6.b)$$

$$I(K'', K', \alpha) = 0 \quad \text{for } K'' \leq K' \quad (6.c)$$

2.7 市場の清算

交通企業は需要に等しいだけの交通サービスを供給することを前提にしているため、ここでは、価格調整メカニズムが作動する合成財市場と労働市場についてだけ集計された需要と供給が一致する条件を次のように定式化する。

$$Y = z + I + C + \varphi \quad (7.a)$$

$$l = L \quad (7.b)$$

ここで (7.a) の左辺は代表的企業からの合成財の供給である。右辺は集計的需要であり、それが家計の消費需要 z 、交通社会基盤施設への投資に伴う公共調達 I 、交通企業による施設の運営維持管理に伴う合成財の投入需要 C 、そして、技術開発公団による研究開発への投入需要 φ によって構成されていることを表している。

2.8 外部性

交通は一般に混雑現象を伴い、また、非利用者に対しても環境負荷などによる被害を与える場合がある。そこで、本稿のモデルでは、交通サービスの所要時間 t が交通量 x 、仕様としての容量 K 、技術 α の関数であるとして次のように表す。

$$t = t(x, K, \alpha) \quad (8.a)$$

$$\frac{\partial t}{\partial x} > 0 \quad (8.b)$$

$$\frac{\partial t}{\partial K} < 0 \quad (8.c)$$

$$\frac{\partial t}{\partial \alpha} < 0 \quad (8.d)$$

環境負荷については、住環境の質 Q が交通量 x 、仕様 K 、技術 α の関数であるとして次のように表す。

$$Q = Q(x, K, \alpha) \quad (9.a)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} < 0 \quad (9.b)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \alpha} > 0 \quad (9.c)$$

3 一般均衡解としての経済状態と社会的厚生

3.1 一般均衡解

定式化されたモデルでの一般均衡は、各主体の行動と市場の清算条件からなる連立方程式体系によって最終的には定義される。そして、最終的には p_z, w の2変数を未知数とした連立方程式体系に集約される。さらに、閉じた国民経済モデルであるので、ワルラス法則が成立すること(例えば、Varian(1992)などを参照)を考慮すれば、(7.a)と(7.b)のいずれか一方が成立すれば他方は自動的に成立する。従って、未知数 p_z, w のいずれか一方を定数とにおいて(価値基準財(numeraire)の導入)、他方はそれとの比である相対価格として求められることになる。どちらを基準とするかは分析の意図に依存し、また、実際の計測や評価の作業を行う際の便宜を勘案する必要がある。そのため、本稿の以下の分析では p_z, w のいずれも定数とせず扱うことにする。

本稿のモデルでは、事業は交通基盤施設の整備水準を意味する仕様 K 、新行動計画の内容に対応する技術水準 α 、交通サービスの料金水準 p が政策変数であり、これらを外生変数として与えると、それに応じた一般均衡解が得られる。これらの政策変数に一般均衡解である内生変数に対応させる写像を解関数として次のように表す。

$$\theta = (K, p, \alpha) \quad (10.a)$$

$$p_z^* = p_z^*(\theta) \quad (10.b)$$

$$w^* = w^*(\theta) \quad (10.c)$$

本稿では、他の内生変数についても同様の表記を用いる。

3.2 社会的厚生の表現

代表的家計を想定しているので、本稿のモデルでは社会的厚生は家計の効用水準で表される。ロイの恒等式(Varian(1992)など)を適用すれば、政策変数 $\theta = (K, p, \alpha)$ と効用は次の偏微分方程式を満たす。

$$\begin{aligned}
 dV^* &= \lambda^* \{-z^* dp_z^* - x^* (dp + w^* dt^* + t^* dw^*) \\
 &\quad - s^* dw^* + \Omega dw^* + d\pi^* - dT_1^* + dT_2^*\} \\
 &\quad + \frac{\partial v}{\partial Q} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} dx^* + \frac{\partial Q}{\partial K} dK + \frac{\partial Q}{\partial \alpha} d\alpha \right)
 \end{aligned} \tag{11}$$

私企業の利潤((2.a))についてHotellingの補題を適用して、さらに市場の清算条件(7.a)(7.b)、交通企業の利潤に関する定義式(3)、政府の均衡財政の条件式(5)を考慮すれば、次のように書き改められる。

$$\begin{aligned}
 dV^* &= \lambda^* (-x^* w^* dt^* - p_z^* dI^* - p_z^* d\phi + p dx^* - p_z^* dC^*) \\
 &\quad + \frac{\partial v}{\partial Q} dQ
 \end{aligned} \tag{12}$$

(12)式の意味解釈を容易にするために、政策変数 $\theta = (K, p, \alpha)$ の各変数を明示した形式である次のように書き改める。

$$\begin{aligned}
 dV^* &= \lambda^* \left\{ -x^* w^* \left(\frac{\partial t}{\partial x} dx^* + \frac{\partial t}{\partial K} dK + \frac{\partial t}{\partial \alpha} d\alpha \right) \right. \\
 &\quad - p_z^* \left(\frac{\partial I(K, K', \alpha)}{\partial K} dK + \frac{\partial I(K, K', \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{\partial \phi(\bar{\alpha}, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \right) \\
 &\quad + p dx^* - p_z^* \left(\frac{\partial C}{\partial x^*} dx^* + \frac{\partial C}{\partial K} dK + \frac{\partial C}{\partial \alpha} d\alpha \right) \\
 &\quad \left. + \frac{\partial v}{\partial Q} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} dx^* + \frac{\partial Q}{\partial K} dK + \frac{\partial Q}{\partial \alpha} d\alpha \right) \right\}
 \end{aligned} \tag{13}$$

これから、家計が達成する効用水準は次の線積分の形式で表すことができる。

$$\begin{aligned}
 V^* &= \oint_{\substack{\bar{\theta}=(\bar{K}, \bar{p}, \bar{\alpha}) \\ \rightarrow \theta=(K, p, \alpha)}} \left[\lambda^* \left\{ -x^* w^* \left(\frac{\partial t}{\partial x} dx^* + \frac{\partial t}{\partial K} dK + \frac{\partial t}{\partial \alpha} d\alpha \right) \right. \right. \\
 &\quad - p_z^* \left(\frac{\partial I}{\partial K} dK + \frac{\partial I}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{\partial \phi(\bar{\alpha}, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \right) \\
 &\quad + p dx^* - p_z^* \left(\frac{\partial C}{\partial x^*} dx^* + \frac{\partial C}{\partial K} dK + \frac{\partial C}{\partial \alpha} d\alpha \right) \\
 &\quad \left. \left. + \frac{\partial v}{\partial Q} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} dx + \frac{\partial Q}{\partial K} dK + \frac{\partial Q}{\partial \alpha} d\alpha \right) \right] \right\}
 \end{aligned} \tag{14}$$

ただし、 $\bar{\theta} = (\bar{K}, \bar{p}, \bar{\alpha})$ は線積分を定義する際の基準点であり、外生的に与えられているとする。

公共投資の費用便益分析は、事業による家計の効用水準の変化分を金銭換算して行う。貨幣換算には厳密には等価変分や補償変分を用いるべきであるが、(14)式において $\lambda^* \cong 1$ と仮定できる場合は効用水準の変化分 ΔV^* をそのまま貨幣換算された社会的純便益、すなわち、 $SNB = \Delta V^*$ と見なすことができる。本稿ではその立場をとる。

行政組織において現在行われている通常の費用便益分析は、プロジェクトが現在の技術水準 α^a のもとで交通基盤施設の容量等の仕様 K を改善し、また、料金水準 p の改変も伴うものであるとして、それによる便益を算定する。これらの政策変数の変化を $\theta^A = (K^a, p^a, \alpha^a) \rightarrow \theta^B = (K^b, p^b, \alpha^a)$ として表す。社会的純便益は次のように表される。

$$\begin{aligned}
 SNB(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^a) &= \Delta V^*(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^a) \\
 &= \oint_{\bar{\theta} \rightarrow \theta^B=(K^b, p^b, \alpha^a)} \left[\left\{ -x^* w^* \left(\frac{\partial t}{\partial x} dx^* + \frac{\partial t}{\partial K} dK \right) \right. \right. \\
 &\quad \left. - p_z^* \frac{\partial I(K, K^a, \alpha^a)}{\partial K} dK + p dx^* - p_z^* \left(\frac{\partial C}{\partial x^*} dx^* + \frac{\partial C}{\partial K} dK \right) \right. \\
 &\quad \left. \left. + \frac{\partial v}{\partial Q} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} dx^* + \frac{\partial Q}{\partial K} dK \right) \right] \right. \\
 &\quad - \oint_{\bar{\theta} \rightarrow \theta^A=(K^a, p^a, \alpha^a)} \left[\left\{ -x^* w^* \left(\frac{\partial t}{\partial x} dx^* + \frac{\partial t}{\partial K} dK \right) \right. \right. \\
 &\quad \left. - p_z^* \frac{\partial I(K, K^a, \alpha^a)}{\partial K} dK + p dx^* - p_z^* \left(\frac{\partial C}{\partial x^*} dx^* + \frac{\partial C}{\partial K} dK \right) \right. \\
 &\quad \left. \left. + \frac{\partial v}{\partial Q} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} dx^* + \frac{\partial Q}{\partial K} dK \right) \right] \right]
 \end{aligned} \tag{15.a}$$

あるいは、

$$\begin{aligned}
 SNB(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^a) &= \oint_{\theta^A=(K^a, p^a, \alpha^a) \rightarrow \theta^B=(K^b, p^b, \alpha^a)} \left[\left\{ -x^* w^* \left(\frac{\partial t}{\partial x} dx^* + \frac{\partial t}{\partial K} dK \right) \right. \right. \\
 &\quad \left. - p_z^* \frac{\partial I(K, K^a, \alpha^a)}{\partial K} dK + p dx^* - p_z^* \left(\frac{\partial C}{\partial x^*} dx^* + \frac{\partial C}{\partial K} dK \right) \right. \\
 &\quad \left. \left. + \frac{\partial v}{\partial Q} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} dx^* + \frac{\partial Q}{\partial K} dK \right) \right] \right]
 \end{aligned} \tag{15.b}$$

この社会的純便益 $SNB(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^a)$ は、料金水準 p と仕様 K の変化を K だけで代表させれば、 K と技術 α の平面において $A \rightarrow B$ の政策変数の変化に対する純便益であり、図 1 のように表すことができる。

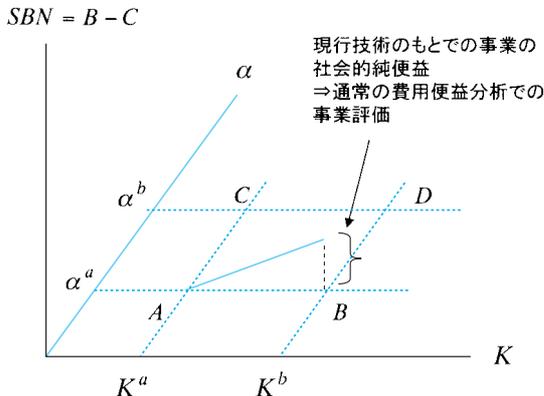


図 1 通常の費用便益分析での社会的純便益

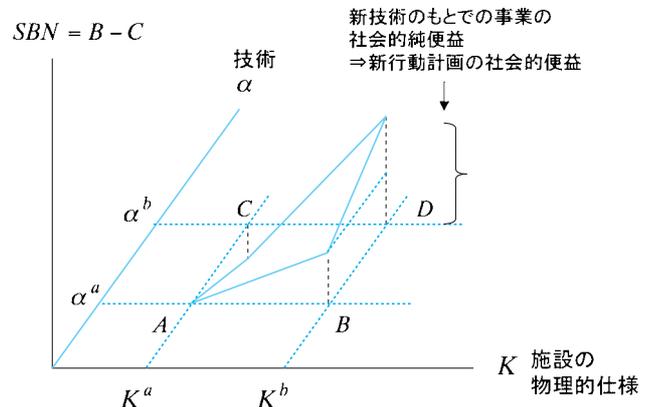


図 2 技術改善がもたらす社会的純便益

5 新行動計画の便益

5.1 新行動計画の便益定義

公共工事コスト縮減の新行動計画は原則的には新規の建設工事を伴う事業について建設期間(construction period)と供用期間(service life)の両方を含む事業期間に含まれる全ての費用をライフサイクルコストとして視野に入れていと推察される。従って、これは通常の費用便益分析で想定する交通基盤施設の仕様 K , 料金水準 p の改変と同時に技術水準 α の改変も行われる場合であると見なせる。従って、政策変数の変化を $\theta^A = (K^a, p^a, \alpha^a) \rightarrow \theta^D = (K^b, p^b, \alpha^b)$ で表すとすれば、新行動計画の社会的純便益は次のように表される。

$$\begin{aligned}
 & SNB(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^a \rightarrow \alpha^b) \\
 = & \int_{\theta^A=(K^a, p^a, \alpha^a)}^{\theta^D=(K^b, p^b, \alpha^b)} \left[\left\{ -x^* w^* \left(\frac{\partial t}{\partial x} dx^* + \frac{\partial t}{\partial K} dK + \frac{\partial t}{\partial \alpha} d\alpha \right) \right. \right. \\
 & - p_2^* \left(\frac{\partial I(K, K^a, \alpha^a)}{\partial K} dK + \frac{\partial I(K, K^a, \alpha^a)}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{\partial \varphi(\alpha^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \right) \\
 & + p \alpha x^* - p_2^* \left(\frac{\partial C}{\partial x} dx^* + \frac{\partial C}{\partial K} dK + \frac{\partial C}{\partial \alpha} d\alpha \right) \left. \right. \\
 & \left. + \frac{\partial v}{\partial Q} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} dx^* + \frac{\partial Q}{\partial K} dK + \frac{\partial Q}{\partial \alpha} d\alpha \right) \right] \quad (16)
 \end{aligned}$$

この社会的純便益 $SNB(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^a \rightarrow \alpha^b)$ は、図 2 のように、技術 α と仕様 K の平面において $A \rightarrow D$ の政策変数の変化がもたらすものである。新行動計画の社会的純便益では、通常の費用便益分析でのそれを定義した(15.b)の積分に現れる項に加えて、以下の項が加わっている。

$$\frac{\partial I(K, K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha$$

: 技術の改善に伴う投資費用の変化 (17.a)

$$\frac{\partial C}{\partial \alpha} d\alpha$$

: 技術の改善に伴う運営維持管理費用の変化 (17.b)

$$-x^* w^* \frac{\partial t}{\partial \alpha} d\alpha$$

: 技術の改善に伴う交通所要時間の利用者便益 (17.c)

$$\frac{\partial v}{\partial Q} \frac{\partial Q}{\partial \alpha} d\alpha$$

: 技術の改善に伴う環境被害の変化 (17.d)

$$\frac{\partial \varphi(\alpha^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha$$

: 技術開発に要する費用 (17.e)

ここで、以下の点に注意が必要である。第一に(16)の中で現れる関数 $t(\cdot)$, $C(\cdot)$ に引数として含まれる x も、積分経路においては技術水準 α の関数でもあるため、線積分の性質からそれらの項を通じても技術の改善は社会的純便益の大きさを左右する。これを本稿では便宜的に新行動計画の間接影響と呼び、上に列挙した $d\alpha$ とその微分係数で表される(17.a)から(17.e)までをまとめて直接影響と呼ぶことにする。第二に、技術を改善するための研究開発自体に要する費用が登場する。第一の点は、新行動計画によるコスト縮減額を実際にどのように計測するのかという問題に関わり、第二の点は新行動計画を個別の事業単位で評価するのか、それとも国民経済レベルで評価するのかという問題に関わる。

5.2 実際の便益計測に関連して

実際の計測において、線積分に伴う間接影響は、第一に、技術の改善が微小な場合には無視することができ、微分型で表した直接影響を個別に計測して合計すれば良い。第二に、線積分を各項別の通常の積分として独立に分解できる場合には、同様に直接影響の各項を積分したものを合計すれば良い。個別の事業は、その関係地域には大きな影響を与えるが、国民経済全体には大きな

影響を与えるとは言えない。そのため、新しい技術が適用されたことについての個別の事業単位での評価には、直接影響だけに着目して評価することも妥当であると考えられる。

これらの場合には、技術改善による影響とそれとは独立に推定された通常のコスト便益分析における社会的純便益を合計することができる。従って、個別の事業を評価する際にも、通常のコスト便益分析による評価と技術改善自体の評価を分離できることになる。技術改善としての新行動計画は、当然ながら、分解されて取り出された貢献分をもって評価されることになるが、事業としての総合的な社会的純便益はそれだけで評価できるものではなく、あくまで(16)に従って社会的純便益によって行うべきであることをここで再度注意しておく。

5.3 個別事業での評価と国民経済的评价について

技術開発のコストは国民経済的には非常に重要な意味を持つ。パテントによる排他性を考慮したとしても、技術は本来的には非排他性や非競争性といった公共財としての性質(例えば、小林他(1999)などを参照)を持つ。そして、公共投資に関わる技術は社会基盤施設の建設と運営維持管理を通じて社会に便益をもたらす。個別の事業において固有の技術開発が行われる場合もあるが、新行動計画における施策は新たな技術が多数の事業に活用されることが前提になっているように推察される。従って、新行動計画の社会的純便益を個別の事業において評価する際には、どの事業にも共通して適用される新技術のための研究開発のコストが見落とされてしまう可能性がある。これは、社会的には一種の固定費用であり、新行動計画を国民経済レベルで評価する場合には是非とも考慮しなければならない費用である。

6 コスト削減額の算定について

6.1 線積分の経路分解

新行動計画による技術の改善を伴って事業を行った場合には(16)で表される線積分を次の2種類の表現に分解できる。

$$\begin{aligned}
 & SNB(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^a \rightarrow \alpha^b) \\
 &= \int_{\theta^A=(K^a, p^a, \alpha^a) \rightarrow \theta^B=(K^b, p^b, \alpha^a)} dV^* + \int_{\theta^B=(K^b, p^b, \alpha^a) \rightarrow \theta^D=(K^b, p^b, \alpha^b)} dV^* \\
 & \quad (18.a)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & SNB(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^a \rightarrow \alpha^b) \\
 &= \int_{\theta^A=(K^a, p^a, \alpha^a) \rightarrow \theta^C=(K^a, p^a, \alpha^b)} dV^* + \int_{\theta^C=(K^a, p^a, \alpha^b) \rightarrow \theta^D=(K^b, p^b, \alpha^b)} dV^* \\
 & \quad (18.b)
 \end{aligned}$$

分解した経路それぞれの意味として(18.a)の第1項は経路 $\theta^A = (K^a, p^a, \alpha^a) \rightarrow \theta^B = (K^b, p^b, \alpha^a)$ についての線積分であり、現行の技術のもとで事業を行った場合の社会的純便益を表し、既に(15.b)として示したものに他ならない。一方、第2項は積分経路として政策変数の変化 $\theta^B = (K^b, p^b, \alpha^a) \rightarrow \theta^D = (K^b, p^b, \alpha^b)$ についての積分である。以上の経路に分解した積分は図3のように表される。

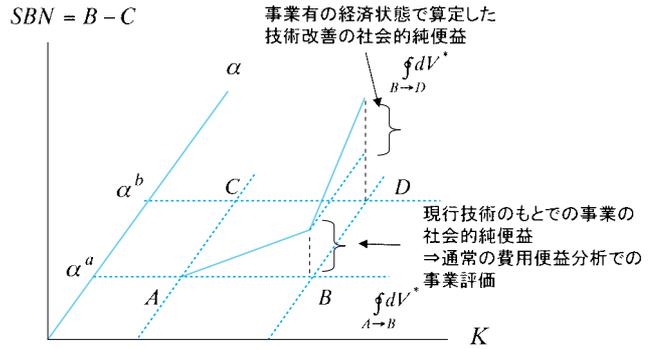


図3 技術改善の便益と現行技術のもとでの事業純便益

同様に(18.b)の第1項は経路 $\theta^A = (K^a, p^a, \alpha^a) \rightarrow \theta^C = (K^a, p^a, \alpha^b)$ についての線積分であり、新規の交通基盤施設の建設や料金の改変を行わないで技術の改善 $\alpha^a \rightarrow \alpha^b$ だけを実施した場合の社会的便益である。それに対して、第2項は経路 $\theta^C = (K^a, p^a, \alpha^b) \rightarrow \theta^D = (K^b, p^b, \alpha^b)$ であり、改善された技術水準 α^b のもとで事業を行った場合の社会的純便益である。この分解は図4のように表すことができる。

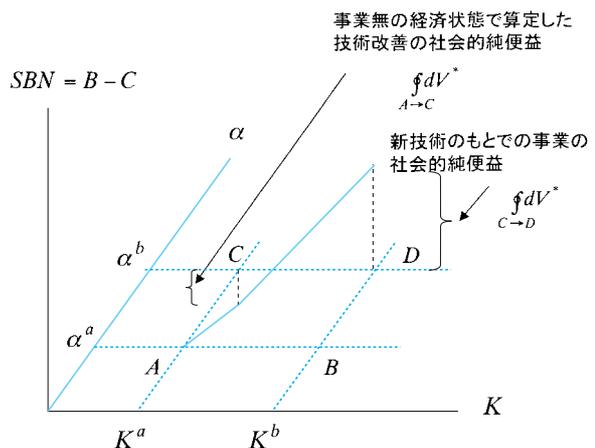


図4 技術改善の便益と新規技術のもとでの事業純便益

以上から、技術改善としての新行動計画の貢献は、先に述べた間接影響を無視できるとすれば、主に(18.a)の第2項と(18.b)の第1項に集約される。なお(18.b)の第2項は改善された技術水準のもとでの積分であるが、そこでは既に改善された技術が織り込まれているという意味で技術水準の変化による影響は反映されていない。

次に、先の線積分の経路分解に基づいて、新行動計

画によるコストの縮減額の算定方法について検討する。(18.a)の第2項は事業有の経済状態において縮減額を算定する方法であり(18.b)の第1項は事業無の経済状態において縮減額を算定する方法である(18.a)の第2項と(18.b)の第1項における積分経路の上では $dK=0, dp=0$ であり、また、技術の改善による間接影響を無視できるとしているため、それを表現する仮定として $\partial x^*/\partial\alpha=0, \partial p_z^*/\partial\alpha=0, \partial w^*/\partial\alpha=0$ 、およびそれに基づいてさらに $dx^*=0, dp_z^*=0, dw^*=0$ を採用する。その結果として、各項はそれぞれ次のように書き改められる。

$$\int_{\theta^B=(K^b, p^b, \alpha^b) \rightarrow \theta^A=(K^a, p^a, \alpha^a)} dV^* = \int_{\theta^B=(K^b, p^b, \alpha^b) \rightarrow \theta^A=(K^a, p^a, \alpha^a)} \left[-p_z^*(\theta^B) \left(\frac{\partial I(K^b, K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{\partial \varphi(\alpha, \alpha^a)}{\partial \alpha} d\alpha \right) - p_z^*(\theta^B) \frac{\partial C(x^*(\theta^B), K^b, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha - x^*(\theta^B) w^*(\theta^B) \frac{\partial t(x^*(\theta^B), K^b, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{\partial v(Q)}{\partial Q} \frac{\partial Q(x^*(\theta^B), K^b, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \right] \quad (19.a)$$

$$\int_{\theta^B=(K^b, p^b, \alpha^b) \rightarrow \theta^A=(K^a, p^a, \alpha^a)} dV^* = \int_{\theta^B=(K^b, p^b, \alpha^b) \rightarrow \theta^A=(K^a, p^a, \alpha^a)} \left[-p_z^*(\theta^A) \left(\frac{\partial I(K^a, K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{\partial \varphi(\alpha, \alpha^a)}{\partial \alpha} d\alpha \right) - p_z^*(\theta^A) \frac{\partial C(x^*(\theta^A), K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha - x^*(\theta^A) w^*(\theta^A) \frac{\partial t(x^*(\theta^A), K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{\partial v(Q)}{\partial Q} \frac{\partial Q(x^*(\theta^A), K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \right] \quad (19.b)$$

ここで、 $p_z^*(\theta)$ 、 $x^*(\theta)$ 、 $w^*(\theta)$ はそれらの内生変数が政策変数の関数として、すなわち、一般均衡の解関数として表されることを表している。また、この積分経路の上で内生的に変化する変数については、それが技術水準 α の関数であることを明示するために引数を明記している。

この経路についての線積分はいずれも後で説明するように事業費を構成する投資費用と運営維持管理費用、そして、外部経済費用としての交通時間費用と環境被害が含まれている。これらは新行動計画が縮減を目指しているコストの主たる項目に対応している。そのため、これらが新行動計画によるコストの縮減額を表していると見なせよう。また、(19.a)は事業有での経済状態 $p_z^*(\theta^B)$ 、 $x^*(\theta^B)$ 、 $w^*(\theta^B)$ において縮減額を算定し、(19.b)は事業無での経済状態 $p_z^*(\theta^A)$ 、 $x^*(\theta^A)$ 、

$w^*(\theta^A)$ において算定することを意味している。この相違について以下で説明する。

6.2 新行動計画によるコスト縮減額の算定

(1) 事業有での算定

(19.a)の線積分は、次のような通常の積分に分解することができる。

$$\int_{\theta^B=(K^b, p^b, \alpha^b) \rightarrow \theta^A=(K^a, p^a, \alpha^a)} dV^* = -p_z^*(\theta^B) \left\{ \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial I(K^b, K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha + \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial \varphi(\alpha, \alpha^a)}{\partial \alpha} d\alpha + \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial C(x^*(\theta^B), K^b, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \right\} - x^*(\theta^B) w^*(\theta^B) \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial t(x^*(\theta^B), K^b, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha + \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial v(Q)}{\partial Q} \frac{\partial Q(x^*(\theta^B), K^b, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \quad (20)$$

(20)に現れた積分型の各項は、それぞれ次の意味を持つ。

$$-p_z^*(\theta^B) \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial I(K^b, K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha = -p_z^*(\theta^B) (I(K^b, K^a, \alpha^b) - I(K^b, K^a, \alpha^a))$$

: 投資費用の変化額 (21.a)

$$-p_z^*(\theta^B) \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial \varphi(\alpha, \alpha^a)}{\partial \alpha} d\alpha = -p_z^*(\theta^B) (\varphi(\alpha^b, \alpha^a) - \varphi(\alpha^a, \alpha^a)) = -p_z^*(\theta^B) \varphi(\alpha^b, \alpha^a)$$

: 技術開発の費用 (21.b)

$$-p_z^*(\theta^B) \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial C(x^*(\theta^B), K^b, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha = -p_z^*(\theta^B) (C(x^*(\theta^B), K^b, \alpha^b) - C(x^*(\theta^B), K^b, \alpha^a))$$

: 運営維持管理費用の変化額 (21.c)

$$-x^*(\theta^B) w^*(\theta^B) \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial t(x^*(\theta^B), K^b, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha = -x^*(\theta^B) w^*(\theta^B) (t(x^*(\theta^B), K^b, \alpha^b) - t(x^*(\theta^B), K^b, \alpha^a))$$

: 交通所要時間の利用者便益 (21.d)

$$\int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial v(Q)}{\partial Q} \frac{\partial Q(x^*(\theta^B), K^b, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha = v(Q(x^*(\theta^B), K^b, \alpha^b)) - v(Q(x^*(\theta^B), K^b, \alpha^a))$$

: 環境被害の変化額 (21.e)

注意すべきは(21)に含まれる内生変数は技術水準 α^a のもとで事業を実施した場合の合成財価格 $p_z^*(\theta^B)$ と交通需要 $x^*(\theta^B)$ であることである。

(2) 事業無での算定

先と同様に、次のように分解できる。

$$\begin{aligned}
& \oint_{\theta^A=(K^a, p^a, \alpha^a) \rightarrow \theta^B=(K^a, p^a, \alpha^b)} dV^* \\
& = -p_z^*(\theta^A) \left\{ \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial I(K^a, K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha + \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial \varphi(\alpha, \alpha^a)}{\partial \alpha} d\alpha \right. \\
& \quad \left. + \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial C(x^*(\theta^A), K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \right\} \\
& \quad - x^*(\theta^A) \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial t(x^*(\theta^A), K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \\
& \quad + \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial v(Q)}{\partial Q} \frac{\partial Q(x^*(\theta^A), K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \quad (22)
\end{aligned}$$

(22)に現れた積分型の各項は、それぞれ(21)に示した対応する項と同様の意味を持つ。しかし(21)の場合と次の点で異なる

第一に、投資費用の縮減を算定できないことである。投資費用は交通基盤施設の仕様 K が変化することによって発生する。この経路においては $K=K^a$ であるため、投資費用についてはどの技術水準 α に対しても(8.d)から $I(K^a, K^a, \alpha) = 0$ が成り立つ。そのため、この線積分の経路上ではどの技術水準に対しても投資費用が発生しないため、技術の改善によるその変化はないことになる。第二に、維持管理費と環境被害の変化額および利用者便益の算定は、事業無での交通需要 $x^*(\theta^A)$ のもとで行うことになる。これは既存の交通基盤施設の運営について新行動計画の貢献を評価することに相当する(21)の各項と対応させるために(22)についてもそれを構成する各項を以下のように列挙しておく。

$$\begin{aligned}
& -p_z^*(\theta^A) \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial I(K^a, K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \\
& = -p_z^*(\theta^A) \{I(K^a, K^a, \alpha^b) - I(K^a, K^a, \alpha^a)\} \\
& = -p_z^*(\theta^A) \{0 - 0\} = 0 \\
& \text{: 投資費用の変化額} \quad (23.a)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -p_z^*(\theta^A) \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial \varphi(\alpha, \alpha^a)}{\partial \alpha} d\alpha \\
& = -p_z^*(\theta^A) (\varphi(\alpha^b, \alpha^a) - \varphi(\alpha^a, \alpha^a)) \\
& = -p_z^*(\theta^A) \varphi(\alpha^b, \alpha^a) \\
& \text{: 技術開発の費用} \quad (23.b)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -p_z^*(\theta^A) \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial C(x^*(\theta^A), K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \\
& = -p_z^*(\theta^A) (C(x^*(\theta^A), K^a, \alpha^b) - C(x^*(\theta^A), K^a, \alpha^a)) \\
& \text{: 運営維持管理費用の変化額} \quad (23.c)
\end{aligned}$$

$$-x^*(\theta^A) w^*(\theta^A) \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial t(x^*(\theta^A), K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha$$

$$= -x^*(\theta^A) w^*(\theta^A) (t(x^*(\theta^A), K^a, \alpha^b) - t(x^*(\theta^A), K^a, \alpha^a))$$

: 交通所要時間の変化による利用者便益 (23.d)

$$\begin{aligned}
& \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial v(Q)}{\partial Q} \frac{\partial Q(x^*(\theta^A), K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \\
& = v(Q(x^*(\theta^A), K^a, \alpha^b)) - v(Q(x^*(\theta^A), K^a, \alpha^a))
\end{aligned}$$

: 環境被害の変化額 (23.e)

以上により、現行の技術水準のもとで事業を行った場合に実現する経済状態を想定して、そのもとで技術改善を行った場合のコスト縮減額を算定することは可能である。新行動計画では具体的な目標は縮減額ではなくコストの縮減率で30%となっているため、このように算定された縮減額を縮減率に換算するには、技術改善が行われなかった場合のコストで除す必要がある。しかし、技術改善が行われなかった場合のコストは、新規整備の事業費だけでなく、既存の交通基盤施設に要する運営維持管理費用も含まれる。技術改善によって実現した新技術は、新規整備の事業においては積極的に活用されると言えるが、既存の施設部分においては直ちに活用されるとは考えにくい。また、既存施設に要する費用を全て正確に把握することは困難である。そのため、縮減率という目標の評価に際しては、既存施設部分を全て考慮するのではなく、より現実的な範囲でコストとその縮減額を把握する必要があると言える。

6.3 事業費の縮減額に基づくコスト縮減の評価

新行動計画においては運営維持管理費用や環境被害の削減までもが広くコストに含まれているが、新行動計画に先立って打ち出された施策の評価においては投資費用である建設費の縮減が主要な課題であった。事業無における算定では、投資費用の定義から、建設費の縮減を算定することができない。新行動計画においても建設費の縮減は依然として重要項目であるため、コスト縮減の算定に当たっては、事業有での算定方法に従わなければならない。以下では、それを前提に分析を展開する。なお、ここでは事業費として投資費用と運営維持管理費用を取り上げる。利用者の交通時間費用や環境被害などの外部経済費用の縮減額を個別事業毎に算定する問題については節を改めて解説する。

一般に、公共工事に新たな技術が導入されたことによるコストの縮減は、新規の事業について現行技術で実施した場合の事業費と新技術のもとでのそれを比較して、その差で捉えるという方法が考えられよう。事実、コスト縮減に関連した既往の議論はこれに基づいていると見られる。これは通常の費用便益分析における社会的費用の

項目を新技術と現行技術の場合のそれぞれについて算定して差を求めようとするに他ならない。いま、新規事業に含まれる投資費用と運営維持管理費用の項を通常費用便益分析における社会的純便益を表した(15.b)から取り出して、事業費を次のように表すことができる。

$$SC(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^a) = \oint_{\theta^A=(K^a, p^a, \alpha^a) \rightarrow \theta^B=(K^b, p^b, \alpha^a)} \left[-p_z^*(\theta) \frac{\partial I(K, K^a, \alpha^a)}{\partial K} dK - p_z^*(\theta) \left(\frac{\partial C(x^*(\theta), K, \alpha^a)}{\partial x^*} dx^* + \frac{\partial C(x^*(\theta), K, \alpha^a)}{\partial K} dK \right) \right] \quad (24.a)$$

$$SC(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^b) = \oint_{\theta^C=(K^a, p^a, \alpha^b) \rightarrow \theta^D=(K^b, p^b, \alpha^b)} \left[-p_z^*(\theta) \frac{\partial I(K, K^a, \alpha^b)}{\partial K} dK - p_z^*(\theta) \left(\frac{\partial C(x^*(\theta), K, \alpha^b)}{\partial x^*} dx^* + \frac{\partial C(x^*(\theta), K, \alpha^b)}{\partial K} dK \right) \right] \quad (24.b)$$

事業が大規模なものでければ、合成財価格への影響はないと見なせる。これはAからDの各状況について $p_z^*(\theta^A) = p_z^*(\theta^B) = p_z^*(\theta^C) = p_z^*(\theta^D) = p_z^*(\tilde{\theta})$ とおくことに相当する。しかし、交通需要 $x^*(\theta)$ は事業の実施によって大きく影響を受けるため、これについては線積分の経路上で内生的に変化するものとして扱う。この場合に、次のように分解することかできる。

$$SC(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^a) = p_z^*(\tilde{\theta})(I(K^b, K^a, \alpha^a) - I(K^a, K^a, \alpha^a)) + p_z^*(\tilde{\theta})(C(x^*(\theta^B), K^b, \alpha^a) - C(x^*(\theta^A), K^a, \alpha^a)) = p_z^*(\tilde{\theta})I(K^b, K^a, \alpha^a) + p_z^*(\tilde{\theta})(C(x^*(\theta^B), K^b, \alpha^a) - C(x^*(\theta^A), K^a, \alpha^a)) \quad (25.a)$$

$$SC(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^b) = p_z^*(\tilde{\theta})(I(K^b, K^a, \alpha^b) - I(K^a, K^a, \alpha^b)) + p_z^*(\tilde{\theta})(C(x^*(\theta^D), K^b, \alpha^b) - C(x^*(\theta^C), K^a, \alpha^b)) = p_z^*(\tilde{\theta})I(K^b, K^a, \alpha^b) + p_z^*(\tilde{\theta})(C(x^*(\theta^D), K^b, \alpha^b) - C(x^*(\theta^C), K^a, \alpha^b)) \quad (25.b)$$

ただし、ここで $I(K^a, K^a, \alpha) = 0$ を用いた書き換えを行っている。

事業費の縮減額は、これらの差として次のようになる。

$$SC(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^a) - SC(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^b) = p_z^*(\tilde{\theta})\{I(K^b, K^a, \alpha^a) - I(K^b, K^a, \alpha^b)\} + p_z^*(\tilde{\theta})\{C(x^*(\theta^B), K^b, \alpha^a) - C(x^*(\theta^A), K^a, \alpha^a) - (C(x^*(\theta^D), K^b, \alpha^a) - C(x^*(\theta^C), K^a, \alpha^a))\} \quad (26)$$

右辺第1行は、投資費用の差であり、また、事業有で算定した新行動計画の貢献に現れた(21.a)での投資費用の変化額と一致している。

第2行は、事業に伴う運営維持管理費用の“変化額の変化額”である。通常費用便益分析でいう運営維持管理費用は、新規整備による既存施設も含めたネットワーク全体での運営維持管理費用の変化額(一般には増加額)であり、ここではさらにその変化額を見ていることになる。例えば、旧道に並行するバイパスのような新道を整備する場合には、旧道から新道へ転換する交通量、旧道に残存する交通量、そして、旧道と新道にそれぞれ新たに誘発される交通量を考えることができる。新道の運営維持管理費用は旧道から転換した交通量と新道に誘発された交通量に依存して新たに発生する。旧道でも、残存した交通量と誘発された交通量があるため、依然として運営維持管理費用が発生している。ただし、事業無の場合に比べてそれは変化している。従って、この場合にはネットワーク全体の運営維持管理費用の変化は、新道で新たに発生する運営維持管理費用と旧道での運営維持管理費用の変化額で構成されることになる。

しかし、通常費用便益分析においても、例えば、新たにある道路区間が整備されても、それに伴う他の既存道路での運営維持管理費用の変化が無視できるような場合がほとんどである。その場合には、仮にネットワーク全体で運営維持管理費用の変化を考えても、それは新規に整備された区間で新たに発生する運営維持管理費用になる。また、既存の区間でも運営維持管理費用が交通量に対して線形関数であれば、新規整備の影響として生じる交通量の変化に対応した各区での運営維持管理費用の変化を分離することが可能であり、その場合にはネットワーク全体での運営維持管理費用の変化を推定することは比較的容易である。しかし、鉄道や航空のような場合には、このような想定は適切でなく、ネットワーク全体での運営維持管理費用の変化について関数を正確に設定して丁寧に算定する必要がある。

運営維持管理費用の変化が、事業により整備される当該区間で発生する運営維持管理費用だけで捉えられるか、または、それに既存区間での交通量変化分に対応した運営維持管理費用の変化分を加えただけであると見せる場合を考える。すなわち、運営維持管理費の変化がネットワークに含まれる各道路区間の交通量の変化分だけの関数として表現できるとする。一般には運営維持管理費用の変化は、事業有と無のそれぞれでの交通量の絶対水準 $x(\theta^B)$, $x(\theta^A)$ に依存するが、ここでは、それが交通量の変化量 $\Delta_{A \rightarrow B} x(\theta) = x(\theta^B) - x(\theta^A)$ だけで表されると仮定する。それは、ネットワーク全体での運営維

持管理費用が例えば次のように表現できると見なすことに相当する。

$$\begin{aligned} & C(x^*(\theta^B), K^b, \alpha^a) - C(x^*(\theta^A), K^a, \alpha^a) \\ &= c(\Delta_{A \rightarrow B} x^*(\theta), K^b - K^a, \alpha^a) \quad (27) \\ &= c(x^*(\theta^B) - x^*(\theta^A), K^b - K^a, \alpha^a) \end{aligned}$$

この場合には、ネットワーク全体での運営維持管理費用の変化額は、事業による新規整備区画での仕様の変化 $K^b - K^a$ 、交通需要 $x^*(\theta^B) - x^*(\theta^A)$ 、技術 α^a の関数 $c(\Delta_{A \rightarrow B} x(\theta), K^b - K^a, \alpha^a)$ 、 $\Delta_{A \rightarrow B} x(\theta) = x(\theta^B) - x(\theta^A)$ で表されることになる。これを用いると、第2行は次のように事業による新規整備に起因する運営維持管理費用の変化額として表されることになる。

$$\begin{aligned} & p_z^*(\tilde{\theta})(c(x^*(\theta^B) - x^*(\theta^A), K^b - K^a, \alpha^a) \\ & - c(x^*(\theta^D) - x^*(\theta^C), K^b - K^a, \alpha^b)) \quad (28) \end{aligned}$$

6.2と同様に技術 α^a が内生変数へ与える間接影響を無視すると、 $x^*(\theta^A) = x^*(\theta^C)$ 及び $x^*(\theta^B) = x^*(\theta^D)$ と見なすことができる。事業有でのコスト縮減額の算定において示した(21.c)をこの仮定のもとで書き改めると、以下ようになる。

$$\begin{aligned} & -p_z^*(\theta^B) \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial C(x^*(\theta^B), K^b, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \\ &= p_z^*(\theta^B) \int_{\alpha^a}^{\alpha^b} \frac{\partial c(x^*(\theta^B) - x^*(\theta^A), K^b - K^a, \alpha)}{\partial \alpha} d\alpha \quad (29) \\ &= p_z^*(\theta^B) \{c(x^*(\theta^B) - x^*(\theta^A), K^b - K^a, \alpha^a) \\ & \quad - c(x^*(\theta^B) - x^*(\theta^A), K^b - K^a, \alpha^b)\} \end{aligned}$$

従って、この場合には、新技術のもとでの運営維持管理費用と現行技術のもとでのそれとの差額が事業有でのコスト縮減額の算定において示した(21.c)に一致する。

以上から、事業が経済全体に大きな影響を与えるほど大規模ではなく、また、ネットワーク全体においても運営維持管理費用の変化が交通量の変化だけで推定できる場合（特に他の区間での運営維持管理費を大きく変化させない場合）には、個別の事業について新技術のもとでの事業費と現行技術のもとでのそれを比較して、その変化額をもって新行動計画の貢献あるいはコスト縮減額を算定することは妥当である。このように個別事業のレベルで算定した縮減額 $SC(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^a) - SC(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^b)$ については、技術改善無での事業費 $SC(K^a \rightarrow K^b, p^a \rightarrow p^b, \alpha^a)$ に対する比率として縮減率を算定することが可能である。

6.4 外部経済費用の縮減額について

本稿のモデルでは、外部不経済費用としては利用者の交通時間費用と環境被害が考慮されており、それらの縮減額は、建設期間と供用期間に分けて考える必要がある。建設期間中においては、工事に伴って道路容量などが物理的に低下し、その結果として交通所要時間が増加してサービスレベルが低下する。また、それは交通需要の変化を伴うため、交通に起因した環境負荷も変化する。しかし、その環境影響だけでなく、工事期間中においてより重要なのは、工事に伴う環境負荷であり、その縮減を評価する必要がある。筆者が見る限り、新行動計画における施策は、建設期間中の外部不経済費用も縮減すべき公共工事コストの一部としている。供用期間中における外部不経済費用の縮減は、通常のコスト便益分析においては、コストの縮減としてではなく便益項目として算定されるのが一般的である。既に道路の費用便益分析に関する指針等(道路投資評価に関する指針検討委員会(1999)を参照)ではそのような扱いになっている。

本稿で示した(16)に現れる利用者の交通時間費用と環境被害額の変化額については、建設期間中と供用期間中を区別しない形式である。通常のコスト便益分析ではこれに従って供用期間中についての交通時間費用の節約分(利用者便益)と環境被害額の変化額を算定していると解釈できる。しかし、ここでは(16)を建設期間中の外部経済費用の縮減額として解釈する場合について説明する。

建設期間中の利用者時間費用については、一時的に仕様としての容量 K が $K^a < K^b$ と変化したものとする。このように考えれば(8.c)において交通所要時間 t が容量 K の減少関数であることから、容量 K の低下に伴って所要時間は増大することになる。これが工事に伴う既存路線での交通混雑による時間損失を表現することになる。新規整備に伴うこのような時間損失の外部経済費用を技術改善によって縮減することが可能な場合は、既に説明した方法でそれを算定することができる。なお、この時に既存路線での交通量変化がそこでの運営維持管理費を変化させる場合は、その縮減額についても既に説明した方法で算定できることは言うまでも無い。

環境被害については、上に述べた建設期間中の交通需要変化に起因する環境被害については供用期間中のそれと同様の方法で算定できる。工事自体に伴う環境被害は(9.a)において環境水準 Q が仕様 K 、交通量 x 、技術 α の関数であることに着目して考える。そこで、この関数の特殊型として、まずは工事自体によるものであることを明示するために、交通量に依存しないものとして $\partial Q / \partial x = 0$ と見なす。そして、仕様 K については $\partial Q / \partial K > 0$

として、工事中は一時的に仕様 K が先と同様に K^a $K^c < K^a$ と変化すると見なす。その結果、 $dQ < 0$ となって工事により環境水準が低下したと見なせ (16) に現れた環境被害の項を用いてその費用を算定できることになる。このような扱いで考えれば、環境被害については、既に説明した投資費用 I と同様の考え方に従って技術改善による縮減額を算定することができる。

7 おわりに

本稿では、新たに打ち出された公共工事コスト縮減の新行動計画が持つ経済学的な意味について簡単な一般均衡モデルを用いて分析した。新行動計画の施策を技術改善と見なすことで、次のような主たる知見を得た。

新行動計画の施策がもたらす社会的純便益は通常の費用便益分析と整合的に計測することが可能である (式 (16) に対応)。

国民経済レベルで新行動計画を評価するには技術改善に向けた研究開発の社会的費用を考慮する必要がある (式 (17.e) に対応)。

個別の事業においては、技術改善自体が合成財価格や賃金率のような経済変数に及ぼす影響が軽微であると見なせるので、現行技術のもとで事業有の交通量のように直接的に影響を受ける変数の変化を予測し、そのもとで技術が改善されたことによるコスト縮減額を算定することが妥当である (式 (20) および (21.a) から (21.e) に対応)。

個別の事業においては、新技術によるコスト縮減額は、ネットワーク全体における運営維持管理費用の変化が交通量の変化だけで推定できる場合 (特に他の区間の運営維持管理費を大きく変化させない場合) には、現行技術のもとでの事業費および外部経済費用と新技術のもとでのその差として表現できる (式 (29) に対応)。

以上のそれぞれの知見が妥当性を持つには、本稿のそれらが該当する各所で説明した前提条件が必要であることに注意されたい。

既に新行動計画による事業費の縮減額を既に一部では試算した事例 (日経コンストラクション (2000) 等を参照) が報告されている。本稿の知見は、それらの試算方法がある一定の条件のもとでは妥当であることを示唆している。ただし、それらの試算結果が最終的に支持されるためには、本稿で示した条件が実際に保持されているかを精査する必要がある。特に、試算で使用している経済社会データの妥当性については検討を要する。

本稿では静学の一般均衡モデルをフレームとしているため、当然ながら、今後の研究に向けて、多くの理論的

な課題が残されている。全てを列挙できないが、主なものとして次の課題が挙げられる。

技術進歩の経済効果についてはマクロ経済学における経済成長理論の分野で既に多くの蓄積 (例えば、Sutton (1998) などのサーベイを参照) があり、技術改善を国民経済レベルで評価するには動学的なフレームで議論する必要がある。

本稿では技術開発が公団のような公的部門で行われると単純化した。実際には技術開発の多くの部分が建設会社をはじめとする民間部門によって担われている。民間部門が行う技術開発について、その誘因を明示したモデルを開発する必要がある。

本稿でいう技術改善には、制度として機能する知識も含まれている。しかし、発注/契約方式や工事計画の手法などのいわゆる建設マネジメントの知識の定量的な表現方法と投資費用や運営維持管理費用との関係について、理論的/実証的な検討が必要である。

謝辞：本稿は小林潔司教授 (京都大学) を座長とする「公共工事コスト縮減の効果計測手法研究会」での議論をきっかけとして取り組んだものである。同教授をはじめとして研究会メンバーの多くから貴重な示唆を頂いた。ここに記して感謝する。無論、本稿は研究会の見解とは独立であり、本稿に関する責は筆者のみが負っている。

付録：式 (11) と (12) の導出について

(1.a) の間接効用関数を次のように全微分する。

$$dV = \frac{\partial V}{\partial p_z} dp_z + \frac{\partial V}{\partial (p+wt)} (dp + wdt + t dw) + \frac{\partial V}{\partial w} dw + \frac{\partial V}{\partial (w\Omega + \pi - T_1 + T_2)} (\Omega dw + d\pi - dT_1 + dT_2) + \frac{\partial V}{\partial Q} dQ \quad (A1)$$

Roy の恒等式から

$$\lambda = \frac{\partial V}{\partial (w\Omega + \pi - T_1 + T_2)} \quad (A2.a)$$

$$\frac{\partial V}{\partial p_z} = -\lambda z \quad (A2.b)$$

$$\frac{\partial V}{\partial (p+wt)} = -\lambda x \quad (A2.c)$$

$$\frac{\partial V}{\partial w} = -\lambda s \quad (A2.d)$$

上記の (A2.a) ~ (A2.d) を (A1) に代入することで、(11) を得る。

(2.a)の私企業の利潤関数に対してHotellingの補題を適用して

$$\frac{\partial \pi}{\partial p_z} = Y \quad (\text{A3.a})$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial w} = -L \quad (\text{A3.b})$$

また(3)の交通企業の利潤を全微分して,

$$dT_2 = xdp + pdx - C(\bullet)dp_z - p_z dC(\bullet) \quad (\text{A4})$$

(5)の政府の財政制約式を全微分して

$$dT_1 = (I + \varphi)dp_z + p_z(dI + d\varphi) \quad (\text{A5})$$

(A3)~(A5)を(11)に代入して,

$$\begin{aligned} dV &= \lambda \{ -zdp_z - x(dp + wdt + tdw) \\ &\quad - s dw + \Omega dw + Y dp_z - L dw - x dp \\ &\quad + p dx - C(\bullet) dp_z - p_z dC(\bullet) \\ &\quad - (I + \varphi) dp_z - p_z (dI + d\varphi) \} + \frac{\partial V}{\partial Q} dQ \end{aligned} \quad (\text{A6})$$

(7.a)の市場清算条件と(1.c)の家計の時間制約式を考慮すると

$$\{Y - (z + I + \varphi)\} dp_z = 0 \quad (\text{A7.a})$$

$$(\Omega - l - s - tx) dw = 0 \quad (\text{A7.b})$$

これらの(A7)を(A6)に代入して,そして,(7.b)でL=lであることを考慮すると(12)が得られる.

参考文献

- 1) 上田孝行, 高木朗義, 森杉壽芳(2000), 社会資本整備の費用便益分析における事業効果と税収変化に関する一考察, 土木学会論文集 No.635/IV-48, pp.77-84
- 2) 上田孝行, 森杉壽芳(1997), Second Best 下での社会資本整備便益の計測について, 土木学会第52回年次学術講演会講演概要集第4部, pp.380-381
- 3) 日経コンストラクション(2000), 特集「コスト削減30%の真相」, 日経BP社
- 4) 森杉壽芳(1989), プロジェクト評価に関する最近の話題, 土木計画学研究・論文集, No.7, pp.1-33, 土木学会, 1989
- 5) Varian, H.R.(1992), Microeconomic Analysis, W.W. Norton
- 6) 小林潔司編著, 文世一, 奥村誠, 渡辺晴彦(1999), 知識社会と都市の発展, 森北出版,
- 7) 道路投資評価に関する指針検討委員会(1999), 道路投資の評価に関する指針案, 日本総合研究所
- 8) Sutton, J. (1998), Technology and Market Structure, MIT Press

(原稿受付 2001年3月23日)

On the economic interpretation of action plan for cost reduction in public works

By Takayuki UEDA

The Japanese government has recently announced an action plan for cost reduction in public works which is targeting 30% reduction. The actions oriented only to cost side may be misleading. The evaluation only from cost side cannot be consistent with the cost benefit analysis which has been already a standard method in public sectors. In addition, the rationale for calculating reduction rate in practice has not yet been clarified. This paper shows how the action plan should be evaluated consistently with the theory of cost benefit analysis in a simple framework of general equilibrium, in which the action for cost reduction is regarded as technological improvement for infrastructure development. The conditions which justify the evaluation by cost reduction rate are derived in the framework.

Key Words: **public work, cost reduction, infrastructure development, project evaluation, technological progress**