

第VI部門 バンコク地下鉄の運用に伴う環境影響評価に関する研究

京都大学大学院 工学研究科 学会員 ○谷澤勇気
 京都大学大学院 工学研究科 正会員 稲積真哉
 京都大学大学院 経営管理研究部 正会員 大津宏康

1. はじめに

発展途上国の都市圏における経済成長および都市開発は急激に進んでおり自動車交通量は年々増加傾向にある。しかしながら、中には交通インフラの整備が追従できなかつたため、深刻な自動車交通渋滞が生じ、CO₂などの温室効果ガスやSO_x、NO_xなどの大気汚染物質で代表される環境影響物質の排出量増加が問題となっている地域もある。そこで交通インフラを含めた社会基盤構造物の整備を早急に行う必要がある。社会基盤構造物が与える影響は多岐に渡り、建設されることによって安全性の向上、利便性の向上、さらには環境負荷改善のように社会全体に利益をもたらすものである。社会基盤構造物の評価に際してはこれらの影響を全て加味して行う必要があると考えられる。

図-1は社会基盤構造物における費用便益の三層構造の概念を示している¹⁾。現在、排出権取引に代表される環境影響物質を貨幣換算する概念が構築されており、環境影響評価を行うことで図-1の費用便益の三層構造における社会に与える影響を含めた評価を可能とする。

本研究では環境影響を定量的に推定する手法を示し、構築した手法をタイ王国バンコク首都圏における地下鉄建設事業に対して適用しており、バンコク地下鉄のライフサイクルにおける社会全体に与える影響の定量化ならびに社会全体に与える影響を含めたバンコク地下鉄建設の必要性を議論する。

2. バンコク地下鉄に関する既往の評価事例

バンコク地下鉄の事業性評価は事業母体が建設費、維持管理費、時間削減効果、ならびに自動車走行経費削減効果を算出することによって実施されている。この評価は図-1に挙げた企業負担と利用者に与える影響を考え、評価している。そこで稲積ら²⁾は社会に与える影響をも加味した評価を行うために、建設段階における資材、燃料、および電力の使用に伴う環境負荷、運用段階における電力消費に伴う環境負荷、そして地下鉄周辺の交通量削減に伴う環境便益の評価手法を検討、算出し(図-2参照)、これらを加えたバンコク地下鉄の評価を検討年数30年として行った。

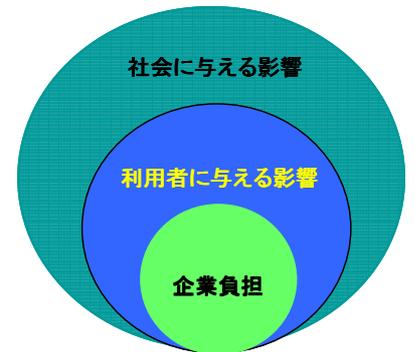


図-1 費用便益の三層構造

本研究では建設段階における工事占用帯の設置に伴う環境負荷、さらに、運用段階における自動車速度上昇に伴う環境便益、自動車速度上昇に伴う車両償却費便益の評価手法を提案し、これらの環境影響評価を含めた上でバンコク地下鉄建設事業の評価を行うものである。以降、本研究で用いた環境影響評価手法について述べる。

3. 幾何ブラウン運動を用いた利用客数の将来予測

運用段階における環境影響評価を行う際には将来の不確実性を考慮することが重要である。そこで本研究では幾何ブラウン運

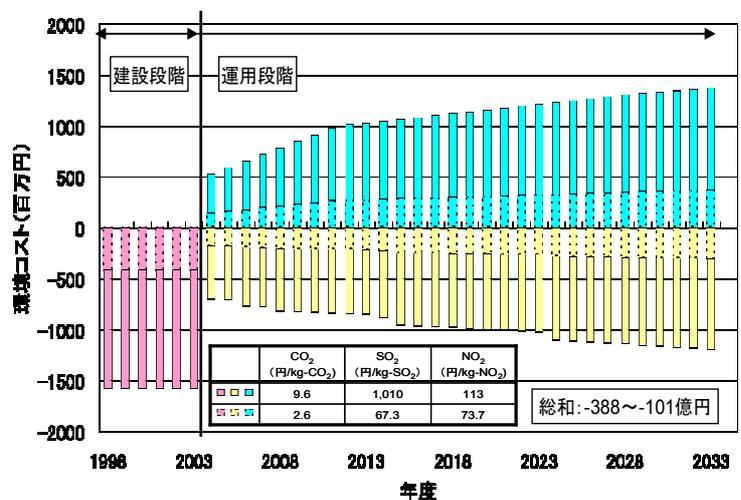


図-2 既往の研究で算出されている環境コスト

動を用いてばらつきを与えた値を算出し、確率統計的に社会基盤構造物の評価を行うことで将来の不確実性を考慮した評価が可能としたものである。幾何ブラウン運動の近似式は次式で表される。

$$M_t = M_{t-1} \exp(\mu + \sigma \varepsilon_t)$$

M は時間 t における変動数、 μ は平均的変動（トレンド）、 σ はトレンド周りの変動（ボラティリティ）、 ε は標準正規乱数である。

ここでは幾何ブラウン運動を地下鉄利用客数に対して適用する。バンコク地下鉄が開通した2004年から2007年までの4年間のバンコク地下鉄の日平均利用客数が報告されており、トレンドを過去4年の地下鉄の日平均利用客数の対数の差の平均である0.039612、ボラティリティを同じくその分散である0.062182として幾何ブラウン運動を適用し、検討年数30年間の地下鉄の日平均利用客数の推移を算出した（図-3参照）。事前予測により十年後の地下鉄の日平均利用客数が30万人と見込まれていることから、これは事前予測とかけ離れた値ではないことが示された。

4. 地下鉄利用客数の将来予測に基づく環境負荷便益評価

バンコク地下鉄の社会全体に与える影響を地下鉄利用客に対応して運用段階の各環境費用便益を算出した（図-4参照）。既往の研究と比べ大きく値が変わることを示した。このように社会基盤構造物の影響は本研究で検討した環境影響のように様々な社会に与える影響があると推測されるので、社会に与える影響を含めた評価を行うことが重要である。

検討年数30年とした場合NPVを算出したところ30年間で-2,487~-1,090億円となり、総じてNPVは負の値であった。ここで、検討年数をさらに延ばして評価を行うことにする。運用開始から30年以降はトレンドを0、ボラティリティを0.05として費用便益を求めた。図-5はバンコク地下鉄の負荷便益を確率統計的に評価したものである。環境影響物質の価値を感度分析した結果、環境影響物質の価値が低ければNPVが正となる確率は高くなるということが示された。

5. おわりに

本稿では、バンコク地下鉄の事業性評価として、これまではバンコク地下鉄が与える直接的効果（企業負担、利用者に与える影響）を中心に評価されてきたが、幾何ブラウン運動を用いることによって環境影響について複数の推移を算出する手法を提案した。

【参考文献】1) 國部ら：環境経営・会計，丸善，81-90，2007。
2) 稲積ら：環境コストを考慮した地下鉄構造物のライフサイクルアセスメント，地盤工学会誌，地盤工学会，Vol.57，No.3，2009

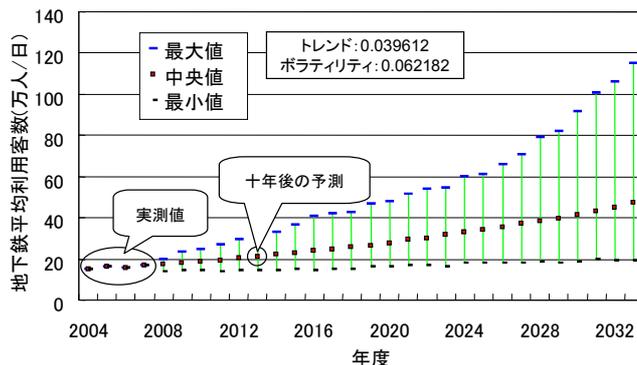


図-3 幾何ブラウン運動より算出した地下鉄利用客数推移

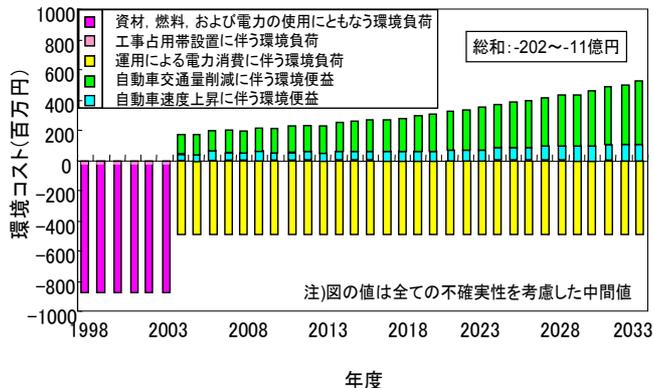


図-4 本研究の評価によるバンコク地下鉄の環境コスト

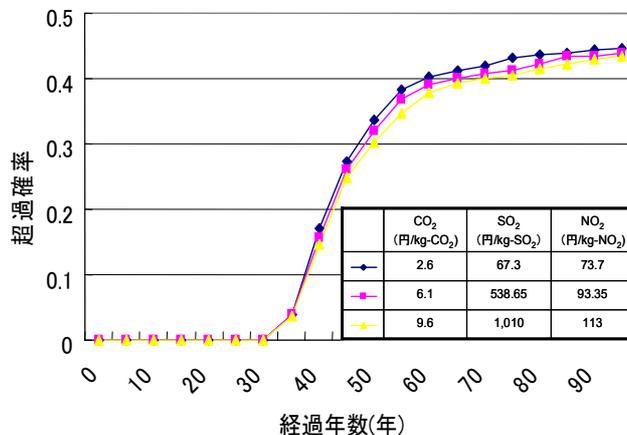


図-5 バンコク地下鉄のNPVが正となる確率