

# 人口減少経済におけるインフラの補修計画と 世代間費用配分方法に関する研究

公共システム研究室 端詰将範

## 1. はじめに

今後わが国では人口減少に伴う財政難が予想される。また、高度経済成長期に整備されたインフラストラクチャ（以下、インフラと略記する）が同時期に老朽化して補修の必要性に直面する。この結果、今後財源予算において、インフラ補修費用の占める割合が増加するものと考えられる。そのため、今後インフラ管理においては効率的な分野への新規投資が必要とされるだけでなく、既存ストックを維持管理しながら最大限有効に活用し、必要な更新投資を実施しなければならない。そこで本研究では、生存する世代が入れ替わることを考慮した動学的マクロ経済モデルをもちいて複数のインフラを同時に管理する問題の定式化を行い、インフラの補修計画と世代間費用配分方法について分析する。また、人口減少と世代間財政移転コストが与える影響について比較を行う。

## 2. モデル

人口が  $n=(N_{t+1}-N_t)/N_t < 0$  のマイナス成長を続ける経済において、2つのインフラを補修していく問題を考える。個々のインフラの劣化過程は時間に関して確定的であるとし、補修後の経過期間  $Z_t$  により表現する。  $Z_t$  は  $t$  期の期末の劣化状態を表す。補修が行われると次期の期初には劣化レベルは0と新品の状態に戻ると仮定する。また補修コスト  $C(Z)$  は劣化レベルに関して逓増すると仮定する。

$$C'(Z) > 0, \quad C''(Z) \geq 0 \quad (1)$$

個人は2期間（若年期と老年期）生存し、ある期には2世代（若年世代と老年世代）が共存する世代重複モデルを利用する。個人は人生の前半（若年期）に労働し、実質賃金  $w$  を受け取り納税の残りを貯蓄する。そして後半（老年期）に貯蓄を切り崩して納税後の残りを消費する。個人の消費  $x_{t+1}$  は(2)式のように表される。

$$x_{t+1} = (1+r)(w - \tau_t^y) - \tau_t^o \quad (2)$$

以下、下付きの文字は期を表し、上付きの  $y$  は若年期、 $o$  は老年期を表し、 $r$  は純利率である。政府は毎期、若年世代と老年世代からインフラ補修のための税收  $T_t$  を得る。

$$T_t = N_{t-1} \tau_{t-1}^o + N_t \tau_t^y \quad (3)$$

$N_{t-1}$  は  $t-1$  期に生まれた世代の人口であり、 $N_t$  は  $t$  期に生まれた世代の人口を表す。税收は補修が行われない期には維持補修基金に積み立てられる。もし基金残高で補修費用を賄えない場合は公債を発行して企業からの借り入れによって補修費用を調達する。政府のインフラ補修財政は次式のように表される。

$$M_{t+1} = (1+r)M_t + T_t - G_t - \eta |M_t| \quad (4)$$

$M_t$  は  $t$  期期初におけるインフラの補修基金残高を表す。  $G_t$  は  $t$  期における2つのインフラの補修費用の和である。  $\eta |M_t|$  は公債の発行や貸付に伴う財政運営コストを表す。  $\eta$  は目減り率を意味するパラメータである。インフラ管理者である政府は計画期間の全ての家計の消費の現在価値の和が最大になるように2つのインフラの補修タイミングと税の決定を行う。インフラ管理問題は(5)式のような社会厚生関数最大化問題として表される。

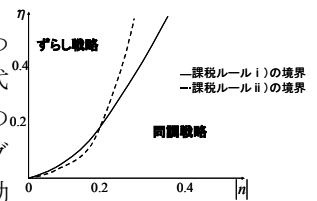
$$\begin{aligned} \max_{\{\delta_j^i\}_{(j=1,2)}\{\tau_t^i\}} & \sum_{t=0}^{T-1} \rho^{t+1} N_t x_{t+1} \\ \text{subject to} & Z_T \leq \bar{Z}, M_T \geq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

ここで  $\rho$  は一期間あたりの割引因子である。前者の制約条件は劣化レベル  $Z$  が最終期  $T$  において、ある一定の値以下にするためのものである。

## 3. 数値シミュレーション

ここでは①独立戦略（個々のインフラごとについて求めた最適補修戦略）、②同調戦略（複数のインフラの補修を時間的に集中して行う戦略）、③ずらし戦略（補修を時間的に分散させる戦略）を考慮し、課税ルールについては i) 世代間費用配分に衡平制約がある場合（全ての世代から同額の税を徴収する方法）、ii) ない場合（補修が行われる期では補修が行われない期の2倍の税を支払う）について分析を行った。財政コスト  $\eta$  と人口成長率  $n$  に対応した最適戦略を図-1に示す。

この結果、世代間衡平制約のある課税ルール i) の下では世代間移転コストを小さくするために、インフラの補修タイミングを時間的に分散させることが効



果的である領域が広いことがわかる。また、いずれの課税ルールの下でも財源の世代間移転コストが大きいときは、世代間で資金を移転させないような戦略が採択され、小さいときには将来の人口減少を見越して、早期に補修を時間的に集中的に行うような戦略が採択される。

## 4. おわりに

換言すると最適な補修スケジュールは維持補修基金の運営環境に依存していることがわかった。今後の課題として、インフラの劣化過程が不確実である場合のインフラ管理問題への拡張が必要である。