

## 地球温暖化防止の動的経営意思決定

01002150 小田中敏男

## 1. はじめに

自然界の均衡を研究する過程で、この均衡が急速に破壊されつつあることが判明した。すなわち汚染、種の消滅、資源の枯渇、飢餓などで、そのひとつに地球温暖化がある。

産業革命は、大量生産を可能とし、それは化石燃料を大量に消費するようになった。そのため大気中の二酸化炭素の蓄積量は上昇し、地球温暖化の現象を引き起こすことになった。地球温暖化は海面の上昇をもたらす。海面の上昇は自然環境に及ぼす影響は大きく、また人間の生活に与える被害も小さくはない。

地球温暖化はまた平均雨量の増加を引き起こすが、反対に砂漠化する地域も出現する。温暖化による被害は地球全地域に関係し、又現在のみか将来にもわたるであろう。

温暖化防止の意思決定についてはシミュレーション、最大化原理などについては論ぜられているが<sup>1),3)</sup>、本稿では動的計画法に基いて考察せんとするものである。第2節で費用効果的基準について IPCC や「北野レポート」の説を述べる。第3節では動的計画法による方法について記す。

## 2. 費用効果期準

先づ有期バジェット方式について説明する。

排出権取引制度のもとでは、単に国と国との間で排出権が取引されるだけでなく、時間軸上での取引もまた許される。図の通り排出権の「前借り」や「繰り越し」が許される。もし前借りした分を期間内に返済できなければ、他国から買うか、繰り越し分を期間内に使い切るか、又は他国に売らねばならない。

もし国と国との間の排出権取り引きがなければ、図の三つの曲線の下側の面積は全て等しくないとはいけない。基準としては目標年次までの総排出量を一定値以下に抑えたい。すなわち目標年次の目標削減率を達成できるか否かより目標年次までの総排出量の管理が望ましい。<sup>3)</sup>

問題は 2300 年に同じ水準の大気中に CO<sub>2</sub> 濃度を達成する複数個の経路を比較するのに、どのような基準を設定すべきかである。IPCC の報告書によれば、これを次のように述べている。

「気候変動を制御するための対策は、最小の費用で所与の目標を達成するという意味で費用効果的でなければならない」

この基準に関しての我が国の「北野レポート」の次の部分を参照しよう。

1. 政策判断を下すに当っては、これまで十分な予測と評価のなされていない影響をも視野に入れること。
2. 合理的な説明の可能な限り安全性に配慮した予防原則にのっとり 2000 年以降の排出削減目標を先進諸国は設定すべきである。

### 3. 動的最適化

地球温暖化の動的モデルは次のように完式化される。いま現在時点を  $i$  とし、大気中の二酸化炭素の蓄積が  $x$  であるとする。現在から将来にわたる経済活動の水準がベクトル  $a_i$  によって与えられているとすれば、それに伴って、大気中の二酸化炭素の量  $x(i)$  は増大し、次の差分方程式によって決まってくるとする。

$$x(i+1) = g(i)x(i) + h(i)y(i) + k(i) \quad (i = 0, \dots, N-1) \quad x(0) = ca_0 \quad (1)$$

$c$  は、排出係数である。

効用尺度の時間経路の全体的効用水準は次のような基準関数の最小化問題を解くことによって求められるとする。

$$J = \sum_{i=0}^{N-1} [a(i)x^2(i) + b(i)x(i)y(i) + c(i)y^2(i) + d(i)x(i) + e(i)y(i) + f(i)] + lx^2(N) + wx(N) + z \quad (2)$$

$V_i(x)$  = 状態  $x(i)$  で時刻  $i$  より始めるとし、残った過程の最小費用を定義すると、(1)と(2)とを用いることにより、次の動的計画法の関数方程式が成立し境界条件を

$$V_N(x) = lx^2 + wx + z \quad \text{として}$$

$$V_i(x) = \min_y [a(i)x^2 + b(i)xy + c(i)y^2 + d(i)x + e(i)y + f + V_{i+1}(g(i)x + h(i)y + k)]$$

$$= \min_y \left[ \begin{array}{l} [a(i)x^2 + b(i)xy + c(i)y^2 + d(i)x + e(i)y + f + p(i+1)] \\ \{g(i)x + h(i)y + k(i)\}^2 + g(i+1)[g(i)x + h(i)y + k(i)] + r(i+1) \end{array} \right] \quad (3)$$

$$y = - \frac{[b(i) + 2p(i+1)g(i)h(i)]x + e(i) + 2p(i+1)h(i)k(i) + g(i+1)h(i)}{2[c(i) + p(i+1)h^2(i)]} \quad (4)$$

故に(4)式を(3)式に代入し

$$V_i(x) = p(i)x^2 + g(i)x + r(i) \quad p(N) = l, \quad g(N) = w, \quad r(N) = z \quad (5)$$

が得られる。

#### 参考文献

- 1) 宇沢弘文、地球温暖化の経済学、(岩波書店、1995)。
- 2) 北野康・田中正之、地球環境がわかる本、(星雲社、1990)。
- 3) 佐和隆光、地球温暖化を防ぐ、(岩波新書、1997)。
- 4) *Intergovernmental Panel on Climate Change, Report to IPCC from Working Group 1, 2 and 3, (1990).*
- 5) Dreyfus S.E. & Law A. M., *The Art and Theory of Dynamic Programming*, ACADEMIC PRESS, INC, (1977)。
- 6) Odanaka T., *Dynamic Management Decision and Stochastic Control Processes*, World Scientific, (1990)。
- 7) 小田中敏男、ファジィ動的計画法、楳書店、(1996)。
- 8) 小田中敏男、序説環境システム、北海道情報大学紀要、(Vol.10, No.1)、(1998)。

図 排出権の前借りと繰り越し(3)

