

## 地球温暖化防止 -持続可能な開発-

東京都立科学技術大学

小田中 敏男 ODANAKA Toshio  
雨宮 孝 AMEMIYA Takashi

### 1. はしがき

最近「環境と開発」に代わる新しい概念として、「持続可能な開発」という言葉が用いられるようになった。これは「将来の世代の必要性を満たす能力を害することなく、現在の世代がその必要性を満たすことができるような開発」と定義されている。この意味は地球的環境の実質的改善は経済社会開発と一体となった合理的な環境保全策を追求する必要があるということである。しかし、有限な資源を枯渇させたり、再生可能な資源の再生産を不可能にするような過度の利用、開発は許されぬ。あくまでも生態系を破壊することなく、子々孫々の代までこれを享受し続けることができる範囲内で、生活の物的、質的改善を図るよう努力すべきでなければならぬということである。

地球温暖化の研究では、これまで種々の接近が図られ、大きな論争を巻き起こしている。これは持続可能な発展概念を経済学的に処理するか、または生態学的に処理するかによって結果が異なって来る。

経済学的な処理をする論文は、図1に示すように、将来の大気中の二酸化炭素濃度を 550ppmv に安定化することを目標とする場合、人為政策の二酸化炭素の排出量を削減する経路はいくつも存在することを示した。<sup>1) 2)</sup>

### 2 安全排出コリダー (回廊)

Stocker 等は経済学的持続可能性は、あくまでも生態学的持続可能性の許容の範囲内で成り立つことを示した。<sup>2)</sup>

図2は10年当たりの許容気温上昇を0.2℃以内とした場合に、経済先進国の二酸化炭素の排出許容限

界域を示している。(松岡, 1997)<sup>3) 4)</sup>

このような限界域を「安全排出コリダー」と呼び、このコリダーの中で、或る適当な経路を求めるべきだ、というのが生態学的な持続可能性の意味するところであるとした。

次節にその理論的基礎を示す。

### 3 確率制御過程

安全排出コリダーの基礎となるある制御過程を議論する。

時点  $t$  における大気中の二酸化炭素の量を  $V(t)$  とする。

これが状態変数であり、 $V(0) = c$  とする。

時点  $t$  において大気中に排出される二酸化炭素の量を  $v(t)$ 、これは制御変数で  $|v(t)| \leq A$  とする。時点  $t$  における確率変数を  $S(t)$  とする状態方程式は

$$\begin{aligned} V(t+1) &= V(t) + v(t) - \mu V(t) + S(t) \\ &= aV(t) + v(t) + S(t), \quad a = 1 - \mu \end{aligned} \quad (1)$$

となる。

有限時限又は無限時限におけるある確率関数を最小にする問題を考えよう。式で書けば、 $P$  は確率として

$$\begin{aligned} J(t) &= P\{(\max_{0 \leq t \leq T} V(t) \geq \alpha(t)) \\ &\quad \text{or}(\min_{0 \leq t \leq T} V(t) \leq \beta(t))\} \end{aligned} \quad (2)$$

と書ける。ただ、制約条件は

$$|v(t)| \leq \bar{A} \quad (3)$$

と書ける。離散的に書けば、初期条件

$$\begin{aligned} f_{N-1}(c) &= 1, \quad (c \geq \alpha, \quad c \leq \beta) \\ &= 0, \quad (\beta < c < \alpha) \end{aligned} \quad (4)$$

として

$$\begin{aligned}
 f_k(c) &= 1 & (c \geq \alpha(t), c \leq \beta(t)) \\
 &= \min_{A-c \leq w \leq A+c} = \left[ \int_{-\infty}^{\beta(t)-w} \phi(S) dS + \int_{\alpha(t)-w}^{\infty} \phi(S) dS \right. \\
 &\quad \left. + \int_{\beta(t)-w}^{\alpha(t)-w} f_{k+1}(w+S) \varphi(S) dS \right] \\
 &\quad (\beta(t) < c < \alpha(t)) \quad (5)
 \end{aligned}$$

ここに  $w=c+v$ . この式より政策  $\{v_k\}$  と関数  $\{f_k(c)\}$  は決定される。

単的政策は

$$\begin{aligned}
 v_k &= \bar{A} & (c + \bar{A} \leq \bar{v}_k) \\
 &= \bar{v}_k - c & (c \leq \bar{v}_k \leq c + \bar{A}) \\
 &= -(c - \bar{v}_k) & (c - \bar{A} \leq \bar{v}_k \leq c) \\
 &= -\bar{A} & (\bar{v}_k \leq c - \bar{A})
 \end{aligned} \quad (6)$$

となる。

ここに  $\bar{v}_k$  は次の方程式の単一解である。<sup>5)</sup>

$$\int_{\beta(t)-w}^{\alpha(t)-w} (1 - f_{k+1}(w+v)) \varphi'(v) dv = 0 \quad (7)$$

#### 4 議論

ここでは

$$\begin{aligned}
 f_{N-1}(c) &= 1, & (c \geq \alpha, c \leq \beta) \\
 &= 0, & (\beta < c < \alpha)
 \end{aligned}$$

としたが、確率的な場合又はファジイの場合は今後の問題として残されている。

#### 参考文献

- 1) Wigley, To, Richels, R/ and Edmonds, J (1996), Economic and environmental choices in the stabilization of atmospheric  $CO_2$  concentrations, Nature, 379, 240-243.
- 2) Stocher, T. F. and Schmittnes, A. (1997), Influence of  $CO_2$  Emission Rates on Stability of the Thermohaline circulation, Nature, 338, 862-865.
- 3) 松岡譲、(1997)、地球温暖化-科学の最前線、環境 (環境創造研究センター発行)、79、3-9.
- 4) 森田恒幸、(1997)、温暖化対策モデルは何を明らかにしたか、経済セミナー、515、16-21.

- 5) T.Odanaka, (1990), Dynamic Management Decisions and Stochastic Control Processes, World Scientific.

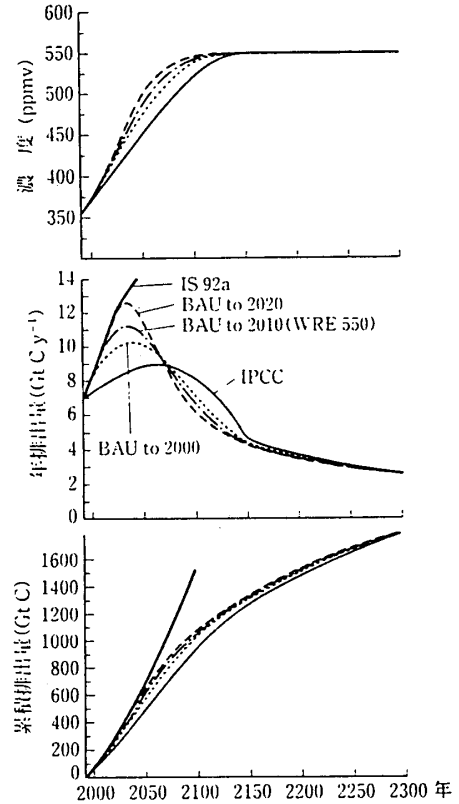


図.1 異なった二酸化炭素排出削減の経路 (Wigley et al. 1996).

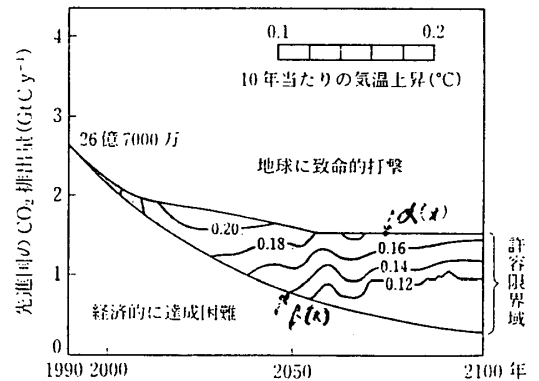


図.2 経済先進国の安全排出コリダー (松岡、1997) .

$$f_k(c) = \min J(t)$$