

## 第4章 国際的排出量取引とモニタリング

## 京都議定書（1997年）

- 国際的な排出量取引の構想
  - 現在は、国内、地域内レベルでの排出量取引システムが構築されてきている
    - ▶ EU, アメリカのいくつかの州, イギリスなど. 日本はサミットを機に構想段階
  - 排出削減政策のフレキシビリティ
    - ▶ 割り当てられた排出量削減目標を国内排出規制, 海外との排出量取引で達成
- 国際的な排出量取引に、私企業の参加を認めるべきか、政府に限定すべきか
  - 排出源間システムと政府間システムの選択問題
  - どちらのシステムでも、各国の政府（規制当局）に一定の排出削減義務が課せられる
    - ▶ 排出枠＝配分された排出許可証で認められる排出量
    - ▶ 排出許可証自体は、国際的に取引可能
    - ▶ これを政府だけが保有するか、民間にも配るかが問題
  - 政府は、一国全体の排出量を一国全体で保有する排出許可証でカバーする責任を負う

# 排出源間システムと政府間システム1

- 排出源間システム
  - 割り当てられた排出許可証（の一部）を国内企業に配分し，自由な国際的取引を認める
  - 政府は排出許可証の国際取引に一切介入しない（国内規制政策も実施しない）
  - 政府は企業が規制を遵守しているかどうか，モニタリングする必要がある
  - 規制違反企業（許可証を保有せずに排出を行う企業）による排出量は政府が許可証を保有してカバーしなければならない
  
- 政府間システム
  - 排出許可証の国際的取引は政府だけが行う
  - 政府は，保有する排出許可証の枠内に国内排出量を規制するために，独自の排出削減政策を実施する
    - ▶ 国内排出課税制度，国内排出許可証制度など
  - 政府は，企業が国内排出規制を遵守しているかどうか，モニタリングする必要がある

## 排出源間システムと政府間システム2

- 2つのシステムの違いは、企業の直面する、ガス排出の租税価格(tax price)を独自に設定できるかどうか
  - 排出源間システム＝排出許可証の国際価格
  - 政府間システム＝国内排出税の税率（あるいは、国内排出許可証の価格）
  - 政府間システムの方が租税価格の設定という点ではフレキシブル
- 排出削減の基本定理
  - 次の4つの条件が満たされるとき、国際的な排出量取引は、どちらのシステムでも、効率的な（費用効果的な）排出削減を実現する
    - ① 企業と政府はそれぞれ、排出源レベル、国レベルの規制遵守費用を最小にするよう行動する
    - ② 排出許可証は市場で競争的に取り引きされる
    - ③ 政府は国内企業の持つ排出削減費用の分布を正確に知っている
    - ④ どのような規制も費用をかけることなく執行可能である

## 排出源間システムと政府間システム3

- 従来の議論：排出源間システムが望ましい (Hahn&Stavins, Tietenberg et al.)
  - 条件① 政府が規制遵守費用を最小にするよう行動するとは限らない (政治的理由?)
  - 条件② 政府間システムでは、アメリカや中国などの大規模な排出国が許可証市場で価格支配力を持つ可能性がある
  - 条件③ 政府が国内の排出削減費用の分布を知っているかどうか、明らかでない
- しかし、条件④についてはどうか？

## 規制の執行費用が提起する2つの問題

- 執行費用の内部化問題
  - 1国全体での排出削減費用＝企業の排出削減費用＋モニタリング・コスト
  - 排出源間システムでは、企業の限界排出削減費用が排出許可証価格に等しくなり、国際的に均等化するだけ
- モニタリングの信頼性問題
  - 政府が検査確率にコミットできない場合、時間整合性の問題が生じる
    - ▶ 企業が皆、規制を遵守すれば、政府は事後的にモニタリングする誘因を失う
    - ▶ 完全な規制の執行は実現不可能
  - 時間整合的な検査確率とは？
    - ▶ 政府が事前に検査確率をアナウンスするとして、それを事後的にも変更する誘因を持たない検査確率
    - ▶ 検査確率にコミットできないとき、時間整合的な検査確率を伴う規制政策でしか、意図した排出削減を達成できない

## 分析目的と結果

- 規制の執行に費用がかかるとき、排出源間システムと政府間システムではどちらが効率的な排出削減を実現するか
  - 「排出削減の基本定理」の条件①から③までは仮定し、条件④に焦点を当てる
  - 政府は検査確率にコミットできないと仮定する
    - ▶ コミットできるケースでは、一定の条件のもとでは、どちらのシステムも同程度に効率的（小西(2007)）
- 結論
  - 政府間システムの方が効率的である
    - ▶ 国内排出規制政策がコミットメント装置として機能し、より高い検査確率によるモニタリングに信憑性を与えるから
  - 排出源間システムでは国内排出量を削減せず、国際的な許可証取引に全面的に依存する国が出てくる（EUの懸念）
    - ▶ そのため、国際的な排出量取引市場に均衡が存在しない場合がある

# モデル

- 国際的な排出量取引
  - 危険中立的な国内排出源（企業）
    - ▶ 第2期に1単位の温暖化ガスを排出（規制前の総排出量=1）
    - ▶ 第1期に $c$ だけの費用をかけると、排出をなくすることができる
    - ▶  $c$ は $[0, \gamma]$ 上を一様分布（総企業数を1とする、密度 $1/\gamma$ ）
    - ▶ 政府は個々の企業の排出削減費用は知らないが、分布は知っている
  - 政府の排出削減義務  $\bar{A}$  ， 国際的な排出許可証価格  $p$ 
    - ▶ 排出許可証1枚で排出量1単位をカバーできる
    - ▶ 政府は排出削減義務を確実に履行する
    - ▶ 規制違反企業による排出量は政府が排出許可証を保有してカバーしなければならない
  - 政府間システムでは1単位あたり排出税  $\tau$  が課される

## 自己申告制度

- 第1期期首：各企業が行動計画を提出し、「排出」か「削減」を宣言
  - 政府間システムでは「排出」を宣言すれば、排出税  $\tau$  を支払う
  - 排出源間システムでは、「排出」を宣言すれば、許可証を価格  $p$  で購入する
- 第1期期末：政府は企業が申告通りに行動しているかどうか検査する
  - 租税支払いや許可証購入の有無は費用をかけずに確認できる（したがって違反は起きない）
  - 排出量を調べるにはコストがかかり、サンプリング調査が行われる
    - ▶ 「削減」を申告した企業のうち  $\phi \in [0, 1]$  の割合を検査
    - ▶ 1企業あたりの検査費用  $r > 0$
    - ▶ 違反が発覚した場合、罰金  $\pi > 0$  の支払いに加えて、行動計画どおりに排出削減を強制される

## 企業の規制遵守戦略

- 企業は次の3つの戦略のうち、1つを選択する
  - EC: 「排出」を宣言し、排出削減を行わない
  - RC: 「削減」を宣言し、排出削減を行う
  - NC: 「削減」を宣言し、排出削減を行わない
- NCが規制を遵守しない企業
- 各企業は費用の期待値が最小になるように、遵守戦略を選択
- 完全執行：NCを選択する企業がない，不完全執行：NCを選択する企業が存在
- EC, RC, NCそれぞれの費用の期待値は,  $\tau$ ,  $c$ ,  $\phi(c + \pi)$
- $\phi > 0$  のとき, 2つの閾値を定義 (政府間システム)
  - $\underline{c} = \frac{\phi\pi}{1 - \phi}$  : NCとRCが無差別になる限界排出削減費用
  - $\bar{c} = \frac{\tau}{\phi} - \pi$  : NCとECが無差別になる限界排出削減費用
- 排出源間システムでは, 排出税率  $\tau$  を許可証価格  $p$  に置き換えればよい

## 規制遵守パターンと政府の目的

- 完全執行のケース ( $\bar{c} \leq \underline{c}$ )

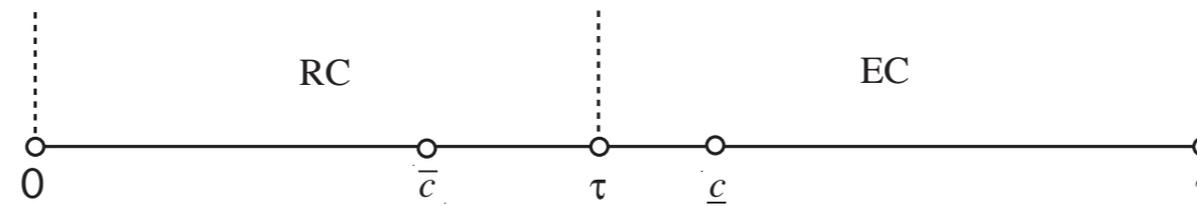


図 4.1: 完全執行のケース

- 不完全執行のケース ( $\underline{c} < \bar{c}$ )

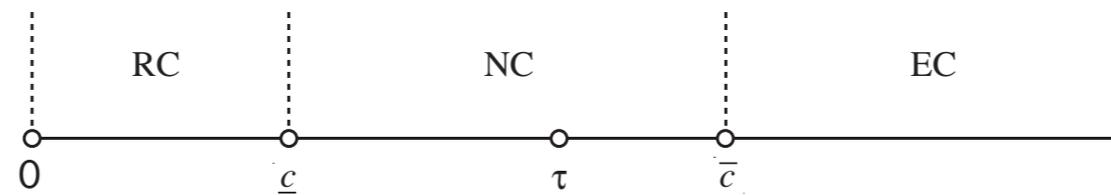


図 4.2: 不完全執行のケース

- 政府の目的 = 国民所得  $Y$  の最大化 (= 1 国全体での規制遵守費用の最小化)
  - 国内排出削減量を  $A$ , 総排出削減費用を  $C$ , 総検査費用を  $R$ , 規制導入前の国民所得を  $Y_0$  とする

$$Y = Y_0 - [C + R + p(\bar{A} - A)]$$

## 時間整合的な規制政策

- 政府は検査確率に事前にコミットできない
  - 完全執行は実現不可能（事後的に検査を実施する誘因を持たない）
  - 時間整合的な検査確率を伴う規制政策しか、企業に信用されない

- 不完全執行の場合の、排出削減量，排出削減費用，検査費用

$$A = \frac{\phi\bar{c} + (1 - \phi)\underline{c}}{\gamma}, \quad C = \frac{\phi\bar{c}^2 + (1 - \phi)\underline{c}^2}{2\gamma}, \quad R = \frac{r\phi\bar{c}}{\gamma}$$

- 国民所得は次のように表せる

$$Y = Y_0 - p\bar{A} + \frac{1}{\gamma} \left( p\underline{c} - \frac{\underline{c}^2}{2} \right) + M\phi$$

$$M := \frac{1}{\gamma} \left[ (\bar{c} - \underline{c}) \left( p - \frac{\bar{c} + \underline{c}}{2} \right) - r\bar{c} \right]$$

- 時間整合的な検査確率は  $M \leq 0$  を満たさなければならない
- $M < 0$  と両立しうる時間整合的な検査確率は  $\phi = 0$  だけ

## 時間整合性条件

- 全補填（ $\phi = 0$ ）が時間整合的になるための条件
  - $\underline{c} = 0, \bar{c} = \gamma$  をMに代入して,  $p \leq r + \frac{\gamma}{2}$
  - 左辺：許可証を購入したときの費用, 右辺：1国全体での排出削減削減費用の平均
  - $\gamma$  が十分大きければ, この条件は成立→全補填戦略は常に時間整合的

- $0 < \phi < 1$  となる検査確率が時間整合的であるための条件は  $M = 0$

$$\frac{1}{\gamma} \left( p\bar{c} - \frac{\bar{c}^2}{2} - r\bar{c} \right) = \frac{1}{\gamma} \left( p\underline{c} - \frac{\underline{c}^2}{2} \right)$$

- 左辺：事後的な全検査（ $\phi = 1$ ）による規制遵守費用の節約額
- 右辺：事後的な全補填（ $\phi = 0$ ）による規制遵守費用の節約額
- 両者が一致するとき, 政府は事後的に検査確率を変更する誘因を持たない

## 時間整合性条件の図解

- 企業がある検査確率を予想して,  $(\bar{c}, \underline{c})$  が与えられたとする
  - 全検査による国民経済上の利益 = 台形 OEFG の面積
  - 全補填による国民経済上の利益 = 台形 OBCD の面積
  - 両者が一致するとき,  $(\bar{c}, \underline{c})$  の規制遵守パターンは時間整合性条件を満たす
    - ▶  $\bar{c} = p - r$  のとき,  $\underline{c}$  は最大.
    - ▶  $\underline{c} < p - r$  が必ず成立

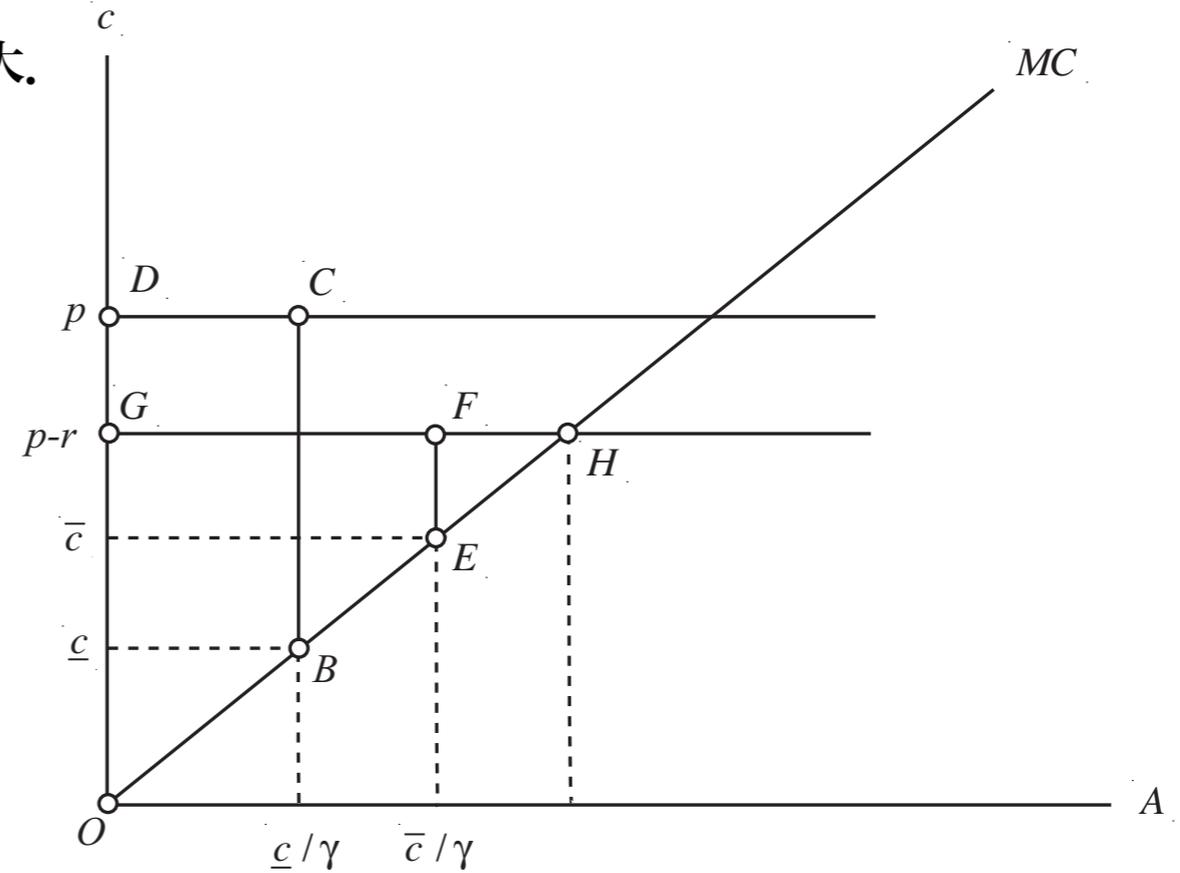


図 4.3: 全検査と全補填

# 実現可能な規制遵守パターン

- 実現可能な  $(\bar{c}, \underline{c})$  の範囲
  - 政府間システム

排出税率が自由に決められるため、時間整合性条件を満たす  $(\bar{c}, \underline{c})$  はすべて実現できる：曲線  $\Phi$
  - 排出源間システム

ガス排出の租税価格が許可証価格に縛られるため、実現できる  $(\bar{c}, \underline{c})$  は高々2つ：曲線  $\Phi$  と  $\Pi$  の交点

交点が無ければ、 $\phi = 0$  だけが時間整合的

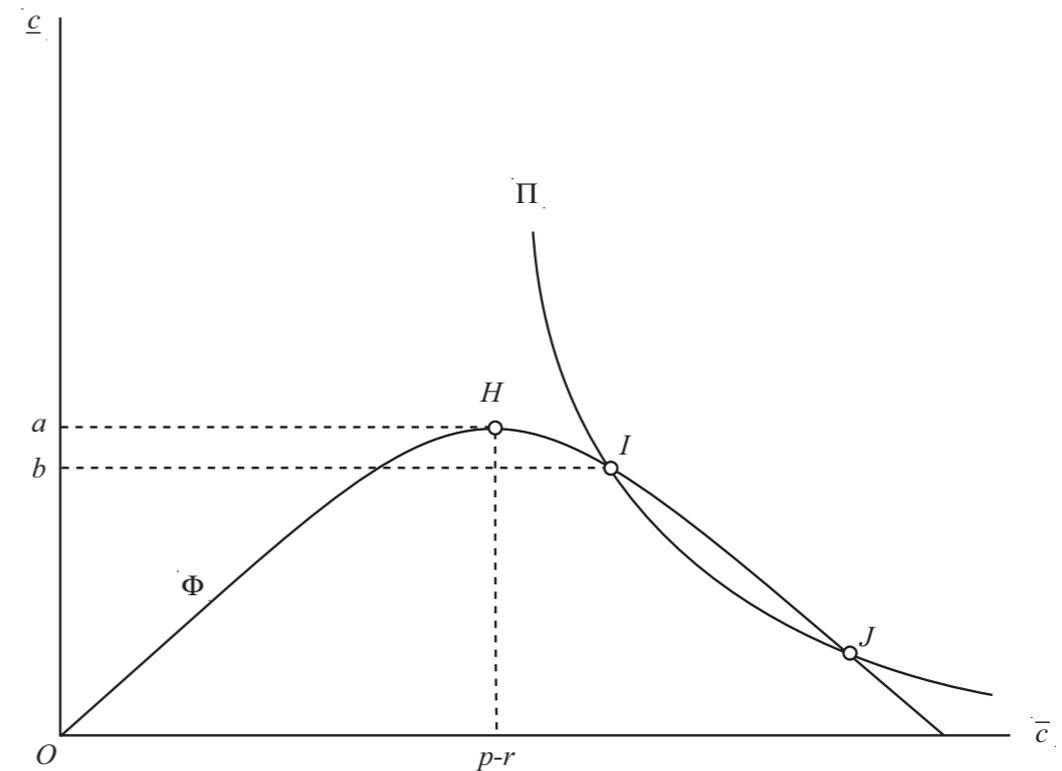


図 4.4: 時間整合的モニタリングによる規制遵守パターン

## 規制遵守費用の最小化

- 時間整合的な規制政策で実現可能な国民所得（全補填を想定すればよい）

$$Y = Y_0 - p\bar{A} + \frac{1}{\gamma} \left( p\bar{c} - \frac{\bar{c}^2}{2} \right)$$

- より高い $\bar{c}$ を実現する規制政策ほど（より高い検査確率で時間整合的なモニタリングが実施できるほど）、高い国民所得を実現できる
- 政府間システムは、時間整合性条件を満たす遵守パターンの中で、規制遵守費用を最小にするものを選択できる
  - 条件： $\bar{c} = p - r$ （検査費用の内部化条件）
    - ▶ 検査費用を内部化するように排出税率を許可証価格より低く設定
    - ▶ 事後的な全検査の利益を最大にできる
    - ▶ その結果、もっとも時間整合的な検査確率を最大にまで引き上げられる
  - 国内排出税は高い検査確率に信憑性を与えるためのコミットメント装置として機能する

## 排出源間システムの問題点

- 規制遵守費用の最小化が実現できない
  - 温暖化ガス排出の租税価格が国際的な排出許可証価格に拘束される
- 検査費用が高いと、 $\phi = 0$  以外に、時間整合的な検査確率は存在しなくなる
  - 事後的な全検査の利益が縮小するため、モニタリングの信憑性が損なわれる
  - 政府は排出削減義務をすべて排出許可証の購入で果たすしかない

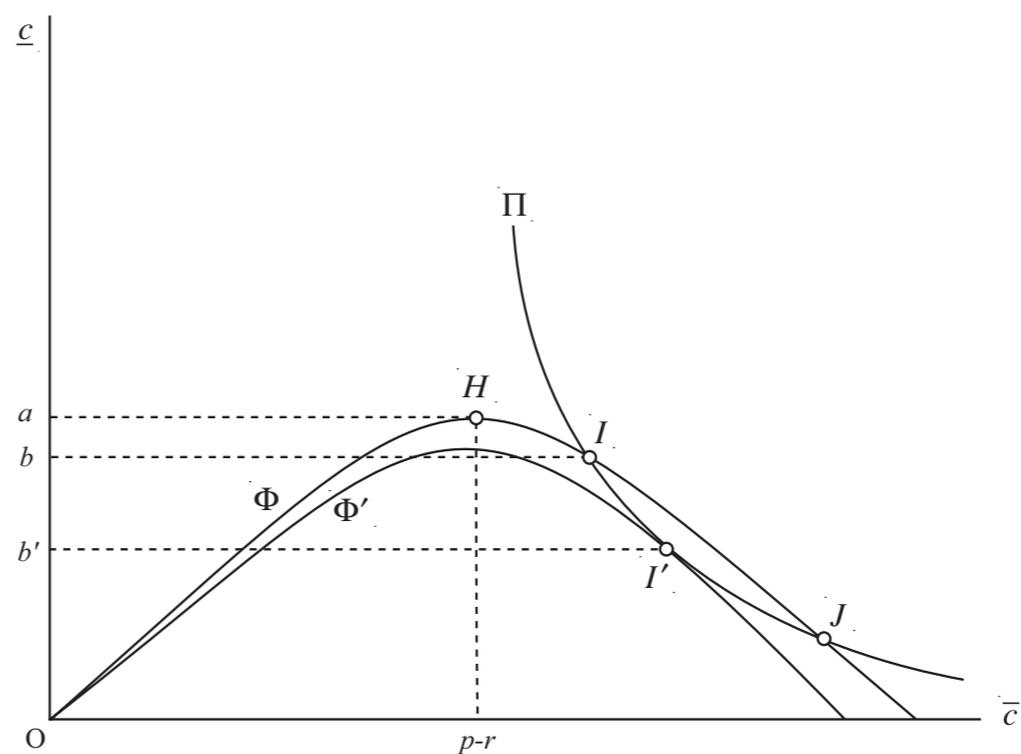


図 4.5: 時間整合的モニタリングの不可能性

## 2国モデル

- 政府間システム
  - 国内排出税率が排出許可証価格よりも低く抑えられる
  - 世界全体の排出許可証需要が増加し、許可証価格が上昇
  - 事後的な全検査の利益が増加するため、より高い時間整合的検査確率が利用可能になる
  - より効率的な排出削減が可能になる
- 排出源間システム
  - 排出許可証価格が低いと、事後的な全補填の利益が増加し、 $\phi = 0$ 以外の検査確率は時間整合的でなくなる
    - ▶ 検査費用の上昇と同じ理屈。罰金が高い場合も同じことが起きる
  - ある許可証の価格水準で、許可証需要がジャンプして、不連続になる
  - 世界全体の排出量取引の均衡が存在しない（排出削減目標を達成できない）

## まとめ

- 得られた分析の含意は以下の通り

- ① 国際的な排出量取引システムは、温暖化ガス排出の国内租税価格を参加各国が自由に設定できる仕組みを備えた方が効率的な排出削減を実現できる。国内環境政策のフレキシビリティはモニタリングの信頼性を高める役割を果たす。
- ② 国境を越えた企業の自由な排出量取引には一定の制限を設けるべきである。自由な取引を認めると、モニタリングの信頼性が低下し、排出削減費用が増大する。
- ③ 排出源間システムによる国際的な排出量取引を実施するならば、検査費用の高い国や規制違反に高い罰金を科す国は参加させない方が望ましい。これらの国ではモニタリングの信頼性が低下して国内規制を事実上実施できず、排出量取引に頼り切ってしまう可能性がある。このような弊害を生まないための対策としては、世界全体での目標削減量を大きく設定し許可証価格を高め維持することが望ましい。

- 留意点

- 自己申告モデルを使わなければ・・・
- 無限期間の繰り返しゲームにすれば・・・