

博士請求論文

環境技術供与と国際協調の経済分析  
—環境技術革新と国際技術供与の理論的および実証的考察—

久留米大学大学院比較文化研究科後期博士課程

林 祖宝

**環境技術供与と国際協調の経済分析**  
—環境技術革新と国際技術供与の理論的および実証的考察—  
**Analysis on Environmental Technology Grant and International  
Cooperation**  
**-Theoretical and Empirical Analyses on Environmental Technology-**

**論文要約**

本稿では、越境大気汚染と環境技術の移転による環境汚染防止の関係を、理論分析と実証分析の双方より考察する。越境汚染問題は、理論的には、国際協調のゲーム理論での枠組みを用いてこれを実行する。ただし、このようなゲームでは囚人のジレンマが発生することがある。その際、問題となるのは、技術革新は技術の進化的・動的変化をもたらすという点である。すなわち、新技術の開発は更なる新技術を誘発する。このとき、ゲームは動学的文脈で構成されなくてはならない。そこで、本稿では、ゲームの進行とともに利得が変化するスーパーゲームを採用し、これに、環境保持の新技術および生産性向上の新技術の継続的登場という状況をモデルに組み込んでゲームを構成する。ここで得られる結論は、国際協調を維持するためには、環境技術の供与に加え、生産性向上のための継続的技術供与が必要であるという点である。

このような理論的帰結は、環境問題を国際協調の枠組みで議論する場合、途上国側の生産構造の継続的改善が必須であることを示唆する。そこで、本稿は、越境環境汚染が重大な問題となっている中国の生産現場、特に自動車産業に注目する。中国では、深刻化する大気汚染を背景として、自動車分野における環境技術の確立が研究者の注目を集めてきた。ここでは、日本から中国への環境技術供与が中国の自動車業界を変革してきた歴史を分析したうえで、アンケート調査結果を分析し、環境技術が経済に浸透する要因を分析する。

**Abstract**

This paper studied the issues of environmental pollution and environmental technology provision from both theoretical and empirical view point. Theoretically, we demonstrate that only funding assistant does not accomplish the international cooperation. Key point to accomplish the international corporation is environmental technology grant. New environmental technologies are caused by innovations. However, the process of innovation is described by dynamical and evolutionary ones. Therefore, the model should be constructed by dynamical and evolutionary one. We construct our model by super-game and demonstrate that continuous technology grants not only of environmental one but also of industrial one which raises productivity are necessary for international cooperation to be supported. Based on the theoretical result, we focus our

analysis on Chinese automobile industry and demonstrate the environmental technology provision for automobile industry played an important role to diffusion of electric car in China. Firstly, we analyze the history of environmental technology provision from Japan to China and demonstrate that environmental technology provision is achieved by establishments of joint venture. At this point, the problem that how problem awareness of Chinese people for environmental pollution varies. Therefore, we conduct a questionnaire survey for environmental pollution and eco car. This questionnaire survey demonstrate the important factors for eco car to diffuse.

キーワード 環境技術 国際協調 スーパーゲーム 囚人のジレンマ

Keywords: Environmental technology grant International cooperation  
Super-game Prisoner's Dilemma

JEL 区分 C72 F63 F64 O10 Q55 Q58

# 環境技術供与と国際協調の経済分析

## —環境技術革新と国際技術供与の理論的および実証的考察—

林 祖宝\*

### 序文

本論文では、多大、深刻かつ多様な問題を表出しつつある地球環境を問題とする。地球環境の深刻な悪化は、人類の無差別な経済成長至上主義の帰結であることは言うまでもない。この経済成長至上主義の中で、地球環境問題の悪化に楔を打つ理論的かつ実証的の手がかりあるいは処方箋を提案しようとするのが本論文の第一の問題意識である。その際、問題となるのが、無差別な経済成長至上主義の中で発生している南北問題である。すなわち、先進国（以下、N国と記す）が先行して経済成長を遂げてきた中で、これに追随しようとする発展途上国（以下、S国と記す）の経済成長が現在の地球規模での経済成長を支える構図を醸成し、地球環境を無視した生産および消費活動が地球全体に広がりつつある。もちろん、このような事態に対応しようとする人類の英知は、複雑な環境問題に対し、多様な技術革新を生み出してきた。しかしながら、このような環境技術を生み出してきたのはN国であり、地球経済の成長をけん引しているS国の生産および消費活動は、経済成長至上主義の弊害を映し出している。もちろん、N国の生産および消費活動自体も経済成長至上主義に支配され、環境技術を生み出そうとする人類の英知と倫理観を無にし、これを覆いつくす実態を修正することはできていない。そして、問題をこのようにとらえると、経済成長至上主義を修正しつつ人類の英知と倫理観を世界に敷衍するには、N国からS国への環境技術の供与が不可欠であることに気が付く。この点が、本論文の底を流れている第二の問題意識である。

前述のように、環境問題は地球規模で進行しているが、ここで視点をやや微視的にとらえると、国境を越えた越境大気汚染が大きな問題として浮上している。たとえば、2013年より、微小粒子状物質（PM2.5）を主たる汚染物質とする激しい大気汚染が中国の広い範囲で発生している。そして、このころより、中国からの大気汚染物質PM2.5の日本への飛来が問題となり始め、毎日のように日本へのPM2.5の飛来情報が報道されるようになった。このような事象は、地球規模で解決されなくてはならない環境問題が、さまざまな地域におけるN国からS国への地道な環境技術供与の積み重ねにより解決される可能性を示唆している。

このような問題意識に立ち、本論文は、越境大気汚染とN国からS国への環境技術の移転による環境汚染防止の関係を、理論的視点と実証的視点の双方より考察する。そのために、論文を二部構成とし、第一部において理論的アプローチを試み、続く第二部で実証的分析を行う。このうち、第一部では、環境問題に関する国際協調をゲーム理論を用いて解析したいくつかの研究業績に注目する。これらの研究では、資金援助を用いた環境保全のゲームが注

---

\*久留米大学比較文化研究科後期博士課程

目を集めてきたが、このようなゲームでは囚人のジレンマが発生し、国際協調は成立しない。この理論的帰結は、環境問題を国際協調の枠組みで議論する場合、S国側の生産構造の改善が必須であることを示唆する。そのことは、環境技術の供与とともに生産技術の供与が重要性であることを意味する。そこで、第一部では、環境汚染物質削減の技術革新に注目し、N国からS国への環境技術供与について分析する。その際、問題となるのは、技術革新は技術の進化的・動的变化をもたらすという点である。すなわち、新技術の開発は更なる新技術を誘発する。このとき、モデルは動学的文脈で構成されなくてはならない。そこで、本稿では、ゲームの進行とともに利得が変化するスーパーゲームを採用し、これに、環境保持の新技術および生産性向上の新技術の継続的登場という状況をモデルに組み込んでゲームを構成する。そして、このような状況の中で、環境汚染防止のための継続的国際協調が発生する条件を考察する。得られる結論は、国際協調を維持するためには、環境技術の供与に加え、生産性向上のための継続的技術供与が必要であるという点である。

第一部の理論分析に続き、第二部では、越境環境汚染が重大な問題となっている中国の生産現場、特に自動車産業に注目する。中国では、深刻化する大気汚染を背景として、自動車分野における環境技術の確立が研究者の注目を集めてきた。ここでは、まず、日本から中国への環境技術供与が中国の自動車業界を変革してきた歴史を分析する。そして、その上で、中国において実施したアンケート調査を分析し、今後環境技術が経済に浸透する要因を分析する。アンケートは、主に、環境技術に対する問題意識と消費行動に焦点を当てているが、環境技術が消費行動に一定の影響を及ぼすことが示されれば、それは同時に、環境技術供与が継続的に実行されなくてはならないことを意味する。なぜなら、環境技術は、それが一端供与されると、既存の技術に変化し、消費行動をさらに改善しようとするれば、新たな環境技術供与の可能性が示されなくてはならないからである。この点において、第一部の理論的帰結を第二部において検証するというアプローチで本論文を構成する。

## 第一部 理論編；環境技術供与と国際協調のスーパーゲーム

### 1. はじめに

本稿は、環境汚染物質削減の技術革新に注目し、先進国から発展途上国への環境技術供与について分析する。その際、問題となるのは、技術革新は技術の恒常的動的变化をもたらすという点である。すなわち、新技術の開発は更なる新技術を誘発する。このとき、モデルは動学的文脈で構成されなくてはならない。そこで、本稿では、スーパーゲームを採用し、新技術の継続的登場を想定して、環境技術供与と国際協調の可能性を分析する。

越境汚染に関する環境問題では、中国からのPM2.5飛来の問題に象徴されるように、隣国の経済発展による環境汚染が注目されている。しかし、近年の環境汚染問題の深刻化は、隣国からの環境汚染物質の飛来に留まらず、地球温暖化効果ガスの排出に象徴されるような地球規模の環境破壊を引き起こしている。そして、このような状況を地球規模で観察するならば、先進国（以下、N国とよぶ）および発展途上国（以下、S国とよぶ）のバ

ランスのとれた持続可能な経済発展の構造を構築することが不可避であることは明白である。もちろん、ここで議論される持続可能な経済発展とは、N国とS国のバランスのとれた環境保全を前提とするが、このバランスを構築するためには、環境技術開発能力を持つN国とこれを持たないS国の国際的協調が必要となることも明白である。この国際協調が本稿の主題であるが、現実的には、この環境技術供与の形態は多様である。たとえば、生産ラインにおけるCO<sub>2</sub>削減の技術の供与がその象徴として取り上げられるが、その一方で、中国における自動車産業の合併事業の拡大、それともなう電気自動車などの環境技術の移転など、技術供与の形態は多種・多様である。すなわち、技術革新は多様かつ複雑であり、その分析は動学的枠組みの中で分析されなくてはならない。

そこで、このような視座を持ちつつ、理論的にこの環境協調問題が経済システムの中で如何に分析されてきたのかを見てみよう。この分野での業績はもちろん多数存在するが、その多くは、視点を地球規模に置き、モデルをいわゆる2国モデル（すなわち南北問題の枠組み）を用いて分析がなされてきた。この多数ある先行論文の中で、排出量と経済成長の問題を取り扱った基本的モデルとしてわれわれはStokey (1998) に注目する。このモデルは、閉鎖経済において、汚染物質の排出（負効用）をとともなう経済において、個人の効用関数を最大化するという基本的モデルである。この分析の中では、一人当たりの資本ストック量と排出に関する考察が行われ、環境クズネツ曲線の導出などが行われている。ただし、このモデルは静学モデルであり、その後、伊ヶ崎(2004)によって最適制御の文脈でモデルが再構築され、動学モデルとして分析の新たな道が開かれた。しかしながら、前述のように、問題は所謂南北問題の視野で分析されなくてはならない。この分野の研究では、グローバルな視点より越境汚染や温室効果ガスの問題が取り上げられてきた。具体的には、たとえば、Hagem(1996)、藤田 (1997)、Wirl et al.(1998)などをあげることができるが、これらのモデルでは、先進国に対し、一定の排出物削減が義務付けられ、その中で分析が行われている。ただし、ここでは、環境技術に対する技術革新の視野が導入されていないという欠点が指摘される。

このような中で、Stokey (1998) を用いて、これを南北問題モデルに拡張しようとした試みもなされている（伊ヶ崎(2004)）。伊ヶ崎(2004)は、N国とS国を設定し、S国の環境汚染物質排出の規制に対し、N国が、この排出規制で失われた生産額を補填するという設定で、国際協調のゲームモデルを構成している。このモデルは静学ゲームの枠組みで構成されているが、その中で、囚人のジレンマが発生することが証明されている。そして、その上で、伊ヶ崎(2004)は最適制御理論を用いてこれを動学化し、国際協調が可能となる諸条件を分析している。

さて、本稿でわれわれが問題としたのは、上述の1期ゲームにおける囚人のジレンマの発生である。すなわち、N国とS国のゲームにおいて、環境汚染物質抑制に関する協調戦略が高い効用をもたらすにもかかわらず、両国は非協力のナッシュ均衡点をプレイするという状況である。これに関しては、われわれはいくつかの問題点に突き当たった。

まず、第1点は、囚人のジレンマの解消についてである。通常単純な繰り返しゲームを考えると、ナッシュ均衡点を罰則経路として、協調戦略を完全均衡経路として支えることができる。しかし、いまわれわれは持続可能な経済発展を問題としているのであるから、経済成長を視野に入れてモデルを構成しなくてはならない。すなわち、単純な繰り返しゲームは考察の対象外である。このとき、たとえば、第2節で分析するように、一人あたりの資本蓄積が増加する中で、協調戦略が返って排出量を増やしてしまう可能性があることが指摘される。このとき、囚人のジレンマゲーム自体が構成されなくなる。このような事態がなぜ発生するのかは第2節の分析に譲るが、その根本的原因は、技術革新の欠如にあることはこの時点で指摘しなくてはならない。すなわち、環境汚染物質制御技術に関わる技術革新が皆無で、保障移転のみで国際協調を持続することは不可であるという結論に至る。

われわれが直面した第2の点は、たとえ囚人のジレンマが単純に繰り返される状況が発生したと仮定しても、囚人のジレンマが解消されるためには、それは無限の繰り返しゲームでなくてはならないという点である。すなわち、プレイされる期間に終期があるとき、非協力ナッシュ均衡点の経路がプレイされることとなる。

このような問題意識に基づくと、国際協調を引き出すためには、環境保持の新技术および生産性向上の新技术の継続的登場が不可欠となることが推測されるが、このような状況でモデルを構成すると、従来型の最適制御理論ではこれをモデル化することは不可であることが分かる。そこで、本稿では、ゲームの進行とともに利得が変化するスーパーゲームを採用し、これに、環境保持の新技术および生産性向上の新技术の継続的登場という状況を組み込んでモデルを構成する。そして、このような状況の中で、環境汚染防止のために継続的国際協調が発生する条件を考察する。

## 2. ゲームの構成

### 2.1 ゲームの設定<sup>1</sup>

#### <期間設定>

期間分析により動学ゲームを構成する。期間を $t(=1,2,3,\dots)$ で表す。したがって、パラメーター（定数）以外のすべての変数は期間 $t$ の関数である。

#### <プレイヤーの設定>

まず、先進国と発展途上国を想定し、前者をN国、後者をS国とよぶ（以下、 $i=N,S$ などと書く）。そして各国の生産関数を次のように規定することにしよう。

$$Y_i(t) = p_i A K_i(t) z_i(t) \quad (1)$$

<sup>1</sup> 1.1節と1.2節は伊ヶ崎(2004)pp.170-172による。ただし、本稿に含まれる誤謬はすべて筆者に帰す。

ただし、 $Y_i(t)$ 、 $K_i(t)$ は $t$ 期における $i$ 国の総産出量、資本ストック量を表し、 $p_i$ は両国における技術の違いを表すパラメータで、 $p_N > p_S (\geq 1)$ とする。 $A$ は生産性のパラメータを表す。また、ここで、 $z_i(t) (\in [0,1])$ は $t$ 期における $i$ 国の汚染に対する規制数準である。以上の準備の下で、一人あたりの産出量は次のようになる。

$$y_i(t) = p_i A k_i(t) z_i(t) \quad (2)$$

ただし、 $y_i(t)$ 、 $k_i(t)$ はそれぞれ $t$ 期における $i$ 国の一人あたりの産出量、資本ストックである。すなわち、 $t$ 期における $i$ 国の総人口を $L_i(t)$ とすると、 $y_i(t) \equiv \frac{Y_i(t)}{L_i(t)}$ 、 $k_i(t) \equiv \frac{K_i(t)}{L_i(t)}$ となる。

つぎに、生産過程のみが汚染を発生させるものとし、汚染の排出量を表す関数 $D_i(t)$ を次のように規定する。

$$D_i(t) = A K_i(t) z_i(t)^\beta \quad (3)$$

ただし、 $D_i(t)$ は $t$ 期における $i$ 国の総排出量である。 $\beta (> 1)$ はパラメータである。ここで、 $z_i$ を $D_i$ について解き、これを生産関数(1)に代入すると、

$$Y_i(t) = p_i A^{\frac{\beta-1}{\beta}} K_i(t)^{\frac{\beta-1}{\beta}} D_i(t)^{\frac{1}{\beta}} \quad (4)$$

を得る。(4)は、自国の資本ストックと自国からの排出物が生産要素として作用していると解釈される。

#### <各国の消費者の消費関数>

次に、消費者の効用 $U_i(t)$ を定義しよう。 $t$ 期における $i$ 国の代表的消費者の効用関数を

$$U_i(t) = \frac{c_i(t)^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} - (B_1 D_i(t) + B_2 D_j(t)) \quad (5)$$



で定義する。ただし、 $c_i(t)$ は $t$ 期における $i$ 国の消費量である。また、 $B_i$ は $i$ 国の国民の自国の環境汚染に対する負の効用係数を、 $B_j (j \neq i)$ は $i$ 国の国民の他国（ $j$ 国）の越境環境汚染に対する負の効用係数をあらわす。 $\sigma(>0)$ は定数である。

## 2.2 国際協調が存在しないときの最適排出量

ある1つの期を固定しよう。いま、 $k_i$ の水準は所与であるので、社会的計画者は効用関数(5)を最大化する排出量 $z_i$ を選択する。一階の条件は、

$$\frac{dU_i}{dz_i} = (p_i A k_i z_i)^{-\sigma} p_i A k_i - \beta B_1 A k_i L_i z_i^{\beta-1} \geq 0 \quad (6)$$

である。ただし、 $z_i \in [0, 1]$ である。したがって、国際的な協調が存在しないときの $i$ 国の最適排出量 $z_i^*$ は、

$$z_i^* = \begin{cases} 1, & (k_i \leq k_{i\sigma}) \\ (\beta B_1 L_i)^{-h} (A k_i)^{-\sigma h} p_i^{(1-\sigma)h}, & (k_i > k_{i\sigma}) \end{cases} \quad (7)$$

となる。ただし、 $h = \frac{1}{\beta-1+\sigma} (>0)$ 、 $k_{i\sigma} = p_i^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} A^{-1} (\beta B_1 L_i)^{-\frac{1}{\sigma}}$ である。(7)より、 $z_i^* < 1$

すなわち $k_i > k_{i\sigma}$ の範囲では、 $\partial^2 z_i^* / \partial k_i^2 > 0$ である。

## 2.3 環境汚染防止技術供与と汚染物質の排出

N国は常に環境汚染防止技術に関する技術革新を起こしており、これらの新技术を毎期S国に提供することができるものとする。そして、N国がS国に $t$ 期において環境汚染防止技術を供与する事象を $e_0(t) = 1$ 、技術供与をしない事象 $e_0(t) = 0$ で表す。そして、S国において $t$ 期に実現する環境維持水準（環境モード） $e(z_s, t)$ を

$$e(z_s, t) = 1 - \lambda(t) z_s(t) \quad \left( \text{ただし、} \lambda(t) = \frac{1}{\left\{ 1 + \sum_{m=1}^t e_0(m) \right\}^\varepsilon} \right) \quad (8)$$

で定義する。ただし、 $\varepsilon(\in(0,1))$ は十分小さい定数とする。(8)は、S国の生産水準が $z_s(t)$

であるとき、汚染物質除去技術の供与 $\sum_{m=1}^t e_0(m)$ により、これを実質的に削減し、環境水準を維持する1つの指標を示したものである。たとえば、技術供与ゼロ（すなわち

$\sum_{m=1}^t e_0(m)=0$ ）で、 $z_s(t)=1$ （すなわち、フル生産）ならば、環境モードは $e(z_s, t)=0$ で

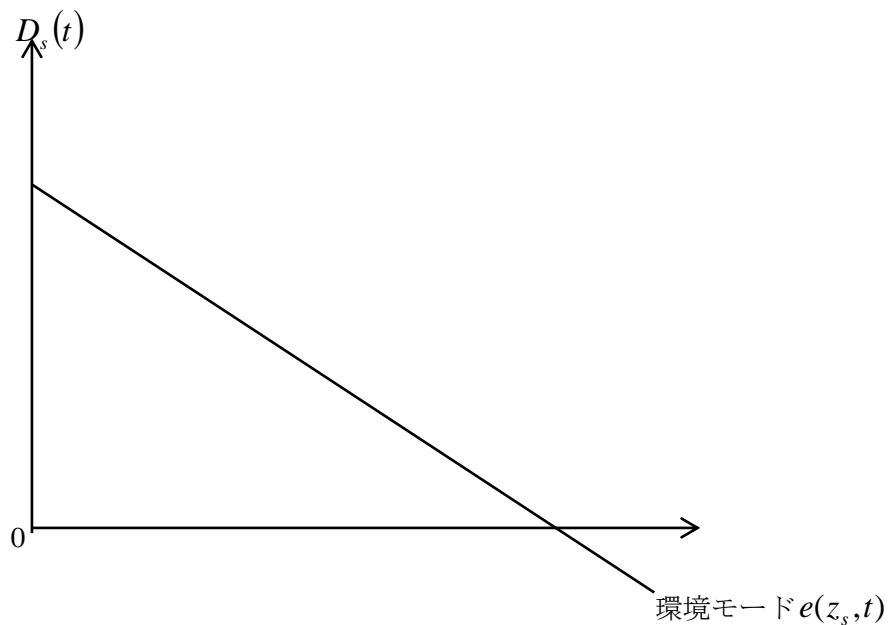
ある。一方、 $\sum_{m=1}^t e_0(m)=t$ で、 $z_s(t)<1$ ならば、環境モードは高くなり、 $e(z_s, t)$ の値は1

に近づく。この環境モード $e(z_s, t)$ が含む含意は重要である。すなわち、環境技術は、前述

のように、多様であり多岐にわたる。そして、われわれはこの状況を、単なる有限個の環境技術の供与ではなく、マクロ経済的視点でとらえなくてはならない。さまざまな分野の新技术が、たとえば、第1期から第 $t$ 期まで、さまざまな生産過程に投入されたとすると、

汚染物質除去技術供与を $\sum_{m=1}^t e_0(m)$ でこの新技术投入を表現し、これを用

図 2.1 環境モードと排出量



(環境モードが上がると、排出量が削減される)

いてマクロ的視座で S 国の環境モードを定義している。すなわち、多様多岐に渡る環境状態を環境モードとして定義する。そして、 $t$  期における S 国の環境モードが  $e(z_s, t)$  である

るとき、S 国の排出量  $D_s(t)$  は

$$D_s(t) = d_0 - d_1 e_0(z_s, t) \quad (9)$$

で表されるものとする。(10)のグラフを図 2.1 に示す。また、 $d_0, d_1$  は正の定数である。

(8)および(9)より、

$$D_s(t) = d_0 - d_1(1 - \lambda(t)z_s(t)) \quad (10)$$

となる。

#### 2.4 環境技術供与と特許の放棄（ゲームのルール）

N 国における技術革新には多大な研究開発費がかかっており、新技術の移転には特許の要求がともなう。そこで、われわれは、N 国は每期、環境術供与 ( $e_0(t)=1$ ) を採用し、その見返りとして、特許料を要求する権利を得るものとする。そして、第  $t$  期における特許請求額を  $P(t)$  で表す。すなわち、N 国の戦略は、技術供与は每期行った上で、「特許料の請求を行う」あるいは「これを放棄する」と表されるものとする、

<協定 1>  $t$  期において、N 国が特許料  $P(t)$  を放棄した場合、S 国は以下の(11)にしたがって汚染に対する規制数準  $z_s^{**}(t)$  を決定するものとする。

$$p_s A k_s(t) = p_s A k_s(t) z_s^{**}(t) + \frac{L_N}{L_S} P(t). \quad (11)$$

(11)の協定が結ばれると、S 国の協調戦略は、

$$z_s^{**}(t) = 1 - \frac{L_N}{p_s A k_s L_S} P(t) \quad (12)$$

となる。

## 2.5 各国の*t*期における効用

以上の準備のもとで、各国の効用関数を計算しよう。  $U_i^t(s_N^t, s_S^t)$  は *t* 期における *i* 国の効用関数を表すものとする。ただし、  $s_i^t$  は *t* 期における *i* 国の戦略を示す。

まず、協定 1 が遵守されているときの N 国の効用関数  $U_N^t(\mathbf{1}, z_S^{**})$  は、(5)および(10)より、

$$U_N^t(\mathbf{1}, z_S^{**}) = \frac{(p_N A k_N z_N^*)^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} - [B_1 p_N A K_N z_N^{*\beta} + B_2 \{d_0 - d_1(1 - \lambda(t) z_S^{**}(t))\}] \quad (13)$$

となり、同じく、協定 1 が遵守されている場合の S 国の効用関数  $U_S^t(\mathbf{1}, z_S^{**})$  は、

$$U_S^t(\mathbf{1}, z_S^{**}) = \frac{(p_S A k_S z_S^{**}(t))^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} - [B_2 p_S A K_N z_N^{*\beta} + B_1 \{d_0 - d_1(1 - \lambda(t) z_S^{**}(t))\}] \quad (14)$$

となる。ただし、  $s_N^t = 1$  は N 国の特許放棄戦略を示す。一方、S 国が *t* 期に協定 1 から逸

脱した場合の N 国の効用関数  $U_N^t(\mathbf{1}, z_S^*)$  は、

$$U_N^t(\mathbf{1}, z_S^*) = \frac{(p_N A k_N z_N^*)^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} - [B_1 p_N A K_N z_N^{*\beta} + B_2 \{d_0 - d_1(1 - \lambda(t) z_S^*(t))\}] \quad (15)$$

となる。同じく、このときの S 国の効用関数  $U_S^t(\mathbf{1}, z_S^*)$  は、

$$U_S^t(\mathbf{1}, z_S^*) = \frac{(A k_S z_S^*)^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} - [B_2 A K_N z_N^{*\beta} + B_1 \{d_0 - d_1(1 - \lambda(t) z_S^*(t))\}] \quad (16)$$

となる。次に、S 国が協定 1 を遵守した状況で、*t* 期に N 国がこの協定から逸脱し、新技術供与に対する特許料を要求した場合、N 国の効用関数  $U_N^t(\mathbf{0}, z_S^{**})$  は、

$$U_N^t(\mathbf{0}, z_S^{**}) = \frac{(p_N A k_N z_N^* + (\sum_{m=0}^{t-1} P(t)/L_N)^{1-\sigma} - 1)}{1-\sigma} - [B_1 p_N A K_N z_N^{*\beta} + B_2 \{d_0 - d_1(1 - \lambda(t) z_S^{**}(t))\}] \quad (17)$$

であり、このときの S 国の効用関数  $U_S^t(\mathbf{0}, z_S^{**})$  は、

$$U_S^t(0, z_S^{**}) = \frac{(p_S A k_S z_S^{**}(t) - (\sum_{m=0}^{t-1} P(t)/L_N)^{1-\sigma} - 1)}{1-\sigma} - [B_2 p_S A K_N z_N^{*\beta} + B_1 \{d_0 - d_1(1 - \lambda(t) z_S^{**}(t))\}] \quad (18)$$

となる。ただし、 $s_N^t = 0$  は N 国の特許料要求戦略を示す。最後に、N 国および S 国がともに  $t$  期に協定 1 を離脱した場合、N 国および S 国の効用関数は、それぞれ、

$$U_N^t(0, z_S^*) = \frac{(p_N A k_N z_N^* + (\sum_{m=0}^{t-1} P(t)/L_N)^{1-\sigma} - 1)}{1-\sigma} - [B_1 p_N A K_N z_N^{*\beta} + B_2 \{d_0 - d_1(1 - \lambda(t) z_S^*(t))\}] \quad (19)$$

$$U_S^t(0, z_S^*) = \frac{(p_S A k_N z_S^* - \sum_{m=0}^{t-1} P(t)/L_N)^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} - [B_2 p_S A K_N z_N^{*\beta} + B_1 \{d_0 - d_1(1 - \lambda(t) z_S^*(t))\}] \quad (20)$$

となる。

### 3.分析

#### 3.1 戦略の分析； 協調ゲームが維持されるための環境分析

ゲームの分析に入る前に、各国の戦略分析をしよう。なぜなら、(7)および(12)における戦略は、一人当たり資本量  $k_t$  の関数であるからである。すなわち、 $z_S^{**}$  および  $z_S^*$  は資本蓄積の増加とともに変化する。そして、これらの戦略に対し、経済学的に意味のある戦略として要求される条件は、 $z_S^{**} < z_S^*$  である。すなわち、 $z_S^{**} \geq z_S^*$  であるならば、排出は協定によってかえって増加する。以下、この条件について考察しよう。

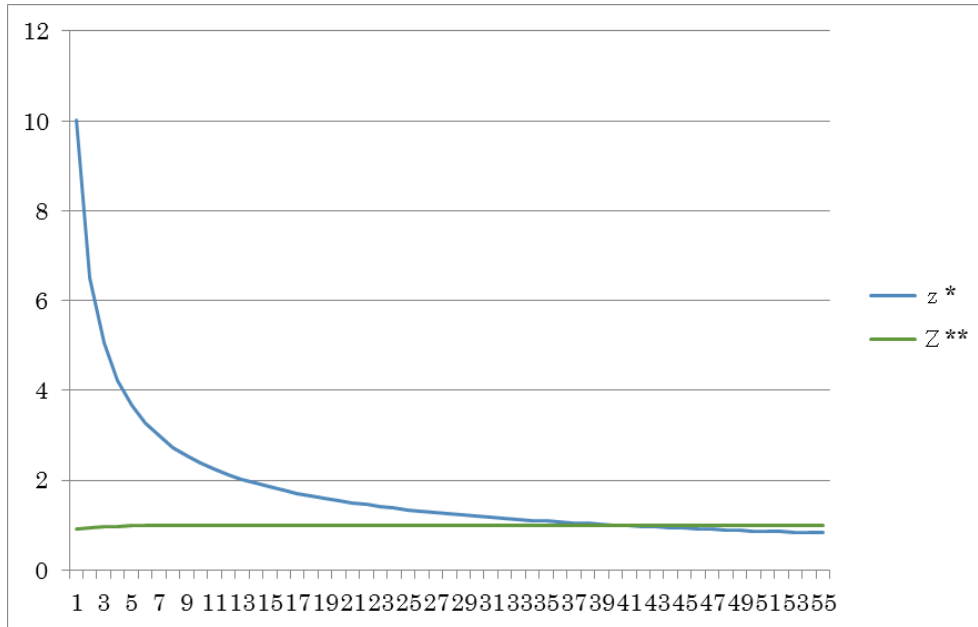
まず、(7)および (12) より、

$$\frac{\partial z_t^*}{\partial k_t} < 0, \quad \frac{\partial z_t^{**}}{\partial k_t} > 0 \quad \lim_{k_t \rightarrow 0} z_t^* = +\infty \quad \lim_{k_t \rightarrow 0} z_t^{**} = -\infty, \quad \lim_{k_t \rightarrow \infty} z_t^* = 0 \quad \lim_{k_t \rightarrow \infty} z_t^{**} = 1$$

であるので、図 3.1 に示すように、資本蓄積が進んで一人当たり資本量  $k_t$  が大きくなると、いずれ  $z_S^* < z_S^{**}$  となる。すなわち、資本蓄積が進むと、協調戦略  $z_S^{**}$  の意味が無くなり、ゲームを構成すること自体が無意味となる。このような事態が発生することを防ぐためには、 $z_t^*$  および  $z_t^{**}$  に含まれるパラメータが変化する以外に方法はない。これに関しては次の命

題を得る.

図 3.1  $z_i^*$  と  $z_s^{**}$  のグラフ



$$\beta = 0.9 \quad B_1 = 0.01 \quad B_2 = 0.01 \quad L_S = 100 \quad h = 1.25 \quad A = 1 \quad \alpha = 0.9 \quad \sigma = 0.5$$

$$P = 1 \quad L_N = 10 \quad d_0 = 1 \quad d_1 = 100 \quad \Sigma e = 2$$

**命題 3.1** 資本蓄積が進んで  $k_s$  の値が増加するとき, 戦略に関し  $z_s^* > z_s^{**}$  を維持するため

には, パラメータに関し次の 3 つの条件が要求される.

- (i) 環境技術が N 国において継続的に開発され, 環境技術に対する特許料  $P(t)$  の増加率が資本量  $k_s$  の増加率より大きくなる.
- (ii) 生産技術に関する技術革新が継続的に発生して, 新生産技術が S 国に供与され, S 国の生産性を示すパラメータ  $p_s$  の減少率が資本量  $k_s$  の増加率より大きくなる.
- (iii) N 国と S 国の人口比率  $L_N / L_S$  が大きくなる.

(証明) (13) 式より明らか.

(証了)

この命題における (i) および (ii) は継続的な技術革新とその S 国への供与を要求している. すなわち, 生産技術および環境技術の継続的開発がなければ, 環境保持のための協調自体を維持することができなくなり, ゲームが成立しなくなる.

### 3.2 スーパーゲームの分析

スーパーゲームを構成する各期の1期ゲームの利得表を解析しよう。第 $t$ 期の各国の利得表は(13)–(20)で定義している。これを表にしたのが、表3.1である。前述のように、スーパーゲームにおいて協調戦略が完全均衡経路であるためには、次の条件が成立していなければならない。

(I) すべての $t(\geq 1)$ に対して、非協力戦略がナッシュ均衡点を形成していること

(II) すべての $t(\geq 1)$ に対して、囚人のジレンマが発生していること

この2つの条件を探索することが目的である。

表 3.1 第 $t$ 期における1期ゲーム

		S 国	
		$z_S = z_S^{**}$	$z_S = z_S^*$
N 国	特許放棄 $z_N = 1$	$U_N^t(1, z_S^{**})$ $U_S^t(1, z_S^{**})$	$U_N^t(1, z_S^*)$ $U_S^t(1, z_S^*)$
	特許要求 $z_N = 0$	$U_N^t(0, z_S^{**})$ $U_S^t(0, z_S^{**})$	$U_N^t(0, z_S^*)$ $U_S^t(0, z_S^*)$

#### 3.2.1 ナッシュ均衡点の存在について

まず、(I) に関しては次の命題を得る。

**命題 3.2** 表 3.1 において定義される1期ゲームにおいて、

$$(s_N^t, s_S^t) = (0, z_S^*)$$

がナッシュ均衡戦略であるためには、

$$\frac{(p_S A k_S z_S^*(t) - P(t)/L_S)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \lambda(t) B_1 d_1 z_S^*(t) > \frac{(p_S A k_S z_S^{**}(t) - P(t)/L_S)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \lambda(t) B_1 d_1 z_S^{**}(t) \quad (21)$$

が成立しなくてはならない。

(証明)  $U_N^t(1, z_S^*) < U_N^t(0, z_S^*)$  は明らか。また, (21) が成立していると,  $U_S^t(0, z_S^{**}) <$

$U_S^t(0, z_S^*)$  となる。 (証了)

したがって, 条件 (I) が成立するためには,  $t$  期において(21)を満足する  $N$  国の特許料  $P(t)$  が存在するか否かが問題となるが, この点に関して分析しよう。(21)は,

$$\frac{(p_S A k_S z_S^*(t) - P(t)/L_S)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{(p_S A k_S z_S^{**}(t) - P(t)/L_S)^{1-\sigma}}{1-\sigma} > \lambda(t) B_1 d_1 (z_S^*(t) - z_S^{**}(t)) \quad (21)'$$

と整理できるが, ここで, 関数  $f(z)$  を

$$f(z_S) = \frac{(p_S A k_S z_S - P(t)/L_S)^{1-\sigma}}{B_1 d_1 (1-\sigma) \lambda(t)}$$

と定義すると, (21)'は

$$\frac{f(z_S^*(t)) - f(z_S^{**}(t))}{z_S^*(t) - z_S^{**}(t)} > 1 \quad (22)$$

となる。ここで,  $z_S^*(t)$  は(7)で決定されているので,  $z_S^*(t) > z_S^{**}(t)$  であることに注意しつ

つ  $z_S^{**}(t) \uparrow z_S^*(t)$  とすると, (22) より

$$\lim_{z_S^{**}(t) \uparrow z_S^*(t)} \frac{f(z_S^*(t)) - f(z_S^{**}(t))}{z_S^*(t) - z_S^{**}(t)} > 1 \quad (23)$$

を得る。すなわち,  $z_S^*(t)$  の近傍において(23)が成立していれば, (21)'が成立し, したがって(21)も成立する。そこで, (23)を解析すると,



$$P(t) > \frac{L_S}{L_N + 1} \left[ p_S A k_S - \frac{(p_S A k_S)^{\frac{1}{\sigma}}}{\lambda(t) B_1 d_1} \right] \quad (24)$$

を得る. ただし, (24)において  $P(t) > 0$  でなくてはならないので,

$$\lambda(t) B_1 d_1 p_S A k_S > (p_S A k_S)^{\frac{1}{\sigma}} \quad (25)$$

が成立しなくてはならない. (25)の右辺は効用関数における環境技術供与を加味した上での排出に関する負効用を表わす. (25)は, これがS国の生産フル稼働下 ( $z_S^t = 1$ ) での生産額の  $1/\sigma$  乗より大きいことを要求している. そして, (24)は, (25)の左辺と右辺の差に各国の人口比を掛けたものより大きい特許額が必要であることを示している. なお, (25)はさらに,

$$\lambda(t) B_1 d_1 > (p_S A k_S)^{\frac{1}{\sigma} - 1} \quad (26)$$

と整理される. 以上の分析を以下の命題に収める.

**命題 3.3**  $t$ 期の1期ゲームにおいてナッシュ均衡点が存在するためには, (26)を満足する特許料  $P(t)$  が設定されなくてはならない.

条件(24)に関する条件に関しては, この条件が(23)の分析仮定における  $z_S^{**}(t) \uparrow z_S^*(t)$  のプロセスと両立できるか否かの問題が残る. この両立が成り立たないときは, ナッシュ均衡点は存在しない. 以下では, 時間を通して両者のプロセスが両立していることを前提として論を進める.

### 3.2.2 囚人のジレンマについて

命題 3.2 より, 1期ゲームにN国およびS国ともに協定を破棄する戦略がナッシュ均衡点となる. すなわち, 1期ゲームでは協調戦略は選択されない. ただし, いま, われわれはスーパーゲームを構成しているので, 環境汚染防止の協調戦略  $(1, z_S^{**})$  が問題となるのは, このゲームにおいて囚人のジレンマが発生しているかどうかである. なぜならば, 後でも分析するように, 各期のゲームにおいて囚人のジレンマが発生していなければ, スーパーゲームにおいて, ナッシュ均衡が選択される戦略の経路が完全均衡経路となり, 国際協調はすべての期において実現しない. すなわち, 各期のゲームにおいて囚人のジレンマが発生していると, 各期のゲームにおけるナッシュ均衡を協調戦略からの逸脱に対する罰則として利用でき, いわゆる, おどし戦略 (Theat Strategy) により, 各期の協調戦略か

ら構成される経路が完全均衡経路として成立するからである。この囚人のジレンマが発生する条件については以下の命題を得る。

**命題 3.4** 表 3.1 で定義される 1 期ゲームにおいて囚人のジレンマが発生するためには、N 国の特許料  $P(t)$  に関し、次の条件が成立していればよい。

$$\frac{P(t)}{L_N} < \left[ \lambda(t) B_2 d_1 (1-\sigma) (z_s^*(t) - z_s^{**}(t)) + (p_N A k_N z_N^*(t))^{1-\sigma} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}} - (p_N A k_N z_N^*(t)) \quad (27)$$

$$\frac{P(t)}{L_S} > (p_S A k_S z_S^*(t)) - \left[ \lambda(t) B_1 d_1 (1-\sigma) (z_s^*(t) - z_s^{**}(t)) + (p_S A k_S z_S^{**}(t))^{1-\sigma} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (28)$$

(証明) 囚人のジレンマが発生するためには、N 国に関し、 $U'_N(1, z_s^{**}) > U'_N(0, z_s^*)$  でなければならない。すなわち、

$$\frac{(p_N A k_N z_N^*)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \lambda(t) B_2 d_1 z_s^{**}(t) > \frac{(p_N A k_N z_N^* + P(t)/L_N)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \lambda(t) B_2 d_1 z_s^*(t)$$

である。これを整理すると、(27)を得る。一方、S 国に関しては、囚人のジレンマが発生するためには、 $U'_S(1, z_s^{**}) > U'_S(0, z_s^*)$  を必要とする。すなわち、

$$\frac{(p_S A k_S z_S^{**})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \lambda(t) B_1 d_1 z_s^{**}(t) > \frac{(p_S A k_S z_S^* - P(t)/L_S)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \lambda(t) B_1 d_1 z_s^*(t)$$

である。これを整理すると、(28)となる。 (証了)

このように、囚人のジレンマが発生するためには(27)および(28)が成立していなくてはならない。これらの条件は、それぞれ、N 国および S 国における一人当たり特許料に関する条件である。これらに合わせて、ナッシュ均衡点が存在するために条件(26)が成立していなければならない。ただし、ここで、(26)および(28)において、一人当たり資本量が  $k_S$  であるのに対し、(27)においては、それが  $k_N$  であることに注意しよう。すなわち、各国の資本蓄積スピードは相違しており、一般的には、 $k_N > k_S$  である。

次節において国際協調が整理するためには、(26)、(27)および(28)が各期において成立していなければならないことを証明するが、われわれはこの 3 つの条件が各期において成立していることを前提として国際協調の可能性を分析する。

### 3.2.3 スーパーゲームにおける完全均衡経路とトリガー戦略

第 $t$ 期の利得表が表 3.1 で定義されるスーパーゲームを考えよう。まず、スーパーゲームを正確に定義しよう<sup>2</sup>。

$t$ 期においてプレイされるゲーム $\Gamma_t = (N^t, S^t, U^t)$ を考える。ここで、 $N^t$ は $t$ 期におけるプレイヤー集合で、すべての $t$ において $N^t = (\text{N 国}, \text{S 国})$ である。 $S^t = (S_N^t, S_S^t)$ はプレイヤーの戦略空間である。 $S_N^t$ および $S_S^t$ はそれぞれ $t$ 期におけるN国およびS国の戦略空間で、すべての $t$ において

$$S_N^t = \{\text{特許料 } P(t) \text{ 放棄}, \text{ 特許料 } P(t) \text{ 要求}\} (= \{AP^t, RP^t\})$$

$$S_S^t = \{z_S^{**}(t), z_S^*(t)\}$$

と定義する。また、 $t$ 期における利得関数 $U^t$ は、 $U^t = (U_N^t, U_S^t)$ で定義される。

つぎに、 $\Gamma_t = (N^t, S^t, U^t)$ を用いてスーパーゲームを構成しよう。まず、戦略はクロード・ロープ戦略を用いる。すなわち、 $t$ 期の戦略は $t-1$ 期以前の各プレイヤーの（すなわち過去の）戦略の関数として定義する。また、このスーパーゲームでは各期にN国からの環境技術供与があることを前提とする（すなわち、技術供与はN国の戦略ではない）。N国の戦略は各期に特許を放棄するか否かである。各国の戦略が次期の利得表に影響を与えないので、スーパーゲームは時間依存性のないゲームとして定義される。そして、次のような戦略の経路 $(s_N^{t*}, s_S^{t*})$  ( $(t=1, \dots)$ ) を考える。

$$s_N^{t*} = \begin{cases} AP^t & \text{if } h_i = (AP^i, z_S^{**}(i)), \quad \forall i(=1, \dots, t-1) \\ RP^t & \text{if } h_i = (AP^i, z_S^*(i)), \quad \exists i(=1, \dots, t-1) \end{cases} \quad (29)$$

$$s_S^{t*} = \begin{cases} z_S^{**}(t) & \text{if } h_i = (AP^i, z_S^{**}(i)), \quad \forall i(=1, \dots, t-1) \\ z_S^*(t) & \text{if } h_i = (RP^i, z_S^{**}(i)), \quad \exists i(=1, \dots, t-1) \end{cases} \quad (30)$$

<sup>2</sup> スーパーゲームの定義は細江守紀編（1989）第6章を参照せよ。

このとき、戦略の経路  $(s_N^{t*}, s_S^{t*})$  に関し次の命題を得る。

**命題 3.5** トリガー戦略と完全均衡経路

すべての期間  $t$  において、(26)、(27) および(28)が成立しているとき、戦略の経路

$(s_N^{t*}, s_S^{t*})$  はスーパーゲームの完全均衡経路となる。

(証明) 戦略の経路  $(s_N^{t*}, s_S^{t*})$  はトリガー戦略である。すなわち、すべての期間  $t$  において、それまでに選択された過去の戦略が  $(AP^i, z_S^{**}(i))$  ( $i = 1, \dots, t-1$ ) を逸脱しているとき、各プレイヤーは、それ以降、1期ゲームのナッシュ均衡点を罰則経路として選択する。また、この罰則経路は1期ゲームのナッシュ均衡点で構成されているので、この戦略の経路がサブゲームの完全均衡経路を形成する。 (証了)

**3.2.4 完全均衡経路消滅の可能性とこれを維持する条件**

以上、無期間のスーパーゲームについて考察してきたが、命題 3.5 がすべての期間  $t$  において、(26)、(27) および(28)を前提としていることを再度確認しよう。この条件はいくらかの重要な要素を含んでいる。以下、この点を考察しよう。

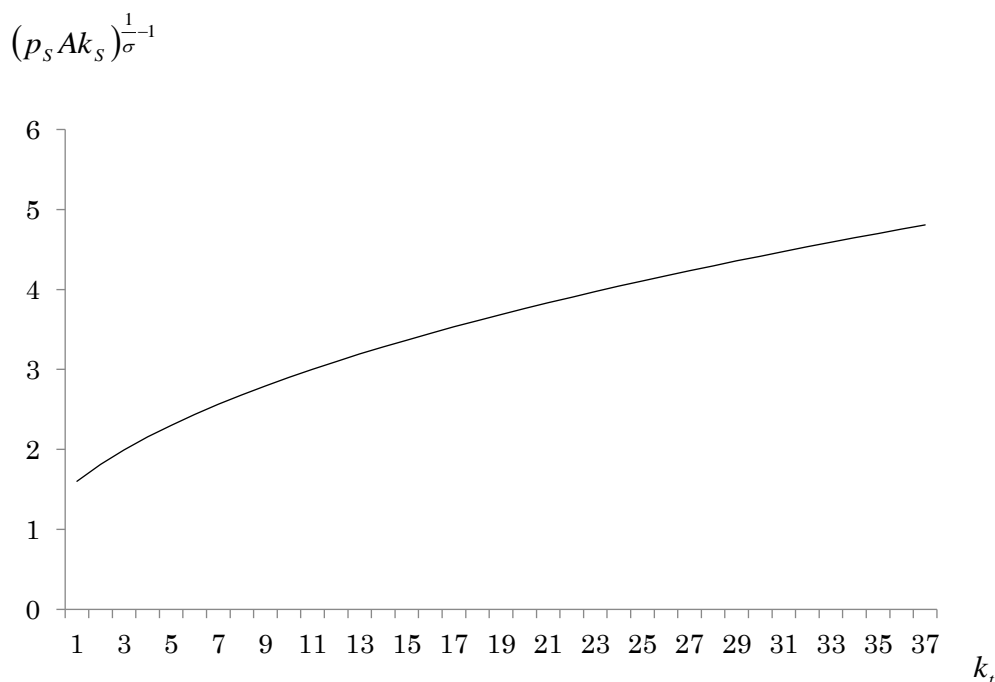
まず、第1に問題となるのは「すべての期間  $t$  において」という条件である。すなわち、スーパーゲームは無期限のゲームとして成立していなくてはならない。しかし、3.1節で考察したように、技術革新が存在しない世界では、時間の経過とともに  $z_S^* < z_S^{**}$  となる。もちろん、 $z_S^* < z_S^{**}$  となった時点でスーパーゲームは終了し、ゲームは有限期間のスーパーゲームになる。このとき、単純な囚人のジレンマの繰り返しゲームでも考察されるように、バックワードの解析より、すべての期間においてナッシュ均衡点をプレイする戦略の経路のみが完全均衡経路となる。すなわち、囚人のジレンマは解消されず、環境維持のための協調戦略が選択されることはない。したがって、命題 3.1 でも考察したように環境開発技術および生産性向上の技術に対する技術革新が每期発生していなくてはならない。そして、(29)および(30)で構成される完全均衡経路がプレイされるためには、これらの技術革新に関する情報がプレイヤー間の共通の知識 (common knowledge) となっていないなければならない。換言すれば、技術革新の発生が常態化していることを必要とする。

指摘される第2の点は、完全均衡経路が成立するために要求される3つの条件である。まず、(26)はナッシュ均衡点が存在するための条件である。N国の  $t$  期における特許要求額 (あるいは放棄額)  $P(t)$  は、(26)の右辺の値を下回ることができない。しかし、(26)の右

辺は $k_t$ を含む。すなわち、S国の生産性が一定の場合（すなわち、 $p_s$ が一定の場合）資本蓄積とともに(26)の右辺の値は大きくなる（図3.2）。一方、(26)の左辺は $\lambda(t)$ を含むが、 $\lambda(t)$ の値は、環境技術供与の進行とともに減少する（図3.3）。したがって、資本蓄積が進行すると(26)は成立しなくなる。ナッシュ均衡点を維持するためには、このような事態を回避しなくてはならないが、そのためには、S国の生産性が資本蓄積とともに上昇すればよい。すなわち、 $p_s$ の減少率が一人当たり資本量 $k_s$ の増加率を上回ればよい。そして、このことは、N国が、環境技術供与に加え、生産性向上の技術を供与しなくてはならないことを意味する。生産性向上技術の供与に関しては命題2.1でも触れたが、以下命題としてこの分析結果を提示する。

**命題 3.6** ナッシュ均衡点が每期存在するためには、N国がS国に対し、環境技術供与に加え、生産技術を供与し、 $p_s$ の減少率が一人当たり資本量 $k_s$ の増加率を上回らなくてはならない。

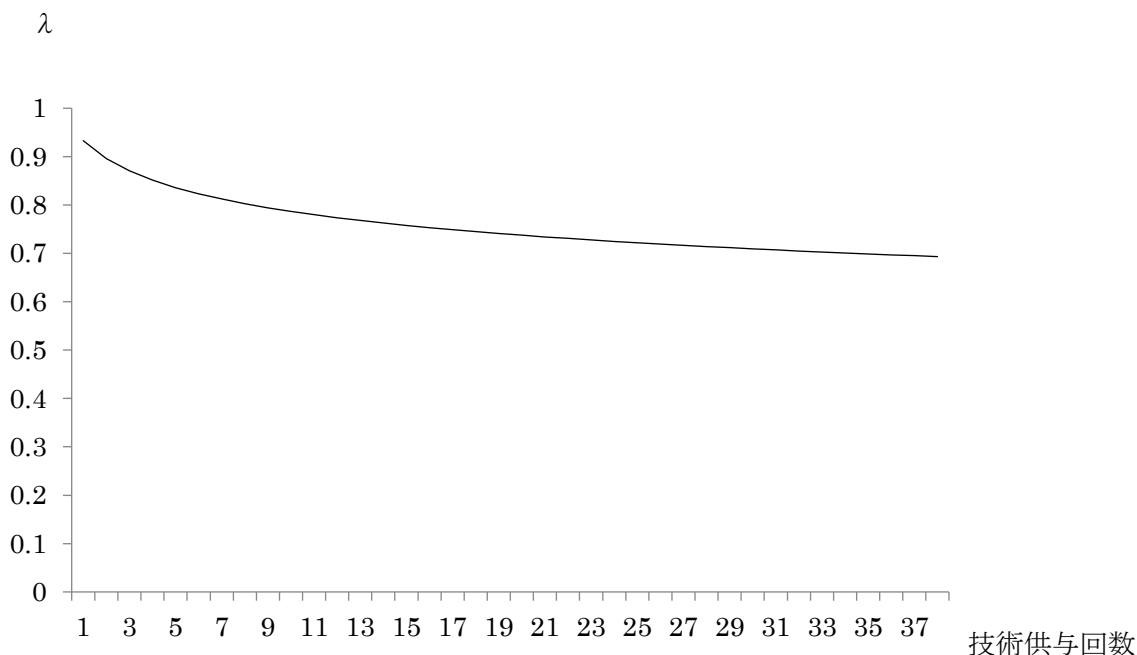
図 3.2  $(p_s A k_s)^{\frac{1}{\sigma}-1}$  の値（生産性が一定の場合； $p_s = 1, A = 1, \sigma = 0.7$ ）



最後に、囚人のジレンマが維持されるための条件(27)および(28)について考察しよう。これらの条件で問題となるのは、(27)および(28)の右辺に $\lambda(t)$ が含まれている点である。図3.3に示されるように $\lambda(t)$ の値は、環境技術供与の進行とともに減少する。そして、 $\lambda(t)$ の値の変化は、(27)および(28)において対称的な影響を及ぼす。すなわち、(27)に

おいては、 $\lambda(t)$ の減少は右辺の減少要素として作用し、(28)においては、右辺の増加要素として作用する。もちろん、これらの式の右辺は、各国の資本蓄積の進行状況にも依存するが、無限時間にわたる環境技術の供与による $\lambda(t)$ の減少は、特に(27)において大きな影響を与える。そして、無限期間の視野に立てば、人口の動態を考えなくてはならない。

図 3.3 資本蓄積と $\lambda$ の値 ( $\varepsilon = 0.1$ )



このとき、(27)が維持されるためには、N国の人口が増加して $P(t)/L_N$ の値が減少しなくてはならない。すなわち、ゲームの中で、N国は特許料受け取りの放棄をしなくてはならないが、この特許料放棄戦略にとまらう一人当たり負担額が $P(t)/L_N$ が、人口 $L_N$ の増加により、軽減されなくてはならない。

#### 4. むすび

本論文の中では、先進国および発展途上国を想定として議論を進めてきた。そのなかで得られた結論は、環境技術に関する国際協調を実現するためには、いくつかの重要な条件を克服しなくてはならないという点である。具体的には、前節で考察した(26)、(27)および(28)を満たさなくてはならない。これらの条件は、環境技術のみならず生産性向上の技術供与を要求し、さらに、人口の動態にも影響されることが判明した。特に、人口動態は、一人当たり負担(N国側)あるいは利益享受(S国側)の条件として浮上する。すなわち、人口成長に関する条件を要求している。そして、これらの考察は、環境に関わる国際協調を引き出すためには、複眼的視点を維持しなくてはならないことを示唆する。

これらの考察を踏まえ、理論的分析について触れよう。上記の複眼的要素を取り入れて分析しようとする場合、スーパーゲームは、その進化過程の分析において（たとえば、利得表の変化）、強力な分析道具を提供する。これまで、環境技術供与の国際協調は最適制御の枠組みで分析されてきた。それは、この問題が持続的経済発展の枠組みの中で分析されてきたことによる。しかし、持続的経済発展の経路は常に進化的であり、モデルを取り巻く周辺状況は常に変化し、進化している。その意味において、本稿で考察したスーパーゲームに人口動態などの進化的要素を組みこむことが望まれる。この点における、新たなゲームの開発は今後の課題としたい。

## 第二部 応用編 中国における自動車技術移転と環境評価

### はじめに

本稿では、近年大きな問題として浮上している国境を越えた越境大気汚染と環境技術の移転による環境汚染防止の関係を理論分析と実証分析の双方より考察する。

2013年1月初めから中国の広い範囲で、微小粒子状物質（PM2.5）を主たる汚染物質とする激甚な大気汚染が発生している。時を同じくして、このころより、中国からの大気汚染物質PM2.5の日本への飛来が問題となり始め、日本へのPM2.5の飛来情報が連日報道されるようになった。このような越境汚染問題は、従来、理論経済学の分野では「越境汚染と国際協調」として分析が進んでいた。この分野の先駆的業績として、Hagem,C(1996)、藤田（1997）および Whirl et al.(1998)の先行論文があげられる。これらの業績では、先進国が先行的に一定の環境汚染物質削減を義務付けられるという状況で分析が試みられている。一方、国際協調ゲーム理論の枠組みで分析しようとする試みもなされている。たとえば、伊ヶ崎(2004)は、Stokey(1998)を基調としながら、資金援助をモデルに導入して国際協調の可能性を分析している<sup>3</sup>。ただし、資金援助を用いたゲーム・モデルは、実はモデルの設定事態にある問題を抱えていると考える。すなわち、環境汚染防止をめぐる国際協調を実施するのであるが、この国際協調は、先進国から途上国への資金援助という形で設定される。先進国は途上国に環境汚染物質の削減のために、途上国の生産量削減を求める。そして、生産量削減に相応した資金援助を行うという設定である。このモデルは、問題意識確認のために、第1章で分析するが、ここでの問題は、環境汚染を単なる資金援助で解決できるか否かという点にある。すなわち、環境問題を国際協調の枠組みで議論する場合、途上国側の生産構造の改善が必須であるというのが本稿の基本的問題意識である。

では、途上国の生産構造の改善をもたらす国際協調とは何か。それは、先進国から途上国への環境技術供与に他ならない。本稿は、このような問題意識の下で、越境環境汚染が重大な問題となっている中国の生産現場、特に自動車産業に注目する。中国では、深刻化する大

<sup>3</sup> 伊ヶ崎(2004)第8章，pp.167-192.

気汚染を背景として、自動車分野における環境技術供与の歴史と実態およびその将来予想が研究者の注目を集めてきた。理論的には囚人のジレンマにより阻まれる環境技術供与移転が、現実的には、おおきな波となって、自動車業界を動かしてきた。理論的には起こりえない技術移転が、なぜ、現実経済の主役としての地位を確立したのか。本稿は、このような問題意識のもとで、作成されている。

以下、本稿の構成を示す。まず、第1章で、越境汚染防止環境技術国際的協調の理論的分析し、環境支援供与の理論的モデルを紹介し、囚人のジレンマが発生することを確認する。続く第2章では、中国の自動車による大気汚染の実態を示す。そして、このような状況の中で実施されてきた環境技術移転の歴史を第3章において分析する。そして、理論的には困難であった技術移転が発生している要因を分析するために、第4章において、技術移転に関するアンケートを実施し、技術移転を促進してきた中国国民の意識調査を分析する。そして、最終章において、越境汚染防止のカギとなる中国におけるエコカーの普及について考察する。

## 1, 越境汚染防止環境技術国際的協調の理論的分析

### 1.1 理論的問題意識

越境環境汚染物質の技術供与による解消を議論する際、理論的に問題となるのは、モデル設定を動学モデルの分脈で設定することであり、最新の技術革新が継続的に発生する状況をモデル化することである。

この分野に Hagen(1996), 藤田 (1997) および Whirl et al.(1998)の先行論文などがある。論文の特徴は、先進国があらかじめある一定の排出削減を義務付けられているような状況で分析を行っている点である。また、多くの研究において、協定は汚染物質の排出規制に主軸が置かれ、途上国の生産抑制による環境汚染物質の削減を目指し、先進国は、生産抑制に対する保証金を支払うという設定が置かれている。

本章では、まず、このような設定のもとで構成されるゲーム・モデルを紹介する。

### 1.2 ゲームの構成

#### <プレイヤー設定>

まず、2つの国を想定し、それぞれの国をN国およびS国とよぶ（以下、 $i = N, S$  とかく）。そして各国の生産関数を次のように規定することにしよう。 $A_i$ は生産性のパラメータを表す。

$$Y_i = p_i A_i K_i z_i \quad (1)$$

ただし、 $Y_i$ および $K_i$ はそれぞれ*i*国の総産出量、資本ストック量を表す。また、 $p_i$ は両国における技術の違いを表すパラメータを示し、さらに $A_i$ は*i*国の生産性のパラメータを



表す。また、 $z_i(t) \in [0, 1]$  は  $t$  期における  $i$  国の汚染に対する規制水準である。この水準の下で、一人あたりの産出量は次のようになる。

$$y_i = p_i A_i k_i z_i \quad (2)$$

ただし  $y_i, k_i$  はそれぞれ一人あたりの産出量、資本ストックであり、 $i$  国における総人口

を  $L_i$  とすると、 $y_i(t) \equiv \frac{Y_i(t)}{L_i(t)}$ 、 $k_i(t) \equiv \frac{K_i(t)}{L_i(t)}$  となる。

つぎに、生産過程のみが汚染を発生させるものとし、汚染の排出過程を表す関数  $D_i$  を次のように定義する。

$$D_i = A_i K_i z_i^\beta \quad (3)$$

ただし、 $D_i$  は  $i$  国における総排出量である。 $\beta$  ( $\beta > 1$ ) はパラメータである。ここで、 $z_i$

を  $D_i$  について解き、これを生産関数に代入すると次式が成立する。

$$Y_i(t) = p_i A_i^{\frac{\beta-1}{\beta}} K_i(t)^{\frac{\beta-1}{\beta}} D_i(t)^{\frac{1}{\beta}} \quad (4)$$

(4) は、自国の資本ストックと自国から排出される排出物が実質的な生産要素として投入されることにより、最終生産物が生産されることを示している。

### <各国の消費者の消費関数>

次に、消費者の効用  $U_i$  を定義しよう。 $i$  国における代表的消費者の効用関数を次のように定式化する。

$$U_i = \frac{c_i^{\sigma-1} - 1}{1-\sigma} - (B_1 D_i + B_2 D_j) \quad (5)$$

ただし、 $c_i$  は  $i$  国の消費量であり、 $B_1$  は  $i$  国の国民が環境汚染に対する効用係数を、 $B_j$  ( $j \neq i$ ) は  $i$  国の国民が  $i$  国の越境環境汚染に対する負効用係数をあらわす。

## 1.2 国際的な協調が存在しないケース

まず、社会的計画者の問題を考えよう。\$t\$期の一人あたり資本量 \$k\_i\$ を所与として、社会的計画者は上記の効用を最大にするような \$z\_i\$ を設定する。その一階の条件は

$$\frac{dU_i}{dz_i} = (p_i A k_i z_i)^{-\sigma} p_i A k_i - \beta B_1 A k_i L_i z_i^{\beta-1} \geq 0 \quad (6)$$

である。(6)と \$z\_i \in [0, 1]\$ に注意し、国際的な協調が存在しないときの最適な \$z\_i\$ を \$z\_i^\*\$ で表すと次のようになる。

$$z_i^* = \begin{cases} 1, & (k_i \leq k_{i\sigma}) \\ (\beta B_1 L_i)^{-h} (A k_i)^{-\sigma h} p_i^{(1-\sigma)h}, & (k_i > k_{i\sigma}) \end{cases} \quad (7)$$

ただし、\$h = \frac{1}{\beta-1+\alpha} (> 0)\$, \$k\_{i\sigma} = p\_i^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} A^{-1} (\beta B\_1 L\_i)^{\frac{1}{\sigma}}\$ である。(7)式より、\$z\_i^\* < 1\$ (すなわち \$k\_i > k\_{i\sigma}\$) の範囲では、\$\partial z\_i^\* / \partial k\_i > 0\$ となる。

### 1.2.2 環境汚染防止技術供与

つぎに、国際的な協調が実行される場合を考えよう。いま、\$N\$国(先進国)の資本ストック \$k\_N\$ は \$k\_N > k\_{N\delta}\$ であり、\$S\$国(途上国)の資本ストック \$k\_S\$ は \$k\_S < k\_{S\delta}\$ であると仮定する。したがって、(7)より、\$z\_N^\* < 1\$, \$z\_S^\* = 1\$ である。また、(1)において、\$p\_N > p\_S\$ であるとする。すなわち、\$N\$国のほうが\$S\$国よりも生産性が高いと仮定する。そして、簡単化のため、\$p\_S = 1\$ とおく。

以上の設定のもとで、国際的協調ルールを定義する。

#### <環境技術許与の国際協調ルール>

(i) \$N\$国は\$S\$国に資金援助を行う。\$S\$国居住者1人当たり資金援助額 \$m\$ は、

$$A k_S = A k_S z_S + \frac{L_N m}{L_S} \quad (8)$$

を満足するように支払われる。

(ii) \$S\$国は資金援助に応じて、自国の生産量を調整して、汚染物質の排出量を削減する。

(8)の左辺の  $Ak_S$  は資本蓄積  $k_S$  における  $S$  国 1 人当たりの生産額である。一方, (8)の右辺の第 1 項  $Ak_S z_S$  は  $S$  国生産量削減に応じた 1 人当たり生産額である。もちろん,  $Ak_S \geq Ak_S z_S$  であるが, (8)は生産量削減分の所得補償を約束する協定を表している。この協定のもとでの各国の効用関数を示すと以下のようなになる。

$$U_N = \frac{(p_N Ak_N z_N^* - m)^{\sigma-1} - 1}{1 - \sigma} - (B_1 AK_N z_N^{*\beta} + B_2 AK_S (z_S(m))^\beta) \quad (9)$$

$$U_S = \frac{(p_N Ak_S)^{\sigma-1} - 1}{1 - \sigma} - (B_2 AK_N z_N^{*\beta} + B_1 AK_S (z_S(m))^\beta) \quad (10)$$

となる。ここで,  $z_S$  は  $m$  に依存しているので  $z_S = z_S(m)$  と記す。

### 1.2.3 環境維持ゲーム

以上の準備のもとで, 環境技術供与のゲームを構成しよう。各国 (各プレイヤー) の戦略空間  $ST_i (i = N, S)$  は,  $ST_N = \{m^*, 0\}$ ,  $ST_S = \{z_S(m^*), 1\}$  である。 $m^*$  は(8)を満足する  $m$  である。この戦略に対応する各国の利得関数を示すと, 次のようになる。

(i)  $st_N = m^*$ ,  $st_S = z_S(m^*)$ , のとき, (ただし,  $st_i$  は  $i$  国の戦略を示す)

$$U_N = \frac{(p_N Ak_N z_N^* - m)^{\sigma-1} - 1}{1 - \sigma} - (B_1 AK_N z_N^{*\beta} + B_2 AK_S (z_S(m))^\beta) \quad (11)$$

$$U_S = \frac{(p_N Ak_S)^{\sigma-1} - 1}{1 - \sigma} - (B_2 AK_N z_N^{*\beta} + B_1 AK_S (z_S(m))^\beta) \quad (12)$$

(ii)  $st_N = m^*$ ,  $st_S = 1$ , のとき,

$$U_N = \frac{(p_N Ak_N z_N^* - m^{\circ})^{\sigma-1} - 1}{1 - \sigma} - (B_1 AK_N z_N^{*\beta} + B_2 AK_S) \quad (13)$$

$$U_S = \frac{(p_N Ak_S)^{\sigma-1} - 1}{1 - \sigma} - (B_2 AK_N z_N^{*\beta} + B_1 AK_S) \quad (14)$$

(iii)  $st_N = 0$ ,  $st_S = z_s(m^*)$  のとき,

$$U_N = \frac{(p_N Ak_N z_N^*)^{\sigma-1} - 1}{1-\sigma} - (B_N AK_N z_N^{*\beta} + B_S AK_S (z_s(m))^{\beta}) \quad (15)$$

$$U_S = \frac{(p_N Ak_S z_s(m^*))^{\sigma-1} - 1}{1-\sigma} - (B_S AK_N z_N^{*\beta} + B_N AK_S (z_s(m))^{\beta}) \quad (16)$$

(10)

(iv)  $st_N = 0$ ,  $st_S = 1$  のとき,

$$U_N = \frac{(p_N Ak_N z_N^*)^{\sigma-1} - 1}{1-\sigma} - (B_N AK_N z_N^{*\beta} + B_S AK_S) \quad (17)$$

$$U_S = \frac{(p_N Ak_S)^{\sigma-1} - 1}{1-\sigma} - (B_S AK_N z_N^{*\beta} + B_N AK_S) \quad (18)$$

これらの利得を用いて、ゲームを構成すると表1のようになる。

表1 環境協調ゲーム

N 国	S 国	$z_s = z_s(m^*)$	$z_s^* = 1$
	$m = m^*$	((11) , (12))	((13) , (14))
	$m = 0$	((15), (16))	((17), (18))

$N$  国の利得関数に関しては(15)>(11)>(13), (13)<(17)が成立し,  $S$  の利得関数に関しては(14)>(12)>(16), (16)<(18)が成立している. すなわち, 囚人のジレンマが発生しており,  $m = 0$ ,  $z_S^* = 1$  がナッシュ均衡となる. 以上の分析を以下の命題にまとめる.

**命題 1** 環境維持の国際協調において, 支援国が資金援助という形で支援を実施しても,  
囚人のジレンマが発生し, 国際協調は実現しない.

この命題の重要性は, 環境維持の国際協調を実現する場合, 単なる資金援助では, これを実現することができないということを証明している点にある. すなわち, 環境維持の国際協調を実現するためには, 資金援助以外の戦略, たとえば, 環境技術の供与が不可欠であることを命題 1 は含意している.

#### 1.2.4 実証分析に向けて

このように環境維持の国際協調を実現するためには, 先進国からの環境技術供与が不可欠であることが分かった. すなわち, 先進国からの資金援助により途上国の生産調整を促し, それによって, 環境汚染を防止しようとする試みは無意味なのである. そして, この事実は, 「実態経済において, 環境技術供与が如何に実践され, それが, 現実的にどれほどの環境保全効果をもたらしてきたのか」という点を考察することの重要性を示唆する. そこで, 本章の理論的帰結を踏まえ, 中国の自動車産業を取り上げて, 環境技術供与の重要性を分析する.

## 2. 中国における自動車による大気汚染

中国の環境汚染は, 従来型の公害問題 (大気汚染, 水質汚濁, 土壌汚染など) に加えて, 新しいタイプの環境問題 (ダイオキシン, 環境ホルモン等化学物質問題など), 砂漠化問題, 生態環境保護問題, 地球温暖化問題などへの同時対応を迫られている.

2012 年主要汚染物質の排出状況『2012 年中国環境状況公報』によれば, 2012 年の全国廃水排出量は 684.6 億トンで, そのうち化学的酸素要求量 (COD) の排出量は 2, 423.7 万トン, アンモニア性窒素 ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) の排出量は 253.6 万トン, 廃ガス中の二酸化硫黄 ( $\text{SO}_2$ ) 排出量は 2, 117.6 万トン, 窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ ) 排出量は 2, 337.8 万トン, 工業固体廃棄物の発生量は 32.9 億トンであった.

表 2 新旧大気環境基準 (年平均値) の比較 (年平均値力が設定されていないオゾン, 一酸化炭素等を除く)

	現行環境基準（旧環境基準） ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )			新環境基準 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	
	1 級	2 級	3 級	1 級	2 級
二酸化硫黄 (SO <sub>2</sub> )	0.020	0.060	0.100	0.020	0.060
二酸化窒素 (NO <sub>2</sub> )	0.040	0.080	0.080	0.040	0.040
粒子状物質 (PM10)	0.040	0.10	0.15	0.040	0.070
微小粒子状物質 (PM2.5)	なし	なし	なし	0.015	0.035

出典 2012 年中国環境状況公報（小柳秀明 公益財団法人地球環境戦略研究機関（IGES）北京事務所長  
（備考 1）新環境基準は 2016 年 1 月 1 日から全面施行（全国実施）。

（備考 2）1 級は自然保護地域，風景名勝地域など特別な保護を必要とする適用される基準，2 級は居住地域，商業交通住民混在地域，文化地域，工業地域，農村地域に適用基準. 3 級は特定工業地域適用される基準. 新環境基準では 3 級が適用される地域は 2 級合併されて 2 級の基準が適用されるようになる。

大気汚染については，2013 年 1 月初めから中国の広い範囲で，微小粒子状物質（PM2.5）を主たる汚染物質とする激甚な大気汚染が発生している. 冬から春，夏と季節が変わるにつれて PM2.5 による汚染の程度は幾分緩和したが，逆に春から夏にかけてオゾン（日本では「光化学オキシダント」と呼ばれている）による汚染が目立ち始めた. 2013 年 7 月 31 日，中国環境保護部は 2013 年上半期の大気汚染の状況について発表した. 大気質指数（AQI: Air Quality Index）とは，大気汚染の程度を 0 から 500 までの数値で指標化し，一般市民に対してわかりやすくしたものである. 新環境基準を定めている 6 項目（二酸化硫黄 SO<sub>2</sub>，二酸化窒素 NO<sub>2</sub>，粒子状物質 PM10 一酸化炭素 CO，オゾン O<sub>3</sub>，微小粒子状物質(PM2.5)）についてそれぞれ独立させて AQI を算出し，そのうちの一番大きい数字をその測定地点の AQI として，主要汚染物質名とともに発表している. PM2.5 の濃度と大気質指数 AQI の関係は以下の表 3 のようになっている. AQI が 100 以下の場合中国の環境基準を達成していることになる。

表3 PM2.5の濃度と大気質指数AQIの関係

大気質指数 (AQI) と評価		PM2.5 濃度 (日平均値)	備考
0-50	優	$0 - \leq 0.035\text{mg}/\text{m}^3$	$0.035\text{mg}/\text{m}^3$ は日本の環境標準
51-100	良	$0.035 < - \leq 0.075\text{mg}/\text{m}^3$	$0.075\text{mg}/\text{m}^3$ は中国の環境基準
101-150	軽度汚染	$0.075 < - \leq 0.115\text{mg}/\text{m}^3$	児童、老人や心臓病、呼吸器系統の疾病を有する患者は戸外での長時間、強い運動を少なめにする。
151-200	中度汚染	$0.115 < - \leq 0.15\text{mg}/\text{m}^3$	児童、老人や心臓病、呼吸器系統の疾病を有する患者は戸外での長時間、強い運動を控える。一般人は戸外での運動を適度に減少させる。
201-300	重度汚染	$0.15 < - \leq 0.25\text{mg}/\text{m}^3$	児童、老人や心臓病、肺病の患者は室内に留まり戸外での運動を停止する。一般人は戸外での運動を減少させる。
301-500	嚴重汚染	$0.25 < - \leq 0.50\text{mg}/\text{m}^3$	児童、老人および病人は室内に留まり体力の消耗を避ける。一般人は戸外での運動を控える。 (注) $0.50\text{mg}/\text{m}^3$ 以上の汚染のAQIは全て500で表示。

出典 2012年中国環境状況公報(小柳秀明 公益財団法人地球環境戦略研究機関(IGES)北京事務所)

これによると、2016年から全面施行になる新しい環境基準(図1)に則して先行的にモニタリングを実施している74都市の平均基準達成日数の割合は54.8%で、基準を超えた45.2%のうち、軽度汚染25.4%、中度汚染9.5%、重度汚染7.5%、嚴重汚染2.8%であった(図1)。主要汚染物質はPM2.5とオゾン(O3)で、それぞれ汚染総日数の63.4%、20.1%

を占めていた。

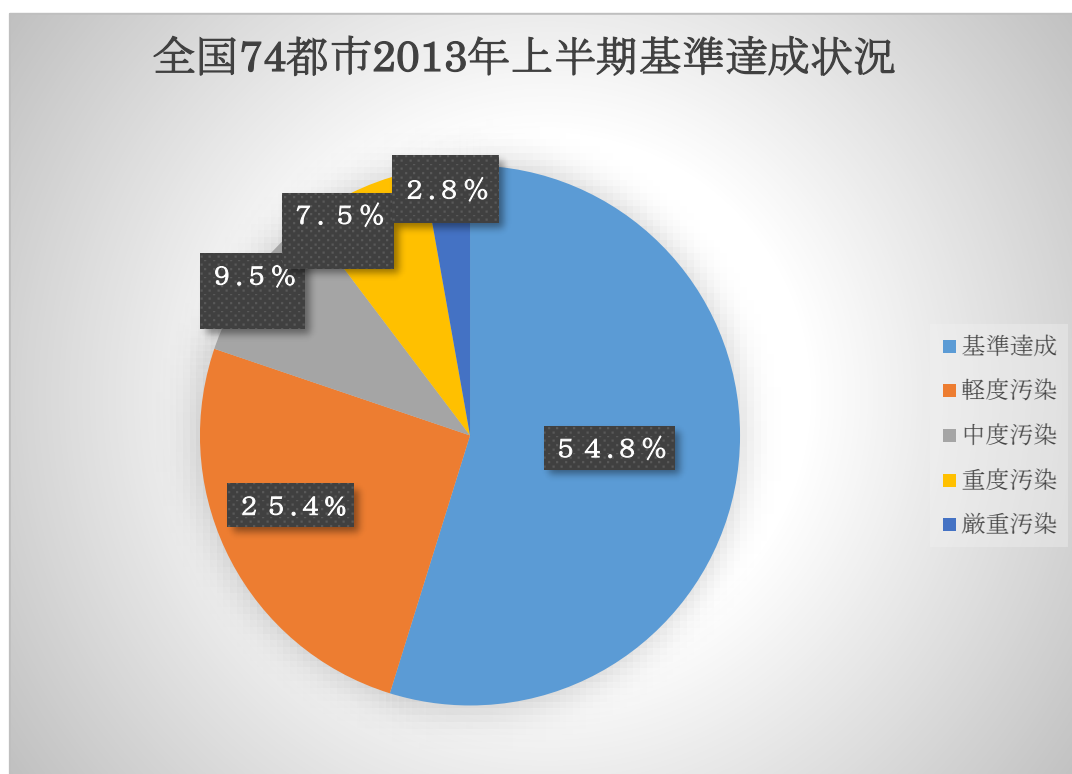


図1 全国74都市2013年上半期基準達成状況

出典 2012年中国環境状況公報（小柳秀明 公益財団法人地球環境戦略研究機関（IGES））

### 3. 日本・中国合弁企業の変遷と技術移転の歴史

#### 3.1 第1段階（1958年～1978年）：国内メーカーの成長

新政府が成立したとき、中国は自国の自動車工業を早期に発展する計画であった。1953年に第一自動車メーカーが着工し、中国史上初めての中国製の自動車メーカーとなった。毛沢東主席は竣工式に「第一自動車メーカー」と命名した。1956年に中国の第一台自動車を生産し、毛主席はその車を「解放」と命名した。当時、工業全体水準が立ち遅れた中国人にとって、これは確実に大きな経済の解放であった（周磊 2011）。1953年5月に第一自動車メーカーが試作した東風乗用車は党のお祝いとして北京に運ばれた。これは中国自作の第一号乗用車であった。6月に北京第一自動車部品工場が井岡山乗用車を試作した。同時に乗用車工場の名称を北京自動車メーカーと改名した。8月に一汽が第一台赤旗高級乗用車を試作し、9月には上海自動車配件工場が鳳凰乗用車を試作した。躍進の年代、この数台の国産乗用車は中国国民に歓喜を与えた。

当時は技術が未熟のため、初の乗用車は国家指導者の公用車にならなかった。しかし、自動車の労働者たちはすぐに製品の改良に着手した。東風乗用車を作った4か月後、一汽はモデルがよく、民族的特色、実用性能が良い高級乗用車（赤旗）を作った。これは中国の第一部



定型乗用車である。当時この乗用車は中国の人々の注目をひいた。1959年に第1次红旗72型乗用車がデモや国庆节閲兵に参加し、これと同時に中央委員の公務用車になった。同年、1956年にドイツのベンツを模造し220sの新型鳳凰乗用車の試作を成功した。また一種の定型乗用車が増えた。これ中国の乗用車の工業生産の歴史の始まりである。

1962年6月周恩来首相は一汽を視察し、一汽メーカーの自動車を赤旗にプレゼントし、これを北京に運んだ。セイロン首相夫人の専用車として接待した。これは初めての赤旗が外国人の高級貴賓を接待することとなった事例である。1964年、赤旗の乗用車は正式に国家制定儀典車両になった。中ソ関係の悪化で、中国はソ連の高級乗用車に対抗する高級車を作らなければならない。周首相は一汽に3列座の赤旗を早く生産するよう要求した。1964年、一汽は普通乗用車の生産工場を設立した。1965年9月19日に1台の新たな赤旗770型三列座試作車が北京に運ばれた。車長5.7メートル、内装高貴で、快適なモデルは全世界に認められた。国家指導者はこれを高く評価した。1966年、赤旗は770の乗用車を生産する量産体制に入った。

1969年に一汽はひそかに開発した红旗772型特殊車を周恩来、林彪に贈った。1972年、毛沢東にも赤旗に変えた。これで赤旗は特殊車として乗用車の至尊地位を得た。赤旗はv8エンジンを搭載しており、これは当時の世界の乗用車の中では異例のことであった。中国の象徴として、赤旗の独自の地位を得、独特のフォルムと典雅なモデルを世界に示した。当時、世界の名車として、赤旗に乗るのは中国に来た多くの外国貴賓の強い願いであった。図2は国内自動車メーカーの成長経過である。

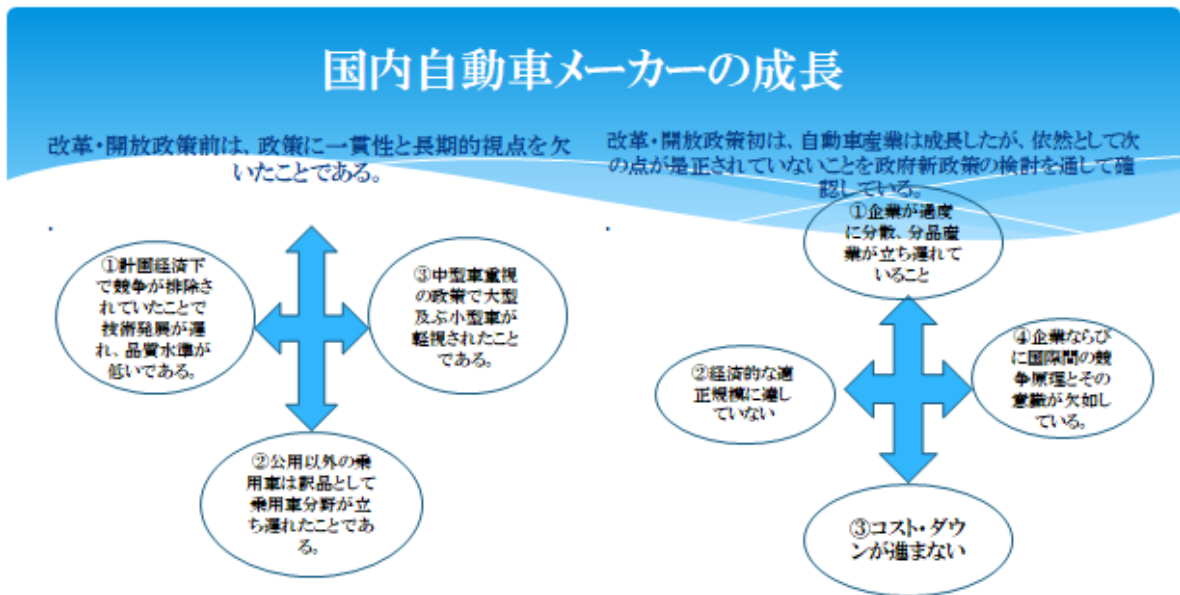


図 2 国内自動車メーカーの成長

出所：日本自動車工業会（JAMA）、<http://www.jama.or.jp/index.htm>、

日本メーカーの主要な資本・業務提携関係

### 3.2 第 2 段階（1978 年～20 世紀末）：外資自動車工業の進出

1984 年以前、技術力、資金力および人材などの点において中国自動車産業は大きな制約を持っていた。中国の自動車産業の発展にとって、外資自動車工業を利用するのは歴史的に見て必然であった(丸山 2001 年)。1984 年 1 月、中国と外資との初めての合弁企業となった北京吉普が誕生した。先行者が登場すると、中国では自動車工業における合弁の流れが登場した。1985 年 3 月にドイツとの合弁企業である上海フォルクスワーゲン有限会社が設立された。上海大衆の設立は、近代的自動車工業の始まりとなった。

1986 年の第 4 回人民会議で自動車工業は国家の重要な支柱産業として「五年計画」の中に取り上げられた(李春利 2011)。1994 年、乗用車の生産量は 25 万台を超え、上海大衆は単一の乗用車生産企業としては、中国一汽、二汽乗用車企業を超えて、中国自動車メーカーのトップに躍り出た。1987 年、中国政府は中国の未来の乗用車工業の発展を支えるべく、綿密に計算された道路網の計画を作成し、「三大三小」の総体的な構図を作った。このうち、乗用車産業は大型化の方向に舵を切った。1990 年、中国の 3 大乗用車工業基地が整備され、上海自動車工業本社が設立された。1994 年には中国の自動車歴史上の記念すべき 1 年であった。この一年の間中国政府は「自動車産業発展政策」を作成する。その中には多

くの制限が存在したが，国家は自動車産業の発展の方向を再確認した．この中で重要なのは，自動車と家庭を連携した計画であった．家庭乗用車市場には潜在的能力があり，豊かになった中国人にとり，乗用車を購入するのはすでに夢ではなくなっていた．中国は乗用車産業の最盛期を迎えようとしていた．



図3 日本メーカーの中国への進出

出所：日本自動車工業会（JAMA），<http://www.jama.or.jp/index.htm>，

日本の自動車メーカー中国の自動車工場分布図

### 3.3 第3段階（二十世紀末～現在）：海外自動車大手が中国の自動車メーカーと合併

海外自動車企業との合併事業の中で，中国自動車産業が常に順風に吹かれて成長してきたわけではない．中国では多くの業種において，自動車工業のように，海外企業に依存した．確かに，中国の合併モード自動車工業の急速な発展は期待するように自動車産業の競争力を向上した（塩見 2001 年）．しかし，自主ブランドの不足と技術開発能力が低く，国内自動車製品で使用されている主要な技術は合併企業に支配されたままであった（張文君 2001）．中国ブランドには大きな疑問が投げかけられた．中国自主自動車ブランド企業はまさに暗流の中にあった．1997 年 3 月にはチェリー会社が安徽で設立され，中国自動車の自主ブランドの新生の力となった．数年の間，中国の自主ブランド車は「すきま市場」で生きながらえ，その後，徐々に成長するという過程を辿った．国家情報センターのデータにより，2005 年自主企業の売上げが増え，販売台数の増加を示した．

2004年における、自主ブランドの自動車の売上の伸び率は3.5%程度であった。そのうち、チェリー自動車は販売台数18.9万台を確保した。現在、中国自主ブランド車販売の車種は経済的な車に集中している。A00級の乗用車の中で、自主ブランドのシェアは55%を占めた。A0級の乗用車中で、自主ブランドのシェアは50.4%を占めた。A級車の中で、自主ブランドのシェアは5%だけである。自主ブランド企業として成長してきたチェリーは、4年間の間で20万台の生産を達成することになった。2004年から4年間で20万台の生産を実現したチェリーは次の2年間で50万台の生産を実現した。

過去60年を振り返ると、中国自動車工業における紆余曲折は、合弁という企業戦略をとらざるを得なかった中国の歴史的変遷そのものにその原因があるといえる。自主ブランド、自主イノベーションこそ中国自動車工業の究極の目標であった(王静文 吕昕娉 2007)。中国の五カ年計画で、自動車産業は自主革新に依存しなければならないと宣言。中国自動車産業の競争力の核心に参加し、国際競争を獲得することは最重要の国家戦略であったのである。

表4 技術供与の結果

①機械加工	1 旋盤、フライ盤操作 2 NC旋盤、NCフライ盤、研削盤操作 3バイト研磨及ぶ関連作業
②機械組立	1 手作業で仕上げる 2 機械の分解、組立及ぶ精度検査 3 油圧、気圧回路および電気回路の作成 4 設備の以上処理
③金型製作	1 手作業で仕上げる技能 2 金属金型部品機械加工 3 金属金型の加工、組立 4 金属金型の復元作業
④機械メンテナンス	1 手作業で仕上げる技能 2 油圧、気圧回路および電気回路の作成 3 機械の分解、組立ならびに異常処理 4 板金、溶接作業
⑤自動車修理・運転	1 自動車の基本構造に関する知識 2 自動車のユニットおよびの機能に関する知識 3 点検作業(乗用車、バス、トラックが対象) 4 測定技能 5 板金、溶接作業 6 自動車の運転技能
⑥電気・電子技術	1 有節点電回路、PC電気回路の作成と以上処理 2 半導体とIC回路の作成と異常処理 3 パソコン電気回路の作成 4 セルフ・コントロール、NC技術に関する知識 5 機械構造に関する知識
⑦NC機械の加工技術	1 旋盤、フライ盤操作 2 NC旋盤操作 3 NCフライ盤操作 4 MC機械操作 5 電気関連の知識

出所：日本自動車工業会（JAMA）、<http://www.jama.or.jp/index.htm>、

日本メーカーの主要な資本・業務提携関係

このような戦略は、第一汽車が研修生を日本に派遣してトヨタの工場に直接訓練を受けさせたことに象徴される。そして、トヨタ技能工トレーニングセンターを瀋陽に創設させた(張玉柯 徐永利 2011)。トヨタ生産方式の全面導入と技術移転の結果、第一汽車のトランス

ミッション工場は2年4か月（1990年～92年4月）で1億3850万円（約19億3900万円）の投資金をすべて回収することができた。1993および1994年と2年連続で一人当たりの工場増加値（付加価値）が6万円（約84万円）以上に達したが、この数値は第一汽車集団の標準より50%以上も高かった。そして、これに対抗して、ホンダ自動車会社は1998年広州汽車と提携し、広州ホンダ汽車有限公司を設立した。さらに、日産自動車は中国三大メーカーの一つである東風汽車と提携する戦略を打ち出した。

#### 4. 環境技術供与の重要性と技術移転のアンケート分析

中国国民の環境意識変化について調べるため、2016年8月アンケート調査を実施した。アンケートの概要は以下の通りである。

- ・対象者：福建省福清市在住179人，在日中国人20人
- ・調査地：福建省福清市と久留米
- ・比較対象：2010年筑波大学大学院人文社会科学研究科ハイブリッド自動車のCMと環境意識に関するアンケート調査と実験

中国国民の意識変化について調べるため、2016年8月に199人に対してアンケートを行った。アンケートの対象者の内訳は福建省在住179人，在日中国人20人である。同種の調査である2010年に行われた筑波大学大学院人文社会科学研究科ハイブリッド自動車のCMと環境意識に関するアンケート調査と実験調査結果（文献20）を比較対象として用いることで、日本国民と中国の国民の意識の違いを明らかにする。

表5は「環境問題、あるいは環境問題によって起こりうる事柄のなかで、気になるものを上位から5つあげてください」という質問に対する回答結果である。大気汚染と自動車ガスに対して中国国民と日本国民はほぼ同じである。資源の枯渇に対しては中国の方は関心が高い。それから、海洋汚染に対しては日本の方は関心が高い。これは日本が島国であるためと考えられる。

表5 環境問題によって起こりうる事柄

問1 環境問題、あるいは環境問題によって起こりうる事柄のなかで、気になるものを上位から5つあげてください。

中国	1位	2位	3位	4位	5位	日本	1位	2位	3位	4位	5位
1. 地球温暖化	9	26	39	43	20	1. 地球温暖化	12	25	30	33	30
2. オゾン層の破壊		33	22	23	29	2. オゾン層の破壊		3	12	33	29
3. 異常気象				12	54	3. 異常気象				2	54

4. 自然破壊		3	18	17	15	4. 自然破壊		33	18	17	15
5. 海面上昇						5. 海面上昇					
6. 大気汚染	78	44	20	23	2	6. 大気汚染	75	44	29	23	
7. 砂漠化			8		8	7. 砂漠化		1	8		
8. ゴミの不法 投棄		1				8. ゴミの不法 投棄					
9. 資源の枯渇	32	25	17	20	5	9. 資源の枯渇			17	30	
10. 酸性雨					6	10. 酸性雨					6
11. 熱帯林の 減少					17	11. 熱帯林の減 少					
12. 生態系異 常			11	6		12. 生態系異常		1	21		
13. エネルギー 不足	12		2	18	21	13. エネルギー 不足	14		2	18	26
14. 海洋汚染				22	13	14. 海洋汚染	30	26	16	22	20
15. 水質汚染	22	1	6	2		15. 水質汚染	20	6	6	10	8
16. 環境ホル モン				2	7	16. 環境ホルモ ン				1	
17. 開発途上 国の公害問題						17. 開発途上国 の公害問題					1
18. 自動車の 排気ガス	46	66	56	11	2	18. 自動車の排 気ガス	48	60	40	10	10
19. 光化学ス モッグ						19. 光化学スモ ッグ					

出所：筆者アンケートおよび文献（20）

表6には「あなたは毎日の暮らしの中で、環境保全のため、どのような工夫や努力を行っているか、この中から上位3つをあげてください」という質問に対する回答結果である。古紙、牛乳パック、ペットボトル、空き缶のリサイクル、分別回収への協力と日常生活の中で節電や節水に努める、省エネルギー製の製品を使用するなどの項目に関し、中国国民と日本国民はほぼ同じ意識の傾向を見せていることが分かった。

#### 表6 環境保全のため、どのような工夫や努力を行っているか

問2 あなたは毎日の暮らしの中で、環境保全のため、どのような工夫や努力を行っていますか。この中か

ら上位3つをあげてください。ただし、3つない場合はあるぶんだけ書いて下さい。

中国	1位	2位	3位	日本	1位	2位	3位
1. 使い捨てのものはなるべく買わない	1	12	16	1. 使い捨てのものはなるべく買わない		5	10
2. 買い物の時にポリ袋やビニール袋などをもらわない	26	33	20	2. 買い物の時にポリ袋やビニール袋などをもらわない	16	13	10
3. 再生紙など環境にやさしい商品を買う		20	30	3. 再生紙など環境にやさしい商品を買う		20	36
4. なるべくごみを出さない	25	43	6	4. なるべくごみを出さない	25	20	
5. てんぷら油や食べカスを排水口から流さない	30	19	67	5. てんぷら油や食べカスを排水口から流さない	12	42	67
6. 古紙、牛乳パック、ペットボトル、空き缶などのリサイクル、分別収集への協力	50	3	47	6. 古紙、牛乳パック、ペットボトル、空き缶などのリサイクル、分別収集への協力	78	38	53
7. 日常生活の中で節電や節水に努める、省エネルギー型の製品を使用する	61	68	13	7. 日常生活の中で節電や節水に努める、省エネルギー型の製品を使用する	68	60	23
8. 冷やしすぎない冷房温度、暖めすぎない暖房湿度の設定に努める	6	1		8. 冷やしすぎない冷房温度、暖めすぎない暖房湿度の設定に努める			
9. 生活騒音の防止に努める				9. 生活騒音の防止に努める			
10. その他 ( )				10. その他 ( )			

出所：筆者アンケートおよび文献（20）

表7は「あなた自身がエコロジー活動に取り組む理由は何ですか」と質問に対する回答結果である。「子供や孫、次の世代のために」という意識に関しては、中国国民と日本の

国民はほぼ同じ傾向を見せている。また、「環境にいいことをしたいから」という点に関し、日本国民より中国国民の方が関心が高い。また、「お金の節約につながる」という意識に関しては、中国国民より日本国民のほうは関心が高い。これは、中国と比較して、日本における環境問題は、改善が進んでいることに起因すると考えられる。

表7 エコロジー活動に取り組む理由

問3 あなた自身がエコロジー活動に取り組む理由は何ですか？この中から上位3つをあげてください。ただし、3つない場合はあるぶんだけ書いて下さい。

中国	1位	2位	3位		日本	1位	2位	3位
1. 環境にいいことをしたいから	63	70	13		1. 環境にいいことをしたいから	43	50	13
2. お金の節約につながるから	33				2. お金の節約につながるから	53	34	47
3. 子供や孫、次の世代のため	70	56			3. 子供や孫、次の世代のため	74	15	40
4. 取り組むべきという使命感から		15	40		4. 取り組むべきという使命感から	20	70	
5. 習慣だから					5. 習慣だから		24	75
6. 社会的責任として仕方なく	24	34	75		6. 社会的責任として仕方なく	24	34	75
7. 周りがやっているから		15	9		7. 周りがやっているから			
8. 楽しいから			47		8. 楽しいから			9
9. 流行しているから		9	15		9. 流行しているから			
10. その他( )					10. その他( )			
11. エコロジー活動をしたことがない	9				11. エコロジー活動をしたことがない	9		

出所：筆者アンケートおよび文献（20）



表8は「車を購入する際に最も重視する要素はなんですか」という質問に対する回答結果である。中国の国民は安全性を最も重視する。次に注目されているのは、車の故障のしにくさである。日本国民は最も重視するのは燃費の良さと価格である。なぜなら、日本の国民は国産の自動車の安全性と基本性能に対して、すでに大きな安心感を持っていると考えられるからである。環境性能については日本国民より中国国民の方が関心度が高い。これは、中国と比較して、日本における環境問題は、改善が進んでいることに起因すると考えられる。

表8 車を購入する際に最も重視する要素

問4 車を購入する際に最も重視する要素は何ですか。

車を購入する際に最も重視する要素 (中国)		車を購入する際に最も重視する要素 (日本)	
安全性	78.50%	安全性	59.7%
故障のしにくさ	71.80%	故障のしにくさ	45.70%
燃費の良さ	61.10%	燃費の良さ	70.20%
走行安定性	59.00%	走行安定性	25.50%
アフター・フォロー	58.60%	アフター・フォロー	38.00%
環境性能	49.80%	環境性能	35.50%
価格	48.00%	価格	69.50%
乗り心地のよさ	45.90%	乗り心地のよさ	37.40%
ブランド	42.60%	ブランド	32.60%
維持費の経済性	40.20%	維持費の経済性	39.70%
残価	35.40%	残価	45.40%
デザイン	31.80%	デザイン	24.80%

出所：筆者アンケートおよび文献（20）

表9は「今後販売される車に何を期待しているか」という質問に対する回答結果である。中国の方が安全性能に関し多くを期待している。中国国民は国内自動車の基本性能と安全性に関し、不安を持っていると思われる。中国自動車メーカーは日本自動車メーカーのように先進の技術を持っていない。現時点では、中国自動車メーカーは自主開発に力を入れているが、その一方で、日本車に対しては燃費の良さを期待している。日本国民は日本

車を信用しているため、自動車の基本性能や安全性に対して日本国民はあまり考えていないと思われる。したがって、環境への配慮に対しては、日本より中国のほうが関心が高いと考えられる。

表9 今後販売される車に何を期待しますか

問5 今後発売される車に何を期待していますか.上位から三つを選んでください.

中国	1位	2位	3位		日本	1位	2位	3位
1. 燃費の良さ	28	53	39		1. 燃費の良さ	87	33	49
2. 安全性能の向上	67	31			2. 安全性能の向上	20	21	11
3. 価格の安さ	23	52	34		3. 価格の安さ	38	40	44
4. 環境への配慮	40	24	59		4. 環境への配慮	25	44	39
5. デザインの良さ	41	39	51		5. デザインの良さ	21	49	40
6. 走行性能の向上			1		6. 走行性能の向上	8	12	16
7. オプションの充実			15		7. オプションの充実			
8. 高級さ					8. 高級さ			
9. その他( )					9. その他( )			
10. 特にない					10. 特にない			

出所：筆者アンケートおよび文献（20）

表10は「排気ガスの対策車として有効なのはどれであるか」という質問に対する回答結果である。日本では、ハイブリッド自動車に対する回答が最も多い。これは、日本においてハイブリッド自動車がある程度普及していることに起因すると考えられる。中国では、電気自動車への回答が多い。これは、電気自動車は補助金対象になっており、中国において電気自動車がある程度普及されているから。しかし、中国においてハイブリッド自動車が普及されていないのに中国国民はハイブリッド自動車に対して意識も高いことがわかった。

表 10 排気ガスの対策車として有効な車種

問 6 排気ガスの対策車として有効な車種

中国	1位	2位	3位		日本	1位	2位	3位
1. 電気自動車	70	82	34		1. 電気自動車	40	50	24
2. 燃料電池自動車		19	31		2. 燃料電池自動車		20	21
3. 天然ガス自動車		17	6		3. 天然ガス自動車		16	16
4. 水素自動車	21	49	41		4. 水素自動車	15	50	38
5. ハイブリッド自動車	80	31	50		5. ハイブリッド自動車	110	63	36
6. プラグインハイブリッド自動車	28	1	37		6. プラグインハイブリッド自動車			42
7. ジメチルエーテル自動車					7. ジメチルエーテル自動車			
8. その他 ( )					8. その他 ( )			

出所：筆者アンケートおよび文献（20）

表 11 は「環境に配慮した自動車を買う際に検討される自動車の種類は何ですか」という質問に対する回答結果である。日本では、ハイブリッド自動車が最も多い。日本におけるハイブリッド車の普及率が高いからである。日本国民は、電気自動車に対してはインフラ不足と充電するとき時間がかかるというマイナスのイメージを持っている。ハイブリッド自動車は現存のガソリンスタンドをそのまま利用できる。電気自動車より便利である。一方、中国国民は、ハイブリッド車に対する関心が高いのにもかかわらず、環境に配慮した自動車を買う際、電気自動車を選択するケースが多い。理由は、中国において電気自動車は補助金対象になっている一方、日本のハイブリッド自動車は補助金対象外となっているからである。

表 11 環境に配慮した自動車を買う際に検討される自動車の種類

問 7 環境に配慮した自動車を買う際に検討される自動車の種類を上位から 3 つ選んでくだ

さい。

	1位	2位	3位			1位	2位	3位
1. 電気自動車	74	83	37		1. 電気自動車	54	66	20
2. 燃料電池自動車		18	31		2. 燃料電池自動車		15	48
3. 天然ガス自動車		16	4		3. 天然ガス自動車		12	25
4. 水素自動車	12	46	50		4. 水素自動車	22	46	30
5. ハイブリッド自動車	89	35	36		5. ハイブリッド自動車	109	52	40
6. プラグインハイブリッド自動車	24	1	41		6. プラグインハイブリッド自動車	14	8	36
7. ジメチルエーテル自動車					7. ジメチルエーテル自動車			
8. その他 ( )					8. その他 ( )			

出所：筆者アンケートおよび文献（20）

表 12 は「ハイブリッド自動車を購入する理由」に関する質問に対する回答結果である。中国では、「ハイブリッド自動車は環境性能が高い」と考える人が多い。ガソリン車に比べて燃費の面で経済性が高いからである。日本国民ではガソリン車に比べて燃費の面で経済性が高いと考える人が最も多い。なぜなら、日本の環境問題も改善されているからである。日本国民は、ハイブリッド自動車に関し、経済性を重視し、ハイブリッド自動車の環境問題を比較的意識していないことがわかった。

表 12 ハイブリッド車を購入する理由

問 8 ハイブリッド自動車の購入を検討される場合は、その理由を次のうち上位から 3 つを選んでください。

	1位	2位	3位			1位	2位	3位
1. 環境性能が高いと考えるから（地球温暖化対策に効果が期待できるなど）	80	38	13		1. 環境性能が高いと考えるから（地球温暖化対策に効果が期待できるなど）	32	28	29
2. 環境への自らの取り組みをPRできると考えるから	26	6	97		2. 環境への自らの取り組みをPRできると考えるから	46	16	100

3. ガソリン車に比べて燃費の面で経済性が高いと考えるから	52	101	16	3. ガソリン車に比べて燃費の面で経済性が高いと考えるから	110	91	30
4. 注目度が高いと考えるから	41	17	14	4. 注目度が高いと考えるから	11	27	
5. 電気自動車が、自らの自動車の用途に敵していると考えから		14		5. 電気自動車が、自らの自動車の用途に敵していると考えから		18	
6. 新しい技術に興味があるから		23	29	6. 新しい技術に興味があるから		19	10
7. 電気自動車を普及させる必要があると考えるから				7. 電気自動車を普及させる必要があると考えるから			
8. その他 ( )				8. その他 ( )			

出所：筆者アンケートおよび文献（20）

以上、第3章では日本と中国の自動車に関する意識調査を行い、これを分析した。その結果、中国国民の環境意識は、日本国民のそれに比べ、高いことがわかった。自動車を買う際エコ意識の変化も、日本人より中国人のほうが大きかった。ただし、「気になる環境問題」として日本では大気汚染と海洋汚染が取り上げられていることは注意しなくてはならない。また、中国において電気自動車が普及されているが、電気自動車には距離の制限があるのに加え、インフラ整備が不足のため、中国においてもハイブリッド自動車に関心が高いことも分かった。

中国において電気自動車は補助金対象になっている。ハイブリッド自動車は補助金対象外のため、なかなか実際に購入するという動きにはいたらない。次章では中国でエコカーを普及させるにハイブリッドに補助金が支給されるとしたら、中国人のハイブリッドへの需要はどのような変化するのかについて調査したい。

## 5. 中国でエコカーを普及させるには

### 5.1 第一節 補助金効果

日本のエコカー補助金制度は2009年4月に策定された、経済危機対策の一つとして導入されたものである。目的として「世界に先駆けて低酸素・循環型社会を構築するために、競争力強化を帰して環境対応車の開発・普及を促進する」ことがあげられた（万 鋼

2008) . もっとも当時は、そうした中長期的な成長戦略として気長に効果を待つような状況にはなく、リーマンショック後の需要急減から立ち直るために消費を喚起するという、短期的な景気対策としての役割を強く期待されていた. すなわち、中長期的政策の方向性に合致するとともに、短期的な景気刺激効果も期待できるものとして講じられた施策であった. 最終的には 5827 億円が投じられた. 当該補助金の具体的な内容はというと、初年度登録から 13 年以上経過した車から平成 22 年度燃費基準達成車へ買い替えた場合、登録車 25 万円、軽自動車 12.5 万円の助成金が支給される. 13 年に達していなくとも、排気ガス性能四つ星と平成 22 年度燃費基準プラス 15%以上の環境車を購入した場合、登録車 10 万円、軽自動車 5 万円が支給される. 従来景気対策において、消費押上げを企図した家計支援策は減税や地域振興券、定額給付金など可処分所得を増加させるものが主であった. (石本 2013)

結果 1 : エコカー補助金・減税政策は、政策を実施しなかった場合と比較して、より燃費効率の高い車種への代替を促した. 2009~2012 年の平均的政策効果は、(販売台数による) 加重平均燃費を 21.13 k m/L から 21.93 k m/L へと約 0.8 k m/L 上昇させた.

結果 2 : その一方で、エコカー補助金・減税政策は、政策を実施しなかった場合と比較して、自動車購入(保有)も促進した. 自動車購入確率へ与えた政策効果は、政策を実施しなかった場合と比較して最大で役 8%に及ぶ.

結果 3 : 自動車走行由来の二酸化炭素排出量への削減効果は限定的であった.

結果 4 : 減税・補助金による消費者余剰・生産者余剰の増加は、税収減を大きく上回ったため、経済全体の総余剰に与えた影響はプラスであった. (石本 2013)

エコカー補助金制度の大きな特徴となるのが特定の品目にインセンティブを付与するという点である. インセンティブ型は特定の財購入に対して補助金を支給することで、実質的に対象財の価格を下げる効果がある. その分所得効果によって家計の購買力が上昇するという点では、減税・給付型と同じである. しかし、用途や時期を特定しない減税・給付型と比べて、インセンティブ型は対象となる財の消費タイミングを政策実施期間に集中させることが出来るというメリットがある. このため、特定の期間の消費を増加させる効果は減税・給付型以上に期待できると考えられる. 加えて、自動車は他業種への波及効果の高い品目であったことも、景気対策として 効率を高める要因となった. 産業連関表を用いると、ある業種の最終需要が 1 単位増加した時に、原材料など関連する他業種の生産を押し上げる効果を含めた生産波及効果を計算することが出来る(趙春艶, 凌丹 2011) それによると、乗用車の生産波及効果は 3.27 と最も高い(業種平均は 2.03) . これは乗用車生産が

1 単位増加した時に、波及効果を含めると 3 倍以上もの増産効果が生じることを意味する。

エコカー補助金による需要押し上げの性質はほぼ同時期から始められたエコ税制の効果を合わせれば、ハイブリッド車への買い替えで最大 40 万円、環境性能に優れる乗用車で 15 万円～25 万円の補助を得られるため、不況下の自動車消費は買い替えへの強い刺激を受けることになった(王書賢 2006) 。では、エコカー補助金による需要増がどのような性質のものだったかを説明する。新車需要は新規需要と更新需要の合計と考えられるが、保有台数は横ばいが続いているため、国内の乗用車は更新需要が中心のマーケットとなっている。しかし更新需要の方も平均車齢の伸長などの要因から減少しているという。

環境保護や PM2.5 の改善がテーマの今日、中国は 25 都市でエコカーの導入を促進する「十城千両」プロジェクトを急速に展開している。「十城千両」プロジェクトとは、中国の科学技術部、財政部、国家発展改革委員会、工業情報化部が 2009 年から発動したプロジェクトで、主な内容は、大中型都市の公共交通機関、タクシー、政府機関の公用車、郵政などの分野を対象に、約 3 年間にわたって毎年 10 都市で 1 都市あたり 1,000 台のエコカーを導入し、2012 年に中国の自動車市場でのエコカーの割合を 10% に増やすことを目指すものである(方・中島・鄭 2012) 。中国工業情報化部の発表によると、現在、中国では 34 社のメーカーの 91 の完成車製品がエコカーとして認定されている。政府関係者は 2020 年の中国自動車保有量が 1.5 億台と 2009 年末の 6,467 万台の 2 倍以上になるとの見通しを示している。エコカーを普及させるため、中国政府は様々な取り組みをしている。北京オリンピック期間中に、500 台以上のエコカーが各会場間の移動などで使われ、上海万博も、会場内を行き来する車はすべてエコカーが使用された。現在も上海市内では万博時に市場に出たタクシーが、多く走っている光景を目にすることができる。

中国のエコカーは北京オリンピックでの試用、「十城千両」の導入などを経て、徐々に商業化の量産体制に向かっている。しかし、政府の強力な政策バックアップによりエコカーの開発、生産は活発化しているものの、市場の反応はまだ冷やかであるのが実状である。なぜなら電気自動車は航続距離が短く、充電に時間がかかり、充電できる場所が少ない等の欠点がある(方 蘇春 2010) 。また、電気自動車は高価な上にガソリン車に比べまだ使い勝手が悪く、現時点ではハイブリッドの方が市場に適合していると考えられる。しかし、中国においてハイブリッドは普及していない。理由は中国における補助金の問題があるろう。日本においてハイブリッドは補助金を支給される対象車である。ところが中国で日本型のハイブリッドは、補助金支給の対象外である。そこで本稿では、エコカーを普及させる手段として、ハイブリッド自動車への補助金を提案する。

## 5.2 ハイブリッド自動車へ補助金

ハイブリッドに補助金が支給されるとしたら、中国人のハイブリッドへの需要はどのように変化するのか？それを調べるために表 13 のような質問を試してみた。

表 13 ハイブリッドと普通車の価格差

問 9 ハイブリッド自動車の購入について、ガソリン車と比べ、どの程度の価格差なら検討してもよいと思われますか？

ハイブリッド自動車と普通車の価格差	検討する人数の割合 <sup>i</sup>
350000	6.0%
360000	5.5%
370000	3.5%
380000	11.6%
390000	5.0%
400000	11.0%
420000	9.5%
430000	7.0%
540000	3.0%
550000	6.5%
660000	6.5%
770000	2.0%
800000	15.1%
900000	6.5%

出所：筆者アンケート

実際には、ハイブリッド自動車は車種によっても異なるが、表 14 中国においてトヨタのハイブリッド車とガソリン車販売価格を見ると、中国においてトヨタのハイブリッド自動



車よりガソリン車が高い。このように、トヨタのカムリは 200 万円程度ハイブリッド車が高い。

表 14 中国において日本三大メーカーのハイブリッド車とガソリン車販売価格

トヨタ	ハイブリッド車	ガソリン車	価格差
カムリ	25.98万円 (約433万円) ~ 32.98万円 (約549万円)	18.78万円 (約313万円) ~ 22.28万円 (約371万円)	約120万円~178万円
カローラ	14.68万円 (約245万円) ~ 18.68万円 (約278万円)	10.68万円 (約178万円) ~ 12.38万円 (約206万円)	約67万円~72万円
ホンダ			
スピリア	24.99万円 (約416万円) ~ 28.59万円 (約477万円)	19.99万円 (約333万円) ~ 22.99万円 (約383万円)	約83万円~94万円
CR-Z	28.88万円 (約481万円) ~ 32.238万円 (537万円)	17.98万円 (約299万円) ~ 20.98万円 (約349万円)	約182万円~188万円
日産			
ムラーノ	29.78万円 (約496万円) ~ 33.38万円 (約556万円)	26.18万円 (約436万円) ~ 28.68万円 (約478万円)	約60万円~78万円
ラニア	20.77万円 (約346万円) ~ 24.59 万円 (約410万円)	10.59万円 (約176万円) ~ 13.39万 (約223万円)	約170万円~187万円

出所：筆者作成

第五章では ハイブリッドに補助金が支給されるとしたら、中国人のハイブリッドへの需要はどのよう変化するのかについて調べた。トヨタカムリに約 67 万円~72 万円の補助金を出すとしたら約 23.6%の人がハイブリットに乗り換えることがわかった。スピリアに約 83 万円~94 万円の補助金を出すとしたら、約 21.6%の人がハイブリッド車に乗り換えることがわかった。

また、日産リーフの例のように、10 万円 (156 万円) の補助金を与えたとしたら、先ほどの表 15 の結果をふまえると、中国国民の 39.6%~46.6%の人がハイブリッドへ乗り換えることがわかった。そうすると、地球温暖化への影響は多大なものとなるだろう。

### 5.3 第 5 章の結び

第五章では、中国の自動車市場に関するアンケートを実施し、これを日本でのアンケートと比較分析して、中国の自動車に関わる環境意識の実態を解明した。その結果を以下にまとめる。

- (1) 中国人の環境意識は日本人より高いことが分かった。

(2)ハイブリッド自動車への関心が高いことも分かったが、エコカー補助金がハイブリッド自動車へは支給されないため、実際にハイブリッド自動車を購入する人はほとんどいない。

(3)ハイブリッド自動車への補助金を支給することで、ハイブリッド自動車の普及を高めることができ、環境への負荷を減らす効果が期待できる。これを受けて、筆者は中国でエコカーを普及させるにはハイブリッド車に補助金を出すべきであると主張する。

これから中国調整および経済モデルのマクロ経済は、高度成長期から安定成長期を迎えるための重要な時期にあると言える。中央政府は、科学技術面の発展を維持しつつ、経済機構の再構成に向けて戦略を練っている最中であり、国民生活の保障、調和的、定的社会の実現という前提下において、中国経済が、理想的な消費を生み出す市場を今後も維持できるとすれば、自動車業界のさらなる活性化は間違いないだろう。自動車業界は日進月歩の世界であり、地球環境に配慮したエコカーや新エネルギー車が大きな注目を集めている。エコカー補助金は景気浮揚政策であると同時に、環境対応車の開発・普及を促進するという役割も担った政策であった。今度課題として中国自動車業界がどのように絡んでいくか。それを感知し、的確な予測を立てるためには、マクロ経済の動向も常にチェックしておきたい。

### 第三部 総括

本論文では、近年、多大、深刻かつ多様な問題を表出しつつある地球環境を問題とした。経済成長至上主義の中で、地球環境問題の悪化に楔を打つ理論的かつ実証的の手法があるいは処方箋を提案しようとするのが本論文の基本的問題意識であった。その際問題となったのが、無差別な経済成長至上主義の中で発生している南北問題であった。先行していた先進国の経済成長に陰りが見え、追隨してきた発展途上国の経済成長が現在の地球規模での経済成長を支える構図が醸成され、地球環境を無視した生産および消費活動が地球全体に広がった。このような事態に対応しようとする人類の英知と倫理観はどのようにあるべきなのか。この点も、本論文の底を流れている根本的問題意識である。

このような状況の中で、本論文が注目したのが、人類の英知と倫理観を具現化している技術革新であった。そこで、本稿は環境技術の移転に着目し、環境汚染防止の具体策を理論分析と実証分析の双方より考察した。そのために、論文を二部構成とし、第一部において理論的アプローチを試み、続く第二部で実証的分析を行った。第一部では、環境問題に関する国際協調をゲーム理論での枠組み構成し、この中で発生する囚人のジレンマ解消の条件を探索した。ここで得られた結論は、技術革新は技術の進化的・動的役割の重要性であった。す

なわち、新技術の開発は更なる新技術を誘発する。このとき、モデルは動学的文脈で構成されなくてはならない。したがって、ゲームは、その進行とともに利得が変化するスーパーゲームとなる。得られる結論は、国際協調を維持するためには、環境技術の供与に加え、生産性向上のための継続的技術供与が必要であるという点である。

このような理論的帰結を受け、第二部において実証分析を実施した。近年大きな問題として浮上している国境を越えた越境大気汚染と環境技術の移転による環境汚染防止の関係を実証分析より考察した。2013年当初より、微小粒子状物質（PM2.5）を主たる汚染物質とする激しい大気汚染が中国の広い範囲で発生した。そして、このころより、中国からの大気汚染物質PM2.5の日本への飛来が問題となり始め、日本へのPM2.5の飛来情報が連日報道されるようになった。このような状況の中で、本稿は、越境環境汚染が重大な問題となっている中国の生産現場、特に自動車産業に注目した。深刻化する大気汚染を背景として、自動車分野における環境技術供与の歴史と実態およびその将来予想が研究者の注目を集めてきた。第二部では、まず第1章で、環境支援供与の理論的モデルを紹介し、囚人のジレンマが発生することを確認し、続く第2章において、中国の自動車による大気汚染の実態を示した。そのうえで、このような状況の中で実施されてきた環境技術移転の歴史を第3章分析した。そして、理論的には困難であった技術移転が発生している要因を分析するために、第4章において、技術移転に関するアンケートを実施し、技術移転を促進してきた中国国民の意識調査を分析した。

さて、重要なのは、このアンケートの示唆する環境問題意識である。確かに、アンケートの結果、大気汚染に端を発し、人々の環境技術革新技术へ問題意識は大きく変化している。このアンケートを実施した時点における自動車に関わる最先端の環境技術は「ハイブリッド技術」である。もちろん、この技術は、日本の主力の自動車メーカーが開発した技術であるが、この環境技術の中国への供与は、中国における自動車の需要構造を大きく変化されてきた。同時に、環境技術の重要性に関する意識構造も大きく変化している。このとき認識しておかなければならない重要な点は、その時点で最先端技術である「ハイブリッド技術が存在していた」という事実である。しかし、時間の経過とともにハイブリッド技術は普及し、数年後には最先端技術ではなく、普及しつくした単なる技術となる。すなわち、最先端技術は陳腐化する。そして、この最先端技術の陳腐化は、環境への意識構造をも陳腐化する。この問題を解決する人類の英知と倫理観は何か。それは、第一部で考察した、継続的な環境技術の開発である。常に登場する最先端技術は、環境意識の陳腐化を阻止し、さらなる最先端技術の開発を可能にする。人類の英知と倫理観の集大成である技術革新の重要性とそれを継続維持させる経済構造の重要性を指摘して、本論文を閉じることとする。

## 参考文献

### 理論編

伊ヶ崎大理(2004)『地球環境と内生的経済成長；マクロ動学による理論分析』、九州大学出

版会.

Hagem,C.,(1996)”Joint Implementation under Asymmetric Information and Strategic Behavior,” *Environmental and Resource Economics*, vol.8,pp.137-175.

藤田康範 (1997)「共同実施成立のための諸条件」, 環境経済・政策学会第2回大会報告論文.

細江守紀編(1989),『非協力ゲームの経済分析』勁草書房.

Stokey, N.L., (1998)“Are There Limits to Growth?” *International Economic Review*, vol.39, pp.1-32.

Wirl,F.,C.Huber,and I.O.Walker,(1998)”Joint Implementation: Strategic Reactions and Possible Remedies, *Environmental and Resource Economics*,vol.102,pp.203-224.

## 実証編

李春利 (2011)「中国における自動車産業—第12次5年計画から見た次世代自動車の行方」『工場管理』人民出版社

万 鋼 (2008)『中国の省エネと新エネルギー車発展モデルに関する思考と探索』商務印書館

周磊著 (2011)『中国次世代自動車市場への参入戦略—現地発イノベーションの最前線—』日本経済新聞社

塩見治人 (2001年)「移行期の中国自動車産業」日本経済評論社

張文君 (2001)『民企造車辛酸路 自主ブランドシリーズ』中信出版社  
行方」『工場管理』人民出版社

方 蘇春 (2010)「中国の自動車事情 —低速電気自動車—」工場管理, Vol. 57 No. 4,

王書賢 (2006)『電気自動車の現状と展望』中華書局

王静文, 吕昕娉 (2007)「国際生産ネットワークの角度から日米企業モデル」『現代日本経済』人民出版社

中国汽车工業協会, 統計資料 (2015年版)

張玉柯, 徐永利 (2011)『国際生産ネットワーク日本自動車産業の中国本土化』日本学刊

趙春艷, 凌丹 (2011)「米国と日本の自動車競争優位に比較研究」『自動車工業研究』中華社

丸山恵也 (2001年)「中国自動車産業の発展と技術移転」拓植書房新社

方蘇春, 中島健一, 鄭宏宇 (2012)「中国の次世代車事情」, 聖泉論叢, 第19号,

石本直哉 (2013) 「自動車市場における エコカー補助金の効果の検証」

慶應義塾大学 経済学部 石橋孝次研究会

石本 直哉 筑波大学大学院人文社会科学研究所ハイブリッド自動車の CM と環境意識に関するアンケート調査と実験調査

#### 参考サイト

[http://www.gov.cn/zwgk/2012-07/09/content\\_2179032.htm](http://www.gov.cn/zwgk/2012-07/09/content_2179032.htm) 検索日 2016年6月20日

<http://www.docin.com/p-43520366.html> 検索日 2016年6月20日

<http://www.honda.co.jp/news/2003/c030115.html> 検索日 2016年6月20日

[http://www.toyota.co.jp/News/2002/Oct/nt02\\_1004.html](http://www.toyota.co.jp/News/2002/Oct/nt02_1004.html) 検索日 2016年6月20日

<http://www.nissan-global.com/JP/STORY/0%2C1299%2CSI9-CH177-L04-TI662-CI520-IFY-MC109%2C00.html> 検索日 2016年6月20日

---