

第9章

中国における CDM プロジェクトの立地選定

—環境・社会・経済に与える影響—

羅 星仁・藤川清史

1 CDM プロジェクトの立地選定

2004年11月にブラジルで行われた“Nova Gerar Landfill Gas to Energy Project”がCDMプロジェクトとして初めて登録されて以来、CDMプロジェクトは世界で急速に増加してきた。中国および日本はそれぞれ投資国とホスト国として数多くのプロジェクトを実施してきた。また、そのプロジェクトの中には日中間のCDMプロジェクトも多く実施され、両国にとってCDM事業におけるよいパートナーとしての認識も高まりつつある。その理由としては、第一に、中国にはエネルギー節約および環境改善への大きな潜在需要があること、第二に、両国における温室効果ガス削減に伴う限界削減費用に大きな差があること、第三に、日中間の既存の経済交流の経験から投資リスクが相対的に少ないこと、第四に、日中政府がCDMプロジェクトを支援していること、第五に、中国の化石エネルギー関連CDMプロジェクトは日本への酸性雨の越境被害の減少といった副次的便益をもたらすこと、などが挙げられる。

CDMの目的からはCDMプロジェクトがホスト国の持続可能な発展に貢献することが重要である。中国のような広大な面積を有する国の場合は、CDMプロジェクトを実施する上で、そのプロジェクトが国全体に与える影響を考慮することも重要であるが、⁽¹⁾本章では、たとえ同じプロジェクトであっても実施される立地によりその国や地域の持続可能な発展に与える影響は異なるのではないかということに着目した。すなわち、中国を対象とした場合は、どの地域でCDMプロジェクトが実施されるかにより国だけではなく、その地域における持続可能な発展に与える影響が異なることもCDM実施上の重要な論点の一

つになると考えた。したがって、本章は日中間で CDM プロジェクトを実施するとすれば、中国のどの地域がプロジェクトの立地として適当であるかに関して考察することを目的としている。

CDM は国際的な投資プロジェクトの一種であるが、その仕組みの基礎は京都議定書で義務づけられた温室効果ガスの排出量削減にある。したがって、CDM プロジェクト自体は民間契約ベースであっても、プロジェクトを実行する際には、ホスト国、投資国、および国連の CDM 理事会などの承認が必要となる。そのため CDM プロジェクトを実行する前に、ホスト国と投資国の両国政府と民間事業参加者の利害関係者が事前協議をするのが普通である。⁽²⁾そこで、中国のように広い国では、CDM プロジェクトを承認する際にその立地条件も重要な考慮事項の一つとなりうる。CDM プロジェクトの立地を議論する際には、プロジェクトの建設時の効果とプロジェクト稼働時の効果の二つの視点でながめる必要がある。一般的には、プロジェクトの建設期間では、社会・経済への効果（言い換えれば所得効果）が強調され、他方プロジェクトの稼働期間では、環境改善効果、あるいは資源節約効果が強調される。

CDM プロジェクトの社会・経済への効果の測定に関して、本章では産業連関分析の枠組みを用い、いわゆる「生産物誘発効果」と「雇用誘発効果」を試算する。第 2 節では、CDM プロジェクトのホスト国として中国を例にとり、本章で行う産業連関分析の諸仮定とその分析方法論の概略を説明する。CDM が先進国から途上国への投資プロジェクトの一つである以上、ホスト国は経済への効果の大きな CDM プロジェクトを好む。しかし一方で、投資国からすれば CDM プロジェクトは温室効果ガスを削減するものでなくては意味がないし、途上国にとっても国内の持続可能な発展の観点から環境面での改善が重要課題である。したがって、CDM 投資の稼働時での CO₂ 排出量減少と SO₂ 排出量減少といった環境への効果も CDM プロジェクトの評価指標として重要である。そのための計算法は第 2 節および第 4 節で説明する。

また、ホスト国政府が CDM プロジェクトを承認するには、国全体の資源節約を期待するのも当然である。言い換えれば、できるだけ多くの資源を節約できる CDM プロジェクトがホスト国にとってより望ましい。第 3 節では、プロ

表9-1 中国地域間産業連関表の地域区分

	地域	省、直轄市、自治区
A	東北地域	1 黒竜江, 2 吉林, 3 遼寧
B	首都圏	1 北京, 2 天津
C	北部沿海	1 河北, 2 山東
D	中部沿海	1 江蘇, 2 上海, 3 陝西
E	南部沿海	1 福建, 2 広東, 3 海南
F	中部地域	1 山西, 2 河南, 3 安徽, 4 江西, 5 湖北, 6 湖南
G	西北地域	1 内蔵古, 2 寧夏, 3 浙江, 4 甘肅, 5 青海, 6 新疆
H	西南地域	1 広西, 2 重慶, 3 貴州, 4 西藏, 5 四川, 6 雲南

(出所) IDE/JETRO (2003) より筆者作成。



図9-1 中国地域間産業連関表の地域区分

(出所) 日置 (2004) を基礎に筆者改題。

プロジェクト稼働期間での資源節約効果の指標として「技術スピルオーバー率」を採用する。この指標は技術革新が実際に起こった産業以外の部門で、資源節約がどの程度実現できるかを見る指標である。第4節では、第2節と第3節の分析結果を用いて各地域におけるネットの社会・経済への効果や環境改善効果や資源節約効果を分析する。最後に第5節では各指標を総合的に分析するため、「得点方式」と「主成分分析」を用いて中国における立地選定の結果をまとめる。

また、本章の分析では、アジア経済研究所 (IDE/JETRO, 2003) 作成の中国

表9-2 中国地域産業連関表の産業分類

17産業分類		基本産業分類	
1	農林水産業	1	農 業
2	鉱 業	2	石 炭
		3	原油・天然ガス
		4	金属鉱物
		5	非金属鉱物
		6	食料品・たばこ
3	食料品	6	食料品・たばこ
4	繊維・衣服	7	繊維工業製品
		8	衣服・その他の繊維製品
5	製材・木製品	9	製材・木製品
6	製紙・紙製品	10	製紙・紙製品
7	化学製品	11	石油石炭製品
		12	化 学
8	窯業・土石	13	窯業・土石
9	金属・金属製品	14	一次金属
		15	金属製品
10	一般機械	16	一般機械
11	輸送機械	17	輸送機械
12	電気機械	18	電気機械装置
		19	電気通信設備
13	その他製造業	20	器具・メーター・オフィス用品
		21	機械修理
		22	その他の製造業
		23	廃棄物処理
14	電力・ガス・水道	24	電力・熱供給
		25	ガ ス
		26	水 道
15	建 設	27	建 設
16	商業・運輸	28	輸送・倉庫
		29	卸売・小売業
17	サービス	30	サービス

(出所) IDE/JETRO (2003).

の地域間産業連関表2000 (以下では, MRIO) を用いる。この表では, 中国を8地域に分割して, 地域内での中間取引のみならず, 地域間の中間取引も詳細に記録している (表9-1, 図9-1参照)。産業は17産業部門に分類されている (表9-2参照)。

2 CDMプロジェクトの経済および環境への効果

(1) 生産誘発効果と汚染物質排出

レオンチェフ (1966) は、産業連関表を用いて、最終需要とその生産のために究極的に必要な生産物量との関係を、均衡生産量決定モデルとして示した。

$$x = (I - A)^{-1} f = B \cdot f \quad (9-1)$$

(9-1) 式は、最終需要 f を生産するために直接・間接的に必要な総生産量 x を表す。I は単位行列、A は投入係数行列、 $(I - A)^{-1}$ はレオンチェフ逆行列をそれぞれ表す。また、雇用量が生産量に比例していると仮定すると、最終需要 f の生産のために誘発される雇用量 l は、次のような式で表すことができる。

$$l = L(I - A)^{-1} f = L \cdot B \cdot f \quad (9-2)$$

ここで、L は雇用係数 (対角行列) である。

本章では、CDM プロジェクトの投資が行われる時期を2000年であるとし、その規模は3000MW 相当分の石炭火力発電プラントと仮定する⁽³⁾。そうすると、2000年に行われる CDM 投資による経済効果は以下のように計算される。

$$x = B \cdot p \quad (9-3)$$

$$l = L \cdot B \cdot p \quad (9-4)$$

ここで、ベクトル p は CDM プロジェクトのための投資額を該当産業ごとに割り振って表したベクトルである。ベクトル p の要素は表 9-3 に示している。投資総額はある電力事業者の専門家からの聞きとり調査で、産業別の割り振りについては、日本の固定資本形成マトリクス (2000年) でのシェアで按分して求めた。CDM プロジェクトの総投資額の約 3 分の 2 が電気機械と建設にかかわることがわかる。

次に、(9-3) 式からこのベクトル x が得られれば、それに基づいて、CO₂ と SO₂ 排出量を推計できる。

$$CO_2 = Cx \quad (9-5)$$

$$SO_2 = Sx \quad (9-6)$$

ここで、C と S は、CO₂ と SO₂ の排出係数行列である。この排出係数行列

表9-3 3000メガワット相当分の CDM プロジェクト
(単位：百万人民元)

	産 業	投資額
1	農林水産業	0.0
2	鉱 業	0.0
3	食料品	0.0
4	繊維・衣服	0.1
5	製材・木製品	1.0
6	製紙・紙製品	0.0
7	化学製品	0.0
8	窯業・土石	0.0
9	金属・金属製品	0.3
10	機械産業	862.2
11	輸送機械	41.3
12	電気機械	1,254.9
13	その他製造業	0.6
14	電力・ガス・水道	0.0
15	建 設	1,156.8
16	商業・運輸	417.8
17	サービス	0.0
	合 計	3,735.0

(出所) 筆者作成。

は以下の統計を用いて推計した。

- ・地域ごと産業ごとのエネルギー消費量：『中国エネルギー統計年鑑2000-2002』
- ・生産額：『中国統計年鑑2001』
- ・エネルギーの物量と熱量の変換係数：『中国エネルギー統計年鑑2000-2002』
- ・CO₂ 排出係数：国立科学技術政策研究所編（1992）
- ・SO₂ 排出係数：国立科学技術政策研究所編（1992）

CO₂ に関しては、全地域で同一の排出係数を用いるが、SO₂ に関しては、石炭の硫黄含有率が地域間で異なっているので、その値の調整が必要である。また、この排出係数では排煙脱硫を考えていないので、真の意味での「排出量」ではなく、潜在的な意味での SO₂ の排出量であることに注意が必要である。

表9-4 生産額・CO₂排出量・SO₂排出量 (2000年)

		生産額		CO ₂ 排出量			SO ₂ 排出量		
		百万人民元	シェア (%)	Mt-c	シェア (%)	集約度 t-c/百万人民元	千トン	シェア (%)	集約度 t-c/百万人民元
1	東北地域	1,947,259	9.7	105.3	11.2	54.08	1,223.7	13.3	0.63
2	首都圏	941,944	4.7	51.0	5.4	54.17	607.0	6.6	0.64
3	北部沿海	2,849,491	14.3	121.9	12.9	42.78	1,432.1	15.6	0.50
4	中部沿海	4,625,353	23.1	133.9	14.2	28.96	1,475.2	16.1	0.32
5	南部沿海	2,975,666	14.9	63.5	6.7	21.35	733.9	8.0	0.25
6	中部地域	3,497,790	17.5	308.5	32.7	88.21	1,981.1	21.6	0.57
7	西北地域	1,122,470	5.6	77.5	8.2	69.06	875.4	9.5	0.78
8	西南地域	2,024,449	10.1	82.4	8.7	40.71	848.9	9.3	0.42
	合計	19,984,423	100.0	944.1	100.0	47.24	9,177.3	100.0	0.46

(出所) IDE/JETRO (2003) より筆者作成。

(2) 中国の経済と環境の現状 (2000年時点)

ここでは、中国の経済と環境の現状について押さえておこう。表9-4は2000年での地域別の生産額およびCO₂とSO₂の排出量を示している。中国の総生産額は19兆9840億人民元であった。沿海の3地域の生産額は、中部沿海23.1%、南部沿海14.9%、北部沿海14.3%をそれぞれ占め、これだけで中国全土の生産額の半分以上となる⁽⁴⁾。

一方で、中国は経済成長に伴って、CO₂とSO₂の総排出量も増加し続け、2000年ではそれぞれ、9億4400万トンと917万7000トンに達している。CO₂の排出量が多い地域は、中部地域32.7%、中部沿海14.2%、東北地域12.9%である。これが所得の順位と必ずしも一致しないのは、エネルギー消費パターンや産業構造が地域によって異なるからである。SO₂の排出量については、中部地域21.6%、中部沿海16.1%、北部沿海15.6%の順に大きい。

次に排出係数を見よう。CO₂排出係数の全国平均は、47.24t-c/100万RMBであった。中部地域、西北地域、首都圏、東北地域の4地域ではこの平均を超えていた。一方SO₂排出係数については、全国平均は0.46 ton/100万RMBである。この平均を超えているのは、西北地域、首都圏、東北地域、中部地域、北部沿海の5地域であった。

表9-5 CDM プロジェクトの効果 (建設時)

		生産額総額	生産額	雇用	CO ₂ 排出量	SO ₂ 排出量
		百万人民元	標準偏差	千人	Mt-c	千トン
1	東北地域	10,140.1	2,673.0	250.2	0.62	6.70
2	首都圏	6,364.8	1,613.1	100.1	0.45	4.94
3	北部沿海	10,264.8	2,741.5	299.0	0.53	5.79
4	中部沿海	9,368.2	2,295.7	191.7	0.45	4.42
5	南部沿海	6,297.7	1,511.4	151.4	0.26	2.48
6	中部地域	10,418.0	2,656.5	492.3	1.00	6.40
7	西北地域	9,475.7	2,098.9	406.4	0.63	6.77
8	西南地域	9,755.1	2,490.2	566.0	0.50	4.96

(出所) 筆者作成。

(3) CDM プロジェクトの建設時の経済効果と環境効果

以上のような中国の経済・環境状況を念頭において、CDM プロジェクトが2000年に実施されたときのシミュレーション分析を行う。表9-5がCDM プロジェクトによるプラントを建設する際の経済・環境への効果についてのシミュレーション結果である。各行は、その地域にCDM投資が行われた場合の効果を表す。例えば1行目は、CDM投資が東北地域で行われた場合の効果を表し、2行目は同じくCDM投資が首都圏で行われた場合の効果を表す。

第1列のCDMプロジェクトの建設時の生産波及効果を見ると、中部地域、東北地域、北部沿海で行われたプロジェクトが大きな経済波及効果をもっていることがわかる。第2列は、誘発した生産額の地域間の標準偏差である。ここでは、CDMプロジェクトの所得の均等化の代理変数として用いている。首都圏、南部沿海地域でプロジェクトが実施された場合、標準偏差が小さくなる。第3列はCDMの雇用効果を示す。西北地域と西南地域は比較的労働集約的な産業が多い地域である。したがって、これらの地域でのプロジェクトの実施が大きな雇用効果をもたらす。第4列目と第5列目は、CDMプロジェクトの建設時のCO₂とSO₂の排出量の増加を表している。CO₂排出量の増加については中部地域が最大で、西北地域、東北地域と続く。一方SO₂については、西北地域が最大で、東北地域、中部地域と続く。

3 スピルオーバー効果

(1) プロセス・イノベーションとプロダクト・イノベーション

CDMは先進国から途上国への新技術の移植をもたらす可能性がある。技術革新の効果は、産業連関分析の枠組みでは、投入係数の変化として反映される。技術革新はしばしば二つのタイプに分類される。その一つは、プロセス・イノベーションと呼ばれるものである。これはある産業の生産過程の効率化を意味し、同量の投入で、より多くの生産ができることを表す。つまり、産業連関分析ではある列の投入係数の減少に対応する。もう一つは、プロダクト・イノベーションである。これは、ある投入財に関して、その投入効率が改善したことを意味し、各産業でその投入財をより少量投入するだけで、同量の生産ができることを表す。産業連関分析ではある行の投入係数の減少に対応する。

さて、我々が検討したCDMプロジェクトであるが、発電所のエネルギー効率の改善プロジェクトが対象であるので、他の多くのCDMプロジェクトと同様に、プロセス・イノベーションであると解釈される。本章ではプロセス・イノベーションのスピルオーバーに焦点を当てる。

(2) プロセス・イノベーションのスピルオーバー⁽⁵⁾率

ある産業*k*におけるプロセス・イノベーションは、投入係数行列の要素が次のように変化することで表される。ここで、 a は投入係数、 α はイノベーションの率を表す。

バー付の変数は技術革新後のものである。

$$\bar{a}_{ik} = (1 - \alpha) a_{ik} \quad (0 < \alpha < 1, i=1, \dots, n) \quad (9-7a)$$

$$\bar{a}_{ij} = a_{ij} \quad (i=1, \dots, n \text{ and } j \neq k) \quad (9-7b)$$

行列形式で記述すれば、プロセス・イノベーションは次のように定義される。

$$\bar{A} = A - \alpha(Ae_k)e_k' \quad (9-8)$$

ベクトル e_k は k 番目の要素が1の単位ベクトルである。プロセス・イノベーション後の需給バランスは次のように表される。

$$\bar{x} = \bar{B}f \quad (9-9)$$

CDM プロジェクトの技術革新は、プロセス・イノベーションに対応しているが、CDM プロジェクトがより多くの資源を節約できるなら、環境保護という観点からはそういうプロジェクトが望ましい。つまり、ある地域での CDM プロジェクトでの資源節約効果がそれ以外の地域にスピルオーバーして、他地域でも資源節約につながるプロジェクトが望ましい。

ここで、スピルオーバー率を s_k とすれば、 s_k はイノベーションの結果として全経済で節約された資源のうち、イノベーションがおこった k 産業以外での資源節約の比率として定義することができる。

$$s_k = \frac{\sum_{i \neq k} (\bar{x}_i - x_i)}{\sum_i (\bar{x}_i - x_i)} \quad (9-10)$$

行列の和の逆行列の公式を用いれば、レオンチェフ逆行列の変化は次のように表される。

$$\bar{B} - B = -\frac{\alpha}{1 + \alpha e'_k B A e_k} B (A e_k) e'_k B \quad (9-11)$$

$BA = B - I$ なので、次のように変形される。

$$\bar{B} - B = -\frac{\alpha}{1 + \alpha e'_k (B - I) e_k} (B - I) e_k e'_k B \quad (9-11')$$

ここで、右辺の第 1 項目の分母 $1 + \alpha (b_{kk} - 1)$ はスカラーなので、 $\eta_k = 1 + \alpha (b_{kk} - 1)$ とまとめて書いておく。また、 $\bar{b}_{ij} - b_{ij} = e'_i (\bar{B} - B) e_j$ なので、 $\bar{B} - B$ の要素は次のように書き換えられる。

$$\bar{b}_{ij} - b_{ij} = -\alpha b_{ik} b_{kj} / \eta_k \quad (9-12a)$$

$$\bar{b}_{kj} - b_{kj} = -\alpha (b_{kk} - 1) b_{kj} / \eta_k \quad (9-12b)$$

事前の生産量 $x = Ax + f$ と事後の生産量 $\bar{x} = \bar{A}\bar{x} + f$ には次の関係がある。

$$\bar{x}_i - x_i = -\alpha b_{ik} \sum_j b_{kj} f_j / \eta_k \quad (9-13a)$$

$$\bar{x}_k - x_k = -\alpha (b_{kk} - 1) \sum_j b_{kj} f_j / \eta_k \quad (9-13b)$$

スピルオーバー率とは、全経済で節約された資源のうち、イノベーションがおこった産業 k 以外での資源節約の比率であったので、(9-10) 式は次のように書き換えられる。ただし、 c_k はレオンチェフ逆行列の k 番目の列和である。

第9章 中国におけるCDMプロジェクトの立地選定

表9-6 スピルオーバー率 (136産業中上位40産業)

	地域	産業	スピルオーバー率
1	東北地域015	建設	0.9993
2	中部地域015	建設	0.9969
3	中部沿海015	建設	0.9968
4	首都圏015	建設	0.9956
5	西北地域015	建設	0.9954
6	南部沿海015	建設	0.9946
7	北部沿海015	建設	0.9932
8	西南地域015	建設	0.9929
9	南部沿海010	一般機械	0.9893
10	首都圏002	鉱業	0.9893
11	西北地域013	その他製造業	0.9810
12	中部沿海002	鉱業	0.9794
13	南部沿海002	鉱業	0.9757
14	西北地域011	輸送機械	0.9738
15	東北地域013	その他製造業	0.9658
16	北部沿海013	その他製造業	0.9652
17	首都圏010	一般機械	0.9650
18	首都圏014	電力・ガス・水道	0.9645
19	首都圏005	木製品	0.9616
20	西北地域010	機械	0.9613
21	北部沿海014	電力・ガス・水道	0.9600
22	中部地域012	電気機械	0.9583
23	首都圏008	窯業・土石	0.9576
24	西南地域013	その他製造	0.9572
25	北部沿海011	輸送機械	0.9557
26	西北地域014	電力・ガス・水道	0.9537
27	東北地域014	電力・ガス・水道	0.9492
28	北部沿海012	電気機械	0.9471
29	西北地域005	製材・木製品	0.9466
30	中部沿海014	電力・ガス・水道	0.9461
31	首都圏013	その他製造	0.9445
32	西南地域008	窯業・土石	0.9445
33	西南地域010	機械	0.9425
34	西南地域014	電力・ガス・水道	0.9411
35	中部沿海013	その他製造業	0.9390
36	西北地域009	金属製品	0.9280
37	西北地域007	化学製品	0.9268
38	北部沿海008	窯業・土石	0.9252
39	東北地域017	サービス	0.9213
40	中部地域014	電力・ガス・水道	0.9184

(出所) 筆者作成。

$$s_k = \frac{\sum_{i \neq k} (\bar{x}_i - x_i)}{\sum_i (\bar{x}_i - x_i)} = \frac{c_k - b_{kk}}{c_k - 1} \quad (9-14)$$

この定義の特徴として、 s_k が起こったイノベーションの率や最終需要の大きさには依存しないことに注意されたい。

(3) 中国におけるスピルオーバー率

スピルオーバー率 s_k の定義式からわかるように、この値は二つのパラメータに依存している。一つはレオンチェフ逆行列の列和 c_k であり、これは当該産業の後方連関効果が大きければ大きいほど、スピルオーバー率が大きくなる。もう一つは、自己フィードバック効果 b_{kk} であり、これは自身のフィードバック効果が小さければスピルオーバー率が大きくなる。

表 9-6 は、スピルオーバー率が大きい上位 40 産業を表すもので、建設部門が最も大きいことがわかる。これは建設部門の特徴として後方連関効果が大きいところからきている。もう一つ注目に値する産業は電力・ガス・水道部門である。電力・ガス・水道産業での自己投入は比較的小さいため、当該産業のスピルオーバー率はそれ以外の製造業に比較して比較的大きい。

ここでの結果では、スピルオーバー率の観点からは、北部首都圏、あるいは北部沿海地域で CDM プロジェクトを実施するのが望ましいということになる。

4 CDM プロジェクトによる環境への効果

(1) CDM プロジェクト稼働時の環境への効果

上記のように、CDM プロジェクトには、プロジェクト建設時の経済への効果と CDM プロジェクトの資源節約機能をもたらす環境改善効果がある。ただ、CDM プロジェクトの建設時には追加的な資源を必要とするので環境へのマイナスの効果もある。CDM の環境への効果を総合的に評価するためには、プラス効果とマイナス効果を相殺しなければならない。

我々は、この研究で 3000MW 相当分の石炭火力発電所の建設計画が CDM プロジェクトとして 2000 年に実施されると仮定した。発電事業者の専門家への

表9-7 調整済み効率改善度

	地 域	調整済み効率改善度 (%)
1	東北地域	1.97
2	首都圏	7.65
3	北部沿海	1.48
4	中部沿海	1.31
5	南部沿海	1.57
6	中部地域	0.98
7	西北地域	1.93
8	西南地域	1.64

(出所) 筆者作成。

ヒアリングによると、日本の発電効率は中国に比べて20～30%程度高い。したがって、本章では CDM プロジェクトによる発電の効率化は25%と想定した。具体的には、中国の CDM 対象地域での電力産業の投入係数が25%減少すると仮定したことを意味している。ただ、我々が想定する CDM プロジェクトは、投資対象地域の発電装置全体の容量を置き換えるわけではないので、各地域の発電容量と CDM プロジェクトの規模に応じて、各地域の発電効率化を調整する必要がある。表9-7は各地域の発電効率の改善率を示す。「首都圏」は例外的に大きいですが、各地域の改善率は1～2%の大きさである。

CDM のプロジェクトのクレジット期間は2001年から2010年まで10年であると仮定した。我々の研究グループは、内閣府国際共同研究の一部として行われた研究報告書 (Ueta et al, 2005) の第3章で、中国のマクロ経済の予測を行った。我々が今回行った試算で用いる最終需要 f の系列にはこの予測値を用いた。 A がオリジナルの投入係数行列であり、 \bar{A} が効率改善後の投入係数行列とすると、総生産量の節約 (ex) は次の式で表される。

$$ex = x - \bar{x} = [(I - A)^{-1} - (I - \bar{A})^{-1}]f. \quad (9-15)$$

また、CDM プロジェクトによって削減された CO_2 (ECO_2) と SO_2 (ESO_2) 排出量は以下の通り定義される。

$$ECO_2 = CO_2 - \overline{CO_2} = C(x - \bar{x}) = C \cdot ex \quad (9-16)$$

$$ESO_2 = SO_2 - \overline{SO_2} = S(x - \bar{x}) = S \cdot ex \quad (9-17)$$

この計算を2001～10年の10年間の間繰り返すことにより、CDM プロジェクト

表 9-8 CDM プロジェクトの環境への効果

		建設時		稼働時		ネット効果	
		CO ₂	SO ₂	CO ₂	SO ₂	CO ₂	SO ₂
		Mt-c	千トン	Mt-c	千トン	Mt-c	千トン
1	東北地域	0.62	6.70	-2.62	-32.19	-2.01	-25.49
2	首都圏	0.45	4.94	-2.87	-37.64	-2.43	-32.69
3	北部沿海	0.53	5.79	-2.19	-27.65	-1.66	-21.86
4	中部沿海	0.45	4.42	-3.94	-44.89	-3.49	-40.47
5	南部沿海	0.26	2.48	-4.74	-57.89	-4.48	-55.41
6	中部地域	1.00	6.40	-5.17	-47.22	-4.18	-40.83
7	西北地域	0.63	6.77	-1.38	-16.28	-0.74	-9.51
8	西南地域	0.50	4.96	-1.42	-16.62	-0.92	-11.66

(出所) 筆者作成。

トの稼働時における環境効果が計算される。表 9-8 にその結果を示す。CO₂ 排出量削減に関しては、最大の地域は南部沿海地域であり、それに中部沿海と中部地域が続く。SO₂ 排出量削減については、南部沿海が最大で、それに中部地域と中部沿海地域が続く。

(2) CDM プロジェクトによる環境への効果

上記のように、CDM プロジェクトに関して、CO₂ と SO₂ の排出量は、稼働時に減少するが、建設時には増加する。したがって、CDM プロジェクトの環境効果を評価するためにネットの CO₂ と SO₂ 排出量を計算する必要がある。ネットの CO₂ と SO₂ の排出量減少はそれぞれ「式 (9-16) マイナス式 (9-5)」と「式 (9-17) マイナス式 (9-6)」と定義される。

$$NCO_2 = ECO_2 - CO_2 \quad (9-18)$$

$$NSO_2 = ESO_2 - SO_2 \quad (9-19)$$

この結果は、表 9-8 の右側二つの列に示される。ネットの環境への効果は地域によってかなりばらつきがあることがわかる。ネットの CO₂ 排出量と SO₂ 排出量と共に減少が最も大きい地域は南部沿海で、それに中部地域、中央沿海、首都圏と続く。南部沿海の CO₂ 排出削減量は 4.48Mt-c であり、削減量が最少だった西北地域の 0.74Mt-c に比較して 6 倍も大きな値となった。SO₂

削減量についても同様の結果となった。南部沿海のSO₂排出量削減は、55.41キロトンであるに対して、西北地域の削減量は9.51キロトンであった。

このように、CDMプロジェクトによるCO₂やSO₂の削減量が、プロジェクト実施地域の発電セクターの構造に依存するというのが我々の今回の研究の特徴である。言い換えれば、CDMプロジェクトの種類と規模が同じであっても、その経済への効果だけではなく環境への効果も地域によって異なるということである。

本章の議論をまとめると次のようになるだろう。CDMプロジェクトの実施による社会・経済への効果および環境への効果は、その立地によってかなり異なる。したがって、プロジェクト実施により直接に計算される温室効果ガス削減量だけではなく、様々な波及効果も考慮したら、たとえ同じプロジェクトであってもその国および地域に与える影響は異なる。そのためホスト国はプロジェクトを承認する際に立地を考慮して慎重に決めるべきであろう。

5 CDMプロジェクトの立地選定による諸影響

本章では、中国でのCDMプロジェクトについて、社会・経済への効果および環境改善効果などの様々な観点から、プロジェクトの立地としてはどのような地域がふさわしいかを検討した。主な結論を要約すると以下ようになる。

- ① CDMプロジェクトの建設時の生産誘発効果の大きさを基準にすれば、「中部地域」が最も望ましい。
- ② CDMプロジェクトの建設時の生産誘発効果の標準偏差を基準にすれば、「南部沿海」が最も望ましい。
- ③ CDMプロジェクトの建設時の雇用誘発効果の大きさを基準にすれば、「中部地域」が最も望ましい。
- ④ CDMプロジェクトのスピルオーバー効果を基準にすれば、「首都圏」が最も望ましい。
- ⑤ CDMプロジェクトによるネットのCO₂とSO₂排出削減量の大きさを基準にすれば、「南部沿海」が最も望ましい。

表 9-9 CDM 立地のランキング

	地 域	得点方式		主成分分析	
		得 点	順 位	固有ベクトル	順 位
1	東北地域	29	6	-0.976	5
2	首都圏	26	2	1.543	2
3	北部沿海	28	5	-1.525	6
4	中部沿海	27	4	0.673	3
5	南部沿海	26	2	4.093	1
6	中部地域	20	1	-0.106	4
7	西北地域	30	7	-1.582	7
8	西南地域	30	7	-2.119	8

(出所) 筆者作成。

これらの結果を別の視点から見れば、これらの基準によって望ましい地域が異なるわけであるから、CDM プロジェクトの立地を決定するとき、CDM プロジェクトの利害関係者で利害を調整するのは難しいということになる。何らかの方法で、これらの結果を統合する必要がある。そのため二つの方法による評価を試みた。その結果を表 9-9 に示す。

一つ目の方法は、評価基準ごとに、下位の地域から順に、1～8の点数をつけて、最後にその得点を合計して順位を決める「得点方式」である。この方法は、情報を集約するとき、八つの評価基準に同じウエイトを与えていることになる。この「得点方式」を用いて、総合的に判断すると、CDM プロジェクトの立地として最も望ましい地域は、「南部沿海」、⁽⁷⁾「中部地域」、そして「首都圏」という順になった。もう一つの方法は、「主成分分析」である。主成分分析は多変量解析の一種で、与えられた系列(ベクトル)の任意の線形結合のうち最大の分散をもつものを探す方法である。これは、最も差がつくようにウエイトをつけたということになる。主成分分析の結果を総合的に判断すると、CDM プロジェクトの立地として最も望ましい地域は「首都圏」、⁽⁷⁾「南部沿海」、⁽⁸⁾「中部沿海」の順であった。

この結果から得られる示唆の一つは、すでに経済的に成功している地域での CDM が比較的望ましいということである。中国政府は、CDM を政府方針である「西部大開発」のツールとして活用しようとしているが、⁽⁸⁾我々のシミュ

レーションからはその経済的・環境的効率は必ずしも高くないということがわかった。

CDMプロジェクトを実行する際には投資国とホスト国間の協力関係は承認リスクや取引費用などの面から重要な役割を果たす。しかしながら、CDMの効果に関する研究の多くは投資国（附属書I国）の観点からのものであり、ホスト国（発展途上国）側の状況が強調されることはほとんどなかった。そういう意味で、今回の我々の研究は、有益な情報を提供したと考えている。

京都議定書が2005年2月16日に発効し、附属書I国は2008～2012年の約束期間に削減目標達成が義務づけられた。日本が目標を達成するためには、国内対策だけでは不十分であるといわれており、日本が京都メカニズムを利用するのは必至の状況である。ただ、日本政府が民間部門に対して、省エネと温室効果ガス排出削減を求めている一方で、CDMを含む京都メカニズムの利用に関しても支援をしているが、日本企業の側は、情報不足や投資リスクが高いということもあって、日中間のCDMプロジェクトの潜在的な可能性に比べて日本が目標達成のためにCDMを活用するための中国との協力が必ずしも円滑に行われてきたとはいえない状況である。そのため、本章での分析結果に基づいた立地選定を行うことは、プロジェクト実施のための政府間協力関係の構築に寄与できる。また、現状のCDMの制度上では実際本章で提示したような分析を中国政府が考慮するか否かは不確実であるが、少なくとも本章での分析結果はホスト国にとって非常に重要な情報の一つである。

注

- (1) 一国全体を扱ったものには、和気・早見（2004）、NIRA（2004）などがある。
- (2) ユニラテラルCDMもあるが、本章では投資国とホスト国間で行われるCDMプロジェクトを想定している。
- (3) 近年の中国での発電容量の年間の増加はおよそ5000MWである。
- (4) 経済力の沿海部集中は1978年の改革開放に始まるが、所得格差が拡大し始めたのは1992年の社会主義市場経済採択以降である。中国の所得格差拡大については、加藤・陳（2002）、Akita（2003）を参照。産業連関分析を用いて、中国の地域間格差を分析したものは、胡（2006）、日世（2004）、叶・藤川（2008）など。
- (5) この節の記述は、Dietzenbacher（2000）を基礎にしている。

第Ⅲ部 中国の持続可能な発展と CDM

- (6) Henderson and Searle (1981) を参照。
(7) 主成分分析については例えば, Theil (1971) を参照。
(8) 例えばチャイナカウンシルの勧告 (<http://www.gispri.or.jp/newsletter/2000/0012-4.html>), 西部大開発については西川他 (2006), 岡本 (2008) を参照。

参考文献

・日本語文献

NIRA 北東アジア環境配慮型エネルギー利用研究会編「北東アジアの環境戦略——エネルギー・ソリューション」日本経済評論社, 2004年。

岡本信広編「中国西南地域の開発戦略」アジア経済研究所, 2008年。

加藤弘之・陳光輝「成長と所得分配」『中国——東アジア長期経済統計』勁草書房, 2002年。

国立科学技術政策研究所編「アジアのエネルギー利用と地球環境」大蔵省印刷局, 1992年。

胡秋揚「中国における地域間産業連関構造」『産業連関』第14巻第2号, 2006年, 17-29頁。

西川潤・潘季・蔡艶芝編「中国の西部開発と持続可能な発展——開発と環境保全の両立をめざして」同友館, 2006年。

日置史郎「中国の地域格差と沿海地域から内陸地域への浸透効果——地域間産業連関分析による一考察」『比較経済体制学会年報』第41巻第1号, 2004年, 27-38頁。

叶作義・藤川清史「中国の地域間分業構造の変化——多地域産業連関分析による考察」『産業連関』第16巻第2号, 2008年。

和気洋子・早見均「地球温暖化と東アジアの国際協調——CDM 事業化に向けた実証研究」慶應義塾大学出版会, 2004年。

・英語文献

Akita, Takahiro, "Decomposing Regional Income Inequality in China and Indonesia Using Two-stage nested Theil Decomposition Method," *The Annals of Regional Science*, 37, 2003, pp. 55-77.

Dietzenbacher, E., "Spillovers of Innovation Effects," *Journal of Policy Modeling*, Vol. 22, No. 1, 2000, pp. 27-42.

Henderson, H. V. and S. R. Searle, "On Deriving the Inverse of a Sum of Matrices," *Siam Review, Society for Industrial and Applied Mathematics*, Vol. 23, No. 1, 1981, pp. 53-60.

Theil, H., *Principles of econometrics*, Wiley, 1971.

Ueta, K. et al., *Win-win strategy for Japan and China in climate change policy*, 2005. (http://www.esri.go.jp/jp/prj-2004_2005/kankyoku/kankyoku16/09-2-R.pdf)

統計資料

IDE/JETRO「中国多地域間産業連関モデル 2000年」統計資料シリーズ No. 86, 日本貿易

第9章 中国における CDM プロジェクトの立地選定

振興機構・アジア経済研究所, 2003年。

中国国家统计局「中国統計年鑑2001」中国統計出版社, 2001年。

中国国家统计局・中国發展改革委員会編「中国能源統計年報2000-2002」中国統計出版社,
2005年。