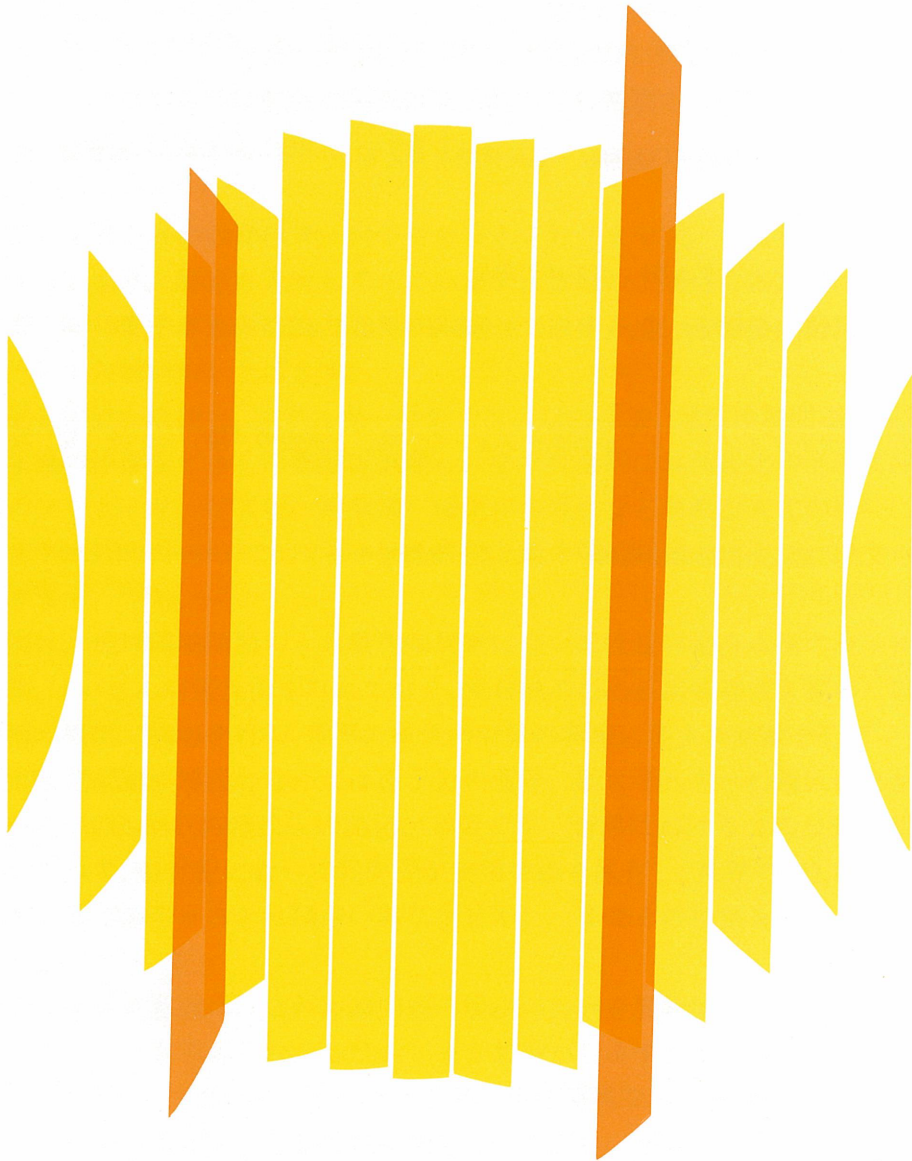


季報 エネルギー総合工学

Vol. 14 No. 3 1991. 10.



財団法人 エネルギー総合工学研究所
THE INSTITUTE OF APPLIED ENERGY

目 次

21世紀への松明をかざして ……………財エネルギー総合工学研究所 専務理事 吉 澤 均……	1
地球温暖化の防止技術—CO ₂ 回収・処理技術を考える ……………加賀城 俊 正……	2
ウェイト・フォーラム'91 パネル討論会	
高レベル放射性廃棄物の処分と長期の安全確保—科学とコモンセンス—…蛭 沢 重 信……	15
リスク・マネジメント—コミュニケーションの「場」と決定の「場」—…浅 見 政 江……	26
わが国の開発途上国協力の現状—エネルギー分野を中心として—…………山 崎 宗 重……	33
研究所のうごき……………	77

21世紀への松明をかざして

(財) エネルギー総合工学研究所

専務理事 吉 澤 均

巻頭言に代えて一言ご挨拶を申し上げます。

私は、平成3年7月1日付けをもって、越川文雄氏の後任として当研究所の専務理事を拝命致しました。賛助会員各位、関係ご当局並びに関係諸団体の皆様におかれましては、日頃から当研究所の調査研究活動に対し格別のご理解とご支援を賜っており、この機会に厚くお礼申し上げます。

昭和53年4月1日の設立以来、14年目を迎えておりますが、お陰を持ちまして事業の範囲も広まり、陣容も充実してきています。皆様のご期待に応えてゆけますよう、微力ではありますが懸命に努力して参る所存であります。皆様のご懇篤なご指導の程よろしくお願い申し上げます。

21世紀を間近かに控え、エネルギー分野では人口の増加、地球環境問題の逼迫化、原子力開発の停滞など多くの難題に直面し、また社会的には情報化の進展に伴う産業構造のソフト・サービス化、東京圏一極集中の進行など急激な変化の過程にあります。文明維持のためのエネルギー供給確保と地球環境問題の克服は、現文明の試練であります。

我が国は、地球環境問題のうち酸性雨対策については世界最高水準の脱硫技術、脱硝技術、ばいじん対策技術を有しており、脱石油のため石炭依存度を高めた国々に対し技術の提供、指導を行い、世界の酸性雨対策の実施に多大の貢献をしています。

地球温暖化問題の解決のためには原子力の開発、新エネルギーの導入のほか、究極的技術にはCO₂回収処理技術の開発が必要です。世界におけるこの技術の研究開発状況からみて、21世紀において我が国が実用技術を保有し、世界のCO₂対策に積極的貢献をするであろうことは間違いありませんし、またその役割を果たすことが期待されています。

当研究所の存在意義は、これら諸問題の解決の方向を先駆的に示しうるかどうかにかかっているととも考えられ、心ひきしめる思いがします。原子力、化石エネルギー、新エネルギー、エネルギーシステム技術、地球環境などの各研究分野において、「産・学・官のまほろば」としての特徴を活しながら、学理と現場をつなぐ工学的検討を真剣に行い、21世紀を見通した調査研究の提言をして参りたいと考えます。

皆様から広く調査研究内容につきご示唆ご指導を賜りますよう重ねてお願い申し上げます。新任のご挨拶とさせていただきます。(よしざわ ひとし)

地球温暖化の防止技術

— CO₂回収・処理技術を考える —

加賀城 俊 正

1. はじめに

近年の地球温暖化問題の高まりとともに、CO₂をはじめとする温室効果ガスの排出を抑制するための政策や技術開発への取組が活発化しており、1992年ブラジルで開催される「環境と開発に関する国連会議」での合意を目指し、CO₂の排出抑制等を目的とした「気候変動に関する枠組み条約」の交渉も開始されている。わが国でも、1990年10月に地球環境保全に関する関係閣僚会議で「地球温暖化防止行動計画」が決定され、CO₂の排出抑制目標やそのための対応策が示された。

こうした状況を踏まえ、わが国では将来の対策として、CO₂の回収や処理に関する研究開発が、産・学・官の各研究機関において着手されている。

本稿では、地球温暖化防止技術としてのCO₂回収・処理技術の位置づけ、概要、電力部門を中心とした研究開発状況等を紹介するとともに、工学的見地から、本技術の今後の研究の方向性について考えてみたい。

2. CO₂回収・処理技術の位置づけ

(1) CO₂排出抑制の対策オプション

大気中のCO₂濃度上昇による地球の温暖化

を防ぐための対策としては、省エネルギーや低炭素燃料・非化石燃料への燃料転換、エネルギー利用効率の向上等を技術的・制度的諸対策により推進し、化石燃料の燃焼に起因するCO₂の発生を抑制する方法と、発生したCO₂を回収する方法に大別される。

これらの具体的対策オプションを第1図に示すが、いずれも唯一絶対の対策とは言えず、生活水準やアメニティの維持向上、各エネルギーソースの資源量や技術ポテンシャルの限界といった各種制約条件のもとで、各時代毎に可能なオプションを選択し実行することが要求されよう。

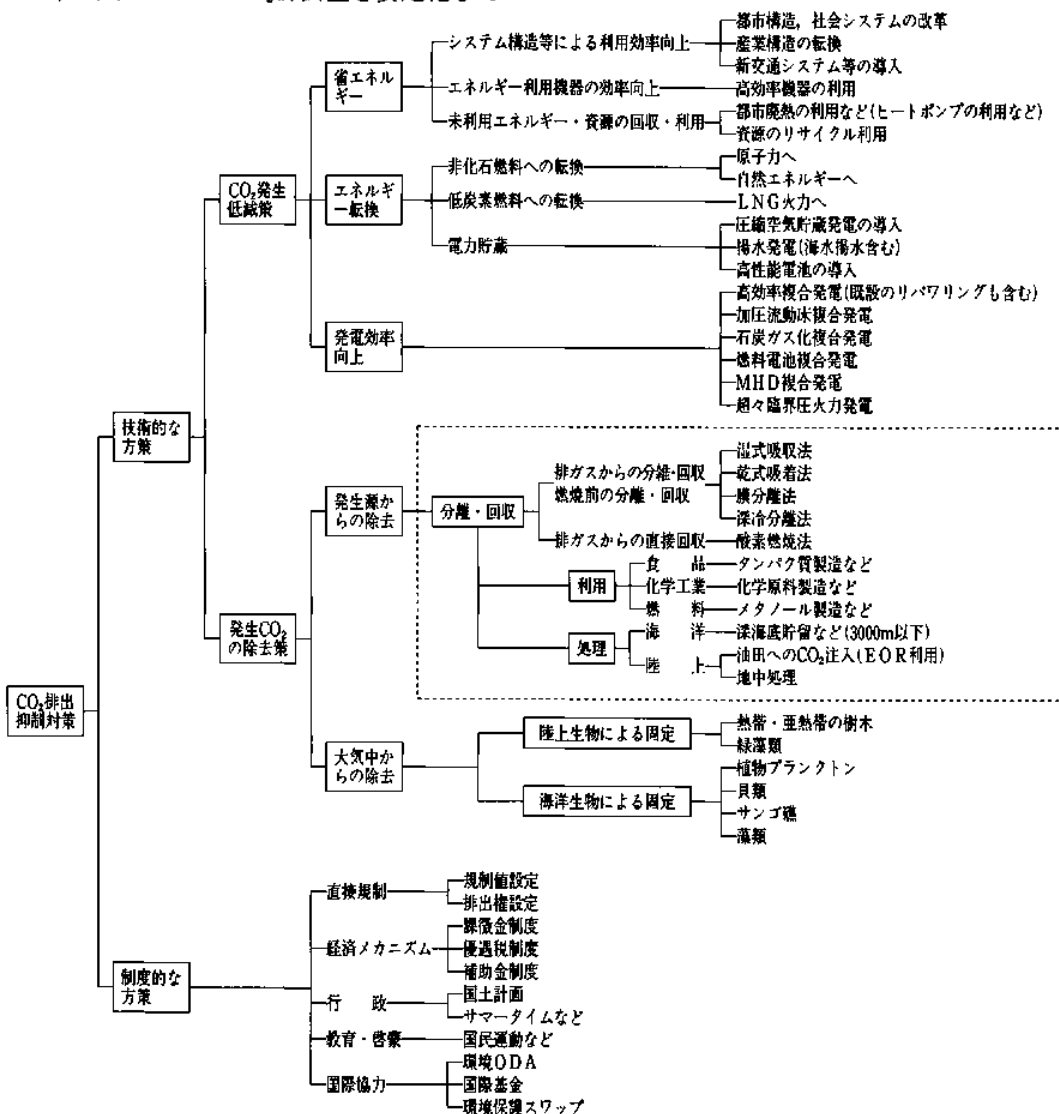
(2) CO₂回収・処理技術の位置づけ

昨年のIPCC（気候変動に関する政府間パネル）中間報告で、エネルギー部門におけるCO₂排出抑制のための対策オプションが示され、CO₂回収・処理技術は2005年以降に実現可能性のある中・長期的対策として提示された。また、わが国の「地球温暖化防止行動計画」でも、CO₂回収・固定化技術は革新的技術と記述されており、本技術が技術的・経済的に容易でない中・長期的対策として位置づけられることを示唆している。

しかし、エネルギーの対外依存度が約80%と極めて高く、エネルギーソースの選択（低

炭素燃料・非化石燃料への転換)に制約があり、省エネルギーやエネルギー利用効率等の面でも既に高い技術水準にあるわが国においては、将来においてCO₂排出量を安定化して

いくために研究開発の推進が必要との認識から、各国に先駆け研究開発が着手されていると言えよう。



第1図 CO₂排出抑制対策の体系図

出典:「エネルギー Vol. 24(1991)」

3. CO₂回収・処理技術の分類と概要

3.1 CO₂回収方法の分類

CO₂の回収は、大気に拡散したCO₂を回収

する方法と大気に拡散する前にCO₂の発生源(化石燃料の燃焼装置)から直接回収する方法とに大別される。発生源からの回収は、さらに次の3つの方法に分類される。(第2図参照)

(1) 排ガスからの分離・回収

燃焼排ガス（組成例：N₂約75%，CO₂約15%，O₂約5%，H₂O約5%）からCO₂を分離・回収する方法。

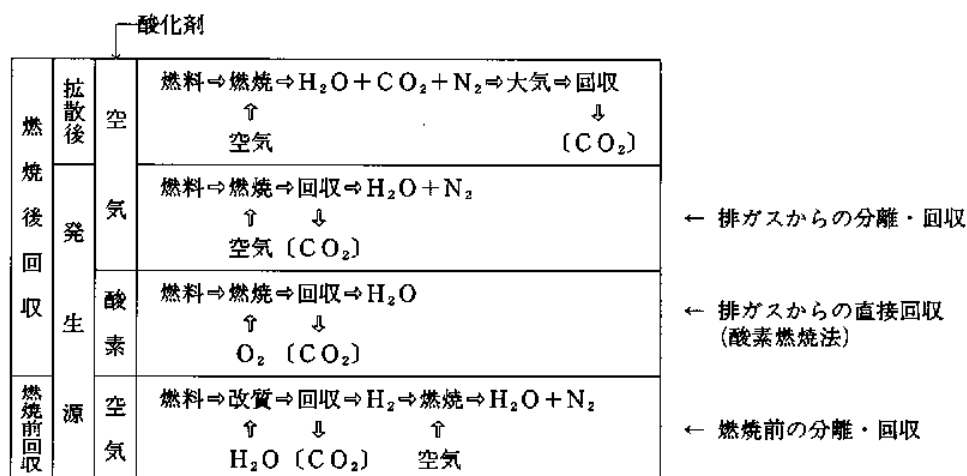
(2) 排ガスからの直接回収（酸素燃焼法）

化石燃料を，空気の代わりに酸素で燃焼させ，排ガス中のN₂分をなくしCO₂濃度を100%近くに高めて回収する方法。

(3) 燃焼前の分離・回収

ガス化した化石燃料を，水蒸気改質反応でCO₂とH₂に転換した後，CO₂を分離・回収し，残りのH₂を燃焼させる方法。

以上のCO₂回収方法に必要な理論エクセルギーの試算例を第1表に示すが，この試算結果より次のことが言える。



第2図 CO₂回収方法の分類

出典：「MOL Vol. 28(1990)」

第1表 CO₂回収方法のエクセルギー試算例

燃料種類	燃焼排ガスからの回収（空気燃焼）				燃 焼 前 回 収				大気回収
	x	Es	cEs/Ho	Vs/Ho	x	Es	cEs/Ho	Vs/Ho	cEs/Ho
石 炭	19.2	6.34	1.43	0.26	32.3	4.85	1.10	0.16	5.04
石 油	15.4	6.95	1.12	0.24	26.7	5.41	0.87	0.14	3.59
天 然 ガ ス	11.1	7.82	0.88	0.23	20.0	6.23	0.70	0.13	2.51
メ タ ノール	14.3	7.15	0.93	0.21	25.0	5.60	0.73	0.12	2.92

出典：「MOL Vol. 28(1990)」

エクセルギー：エネルギーの有効度を表し，有効エネルギーとも呼ばれる

x：処理ガス中のCO₂濃度，Es：CO₂分離に必要なエクセルギー

c：燃料1molから発生するCO₂のmol数，Ho：燃料発熱量，Vs：処理ガス量

x：(%)，Es：(kJ/mol)，cEs/Ho：(%)，Vs/Ho：(Nm³/MJ)

① CO₂濃度が希薄(約350ppm)な大気中からの分離・回収は，多量のエネルギーを要し，処理ガス量も膨大となるため工業的プロセスとしての実現可能性は低いと考えられる。(光合

成等の生態系を利用した方法に限定されよう)

② 発生源からの回収では，燃焼排ガスからの分離・回収に比べ燃焼前の分離・回収の方

が、燃焼用空気に由来する N_2 がないため、処理ガス量が少なくガス中の CO_2 濃度も高い利点があり所要エネルギーが小さい。

ただし実際には、プラント内における熱バランスやプロセス上の種々の制約により、各技術の所要エネルギーの相対関係は本結果と異なってくる可能性が考えられる。しかし、 CO_2 の回収と言えば現在は排ガスからの分離・回収のみを考えがちであるが、理論エネルギーの試算結果からは、燃焼前の分離・回収の方が合理的とも考えられ、燃焼前の分離・回収についても今後詳細検討する必要があると言えよう。

3.2 CO_2 回収・処理技術の概要

具体的な CO_2 の回収技術と、回収した CO_2 の処理・利用技術の概要を第3図に示す。

このうち、前述の CO_2 回収法の分類毎に、適用可能な CO_2 回収技術を整理すると次のようになる。

(1) 排ガスからの分離・回収及び燃焼前の分離・回収

- ①湿式吸収法（化学吸収法，物理吸収法）
- ②乾式吸着法
- ③膜分離法
- ④深冷分離法

(2) 排ガスからの直接回収

- ①酸素燃焼法



第3図 CO_2 回収・処理・固定化技術の体系図

4. CO₂回収技術の研究開発状況

4.1 電力部門における研究開発状況

電力部門ではCO₂の排出を抑制するため、原子力やLNG発電の利用推進、高効率発電技術の開発等とともに、火力発電所で発生するCO₂の回収技術の研究が着手されている。

以下では、火力発電所への適用の可能性が考えられるCO₂回収技術の概要と、これに関する考察を紹介する。

(1) 排ガスからの分離・回収に関する考察

火力発電所の燃焼排ガスからCO₂を分離・回収する技術の概要を第2表に示す。

第2表 火力発電所燃焼排ガスからのCO₂分離・回収技術

	湿 式 吸 収 法		法	乾 式 吸 着 法	膜 分 離 法
	化 学 吸 収 法		物 理 吸 収 法		
	アルカノールアミン法	熱炭酸カリ法			
概 要	・弱アルカリ性のアルカノールアミンで約40～50℃でCO₂を吸収 ・約100～120℃に加熱しCO₂とアミンを解離させ再生 反応式 $\text{RNH}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{RNH}_3\text{HCO}_3$ $2\text{RNH}_2 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{RNHCOONH}_2 + \text{RNH}_2$ ・天然ガス・石油精製等で1000基以上のプラントが稼働中	・加圧条件下で約70～120℃の炭酸カリウム溶液にてCO₂を吸収 ・減圧・加熱(約100～110℃)により再生 反応式 $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{KHCO}_3$	・メタノール、ポリエチレングリコール系統の吸収液にて、高圧・低温(常温以下)でCO₂を吸収(化学反応は伴わない) ・減圧(加熱)により再生 ・湿式脱硫用としてはほぼ技術確立されている	・ゼオライト系、炭素系の固体吸着剤でCO₂を吸着 ・吸・脱着を圧力変化で行うPSA法、温度変化で行うTSA法がある ・PSA法の方が複雑な加熱操作が不要で装置もコンパクト ・ランドフィルガス等からのCO₂回収に実績有り	・ポリイミド膜、酢酸セルロース膜、ポリスルホン膜等のCO₂を選択的に透過させる膜で分離・回収する ・CO₂濃度10%の排ガスをCO₂濃度95%以上にするにはN₂とCO₂の透過係数比が200以上必要(現状は30程度) ・溶液を含浸させ分離能を向上させる液膜法は、透過係数比が4000になるとの報告があるが、安定性に問題
特 徴	①低圧での吸収に適す ②硫黄化合物と再生不能物質を生成し吸収液が劣化する ③腐食性が高い ④アミン濃度が高いとガス中の酸素で分解される	①加圧下での吸収に適す(ベンフィールド法で7～14atm) ②吸収、再生の温度差が少なく化学吸収法より熱効率が低い ③硫黄化合物による劣化がない ④反応性が低く、腐食性が高い	①高圧下での吸収に適す(セレクトゾール法で30atm前後) ②減圧による再生が可能で必要熱量小(化学吸収法では、再生時化学結合を解離するための熱が必要) ③硫黄化合物による劣化がない ④腐食性がない ⑤吸収液の蒸発損失が多い	①メンテナンスが容易 ②CO₂回収率が低く、80%以上回収するには、2段階以上の吸着工程が必要 ③SO_x、NO_x、H₂Oの方がCO₂より吸着されやすい傾向にあり、これらの事前除去の検討が必要	①プロセスが簡単 ②高圧(17～135atm)を要す ③固体粒子、液体成分の事前除去が必要
徴	・タウケミカル社は酸素による劣化が少なく、腐食性の低い吸収液を開発 ・米国テキサスでEOR用に1000t-CO₂/Dの天然ガス燃焼排ガスからのCO₂回収プラントを稼働させた実績有り(FT-1プロセス) ・ガス中のO₂濃度10%以上でも使用可 ・腐食性が低く炭素鋼が使用可能 ・液循環量が少なく再生熱量小(従来の約8割)	・吸収促進剤、腐食防止剤を添加したベンフィールド法、カタコップ法等が開発済			
現 状 評 価	・ほぼ常圧の火力発電所排ガスに適した吸収法 ・SO_x等不純物の少ない天然ガス火力では実現可能性が高い ・排ガスにSO_x等不純物を多く含む石油・石炭火力では、不純物の影響評価、対策の確立が必要	・加圧下の吸収に適するため、ほぼ常圧の火力発電所排ガスへの適用には考慮を要す	・高圧下の吸収に適するため、ほぼ常圧の火力発電所排ガスへの適用には考慮を要す ・所要エネルギーが少なく、硫黄化合物による劣化、腐食性もなく、高圧ガスの得られるプロセス(石炭ガス化複合発電等)で有望	・ガス量2～3万Nm³/hr程度までの実績がなく中小型に適すと言われる ・大型の真空ポンプ、圧力切替弁の開発、吸着剤の高効率化、排ガス中不純物の影響評価が課題	・開発の歴史が浅く、火力発電所の排ガスに適用するには、膜の分離能・信頼性・耐久性の向上等技術的課題が多い

各技術の現状評価をまとめると次のようになる。

① 化学吸収法

アミン溶液を吸収液とする化学吸収法は、低圧下の吸収に適し、ほぼ常圧の発電プラントの排ガスに適した方法である。

米国で天然ガスの燃焼排ガス（約18万kWの発電規模）からCO₂を1000t/dの規模で回収した実績もあり、天然ガス火力については可能性の高い技術と言える。

ただし、排ガス中にSO_x等不純物の多い石油・石炭火力では、硫黄化合物による吸収液の劣化問題が予想され、これら不純物の影響評価が必要と思われる。

② 物理吸収法

メタノール等を吸収液とする物理吸収法は加圧下（数十atm以上）の吸収に適し、常圧のプラント排ガスへの適用は難しい。

しかし、硫黄化合物による吸収液の劣化が

なく、所要エネルギーも化学吸収法に比べ小さいなどの利点があるため、加圧状態のガスが得られる石炭ガス化複合発電での燃焼前の分離・回収等において、有望な技術となる可能性がある。

③ 乾式吸着法、膜分離法

コンパクトさ、低所要エネルギー等の利点で将来において有利な方法となる可能性はあるが、現状では大型化が課題とされている。

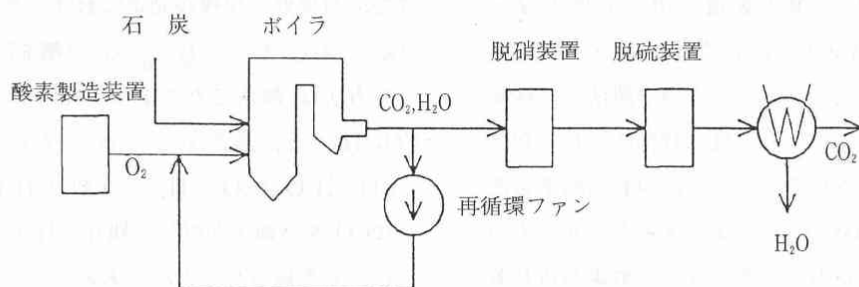
（参考：100万kWの微粉炭火力で、約300万Nm³/hrの処理ガス能力が必要）

④ 深冷分離法

高濃度のCO₂（60%以上）を含むガスに対して有利な方法であるが、CO₂濃度が数%～15%の燃焼排ガスへの適用は難しいと考えられる。

(2) 排ガスからの直接回収（酸素燃焼法）に関する考察

酸素燃焼法を微粉炭火力発電に適用した場合のシステムフローを第4図に示す。



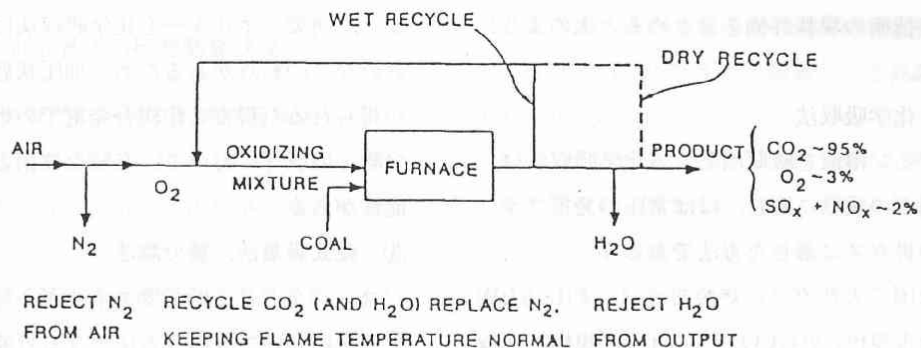
第4図 酸素燃焼微粉炭火力発電のシステムフロー

他の発電システムについても基本的原理は同じで、化石燃料を酸素で燃焼させ、排ガス中のCO₂濃度を100%近くに高めて一部を回収する。残りの排ガスはリサイクルし、燃焼用酸素の濃度調整に使用する。

本方法は、アルゴンヌ国立研究所（米国）

が石炭燃焼の実証試験（石炭400kg/hr）を行い、空気燃焼なみの燃焼性（燃焼炉内の温度分布、伝熱状態等）や、CO₂濃度が94～95%の排ガスが得られることを確認している。（第5図、第3表）

なお、100万kWの微粉炭火力発電用として



第5図 酸素燃焼法実証試験概念図（アルゴンヌ国立研究所）
出典：「Combust. Sci. and Tech. Vol. 67(1989)」

第3表 酸素燃焼法実証試験結果（アルゴンヌ国立研究所）

	Air	Dry Recycle Operation					Wet Recycle Operation					
Recycle Ratio(CO ₂ +H ₂ O/O ₂)	0	1.53	1.82	2.15	2.23	2.66	2.25	2.30	2.62	2.72	3.0	3.23
Firing Rate(10 ⁶ Btu/hr)	10.8	10.3	10.4	10.5	10.5	10.1	10.1	10.3	10.4	10.5	10.3	10.4
Oxidant Composition												
O ₂ (% dry)	21	40	35	31.5	31.5	29.5	39.0	37.5	36.4	32.6	32.5	30.4
CO ₂ (% dry)	0	55	60	61	64	64	55	58	58	59	61	63
H ₂ O(%)	0	5.3	3.7	6.4	5.3	12.6	24.6	22.1	27.3	22.8	26.8	26.4
Preheat (°F)	500	430	450	470	460	190	510	520	540	490	460	520
Flue Gas Composition												
O ₂ (% dry)	3.6	3.5	3.6	3.5	3.5	3.6	3.5	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5
CO ₂ (% dry)	16	93	92	92	93	92	93	94	94	91	92	91
NO _x (lb/10 ⁶ Btu)	1.31	0.63	0.58	0.51	0.49	0.38	0.50	0.40	0.44	0.29	0.30	0.22
Furnace Exit Temperature(°F)	2190	2280	2280	2220	2120	1990	2170	2130	2130	1990	1920	1880
Carbon in Ash(%)	2.40	—	2.16	1.08	—	0.91	1.63	—	1.48	1.40	—	1.59

出典：「Combust. Sci. and Tech. Vol. 67(1989)」

46万Nm³/hrの酸素製造装置が必要となるが、南アSASOLで7.5万Nm³/hr/系列×11系列の酸素製造プラント（深冷分離法）の稼働実績があることから、従来技術の延長で対応可能と推定される。しかし、現状の酸素製造動力を0.4kWh/Nm³-O₂とすると、発電電力の約18%の電力が必要となり、酸素製造装置の動力低減や所要スペース（オンサイト設置の可能性）の検討等が今後の課題となろう。

本酸素燃焼法については、排ガス中に、吸収液の劣化をもたらすSO_x等不純物の多い石炭火力で有利になる可能性があると考えられる。

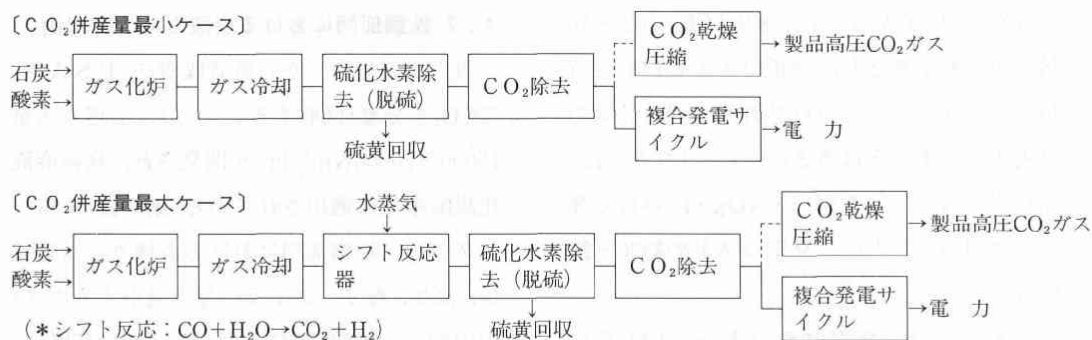
(3) 燃焼前の分離・回収に関する考察

EPR I (米国), ユトレヒト大(オランダ)

等で、石炭ガス化複合発電における燃焼前の分離・回収が検討されている。（第6図）

本方法は、酸素でガス化した石炭ガス(CO, CO₂, H₂)を、水蒸気によるシフト化反応(CO+H₂O⇌CO₂+H₂)でCO₂とH₂に変えた後CO₂を分離・回収し、残りのH₂をガスタービンで燃焼させる方法である。

本法は、排ガスからのCO₂分離・回収に比べ、処理ガス量が少なく（約6割）、CO₂濃度が高い（約2倍）利点があるだけでなく、石炭ガス化ガスは約30atmの圧力を有するため、所要エネルギーの小さい物理吸収法によりCO₂を分離・回収できる利点もあり、EPR I, ユトレヒト大等は本法を有望なCO₂分離・回収技術として評価している。



第6図 燃焼前CO₂分離・回収石炭ガス化複合発電システム (E P R I)

出典：E P R I 「Project 2221-16 Final Report (1986)」

なお、環境性や発電効率の高さで注目されているメタノール改質発電や、LNG発電においても、燃料を水蒸気改質した後CO₂を分離・回収する燃焼前の分離・回収法を適用することが可能と考えられる。

この方法は、燃焼前に炭素分を除去するため、一見熱量的に不利と考えられるが、水蒸気改質反応で新たにH₂が生成するため（例メタノールの改質： $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$ ），実際には熱量損失はほとんどなく、前述のように燃焼排ガスからの分離・回収に比べ、

処理ガス量が少なく、CO₂濃度が高いメリットがあり、低エネルギーでCO₂を分離・回収できる可能性があるため今後の詳細検討が望まれる。

(4) 各CO₂回収技術の所要エネルギー・コストの試算・評価について

第4表に各CO₂回収技術の所要エネルギーとコストの試算例を示す。

これらはあくまでも現状技術をベースとした試算結果であるが、CO₂回収のために、通常の火力発電所の所内動力（天然ガス火力で2

第4表 CO₂回収による所内動力・発電コスト増加の試算例

発電方式	CO ₂ 回収方式		CO ₂ 回収所内動力 (%)	発電コスト増加比	試算機関
天然ガス火力発電	排ガスからの分離・回収	化学吸収法 (アミン法)	14	1.4	ユトレヒト大
	排ガスからの直接回収	酸素燃焼法	20	—	電力中央研究所
微粉炭火力発電	排ガスからの分離・回収	化学吸収法 (アミン法)	28~79	1.8~2.7	ユトレヒト大, MIT, EPRI
	排ガスからの直接回収	酸素燃焼法	26~31	1.8	MIT
石炭ガス化複合発電	燃焼前の分離・回収	物理吸収法 (セルクゾール法)	13	1.3	ユトレヒト大

～3%, 微粉炭火力で7～8%程度)の2～10倍の動力を必要とし、発電コストも1.3～2.7倍に増加すると予想されており、現状評価では実用性があるとは考えにくい。(ちなみに、微粉炭火力におけるSO_x・NO_x・ばいじん等の環境対策コストは、発電コストの約20～22%程度である。)

将来的には、発電プラントからCO₂を分離・回収する場合の理論エネルギー量が所内動力にして数%と言われることから、最終的なCO₂回収のための所内動力の目標値はその4～5倍の10%前後になるのではないかと推定される。(空気中から酸素を分離する深冷分離法でも、理論エネルギー量の4～5倍のエネルギーを要している。)

4.2 鉄鋼部門における炭酸ガスの回収例

最近、転炉ガスから乾式吸着法(PSA法)でCO₂を分離・回収するシステム(処理ガス量16000～20000Nm³/hr)が開発され、高純度液化炭酸事業に適用されている(第5表)。本ケースでは、鉄鋼部門における各種ガス(熱風炉、高炉、転炉、ボイラー等で発生するガス)の中から、比較的CO₂濃度が高く(約15%)、不純物・ダスト等が少ない転炉ガスを採用し、このガスをボイラーで燃焼させCO₂濃度を約30%まで高めた後、PSA法で分離・回収することによりCO₂の回収効率を高めている。

今後鉄鋼部門において、CO₂の排出抑制を目的として各種ガスからCO₂を回収する場合は、スケールアップ技術、不純物対策、CO₂の高度分離・回収技術等の開発が必要となろう。

第5表 PSAによる転炉ガスからのCO₂回収の概要

原料ガス条件	運転条件	製品ガス条件
ガス量：16,000～20,000Nm ³ /h 温度：170℃ 圧力：300mmAq 組成： CO ₂ ：28～34% DRY O ₂ ：0.5～2.5% Base N ₂ ：Balance H ₂ O：6.0～7.0% H ₂ S：1ppm以下 SO _x ：1ppm以下 NO _x ：100ppm以下	タイムサイクル： 110～180sec/step 脱着圧力：40～70Torr	ガス量：3,000～3,600Nm ³ /h 温度：-30℃ 圧力：15kg/cm ² -G 組成： CO ₂ ：99.99%以上 その他不純物：ND DP：-60℃以下

特徴：1) 二塔式CO₂/PSAプロセス 2) 活性炭吸着剤使用

3) 回収率：60%以上 4) 電力原単位：0.32～0.35kWh/Nm³ CO₂ (PSA部)

5. 回収したCO₂の処理技術

回収したCO₂の処理・利用技術としては、前述の第3図に示す方法が挙げられるが、発生源から回収した大量のCO₂を処理できる可能性が高いのは、現時点では下記技術に限定されると考えられる。(第6表、第7、8図参照)

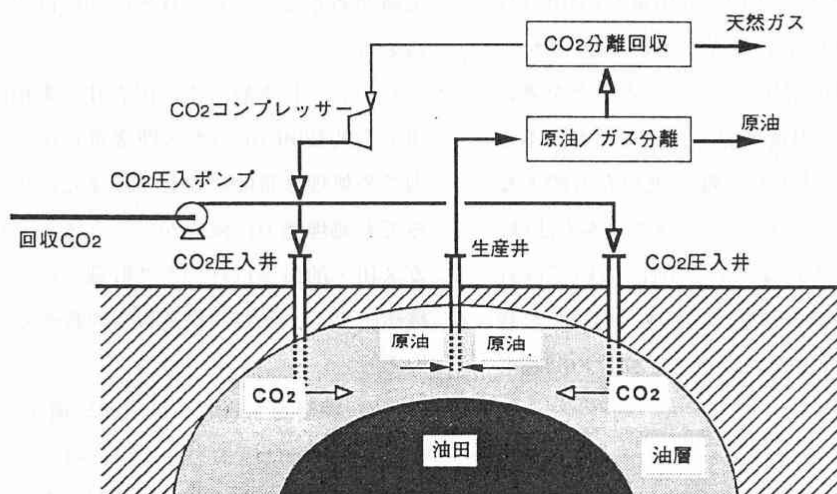
- ① 原油増進回収(EOR)への利用
- ② 地中処理
- ③ 深層海水吸収・深層海底還元

(1) EORへの利用

米国等で、CO₂を数千万t/y(推計)規模で使用している実績があり、技術的な問題はほとんどない。

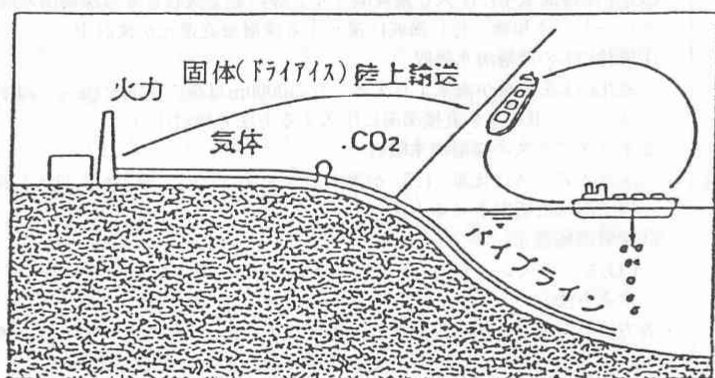
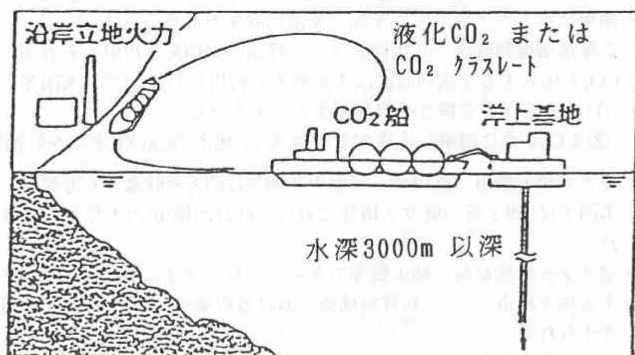
第6表 回収したCO₂の処理・利用技術の概要

原油増進回収 (EOR) への利用	・油層に水・ガス等で圧力を加え原油回収率を高める2次回収法で回収不能な油を回収する原油増進回収法(3次回収法とも呼ぶ)にCO₂を利用する方法。 ・CO₂を圧入する3次回収法は下記効果を利用したもので、米国等で実用化済。 ① 油にCO₂を溶解させ原油粘度を低下させる。 ② CO₂が水に溶解し生成する炭酸水で、地中のCaCO₃を溶かし油層内の空隙を拡げる。
地中処理	・廃ガス田・油田、鉱山跡、岩塩中空洞等にCO₂を貯蔵する方法。 米国では399ヶ所の廃ガス田等において計2120億m³の天然ガス貯蔵実績有り。(1979年時点) ・ガスシール性が高い粘土質等のキャップロック下に空隙率の大きい砂岩等貯留層が存在する地下構造・ドーム状背斜構造における貯蔵や、地下水中にCO₂を溶解貯蔵する方法も考えられる。 ・適地の選定、CO₂貯蔵時の周辺環境への影響評価が課題。
深層海水吸収・深層海底還元	・CO₂を深層海水中に圧入し重炭酸イオン等の形で吸収させる深層海水吸収と、CO₂をクラスレート(水和物)化し海底に還元する深層海底還元が検討中。 ① 液化CO₂の深層海水吸収 液化CO₂を比重が海水より大きくなる3000m以深の深海に圧入し海水に吸収させる方法。(ガス状CO₂を直接深海に圧入する方法も検討中。) ② ドライアイスの深層海水吸収 ドライアイスは比重(1.5)が海水より大きいため、海上から投入し深層海底に沈む過程で海水に吸収させる方法。 ③ 深層海底還元 CO₂をクラスレート化(水6～7分子の中にCO₂1分子を閉じ込める)し、海底に還元する方法。 ・各方法とも海水中の局所的なCO₂濃度上昇・PH変化等の環境影響評価が課題。 (クラスレートについても、安定状態では海水中へのCO₂の流出・PH変化等がないが、海洋中の温度・圧力変化とクラスレートの安定性との関係等を説明する必要あり。)



第7図 CO₂を利用したEORの概念図

出典：「エネルギーレビュー 1991.11」



第8図 CO₂の深層海水吸収・深層海底還元概念図

しかし、日本からのCO₂排出量が約10億t/y (約5000億Nm³/y)、世界のCO₂排出量が約200億t/y (約10兆Nm³/y)であることを考えると、今後の利用量増加を見込んでも、本方法がCO₂処理方法として唯一絶対なものとなる可能性は低いと言えよう。また、本方法は、石油資源に恵まれないわが国についてみれば、回収したCO₂を液化し、海外へ輸送した後利用する形となるため、コスト面での問題も予想される。

(2) 地中処理

米国において約2000億m³の天然ガスを地中(廃ガス田等)貯蔵している実績があり、わが国でも新潟関原ガス田に天然ガスの貯蔵

実績があることから、技術的問題は少ないと言える。

しかし、日本最大の新潟吉井・東柏崎ガス田でも約120億m³のガス埋蔵量しかなく、国内での処理は量的に難しく、また、世界的にみても処理能力に限界があると考えられ、廃ガス田・油田等以外のガス貯蔵に適した地下構造(ドーム状背斜構造等)の探査が課題となろう。

(3) 深層海水吸収・深層海底還元

CO₂を深海に圧入し海水中に吸収させる深層海水吸収法や、CO₂によるPHの変化等を防ぐため、CO₂をクラスレート(水和物)化し水分子の中にCO₂を閉じ込めた状態で海底へ還

元する深層海底還元法は、最も大きい潜在能力を有すると期待される。

しかし、海水中のCO₂の挙動や、海洋の循環等海洋現象については不透明な部分が多く、局部的CO₂濃度の上昇・PH変化等の影響評価など、十分な環境影響評価を実施する必要があると考えられる。今後は、学理的解明、続いて地上におけるシミュレーションを十分に行った上で実海洋における試験に進むべきであり、また、この段階では、国際的協同プロジェクトとして、各国の理解と協力の下に研究を進めることが求められよう。

以上まとめると、可能性のあるCO₂の処理方法としては、短・中期的にはEORへの利用と地中処理が、将来においては深層海水吸収と深層海底還元が挙げられる。

6. 今後の研究開発課題

地球温暖化防止技術としてのCO₂回収・処理技術の位置づけ、概要、研究開発状況等について紹介してきたが、最後に、本技術に関する今後の研究の進め方・課題等についての筆者の考えを以下にまとめたい。

- ① 工学的見地からは、発生源から工業的規模・速度でCO₂を回収できる技術の開発が求められる。
- ② 発生源からCO₂を回収する方法として、現在は、燃焼排ガスからの分離・回収のみを考えがちであるが、本稿で紹介した酸素燃焼法や燃焼前の分離・回収法も含め、幅広いサーベイを行う必要がある。(第7表参照)
- ③ CO₂の回収だけでなく、回収したCO₂の処理方法も含めたトータルシステムを考え、総合的なエネルギーの有効利用(回収CO₂の液化・クラスレート化時のLNG冷熱

第7表 想定されるCO₂回収技術一覧表(火力発電所を対象とした場合)

燃料種	発電方式	燃焼前の分離・回収	排ガスからの分離・回収	排ガスからの直接回収
L N G	ボイラ焚き	①化学吸収 ②物理吸収 ③吸着 ④膜分離	①化学吸収 ②物理吸収 ③吸着 ④膜分離	①酸素燃焼法
	複合発電			
	燃料電池C/C			
	MHDC/C			
石 炭	微粉炭火力	—	①化学吸収 ②物理吸収 ③吸着 ④膜分離	①酸素燃焼法
	常圧流動床			
	加圧流動床			
	ガス化複合発電	①化学吸収 ②物理吸収 ③吸着 ④膜分離	①化学吸収 ②物理吸収 ③吸着 ④膜分離	①酸素燃焼法
	トッピングサイクル			
	燃料電池C/C			
メタノール	MHDC/C	①化学吸収 ②物理吸収 ③吸着 ④膜分離	①化学吸収 ②物理吸収 ③吸着 ④膜分離	①酸素燃焼法
	生焚き			
	予熱複合発電			
	改質型発電			
石 油	燃料電池C/C	①化学吸収 ②物理吸収 ③吸着 ④膜分離	①化学吸収 ②物理吸収 ③吸着 ④膜分離	①酸素燃焼法
	生焚き			
	ガスタービン			

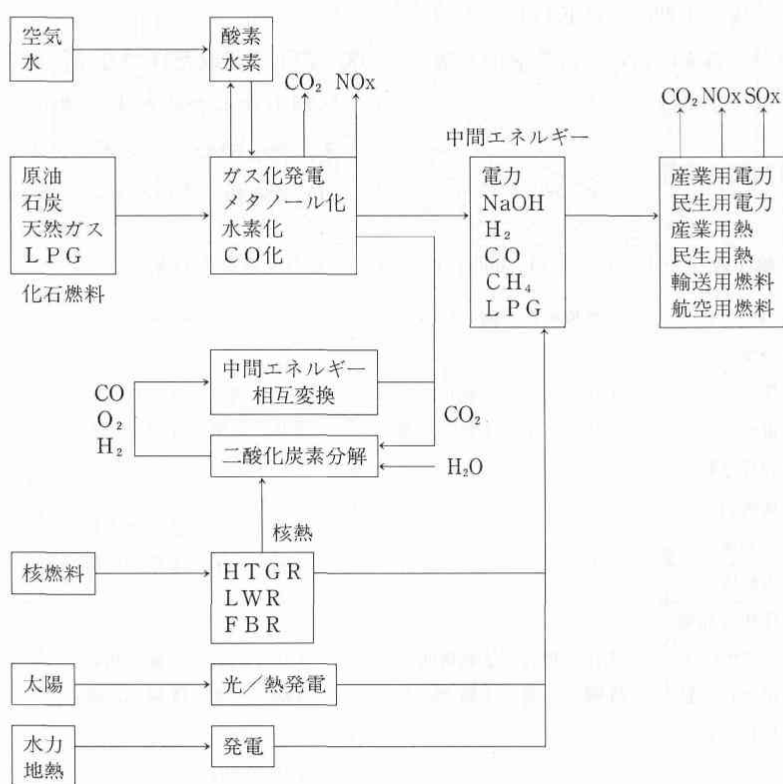
の利用など)を考慮した上で、各システムの質量収支、エネルギー収支、コスト見通し等を総合的に評価・比較して有望システムについて考察するとともに、各システムの研究課題を具体化・定量化していく必要がある。

- ④ CO₂の回収量や、回収したCO₂の処理・利用形態については、世界的な視点で量バランスを考慮し検討する必要がある。
- ⑤ CO₂排出量の削減目標・削減時期等が具体化するまでは、できるだけ多面的研究開発を進め、多くの可能性を検討することが重要である。(CO₂の回収量、回収時期等に

よっては、システムの優劣が逆転する可能性もある)

また、将来においては、特定の産業からのCO₂回収でなく、すでに提案されている統合型エネルギーシステム(第9図)のように、集中的に化石燃料をガス化した後水蒸気改質し、一定量のCO₂を燃焼前に分離・回収した後水素リッチガスを基幹エネルギーとして使用するなどの、トータルのCO₂回収法が有利となる場合も考えられ、その方面からの研究も必要となろう。

(かがじょう としまさ 主任研究員)



第9図 統合型エネルギーシステム概念図

ウェイト・フォーラム'91

パネル討論会

高レベル放射性廃棄物の処分と長期の安全確保

— 科学とコモンセンス —

蛭 沢 重 信

1. はじめに

ウェイト・フォーラム'91が、科学技術庁の主催、当研究所の運営により、平成3年2月13日、14日の両日、東京駒場のこまばエミナースで開催された。本文では、二日目の最後に行われたパネル討論会の概要について、主要と思われる部分を抜粋する形で報告する。

まず、始めに座長およびパネリストの方々を紹介する。

(座長)

鈴木篤之氏 東京大学工学部教授

(パネリスト)

マリー A. グレーバー氏

カナダホワイトシェル原子力研究所

チャールズ フェアハースト氏

米国ミネソタ大学名誉教授

パー エリック アールストレム氏

スウェーデン核燃料廃棄物管理会社理事

久保川俊彦氏

(株)野村総合研究所技術産業研究部次長

清水洋一氏 毎日新聞社論説委員

飛岡利明氏

日本原子力研究所原子炉安全工学部次長

橋本好一氏

動力炉・核燃料開発事業団理事

以上の方々により、約2時間にわたり「高レベル放射性廃棄物の処分と長期の安全確保—科学とコモンセンス—」と題して、熱心な討論が行われた。ここでは、その全記録を紹介するには余りにも紙数が足りないのので、発言の中から要点を取り上げるように努めた。従って、多くの有意義、かつ示唆に富む発言であったにも係わらず、その内容を充分正確に表せなかったところもあるかと思われるが、ご容赦願いたい。

2. パネル討論会概要

(1)鈴木座長：パネリストの紹介

初めに、各パネリストの方からどんなお立場でお話ししていただきたいかということをお願いしたいと思います。

最初にフェアハースト先生にお話をいただくかと思っています。現在アメリカで進められている高レベル放射性廃棄物処分の研究開発計画について、アメリカの学術会議(NAS/NRC)が中心となりまして、中立的科学者の立場から、その妥当性を評価した報告書が出されていますが、その検討作業は、フェアハースト先生が中心となってまとめられました。その内容につきましてお話しいただけたらと考えております。

つぎに、久保川さんは野村総合研究所の方

で、科学技術の社会的意義という視点からいろいろな仕事をなさっておられ、そういう観点から、特に今日いろいろな価値観の変化が見られる中で、高レベル放射性廃棄物の問題はどのようにとらえるべきかという観点からお話いただければと考えております。

つぎに、清水さんをご承知のように、毎日新聞の論説委員をなさっていると同時に、科学部長を務めておられまして、科学技術の今日的意義という点についていろいろと示唆に富むお考えをお示しいただいております。そういう広い観点から、高いお立場で、高レベル放射性廃棄物の問題についてコメントをいただければとお願いしております。

カナダのグレーバー博士には、本日午前のご講演に引き続きまして、Public Consultation Programに関する内容のやや補足的なご説明をいただければと考えております。

スウェーデンから来ていただきましたアールストレム博士には、スウェーデンにおいてもパブリック・アクセプタンスを得ていく上で、いろいろなご苦労をなさっていると思うのですが、そのへんについてご紹介いただけたらと考えております。

日本原子力研究所の飛岡博士は、原子炉の安全性、特にリスク評価のご専門家でいらっしゃるわけですが、ご専門の立場から高レベル放射性廃棄物の安全性をどのようにお考えになっていらっしゃるか、お話しいただけたらと思っております。

最後に、動燃事業団の橋本理事に、昨日のお話に引き続きまして、高レベル放射性廃棄物の安全な処分技術を中心に、技術的な観点に立って、今後の研究開発をどのように進めいただくのかということ、昨日のご講演

を補足する形でご説明いただけたらと考えております。

(2)フェアハースト氏：米国のプログラムの再検討

・「高レベル放射性廃棄物処分に関する再考。(Rethinking)」という題名の報告書は、過去40年にわたって発生してきている高レベル放射性廃棄物に関する米国のプログラムについて検討することがその目的でありました。

・結論としては、米国のプログラムの特徴は、スケジュールについても技術的な仕様についてもかなり硬直している点であるということになりました。すなわち、事前に詳細に規定された取り組み方をしており、そのゴールと基準は明確にされています。処分場の計画立案および操業にある種の信頼が生まれるように設計されていて、もしプログラムが仕様通りに実行されれば、行政あるいは法的な見地からみると極めて強力なものです。以上述べたことがプラスの側面であって、確かにいくつかの利点を持っています。にもかかわらず、私共は、このようなアプローチは放射性廃棄物のタスクには極めて不適切であると結論しました。私共の報告書では、他の国の場合と同様にもっと柔軟に実施すべきであると勧告しています。生物圏から放射性廃棄物を安全に隔離するという全体的な目標には変わりはありませんが、これまでと違ったアプローチのほうが良いのではないかと感じています。

・過去10数年にわたりサイトの特性解析および岩盤特性の定量化に従事してきた技術者および科学者らは、ここに至って精度の高い定量値を得ることが不可能であることに気付いています。測定値自体の不確かさおよび将来に向けて長期にわたり外挿することの不確か

さは大きなものになります。不確かさが大きいことは公衆に懸念と心配を呼び起こします。

・本報告書では、関係する当局および各科学者らがもっとオープンにかつフェアであることが必須であると強調しています。非常に頻繁に使用されている単語として、「透明な、わかりやすい（“Transparent”）」という言葉が挙げられます。私共が今行わなければならないことは、一般市民に対してもっとオープンにすることであります。報告書はさらに、廃棄物隔離について国際的に協議しかつ対話を進めることを強く主張しています。

(3)久保川氏：社会環境の変化と原子力

・まず第一点ですが、今原子力界が直面しているいろいろな問題、これは原子力の失敗なのではなくて、恐らく日本の社会自体が進化した、変化してきた、高度化してきた、ということからもたらされているのだと思うのです。社会自体が大きく変わったのだと考えるべきです。社会の変化の一番のキーポイントにあるのは一般の国民の価値観が、簡単に言えば物の豊かさを重視することから、心の豊かさを重視する、そういうふうに大きくシフトしたということです。そうすると、パブリック・アクセプタンスと言った場合、今求められているのは、逆に原子力側の人々が公衆の価値観をアクセプトする。主客を180度変えなければならないのではないかと考えています。

・2番目に、物の豊かさの時代には、物的な物に則した価値でしたが、今求められているのは、サービスの付加価値、そして、それに萌芽的に出ているシンボリックな付加価値、文化的な付加価値、あるいは個人の生き方にとって意味のある付加価値になってきたとい

うことだと思います。ゆとり社会に対応した、人間を中心にした価値創造、といったものに産業、企業が力を結集しなければならない、という大きな流れにあると思います。原子力技術が取り組むべき価値も、安く安定的にエネルギーを供給するということから、安心できる、安心感がある、親しみやすい、使いやすい、すぐれた労働環境である、あるいは有能な人材が集まるとかいうように、従来は、技術が対応すべきものではないとされてきたような価値についても、原子力技術がかかわらざるを得ない時代になっているということだと思います。

・3番目に、こういった価値は非常に漠然としています。技術者の目から見ると、それは技術の課題ではないように一見見えるわけですが、これこそが、1990年代から2000年にかけて技術が対応すべき大きなテーマなのではないかと思います。もはや、軽くしたり効率よくしたりということだけでは不十分なのだという認識が必要かと思います。そうして、こういったふわふわしたものに対応する技術として、私どもは、ハイテクと生身の人間との間に介在すべき技術、ヒューマン・テクノロジーというコンセプトを提案しています。地質だとか、放射性物質だとか、材料だとか、そのことはばかり研究していたのでは見えないはずで、人間そのものにも関心を向けなければならない、勉強しなければならない、理解しなければならない。

・結論的に申しますと、こういった市民の関心事項の中から具体的な技術的課題をつかみ出してそれを解決する。これが今、原子力技術者、あるいは地層処分の研究開発に課せられた使命なのではないかと思います。

(4)清水氏：わかりにくい我が国の進め方

・率直に言いまして、一般の国民は高レベル放射性廃棄物については、かなりの不安を持っているのではないかと思います。昨年9月に行われました総理府の世論調査を見ましても、半数以上が原子力は必要だと見ているのですが、国民の90%が原子力に不安を持っています。その不安の理由の中に、放射性廃棄物の処理・処分、管理に対する不安が38%ぐらいある。それではなぜ国民が高レベル放射性廃棄物に不安を抱いているかという、日本人はそもそも広島、長崎が原子力の出発点でありますから、放射能に対しては非常に敏感であるということがあります。加えて、1万年のオーダーで有害であり続けるようなゴミは、今まで人類が経験したことの無いゴミであり、本当に処分できるのだろうかという疑問を持つのは極めて自然なことだと思うのです。

・現実を見ますと、日本に39基の原子力発電所があって、どんどん核分裂生成物はできていくわけです。また、2～3年すればフランスから返還廃棄物が日本に戻ってくる、という現実があるわけです。そうしますと、原子力に反対だとか賛成だとかにかかわらず、とにかく日本の問題としてこのゴミをなんとかしなければならぬ。そういう現実が今あるということだと思います。とにかく日本として何かしなければならぬことは、恐らく反対派も賛成派も理解すると思うのです。

・今の進め方は、高レベル放射性廃棄物をガラスで固めて、安定した地層の地下に埋める。それで安全なんだ。安全なんだから国民の皆さん納得してくださいと、ごく大雑把に言えばそういう進め方だと思うのですが、ほんとにゴミが1万年のオーダーで完全に人間から

隔離しておけるのかどうかということは、そう簡単に納得できないと思うのです。専門家が安全だと言ってるんだから信じなさい、というようなやり方ではもはや今は通用しないと思います。特に、推進者の専門家による評価で安全だと言ってもなかなか国民は信用できない、信用しない、そういう状況に今なっていると私は感じます。

・実際にそれではどういう処分方法があるかということ、いくつか代表的なものを決めて、それぞれのプラス・マイナスを、いくつかの方法について、やはり国民に知らせ、その中でどれを選んだらいいか、国民とともにそれを選んでいくというような方法が必要だと思うのです。

・実際にどういう方法があるかと言いますと、常識的に考えて私は4つの方法があると思っています。

1番目は、何もしない方法。100年間ほど置いておいて、そのうちに科学技術が進んで何かいい方法が出てくるだろう、という問題先送り型、無責任型の方法。

2番目は、今やっている陸地に捨てる方法。

3番目は、海底に捨てる方法。

4番目は、宇宙に捨てる方法。

そういういくつかの方法について、中立な第三者的な機関が、テクノロジーアセスメントをその4つについてきちんとやって、それぞれの4つの方法についてプラス・マイナスを示す。それで専門家としてはこの4つのうち、これこれこういう理由でこの方法が一番いいということを国民にわかりやすい形で示して、それでなおかつ国民の意見を聞く。そのような決定のプロセスで処分方法を選んでいくことが、今のやり方よりは国民の理解が

得られるのではないかと思います。

(5) グレーバー氏：社会科学的研究

・カナダで廃棄物管理プログラムが開始されて間もない頃、AEC L(カナダ原子力公社)は、研究開発を進めていく上で公衆の参加を得ることが必要な2つの問題に直面しました。それは、地質学的野外調査エリアの取得とURL(カナダの地下研究施設)の開発でした。これら2つの活動に対して公衆の支援を得るためにAEC Lが試みた経験から、成功するための鍵となる要因は、地元の問題および懸念を識別し把握することであることと、こうした懸念を解消しあるいは解決するためのメカニズムを開発することであることが示されました。

・公衆協議プログラムを通して学んだ最も重要な教訓は、信頼性を確立し、さらに相互信頼を生み出すことの必要性でした。これらがなければ、協議の成果が受け入れられる可能性はほとんどありません。AEC Lが市民団体の信頼性を獲得できたのは、4つの主な活動によります。まず第1には、情報提供を行ったり、公衆に私共の作業現場を見学してもらう際に、例えば、研究施設およびURLに団体を招いて見学してもらい、研究開発を行っている科学者と直接話をしてもらうなど、極めてオープンにしたことが挙げられます。第2に、協議プログラムに参加した人たちの熱意と信頼があげられます。カナダでは公的機関の科学者らに寄せる信頼は非常に厚いものがありますので、技術的専門家にも参加してもらいました。第3に、公衆協議プログラムで追跡すべき約束もありました。公衆協議が短期プロジェクトではないとする認識です。最後になりますが、AEC Lが積極的に

公衆の憂慮に関わることも必要でした。憂慮を解決するという約束をすることは、情報を提供する機会を得たということだけではなく、彼らが提供した情報がプログラム開発で検討されることを意味していました。

・私共が得たもうひとつの教訓は、協議プログラムを柔軟なものとすることの重要性です。私共は、例えば、労働団体、農業団体、女性団体、環境団体、宗教団体、医療組織および地域社会組織さらに奉仕団体など、種々の団体と協議を重ねてきました。そこで、各団体の求めているものや関心を満足させるため、その精神基盤を把握し、考え方に敏感にならざるをえませんでした。また、市民組織の持つ時間、人的な力、および予算といった面の制約を認識しそれに対処することが重要でした。

・さて、この辺で、話を転じようと思います。公衆の参加によって、情報の交換および公衆からの情報を方針決定プロセスに組み入れることが、公衆協議の重要性であると言えます。公衆に影響を及ぼす決定に公衆が直接参加することで、方針決定者および決定そのものに対する信頼性を高めることになります。AEC Lの場合、公衆協議によって廃棄物管理プログラムだけではなく、組織全体が高い信頼を得ることができました。公衆協議は、市民が影響を被ると考えているプロジェクトについての方針決定プロセスに参加したいという欲求をかなえることになります。公衆協議のおかげで明確に重要問題を識別しそれらを事前に検討しておくことになります。

(6) アルストレム氏：スウェーデンのアプローチとPA

・パブリック・アクセプタンスについて考え

ますと、まず重要な問題は施設立地ということになります。スウェーデンで既に稼働している廃棄物管理施設に対するパブリック・アクセプタンスを得るにあたって、私共は非常にポジティブな体験をしました。CLAB、フォルシュマークの処分場および新規の地下研究施設は私共の予定通りに立地されましたが、各サイトについて長い時間をかけて公衆とディスカッションをしてきました。しかし、パブリック・アクセプタンスによる計画の遅れはありませんでした。地元の極めて小さい組織を除くと、私共は、これらの施設の全サイトの地域住民と極めて良い関係を保ってきたというのが私の印象です。

・採択することのできるのはたったひとつの決定であり、サイトの処分場となる将来の運命が直ちに決まってしまうというような運命論的な決定のタイプであり、別の回り道がないと、多くの人が考えているという印象を私は受けました。私は、これは極めて誤った考えであると思います。決定とは、実際にサイトにおいて処分場を閉鎖するまでの長期にわたるプロセスであります。また、処分場として実際にスタートするまでも、当該処分場の安全性を評価する世代が2～3世代にもわたることになるというプロセスです。

・長期間の安全性を予測することについてみると、科学者がしばしばそれは可能ではないと論じていることが挙げられます。しかし、私共が生み出した放射性物質は天然にも存在しますし、その一部は、地球が誕生して以来存在してきているものです。安全評価の重要な部分は、これらの放射性物質が処分場を建設しようとしている地質環境においてどのように挙動するのかについて研究するこ

とです。従って、ナチュラル・アナログ研究および処分場の安全解析に使用しているモデルが同様に天然の元素の自然界における挙動をも説明するために使用可能であるかどうかを調べることに大いに努力しています。このことは、アクセプタンスを得るために私共が伝えるべきまた別の重要なメッセージであると考えています。

・第3の問題は、スウェーデンでも検討されましたが、回収可能性について様々な意見があることです。一部の人は、人間の侵入を処分場にとっての脅威とみなしています。また一部の人は、処分場の修復および調整のためにモニターが可能であるべきだと意見を述べています。しかし、廃棄物の回収に戻り最初に誤った処置をしたものを矯正するということはきわめて難しいので、おそらくこのような処分場は良い施設とはいえないであろうと思います。

・第4の問題は大規模事故です。処分場から瞬時に大量の放出が起こるようなシナリオは全く考えられません。また誰もこれまで私に対してそれを示すことができた人もいませんでした。しかし、多くの人がそのように考えていると私は思っていますので、こうした大規模事故が起こり得るとの考えに対して挑戦しなければならないと思っています。

(7)飛岡氏：原子炉の安全性の専門家の立場から見ると

原子炉の規制に関して、安全性という観点で恐らく高レベル放射性廃棄物よりもかなり長い年月の経験を持っている側からして、廃棄物についての安全評価、あるいは安全性の考え方について、我々がどう思っているか、私の個人的な意見を述べさせていただきたい

と思います。

・まず基本的に、廃棄物処分のリスクは、原子力発電所のリスクに比べると十分小さい。恐らく3桁とか、あるいは場合によっては4桁ぐらい小さい。大事故の可能性が極めて少ないということ、あるいはそのプロセスが極めてゆっくりしていること、回復操作が十分とれること、あるいは原子力発電所では常に考えている、エアを通じての拡散経路みたいな経路がないこと、等々、極めてたくさんの利点が廃棄物処分の方には存在する。こういう利点をもっともっと宣伝され、あるいは生かされる必要があるのではないかと考えます。

・我々が工学的に判断ができるのはせいぜい40年ないし60年だと私は考えます。その中でも多段階の規制がいろいろな意味でとられている。我が国では定期検査という形でやっていますが、昨今世界各国では、ペリオディカル・セイフティ・レビュー（定期的安全評価）という形で、3年ないし4年ごとにレビューしていくというアプローチをしていることはご存じのとおりだと思います。こういうアプローチを廃棄物処理・処分の体系の中で、どういうふうに、独自の体系として生かしていくかということを皆さん方も少しお考えになる必要があるのではないかと気がいたします。

・ある短い、限られた期間では、障壁の同定であるとか、その成功、失敗の判定が容易であるが、廃棄物処分が持っている不確実性、あるいは長い長い年月をどのように評価するかということが必要ではないかという気がします。

・4番目に、安全性を考える上で、リスク目標、あるいはセイフティ・ゴールというコン

セプトが極めて必要だと思います。しかし、これはいろいろな意味で検証が極めて難しい領域であって、国民、あるいは公衆にはなかなか理解していただけないし、多分未来永劫理解できないのではないかという気さえいたします。専門家の間では極めていいツールですが、しかし、今まで原子力発電所の分野では、規制の道具として使われてうまくいったという例は極めて少ない。廃棄物処分の方では、どちらかというと、このリスク・ゴールのなアプローチがだんだん使われていくということは我々としては極めて興味深い話ですが、果たしてうまくいくかなという気がいたします。

・つぎに、リスク評価、あるいは安全評価という観点から考えたときに、廃棄物処理・処分の場合には、不確実さの同定と定量が難しい、特にモデル構築の問題、あるいは入力データのパラメータの問題、最後に一番問題なのは完全性—モデルそのものの完全性—の欠如の問題、このへんをどのようになさるのか極めて難しい問題があるのではないかと思います。

・6番目に、裾切値の問題があります。放射能のレベルだけではなくに、発生頻度、発生確率という概念で、裾切値を勇気を持って導入しなければいけない。そうでないと論理が構築できないだろうと思います。いくつかの廃棄物処理・処分の特徴、例えば放射能は1人歩きしないで、移行するだけである、プロセスは極めてゆっくりしている、回復操作もきく、というようなことを十分考えに入れて、かつ最初に申しましたリスクのレベルが極めて低いということをご勧案の上、独自の廃棄物処理・処分のトータルのセイフティ・フィロソフ

ィーというものを早く構築されることが、多分いろいろな意味で役立つでしょうし、PAにも役に立つのではないかと私は考えます。

(8)橋本氏：高レベル放射性廃棄物固有の安全性と地層固有の安全性

高レベル放射性廃棄物の地層処分の研究開発を進めております立場に立って、高レベル放射性廃棄物が固有に持ちます安全性と、それから地層固有の安全性を分けて考えてみたいと思います。

・高レベル放射性廃棄物のガラス固化体につきましても、適切な定置場所を選び、適切に封じ込めれば人工バリアの性能が維持される期間、例えば今後1000年以上とか、もっとそれ以上の長い間、安定な性状、そして形状を維持する見通しがつきつつあるということが言えます。概括的な仕様の1例として、核種を溶かし込んだガラスを5mm厚さのステンレス鋼の容器の中に入れることを考えております。これを30cmの厚さの炭素鋼製のオーバーパックの中に閉じ込め、さらに30cmの厚さのベントナイトという粘土で囲みます。

・地層固有の安定性について、地下深部の地層は一般的に地表に比べて遙に外的な要因によります影響を受けにくいということが言えます。極めて長期にわたって安定している地域も広く存在していることは、地質学的に知られております。日本にあります鉄や銅、鉛、亜鉛等の金属資源は約数千万年前にできたものが多いわけですが、母岩の地層はこれを安定に包み込み隔離しております。堆積岩では、それが形成されました時代の動物や植物化石がきちんと保存されていることが多いわけです。

・地震多発地帯とか火山帯は既によくわかっている、また、資源の分布についてもかなり

精度よく把握されているということがいえます。そこで、既に知られているこれらの場所は、あらかじめ避けることが出来るわけです。地震については、地上と地下では揺れが大きく違い、地下の方が遙に影響が少ないということが知られています。

・高レベル放射性廃棄物は、一般的には再び取り出されることはないと仮定し、放射性核種と毒性は、壊変による減衰と、漏洩によって減衰すると考えております。この際、放射能及び毒性の大きさがリスクの支配的要因ということではなくて、放射能が生態圏に達する実際の経路とメカニズム、確率、そしてその放射能をある地下深度毎に把握すること、特に、生態圏にいたる放射能レベルの体系的な解析評価が、最も重要だと考えております。

(9)地層処分のアプローチ

鈴木座長：

このパネル討論の中で、特に久保川さんと清水さんから、現在の高レベル放射性廃棄物処分に関するやり方というのは、一般の人から見るとわかりにくいし心配なのではないかというお話があったかと思うのですが、スウェーデンでは如何でしょうか。

アールストレム氏：

わが国はこれまで、スカンジナビア・シールドの上にあらゆる種類の施設を建設し、採掘およびそれに類似のことを行い、1970年代の中ごろには既に沢山の経験をしましたから、地質学的技術を開発できるとの確信を得ていました。スウェーデン国内で廃棄物を処分すべきかどうかの問題に関しては、私は公衆の85%以上の人が前回の選挙でイエスと回答したと思っております。私が思うに地層処分を行うべきであるということ是不変であ

り、しかもこれは受け入れられていると思います。しかし、いつ開始すべきであるかについては意見が分かれています。いつ始めるかが問題です。

2010年までに原子力発電所を閉鎖するという議会の意志に沿って停止する前に当該技術を適用できるサイトを指定することが私共の責務であると感じています。したがって、私共は精力的に開発を進めなければならない、その後は、この技術の実行を2010年に生きている人々に委ねます。彼らが、決定を下し、その技術を実行することになるでしょう。

(10)柔軟なアプローチ

鈴木座長：

例えばもっと柔軟なやり方を、実際の処分というアクションをとるまでに20年以上もかけるプログラムになっているというような、そういうご紹介がございました。これほどまでに十分に時間をかけるアプローチというのは、原子力の世界でも非常に珍しく、例外的なやり方だと思います。そういうアプローチを高レベル放射性廃棄物処分の問題でとっている。この点について如何でしょうか。

久保川氏：

日本の原子力界を貫いているのは必要性の論理ですね。それはエネルギーが必要だから、原子力が必要だから、あるいは廃棄物処分場が必要だ。必要だ、必要だといって、必要性でどんどんいくというロジックですね。

しかし、十分性の論理については、最後は国民とか公衆とかユーザーとか生活者が関与しなければ決まらないのです。

では十分性の論理というのは何かとなると、実は私も答えを持ち合わせていないのですけれども、具体的にカナダやスウェーデン

でやられている、ボランティアをサイトの選定に参加させるというような話がありましたが、そういったことは具体的な十分性へのアプローチというか、それを実現する一つのアプローチじゃないかと思います。

清水氏：

確かに日本に比べるとかなりましだと思います。国民がある程度意志決定に参加するようなメカニズム、それからもう少し幅広い層の人たちで意志決定すると言いますか、どうしても日本の場合は推進者だけの意志決定が上からおりてくるという印象が非常に強いんですね。それは改めないといけないと思います。

(11)リスクについて

鈴木座長：

リスクという観点から、こういう高レベル放射性廃棄物の問題を議論するということについてどんなお考えをお持ちですか？あるいはカナダではそれをどのようにお考えになっているか、ちょっとお話いただければと思います。

グレーバー氏：

放射性廃棄物の処分に関連して、公衆に対してリスクの話をすることができることが課題であると信じています。

私共は、過去において時折、公衆が日常生活で遭遇しているその他のリスクとこのリスクを比較することができることを見いだしました。そこで、私共は、公衆が最も快適に感じるのはどのようなタイプのアナログであるかについて調査したいと思いました。

リスクが識別されるのは、リスクが極めて高い場合のようです。話が分かりやすくかつ信じてもらえるように正確な意味でのリスク

とは何であるかを伝えることは意義のある仕事であり、私共は、この研究を続けているところ です。

飛岡氏：

基本的に私はリスクに関しては、しばらくはまだコミュニケーションができないというほうにかけておりまして、例えばたばこですらやっとこの頃少し話が進むようになってきたと思っています。

(12)まとめ

鈴木座長：

今日のパネルにつきまして簡単なまとめをさせていただきたいと思います。

私は、結論として三点ぐらいにまとめられるような気が致します。

一つは、今日のパネルの中で、清水さん、久保川さんを中心にご指摘のありました、現在のやり方が原子力の外から見ているとやはりわかりにくいし、なお心配な部分がかなりある、ということがあると思います。この点は原子力関係者、高レベル放射性廃棄物の地層処分に携わっている方々がやはり素直に受けとめるべき問題ではなかろうかと思えます。ただし、今回のパネルで、アメリカ、カナダ、スウェーデンでは、そういう点について真剣に取り組んでいらっしゃるのご紹介がございました。特に、例えばカナダのアプローチなどは、そういう意味ではかなり参考になるということではなかったかと思えます。我が国としても、そういう外国の状況や努力を十分参考にしながら、我が国なりのアプローチを探していく必要があるかと思えます。これが第1点です。

第2点は、それにしても地層処分というものが本当に妥当なのかどうかということにつ

いてはやはり広くご理解をいただく必要があるわけですし、清水さんがご指摘のように、ほかのオプションと比較してみるとどういうことになるのかといったことを、もっとわかりやすい形で、いろいろなレベルでスタディをし、それを皆さんに見ていただく努力が必要かと思えます。そういう努力と平行して、処分に対する技術的な信頼感を得るということがやはり1番大切なことではないかという気がいたします。例えばフェアハースト先生、飛岡さん、あるいは橋本さんから地層処分特有の問題として、非常に長期的な現象であり、それについては不確実性がどうしても伴う。それをどう評価するかということが大事だという話でしたが、これは逆の言い方をいたしますと、そういうものをいかに精度よく皆さんにご納得いただけるレベルまで信頼性のあるものとして技術開発を進めていくかということにつきますかと思えます。私の理解では、スウェーデンで現在計画が進んでおりますハード・ロック・ラボラトリー、あるいはアメリカのウェイスト・アイソレーション・パイロット・プラント(WIPP)―このWIPPはアメリカの環境保護庁の許可が出たようですから、近々具体的に、試験的な処分が始まるのではないかと期待されています―などによる実際の経験を通じて信頼感を得ていくということが非常に重要だと思います。我が国においても、そういう観点から、地下研究施設ができるだけ早くできることが必要なのではないかという気がいたします。

それから第3点は、やはりほとんどの方々からご指摘のございました柔軟性、すなわち慎重にやっていくということではないかと思

います。そういうことをやることによって一般の方々のご理解を得ていく。それには十分時間をかける必要があるということではないかと思います。つまり、コミュニケーションが非常に重要だということが、全員のパネリストの方々から指摘があったと思います。

十分まとめられなかった部分もあろうかと

存じますが、以上をもちまして、今日のパネルの結論とさせていただけたらと思います。パネリストの方々には熱心にご討議をいただきましてありがとうございました。皆様方の拍手でパネリストに謝意を表したいと思います。(拍手)。

それではどうもありがとうございました。

(ひるさわ しげのぶ 主任研究員)



リスク・マネジメント —コミュニケーションの「場」と決定の「場」—

浅 見 政 江



はじめに

リスク・コミュニケーションおよびリスクに関する（意志または政策）決定の「場」についての議論に入る前に、リスク・マネジメントの概念について言及しておきたい。

「リスク」の定義についてはここで改めて論ずるまでもないと思われるが、「リスク」を「マネジメント」とするという題目で議論を展開する以上「リスク」の代表的な定義を紹介しておくこととする。当然のことながら、研究者により「リスク」の定義は異なる。しかし、LOWRYによる「人の健康、資産およびシステムの機能に障害をもたらす事象の起こる確率とその結果の尺度」とするリスクの定義は代表的なもののひとつで、これを簡潔に数式化すると、 $\text{リスク} = [\text{有害な事象の生起確率}] \times [\text{結果の程度}]$ とすることができよう^①。リスク・マネジメントとはこのように定義されたリスクを文字通りマネジメントすることであるが、ここでいうリスク・マネジメントとは、科学的、技術的にリスクを減少させることのみを意味するのではない。「マネジメント」は、何らかの意志決定がなされることを意味しており、それは純粹に科学的または技術的側面に関するものだけとは言い切れない。なぜなら、ほとんどすべての科学技術は

多かれ少なかれ人間社会と共にあるものであり、「リスク」を「マネジメント」することは、とりもなおさず社会的側面をも考慮した上で「リスク」に関して何らかの意志決定を行なうことといえるだろう。この場合の意志決定者はリスク・マネージャーであるが、決定事項は社会的に容認（accept）されるようなものでなければならない。しかしこれはあくまで理想的状態を指すのであってリスク・マネージャーの決定が社会的に容認されない場合も当然あるはずで、そのような場合には決定にかかわる様々な社会的なリアクションがリスク・マネジメントのプロセスにフィードバックされうるようなシステムなり体制が整備されていることが望ましいことはここで言及するまでもない。

次にリスク・コミュニケーションとリスク・マネジメントの関係について述べておきたい。本稿ではリスク・マネジメントを、リスクに関して、社会的側面をも配慮して何らかの意志決定がなされることという前提で議論している。社会的側面を配慮するためには、社会生活を営む一般の人々との意見交換、すなわち多くの研究者や実務担当者が指摘するように双方向（two way）のコミュニケーションが不可欠であり、リスクに関する情報がオープンであることが求められる。つまりこ

ういった社会的側面を重視したプロセスと科学的、技術的な側面でのマネジメントプロセスがリスク・マネジメントの2本柱として存在するわけであるから、リスク・コミュニケーションはリスク・マネジメントを行なう上での重要な構成要素と捉えて差し支えないと思われる。すなわちリスク・マネジメントはこうした一連のプロセスの総称であるといえる。

以下でリスク・コミュニケーションの「場」と決定の「場」について議論していくが、ここでいう決定の「場」とはリスク・マネジメントプロセスの最終段階という意味合いである。具体事例として昨年スイスで実施された原子力発電所に関する国民投票などに言及しながら「場」の問題について考察してみたい。

スイスでの国民投票^②

1990年9月23日、スイスにおいて原子力発電に関する国民投票（投票に付された案件は原子力発電問題だけではなくその他の案件もあった）が実施された。日本でも主要新聞が報道するなどして記憶に新しいところであるが、投票の結果10年間の原子力発電建設凍結（モラトリアム）案が採択された。この国民投票では原子力発電（および原子燃料処理施設）を早期撤廃するという案件についても賛否が問われたが、これは否決された。スイスにおいて原子力発電に関する国民投票が実施されたのは実はこれが3回目で、1979年、1984年にも実施されており、過去2度はいずれも反原子力発電に関する案件は否決されている。

現在でも直接民主制の伝統を強く受け継ぐスイスでは国民投票が政策決定プロセスで非常に大きなウェイトを占めている。昨年9月の国民投票に先立ち、スイス連邦議会下院

（Nationalrat）は国民発案（イニシアティブ）で国民投票の案件となった原子力発電（および原子燃料処理施設）の早期撤廃案を118対62、モラトリアム案を102対76で否決している（1990年2月8日）。この決定を受けてスイス連邦政府は国民投票で両案件が否決されることを期待する声明を発表していたのだが、国民投票の結果モラトリアム案が採択され、これが議会を拘束することとなり、議会は憲法改正を行なうとともに関係立法整備に入った。スイスの国民投票は連邦憲法の改正について実施されるものであり、原子力発電に関する2つの案件も憲法の条文を具体的にどのように変更するかといった形で提案されたものだった。

以上が非常に大雑把ではあるもののスイスにおける原子力発電に関する国民投票の概要である。ここでリスク・コミュニケーションおよびリスクにかかわる決定の「場」の観点からこの国民投票を見つめ直してみると、スイスの国民投票はリスク・コミュニケーションのひとつの「場」を提供していると言えるだろうか。反原子力を主張する個人や団体の発案によるイニシアティブはリスク・コミュニケーションを展開する上でのカウンターパートであり、推進側、反対側の主張の相違を際立たせるのに効果的であったといえるだろう。

すなわち、反原子力の2つの案件が国民投票に付されることが決定してから、すでに言及したようにスイス連邦政府は国民に対してこの2つの案件に反対投票をする旨のキャンペーンを展開した。政府は反対の理由として早期撤廃案については、①原子力発電というオプションは維持すべきだ、②原子力エネルギー

ギーに代わる適当なエネルギーはない、③電力の40%を原子力発電に依存するスイスでは、早期撤廃案は経済的に深刻な影響を及ぼす、④チェルノブイリ事故後、徹底調査を通じてスイスの原子力発電所の安全性は再確認された、⑤原子力発電の危険性は管理次第で最低限にできるが、外国の原子力発電所に依存することはその管理を放棄したことになる、⑥原子力は地球温暖化を防止する手段である、⑦中・低レベル放射性廃棄物の管理は可能である、⑧冬の電力需要を賄うためにスイスは電力輸入国となる、と主張し、さらにモラトリウム案に反対する理由として、①モラトリウムは原子力発電所廃止への第一歩である、②10年間のモラトリウムは新規の原子力発電所が20年間運転しないことを意味する、③原子力の専門家の技術力、意欲を損なう、④モラトリウムはエネルギー問題の解決にはならない、⑤エネルギー政策の柔軟性を損なう、とする見解を明らかにしていた。

これに対して案件の提案者サイドは、早期撤廃案について、①新規の原子力発電所の建設、既存の原子力発電所の立て替えは認めず、2030年までに原子力発電所を段階的に廃止する、②チェルノブイリ事故から得た教訓として、全人口の40%が原子力発電所から30km以内に住んでいるスイスで原子力発電所に事故が発生したら、その影響は測り知れないことは明らかだ、またモラトリウム案に対して提案者サイドは、①現代の科学では原子力の安全性は十分だといえない、第二のチェルノブイリは起こりうる、②現在事実上モラトリウム状態が続いており今後も継続すべき、と主張した。

こういった両者の見解を基軸として、産業

界、各政党がそれぞれの立場で原子力発電所問題についての見解を明らかにしていった。特に電力業界は大規模な資金を投じて反原子力イニシアティブの大キャンペーンを展開し、またスイス最大の化学コンツェルン、チバ・ガイギー社長A. クラウアー氏などは「(原子力による) 40%の電力を放棄するなど気違い沙汰だ」と公言していた。メディアも論陣を張り、スイス東部ドイツ語圏の中立系日刊紙ノイエ・ツェルヒャーは国民投票の前日9月22日、「幻想のないエネルギー政策」と題する社説を掲載し、「原子力オプションの保持」を主張した。

まさに百花繚乱、様々な主張がさまざまな観点から述べられたといえる状況だったのである。このようにロジックをもった意見が公衆に提示されることがリスク・コミュニケーションでは非常に重要なのではないかと筆者は考える。リスク・コミュニケーション戦略として正確な情報を公衆に提供すべきという主張は正鵠を射ているが、専門家とそうではない人々とのパーセプション・ギャップが大だと指摘されている科学技術分野での情報提供は正確無比なデータだけでは充分とは言えないと思うのである。なぜなら、筆者も含めて科学技術の専門家以外の人々に提供されたデータに対する安全か危険かの価値判断を求めるのは酷というもので、これはデータの公開ではあってもリスク・コミュニケーションの題材の提供とはなっていないと思うのである。情報の公開はリスク・コミュニケーションを展開する上での大前提であり、必要不可欠である点では異論はない。しかし効果的な双方向のリスク・コミュニケーション実現のためにはこれだけでは不十分

で、提供する情報の内容、提供するタイミング、提供する対象など、様々な側面が考慮されなければならない。

スイスの今回の国民投票の場合、国民投票に至るまでの過程で様々な意見、見解が述べられ、一部では議論も交わされたこと自体がまさにリスク・コミュニケーションの「場」が提供されていることだと言えるし、リスク・コミュニケーションの「場」に提供された様々な意見、見解が直接コミュニケーションには参加していなかった人々に対しても判断材料を提供したはずであり、この間接的効果も含めると、スイスの国民投票はリスク・コミュニケーションの「場」としてある程度評価できるのではないだろうか。かつ国民投票はイニシアティブという形で様々なオプションが提供された個人的意志決定の「場」であり、個人的意志決定の結果の総和が社会的意志決定の「場」となっている。スイスの国民投票という制度が等しくスイス国民に対してコミュニケーションの「場」を提供し、かつ決定の「場」を提供していると言えるだろう。換言すれば、国民の直接参加を通じた民主主義プロセスが機能しており、民主的意志決定プロセスのひとつのモデルと言えるだろう。しかしそのスイスにあっても問題がないわけではなく、国民投票での投票率が低迷しているという問題点を抱えている（1990年9月の国民投票での投票率は39.2%）ことも指摘しておきたい。

社会的な合意を取り付けることがリスク・マネジメントの重要な課題となっている。そのためにはまず社会的合意を形成する「場」が設定されているのか、また合意を形成するのに不可欠なコミュニケーションの「場」が

あるのかといった問題もまた真剣に議論されるべきだと思う。事例としてとりあげたスイスの国民投票は、問題点は抱えているにせよイニシアティブの自由を、そしてコミュニケーションの「場」と決定の「場」を国民に提供し、それを保証している。そして制度としても個人の意志決定の総和の結果がどのように政策に反映するのかを明確にしている。リスク・マネジメントの観点からみても、このような制度の明確さは公衆のなかに信頼感を培い、マネジメントを実施する上での安定要素となりうると言える。国民投票のポジティブな面をやや強調し過ぎたかとは思いますが、この国民投票はリスク・マネジメントプロセスを社会的ルールとして確立している事例のひとつといえるだろう。

リスク・コミュニケーションの「場」、決定の「場」：日本の場合

では日本の場合はどうか。リスク・コミュニケーションの「場」および決定の「場」はどのようなのであろうか。スイスの国民投票のように制度的に確立したものはあるだろうか。

1991年10月30日、青森県上北郡六ヶ所村で使用済み原子燃料再処理工場に関する公開ヒアリングが実施された。実施に先立ち社会党青森県本部と青森県反核燃実行委員会は公開ヒアリングへの不参加を表明した。両組織は「公開ヒアリングは原燃推進の手続きとして意見を聞くだけであり、県民の意思が反映されていない」などを不参加の理由としていた。公開ヒアリング当日の10月30日、テレビニュースは公開ヒアリングがとどこおりなく終了したことを報じるとともに、ヒアリング会場

周辺の物々しい警備の様子を報じていた。公開ヒアリングの円滑な進行を目的とした警備であったのだろうが、テレビで報じられた警備隊の映像は公開ヒアリングについての視聴者のイメージに影響を与えないはずはない。果たして公衆は、今回実施された公開ヒアリングに対して制度的な信頼感を寄せているのだろうか。

今回の公開ヒアリングは科学技術庁長官から安全審査を諮問された原子力安全委員会が議長団となって、科学技術庁が説明にあたった。原子力安全委員会は公開ヒアリングで地元住民の意見を聴取し、これを参酌する。この結果を踏まえて安全審査を実施し、科学技術庁長官に答申する。原子力安全委員会の安全審査は災害防止や技術的能力といった観点から行なわれる（この審査と平行して原子力委員会による経理面、計画性についての審査がおこなわれる）。原子力安全委員会が行なう審査は第二次審査で、科学技術庁が実施した第一次審査の妥当性を検証するために実施されるものである。事業者、この場合日本原燃サービスから出された事業許可申請はこのように二段階の審査が実施され、最終的には科学技術庁長官が内閣総理大臣の同意を得て、事業の許可を行なう、というのが事業許可までの大まかな流れである。

公開ヒアリングでは地元住民の意見を聴取することが目的とされているため、今回の公開ヒアリングも第一義的に意見陳述の対象地域を六ヶ所村周辺地域とし、そして付加的に当該市町村以外の青森県民としていた。

わが国の公開ヒアリング制度は地元重視、すなわち施設の受け入れに関する地元の意向を反映させようとする意味合いが強いと言え

るだろう。この姿勢は施設の立地に際しては非常に重要であると言えるだろう。しかし、説明を行なう科学技術庁側の発言権が強くなりすぎると、制度運営上問題が生じる可能性もなくはない。

個別具体的な原子力施設の立地に関する地元住民の意見表明の機会である公開ヒアリングはまさにコミュニケーションの「場」として定義付けられるが、しかしコミュニケーションの成果がどのように決定に反映されるのか判然としない。公開ヒアリングは「住民の意見を聴取し、これを参酌する」ものとして規定されているが、「参酌する」という表現自体が曖昧模糊としているし、事業許可にいたる一連のプロセスのなかで住民が公式の「場」で発言できる唯一の機会であるのにもかかわらず、公開ヒアリングの位置付けが参考程度といった感が否めないのは筆者だけであろうか。

問題の質から言ってもスイスの国民投票の事例を日本の公開ヒアリングの直接的な比較対象とすることは憚られるが、敢えてこれについて言及すると、決定への直接参加が叶うスイスの場合とは異なり、利害関係のある当事者が決定の「場」に直接参加することが叶わない以上、公開ヒアリングを始めとする一連の決定までのプロセスと手続きはより明確であることが望ましいと言える。リスク・マネジメントのような民主主義的決定プロセスを議論する場合、スイスの国民投票のような直接参加を前提とする制度はむしろ例外的で、多くの場合なんらかの形で代議制が導入されている。間接民主主義のプロセスが採用される場合のリスク・コミュニケーション、リスク・マネジメントにおいては制度や政策

決定者への信頼感は非常に重要なファクターとなるのはそのためである。

双方向のリスク・コミュニケーションの必要性は多くの研究者が指摘している。コミュニケーションが双方向となるためには、それなりの環境整備、例えば、空間としての場の重要性もさることながら、制度的な「場」を設定することや、その「場」の位置付けを明確にすること、「場」への参加の自由が保証されていることなどが必要なのではないだろうか。決定の「場」については、制度的にしっかりと定義付けされていることが第一の要件で、社会的に決定が公正に行なわれているといった制度に対する安心感、信頼感を培うことが必要であり、併せてリスク・マネージャーの権限が明確になっていることも必要とされるであろう。

結語にかえて

わが国における政策決定プロセスの不透明さは海外から批判的とされることが多い。この手の批判の中心的な論点は情報が開示されていないこと、日本的な決定方式の特殊性などである。情報公開については海外の批判を待つまでもなく、日本において早急な整備が望まれる問題だといえる。情報公開が制度として確立することは、民主主義の前提条件である「知る権利」を保証することにつながり、その意味で非常に意義深い。またこれは日本が民主主義国家なのかという根源的な問題にもかかわってくるのだが、欧米では決定プロセスにおける日本的根回しや談合などは民主的ルールが根付いていない証拠とばかりに激しい批判を浴びせてくる向きもあるが、民主主義の制度自体が欧米を原産としてお

り、日本的な民主主義制度を確立したとはいっても社会的にすんなりと当てはまっていない部分も当然あるはずで、また戦後50年を迎えようとしている現行の制度自体にも疲弊（選挙制度の改革が迫られているなどはその典型だろう）がきていておかしくはなく、制度と社会のインターフェースを再考しなければならない時期にさしかかっていると思われる。

これまでリスク・コミュニケーションまたはリスク・マネジメントに関する研究は計量心理学的なリスク・パーセプション研究が主流であった^③。計量心理学というアプローチ方法は、いわばミクロレベルの研究であった。リスク・コミュニケーションを実施する上でリスク・パーセプションの把握は是非とも必要で、実際これまでこの分野の研究が有効に活用されてきたし、今後もそうであろう。しかし、社会的ダイナミズムをも視座に据えたマクロレベルのパーセプション研究、あるいは社会運動論からのアプローチ、コミュニケーション理論、さらには本稿での基本的な問題意識であった決定の枠組みに関する研究もまたこのリスク・マネジメントプロセスの研究に反映されることが望ましいと思われる。

科学技術には必ずといっていいほどリスクがともなう。科学技術なくして現代の社会生活は考えられない。とすると、現代の社会生活はリスクと隣り合わせて営まれているともいえる。そのリスクに関するコミュニケーションの「場」や意志決定の「場」についてのルールの作りはまだ緒についたばかりで、例えば科学裁判所^④、科学公聴会議^⑤といった意志決定を行なう上での補完あるいは補佐的な

機関の設置を提唱する研究者もいる。しかしどの研究者も共通して指摘している問題点は、リスクがともなう科学技術に関する意志決定においては専門家と非専門家の間に知識的に大きなギャップが存在すること、また民主主義のルールに基づく限り非専門家が複雑多岐にわたる科学技術に関して何らかの意志決定を行わなければならないという点である。これは原子力に限らず、より高度に複雑になっていく科学技術に関する意思決定の問題を論ずる際に今後とも避けて通れない問題であり、そして解決の糸口を探ることさえも困難な問題であるが、このままこの問題を放置しておくことが許されないほど状況が切迫してきていることもまた事実であろう。

(あさみ まさえ 未来政策研究所)

註) “アベノミクス”の経済効果とリスク

- ①G. Lowry et al, "Handbook of Hazard Communication and OSHA Requirements" Lewis Publishers 1985
- ②スイス以外にも例えばスウェーデンやイタリアでも原子力発電に関する国民投票は実施されているが、政策決定上の拘束力のあたる国民投票はスイスのみ。
- ③P. Slovic et al, "Facts and Fears : Understanding Perceived Risk" in Social Risk Assessment : How safe is safe enough ?
- ④"The Science Court Experiment : An Interim Report", Science, Vol. 193, 1976
- ⑤Leonard A. Cole, "Resolving Science Controversies" in Malcom L. Goggin, ed. Governing Science and Technology in a Democracy, University of Tennessee Press 1986

わが国の開発途上国協力の現状

—— エネルギー分野を中心として ——

山 崎 宗 重

目	次
はじめに	2 石油分野
I わが国の開発途上国協力の現状	(1) 技術協力
1 国際協力の枠組み	(2) 資金協力
2 わが国の協力形態	(3) その他
3 途上国協力の方法	3 ガス分野
(1) 技術協力	(1) 技術協力
イ 研修生受入れ	(2) 資金協力
ロ 専門家派遣	(3) その他
ハ 機材供与事業	4 石炭分野
ニ 総合的技術協力事業	(1) 技術協力
ホ 開発調査等調査協力事業	(2) 資金協力
ヘ 研究協力	(3) その他
ト 開発協力事業	5 新エネルギー分野
チ その他の技術協力事業	(1) 技術協力
(2) 資金協力	(2) 資金協力
イ 海外経済協力基金	(3) その他
ロ 日本輸出入銀行	6 原子力分野
ハ 助海外貿易開発協会	(1) 技術協力
ニ 国際開発金融機関	(2) 2 国間の特定協力
(3) その他の協力	(3) 世界原子力発電事業者協会
II エネルギー分野の協力の現状	(4) その他
1 電力分野	7 省エネルギー分野
(1) 技術協力	(1) 技術協力
(2) 資金協力	(2) 資金協力
(3) その他	(3) その他
	8 その他

III 環境とエネルギー協力

- 1 地球再生計画
- 2 グリーン・エイド・プラン
- 3 エネルギー・環境関連協力の推進

4 環境ODA対策

- 5 地球サミット（国連環境開発会議—UNCED）の開催
おわりに

はじめに

1991年7月1日現在の世界人口は53億8,500万人（国連推計）であり、そのうち3/4の人々が開発途上国（以下「途上国」という。）に住んでいる。1990年7月1日現在の世界人口は52億9,200万人（同）であり、この1年間に人口は9,300万人増加したことになる。増加の殆んどは途上国においてであった。

また、国数でみると国連加盟166カ国のうち131カ国が途上国とされている。

これは所得水準をもとにした仕分けである。

このように世界の大宗を占めている途上国の社会経済の現状を踏まえ、その改善を図るためにも、先進国と途上国の間の国際協力ないし援助交流を促進することが、現在の世界の最も重要な課題とされている。

そもそも援助交流は先進国—途上国、東欧諸国—途上国、途上国—途上国等多くの経路で行われているが、先進国（DAC諸国—後

述）による途上国援助—政府開発援助（ODA—Official Development Assistance）についてみると、DAC諸国全体で1990年の実績は544億1100万ドルであった。

わが国については、1990年実績92億2200万ドルとなり、米国の実績101億6600万ドルに次ぎ世界第二位であった。1989年には、日本（89億6500万ドル）が米国（76億7600万ドル）を抜き世界第一位であった。

わが国が相手国（途上国）にとりシェア最大の援助国である国数は30カ国に及ぶ。また、わが国がシェア第二位の援助国である国数は29カ国である。

このように大きなウェイトを占め、途上国からは多大な期待をもたれ、先進国—援助供与国仲間—からはその動向が注目されてきており、さらには国内においても関心の高まりがみられるわが国の途上国協力について、本稿ではエネルギー分野を中心に現状を概観することとする。

I わが国の途上国協力の現状

1. 国際協力の枠組み

途上国協力は、学術文化分野、食料・医療保健・教育等基礎的生活（BHN—Basic Human Needs）分野、経済開発分野等様々な

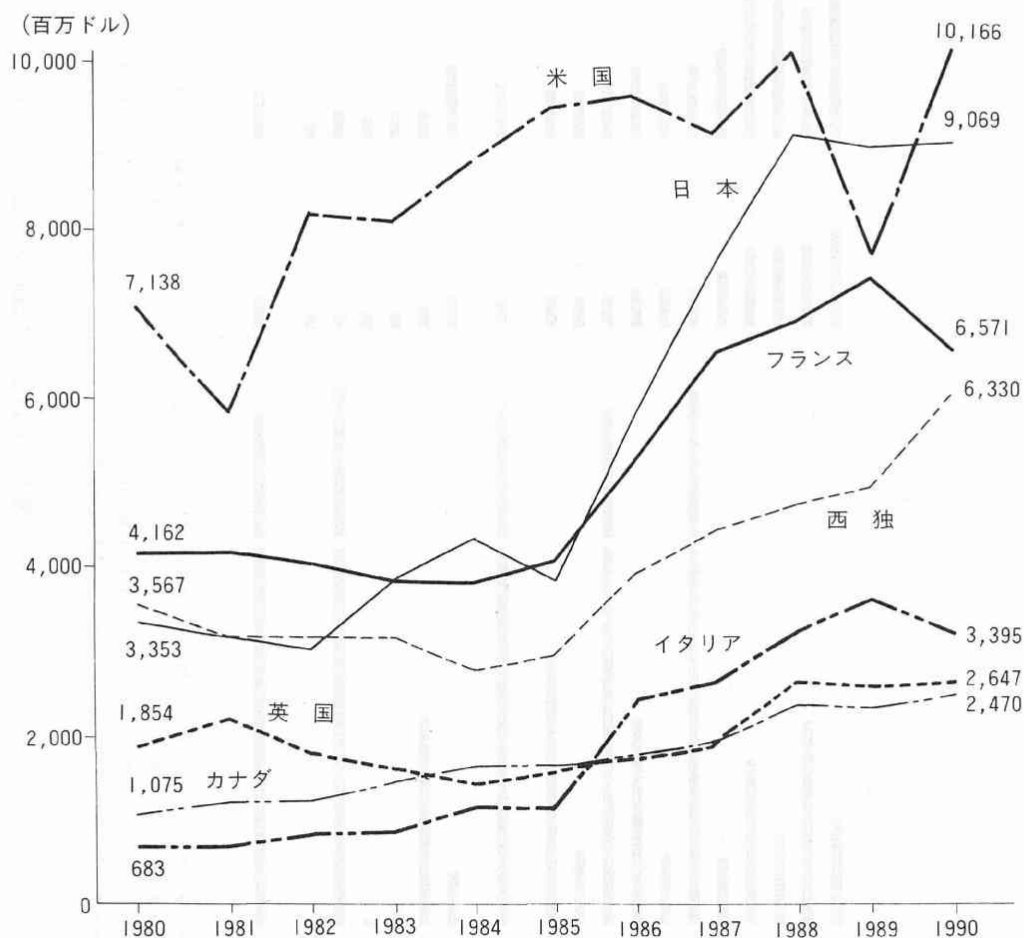
分野で行われている。方法も当事国2国間だけの（バイラテラル）協力とか国際機関等を通じる（マルチラテラル）協力がある。

OECDにおいてわが国を含む主要な援助供与先進国18ヶ国とEC委員会との構成により開発委員会（DAC—Development Assistance Committee）が組織されている。これ

らのDAC諸国は委員会活動としてODAに関する統計の作成、加盟各国の援助状況の審査、及び援助方針の検討等を行ない、国際的協調に基づく途上国援助の推進を図っている。DACは国際的目安として、ODAの対象となるべき途上国の範囲、あるいは援助の内容（返済の有無、利子率等）から各国政府がODAとして算入すべき範囲等を定めている。例えば、東欧への支援はDACで云うODAには該当しない。このようにしてDAC

が作成した統計によりわが国の援助水準を他のDAC諸国と比較すると図1～3及び表1～2のとおりである。

わが国の途上国協力は、戦後賠償のなかから展開されてきた。昭和29年10月6日にわが国はコロンボプランに加盟し本格的に国際協力にとり組むこととなった。これを記念して毎年10月6日はわが国の「国際協力の日」と定められている。その後、わが国の経済復興、高度成長等経済発展に歩調を合わせ援助規模



(注)：1990年実績は暫定値を使用。

仏の実績は、1989年までは海外領土・海外県を含めた実績、1990年は右を除いた実績を使用。

(原出典：DAC資料)

(引用出典：我が国の政府開発援助(1991年版))

図1 DAC主要国のODA実績の推移(支出純額ベース)

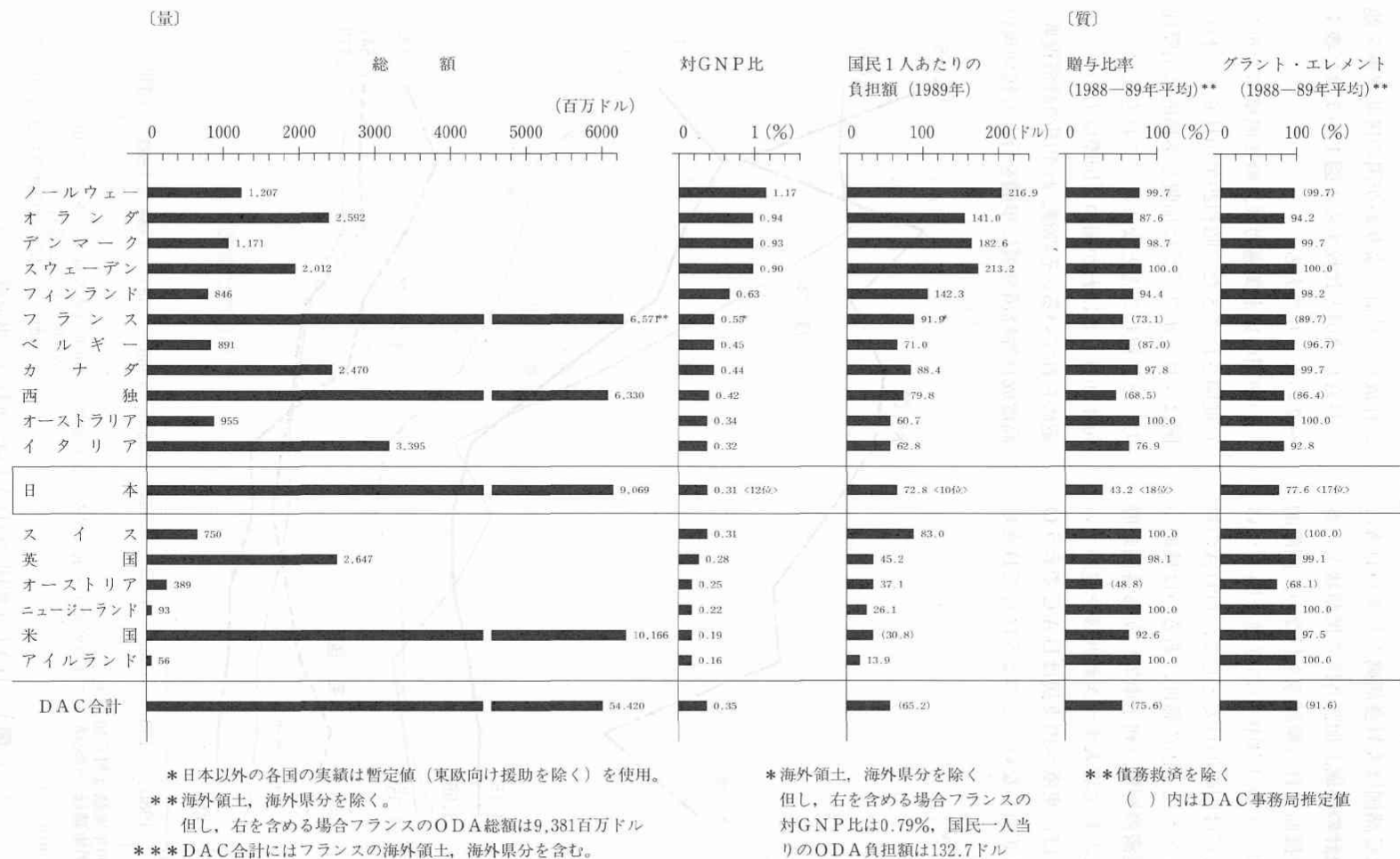


図2 DAC諸国の政府開発援助 (1990年)

表1 我が国が最大の援助供与国となっている国一覧（1990年）

（支出純額ベース、単位：百万ドル、％）

1970年	金額	シェア	1980年	金額	シェア	1987年	金額	シェア	1988年	金額	シェア	1989年	金額	シェア
イラン	11.96	73.9	シエラ・レオネ	18.00	31.7	ケニア	63.73	14.6	ガーナ	63.21	26.8	ガーナ	97.94	28.0
クウェイト	0.01	100.0	パラグアイ	16.45	65.1	マラウイ	51.52	30.3	ケニア	144.73	23.7	ケニア	147.81	23.8
カタール	0.01	100.0	イラン	23.10	75.0	ナイジェリア	17.96	35.3	ナイジェリア	53.78	55.3	ナイジェリア	165.86	53.5
ビルマ	11.94	58.2	サウディ・アラビア	5.92	66.2	ザンビア	41.68	12.1	ザンビア	90.59	22.2	ザンビア	63.02	20.1
カンボディア	5.75	33.9	アラブ首長国連邦	1.19	70.4	エクアドル	46.06	29.9	ブラジル	66.35	34.5	メキシコ	25.01	32.4
フィリピン	19.23	46.6	ビルマ	152.46	65.9	パラグアイ	39.28	72.2	パラグアイ	43.58	69.1	セント・ヴィンセント	2.97	46.8
(6か国)			モルディヴ	0.75	39.3	バハレーン	0.52	49.1	バハレーン	0.51	47.7	ブラジル	124.17	64.2
			ネパール	24.26	28.9	イラク	70.15	88.6	クウェイト	2.82	64.5	ボリヴィア	92.87	30.7
			バキスタン	112.42	33.1	カタール	0.98	57.3	サウディ・アラビア	6.45	50.4	パラグアイ	72.53	82.0
			バングラデシュ	215.14	25.3	シリア	45.07	50.8	シリア	107.07	63.6	カタール	2.46	81.5
			インドネシア	350.03	41.5	バングラデシュ	334.20	36.1	アラブ首長国連邦	1.56	n.a	サウディ・アラビア	3.85	41.9
			韓国	76.30	65.0	ブータン	4.23	36.9	ブータン	6.77	36.2	バハレーン	2.67	82.4
			マレーシア	65.63	61.8	ビルマ	172.00	71.5	ビルマ	259.55	78.0	イエメン	69.90	35.8
			フィリピン	94.40	46.0	インド	303.94	31.8	スリ・ランカ	199.83	45.8	ブータン	9.19	46.8
			タイ	189.55	62.2	モルディヴ	5.88	47.8	インド	179.46	18.9	ビルマ	71.41	79.4
			(15か国)			ネパール	76.78	40.6	モルディヴ	16.61	76.9	スリ・ランカ	185.25	46.6
						バキスタン	126.69	28.8	バングラデシュ	341.96	36.7	インド	257.23	22.7
						スリ・ランカ	118.24	36.3	ブルネイ	3.91	87.7	モルディヴ	13.52	57.0
						ブルネイ	2.81	88.6	中国	673.70	56.3	ネパール	77.39	31.1
						中国	553.12	64.3	インドネシア	984.91	65.8	バングラデシュ	370.60	38.1
						インドネシア	707.32	63.1	フィリピン	534.72	67.7	ブルネイ	4.03	90.0
						ラオス	14.04	46.1	シンガポール	11.22	54.3	中国	832.18	55.7
						マレーシア	276.39	78.5	タイ	360.62	70.2	インドネシア	1,145.26	67.2
						モンゴル	0.50	80.6	キリバス	5.25	43.2	韓国	40.96	n.a
						フィリピン	379.38	53.7	西サモア	7.67	35.1	フィリピン	403.75	53.3
						シンガポール	11.23	50.6	ソロモン諸島	13.84	39.8	マレーシア	79.63	60.3
						タイ	302.45	69.4	(26か国)			タイ	488.85	74.4
						キリバス	6.50	44.6				ラオス	19.39	45.1
						西サモア	6.93	31.9				ソロモン諸島	14.26	37.6
						(29か国)						トゥヴァル	2.95	51.8
												(30か国)		

（出典：DAC資料）

注：(1) マカオ等の『地域』は除く。

(2) 1988年アラブ首長国連邦に対する我が国援助のシェアについては、DAC諸国援助合計額が▲13.34百万ドルであるため、算出不可。

(3) 1989年韓国に対する我が国援助のシェアについては、DAC諸国中に、マイナス実績の国があるため、算出不可。

参考：我が国が第2位の援助供与国となっている国は、次のとおり。

トルコ、ユーゴスラヴィア、ガボン、コモロ、リベリア、マダガスカル、象牙海岸共和国、モーリタニア、セネガル、セント・ヘレナ、ホンデュラス、パナマ、チリ、エクアドル、アルゼンティン、セント・ルシア、シリア、クウェイト、アラブ首長国連邦、オマーン、バキスタン、シンガポール、ナウル、バプア・ニューギニア、トンガ、フィジー、キリバス、仏領ポリネシア、西サモア（計29か国）

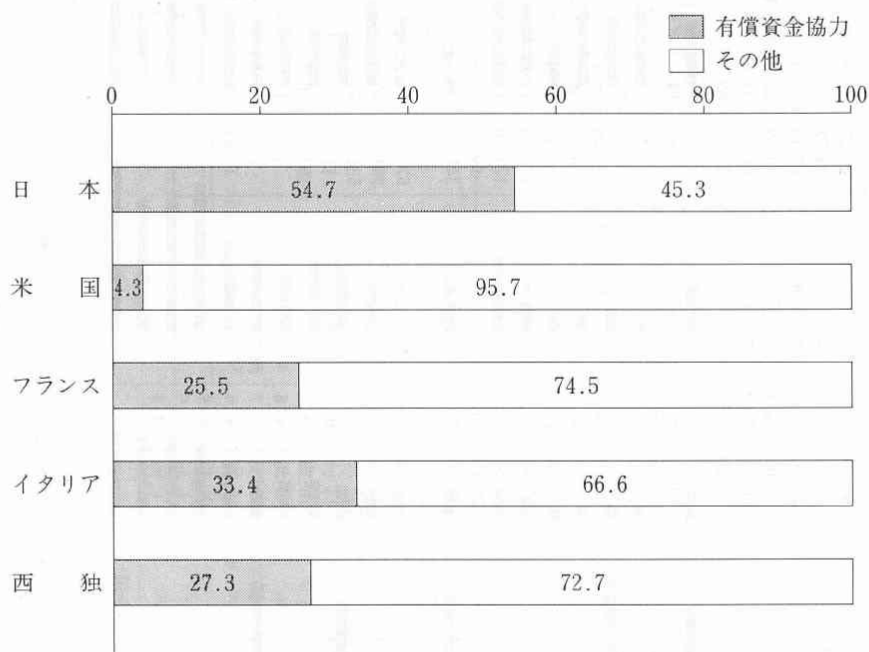
（出典：我が国の政府開発援助（1991年版））

が増大してきた。現在、量としては世界一、二位の規模となっている。しかしながら国際比較からみると援助の質・水準はあと一步の後発援助大国であることは否めない。まだまだ努力を要することがうかがえる。

わが国は他の先進国に比し、唯一の途上国

経験先進国ともいわれている。ちなみに戦後復興期に借りた世銀融資を完済し終えたのは1990年7月のことであり、見方によっては名実ともに途上国を卒業できたのはたかがここ1年前のことであるとも云えよう。

このような途上国としての経験—援助を受



注：カナダの実績▲72百万ドル，英国の実績▲98百万ドル
 (原出典：1989年DAC議長報告)
 (引用出典：我が国の政府開発援助(1990年版))

図3 二国間ODA中の有償資金協力の比率比較
 (1988年，支出純額ベース)

表2 サミット参加国のGNP比目標設定状況

90年のGNP比		目 標
フランス	0.55% (海外県・海外領土を含むと0.79%)	0.7% (1988年以降速やかに)
イタリア	0.32%	0.7% (目標年度 1990)
カナダ	0.44%	0.7% (目標年度 2000)
西独	0.42%	期限なしで0.7%目標を受諾
英国	0.28%	期限なしで0.7%目標を受諾
日本	0.31%	期限なしで0.7%目標を受諾
米国	0.19%	国連決議を受諾していない

注：(1) 90年のGNP比は暫定値。
 (2) ミッテラン大統領は海外領土分を除いて0.7%を達成することを公約している。
 (原出典：DAC資料)
 (引用出典：我が国の政府開発援助(1991年版))

けつつも基本は自助努力を行う一が、わが国の相手国への期待を込めた援助方法として色濃くでていっているといわれる。即ち、自助努力への支援という発想である。他方、欧米先進国の援助には慈善（チャリティ）の発想があるという。前者によると、自助努力によりいづれ返済を求める資金協力が多くなり、後者によれば返済を求めない贈与の形が多くなるということにもなる。途上国はそもそも返済する資金にも事欠いているという意味で贈与比率が高い程質の高い援助といわれる。しかしながら、わが国が有償資金協力を過半として重点的に援助を行ってきたアジア諸国が他の地域の諸国に比較して著しく発展してきている状況を見ると、いくつかの恵まれた条件があったとは思われるが、必しも贈与比率だけが援助の在り方の望ましい指標とはいえない

ものとも考えられる。即ち、返済のために稼ぐという意味での自助努力を求める有償方式にする場合と無償の贈与方式にする場合とでは援助対象によっては適否があることもあり、むしろそれらをどのように適切に選択し適用していくかが効果的な援助を行ううえでの考えどころであるといえよう。

2. わが国の協力形態

わが国の国際的援助水準は、前章1に述べた通りであるが、他方わが国の協力の形態については図4及び表3のようにまとめられている。

そもそも社会経済活動に必要な諸資源—資金、人材、技術、機械設備、情報等—すべてが不足しているともいえる途上国にとっては、どのような形であれ、政府ベースであれ、



（換言すれば、経済協力は政府ベース協力和民間ベース協力に大別され、後者は、投資・貿易を通ずる協力、民間技術協力、民間資金協力から成る。）

（出典：経済協力の現状と問題点（平成3年版））

図4 我が国の経済協力の形態

表3 1989、90年における我が国の開発途上国に対する資金の流れ

(支出純額ベース、単位：百万ドル)

項目	暦年		1989年	1990年	対前年伸び率
政府 開 発 援 助	二 国 間	贈 与	3,037	3,019	▲0.6%
		無 償 資 金 協 力	1,556	1,374	▲11.7
		技 術 協 力	1,481	1,645	11.1
		政 府 貸 付	3,741	3,920	4.8
		二国間政府開発援助計	6,779	6,940	2.4
	国際機関に対する出資・拠出等		2,186	2,282	4.4
	政 府 開 発 援 助 計		8,965	9,222	2.9
	対 国 民 総 生 産 比 (%)		0.31	0.31	—
そ の 他 政 府 資 金	輸 出 信 用 (1年超)		▲1,245	▲1,028	—
	直 接 投 資 金 融 等		1,892	4,209	122.4
	国際機関に対する融資等		897	290	▲67.7
	そ の 他 政 府 資 金 計		1,544	3,470	124.8
民 間 資 金	輸 出 信 用 (1年超)		687	▲14	—
	直 接 投 資		11,290	8,144	▲27.9
	その他二国間証券投資等		1,289	▲2,581	—
	国際機関に対する融資等		236	711	202.0
	民 間 資 金 計		13,502	6,262	▲53.6
非 営 利 団 体 に よ る 贈 与			122	103	▲15.3
資 金 の 流 れ 総 計			24,133	19,057	▲21.0
対 国 民 総 生 産 比 (%)			0.84	0.64	—
国 民 総 生 産 (億ドル)			28,899	29,629	+2.5

(注) 1. 換算率：1989年=137.96円/ドル，1990年=144.80円/ドル（いずれもDAC指定レート）。

各項目の数値については，端数処理の結果，合計が計欄の数値と一致しないことがある。

2. 上表の金額は，受取額を控除した支出純額を示す。1990年の数値はODA以外は暫定値である。

3. 国民総生産の額は1989年は確報値，90年は速報値。

(出典：我が国の政府開発援助(1991年版))

企業ベースであれ，個人ベースであれ，またそれら資源の一部であれ，全部であれ，資源が自国内に流入してくることは自国内の社会経済活動の活性化につながる。このようなことから協力の形態は多様になりうるので，ここでは貿易，投資等も含めて幅広い取りまとめがなされている。

表3は，わが国の協力に伴う途上国への具体的な資金の流れをまとめたものである。

政府開発援助（ODA）総額92億2200万ドル（1990年）は，返済を要しない無償一贈与

の形で，あるいはDACがODAと認める低利等のソフトな条件の返済を要する貸付（円借款）等の形で途上国に流れ，その国の民生の安定・増進のためあるいは経済開発プロジェクトの実施等のための資金として活用される。このODA資金はわが国と相手国との2国間で直接使用される場合と，わが国から一度国際機関（国連工業開発機関（UNIDO），国連開発計画（UNDP），世界銀行（IBRD），アジア開発銀行（ADB）等）への出資・拠出金等として支出された後，それら国際機

表4 我が国二国間ODA分野別配分(DAC分類)(1990年)

(約束額ベース, 単位: 百万ドル)

分 野	形 態	無償資金 協 力	技術協力	贈 与 計	政府貸付等	二国間ODA計 (シェア, %)
I. 社会インフラ&サービス		362.91	685.77	1,048.68	994.14	2,042.81(19.7)
1. 教 育		77.76	463.76	541.52	157.60	699.12(6.7)
2. 保 健		102.39	72.36	174.75	29.83	204.58(2.0)
3. 水 供 給 ・ 衛 生		90.83	32.89	123.72	232.89	356.61(3.4)
4. 人 口		—	8.22	8.22	—	8.22(0.1)
5. 公 共 行 政		—	6.58	6.58	—	6.58(0.1)
6. 開 発 ・ 計 画		—	47.69	47.69	63.33	111.02(1.1)
7. その他の社会インフラ		91.93	54.27	146.20	510.48	656.68(6.3)
II. 経済インフラ&サービス		183.74	143.08	326.82	2,946.59	3,273.41(31.5)
1. 運 輸		125.01	62.49	187.50	1,786.09	1,973.59(19.0)
2. 通 信		58.73	32.89	91.62	427.80	519.42(5.0)
3. 河 川 開 発		—	16.45	16.45	175.35	191.80(1.8)
4. エ ネ ル ギ ー		—	24.67	24.67	522.82	547.49(5.3)
5. その他の経済インフラ		—	6.58	6.58	34.53	41.11(0.4)
III. 生 産 セ ク タ ー		490.41	379.89	870.30	903.59	1,773.89(17.1)
1. 農 業		487.65	198.99	686.64	553.63	1,240.27(11.9)
2. 鉱 工 業 ・ 建 設		2.76	166.10	168.86	349.96	518.82(5.0)
a) 製 造		2.76	—	2.76	339.29	342.05(3.3)
b) 資 源 開 発		—	—	—	10.67	10.67(0.1)
c) 建 設		—	0.00	0.00	—	0.00(—)
3. 貿 易, 銀 行, 観 光		—	14.80	14.80	—	14.80(0.1)
IV. マ ル チ セ ク タ ー		—	72.36	72.36	—	72.36(0.7)
小 計		1,037.06	1,281.10	2,318.16	4,844.31	7,162.47(69.0)
V. 計 画 援 助		—	—	—	1,957.13	1,957.13(18.8)
内, 構造調整		—	—	—	333.18	333.18(3.2)
商品借款		—	—	—	1,623.95	1,623.95(15.6)
VI. 債 務 救 済		146.78	—	146.78	295.06	441.84(4.3)
VII. 食 糧 援 助		37.09	—	37.09	—	37.09(0.4)
VIII. 緊急援助(除食糧援助)		46.40	—	46.40	194.75	241.15(2.3)
IX. 行 政 経 費		—	306.12	306.12	—	306.12(3.0)
X. 民間国際機関への援助		3.06	—	3.06	—	3.06(0.0)
XI. 分 類 不 能		88.04	57.32	145.36	91.27	236.63(2.3)
総 合 計		1,358.42	1,644.54	3,002.96	7,382.52	10,358.48(100.0)
BHN (I + III.1 + VII + VIII)		934.05	884.76	1,818.81	1,742.52	3,561.33(34.3)

注: (1) 構造調整努力支援無償資金協力(ノンプロ無償)及び小規模無償、難民経費については、無償資金協力の「XI. 分類不能」に分類されている。

(2) 行政経費には開発啓発を含む。

(3) 四捨五入の関係上、合計が一致しないことがある。

(出典: 我が国の政府開発援助(1991年版))

関の事業の一環として途上国の開発協力等のために活用される場合とがある。

1990年に2国間ベースで支出された額が69億4000万ドル、国際機関経由として支出された額が22億8200万ドルである。

2国間ベースのうち無償資金協力は、食料、医療品、病院、難民住宅等民生安定的なものはもちろん、送電線、交通計画等のプロジェクト的な案件など使用目的が広範囲に亘っている。技術協力は相手国への技術移転等のための専門家派遣、研修生受入れ、技術協力プロジェクトの実施等のために使用される資金である。

貸付け等については借款等の形で相手国の農業基盤整備、港湾・道路・通信・電力施設整備、肥料等工場建設、上下水道整備等、農林水産、鉱工業、経済インフラ、社会インフラ整備等のための資金として活用される。

表4はわが国の2国間ODAの分野別配分状況である。これによると、エネルギー分野（経済インフラ・サービス部門のうち）のシェアは5.3%（1990年）である。なお、石油石炭等鉱業資源開発分野は生産部門に分類されている。

その他の政府資金（OOF）については、DACの基準ではODAに該当しないが日本輸出入銀行の輸出信用供与、アンタイドローン等の事業を通じ途上国協力で活用される政府資金であり、総額34億7000万ドルとなっている。

民間資金（PF）については、総額62億6,200万ドルとなっており、企業による商活動等の一環として途上国に流れる資金である。

例えば、直接投資による工場進出は途上国にとって雇用の創出、生産活動等の実施に伴

なう経営・技術・ノウハウの移転、輸入代替、さらには輸出に伴なう外貨獲得等社会経済面に総合的な効果をもたらすものとして最も期待の高い協力となっている。

非営利団体による贈与は民間諸団体等による種々の途上国援助活動に伴なう資金の流れである。額は1億300万ドルと少額にみえるが、これはいわゆるNGO（Non Governmental Organization 非政府機関）協力といわれており、自発的な創意工夫によるきめの細かい途上国協力・善意による草の根の援助として市民的交流の要素を含みながら大きな効果を上げている。

以上合計してわが国から途上国への資金の流れは1990年190億5,700万ドル、GNP比で0.64%であった。1989年についてはそれぞれ135億200万ドル、0.84%であった。

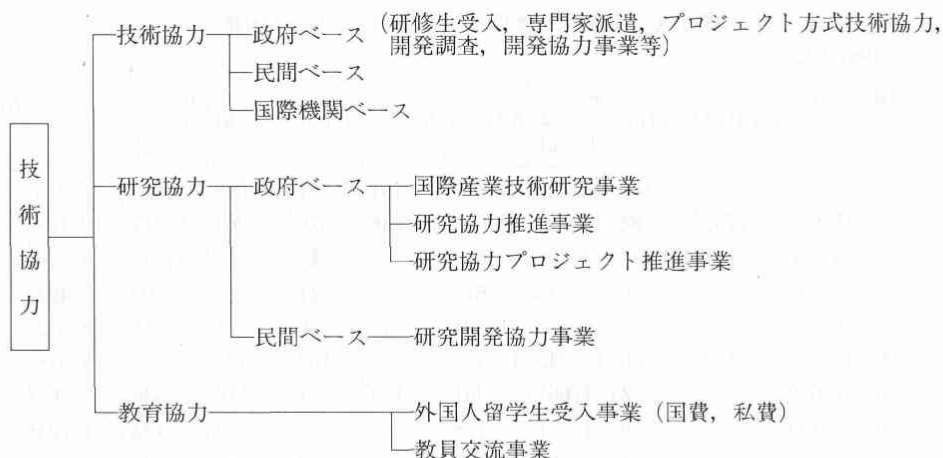
3. 途上国協力の方法

経済社会開発のための殆んどの資源が不足している途上国への具体的協力の方法については、様々な工夫がなされているが、その主なものについてみることにする。

(1) 技術協力

途上国の自助努力による開発のための基礎として、不足している人材を育てる人造りが最も有効と考えられており、そのために技術を有する人造りに資する技術協力が最も主要な協力方法とされている。

途上国への技術移転を中心とした具体的技術協力の方法としては、途上国研修生の日本国内への受入れ、日本人専門家の途上国への派遣、途上国現地での日本人専門家と現地技術者等カウンターパートとの機械設備を使用



(出典：経済協力の現状と問題点（平成3年版）)

図5 技術協力形態図

したチーム構成による計画的プロジェクトの実施、あるいは調査事業の実施等がある。これらの協力は政府ベース、民間ベースいずれについても鋭意実施されているが、政府ベースについてはわが国の中核的技術協力実施機関として昭和49年に設立された国際協力事業団（JICA）が途上国の要請を踏まえながら政府予算により関係官公庁及び民間機関等の協力を得つつ事業推進の中心的役割を果たしている。また、専門領域等によって、各省庁が技術協力のために政府予算を別途投入している。図5はわが国の技術協力の形態図である。

イ. 研修生受入れ

途上人材を研修生として我が国に受入れ、一定期間所要の技術訓練、研修を行うものであり、帰国後は自国内で研修の成果を技術訓練者、研究者、技術者等として普及・活用することが期待されている。

政府ベースの研修生受入れは途上国政府の要請に基づきJICAが中心となって行っているが、他に（財）日本生産性本部（JPC）がアジア生産性機構（APO—国際機関）の要

請による受入れ及び（財）海外技術者研修協会（AOTS）、（財）国際開発センター（IDCJ）がUNIDOの要請による受入れを行っている。民間ベースによる研修生受入れはAOTS（国庫補助事業）、（財）日本ILO協会（国庫補助事業）、（財）オイスカ産業開発協力団（OISCA）、（財）交流協会や企業ベース等で行われている。これまでのこれら機関による受入れ実績は表5Aのとおりである。なおエネルギー分野については、さらに（財）国際石油交流センター、石油公団、（財）海外電力調査会、（財）省エネルギーセンター等において、公的資金あるいは自己資金により別途研修生受入れ事業を実施している。

ロ. 専門家派遣

日本人専門家が一定期間現地に滞在し技術指導等を行う方法であるが、政府ベースの専門家派遣はJICAが中心となって実施している。その他JPCがAPOの要請により政府ベースの専門家派遣を実施している。民間ベースでは（財）海外貿易開発協会（JODC）及びOISCAや企業ベースで行われてい

表 5 A 主な受入機関別、地域別研修生受入実績

累計（～1987年度）

（単位：人）

機関 地域	JICA (OTCA)	APO	UNIDO	政 府 ベース 小 計	AOTS	OISCA	ILO	その他	民 間 ベース 小 計	合 計	構成比 (%)
東 ア ジ ア	44,017	5,250	160	49,427	27,839	2,191	2,191	695	32,916	82,343	57.2
南 ア ジ ア	11,908	1,799	84	13,791	14,035	746	332	204	5,317	19,108	13.3
中 東	4,290	165	44	4,499	2,014	—	14	19	2,047	6,546	4.5
北アフリカ	2,763	—	20	2,783	675	—	21	13	709	3,492	2.4
南アフリカ	6,786	—	45	6,831	1,591	40	59	121	1,811	8,642	5.9
中 南 米	15,185	122	60	15,245	13,483	—	169	121	3,773	19,018	13.2
大 洋 州	1,659	—	2	1,661	304	129	24	179	636	2,297	1.6
欧 州	1,499	—	36	1,531	178	—	7	8	193	1,724	1.2
そ の 他	52	6	1	63	496	86	29	86	697	760	0.5
合 計	88,159	7,342	452	95,953	40,615	3,192	2,846	1,446	48,099	144,052	100.0

（出典：経済協力の現状と問題点（平成3年版））

表 5 B 派遣機関別、地域別専門家派遣実績

累計（～1989年度）

（単位：人）

機 関 地 域	J I C A			A P O	政 府 ベース 小 計	J O D C	O I S C A	民 間 ベース 小 計	合 計	構成比 (%)
	専門家派遣	調査団 派 遣	青年海外 協力隊							
東 ア ジ ア	13,853(6,117)	31,656	2,125	452	48,086	1,225	899	2,124	50,210	45.5
南 ア ジ ア	2,752(1,106)	6,994	1,342	166	11,254	157	490	647	11,901	10.8
区分不能(アジア)	186 (98)	2,597	—	—	2,783	—	—	—	2,783	2.5
中 東	1,093 (784)	2,108	201	19	3,421	46	—	46	3,467	3.1
北 ア フ リ カ	901 (478)	2,534	542	—	3,977	7	—	7	3,984	3.6
区分不能(中東, 北アフリカ)	21 (20)	160	—	—	181	—	—	—	181	0.2
南 ア フ リ カ	2,300(1,027)	7,091	3,596	—	12,987	18	—	18	13,005	11.8
中 南 米	4,968(2,436)	11,856	1,425	—	18,249	117	—	117	18,366	16.7
大 洋 州	394 (194)	1,712	580	3	2,689	2	64	66	2,755	2.5
欧 州	337 (169)	684	—	—	1,021	1	—	1	1,022	0.9
そ の 他	87 (6)	1,269	—	2	1,358	23	—	23	—	1.2
国 際 機 関	1,172(1,167)	—	40	—	1,212	—	—	—	1,212	1.1
合 計	28,064(13,602)	68,661	9,851	642	107,218	1,596	1,453	3,049	110,267	100.0

（注）JODCの数値は、1978年までの日本商工会議所及び(社)世界経営協議会の合計を含む。

JICAの南アフリカ、中南米、大洋州、欧州の各地域についてはそれぞれの地域の区分不能を含み。

その他の地域については先進地域への派遣を含む。

（出典：経済協力の現状と問題点（平成3年版））

る。これまでのこれら機関による派遣実績は
表 5 B のとおりである。

なお、エネルギー分野については、さらに
財国際石油交流センター、財海外電力調査会、
財省エネルギーセンター等が公的資金あるい

は自己資金により別途専門家派遣を実施して
いる。

また、JICAでは海外青年協力隊制度に
より隊員の派遣を行っている。これはわが国
の青年技術者を途上国に派遣し、相手国の

人々と生活及び労働を共にしながら、その国の民生の向上・経済社会開発に協力することを目的とするものであり、これまでに1万人の隊員が派遣され、わが国の途上国協力の重要な顔となってきている。派遣国は多数の途上国に亘っており、また派遣分野としては、医療・保健、教育、社会開発、農業、水産、鉱工業等各分野にわたっている。

さらに、JICAでは1990年から新たに「シニア技術専門家派遣事業」を創設し、国内のボランティア精神に富んだ実務経験豊かな中高年層（年令40才以上70才未満）の人材の海外技術協力活動を支援している。1991年12月からその第1陣として10名の専門家がマレーシア、パラグアイに派遣される予定である。専門は窯業、溶接、市場調査、日本語教師、農業等々である。

ハ、機材供与事業

途上国において一応の技術的知識、経験を有しているものの、機材の不足等のために技術の習得、普及などが円滑に行われない場合、その国の要請に基づき必要な機材を供与するものである。派遣した専門家の指導に関連した場合や帰国した研修生の活動に関連する場合等が対象となる。JICA事業として行われており、1988年度は21億3100万円、79～88年度累計150億2100万円の供与が実施された。

ニ、総合的技術協力事業

JICAがプロジェクト方式技術協力事業として実施しているもので、専門家の派遣、研修生の受入れ、機材の供与の3方式を有機的に組合せ、協力期間4～5年で計画的かつ組織的に現地において技術移転を実施しようとする事業である。通常JICAと相手国機関との間で締結される討議議事録（R/D

Record of Discussions）で両国の責任分担が定められる。この場合、原則として相手国政府は土地、施設及び現地人職員の人件費、運営維持費を負担することになっている。

1990年現在実施中のプロジェクト数は次のとおりである。

分 野	件数
社会開発協力	51件
保健医療協力	29 "
人口・家族計画協力	8 "
農林水産協力	63 "
産業開発協力	16 "

ホ、開発調査等調査協力事業

政府ベースの調査協力は途上国の開発計画策定等の推進に協力するために行われている。専門家及びコンサルタントからなる調査団を派遣し、現地調査や国内作業、現地における相手国技術者との共同作業等を通じ所要の開発計画に関する報告書を作成し、相手国に提供する調査協力事業を開発調査と総称し、JICA事業として実施されている。1990年度の実施件数は次のとおりである。

分 野	件数
社会開発	147件
農水産開発	79 "
鉱工業開発	116 "

開発調査は、道路、港湾、通信、上下水道整備計画等のインフラ計画関係、電源開発、資源開発、鉱工業開発計画関係、農業開発、林業開発、養殖計画等農林水産開発計画等多岐に亘っており、調査報告書は相手国の政策判断資料として活用されることになる。調査の目的によって基本構想的なもの、特定の個別プロジェクトのフィージビリティ調査となるものなどレベルは様々である。フィージビ

リティ調査の場合、相手国政府は調査結果に基づいて国際開発金融機関、第三国あるいはわが国から資金調達することにもつながり得る。このように開発調査は、一つのプロジェクト実施のための第一段階であり、技術協力と資金協力とをつなぐ接点を担う協力ともなっている。

政府ベースとしては、その他石油公団等が専門機関として調査協力事業を実施している。

また民間ベースとしては、(注)日本プラント協会あるいは(注)海外コンサルティング企業協会等が調査協力事業を国庫補助事業等として実施している。

へ. 研究協力

途上国研究機関・研究者とわが国研究者が途上国においてニーズの高いテーマについて共同研究等を行ない、途上国の技術基盤の確立に資する国際産業技術研究事業（23テーマ）、研究協力推進事業（9テーマ）、研究協力プロジェクト推進事業（2テーマ）及び研究開発協力事業（3テーマ）が、工業技術院試験研究所、産学官共同あるいは民間団体等によって行われている（国庫委託、補助事業による）。

また、石油公団においても途上国との共同研究が行われている。

ト. 開発協力事業

JICAにおいて技術協力事業実施の一環として、途上国等の開発に必要な資金で、日本輸出入銀行及び海外経済協力基金から融資等が困難なものについて、資金の円滑な供給を行ない、これとあわせて技術を提供することを目的とした開発協力事業を行っている。そのうち開発投融資業務としては、鉱山開発あるいは工場設立等の開発事業に付随して必

要な道路、水道、学校等公共施設などの関連施設（インフラストラクチャー）の整備に対する投融資と、いまだ技術的には確立されていないため技術の改良又は開発をもあわせて行う必要のある試験的事業（例、陶磁器原料、石炭関連等）に対する投融資を実施している。

これらの投融資は低利等非常にソフトな条件となっている。また、JICAでは投融資事業の実施に必要な調査及び技術指導等を行っている。

チ. その他の技術協力事業

その他関係各機関が途上国あるいは国内においてセミナーの開催、国際会議の開催、情報提供等各種の技術協力事業を行っている。このような事業を実施している機関としては、日本貿易振興会（JETRO）、アジア経済研究所、(財)省エネルギーセンター、(財)国際開発センター等多数存在する。

また、日・タイ経済協力協会は、国庫補助事業として、タイ現地法人泰日経済技術振興協会を通じて、各種セミナーの開催、調査、指導事業の実施等抱括的な海外協力センター事業を実施している。

(1)のまとめとして

以上わが国の途上国技術協力の方法、いわば技術協力メニューについて概観してきたが、JICAについて研修生受入れ、専門家派遣、調査団派遣及び海外青年協力隊員派遣の実績及びそのうちのエネルギー分野の実績をみると表6及び表7のとおりである。それぞれ1990年度単年度の実績と1952年以降の実績の累計を示している。

このような政府ベースの協力といえども技術ノウハウ等は企業等に保有されていること

表6 国際協力事業団（JICA）事業実績（1990年度）

（単位：人）

事業名 対象地域名	研修員受入		専門家派遣		調査団派遣 (延べ人数)		海外青年 協力隊員派遣	
	全分野 合計	うちエネ ルギー分野	全分野 合計	うちエネ ルギー分野	全分野 合計	うちエネ ルギー分野	全分野 合計	うちエネ ルギー分野
アジア地域	4,908	135	2,374	29	3,411	159	738	2
中近東地域	727	26	308	14	400	25	207	0
アフリカ地域	755	13	349	4	801	38	838	2
中南米地域	1,888	57	807	4	1,144	35	590	0
オセアニア地域	302	0	87	0	189	3	307	1
ヨーロッパ地域	245	0	44	0	88	24	1	0
区分不能	0	0	1	0	228	5	0	0
合計	8,825	231	3,970	51	6,261	289	2,681	5

（出典：国際協力事業団資料）

表7 国際協力事業団（JICA）事業実績（累計1952～1990年度）

（単位：人）

事業名 対象地域名	研修員受入		専門家派遣		調査団派遣 (延べ人数)		海外青年 協力隊員派遣	
	全分野 合計	うちエネ ルギー分野	全分野 合計	うちエネ ルギー分野	全分野 合計	うちエネ ルギー分野	全分野 合計	うちエネ ルギー分野
アジア地域	59,743	1,567	19,216	246	44,413	2,858	3,675	16
中近東地域	9,818	370	2,613	68	6,158	378	793	1
アフリカ地域	6,800	115	2,421	23	7,488	394	3,802	12
中南米地域	16,763	614	5,541	86	12,952	740	1,586	0
オセアニア地域	1,931	10	470	2	1,869	85	689	4
ヨーロッパ地域	660	28	234	0	238	24	1	0
区分不能	0	0	75	0	1,487	9	0	0
合計	95,715	2,704	30,570	425	74,605	4,488	10,546	33

（出典：国際協力事業団資料）

が多く、政府ベースの協力の実施にあたり研修生の研修場所の提供、派遣すべき専門家の確保等についての民間機関の寄与は極めて大きい。

他方、民間ベースの技術協力の推進に際しては国庫からの補助等国としてもその促進についての努力をつづけている状況にある。

ところで途上国協力の最も重要な分野となっている技術協力について国際比較をしてみると、表8及び表9のとおりである。

わが国のODAに占る技術協力の割合は

12.7%とDAC諸国平均22.0%より相当に低い水準にある。

技術協力は資金協力と違い人の動きを中心とするいわば力をかけ汗をかく人的貢献が必要な協力方式である。これについては、わが国としてもなお一層の努力が求められている事情にある。

(2) 資金協力

途上国が民生の安定・増進及び開発の推進のための事業を実施する際に不足している資

表8 技術協力の割合 (1989年)

(支出純額ベース, 単位: 百万ドル)

国名	O D A	技 術 協 力		技 術 協 力 の 割 合	
		(B)	順 位	(B)/(A)	順 位
	(A)	(注1)	(注2)	%	(注3)
日本	8,965	1,137	4	12.7	12
米国	7,676	2,157	2	28.1	4
フランス	7,450	2,604	1	35.0	1
西独	4,948	1,451	3	29.3	3
イタリア	3,613	352	7	9.7	16
英国	2,587	608	6	23.5	6
カナダ	2,320	246	9	10.6	15
オランダ	2,094	643	5	30.7	2
スウェーデン	1,799	316	8	17.6	10
オーストラリア	1,020	212	10	20.8	9
デンマーク	937	102	12	10.9	14
ノールウェー	917	86	13	9.4	17
フィンランド	706	66	14	9.3	18
ベルギー	703	153	11	21.8	8
スイス	558	64	15	11.4	13
オーストリア	282	45	16	15.9	11
ニュー・ジーランド	87	22	17	25.3	5
アイルランド	49	11	18	23.0	7
DAC諸国計	46,712	10,259		22.0	

注: (1) 行政経費を除く。

(2) 金額ベースで見た技術協力費の順位を示す。

(3) 政府開発援助に占める技術協力費の割合についての順位を示す。

(原出典: DAC資料)

(引用出典: 我が国の政府開発援助 (1991年版))

表9 主要国の技術協力の形態別構成 (1989年)

(単位: %)

国名	留学生受入	研修生受入	専門家派遣	協力隊員等	その他	合計
オーストラリア	42.7	3.0	13.3	1.2	39.9	100.0
カナダ	17.2	10.5	35.5	8.5	28.4	100.0
デンマーク	—	8.7	31.7	—	59.5	100.0
フランス	14.2	9.4	16.0	14.6	45.8	100.0
日本	11.3	17.0	18.6	4.8	48.2	100.0
オランダ	3.4	1.9	10.5	4.8	79.4	100.0
ノールウェー	10.8	0.4	20.5	12.0	56.3	100.0
スウェーデン	0.3	4.8	64.5	—	30.4	100.0

(注) 日本の比率には行政経費を含まない。

(原出典: DAC資料)

(引用出典: 経済協力の現状と問題点 (平成3年版))

金を協力するものである。途上国側の事業目的、資金使途、収益性等を勘案しつつ様々な条件による資金協力メニューがつくられている。また資金協力を実施している機関においても単独で貸付け等を実施する場合と他の機関と分担・協調しつつ実施する場合等がある。

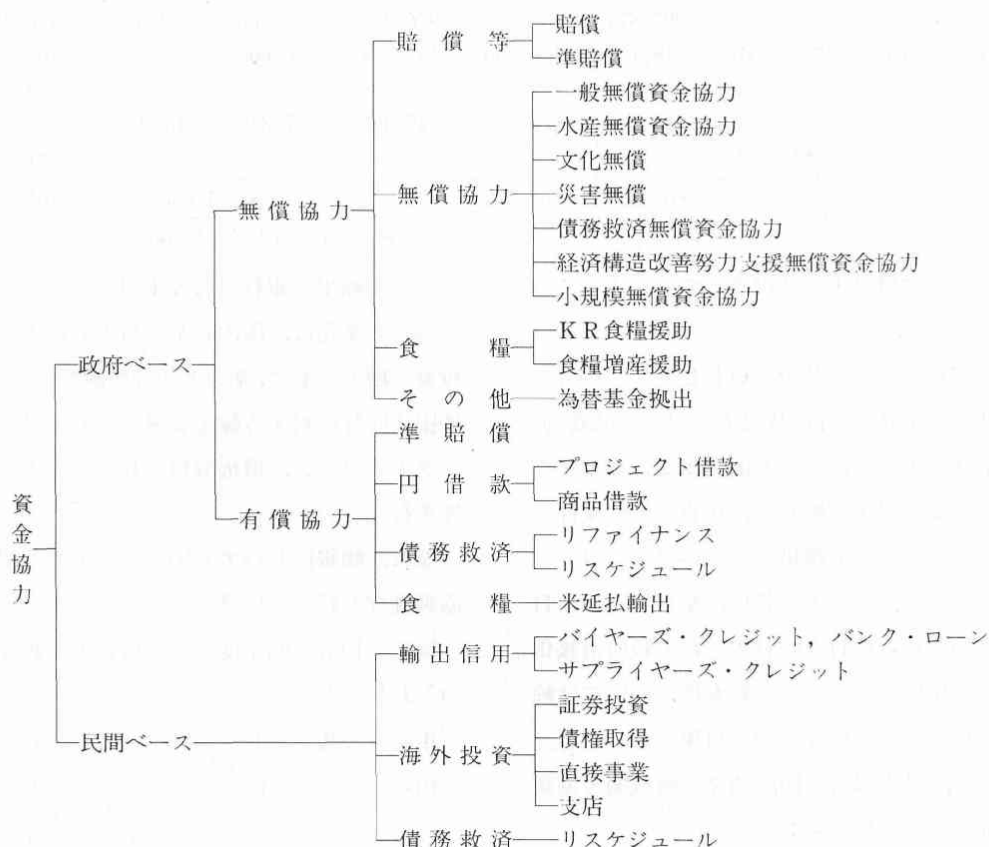
資金協力には基本的に返済を求めない贈与となる無償資金協力といずれ返済を求める有償資金協力（利率等条件は多様）がある。

わが国の資金協力の形態は図6のとおりである。

政府ベースの資金協力の内容は表10のとおりである。

このような資金協力が実施された場合、機械設備の設置、運転等が伴うこともあり、その場合現地の人々の訓練等の形で技術協力が付随することになり、単なる資金協力以上により効果的な途上国協力が行われることになる。

以下では、わが国の資金協力の中核である海外経済協力基金(OECF)、日本輸出入銀行(EXIM)及び勸海外貿易開発協会(JODC)の概要と代表的国際開発金融機関である世界銀行(IBRD—国際復興開発銀行)、第二世銀(IDA—国際開発協会)、米州開発銀行(IDB)及びアジア開発銀行(A



(出典：経済協力の現状と問題点(平成3年版))

図6 我が国の資金協力の形態

表10 政府ベース資金協力（交換公文ベース）

（単位：百万円）

年 度	1986	1987	1988	1989	1990 (4～12月)	累 計
無 償 協 力	176,250	173,060	214,080	214,376	162,503	2,627,327
賠 償	—	—	—	—	—	356,552
準 賠 償	—	—	—	—	—	174,609
一 般 無 償 協 力	98,411	97,662	100,998	113,439	91,707	1,111,050
水 産 無 償 協 力	8,997	7,096	12,451	11,400	6,083	107,858
文 化 無 償 協 力	1,477	2,261	2,201	1,564	1,934	18,630
K R 食 糧 援 助	21,694	16,399	14,967	11,241	11,676	241,845
食 糧 増 産 援 助	36,900	21,550	46,957	32,542	26,134	386,083
ノン・プロジェクト無償	—	19,200	16,400	26,100	6,300	68,000
為 替 基 金 拠 出	—	—	—	—	—	13,416
債 務 救 済 無 償 協 力	7,414	7,939	11,888	14,637	13,803	103,691
災 害 援 助	1,357	953	8,218	3,159	4,770	45,203
小規模無償資金協力	—	—	—	294	96	390
有 償 協 力	431,273	691,553	1,108,457	1,010,507	868,334	11,473,776
準 賠 償	—	—	—	—	—	70,668
プロジェクト借款	397,874	565,721	876,000	746,060	563,044	8,430,276
商 品 借 款	18,100	120,230	185,064	236,605	237,835	2,160,237
リ ファ イ ナ ン ス	—	—	—	—	—	48,951
リ ス ケ ジ ュ ー ル	15,299	5,602	47,393	27,842	67,454	382,314
米 延 払 輸 出	—	—	—	—	—	381,329
計	607,523	864,613	1,322,537	1,224,883	1,030,837	14,101,103

（出典：経済協力の現状と問題点（平成3年版））

DB）の貸付け実行状況等についてみるとする。

イ. 海外経済協力基金（OECE）

基金の業務は、外国政府等に対する融資（直接借款）と海外における開発事業に従事する本邦企業に対する融資又は出資（一般案件）の二つがある。直接借款についてはグランドエレメント25%以上の貸付け業務、即ち、DACの認めるODAに算入される政府直接借款を対象にしている。一般案件については輸銀の貸付けが困難なものを対象としている。

なお、世界銀行等国際開発金融機関と協調融資を行なう場合もある。

基金の直接借款及び一般案件の部門別承諾状況は表11のとおりである。

ロ. 日本輸出入銀行（EXIM）

輸銀の業務は、国内企業に対する輸出入・投資金融とともに、基金との分野調整により、外国政府等に対する輸出金融、投資金融、アントайдローン、債権取得、リファイナンス等を行っている。

なお、輸銀においても国際開発金融機関と協調融資を行なう場合がある。

輸銀の1987～89年度の直接借款の件数は次のとおりである。

年度	件数（うちエネルギー関係）	備 考
1987	30件（8件）	発電所（火力、水力）、石炭、油田、ガス等
1988	33件（15件）	発電所、油田、ガス、石炭
1989	38件（3件）	発電所、油田

表11 海外経済協力基金（O E C F）直接借款部門別承諾状況

(件数：件，金額単位：百万円)

部門	年度 形態	1 9 8 9			1 9 8 8			累 計 (1961~89)		
		件数	金 額	構成比 (%)	件数	金 額	構成比 (%)	件数	金 額	構成比 (%)
電 力 ・ ガ ス	直接借款	15	104,095	12.3	17	158,925	14.6	303	1,893,008	21.8
	一般案件	—	—	—	—	—	—	18	16,036	3.7
	小 計	15	104,095	12.1	17	158,925	14.4	321	1,909,044	21.0
運 輸	直接借款	26	194,985	23.0	23	172,444	15.8	365	2,100,992	24.2
	一般案件	—	—	—	—	—	—	29	22,655	5.2
	小 計	26	194,985	22.7	23	172,444	15.7	394	2,123,647	23.3
通 信	直接借款	6	65,738	7.8	5	38,381	3.5	138	566,768	6.5
	一般案件	—	—	—	—	—	—	11	7,332	1.7
	小 計	6	65,738	7.7	5	38,381	3.5	149	574,100	6.3
灌 溉 治 水 干 拓	直接借款	8	45,984	5.4	10	37,741	3.5	117	429,381	4.9
	一般案件	—	—	—	—	—	—	4	2,399	0.6
	小 計	8	45,984	5.4	10	37,741	3.5	121	431,780	4.7
農 林 ・ 水 産 業	直接借款	—	—	—	2	2,651	0.2	38	169,208	2.0
	一般案件	—	—	—	3	2,441	28.3	234	113,884	26.2
	小 計	—	—	—	5	5,092	0.5	272	283,091	3.1
鉱 工 業	直接借款	6	31,576	3.7	12	109,329	10.0	148	865,882	10.0
	一般案件	2	2,071	17.7	4	4,182	48.5	386	216,069	49.6
	小 計	8	33,647	3.9	16	113,511	10.3	534	1,081,952	11.9
社会的サービス	直接借款	15	93,156	11.0	18	96,330	8.8	115	535,877	6.2
	一般案件	2	9,170	78.5	1	3	0.0	22	26,315	6.0
	小 計	17	102,326	11.9	19	96,333	8.8	137	562,192	6.2
開 発 金 融	直接借款	7	70,796	8.4	7	133,844	12.3	33	276,273	3.2
	一般案件	—	—	—	1	2,000	23.2	3	3,350	0.8
	小 計	7	70,796	8.3	8	135,844	12.3	36	279,623	3.1
商 品 借 款	直接借款	13	226,225	26.7	24	287,664	26.4	156	1,688,050	19.5
	一般案件	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	小 計	13	226,225	26.4	24	287,664	26.1	156	1,688,050	18.5
そ の 他	直接借款	9	13,421	1.6	16	54,363	5.0	71	150,587	1.7
	一般案件	1	444	3.8	—	—	—	22	27,147	6.2
	小 計	10	13,865	1.6	16	54,363	4.9	93	177,734	2.0
合 計	直接借款	105	845,976	100.0	133	1,091,673	100.0	1,484	8,676,025	100.0
	一般案件	5	11,685	100.0	9	8,625	100.0	730	435,188	100.0
	合 計	110	857,661	100.0	142	1,100,298	100.0	2,214	9,111,213	100.0

(出典：経済協力の現状と問題点（平成3年版）)

ハ、(J O D C)

途上国・地域の政府・公的開発機関等の要請に基づいて計画された事業に対する本邦中小企業の海外投資を円滑に進めるため、中小企業に対する所要の出資資金の融資を行っている。最近の融資承諾の状況は次のとおりである。

1989年度	9件	1,031百万円
累計	133件	10,507百万円

ニ、国際開発金融機関

わが国をはじめ各国からの拠出等を得て途上国の民生安定・社会経済開発のための資金協力を行なっている代表的国際開発金融機関についてエネルギー分野の貸付け等の実績をみることとする。

① 国際復興開発銀行 (I B R D) いわゆる世界銀行の1990年度の貸付け承認額は151億7900万ドルであり、そのうちエネルギー分野は30億8450万ドル (電力関係29億9850万ドル、石油・ガス・石炭関係8600万ドル) を占め、シェアは22.5%である。

② 国際開発協会 (I D A—いわゆる第二世銀) については90年度の融資承認額は総額55億2200万ドルであり、そのうちエネルギー分野が2億1980万ドル、シェア4%となっている。

③ 米州開発銀行 (I D B) については、1990年度融資承認額総額38億8100万ドル (61～90年累計469億9500万ドル) であり、そのうちエネルギー分野は6億6500万ドル (同累計126億7100万ドル)、シェア17.1% (29.0%) となっている。

④ アジア開発銀行 (A D B) については1990年の貸付け承認額総額が39億7210万ドル (89年は36億2360万ドル) であり、

そのうちエネルギー分野は10億5010万ドル (6億490万ドル)、シェア26.4% (16.7%) となっている。

これら国際開発金融機関と基金とのエネルギー分野の協調融資の実績 (1980～1990年) は次のとおりである。

世銀と基金は16件 (水力8件、火力2件、地方電化2件、ガス3件、エネルギー分野全般1件、国名はマレーシア、インドネシア、ビルマ、タイ、エジプト、ホンデュラス、インド、バングラデシュ、パプアニューギニア) である。

アジア開銀と基金は8件 (水力5件、火力2件、地熱1件、国名はマレーシア、フィリピン、タイ) である。

米州開発銀行と基金は3件 (水力2件、地熱1件、国名はコロンビア、ホンジュラス、コスタリカ) である。

その他にアフリカ開発銀行と基金はエジプトで2件 (火力発電所建設、地方電化) の協調融資の実績がある。

このように国際金融機関の途上国資金協力においてエネルギー分野は大きなウェイトを占めている。

(3) その他の協力

途上国開発協力の効果的推進のため、様々な工夫がなされているが、その例の一つとして大規模経済協力プロジェクトがある。

これは民間活力による資金・技術等の途上国への大規模かつトータルな移転にあたり政府ベースの経済協力が有機的に結合されているものをいい国家プロジェクトとして推進されるものである。これまでに、インドネシアアサハンアルミプロジェクト、シンガポール

石油化学プロジェクト、イラン バンダルホメイニ石油化学プロジェクト、サウジアラビア アルジュベール石油化学プロジェクト、ブラジル アマゾンアルミニウムプロジェクト、ブラジル紙パルプ資源開発プロジェクト、ブラジルウジミナス製鉄所プロジェクトがある。

II エネルギー分野の協力の現状

わが国の途上国協力を技術協力、資金協力等の協力方法からみてきたが、これらの方法を通じて行われているわが国の途上国協力ーODA該当分野に占めるエネルギー分野のシ

ェアは表12のとおりである。これで見るとおり有償資金協力のウェイトが非常に大きい。また全体的趣性としては、金額ベースでは協力実績に低減化傾向がみられるが、技術協力、人的協力では充実の方向にあるといえる。

生活面、生産面等すべての人間活動においてエネルギーが不可欠であることは、先進国、途上国いずれにとっても同様である。このようなエネルギー分野のわが国の途上国協力の現状について、当面収集可能な資料をもとに主なエネルギー項目ごとにできる限り具体的に整理してみることとする。

表12 エネルギー分野における援助実績

(単位：億円)

年 度	無償資金協力	円 借 款	技 術 協 力 (単位：人)		
			研修員受入れ	専 門 家 派 遣	協 力 隊 派 遣
1986	56.09 (5.4)	1,120.78 (20.0)	155 (2.6)	22 (1.1)	0 (0.0)
87	28.09 (2.6)	1,873.94 (26.9)	186 (2.9)	18 (0.8)	5 (0.6)
88	28.91 (3.0)	1,564.23 (14.7)	196 (2.9)	49 (2.0)	2 (0.6)
89	45.52 (4.3)	1,518.99 (15.5)	238 (3.2)	33 (1.4)	2 (0.2)
90	9.63 (1.0)	1,057.83 (10.5)	211 (2.8)	22 (0.9)	0 (0.0)

注：()内は一般無償全体(債務救済、ノン・プロジェクト援助、小規模無償を除く)又は円借款全体(債務繰延べを除く)に占める割合(%)、技術協力は全体に占める割合(%)。

(出典：我が国の政府開発援助(1991年版))

1. 電力分野

電力分野については村落電化等の民生安定あるいは工業開発に不可欠なものとして途上国側の要請は高く、協力実績が最も多い分野となっている。技術協力については、JICA、AOTS等とはもとより、特に(出)海外電力

調査会・電力国際協力センター及び電力各社等が専門的立場から実施にあたり大きく寄与している。

(1) 技術協力

イ. 研修生受入

① JICA関係では、発電、配電等7種の集団コースが実施され、途上国の研修生を

1～3ヶ月間受入れている。個別テーマについては、研修生の個別受入が実施されている。

集団コース名	開始年度	定員	期間
水力発電コース	1963年	9人	47日間
火力 " "	"	8	57
電気事業経営	" 1972	9	46
配電技術	" 1973	6	78
原子力発電	" 1985	5	68
石炭火力発電	" 1987	5	58
電力総合開発計画	" 1989	8	74

また、特定途上国を拠点として周辺途上国の研修生を受入れて実施する第三国研修制度によりシンガポールにおいて「電力供給・送電コース（定員24名）（1988～1993年度5年間）」が実施されている。

② AOTSや(外)海外電力調査会の制度により、中国、韓国、イラン等から研修生が受入れられている。

最近の研修生受入実績（各制度合計）

	86年度	87年度	88年度	89年度	90年度	計(86～90年度)
受入人数(人)	72	90	129	134	124	549

（原子力発電分野も含む）

ロ．専門家派遣

JICA関係等により90～91年度において9カ国へ16名派遣中である。これまでも派遣実績は多い。

インドネシア	4名	（電源開発，農村電化，電力需要予測等）
タイ	3名	（水力発電機器，配電線自動化等）
トルコ	6名	（水力発電，地質調査，発電計画等）
パキスタン	2名	（高電圧・短絡試験研究所設立計画）
中国	1名	（火力発電所運転保守）

ギニア	1名	（ディーゼル発電機利用）
タンザニア	1名	（送配電網整備）
グアテマラ	1名	（技術訓練センター）
チリ	1名	（中小規模水力発電計画）

ハ．総合的技術協力事業

専門家派遣，研修生受入，機材供与を有機的に結合したJICAのプロジェクト方式技術協力が実施されてきている。また，現在，タイにおける「配電自動化」に関するプロジェクト方式技術協力の実施の可能性について検討が進められている。

① ジョルゲン電力訓練センタープロジェクト：協力期間 1986.3.～1991.2（5年間）

なお，本プロジェクトによる技術移転の成果を受けて，現在，供与機材等を利用して，アラブ周辺諸国から研修生を受入れる電力訓練分野の第三国研修制度の実施について検討が進められている。

② 韓国産業用電力設備診断技術協力（ミニプロジェクト）：協力期間 1990.12～1993.11（3年間）

ニ．開発調査等

① 開発調査としてJICAにより1990年度に，中国揚水発電開発計画，インドネシア，トルコ，タンザニア水力発電開発計画，パラグアイ首都圏配電網整備計画等が実施された。

90年度には，タイ シンブン流動床燃焼石炭火力発電開発計画，また，発電所の公害防止対策関係として，ポーランド石炭火力発電所排煙脱硫計画調査等の電力分野の調査が実施されている。

これまでの電力関係開発調査実績は次のと

おりである。

分野	件数 (1974～90年度)
電力総合開発	15件
水力発電	100 "
火力発電	14 "
送配電	24 "

② (財)海外電力調査会において1990年度以降、アセアン4ヶ国及び中国を対象とした「電力化総合開発計画調査」が進められている(国庫委託事業)。

(2) 資金協力

①無償資金協力についてはこれまでに多くの協力実績がある。1988～89年には次のような協力事例がある。

リベリア	モンロビア電力供給改善計画
セネガル	ダカール市発電機材整備計画
ガーナ	地方電化計画
パキスタン	高電圧・短絡試験研究所設立計画

グアテマラ	パナバハル村電力導入計画
ブータン	小規模水力発電施設整備計画

②有償資金協力としては海外経済協力基金及び日本輸出入銀行により各種発電所整備、送配電網整備等に関する借款等の協力実績は非常に多い。例えば基金の直接借款承諾総数1,484件(1966～89年累計)のうち電力分野は293件(多目的ダム51件、発電所180件、送電線62件)である。そのうち1980年以降25件について、世銀、アジア開発銀行、米州開発銀行、アフリカ開発銀行等の国際開発金融機関と協調融資を行なっている。

(3) その他

電力分野としてその他、中国等との火力発

電所の脱硝・脱硫技術等の環境対策についての情報交換、アセアン諸国電力首脳との交流、太平洋エネルギー協力会議(SPEC)への参加等を行っている。

2. 石油分野

石油分野については、産油国を中心とした途上国において、開発・精製等の分野を主として技術協力、資金協力等が行われている。関係機関としては、(財)国際石油交流センター、石油公団等の寄与が大きい。また、油汚染に関しては環境対策の一環として協力が進められている(Ⅱの8その他参照)。

(1) 技術協力

イ. 研修生受入れ

① (財)国際石油交流センターにおいて、石油精製技術分野に関し、産油国石油関係者の研修生受入れを1981年以降行っている。(表13参照)

② また、石油公団において、石油開発分野に関し油層工学、物理探鉱、地質地化学等の各コース(1990年度末実績累計87名)の研修を産油国技術者に対し行っている。

ロ. 専門家派遣

(財)国際石油交流センターにおいて、石油精製技術分野に関して産油国の技術向上のため専門家派遣を1981年以降行っている。(表14参照)

ハ. 総合的技術協力事業

JICAのプロジェクト方式技術協力により石油探査に関する次の技術協力が行われている。

インドネシア 石油・天然ガスリモートセンシング技術協力プロジェクト：協力期間

1989.8～1993.8（4年間）
ニ、共同研究等

① 石油公団とトルコ国営石油公社がトルコ国イキステペ油田をテストフィールドとして「重質油増進回収技術に関する共同研究」を行っている。

② 工業技術院では国際研究協力事業として地質調査所とフィリピン鉱山地球科学局との間で「含油堆積盆地の標準層序に関する共同研究」を行っている。

ホ、開発調査等

① 石油公団において海外未探鉱地域における海外地質構造調査を行っており、1979年以降アジア、アフリカ等12カ国で実施している。

② JICAではマレーシアにおいて石油産業開発調査（1976～77年）を実施している。

(2) 資金協力

基金、輸銀による石油開発、精製、流通、さらには石油化学分野に至るまでの借款等の資金協力の実績は多い。事例は次のとおりである。

中国	油田開発（大慶、大港他） （輸銀1986年）
メキシコ	太平洋石油プロジェクト （輸銀1986年）
コロンビア	石油パイプライン（輸銀 1986年）

表13 研修生受入れ実績（石油分野）

地 域 \ 年 度	88年度	89年度	90年度	累計 (81～90年度)	備 考
ア ジ ア	362	320	312	2,496	中国、インドネシア、タイ、マレーシア等産油各国
中 東	119	107	82	834	サウジアラビア、イラン、イラク等産油各国
ア フ リ カ	104	50	72	447	アルジェリア、ナイジェリア、エジプト等産油各国
南 米	5	13	32	120	メキシコ、ペルー、ブラジル等産油各国
合 計	590	490	498	3,918	

表14 専門家派遣実績（石油分野）

地 域 \ 年 度	88年度	89年度	90年度	累計 (81～90年度)	備 考
ア ジ ア	109	79	130	743	中国、マレーシア、タイ、インドネシア等産油各国
中 東	40	34	18	228	サウジアラビア、アラブ首長国連邦、カタール、クウェート等産油各国
ア フ リ カ	10	6	4	136	アルジェリア、エジプト等産油各国
南 米	10	8	12	101	メキシコ、ベネズエラ、ペルー等産油各国
オセアニア	0	3	1	26	
合 計	169	130	165	1,234	

インドネシア プルタミナ製油所効率化
(輸銀1987年)

中国 陸上油田 (輸銀1989年)

中国 アルシャン油田 (輸銀1989
年, 1990年)

メキシコ メキシコ首都圏大気汚染対
策計画(製油所脱硫装置等)
(基金1990年)

メキシコ ガソリン無鉛化プロジェク
ト (輸銀1991年)

(3) その他

石油開発, 利用に関する国際セミナーの実
施, 太平洋エネルギー会議への参加等により
協力が行われている。

3. ガス分野

ガス分野については天然ガス, LPG, 都
市ガス等に関して, 開発, 輸送, 利用等各技

術分野の協力が中広く行われている。政府ベ
ースのほか, 民間ベースでも幾つかの途上国
協力の努力がなされている。

(1) 技術協力

イ. 研修生受入れ

ガス分野の最近3年間及び1975年以降の研
修生の受入れ実績(累計)は表15のとおりで
ある。

ロ. 専門家派遣

ガス分野の最近3年間及び1975年以降の専
門家の派遣実績(累計)は表16のとおりであ
る。

ハ. 総合的技術協力事業

JICAのプロジェクト方式技術協力事業
により, 石油との関連天然ガスの探査開発に
係わる次の協力が行われている(再掲)。

インドネシア 石油・天然ガスリモートセ
ンシング技術協力プロジェクト: 協力期間

表15 研修生の受入れ実績(ガス分野)

	88年度	89年度	90年度	累計 (1975~90年度)	備 考
JICAベース	0	10	10	25	タイ, ネパール, フィリピン
AOTSベース	8	13	5	62	中国
民間ベース	87	138	134	710	韓国, 台湾, 中国, 香港, インドネ シア, マレーシア, シンガポール等
合 計	95	161	149	797	

(注) 民間ベースはガス事業者を中心として企業ベースで行われた研修生受入れであり, 大部分は有償による。

表16 専門家派遣実績(ガス分野)

	88年度	89年度	90年度	累計 (1975~90年度)	備 考
JICAベース	0	0	0	48	マレーシア(61年)ネパール(57, 58 年)インドネシア(54年)
民間ベース	36	44	46	805	韓国, 台湾, 中国, アセアン各国, ポルトガル等
合 計	36	44	46	853	

(注) 民間ベースは, ガス事業者を中心として企業ベースで行われた専門家派遣であり大部分は有償による。

1989～1993（4年間）

二. 開発調査等

JICAにより開発調査等としてこれまで次のような調査協力が行われてきている。

インドネシア ジャンビ天然ガス利用開発計画（1988）

インドネシア 都市ガス整備計画（1974～75）

タイ バンコク首都圏都市ガス整備計画（1974）

ミャンマー LPG回収計画/LPG総合開発（1981, 85）等

(2) 資金協力

基金、輸銀によるガス分野についての借款等の資金協力実績は多い。最近では例えば次のような事例がある。

マレーシア 半島ガスパイプライン計画（基金1988年）

中国 四都市ガス整備事業（基金1988～1989年）

タイ 天然ガス分離プラント建設事業（基金、世銀協調融資1982年）

タイ LPG地方供給計画（基金、世銀協調融資1983年）

バングラデシュ バクラバード天然ガス開発事業（基金、世銀協調融資1980年）

アルジェリア ガス処理ステーション（輸銀1988年）

(3) その他

ガス事業者が途上国のガス事業者と交流契約を締結する等により国際交流を行っている。

る。

八戸ガス～蘭州ガス公司（中国）（交流契約）

静岡ガス～欣中天然ガス公司（台湾）（交流契約）等

4. 石炭分野

石炭分野については、開発、採炭、輸送、燃焼利用、各分野に関して多様な協力が行われている。特に、公害防止・環境対策に関する協力も電力分野との関連で推進されてきている。

(1) 技術協力

イ. 研修生受入れ

JICAの集団研修、個別研修制度により次のような研修生受入実績がある。

石炭開発・利用コースは九州大学、採炭・選炭コースは岡山炭技術研究所で実施されている。

コース名	1985	1986	1987	1988	1989	計(人)
石炭開発・利用	0	8	7	8	8	31
採炭・選炭	0	0	7	8	7	22
鉱山保安	9	9	12	9	11	50
個別研修	4	5	3	4	1	17
計(人)	13	22	29	29	27	120

国としては、中国、韓国、フィリピン、インドネシア、タイ、ミャンマー、マレーシア、インド、バングラディシュ、パキスタン、イラン、イラク、トルコ、ブラジル、コロンビア、ペルー、スワジランド、ザンビア、イラクの19ヶ国である。

ロ. 専門家派遣

JICA制度により韓国鉱山災害予防プロジェクト、炭鉱坑内作業環境改善プロジェクト、インドネシア鉱山開発等に関連し、累計

約50名の専門家が派遣されている。

ハ. 総合的技術協力事業

JICAのプロジェクト方式技術協力として次のプロジェクトが実施されている。

韓国 鉱山災害予防技術協力プロジェクト
(炭鉱関係)

協力期間 1984～1988 (4年間)

韓国 炭鉱坑内作業環境改善技術協力プロジェクト

協力期間 1989～1993 (4年間)

ニ. 機材供与事業

JICA制度によりコロンビアの国立大学に対し石炭化学分析用機材の供与(1988年度)が行われている。

ホ. 研究協力

① 国際研究協力事業として1989年度において「石炭特性と生成環境に関する研究(地質調査所—中国地質大学)」及び「流動層による石炭の新燃焼技術に関する研究(北海道工業開発試験所—中国科学院)」が行われている。

② また、研究協力推進事業として、インドネシア国内にパイロットプラントを建設し、インドネシアと共同で研究を行う「石炭ボイラー用簡易脱硫装置開発(1990～1994年度)(日本側：(財)石炭利用総合開発センター)」が進められている。

ヘ. 開発協力

JICA投融資事業として、中国高濃度石炭水スラリー(CWM)試験的事業が実施されている。

ト. 開発調査等

① JICA制度により石炭分野について1990年度まで累計27件の調査が実施されている。事例として次のようなテーマがある。

インドネシア バンコ炭有効利用計画

(1986)

中国 神府東勝炭田品質管理計画
(1988～1989)

タイ 褐炭ブリケット振興計画
(1989)

インド 石炭溶剤精製計画(1989)

ヴェネズエラ タチラ州炭田開発計画
(1990)

等

② NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)において海外炭開発可能性調査の一環として相手国の要請に基づき海外地質構造等調査を実施している。

(2) 資金協力

輸銀を中心とした石炭分野の借款等の資金協力の実績は多い。事例として次のようなものがある。

コロンビア セレホン石炭開発(輸銀1982年)

中国 東曲石炭(輸銀1987年)

トルコ 炭鉱開発プロジェクト(輸銀1986年)

中国 ジュンガル石炭(輸銀1988年、1990年)

インド コラガート火力発電所石炭灰有効利用(輸銀1990年)

(4) その他

太平洋エネルギー会議への参加や石炭利用と環境対策等について情報交換が行われている。

5. 新エネルギー分野

新エネルギー分野については、化石エネルギー

ギー以外の自国賦存未利用エネルギー源活用によるエネルギー自給の向上等を狙い非産油途上国を中心として、太陽エネルギー、地熱エネルギー、バイオマス、ローカルエネルギー資源等様々な新エネルギー利用のための技術協力の要請があり協力が進展してきている。

(1) 技術協力

イ. 研修生受入れ

JICAの集団研修コース「地熱エネルギーコース(九州大学, 13名)」が実施されているほか、バイオマスプロジェクト技術協力等の一環で約20名の研修生受入れを行なっている。

ロ. 専門家派遣

JICA制度によりバイオマスプロジェクト、豆炭・ブリケット製造技術協力等に関連して累計約40名の専門家が派遣されている。

ハ. 総合的技術協力事業

JICAのプロジェクト方式技術協力により次の協力が実施されている。

タンザニア キリマンジャロ州中小工業開発技術協力プロジェクト
(ブリケット(おが炭)部門)

協力期間 1977～1982(5年間)

インドネシア バイオマスエネルギー研究開発技術協力プロジェクト

協力期間 1982～1986(4年間)

ニ. 研究協力

研究協力推進事業として次のテーマについて研究協力が行われている。

インドネシア 太陽光発電による村落電化研究協力(日本側:NEDO)

協力期間 1984～1987, フォローアップ1988～1989

タイ 燃料電池による地域電化協力(日本側:NEDO)

協力期間 1988～1993(5年間)

フィリピン 木質系廃棄物からのガスの利用技術開発事業(日本側:助エンジニアリング振興協会)

協力期間 1990～1994(5年間)

ホ. 開発調査等

JICA制度により地熱エネルギー、太陽エネルギー等新エネルギー・代替エネルギー分野の調査協力が行われている。なかでも地熱エネルギーに関する開発調査が最も多く、累計は22件である。

事例は次のとおりである。

インドネシア 太陽光発電ハイブリッドシステム地方電化計画調査(1988～)

アルゼンチン ネウケン州北部地熱開発計画(1986～89)

メキシコ ラ・プリマベラ地熱開発計画(1987)

キリバス 太陽利用地方電化計画(1990)

ラオス ゼカダム小水力発電開発計画(1990)

(2) 資金協力

イ. 無償協力

次のような協力事例がある。

インドネシア バイオマス・エネルギー研究開発センター(1981, 1984)

象牙海岸 アビジャン大学バイオマス研究機材(1983)

セネガル	太陽エネルギー発電機整備計画 (1990)
フィリピン	ヤシ殻有効利用練炭製造計画 (1990)
ロ. 有償協力	
基金, 輸銀により地熱発電関係を主として借款等の資金協力が行われている。協力実績の事例は次のとおりである。	
フィリピン	トンゴナン地熱発電所 (基金1980)
フィリピン	南ネグロス地熱発電事業 (基金, 世銀との協調融資1981)
フィリピン	地熱発電所 (輸銀1982, 1983)
メキシコ	地熱発電プロジェクト (輸銀1985)
コスタリカ	ミラバジェス地熱発電所 (基金, 米州開発銀行 (IDB) との協調融資1985)
等	

(3) その他

JETROでは代替エネルギー技術の普及のためエネルギー技術普及事業を行なっている。また、(註)日本プラント協会は海外中小企業技術協力事業の一環として中小プラント (風力発電所) マニュアルを作成し途上国に提供している (国庫補助事業)。

その他, 太平洋エネルギー会議への参加等による情報交換等が行われている。

6. 原子力分野

原子力分野については, 原子力発電の安全管理等を中心とした技術協力が行われている。

(1) 技術協力

イ. 研修生受入

① JICA集団研修コース3コース, 「原子力発電 (5名/年)」, 「原子力安全規制行政セミナー (6名/年)」, 「原子力基礎実験 (10名/年)」が実施されている。

原子力発電コースについては, 1986~1990年の5年間に27名の研修生を受入れている。

また, 個別研修として「原子力発電所の使用前検査研修」をテーマに中国国家安全局研修生を6名 (90年6月から1ヶ月), 「原子力要員の養成」をテーマに中国エネルギー研修生を4名 (90年11月から1ヶ月) 受入れている。

② さらに(財)海外電力調査会では, 商用原子力発電をめざす中国 (核工業総公司) の研修生90名 (1986~90年累計) 及びインドネシア (原子力庁) の研修生6名 (1986~90年累計) を受入れている。また, 同調査会は, 交流協会の受託事業として, 既に原子力発電所が稼動中である台湾電力から研修生17名 (1989~90年累計) を受入れている。

ロ. 専門家派遣

原子力発電所の安全運転等に関して, IAEA及びJICA制度等により次のような派遣事例がある。

① IAEA関係

OSART (運転管理調査チーム) (1989年) (中国 秦山, チェコ ジュコバニー)

旧式ソ連型炉 (VVER440/230型炉) の安全支援プログラム (1991年)

(チェコ ボフニチェ, ソ連 ノボボロネジ)

原子力発電の品質管理セミナー (1990年)

(チェコ プラハ)

② その他

原子力安全規制セミナー (1988年2名, 1990

年2名) (インドネシア)

原子力発電所の試運転経験提供 (1990年5

名) (中国 秦山原子力発電所)

原子力発電所のポンプに関するセミナー

(1990年4名) (台湾)

(2) 2 国間の特定協力

① 日中原子力協定 (1986年7月10日)

② 日韓原子力発電安全協力実施取極 (1991年2月11日)

③ 日ソ原子力協定 (1991年4月20日)

等により、原子力発電の安全等に関する情報交換、技術専門家の交換等の協力を実施することに合意している。

(3) 世界原子力発電事業者協会 (WANO)

原子力発電所の運転経験についての情報交換を行なうため発電所間の相互訪問プログラムの実施:

泊 (北海道電力)、島根 (中国電力) - 韓国
川内、玄海 (九州電力) - 台湾

美浜 (関西電力) - ソ連
等

(4) その他

① 途上国原子力関係要人招聘による途上国との協力強化・推進等:

(1989年8名 - 中国、韓国、インドネシア、マレーシア、タイ、フィリピン)

② IAEA/RCA計画のもとに放射線・RI利用分野について、セミナー等の開催 (日本、中国、インドネシア、スリランカ、バングラデシュ等) 及び専門家の派遣 (韓国、インド、インドネシア、タイ、ベトナム、マレーシア等) 等の実施

7. 省エネルギー分野

先進国の中でも冠たる省エネルギー先進国であるわが国に対して、途上国からの省エネルギー技術に関する技術移転・技術協力の要請は高く、JICA、勸省エネルギーセンター等を中心として協力が実施されている (図7)。

図8は省エネルギー分野の協力実績について地域的展開を行なったものである。

(1) 技術協力

イ. 研修生受入

① JICA集団研修コース「省エネルギー技術研修 (10名/年)」により1986~90年の5年間累計50名の研修生を受入れた。また、個別研修制度により別途16名の研修生を受入れている。中国、タイ、ブラジル、アルゼンチン、メキシコ、ガテマラ、トルコ、ケニア等の諸国からである。

② その他UNIDO等の制度により14名の研修生を受入れている。マレーシア、タイ、韓国、台湾等からである。

ロ. 専門家派遣

JICA、IDC等の調査活動等の一環として1981年以降16件について専門家派遣を行っている。例えば、中国工場省エネルギー及び省エネルギー貯蔵庫 (3名)、韓国工場省エネルギー診断 (2名)、タイ工場省エネルギー (2名) 等である。

ハ. 総合的技術協力事業

JICAプロジェクト方式技術協力の一環として、現在中国大連省エネルギーセンター技術協力事業の実施の可能性について検討が行われている。

ニ、開発調査等

① JICA関係ではこれまで次のような省エネルギーに関する調査協力事例がある。

タイ：省エネルギープロジェクト開発計画調査（1982～85）

中国：工場省エネルギー計画調査（1985～86）

アルゼンチン：工場省エネルギー計画調査（1985～89）

ハンガリー：省エネルギー計画調査（1991～）

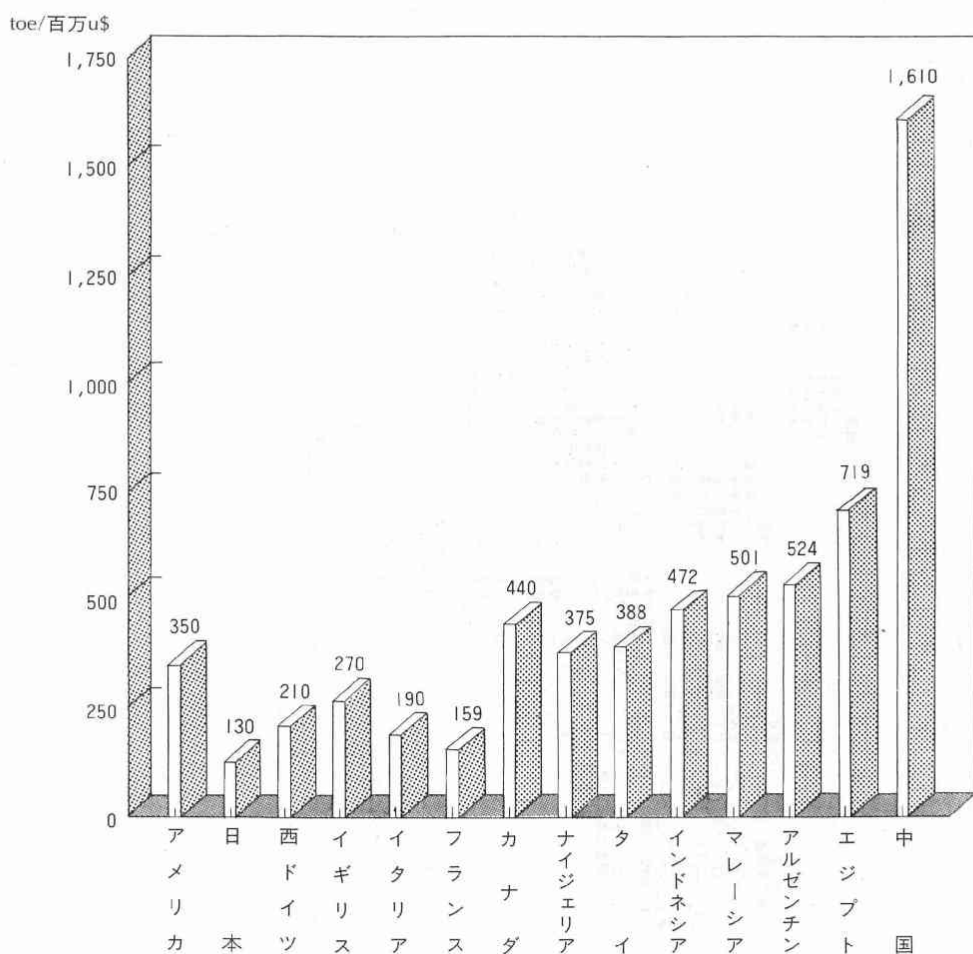
② UNIDO関係では次のような事例がある。

マレーシア：アセアン省エネルギープロジェクト（1983）

マレーシア、インドネシア：工場省エネルギー技術推進マニュアル調査（1991～）

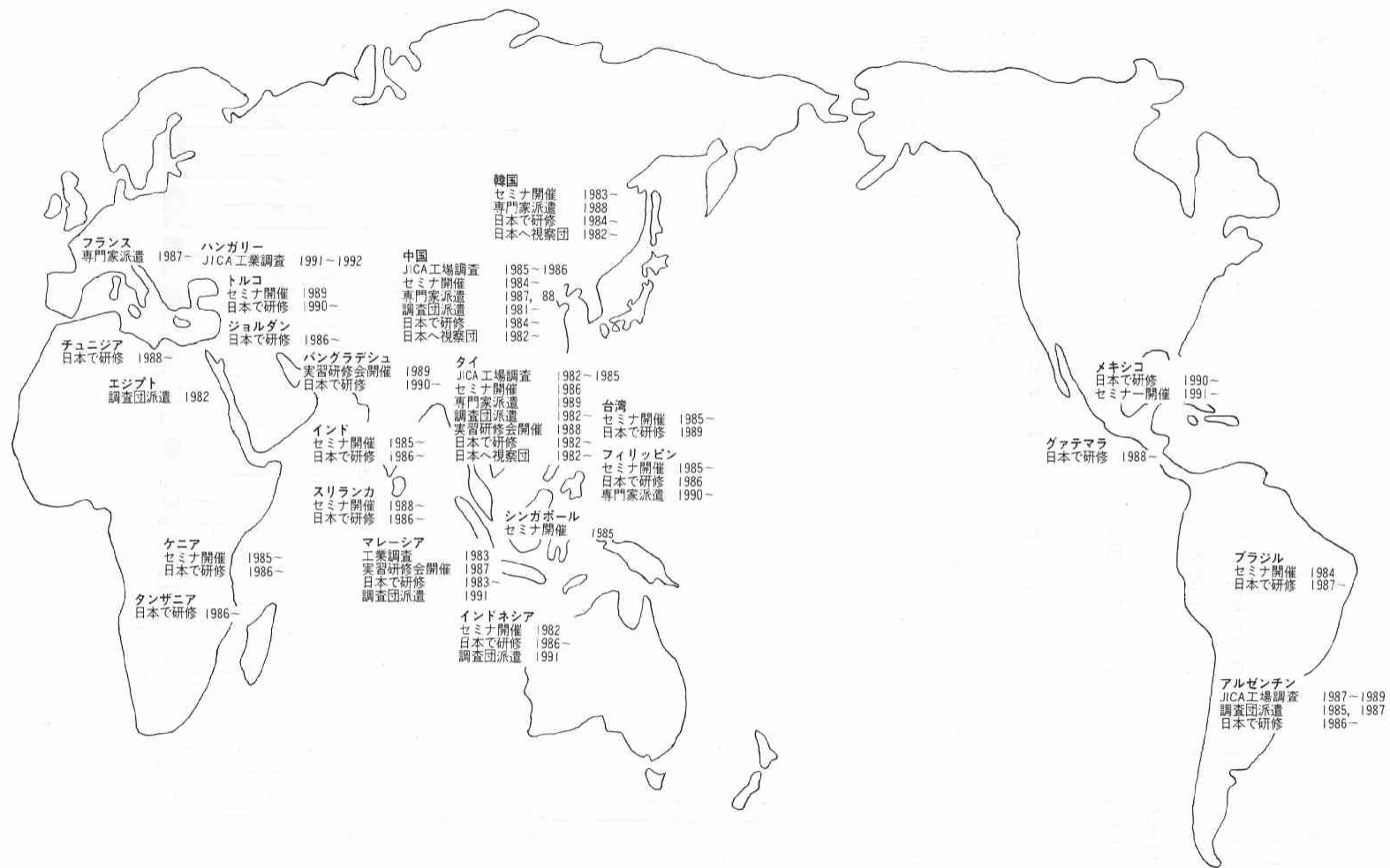
(2) 資金協力

基金によりミャンマー「排熱回収発電」（1987年）、輸銀によりインドネシア「プラタミナ製油所効率化」（1988年）等について借款



(原出典：国連資料)
(引用出典：通産省資料)

図7 エネルギー消費の対GNP原単位の各国比較（1988年）



(出典：通産省資料)

図 8 省エネルギー国際協力

が行われている。これらは省エネルギー目的が明らかである。他方発送電施設改修、肥料工場、製紙工場等工場改修・近代化等のプロジェクトに対する借款が多い。これらの場合、当然のことながら省エネルギー対策も含んだ計画となっていると考えられるので、省エネルギーとして明示されてはいないが結果的に省エネルギーの観点からの資金協力は相当多いと思われる。

(3) その他

財省エネルギーセンター、JETRO、AOTS、APO等が途上国においてセミナーや研修会を開催する等種々の活動を行っている。特に、財省エネルギーセンターはこれら事業に日本自転車振興会補助事業等として取組むほか、前述各機関の事業実施に協力を行っている。

イ. 途上国での研修会実施

AOTS関係事業として1987年以降「省エネルギー技術研修(ボイラー)」を5回実施(マレーシア、タイ、バングラデシュ)。

ロ. 途上国でのセミナーの開催

JETRO関係事業等として1982年以降「省エネルギーセミナー」を16回開催(中国、韓国、台湾、タイ、インド、インドネシア、フィリピン、ブラジル)。

ハ. 途上国での省エネルギー普及促進セミナーの開催

日本自転車振興会補助事業として1983年以降24回(年3回)普及促進セミナーを開催(韓国、中国、インド、インドネシア、タイ、マレーシア、フィリピン、シンガポール、スリランカ、トルコ、メキシコ、ケニア)。

ニ. 途上国での展示会の開催

省エネ・ボイラー・計測器展等の開催(中国、韓国)。

ホ. その他

① 日本国内で実施される途上国のためのセミナーにおいて省エネルギーがテーマとして取り上げられている。

工業化計画開発研修(INDC 5回)

エネルギー管理研修(APO 3回)

等

② また、国際省エネルギーシンポジウム(1981)、エネルギーの効率的利用国際シンポジウム(1988)、太平洋エネルギー協力会議等の国際会議が開催されている。

8. その他

わが国のエネルギー分野の途上国協力の現状を主なエネルギー項目ごとに整理したが、JICAの開発調査として実施されたインドネシアエネルギー需給計画策定システム(1981)及びイランエネルギー計画(1990)等、あるいは基金と世銀との協調融資によるバングラデシュエネルギー部門調整借款(1990)あるいは輸銀のトルコに対するエネルギーセクターローン(1987)等エネルギー全般にわたる協力もある。

エネルギー分野と関連した環境対策としては、湾岸戦争に伴う環境破壊対応のため原油流出に対して、オイルフェンスやオイルスキマーを供与するとともに、原油回収のための国際緊急援助隊を派遣している。

IMO(国際海事機関)については油汚染防除対策事業のための「湾岸油汚染災害基金」に対し、150万ドルの拠出を行っている。

さらに大規模海洋汚染への対応のためアセアン海域沿岸諸国との間では、わが国から技

術協力等の支援を行うため「アジア海域における油汚染に対する準備及び対応に関する国際協力計画（OSPAR計画）」を推進している。

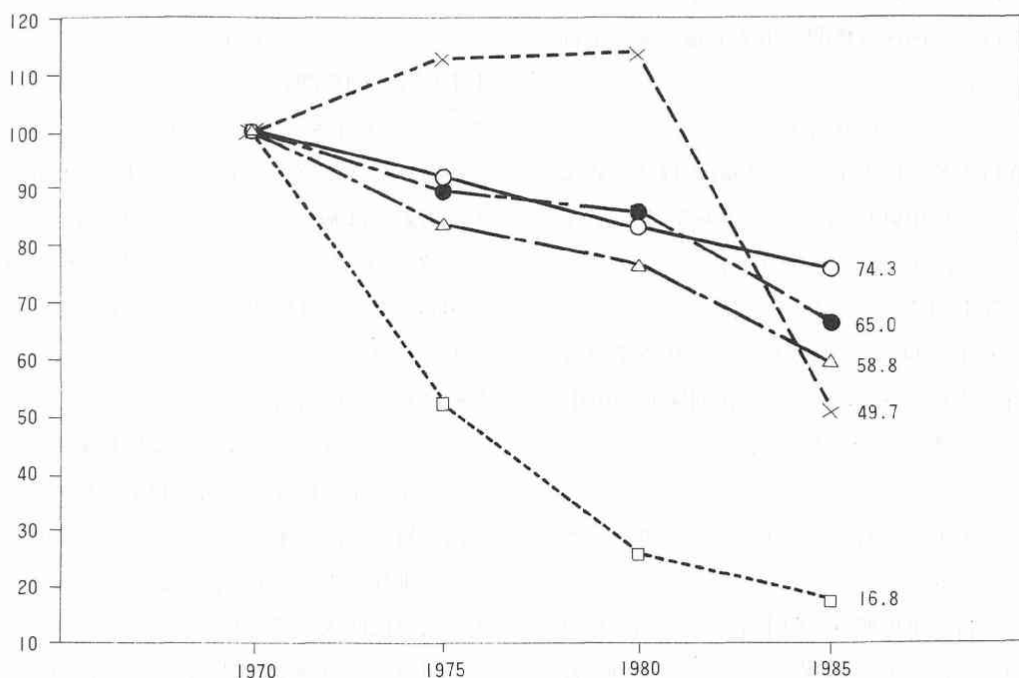
また最近の傾向としてはエネルギー対策と公害防止・環境対策との複合的協力の必要性が増大している（これについてはⅢ環境とエネルギー協力の項でまとめる）。

Ⅲ 環境とエネルギー協力

現在、いわゆる地球環境問題として、地球温暖化、酸性雨、オゾン層破壊、砂漠化、熱帯雨林の減少、有害廃棄物の越境移動、野生生物種の絶滅、途上国の公害問題、海洋汚染の9分野があげられている。これら問題の殆

んどは人類の経済成長・エネルギー消費と密接に関連しており、われわれ世界総人口54億の人間活動の総和がもたらしている結果である。もちろん、先進国住民と途上国住民とはそれに対する寄与に大きな差がある。他方、世界人口は、2050年頃には約100億人に増大するとの予測がある。今後の途上国を中心とした人口増加、経済成長、エネルギー消費の増大を考慮すれば、世界全体即ち地球の管理・運営を如何にするかが先進国、途上国共通の全体の問題として問われているということになる。

このようななか、地球的視野による次のような対応が進められつつある。



(出典：通産省資料)

図9 SOx排出量（1970年=100）

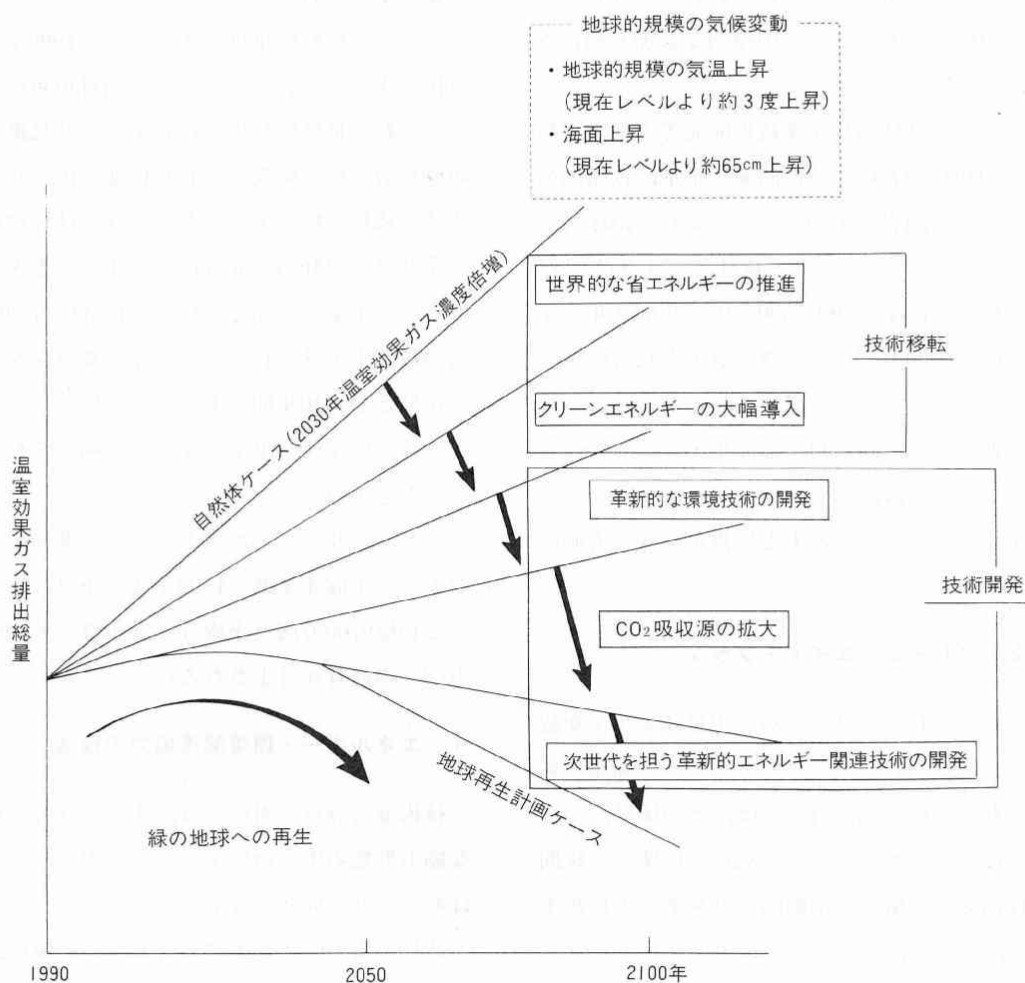


1. 地球再生計画

わが国が1990年7月のヒューストンサミット等の場で提唱し、現在推進中の計画である。基本的考え方は、脱硫技術の開発普及等技術によって環境問題を克服してきたわが国の経験から、新たな技術開発及び開発された技術の普及により地球温暖化対策等を推進しようというものである、しかも、国際的協調により、世界的規模で。図9は各国の硫黄酸化物

の排出量の削減経過を示したものである。

計画では、今後数10年かけて緑の地球を再生することを目指し、世界各国が協調して温室効果ガスの排出削減のために総合的かつ長期的な行動を推進することを期し、環境・エネルギー対策に関する①途上国に対する技術支援、及び②革新的な技術開発を進めることを2本の柱としている。地球再生計画の概念図は図10のとおりである。技術開発については既にサンシャイン計画等で進行中のものも



(出典：通産省資料)

図10 「地球再生計画」の概念

あるが新たに着手すべき開発テーマとして炭酸ガス固定化・有効利用技術、生分解性プラスチック開発技術、バイオリアクターを利用した生産技術、代替フロン開発技術、環境調和型金属リサイクル技術、CO₂センサーシステム開発技術があげられている。

これらの革新的な開発テーマについては、新たに中核的研究機関として(財)地球環境産業技術研究機構(RITE)が設立(1990年7月設立)され、NEDO等との分担を踏まえつつ、順次着手が行われている。これらテーマの研究にあたっては国際的な参加も期待されている。

なお、地球環境産業技術開発等の推進(科学的知見の充実、技術開発の推進、技術開発の支援、調査啓蒙の実施)による「地球再生計画」の促進のため、平成4年度(1992年度)予算政府原案で79億3300万円(平成3年度予算67億4800万円)の経費が計上されるに至っている。

他方、途上国に対する環境・エネルギー支援については、総合的支援策「グリーン・エイド・プラン」のもとに推進される方向にある。

2. グリーン・エイド・プラン

91年8月タイ訪問の際、中尾通産大臣が提唱したプランである。エネルギー・環境対策に取り組む途上国に対しては、その国情、ニーズに応じてわが国の公害対策等に関する民間技術等を活用した機動的・効果的な支援が不可欠である、との考え方に立っている。

本プランの中味は、脱硫、エネルギー使用効率化、クリーンエネルギー対策等エネルギー・環境全般にわたり相手国に対し最適な協

力の実施を行ない得るよう、ニーズ、優先度等を含め途上国との政策対話を実施することにある。

また、協力実施にあたっては、研修生受入れ・専門家派遣の増加等の技術協力の整備拡充、資金協力の充実、あるいはエネルギー・環境技術センターの設置等の総合的協力メニューにより対応しようというものである。本プランについては各国からも強い関心と期待が寄せられており、今後の一層の具体化とその推進が望まれる。

一方、技術移転推進機関として、1990年に(財)国際環境技術移転センター(四日市市)が設立され、地球環境保全に資する産業技術の研修指導、研究開発等を行ない途上国に対する技術移転を促進することにより地球環境の保全及び世界経済の発展に寄与することを目的として事業を開始している。91年度には400人の研修生の受入れを計画、今後本センターを中核として10年間で1万人の環境・エネルギー技術関連研修事業「1万人計画」を行うこととしている。

なお、グリーン・エイド・プラン関係の予算として平成4年度(1992年度)予算政府原案で13億9700万円(平成3年度予算7億5000万円)の経費が計上されるに至っている。

3. エネルギー・環境関連協力の推進

技術協力分野においては、JICAの多様な協力形態の中で研修生受入れ、専門家派遣はもとより、開発調査あるいはプロジェクト方式技術協力の実施等にあたり環境対策分野が充実されてきている。

例えば、メキシコ市(メキシコ)、アンカラ市(トルコ)、上海市(中国)の大気汚染対策

調査、サムット・プラカン工業地区大気汚染管理計画(タイ)、石炭火力発電所排煙脱硫計画調査(ポーランド)等の開発調査を行うとともに、公害防止、環境保全を目的とした「日中友好環境保全センターの設立」(中国、1990年)、及び「環境研究研修センターの設立」(タイ、1990年)等のプロジェクト方式技術協力を実施している。

また、直接的にはエネルギー分野の協力ではないが、エネルギー問題を左右する熱帯雨林等林業分野及び人口・家族計画分野も非常に重要な協力分野となっている。

熱帯雨林等林業分野のプロジェクト方式技術協力は、1990年度において7ヶ国で実施されている。事例としては、インドネシア(熱帯雨林)、マレーシア(サバ州造林技術開発訓練計画)、タイ(造林研究訓練)、フィリピン(パンタバンガン林業)、パプアニューギニア(森林研究計画)、ケニア(社会林業計画)、パラグアイ(中部パラグアイ森林造成計画)がある。

また、人口、家族計画・母子保健関係プロジェクトについては、1990年度に8ヶ国で実施されている。国名はインドネシア、ネパール、スリランカ、トルコ、エジプト、ケニア、コロンビア、ペルーである。

資金協力分野においては、メキシコ首都圏大気汚染対策(製油所脱硫等)計画(メキシコ、基金)、ガソリン無鉛化プロジェクト(メキシコ、輸銀)、コラガード火力発電所石炭灰有効利用(インド、輸銀)等エネルギー・環境分野の協力実績がでてきている。

ガソリン無鉛化プロジェクトは途上国の中でははじめてのものである。メキシコについては世銀も大気汚染改善プロジェクトに対す

る融資を行う予定であり、輸銀は環境改善効果を高めるため世銀との間で協調融資協定を締結することを計画している。

今後ともこれら分野の充実が願われる。

4. 環境ODA対策

わが国は1989年7月のアルシュサミットにおいて、89年度から91年度までの3年間で環境分野の二国間及び多国間援助を3,000億円程度を目途として拡充強化することを表明した。ここでいう環境分野として居住環境(上下水道、廃棄物処理等)、森林保全・造成、公害対策、自然環境保全、防災を対象としている。途上国に対する包括的な環境対策支援である。地球環境問題を重視する観点からは森林の保全・造成及び環境問題に適切に取り組むために必要な人材育成等の対処能力の向上の2点が重点とされた。環境対策を指向した協力の推進により前述のような実績を含め、1989～90年度の2年間の協力実績は合計2,942億円となり着実に実施中といえるであろう。

さらに、91年7月のロンドンサミットの機会に地球環境問題に関する途上国支援についての我が国の基本的考え方を「新環境ODA政策」として発表し、環境分野に関するODAの一層の充実に努めることとしている。

基本的考え方として、①先進国と途上国の協力・共同作業、②環境と開発の両立、そのための我が国の技術、経験の支援、③政策対話等による積極的案件的発掘と機能的・効率的援助、④環境問題とかかわる貧困問題、人口問題解決への協力の重視を掲げ、重点分野としては、森林保全・造成、省エネ・クリーンエネルギー技術、公害防止、野生生物の保護、

土壌保全等の分野及び途上国の環境問題対処能力の向上への協力を重視。また、国際開発機関との協力を図る。NGO事業補助金、小規模無償資金協力の一層の活用を図り、草の根レベルでの協力を一層推進する、等である。更に、環境インパクト調査の充実、分野別ガイドラインの作成等を通じて、援助案件の実施に際しての環境配慮を一層強化することとしている。

環境ODAの援助実績は表17及び表18のとおりである。

特に多国間協力実績についてみると、途上国に対する環境保全、植林等の分野の協力を行っているUNEP(国連環境計画)、ITTO(国際熱帯木材機関)、FAO(国連食料農業機関)等の国連機関に対し拠出し、その活動を支援している。UNEP及びITTOに対する拠出金はそれぞれ25,450千ドル(86～

表17 環境分野の国際協力実績(技術協力)

①

年 度	プロジェクト方式技術協力			開発調査
	件 数	研修員受入	専門家派遣	
1986	14	33	124	25
87	14	52	141	33
88	14	41	142	44
89	27	66	210	57
90	30	72	241	61

注：1. 件数、人数は新規+継続

2. プロジェクト方式技術協力：専門家派遣、研修員受入、機材供与を有機的に組み合わせた協力方式

②

年 度	研 修 員 受 入		専 門 家 派 遣		協 力 隊 員 派 遣	
	人数(人)	割合(%)	人数(人)	割合(%)	人数(人)	割合(%)
1986	167	2.4	103	3.4	48	2.0
87	147	2.0	96	2.8	55	2.1
88	150	1.9	129	3.4	59	2.3
89	314	8.9	152	3.8	59	2.1
90	669	7.6	194	4.9	54	2.0

注：1. 人数は新規+継続

2. 研修員受入は集団コースによる実績

3. 専門家派遣は個別専門家派遣事業費による派遣実績

4. 割合は、それぞれの実績人数全体に占める割合

(出典：我が国の政府開発援助(1991年版))

表18 環境ODAの援助実績(分野別実績)

(単位：億円)

	居住環境	森林保全	公害対策	防 災	自然環境・その他	合 計
1986	230 (69.9)	10 (3.0)	0 (0.0)	6 (1.8)	16 (4.9)	262
87	226 (34.8)	60 (9.2)	85 (13.1)	172 (26.5)	26 (4.0)	569
88	795 (69.0)	156 (13.5)	0 (0.0)	89 (7.7)	18 (1.6)	1,058
89	603 (46.6)	76 (5.4)	73 (5.6)	336 (26.0)	202 (15.6)	1,290
90	432 (26.1)	127 (7.7)	741 (44.8)	156 (9.5)	196 (11.9)	1,652

注：1. 86～88年度は有償資金協力+無償資金協力

2. 89、90年度は有償+無償+技協+マルチ

3. () 内は、同年度の環境ODAに占める割合

(出典：我が国の政府開発援助(1991年版))

90年度)、及び32,968千ドル(86~90年度)である。

I T T Oの実施プロジェクトの例としては「西アマゾンにおける総合的林業開発」、「アジア太平洋地域における伐採跡地の保有」、「インドネシアの森林官育成(米との協調)」等がある。

F A Oに対しては「途上国における森林資源の維持・造成及び開発・利用特別調査」(約1,350千ドル(83~87年度))、「薪炭林造成計画(タンザニア)」(1,200千ドル(86~88年度))、「F A O森林開発・保全のための国別行動計画(T F A P)策定事業」(390千ドル(88年度))等の提出を行なっている。

国際開発金融機関であるI D A(国際開発協会一等二世銀)、A D B(アジア開発銀行)等の環境基金に89年度7億円、90年度26億円、さらにオゾン層保護基金に9.8億円の提出を行なった。

また、1989年の世界開発委員会において、途上国の環境問題に対処するために必要な仕組み及び資金について研究を行うこととされ、そのために世銀のイニシアチブのもとにU N E P、U N D P(国連開発計画)と協力して、世銀内に地球環境ファシリティ(G E F)が1991年5月に設立された。わが国はこのG E Fに対する寄与を表明している。

5. 地球サミット(国連環境開発会議—U N C E D)の開催

1992年6月(1日~12日)ブラジル(リオデジャネイロ)において国連環境開発会議—「地球サミット」が開催される予定である。地球温暖化対策のための炭酸ガス等温室効果ガス排出抑制のあり方等地球環境問題に世界

各国が一致して対処するため、現在同会議に向けて地球環境問題の各分野(気候変動、森林保全、種の多様性等)における条約等作成のための交渉ほか種々準備が進行中である。最近、E C委員会が炭酸ガスの排出抑制のため石油、石炭などに「エネルギー税」を課すべきとの提案をまとめたという。炭酸ガス排出やエネルギー消費に課税し、それらを抑制するとともに、得られた税から基金を創設し環境対策等を実施すべきとのアイデアも出されている。本会議は、1972年の「人間環境宣言」の20周年を画して開催される21世紀に向けての記念すべき環境会議であり、環境と開発をテーマに環境問題が包括的に議論される。本会議において、先進国(間)と途上国(間)との間で地球環境改善、エネルギー問題の解決、及び途上国の発展のための望ましい方向、さらにはそのための協調と支援のあり方等について合意がなされ、それらが実施につながっていくことになることが願われる。

なお、地球環境対策推進のため、平成4年度(1992年度)予算政府原案において地球サミット総合推進費(8500万円)を含む総額4952億円(17省庁分見積合計)が地球環境保全関係予算として計上されるに至っている。

おわりに

本稿のまとめにかえお許しを得て、筆者のJ I C Aにおける技術協力についての実務経験から思いつくままに幾つかの途上国協力に関連した感想を述べさせていただくこととします。

●わが国の援助理念は「人道的配慮」と「相互依存関係の認識」の二つの言葉にまとめら

れている。本来援助―協力が「良いこと―豊かさの追求（おそらくは相手側はもちろん援助する側にとっても）」であるとする、「良いこと―豊かさとは何か」から始められる必要がある。しかしながら個人レベルでさえ「良いこと―豊かさとは何か」についてゆらぎがある状況であるため理念はともかくとして現実にはこれについての定義はほぼ不可能に近い状況にあると思われる。したがって援助する側、援助される側の双方がお互いに「良かれ」と合意し協力にとりかかり、その協力の過程と結果を通じ双方が相互に理解し確認し合うなかから状況変化を踏えつつ実施された事柄について一体どうであったのかという結論が引出されることになる。

●途上国協力は背景の違う異文化の人々の間の出会いとともにあるので本稿にあげられた事例のどの一つをとっても当事者にとってはいわば汗と涙とまたおそらくは楽しさとの、一つの物語になるような内容豊かな経験が入っているものと思われる。

●途上国現地において、必ずしも良しとしない生活環境と治安のなかで技術指導等に尽

力される派遣された専門家の方々の姿は、現地の人々にとってもすばらしく、幾つもの成果と交流の和がつくられてきている。

●農村電化の効果をタイの調査結果でみると表19のとおりとなる。夜が明るく楽しくなって出生率が下がったという。電化された村落群と未電化村落群の差は明白と思われる。

●エネルギー問題は本来個別具体的であり、ローカルなものであるが、その和・総和としてグローバルな問題が生じうる。現在においてローカルな問題とグローバルな問題が同時に発生している。途上国からのエネルギー分野の技術協力の要請はまさに多種多様である。豆炭・おが炭製造（タンザニア等）、ヤシ殻利用（フィリピン）、自然エネルギー利用（ネパール等）、原子力発電所安全運転（中国等）、公害防止（メキシコ、ポーランド等）、配電自動化（タイ）等、各事例ともその国・土地のエネルギー事情から切実な必要性が生じており、途上国にとっても協力側にとってもゆるがせに出来ないものばかりである。また、これらの協力の成否はもっぱら専門家の方々と現地技術者の人達との両者の現場での

表19 電化された村落群と未電化村落群の差（タイ）

項 目	電化された村落群	未電化村落群
1. 家族の年間総収入（1 パーツ = 5 円）	26,410 パーツ	22,740 パーツ
2. 家長の職業のうち農業の占める割合	73%	88%
3. 人口1000人当たりの出生率	18人／年	22人／年
4. 家族計画経験比率	69%	62%
5. 過去に12才以下の子供の死亡を経験した家族	20%	25%
6. 過去1年間病人を出さなかった家族（除風邪）	36%	31%
7. 医療機関の設置比率（村落当たり）	0.40箇所	0.16箇所
8. 中学程度まで卒業する比率	14%	7.5%
9. 過去1年間に村を去った人口（1000人当）	21.2人	30.0人

注：本資料はタイ政府の調査機関によって、電化した村落群と未電化村落群からそれぞれ2500人程度のサンプルを抜き出して比較したもの。電化前は両村落群ともに同様の生活レベル。

（出典：国際協力事業団資料）

表20 世界各国の所得、人口、エネルギー生産、輸出入、消費 (1987年)

単位: 1,000 t (石炭換算), kg (石炭換算)

国名	国民1人当 GNP (ドル)	人 口 (1,000人)	商 業 エ ネ ル ギ ー				新 炭	
			一次エネルギー生産量 (1,000 t)	輸入 (1,000 t)	輸出 (1,000 t)	国民1人当消費量 (kg)	国民1人当生産量 (kg)	生産量 (1,000 t)
(アジア(除中東))								
日本	15,840	122,091	48,449	427,983	9,424	3,652	0.4	54
ブルネイ	14,120	235	23,198	45	21,165	8,798	110.6	26
シンガポール	8,010	2,613	—	68,018	39,280	4,776	—	—
韓国	2,900	42,080	21,437	70,891	5,192	1,779	44.8	1,886
マレーシア	1,820	16,528	52,036	9,164	40,278	1,283	159.0	2,628
タイ	850	53,605	11,688	16,232	646	495	229.1	12,279
フィリピン	590	58,419	2,432	14,608	308	251	178.2	10,413
インドネシア	450	171,443	132,027	11,005	94,937	267	256.3	43,948
スリランカ	410	16,361	267	2,810	62	125	165.6	2,710
パキスタン	340	102,482	18,125	10,838	1	248	70.6	7,239
インド	310	797,526	207,304	32,934	1,396	272	98.3	78,415
中国	300	1,068,543	884,742	7,269	54,936	749	55.4	59,197
バングラデシュ	160	106,096	4,342	2,640	0	62	17.6	1,866
ネパール	160	17,591	67	364	35	24	303.9	5,346
ヴェトナム	—	64,978	5,846	2,054	500	118	116.6	7,578
ミャンマー	—	39,277	3,065	49	0	66	141.7	5,565
モンゴル	—	2,024	3,001	1,246	611	1,793	222.3	450
(オセアニア)								
オーストラリア	11,180	16,249	193,475	13,847	88,518	6,865	59.1	960
ニュージーランド	7,870	3,336	12,038	4,534	799	4,563	5.1	17
フィジー	1,600	722	43	494	110	394	16.6	12
パプアニューギニア	730	3,704	54	1,161	9	312	497.8	1,844
(中近東)								
U A R	16,090	1,454	131,792	17	103,091	18,682	—	—
クエート	14,630	1,873	99,582	3,661	79,136	8,505	—	—
イスラエル	7,410	4,375	75	14,920	2,082	2,726	0.9	4
サウジアラビア	6,650	13,610	341,472	571	217,806	6,335	—	—
オマーン	5,840	1,347	44,565	58	39,838	3,198	—	—
シリア	1,650	11,248	17,878	4,778	9,290	1,091	0.4	5
ジョルダン	1,560	3,790	32	4,665	98	1,044	0.3	1
トルコ	1,220	52,623	28,091	34,508	2,857	1,008	66.5	3,500
イラン	—	47,033	186,445	7,934	122,462	1,285	17.2	808
イラク	—	17,054	150,948	8	130,903	735	1.8	31
(アフリカ)								
アルジェリア	2,640	23,097	117,375	1,209	90,415	834	25.4	587
南ア連邦	1,980	33,114	134,983	22,897	43,119	2,808	71.2	2,359
エジプト	620	50,140	72,749	2,237	35,927	668	13.7	685
モロッコ	620	23,309	873	8,385	21	335	18.9	441

(表20のつづき)

国名	国民1人当 GNP (ドル)	人口 (1,000人)	商業エネルギー				薪炭	
			一次エネルギー生産量 (1,000 t)	輸入 (1,000 t)	輸出 (1,000 t)	国民1人当消費量 (kg)	国民1人当生産量 (kg)	生産量 (1,000 t)
セネガル	510	6,950	—	1,263	57	139	173.1	1,203
ガーナ	390	13,572	574	1,646	139	102	639.8	8,683
ナイジェリア	380	106,638	94,053	4,191	81,313	166	293.0	31,240
ケニア	340	22,096	279	3,244	813	102	476.1	10,512
スーダン	330	23,119	63	1,770	57	64	273.2	6,332
ルワンダ	300	6,434	22	188	0	30	290.2	1,867
ニジェール	260	6,787	65	300	—	53	191.7	1,301
ザンビア	230	7,213	1,427	846	247	248	514.9	3,714
マダガスカル	210	10,902	35	574	36	57	202.2	2,204
タンザニア	210	23,870	78	1,004	62	38	403.9	9,642
マラウイ	150	7,905	69	223	0	37	548.8	4,338
エチオピア	130	44,786	80	1,551	312	26	270.4	12,110
(ヨーロッパ)								
スイス	21,310	6,538	6,892	21,403	3,015	3,794	44.4	290
ノルウェー	17,450	4,187	124,730	8,707	103,370	6,938	195.4	818
アイスランド	16,890	246	517	896	—	5,351	—	—
スウェーデン	15,610	8,355	17,205	36,705	11,407	4,991	478.8	4,000
デンマーク	14,910	5,127	9,662	26,223	6,880	5,316	31.2	160
フィンランド	14,670	4,932	4,841	28,602	3,437	5,698	259.9	1,282
西ドイツ	14,440	61,171	149,503	218,110	18,532	5,603	19.9	1,219
フランス	12,910	55,632	69,991	173,125	19,417	3,811	62.5	3,476
オーストリア	11,970	7,573	8,459	23,453	1,705	4,037	62.2	471
オランダ	11,970	14,661	87,322	120,128	104,338	6,869	2.7	39
イギリス	10,540	56,891	332,337	92,218	141,266	5,011	0.9	49
イタリア	10,430	57,355	30,004	192,811	21,414	3,503	26.2	1,502
スペイン	6,010	38,832	26,007	82,611	13,791	2,093	19.9	773
ギリシャ	4,030	10,003	10,783	28,457	9,472	2,590	48.3	773
ポルトガル	2,870	10,161	1,378	16,852	503	1,385	19.6	199
グリーンランド	—	54	0	112	—	2,036	—	—
(東欧)								
ユーゴスラビア	2,480	23,411	35,692	26,107	1,537	2,423	53.9	1,263
ハンガリー	2,240	10,621	21,792	24,244	652	3,834	94.7	1,006
ポーランド	1,850	37,664	180,432	34,782	27,699	4,844	33.2	1,249
東ドイツ	—	16,645	97,736	47,273	10,051	7,966	14.2	237
チェコスロバキア	—	15,573	67,914	43,590	7,429	6,311	34.7	540
ルーマニア	—	22,947	92,960	33,116	13,170	4,688	66.4	1,523
ブルガリア	—	8,984	20,926	38,056	382	5,913	65.4	588
ソ連	—	283,100	2,335,805	36,096	414,311	6,616	102.2	28,930
(北アメリカ)								
合衆国	18,580	243,773	2,034,998	487,808	103,897	9,721	159.0	38,752

(表20のつづき)

国名	国民1人当 GNP (ドル)	人口 (1,000人)	商業エネルギー			薪炭		
			一次エネルギー生産量 (1,000 t)	輸入 (1,000 t)	輸出 (1,000 t)	国民1人当消費量 (kg)	国民1人当生産量 (kg)	生産量 (1,000 t)
カナダ (中南米)	15,070	25,854	333,422	49,859	125,730	9,982	88.1	25,854
ヴェネズエラ	3,230	18,272	172,456	500	105,381	2,925	12.8	234
アルゼンチン	2,410	31,121	59,224	6,727	826	1,912	46.4	1,444
パナマ	2,240	2,271	250	4,979	475	614	250.6	569
ブラジル	2,030	141,433	73,442	58,479	8,764	776	341.4	48,281
メキシコ	1,840	81,860	249,646	5,146	106,852	1,682	59.2	4,850
コスタリカ	1,700	2,608	369	1,249	124	508	350.8	915
ペルー	1,440	20,237	14,919	1,378	3,854	567	93.9	1,900
チリ	1,360	12,543	6,724	4,693	49	918	156.5	1,963
コロンビア	1,240	29,470	50,473	828	25,281	819	167.4	4,932
パラグアイ	950	3,925	281	756	86	239	432.9	3,925
ボリビア	490	6,729	4,728	0	2,807	300	59.2	410
ハイチ	360	6,142	39	305	—	52	286.9	1,762
キューバ	—	10,291	1,314	19,382	4,305	1,449	73.6	757

(注) 第一次エネルギーは固体(石炭、褐炭)+液体+気体+電気を云う。

(出典: 国連統計 1987年版, 世銀アトラス1989年版)

努力次第にゆだねられているという事情にある。

●表20は、各国の所得水準、エネルギー消費量、人口等を対比したものである。アフリカの女性の最大の労働は水汲みと薪集めといわれる。この表はエネルギーと人口と環境と貧困の問題の潜在的大きさを一目瞭然にあらわしていると思われる。地球は今人間時代である。意識をもつ生物という不思議な存在である人間の活動と存在のあり方について地球的視野での地球環境問題等としての把握とそれへの対応という形のアプローチが取られ始めてきている。この方向に一層の進展がみられることが願われる。

●1990年4月の国連経済特別総会において、80年代は途上国にとり「失われた10年」であったと表現された。これは人口増加分が

経済成長以上に食べてしまうこと等によるマイナス成長も含め、途上国、先進国双方の努力の甲斐なく東アジア等の一部諸国を除き大部分の国で80年代を通じ大きな成果を生むことなく低滞を余儀なくされたことを表現している。

このようななか、現在、これまでの経験を踏まえつつ国際的連帯性と人道的配慮の観点から地球環境問題への対応も含め、90年代は21世紀に向けて成果のあがる年代になるよう、国際的最重要課題である途上国問題の解決と「持続可能な開発(Sustainable Development)」をめざし、先進国、途上国ともども一層の努力が続けられようとしている。

●ここ1～2年で起きた大変動—冷戦構造の崩解と湾岸戦争の発生は何だったのかと思う。それらのための活動と結果のばかばかし

さ、歴史的行きがかり上やむを得なかったのかと思うものの全くの後知恵からはこのようなことはもう再びないことを願う。

それらのための活動は、現在の途上国協力の5年分、10年分、それ以上のものであった。

●わが国は目下世界で最も恵まれた国の一つとなっている。このような時期、わが国が途上国問題とエネルギー・環境問題への理解を一層深めつつ、更なる国際貢献への努力を行うことが願われる。わが国の途上国協力が現状から倍増しても多いということはないと思われる。

●途上国協力は政府ベース、民間ベースと多様な形で行われている。エネルギー分野についてみると、途上国協力の基本となる技術協力の対象技術は殆んど全て産業界等民間に蓄えられている。政府ベースの協力といえども産業界の専門家の方々の協力なしでは成立っていかない事情にある。現在においても政府ベース技術協力の実際の担い手は産業界等民間の方々である。今後ともエネルギー関係者の一層の御理解と御支援をいただきたく思う。

特にわが国の協力はややもすると金配りに

堕するおそれがあり、他方途上国の人々との交流も兼ねた人的貢献という本来的協力のあり方と望ましさからすると、なおのこと一層の関係者の御協力を切にお願いしたい。

本稿では個別具体的事例が重要と思える限り集めたわけであるが、まだまだこれら以外に途上国協力として実施していただいている事例があるのではないかと考えられる。それらについては今後明らかになってくることを期待したい。

最後に本稿をまとめるにあたり資料提供等の御協力をいただいた国際協力事業団及び通産省、関係団体の方々に厚くお礼を申し上げます。(やまざき むねしげ 通産省商業統計課長、元 I A E 試験研究部部長)

参考文献

- 国際協力事業団年報(1990年版、1991年版)
- 経済協力の現状と問題点(通産産業省平成3年版)
- 我が国の政府開発援助(外務省1990年版、1991年版)

研究所のうごき

(平成3年7月1日～9月30日)

◇ 月例研究会

第83回月例研究会

日 時：8月30日(金) 14:00～16:00

場 所：航空会館6階 中ホール

議 題：

1. 軽水炉高度化小委員会報告について
(通商産業省資源エネルギー庁公益事業部
原子力発電課新型炉開発企画官 三代真
彰氏)
2. 中小型軽水炉について
(主任研究員 栗山和重)

第84回月例研究会

日 時：9月27日(金) 14:00～16:00

場 所：航空会館6階 中ホール

議 題：

1. 最近の水素エネルギー開発状況について
(通商産業省工業技術院サンシャイン本部
開発官 岡林哲夫氏)
2. 火力発電プラントからの炭酸ガス回収シ
ステムについて
(主任研究員 加賀城俊正)

◇ 主なできごと

- 7月1日(月) 第7回BWRサブチャネル解析
コード開発に関する打合せ開催
- 2日(火) 第1回FBR新技術フィージビ
リティ検討委員会開催
- 3日(水) 第1回エネルギー需要予測検討
委員会開催
- 8日(月) 第1回石炭ガス化複合発電プラ
ントの効率的運用に関する調査
研究打合せ開催
- 10日(水) 第1回中小型軽水炉検討委員会
開催
- 第1回エネルギーの効率的使用
に関する調査作業会開催
- 16日(火) 第2回非在来型天然ガス・コー
ルベッドメタン作業会開催
- 17日(水) 第1回FBR新技術F/S要素

技術評価検討W/G分科会開催

「電力と技術」懇談会・第3回
スタディーグループ開催

18日(木) 第1回原子炉総合数値解析シス
テム実用化調査委員会開催

22日(月) 第1回固体電解質型燃料電池発
電システム調査委員会開催

23日(火) 第1回構造材料の経年劣化特性
に関する調査委員会開催

25日(木) 「電力と技術」懇談会・第4回
スタディーグループ打合せ開催

30日(火) 第1回非在来型天然ガス・プロ
ジェクト運営委員会開催

8月1日(木) 第1回分散型新発電技術実用化
実証研究に関する調査委員会開
催

8日(木) 第1回実用発電原子炉廃炉技術
調査委員会開催

20日(火) 第1回次世代ハウスエネルギー
供給利用システム専門委員会開
催

21日(水) 第1回廃止措置置物量等分科会開
催

第2回中小型軽水炉検討委員会
開催

23日(金) 第1回廃止措置廃棄物再利用分
科会開催

26日(月) 第1回非在来型天然ガス調査委員
会開催

28日(水) 第2回FBR新技術F/Sプラ
ント概念評価検討W/G分科会
開催

29日(木) 第2回非在来型天然ガス・コー
ルベッドメタン調査分科会開催

「電力と技術」懇談会・第5回
スタディーグループ打合せ開催

30日(金) 第1回家庭用電力最適運用機器
システム検討委員会開催

9月2日(月) 第2回エネルギー需要予測検討
委員会開催

4日(水) 第1回高度負荷集中制御シス
テム検討委員会開催

5日(木) 第2回非在来型天然ガス・メタ
ンハイドレート分科会開催

10日(火) 第1回分散型新発電技術実用化
実証研究に関する調査委員会・

- 幹事会開催
- 11日(水) 第1回FBR新技術F/Sプラント概念一検討W/G分科作業会開催
- 17日(火) 第10回非在来型天然ガス打合せ開催
第11回非在来型天然ガス打合せ開催
- 19日(木) 第3回FBR新技術F/Sプラント概念評価検討W/G分科会開催
- 24日(火) 第37回企画委員会開催
第2回固体電解質型燃料電池システム調査委員会開催
- 25日(水) 第76回原子力プラント運転の信頼に関する研究会開催
- 26日(木) 「電力と技術」懇談会・第6回スタディーグループ打合せ開催
- 30日(月) 第2回FBR新技術F/S要素技術評価検討W/G分科会開催
第2回原子炉総合数値解析システム実用化調査委員会開催

◇ 人事異動

- 7月1日付
(就任)
専務理事 吉澤 均
(採用)
高橋勝治 経理部長に任命
並木信夫 主管研究員に任命
プロジェクト試験研究部に配属
上原國男 主任研究員に任命
プロジェクト試験研究部に配属
樽本芳秀 主任研究員に任命
プロジェクト試験研究部に配属
板本直樹 主任研究員に任命
プロジェクト試験研究部に配属
土持綱久 主任研究員に任命
プロジェクト試験研究部に配属
- 7月31日付
(退任)
プロジェクト試験研究部
主管研究員 田村啓一 (出向解除)
- 8月1日付

- (採用)
坪井 仁 経理部に配属
赤田卓己 主管研究員に任命
プロジェクト試験研究部に配属

- 8月31日付
(退任)
総務部 谷澤美祐喜 (依願退職)
- 9月30日付
(退任)
プロジェクト試験研究部
副主席研究員 大河内一男 (出向解除)

◇ その他

第10回エネルギー総合工学シンポジウム開催
平成3年7月10日 日本工業倶楽部大会議室において「本格普及を目指す電気自動車の研究開発」のテーマのもとにシンポジウムを行った。

SMiRT 11th Post-Conference Seminar on Probabilistic Safety Assessment Methodology
平成3年8月26日～27日 京都私学会館において開催

◇ 海外出張

- (1) 松井一秋副主席研究員は、ANP'92技術プログラム委員会及びANSトピカルミーティングに出席のため、7月18日から7月27日の間アメリカへ出張した。
- (2) 谷口武俊主任研究員は、Specialist Mtg./Int'l Workshop on Method for Comparative Risk Assessment of Different Energy Sources"に出席のため、8月26日から8月31日の間スウェーデンへ出張した。
- (3) 谷口武俊主任研究員は、9月1日から平成4年8月31日までスイスCOLENCO Power Consulting Ltd.へ長期海外出張。
- (4) 栗山和重主任研究員は、Progress in Development and Design Aspects of Advanced Water-Cooled Reactors IEA会議への出席及びヨーロッパ新型炉開発状況調査のため、9月7日から22日の間イタリア、ドイツ、フランス、スウェーデンへ出張した。

季報エネルギー総合工学 第14巻第3号

平成3年10月20日発行

編集発行

財団法人 エネルギー総合工学研究所

〒105 東京都港区西新橋1-14-2

新橋SYビル(6F)

電話 (03) 3508-8891

無断転載を禁じます。(印刷) 和光堂印刷株式会社