

Hydropower and the Environment:

水力発電と環境：

Present Context and Guidelines for Future Action

環境問題の現状と今後の活動に向けた
ガイドライン

IEA Technical Report

Main Report

本文



IEA Hydropower Agreement

IEA 水力実施協定



CANADA



CHINA



FINLAND



FRANCE



JAPAN



NORWAY



SPAIN



SWEDEN



UNITED
KINGDOM

IEA(国際エネルギー機関)水力実施協定の概観

水力実施協定は、カナダ、中国、フィンランド、フランス、日本、ノルウェー、スペイン、スウェーデン、及びイギリスの9ヶ国間の協力プログラムである。これらの国は電力事業者、政府部局並びに規制当局、電力研究機関、及び大学を含む種々の組織によって代表されている。全体の目標は、現存する水力産業の技術上、制度上の両面を改善し、水力発電の将来の開発を環境・社会から見て信頼できる形で推進することにある。

水力発電

現在、大きな規模で商業的に成り立っている再生可能エネルギー技術は水力発電だけである。水力発電には4つの主要な利点がある。それは、再生可能であること、温室効果ガスの発生は無視できるほど少ないこと、大量の電気を貯蔵するには最も廉価な方法であること、そして消費者が要求する電力量に対して容易に発電量を調整できることである。水力発電は全世界の発電容量の17%を占め、年間の電力エネルギーの約20%を生産している。

活動

以下の4つのタスクに取り組んだ。それは、1. 水力発電施設の再開発、2. 小水力発電、3. 水力発電の環境上、社会上の影響、4. 水力発電に関する教育、である。タスクの大部分は完了するのに5年の月日を要した。1994年3月に始まり、結果は2000年5月に提出された。これまでの、本協定の作業内容及び刊行物は、各々の分野の専門家を対象としてきた。

再開発

既存水力発電施設の再開発は、今日では最も廉価な再生可能エネルギーを生み出す。時には新しい計画の10分の1以下のコストでエネルギーを増やすことも可能である。本協定の一専門部会は再開発計画に関する幾つかの技術問題を研究している。

小水力発電

完全に自動化された水力発電施設の進歩と製作費の低価格化は、小水力発電をますます魅力あるものになっている。小水力発電専門部会は、新開発計画を進めるために信頼できる情報を提供している。

環境・社会問題

幾つかの水力発電計画において環境的、社会的影響が激しい討論的となっている。諸国が水力計画に対して良い決定を下すことができるよう、公衆に客観的な情報を伝える必要がある。環境専門部会は社会的、環境的に起こり得る影響及びそれに対する緩和策についての情報を提供するであろう。

教育

水力発電部門では、十分に教育された人員がいることが肝要なことである。教育専門部会は水力発電計画、運転及び維持に関する教育とトレーニングについて取り組んでいる。

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

国際エネルギー機関

IMPLEMENTING AGREEMENT FOR
HYDROPOWER TECHNOLOGIES AND PROGRAMMES

水力実施協定

ANNEX III

HYDROPOWER AND THE ENVIRONMENT

水力発電と環境

PRESENT CONTEXT AND GUIDELINES FOR FUTURE ACTION

環境問題の現状と今後の活動に向けたガイドライン

サブタスク5 レポート

本文

2000年5月

各 Annex が作成したテクニカル・レポート

(本シリーズ以外は英語版となります。)

Hydropower Upgrading Task Force (Annex 1): 水力発電所の改良

- Guidelines on Methodology for Hydroelectric Turbine Upgrading by Runner Replacement – 1998年
(非参加者は一部につき1,000 US\$ で購入可能)
- Guidelines on Methodology for the Upgrading of Hydroelectric Generators – 2000年
- Guidelines on Methodology for the Upgrading of Hydropower Control Systems – 2000年

Small-scale Hydropower Task Force (Annex 2): 小水力発電

- Small-scale Hydro Assessment Methodologies – 2000年 (※)
- Research and Development Priorities for Small-scale Hydro Projects – 2000年 (※)
- Financing Options for Small-scale Hydro Projects – 2000年 (※)
- Global database on small hydro sites (WWW上で利用可能。アドレスは、“www.small-hydro.com”。)

Environment Task Force (Annex 3): 環境

- Survey on Positive and Negative Environmental and Social Impacts and the Effects of Mitigation Measures on Hydropower Development – 2000年 (※)
- A Comparison of the Environmental Impacts of Hydropower with those of Other Generation Technologies – 2000年 (※)
- Legal Frameworks, Licensing Procedures, and Guidelines for Environmental Impact Assessments of Hydropower Developments – 2000年 (※)

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• 水力発電と環境: 環境問題の現状と今後の活動に向けたガイドライン – 2000年 (※)<ul style="list-style-type: none">- 概要版 (本文 第7章と同じ)- 本文 (本書)- 付録書 |
|---|

- Hydropower and the Environment: Effectiveness of Mitigation Measures – 2000年 (※)

Education and Training Task Force (Annex 5): 教育とトレーニング

以下のすべてのレポートは、以下のインターネットアドレスにおいて利用可能。
アドレスは、“www.annexv.iaea.org”。

- Summary of Results of the Survey of Current Education and Training Practices in Operation and Maintenance – 1998年 (※)
- Development of Recommendations and Methods for Education and Training in Hydropower Operation and Maintenance – 2000年 (※)
- Survey of Current Education and Training Practice in Hydropower Planning – 1998年 (※)
- Structuring of Education and Training Programmes in Hydropower Planning, and Recommendations on Teaching Material and Reference Literature – 2000年 (※)
- Guidelines for Creation of Digital Lectures – 2000年 (※)
- Evaluation of Tests – Internet-based Distance Learning – 2000年 (※)

パンフレット

“Hydropower – a Key to Prosperity in the Growing World (水力 – 発展社会における成功への鍵)”と題されたパンフレットは一般にご利用頂けます。これは、以下のインターネットアドレスもしくは、事務局 (巻末裏表紙に住所が記載されています) で入手可能です。インターネットアドレスは、“www.usbr.gov/power/data/data.htm”です。

※: 非参加者も申し込みによって利用可能。

目 次

謝辞.....	ix
まえがき.....	1
序文.....	5
 第1章 水力計画の分類.....	 13
1.1 水力と電力供給	13
1.2 水力発電のタイプ	16
1.2.1 流れ込み式プロジェクト.....	18
1.2.2 貯水池式プロジェクト.....	19
1.2.3 揚水式発電式.....	21
1.2.4 小、ミニ、マイクロプロジェクト	22
1.2.5 再開発(グレードアップ)プロジェクト.....	24
1.2.6 河川分水プロジェクト.....	25
1.2.7 多目的プロジェクト	26
1.3 結論.....	299
参考文献.....	31
 第2章 水力開発の傾向.....	 33
2.1 競争の場	33
2.2 電力市場の世界規模の改革.....	34
2.2.1 改革 - 世界規模の現象.....	34
2.2.2 電力産業 - 過去と現在.....	34
2.2.3 改革された市場の特徴	35
2.2.4 水力発電と環境に及ぼす影響	37
2.3 計画の傾向	38
2.3.1 旧方式.....	38
2.3.2 新方式.....	39
2.4 民間開発事業者の役割の増大	41
2.4.1 水力プロジェクトの財務能力の傾向	43
2.4.2 経済計画と財務計画の新たな対立	44

2.4.3	全体計画の中でのプロジェクトの最適化.....	45
2.4.4	確率的投資分析の改善及びリスク回避策.....	46
2.4.5	広範な現地調査の減少	46
2.5	環境問題の傾向	47
2.5.1	水力開発プロジェクトの計画と設計に環境影響評価(EIA)を組み込む傾向	47
2.5.2	環境上の費用と便益の定量化を求める傾向	47
2.5.3	地球温暖化を抑制する手段としての水力発電への認識の高まり.....	50
2.6	設計の傾向	51
2.6.1	水力発電の基盤施設の設計	51
2.6.2	設計手段.....	54
2.6.3	電気事業者、請負業者及び製造業者による設計作業	54
2.6.4	独立専門家委員会による品質保証.....	55
2.7	建設における傾向	55
2.7.1	総合プロジェクト管理.....	55
2.7.2	移住対策及び環境影響緩和策の組み入れ	55
2.7.3	労働者の流入.....	55
2.7.4	独立専門家委員会によるモニタリング	55
2.7.5	運転要員の訓練.....	55
2.8	運用における傾向	56
2.8.1	プロジェクトの運転と保守	56
2.8.2	異常事態のプロジェクト運転.....	56
2.8.3	運転と保守の外部委託	56
2.8.4	安全検査.....	57
2.8.5	環境的・社会的影響のモニタリング	56
2.9	既存ダムプロジェクトのリハビリテーションと再開発	57
2.9.1	安全性の再評価	57
2.9.2	既存ダムプロジェクトの再開発	57
2.10	長期的傾向.....	57
2.10.1	高まりつつある水利権の重要性.....	57
2.10.2	弱者が水の費用を負担する困難の増加	58
2.10.3	揚水発電所の見通し.....	58
2.11	傾向を要約した表.....	58
2.12	結論.....	59
	参考文献.....	61

第3章 電源別の比較環境分析	63
3.1 序論.....	63
3.2 各電源の比較に関連する方法論的問題.....	63
3.2.1 ライフサイクル評価(LCA)の適用可能分野.....	63
3.2.2 ライフサイクル評価が扱う主な大気問題.....	65
3.2.3 発電システムの信頼性、その厳密な比較を行うための判定基準.....	65
3.2.4 考慮する発電システムの主な方式.....	67
3.2.5 風力発電事業とそのバックアップ方式への影響に関する評価.....	68
3.3 ライフサイクル評価の結果.....	71
3.3.1 ライフサイクルにおける「エネルギー回収率」.....	71
3.3.2 気候変化への影響：ライフサイクルにおける温室効果ガス(GHG)排出量.....	74
3.3.3 土地所要面積.....	78
3.3.4 酸性雨への影響:ライフサイクルにおける二酸化硫黄(SO ₂)と窒素酸化物(NO _x)の排出.....	81
3.3.5 光化学スモッグへの影響:ライフサイクルにおけるNO _x 排出と揮発性有機化合物(VOC).....	86
3.3.6 粒子状物質(PM)の排出.....	89
3.3.7 水銀(Hg)の排出.....	91
3.4 ライフサイクル環境影響のまとめ.....	93
3.4.1 人の健康に対する影響のまとめ.....	93
3.4.2 生物多様性に対する影響のまとめ.....	94
3.5 主な問題に関する結論.....	96
参考文献(表9～表17).....	98
 第4章 最も効果的な影響緩和策についての考察	 101
4.1 序論.....	101
4.2 生物物理学的諸問題.....	101
4.2.1 貯水池への湛水.....	102
4.2.2 生物多様性の喪失.....	106
4.2.3 貯水池の堆砂.....	107
4.2.4 水質変化.....	108
4.2.5 流況の変化.....	110
4.2.6 魚の回遊と河川の舟運に対する障害.....	113
4.3 社会経済的諸問題.....	114
4.3.1 強制的な立ち退き.....	115

4.3.2	公衆衛生上のリスク	118
4.3.3	傷つきやすい少数グループに及ぼす影響	121
4.3.4	開発利益の配分	123
	参考文献	125
第5章	倫理的考慮事項	127
5.1	価値体系	127
5.1.1	人間関係論に関する様々な見解	127
5.1.2	信念の倫理、責任の倫理、会話の倫理	129
5.2	経験からの学習	130
5.2.1	水、貴重な資源	130
5.2.2	ダムによる生活条件の改善	130
5.2.3	ダムによる流域の損壊及びコミュニティの離散	130
5.3	倫理的ジレンマ	131
5.3.1	自然保護と人間の基本的ニーズの充足	131
5.3.2	富の分配	132
5.3.3	影響を受ける住民の権利	133
5.3.4	規則及び文化的相違の多様性	134
5.4	倫理的原則	136
5.4.1	委任とスチュワードシップ(責任ある管理)	136
5.4.2	参加型意思決定	136
5.4.3	慎重さと制御	137
5.4.4	公平と正義	137
5.4.5	最適性	138
5.5	結論	139
	参考文献	140
第6章	法律と規制の枠組み	141
6.1	前書き	141
6.2	方法と目的	142
6.2.1	環境影響評価プロセスを評価した文献のレビュー	142
6.2.2	国際環境法と持続可能な開発の原則	142
6.2.3	共通の分析基盤としての5つの倫理的原則	142
6.3	法的メカニズムの分析、所見及び評価	144

6.3.1 政策レベル	144
6.3.2 プロジェクトの計画段階	146
6.3.3 実施段階	155
6.3.4 運転段階	156
6.3.5 改良、再認可及び廃止段階	157
6.4 結論	158
6.4.1 一般的所見	158
6.4.2 政府	159
6.4.3 非政府組織	160
6.4.4 提案者	160
参考文献	162
第7章 総括と勧告	163
7.1 前書き	163
7.2 得られた教訓	164
7.2.1 水力開発の最近の傾向	164
7.2.2 各種電源選択肢の比較環境分析	165
7.2.3 水力発電のライフサイクルにおける比較環境特性	167
7.2.4 水力発電の環境と社会への影響: 知識と課題の現状	170
7.2.5 倫理上の考慮事項	174
7.2.6 法規制上の枠組み及び意思決定過程	177
7.3 勧告	178
勧告 #1 エネルギー政策の枠組み	179
勧告 #2 意思決定過程	181
勧告 #3 水力プロジェクトの代替案の比較	185
勧告 #4 水力発電所の環境管理の改善	190
勧告 #5 地域社会との利益の共有	194

<環境問題の現状と今後の活動に向けたガイドライン>

謝辞

Annex III

この5年間におよび、Annex IIIチームの方々、彼らの所属企業、専門家の方々に対して、ご支援をいただいたこと、そして建設的かつプロフェッショナルとしての参加をしていただいたことに感謝したい。専門家会合やワークショップは開放的、友好的でアットホームな雰囲気が特徴であり、専門的な内容と決定事項についての共通の理解を確実なものとした。11回の会合において、作業は着実に進み、誤解や不明確な決定による後退は1歩も無かった。各国代表者、サブタスクリーダー及びAnnex III書記の熱意、協力、業績に対して特別の謝辞を述べたい。会合やワークショップの参加者全員に代わり、我々のホスト役を勤めた各社、Vattenfall、ENEL、UNESA、(財)電力中央研究所、(財)新エネルギー財団、Kemijoki OY、及び Hydro Québecに感謝したい。

Annex III作業の信頼性はエチオピア、インドネシア、ラオス、ネパール、フィリピン、及びベトナムから参加した専門家からの寄与で大いに向上した。日本とノルウェーがその参加を支援した。特殊な課題分野で国際的に著名な専門家の費用を負担した全てのAnnex III参加国や会社に感謝する。これによって進歩が保たれ信頼性を確実に向上させることができた。

また、包括的なアンケートに答えて下さった専門家の方々に感謝したい。世界銀行やWCD(世界ダム委員会)からの参加を得られたことは、Annex IIIチームを発奮させ、我々が得た結果の現実性を強めた。

執行委員会メンバーからの指導、支援、協力に感謝する。

付録書 付録-C「参加者及び貢献者」において参加者全ての名前を掲載しているが、長い間積極的な参加と支援に対し、特に次の方々を紹介したい。

: Jens Petter Taasen氏 (AnnexIII書記、サブタスク1 リーダー)、Kirsti Hind Fagerlund女史 (Annex III書記、サブタスク1 リーダー)、Björn Svensson氏 (サブタスク3 リーダー)、José M. del Corral Beltrán氏 (サブタスク4 リーダー)、Cristina Rivero女史 (サブタスク4 リーダー)、Jean-Étienne Klimpt氏 (サブタスク5 リーダー)、Gaétan Hayeur氏 (サブタスク6 リーダー)、Serge Trussart氏 (サブタスク6 リーダー)、Joseph Milewski氏、Frans Koch氏 (執行委員会事務局)、Luc Gagnon氏、Raimo Kaikkonen氏、Hannu Puranen氏、Mario Tomasino氏、安芸周一氏、内山洋司氏、宮永洋一氏、橋本純氏、中畑剛志氏、内河聖明氏、Svein T. Båtvik氏、Rune Flatby氏、Geir Y. Hermansen氏、David Corregidor Sanz氏、Magnus Brandel氏。

2000年3月30日 オスロにて

Sverre Husebye, IEA-Annex III 執行責任者

サブタスク 5

本サブタスクレポートに対する絶えざる支援、草案作成、継続的見直し作業に関して、AnnexIIIチームに感謝する：

安芸周一氏、Svein Båtvik氏、Magnus Brandel氏、David Corregidor氏、Rune Flatby氏、Geir Hermansen氏、Sverre Husebye氏、Raimo Kaikkonen氏、Joseph Milewski氏、Hannu Puranen氏、Cristina Rivero女史、Björn Svensson氏、Jens Petter Taasen氏、Serge Trussart氏、内河聖明氏。

我々の査読者や同僚、そしてこのレポート各部においての共同作業に長い時間をかけていただいた方々に：

Camille Bélanger氏、Gilles Bérubé氏、Louis Chamard氏、Yves Comtois氏、Dominique Egré氏、Luc Gagnon氏、Louis Gilbert氏、Frans Koch氏、Danielle Messier氏、Engelbert Oud氏、Martin Pérusse氏、Vincent Roquet氏、Louise Roy女史、Karin Seelos氏、Pierre Sénécal氏、Tor Ziegler氏。

ご指導とコメントを頂いた執行委員会に、根気強く編集をしてくれた Jocelyne Baril氏 に、コメントし、精査し、編集し、このレポートの内容を改善するために時間を割いて下さった方々に。

2000年4月 モントリオール

Jean-Étienne Klimpt, カナダ国代表, Annex III サブタスク 5 リーダー

日本語訳の刊行に当たって

本報告書は5年間にわたった参加国の共同作業の成果である。水力開発を含むダム建設が世界的な論争の的になって久しいが、持続可能な発展に向けて水力と水資源開発の必要性を信じる関係国が集い、主として社会的、環境的な面から今後の水力開発のあるべき方向を提言したものである。

基本的な思想はGood Designの水力発電所は社会に受け入れられるということである。問題はGood Designとは社会、経済、環境的に如何にあるべきかと言う事であり、その論理展開をしている。

先ず、水力開発をめぐる様々なジレンマを倫理的課題として取り上げ、これを克服して社会に認められる水力開発を進めるための倫理的諸原則を提案している。現実的には、これらの倫理的原則を意思決定手段としての環境影響評価と許認可の法制度にいかに関与するかということである。この中で特に強調している事は国レベルのエネルギー政策に関わる戦略的環境影響評価、参加型の意思決定、事前予防、公平性、最適性等の重要性である。

本報告書はさらに、広範な社会、環境影響の事例と緩和策をしめしている。これらの事例の中にはわが国にとって新しい知見も含まれている。

以上の成果に基づき、本報告書は途上国におけるある程度の規模の水力開発を念頭に置き、社会、環境に優しい水力の計画、建設、運転に関する5つの勧告をしめしている。

これからの水力開発は未開発資源の豊富な途上国を中心に進められるものと考えられる。本書が今後海外で活躍する水力技術者にいささかでも参考になれば幸いである。

終わりに、本書の翻訳、編集にあたり多大の労をとられた(株)開発設計コンサルタント、三宮千加女史に深謝します。

平成12年12月

IEA水力実施協定、環境部門、前日本代表
安芸周一 ((財)電力中央研究所、名誉特別顧問)

まえがき

国際エネルギー機関(IEA)は、経済協力開発機構(OECD)の枠組み内で1974年11月に設立された独立した組織である。IEAは、OECDの加盟国29ヶ国のうち、24ヶ国の間でエネルギー協力に関する広範なプログラムを実施している。IEAの基本的な目標は「国際エネルギープログラムに関する協定」(Agreement on an International Energy Programme)に述べられているが、次の様なものである。

- ・ 省エネルギー、代替エネルギー源の開発、及びエネルギー研究開発により石油に対する過度の依存を減らすためのIEA加盟国間の協力
- ・ 国際石油市場に関する情報システム、並びに石油会社との協議
- ・ 安定した国際エネルギー貿易と総ての国の利益に資するエネルギー資源の合理的な管理と使用を支援するために石油産出国と消費国との協力
- ・ 石油供給の途絶といった重大な危険に対して加盟各国に準備させ、緊急の場合には利用可能な石油を分け合う

当初IEAは、石油関連の問題に集中していた。その後は業務の範囲を拡張、あらゆる形のエネルギーを含めるようになった。特定のエネルギー技術問題に対処するため、40を越す「実施協定」を設置している。これらの協定は、"Annex"と呼ばれる幾つかの専門部会によって構成され、そこにおいてデータ又は統計の収集、環境影響評価、技術の共同開発等の活動を実施する。これらAnnexの作業は実施協定に参加している政府の代表からなる「執行委員会」によって指導される。

1995年に、IEA加盟国のうち7ヶ国が正式に「水力実施協定」と呼ばれる水力発電に焦点を合わせた5ヶ年間の研究プログラムにおいて協力することに合意した。イタリアは途中で脱退したが、フランス、イギリス、及び中国が新たに加わった。本協定は、以下の4つの専門部会を設置し、課題に取り組むことを提案した。

Annex I : Upgrading of Existing Hydropower Facilities 既存水力発電設備の再開発

Annex II : Small-Scale Hydropower 小水力発電

Annex III: Hydropower and the Environment 水力発電と環境

Annex V : Education and Training 教育とトレーニング

Annex III 「水力発電と環境」は1995年2月に以下の点を主要目標として発足した。

- ・ 水力計画の環境影響評価のための国際的勧告と緩和策適用のための規準を得る。
- ・ 水力発電の環境上の利点に対する理解を促し、環境上の欠点の緩和方法を提示する。
- ・ プロジェクトレベルでの水力開発の環境影響、及び国レベルでの立法と政策決定過程に関する国の事例を豊富にする。
- ・ 水力発電と他の電源方式との環境影響の比較結果を提供する。

これらの目標を達成するために次のサブタスク(ST)が設置された：

ST 1:水力開発における環境・社会的影響と緩和策の効果に関するアンケート調査

(サブタスクリーダー：NVE, ノルウェー)

ST 2:データベース作成 (ST1に含められた)

ST 3:水力発電と他電源との環境影響の比較

(サブタスクリーダー：Vattenfall, スウェーデン)

ST 4:水力開発の環境影響評価に関わる既存のガイドライン、法的枠組み、手続きに関する調査

(サブタスクリーダー：UNESA, スペイン)

ST 5:環境問題の現状と今後の活動に向けたガイドライン(本書)作成

(サブタスクリーダー：Hydro Québec, カナダ)

ST 6:緩和策の効果に関する調査と検討

(サブタスクリーダー：Hydro Québec, カナダ)

科学的視点から見て環境の研究は、生態系中の多くの相互作用のために複雑なものとなっている。「水力発電と環境」という幅広い題材の域で、5年間という期間、利用できる資金、人的資源によって課せられた範囲内で作業を行うことが重要であった。しかし、検討した題目の幾つかは非常に広範、複雑であり、それだけで1つのAnnexとして扱うべきであった。Annex IIIにとっての主な課題は、問題の背景を明らかにし、環境的、社会的に最も重要な問題に焦点をあてることである。目標としたテーマは2つあり、1つは政府の政策決定過程との関係、もう1つは可能な限り最高レベルの作業の信頼性を確保することであった。

Annex IIIは、課題に関連する民間会社、政府機関、大学、研究機関、国際団体を代表する広範囲な国際的専門家の方々の経験を組み入れたケーススタディのアプローチに基づいている。合計すると、16ヶ国、世界銀行(WB)、世界ダム委員会(WCD)等から、112名の専門家が会合やワークショップに参加した。そのうえ、会合に29のレポートが提出されている。参加国は国レベルで出される情報の品質管理に責任を持ち、国によっては関連機関と協議を行ってきた。

あらゆる天然資源の利用と同様に、河川の利用は自然環境、社会環境に影響を与える。あるものはプラスであり、あるものはマイナスかつ深刻であると考えられる。ある影響は直後に現れたり、あるものは長引いたり、あるいは数年後に現れたりする。ここで重要なのは、マイナス影響の深刻さと、いかにしてそれらが軽減・緩和されるかである。生態的な継続性という面も非常に興味がある。生態系は、災害や気象条件に対する適応の結果変化してきた。どのような物理・化学的な変化でも、新しい環境に即した新しい生態均衡をもたらすようである。自然条件のもとでは、環境は不変なものというよりも変化することが普通であろう。したがって、生態上の勝者敗者は、人間によって作られたものばかりでなく、自然の体系にも見られるものである。

水力発電の「燃料」は水であり、それ故再生可能エネルギーであっても、建設や運転が河川水系に直接影響し、その悪影響が直接的で目に見える形であらわれるので、しばしば大きな論議を呼ぶものである。しかし例えば、他の発電方法では避けることのできない汚染物質の排出がないといった利点は、容易に目には見えるものではない。

水は不均等に分布し、地域的に不足があるので、水へのアクセスと水資源管理は新しい世紀における非常に重要な環境上、社会上の地球規模の課題である。ダム建設、河川の流路変更及び

取水は、水資源管理システムの主要な要素である。過去の水力発電プロジェクトにおいて得た教訓は、将来の水資源管理システムで大いに役立つかも知れない。地域の水資源マスタープラン又は管理システムがあるならば、水力資源の開発は他の用途のための改善された水供給にも寄与することになる。

Annex IIIレポートは、水力発電の役割と効果、そしてその持続性を如何にして改善するかを論じていることを強調したい。本レポートにおいて、エネルギー消費の増加そのものは、国や政治の問題と考え、ここでは考慮していない。Annex IIIは、既存及び将来の水力発電における環境問題への対応を改善するための国際的勧告と指針を開発した。1つの主要な結論としては、有能な専門家らによって行われるプロジェクト計画の一環をなす環境アセスメントが必要であるということがあげられる。

Annex IIIレポートは、費用と作業分担の原則に基づいて作成されたものである。総費用は805,305US\$に達し、作業分担部門の予算は93人/月であった。

完成したレポートには、付録書を伴った4つのテクニカル・レポート(ST1、ST3、ST4、ST6)、と1つの総括的なレポート(ST5、「本書」と勧告並びに指針を記載した概要レポートが含まれる。

Annex IIIは、以下の各国と団体から構成されている。:

カナダ(Ontario Hydro, 1995-98年, Hydro Québec 1995-2000年)、フィンランド(Kemijoki OY 1996-2000年)、イタリア(ENEL 1995-98年)、日本((財)電力中央研究所 1995-2000年)、ノルウェー(NVE 1995-2000年)、スペイン(UNESA 1995-2000年)、スウェーデン(Vattenfall AB 1995-2000年)。

2000年3月30日

Sverre Husebye , IEA-Annex III 執行責任者

<環境問題の現状と今後の活動に向けたガイドライン>

序文

このレポートは水力発電の環境影響を管理する専門的経験に基づいている。レポートは水力発電プロジェクトを環境的にも、また社会的にも受け入れられるものにするプロセスと条件を吟味し、国際的に最良の手法を示し、水力発電と環境についての勧告を提案する。

地球規模の電力需要の傾向

過去22年間にわたり、地球規模での電力生産は2倍以上になり¹、経済開発が発展途上国に広がるにつれて電力需要は世界中で急速に増加している。電力需要は顕著に増加したばかりでなく、最も急速に伸びているエネルギー最終用途である²。

将来の電力需要の予測には、引き続き発電容量の増加傾向が見られ、特に伸びの大部分が発展途上国に集中している。未来の傾向を予測するのに歴史的傾向が用いられるが、未来は希にしか過去を再現しないので、予測は生来的に弱いものである³。

予測は難しいけれども、世界の人口増加、発展途上国における継続的な都市への人口移動と都市部の拡大⁴、それに関連する食料、水、衛生に対する要求は皆電力需要の増加につながることである。電力のより効率的な利用は、需要増加率を鈍らせることもあり得るが、長期の世界経済不況が無い限り地球規模の需要増加はやはり避けられないものである。

要するに、発展途上国と国際社会が、地球規模の繁栄に向けて努力することに応じて、発電量の増加は中長期において必須である。

経済成長によって発生する需要増加以外に、本質的には広範な貧困のために、今日電気の無い生活をしている人々が20億人近くいる⁵。これは電灯が無く、冷蔵設備又は通信機器が無いとか極く僅かしか無く、多くの場合水道も無いことを意味する。倫理的立場からは許容し難い状況である。

電気の供給を受けない人口のほとんどは、農村社会での生活者であり、農村電化の手段には、再生可能な電力生産による地域的な電力供給と全国送電網との関係の2つの方法がある。電化が進めば、貧困な農村地区において必要とされる雇用機会を増すことになる。エネルギー無しに発展を続けることはできないし、電気はその重要な形の1つである。現在でも世界の多くの人々が基本的なサービスを受けることが出来ないでいるが、電気はそれらを提供するための1つの重要なツールである。

¹ International Energy Agency (IEA), 1995, *Key World Energy Statistics*. "1993 and 1995 Fuel Shares of Electricity Generation" オイルショックの始まりの年であった1973年では、全世界の電力生産は6119 TWhであったのに対し、116%の伸び率で、13,204 TWhにも上っている。

² 米国エネルギー情報局 (US Energy Information Administration ; US EIA) によると、"電力は、2010年までにエネルギーの最終消費者の形態において、最も急速に成長すると予測されている。世界的なエネルギー消費の成長率は、1990年から2010年までに2.0%の年率で増え続けると予測されている。", In *International Energy Outlook 1995: Electricity*.

³ エネルギー分析者は、1973年のオイルショックや世界大恐慌を多分予測できていなかったであろう。これらの2つの出来事は、今世紀の電力の需要と供給に強烈な影響を与えた。以下の文書を参照。: Robert Skinner. 1995. *Global Energy Trends and Environmental Implications in Energy and Environment*, vol.6, 1995, Issue 4. p. 263-282.

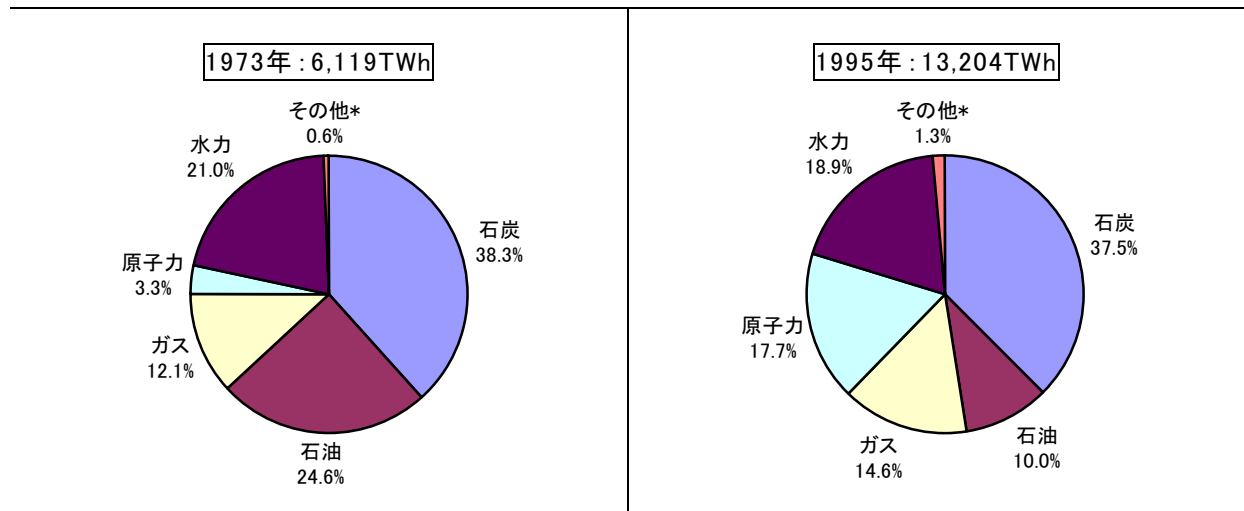
⁴ World Bank Technical Paper No. 220. *Managing Urban Environmental Quality in Asia*. See table 1.2 Urban Population Growth, 1960 -2020, p. 12.

⁵ The World Bank. 1996. *Rural Energy and Development: Improving Energy Supplies for Two Billion People*. World Bank:

再生可能及び非再生可能電源の地球上の割合

全世界で生産されている電力の大部分は化石燃料から得られ⁶、そのうち石炭火力が最も重要な電源である(米国の電力の56%⁷、中国の69%⁸)。(下記図-1参照)

図1:1973年、1995年 世界の発生電力量に対する電源構成



出典: Key World Energy Statistics from the International Energy Agency (IEA)

*その他には、地熱、太陽光、風力、燃焼再生生物と可燃性廃棄物(combustible renewable & waste)を含む。

1995年には、石炭、ガス、石油は世界の発電用燃料の62.1%を占め、水力は18.9%、原子力は17.7%、及び「新再生可能電源」は全部で僅か1.3%であった。

過去22年間の発電用燃料における主要な変化は、石油(−14.6%)が原子力(+14.4%)によって置き換えられたことである。水力以外で、他の再生可能電源は微少な部分を占め、近い将来においてもこのままであろう⁹。今日では、電力の大部分は化石燃料の燃焼で得られている。

さらに最近の推移は、世間一般の懸念のために、原子力の引き続きの拡大が危うくされているを示す傾向があり、化石燃料である天然ガス発電電力の需要が増している。この傾向が持続するならば、化石燃料の支配的存在が、また電力生産に伴う温室効果ガス(GHG)排出も合わせて増大するであろう¹⁰。

Washington, DC.

⁶ World Energy Council. Energy for Tomorrow's World.

⁷ US EIA. 1997. Table 8.1 Electricity Overview, 1949 – 1996.

⁸ US EIA. 1996. International Energy Outlook 1995: Electricity. <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo95/elect.html#ele01>.

⁹ IEA, 1995. Key World Energy Statistics. (<http://www.iea.org/stats/files/keystats/jsfrmset.htm>). すべての新設発電所の20%は-理想としては-“新再生可能エネルギー”であっても、10年間でこれらの配分はたったの4.7%にしかない。(この数値は、年率2%の電力需要成長率、1995年の“新”再生可能エネルギーの比率は1.3%、1995年の総発電量は13,204TWhとして筆者が求めたもの。) 以下の文書も参照のこと: IEA, 1997. Electric Technologies. Bridge to the 21st Century and a Sustainable Future. p. 11. World Energy Council. Energy for Tomorrow's World.

¹⁰ 発電において、天然ガスは最もクリーンな利用可能な化石燃料である。しかしながら、天然ガスの燃焼によって、多くの温室効果ガス(GHG)を発生させることになる。以下参照: World Energy Council. Energy for Tomorrow's World. See also Ch.3 of this report.

水力発電、1つの主要な代替電源

水力発電は現在化石燃料発電に対する唯一の大規模で再生可能な代替電源であり、世界中で生産される電力の約19%を賄っている¹¹。電力の半分以上を水力から得ている国は¹²、66ヶ国にのぼり、それにはブラジル(全国電力生産の97%)、カナダ(全国電力生産の62%)及びノルウェー(全国電力生産の99%)などの大経済圏が含まれる。

世界的には、経済的に開発可能な包蔵水力のうち3分の1程度しか開発されていない¹³。現在(1998年時点)建設中の高さ60m以上のダムが300基以上もある。そのうち、中国において、70基以上が建設中で、日本とトルコにおいてはそれぞれ50基以上が建設中である。水力発電は引き続き開発されていく可能性をもち、それは開発者によって積極的に進められている。

他の大規模発電方式(化石燃料発電や原子力)と異なり、水力発電は水の循環という再生可能な資源から電力を得られる。河川にダムを建設する地点は、通常は水位を大きく上昇させることのできるところで、これにより電力を生産するための運動エネルギーをもたらす。電力は未だ大量に貯蔵できないため、水はしばしばダムの背後に貯められ¹⁴、需要に応じた発電のできる電力備蓄を形成する。この運用技術の簡単さと柔軟性と合わせると、これは水力発電を電力網運用における非常に望ましいものにする。

発電をするために河川にダムを建設することは、ダムの上流では土地を水没させ、下流では河川流況を変えるので、地域の自然環境、人間環境を変貌させる。水力は電力生産における主要な再生可能電源であり、それ故地球環境上大きな便益をもたらすが、一方では地域に大きな影響を及ぼす。

水力発電とその影響

水力発電は、土地利用と河川流況の変更を通じ特有の環境問題を起こす。この問題は、地理的状況により大きく変化する。水力発電所は、どれも独特な性状を有している。発電所は、砂漠又は半砂漠の生態系に、高山地区に、熱帯林内に、農作河谷に、あるいは都市地区に位置することができる。居住地区又は非居住地区に立地し得るし、貯水池が大きいものもあれば、小さいものもある。あるいは貯水池を有しない場合もある。重大な関心事の例は、強制的な住民立ち退き、自然生息地の冠水、熱帯地域における水域関連伝染病の増加の恐れなどである。

強制的な立ち退きは、水力開発が直面する課題と影響の分析結果を象徴するものである。立ち退きは、あるプロジェクトにとっては、非常に重大な影響であり、立派にかつ公正に処置されなくてはならない。さもなければ、人間の悲劇が起こり得る。人々は生活手段を奪われ、地域社会は強制的に退去させられ、弱い立場の人々は分散させられることもあり得る。その様なことは、大規模ダムを含めた種々の主要公共基盤整備事業(道路、都市開発、発電所)に関連して起きている。それにもかかわらず、多くの国の政府は、これらのプロジェクトに良好な移住計画があれば、悪影響を大きく凌

¹¹ 前掲書中に掲載。IEA, 1995.

¹² International Hydropower Association (IHA). 1998. The International Journal on Hydropower and Dams. 1998 World Atlas and Industry Guide.

¹³ 前掲書中に掲載。IHA, 1998.

¹⁴ 流れ込み式プロジェクトは除く。(本報告書の第1章参照).

駕して、電力、灌漑又は他の用途の形で集合的な便益が得られるものと確信している。

強制的な立ち退きという重大な社会的影響は、可能な限り避け、避けられない場合は、正しく処置することが肝要である。課題は、立ち退きがあろうとなかろうと、水力発電プロジェクトが地元住民に確実に便益をもたらすことにより、地域的な社会経済開発を育成することを保証することである。

立ち退きに関連した前記の例で示唆している様に、このレポートの目的は、水力計画の環境的社会的な影響を管理する上での過去の経験を振り返り、影響を避け、さもないければ管理するためのツールの相対的な効果を評価し、手法を改善するための勧告を提案することにある。

水力発電と水資源管理

定義によれば水力発電は、淡水を必要とし¹⁵、水を使い果たしはしないが、それでも他の用途と競合はする。水は植物、動物、人間にとって生命を維持する資源であり、無償で置き換えることのできない重要な生態系上の役割を演じている。また、通信、衛生、産業及び文明において肝要な要素でもある。都市の住民を支えるためには、農業用に豊富な水を要する。歴史を通じて、多くの大都市が大きな河川に沿って発達した。バグダッド市とチグリス川、カイロ市とナイル川、パリ市とセーヌ川、バンコク市とチャオプラヤ川などがその例である。

淡水は、地球上に不均等に分布している。世界の多くの地域では、水が不足し、他の地域では有り余っている。水が豊富にある地域でも、質が劣ることがあり得る。例えば、流域の上流部における森林伐採は、表面流出と浸食を増し、河川の流送土砂や農業汚染物を増加させることもある。

幸いに、水は「使われてしまう」というよりは、一時「借りられ」又は在り場所が変えられるものである。我々が飲む水は、1億年の昔に恐竜が飲んだのと同じものであり、ただ何度も何度もリサイクルされ浄化されたものであると論ずることもできる。人間による水の利用の大部分は、この資源を河川、帯水層、海洋や大気に戻すものであるが、しばしば劣化した形となっている。

しかし、既存の流域に対する負荷が急速に増加している。これは主として過去3世代にわたって人口が3倍も増えたことによる¹⁶。1990年には、28ヶ国において、干ばつか水不足を経験した。2025年までに、この数は50ヶ国に増え、30億の人が悪影響を受けることになり、その大多数は最も発展の遅れている国の人々である。需要が淡水の供給を上回り、人間による乱用¹⁷によって、質が低下しているという傾向を覆す必要がある。水を求めての世界中の競争は、急速に増えている。

このような恐ろしい見通しに直面し、国内外の機関とも総合的な水資源管理のための枠組みを開発中である¹⁸。これらのアプローチは、水の利用者、計画者、政策立案者が加わっての全流域的、直接参加的管理の必要性を強調している。これらの論議において、水力発電プロジェクトとそのダムは、必然的に重要な議題となっている。

¹⁵ 海流のエネルギーを利用する技術が開発されてきている。(参照: *EU Supports "underwater windmill" Sea Power Project*, in *The Financial Times of London*. Aug. 23, 1998), また、フランスのRance川河口では、1960年代から潮力による発電を行っている。これらはさておき、水力発電は淡水を利用した技術である。

¹⁶ 1930年で20億人であった人口が、現在(1999年)では、60億人となっている。(参照: US Bureau of the census. International Programs Center.)

¹⁷ Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) Work Programme on Sustainable Consumption and Production, Highlights of the Workshop on Sustainable Water Consumption Sydney, Australia, 10-12 February 1997 (<http://www.oecd.org/env/sust/water.htm>).

¹⁸ *The Dublin Statement on Water and Sustainable Development*. United Nations. 1992. International Conference on Water and the Environment. 以下も参照: *Water Resources Management. A World Bank Policy Paper*. p. 45-46 World Bank.

水力発電、環境論争の1つのもと

水力発電は、淡水を使用することに対する多くの要求のうちの1つである。水力発電に関する環境論争は、この事実に関連があり、水力発電は既に酷く劣化している資源に対する余分な「重荷」と見られているのかも知れない。水力発電と異なり、火力発電による化石燃料の消費は、その燃料を燃やすことによって実際に資源を「減らす」が、使用する燃料(石炭、石油、ガス)は我々の生命を支える資源とは見られていないのである。

長い間、「クリーン」で「再生可能」な発電と洪水調節の方法とみられていた水力発電は、今ではしばしば、特に先進国において生態系に対する「脅威」であり、環境、社会の両方にとって差し引きのロスと見られている。今日、水力発電に対する最も声高い反対者は、環境擁護団体¹⁹であり、中にはダム建設の廃止、一部既存ダムの解体を勧告している。興味あることに、世界中の大ダムのうち比較的少しの割合(20%)しか発電に使われておらず、一方において遙かに多くの割合(48%)が灌漑目的だけで建設されている(1998年、ICOLD、Robert Lecornu)ので、論争は水力発電よりもダム建設に集中している。最近、そのような問題についてマスコミ、学会、活動家団体で随分と書かれている。

真実はどこにあるのか。環境の点から水力発電はマイナスなのかプラスなのか。水力プロジェクトは皆同じなのだろうか。水力開発において倫理上の問題は何か。水力発電に関連づけられる環境影響の真の性状は何なのか。それは十分に緩和されるかどうか。これらは多くの団体が抱いている疑問の幾つかであり²⁰、それらには水力発電の支持者も反対者も含まれている。本レポートはこれら問題について実践者の展望を読者に提供することを目指すものである。

レポートの内容を以下に要約する。

レポートの目的と内容

このレポートの目的は、系統だった方法で、水力発電分野における環境関連事項の実施と意思決定に関する精確な考案を行うことにある。将来の計画を改善する観点から、専門家²¹によって書かれたものである。

技術的問題を提示する前に、第1章は水力発電の性質を論ずることから始まる。それは、水力発電プロジェクトにはどのようなタイプのものがあるか、そしてどの様なレベルのサービス²²を提供するかなどである。

第2章は、水力発電開発の現状を探るものである。私企業の増大する役割とこの分野における最近の技術進歩、またこの様な傾向が環境活動に及ぼす潜在的な結果など、水力発電開発における最近の傾向を取り上げる。

1993.

¹⁹ 例えば、水力に対する有名な評論団体は、米国では“International Rivers Network”(http://www.irn.org)、“Environmental Defense”(http://www.edf.org)や“Natural Resource Defense Council”(http://www.nrdc.org)などをあげることが出来る。一方で、カナダの“GRAME”(http://www.grame.qc.ca)のように、水力発電を環境的に賢明な方法として支持する幾つかの環境団体もある。

²⁰ 例えば、IUCN(http://www.iucn.org)によって立ち上げられた世界ダム委員会(http://www.dams.org)や、世界銀行(http://www.worldbank.org)は、ダムに関する多くの一般的詳細事項を研究している。

²¹ 規制・政府機関、コンサルタント、事業者、学術研究機関などの環境に関する専門家、例えば、地質学者、生物学者、生態学者、文化人類学者、地理学者、水や土に関する専門家など。

²² 付録書 付録-A用語集参照。プロジェクトによって、ピークロード供給に適するものとベースロード供給に適するものがある。本

利用できる電力生産の代替方法の環境影響はどのようなものか。第3章は、この分野における知識を要約することによって、この疑問と取り組む。討議は、主な発電方法の影響の「ライフサイクル評価」(LCA)として知られる、「揺り籠から墓場まで」の評価に基づいている。

第4章では、水力発電に関連する物理的、生物学的、社会的影響と緩和策²³に対する要約批評が提示される。ここでは最優良事例(best practice)が例証され、緩和策の効率が論じられる。影響と緩和策のより詳細な説明は本レポート付録書 付録-D～Gに示す。

第5章は、水力発電開発で起こり得る社会的紛争の解決を論ずる。ここでの倫理が、社会の中の相反する意見をどの様に扱い、解決するかについて有用な見識を与える。

第6章は、規制や法律の現状に関する調査結果を総合したものである²⁴。その目的は、問題を明らかにし、最優良事例を見出すために、各国の立法行政プロセスを比較することにある。ここで、最優良事例とは、信頼性があり効率的なプロセスを意味する。信頼性と効率は、環境上の視野(透明性を持ち、科学的で、環境を効果的に護るプロセス)と意思決定者の視野(費用効率的で、迅速かつ明確で、不確定さを最小限にするプロセス)の両方から理解されなくてはならない。

本書及び支援研究全体を通じて、著者らは、環境的社会的視点から水力発電計画の設計、建設、管理の過程に存在する弱点を見出そうと試みた。これら弱点は、手続き上のもの、科学的なもの、あるいは政治的なものであり得る。

第7章の要約と勧告は、これらの弱点に鑑み、規準と国際的な勧告一式を提案するものであり、我々はそれがプロジェクトの設計と管理を向上させるものと考ええる。

これらの作業の最終的な目標は、既存及び将来のプロジェクトが、将来の世代が利用できる資源を危うくすることなく、現世代のニーズを満足することを保証し、水力発電の持続可能性を高めることにある。

方法

このレポートは、合意形成を行うアプローチの結果として作成された。レポートは、7つの国際エネルギー機関(IEA)加盟国からの種々の専門分野及び機関の専門家達の見解を反映している。これらの専門家は、1995年にIEAのAnnex III 水力発電と環境専門部会に加わり、水力発電に関する環境上の対応に関する最近の傾向と発展について討議してきた。専門部会は、約20名の参加者の自国及び国際プロジェクトにおける種々の専門的経験をまとめた。

種々の産業や学術専門家の間の討議を補完するために、加盟国の諸機関により、詳細な環境問題アンケートが作成された。これらのアンケートは、水力発電計画に関する環境・社会上の憂慮事項を管理し、緩和する全世界的経験について、幅広い知識を提供できるように考案された。その結果のデータベースと、IEAのAnnex III専門部会に代表を送っている各組織で作り上げた知識ベースと合わせたものが、このレポートの基である。

Annex III 水力発電と環境専門部会に代表を出しているのは以下の組織である。

報告書の第1章水力計画の分類 参照。

²³ IEA水力実施協定 2000年 Annex III ST6レポート「水力発電と環境:緩和策の効果に関する調査と検討」

²⁴ IEA水力実施協定 2000年 Annex III ST4レポート「水力プロジェクトに関する現在のガイドライン、法制度、手続きに関する調査」

- ・ 通商産業省 資源エネルギー庁（日本）
- ・ (財)電力中央研究所（日本）
- ・ Directorate for Nature Management（ノルウェー）
- ・ ENEL S.A. (1997年まで)（イタリア）
- ・ HydroQuébec (1997年以降)（カナダ）
- ・ Kemijoki Oy（フィンランド）
- ・ Ministry of Petroleum and Energy（ノルウェー）
- ・ (財)新エネルギー財団（日本）
- ・ Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE)（ノルウェー）
- ・ Ontario Hydro (1997まで)（カナダ）
- ・ Swedish Environmental Research Institute（スウェーデン）
- ・ Unidad Electrica S.A. (UNESA)（スペイン）
- ・ Vattenfall（スウェーデン）

このレポートに示す意見は、必ずしも上記の組織の意見を表すものではない。

Annex III以外からの寄与者は、付録書 付録-Cに記載している。1999年3月、スペインのEI Escorialで開催したテクニカルセミナーは、水力発電に関連のある主要な環境・社会問題を討議するために関心を有する者を広範囲から集めた。討議に参加した中には次の機関が含まれる。

- ・ Department of Energy of the Philippines, Mini-Hydro Division（フィリピン）
- ・ International Hydropower Association（IHA）
- ・ Lapland Regional Environment Centre（フィンランド）
- ・ Swedish National Energy Administration（スウェーデン）
- ・ The Swedish Association of Local Authorities（スウェーデン）
- ・ 世界銀行
- ・ 世界ダム委員会（WCD）
- ・ 学術的な専門家、コンサルタント

<環境問題の現状と今後の活動に向けたガイドライン>

第1章 水力発電計画の分類

この最初の章は、水力発電計画の性質、計画それぞれの共通点と差異、各タイプの計画がどのようなエネルギー供給をしているかを説明するものである。水力発電計画の種類を概観する。

1.1 水力発電と電力供給

基本的には、水力発電は落下する水の運動エネルギーを利用するものである。総ての水力発電所で、高速の水は水車を回し、これが水の運動を機械的、電気的エネルギーに変換する。電気を生産するために回転する水車は発電機の電磁石(回転子)を回すが、回転子は電線を巻いたものが入っている円筒(固定子)の中にある。この基本的な水力発電の概略を以下の図(図-2)に示す。

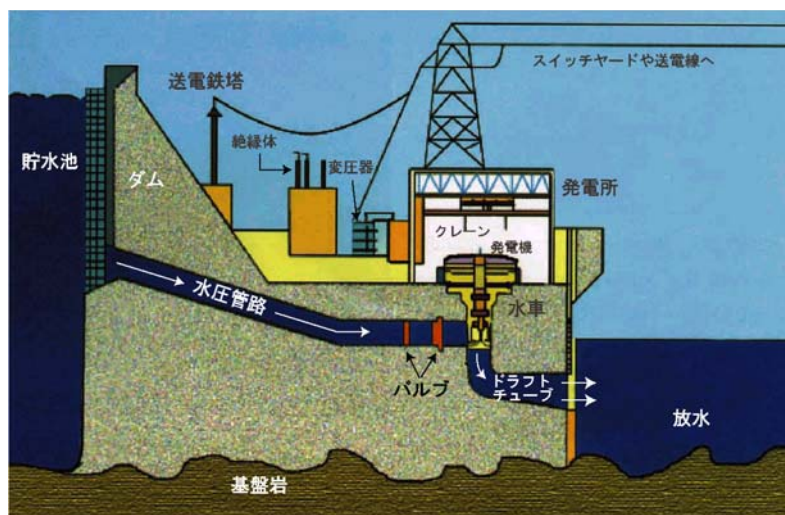


図-2: 水力発電プラントの原理

水力発電は、総ての再生可能エネルギー源の中で最も効率が良く、信頼がおける。プロセスの簡単さ(燃焼が無いこと、機械エネルギーを直接電気エネルギーに変換できること)が水力プラントの高い効率を説明するものである。水力プラントは、一般的に85～95%の効率で運転される¹。これと比較すると、コンバインドサイクル・ガスタービン発電は55%²、石炭又は石油火力プラントは30%から40%³、風力が30%⁴、太陽光電池パネルが7%～17%⁵である。

¹ Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Network (EREN)
<http://www.eren.doe.gov/consumerinfo/refbriefs/tphydro.html>.

² エネルギー・資源学会、1996年、エネルギー・資源ハンドブック、オーム社、日本 東京。

³ IEA, 1990. *L'énergie et l'environnement: vue d'ensemble des politiques*, p. 256.

⁴ エネルギー・資源学会、1996年、エネルギー・資源ハンドブック、オーム社、日本 東京。

⁵ Department of Energy Photovoltaics, National Center for Photovoltaics
<http://www.eren.doe.gov/pv/conveff.html>

任意の1日の中で(図-3)、また1年の中で(図-4)、電力の需要は顕著に変動するが、木材、石油、又はガスの様なエネルギー源と違って電力は貯蔵できない⁶。

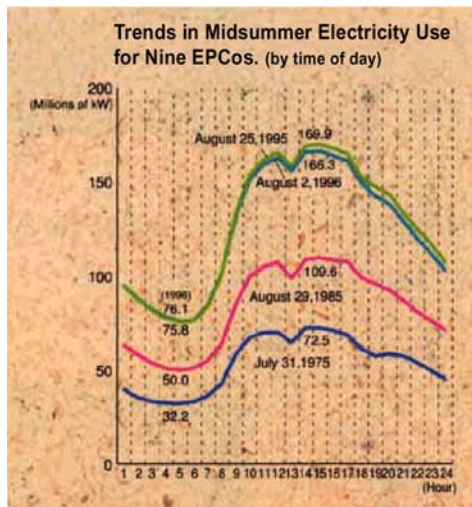


図-3:日本の9電力会社の電力需要
日変化の例(1967年-1995年)

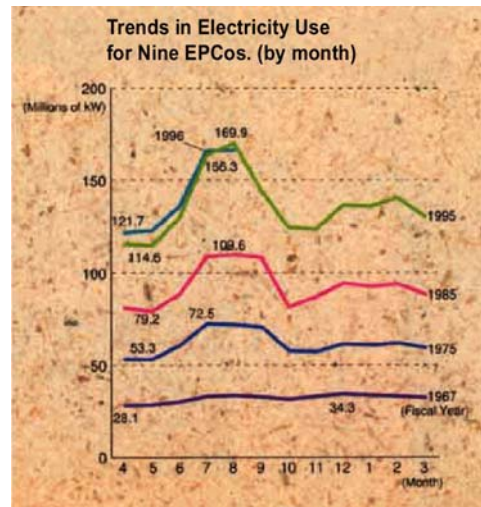


図-4:日本の9電力会社の電力需要
年変化の例(1967年-1995年)

電力は、生産量が消費量と一致しなければならない、ということが特徴である。電気は光の速度で電線の中を進み、したがって、電力の需要に変化があれば、それは瞬間的に発電の同等の変化で調節しなければならない。需要が増えて、供給がそれに応じて増えることができれば、電圧、すなわち電流の「圧力」が下がり、「電圧低下」を起こし、電力系統に負荷がかかる。

したがって、電力事業は広い範囲の需要に対応するため、可能最低限のコストで安定した電力供給を保証しなくてはならない。事業者は、電力系統で極めて重要な役割を果たす各種発電所の組み合わせによってこの要求圧力に対処している。系統運用には、ベース需要(又はベース負荷⁷)とピーク負荷⁸がある。ベース負荷は、電力需要のうちである期間中、定常的に発生しているものをいう。それに対して、ピーク負荷とはベース負荷を超えて、需要の急な上昇に相当する一特定の、通常は予測できる期間(例えば、夕方のピーク負荷で消費者が同時に電灯その他電気製品を使用するとき)に起きる。発電所のなかには、ベース負荷対応発電所に向いているもの、又はピーク負荷対応発電所に向いているものもある。例えば、原子力発電所は安定した出力で運転するのが最適であり、したがって、本質的にベース負荷発電所である。これに対し、水力プラントは、設計にもよるが、ベース用かピーク用、あるいは両方用として電力を供給することができる。エネルギー供給におけるこの柔軟性が、水力発電に固有な技術的利点の1つである。

したがって、水力発電は種々の電力供給用に対応することができる。

- ・ 水力が非常に豊富な地域(例えば、ノルウェー:総発電量の99%、ブラジル:97%、カナダケベック

⁶ エネルギーは電気をすばやく放出するのと同じように、それ自体を“蓄積”することもできる。バッテリーのような電気化学装置は要求に応じ、電気を放出することができる。しかしながら、これらの装置は電力網における経済的な貯蔵方法としては、利用できない。電力事業者は、需要の変動に対応するために、化石燃料や水を貯えるダムのような、すばやく電気に変えることが出来る他の形態のエネルギー貯蔵に頼らなければならない。

⁷ ベースロード:需要側にとっては、ある期間において、ある一定の出力の中でほんの少ししか変動しないロード。供給側においては、発電の相対的に一定した出力において最も効率のよい運転をするプラントとなる。

⁸ ピークロード:ある決まった時間帯において、要求される最大負荷。これは、瞬時の最大負荷もしくはある指定された時間帯の

ク州:95%⁹⁾)では、ベースとピークの両方の負荷を賄う。ベース負荷は、数季節分及び乾季の消費を賄うのに十分なエネルギーを貯蔵する大規模又は多数の貯水池式プロジェクト、場合によっては、流れ込み式プラントと組み合わせて、生産される。ピーク負荷電力は、ある発電所に余分のタービンを設置し(増設出力)年間数百時間から1,000時間だけピーク需要時間に運転、増分の電力を供給する。

- ・ 水力がそれほど豊富でない地域(フランス:総発電量の15%、米国:10%、日本:9%¹⁰⁾)では、電力事業は水力発電ほど柔軟性が無い他の発電選択肢を用いる。これらは、生産を最適化するために比較的一定出力の運転を必要とし(例えば、原子力、石炭、又は石油火力プラント)、これによってベース需要を満たす。このシナリオにおける水力発電はベース、ピーク両方のニーズのために使用される。通常は貯水池式及び揚水式がピーク需要のために、流れ込み式がベース需要のために用いられる。このシナリオのために最も良く適しているプロジェクトは、小貯水池式プラント¹¹⁾、高落差¹²⁾流れ込み式プラント及び揚水式プラントである。

上述の2番目の戦略は、利用できる水資源に限りがあるため、1番目に較べて遙かに一般的であり、さらにもう1つの水力発電の先天的な技術上の利点を示している。これは、ほとんど瞬間的に、発電を始める指令が出されてから1分以内に発電をする能力のことである。水力発電は技術的観点から他の電源を非常にうまく補完できるものであり、要求があり次第高い信頼度の電力を供給することができる¹³⁾。

要するに、水力発電には数種の形式があり、それぞれが固有の設計上の特性を有し、それによって個々のエネルギー需要を満たし、異なった種類のサービスを提供できる。言うまでもなく、各方式のプロジェクトは、プロジェクト毎に異なる影響規模を持つ固有の環境・社会影響を生み出す。

最大の平均負荷。

⁹⁾ ICOLD, 1998. IHA, 1999.

¹⁰⁾ 同上。

¹¹⁾ 調整池式発電所としても知られている。例えば、少しの貯水容量をもつ流れ込み式発電所など。

¹²⁾ 落差:タービンより上にある貯水池の水の鉛直方向の高さ。落差が増えれば、水の重力によってタービンををまわす力が増す。

¹³⁾ 設計が単純なこと(燃焼、蒸気サイクル、放射線防御を必要としない)によって、水力発電所の維持管理は、簡単で、かつ信頼性が高い。

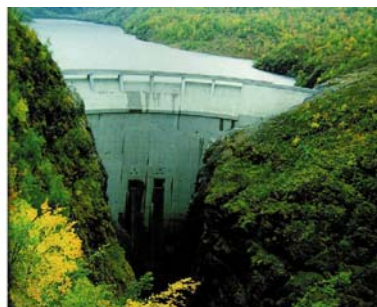
1.2 水力発電の方式

水力発電プロジェクトは、幾つかの方法で分類することができ、またあるプロジェクトが1つの分類に限られるわけではない¹⁴。

-
- ・落差（高落差又は低落差）により、使用する水車タイプを設定する；



**写真-1: 只見発電所－
低落差プロジェクト(日本)**



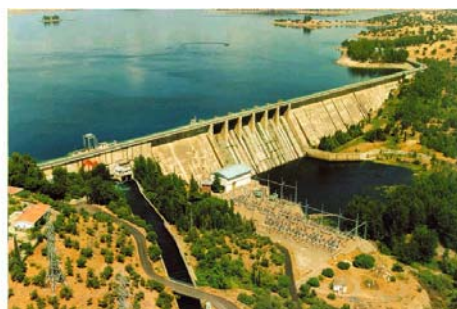
**写真-2: Altadammen－
高落差プロジェクト(ノルウェー)**

撮影: K.O. Hillestad

-
- ・貯水容量により(流れ込み式又は貯水池式プロジェクト)；



**写真-3: Pesqueru－
流れ込み式プロジェクト (スペイン)**



**写真-4: Orellana－
貯水池式プロジェクト (スペイン)**

-
- ・目的により(単独又は多目的)；



**写真-5: Brisay－専用ダムプロジェ
クト (カナダ、ケベック州)**



**写真-6: Freudenau－多目的ダム
プロジェクト(オーストリア、ビエナ)**

¹⁴

例を参照: Alan Wyatt (WEC, 1986).

- ・規模により(大、小、マイクロ)、等々；



**写真-7:大貯水池プロジェクト
(フィンランド, Suvanto)**



**写真-8:ミニ水力プロジェクト
(インドネシア, Kotaway)**

以下の節では、水力発電プロジェクトの各タイプの電力供給機能、及びそれによって生ずる環境影響を概説する。したがって、提案する分類の方法としては、貯水容量に焦点を合わす。加えて、プロジェクト規模の相違も考慮に入れる。

これによると水力発電プロジェクトは、主に2つのタイプに分類できる。

- ・ 貯水容量が皆無か非常に少ない流れ込み式発電所 (第1.2.1節)
- ・ 大きな貯水容量を有する貯水池式発電所 (第1.2.2節)

流れ込み式発電所は、その地点での水文的变化に応じて発電するが、貯水池式発電所では、河川流量¹⁵、ひいては電力生産の季節的、年間あるいは複数年の調整を可能とする。

他の特別な種類のプロジェクトとしては、揚水発電をあげることができる。これについても、下記第1.2.3節で述べる。エネルギー供給や環境特性を分析するに当たっては、プロジェクトの規模が重要である。第1.2.4節は、小水力、ミニ水力、マイクロ水力のプロジェクトについて述べる。既存水力計画の再開発は、環境上の影響があり、そのプラントのエネルギー供給サービスを修正することもあり得る。この問題は第1.2.5節で取り上げる。

さらに、トンネルを建設して隣接流域から集めた水をプロジェクトが位置する川へ注いで流量を増すことがある。場合によっては流域横断集水と分水が行われることもある。これらは通常河川分水計画と呼ばれる(第1.2.6節)。

最後に、プロジェクトによっては、幾種類かの水利用を念頭に計画される。それらは多目的計画であり(第1.2.7節)、この章の終わりに扱う。

¹⁵ 多年間運用貯水池の例は、ナイル川のNasser湖、カナダ ケベック州の ラグランデ川のCanapiscaw貯水池、及びフィンランド北部のLokka貯水池とPorttipahta貯水池などである。

1.2.1 流れ込み式プロジェクト

概要

流れ込み式水力発電は、自然の河川水の流れを利用する。したがって、貯水は全くもしくは、少ししか行われない。流れ込み式発電所は、緩勾配の大きな河川においては、低落差で大流量を利用できるように(写真-9:低落差流れ込み式)、また急勾配の小さな河川においては、高落差で小流量を利用するように(写真-10)設計される。



写真-9:熊牛発電所—
低落差流れ込み式発電所(日本)



図-10:Nore発電所—
高落差流れ込み式発電所(ノルウェー)
撮影 A.M. Tvede

- a) 低落差流れ込み式プロジェクトは、比較的小さな堰や、その他の施設を有する場合が多く、水車は河床に固定されている。典型的には緩勾配の大河川に用いられる。
- b) 高落差流れ込み式プロジェクトの水力プラントは、低落差計画よりも経済的に電力を生産する。その様な水力発電所は滝に立地することができる。例えば、ナイアガラの滝に立地している2,000MWの発電所では、地点の総流量の極く一部をうまく利用している。この場合は、湛水が全く無く、発電所、水圧管路、開閉所は地下にある。使用水は自然の滝壺に放流される。

エネルギー供給特性

年間を通じて河川流量が変化することに伴い、発電所への流入量も変化する。これを考慮して、変化する条件の下で発電所を運転するために複数の水車が設置され、あるいは、その代わりに所要水量を調節する機能を有する水車を使用される。

したがって、流れ込み式プロジェクトで生産される電力量は、川の流量によるので、1年のうちで大幅な変動がある(写真-11)。しかし、日間では、通常は一定出力でベース需要のために必要な電力を供給するように運転される。

流れ込み式発電所のエネルギー生産は、上流にある他の発電所又はダムを考慮しなくてはならない。流量が既に上流の貯水池ダムで調節されている場合、流れ込み式発電所から十分一定な出力が得られる可能性が高い。ある河川において、水力発電所のエネルギー生産を最適化するためによく用いられる方策は、上流域に大きな貯水池を造って、下流に数ヶ所の流れ込み式発電所、又

は小貯水池発電所を造って、そのために流量を平均化させることである。(図-5)¹⁶



写真-11: 河川と流れ込み式発電
(ケベック州、Rivière-des-Prairies)

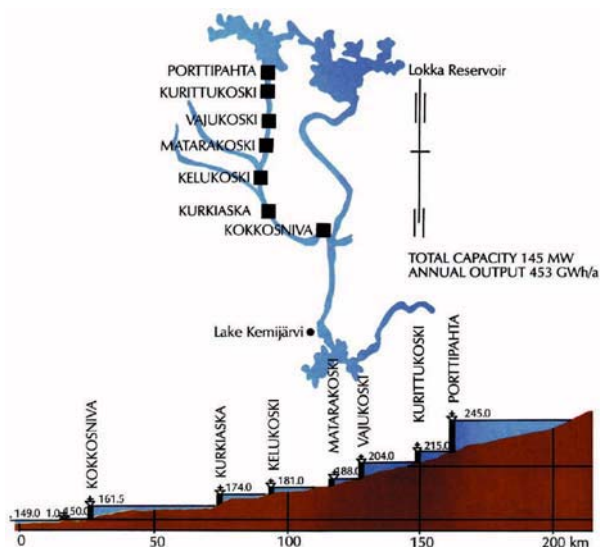


図-5 : Kitinen川の横断図(フィンランド北部)

環境特性

流れ込み式プロジェクトの建設は、貯水池式プロジェクトより大がかりでなく、水力プロジェクト建設に伴う社会的影響が減じられる。大きな貯水池が無いということは、河川環境が静水環境に変えられることがないので、社会・環境的影響の両方を相当大きく減ずる。これは土地の水没を制限し、地域社会の立ち退き、及び陸上生態系の消滅の可能性を減ずる。そのうえ、河川の流量パターンが本質的に同じままであり、プロジェクトの下流に対する影響を減ずる。

低落差流れ込み式プロジェクトでは、発電所の上下流間の落差が小さいため、回遊魚(水生生物)のための緩和策として魚道の設置が可能である。

河川流量の一部しか取水しない流れ込み式プロジェクトは、河川流量全部を利用するプロジェクトに比べると、元の水域に対する影響を最小限に抑えるので環境上の利益が大きい。しかし、高落差流れ込み式のプラントは、水生生物の生息地に十分な水を確保するため、取水地点下流に最小限の生態系のための維持流量を必要とするかも知れない。

しかし、この環境上の利点は、エネルギー生産単位(kWh)で比較をした場合には減少する。川の一部だけを分水するプロジェクトは、一般に環境への影響は小さいが、同じ地点で川の流量を全部利用するプロジェクトに較べると電力生産は少ない。したがって、同等のエネルギー生産量で見ると、プロジェクト同士でそれほど環境影響の違いは無いかも知れない。これは発電所の相対環境影響(影響/kWh)と言える。

1.2.2 貯水池式プロジェクト

¹⁶ 出典: Kemijoki Oy.

概要

貯水池式プロジェクトはダムの背後に水を貯留し、一年を通じて(日間又は月間ベースで)、あるいは非常に大きな貯水池にあっては、特に複数年ベースで流量調整ができるようにし、乾季及びピーク期間の電力需要を満足するための予備エネルギー源としている。貯水池式プロジェクトは、一般的には河川の中流部の流量変化の大きい場所に、又は上流部にエネルギーの貯蔵施設として用いられる。河川の峡谷部に設けられる貯水式プロジェクトも、得られる高出力高効率から見て望ましいものである。

エネルギー供給特性

貯水池式プロジェクトは、流れ込み式プロジェクトよりは幅広いエネルギー便益を提供する。エネルギーの貯蔵はこれらの計画の基本的な資産である。ケベック州のラグランデプロジェクトのCaniapiscauの様な貯水池は、有効貯水量¹⁷が39.6 km³であり¹⁸、これは48.8 TWhのエネルギーとなり、2,870万バレルの石油エネルギーに等しい¹⁹。貯水池式プロジェクトにおいては、エネルギー貯蔵機能によって上流域の貯水池で河川流を調節することになるので、調節した河川は年間を通じて一般的には、より平均化された流況になる。これによって、下流地点のエネルギーポテンシャルを増すものである。したがって、複数の流れ込み式発電所が下流で開発でき、結果的に同じ水を「再利用」して電力が余分に生産されるのである。

この様な場合、水は再生可能なものだけでなく、「リサイクル」されて川を流下する間に、数回電力を生産できると言うことができる。例えば、ケベック州のグランデ川には、複数の非常に大きな上流の貯水池と下流に数ヶ所の水力発電所があり、州の電力の半分を供給している。連結された階段状のダム群は、電力生産を最適化し、これによって電力生産に対応する環境影響(影響/kWh)を減ずるものである。

貯水池の規模に関しては、ダムの高さ、現地の地形、及び望まれるエネルギーサービス等によって多くの違いがある。数km²の貯水池があれば、5,000 km²以上のものもある²⁰。貯水量の違いはもっと顕著である。計画者は、貯水池を望まれる運用(季間、年間、複数年間)に応じて貯水容量を設計する。複数年間の運用をする貯水池は、一番大きな貯水容量を提供し、したがってエネルギーの安定が得られるが、一般に最も大きな環境影響と、紛れもなく、最も多くの論争の的を提供する。

環境特性

貯水池式プロジェクトの環境影響は、最も多く報告されており、それは以下の事項に由来する。

¹⁷ 有効貯水量: 発電所の取水口の最低位と貯水池の運転範囲の最高水位の水量。

¹⁸ 出典: HydroQuébec. 1995. The La Grande Complex Development and its Main Environmental Issues. 6 p.

¹⁹ 1バレル = 1,701 × 10³ kWh

1 kWh = 0,00058789バレル

48 800 000 000 kWh × 0,00058789 = 2,87 0万バレル。出典: L'énergie au Québec. 1998. Les publications Québec, Québec. p.107.

²⁰ 国際大ダム会議 (1998) World register of Dams, 151, boulevard Haussmann, 75008 Paris, 319 p.

- ・ ダム、堤防、発電所等の建設活動
- ・ インフラストラクチャーの出現
- ・ 河川流量パターンの変更
- ・ 貯水池の築造により陸上環境と河川環境が静水環境へ変化することによって、重大な生態変化をもたらすことがあり、またそればかりでなく、地域社会や生産活動の移転の様な土地利用の変化をもたらすこと。

影響の規模は地点特性とプロジェクトの大きさに関係する。上記の貯水池計画に特有の諸課題はこのレポートの付録書 付録-D～F においてより詳細に述べる。

1.2.3 揚水式プロジェクト

概要

揚水発電所では、オフピーク時にベース負荷発電所の余剰電力を使って上部貯水池に揚水し、毎日のピーク負荷時に流れを逆にして(水を落として)発電する。揚水発電は最も効率的なエネルギー貯蔵法の1つと考えられている。揚水発電システムのコストが高いことを考えると、適正な立地、機器、及び建設は特に重要である。費用効率の高い地点、つまり、通常300～800m位の高落差をもつ比較的急勾配な地形を選定するのが重要である。オハイオ州



写真-12: 沼原一揚水発電所 (日本)

の1,500MWサミット揚水プロジェクト²¹の様に、下池として廃棄された鉱山を使うことも考えられるだろう。

揚水発電施設のコスト評価には、2つの主要なパラメーターがある。すなわち、落差に対する水路長の比(l/h)とプロジェクトの総落差である。

低い l/h では水路が短くて済み、水流制御のためのサージタンクの必要性を減ずる。高い落差のプロジェクトは同じレベルのエネルギー貯蔵のために、より少ない水量ですみ、同じレベルの発電により小さな水路で済む。一般には、高落差、低 l/h 比の揚水地点が望ましい。

エネルギー供給特性

揚水発電プロジェクトは、最も需要が高い期間に、最高の電力量を供給できる様に設計されている。オフピーク時に上池に水をポンプで戻すことは、揚水プラントは差し引きでエネルギーの消費者であることを意味している。上池に揚水するのに必要な電力は、水が下池に落ちる時に生産される電力より大きい。揚水発電所は、短時間に(例えば数時間)多くの電力を生産するが、総じて、運転

²¹ 世界銀行 (<http://www.virtualglobe.com/html/fpd/em/hydro/psp.htm>).

するためには系統内の他の発電所から供給されたエネルギーを消費するものである。

この短所は、揚水式発電所の運転の柔軟性と低い運転コストでバランスが取れる。

環境特性

揚水式発電所の特徴は、小さな上池（しばしば大きさ数 km^2 以下）の水が短い間隔（週1~2回）の間ですぐに無くなってしまうことである。したがって、上池での水位低下が顕著である。これらの池は多くの場合人工のものであり、安定した水域環境にまで成長することはない。上池の水は下池から運ばれるものであり、下池に戻される。揚水発電所は、時には下池として川、湖、又は既存の貯水池を使うことがある。他の場合には貯水池を新しく造る必要があり、その特性（すなわち、水位低下、大きさ）は地点の地形的水文的条件によって決まる。

したがって、揚水式の発電所に係る環境問題の大部分は、上池の立地、発電所位置（地下又は地上）及び下池の生態系に関係している。これらの問題は本質的に地点に固有のものであり、プロジェクトの設計段階で対処できる。（例：タイ国EGATのラムタコン揚水発電所、1,000 MW）

1.2.4 小水力、ミニ水力、マイクロ水力プロジェクト

概要

これらの名称は、普通の水力発電に比べ、比較的小さい水力発電をスケールの違いに応じて決めた定義である。しかし、定義は相対的なものであり、各国の事情によって変わる。したがって、世界中で一般に受け入れられている定義は存在しない。例えば中国は、小水力発電を出力が25MWを超えないものと定義している。

ここでは統計目的のために、小水力、ミニ水力、マイクロ水力発電はそれぞれ出力が10MW、1MW、及び0.1MWより小さいものと定義する²²。

小規模プラントの経済性は、大規模プロジェクトと同様に、地点の状況に依存する。しかし、大規模プロジェクトに較べて、計画、建設の期間が短く、小さい面積しか要しないので、導入は容易である。

大規模水力発電を開発できる地点が限られて来ているので、関係者は小水力発電を見直しは始めている。よって、より効率的な設計を採用し、開発計画を見直して小水力発電の経済性を改善する努力がなされている。

エネルギー供給特性

この種のプロジェクトは、送電システムが不完全である僻地、例えば、発展途上国の農村地区に電力を供給することができる。さらに、生活水準向上のために独立した地域電源となり得るし、また電力網と連係して、他の水力プロジェクトと同じサービスを提供することもできる。

²² IEA (1999) 水力実施協定 Annex II, 個人的なコミュニケーションによる。

環境特性

目安としてしばしば用いられ、受け入れられていることは、「環境影響は冠水する面積にほぼ比例する」ということである²³。一般には小水力、ミニ水力、又はマイクロ水力計画は、計画の規模、限られた(範囲への)建設による介入、そして、通常計画によって影響を与える水域が小さいことから環境影響は限られている。また、小さいダムなので安全上の危険が少ないこと、そして小さいプロジェクトは立地が容易なために住民の立ち退きや土地利用に関する問題が少ないという便益がある。こういった理由から、例えば、メイン州、ニュージャージー州では、それぞれ30MWと100MW以下のプラントを小水力発電と定義し、それを再生可能なエネルギー源と見做し、それより大きい水力発電を非再生可能エネルギーと定義した^{24,25}。

大ダム対小ダム論議

大ダム対小ダム論議は未だに展開しつつある。この論議は(上記の様に)エネルギー政策上大きな影響があり、将来の水力計画にとっても重大な意味合いがあり得る。環境の立場から言えば、再生可能な小ダムと非再生可能な大ダムの間の区別は幾分根拠にかけものである。あるプロジェクトが再生可能かつ持続可能か否かを決めるのは大きさではなく、そのプロジェクト固有の特性と立地である。

例えば、同等の水量を貯蔵するとした場合、幾何学的に小さな物体は、大きな物体に比べて、その容積の割合より大きな表面積を有し²⁶、その差異は極めて顕著である。これは5MWの小水力プラント400ヶ所建設することによって冠水する面積は、1つの2,000MWプラントによって冠水する面積より2~10倍大きいであろう。これは、1つの大きな貯水池と同じ貯水容量を得るためには、生物生息地に対し約2~10倍の影響があるということを意味する。表-1は、水力プラントの大きさによって冠水する土地面積のより精密な推定を示す。

表-1: 単位容量あたりの平均水力貯水池面積²⁷

プラント出力 (MW)	プラント数	単位電力あたりの平均貯水池面積 (ha/MW)
-------------	-------	-------------------------

²³ 世界銀行 Environmentally Sustainable Development. Environment Department, Goodland, Robert (1994) *Ethical Priorities in Environmentally Sustainable Energy Systems: The case of Tropical Hydropower*, Environment working Paper p.3, 26 p.

²⁴ 電力の割引とエネルギーの競合に関する法律(Electric Discount and Energy Competition Act), ニュージャージー州, 1999年2月適用。

²⁵ 州内の電力産業の再構築に関する法律(Act to restructure the state's electric industry), メイン州, 1999年5月適用。

²⁶ 例えば、立方体の体積を2倍にすると、表面積は1.59倍になる。

²⁷ Goodland, Robert. *How to Distinguish Better Hydros from Worse: the Environmental Sustainability Challenge for the Hydro Industry..* The World Bank. 1995.

3,000～18,200	19	32
2,000～2,999	16	40
1,000～1,999	36	36
500～999	25	80
250～499	37	69
100～249	33	96
2～99	33	249

出典：Goodland, Robert. 1995年

そのうえ、同等の電力生産量を基準に小水力と大規模水力発電を比べると、大規模水力発電に対する小水力発電の環境上の利点は、それほど明らかでなくなる。何れが環境にとって害が少ないか。1つの河川に設備容量2,000MWを有する非常に大きな発電所を1つ建設するか、100の河川に5MWの小水力プラントを400ヶ所建設するか²⁸。2,000MWのプロジェクト1ヶ所の総体的影響は、影響を受ける河川や支流の数からして5MWの小水力プラント400ヶ所の累積影響より少ないか。

これは、水力プロジェクトの影響がその地点によって固有なものである性質上、簡単には答えられないことである。しかしこれは水力発電のような、人間の活動の影響と、その活動が求める目標、すなわちこの場合その電力生産、とを比較する必要性を示すものである。

要約すると、ある特定の生息地に対する人間の小さな干渉は、同じ生息地に対する非常に大きな干渉より影響が少ないのは言うまでもないが、種々の水力プロジェクトは、生産されるエネルギーと電力を基準に比較されるべきである。この立場から、多数の小水力プロジェクトの累計影響は、影響を受ける生態系の多様性と、小さなプロジェクトによる同等貯水量のために冠水する累積表面積が遙かに大きいことから、1つの大きなプロジェクトより影響が大きいかも知れない。

「小」対「大」ダム論議はさておき、環境影響の特性と大きさを決めるのは特定の地点条件とエネルギー供給要件である。

1.2.5 再開発(upgrading)プロジェクト

概要とエネルギー供給特性

水力プロジェクトは、比較的長い寿命を有するように設計されるので²⁹、電力事業者は、古い水力発電所は廉価で、柔軟性があり、しばしば生態学的にも健全な電力の源泉となるので、その出力を維持するのに相当な関心を持っている。実際、再開発(upgrading)は古い施設を利用するので、新規の計画よりは安上がりである。

プラントの寿命を伸ばすためには、継続的メンテナンスから改修、近代化、増強のような再開発までの幅のある手法がある。

「改修(refurbishment)」は、一般にプラントを「新品同様」の状態と性能に戻し、現状の維持費を減じ、プラント寿命を所要期間、一般に25～50年伸ばすことを目的としている。エネルギー増は有るとしても小さなものであるが、プラントの寿命を伸ばすことは、将来にわたって信頼性のあるエネルギー供給を保証するものである。

「近代化(modernization)」はさらに、より近代的な材料や技術でプラントの利用性を向上すること

²⁸ この仮定は、両方とも、負荷率60%において、年間10,500GWhの電力量を生産する条件で計算している。

²⁹ WhittakerとTopham (1991)によると、水力計画の主な電気機械設備は、50年の運転期間を見積もっているが、主な土木構造物は、一般的に100年近くの耐用年数で計画されている。

を目的とする。これによって運転の効率、ひいては生産性が良くなるであろう。

しかし、「増強(*uprating*)」は、プラントの水理的能力と設備メガワット(MW)で表す公称出力を増すのを目標とする。「増強」を行う理由は以下のように考えられる。第1に、増強は水文条件の変化に対応することである。第2に、プラントに対するエネルギー需要の変化のために、プラントの運転モードをベース負荷からピーク負荷への転換を要し、出力増強ということになる。最後に、増大して行く電力需要を新しい環境に負担を掛けることなく満たすための解決を与える。

増強とは違い、改修も近代化も一般に出力を大して増すことのない再開発行為である。

環境特性

既存施設的能力を最適化することは、新しいプラントを建設することより遙かに環境影響が少ない。それは主として貯水池が既に存在し、それを使えるからである。グレードアップ行為に関連する環境影響の性質は、一般に時間的、空間的に非常に集中している。それは、改修、近代化、増強を実施するための停電時間を最小限にする経済上の動機が存在するからである。したがって、その様なプロジェクトは停電期間前、期間中に高度の計画管理を必要とし、それには環境的に健全な施工法が含まれる。

大幅な出力増が要求されるような場合には、河川分水計画と組み合わせた増強計画をたてることができる。環境の視点からすれば、この解決法は別の場所に新しい水力計画を建設するよりは望ましいかも知れない。

1.2.6 河川分水プロジェクト

概要

河川分水プロジェクトには、以下のものがある。

- ・「**河川内分水**」: 現地の地形を利用するために河川の流れを変えること。川をせき止め、水をトンネルで山中を通し、下流で放流して河床に戻す。これは分水箇所と発電所放水庭間の区間の流量を減ずるが、生態保全目的で維持流量が残される。
- ・「**流域横断分水**」: 流域を横断して川を分水し、他の川に注ぐこと。この方法は発電所が位置している受ける側の川で流量を増し、分水した川の下流流量を減ずる。全流量を分水する場合は、分水した方の川は最も近い下流の支川の合流点までは枯渇する。

エネルギー供給特性

上記1つ目の河川分水プロジェクトのエネルギー特性は、発電所の落差を増し、有効電力とエネルギーを増やすことにある³⁰。

流域横断の分水では、結果は似た様なものである。この場合は発電所がある受けるほうの川の流

³⁰ 電力 = (流量) × (落差) × (交流発電機の効率) × (重力)

量が増して、エネルギーが増加する。

環境特性

分水プロジェクトに特有の環境影響は、分水箇所直下流で、大幅の又は完全な河川流量の減少で、結果的に下流河川での水位や流量の減少が起こることである。これがひいては河岸浸食、水温、水質に影響し、河水の滞留時間を増加させることがある。影響の規模は、影響を受ける生態系、特にその水生生物と減水区間の長さによって定まる。流域横断の分水では、さらなる影響として、受け入れ側の川の流量の増加で、それによる水位、流量に対する逆の影響がある。また、その流域において、魚類にしろ植物にしろ好ましくない品種を拡げる危険がある。終局的に、新しい生態均衡が生まれ、減水域の河岸に植物が繁茂し、また灌木や陸上動物が入り込み、流量の増えた川には水域生息環境が増大する。

最も効果的な緩和策は、今日では普通のものになっているが、河川の生息環境を維持するために維持流量を確保することである。この維持流量は、例えば、河川の最も大事な水生生物の生息地を基に設計し、産卵場所の消失を最小限に抑えるであろう。

最小限の維持流量が何時でも、特に長い乾燥期間中に、維持できるような水利施設を設計することができる。この様な設計では、貯水池内の水位がダム天端に達しないときは、分水が止まるが、維持流量は貯水池の底部から放流するので保持される。流量が減少した川では、小さな堰を設けて分水前と類似の水位状態を保つことができる。（例えば、ケベック州のEastmain-Opinaca貯水池群とフィンランドのKemijoki川）



写真-13: 減水区間における小さな堰
(ノルウェー)

撮影: Mr. Birger Areklett

1.2.7 多目的プロジェクト

概要

これまで述べてきたプロジェクトのどれにおいても、水を電力生産以外の幾つかの目的に使うことがあり得る。今日では、益々多くのプロジェクトが、数種の水の用途を念頭に設計され、これらは多目的プロジェクトと呼ばれる。

水力発電は、水によって水車を回すだけで、水を消費しないので、再生可能なこの資源を人間の生活に必要な他の用途の幾つかに利用できる。実際に、水力プロジェクトのかなりの割合が多目的用途として設計される。Jacques Lecornu(1998年)によれば、すべての水力プロジェクトのうち約3分の1が発電以外の機能を持っている。洪水や干ばつを防止したり緩和する機能、農業において灌漑を可能にする機能、家庭用、公共用、工業用の水を供給する機能、また、舟運、漁業、観光、あるいはレジャー活動のための状態を良くする機能などがある。

水力発電や水の多目的利用を論ずる際に良く見過ごされることは、発電所は収益をあげる存在

であるので、他の用途の収入が十分でないため施設を造る資金が得られないものに対して、費用を負担していることである。これらの水の異なった用途は、水利用に対して相反する要求を課し、妥協が行われることにいたる。よって、本書は、先ず各利用形態固有の要求を述べることにする。その後、多目的プロジェクトのエネルギー供給能力に対する影響を述べ、関連する主要な環境問題について論ずることとする。

洪水緩和

洪水調節のためのダムは、水力発電が登場する以前の幾世紀もの間、世界中で建設されてきた。ダムや貯水池によって自然の河流の季節的变化や気象上の不規則性が調整できる。洪水防止を効率的に行うためには、貯水池水位の適切な管理と流域内の降水についての精度の良い把握が重要である。貯水池水位は、予期される洪水の前に下げられ、洪水によって満たされ、その影響を吸収し分散する。しかし、空けておく貯水スペースを必要とする洪水調節機能は、発電を含む他の水の用途に対して重大な圧迫となる。

灌漑

灌漑のために要する水量は灌漑システムの方式、作物の種類、灌漑面積に依存する。通常は季節的变化をする(しかし、年間ではほぼ一定である)。水の総所要量は、作物が要する水量と、水を送り、土地を潤すことに関連して生じる水の損失量の合計である。土壌、気候、蒸発、あるいは下層の地質も水の総所要量を大きく変える。灌漑のために貯水池から水を引くにつれ、発電のポテンシャルを減ずる。

水の公共及び工業用途

家庭、公共、工業用水の需要は、現在の人口、将来の人口成長予測、また、現在の及び予測される工業用途に大きく影響される。公共用途は以下の分類に分けられる。これは、家庭用、商業用、工業用、及び公共用である。用途に影響する要素は、気候、人口集中地区の特性と大きさ、工業又は商業の種類、水道料金とその計量である。公共用水、工業用水の需要は、他の需要よりは年間を通してより一定している傾向にある。さらに、干ばつの期間に水不足を避けるための十分な貯留が必要である。貯水池が飲用水を供給している場合は、水質の状態が大きな問題である。このためには湛水前に貯水池内のバイオマスを除去して、富栄養化を防止し、運転期間中信頼できる監視システムを維持することが必要である。

舟運

貯水池の築造は、しばしば水路を以前より舟運に適するようにし、既存の運輸システムを改良する。舟運が既に重要な活動となっている水路では、ダムや貯水池は、例えば船が閘門や水路を通して、

新しい水域にアクセスできるように設計される。舟運は貯水池が出来前には無かった新しい活動（輸送、釣り、レクリエーションのための）として発達し得る。舟運のための貯水容量は、水路の重要な地点での深さによって決まる。舟運を改善するために設計されたダムは、開門の必要性のために高さを制限されなければならない。この要件は他の目的のための貯水量割り当てを制限するものである。

レクリエーションに対する要件

レクリエーションのための使用には、安定した水質と舟遊び、釣り、水泳、その他の活動ができる様な十分な季節的貯水池水位が必要である。レクリエーションによる便益は、通常はプロジェクトの他の機能に付随的なものではあるが、特別な湖岸開発やアクセス施設を要する場合もある。工業用及び公共用の衛生上の懸念のため、貯水池がレクリエーションに使えないことがある。

米国：水力免許庁（The Office of Hydropower Licensing）は既存プロジェクトと関係のあるテント／トレーラー／レクリエーション車両用キャンプ地が28,000ヶ所以上、ハイキング用の小道が1,000マイル以上、とピクニック地が1,200存在すると言っている³¹。

水産養殖

インドネシアのSaguling、Cirata両貯水池における最近の経験は（Costa-Pierce、1998年）、人工の貯水池での捕獲（「釣り」）及びイセス漁業（「水中養殖」）の計画的な開発、増進、管理は重要な食糧資源となり得ることを示している。これら浮揚式魚養殖場は、水中にあるイセスを用い、市場に出せるまで稚魚を中で育てるものである。この事業は水質が所要の水準に保たれるとともに、深い外部から守られた入り江と、若干の岸からのアクセス施設を要する。水位の変動は、浮揚システムの運営に必要な最小限の深さより低くならない限り許容される。

さらに、貯水池で天然魚類を増殖してスポーツフィッシングの魅力を増大させる可能性もある。貯水池の深層の冷水は優秀な鱒の生息場所となるので、テネシーでは³²、8ヶ所の貯水池と3ヶ所の小さい湖に現在鱒が放流され、鱒釣りを面白くしている。ほかに、フィンランド³³ではKemijoki川の河口に鮭を740万匹、海鱒を190万匹、回遊性のホワイトフィッシュ4,160万尾が放たれた。同じ時期に、現地のホワイトフィッシュすなわち川姫鱒が3,250万匹、ブラウントラウト85万匹とハツ目ウナギ140万匹が同河川の各流域に放たれた。

³¹ Federal Energy Regulatory Commission (US), The Office of Hydropower Licensing, (1998) *Water Power, Use and Regulation of a Renewable Resource*, <http://www.ferc.fed.us/hydro/docs/waterpwr.htm>.

³² 貯水池の鱒釣り - <http://www.webfire.com/twra/resfishing.html>. (1998).

³³ フィンランドのKemijoki Oyによって出版された魚管理の結果に関するレポートは以下。
<http://www.kemijoki.fi/ymkate.htm>. また、Kemijoki Oyとの個人的なコミュニケーションも含む。

インドネシア：Costa-Pierce（1998年）の報告では1996年のイセス養殖からの総収入は2,400万US\$であり、これはダムの貯水池によって失われた稲田5,783haからの推定年収（インフレーションを見込み1996年現在1,040万US\$に修正）の2倍以上であったとのことである。

エネルギー供給特性

多目的使用の中には発電に対し、より多くの制約を課すものがある。例えば、灌漑、舟運、給水は明確な水の需要があり、各機能のための貯水容量の明確な割り当てを必要とする。それにも関わらず、電力需要の季節的变化は、他の用途の需要と一致しないこともあり、また何よりも各タイプの発電所は、特定のエネルギー需要を満たすよう設計されているので、通常は電力用にある貯水量を割り当てる必要がある。

疑問を挟む余地も無く、所要のエネルギー供給の形が他の用途との両立性を決めるのである。したがって、ベース負荷電力を供給する目的の水力発電所は、ピーク需要を満足するよう設計されている水力開発と違って均等な流量を必要とする。

環境特性

多目的プロジェクトの第1の環境特性は、水力プロジェクトの環境影響ばかりでなく、他の水の用途の累加影響も考慮するのが要求されることである。明らかに、多目的利用の便益は多様かつ重要であり、望ましくない影響は十分な管理で制御できる（例えば、釣り免許、肥料や殺虫剤の使用を規制するプログラム、等）。しかし、多目的開発は、各ユーザーグループとの十分な調整努力と持続可能な水資源割り当てを要するので、水力発電の計画と運用を複雑にする。事実、一層の計画努力により、今後おこり得る数多くの水利用に関する問題を避けることができるであろう。したがって、上流、下流とも広大な土地が関係する、多様で時には相反する目標の間の均衡を求めなくてはならない。多目的プロジェクト計画は、流域全体のための統合水資源管理を考慮しなければならない。

多目的開発における水力プロジェクトの性状は、発電事業にとってはユニークであり、地域と住民の経済的社会的条件を変えるこの活動の重要性を示している。全体として水力開発の多目的利用は、電力生産、流域管理に関する重要なポテンシャルをもたらし、同時に他の水資源活動による影響をあわせより広い環境上の配慮を行うこととなる。また、1つの貯水池が多目的に利用されるので大きな経済上の便益をもたらすことになる。

1.3 結論

水力発電は、0.1MW（マイクロ水力）から10,000MW以上のものまで（100,000対1の範囲に相当）、広範な種類を有している。プロジェクトはその機能においても異なり、ベース負荷あるいはピーク

負荷、エネルギーあるいは電力を供給する。これらの違いは、主要な技術的相違（例えば、貯水式、流れ込み式、多目的又は揚水式プロジェクト）をもたらす。そして、そのことが自然及び人間の環境に対し、大きく違った影響と便益をもたらすのである。

参考文献

Act to restructure the state's electric industry, Maine, Adopted in May 1999.

Costa-Pierce, B. 1998. "Constraints to the Sustainability of Cage Aquaculture for Resettlement from Hydropower Dams in Asia: An Indonesian Case Study" in *Journal of Environment and Development*.

Department of Energy Photovoltaics, National Center for Photovoltaics. 1998.
[wysiwyg://text.12/http://www.eren.doe.gov/pv/conveff.html](http://text.12/http://www.eren.doe.gov/pv/conveff.html)

Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Network (EREN). 1998.
<http://www.eren.doe.gov/consumerinfo/refbriefs/tphydro.html>

Electric Discount and Energy Competition Act, New Jersey, adopted in February 1999

Goodland, Robert. 1995. *How to Distinguish Better Hydros from Worse: the Environmental Sustainability Challenge for the Hydro Industry*. The World Bank.

HydroQuébec. 1996. *Bilan de l'approche américaine en matière d'évaluation environnemental de réfection de centrales*, préparé par DESSAU pour la Vice-présidence Environnement et Collectivités.

HydroQuébec. 1996. *Étude sur les approches relatives à la réfection de centrales: un balisage nord-américain*, préparé par le Groupe S.M. Aménatech inc.

ICOLD. (1998) World register of Dams, 151, boulevard Haussmann, 75008 Paris, 319 p.

IEA. 1990. *L'énergie et l'environnement: vue d'ensemble des politiques*.

IHA. 1999. The International Journal on Hydropower & Dams. "World Atlas & Industry Guide". Aqua-Medic International, Sutton, UK.

Kemijoki Oy. Report on the results of fish management published by, Finland, <http://www.kemijoki.fi/ymkate.htm>.

Lecornu, J. 1998. *Dams and Water Management*. Conférence Internationale Eau et Développement Durable, Paris.
<http://genepi.louis-jean.com/cigb/article-barrages-an.html>.

Society of Energy and Resources, 1996. Handbook of Energy and Resources (Japanese), Ohmsha Co.Tokyo, Japan.

URHP. 1997. *Upgrading & Refurbishing Hydro Powerplants*. Conference proceedings, Montreal 1-3 october 1997, International Water Power and Dam Construction/Wilmington Business Publishing.

U. S. Department of the Interior Bureau of Reclamation, web site:
<http://www.usbr.gov/power/data/sites/boiseriv/boiseriv.htm>

Whittaker, K. and Topham, H. 1991. "Refurbishment of Hydropower Plants" in *International Power Generation Magazine*.

World Bank. *Guidelines on Hydropower*, Environmental Management Branch.

World Bank. 1998. <http://www.virtualglobe.com/html/fpd/em/hydro/psp.htm>.

World Bank Environmentally Sustainable Development. Environment Department, Goodland, Robert 1994. *Ethical Priorities in Environmentally Sustainable Energy Systems: the case of Tropical Hydropower*, Environment working paper 26 p.

World Energy Council / Conseil Mondial de l'Énergie. 1992. Energy Dictionary.

<環境問題の現状と今後の活動に向けたガイドライン>

第2章 水力開発の傾向

2.1 競争の場

現在、水力開発は活発な論議の的となっている。また水力は、電力産業の中でその立場を確立している極めて優れた大規模再生可能エネルギー源である。水力発電の代わりに、通常の火力発電を開発した場合、火力発電所からの CO₂排出量は、現在の全世界における自動車からの排出量の1.5倍にあたる、約7億5千万台分の車の排出量に相当すると考えられる¹。一方では、水力発電プロジェクトは、しばしば環境に大きな影響を与え、何千人もの人々の生活を壊すことがある。

下図は、水力開発の実施を想定した場合の、開発に関係する要素の全体構成を示したものである。

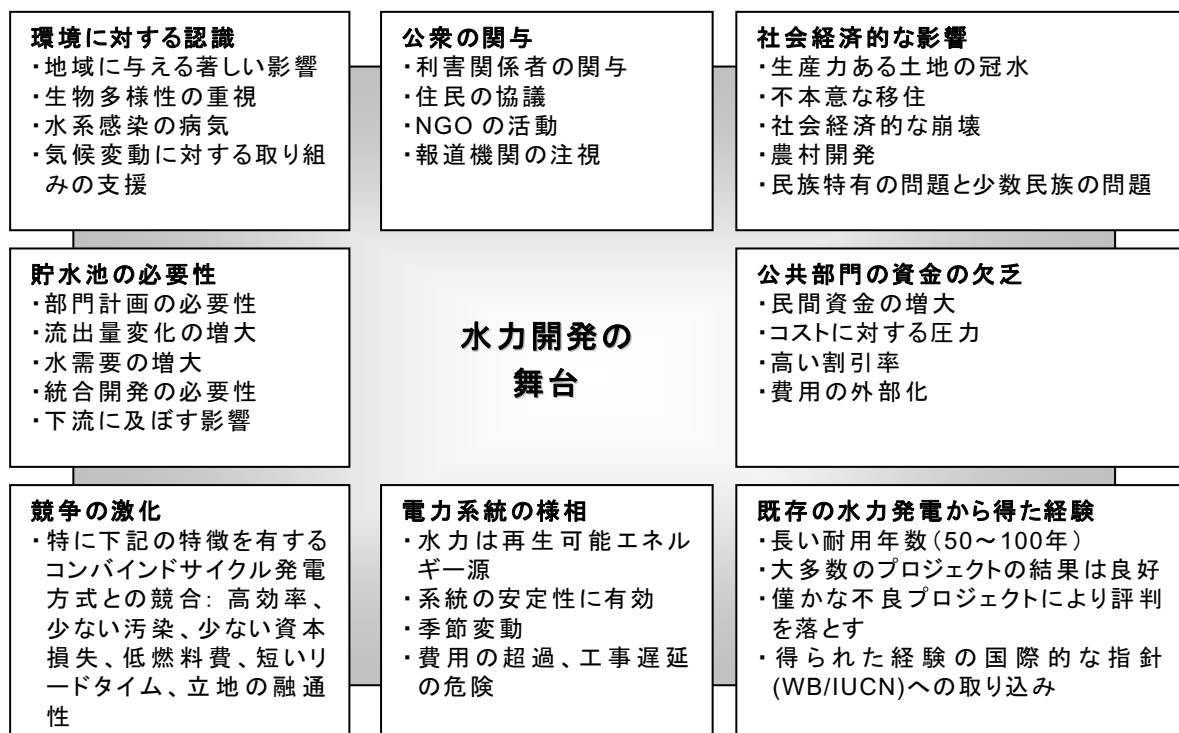


図-6: 水力開発に関わる諸要素

¹ 計算の手順は次の通りである。

- ・車1台の年間走行距離 15,000 km, 100 km 当たり 8 リットルを消費 = 年間の車 1 台当たりの消費量は 1,200 リットル。
- ・車のガソリン消費量 = 1 キロリットルにつき 2.36 t の CO₂ (Env-Canada (カナダ環境局)) = 年間の車 1 台当たりの CO₂ 排出量は 2.8 t
- ・世界の水力発電量: 2,532 TWh (電力量)

置き換えのシナリオ

60% 石炭	1,000,000 t/TWh
30% 石油	850,000 t/TWh
10% 原子力	25,000 t/TWh

平均係数 = 857,000 t/TWh (CO₂ の相当量) - 水力発電からの耐用期間にわたる排出量 = 30,000 t/TWh
 回避できた排出量: 827,000 t/TWh
 世界全体 = 2,532 TWh × 827,000 = 2,090 (百万トン) の CO₂ 相当量; 2,090 Mt/2.8 t = 746 (百万) 台

本章では、水力開発のいくつかの傾向について述べる。水力発電プロジェクトの計画及び評価には複雑な問題があり、従って個々の傾向を「分離」することは難しい。ここでは、プロジェクトの進行過程に大まかに従い、下記事項に見られる傾向を確認することとした。

- ・ 電力事業の再構築
- ・ 計画の考え方及び手順
- ・ 環境影響評価（EIA）をプロジェクトレベル及び部門計画レベルに導入
- ・ 水力発電と地球温暖化
- ・ 財務上の競争性
- ・ プロジェクト設計、建設、運用

2.2 電力市場の世界規模の再構築

2.2.1 再構築 - 世界規模の現象

市場再構築は世界規模の現象であり、いくつかの経済部門では、1980年代初期から実施されている。こうした動きは、経済活動のグローバル化、貿易の自由化、及び技術の変化に伴う過程の一部をなすものである。このような過程は、株式会社・株式非公開会社にも影響を与え、過程の進行に伴い新しい市場が生まれ、新たな競争が生じ、通信、天然ガス、航空、水道と排水処理、幹線道路、発電などの事業分野では独占が許されなくなっている。

市場再構築の背景にある理論的根拠は、経済面から見ると資源の一層効率のよい配分を確固たるものにすることである。しかしこうした過程は、様々な社会及び環境的な影響を与え、関係する経済部門の構造上大きな調整をもたらす。

こうした再構築の経済面からの正当付けに加えて、市場競争に向けて公益事業者の事業開始を促すような、再構築の基礎となる次のようないくつかの要素がある。

- ・ 経済事象における国家の役割の再定義。この再定義は、経済活動の当事者としての国家の見地から、民間市場を規制する役割という見方に向けてなされるもの。
- ・ 公的資金は新興経済と先進経済の両方で不足することが多いが、こうした不足が生じた時の、公益事業への新たな資本投資の必要性
- ・ 新規でより安価な技術
- ・ 世界規模の市場統合の推進

2.2.2 電力産業 - 過去と現在

電力市場の基盤は、世界規模で変化している。公益企業であろうと民間企業であろうとを問わず、過去の電力事業者の垂直統合は、欧州、北米、オーストラリアとニュージーランドに併せ、多数の新興経済国が形成した競合電力市場の挑戦を急速に受けるようになってきた。

過去においては、政府はある営業区域を電力事業者認可し、電力事業者は認可された区域

内において発電、送電、時には配電事業を独占もしくは、ほぼ独占することが多かった。これは、農村並びに都市の電化が推進され、電気の需要が急速に高まり、ますます大型化する発電所のコストがスケールメリットによって引き下げられることを保証していた頃には、大規模な投資が必要であったため、事業の独占が正当と見なされていた。

これらの公益電力事業者は、小規模の民間電力事業者を国営化にして形成されたものが多い。国営化では、公益事業会社からの資本回収の期待は、民間の投資に比べて低かったので、電気料金を大幅に下げることができた。さらにスケールメリットは、発電及び送電の組織の効率を確実に高め、これにより広域にわたり電気料金を一様なものとするのが可能となった例が多い。大規模な公益事業団体の設立によって、民間の発電事業者が便益があると考えなかった遠隔地域や農村地域への電気の供給が可能となった。公益事業の推進には、エネルギーの自給自足のような政策上の配慮が重要な要素でもあった。

ここ20年余で状況は一変した。先進国においては、大規模送電網が完成している。電力需要の伸び率は年1～2%に低下している。公益事業者の独占状況並びに自給自足の強調により、隣接する公益事業者との間で、電力資源の共有や交換を利用することよりも、公益事業者の設備を過度に拡大する動きもあった。

コンバインドサイクル・ガスタービン発電といった最近の技術開発も、発電事業を変えようとしている。天然ガスが安価な場合、この技術によれば小規模の発電所において競争力のある発電が可能となり、これに伴い、公益事業者の課す価格をしばしば下回る低廉な費用で電気が供給されることになった。これによって、大規模産業消費者は自給自足及び一般市場における電気の自由売買を可能にするために、電気事業の規制再構築の推進に向けて動き始めたのである。

2.2.3 再構築された市場の特徴

電力産業には、一般に次の四つの主要な個別の活動がある。

- ・ 発電所における発電
- ・ 発電所から消費中心地への高電圧送電
- ・ 個々の消費者への低電圧配電
- ・ 隣接送電網相互間、あるいは発電事業者と小売業者と消費者との間の短期又は長期の契約に基づく電気取引の事業活動

従来の市場構造の下では、民間の電力事業者又は公益電力事業者は、上記の諸活動のうちの1つ以上を地域独占の体制で管理した。例えばフランスにおいては、Electricité de France が 1999 年まで、発電、送電、配電、電力取引を全国にわたり独占していた。日本では、各地方の10社の電力会社が所管地域の電力産業を管理している。カナダでは、Hydro Québec が1998年まで、ケベック州の電力産業をほぼ独占していた。

電力市場の再構築は、こうした形態の組織を著しく変えることになる。70ヶ国以上の国で、現在電力産業の再構築が行われている。これによって生じる振興成長市場には、共通する特徴がある。進行中の再構築の主目的は、自由市場は発電事業者にも消費者にも大きな利益をもたらしながらサービス水準を高めることになるという仮定の下に、電気を取引可能な市場商品にすることにある。重

要な問題点は、次に示すように、類似していることが多い。

- ・ 発電(?)に競争をもたらすにはどうしたらよいか？
- ・ 送電網の利用上の差別をなくすにはどうしたらよいか？
- ・ 自由市場によって競争力を失った投資を補償するにはどうしたらよいか？
(回収不能コスト問題)
- ・ 消費者の発電事業者及び小売業者への直接アクセスはどこまで許されるか？
(卸売り又は小売りの競合問題)
- ・ 公的に所有されている資産はどの程度まで民営化するべきか？

以上の問題に対する解答は、地域の事情に左右される。つまり、地域において利用可能な資源及びそれぞれの法制度のもとでの特定の経済的、社会的、政治的な条件に応じて、開放の程度が変化するということである。

一般的に市場再構築の実施は、電力産業の主要な四つの事業部門、すなわち発電、送電、配電、売電の機能を分離する。これにより、発電は明確に送電と配電から分離される。さらに競合する電力取引会社にとって、自由な電力取引が可能になる。

独占事業が存在していた地域では、発電はいくつかの会社に分割されることが多く、もはや1つの会社だけで地域の市場を管理することはできない。一方、送電は技術的な理由で、発電事業者からは通常独立した「送電事業者」や「グリッド送電網事業者」と言われている1つの会社に委ねられている。「送電事業者」は全利用者の自由かつ公平な送電網の利用を保証する責任がある。配電は通常、経済的な理由により地域独占の状態になっている。同じ顧客に対して、競合する並行した様々な配電網を使用して供給することは意味をなさないのである。配電会社は、様々な供給業者から、供給業者が発電事業者であろうと電力取引業者であろうとを問わず、電気を買うことができる。電力取引では、資本取引と同じように、取引業者、発電事業者、消費者が短期(現物市場)又は長期方式に基づき、電気を売買することができるようになっていることが多い。

スペインにおける新しい電気システム

スペインでは、1997年電気部門法に従い、新しい電気システムが1998年1月1日に実施に移された。再構築は下記の原則に従い広く及ぶものである。

- ・ 発電所新設の自由
- ・ 発電事業市場における、競争による電気の販売と購入申し込みの方式に基づく、発電事業会社間の競争
- ・ 消費者が好みの供給業者を選定し、選定した供給業者と供給の諸条件並びに価格について交渉できる新しい自由
- ・ 電気を商品とする自由
- ・ 送電網及び配電網を利用する自由
- ・ 欧州連合の他の加盟諸国の会社並びに消費者との間で電気を売買する自由

出典: UNESA, 1997, Annual Statistical Report (年次統計報).

2.2.4 水力発電と環境に及ぼす影響

再構築と水力発電

世界の大部分の水力発電所は国有である。その他の水力発電所は、アメリカ合衆国に多く見られるように、投資家が所有している。これらの水力発電所のほとんどは、長期の安定した電力供給契約を保証する制度の下で建設されたものである。こうした長期契約では発電所の建設のために借入れた資本が返済され、適切な投資利潤を生み出すことができるようになっている。収益の長期安定性は水力発電所の建設に対して投資家を納得させる重要な点であった。

競争市場では、電気料金が供給と需要に応じて変動するので、こうした収益安定性はほとんどなくなることになる。水力発電所は収益を上げるようになるまでに数年、時には数十年にもわたり、慎重な計画と建設が必要となるということを考慮すると、その間の電気料金の変動はリスクを付加すると考えられ、水力発電よりも低いイニシャルコストで、迅速な電力供給ができる他の形態の発電が選択される傾向が生じよう。

例えば、コンバインドサイクル・ガスタービン発電は2、3年で計画でき、同出力の水力発電所よりも低い資本費用で18ヶ月で建設することができる。風力発電所は、まだ資本投資の面では高くつくが、これは3ヶ月で建設することが可能である。

それでは、経済的観点から見て、再構築された競争市場が出現したにもかかわらず、なぜ水力発電所を建設するのであろうか。主たる理由は、長期にわたる運転と保守の費用が極めて廉価で済み、水力発電が有する数多くのアンシラリーサービス(ancillary service)とも併せて、水力発電が長期的には、最も費用のかからない電力源となることが多いからである。電力産業における市場競争は、発電所の建設工事が融通性をもち、かつ短期間で完了し、初期資本支出が少なく済めば、確実に引き合うようになっている。この点において、電源選択肢としての新規の水力発電は、明らかに不利となることが多い。

再構築と環境

市場競争により、コンバインドサイクル・ガスタービン発電のような短期間に利益をもたらす発電方式が実際に選択されるものと想定した場合、発電選択肢のこうした転換は環境にいかなる影響を与えるであろうか。

例えば、天然ガスの燃焼による発電への転換が環境に与える影響は、その新しいガス発電所がどんな技術によって換わるのかに左右される。米国や中国のように石炭が発電の主要な燃料であるところでは、石炭火力発電がガス発電に置き換えられた場合、ガスの燃焼は石炭の場合と比べ、温室効果ガスの発生は半減し、大気汚染物質の発生も格段に少なくなるので、全体的な環境影響はプラス側になる。しかし、ノルウェー又はカナダのある地域で考えられているように、将来において水力発電がコンバインドサイクル・ガスタービン発電に置き換えられることになれば、地球全体と地域に及ぼす環境影響が一層深刻なものとなろう。天然ガスの燃焼によりNOxが排出され、北欧の水力発電の約15倍以上の温室効果ガスが発生することになる。

発電方式を変えることによる環境影響は、新しい発電所がどんな技術を置き換えるか、あるいは退

けるかという点にかかっている。つまり、発電方式は選択が可能であるが、それぞれの技術が環境に与える(ある特定の代替電源による置き換え前後を比較する)絶対的な影響比較ではなく、(多数の選択肢を考慮し、総合的な比較による)相対的な影響比較を行うことが重要である。

再生可能な発電選択肢の開発は、環境上のもう1つの重要な関心事となっている。再生可能エネルギー推進に関する政府の特別な政策なしに、競争市場において投資家が再生可能エネルギー発電所を建設する唯一の理由は、再生可能エネルギー発電所を建設する方が相手となる非再生可能エネルギー発電所を建設するよりも安くつくか、あるいは消費者がこうした「グリーン」電力に対する割増金を進んで支払うと考えているかである。一部の水力を除き、再生可能エネルギーが、最小コストの発電選択肢にはめったになりえないとすれば、自由市場における再生可能エネルギーの開発は、消費者又は国家による補助の意志にかかっている。要するに、環境に配慮するという、政府又は消費者の明確な意思が示される場合を除き、開発に関する決定が経済的な理由のみに基づいてなされるという点で、自由市場は「環境には盲目」である。

カリフォルニア州の再構築市場における「グリーン発電」のマーケティングから得られた経験では、これまでの成功例はわずかでしかない。民間のマーケティング担当者は、環境にやさしいエネルギーの促進にはマーケティング費用が高くつくという問題に直面しており、現在のところ消費者は環境影響の少ない電気の開発に対する割増金の支払いに熱心ではないようだ。

スカンジナビア諸国における電力自由市場と環境

スカンジナビア諸国の再構築市場では、各国間の電力取引が著しく増大している。電力の自由化は、費用が最も安い発電事業者を選定することとなり、スウェーデンとノルウェーにおいては、自国の環境汚染の少ない電力を犠牲にしてまでも、廉価な石炭による電力をデンマークから購入するという途を選択した。

こうした状況は、数ある問題の中でも特に倫理上の問題を引き起こしている。これは、ある1つの法制度下(ノルウェー、スウェーデン)の大部分の環境影響を、汚染の大部分が発生している、どこか他の所(デンマーク)の電力を輸入することによって回避するという問題である。

出典: Annex III participants (出席者).

2.3 プロジェクトの傾向

2.3.1 旧方式

最近までの大規模ダムプロジェクトの計画調査の課題は、一般に将来の需要(水、電力)が最小費用で満たされることであった。計画の手順は、種々の代替技術解決案を開発すること、最小費用の選択肢を選ぶこと、計画段階における環境及び社会に対する影響を最小に軽減することであった。「最小費用」は、投資の最小現在価値に運転期間における運転と保守の費用を加えたものとして定義され、期間の実際の割引率に10～12%を適用し(発展途上国の場合)、軽減しきれない環境と社会に対する残存影響に関する外部費用をしばしば無視するものであった。

工業諸国では、プロジェクトに関していくつかの形式の公開討論とそのフィードバックが公聴会を含む法律及び規制の過程を通して保証されている。しかし開発途上諸国においては、開発の選択

肢に関する決定は、一般に政府と電力事業者が国際金融機関と一緒に、上記の「最小費用」法に従って、独自に下している。

こうした技術経済計画法に対する反動として示されたのは、一層の「持続可能な開発」方法の要求と、技術、経済以外の問題に一層の注意を向けることを求めた利害関係者の団体の結成であった。通常は非政府組織（NGO）であるこれらの団体は、長い間にわたって開発の阻止を求めるプロジェクトの「反対者」と見なされてきた。

反対に対する専門技術界の反応が頑なになればなるほど、NGO の反対は大々的な宣伝を帯びることになった。こうしたことが、メディア並びに反対する政治家の恰好の餌食となり、意思決定機関又は金融機関（あるいは両者）が反対側の報道機関の注目をあびることを望まなかったこともあって、結果として、特に大きな公共基盤整備事業等の多数のプロジェクトが計画段階で頓挫することになった。最近の苦い経験は、大規模灌漑事業（インド）と水力発電プロジェクト（ネパール）からの世界銀行などの開発銀行の撤退である。

他の大規模プロジェクトは、かなりの反対があったにもかかわらず実施されたが、実施段階における遅れと計画の修正費用が高かついた結果、もはや「最小費用」プロジェクトとは言えない状況になることがよくあった。いくつかの原子力発電所がこれに最もよくあてはまる例としてあげられる。

意志決定責任者は、都市部のエリート、時には軍事支配者又は独裁者であるが、彼等による土着の農村社会住民に対する人権の無視は、時に大規模ダムプロジェクトの計画と建設の段階において人権に対する目に余る侵害を招くことになった。世界銀行の運用指示書（Operational Directives）では、こうした問題が扱われており、この指示書は少数民族の権利の保護を改善する面で支えとなり、新しい計画方式の精神を反映するものであった。

2.3.2 新方式

プロジェクトでは、結局は実行されないで終わる計画に不必要な経費並びに労力をかけないようにすべきである。従って、計画手順は最大の受容（あるいは最小の後悔）に向けて調整されねばならない。

プロジェクト計画とその代替案が広く受け入れられるように、新しい計画方式では、計画段階のできるだけ早い時期に、競合するシナリオの賛否をすべて提示して、プロジェクトの影響を直接に受ける人々及びNGOを含めた利害関係者と一緒に、技術、経済、財務、環境、社会、制度、政治、リスクの諸項目を考慮に入れながら検討する。利害関係者は、共同して、将来の需要に見合う、いくつかの代替案を作成する。

こうした代替案は、環境影響に関しては選択の幅のあるものとする必要があり、代替案の中には需要側の対応策も、「プロジェクトを実施しない選択」と併せ含める必要がある。この「プロジェクトを実施しない選択」には、代替の電力供給方式を検討するという意味が含まれていることが多い。

次に、代替案それぞれの結果の概要が理解できるように、代替案の定量化及び評価を綿密に行う。検討会を設置して、この場において全利害関係者がこれらの結果について検討し、代替案の実施に向けて適用される最良の案について合意の形成ができるようにする。

以上の方式では、一国又は一地域の、こうした参加型の手順を調整し実施することができる政治的又は行政上の枠組みが必要である。推進者もしくは反対者だけでは、彼らは結果に強い関心を

抱くため、公平な競争の場を確立することはほとんど期待できない²。

新方式は非常に「民主的」な方法である。しかしながら、影響を受ける住民との直接の協議なしに、政治レベルで意思決定が行われるような多くの国では、かなり新奇なものとされ、受け入れ難いことも考えられる。従って、先述の検討会を実際いかにして「公開」するかという点については、限界があるとも考えられる。

表 - 2: 水カプロジェクトの計画の傾向

旧式計画の考え方	新式計画の考え方
水カプロジェクトは以下のことを行うための技術的な取り組みである。 ・基本となる技術基盤を提供して、電力と水の供給を改善する	水カプロジェクトは下記のことを行うための総合的な技術的、環境的、社会的な行為の一部である（例：総合水資源管理） ・多目的用途プロジェクトにより、持続可能な方法で住民の基本的な需要（水、光、電力、灌漑、洪水調節）を満たす ・農村開発を推進し、地域住民、特にプロジェクトの影響を直接、受ける住民の福祉を増進する ・環境保護策並びに洪水調節策を改善する ・温室効果ガス（GHG）の排出量を最小にする
計画の責任は政府にあるが、国際開発機関の支援を受けることが多い	計画には、多数の次に示す当事者並びに利害関係者が関与する ・政府 ・影響を受ける住民 ・非政府組織（NGO） ・民間資本の開発事業者 ・金融機関
最小費用計画手順 ・電力と水の需要を満たすための最小費用プロジェクトであることの確認 ・避け難い社会と環境に対する影響を最小費用で軽減する ・綿密な調査を行う	多基準計画手順 ・プロジェクト（二つ以上の場合もある）を部門開発計画の一部とする必要がある ・プロジェクト代替案の、プロジェクト無しの選択も含めた厳密な調査 ・技術、環境、社会、経済、財務、リスク、政治上の観点からの、それぞれの代替案の賛否を示す総合的なマトリックスによる比較図を作成する ・二次費用、外部費用及び利益をリスクと併せて定量化する ・開発されるべき全体的に最良の代替案について利害関係者の間で合意を形成する ・綿密な調査を実施する
公的部門のプロジェクト ・政府が開発し、所有する ・資金の一部は国際開発機関が提供する	民間資本と公的部門のプロジェクト ・民間資本が開発し、所有する（政府の参加はある場合とない場合がある） ・資金の大部分は民間の商業資金源からのものである ・国際開発機関は保証を提供してプロジェクト資金の調達を促進する役割を担う ・社会と環境に対する影響の軽減に関する厳格な国際指針を遵守する場合は、部分的に低利の資金提供を受けることができる

以前の計画の取り組みと大きく相違する点は、可能な限り早い段階で関係当事者全員の合意形

² この問題点に関する詳細については、本報告書の第6章の戦略的環境影響評価（Strategic Environmental Assessment (SEA)）に関する説明を参照。

成をとりつけることであり、これにより、最近のいくつかの大規模ダムプロジェクトで起こったような、何年も開発費用を投じた後の最後の土壇場で開発中止といったような不慮の事態に遭遇することを避けることである。表-2は、新旧の計画方式の主要相違点を要約して示したものである。

それでもなお開発銀行は、プロジェクトの利害関係者の最大多数の参加を保証する政策を追求すべきであり、こうしたことがある特殊な政府によって拒否された場合、国際金融機関は関与を控える必要がある。

2.4 民間開発事業者の役割の増大

いくつかの例外はあるものの、過去において大きなダムプロジェクトの開発、所有、運用の責任を負ったのは政府及び国営の電気事業者であった。工業国におけるこのようなプロジェクトの資金は、内部財源、あるいは貸借対照表に基づく借入れにより調達され、開発途上国では多国間及び二国間にまたがる機関からの譲許資本が利用された。

ここ 10 年で、こうした資金調達の様相には大きな変化が生じている。どの国の政府であっても、大きな社会基盤整備事業の資金調達に大きな困難が伴うことを経験している。こうしたことは、特に電力産業の投資にあてはまることであり、電力産業の投資は「商業」活動として認識されることが多くなってきている。開発途上国においては、譲許融資の優先順位は物質的な基盤整備から社会的な基盤整備への移行が見られた。電力産業の投資資本に対する需要が加速するにつれて、民間資本は民間資本による資金調達並びに所有権を通して需給のギャップを埋めるのに意欲的であった。

民間開発事業者は、計画の可否の判断及び準備に要する費用を最も少なくすることを求め、費用の高くつく設計作業を計画の資金調達が確保される時点まで先送りするか、あるいは回避しようと試みる。財務上の締め切り(closure)には、正確な費用計算書と実施のスケジュールが必要である。住民の反対はプロジェクトの実施を遅らせることがあり、停止させることさえもある。従って、推進者は、住民の幅広い支持があり、必ずしも「最小費用」の選択肢ではないプロジェクトを選定することに関心を寄せている。こうしたプロジェクトの選定は、計画過程における住民協議を通してのみ実現する。

特に開発途上国においては、民間の開発事業者は大きな政治面のリスクに曝されていると認識している。例えば、国有化の脅威や国内通貨による収入を借入金の返済に必要な国際通貨に変えることの難しさといったことがあげられる。国際的な開発機関（銀行）は、このような政治面のリスクから開発事業者を「守ることに積極的である」。このためには、開発事業者は国際開発機関の示す行動指針、特に環境上及び社会上の関心事項を遵守することが必要である。

国際開発銀行の行動指針には、住民の参加と協議の必要性も示されている。

民間資本が資金を供給するが、国際開発銀行も関与する、開発の新たな計画過程は次のようになると考えられる。

- ・ 「プロジェクト無し」選択肢も含めて、環境と社会に対する影響の緩和策と補償措置を詳細に検討した、限られた数の種々のプロジェクト代替案の作成
- ・ これらの代替案の技術、経済、財務、環境、社会、政治上並びにリスクの諸要素を考慮した迅速

な分析

- ・ プロジェクトのすべての利害関係者、すなわち影響を受ける住民、政府機関及び非政府組織等による合意形成方式を通じた、最良の全体的な解決策の選定
- ・ プロジェクト資金の調達の予備取り決め（銀行、開発機関、料金の取り決め等についての覚え書き）
- ・ 環境と社会に対する影響の緩和策及び補償措置の詳細を含めた、プロジェクトの最適化と実行可能な設計
- ・ 財務上の締め切り（プロジェクト資金調達、最終的な料金決め）
- ・ 詳細設計、入札、プロジェクトの建設、社会と環境に関する行動計画の実施

民間資本による開発という変化には、なお次のようないくつかの問題がある。

- ・ 関係政府機関に、利益とリスクの公平な分担に関する諸条件を適切に取り決める能力と資源があるか？
- ・ 開発事業者は社会と環境に対する影響の適切な緩和策の必要性について認識しているか？
- ・ 重要な問題又は致命的な欠陥の確認に時間と投資の余裕があるか？

民間資本による開発の役割が増大することに伴い、次のことが生じる。

- ・ 建設（Build）、運用（Operate）、移転（Transfer）の BOT 方式、建設（Build）、所有（Own）、運用（Operate）、移転（Transfer）の BOOT 方式などの新しい金融上の仕組みの増大
- ・ 予算並びに時間の一層厳しい制約
- ・ 公的部門のプロジェクトに比べ、プロジェクトの日程並びに予算に関する規律正しい遵守
- ・ 計画、調査、建設工事に向ける時間と資金を削減してしまうような財務プロジェクト効率の重視、及び運転保守費用削減の重視
- ・ 部門計画の軽視
- ・ プロジェクトに関連する間接費の最大限の外部化
- ・ 魅力のある内部資本利益率を保証する電力（又は水）料金の徴収
これらの利益率は過去において補助金と譲託融資によって資金を調達した従来のプロジェクトの場合よりも高いのが通常である
- ・ リスクを可能な限り他の当事者、特に政府に負担させる

以下のために、適切な規制と管理が極めて必要なのは明らかである。

- ・ 安全及び作業技術水準の維持
- ・ 妥当な料金と政府の利益の保証
- ・ 政府が不当な財務リスクに曝されないこと
- ・ 環境並びに社会に与える影響の軽減

言うまでもないことであるが、民間資本が開発するプロジェクトは、関係国の水資源開発の全体計画の中に組み込まれなくてはならず、この計画の開発には様々な問題点に関する住民参加及び住民との協議が同じく必要である。ここに、政府当局は彼等の参加が求められた場合には、国際開発機関と同じく重要な役割を担うことができるし、担うべきである。

2.4.1 水力プロジェクトの財務能力の傾向

安価で豊富な天然ガスを有する国では、最新式のコンバインドサイクル発電所によって競争力の極めて強いコストで、ベース負荷の発電を行うことができる。この水準の発電コストと競争できるのは、最高水準の水力プロジェクトだけである。工業国では、水力発電に適した場所がすでに開発し尽くされているか、あるいは環境問題やその他の理由で開発が難しいため、このような水力発電所建設の機会は今現在である。しかし、開発途上国においては、3 US¢/kWh 以下のコスト(1998年時点)で、水力発電が可能な場所がなお多く存在している。

しかし、多くの開発途上国では、国内需要が少な過ぎて、水力発電の計画建設を保証することができない。遠隔地にあるこれらの国々において、もし安価な水力発電に加えて、例えばボーキサイトや鉄鉱石又は銅鉱石の採鉱の機会にも恵まれ、安定した政治風土があり、最も近い市場に至る輸送距離が妥当なものであれば、エネルギー集約型産業は魅力的なものとなり得る。

天然ガスがあまり利用できない地域では、水力発電が石炭火力発電と競合することが多い。天然ガスと較べて石炭火力は次の3つの問題、すなわち (i) 石炭のコスト、(ii) 系統の中で許容される最大単機出力に大きく左右される石炭火力発電所の高い資本コスト、(iii) 石炭発電に関わる大きな環境影響、が加わることになる。例えば、60 US\$/t (トン) の高価な石炭を燃焼させる、50 MW の小さな石炭火力発電所では約 6 US ¢/kWh のコストでベース負荷の発電が可能であるが、20 US\$/t の石炭を燃焼させる600 MW の大型複数機発電所では約 4 US ¢/kWh のコストでベース負荷の発電が可能である。このような価格で競争が可能な水力計画は多数あり、石炭火力発電所が環境影響面で不利ということを考えれば、ここに水力の活路が見出されることになる。石炭火力発電所の資本費用は高いため、ピーク負荷は石油火力ガスタービン又は水力発電所から供給されることが多い。

化石燃料が利用できないか、あるいは非常に高価である遠隔地では、水力の発電コストが 10 US ¢/kWh を超えることがあってもなお、競争は可能であるが、市場は小さいことが多い。

揚水発電所は、毎日の高いピーク需要があり、ピーク外の時間には低コストの火力又は原子力発電所の余剰電力がある電力系統において有用である。

水力プロジェクト、特に揚水発電所は、操作速度が速いことから系統の電圧と周波数の調整、負荷追従が容易であること、系統内の火力発電所よりも安定した運転と長い耐用年数という点で機動的な便益がある。

多くの高度工業国は、過去に水力発電の好適な地点をすでに開発してしまっている。工業国における需要の伸びは停滞に近く、下記の結果として年率にして2%以下の水準に低下している。

- ・ 消費者側における電気製品並びに照明の効率の向上
- ・ 人口の伸びの低下

しかし急速に開発が進む主としてアジア、南米、中米、アフリカの多数の開発途上国では、なお高い成長率が認められる。世界の水力開発の大部分はこれらの熱帯と亜熱帯の地域で行われると予想することができる。

表 - 3: 水力の競合性

化石燃料の利用	ベース負荷水力の展望	ピーク水力の展望
豊富な低コストの天然ガス	・発電コストが3 US¢/kWh 以下の場合に限る。大規模の安価な水力は、エネルギー集約型産業が関心を寄せることがある。特に、所要の天然資源が豊富で安価な場合は関心が強くなる。 ・ダムが発電以外の目的で建設された場合は、水力には付加的な措置として関心が向けられる。	・ベース負荷発電所の容量が増大した場合のみ。 ・その他の場合は、ガスタービンが魅力的。 ・安価なベース負荷が特に原子力発電所から利用可能な場合は揚水発電に関心が寄せられる。
天然ガスは十分でないが石炭が利用可能	・4 US¢/kWh 未満の水力発電であれば、競合できる。 ・小規模系統で、かなり費用の高くつく石炭の場合は、発電コストが 7 US¢/kW 以下の水力発電であっても魅力的になり得る。	・石油燃焼式ガスタービンと競合できる場合に、活路を見出すことができる。これは、発電所の負荷率が 10%～50%の範囲にあり、待機義務がなく、1日に2時間以下のピーク運転の場合にあてはまる。 ・揚水発電所が魅力的になり得る。
化石燃料がないか非常に高価な遠隔地域	・発電コストが10 US¢/kWh までの水力発電で競合可能である。市場は多分小さなものである	・ピーク用の水力発電が魅力的であるが、乾燥期を克服するためには火力の予備（多分、ガスタービン）が必要である。予備電源はピーク用に使用することもでき、ピーク用の水力発電と競合する。

2.4.2 経済計画と財務計画の新たな対立

経済計画は、プロジェクト過程における外部費用を内部化することを開始した。外部費用は社会が負担する経済費用であるが、料金には反映されていない。ここに、地球温暖化の原因となる CO₂、酸性雨の原因となる SO₂と NO_x、呼吸器系統の病気の原因となる PM₁₀³などの火力発電所からの排出物に対する罰金がよい例である。大きなダムプロジェクトに関連する外部費用は、例えば、大きな滝の消失、貯水池により冠水される地域の生物多様性の消滅、ダム建設による川の回遊魚の絶滅などである。様々な外部要因に対してどのような価格づけをするべきかは、確立した手法がないため必ずしも明らかにされているわけではない。

過去において、ほとんどの電気事業者は、国家主導による独占形態をとり、発電、送電、配電に責任を負ったが、職員は低賃金、過剰人員であることが多く、このことが非効率の原因ともなった。1990年頃から電気事業者は、世界的に民営化の大攻勢を受け、国際開発銀行がこれを強力に推進した。大部分の電力システムの民営化は、発電と送電と配電を別々の会社に分割する点で同一歩調をとり進めた。

民間資本の財務には、経済的な最適性に重点が置かれることは少なくなり、財務上の存続性に

³ Particular Matter 10 microns (10 ミクロン以下の粉粒体) を表す略語。

重点が移る、すなわち民間出資プロジェクトにおける意思決定には財務分析の結果が社会経済的な分析の結果よりも大きく影響するという、避け難い傾向がある。民間出資プロジェクトの目標利益率は、開発途上国のプロジェクトの場合15～20%の範囲にあることが多く、これは実質的には12～17%に相当し、開発銀行が大きな社会基盤整備計画に通常、使用している10～12%の経済割引率（資本の機会費用）よりも高くなっている。

高い割引率は、プロジェクトに関連する長期の損害もしくは費用が単純に割引かれるという点で、持続可能な開発を支えるものではない。さらに財務分析では、現金収支だけが考慮され、外部費用は考慮されないため、ここでも持続可能な開発が危ぶまれることになる。例えば、ある種類の魚が大きなダムの下流で絶滅した場合、通常はプロジェクトの運用者に財務上の罰が課されることはなく、社会全体が費用を負担することになる。

経済上の最適性と財務上の最適性との間に見られる対立が解消するのは、開発事業者が経済的に最適な問題解決策を採用するための適切な財務上の動機を得ている場合だけである。開発事業者を、例えば石炭火力発電所から水力発電プロジェクトに転換させるための仕組みには、なお熟考の余地があるが、これには次のものを含めることができると考えられる。

- ・ 回避された排出量に対するクレジット
- ・ 税制上の優遇、特に運用の初期年度
- ・ 低率融資の利用

2.4.3 全体計画の中でのプロジェクトの最適化

大ダムプロジェクト、特に水力発電のプロジェクトは、全体計画の中での最適化が必要である。これには先ず第一に、ダムの最適立地点の選定にあたって、河川流域の他の開発がどのように行われるか、また、いかなる影響を相互に及ぼし合うかを考慮すべきことを意味している。第二に、これはダムプロジェクトを全体の電力システムの一部として最適化するものとし、しばしば過大な計画になりがちな特殊な火力発電所と単純に比較すべきでないということを意味している。システム分析には、ダムプロジェクトの有る場合、ない場合、さらにデマンドサイドマネジメントの有る場合、ない場合を含めて最良の全体計画を選定するために、水力、火力の複合運転モデルの利用及び種々の電力系統拡張計画の分析が必要である。系統拡張計画の傾向は次の通りである。

- ・ 単一目的のモデルから多目的のモデルへ、決定論的な最小費用方式による最適化から詳細な多目的シミュレーションへの移行。こうした詳細なシミュレーションモデルにより、最良の全体計画の選定に適切な一連の有用なデータ、例えば、火力発電所の排ガス量、リスク指標、雇用に関する数値などが得られる。
- ・ より詳細な系統挙動のシミュレーションを行うために、長期間の計画であっても季節的な負荷持続曲線ではなく、時間ステップを使用した時間きざみのモデルの利用の増加。
- ・ 独立発電事業者（IPP）の計画の挙動、これは電力購入契約の利用を試み、必ずしも「メリット」順に運用されるわけではないが、これに関するシミュレーションの改善。
- ・ モデルでは、電力プールに関する取り決めのシミュレーション能力が向上。この取り決めではいくつかの電力事業者が協力して消費者に電力を供給する。

- ・ 計画のモデルは「経済」モデルではなく、「財務」モデルとなりつつあり、このモデルでは商業上の取り決めのシミュレーションが行え、複合系統運用シミュレーションによって得られたデータから抽出された、個々の発電所の収入、未払い金、収益が予測される。
- ・ 系統運用モデルを貯水池外にも拡張して、流量と水質の両方を考慮に入れながら影響を受ける河川及び地下水域を含める。

2.4.4 確率的投資分析の改善及びリスク回避策

プロジェクトが経済的又は財務的に成功する可能性は、次に示す要因にほぼ、左右される。

- ・ 費用が超過する確率
- ・ 建設期間の遅れの確率
- ・ 水の利用度と価格
- ・ 水又は電力の需要予測の信頼性（ロバスト性）
- ・ 運用時の問題発生の確率

これらの要因に対して、計画段階において綿密に取り組む必要があり、現在では、優れたソフトウェアを使用して水力プロジェクトに関連したリスクの程度を定量化することができる。（Oud and Muir, 1997）。

バランスのとれた意思決定のためには、意思決定者と利害関係者にとってリスクが明白なものとなっている必要があるという点が重要である。

2.4.5 広範な現地調査の減少

建設前の広範な現地調査は、リスク回避のための最も安上がりする方法である。

しかしながら、準備作業の費用は負担になるため、特に民間資本の資金による計画の場合で、開発事業者に水力プロジェクトの長期にわたり蓄積した専門知識がない場合は、現地作業が削減される傾向が見られる。地形図の作成、水文観測、地質調査が最低限行われるだけである。これは懸念すべき傾向である。ここで一言したいことは、石油探査や石炭生産のような他のエネルギー源の現地調査及び時にはその生産に対してさえ、様々な形態の公的な補助金がしばしば支給されるが、水力プロジェクトの場合こうしたことはまれであるという点である⁴。

良質の水文情報が、水資源及びその他の社会基盤開発の利益の推測精度にとり基本となるにもかかわらず、多くの開発途上国の流量観測と気象観測のネットワークは、資金不足のためにその機能を低下させている。既存のネットワークを拡張し、より多くの流送土砂と水質の検査を含め、さらにデータの収集及び処理を自動化するためには、援助者並びに金融機関の支援拡大が必要である。

広範な現地調査には、ダムプロジェクトの環境と社会に与える影響について、緩和策を確認し、緩

⁴ Organisation de Coopération et de Développement Économiques (経済協力開発機構), 1998. *Réduire les subventions pour améliorer l'environnement* (環境改善のための補助金の削減). *Partie II* (第II部): *Analyse et synthèse des études* (調査の分析及び概括). Paris: OCDE, 2 vols., p.21

和策が有効かどうか決定するために必要な現地作業が含まれる。この調査により、プロジェクトが致命的な欠陥を有することが明らかになったり、プロジェクトに並たいていでない緩和策が必要となることが明らかにされることがあるので、この調査は開発事業者及び政府がプロジェクトの実施を最終的に決める前までに実施する必要がある。

2.5 環境問題の傾向

本節では、水力開発分野における3つの重要な環境上の傾向を指摘する。第1に、水力発電プロジェクトの計画と設計に環境評価を組み込む傾向が高まっている。第2に、環境面の費用と便益の定量化を求める強い傾向があり、最後に水力発電は地球温暖化に対抗するための手段の1つであるとの認識が高まりつつある。

2.5.1 水力開発プロジェクトの計画と設計に環境影響評価(EIA)を組み込む傾向

先進国には、プロジェクトの計画と設計に環境専門家集団と環境影響評価を組み入れようとする強い傾向がある。

これは環境問題の重要性への認識によるものである。環境専門家は、環境影響評価(EIA)を作成する。これは通常公聴会で討議され、環境庁等の関係官庁による独立した評価を受ける。独立評価はEIAプロセスが世間の信用を得るための重要な要素である。

環境調査と技術・経済的調査を統合的に実施することにより、これらの作業を逐次的でなく並行して進めることができるので、作業をはるかに効率化することができる。すなわち、設計作業の終了を待つことなく、計画の初期段階で環境問題を確認して対応することができる。これにより影響の回避と緩和策の検討が計画策定過程における不可分な構成要素になる。

2.5.2 環境上の費用と便益の定量化を求める傾向

各種代替案の比較を容易にするため、できるだけ多くの環境及び社会的な懸念事項を金額で表現しようとする傾向がある。水力発電計画の技術的な建設費と保守費に加えて、以下に示すような主に社会的、環境的な費用と便益を識別することができる。

2.5.2.1 費用

影響を防止もしくは軽減するための金銭的支出

プロジェクトや影響を受ける住民に、有害な影響を防止もしくは軽減するための金銭的支出に関して、以下に例を挙げる。

- ・ 貯水池における過度の堆砂を避けるための、上流域の浸食防止費用
- ・ 良好な水質を保全するため、湛水する前に貯水池のバイオマスを伐採除去する費用

- ・ 病気の発生を防ぐための、保健衛生計画の費用

これらの経費は開発事業者が負担すべきである。

影響を緩和するための金銭的支出

以下に例を挙げる。

- ・ 補償、移住及び地域開発計画の費用
- ・ ダム建設後の漁獲量の減少を補うため、当該河川の下流住民への養魚池等の形での補償の提供

この種の費用は、通常、開発事業者が負担する。

プロジェクト建設により失われた収益

以下に例を挙げる。

- ・ 貯水地域の森林から伐採できたはずの材木の持続的収穫量の価値。これは社会への外部費用である⁵
- ・ 失われた農業生産能力
- ・ 失われた鉱物資源開発の機会

以上の生産損失価値は国家経済の費用となるが、通常ただちに開発事業者の経費にはならない。

貴重かつ希少な自然生息環境や動植物種の不可逆的損失もしくは脅威に関する費用

こうした貴重な生息環境や個々の動植物種の損失は、国家に対する費用であるばかりでなく、地球経済に対する費用でもあり、残存する自然生息環境の希少性を増すとともに結果としてその価値（自然のストック価値）をますます高めることになる。ここで問題になるのは、国家や国際社会は生息環境を厳密に天然のままに保つのにどれだけ負担する意思があるか、またもしその方が負担が軽ければ、同質の残存する自然生息環境の保護と管理の改善のためにどれだけ負担する意思があるか、ということである。これは実質経済的価値を意味するが、評価は困難である。

プロジェクトが貴重な生息環境の保全の費用を負担する場合、多分国家及び世界経済への正味の影響はプラスになるだろう。これはプロジェクト自体にとっては、プロジェクトのイメージを高めることにより、多国間もしくは二国間開発機関から追加の譲許的融資を受けられない限り、実質的な費

⁵ 通常、貯水区域の販売可能な材木は湛水する前に収穫されるので、純現在価値に換算した収益は持続可能な収穫の収益より高くなることもある。従って、社会に対する純費用はゼロか、使用される割引率によっては便益にさえなる。

用となる。追加の譲許的融資が得られれば、プロジェクト自体も恩恵を受ける。

2.5.2.2 便益

火力発電費用の回避

以下に例を挙げる。

- ・ 同等の火力発電所の建設、運転及び保守費用の回避
- ・ 燃料費の回避及び世界の化石燃料(ガス、石油、石炭)資源の枯渇の遅延
- ・ 大気汚染、酸性雨及び地球温暖化の原因となる火力発電所排出物に係わる外部費用の回避

水力発電プロジェクトの建設による二次的便益

以下に例を挙げる。

- ・ 社会基盤整備と電力の利用に伴う農山村地域の開発
- ・ 灌漑用水や飲用水への期待
- ・ 受け入れ河川の舟運の改善
- ・ 湖水漁業の生産物の価値
- ・ レジャー及び観光活動のための条件の改善

これらの便益は通常、プロジェクト事業体のものにはならないが、地域経済や国家経済には多大な寄与となり、大きな金銭的価値を有する可能性がある。

三次的な効果が存在し、これらはある程度定量化することができる。例えば、農山村で電気を利用できるようになれば、木炭の使用減につながるが、これは残存する森林にプラスの効果をもたらす一方で、木炭の生産と取引に係わる業者に悪影響を及ぼす。

舟運の改善は、市場取引の可能性を高め、地域産品の競争力を改善し、商取引を増加させるが、密林地域における生産物のアクセス改善と価格低下により、森林生息地の開発と破壊の促進も意味する。

2.5.2.3 二次的費用と便益はだれに帰するのか？

例えば、貯水池の総漁獲量が増加すれば、貯水池の漁師は利益を得られるだろう。しかし、下流の漁獲量が減少すれば、下流の漁師にとっては損失になる可能性がある。その結果、下流住民は補償されなければならない。

国家及び世界経済の見地からは、ほとんどの水力発電プロジェクトは総合的に利益を生む。すなわち、適切な影響緩和策が講じられさえすれば、二次的便益が二次的費用を凌駕する。その逆に、適切な社会的・環境的影響緩和策が講じられなければ、ほとんどの場合、総合的に二次的費用が上回る。

環境的・社会的影響緩和策のための費用の大半は、開発事業者が負担しなければならず、これらの費用はプロジェクトの生産が始まるかなり前に発生する。開発事業者は、収入を受け取る前に影響緩和プログラムを開始するための十分な資金源を持つことが重要である。事業者は、プロジェクトから収入を得る前に影響緩和に多大な投資をしなければならないうえに、建設費も調達しなければならないので、プロジェクトの資金計画と課税について十分検討する必要がある。たいていの二次的便益はプロジェクト完成後に増え始め、経済や関係住民を潤すものになる。

自然及び世界気候の保護は、地球全体の利益になる。国際援助機関や二国間援助機関の援助はこの観点で考慮されるべきである。正しい環境的・社会的影響緩和措置を伴うプロジェクトへの譲許的融資や制度的支援は、1つには、自然と地球気候の保護のための地球社会からの払い戻しと見なすことができる。

2.5.3 地球温暖化を抑制する手段としての水力発電への認識の高まり

特に水力発電所の建設により、新規石炭火力発電所の建設を回避できる国々の場合、水力発電は温室効果ガス(GHG)の排出量を削減するうえで、高度工業化社会において限界に近いエネルギー利用効率をさらに改善するよりはるかにコストの低い、魅力的な選択肢の1つであることに疑問の余地がない。また、クリーン開発メカニズム(Clean Development Mechanisms; CDM)が水力発電の促進因子になることは疑う余地がない。

既存の水力発電所がなければ、世界の温室効果ガス排出量は現在より11%余り増加する。

しかし、水力発電プロジェクトもまた温室効果ガスを発生する。

- ・ 建設中における、建設機械や製造機械を運転するための燃料の使用、並びにセメントや鋼鉄等の建設材料の生産と輸送のための燃料の使用から間接的な温室効果ガス生産。一般的に言えば、このようにして生産される温室効果ガスは、水力発電が火力発電に置き換えられた場合に減少する排出量によって、水力発電所の運転後数ヶ月以内に相殺される(Oud,1993)。
- ・ 貯水池により冠水する全てのバイオマスが完全に燃やされたとしても、大気中に放出される温室効果ガスの量は通常、水力発電が火力発電に置き換えられた場合に減少する排出量によって、長くても3年以内に相殺される(Oud,1993)。しかし、バイオマスの多くは建設や家具工業のための材木として伐採される。従って、(i)材木の大半は耐久財に変換されるので炭素を貯蔵する、また(ii)耐久性の材木の市場は必ずしも拡大しているわけではない、換言すれば、貯水域から余分の材木が伐採されると、どこか別の場所のほぼ同じ面積が伐採されない、と考えることができる。
- ・ フィンランドとカナダの測定で、貯水池からの温室効果ガス排出量の約1%がメタンであることが分かっている。しかしこの研究は、冠水前の森林地からどれだけのメタンが放出されていたか述べていない。冠水前のメタン排出量を無視し、メタンは炭酸ガスより温室効果が24倍大きいことを考慮しても、メタンは炭酸ガスの排出による温室効果ガス効果にせいぜい20%を高めるに過ぎないと結論づけられる。

水力発電所に起因する温室効果ガスの排出は、水力発電によって回避される火力発電の減少

により、密林を冠水する大規模な貯水池の場合はせいぜい4年以内に、また貯水池のないプロジェクトの場合は1年未満に相殺される。従って、50年以上の長い寿命を考えると、水力発電プロジェクトは地球温暖化に対する戦いの重要な戦力と見なされる。

ふたたび言うならば、良好な環境的・社会的影響緩和策を伴う水力発電プロジェクトに譲許的融資や制度的援助を提供する多国間援助機関や二国間援助機関の援助は、自然及び気候保護のための世界からの返済行為 (pay-back) と見なすことができる。

2.6 設計の傾向

前節では計画立案における傾向を取り扱ったが、本節では個々の設計特性を取り扱う。これらはほぼ全てが、大型ダムプロジェクトをより安くより早く構築したいという要望に関するものである。設計変更のある部分は、環境問題に関する意識の高まりの直接的な結果である。

もう1つの状況として、安全性と技術が確実に国際基準を満たすようにするため、特に民間資本が融資する計画の場合、独立諮問機関の設計段階からの参加が必要とされている。

2.6.1 水力発電の基盤設備の設計

貯水池

比較的大面積で価値の高い土地、大規模な居住地や原住民居住地、独自の生息環境を持つ地域を冠水するといった貯水池の建設は回避される傾向にある。一般的には、小規模な貯水池開発へと向かう傾向がある。このことは貯水池の堆砂問題を引き起こす可能性はあるが、上流の河床上昇と下流の河床低下に付随する問題を減少させる。水の多目的利用の重要性が増しつつある。湛水前の貯水池の伐採は、一般に必要と見なされている。

ダム

ダム建設における重要なブレークスルーの1つは、転圧コンクリート(Roller Compacted Concrete; RCC)の開発であった。これは、セメント量を低下させると共に、コンクリートの打設を機械化することにより、ダム本体の単価を引き下げ、通常打設のコンクリート単価の半分以上にした。RCC 技術は迅速な打設を可能にする。ダム高を1日に60cm(2圧縮層)盛り立て、高さ200 m のダムを1年未満で建設可能にした。セメント量の低下により、硬化熱の発生が減少することも利点の1つである。RCC を用いる場合、建設中の河川の転流は、バイパストンネルを建設することなく、しばしば河川内で行われる。これも時間と資金の節約になる。

これまで RCC 技術は重力ダムにしか適用されてこなかったが、正確な形状を得るためのコンピュータ制御の赤外線もしくはレーダー誘導の建設機械を用いて、アーチ式重力ダムやアーチダムにもまもなく同じ技術が使用されることになろう。

RCC 技術は、過去においては経済的に見合わないと言われた多くのダムを実現可能にした。

もう1つの普及したダム形式に、コンクリート・フェースド・ロックフィルダム(Concrete-faced Rockfill

Dam;CFRD)がある。これは中央遮水型ロックフィルダムや、アースフィルダムより容積が小さいのみならず、過酷な気候条件下でもコンクリートを打設できるので、費用と工期遅延のリスクを減らすことができる。

洪水吐

現在では、洪水吐の水理学、特にシュート・エアレーションの必要性についての理解が進み、より大きい単位幅当たりの流量が使われるようになった。これはコスト節減につながった。

洪水吐のフリップバケットの下流の放流域の洗掘についての理解も進んでおり、安全距離を確保することにより、ダムの安全が脅かされるような洗掘の危険が減少している。

洪水予報技術と洪水吐監視技術の向上は、安全性の改善につながる。下流の居住地への洪水警報システムと緊急事態体制は、異常な洪水時に住民をタイムリーに退去させるのに役立てることができる。例えば、10年に1度とか100年に1度の洪水、また設計洪水やダム決壊により冠水する下流の河川沿いの地域を区分して、洪水氾濫区域として設定する必要がある。頻繁に洪水の被害を受ける地域への居住は通常許可すべきでない。

取水

貯水池の上層10～15mの水質と水温は、通常最も良好である。Kaeng Krun(タイ)やKatse-Mohale(レソト)のように表層から取水できる選択取水方式の採用が主流になっている。

水路

種々の理由のため、トンネルボーリングマシンの利点が高まっている。これらは次第に大口径のトンネルや斜坑を建設できるようになってきたからである。しかも建設時間を短縮でき、以前よりはるかに信頼性も高い。

地下の圧力トンネルの鋼鉄ライニングが、強化コンクリート・ライニングに取って代われつつある。これは、コンクリート・ライニングを打設後に加圧グラウト注入により事前に応力を与えたもので、鋼鉄製ライニングよりはるかに安い。

地下水路は景観を妨げないので、環境上の見地から魅力的である。地表に出た圧力鉄管、特に直径の小さなものは、保守費用を節約するため現在ではメッキされることが多い。

平坦な沖積地域では、機械化の進展により、水力発電や灌漑用の水路の掘削やライニングの費用を大幅に削減できる。このため、ライニングされていない水路と比べて、水の損失が大幅に減少する。

発電所と制御室

水力発電機器の費用と製造時間の節減に向けての強い要求がある。このため、コンピュータ支援製造技術の利用の増加、鋳造タービンランナーから溶接タービンランナーへの移行、並びに保守費用の安い設備の設計が促された。

フランシス水車が対応できる落差範囲が拡大される傾向があり、カプラン(低落差)ユニットとペルトンユニット(高落差)のどちらよりもコスト的に有利なようである。超大型プロジェクトの場合、スケールメリットを享受するため、ユニットサイズはますます大きくなりつつある。

逆調整池と魚道

ピーク水力発電所を含むダムプロジェクトの場合、下流の貯水池に直接放流するのでない限り、発電所の放水口に逆調整池を設置することが望ましい。逆調整池は、水を調節して灌漑に利用したり、下流の船遊びや漁業に被害を及ぼさないようにする他、しばしば水温を下流の自然河川水のそれに近づけられるという利点もある。

流出量が一定で落差が低い場合、階段式魚道や魚迂回路が有効になる。魚の移動を妨げるような構造物を避け、魚の上流、下流への回遊を容易にするための努力がなされている。

灌漑設備

大型ダムには大規模な灌漑計画が付随することが多いので、灌漑事業から学んできた教訓が大型ダムの計画と設計に反映される。伝統的な灌漑システムは、しばしば「水退地」、つまり洪水後に川が後退した土地を農地とする土地利用を含み、灌漑される土地は1年のうちにかなりの水位変化に曝される。

堰やポンプを用いて河川の水位を多少でも一定にすると、より連続的に灌漑することができる。地下水面が上がると、ときどき水浸しになったり、地下水面が地表近くにある場合、溶けていた塩が毛細管作用により土壌から地表へと運ばれるようになる。

最近の灌漑設計は、地下水位を地表から安全な距離に保ち、また塩分を含んだ水を排水するために、地表及び地下の排水を考慮している。

旧来の灌漑システムは、特に水路がライニングされていないこと、表面からの溢水などにより、非効率的になりがちである。一般的に、特に水不足の地域では、スプリンクラーや細流灌漑をはじめとし、より効率的なシステムを用いる傾向がある。最新の水路ライニング技術は、水の損失を減らすために役立つ。効率の上昇により、貯水地の貯水容量と浸透による水の損失量が低下する。

最新建設機械の大々的な利用は、効率的な水路掘削を可能にする。また、同じ機械を用いて、迅速にスライド型枠を用いたコンクリート・ライニングを施工することができる。レーザー制御式掘削運搬機器により、平坦な灌漑地の整備が容易に行われる。高度の自動化と機械化は、開発費用を削減し、時間と予算の超過を減らす。

高電圧送電

高電圧直流(HVDC)送電は、次第に低価格になりつつあり、大量の電力を効率的に長距離輸送できるようになる。この場合、電力を送受電する電力系統が同期される必要はない。これにより、遠隔地に大型水力発電所を建設して遠方の需要地に送電し、地域及び国境を越えた電力の輸送を可能にする。

2.6.2 設計手段

モデルの改良

例えば岩盤力学における改良有限要素解析、水理及び水質シミュレーションのより詳細な水理モデル、並びに洗練され、しかも使い勝手のよいコンピュータ新設計ソフトが今や一般的になり、設計者はより速やかにしかもより正確に作業を進めることができる。コンピュータモデルが熟練技術者にとって代わるということではなく、むしろ熟練技術者はより効率的かつ完全な作業をすることができる。

リスクの定量化と考察

経済分析や財務分析用モデルと同様に、設計段階で使われるソフトウェアはますます確率論的になり、決定論的モデルにとって代わりつつある。1つの例としては、潜在的なダム破壊のきっかけになり兼ねないカストロフィック事象である、ダムの越流リスクの計算がある。この場合、おのおの独自の生起確率を有する種々の事象が相互に重ねあわされる。

同様に、地震の影響、パイピングか基礎の問題に起因する内部浸食など、ダムの安全に影響するその他の因子も確率論的方法で分析することができる。これらの問題はいずれも単独ではダム破壊の原因にならないが、組み合わされることによりなり得る。

プロジェクトの視覚化

今後の10年間に、地理情報システム(GIS)、コンピュータ支援設計(CAD)及びアニメーション技術を基礎にして、プロジェクトの視覚化が大きく進展するであろう。これは、非技術系の人々が意思決定プロセスに参加しなければならない時代において、ますます重要になるだろう。

2.6.3 電気事業者、請負業者及び製造業者による設計作業

電気事業者は、国際的な拡張を求めるようになっている。彼らは優秀だが十分活用されていない設計チームを持っており、電気事業者は彼等を自らが投資しようとする海外プロジェクトの計画・設計作業に使うことができる。

民営化の時代においては、以前は国際コンサルタントの領域だった、詳細な建設設計が土木工事請負業者や設備供給業者によって行われる傾向がある。土木工事請負業者や設備供給業者が開発業者グループの一員の場合は特にこの傾向が強い。

2.6.4 独立諮問機関による品質保証

民間資本の参加が増大し、かつエンジニアリングに対する時間的な圧力が強められつつある時代においては、熟練した有能な技術者を雇って大型ダム計画の設計を精査しなければならない。設

計段階で全プロジェクトの構造物の設計と安全性を点検するうえで、独立した諮問機関による品質保証の重要性は、いくら強調してもし過ぎることはない。

2.7 建設における傾向

2.7.1 総合プロジェクト管理

コストに対する圧力の高まりと財政的リスクを最小限にするとの要望の結果として、最新の情報手段を用いて建設スケジュールを調整・管理し、支出の当否を点検する専門的プロジェクト管理がこれまでもまして重要になるだろう。プロジェクト管理者は、ますます優秀なコミュニケーションスキルを持ち、環境的・社会的問題に敏感であることが求められる。

2.7.2 移住対策及び環境影響緩和策の組み入れ

大規模ダムプロジェクトの実施は、計画の諸構造物の建設にとどまるのみでなく、環境的・社会的な緩和策を成功裡に実現することも同等に重要である。これらの施策にかかわる費用は計画の正常原価の一部で、プロジェクトの内部価格の一部をなす。

2.7.3 労働者の流入

大規模な計画をより早く効率的に建設したいという願望は、民間資本の融資プロジェクトにとってきわめて重要なので、しばしば請負業者により他国から安価だが訓練の行き届いた熟練労働者が雇用されることになる。

2.7.4 独立諮問機関によるモニタリング

開発事業者、請負業者及び設備製造業者が規定基準や作業仕様に確実に従うようにするため、進行中の建設活動や設備の製造並びに社会・環境的影響緩和策に関する独立諮問機関 (Panel of Experts ; POE) による定期検査が強化される傾向がある。POE は、いかなる種類の予期せざる問題についても、その解決法を議論して支援できなければならない。民間融資プロジェクトの場合、独立専門家は政府の利益を擁護すべきである。

2.7.5 運転要員の訓練

運転要員や管理職員が、建設期間中に訓練を受けることが多くなっている。この訓練は、稼働中の訓練や設備製造業者 (メーカー) の構内での訓練と同様の体制で行うことができる。設備の運転と保守を担当する責任者は、建設活動に参加すべきである。

訓練は、特に安全及び環境モニタリング活動を含むべきである。

開発途上国のプロジェクトの場合、一般に要員の移動が激しいため、必要な人員の約2倍の人員

を訓練しておくのが賢明である。

2.8 運用における傾向

2.8.1 プロジェクトの運転と保守

過去の教訓によれば、十分な訓練を受け、十分な装備を備え、十分な権限を与えられたプロジェクトスタッフでなければ信頼性の高い効率的な運転を保証できない。開発途上国の場合、多数の外国人専門家と契約を結び、最初の数年間は、彼らの指導の下でプロジェクトの運転と保守を行い、地元要員を訓練しながら徐々に職務を移譲するのがよい。

現在では、日常的運転業務はコンピュータでスケジュール化して、監視し、管理することができるので、プロジェクト管理が非常に容易になっている。

特に貯水池式発電所の場合は、プロジェクトの収入を最大にし環境影響を最小にするような戦略的な手法で、月間もしくは10日間の放流量を最適化するのが望ましい。

流域の管理と保護は、通常のプロジェクト管理の一部と見なされるべきで、これは事業者と環境保護主義者の共通の利益になる。同様に、下流への義務放流量に注意を払うべきである。最近の傾向として、放流量を一定に保つのではなく、下流の水生生態系保全のために、流量は減少するけれども、ある程度自然の季節的な流量変化に従うようなパターンで放流する方向に向かっている。

2.8.2 異常事態のプロジェクト運転

大型ダムプロジェクトの要員は、起こり得るいかなる緊急事態にも、断固として正確に対応できるように訓練されなければならない。

緊急事態体制を整備し、命令系統を明確にし、定期訓練を組織的にを行い、運転要員があらゆる偶発事に対応できるようにしなければならない。また、下流住民に対する警報や避難のシステムを整備し、試験しなければならない。

洪水の予測や、必要に応じ、洪水の被害を最小限にするための調節放流は、例外的措置として扱うべきではなく規則化すべきである。

2.8.3 運転と保守の外部委託

大型ダムプロジェクトに係わる民間開発事業者の多くは、この種の計画の運転・保守に習熟していない。最高の効率を確保し運転停止時間を減らすため、彼らはプロジェクトの運転と保守を専門企業に委託する。

2.8.4 安全検査

独立諮問機関(POE)による安全検査は、定期的に行われるべきである。この委員会は全ての運用データと記録装置に自由にアクセスできなければならない。

2.8.5 環境的・社会的影響のモニタリング

プロジェクトの環境的・社会的影響のモニタリングは、ダムプロジェクトの収益から資金を提供される独立組織と協同で行われるのが最良である。

5年毎くらいに包括的事後評価を行い、プロジェクトの期待した成果が達成されたかどうか検証し、プロジェクトがさらなる是正措置を講じる必要があるか決定すべきである。事後評価は、大型ダムの実際の環境的・社会的影響を知るうえで重要な役割を果たす。

2.9 既存ダムプロジェクトのリハビリテーションと再開発

2.9.1 安全性の再評価

既存ダムは老朽化するので、安全性の定期的な再評価が次第に重要になる。保守要員を困惑させたり、オーナーに負担をためらわせるような費用のかかる修理につながる調査結果の隠蔽を避けるため、これは社員ではなく独立専門家が行うのがよい。

既存ダムの安全性の例えば10年毎の徹底的再評価は、カタストロフィックな状況を回避するために役立つものと考えられる。

安全性の再評価は、設計変更（例えば、洪水吐能力の増強）、計測器の追加、運転変更、運転要員の追加訓練、警報システムの設置等につながることもある。

環境についての意識の高まり、レクリエーション活動の定着、並びに新たにプロジェクトに課せられる義務などのため、プロジェクト運用方法が変更されることがある。

2.9.2 既存ダムプロジェクトの再開発

環境や社会への影響を比較的小さくとどめながら、既存プロジェクトの性能を引き上げて、新規ダムの建設を回避もしくは遅延させることができる。

2.10 長期的傾向

2.10.1 高まりつつある水利権の重要性

世界人口の増加に伴う需要増のため、水はますます貴重な物資になるだろう。水をめぐる争いと対立は増加するものと考えられる。国内及び国際的な水利権が認識されかつ尊重されることが、ますます重要になるだろう。

2.10.2 立場の弱い人々が水の費用を負担する困難の増加

水の使用量が増加し競争が高まると価格が高騰し、以下のような結果が予想される。

- ・ 水の保全と再利用への関心が高まる。
- ・ 価格の上昇に伴い、貧困者が飲料水や灌漑用水の代価を払うのがさらに難しくなる。従ってダム計画と設計に当たっての社会的な考慮は、重要な事項になるであろう。

2.10.3 揚水発電所の見直し

長期的には、再生可能エネルギー生産、特に太陽熱と風力が増加するだろう。太陽熱や風力発電所に避け難い大きな出力変動を相殺するため、何らかのエネルギー貯蔵法が必要になるだろう。

合理的な規模の貯水池を備えていさえすれば通常の水力発電所で対応できるが、揚水発電計画によっても対応することができる。従って、長期的には揚水発電所の役割は高まりそうである。これには、ときには地下の廃坑を利用する地下揚水発電所が含まれる。

注目を浴びつつあるその他の貯蔵施設は、SMES（スーパー・マグネチック・エネルギー貯蔵）、バッテリー貯蔵、及び地下空洞での圧縮空気エネルギーの貯蔵（CAES など）である。

2.11 傾向のまとめ

以下に示す表は、電気事業と環境における最近の傾向をまとめたものである。

表-4: 電気事業と環境における傾向の要約

電力及び水力発電事業の傾向
・ 電力業界の世界的な再構築：電気は公共サービスではなく普通の商品になりつつある。 ・ 市場主導の価格形成に向けての電気料金の変化。化石燃料の低価格。 ・ 事業に関わる一要因としての地球温暖化：炭酸ガス税論争、取引可能な排出権、京都議定書。 ・ 電気事業における民間投資家の役割の高まり。 ・ 短期的収益の重視。 ・ 経済的最適化と財務的妥当性との矛盾：経済計画は外部費用を内部化することがあるのに対し、財務分析は社会が負担する費用を除外するマネー・キャッシュフローを重視する。 ・ 戦略的計画手段としての総合資源計画の減少。 ・ 70～80年代と比較して、エネルギー安全保障の軽視。 ・ 電力事業者による研究開発投資の減少。 ・ 技術発達と財政的制約による、プロジェクト計画、建設サイクルの短期化。 ・ 規制と法律の強化（例えば、新欧州連合規則）。 ・ 送電系統と市場との一体化は水力発電をピーク供給力へと志向させる。 ・ 熱帯と亜熱帯地域での電力需要の増加。しかしこれらの地域は、水力発電の潜在能力が最大だが、環境的・社会的問題も最大である。

環境面及び社会面の傾向

- ・生物多様性の不可逆的喪失についての関心が高まる。
- ・地球温暖化大気汚染についての関心が高まる。CO₂排出量規制の要求。
- ・国際的開発の重要事項として貧困の軽減への関心が高まる。
- ・文化の多様性の喪失と少数者の権利に関する倫理的な関心が高まる。
- ・住民参加の要求が高まる。特に、原住民と少数民族において。
- ・環境庁の予算の減少。電力業界の環境自己責任の増大。
- ・電力業界による、国際標準化機構(ISO)14000s等の環境管理システム(EMS)の採用が増加する。
- ・水不足と水質についての関心が高まる。
- ・部門別水資源管理から流域管理へと向かう傾向(ダブリン宣言)。
- ・貯水池の多目的利用のための、貯水池管理者への要求が高まる。
- ・水力発電は、温室効果ガス排出の抑制に役立つ施策の1つとしての認識が高まる。
- ・大水力発電プロジェクトの持続可能性について、この選択に対して反対者から疑問が呈されている。
- ・ダム の 廃棄 に向けて の 考 慮 が 増 大 す る 。
- ・水力発電の地方と地域・世界に及ぼす影響について、水力発電の推進者と反対者の間で意見が2極化する。
- ・国際機関が、水力発電と大型ダム の 妥 当 性 を、 将 来 の 開 発 の あ り 方 に 影 響 す る よ う な 環 境 上 の 観 点 か ら 議 論 している(例えば、世界ダム委員会)。
- ・EIA が改良されてさらに効率的な意思決定手段になる。
- ・最近、部門別環境影響評価(Sectoral EIA)が意思決定手段として重視されている。
- ・EIA に伝統的な生態学的知識を取り入れる傾向がある。

2.12 結論

本節は、大型ダムプロジェクトの計画、設計、建設及び運用を通じて学び取られた教訓とこれらの傾向を記載する。結論として、大型ダムプロジェクトについて主に以下のような傾向があるようである。

- ・ 大型ダムプロジェクトに固有の複雑な技術的問題や環境・社会的問題に関する知識と意識が高まる。また、大型ダムプロジェクトは便益対損失間のトレードオフ関係を伴うことが理解される。
- ・ EIA が水力発電の計画立案プロセスに完全に統合される。
- ・ 大型ダムプロジェクトに対する公衆の関心と、綿密な審査が増大する。
- ・ プロジェクトの同定とスクリーニング過程での住民との話し合いが増加する。
- ・ 最も魅力的な水力発電プロジェクト及びその代替案を選ぶため、多基準ランキングモデルや二次的及び外部的な費用・便益の定量化を活用した総合的手法が開発される。
- ・ 水力発電は気候変動に立ち向かうための重要な手段であるという認識が高まる。
- ・ 豊富なガス資源を持つ国では、火力発電との競争の困難さが増加する。

＜環境問題の現状と今後の活動に向けたガイドライン＞

- ・ 環境の持続可能性と高い割引率は矛盾するという意識が高まる。
- ・ 民間資本の融資の増加、及びその結果として、コスト削減、設計・建設期間の短縮、及び財政的リスクの軽減を押し進める。
- ・ 大型ダムプロジェクトの計画と建設をより効率的にする技術開発がなされる。
- ・ プロジェクトの設計、建設及び運転の全期間を通じて、プロジェクトコスト、ダムの安全性及び環境的・社会的影響を独立的に監視して管理する必要性が認識される。
- ・ 既存ダムプロジェクトの安全検査と環境管理の必要性が高まる。
- ・ 既存の計画の近代化と再開発に関する関心が高まる。

水力発電の環境的・社会的な影響について公衆による精密な審査が進めば、総合的な費用/便益間のトレードオフ関係が意思決定者にとってより明白になるだろう。

参考文献

- Bacon, R., Besant-Jones, J., Heidarian, J.** 1996. The Performance of Construction Cost and Schedule Estimates for Power Generation Projects in Developing Countries. *World Bank, Washington DC, USA.*
- Barnes, M., Byers, W.** 1997. "Hydropower's Role in a Competitive Electricity Supply Market". In *Hydro Review*, August 1997, p. 12-24.
- Rader, N., Norgaard, R.** 1996. "Efficiency and Sustainability in Restructured Electricity Markets: The Renewables Portfolio Standard." In *The Electricity Journal*, July 1996, p. 37-49.
- British Columbia's Task Force on Electricity Market Reform: Final Report.** January 1998. Reforming British Columbia's Electricity Market: A Way Forward.
- Gupta, P., Le Moigne, G.** 1996. *The World Bank's Approach to Environmentally Sustainable Dam Projects.* World Bank. In *International Journal of Hydropower & Dams*, Issue 5.
- Hoeg, K.** 1996. "Performance Evaluation, Safety Assessment and Risk Analysis for Dams." In *International Journal of Hydropower & Dams*, Issue 6.
- Lafitte, R.** 1996. "Classes of Risk." In *International Journal of Hydropower & Dams*, Issue 6.
- McCully, P.** 1996. *Silenced Rivers – the Ecology and Politics of Large Dams.* ZED Books in association with the Ecologist and the International Rivers Network, London UK/New Jersey USA.
- Muir, T.C., Oud, E. and Mayo, D.** 1997. "Hydropower at a Crossroads – Reconciling Public and Private Objectives.", in *Proceedings Asia Power '97, AIC Conference, Singapore, Feb. 1997.*
- Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE).** 1998. Réduire les subventions pour améliorer l'environnement. Partie II: Analyse et synthèse des études. Paris: OCDE, 2 vols.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD).** 1995. *OECD Environmental Data. Données OCDE sur l'environnement. Compendium 1995.* Paris: OECD.
- Oud, E.** 1998. Integration of EIA in Hydropower Planning., *Vision Statement, for the International Hydropower Association, Environment Committee, Working Group: Environmental Impact Assessment, UK, April 1998.*
- Oud, E.** 1998. *Multi-Criteria Planning with Public Participation for a Large Private Sector Funded Hydroproject – Experience gathered in the Nam Theun 2 Study of Alternatives in Laos. Lecture at the 28th International Water Resources Symposium, Technical University of Aachen, Germany, January 1998.*
- Oud, E. and Muir, T.C.** 1997. *Engineering and Economic Aspects for the Planning, Design, Construction and Operation of Large Dam Projects.* Lahmeyer International, Workshop on Large Dams – Learning from the Past – Looking at the Future, organized by The World Conservation Union (IUCN)-World Bank, Gland, Switzerland, April 1997.
- Régie de l'Énergie.** 1998. La restructuration des marchés de l'électricité: Un portrait de la situation mondiale. Par Joseph A. Doucet, G.R.E.E.N. Université Laval, Québec, Canada.
- Rivertech96.** First International Conference on New/Emerging Concepts for Rivers. *Conference Proceedings, International Water Resources Association, Urbana IL, USA, Sep. 1996.*
- UNESA.** 1998. Annual Statistical Report 1997. Madrid, Spain
- World Bank.** 1996. The World Bank's Experience with Large Dams – A preliminary Review of Impacts Washington DC, USA, Aug. 1996.
- World Resources Institute,** World Resources 1998-99, Oxford Univ. Press, 1998, p. 332.

<環境問題の現状と今後の活動に向けたガイドライン>

第3章 電源選択肢の比較環境分析

3.1 序論

本章は、発電システムの環境影響に関する比較研究の結果の概要を取りまとめている。これは最近10年間に全世界で実施されたライフサイクル評価(LCAs)をまとめたものである。

概要の取りまとめに当たっては、主として定量化が可能な生物物理学的影響に焦点を当てている。社会的な問題は本章では触れていないが、水力開発には重要なものであるため本報告書の他の章で取り扱っている。

発電システムの比較は「一般的な」ものと考えられる。なぜならこれは「通常」予想し得る環境影響の全体像を表すものだからである。本章で議論された環境影響の幾つかは、それぞれの立地点に固有の条件や影響緩和措置によって、大きくもなるし、小さくもなる。

これらの「一般的な」比較は、以下の理由から意思決定者にとって有用であろう。

- ・ しばしば政策的な意思決定が、立地点毎に特徴的な情報を入手する前に必要になる。これらの「一般的な」比較はこのような決定の助けになる。
- ・ エネルギーシステムについての政策的な議論においては、多くの場合発電プラントの「上流」(化石燃料の採取など)や「下流」(廃棄物処理など)を含む燃料処理工程全体の環境影響は考慮されないが、本概要はエネルギーシステム全体の問題を取り扱おうと試みている。
- ・ 多くの評価において、電力供給の信頼性は無視されているが、これは考慮すべき基本的な事項であるので、出来る限り本章に取り込んでいる(この問題は一般にはLCAsに含まれない)。
- ・ 発電システムの計画段階において、立地点毎に特徴的な条件の詳細な分析を行う場合には、「一般的」データは役に立たない。しかしながら、それによってどの影響が最も緩和措置を必要とするかが示唆されるであろう。

次の第3.2節では、発電システムの比較に関する方法論的な問題を検討する。この検討は、この種の調査に関連する基礎的な仮定や境界を理解する上で重要である。続く第3.3節では「定量化し得る」環境影響についての結果を示し、第3.4節では生物多様性や人間の健康のような定性的な問題に関する潜在的な影響を要約する。

3.2 各電源の比較に関連する方法論的問題

3.2.1 ライフサイクル評価(LCA)の適用可能分野

ライフサイクル評価は製品の製造に関わるすべての段階について環境影響評価を行うことである。その目標は重要な上流及び下流の影響を考慮することによって、製品についての好ましくも悪くもイメージを与えることを防止することにある。電力分野では、評価対象に燃料の採取、処理、輸送、発電プラントの建設、発電、廃棄物処理、更新及び廃棄を含めるべきである。しかし実際には廃棄な

ど幾つかの段階は詳細に調査されないことがある。

ライフサイクル評価は目的が違えばそれに合うように設計することも出来る。そのような調査においては目的を理解することは調査結果を理解するために不可欠である。次の表はこれらの目的の幾つかとそれが評価の基礎的なパラメーターにどのような影響を与えるかを説明したものである。

表 - 5 : LCAの適用可能な分野

ライフサイクル 評価の目的	評価対象技術の 定義と範囲	対象期間	適用例
1. 実体又は活動の性能評価	既存発電所、旧式のものも含む	現在又は過去の性能	実体の環境性能報告
2. 総合資源計画の中における特定の計画の性能	・計画の場所は既知 ・最新の工業技術 ・各計画の規模を考慮	予想される短期間の性能	実体の戦略的計画。計画が実施される地域特有の状況を考慮しなければならない
3. エネルギーシステムの性能の一般的評価	・最新の工業技術 ・各プラントの規模は考慮しない	予想される短期間の性能	本報告書。例外的な状況は考慮されず、典型的なパラメーターが用いられる
4. 将来のシステムの性能評価	開発技術	予想される長期間の性能	将来の技術の評価。予想される技術の発達に基づくもの

この報告書において、提示された結果は主として「目的」の3に、また部分的には「目的」の4（燃料電池）に当てはまる。商業技術に対しては意思決定者はLCAに比較的信頼をおいてよいが、データが類似の状況（例えば同じ種類の石炭を同レベルの燃焼技術で使う場合）に関するものであるときはその確認に特に注意を払うべきである。

将来の技術については不確実性はより大きい（例えば燃料電池については、エネルギー・チェーン（エネルギーシステム）と水素の製造効率を明らかにすることは難しい）。それにもかかわらず、新技術が当初期待されたほど環境上の利点をもたらさないこと（例えばエタノールをガソリンに混ぜて使うと（二酸化炭素などの）排出量が削減されるが、エタノールの製造工程における排出によって一部相殺される）をLCAsがしばしば示したことから、LCAは新技術を評価する重要な手法となっている。

水力プロジェクトの場合

水力プロジェクトは立地点毎に非常に特徴的であることから、水力発電の評価結果は注意深く扱うべきである。水力発電向けの「最高の商業技術」をあらかじめ定義することは不可能であるため、調査結果はどうしても（詳細が十分にわからない将来プロジェクトではない）現有の設備容量の平均的な特徴に基づいたものになる。さらに水力発電の評価は、プロジェクトが多目的計画であるか否かでも大きく違ってくる。灌漑のような目的があれば、それはより大規模な貯水池を必要とし、多くの環

境資源に負の影響を及ぼし、また水量の損失すなわち発電能力の減少をもたらす。発電システムの公平な比較を行うためには、水力発電の評価には灌漑を伴わない計画のみを扱うことにするか、あるいは種々の影響をそれぞれの目的に割り当てるためにパラメーターを修正するようにすべきである。しかし実際にはそのようなことは行われず、また水力プロジェクトについてはほとんどの調査が設備の他の目的を無視し、環境影響を過大評価する結果になっている。

3.2.2 ライフサイクル評価が取り扱う主な大気問題

次の表はライフサイクル評価が対象とする主な大気問題をまとめたものである。多くのLCAsが各エネルギーシステムについて排出物（例えば、SO₂）のインベントリーは作りながら、これらの排出物の最終的な環境影響（例えば、酸性雨の影響）を具体的に説明しようとしていない点に注意する必要がある。これは最終的な環境影響が地形や他の汚染源によって極めて変動しやすいことによる。

表 - 6：大気問題とそれに含まれる汚染物質の概要

問題	影響の型	汚染原因物質	主な汚染源
酸性雨 硫酸や硝酸の生成	湖沼、森林及び材料に対する地域的影響	SO ₂ ：二酸化硫黄	製鉄所；石炭、石油及びディーゼル燃料の燃焼；ガスの採取
		NO _x ：窒素酸化物	主として輸送、すべての燃焼
光化学スモッグ 下層大気におけるオゾンその他の有毒汚染物質の生成	地方及び地域レベルで人の健康に影響を及ぼす	NO _x ：窒素酸化物	主として輸送、すべての燃焼
	農業生産性を低下させる	VOCs：揮発性有機化合物	輸送、製油所、石油、木材加熱
煤塵 極めて微細な粒子は肺に直接影響を与える。	人の健康に深刻な影響を及ぼす。特に喘息患者	PM10：直径10 μ以下の物質	ディーゼル燃料、木材、及び石炭の燃焼
温室効果ガス	農業や森林の生産性に影響を及ぼし、ハリケーン、洪水及び干ばつのような異常事象の増加を招くような気候変化	CO ₂ ：二酸化炭素	すべての化石燃料及び森林破壊
		CH ₄ ：メタン	家畜、水田、ごみ埋立地、天然ガス、石油及び石炭の採取、天然ガスの輸送と配送

3.2.3 発電システムの信頼性、その厳密な比較を行うための判定基準

発電システムの比較分析は、単位容量当たりで行うことも出来る（例えば1,000MW出力のシステムの比較）。しかしながら、年間のほとんどをフル出力で運転している発電所も幾つかはあるものの、一般にはそのような高い利用率は期待出来ない。従って、設備容量に基づくシステムの比較は多く

の場合妥当とは言えない。発生電力量(kWh)の方が比較の基礎としてははるかに優れており、ほとんどのLCAsに採用されているのはこちらである。しかしkWh当りの比較においても、次の二つの重要な問題が考慮されないことを忘れてはならない。

- ・ 水力用貯水池の他の目的、例えば灌漑や洪水調節
- ・ 複雑な問題であるが、電力供給の信頼性

電力を大量に貯蔵することは困難であつたり多額の費用を要したりするので、電力供給の信頼性を保つためには電力消費と正確に同期をとって供給しなければならない。この釣り合いが保たれないと周波数の変動が生じ、これが電気機器類(例えばコンピューターや家庭用電気製品)に大きな影響を及ぼす。次の表に、信頼性のある電力を供給するために必要な「補助的」サービスを示す。ただしすべての電源がこのようなサービスを等しく提供出来るわけではない。

表 - 7: 電力供給方式に関連したアンシラリーサービス

サービス	説明
無効電力供給と電圧制御	送電系統の電圧を所要範囲に維持するため無効電力を供給又は吸収すること
(周波数)調整	周波数は、発電/負荷の差によって、時々刻々と変化するので、周波数を所要の範囲内に維持するためガバナー及び自動出力制御装置により電力を調整すること
供給予備力 (瞬動予備力)ースピニング	送電線と並列して無負荷の状態で作機すること。発電・送電停止により生ずる発電/負荷の不均衡の是正に即座に対応出来る(10分以内)発電予備力 日本の場合、発電・送電停止により生じる発電/負荷の不均衡に対して即座に出力増加が図れる供給予備力のこと。
供給予備力 (運転予備力)	発電/負荷の不均衡の是正するために数分間のうちに対応可能な発電予備力(削除可能負荷を含む)。
エネルギー不均衡	供給者と需要家間の契約時の供給予定と実際の時間的なずれを修正するための発電能力の使用
負荷追従	系統負荷の時々刻々の、また日々の変動に合わせるための発電能力の使用
バックアップ供給 (待機予備力)	1時間以内に完全に利用可能である発電能力 ; 予備力のバックアップ及び商業目的に使われる
系統立ち上げ電源 (試送電)	停電が起こった後、送電網からの支援無しに停止状態から運転状態に移行し、送電網に電圧を加えて他のユニットの立ち上がりを助けるような発電ユニットの能力

出典 : Eric Hirst Consulting, Internet site.

信頼し得る電力系統は、原子力のような連続運転型(must-run)システムあるいは風力のような断

続型システムのみには依存することは出来ない。

これに比べると、貯水池を備えた水力発電はこの均衡を維持するために必要なすべての「補助的」サービスを提供出来るため、高い「サービス水準」を持っている。石油火力又はディーゼル発電所も、特に大量の燃料を容易に貯蔵出来るため大きな柔軟性を持っている。しかし、LCAsが水力あるいは火力発電が提供するアンシラリーサービスを考慮することは稀である。これは各kWhに「品質」を割り当てることは不可能であることから困難であろう。しかし比較においては、ある種の発電方式は断続的であり(例えば風力)、絶えず変動を補償する「バックアップ」システムを必要とすることを考慮すべきである。

断続的発電システムについては、システムを公平に比較するために二つの方法が使われる。

- ・ 断続的発電システムは、他の「自立型」システムと同程度の信頼性を与えるような典型的なバックアップ・システムと組み合わせて分析することが出来る(評価にはバックアップの影響も含まれる)。
- ・ 評価において必要なバックアップが考慮されていない場合、この評価が他の「自立型システム」と同じ水準にはないことをはっきりと認識すべきである。

「総合資源計画」における組み合わせシステムの評価は技術的な難題ではあるが、出来ないことではない。

3.2.4 考慮する発電システムの主な方式

発電システムのサービス水準には大きな差があることを考えて、筆者らは需要変動への対応能力に基づいてシステムを再分類することにした。次の表(次ページ)に考慮した主なシステムとその特徴を示す。

LCAは産出されたエネルギーに焦点を当てるため、これは主に出力を増加するためのプロジェクトが公平に扱われ得ないことを意味する。例えば、ある水力発電所の出力を増強するプロジェクトでは発電量は増えず、従ってkWh当り無限大レベルの環境影響が生ずることになる(影響をゼロkWhで割るため)。従って、このようなシステムはこの報告書では扱わない。

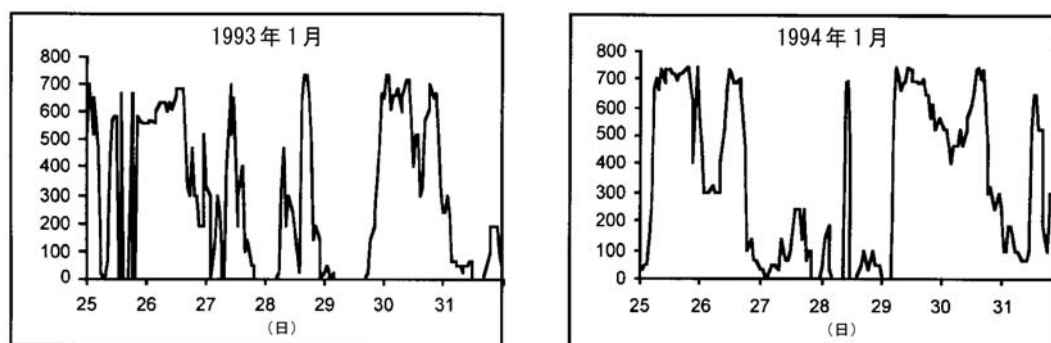
表 - 8: 考慮した主な発電システムとサービスの期待水準

発電システム	発電の信頼性と柔軟性
ベース負荷及びピーク負荷に対応可能なシステム	
貯水池式水力	高い信頼性と柔軟性 流れ込み式の発電所の多くは上流の貯水池に頼ることが出来、従って貯水池を持つと考えることが出来る。
ディーゼル	高い信頼性と柔軟性
柔軟性の少ないベース負荷システム	
天然ガス・コンバインドサイクルタービン	機能的には柔軟性もあるが、経済性の面から常時高い稼働率が必要であり柔軟性を低下させている。ほとんどベース負荷。
石炭	ほとんどベース負荷で、ある程度の柔軟性がある。
重油	ほとんどベース負荷で、ある程度の柔軟性がある。
流れ込み式水力	ほとんどベース負荷で、ある程度の柔軟性がある。
バイオマス	ほとんどベース負荷で、ある程度の柔軟性がある。
原子力	ベース負荷のみで、柔軟性はほとんどない。
ピーク負荷に対応可能なシステム	
既存水力の出力増強	出力は増加するが、電力量は増加しない。
揚水水力	出力は増加するが、電力量総量は減少する。
軽油： 単独サイクルタービン	出力と電力量が増加する。一般に利用率は低い。
バックアップ電源を必要とする断続的システム(柔軟性無し)	
風力	一般に貯水池式水力のような瞬時対応型バックアップ・システムが必要。
太陽光	貯水池式水力又はディーゼルのような瞬時対応型バックアップ・システムが必要。

3.2.5 風力発電事業とそのバックアップ方式への影響に関する評価

共通して見られる誤解は、風の強い場所では風は止むことなく吹き続けるものだということである。実際には風力発電の可能性が高い場所でも、図-7が示すように風は短時間で頻繁に吹いたり止まったりを繰り返す。

図-7：風力発電の短期的出力変動



(カナダ、ケベック州の5級優良風力発電サイトにおける時間毎の風速データ)

年間の風力の変動も重要である。ケベック州のケースでは、優良な2サイトについて8年間の風のデータを用いた風力のシミュレーションが行われた(Hydro Review, Vol. XVII, No. 4, August 1998 及び発表のために提出された論文)。最良の年で、全時間の37%において風力発電量は容量の20%未満であることがわかった。最悪の年には総時間の60%において20%未満であった。これらのシミュレーションは、短期的変動と長期的変動の両方を予想すべきであることを示している。

しかし、大規模な送電網はこのような風力の変動を補償する他の電源を備えていると一般には思われている。ほとんどの場合それは正しいが、風力発電を送電系統に加えることによって他の発電に影響が及ぶ。故に風力はそのバックアップ発電方式との組み合わせにおいて評価されなければならない。

風速の変動は速いのでバックアップ設備は出力をほとんど瞬間的に増加しなければならない。そのため、最もよく使われるバックアップ電源は石油又は石炭火力、又はしばしば極めて柔軟性のある水力である。

化石燃料がバックアップ電源である場合

風力発電を石油又は石炭火力発電所でバックアップする場合、これらの発電所を最大出力の近くで使用することは出来ず、また発電量を迅速に増加出来るように「瞬動予備力」を用意しなければならない。このことは場合によっては、風力の不安定性を補償出来る態勢をとるため、これら石油又は石炭火力発電所を通常よりも低い効率で運転せざるを得なくなることを意味する。従って、kWh当たりでは火力発電所は風力発電バックアップのために少しばかり環境汚染度が高くなることもあり得る。この問題は風力の評価に含めるべきである。

しかし化石燃料発電が支配的な系統においては、風力開発はそれが汚染物質の放出を有意に減らせることによって環境上今なお正当化され得る。しかし、この恩恵は通常期待されるよりはやや少ないものに止まる恐れがある。

水力がバックアップ電源である場合

風力発電が開発されるとき、水力あるいはその他のバックアップ電源が利用可能であるかあるいは新たに建設されなければならない。環境問題に関しては、水力発電によるバックアップはわずかな効率低下と汚染物質の放出なしに発電量を増減出来るという点で、火力発電によるバックアップとは異なる。

風力発電の開発は、河川流量に影響を与えるという間接的な環境影響をもたらすことがある。ケベック州の状況を例にとったシミュレーションによれば、主な懸念は、河川流量が最少となり水力発電需要も10,000 MW程度(35,000 MWの系統容量のうち)の低水準になる夏季という季節に関連したものであることがわかる。もし3,000 MWの風力が設置されると、風のある夏の日はいつもこれらの河川の流れを大きく減らさなければならなくなる(あるいは、河川維持流量の放流が法的に要求される場合は非生産的な放流が必要になるであろう)。

結論

風力は間接的な経費を必要とする。電力供給は断続的であり出力の信頼性は低いため、アンシラリーサービスを購入するかバックアップ電源を追加する必要がある。供給余力が既に建設されていて利用可能であるとしても、自由市場においてはこの既存の利用可能な供給力はピーク時に高い値段で電力を売るために使えるので、バックアップ費用を無視することは出来ない。

送電網に対する風力の影響は、系統の規模と関連した設備容量に比例することに注意することが大切である(500 MWの系統内の風力10 MWは5,000 MWの送電網内の風力100 MWと同様の影響を持つ)。比較的小さなプロジェクトでは、この影響の絶対値は小さいけれども無視することは出来ない。影響を認識するのはより難しくなるが、存在するのは事実である。

状況に応じて風力の評価には次の問題を含めるべきである。

- ・ 風力の変動を補償するためにアンシラリーサービスを購入する場合、バックアップ電源のライフサイクル環境影響の一部を含めるべきである。
- ・ バックアップ電源が化石燃料火力である場合、大気汚染物質放出の影響の責任を負うべきである。風の変動があるため、化石燃料発電所を最適条件で運転することが出来ない恐れがある(効率低下、頻繁な運転停止・再開)。
- ・ バックアップ電源が水力である場合、河川流量に対する影響を調査すべきである。

風力の完全な評価のためには、必要となるバックアップ電源の環境影響を含めなければならない。しかしこのことは風力開発が環境影響の観点から正当化されないということを意味するものではない。バックアップ電源による環境影響を加えても、石油や石炭の使用量を減らすことによって風力が大気汚染物質の放出を大幅に削減出来た事例が多数ある。

3.3 ライフサイクル評価の結果

本節では、大気中への排出物や必要な土地などの問題を取り扱った数量化可能なパラメーターについてのLCAsの結果を示す。各パラメーターについて様々な国々で実施された調査から得られた一連の結果を示す。

3.3.1 ライフサイクルにおける「エネルギー回収期間」

環境問題

各発電システムの「エネルギー回収期間」とは、通常、寿命の間に生産されたエネルギーをその発電設備の建設、維持管理及び燃料供給に要したエネルギーで割った値をいう。これは環境影響の間接的な指標であり、もしシステムの回収率が低ければそれはシステムの維持のために多量のエネルギーが必要であること、また高い回収率を持つシステムよりも大きな環境影響を与えやすいことを意味する。

調査結果の解釈

気候変化に関わる最近の状況において、ライフサイクル評価は主としてエネルギーシステムからの温室効果ガスの排出に焦点を当ててきた。これらの評価は重要であるが、排出量は状況に応じて劇的に変動し得る。例えばシステムが建設材料としてアルミニウムを使用している場合、アルミニウム製錬所が水力発電による電気を使うか石炭火力の電気を使うかによって評価は大きく変わる。

「エネルギー回収期間」はエネルギー供給に関わる上流側の選択によって影響を受ける割合が少ないので、これらの変動を最小限に止められる長所を持っている。従って、これは環境性能についての最も信頼出来る指標の一つであると考えられる。

この指標は調査結果の変動を最小に押さえることが出来たとしても、これらを除くことは出来ない。次の表のデータはこの回収率が化石燃料ではあまり大きく変動せず再生可能エネルギーでは大きく変動することを示している。これは様々な地点条件（水力発電にとっての地形、風の特性、太陽エネルギーのための光強度）によるものである。

エネルギーを生産するのに必要な各システムの使用条件等の影響を受ける割合が少ない。

表 - 9: ライフサイクルにおけるエネルギー回収期間(1/2)

		世界	ヨーロッパ			アジア
発電方式 (サービスの水準 によって分類)	ライフサイクル 値の範囲	IEA、 「優しい エネルギー？」 1998年	フィンランド、 Lappeenranta U. of Tech., Kivisto, 1995年	デンマーク、 DWTMA, 1997年	オーストリア、 Graz, U.of Tech., Lehrhofer ⁴ , 1995年	日本、 (財)電力中央 研究所、 内山、 1996年
ベース負荷及びピーク負荷に対応し得る電源						
貯水池式水力	48～260				56～260 20～1,600MW UF 42～64%、寿命50年	50 10 MW UF 45%
ディーゼル						
柔軟性の限られたベース負荷電源						
流れ込み式水力	30～267				30～60 20～50MW UF 68%、寿命50年	
瀝青炭： 新式プラント	7～20		11 ²	9		7/17～20 ^{5,6}
褐炭： 旧式プラント						
重油： 排煙処理装置無し	21					21
原子力	5～107		7～12		17	24～107 ⁶
天然ガス・コンバインド サイクルタービン	14		14 ³			
大型燃料電池 (天然ガスを水素に転換)						
バイオマス:エネルギー プランテーション	3～5					
バイオマス:林業廃材 燃焼	27					
バックアップ電源 (貯水池式水力又は石油火力タービン)を必要とする断続的電源						
風力	5～39		35 UF 22%	26～34 600 kW UF 21～26% 寿命20年	7～33 0.01～3 kW UF 8～51% 寿命20年	6 100 kW UF 20%
太陽電池	1～14	2～14 ¹	2 30 kW UF 10%		1～4 300 kW UF 11% 寿命20年	5 1 MW UF 15%
略語：		1 引用データから計算。ライフサイクルのすべては含まず、光電モジュールの発電量のみ。 2 石炭はロシアとポーランドから輸入。(値はデータから計算) 3 天然ガスはロシアからフィンランドに輸入されたもの。(値はデータから計算) 4 水力の値における幅の広さは計画の規模(20及び1,600 MW)によって、また風力のそれは平均風速によるもの。(5.5 & 7m/s) 5 輸入資源。 6 1番目はCO ₂ 除去、2番目と3番目は従来技術と先進技術に対するもの。				
UF: 設備利用率 EPR: エネルギー回収期間 O & M: 運転・維持管理						

表 - 9: ライフサイクルにおけるエネルギー回収期間(2/2)

		北 米				
発電方式 (サービスの水準 によって分類)	米国、 Cornell U, Pimentel 他, 1994年	米国、 FTI,U. of Wisconsin- Madison, White & Kulcinski, ¹⁰ 1999年	カナダ、 Enviro- science inc., Bélanger, ¹¹ 1995年	カナダ、 Hydro- Québec, Peisajovich 1997年	カナダ、 U. of Guelph, Gingerich and Hendrickson, ¹⁴ 1993年	備 考
ベース負荷 及びピーク負荷 に対応し得る 電源						
貯水池式水力	48 ⁷ 別目的で設計され た貯水池を含む			205 ¹²		解体の代わりに更新すると率は殆んど2倍になり 得る。値は地点特性によって大きく変わる。
ディーゼル						
柔軟性の限られたベース負荷 電源						
流れ込み式水力				267 ¹³		解体の代わりに更新すると率は殆んど2倍になり 得る。値は地点特性によって大きく変わる。
瀝青炭： 新式プラント	8	11				
褐炭： 旧式プラント						
重油： 排煙処理装置無し						
原子力	5	16				
天然ガス・コンバイ ンドサイクルタービン						
大型燃料電池 (天然ガスを水素に転換)						
バイオマス:エネルギ ーブランテーション バイオマス: 林業廃材燃焼	3 ⁸		5		27	値は木材の品質と輸送距離に大きく依存す る。プラントの近傍で出来た廃材を使えば大規模 エネルギーブランテーションと比べて高いEPRを 与える。
バックアップ電源 (貯水池式水力又は石油火力タービン)を必要とする断続的電源						
風力	5 ⁹ UF 35%	17～39 343～750 kW UF 24～35 寿命20～30年				値はタービンの性能、寿命、設備利用率によっ て大きく変わる。主要エネルギー必要量は先ず 材料の製造、次にO & Mに関係 (White & Kulcinski 1999年)。値にはバックアップ電源に必要 なエネルギー投資が考慮されていない。
太陽電池	9 UF 21% 寿命20年					値は日射量によって大きく変わる。値にはバック アップ電源に必要なエネルギー投資が考慮され ていない。
	7 別の用途 (洪水調節、飲料水、貯水、灌漑) 向けの貯水池を含む。 8 エネルギーブランテーション。 9 良好な場所にある1994年以前のタービン。O & Mを含まない。 10 風力プロジェクトの規模は2タービン (合計1.2 MW。EPR 17) ないし143タービン (合計107 MW。EPR 39)。 11 エネルギーブランテーション。値は輸送距離40 kmについて計算したもの。 12 ケベック州の3大プロジェクトの平均。 13 Beauharnois (ケベック) 発電所。 14 全木破砕 (チップング) (低品質、主にボール・サイズの唐松)。エンジンと油圧オイルを含む。主な投入エネルギー は燃焼施設までのチップの輸送に要するもの (往復240 km)。					

「エネルギー回収期間」に関する主な調査結果

水力発電は明らかに最高の性能を示す。そのエネルギー回収期間は30～267の間に分布している。これに対し化石燃料ベースのそれは7～21の範囲にある。実際には、水力発電の有利性は次の2点を考慮すればさらに大きくなる。

- ・ 水力発電における幾つかの低いファクターは灌漑用に計画されたプロジェクトを含んでいる。このように多目的利用の場合でも、水力発電は依然として他のシステムに比べ高い性能を示す。
- ・ 幾つかの計算は水力設備の寿命を50年として行われた。ある専門家は水車の更新を1回行うこととして水力設備の寿命を100年にすべきだと考えている。この場合、回収率はほぼ2倍になるであろう。

表において、風力も最も良好な地点では高い回収率を示している。しかし、風の変動分を補償するためのバックアップ電源の必要性が考慮されていないため、この率は過大評価されたものである。前に説明したように(第3.2.5節)、風力のサービス水準は極めて低い。

バイオマスにおけるエネルギー回収期間は3ないし27の間にある。この差違の幅は状況の違いによって説明される：発電専用につくられたバイオマス・プランテーション(エネルギー投入量が多いため、低ファクターである)、あるいは紙パルプなどの産廃バイオマスを使用するもの(高ファクター)。

化石燃料の場合、エネルギー回収期間は今後数10年にわたって低下して行くであろう。これは複数の要因による。

- ・ 良質の化石燃料の埋蔵量が枯渇しつつあり、これらは高率のエネルギー投入を必要とする油井(遠隔地や海底にあるもの)で置き換えられる傾向にある。
- ・ 環境への配慮の結果、より遠隔地にある資源を選択することもある。例えば、米国においてはユーザーが西部の低硫黄炭を選ぶ傾向があることから、最近10年間列車による石炭輸送が増加してきた。
- ・ 将来は汚染物質排出を減らすためにより多量のエネルギーが化石燃料火力発電所に投入され消費されるであろう。脱硫処理は発電所の効率を低下させる。CO₂の捕集分離が経済的に可能になった場合、巨大量のエネルギーがCO₂処理設備において消費されるであろう。

3.3.2 気候変化への影響：ライフサイクルにおける温室効果ガス(GHG)排出量

環境問題

「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」は気候変化の環境影響について次の意見を発表した(IPCC, 1996, p. 6-7)。

- ・ 「気温の上昇は水循環を活発化させる；これは局地的により過酷な干ばつ及び／又は洪水が生じる恐れのあることを意味する…」

- ・「継続的かつ急速な気候変化は生物種間の競争平衡を崩し、森林の立ち枯れまで招く恐れがある…」
- ・「予測モデルによれば、2100年までに海面が現在より約50cm上昇するとされる。」
- ・「将来の予期しない大規模かつ急激な気候体系の変化は…その性質上予測困難である。このことは、将来の気候変化においては「思いがけないこと」も起こりかねないことを意味する。」

調査結果の解釈

これらの潜在的な影響故に、多くの調査はエネルギーシステムのGHG排出量の評価に焦点を当ててきた。これらの調査では、CO₂相当量の排出に関するデータが作成される。これはCO₂その他の温室効果ガスが、この評価に含まれることを意味する。しかし他の温室効果ガスは気候に対して異なった影響を与え、また大気中で異なった履歴をたどる。これらの差違を考慮に入れるため、IPCCはCO₂に関連した一連の「地球温暖化潜在力 (global warming potential)」指標を作った。LCAsにおいて、各温室効果ガスはCO₂相当量に変換され、一覧表に加えられる(次表参照)。

表 - 10: エネルギーシステムの評価に影響を与える主な温室効果ガス

種類	化学式	kg当り100年にわたる 地球温暖化潜在力 (IPCC、1996)
二酸化炭素	CO ₂	1
メタン	CH ₄	21
亜酸化窒素	N ₂ O	310
過フッ化メタン	CF ₄	6,500
過フッ化エタン	C ₂ F ₆	9,500

CO₂とCH₄はエネルギーシステムに直接関係があり、殆どの調査に含まれている。燃焼によって必ずCO₂が生じ、また市販天然ガスの成分の95%はCH₄である。他の温室効果ガスはエネルギーシステムに含まれる量が少ないため評価に入れられないことがある。しかし、その地球温暖化潜在力を考えれば、これらが結果に顕著な影響を与える可能性がある。

GHGに関する次の表に示すように、最良の商業技術を考慮したか平均的な技術を考慮したかによって調査結果は違ってくる。化石燃料については、現在のところCO₂の商業的除去技術はないため、その排出量の差違は主にプラントの効率によって生ずる。

表 - 11：ライフサイクルにおける温室ガス排出量(CO₂ 相当量, kt / TWh) (1/2)

		世界		ヨーロッパ					アジア
発電方式 (サービスの水準 によって分類)	ライフサイクル 値の範囲	IEA、 「優しいエネ ルギー？」 1998年	a:ETSU, UK and IER and b:EEE, UK and Enco, 1995年	スイス PSI, Dones 他, 1996年	フィンランド Lappeen-r anta U. of Tech., Kivisto, 1995年	イギリス ETSU, Bates, ¹¹ 1995年	オーストリア IAEA, Vladu, 1995年	ドイツ ÖKO- Inst., Fritsche	日本 (財)電力中央 研究所, 内山, 1996年
ベース負荷 及びピーク負荷 に対応可能な電源									
貯水池式水力	2～48	4～15 ¹						2 ¹²	18
ディーゼル	555～883		624/883 ^a	555 ⁹		778			
柔軟性の限られたベース負荷電源									
流れ込み式水力	1～18	9 ²						2 ¹²	
瀝青炭： 新式プラント	790～1,182		823～ 1,074 ⁷ a	1,081 ⁸	894	1,082	790	1,021	859～991 ¹³
褐炭： 旧式プラント	1,147～ 1,272 +		1 147 a					1,162	
重油： 排煙処理装置無し	686～726+								686
原子力	2～59			12 ⁸	10～26	4	35	59	2～21 ¹³
天然ガス・コンバ インドサイクルタービン	389～511		407 a	390 ⁹	472	453	480	456	
大型燃料電池 (天然ガスを水素に転換)	290+～520+								
バイオマス:エネ ルギープランテーション	17～118	17～27 ³							
バイオマス:林業 廃棄物燃焼	15～101	29 ⁴							
バックアップ電源 (貯水池式水力又は石油火力タービン)を必要とする断続的電源									
風力	7～124	7～9	9b		14			11	124 ¹⁴
太陽電池	13～731	107～211 ⁵		731 ¹⁰	95			30	126
略語：		1 大規模水力。建設時及び貯水池からの推定排出量。 2 小規模水力 (< 10 MW)。必ずしも流れ込み式ではない。 3 1番目の値は林業廃材燃料サイクル、往復 100 kmの輸送に対応し、2、3番目の値は異なった国のエネルギー作物サイクルに対するもの。 4 プラントにおける排出を除く。 5 このデータ範囲には屋根に設置した種々の型の太陽電池が含まれる。 6 1番目の値はコンバインドサイクル型ベース負荷プラントに、2番目の値はガスタービン・ピーク負荷プラントに対するもの。 7 1番目の値は統合ガスコンバインドサイクル型、2番目の値は空気流動床燃焼に対するもの。 8 オーストリアにおける1990年の値。 9 UCPTE加盟国における2005～2015年の計画値。 10 3 kW。 11 送電及び配電を含む。 12 貯水池からの排出は計算外。 13 先進技術在来型技術。 14 UFが20%の100 kWタービン。							
UF: 設備利用率									
UCPTE: 電力生産輸送調整連合									
GHG: 温室効果ガス									

表 - 11: ライフサイクルにおける温室ガス排出量(CO₂ 相当量, kt / TWh) (2/2)

	北 米							
発電方式 (サービスの水準 によって分類)	米国, FTI, U. of Wisconsin- Madison, White & Kucinski, ¹⁵ 1999年	米国 DOE, Argonne National Lab., ¹⁶ 1992年	米国, NDCEE, ¹⁷ 1997年	カナダ, Hydro-Qué bec, a:Gagnon 1999年 b:Bélanger, 1998年	カナダ, FFCC, 1995年	カナダ, SECDA, 1995年	米国 EPA, AP-42, 1998 -99 年	備 考
ベース負荷及びピーク負荷に対応し得る方式								
貯水池式水力				10～30 a		48 ¹⁸		解体の代わりに更新すると排出量をほぼ50%削減出来る。値は地点特性によって大きく変わる。
ディーゼル							704 ²² (プラントのみ)	
柔軟性の限られたベース負荷方式								
流れ込み式水力						1		解体の代わりに更新すると排出量をほぼ50%削減出来る。値は地点特性によって大きく変わる。
瀝青炭： 新式プラント	974			913 b	910	1,182	1,029 ²³ (プラントのみ)	
褐炭： 旧式プラント							1,272 ²⁴ (プラントのみ)	
重油： 排煙処理装置無し							726 ²² (プラントのみ)	
原子力	15					2		
天然ガス・コンバインド サイクルタービン				511 b	433	389	407 ²⁵ (プラントのみ)	
大型燃料電池 (天然ガスを水素に転換)		290～520 (プラントのみ)	378 (プラントのみ)			353		
バイオマス:エネルギー プランテーション						118 ¹⁹		値は木材の品質と資源開発条件(輸送距離など)によって大きく変わる。
バイオマス: 林業廃材燃焼						15 / 101 ²⁰		
断続的方式。バックアップ生産(貯水池式水力又は石油火力タービン)が必要								
風力	9～20					11 / 38 ²¹		値はタービンの性能、寿命、設備利用率によって大きく変わる。値にはバックアップ電源による排出量が考慮されていない。
太陽電池						13		値は日射量によって大きく変わる。値にはバックアップ電源による排出量が考慮されていない。
	15 CO ₂ 排出のみ。風力プロジェクトの規模は2タービン式(1.2 MW。高排出量)から143タービン式(107 MW。低排出量)まで。 16 200 kW、熱効率40～60%、寿命5年。 17 200 kW、熱効率 > 40%、熱回収が行われれば85%。 18 予備調査による貯水池からのGHG排出量を含む。(データは地点毎に固有で平均化されていない。) 19 ポプラのプランテーション。(データは場所特異的で、平均化されていない。) 20 1番目の値は軟木(針葉樹)廃材、2番目は伐採残材で、いずれもプラントでの排出は含まない。(データは地点毎に特徴的で平均化されていない。) 21 クラス7 & 6風力地点(データは地点毎に固有で平均化されていない。) 22 熱効率35%。 23 中程度揮発性瀝青炭、熱効率35%。 24 熱効率35%。 25 熱効率45%。							

温室効果ガス排出に関する主な調査結果

前記の表において、流れ込み式水力がすべてのシステムのなかで最高の性能を持ち、同様の排出係数を有する他のグループ、すなわち原子力、貯水池式水力及び風力、が僅差で続いている。

しかし、サービス水準の問題はこの格付けには含まれていない。流れ込み式水力（上流の貯水池無し）ならびに原子力のいずれの発電も柔軟性が低い。一方風力は断続的である。これら三つのエネルギーシステムはすべてバックアップ・システムを必要とし、このシステムが化石燃料ベースであった場合、これら発電方式の最終的排出係数を著しく増大させることもあり得る。

石炭火力（新式、旧式を問わず）は明らかに最悪の排出係数であり、その排出量は天然ガス・コンバインドサイクルガスタービンの2倍である。

貯水池式、流れ込み式を問わず、寿命を100年と見た場合（多くの調査では50年としている）、水力発電の排出係数ははるかに低くなる。

貯水池式水力の評価は次の二つの要素によって地点毎に特徴的である可能性がある。すなわち、先ずヘクタール当りの水没バイオマス量は5倍の幅があり、（熱帯林における500t/haに対し寒帯気候における100t/ha）、貯水池からの排出量に影響を与える可能性がある。また、kWh当りの貯水池面積は地形によって異なる。kWh当りの平均的な貯水池サイズのプロジェクにおいて、寒帯又は山間地にある水力発電所の排出係数は、石炭火力発電所と比べおよそ20分の1ないし60分の1である。

これらの結果について科学的不確実性はかなり低い。しかしなお不確実性はバイオマスと水力については残る。

- ・ 最も不確実性の高いシステムはバイオマスである。これは解決を必要とするひとつの基本的な問題によって決まる。すなわち、エネルギー源として森林やプランテーションが使われる場合、それは炭素を土壤中に永久的に貯蔵するものなのか？
- ・ 水力用貯水池において腐蝕しつつあるバイオマスからのGHG排出については不確実性がなお残っている。寒帯又は山間地の貯水池においては水没バイオマスの量は少ないから、そのために、GHG排出に関する表の中に記されている排出ファクターより大きい値が将来の調査によってもたらされるとは考え難い。熱帯環境における貯水池の排出係数はより高くなり得るが、それも地点毎に固有な諸条件によって決まるであろう。多くの調査では水力の評価に貯水池からの排出を考慮していない。

3.3.3 土地所要面積

すべての発電システムは広い面積の土地を使用する。これらの土地「所要面積」は幾つかの環境影響の間接的な指標と考えることが出来る。これら種々の型の影響には次のものが含まれる：

- ・ 水力発電においては、森林及び土地の水生生態系への変化
- ・ 石炭火力発電においては、採炭活動のための広大な土地利用
- ・ バイオマス発電においては、利用される森林の土地面積

調査結果の解釈

この型の評価は、それが影響の強さを考慮しないため、慎重に取り扱われなければならない。さらに、次の表のデータでは、土地の直接的な使用に関するのみが考慮されている。ここでは気候変化に関連する損失のような間接的な影響（例えば、海水面の上昇による損失）は考慮されない。

水力発電についての結果は、地点毎に特徴的な条件のために大きく変化する。数値は主として発電のために設計されたプロジェクトについてのものである。米国のような国々では、大部分の貯水池は灌漑や水源目的で作られている。これらの貯水池の殆んど多くはあるいは全く発電設備を持たず、またTWh当りさらに高い土地利用率を有するであろう。

化石燃料については、極めてわずかなデータしか存在せず、上流側の活動のあるものは考慮されない。例えば石炭の露天掘りは坑内採炭に比べてはるかに広い土地を必要とするが、データはそのような区別はしていない。

土地所要面積に関する主な調査結果

原子力エネルギーの土地所要面積は、長期的廃棄物処理のために必要な土地を考慮しなければ、明らかに最も少ない。しかしこれに使う土地を含めれば、必要な土地の面積は小さいものの数千年にわたって使うことを考えると、土地必要量は著しく増加するであろう（廃棄物処理のために $0.1 \text{ km}^2 / \text{TWh/y}$ の土地利用で3万年の利用を仮定した値に、30年間の発電量に上乗せすると、土地利用率は $0.5 \text{ km}^2 / \text{TWh/y}$ から $100 \text{ km}^2 / \text{TWh/y}$ まで増加する）。

化石燃料システムに関して利用出来るデータはあまり多くはないが、そのデータによればこれらのシステムが必要とする土地は再生可能エネルギー資源のそれよりもはるかに少ないことがわかる。ただしこれは直接的土地所要面積のみをベースにした評価である。大気排出降下物に関連した、あるいは気候変化の影響に関連した間接的な土地の「利用」はこのデータには含まれていない。これらの面積は巨大であり化石燃料の土地「利用」率を増大させる可能性がある。

バイオマス・プランテーションは、エネルギー単位当り最も土地を必要とするシステムである。

他の再生可能資源（水力、風力及び太陽光）は類似の土地を必要とするが、その必要性は地点毎に特徴的な条件によって著しく変化する。水力の資料は、貯水池の湛水面積をベースにしたもので、それよりも必ず小さい水没面積に基づくものではない。（水没面積＝湛水面積－以前の自然河川、湖沼等の面積）

表 - 12: 土地所要面積* (km² / TWhly)

		世 界		北 米				
発電方式 (サービスの水準 によって分類)	ライフサイクル 値の範囲	世界 エネルギー 会議、 1999年	カナダ & オーストリア、 Hydro Québec & IAEA, Gagnon & van de Vate, 1997年	米国、 Cornell U., Pimentel 他、 1994年	米国、 Gipe, 1997年	カナダ、 Enviro- Science inc., Belanger, ⁶ 1995年	カナダ、 SECDA, 1994年	備 考
ベース負荷及びピーク負荷に対応可能な電源								
貯水池式水力	2～152 発電用に設計さ れたプロジェクト		ケベック: 152 フィンランド:63 スイス:2 中国: 24 スウェーデン:25 アフリカ: 639 アジア: 41 ラテンアメリカ:105	750 ³			110	値は、水没面積ではなく、 全貯水池面積を示す。値 は場所の特性の強い影響を 受ける。多目的貯水池は 土地をより多く必要とする。
ディーゼル								
柔軟性の限られたベース負荷電源								
流れ込み式水力	0.1						0.1	
瀝青炭： 新式プラント	4			4				
褐炭： 旧式プラント								
重油： 排煙処理装置無し								
原子力	0.5			0.5 ⁴				
天然ガス・コンバイン ドサイクルタービン								
大型燃料電池 (天然ガスを水素に転換)								
バイオマス:エネルギー ープランテーション	533～2,200			2,200		533		値は木材の品質と開発条 件(輸送距離など)の強い 影響を受ける。
バイオマス: 林業廃材燃焼	0.9+						0.9 ⁷ (プラントと廃棄物 貯蔵のみ)	
バックアップ電源(貯水池式水力又は石油火力タービン)を必要とする断続的電源								
風力	24～117	48 ¹	72 ²	117 ⁵	24～71		65 / 29 ⁸	値はタービン性能、寿命及 び設備利用率の強い影響 を受ける。値はバックアップ電 源のための土地所要量を考 慮していない。
太陽電池	27～45			27			45	値は日射量の強い影響を 受ける。値はバックアップ電 源のための土地所要量を考 慮していない。
略語：		1 10 MW/km ² 。UF 25%、有効性(アベイラビリティ)95%。 2 Matane(カナダ)プロジェクト。予備境界ゾーンを含む。 3 別の目的(洪水調整、飲料水、貯水、灌漑)用の貯水池を含む。 4 核廃棄物の長期貯蔵を考慮していない。 5 1994年又はそれ以前のタービン。UF 35%を想定。 6 エネルギーープランテーション(15dry t/ha/y)。 7 収穫又は伐採の残材及び軟木廃材。(データは地点毎に固有で平均ではない。) 8 データは30 MW / 75 MWのもの。(データは地点毎に固有で平均ではない。)						
UF: 設備利用率 Lat. Am.: ラテンアメリカ								
* データは年度毎の発生電力量につ いてのもの。寿命は数値に影響を与 えない。								

3.3.4 酸性雨への影響：ライフサイクルにおける二酸化硫黄(SO₂)と窒素酸化物(NO_x)の排出

環境問題

次の二つの表に酸性雨の二つの主要な原因物質前駆体に関する調査の結果を示す。

- ・ 主要な汚染原因物質はSO₂で、これは硫酸を形成する。
- ・ もうひとつの汚染原因物質はNO_xで、これは硝酸を形成する(酸性雨形成の前に、NO_xは他の諸化学反応に加わって、スモッグをつくる—この問題は次の節で検討する)。

酸性雨は、今なお世界の多くの地域で重大問題である。専門家によれば、種々のプログラムによって排出量が減っている北米においても、現在の水準のSO₂ 及びNO_x排出量はなお多くの湖沼、河川や森林の生産性に影響を与えている。しかし、大気排出と生態系への影響との直接的な結び付きを明らかにすることは難しい。

森林の生産性の場合、汚染物質の影響は多様であり時には間接的である(Godish,p.108~12)。

- ・ 酸は幾つかの重要な栄養素(K, Ca, Mg)を土壌から奪う傾向がある。
- ・ 酸はアルミニウムのような有毒金属を流動化させ、根を傷める恐れがある。
- ・ 植物の主栄養素である窒素分を加えることによって資源内の不均衡を創り出し、病害や霜に対する樹木の脆弱性を増す恐れがある。

その他の大気汚染の影響も考慮されなければならない。

- ・ 光化学スモッグ(次節参照)は葉を傷つける恐れがある。
- ・ 気候変化は熱応力や干ばつの強度を増す恐れがある。

最後に、森林の脆弱性は関係する土壌のタイプによって著しく異なる。総括すると、排出の型とそのような排出物によって惹き起こされる究極的環境破壊との間の直接的結び付きを明らかにすることは不可能である。次の諸表に示す排出係数は、従って「潜在的」影響を示すものと考えなくてはならない。

SO₂に関する調査結果の解釈

SO₂の排出に関する次の表を見ると、読者はそれぞれの化石燃料についての次のファクターによってSO₂排出量が著しく異なる恐れのあることに留意されたい。

- ・ 石炭における硫黄含有量は0.5%~5%の幅があり、例外的なケースではそれ以上の場合もある。
- ・ 石油においては、平均硫黄含有量は軽油/ディーゼルで約0.2%、重油で2%であるが、これらのパーセンテージは地域によって大きく異なる場合がある。
- ・ 市販の天然ガス中の硫黄は、採取された後処理工場で除去されるため、実質的にゼロである。原料の硫黄濃度と規制により、この工程でSO₂の排出率を高くすることも低くすることも出来る。
- ・ プラントにおける排出量を削減するための技術は極めて多様であり性能もまちまちである。現在調達可能な商業用脱硫技術は排出SO₂を約90%除去する性能を持っている。しかしこのような技術を導入したのは、日本などわずかの国だけである。

従って、調査が幅のある結果となることはやむをえない。

表 - 13: ライフサイクルにおけるSO₂排出量* (t SO₂ / TWh) (1/2)

		世界		ヨーロッパ				北米
発電方式 (サービスの水準 によって分類)	ライフサイクル 値の範囲	IEA、 「優しい エネルギー？」 1998年	ETSU, UK, IER And Enco, 1995年	スイス PSI, Dones 他, 1996年	イギリス ETSU, Bates, ⁹ 1995年	オーストリア IAEA, Vladu, 1995年	ドイツ ÖKO-Inst., Fritsche, 1992年	カナダ Hydro Québec, Gagnon, 1999年 前半
ベース負荷及びピーク負荷に対応可能な電源								
貯水池式水力	5～60	9～60 ¹						5
ディーゼル	84～1,550				1,550			
柔軟性の限られたベース負荷電源								
流れ込み式水力	1～25	25 ²						
瀝青炭： 新式プラント	700～ 32,321+		1,100/200 ⁶	1,510 ⁷	1,490		700	
褐炭： 旧式プラント	600～ 31,941 +		668				600	
重油： 排煙処理装置無し	8,013～ 9,595+							
原子力	3～50				50			
天然ガス・コンバインド サイクルタービン	4～15,000+			155 ⁸		300		
大型燃料電池 (天然ガスを水素に転換)	6							
バイオマス:エネルギー プランテーション	26～160	90～160 ³						
バイオマス:林業廃材 燃焼	12～140	140 ⁴						
バックアップ電源(貯水池式水力又は石油火力タービン)を必要とする断続的電源								
風力	15～87	15～87	87					
太陽光	24～490	220～490 ⁵		230				
略語：		1 大規模水力発電プロジェクト。 2 小水力発電プロジェクト(< 10 MW)。必ずしも流れ込み式ではない。 3 異なった国々のエネルギー作物サイクル。 4 林業残材燃料サイクルについての値。100 km往復輸送。 5 このデータ範囲には屋根に搭載した種々の型の太陽電池が含まれる。 6 1番目の値はコンバインドサイクル型ベース負荷プラントに、2番目の値は空気流動床燃焼に対するもの。 7 オーストリアにおける1990年の値。 8 UCPTE加盟国における2005～2015年の計画値。 9 送電及び配電を含む。						
FGD: 煙道ガス脱硫 SCR: 選択的接触還元 UF: 設備利用率 UCPTE: 電力生産輸送調整 連合 Therm.eff.: 熱効率 * 化石燃料使用発電所から排出される ライフサイクル中のSOx排出量のほと んど。これら排出係数は発電所が FGDやSCR設備を備えているか否か によって大きく影響を受ける。結果的 に、この表には広い範囲のSOx値が 示されている。								

表 - 13: ライフサイクルにおけるSO₂排出量(t SO₂ / TWh) (2/2)

	北 米(つづき)				
発電方式 (サービスの水準 によって分類)	カナダ、 SECDA、 1994年	カナダ、 FFCC、 1995年	カナダ、 理論計算、 Bélanger、 1999年	米国、 EPA、AP-42、 1998、99年	備 考
ベース負荷 及び ピーク負荷 に対応可能な電源					
貯水池式水力	7				解体の代わりに更新すると排出量をほぼ50%削減出来る。値は地点特性によって大きく変わる。
ディーゼル			84 /836 ¹³	1,285 ¹⁸ (プラントのみ)	
柔軟性の限られたベース負荷電源方式					
流れ込み式水力	1				解体の代わりに更新すると排出量をほぼ50%削減出来る。値は地点特性によって大きく変わる。
瀝青炭： 新式プラント	1,783	1,018	373 / 1,726 ¹⁴	2,637～32,321 ¹⁹ (プラントのみ)	
褐炭： 旧式プラント			4,347 / 31,941 ¹⁵	2,764～8,293 ²⁰ (プラントのみ)	
重油： 排煙処理装置無し			8,013 ¹⁶	9,595 ²¹ (プラントのみ)	
原子力	3				
天然ガス・コンバインド サイクルタービン	4	413	1,500 / 15,000 ¹⁷	2 ²² (プラントのみ)	
大型燃料電池 (天然ガスを水素に転換)	6				
バイオマス:エネルギー プランテーション	26 ¹⁰			4～81 ²³ (プラントのみ)	値は木材の品質と資源開発条件(輸送距離など)によって大きく変わる。
バイオマス: 林業廃材燃焼	17 / 29 ¹¹				
バックアップ電源(貯水池式水力又は石油火力タービン)を必要とする断続的電源					
風力	21 / 69 ¹²				値はタービンの性能、寿命、設備利用率によって大きく変わる。値にはバックアップ電源の排出量が考慮されていない。
太陽電池	24				値は日射量によって大きく変わる。値にはバックアップ電源の排出量が考慮されていない。

10 ポプラのプランテーション。(データは地点毎に固有で平均化されていない。)

11 1番目の値は軟木(針葉樹)廃材、2番目は伐採残材で、いずれもプラントでの排出は含まない。(データは地点毎に固有で平均化されていない。)

12 クラス7 & 6風力設置地点。(データは地点毎に固有で平均化されていない。)

13 ディーゼル油中の硫黄が0.17%、プラントでの熱効率が32%、精製で90%除去の場合。(ライフサイクルではない; 燃焼のみ計上。)

14 石炭中の硫黄が0.5%及び5%、プラントでの熱効率が35%、精製で90%除去の場合。(ライフサイクルではない; 燃焼のみ計上。)

15 石炭中の硫黄が0.5%及び5%、プラントでの熱効率が30%の場合。(ライフサイクルではない; 燃焼のみ計上。)

16 石油中の硫黄が1.5%、プラントでの熱効率が32%の場合。(ライフサイクルではない; 燃焼のみ計上。)

17 ガス中の硫化水素が0.5%及び5%、プラントでの熱効率が45%、精製時のS分除去率95%の場合。(ライフサイクルではない; 燃焼のみ計上。)

18 熱効率35%、硫黄 0.25%。

19 熱効率35%、硫黄 0.5 & 5%。

20 熱効率35%、硫黄 1%。

21 熱効率35%、硫黄 2%。

22 熱効率45%。

23 熱効率42%。

表 - 14: ライフサイクルにおけるNO_x排出量 * (t NO_x / TWh) (1/2)

		世界		ヨーロッパ				北米
発電方式 (サービスの水準 によって分類)	ライフサイクル 値の範囲	IEA、 「優しい エネルギー？」 1998年	ETSU, UK, IER And Enco, 1995年	スイス PSI, Dones 他, 1996年	イギリス ETSU, Bates, ¹⁰ 1995年	オーストリア IAEA, Vladu, 1995年	ドイツ ÖKO-Inst., Fritsche, 1992年	米国 NDCEE, 1997年
ベース負荷及びピーク負荷に対応可能な電源								
貯水池式水力	3～42	3～13 ¹						
ディーゼル	316+～12,300				12,300			
柔軟性の限られたベース負荷電源								
流れ込み式水力	1～68	68 ²						
瀝青炭： 新式プラント	700～5,273+		1 000 / 700 ⁶	1,400 ⁷	2,928	1,050	700	
褐炭： 旧式プラント	704～4,146 +		704				800	
重油： 排煙処理装置無し	1,386+							
原子力	2～100				15		100	
天然ガス・コンバインド サイクルタービン	13+～1,500		13 (プラントのみ)	280 ⁸	494	1,500	800	
大型燃料電池 (天然ガスを水素に転換)	0.3+～144							0.3～14 (プラントのみ)
バイオマス:エネルギー プランテーション	1,110～2,540	1110～2,540 ³						
バイオマス: 林業廃材燃焼	701～1,950	1,950 ⁴						
バックアップ電源(貯水池式水力又は石油火力タービン)を必要とする断続的電源								
風力	14～50	20～36	36					
太陽電池	16～340	200～340 ⁵		150 ⁹				
略語：		1 大規模水力発電プロジェクト。 2 小水力発電プロジェクト(< 10 MW)。必ずしも流れ込み式ではない。 3 異なった国々のエネルギー作物サイクル。 4 林業残材燃料サイクルについての値。100 km往復輸送。 5 このデータ範囲には屋根に搭載した種々の型の太陽電池が含まれる。 6 1番目の値はコンバインドサイクル型ベース負荷プラントに、2番目の値は空気流動床燃焼に対するもの。 7 オーストリアにおける1990年の値。 8 UCPTE加盟国における2005～2015年の計画値。 9 3 kW。 10 送電及び配電を含む。						
FGD: 煙道ガス脱硫 SCR: 選択的接触還元 UCPTE: 電力生産輸送 調整連合								
* 化石燃料使用発電所から排出されるライフサイクル中のNOx排出量のほとんど。これら排出係数は発電所がFGDやSCR設備を備えているか否かによって大きく影響を受ける。結果的にこの表には広範囲のNOx値が示されている。								

表 - 14: ライフサイクル中におけるNO_x排出量(t NO_x / TWh) (2/2)

	北 米 (つづき)					
発電方式 (サービスの水準 によって分類)	米 国 DOE, Argonne National Laboratory, 1992年	カナダ Hydro- Québec, Gagnon, 1999年 前半	カナダ、 SECDA, 1994年	カナダ、 FFCC, 1995年	米 国 USEPA, AP-42, 1998、99年	備 考
ベース負荷及びピーク負荷に対応可能な電源						
貯水池式水力		11	42			解体の代わりに更新すると排出量をほぼ50%削減出来る。値は地点特性によって大きく変わる。
ディーゼル					316～758 ¹⁴ (プラントのみ)	
柔軟性の限られたベース負荷電源						
流れ込み式水力			1			解体の代わりに更新すると排出量をほぼ50%削減出来る。値は地点特性によって大きく変わる。
瀝青炭： 新式プラント			1,235	919	1,225～5,273 ¹⁴ (プラントのみ)	
褐炭： 旧式プラント					995～4,146 ¹⁴ (プラントのみ)	
重油： 排煙処理装置無し					1,386 ¹⁴ (プラントのみ)	
原子力	3		2			
天然ガス・コンバインド サイクルタービン	4		459	416	256～944 ¹⁵ (プラントのみ)	
大型燃料電池 (天然ガスを水素に転換)	< 110 (プラントのみ)		144			
バイオマス:エネルギー プランテーション			1,396 ¹¹		268～1,460 ¹⁶ (プラントのみ)	値は木材の品質と資源開発条件 (輸送距離など)によって大きく変わる。
バイオマス:林業廃 棄物燃焼			701/1,380 ¹²			
バックアップ電源(貯水池式水力又は石油火力タービン)を必要とする断続的電源						
風力			14 / 50 ¹³			値はタービンの性能、寿命、設備利用率によって大きく変わる。値にはバックアップ電源の排出量が考慮されていない。
太陽電池			16			値は日射量によって大きく変わる。値にはバックアップ電源の排出量が考慮されていない。
	11 ポプラのプランテーション。(データは地点毎に固有で平均化されていない。) 12 1番目の値は軟木廃材、2番目は伐採残材。(データは地点毎に固有で平均化されていない。) 13 クラス7 & 6風力設置地点。(データは地点毎に固有で平均化されていない。) 14 熱効率35%。 15 熱効率45%。 16 熱効率42%。					

NO_xに関する調査結果の解釈

NO_x排出に関する調査も幅のある結果になる可能性があるが、これらの違いは燃料よりは燃焼技術によるところが大きい：

- ・ 殆どのNO_x排出は、燃焼は必ず酸素を必要とし、その酸素の主要供給源は周りの大気であり、また大気の79%を占めるのは窒素である、という事実に基づいて起こる。従って、燃焼条件がNO_x排出の主決定因子となる。
- ・ ディーゼルエンジン発電のような空気圧縮を伴う技術は一般に高レベルのNO_x排出を伴う。
- ・ この「燃焼法則」の主な例外は石炭である。少なからぬ量の窒素が燃料としての石炭に含まれており、NO_x排出係数を増大させる。

酸性雨に関する主な調査結果

水力及び原子力発電の排出係数は、精製設備を持たない石炭火力発電システムの数100分の1である。

SO₂及びNO_xの両方について考えると、石炭、石油及びディーゼル油を燃料とする発電システムは酸性雨の重要な誘因になっている。

バイオマスの場合は、SO₂の排出係数は低いがNO_xの係数は極めて高い。従ってこれは酸性雨の重要な発生源である。

天然ガス火力は、燃料自体の処理とNO_x排出係数を考慮すれば、同様に酸性雨の重要な発生源である。

風力の有利性は送電網の状態によるところが多く、評価はより難しい。風力が石油火力発電所（それ自体は風力の変動を補償出来るものである）の使用を減らすということでは、それは排出の削減につながるであろう。しかし幾つかのケースでは、風力の導入が（バックアップとしての）石油火力発電所の使用を増やす恐れがある。

3.3.5 光化学スモッグへの影響：ライフサイクルにおけるNO_x排出と揮発性有機化合物(VOC)

環境問題

揮発性有機化合物は、複雑な炭素化合物分子であり、NO_xと結び付き下層大気中で無数の化学反応に関与する。この反応は日光によって促進され、高レベルの対流圏（又は下層）のオゾン及び有毒/発癌性化学物質の発生源となる（Godish, 97, p. 38～42）。スモッグの主な発生源は輸送部門にある。

対流圏オゾンの基準値は、多くの大都市や隣接地域において日常的に破られており、深刻な健康影響が生じている。さらに、オゾン「雲」が数日にわたって居座りがちで森林や農作物に被害を及ぼし得る。

NO_x排出係数は前の項に示した。NO_xの排出がスモッグと酸性雨の両方の原因であると考えこ

とは「二重計算ミス」ではない。それは、排出されたNO_xがオゾン形成の触媒として使われながらも、この酸化窒素分子が大気から除去されるわけではないからである。これらの分子はやがてゆっくりした化学反応によって硝酸に変わって行く。従って、条件さえ良ければ（例えば、暑い晴れた日にVOCsが存在すれば）、排出NO_xはオゾンと硝酸の両方の形成に寄与することになる。

窒素が硝酸のかたちで大地に戻ると、これは森林土壌中に過剰窒素を形成し、樹木が必要とする栄養素の平衡状態に作用するというもうひとつの影響をもたらし得る。そうでない場合でもこの窒素は洗い流されて湖沼や河川に入り、水生生物に影響を及ぼす恐れがある。

SO₂の場合と同様、NO_x及びVOCsの排出と大気汚染の相対的影響との直接的な結び付きを明らかにすることは不可能である。深刻なスモッグが形成されるためには多くの条件が必要である：日光、高い気温、及び比較的高濃度のNO_x及びVOCsである。このため、実際の健康への影響は条件によって全く違ってくる。化石燃料火力発電所の設置場所はこの環境問題を考える際の重要な事項である。

「非メタン揮発性有機化合物」(NMVOC)の排出に関する調査結果の解釈

次の表に「非メタン揮発性有機化合物」(NMVOC)の排出に関する調査結果を示す。メタンを除外する必要があったのは、メタンが揮発性有機化合物であるとは考えられるものの、これは他のVOCsよりはるかに「反応性」が低く、従って対流圏オゾンの形成に殆んど寄与しないからである。

光化学スモッグに関する主な調査結果

水力及び原子力エネルギーの排出係数は、化石燃料火力発電システムのその数100分の1である。

如何なるかたちの燃焼も、それが他の多くの発生源が存在する地域に位置している場合はスモッグ発生に強く寄与する恐れがある。

表 - 15: ライフサイクルにおけるNMVOC排出量(t / TWh)

		ヨーロッパ			北 米				
発電方式 (サービスの水準 によって分類)	ライフサイクル 値の範囲	スイス PSI, Dones et al., 1996年	イギリス ETSU, Bates, ¹ 1995年	ドイツ ÖKO- Inst., Fritzsche 1992年	米国 NDCEE, ² 1997年	カナダ FFCC, 1995年	カナダ SECDA, 1994年	米国 EDA AP-42, 1998 & 1999	備 考
ベース負荷及びピーク負荷に対応可能な電源									
貯水池式水力									
ディーゼル	1,570		1,570						
柔軟性の限られたベース負荷電源									
流れ込み式水力									
瀝青炭： 新式プラント	18～29		29			18		7～19 ³ (プラントのみ)	
褐炭： 旧式プラント									
重油： 排煙処理装置無し	22+							22 ³ (プラントのみ)	
原子力									
天然ガス・コンバインド サイクルタービン	72～164	96	132	100		164	72	37 ⁴ (プラントのみ)	
大型燃料電池 (天然ガスを水素に転換)	65				31 (プラントのみ)		65		
バイオマス:エネルギー プランテーション バイオマス: 林業廃材燃焼	89+							89 ⁵ (プラントのみ)	値は木材の品質と 採取方法(輸送距離 など)によって大きく 変わる。
バックアップ電源(貯水池式水力又は石油火力タービン)を必要とする断続的電源									
風力									値は必要なバックア ップ電源からの排出 を考慮していない。
太陽電池	70	70							値は日射量によって 大きく変わる。値は 必要なバックアップ 電源からの排出量を 考慮していない。
		1 送電及び配電を含む。 2 値にはメタン排出が含まれる可能性。 3 熱効率 35%。(全有機化合物) 4 熱効率 45%。(全有機化合物) 5 熱効率 42%。(全有機化合物)							

3.3.6 粒子状物質(PM)の排出

環境問題

石炭や重油のような燃料のわずかな部分は燃えない(「灰分」)。これが粒子状物質排出の原因となる。このような排出物は化石燃料の不完全燃焼又は硫黄排出物の変質によっても作られる。

粒子状物質はしばしばPM10と呼ばれるが、これは 10μ 以下の粒子サイズを意味する。最近の調査では極めて微細な粒子(PM5)に焦点が当てられているが、それは粒径が小さいほど呼吸器の健康に大きい影響を及ぼすと見られているからである。

粒子状物質の基準は、大都市では日常的に破られている。粒子状物質の発生源は、一般に輸送分野で使われる石炭の燃焼やディーゼル燃料である。

他の汚染物質と比較すると、PM10濃度と呼吸器の健康の間にはより直接的な結び付きがある。

粒子状物質の排出に関する調査結果の解釈

次の表にライフサイクル分析の結果を示す。石炭についての結果は燃焼やガス精製技術によって大きくばらついている。

粒子状物質に関する調査結果

石炭とバイオマスは他の方式と比べて極めて高い排出係数を有している。

ガス精製無しでは、石炭やバイオマスからの排出量はフルサイクルの水力発電や天然ガスタービンからの排出量の数百倍になり得る。

風力と太陽光の場合はその機材の製造中に少量の排出がある。

表 - 16: ライフサイクルにおける総粒子状物質排出量(t / TWh)

		世 界		ヨーロッパ		北 米			
発電方式 (サービスの水準 によって分類)	ライフサイクル 値の範囲	IEA、 「優しい エネルギー？」 1998年	ETSU, UK, IER and Enco, 1995年	イギリス ETSU, Bates, ⁶ 1995年	ドイツ ÖKO-Inst., Fritsche, 1992年	米 国 NDCEE, 1997年	米 国 DOE, Argonne National Lab., 1992年	カナダ、 SECDA, 1994年	備 考
ベース負荷及びピーク負荷に対応可能な電源									
貯水池式水力	5							5	
ディーゼル	122～213+			122		213 (プラントのみ)			
柔軟性の限られたベース負荷電源									
流れ込み式水力	1～5	5 ¹						1	
瀝青炭、 新式プラント	30～663+		160 / 30 ⁵	190	100	663 (プラントのみ)		185	
褐炭、 旧式プラント	100～618		618		100				
重油： 排煙処理装置無し									
原子力	2			2				2	
天然ガス・コンバイン ドサイクルタービン	1～10+			1		10 (プラントのみ)			
大型燃料電池 (天然ガスを水素に転換)	2～6+					6 (プラントのみ)	4 (プラントのみ)	2	
バイオマス:エネルギー プランテーション	190～212	190～210 ²						212 ⁷	値は木材の品質と採取方法によって大きく変わる。
バイオマス:林業廃材燃焼	217～320	320 ³						217/254 ⁸	
バックアップ電源(貯水池式水力又は石油火力タービン)を必要とする断続的電源									
風力	5～35	5						35	値は必要なバックアップ電源からの排出量を考慮していない。
太陽電池	12～190	140～190 ⁴						12	値は日射量によって大きく変わる。値は必要なバックアップ電源からの排出を考慮していない。
		1 小水力発電プロジェクト(< 10 MW)。必ずしも流れ込み式ではない。 2 異なった国々のエネルギー作物サイクル。 3 林業残材燃料サイクルについての値。100 km往復輸送。 4 このデータ範囲には屋根に設置した種々の型の太陽電池が含まれる。 5 1番目の値はコンバインドサイクル型ベース負荷プラントに、2番目の値は空気流動床燃焼に対するもの。 6 送電及び配電を含む。 7 ポプラのプランテーション。持続的な収穫を想定。 8 1番目の値は軟木廃材、2番目の値は伐採残材。							

3.3.7 水銀(Hg)の排出

環境問題

水銀は自然環境中に存在する。これは空気中の水銀の主な発生源が火山のあるためである。しかし、最近数10年は人為的な水銀発生源が自然の発生源を上回るようになった。主な人為的発生源としては、石炭及び石油の燃焼、金属溶解炉、廃棄物焼却炉などがある。このような活動のため、北方地域の土壌中の水銀濃度は最近数十年間に2倍ないし3倍に増加した。¹

水力発電も水銀問題に関係がある。湛水後に、貯水池の有機物質が細菌の活動を刺激し、これがメチル化過程を経て無機水銀を有機水銀に変える。有機化合物の形で水銀は食物連鎖に取り込まれる。カナダやフィンランドの貯水池での観測の結果、魚体中の水銀蓄積量は(貯水池運用開始から)5～10年後にピークに達し、その後減少に転じて、20～30年で正常に戻ることがわかった。²

水銀は、魚が食料の一部である地方の人々によって摂取される可能性がある。有害レベルのメチル水銀に長期間摂取されれば健康問題が生ずる。しかし、この健康問題の監視は簡単であり、(北ケベック州で行われたように)魚の消費を抑制することによって緩和することが可能である。

水銀排出に関する調査結果の解釈

次の表はライフサイクル分析の結果を示すものではない。化石燃料やバイオマスについてのデータはプラントにおける直接排出のみである。石炭については、石炭の水銀含有量が石炭の種類、同じ炭鉱でも違った場所、地理的區域の別などによってばらつくため、排出係数は広範囲にわたるのが普通である。

水力発電については、表に記載されている係数は排出をベースにしたものではない：これは北ケベック州にあるラグランデ発電所の貯水池建設後に生物相に還った水銀の推定値である。³

水銀排出に関する調査結果

発電の諸方式のうち、石炭火力は明らかに最大の水銀排出源である。重油、バイオマス及び天然ガスも顕著な排出係数を有するが、これらの係数は石炭の代表的な係数の数分の1に過ぎない。

エネルギー単位量当り、水力発電用貯水池においてメチル化される水銀の係数は石炭の代表的な排出係数の200分の1以下である。さらに、貯水池によって生物相に返される水銀の一部は元来化石燃料の燃焼からきたものである。

¹ M. Lucotte et al.,「北ケベック州僻地の湖沼における人為的な水銀の富化」, *Water, Air and Soil Pollution* 80:467-76, 1995.

² J.-F. Doyon, R. Schetagne, 1999年、1997-98年のラグランデ貯水池群の環境追跡調査網

³ N. Thérien and K. Morrison,「Robert-Bourassa貯水池の魚類への水銀流入量計算値」, *Mercury in the Biogeochemical Cycle*, Springer書店, 1999, p. 259-72.

表 - 17: プラントでの水銀排出量(kg Hg / TWh)

		ヨーロッパ	北 米				
発電方式 (サービスの水準 によって分類)	ライフサイクル 値の範囲	スイス PSI, Dones他, 1996年	カナダ Hydro- Québec, Gagnon, ² 1999年 前期	カナダ Lui et al., Canadian Electricity Ass., 1994	米国 EPA, 1997	米国 EPA, AP-42, 1998 & 1999	備 考
ベース負荷及びピーク負荷に対応可能な電源							
貯水池式水力	0.07		0.07				湛水後6年間の生物相における全水銀の総蓄積量。
ディーゼル							
柔軟性の限られたベース負荷電源							
流れ込み式水力							
瀝青炭： 新式プラント	1～360			103～360 ³	1～131 ⁴	14 ⁸	石炭中の水銀は地域別に、また同一鉱脈内でも大きくばらついている。プラントでの排出量も排出抑制システムの有無によって変わる。
褐炭： 旧式プラント	2～42				2～42 ⁵	23 ⁸	石炭中の水銀は地域別に、また同一鉱脈内でも大きくばらついている。プラントでの排出量も排出抑制システムの有無によって変わる。
重油： 排煙処理装置無し	2～13			13 ³	2 ⁶	3 ⁸	
原子力							
天然ガス・コンバインド サイクルタービン	0.3～1	0.3 ¹				1 ⁹	
大型燃料電池 (天然ガスを水素に転換)							
バイオマス:エネルギー プランテーション バイオマス: 林業廃材燃焼	0.5～2				0.5/1.4 ⁷	2 ¹⁰	
バックアップ電源(貯水池式水力又は石油火力タービン)を必要とする断続的電源							
風力							
太陽電池							
略語： UCPTE: 電力生産輸送調整 連合 ESP: 電気集塵装置		1 UCPTE加盟国における2005～2015年の計画値。熱効率57%。 2 N. Thérien & K. Morrisonの調査に基づく推定。推定では水力発電を50年間とした。 3 熱効率35%。(理論計算) 測定値の平均。燃料中の水銀濃度のばらつきと抑制システムの有無により値の幅が広い。 4 熱効率35%、抑制システムあり、なし。 5 熱効率35%、抑制システムあり。 6 熱効率35%、代表的な排出。 7 熱効率42%、ESPあり、抑制システム無し。 瀝青炭(11)、亜瀝青炭(15)及び褐炭(2)を燃焼する28施設の測定値の平均。 8 熱効率35%。 9 熱効率45%。 10 熱効率42%。					

3.4 ライフサイクル環境影響のまとめ

前3.3節で、ライフサイクル環境影響を、重要で定量化可能な影響の種類別に（例えば、GHG排出量、土地所要面積、SO_xやNO_xの排出量…）、考察した。しかし、これはすべての影響の最終的な結果を示す明瞭な図式を読者に提供するものではない。本節では人の健康に対するエネルギーシステムの累積的なライフサイクル影響の概要を示すことを試みる。

前節では定量化が難しい重要な環境問題には触れなかった。そのひとつは水力とバイオマス発電が生物多様性に及ぼす影響である。これについてはさらに第3.4.2節で検討する。

累積的環境影響について述べるためには、発電と人あるいは生態系の「最終的健康」との間の様々な結び付きを調べる必要がある。この件は次の二つの節で検討する。

3.4.1 人の健康に対する影響のまとめ

人の健康に対する累積的影響の殆どは大気中への排出物に関連している。これらをまとめて次の表に示す。

表 - 18: それぞれの汚染と人の健康との間の影響の連鎖

第一水準汚染	第二水準汚染	第三水準汚染	人の健康に対する最終的な影響
SO ₂ NO _x → →	酸の形成 → H ₂ SO ₄ HNO ₃ →	土壌から河川への有毒金属(アルミ)の流出 → →	呼吸器の健康への影響 人によるこれら金属の吸収 (食物連鎖を通じて)
VOC + NO _x → →	光化学スモッグ → 形成(特にO ₃) →	→ →	直接有毒/発癌性 高い毒性
GHGs: CO ₂ CH ₄ →	気候変化 →	異常事象発生頻度の増加: 洪水/干ばつ →	影響を受ける人々の健康に対する直接的影響
粒子状物質 →	→	→	呼吸器の健康への直接的影響
水銀のような有毒金属 →	土壌、河川、湖沼の汚染 →	→	人によるこれらの金属の吸収 (食物連鎖を通じて)

次の表に、各発電システムについての主な健康問題をどの影響連鎖が関係しているかを含めて示す。

表 - 19: 主なシステム、人の健康に対する最終的な影響

システム	人の健康に対する最終的で重大な影響の発生源
ベース負荷及びピーク負荷に対応可能な電源	
貯水池式水力	・ 主な問題 : ダムの決壊 ・ 水域関連伝染病の危険、特に灌漑が行われているとき
ディーゼル	・ 気候変化 ・ 酸性雨 ・ 光化学スモッグ ・ 粒子状物質
柔軟性の限られたベース負荷電源	
流れ込み式水力	・ 主な問題 : ダムの決壊
石炭	・ 気候変化 ・ 酸性雨 ・ 光化学スモッグ ・ 粒子状物質 ・ 有毒金属
重油	・ 気候変化 ・ 酸性雨 ・ 光化学スモッグ ・ 粒子状物質
原子力	・ 放射性物質
天然ガス・タービン	・ 気候変化 ・ 酸性雨 ・ 光化学スモッグ
バックアップ電源（貯水池式水力又は石油火力タービン）を必要とする断続的電源	
風力	・ どのバックアップシステムが使われるかによる（石油又は水力）
太陽光	・ どのバックアップシステムが使われるかによる（石油又は水力）

3.4.2 生物多様性に対する影響のまとめ

生物多様性問題は要約することが難しい。それはこれらが例えばサイト付近の池、川、地域、生物群系あるいは地球全体の問題など多くの異なった地理的なレベルの問題をもち、それを検討するからである。従って、エネルギーシステムのLCAsは、ある影響がどのレベルで生物多様性問題になり得るか明らかにしなければならない。

ひとりの著者である、Reed F. Nossは、生物多様性の様相の評価は三つの明確な規模に合わせて実施すべきであると提案している。⁴ すなわち、生息地内、複数の生息地間（「周辺効果」を含む）、及び地域である。焦点は生態系、より具体的には生態系ネットワークの保護に当てられるべきであるとする。別の著者たちもまた生態系の保護に焦点を当てている。J. Franklin⁵ も同様に生物多様性の保護は個々の生息地ではなく生態系に焦点を当てることを提案している。

⁴ Reed F. Noss,「多様性を維持するための地域的景観法」, *BioScience*, vol. 33, no. 11, p.700-6

⁵ Jerry F. Franklin,「生物多様性の保護 : 種、生態系あるいは景観 ?」, *Ecological Applications*, 3 (2), 1993, p. 202-5.

エネルギーシステムの包括的な評価において(次表参照)、潜在的な生物多様性への影響を評価するために我々は次の三つのレベルを考える：

- ・ 地方及び地域的生態系：プロジェクトによって直接影響を受ける様々な生息地
- ・ 生物群系：最大の生態学的単位。一般的に、支配的な植生に従って定義される
- ・ 生物圏：生きている有機体(生物相)及び無生物(生きていない因子)から構成される地球規模の生態系

多くのエネルギーシステムにおいて、地方及び地域的生態系に対する影響は地点毎に特徴的なものである。これは水力発電に当てはまるが、幾つかの化石燃料ベース発電方式にも当てはまる。例えば、酸の排出の影響は生態学的条件によって大きくばらつくであろう。従って、いずれの場合でも一般化には注意が必要である。さらに、生息地の変容は必ずしも生物多様性の喪失につながるものではないということがある。たとえ水力発電が陸上生態系を水生生態系に変えたとしても、これらの新しい生態系が大きな生産力を持っている可能性がある。

表 - 20：主要エネルギーシステムと生物多様性に対する最終的な影響

発電システム	生物多様性に対する 最終的で重大な影響の発生源	地方・地域の生態系	生物群系	生物圏
ベース負荷及びピーク負荷に対応可能な電源				
貯水池式水力	・ 回遊性魚類に対する障壁 ・ 生息地の喪失 ・ 水質の変化 ・ 川の流量の変更	× × × ×		
ディーゼル	・ 気候変化 ・ 酸性雨	× ×	×	×
柔軟性の限られたベース負荷電源				
流れ込み式水力	・ 回遊性魚類に対する障壁	×		
石炭	・ 気候変化 ・ 酸性雨 ・ 採炭及び石炭の輸送	× × ×	×	×
重油	・ 気候変化 ・ 酸性雨	× ×	×	×
原子力	・ 放射性物質	×		
天然ガス・タービン	・ 気候変化 ・ 酸性雨	× ×	×	×
バックアップ電源(貯水池式水力又は石油火力タービン)を必要とする断続的電源				
風力	・ ある種の鳥に対する危険 ・ どのバックアップシステムが使われるかによる(石油又は水力)	× (?)	(?)	(?)
太陽電池	・ どのバックアップシステムが使われるかによる(石油又は水力)	(?)	(?)	(?)

3.5 主な問題に関する結論

水力発電を含む多くのプロジェクトにおいて社会的問題は重要であるが、この章では次のような理由からこれらを扱わないことにした。

- ・ 社会的問題はプロジェクトそれぞれで極端に異なる。
- ・ システムの「一般的な」比較は、個々のプロジェクトの詳細が未だ知られていない政策レベルで有用である。
- ・ 残存する社会的影響の性質や重要性は、プロジェクト毎に（あるいは国毎に）大きく異なるであろう緩和措置や補償計画の性質や範囲によって大きく変わってくる。

意思決定手順に社会的問題を含める必要のあることは明らかである。これについては、以下の章で詳細に検討する。さらにまた、エネルギーシステムをLCAsベースで比較したとしても、政治的な調停の必要性は無くならない。これは影響の多くを直接比較することが出来ないためである（例えば、水力発電あるいはバイオマス発電のための地方の土地利用問題、原子力発電における放射性廃棄物管理の問題、石炭、石油及び天然ガス火力発電における地球規模及び地域的な大気問題等）。

影響のレベルの違い（例えば、地球規模、地域的、地方）は優先事項を明らかにするための良い判定基準になり得る。地球規模の生化学サイクル（例えば炭素サイクル）に改変を加えることは究極的に人の健康や生物多様性に重大な影響を及ぼすことになる。地方の問題と比べると、そのような地球規模の改変はさらに多くの影響の発生源となる可能性がある。このような優先度レベルをベースにした環境影響評価を実施すれば、再生可能エネルギー利用発電の方が化石燃料火力発電より好ましいことが明らかになるであろう。

原子力エネルギーに関して全体的な結論を出すことはなお一層難しい。あるグループの人々は、放射性廃棄物の問題を理由にして、その開発に反対し続けるであろう。しかし、LCAsはこのエネルギーシステムに有利な判定を下している。

次の表 - 21にライフサイクル影響をまとめて示す。

水力発電の性能について結論を下す際に、殆どの発電システム比較方式が次の理由から水力発電に対して不当な判定を下しがちであることに注意する必要がある。

- ・ 貯水池の多目的利用はその環境影響を増大するように働くが、これに関連した便益の方は無視されがちである。
- ・ 水力発電が送電系統にもたらす信頼性や柔軟性は忘れられがちである。
- ・ 「利用可能な最適技術」の概念は水力プロジェクトにとって適切ではないため、比較作業においては旧式設計の水力プロジェクトを最新設計の火力と対比する傾向がある。

しかし、このような「構造的な」偏見にもかかわらず、水力発電はなお殆どの比較において他のエネルギーシステムから抜きん出ている。

表 - 21: エネルギー方式に対する環境パラメーターの総括(ライフサイクル評価)

発電方式 (サービスの水準 によって分類)	エネルギー 回収率	温室効果 ガス排出量 (kt eq. CO ₂ /TWh)	土地 所要面積 (km ² /TWh/y)	SO ₂ 排出量 (t SO ₂ /TWh)	NOx 排出量 (t NOx /TWh)	NMVOC 排出量 (t/TWh)	粒子状物 質排出量 (t/TWh)	水銀 排出量 (kg Hg/TWh)
ベース負荷及びピーク負荷に対応可能な電源								
貯水池式水力	48～260	2～48	2～152 発電用に設計 されたプロジェクト	5～60	3～42		5	0.07 貯水池内のメチ ル水銀
ディーゼル		555～883		84～1,550	316+ ～12,300	1,570	122～213+	
柔軟性の限られたベース負荷電源								
流れ込み式水力	30～267	1～18	0.1	1～25	1～68		1～5	
瀝青炭： 新式プラント	7～20	790～ 1,182	4	700～ 32,321+	700～ 5,273+	18～29	30～663+	1～360
褐炭： 旧式プラント		1,147～ 1,272+		600～ 31,941+	704～ 4,146+		100～618	2～42
重油： 排煙処理装置無し	21	686～726+		8,013～ 9,595+	1,386+	22+		2～13
原子力	5～107	2～59	0.5	3～50	2～100		2	
天然ガス・コンバイン ドサイクルタービン	14	389～511		4～ 15,000+	13～ 1,500	72～164	1～10+	0.3～1
大型燃料電池 (天然ガスを水素に転換)		290+～ 520+		6	0.3～144	65	2～6+	
バイオマス:エネルギー プランテーション	3～5	17～118	533～ 2,200	26～160	1,110～ 2,540	89+	190～212	0.5～2
バイオマス:林業廃材 燃焼	27	15～101	0.9+	12～140	701～ 1,950		217～320	
バックアップ電源(貯水池式水力又は石油火力タービン)を必要とする断続的電源								
風力	5～39	7～124	24～117	15～87	14～50		5～35	
太陽電池	1～14	13～731	27～45	24～490	16～340	70	12～190	

参考文献(表-5～21)

- Argonne National Laboratory.** 1992 (Consulted July 2nd, 1999). “Technology Summary A.7 : Fuel Cells”. Technical Data summarized for the U.S. Department of Energy.
<http://www.energyanalysis.anl.gov/a-fossil.htm>, pp. 13-14.
- DWTMA.** 1997. *The Energy Balance of Modern Wind Turbines*. Windpower Note, No. 16. 16 pages.
- Bates, J.** 1995. **Full Fuel Cycle Atmospheric Emissions and Global Warming Impacts from UK Electricity Generation.** ETSU-R-88, Harwell, 37 p. + App.
- Bélanger, C.** 1995. *Analyse environnementale des options de production utilisant la biomasse forestière*. Prepared by Enviro-science inc. for Hydro Québec, 42 p.
- Bélanger, C.** 1998. “Cycles de vie du gaz naturel et du charbon – Fiches techniques”. Hydro Québec. Data compilation from many authors, mult. pag.
- Dones, R. et al.** 1996. *Project GaBE : Comprehensive Assessment of Energy Systems – Environmental Inventories for Future Electricity Supply Systems for Switzerland*. Paul Scherrer Institut, PSI Bericht Nr. 96-07, 141 p.
- EEE, UK and Enco.** 1995. “ExternE – Externalities of Energy, Vol. 6: Wind & Hydro”. European Commission, EUR 16525 EN.
- ETSU, UK and IER, D.** 1995. “ExternE – Externalities of Energy, Vol. 3: Coal & Lignite and Vol. 4 : Oil & Gas”. European Commission, EUR 16522 EN and EUR 16523 EN.
- Fritzsche, U.** 1992. “TEMIS – A computerized tool for energy and environmental fuel & life cycle analysis – Current status and perspectives”. ÖKO-Institut e.V., Darmstadt/Freiburg, Expert Workshop on life-cycle analysis of energy systems, Methods and experience. Paris, France, May 21-22 1992, pp. 103-111.
- FFCC.** 1995. “Full Fuel Cycle Emission Analysis for Existing and Future Electric Power Generation Options in Alberta, Canada”. Full Fuel Cycle Consortium, 62 p.
- Gagnon, L. and J.F. van de Vate.** 1997. *Greenhouse gas emissions from hydropower – The state of research in 1996*. Hydro Québec and IAEA, Energy Policy, Vol. 25, No. 1, pp. 7-13.
- Gagnon, L.** 1999a. Hydro Québec, Strategic Planning Unit, Internal report.
- Gagnon, L.** 1999b. Hydro Québec, Strategic Planning Unit. Estimate of reservoir Mercury emissions based on study by N. Thérien et K. Morrison.
- Gingerich, J. and O. Hendrickson.** 1993. “The theory of energy return on investment: A case study of whole tree chipping for biomass in Prince Edward Island”. *The Forestry Chronicle*, Vol. 69, No. 3, pp. 300-306.
- Gipe, Paul.** 1995. (Consulted July 8th 1999). “Overview of Worldwide Wind Generation”.
<http://keynes.fb12.tu-berlin.de/luftraum/konst/overview.html>.
- Godish, T.** 1997. *Air Quality*. Lewis Publishers, 3rd Edition, 448 p.
- International Energy Agency.** 1998. *Benign energy? The environmental implications of renewables*. OCDE, 122 pages + Appendix (<http://www.iea.org/tech/pubs/>).
- Kivisto, A.** 1995. *Energy payback period and carbon dioxide emissions in different power generation methods in Finland*. Lappeenranta University of Technology, Finland. Paper presented at the symposium: Into the Twenty-First Century : Harmonizing Energy Policy, Environment, and Sustainable Economic Growth, 18th International Association for Energy Economics International Conference, Washington DC, July 5-8.
- Lehrhofer, J.** 1995. “Energy parameters : definitions and data”. Graz University of Technology, Austria. Paper presented at the symposium : Assessment of greenhouse gas emissions from the full energy chain for nuclear power and other energy sources, International Atomic Energy Agency, Vienna, 26-28 September. (Working material).

Lui, P.Y et al. 1994. *Étude du transport atmosphérique, de la transformation et des retombées du mercure*. Report prepared by Ontario Hydro Technologies for the Canadian Electricity Association. Report no 9237 G 950.

National Defense Center for Environmental Excellence (NDCEE). 1997. “Environmental Security Technology Certification Program (ESTCP) Validation Tasks – Phase II : Fuel Cell – Task 5 : DOD Guidebook for Evaluating Fuel Cell Technology”. 47 pages + appendix.

Peisajovich, A.. 1997. *Étude de cycle de vie de l'électricité produite et transportée au Québec*. Direction principale Communication et Environnement, Hydro Québec, 156 p. + Appendix.

Pimentel, D. et al. 1994. “Renewable energy: Economic and environmental issues”. Cornell University, Ithaca NY. *BioScience*. Vol. 44 No. 8, September, pp. 536-547.

Quick, R. and J. Poy. 1998. *Demonstration of a Phosphoric Acid Fuel Cell Power Plant at an Ontario Hydro Facility*. Canadian Electric Association Projet No. 9333 G 1016, Prepared by Ontario Hydro Technologies.

SECDA. 1994. *Levelized cost and full fuel-cycle environmental impacts of Saskatchewan's electric supply options*. Saskatchewan Energy Conservation and Development Authority, Technology Group, SECDA Publication No. T800-94-004, 59 p.

Uchiyama, Y. 1996. *Life cycle analysis of electricity generation and supply systems, Net energy analysis and greenhouse gas emissions*. Central Research Institute of the Electric Power Industry, Japan. Paper presented at the symposium: Electricity, health and the environment: comparative assessment in support of decision making, International Atomic Energy Agency, Vienna, 16-19 October.

USEPA. 1997. *Locating and Estimating Air Emissions From Sources of Mercury and Mercury Compounds*. Office of Air Quality, Planning and Standards, EPA-454/R-97-012, multiple pag.

Vladu, I.F. 1995. *Energy chain analysis for comparative assessment in the power sector*. IAEA, Electricity, Health and the Environment: Comparative Assessment in Support of Decision Making, Vienna, 16-19 october. pp. 293-322.

World Energy Council (WEC). (Consulted July 8th, 1999). “Chapter 13 : Wind Energy – Commentary”. http://www.worldenergy.org/wecgeis/members_only/registered/open.plx?file=publications/default/current_ser/wind.stm.

White, S.W. and G.L. Kulcinski. 1999. *Net Energy Payback and CO₂ Emissions From Wind-Generated Electricity in the Midwest*. Fusion Technology Institute, University of Wisconsin-Madison. Report prepared for Energy Center of Wisconsin, 72 p.

<環境問題の現状と今後の活動に向けたガイドライン>

第4章 最も効果的な影響緩和策についての考察

4.1 序論

本章では、水力発電プロジェクトにおいて長年にわたって効果的であることが証明されてきた、生物物理学¹的および社会経済的な影響緩和策、補償策、向上施策についてまとめる。この章の本文は、Annex III²のサブタスク6で作成されたテクニカルレポートから引用したものである。このサブタスク6のレポートは、経済協力開発機構（OECD）加盟国、特に北方の国々の代表的電気事業者に出したアンケートから情報を得て作成されている。また本文は、最新の論文³にも基づいており、さらにこの報告書に寄稿した方々、特に1999年3月にマドリッドにおいて行われたテクニカルセミナーにおけるワークショップ No.1と No.5に参加した方々の専門的経験を基礎にしてまとめられている。

以下の節では、水力発電所の建設と運用に関連した、6つの主要な生物物理学的問題、および4つの主要な社会経済的問題に焦点をあてており、特に関連する影響緩和策、向上施策、補償策に重点をおいている。

4.2 生物物理学的問題

基本的に水力プロジェクトは、貯水池を創ることによってまたは流況を大きく変えることによって、生態系に変化をもたらす。影響の性質や規模は、場所に極めて依存し、プロジェクトごとに顕著に変化し、プロジェクト実施箇所の生物生息環境に応じて変化する。しかしながら、プロジェクトにおいて計画と設計が適切であれば、ほとんどの影響は適切に緩和できる。アンケートや文献調査の分析において認められた最も一般的な物理的、生物学的な影響は、以下の6つの主要な問題と関係している。

- ・ 貯水池への湛水
- ・ 生物多様性の喪失
- ・ 貯水池の堆砂
- ・ 水質の変化
- ・ 流況の変化
- ・ 魚の回遊と河川の舟運に対する障害

以下の項では、6つの主要な生物物理学的問題のそれぞれに関して、水力プロジェクトによる最も一般的な影響を述べる。また、それらの影響を軽減するために適用される最も効果的な緩和策、補償策もしくは向上施策についても同様に述べる。一般的に、影響緩和策は3つのカテゴリーに分類

¹ 生物物理学的影響：環境影響のうち人間、社会に対する影響以外の総称

² 参照：IEA、2000年5月、Annex III、サブタスク6：「水力発電と環境：緩和策の効果に関する調査と検討」

³ 参照：IEA、2000年5月、「水力発電と環境：環境問題の現状と今後の活動に向けたガイドライン」第3巻 付録

・付録-D：「物理化学的環境」

・付録-E：「動植物」

・付録-F：「社会経済的環境」

される。

- ・ 第一に、適切な計画と設計によって影響を回避する方策をとる
- ・ 影響を最大限回避した後に、影響緩和策および損失に対する補償策が適用される
- ・ 最後に、初期の状態以上に改善するため、向上施策を実施する

4.2.1 貯水池への湛水

貯水池への湛水による陸生、水生、湿地生物の生息環境の水没は、水力発電プロジェクトによって引き起こされる主要な生物学的影響である。発電所の運転により、貯水池や下流域では、自然の湖や川で起こるものとは異なる水位変動が生じる。よりよく理解するためには、ここで物理的变化とその結果生ずる生物学的変化を区別しておくことが有効である(生物学的影響について更に詳しく知りたい場合は、このレポートの付録書 付録-D、Eを参照されたい)。

物理的变化

- ・ 陸生、湿地、水生環境が一つの大水塊へと変化すると、生息環境が失われることにつながり、水辺の生物や水生生物の生息環境も変化する
- ・ 貯水池の堆砂(次項参照)
- ・ 水質変化(次項参照)
- ・ 貯水位低下および大水域出現による対岸距離の増加による岸辺の浸食
- ・ 水位変動は天然の湖で観察されるものとは異なる

生物学的変化

- ・ 生物多様性への影響(次項参照)
- ・ 魚類の変化;大水塊の出現により、急流に生息する種は犠牲になるが、恩恵を受ける種もある
- ・ ある場合には、大繁殖の結果として魚類生物量が増加し、他の場合には富栄養化および酸素欠乏の結果、魚類生物量が減少することもある
- ・ 多くの貯水池では、魚の体内のメチル水銀が一時的に増加する
- ・ 産卵場所の喪失;
魚類への(プラスもしくはマイナスの)影響の重大性は、商業、スポーツ、または生活のための漁獲を目的としたときに、その魚種が有用であるかどうかによって依存する
- ・ 水辺や冠水域の生息環境に関連する資源の喪失

貯水池の計画および設計段階における影響回避

貯水池は大部分の水力発電プロジェクトにおける最も重要な特徴的構成要素である。自然および人間環境に貯水池ができれば重大なプラス・マイナスの結果をもたらすが、適切な措置をとることで貯水池による環境面での不都合な影響を回避もしくは軽減でき、更にプラス面を最大限に生かす

ことができる。

多くの貯水池は、異なる目的、例えば水力発電、灌漑、洪水調節、商業、スポーツまたは生活のための漁獲、リクリエーション、舟運、水生生息環境や湿地の保護管理などのために使用されている。貯水池の適切な立地に当たっては、人口密度、水質、野生生物もしくは自然保護区域、国立公園、有益な農業、有益な林業、地震活動などを、重要事項として考慮すべきである。最良の影響回避策は湛水域を制限することである。

湛水による影響を緩和するための最も有効な措置は、

- ・ 技術面、経済面、環境面の諸問題を考慮し、湛水域をできる限り最小限に抑えること。
- ・ 特に熱帯もしくは亜熱帯環境では、貯水池における水の滞留時間を減らすこと。

工事中的影響緩和策

環境に関する法律、基準、規則、実施条例の遵守が工事中の最も有効な措置である。これらの措置は、入札書類に系統的に組み入れられると最も効果的である。

工事中もしくは完成直後に、採石場および建設用地に、最も広く影響を受けた動物種にとって適切な原生植物種を使用する復元手法の適用は一般に効果的であり、また特定地区において湛水前に樹木等を伐採することは、ある種の水生もしくは陸生の生息環境にとって有益である。

建設活動に関連する影響や道路開設後の新地域の開拓に関連する影響については、ここでは特に取り扱わない。しかし、建設作業員や来訪者がやって来ることによって、プロジェクト周辺の区域を利用する地域住民と、かなりの緊張や対立が起こる場合がある。そのような地区で野生生物の採取が増えると、現地の野生生物資源を生存の危機にさらし、現地の生物多様性に影響を与える。このような累積的な影響は、プロジェクト従事者による釣りや狩猟活動を制限することに加えて、新しいアクセス道路を適切に管理することによって軽減できる(第4.3節参照)。

水生生物生息域のための最も有効な影響緩和策、補償策、向上施策

適切な計画が実行され、貯水池の水質が保全されれば(次節参照)、貯水池関連の望みしからぬ影響を軽減するため、他の影響緩和策や補償策を実施できる。

一般に貯水池は魚類にとってよい生息環境となる。しかしながら貯水池が魚類に及ぼす影響が好ましいと受け止められるのは、商業利用、スポーツフィッシング、または生活用の漁獲のために価値が高い魚種が生息しており、かつ魚の汚染レベルが上昇していない場合のみである。新しい貯水池によってリクリエーション用の舟航、スポーツフィッシングや商業的漁獲、観光などの新しい活動の場が提供され得る。

貯水池における魚群の生育と漁業を成功させるための最良の策は以下のとおりである：

- ・ 産卵および生育環境の創出
- ・ 貯水池によく順応する商業用魚種の成魚や稚魚の放流
- ・ アクセス道路
- ・ 斜路及び上陸場
- ・ 湛水前における航路や漁場のための樹木の部分的伐採
- ・ 航路図および水路図
- ・ 浮遊物の回収
- ・ 養殖技術
- ・ 魚の採集、加工、販売施設

多くの貯水池建設例において、大規模な貯水池に生息する魚の体内で水銀量が一時的に増加する現象が生じているが、簡単にこれを防ぐ方法はない(Lucotte ら、1999年)。貯水池で採取した魚中に含まれる水銀は国の販売基準に適合するよう監視されなければならない。更に、現地住民の伝統的生活様式を損なうことなしに、現地で影響を受ける住民に、貯水池の汚染された魚の消費を避けるよう勧める危機管理プログラムを制定すべきである(Chevalierら1997年、Dumontら1998年)。そのようなプログラムは北ケベック(カナダ)の原住民居住地区で成功している。

住民はイデオロギー的、文化的、宗教的、その他の理由から貯水池での漁獲を拒否するかもしれない。そのような場合、そして水質の面からも水産資源向きでないことが明らかになった場合、高価値の魚種のために別の水域の質を向上させる措置が、影響を受けた現地住民と協力して実施されるべきである。

いったん緩和策と補償策が貯水池で実行されたら、水生生物の生息環境改善施策、もしくは漁業改善プログラムが、近隣の湖や貯水池に流れ込む支流で実施出来るようになる。

貯水池域外で魚群の生育や漁業を成功させるための最良の策は以下のとおりである：

- ・ 産卵および生育環境の創出
- ・ 水生生物の生息環境の多様化
- ・ 魚道の新設や滝や急流の改修による新たな生息河川区間の創出
- ・ 人工の早瀬、堤、堰などの河流制御施設の設置
- ・ 成魚や稚魚の放流
- ・ 魚の孵卵器の設置

陸生生物生息環境のための効果的な影響緩和策、補償策、向上施策

貯水池の築造は陸生動物を含めた陸生および湿地生物の生息環境を損なうが、いくつかの対策は特定の生息環境を保護するのに非常に効果的である。その上、長期の補償策および向上施策が陸生生物生息環境の保全にとってはるかに有益となる。

陸生生物生息環境の回復を成功させるための最良の影響緩和、補償、向上プログラムを以下に示す：

- ・ 失われた土地と生態学的価値が等価かそれ以上の陸域の保護
- ・ 貯水池に隣接し、生態学上および浸食防止上有用な土地の保護
- ・ 厳重かつ効果的な保護手段で守られた生態保護区の創出
- ・ 水鳥の子育てに適した地区における新生森林の保護
- ・ 重要な植物群落や鳥の群れの保護を目的とした、貯水池内の島の改善
- ・ 湛水前における林地の部分的伐採
- ・ 草食動物のための樹木の選択的伐採
- ・ 鳥の巣作り場の創出もしくは改善
- ・ 猛禽類用巣作り台の設置

いくつかの貯水池に見られるように、大幅な水位変動範囲は生息環境の復元に適していない。そのような場所では、水生、水辺、陸生生物生息環境に影響を及ぼす原因となる浸食や堆砂といった問題を引き起こす恐れがある。影響を最小限に抑えるために湛水後に植物生長促進策や浸食防止策を、地域の条件に応じて実施するとよい。

湛水後の植物生長促進策もしくは浸食防止策を以下にまとめる：

- ・ 石積み堤、捨て石、蛇かご等による保護
- ・ 岸辺の保護と改善への生物工学の応用
- ・ 水辺の植物生長促進も含めた、貯水池斜面の復元
(ある揚水式発電所では大規模な水位変動範囲の緑化が有効であったと見られる)

景観修正および自然遺産の快適性

景観や植生の損失の緩和もしくは補償、そして自然遺産の快適性の保護もしくは復元に関しては多くの方策が有効である。自然遺産もしくは文化遺産の存在する区域は、貯水池や工事区域の適切な計画および立地選定によって最も効果的に保護される。工事区域では、植林と緑化および土地の除染と復元によって、景観修正を含めた影響緩和策が通常実施される。同様な方策が貯水

池周辺や下流域にも効果的に適用された事例もある。このような事業を成功させるには、地域住民の協力および国や地方当局の協力が重要な要素となる。

サブタスク6レポートの付録 A-1および A-2は、種々異なる気候のもとで実施された効果的な例を多く掲載している。最も一般的な例を以下に示す：

- ・ 貯水池の汀線付近の清掃
- ・ 土石の採取中、採石場の表土を傍らに仮置きしておく
- ・ 特定の植物種の移植
- ・ 水位復元のための堰の建設
- ・ 土地の整形および緑化

4.2.2 生物多様性の喪失

生物多様性に影響を及ぼす環境施策について考える前に、環境影響評価（EIA）における生物多様性という概念の意味するところをすべて明確にし、理解することが不可欠である。

我々が知る限りでは、生物多様性について科学界で合意された定義はいまだに一つも無い。生物多様性（biodiversity）という言葉は、最も厳密な語源学的意味（ラテン語の *diversitas* には、「特徴」、「異なっているという状態」という意味があり、ギリシャ語の *bios* には、「生命」という意味がある）にしたがって本質的に考察したとしても、依然として非常に複雑な概念のままである。定義しようとする著者等の専門分野と関心事次第で様々な解釈がなされている。従って、現在生物多様性については多様な定義が存在しており、このため、生物多様性の概念を理解することが困難となっている。それでは、EIA において、生物多様性はどのように考慮されるべきなのか？

DeLong（1996年）は生物多様性（biodiversity）の定義を85種分析した人であるが、彼はこの言葉を構成する2つの単語（life と diversity）の意味を使って、これらの多様な定義が幅広い範囲にわたることを指摘した。注目すべきなのは、DeLong の提案した定義も含めて、分析した定義のうちどれひとつとして時間的に見た自然の変わりやすさを反映していないことである。これらすべての定義は、生物多様性がまるで安定状態にあるかのように扱っている。この概念の本当の範囲を理解し、EIA において生物多様性を考慮することの影響について評価するためには、生物多様性は常に絶えざる変化を続けている状態にあることを指摘することによって、時間という見方を基本定義に取り入れる必要がある。

生物多様性に関する会議（UNEP 1994年）で、次の定義が提案された。「生物多様性とは、特に陸生、海生、他の水生生態系などあらゆる場所に生息する生命体の変異性、および生命体で構成される生態学的複合体のことであり、種族内の多様性、種族間の多様性、生態系の多様性を含む」

従って、Harms（1994年）とRodd（1993年）が指摘したように、様々な科学者が生物多様性の研究のために提案した取り組み方のどれひとつとして実質的にその正当性を試されてはいない。両氏は、生物多様性の測定および維持といった複雑すぎる問題に関して解決策を示すよりも、生物多様性の概念が間違っ使われてきた方法を列挙する方がずっと容易であるとした。EIA において生物多

様性を考慮する時はいつも、関係者全員で最初にどのように考慮するかを決めない限り、概念の適用は明らかに困難である。

水力発電プロジェクトのためのEIAが一般に非常に広い地域を対象とすることを考えると、調査は通常、絶滅危惧種や社会経済的に重要な種の生息環境に限られる。次に、プロジェクトによる施設の建設や操業がそれら生息環境に及ぼす可能性のある影響について評価し、生物多様性に関する条約(CBD)で要求されているように、これらの影響が生物多様性に重大な結果をもたらすかどうか確認することは可能である。生物多様性を考慮しなければならないか否かに関わらず、実際に同様の情報が、水力発電プロジェクトの生物物理学的影響を評価するため、および対応する影響緩和措置の確認のために必要である。従って、このレポートで述べる生息環境に関するその他すべての措置に加えて、水力発電プロジェクトが絶滅危惧種や社会経済的に重要な種の生息環境に及ぼす影響を防止もしくは軽減するであろういかなる方策も、CBDの指針に適合する。

多くの自然生息環境が人類の目的にとって望ましい方向へ転換されてきた。しかし一方、貴重な自然遺産である特別な地域もあり、そのような地域は大変慎重に利用しなければならないか、手付かずのままにしておかなければならない。影響を受けやすいかまたは特別であると思われる環境は、人間社会によって保全可能である。一般的に、そのような環境を長期にわたって確実に維持していくための有効な手段は、その地区を保護地区として定めることである。

生物多様性の喪失を回避するための最も効果的な方法を以下に段階をおって示す：

- ・ 特別な生態系の喪失を最小限に抑えられる貯水池サイトを選択すること
- ・ 発生電力量当たりの貯水池の大きさを、できるだけ制限するよう努めること
- ・ 調査区域内の動植物および特別の生息環境について目録を作成し、より良い知識を得ること
- ・ 影響を受ける地域付近で、水没区域と同等の区域を保護すること
- ・ 付近の生態系の一部を自然のままに残すこと

4.2.3 貯水池の堆砂

堆砂は貯水池の寿命に関わる主要な問題であり、水力発電プロジェクトのコストや実現可能性にさえも直接影響を及ぼす。最も一般的な貯水池の堆砂問題は河川が高濃度の浮遊または連行粒子を運んで来ることによって引き起こされる。従って、将来の貯水池候補サイトのすべてについて、堆砂の原因となるあらゆるパラメーターを正確に評価するために、慎重な検討が必要である。貯水池への過剰な堆砂が不可避であれば、プロジェクトの計画において、プロジェクトに要求される寿命に見合った堆砂容量を確保しておくよう、適切な注意を払う必要がある(Alam,1999年)。

もし堆砂が進行してきたら、a) 出水中に洪水吐ゲートを開放し堆砂のフラッシングを行う、またはb) 主要なダムに排砂ゲートを追加することによって、堆砂の削減が可能である。様々な堆砂捕捉設備が使用されており、成果が認められている。また、ICOLDが多くの方法を推奨している(Stigerら、1989年)。しかし、流域の自然植生を保護することが、浸食を最小限に抑え、堆砂を防止する最も

有効な方法の一つである。

貯水池への堆砂を防止する最も有効な緩和策には以下のものが含まれる：

- ・ 適切なサイトの選定
- ・ 貯水池への長期にわたる土砂流入特性に関する正確な知識
- ・ 流域における適切な護岸の実施
- ・ 川床から粗粒土砂を除去
- ・ 堆積土砂の浚渫
- ・ 自然の条件に匹敵する掃流能力を持つ土砂吐ゲートの使用
- ・ 適切な堆積除去装置を備えた輸送システムの使用
- ・ 堆砂捕捉設備の使用
- ・ 洪水流を転流させるためのバイパス設備の使用

4.2.4 水質変化

貯水池の湛水に起因する水質問題はその緩和が最も困難である。しかし、それらの問題のほとんどは、適切なプロジェクト計画、設計、管理によって軽減できる。

貯水池は流域の要の位置にあるため、都市廃水、工業廃水および農業廃水が貯水池に流入し、水質の悪化をもたらす。そのような場合、プロジェクトの計画、設計、建設、運転のすべての段階において、事業者および関係者はこの問題を正しく評価し、管理を行わなければならない。

貯水池内および貯水池の下流で最も頻繁に生じる水質問題について以下にまとめる。

貯水池内の水質問題

- ・ 冠水された有機物の分解による溶存酸素の欠乏
- ・ 安定した水温成層環境下における酸欠性深水層の形成
- ・ 水温変化
- ・ 河岸浸食に起因する濁度の増加
- ・ 流域や貯水池堆積物からの排水や汚染物質の濃縮
- ・ 浮遊性水生植物の繁茂による富栄養化
- ・ 浅い停滞水域における水域関連伝染病の蔓延

貯水池の下流における水質問題

- ・ 貯水池からの酸欠水の放流
- ・ 水温特性の変化

- ・ ガスの過飽和
- ・ 河岸浸食に起因する濁度の増加
- ・ 流況の変化

貯水池の計画および設計段階における影響回避

大半の水質問題は、適切なサイト選定および貯水池の形状や水理特性を考慮した設計によって、回避もしくは最小化できる。その指標は、湛水域の縮小と貯水池内の水の滞留時間の短縮である。

標高の高い支流の開発計画（平野と反対に）によって、大半の水質問題を軽減もしくは防止できる。低温で貧栄養環境におかれた貯水池では、湛水域が広範囲であっても全く水質問題が発生しないことがある。そのような環境では、水域関連の伝染病は存在しないし、酸素欠乏も生じない。人口の少ない地域や土地利用が限られた地域の貯水池では、廃水や汚染物質に関する問題を回避もしくは容易に緩和できる。

選択式もしくは多段式取水口を設置すれば、貯水池内および下流の両方における水温成層、濁り、水温変化を抑制できる。これらの取水口によって溶存酸素の減少も抑制でき、酸欠水の量も減らせる。水力発電施設に水の再酸化設備を付け加えることにより、主に貯水池の下流側において成果が認められている。下流域のガス過飽和は、洪水吐の設計、減勢池の設置、またはガス除去を促進する設備を追加することによって緩和される。

専門家のなかには、湛水前に貯水池区域の樹木等を伐採することを推奨する人もいる。しかし、湛水前に樹木等が大規模に再成長する場合があるので、注意して行わなければならない（Zwahlen、1998年）。

計画および設計段階において水質問題回避のための最も有効な対策には以下のものが含まれる：

- ・ 適切な地点選定
- ・ 選択式もしくは多段式取水口の使用
- ・ 洪水吐の適切な設計もしくはガス除去促進設備の付加
- ・ 再酸化設備の付加

貯水池の建設および運用段階における最も有効な影響緩和策、補償策および向上施策

適切な開発計画が立てられ、貯水池の水質が許容範囲内にあることが保証されたら、残りの影響は追加的な措置によって緩和可能である。利害関係者を含めた流域管理は、水質改善について共同で責任を負うための効果的な手段である。

貯水池に水没した有機物の分解に関する問題（酸素減少および富栄養化）は、植物および表土の除去によって緩和され得る。しかし湛水面積が広大な場合、植物が繁茂している場合もしくは貯水池が遠隔地に設けられる場合、そのような方法は非常にコストがかかる。熱帯林では、植物を完

全に除去した後に急速に再成長するため、湛水中に酸素の減少が進行する可能性がある。

濁度の増加は、非常に侵食されやすい汀線付近を保護することや、下流の侵食を抑制するような流況管理を行うことで緩和できる。

定期的な流量増加により水生雑植物の流下を促進し、これら植物の成長に適する底質を減少させることが出来る。

排水および汚染物質の問題は、排水処理施設の改善もしくは農作業の改善によって緩和される。こういった方策は湛水前に開始可能である。

水域関連伝染病を媒介する昆虫の繁殖を抑制するために、浅水域を機械的および化学的に処理することは有効であるが、非常に費用がかかる上に、繊細で継続的な操作が要求される。影響を受ける地域社会の公衆衛生状況を改善する方が、水域関連伝染病の抑制にはより効果的である（公衆衛生上のリスク、第4.3.2項参照）。

建設および運用段階における最も有効な水質向上対策には以下のものがある：

- ・ 利害関係者の参加した流域管理
- ・ 湛水前の樹木等の除去（可能な場合）
- ・ 汀線の侵食抑制
- ・ 病気を媒介する昆虫の繁殖抑制のための浅水域の機械的・化学的処理
- ・ 廃棄物の機械的除去および排水処理
- ・ 流域における化学肥料および殺虫剤の過剰使用の防止

4.2.5 流況の変化

水力発電所の運用に伴い、一般に貯水池下流の水循環に変化が生じる。更に、転流を伴うプロジェクト事例もあり、貯水池の上流と下流の両方の水循環に、a) 転流箇所の下流における流量の減少、および b) 転流経路における流量の相対的な増加等の変化をもたらす。しかしながら、流量は減少または増加するものの、川は依然として自然の水循環に従う。

発電に起因する下流の流況の物理的变化

- ・ 流量調整による最大流量の減少および最小流量の増加
- ・ 通常、出水時の流量は貯水池に貯留され、電力需要のパターンに従って発電に使用されるため、発電放流の最大量が自然洪水と同じ時期に生じないことがある
- ・ 流送土砂の減少に起因する河岸や河床の侵食
- ・ 最大流量の減少に起因する氾濫原の縮小
- ・ 電力需要の変動によって、水位に季節、月、もしくは日ごとの顕著な変化が起こる
- ・ 水位変化が小さければ、河岸や川床の侵食は一般に減少する

- ・ 短時間の水位変化が大きければ、河岸や川床の浸食が通常増加する

発電に起因する下流の流況変化に伴う生物学的影響

生物学的影響は、常に生じるとは限らないが、下流における流況の物理的变化の大きさに依存する。流況変化が顕著な場合、以下の影響が認められる。

- ・ 水質変化(第4.2.4項参照)
- ・ 水辺の植生の喪失もしくは不安定化
- ・ 水生生物の生息環境の喪失もしくは不安定化
- ・ 流況及び水位の変動に起因する魚類の産卵および生育環境の喪失
- ・ 水産資源の喪失
- ・ 氾濫原を利用する農地の喪失

転流により流量が減少した河川における物理的および生物学的変化

- ・ 水位の全体的低下
- ・ 河川の形状および景観の変化
- ・ 水生生物生息域の減少
- ・ 魚類資源の減少
- ・ 河口域における塩水の侵入

転流により流量が増加した河川における物理的および生物学的変化

- ・ 水位の全体的上昇
- ・ 浸食および堆積作用の増大による川の形状変化
- ・ 水辺の生息環境の一時的減少
- ・ 沿岸水域における淡水ブルームの増大

流況変化に関する最も効果的な影響緩和策

流量調節を行う施設の下流では流況が時間的、量的に自然流量とは異なっている。物理的および生物学的変化は水位の増減に関係があり、これらの変化の規模は流量管理によって緩和できる。つまり、短期の水位変動が小さくなれば、物理的および生物学的変化は小さくなる。

流量調節設備において、最低限の補償流量を組み入れた運用とするよう、管理機関からの圧力が高まっている。この最低流量は、貴重魚種、舟運、水質等における必要性など、様々な目的で設定される。また、堆積した細粒の堆砂の排出、もしくはその他の目的で、一定期間、調節された人工洪水を起こす必要もある。これらの要請については、利害関係者からなる委員会で検討、承認、管理されるべきである。

流況変化に関する最も有効な影響緩和策には以下のものがある：

- ・ 利害関係者らによる流量管理
- ・ 河岸の復元技術
- ・ 魚類の生息環境の復元プログラム
- ・ 沿岸水域の生息環境の保護

適切な流量管理がなされ、また貯水池下流の水質が保全されれば（水質の項参照）、他の悪影響を低減するためにいくつかの緩和策が適用できる。それらの影響緩和策のうちほとんどは、河岸の復元および魚類の生息環境プログラムに関するものであり、後者については既に述べたとおりである。

主な河岸復元技術には以下のものがある：

- ・ 植林および播種
- ・ 石積み堤、捨て石、蛇かご等の保護構造物
- ・ 岸辺の保護のための生物工学の応用

河川の転流によって水生生物の生息環境が減少するため、流路内の最適流量が設計段階で決められる。流量は、目的に応じて一定または可変とする。流量変化させる場合には、調節設備をダムに設置しなければならない。これらの要件については、利害関係者からなる委員会で検討、承認、管理されるべきである。転流ルートにおける流量の増加は、以下に要約するような復元技術を追加しなければならない場合がある。塩水侵入の程度が淡水の流量に依存する河口では、流況が大きく変化すると河口が変容する。ダム建設に伴うもう一つの影響は、三角州への流送土砂量の減少である。沿岸平野は農業、魚の養殖およびその他の事業に集約的に利用されることが多いので、生息環境と資源の喪失防止のための厳密な流量管理プログラムが確実に実施されなければならない。これらの要件については、利害関係者からなる委員会で検討、承認、管理されるべきであることを、再度付け加えておく。

その他の河岸復元技術には以下のものがある：

- ・ 上流への塩水侵入を防ぐための堰の建造
- ・ 沿岸地域の生息環境保護のための堤防の建造
- ・ 必要な時期に人工洪水の放流

最後に、可能な限りの緩和策を実施した後も重要な影響が残ったら、更に補償策および向上施

策を検討し、近接する流域で実施する。

4.2.6 魚の回遊と河川の舟運に対する障害

水力発電用ダムは、回遊魚の移動や河川舟運の障害になる。しかし天然の滝もまた、上流への魚の回遊および河川の舟運に対して障害となる。ダムはそのような滝の地点に建設される場合が多いので、新たな通過障害の創出にはならないことがある。多くの水力発電用ダムでは下流へ回遊中の魚が死傷しており、魚にとって脅威となっている。

影響

- ・ 回遊魚の上流および下流への移動の障害となるので、次の影響が生じる：
 - 産卵場や生育域へのアクセスの困難性
 - 回遊魚の個体数の減少
 - 非回遊魚の個体数の分断
- ・ 下流へ回遊中の魚の死傷
- ・ 河川の舟運障害

上流への移動のための最も効果的な影響緩和策

閘門は、ダム地点における舟運を確保するための最も効果的な技術である。小船舶の場合、リフトやエレベーターの利用が好都合である。舟運用の閘門は、調整装置を付けると、魚道としても利用できるが、時には上流への誘引流を増やす必要がある。またプロジェクトによっては、ダム周辺にバイパスや分水路を掘ることがある。

魚道や魚梯には数多くの例があるが、それらの有効性は対象とする魚種、河川規模、落差、設計などによって異なる。しかしながら、選定したサイトまたは対象とする魚種に対して魚道自身の設計が不適切なことが多い。魚道や魚梯の入り口に魚を導くための誘導設備を付加することによって、有効性を向上できる。その他の一般的な装置としては、魚用エレベーターおよび捕獲、移送装置がある。

上流への移動を保証するための最も効果的な技術には次のものがある：

- ・ 船舶用としては、閘門、リフト、エレベーター
- ・ 魚を魚道へ導くための誘引流または誘導設備を有する魚道、バイパス水路、魚用エレベーター
- ・ 魚の捕獲および移送

下流への移動のための最も効果的な影響緩和策

下流へ移動中の魚（成魚および幼魚）が死傷する原因は、ほとんどの場合水車や洪水吐を通過することによる。水車や洪水吐、余水吐きの設計を改善することによって、非常に効果的に魚の死傷を低減することが出来る。回遊魚が下流へ移動する期間中の発電所の放流パターンの適切な管理や、洪水吐の開放によって、更に改善することができる。

魚類の通過に対し主要な要素（発電所、洪水吐、余水吐き、流量管理）の最適な設計を行った後、魚類の回避装置（スクリーン、ストロボ、音響砲、電界、等）を設置することがある。これらのシステムの効果は、特に大規模な河川においてはまちまちである。導水路や上流で魚を捕獲し、個体をそれぞれ下流へ輸送する方が有効であろう。

魚の下流への移動に対して最も効果的な技術には次のものがある：

- ・ 水車、洪水吐、または余水吐きの設計の改善
- ・ 回遊魚の下流への移動中における流況や洪水吐の管理
- ・ 発電所上流側へ回避システムの設置
- ・ 魚の捕獲および輸送

最後に、可能な限りの緩和策を実施した後も影響が依然として残る場合は、追加的な補償および向上施策として、魚の放流プログラムを企画、実施することができる。

4.3 社会経済的諸問題

水力発電プロジェクトにおける社会経済的影響は、物理的もしくは生物学的影響に比べ、プロジェクト関連の緩和策および総合補償対策の性質、並びにそれらが設計、実施される過程如何によって、一層大きく左右される。社会経済的な緩和策および総合補償対策を如何に企画し、実施するかが、水力発電計画が**開発と強化**の手段となるか、**貧困化と依存化**の手段となるかを大きく左右する。以下に述べるように、水力発電プロジェクトは地元の地域社会と関連地域の両方にとって、最終的な利益にも損失にもなり得る。しかし、たいていの事例では、水力発電プロジェクトは経済的および社会的な利益と損失の組み合わせられた状況をつくり出す。

アンケートと文献調査結果の分析で認められた最も一般的な社会経済的問題は、以下の4つの問題に関係している。

- ・ 強制的な立ち退き
- ・ 公衆衛生上のリスク
- ・ 傷つきやすい地域社会に及ぼす影響
- ・ 開発利益の配分

以下の項では、4つの主な問題のそれぞれに関する最も一般的な水力発電の影響について取り上げる。そのような影響を軽減するために適用できる最も効果的な影響緩和策、補償策、または向上施策についても同様に取り上げる。

4.3.1 強制的な立ち退き

水力開発を取り巻く最もデリケートな社会経済的問題は、強制的立ち退きを中心に展開する。この問題は、密接に関連しているが異なる2つの過程からなる。すなわち a) 人々の立ち退きおよび移住、b) 地域社会の再建もしくは「復旧（リハビリテーション）」による生計の復元である。この問題について更に検討したい読者は、付録書 付録 F-社会経済的環境の第6章を参照のこと。

影響

住民の強制的立ち退きの結果として生じるマイナスの影響についての認識が高まっている。移転させられる地域社会は、プロジェクトが実施されるずっと前から生活水準の低下を経験することが多いので、人々の生計の再建もしくは復元についてしばしば述べられてきた目標は、もはや満足のいくものとは考えられていなかった。プロジェクト計画段階（10年以上かかる例もある）においては、湛水域に指定された範囲内の地域社会は、地元の公的・私的部門の投資の停止という問題に直面する。将来が不確かな時には、地域社会の人々は地元で実施している事業への投資、また時には家屋や農地の管理すらも止めてしまうことが多い。

住民がついに立ち退きを開始する場合、不利益を被る人々の数、移住に対する住民の不安、湛水域からの立ち退き中および立ち退き後に被る苦痛の点から見ると、影響の厳しさは極めて大きなものである場合が多い。

残念なことにこれらの影響については、国内および国際的開発機関による適切な管理がなされてこなかった。これは、不適切な開発政策、不十分な制度および規制上の枠組み、不十分な資金、偏った設計、計画手法が原因である。資本コストが超過してしまったため、移転した地域社会の移住および再建のための資金を犠牲にして、社会基盤整備を完成させた事例が数多い。

発展途上国、特に、厳しい制度上の能力不足に加えて土地不足、競合するニーズ、および限られた資源への対応に苦慮している低所得国の場合、強制的立ち退きへの資金供給および監督を政府が行うのは困難である。更に発展途上国においては、効率良く機能する土地や労働市場が欠如していること、政府による財産収用を補償するシステムが実質上および手続き上も不十分なこと、最低限の生活を保証する適切な社会福祉計画が欠如していることの3点が主な理由となっており、土地収用法のもとで財産損失に対する単純な現金補償が現実的に期待できず、移転した住民が納得の行く結果を得ることができない。

発展途上国におけるプロジェクト関連の強制的立ち退きについての認識は、以下に示す要因によって次々と変化している。

- ・ プロジェクト実施の遅れおよび受け取ることが出来なかった便益
- ・ 過去に立ち退きの影響を受けた人々の貧困の程度
- ・ 基本的人権および社会福祉に対する関心の高まり

- ・ 人々の窮乏化による発展途上国の経済上の大きな負担

最も効果的な影響緩和策

世界銀行の移住政策に示されているように、開発プロジェクトの社会的影響を緩和もしくは最小限に抑えるために、プロジェクトは以下の原則に従って、計画、実行されるべきである。

- ・ **強制的立ち退きを回避もしくは最小限に抑えること:**
住民の立ち退きによる長期の経済的および社会的損害を考慮すると、そのような影響を最小限にするために、始めから可能な限りの方策を検討しなければならない。
- ・ **生計の改善:**
住民の立ち退きの社会的に不利な結果を考えて、事業者は移住した住民すべての生計がプロジェクト前よりも後の方が改善されるよう保証しなければならない。
- ・ **資源の割り当ておよび利益の配分:**
移動した住民全員がプロジェクト後に生活が改善されることを保証するための優れた方法は、利益配分メカニズムに基づいた長期・継続的な収入を住民に供給することである。
- ・ **人々を団体で移動させること:**
地域住民がプロジェクト進行のために立ち退かなければならない場合、住民の移動に伴う社会的に不利な結果を最小化するため、住民団体がばらばらにならないよう薦める。
- ・ **参加の促進:**
移住した住民の生計に影響を与えるような決定については、関連住民団体と率直に議論し、関連住民団体の承認を得なければならない。
- ・ **地域社会の再建:**
移住した住民には長期の生活を保証するのに必要な地方自治体および社会のサービス(輸送、エネルギー、水道、通信、教育、公共医療サービス等)を提供しなければならない。
- ・ **受け入れ側のニーズを考慮すること:**
土地および資源を移住者に提供している現在の「受け入れ側」住民には、「受け入れ者」と「移住者」の衝突を避けるために、移住してきた住民に与えたのと同じ利益を与えなければならない。
- ・ **原住民を保護すること:**
原住民もしくは他の文化的に傷つきやすい地域社会の住民に及ぼす社会的影響を最小化するためには、それらの住民が水力発電プロジェクトを価値観の対立する外部機関が押し付けてきた開発とみなすのではなく、住民は水力発電プロジェクトの開発に快く協力するパートナーであることが望まれる。また地元住民には、そのようなプロジェクトの結果に順応もしくは十分に考えるため、また、提案された開発を進めるための合意可能な条件を見極めるために、十分な時間を与えなければならない。

1986～1993年までの強制的移住を伴う世界銀行のプロジェクトに関する世界銀行のレビューによると、移住を成功させる主な共通要因は以下のとおりである：

- ・ 法律、公的政策、資源配分に示された“融資を受ける国”の政治的公約
- ・ 確立された指針の“融資を受ける国”および世銀による系統だった実施
- ・ 発展志向型移住計画における、適切な社会分析、信頼性のある人口統計評価、技術的専門知識
- ・ 正確なコスト評価およびそれに見合った資金調達、土木工事に対応した移住のスケジュール
- ・ 地元の開発ニーズ、開発機会、制約に対応した効果的な実施組織
- ・ 移住目標の設定時、再建策確認時、再建策実施時における公衆の参加

強制的立ち退きは、益々、開発上の問題として見られるようになっており、そのため移住プログラムは**開発戦略**の一環として作られなければならない。この傾向は、社会基盤整備事業の移住担当部門を社会基盤建設部門から切り離す必要性を高めている。国際金融機関の支援を得て資金供給を受けた移住プログラムは、ますます別個のタイムテーブルと予算を持っている**独立型開発プロジェクト**とみなされてきている。

移住プログラムは、移住者と受け入れ社会の生活について、**迅速かつ眼に見える改善**を保証すべきであるという趣旨の合意がなされている。その方法を以下に示す：

- ・ **適切な規制上の枠組みの採用の促進：**
移住に関する規制上および制度上の問題は、取り組みにくいことが多い。立法上もしくは制度上の枠組みを変えるには、関連する行政機関が積極的に関わり、参加しなければならない。
- ・ **必要な制度上の機能の確立：**
これは、制度化されたプロジェクト立案過程の必要性、すなわち、意志決定過程にプロジェクトによって影響を受けるグループすべての参加を保証する必要性、地域の土地管理能力を強化する必要性、に取り組むことである。
- ・ **必要な収入回復および補償プログラムの提供：**
経験が示しているのは、喪失資産および収入の補償を現金で支払うと、プロジェクトの影響を受ける人々の生活条件を以前より悪化させてしまう場合が多いことである。従って、プロジェクト活動の結果として個人および地域社会が被った損失は、直接に置き換えられ、そして補償はすべてできる限り現物で行わなければならない。収入回復および補償プログラムは、土地に基づくプログラムと基づかないプログラムの2つの主要なカテゴリーに分けられる。
- ・ **地域社会の長期・総合的開発プログラムの開発と実施の保証：**
移住プログラムの行政面および財政面の管理は、移住地域付近に現存する地域社会サービスネットワークを通して調整されなければならない。経済が持続可能であるためには、市場が近くにあること、適切な天然資源管理、受け入れ側社会も開発の受益者として移住プログラムに含めることが必要である。

移住のための新しい開発戦略は、発展途上国の農村社会における資源の私有権の重要性を、公共資源の利用を制限する慣習的システムに対立するものとして、しばしば強調している。更に、移住計画の広範な支持と成功を確実にするため、*地域社会の広範なプログラム*を通してプロジェクト目標および関連情報を公表・普及することを、一層強調している。最後に、影響を受ける地域社会が意思決定プロセスに積極的に参加することが何よりも重要である。

4.3.2 公衆衛生上のリスク

影響

水力発電プロジェクト、特に大規模または主要なプロジェクトは、人口密度と同様、水文系に影響を及ぼす。人口密度の増加と共に発生率が高まる行動病 (behavioral disease) とともに、水域関連伝染病の発生率がダム建設や人工貯水池の存在によって著しく高まる。特に熱帯および亜熱帯環境においては顕著である (Goldsmith, Hildyard, 1984年; Hunter, Rey, Scott, 1982年)。この問題に関して更に詳しく検討したい読者は、付録書 付録-F「社会経済的環境」第4.1節を参照のこと。

悲しいことに、過去における熱帯地域の水力発電プロジェクトでは、公衆衛生と経済発展の基本的な因果関係について考慮してこなかった場合が多い。多くの場合、大規模なダムが公衆衛生に及ぼす影響は、水と電気を常に利用できる便益に比べれば無視できるほどのものであると考えられてきた。

更に、大規模ダムに関連した健康上の影響は多くの場合湛水開始後しばらくしてから現れたため、事業者は不十分な公共サービス、不適切な衛生習慣、もしくは新しくできた水源の地域社会による管理の悪さを引き合いに出して、たびたび地元の公衆衛生状況の悪さに責任転嫁することが出来た。

いくつかの国では、このようなプロジェクトの設計と実施に責任を負う機関と、公衆衛生当局の間に協力関係がないために、現地で影響を受けた住民に重大な被害がもたらされてきた。電力および灌漑プロジェクトに関連して発生する病気の管理は、たいていの場合、資金不足で組織的に弱い健康管理サービス機関に委任されてきた。

それでも、水力発電プロジェクトを長期にわたって確実に成功させるために、プロジェクトの開始時点から公衆衛生上の影響が考慮され、検討されなければならないことが(常に適用されるとは限らないが)最近全体的に認められている。最近まで、大規模な水力発電ダムプロジェクトに関連した公衆衛生上の影響を緩和する努力が、地元の人々の健康状態をプロジェクト前のレベルに維持する目的でなされていた。現在では、水力発電プロジェクトは、影響を受けた住民の公衆衛生状態の改善に貢献すべきであるという趣旨の合意がなされている。

そのような目的を達成するためには、公衆衛生上のリスクを伴う貯水計画の提案者が、健康管理サービスにかかるコストの一部を負担しなければならない。保健教育のためのコストも、このような計画の運用コストに含まれるべきである。貯水計画の完了後の、健康維持費は、その計画の総所得から部分的に援助されると良いであろう (Hunter, Rey, Scott, 1982年)。

水力発電用貯水池付近に人口が過剰に増えた場合、健康への影響の管理には、季節労働者や他地区からの移住者の流入を管理すること、居住地区の水没を最小限に抑えることが必要であ

る。開発状況を監督・調整するために、地域の効果的な土地利用計画および管理プログラムの採用と実施に責任を持つ強力な政府機関（もしくは非政府機関）無くして、貯水池周辺の開発に制約を加えることはできない。

効果的であるためには、大規模な水力発電用ダムプロジェクトに関連した公衆衛生サービスの実施は、全体論的アプローチに基づいて企画、実行されるべきである。そのようなアプローチには以下の2点が必要である：

- a) 地域の現存する公衆衛生システムを基礎とした強力な基盤の確立
- b) 多様かつプロジェクトに適合する一連の影響緩和策からなる効果的な手段の利用

計画および設計段階における効果的な影響緩和策

計画、設計段階の初期において必要な方策

- ・ プロジェクトが始まってすぐの段階において、公衆衛生上のリスクを回避もしくは最小限にすることを目標にする。
- ・ ダム地点として選定された地区における現在の健康状態および公衆衛生改善戦略について正しく理解してもらうことを目標にする。
- ・ 最初から、プロジェクト設計チームに保健の専門家を参加させること。成果を上げるためには、その保健専門家に財政面、行政面、技術面で必要な支援をしなければならない。
- ・ 計画・設計チームおよび参加した保健専門家が引き受けるべき特定業務には、次のものが含まれる。
 - （地域の公衆衛生システムという点から見て）流入住民を受け入れる準備のできていない地区への早い時期からの人口流入を避けるために、プロジェクトの公表について計画する。
 - 国および現地の公衆衛生当局者および NGO からの専門家と効果的なコミュニケーションネットワークを確立すること。
 - プロジェクトの設計を改善するために、選定された地区から入手した現地の公衆衛生状況に関するデータをまとめること。
 - 予想される人口流入を考慮して、国および現地の公衆衛生当局者および NGO からの専門家の早い時期からの関与に関する計画を作成すること。
 - プロジェクトを公表したらすぐ疾病防止プログラムを段階的に実施するよう計画すること。

建設段階における効果的な影響緩和策

建設中および建設後の病気による住民の健康悪化を最小限にするための緩和策および補償策は数多くあり、また詳しく報告されている。なかでも最も効果的な方策としては以下のものがある：

- ・ 水域関連伝染病媒体抑制プログラムの計画および実施。一般的に、これには潜在的な病気の媒体の抑制とよどんだ水の管理の両方を含む。
- ・ プロジェクトの影響を受ける地域および人口密度が増加しそうな地区への利用しやすい診療所の設置、これらの新しい施設に必要な職員の雇用と訓練、並びに疾病抑制に必要な薬の入手のための定期的な支援。
- ・ 都市・産業廃水、および貯水池周辺の大気汚染の抑制と処理。
- ・ 地域および地区の住民の公衆衛生状態の変化を監視するための、専門家チームによる事例発見および流行病調査プログラムの企画および実施。
- ・ プロジェクトの影響を受ける住民を対象とした公衆衛生教育プログラムの企画および実施。

運用段階における効果的な影響緩和策

運用段階において必要な施策は、建設段階で開始した数々の緩和策を続行し、現地住民の日々の生活においてそれらを実施することを目標とするものである。これらの施策には、現地の公衆衛生状態を長期にわたって確実に維持し続けるための一連の監視および補足調査が含まれる。

えてして流行病の問題は、主要な建設事業が完了した後に発生する。従って、計画および建設中に開始した現地の公衆衛生プログラムの適切な実施を保証することは重要である。

運用段階における公衆衛生サービスを支援するためには、既に開始した施策を実施し続けることに加えて、補足的な施策を実施しなければならない。これらの施策には以下のものがある：

- ・ 全体的健康状況を監視するための公衆健康調査の実施
- ・ 流行病監視プログラムの作成
- ・ 適切な灌漑施設の利用
- ・ 産業廃水および大気汚染の処理と軽減のための、現地に適合する施策の段階的实施

このような一連の緩和施策の有効性および持続性は、これらの施策の適切な実施を保証するための、もしくは少なくともそれらの施策を監督し支援するための、現存の公衆衛生管理システムの能力に大きく依存する。

地域および現地の公衆衛生システムに関する必要な実施規準

水域関連伝染病や行動病を根絶し、全体的に公衆衛生を改善する能力を獲得するためには、公衆衛生システムがいくつかの基本的実施規準に従う必要がある。以下にこの規準をまとめたが、これは発展途上国で成功裡に実施されてきた熱帯病抑制プログラムの研究から導かれたものである（世界銀行、1991年）：

- ・ 抑制技術の総合対策に頼ることの重要性
- ・ 堅実な組織の堅実な運営により、段階的に進める特定の活動の企画
- ・ 技術的問題を決定する権威をもつ専門職員グループに重い信頼をおく手腕包容力
- ・ 技術支援を行う有能な専門家たちに支持された明確な権限系統の確立
- ・ 計画策定時は中央に大きく機能を集中し、運用時に機能を分散化させるシステム
- ・ 任務を組織に合わせるのではなく、組織を任務に合わせることの重要性を理解したシステム
- ・ 周辺地域で何をするのが望ましいかに関して、信頼性があり、効果的で、現実的な現場システム
- ・ 効果的な統率力と人員管理の重視
- ・ 現地の特殊性に順応した組織文化を形成する意識的努力

このような効果的システムは一般的でないし、確立が容易でないが、ジンバブエ、エジプト、ブラジル、中国、フィリピン等の国々は、これらのシステムを実施するために必要な手段を開発している。プロジェクト立案者が、組織的および効果的な国の衛生システムをあてにできない時は少なくとも、a) 現地の健康状況におよぼす潜在的影響、および b) 適当な影響緩和策の実施に必要な組織上の支援、を正しく理解してプロジェクトを企画するべきである。

4.3.3 傷つきやすい少数グループに及ぼす影響

世界銀行は、原住民および少数民族について「…支配的社会とは別個の社会的、文化的独自性を持っている社会グループで、支配的社会による開発過程で損害を受けやすい不利な境遇のもの…」と述べている。多くの伝統的な田舎や農村、もしくは原住民の世界観は、住民が生きるよりどころとしている環境および資源の道徳的意義に基づいて築かれている。

影響

原始的または伝統的な資源を生活の基盤としている地域での水力開発プロジェクトは、地域社会レベルで甚大な文化的・社会的影響を引き起こす可能性がある。この影響の程度は、住民らが既に受けている外部からの影響（伝来の土地への侵入、現地資源の搾取、季節労働者、学校、交易など）の数々を考慮すると、確認が困難である。にもかかわらず、住民らは自分たちの物理的環境の大きな変化が自分たちの文化を破壊するものと感じている。（この問題を更に検討したい場合は、付録書 付録-F「社会経済的環境」第5.2節および第5.4節参照のこと）

水力発電プロジェクトによってもたらされる地域社会の伝統および生活様式の変化は、プロジェク

トごとにさまざまである。例えば、水力発電ダムの建設のため、以前は孤立していた地区へアクセス道路が開通すると、人や物の行き来が容易になり、他の社会との交易の機会が得られ、様々な商品やサービスが入手できる。その一方、外部世界との交流が増すと、地域社会内の社会的つながりや結束が弱まるとともに、有用な資源をめぐる外部者との競争や衝突の危険が増える。

効果的な影響緩和策

物理的環境への大きな変化は、基本的信条に反すると感じる原住民または文化的に傷つきやすい地域社会に対して、大規模な水力発電プロジェクトが及ぼす社会的影響を緩和もしくは十分補償することは非常に困難である。

このような影響を最小限にするためには、水力発電プロジェクトの開発時に、地域社会に快く協力してくれるパートナーとなってもらい必要がある。地域社会がプロジェクトを価値観の異なる外部機関によって押し付けられた開発とみなすのは好ましくない。また地域社会には、このようなプロジェクトがもたらすであろう結果を良く理解し、また熟慮するための、そして開発計画の中で彼らのために準備された諸条件を相互の合意のもとに定めるための、十分なリードタイムを与えなければならない。

こういった条件は、外部の開発機関が常に容易に達成できるとは限らない。このため開発機関は、現地で影響を受ける住民の承認を得る前に、圧倒的に優先的とされる国家の目的のために、プロジェクト計画を無理に進めようとする。しかしながら水力発電プロジェクトの推進者はそうではなく、*伝統的生活様式を支援するのに必要な代替手段の提供とともに、状況変化に適応するのに十分な時間と資源を確実に提供すること*を目的とすべきである。

従って、影響を受ける地域社会の内の尊敬されているメンバーが初期のうちにプロジェクト計画に参加することは、住民側の関心事の確認および現地に有益な解決策の達成に不可欠である。そのような解決策には、例えばプロジェクトによって失われる土地および現在の収入源に対する代替手段による補償の提案も含まれる。土地に対する法的権利（特にその土地の原住民にとって）がほとんど効力を持たない発展途上国においては、影響を受ける住民が伝来の土地の残りの部分および補償として得られた新しい土地に対して占有権を有するよう、現地の行政機関によって法的保護がなされることが望ましい。

地域住民の伝統および生活様式の変化に対する補償は、家屋の改良、教育、社会サービス、健康管理によって、ある程度までは行うことが出来る。しかしながら、現地で得られる天然資源に大きく依存している文化的に傷つきやすい原住民もしくは少数民族の場合、そのような形の補償で常には十分とは限らない。水力発電プロジェクトの導入によってそのような地域社会が経済的利益を受ける場合でさえ、地域社会はプロジェクトの受け入れは自分たちの文化的価値を事実上放棄することだと受け止める場合が多い。そのような場合、現地の文化的特殊性を特徴付ける活動を長期間財政的に支援することも、水力発電プロジェクトによってもたらされる地域住民の伝統と生活様式の変化を最小限にするために必要である。

例えば、北カナダのジェームズベイ水力発電プロジェクトに関連しては、1975年のジェームズベイと北ケベックの合意書で、現地のクリー族とイヌイット族の原住民に対して独占的な狩猟権、捕獲権、漁獲権を保証した。また、政府出資による所得保証プログラム（Income Safety Program ; ISP）から、先住民のハンターやわな猟師に利益を与えることも可能とした。伝統的生活様式を続けたい地域住民はこのプログラムの恩恵を受けられる。ハンターやわな猟師向けのISPがジェームズベイのクリー族

の原住民に及ぼした影響について、数名の社会科学者が調査を行った(Salisbury、1986年; Scott、Feit、1992年; Simard、1996年)。これらの調査結果から明らかになったことは、ISP の恩恵を受けなかったほかの原住民と比較すると、ISP によってこれらの住民が伝統的な生活様式を維持、もしくは少なくともジェームズベイ水力発電プロジェクトの実施前に比べてこれらの活動が低減するのを抑制できたことである。

4.3.4 開発利益の配分

影響と便益

長期にわたる構造的な影響によって適切な立地選定と設計を行った水力発電プロジェクトは、疑いなく国と地域に目覚ましい経済効果を与える。農業および産業用水資源が不足し、石油、ガスもしくは石炭といった産出資源に乏しく、そして度重なる電力の不足にさらされている人口過密な発展途上国の場合、水力発電用および灌漑用ダムを経済上の重要性はいくら強調してもしすぎではない。

しかしながら、水力発電プロジェクトは勝者、敗者の両方を生み出すことが多かった。つまり、現地で影響を受けた住民はたびたびプロジェクト関連の経済的、社会的損失を真っ先に受けてきた一方、発電所とつながっている地域は、豊富な電力や下流の流量・水位管理による恩恵を受けてきた。この問題について更に検討したい読者は、付録書 付録-F「社会経済的環境」第3章を参照されたい。

湛水区域内及び下流の地域社会がたびたび被る水力発電による環境面、社会面における直接的、間接的な損失について主なものを以下に示す。

- ・ 貴重な土地および資源の水没、およびその結果としての税収入の減少
- ・ 下流の水質低下、および土地の不毛化
- ・ 下流の河床および河口の長期にわたる浸食および海岸の浸食
- ・ 自給農業の成立性の減少および下流における漁業の衰退
- ・ 肥沃さの劣る内陸の土壌での、他の脆弱な環境資源の過剰利用
- ・ 長期にわたる国の負債の増加

河川の流量調整によって得られる下流の地域社会の主要な利益は、洪水調節と灌漑に関するものである。また、下流河川における流量調整および低水量の増加は、ダム下流および貯水池内での商業目的およびレクリエーション目的の船舶舟運を促進する傾向にある。洪水調節に対するダムの流量管理の有効性が、世界中で議論の対象として残っているとしても、ダムが上流にあることで地元住民は下流の河床付近もしくは氾濫原の範囲内に好んで定住するようになる。河川の流量調整および低水量の増加によって、以下に示す影響を受けることが多い。

- ・ 灌漑農業の発展および換金作物の生産増加
- ・ 大量かつ一定の河川水の供給を必要とする産業の発展
- ・ 農業および産業に情報を提供し、また市場に製品を供給する各種のサービス産業の発達

同様にこれらの新しい経済活動はその他の要因と結びつくことが多いが、それらの経済活動によって一連の間接的または誘発的な社会経済的利益および影響が付加的に生み出される傾向にあり、元々の水力発電ダムプロジェクトにさかのぼって関連付けることがますます困難になっている。例えば経済活動の発展は、流域外部からの移住者の流入を促進し、下流域の人口密度の増加および新しい都市型地域社会の成長につながる。

水力発電による地域の便益の最適化

水力発電による電力供給に関して持続可能な基盤を確立するためには慎重な計画が必要であり、利害関係者の密接な協力を得て計画を実行しなければならない。一般に、水力開発によって、将来の産業および商業活動の基礎となる安価な電力が供給される。経済上の利益は相当なものであることが多いが、地元および地域社会が水力発電プロジェクトから十分に利益を得ることを保証するために実施すべき有効な施策も存在する。プロジェクトの建設段階で特に適用される施策もあれば、運用段階全体にわたって続く施策もある。

水力発電による地域の便益を最適化するための施策には次のものがある：

- ・ 地区および地域の機関と所有権を共有する提携関係を築く。これらの機関は発電所の部分所有者となり、地域への直接的利益および運用上の各種決定時の発言権を確保する⁴。
- ・ 環境緩和策および向上施策の基金を設置する。基金については、発電所の所有者と地元および地域の機関が共同で管理する⁵。
- ・ 地域社会と水力発電プロジェクトを結びつける役割を担う連絡係を雇う。
- ・ 発電所と地元および地域の経済的利害関係者（事業所、労働組合、商工会議所、経済開発機関など）の間に地域経済開発委員会を創設し、協力の可能性について通知、相談、議論を行う。
- ・ 地域の小企業が入札できるよう、建設契約を分割する。
- ・ 大規模な工事請負契約において、地元の事業者からサービスおよび設備の一部を供給させるよう奨励する。
- ・ 建設工事およびアンシラリーサービス（道路補修、配膳、警備など）のため直接的に、または下請け供給業者を通して間接的に、地元労働者を優先的に雇用する。
- ・ 能力を高め、雇用機会を増やすため、地元労働者を訓練する⁶。
- ・ 貯水池区域および下流において、利害関係者の水需要を考慮した流域管理計画の企画と実施。
- ・ 関連公共施設、商業および公共サービスに加えて、貯水池内の漁業と露頭範囲農業を発展および維持するための長期にわたる努力。
- ・ 新しい貯水池が、商業的漁業、レクリエーション目的の舟運、スポーツフィッシング、もしくは観光などの新しい活動を支える場合もあり得る。
- ・ プロジェクトの影響を受ける人々が実際に新開発計画の受益者となるよう保証するため、プロジェクトの影響を受ける人々のため職業訓練および技術的補助が必要である。

⁴ 例：Hydro Québec による SOCOM

⁵ 例：Hydro Québec による SOTRAC

⁶ 参照：Corfa, G., Milewski, J., 1998年。「開発者と投資者間の社会的信頼関係の構築：ケベックにおける事例 SM3」、*International Journal on Hydropower & Dams*（水力発電とダムに関する国際的定期刊行物）、第5巻、第3刷、1998年、p.69-72。

参考文献

物理生物関連文献

- Alam, S. 1999. "The influence and management of sediment at hydro projects." *International Journal on Hydropower & Dams*, 6 (3): 54-57.
- Chevalier, G., Dumont, C., Langlois, C., Penn, A. 1997. Mercury in Northern Québec: role of the Mercury Agreement and status of research and monitoring. *Water, Air and Soil Pollution*, 97: 75-84.
- DeLong Jr., D.C. 1996. "Defining biodiversity." *Wildlife Society Bulletin*, 24: 738-749.
- Dumont, C., Girard, M., Bellavance, F., Noël, F. 1998. "Mercury levels in the Cree population of James Bay. Québec, from 1988 to 1993/94." *Canadian Medical Association Journal*, 158: 1439-1445.
- Harms, R.R. 1994. "Biological diversity: from conceptual framework to practical application." *The Wildlifer*, 263: 34.
- Lucotte, M., Schetagne, R., Thérien, N., Langlois, C., Tremblay, A. (eds.) 1990. "Mercury in natural environments and hydroelectric reservoirs of Northern Québec (Canada)." *Environment Science Series*, Springer-Verlag, Heidelberg, Germany. 334 p.
- Nakamura, S. 1999. *Recent river ecosystem conservation efforts downstream of power dams in a densely populated and highly industrialized country: Japan*. International Energy Agency, Annex III: Technical Seminar: Hydropower and the Environment Escorial, Madrid.
- Rodd, G.H. 1993. "How to live with biodiversity." *Conservation and Biology*, 7:959-960.
- Stiger, C. et al. 1989. *Sedimentation control of reservoirs: guidelines - Maîtrise de l'alluvionnement des retenues: Recommandations*. Working Group of the Committee on Sedimentation of Reservoirs, Commission internationale des Grands Barrages (ICOLD), Bulletin 67. Commission internationale des Grands Barrages, Paris. 159 p.
- Takeuchi, K. et al. 1998. *Sustainable reservoir development and management*. International Association of Hydrological Sciences, Publication No. 251. 190 p.
- UNEP. 1994. *Convention on biological diversity ; text and annexes*. United Nations Environment Programme, Switzerland.
- Zwahlen, R. 1998. "Research needs for water quality issues relating to hydro reservoirs." *International Journal on Hydropower & Dams*, 5 (4): 71-75.

社会経済関連文献

- Cernea, M.M. 1988. *Involuntary Resettlement in Development Projects. Policy Guidelines in World Bank-Financed Projects*. World Bank Technical Paper No. 80, The World Bank, Environment Department, Washington, DC. 90 p.
- Corfa, G., Milewski, J. 1998. "Building social trust between developers and stakeholders: the case of SM3 in Québec." *International Journal on Hydropower & Dams*, 5 (3): 69-72.
- Goldsmith, E., Hildyard, N. (Editors) 1984. *The Social and Environmental Effects of Large Dams. Volume 1: Overview*. Wadebridge Ecological Center, Cornwall, UK. 346 p.
- Goldsmith, E., Hildyard, N. (Editors) 1984. *The Social and Environmental Effects of Large Dams. Volume 2: Case Studies*. Wadebridge Ecological Center, Cornwall, UK. 335 p.
- Hunter, J.M., Rey, L., Scott, D. 1982. "Man-made lakes and man-made diseases: towards a policy resolution." *Social Science & Medicine*, 16: 1127-1145.
- Liese, B.H., Sachdeva, P.S., Cochrane, D.G. 1991. *Organizing and Managing Tropical Disease Control Programs*. World Bank Technical Paper No. 159., The World Bank, Health Services Department, Washington, DC. 51 p.
- Proulx, J.-R. 1992. *Synthèse des impacts sociaux en milieu Cri de la phase 1 du Projet de la Baie James 1970-1985*.

Centre de recherche et d'analyse en sciences humaines (ssDcc. inc.). For Hydro Québec's Environment Department, Montréal. 172 p.

Salisbury, R.F. 1986. *A Homeland for the Cree. Regional development in James Bay 1971-1981*. McGill-Queen's University Press, Montréal, Québec.

Scott, C.H., Feit, H.A. 1992. *Income Security for Cree Hunters. Ecological, Social and Economic Effects*. Program in the Anthropology of Development, Monograph Series, McGill University, Montréal, Québec. 448 p.

Scudder, T., Colson, E. 1982. "From Welfare to development: A Conceptual Framework for the Analysis of Dislocated People." In.: Hansen A. ; Oliver-Smith A. (Ed.) *Involuntary Migration and Resettlement, The Problems and Responses of Dislocated People*. Westview Press. Boulder, Colorado, pp. 267-287.

Simard, J.-J. et al. 1996. *Tendances nordiques. Les changements sociaux 1970-1990 chez les Cris et les Inuit du Québec*. Groupe d'études inuit et circumpolaires, Coll. Travaux de recherches, Faculté des Sciences sociales, Université Laval, Québec. 253 p.

World Bank. 1994. *Resettlement and Development ; The Bankwide Review of Projects Involving Involuntary Resettlement 1986-1993*. The World Bank, Environment Department, Washington DC. 182 p.

第5章 倫理的考慮事項

本章では、水力発電プロジェクトの関係者が直面する主な倫理的ジレンマについて述べる。倫理的ジレンマは、それらが生ずる背景と不可分であるため、本章では先ず倫理的ジレンマの背景及びジレンマそのものを理解する上で重要な参考となる幾つかの考え方に触れ、次に主なジレンマについて述べ、分類する。そして最後に、水力開発と環境に関する行動基準の探求上有用な幾つかの倫理的原則を示す。

5.1 価値体系

倫理は人間の価値の認識に基づき個人の行為に課せられる指針である。人が自らの行為が自身もしくは他人に対して悪影響を及ぼしかねないことに気づいたとき、行動を制御する必要性が生じる。

ある行動を他に優先して選択させる動機となるものについては、各倫理学派により解釈が異なっている。しかしながら、どの学派も人は自らの行動を選ぶことができ、それに責任を持つという点では一致している¹。水力発電を行っている会社の経営者はその利点と欠点を認識しているが、同時に彼らはそれらを一般に認められた価値体系や健全な倫理原則と比較検討出来なければならない。しかしながら、それは容易なことではない。

5.1.1 人間関係論に関する様々な見解

人間が万物及び他の人間と確立すべき関係について各人が持つ考え方は、その人をして「何が受け入れられるか」の判断をさせる価値体系の一部をなしている。

過去においては、大規模な水力発電プロジェクトは政治指導者らによって極めて魅力的なものと思われ、その恩恵が社会全体にもたらされると考えられていたために、多くの民間電気事業体が国有化された。ここ20年間においては、環境問題や地域社会に対する影響について社会的意識が高まり、水力開発を含む大規模電源開発プロジェクトが物議を醸している。プロジェクトの妥当性や正当性の根拠に関してしばしば生ずる立場の対立は、主に人間と自然との関係についての理解や開発についての考え方の相違、影響を受ける地域社会の権利、多数派と少数派との関係、及び意思決定における力関係に起因する。これらについての解釈は、プロジェクトの適否を論じたり決定したりする際に、我々の解釈の正しさを一人一人に納得させられるよう、筋の通った論理的枠組みの一部であるべきである。

電源開発プロジェクトについては、しばしば幾つかの価値体系が関係してくる。これらは通常、何かなされるかのみならず何をなすべきかをも規定する、非常に異なった規範に立脚している。

以下に我々は、論争を招きそうな特性を強調しつつ、それらを調整する方法は考慮せずに、これらの価値体系の幾つかをごく一般的に概説する。これらの価値体系は時間と共に徐々に変化し、30

¹ Racine, Legault, Bégin. 1991. *Éthique et ingénierie*. McGraw-Hill, Montréal, 1991, 285 p., p.8 to 13.

年前にはそれほど強く感じられなかったのに、現在では重要性を増している価値観もある。これも以下に示す。

経営及び利益志向の価値体系

世界の水力プロジェクトの大半は、中央、地方もしくは地区政府が所有している。政府や半国営組織内部で優勢な価値体系は、国、州、もしくはより小さな区域の有権者の福利を高めることである。ここにおける重要な前提は、雇用と物質的な富の増大は人類の進歩及び健康と生活条件の改善のために不可欠だということである。経済成長と国富の創出は政府の責任の一部だからである。全ての天然資源は、後世に確実に残すために、分別と的確な判断を持って利用されなければならない。人間活動とは自然の恵みをさらに高め、人間が自然界から得る食物と資源の量と種類を共に増やすための手段である。同時に天然資源の開発は、資源の持続的供給を保証するため、自然と調和していなければならない。この価値体系の支持者は、生態系保全のための限界は超えないようにしなければならないものの、科学技術は社会の経済的・社会的目的を達成するために不可欠な手段であると考えている。科学分野における複雑な問題に対して、機会やリスクの評価、オプションの査定、技術的決定等を行う場合にはエキスパートや専門家が最も適任であり、社会の様々な部門からの要求が競合するような場合にはその調停や裁定のために政治や法制度が必要となる。

世界の水力発電設備のごく一部は民間企業が所有している。その価値体系は政府による法規制の枠組み内に留まりつつも、利潤と投資収益を指向している²。民間企業はそれぞれ異なる企業文化や価値体系を有することがある。それらは持続可能な開発の必要性を確信している人によって経営される場合が多いが、そうでない場合もある。企業の多くは環境規制に従わなかった場合の自らの会社と利益に対するリスクに気がついている。

生態及び社会志向の価値体系

過去30年の間に支持が増え続けてきたもう一つの価値体系は、自然は極力攪乱されないようにすべきだと主張するものである。人間は自然の一部であり、自然は人間が利用することによる価値を上回る本質的な価値を有している。我々は自然のサイクルを理解、尊重し、自然と調和して生きるべく努めねばならない。生態系は微妙な均衡の上に成り立っており、技術の介入は地球の生命維持プロセスに取り返しのできない損害を引き起こす可能性がある³。

上記とも関連するが、社会的関係と地域社会の相互作用を促進し、また日々の生活に影響する意思決定に地域の小集団の参加を推進しようとする価値体系もある。これは、物質的富の創造は我々の社会における多くの目標の1つに過ぎず、社会的関係と地域社会、人間の技能と能力の訓練、並びに日々の生活に影響する意思決定への参加の強化にも高い優先度が与えられなければならないと考えるものである。この価値体系は、人権全般、特にマイノリティと個人の権利に対する世界的な関心の高まりと関連している。

道徳的行為の基準となるコンセンサスは明らかに存在しない。現代の世界主義的な多民族社会

² この問題についての詳細な議論は2.4.1項「水力プロジェクトの財務能力の傾向」を参照のこと。

³ Cotgrove, Stephen F. 1982. *Catastrophe or Cornucopia: The Environment, Politics and the Future*. Chichester. John Wiley & Sons. p.27-29.

の中で、我々はその対処法を学ばなければならない。

5.1.2 信念の倫理、責任の倫理、対話の倫理

次に、この議論の目的に役立つであろう3種類の倫理について考察する。第1の「信念の倫理⁴」は、例えば何ものにも優先すると考える自らの信念に基づいて意思決定し、人生を組み立てていく好戦的な人の倫理である。この倫理の種類は、倫理の目的論的見方に注目して「究極的目的の倫理」とも呼ばれ、目的達成のために手段に係わらず正しい目的の追求に重点を置くことが道徳的行動だとされている⁵。

第2の「責任の倫理」は、例えば自分の行動の予測し得る結果についての分析を意思決定の基礎にする経営者の倫理である。この種の倫理は、人間の個々の行為には本質的に正しいものと誤ったものがある、と主張する。不適切な手段によっては正しい目的でも正当化されない。例えば不適切な活動によってしか達成できない場合、人は正しくともその目的を見合わせるべきである⁶。

以上2種類の倫理の支持者達はしばしば対立するけれども、各々の倫理グループは社会で重要な役割を果たしている。

信念の倫理は新たな要件を浮かび上がらせ、社会にそれらが広まっていくと、それは社会的事実となる。しかし、その適切さを判断し、その履行を保証することは、責任の倫理に属する⁷。

第3の有用の倫理は、「対話の倫理⁸」と呼ばれる。このアプローチの推進者によれば、倫理は議論すなわち論争的対話を通じてのみ、またその中でのみ可能であり、一定の規則のおかげで思考の発展を可能にする。最終的目標は異なる会派との共通の土俵を見出すことであり、それによって彼らの助けを借りて、或いは少なくとも同意を得て行動することができる。ある対話の妥当性を評価するために以下の3つの基準を用いることができる⁹。

- ・ 対話の内容の真実性
- ・ 所定の規範的文脈中における対話の正確性(妥当性)
- ・ 対話の誠実さ(話し手が述べていることについての聴き手の信頼)

水力開発の関係にあつては、最後の基準は意思決定プロセスにおける社会的信用と認識並びに対立する利害関係者間での潜在的な不調和等の問題に反映するので極めて重要である。

信念、科学的業績、現実と責任についての感覚、及び共通の倫理的立場の模索、これらはすべて受容可能なプロジェクトの特性を確立するために役割を果たさなければならない。プロジェクト立案者が直面する倫理的ジレンマについてさらに詳しく論じる際には、以上3種類の倫理的アプローチを全て利用するものとする。

⁴ Weber, Max. 1959. *Le savant et le politique*. Paris. Plon 10/18 no. 134. 184 p., p. 172.

⁵ Bolan, R. S., "The Structure of Ethical Choice." In M. Wachs, 1985. *Ethics in Planning*, Rutgers, pp. 74-75.

⁶ *Ibid.*, pp. 74-75.

⁷ Beauchamp, André. 1996. *Gérer le risque et vaincre la peur*. Bellarmin. Montréal, 187 p., p. 99 (我々の翻訳)

⁸ Habermas, Jürgen. 1991. *Erläuterungen zur Diskursethik*, Frankfurt; Suhrkamp.

⁹ Healey, P. 1992, "Planning Through Debate: The Communicative Turn in Planning Theory". In *Town Planning Review*, 63.(2).

5.2 経験からの学習

歴史と経験を通じて、人間は活動、進化している自らの社会を見つめる。これによる集合的記憶は、プロジェクトの受容性を評価したり、合意のための条件を明確にするための基準を示唆する教訓と考え方を含んでいる。以下の項では、水力発電に関連する現在支配的な3つの「集合的イメージ」すなわち心象を要約する。

5.2.1 水、貴重な資源

水に関する最初のイメージは、貴重かつ脅威にさらされている資源といったものである。真水は人間、動物及び植物の生命にとって不可欠なものである。地球上の水の分布には偏りがあり、地域によっては希少だが、他の地域ではあり余っている。多くの国は数千年にわたって水不足を経験しているし、その他の国も人口増加と工業化の進行のため将来的に水不足に陥る可能性がある。ほぼ全ての国において、消費者が利用可能な資源を分け合い、現代、将来両方の世代のために資源を維持できるように、水の利用は規制されている。水に関連する法規制は国ごとに異なる。多くの場合、水は社会全体のものと見なされているが、水利権が私有されている場合もある。

目的が灌漑、飲用水供給、舟運条件の改善、治水、もしくは都市開発や工業開発用の発電のいずれであるかに係わらず、ダムは水の利用と分布を変え、生態系や人の活動形態を大きく変化させる。このように考えると、多くの人々がダムの建設に大きな関心を持っているのは驚くに値しない。

5.2.2 ダムによる生活条件の改善

第2の集合的イメージは、富と誇りの源としてのダムである。人類は有史以来、河川の力を利用する方法を模索し続けてきた。最も初期の文明以来、洪水からの住民の保護、水資源の分配と管理といった問題に政府は腐心させられてきた¹⁰。未だ痕跡が残る最古のダムは紀元前3000年までさかのぼる。発電への水資源の利用は、約1世紀前にさかのぼる。多くの人にとって、水力発電用の建造物は大きな誇りの源であり、経済発展の象徴でもある¹¹。これら施設が供給する電力は我々の文明にとって不可欠である。発展途上国の場合、ほとんどの人が教育、よりよい健康、水道、電気を熱望しており、これらの国の指導者は、電力一般、とりわけ水力発電が経済成長と社会開発に果たす重要な役割を認識している。

5.2.3 ダムによる流域の損壊及びコミュニティの離散

ダムに関する第3のイメージは、河川と地域社会の破壊者としてのものである。この場合大型ダムは、森林や沃野の消滅、不利な住民の共同遺産の強力な利権による支配、弱い立場の地域社会

¹⁰ ヨーロッパの最古の石造ダム(現在まだ稼働中)は、たぶんスペインの高さ22mのProserpinaダムと高さ24mのCornalboダムで、西暦2世紀までさかのぼる。(参考文献、Carrère A.J., Noret-Duchêne C. 1998.)

¹¹ Egré, D., Klimpt, J-E., Milewski, J.(1997), *Le développement énergétique durable: des objectifs globaux pour une action régionale*, Communication Congrès Nikan, 13 p., p. 2.

の怒りと幻滅、及び大量の住民立ち退きを意味する¹²。こうした側面をめぐる論議は、次第に学術社会の関心を引きつけ、ダムが流域、文化、国家経済に引き起こし得る害について広範な研究がなされてきた。従って水力開発が、長い間に蓄積された良い記憶と共に負の記憶も呼び起こすのは明らかである。ダムに由来する恩恵と悪影響についての集合的記憶には、しばしば希望のみならず恐れ
の感情も共に納められている。これらの集合的記憶は、部分的にマスコミによって形成・強化され、大衆の心の中に長く持続し、しかも発展するイメージを形作る。

5.3 倫理的ジレンマ

「ジレンマ」とは、矛盾しているかもしくは調停が非常に困難であるにも係わらず、二者択一を迫られる行動である。水力発電プロジェクトに係わるジレンマは、自然保護対人間の基本的ニーズの充足、富の分配、影響を受ける地域社会の権利、並びに規則と文化的相違の多様性、の4種類に大別される。

5.3.1 自然保護と人間の基本的ニーズの充足

1970年代以降、大衆はエネルギー消費と開発の増加に伴う地球規模の環境問題を認識するようになった。持続可能な開発という概念の概説に当たり、環境と開発に関する世界委員会(1998, p.10)¹³は、全体的な貧困は不可避ではなく、窮乏はそれ自体悪であると述べている。持続可能な開発は貧困と不公正の問題に答えを提供し、全ての人の基本的ニーズを満たし、だれもがよりよい生活を希求できるようにしなければならない。

一部の低開発国は、先進国の成長の影響を受け今や生物圏は病んでいるため、消費を減らし天然資源を保護すべきだと要求し、公正、公平、連帯の名において、国際的見解と北側の国々の論説に抵抗している。彼らは、人間の尊厳と富について全ての先進経済国と同一の権利を主張すると共に、1人当たりエネルギー消費量が低～中の低位にある128ヶ国は世界人口の4分の3を擁しているにも関わらず、商業的エネルギー消費量は5分の1に過ぎないと指摘している¹⁴。また彼らは、消費と廃棄物を減らすべき場所は明白に先進工業国であって発展途上国ではない、と提議している。一方、先進国の一部の人々は、1世紀半の工業化の歴史から学んだ教訓により、過去に環境等の面で犯した誤りを回避もしくは少なくとも最小限に止めることができるであろう、と主張している。

電気は、途上国にとって発展のため不可欠なサービスになった。水力発電は電力需要を満たすための種々の選択肢を提供する。水力発電は再生可能エネルギー循環の中に位置しており、しばしば競争可能なコストレベルにあり、適切な影響緩和と改善のための措置を組み合わせることができる。また水力プロジェクトは、河川や陸上の生態系及び河川周辺の住民に影響を及ぼすが、環境上の恩恵がコストを上回る可能性もある。例えば、中国のある地域では薪を電気に置き換えることに

¹² McCully, Patrick, *Silenced Rivers, The ecology and politics of large dams*(1996). Zed Books, London & New Jersey, 350 p., p. 24.

¹³ CMED, in Beauchamp, A. *Introduction à l'éthique de l'environnement*,(1993), Editions Paulines & Mediaspaul, Montréal, Paris, 22 p. p.97.

¹⁴ The World Conservation Union(IUCN), United Nations Environment Program(UNEP), World Wide Fund for Nature(WWF)(October 1991). *Caring for the Earth, A strategy for Sustainable Living*, Gland, Switzerland, p. 45.

より森林面積が増加した¹⁵。

ジレンマ #1

現在及び将来の世代の基本的ニーズを満たすための水力開発と、健全な生態系を維持する必要性との間に、我々はどうのように折り合いを付けることができるだろうか？ 水力発電は生産的な生態系と両立しないのだろうか？

ジレンマ #2

自然生息環境は水力発電プロジェクトにより、貯水池の規模や特性、流量調節による河川流況の変化等に応じて、多かれ少なかれ影響を受ける。しかしながら、他の電源も重大な環境影響を有している。それらは化石燃料の使用によって、大気汚染物質と温室効果ガスを放出し、局地的、地域的及び世界的規模の影響を及ぼす。どちらが好ましいのだろうか？

ジレンマ #3

我々は、現在の発電による環境影響の緩和のために、他の再生可能な発電形態（風力、太陽電池）により高い料金を支払う覚悟があるだろうか？ 資源が限られた世界において、誰が追加コストを負担し、他のどんな優先事項を犠牲にするのだろうか？

ジレンマ #4

先進国は、水力発電が供給する豊富で安価な電気¹⁶から過去大きな恩恵を受け、今なお受け続けているにも関わらず、その環境上・社会上の影響を理由にして、水力開発を厳しく規制することにより、低開発国における経済発展の選択肢を制限することは公平であろうか？

5.3.2 富の分配

この範疇の幾つかのジレンマはどのようなエネルギー源においても生じる。なぜなら、エネルギー源はすべて収益を生み出し、それは様々な利害関係者に様々な比率で分配されるからである。水力発電は収益と富を生み出すが、発電所設置地域の住民は環境的・社会的なコストを負担するのに対して、電気の消費者はエネルギーから恩恵を得るので、その分配が問題になる。

発電に使用された色々な資源により産出された富の配分の問題を、各エネルギー源に付随する主な外部への影響を考慮して、時間的、空間的に描写してみれば興味深いだろう。このような検討

¹⁵ Tong Jiandong, 1997. *Small Hydro Power: China's Practice*. International Network on Small Hydro Power, Hangzhou, PRC. p. 13-14 and p. 48-49. 農山村地区の電化前、福建省Dehua郡の総エネルギー消費量の66.5%を薪が占め、石炭、電気がそれぞれ10.4%と7.7%を占めていたが、5年間の電化の努力の後、電気の割合が68.5%に増え、石炭と薪はそれぞれ1.8%と12.5%に減少した。電化の努力は森林被覆率を50%から70%に増やしもした。農山村電化第8回5カ年計画に参加する208郡の森林被覆率は、29.7%から33.8%に増加した。

¹⁶ 例えば、カナダは、他の既存の発電形式と比べて低コストで、今後数十年間同国の電気の3分の2を生産する65,000MWの水力発電能力を設置した（出典：ICOLD, IHA, 1997）。

により、我々は発電一般に関連する倫理的問題をより深く理解したり、特に水力発電に関連する問題を明確にすることができるだろう。

ジレンマ #5

水資源は誰が「所有」するのか？ それは域内に水力プロジェクトが建設される地域社会か、個人又は民間会社か、その流域に住む住民か、地方自治体又は国家か、もしくはこれらの様々な組み合わせか？ 国際河川の場合はどうか？ 地域資源(河川の包蔵水力)を国、産業もしくは都市住人等のより多くの顧客の便益のために利用することの正当性とは何か？

ジレンマ #6

水力発電からの収益はどのように分配されるべきか？ 種々の利害関係者(開発事業者、政府、地域社会、影響を受ける個人やその他の者)のそれぞれの権利はどんなものか、またこれらの権利は収益配分や土地の権利など他の仕組みにどのように反映されるべきか？

5.3.3 影響を受ける住民の権利

多くの「流れ込み式」水力プロジェクトは小規模の土地の水没しか生じない。他の水力プロジェクトは山間高地や砂漠などの過疎地や無人地域に立地される。しかしながら、幾つかの貯水池は地域社会の移住や生計手段の消失、並びに森林や農地を含む土地の水没を生じさせた。移住計画はしばしば不満足なものであった。影響を受けた住民グループ等は公平な補償や適切な移住先を得る権利を何年もかけて主張してきた。

水没の原因となった水力発電プロジェクトは、一方ではしばしば大きな収益をもたらし、電力又は灌漑用水を生み出して、重要な社会的目標の達成を助けた。しかしながら不適切な移住計画のために悪影響を被るグループは、こうした便益や収益を見てしばしば強い不公平感を抱く。

多くの種類のプロジェクトは該当地域の住民の大規模な移住を必要とする¹⁷。この種のプロジェクトとしては工業団地、郊外拡張、都市再開発計画、高速道路、空港、港湾建設プロジェクト、国立公園、水資源計画等がある。

こうしたプロジェクトにより影響を受けた個人や集団の権利が、以前に比べてはるかに高い優先度を獲得したという点で、ここ30年間に価値体系の変化があった。先住民が影響を受けた場合、彼らの広大な土地の法的権利と所有権がしばしば議論的になる。しかし、世論は徐々に公平で寛大な解決を支持する傾向にある。先住民社会はしばしば土地と神聖な結びつきを持っている。こうした結びつきの破壊は文化の変容と社会的崩壊を招きかねない。文化全体とその伝統が脅かされる

¹⁷ The World Bank. Environment Department. April 8, 1994. *Resettlement and Development: The Bankwide Review of Projects Involving Involuntary Resettlement*.

可能性があるが、取り返しのつかないものとそうでないものを判別するのは必ずしも容易でない¹⁸。

今日では、移住についての地域社会の合意と、移住させられる住民の生活水準を改善するための戦略が必須条件とされている。家、土地又は生計の手段を失った人すべてが補償されるのが正当である¹⁹。しかし実際には移住政策を首尾よく実施するのは困難なことである。この種の大規模プロジェクトは官僚的な非効率性と時には腐敗を伴うことがある。影響を受ける住民は、単に補償の約束だけでなく、約束がタイムリーに効率的な方法で完全に実行されることを求める権利がある。自らの財産が水没しない地域にあるという意味で直接影響は受けないが、流況の変化により影響を受ける住民グループも多数いる。この種の変化は状況に応じて恩恵にも悪影響にもなり得る。例えば洪水の防護により恩恵を受ける住民は通常この恩恵に対して費用を負担しなくていい。しかし、例えば水域関連の病気のリスクが高まるなどの悪影響を受ける住民は、時には補償を受ける権利を得ないまま、大きな生活の変化に適応しなければならない。

他の電源も人に対して影響を及ぼす。燃料の採取と輸送は採鉱、輸送及び海運に伴うすべての影響とリスク、すなわち住民の立ち退き、燃料漏れ、産業病、爆発や崩壊のリスク等を伴う。

ジレンマ #7

あるプロジェクト案件の便益と比較して、住民の立ち退きという負の影響にどの程度の重みを与えるべきか？ 地域社会の人数を考慮するとき、地域社会の権利はどの程度までおよぶのか？ また状況が改善される個人の数を考慮するとき、地域社会の権利はプロジェクトの便益にどの程度考慮されるべきか？

ジレンマ #8

一部のプロジェクト(特に立ち退きを伴うプロジェクト)の場合、影響を受ける住民の文化的、歴史的、考古学的、芸術的及び感情的損失を避けるのは不可能である。非常に重要な意味を持つが一般に定量化できない損失をどうすれば補償できるのか？ 移住した住民に対する悪影響の程度を、特に彼らの文化やさらには生存能力さえ脅かされるとき、どうすれば判定できるのか？

ジレンマ #9

たとえ水力発電より大きな地球規模の環境影響を生じるとしても、我々は地域社会への影響を最小にし得る選択肢、例えば天然ガス等の電源を選ぶべきだろうか？

¹⁸ 物議を醸したアマゾン盆地のバルビナ貯水池の影響を受けた原住民であるWaimiri-Atroariのように、ダム提唱者と協同で開始され成功裏に終わった社会開発プログラムの後、原住民は繁栄を続けている例もあるが、同じ民族の他の村落は付近の破壊的採鉱活動の被害を被っている(出典: Documentação Indigenista e Ambiental, 1998)。

¹⁹ San Francisco Declaration, in McCully Patrick, *op.cit.*, p. 313.

5.3.4 規則及び文化的相違の多様性

環境基準と社会的基準及び開発事業者が期待するものは国によって異なる。ある人々が極めて重要と感じるものが、あらゆる国で規制や法体系によって同程度に保証もしくは奨励されるとは限らない。規則と文化の相違の多様性に起因する倫理的ジレンマは水力発電だけに限らない。この種のジレンマは基本的なものであって、水力発電プロジェクトにも当てはまるということである。

多くの国際水力プロジェクトは、1ないし複数の先進国もしくは世銀等の開発銀行からの輸出信用又は対外援助等の公的資金によって資金供給を受ける。世界銀行は一連の環境及び社会的ガイドラインを策定済みであるし、多くの先進国は、受け入れ国によっては必要とされない場合でも、国際プロジェクトに自国の環境的・社会的規則を課している。さらに、一部の非政府組織は法的効力を持つ国際的な水資源管理規則の採択を求めている。これらNGOが掲げる目標は環境保護を保証し、水資源や土地利用の管理当局に対し意思決定プロセスを民主化、分権化させると共に、影響を受ける地域社会に情報を公開し、彼らをプロセスに参加させるよう各国に強制するような法律的枠組みを創設することである²⁰。

それぞれの国家は異なる文化、異なる価値体系、異なる政治体制、及び異なる優先事項を持っている。発展途上国ははるかに選択肢が少なく、過去に先進国でも行われたように、例えば食料生産の農地として、もしくは生存のためにさえ、森林の伐採を強いられることがある。多くの国では、貧困と人口増加の圧力を受けて、経済成長と社会開発が環境保護よりはるかに優先される可能性がある。

大規模プロジェクトに関する意思決定プロセスは各国の政治体制、政治制度及び伝統の影響を強く受ける。先進国でこの30年間に一般的になった広範な公聴制度は他の多くの国では余り普及しておらず、水力プロジェクトの影響を受ける地域社会は一般に高レベルの意思決定に参加していない。水力プロジェクトの責任者は環境問題や社会問題の解釈の多様性、すなわちプロジェクトの投資国、受け入れ国、現地及び国際的NGOそれぞれで受け入れられている解釈の多様性に直面して、しばしば困難な立場に陥る。

ジレンマ #10

環境問題について、国際基準は現地国の法律や伝統より優先されるべきか？ 国際規則、ガイドラインもしくは管理規定はどの程度まで実際に適用可能か？ また、だれによって行われるべきか？

ジレンマ #11

影響を受ける住民の権利を考えると、国際基準は現地国の法律や伝統より優先されるべきか？ 良好な施政、情報公開、民衆の参加、法の援護に関する国際実施規定はどの程度まで実際に適用可能か？ また、だれによって行われるべきか？

5.4 倫理的原則

水力発電プロジェクトの計画案の倫理的な影響分析は、その特有の背景、すなわちプロジェクトの用途、それが生み出す富、この富とダムに貯蔵される水の分配、並びに地域住民と環境に対する影響に基づいて行われる必要がある。

この節では、上記のジレンマに直面したとき、意思決定者が行動規則を探索する上で役立つ5つの倫理的原則を簡潔に考察する。概して、国際法と比較法では、関係著者らは以下に示す5つの原則を分析の基礎として認めている(第6章参照)。5つの原則とは、委任とスチュワードシップ、参加型意思決定、慎重さと制御、公平と正義、及び最適性である。

5.4.1 委任とスチュワードシップ(責任ある管理)

スチュワードシップは2つの意味を含む。すなわち自然に対する人間の責任と、天然資源を管理する上での慎重さ又は注意深さの必要性である。主要な陸上生態系を破壊したり変化を誘発したりする人間の力の途方もない増加に気づいた瞬間から、新たに浮かび上がってきた倫理的義務すなわち地球の生命維持システムに対する人間の責任を、我々は当然のことと思うようになった。

スチュワードシップは、次世代のニーズの充足を損なうことなしに、現世代がそのニーズを満たすことができるように、生物圏の脆弱性を認識して我々の遺産を管理する上で配慮することを前提とする。"品位の損なわれた遺産は相続人の品位をも損なう"("Un héritage dégradé dégradera en même les héritiers"²¹)。人間の存続は自然の存続から切り離すことができない。スチュワードシップは、産業革命の特徴であった世界全体に対する人間の支配権の名のもとで行われた傲岸で不遜な自然支配とは対照的に、資源の賢明で慎重な責任ある管理を意味する。

優れたスチュワードは、依頼人達の信頼を得、能力を認められているので、一定のルールに従って一定の期間のみ、依頼人の名においてその利益のために意志決定する権限を与えられている。スチュワードシップには共通の財産を管理するための措置の健全さを、すべての依頼人が定期的に検証することを保証する、牽制制度(check and balance system)が必要である。

5.4.2 参加型意思決定

過去30年間に、市民は選挙で選ばれた公職者や官僚に与えられた権力と権威に徐々に異議を申し立てるようになった。地域社会と環境に影響を与える重要な意思決定の場合、ガラス張りで、直接影響を受ける人たちだけでなく、広範な利害団体にも情報を与えて相談するような意思決定プロセスを、彼らは望んでいる。個人と小集団の権利が力を得ており、多数派と政府の権利は以前ほど強くはない。

水力プロジェクトの開発事業者はこの新しい政治的現実に対処しなければならないが、これは必ずしも彼らの仕事を楽にするものではない。参加型意思決定は、さもないと見逃されていたような重要な要素に十分な考慮が加えられるという点で、よい結果を生む可能性がある。もしガラス張りの

²⁰ San Francisco Declaration, Manibeli Declaration, in McCully Patrick, 前掲書, p. 319.

²¹ 「劣化した遺産は直系相続者も劣化させる」(著者らの翻訳), Jonas, Hans(1990), Le principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique. Paris, Cerf, 336 p., p. 302.

参加型プロセスに基づいて最終的な意思決定がなされるなら、それは従来にもまして重みを持ち、道徳的権威と合法性を備えることになる。しかし、もし各利害関係者の代表が適正に選ばれなければ、これは悪影響を及ぼすこともある。我々の価値体系は進化し、被統治者は統治者によってなされる意思決定により完全に参加することを望んでいる。

5.4.3 慎重さと制御

慎重さと制御は、上記の責任の概念と関連づけられる。これは不確定な状況における注意深さと先見性の問題である。すなわち、「重大な影響が考えられる場合は行動するな、重大な環境劣化を防ぐためには行動せよ²²」ということである。

技術を適用するとき(とりわけ、水力発電プロジェクトのために)期待される便益にしても、悪影響、特に長期的影響の見通しについても、完全に確実と言えるものはない。意思決定者は完全な情報を持っているわけではなく、計算されたリスクを負わなければならない。影響の科学的分析は、経験と事実に関する知識に基づいて、意思決定者がこうしたリスクを最小化するのに役立つ。しかし、予期せざる悪影響のため後に是正措置を必要とすることがある。慎重さとは環境影響、住民の安全性、病気の蔓延、及び移住させられた地域社会に対する影響などの重要な問題に関して綿密なリスク評価が必要だということである。各々の場合において、悪影響の程度が容認できると見なせるか否か、注意深い判断がなされなければならない。

慎重であるために、管理者は経験から学んだり、自らの工事の影響を監視し、制御するために必要な道具を持たなければならない。このようにして、彼は予期せざる影響にタイムリーに反応できる態勢をとることが出来る。

5.4.4 公平と正義

物議を醸すような水力プロジェクトは全体のごく一部に過ぎないが、これらのプロジェクトは社会に強い感情を抱かせ、持続させる。この理由の一つには、それらが都市住民、電力供給を受ける主要産業、及び特定のエリートにもたらす恩恵と、社会の最も恵まれない人々に及ぼす損害との間の不均衡が認識されることに起因する。一部の国では、政府は反対者を無情に取り扱い、これが国際的義憤を強めることがある。しばしば問題は、物理的な水力発電プロジェクト自体ではなくて、それが存在する地域の政治社会的構造にある。以前から存在していた政治的社会的緊張が都市拡張、道路建設、水力開発等の大きな専有面積を必要とする大規模プロジェクトにより表面化するのである。

民主主義では、人間社会は個人や小集団の権利を侵害せずに最大多数の利益において相互の利益を図ることを目的とする共同事業体である、という合意がある。だが、この原則を実行に移すのは難しい。法律と規則で規定された社会的契約は正義を行う上での最初の道具である。環境を保護し、影響を受ける住民の権利を尊重し保証するために必要な法的枠組みが、これに確実に含まれるようにすることが決定的に重要なのはこのためである。

²² O'Riordan, Timothy and Cameron, James(1994) *Interpreting the Precautionary Principle*. Earthscans Publications Ltd. London, p.18.(315 p).

規則だけでは正義を保証できないことがあり、行動指針で補完されなければならないことを経験は示している。持続可能な開発は、人間が人間の尊厳とすべての人間が自己の能力を伸ばす権利を尊重して行動することを必要とする。我々の意見では、これは、天然資源を変化させるプロジェクトの恩恵と欠点は、世代内及び世代間での公平な分配を基礎にして分析されなければならないことを意味する。プロジェクトから恩恵を得る人たちはコストとリスクも負担しなければならない。公平性とは、影響を受けるが直接恩恵を受けない人々が十分に補償されるべきであることも意味する。

影響を確認してその程度を判定することは公正な補償や利益分配のために極めて重要である。しかし現実には、個人や会社の価値観に従って解釈され、それらが効果を示しがちである。言い換えれば、参加型意思決定プロセスは、何が公平かを決めるために必要である。最も公平な解決策は、すべての人に適切に組み立てられたプロセスの中で意見を述べる機会を与えるような議論を通じて得られる。

5.4.5 最適性

プロジェクトの受容性は複数の選択肢から選ばれた案の好ましさにによって決まる。最適性とは技術的、経済的、社会的及び環境的因子をはじめとする重要と見なされるすべての因子を考慮して、最良の選択肢を選ぶことである。

発電プロジェクトのための技術や代替案を選ぶ場合、関係諸団体のできるかぎり現実的な利益を表すような基準を用い、実行可能な代替案を比較すれば、各代替案の長所と短所及び諸案間の優劣が明らかになるだろう。最適な解決策を求めるときで賛否両論の均衡を取る難しい作業は報いの多い経験であり、責任者が後に平和的雰囲気の中でプロジェクトを遂行するために必要となる信頼関係をはぐくむのに役立つ。これは状況のあらゆる側面の理解を深め、後に続くプロジェクトの遂行の助けになる。種々の利害関係者の要求は、しばしば競合的であり、時には矛盾する。しかし、すべての利害関係者が相互に各々の要求を理解し、妥協の必要性を認識すれば、彼らはその状況下における最適の選択肢の選定に合意できるであろう。

結果の受容性を評価する際に最初に注目されるべきことはプロジェクトの目標とその正当化である。これらは考えられる影響を追求している目標と対比して評価できるように（また、相対的な失敗と成功を判定し必要に応じて調整できるように）明確に表現されなければならない。

「最適な選択肢」の選定とは妥当な代替案の分析と比較を行うことも意味する。しかしながら経験によれば、これはしばしば幾つかの理由から難しい。すなわち、すべての利害関係者の理解を得るためにはプロジェクトの技術的又は経済的な複雑さを単純化しなければならないが、これはいつでも容易なこととは限らない。だれが集団や利害関係者の正当な代表者なのか、ひいては参加する資格があるのかという問題は必ずしも簡単ではない。推進者をはじめとする一部の参加者は、事前に選択した一つの案を推進するために種々様々な戦略を持っている可能性がある。ある集団は、社会全体の犠牲によって自らの利益を図るかも知れず、討論の席には社会全体の代弁者はいないかも知れない。ガラス張りの参加型プロセスは、その公平さを確保し確実に満足すべき成果を達成できるように慎重に構成される必要がある。プロジェクトの社会的側面の最適性は、どんな方法であってもすべての利害関係者の利益についての十分な議論を必要とする。

5.5 結論

倫理的原則についての議論は、しばしば実際的な意味のない理論的なものと見なされる。しかし、我々が直面する地球規模の環境的、社会的問題は、人間社会の相互依存性と連帯の必要性について先鋭な自覚を促している。人間活動の公認原則である持続可能な開発は人権の保護、経済開発の権利、及び環境保護に同等の考慮が払われるべきことを要求している。

ダムの便益とコストは共に関係者にとって価値を持つが、しばしばこれらの価値は評価や定量化が困難であったり不可能であったりする。便益の1つとして、幾つかのダムはダムの建設以前は洪水のために失われた数千人の命を救ったことだが、どうやってこれらの命の価値を評価することができるだろうか？ また、コストの1部として、数千人もの住民を水没地域から移住させたことの費用だが、こうした複雑なコストをどうやって評価したらよいのか？ 実際問題として、前述の価値体系は容易に評価もしくは比較できない多くの価値から構成される。しかし日常生活で、我々はしばしば競合する価値を比較する必要に迫られ、こうした判断を我々の価値体系の一部である優先順位に基づいて行う。影響を受ける住民は様々な価値体系を持っており、これらの価値は時につれて発展するので、水力発電プロジェクトの場合、倫理的分析はさらに難しい。

本章において、水力発電プロジェクトが国際的レベルと国内レベルの両方で提起する倫理的ジレンマの解決策の探索に資する倫理的アプローチの提案を試みた。ここで取りあげた全部で11のジレンマの考察により、上記の諸倫理原則に導かれた正当で公平な意思決定プロセスが、水力発電に関する相反する意見を解決するための正しいアプローチであることを示すだろう。11のジレンマに含まれない他の問題も、依然として生じるだろうが、これらの原則に照らして考察すれば、その解決に向けての手懸かりがつかめるであろう。

次の「法律と規制の枠組み」に関する章は、ここに記載された倫理的原則を環境影響評価(EIA)プロセスのために策定された法的メカニズムに結びつける。最後の「総括と勧告」の章は、先に挙げたジレンマの幾つかを解決するための具体的指針を提案する。

参考文献

- Beauchamp, A. 1993. Introduction à l'éthique de l'environnement. Editions Paulines & Mediaspaul, Montréal, Paris, 22 p.
- Beauchamp, A. 1996. Gérer le risque et vaincre la peur. Bellarmin, Montréal, 187 p.
- Carrère, A.J., Noret-Duchêne, C. 1998. Assessment of the seismic vulnerability of European masonry gravity dams. In The International Journal on Hydropower and Dams. Vol.5, issue 2, 1 p. 47
- Cotgrove, S. 1982. Catastrophe or Cornucopia: The Environment, Politics and the Future. Chichester, John Wiley & Sons.
- Egré, D., Klimpt, J.-E., Milewski, J. 1997. *Le développement énergétique durable : des objectifs globaux pour une action régionale*. Communication Congrès Nikan, 13 p.
- Goodland, R. 1994. *Ethical Priorities in Environmentally Sustainable Energy Systems: The Case of Tropical Hydropower*. World Bank, Environment Working Paper No. 67, 26 pages.
- Habermas, J. 1992. *De l'éthique de la discussion*. French translation, M. Huanyadi, Paris, Cerf (Erläuterungen zur Diskursethik, Frankfurt; Suhrkamp, 1991).
- International Commission on Large Dams (ICOLD). 1997. *Position Paper on Dams and Environment*.
- Jonas, H. 1990. *Le principe de responsabilité. Une éthique pour la civilisation technique*. Paris, Cerf, 336 p.
- McCully, P. 1996. *Silenced Rivers. The Ecology and Politics of Large Dams*. Zed Books, London & New Jersey, 350 p.
- O'Riordan, T. and Cameron, J. 1994. *Interpreting the Precautionary Principle*. Earthscans Publications Ltd., London , 315 p.
- Racine, Legault, Bégin. 1991. *Éthique et ingénierie*. McGraw-Hill, Montréal, 285 p.
- The World Conservation Union (IUCN), United Nations Environment Program (UNEP) and World Wide Fund for Nature (WWF). October 1991. *Caring for the Earth, A strategy for Sustainable Living*. Gland, Switzerland,
- Weber, M. 1959. *Le savant et le politique*. Paris, Plon.

第6章 法律と規制の枠組み

6.1 前書き

前章までに「水力発電計画の分類」(第1章)、「水力開発の傾向」(第2章)、「電源別の比較環境分析」(第3章)、「最も効果的な環境緩和策についての考察」(第4章)、並びに「倫理的考慮事項」(第5章)について記載した。本第6章では水力発電プロジェクトの環境に関する許認可手続きについて述べるものとする。先ず各国で水力発電プロジェクトに適用されている法的メカニズムや法制度を記述し、それらのメカニズムと制度に伴う問題点を明らかにする。また最優良事例(best practice)を簡単に説明し、従来の慣行と法体系を改善するための2、3の結論を導き出すものとする。

サブタスク4の作業部会では、各国における水力開発に関する法規制の周辺事情について理解を深めるために詳細なアンケートを作成し、それをAnnex III 報告書参加国(主にOECD加盟国)に送付、参加国は自主的にアンケートに記入の上作業部会に返送した。その後のワークショップで、文献の再検討およびAnnex III 作業部会メンバーとの協議を通じて、更に情報と実例が追加された。

先に第5章で述べたように、倫理的ジレンマが水力開発に関わる問題の骨格を形成する。従って、水力発電プロジェクトの環境許可手続きの評価に際しては、倫理的考察を考慮すべきである。法律的観点から、最終的目標は水力開発の骨組みを構成する下記の3つの原則を調和させることである。

- ・ 人権の推進
- ・ 環境の保護
- ・ 経済的發展に対するすべての人の権利の保証

持続可能な開発を視野に入れながら全体論的アプローチを追求することにより、以上の原則を調和させることが可能である。文献調査の結果が示すように、この方法は地元住民、環境保護団体、およびプロジェクト推進者の様々な関心の均衡をはかることにより、環境に関する許認可手続きにおける各当事者の対立する意見を調停する上で有効であることが分かった。

本第6章では、次のミレニアムにおいて水力発電プロジェクトが置かれる環境下での環境に関する許認可手続きを概説し考察する。将来はますます、意思決定プロセスは利害関係者の考え方を調停するだけでは足りず、利害関係者と社会全体にとって効率的¹かつ効果的²でなければならない。効率的プロセスとは意思決定のために必要な資源(時間、資金、専門知識)を最小にするプロセスである。効果的な環境プロセスとはプロジェクトの環境的・社会的影響を正確かつ厳密に評価するプロセスである。

本章は以下の4つの節から構成される。

¹ 関係する時間と労力の評価に基づく。ここに労力は環境影響プロセスのコストに関連している。

² 計画された活動に関連するすべての影響が適切に識別され、評価され、意思決定に際して十分考慮されたか否か等、環境影響評価が意図する結果を生み出したかどうかの評価に基づく。

- ・ 前書きの第6.1節は本章と前章までの関連を述べると共に、本章各節の内容を要約している。
- ・ 第6.2節は、既存の法的メカニズムについての我々の分析方法と目的を述べる。我々は比較法の理論的概念に余り深入りせず、素早く要点を把握したいと思う。簡潔にするため、付録書 付録-H～Jに、第6.2節の最初の2小節の詳細を記載した。最初の小節は環境影響評価プロセスを評価した文献のレビューである。第2の小節では、国際環境法と持続可能な開発の原則を論じる。第3の小節では最初の2小節の内容を総括し、我々が行った選択を説明する。これは、「分析の共通の基盤としての5つの一般的倫理原則」と呼ばれる。
- ・ 第6.3節は倫理的考察に関する第5章を反映しつつ、「法的メカニズムの分析、所見および評価」と題している。
- ・ 最後に第6.4節では、我々の分析結果を要約し現在の慣行と法体系を改善するための勧告を行う。

6.2 方法と目的

環境影響評価 (Environmental Impact Assessments ; EIA) を審査するための方法として世界的に2つの方法が共存している。最初の方法は、比較法的なアプローチでハードロー (hard law) ・アプローチと呼ばれる。これは、様々な国で使用されるEIA制度と法的メカニズムの比較を基礎としている。第2の方法はソフトロー (soft law) ・アプローチである。これは国際環境法の分野で、国際協定、条約、宣言等を研究し、環境法とEIAプロセスの共通の発展傾向を明らかにするために使用される。

6.2.1 環境影響評価プロセスを評価した文献のレビュー

多くの組織や著者らが法的メカニズムとEIAプロセスを評価している。我々は分析を行うための最善の方法を決定するために、彼らの研究を再検討した。付録書 付録-Hに我々のレビューと結論が要約されている。

6.2.2 国際環境法と持続可能な開発の原則

第6.2.1節と同様に我々の目標と期待を達成する上で最適な方法を決定するため、国際レベルの組織や著者らによる研究を再検討した。付録書 付録-Iに我々のレビューと結論が要約されている。

6.2.3 共通の分析基盤としての5つの倫理的原則

EIAプロセスの評価は複雑な作業で、効率性と有効性の概念を超越して行う必要がある。事実倫理的原則を念頭においていない分析は、不完全なものとなるであろう。従って我々の分析は法的メカニズムが倫理的原則に基づいているか、また倫理的規範を尊重しているかについて検討している。我々の評価に使用した基準は、先に概説した5つの倫理的原則である。すなわち、

- ・ 最適性

- ・ スチュワードシップ
- ・ 公平と正義
- ・ 参加型意思決定
- ・ 慎重さと制御

更に我々は、ワーキンググループ、セミナー、ケーススタディ、およびIEAのAnnex III「水力発電と環境」のメンバーの経験から収集された情報を考慮した。

その解釈については未だ大きな相違があるものの、基本的倫理原則に関する国際的合意は徐々にできつつある。このような原則の多くが、多数の国によって調印され批准された条約に含まれている。またこれらは慣習国際法にも取り入れられている。付録書 付録-Jに国際法にこうした倫理的原則が取り入れられた例を記載している。

我々のアプローチ(EIAプロセスの評価に倫理的考慮を取り入れること)を正当化する根拠は、法律の基本的思想にも見られる。この場合実証法(法律は法律である)と自然法(法律は倫理と区別されるべきではなく、法律は正義を達成するための手段である)の間に基本的な違いがある。以上2つの概念は相互に排他的ではなく、むしろ補完的である。これは、環境法の分野ではいつそうよく当てはまる³。

実証法的アプローチは施行されている法的メカニズムを説明、分析するのに対し、自然法は伝統的に法的メカニズムに倫理的原則を組み入れる。このような相違は、国内法(法的メカニズムを定義して施行するので、実証法に近い)と国際法(国際宣言と条約に倫理的原則を記載しているので、自然法に近い)との間にも明らかに存在する。文献の著者らの間では、環境部門の課題は国家の実証法にもっと倫理的原則を取り入れること、並びにEIAの法的メカニズムが第5章で概説した5つの倫理的原則に準拠しているかどうかを評価することである、という点で意見が次第に一致しつつある⁴。

更に水力発電プロジェクトは、前述のようにしばしば倫理的ジレンマを内包している(第5章参照)。実際に、相矛盾する行動や、調停が非常に難しい行動がある。発電事業は難しい意思決定を内蔵しているものの経済開発プロジェクトと住民の福利を支えるために不可欠であるが、前述のように4種類の主な倫理的ジレンマが際だっている。すなわちそれは、自然保護と人間の基本的ニーズの充足の対立、富の分配、影響を受ける地域社会の権利、および規則の多様性と文化の相違である。比較法の見方においては、これらのジレンマは、人権保護、経済開発の権利、および健全な環境への権利、を基礎にして分析される。

³ Michael R. Andersonは国の権利と国際的な権利との間の相互依存性に関するこの意見に同意している。彼は過去に採択された膨大な数の国際規則が、特に環境保護に関する「世界標準のネットワーク」を国内制度が無視することを防いでいると述べている。(Alan E. BOYLE and Michael R. ANDERSON, (1996) *Human Rights Approaches to Environmental Protection*, Oxford University Press, p. 18参照)

⁴ Jean-Marc Lavieilleは、国家は新しい法律を可決する際に国内法と国際法の間のある不整合を回避しようとするので、国際環境法は国内法に影響を与え鼓舞することができると信じている。Jean-Marc LAVIEILLE, (1998) *Droit international de l'environnement*, collection Le droit en questions, Paris, Éditions marketing S.A., p. 12.

6.3 法的メカニズムの分析、所見および評価

本節では、上記5つの倫理的原則に照らしてメカニズムの効率性と有効性について述べる。政策の背景、計画立案、プロジェクト実施、運転、改良、再許認可、廃止、等のプロジェクト段階は、国際レベルの水力開発で一般に受け入れられている段階である。これらの時期や段階については、付録書 付録-Kでより詳細に説明する。

次表に記載した法的メカニズムは、サブタスク4作業部会のアンケートによって収集された情報から抽出された。また本報告書の作成に協力した他の寄稿者からも情報を入手した。このリストは決して包括的なものではなく、また法的メカニズムは分析を容易にするためと他の章との調和を考えてプロジェクトの経時的段階に従って記述している。

所見

戦略的環境影響評価 (Strategic Environmental Assessment ; SEA) システムの1つの目標は、「戦略的レベルの方が問題をより有効に処理でき、かつ時間と費用を節約できる場合、プロジェクトレベルでの問題や影響の無用な再評価を未然に防ぐこと」⁵である。この観点から、上記の様々な環境影響評価手法 (戦略的、部門別、部門横断的、地域的) は、プロジェクトにとって最も望ましくない選択肢を、余り多くの時間と資金が投資されない初期段階に⁶、除外することができる⁷。

6.3.1 政策レベル

SEAにより、公共機関は開発された河川流域に関して以下のような基準を考慮することができる。すなわち、認知され保護された自然と人間の交流場所、質の高い生物生息環境、氾濫原、外来種の導入、絶滅危惧種と絶滅寸前種およびそれらの生息環境、固有種と移住種およびそれらの生息環境、商業用又は自給用の種、移転住民、有効貯水池寿命、並びに下流の流量変化等の基準を考慮することが可能となる⁸。比較的一般的な問題を扱うこのような基準は、プロセスの初期段階で選択肢をふるいにかけるために役立つ (第7章「総括と勧告」参照)。

公共政策にSEAを適用すると、特にそれがプロセスの初期に様々な利害関係者 (事業推進者、市民、行政) の最も基本的な利益を調停する場合、EIAプロセスや許認可プロセスが改善される可能性がある。またそれは、エネルギーの選択が確実に社会全体の利益のためになるようにし、環境

⁵ Riki THERIVEL, Elizabeth WILSON, Stewart THOMPSON, Donna HEALEY and David PRITCHARD (1992), *Strategic Environmental Assessment*, Earthscan Publications Ltd., London., p. 35

⁶ ネパールの場合、このプロセスにより、国内で社会的、経済的、環境的に最も望ましいとして選ばれた77の候補から7箇所の現場とプロジェクトのリストが、外国投資家に与えられた。

⁷ SEAの3大利点が、オランダ住宅・空間計画・環境省 (Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment of the Netherlands) によって指摘されている。第1に、SEAはプロジェクトレベルのEIAを強化する。第2に、これは累積的な大規模な影響を扱う。最後に、これは意思決定に持続可能性の考慮を取り入れる。(ST 4参照。)

ハンガリーの場合、「過去数年間に、抗議運動のためドナウ川の水力発電プロジェクトの建設が中断され、低・中レベル核廃棄物貯蔵施設の創設が妨げられ、高圧送電線の路線が変更された。将来の発電所の形式と位置に関する意思決定は、すべての選択肢がグリーン運動もしくは地方議員によって強く反対されるため、特に困難になった。ハンガリーのどの政党もまだこれらの問題についての確かな政策を確立していないので、政治的決定は延期されなければならなかった」。G. VAJDA, "Environmental Impact of Electricity in Hungary" in International Atomic Energy Agency, *Electricity and the Environment, Proceedings of the Senior Expert Symposium*, Helsinki, May 13 to 17, 1991.

⁸ この観点で、個別プロジェクトのEIAは局地的影響をより詳細に取り扱うことができるのに対し、SEAはより一般的な問題と取り組む。従って、SEAはEIAプロセスの主要な制約を回避することにより、EIAプロセスの焦点のあて方、効率化に役立つ。サブタスク4報告書参照。

表 -22:政策レベルの法的手段

法的手段	事例	法的手段の具体的目的	対応する倫理的原則
戦略的環境影響評価 —政策の方向と目標 を決定するためのパブリック・コンサルテーション	・エネルギー政策（ネパール）⁹ ・住宅・空間計画・環境省（オランダ） ・エネルギー診断表（Consultation Table on Energy）に基づくエネルギー政策（カナダケベック州）	政策方針の決定への住民参加を保証する。	参加型意思決定
部門別環境影響評価	・マスタープランの作成と河川保護計画（ノルウェー）	優先されるべきエネルギー生産方式等の方針を決める。	最適性
広範な合意に基づき 方向を決定する部門 横断的環境影響評価		EIAは関連グループが原則的に合意する方向を決定し、サイト別の環境影響評価が行われる際に、EIAで行われた選択と方向付けが見直されたりしないように保証すべきである。 選択肢を検討し、水力発電のように持続可能な開発を重視するエネルギー源を優先する。 他の計画（流域管理、水管理計画、農業計画等）と調整する。	最適性 スチュワードシップ
地域的環境影響評価		プロジェクト毎のEIAで行われた作業の多くを省略できる地域的枠組みを提供する。	最適性

や住民の権利といった開発に伴うすべての懸案事項を考慮する上で役立つであろう。

他の著者らによって勧告されたように、国民はSEAプロセスに参加すべきである。たとえSEAが国民からの情報提供なしに行えるとしても、公共政策の環境影響に関する議論に国民を引き込むことは有用と思われる。

意思決定プロセスに合法性と公平性を与えるため、住民参加はSEAの不可欠な要素である。住民参加は、エネルギー生産について行政に説明責任を果たした政策選択を可能にすると共に、行われる選択について市民が情報を得たり影響を与える機会を保証する。しかして、水力発電プロジェクトの推進者は（例えば政策レベルで受け入れられた流域での）水力開発は原則的に可能であるとの理解とある種の保証を持つべきである。

民主主義では、選挙によって選ばれた政府がすべての公共政策問題の調停や、エネルギー開発によって提起されるような基本的な倫理的ジレンマとの取り組みを委ねられる。従って、公共機関はエネルギー政策を策定し、理想的には自らの政策立案にある種のSEAプロセスを組み込むべきである。こうしたプロセスにより、あるプロジェクトの詳細な影響が評価されるときに、エネルギー政策自

⁹ SEA Drafting group, Nepal Power Sector, Sectoral Environmental Assessment, revised February 28, 1997.

体が再考されるのを避けることができる。効率と最適な意思決定のため、SEAに含められるべき国家のエネルギー政策についての議論と、プロジェクトの環境影響評価に含められるべき個別プロジェクトの利点についての議論は、明確に区別されるのが望ましい。いったん政策レベルで方向が決定されれば、プロジェクトが提案されるごとに再考する必要はない。従ってプロジェクトのEIAや許認可の段階では、審査委員会はプロジェクトの個々の環境受容性、プロジェクトの最適選択肢の選択、設計の最適化による影響回避、影響緩和措置と補償、並びに環境モニタリングに関連する問題に焦点を合わせるべきである。

我々は2件の具体的事例、すなわちネパールの電力産業の部門別環境影響評価とノルウェーのマスタープラン策定を詳細に検討した。

ネパールで、エネルギー部門について部門別環境影響評価が行われた。評価はまず発電の選択肢と将来の見通しを検討した。続いて、138の可能性のある水力計画の目録を作成し、この目録を粗く選別して44のプロジェクトにした。次に、現場調査および詳細な選別と順位付けにより、選考過程で更にプロジェクト数が絞り込まれた。この結果、実現可能性調査の段階で、成功の可能性の高い24のプロジェクトが残った。厳密な順位付けの後、技術的・経済的順位と環境・社会的順位に基づいて、24のプロジェクトのうち7つを完全な実現可能性調査とEIAおよびSEA調査の対象として選んだ。現在このプロセスは完了し、次の段階は、従来から採用されているネパールの基準に従い、プロジェクト個別のEIAを行うことである。

ノルウェーのマスタープランは、保護を必要とし水力開発に適さない河川を明らかにするものである。その他のすべての河川では水力発電プロジェクトは可能である。しかし、開発可能な河川で水力発電プロジェクトが提案された最近の事例においてマスタープランの方向性が再考された。この事例はSEAの勧告に従う際に遭遇する可能性のある困難性を示すものである。プロジェクトが国家的議論の主題になるような場合には、意思決定者は、特にマスタープランが数年前のものだったり異なる政府によって許可されたものだったりした場合、以前のSEAで行われた決定に拘束されるとは思わないだろう。

ここで引き出されるべき1つの重要な結論は、法的メカニズムは選択を行う上で必ずしも十分ではないということである。選挙で選ばれた公職者は、SEA段階で倫理的ジレンマの解決を助けるための意思決定をすると共に、次項以下で述べるように、プロジェクトの計画段階と実施段階のために、他の適当な法的メカニズムを採用すべきである。

一般的SEAに続いて行われる、特定プロジェクトのために必要なEIAプロセスは、予測可能性を高めるために、できるだけ合理化されるべきである。理論的には、SEAレベルで各プロジェクト代替案の正当化と比較が行われているのであれば、EIAや許認可段階で代替電源を取り扱う必要はない。

6.3.2 プロジェクトの計画段階

計画立案に関連する法的手段

水力発電計画の立案は以下の要素に影響されるので、しばしば中断される。

- ・ 投資家、技術コンサルタント、プロジェクト請負業者の変更等の管理的要素
- ・ マクロおよびミクロ経済条件の変化等の財政的要素

- ・ 国家のエネルギー政策の変更、政権の交代、局地的条件、世論の変化、および近隣国家との関係の変化等の政治的要素

以下に示す法的メカニズムは、主に計画立案の最後の部分（許認可プロセス）に関連するが、これは司法制度毎に異なる可能性がある。許認可に先だって、一般にプロジェクト推進者は適当と思われる調査を実施する責任がある。

表-23: プロジェクトの詳細な説明

法的手段	事例	法的手段の 具体的目的	対応する 倫理原則
政府機関に提出されたプロジェクトの詳細な説明、プロジェクトの正当性の根拠、およびプロジェクトが実施されない場合の結果。	・プロジェクト計画書の環境当局への提出（スペイン） ・連邦機関へのプロジェクト通知（カナダ） ・環境庁へのプロジェクト通知（ケベック州）	プロジェクト自体の範囲の決定と、必要に応じて、必要な付属プロジェクトの説明。	最適性 スチュワードシップ

一部の司法制度では、プロジェクトに関連する総合的な環境影響が確実に調査されるようにするため、主要プロジェクトに関連する送電線、採石場および取り付け道路等の、すべての必要な社会基盤整備計画の詳細な説明が義務付けられる。時には、これらの関連事業が含まれていないために、プロジェクトの通知書やEIAの受取を拒否されることがある。従って、プロジェクトの説明に必要な詳細度のレベルが不明確な場合、対応の予測ができないことになるかもしれない。

表-24: スクリーニング

法的手段	事例	法的手段の 具体的目的	対応する 倫理原則
スクリーニング方法： ・それを超えると環境影響評価調査が義務付けられる法的閾値（いきち） ・プロジェクトの特定な除外リスト ・プロジェクトの特定な包含リスト ・資源リスト、環境問題（例えば、侵食）もしくは特別敏感な地域（例えば、氾濫原）に関するプロジェクトの比較。	・欧州委員会、DGXI「スクリーニング指針」 ・環境影響評価法、1994年（台湾） ・発電所の立地に関する環境影響評価および環境審査実施方針（日本） ・国王令 1131/1988（スペイン） ・環境影響評価手続き法、1994（フィンランド） ・包含リスト規則（カナダ）；除外リスト規則（カナダ）；包括的調査リスト規則（カナダ）；法リスト規則（カナダ）	スクリーニングは、プロジェクトが、特にその性格、規模、立地地域による重大な環境影響を持つ可能性があるかどうかを判定する。 スクリーニングでは、EIAが義務付けられる発電所の型式と規模を明示する。 行うべき影響評価のレベルに応じて提案を分類するため、予備的な活動が行われる。	最適性

スクリーニングは最適性を改善するどころか、時に反対の効果をもたらすことがある。実際の閾値が低過ぎると、すべてもしくはほとんどのプロジェクトにおいて完全なEIA調査を要求される。しかし最小限の影響しかない定型的なプロジェクトにおいて、詳細なEIAプロセスを免除され時間と資金が節約されれば、すべての関係者が利益を受ける。

表 -25: クラス・アセスメント

法的手段	事例	法的手段の具体的目的	対応する倫理原則
クラス・アセスメント: 一般に小さくて予測可能な範囲の影響を持つプロジェクトのEIA内容の策定。	カナダ環境影響評価法	よく似た環境影響を持つ類似プロジェクトを確認する。 このようにして、あるクラスのために単一のEIAを作成し、プロジェクト自体の、並びに必要に応じて、必要な付属プロジェクトの、範囲を決定する。	最適性

影響が予測可能な範囲のプロジェクトに関するクラス・アセスメントは、EIAプロセスの予測可能性を高め、ひいては最適性を改善する。しかし、水力発電プロジェクトは極めて地点毎に特徴的である。従って、少なくとも既存の類似プロジェクト¹⁰のモニタリングや追跡調査中に収集された情報を参照するようなプロセスを開発するように努めるべきである。

表 -26: 調査事項とスコーピング

法的手段	事例	法的手段の具体的目的	対応する倫理原則
EIAの範囲: ・問題の重要な影響を早期に明確にする。 ・設計と立地の代替案を確認する。 ・住民参加のための計画をつくる。 ・住民に対する影響の範囲を決定する。 ・しばしば公聴会を開催する。 ・EIAの内容を詳細に説明した委任事項。	・欧州連合DGXI「スコーピングに関する指針」 ・EIAに関する欧州指令85/337EC。委員会指令97/11/ECにより1997年に修正。 ・イタリアでは、DPR 27/12/1998により水力発電部門のEIAに含めなければならないものが規定された。 ・大型ダム環境影響評価の作成に関する方法論的指針(スペイン) ・スコーピング指針、カナダ環境省 ・水力発電プロジェクトのための一般指針(ガイドライン)、ケベック環境庁	いったんEIAが必要と決まったら、EIAで調査すべき問題を決定する。 短期および長期的な影響を確認する。 計画立案プロセスの早い時期に重要な問題を確認する。 作成されるEIAの内容を決定する。	最適性 スチュワードシップ 参加型意思決定

¹⁰ 計画されたケベック州のグランデ・バレイン・プロジェクトはLa Grande Complex地域のそれと非常によく似ている。後者は過去20年間をかけて完成され、生物物理学的環境に関する長期の追跡調査が行われた。こうした以前の知識を使ってプロセスの最適性を高める機会を逸し、多額の費用をかけて同じ事が行われた。

スコーピングとは「環境影響評価で検討されるべき重要な問題と代替案が決定されるプロセス」¹¹である。スコーピングは、評価の焦点を重要問題に絞り、プロセスの期間を短縮するのに役立つ一方で、不適当な情報が要求されるのを防ぐ。これは、個別プロジェクトの調査事項を決めるために不可欠な手段である。

このような観点から、調査事項(もしくは、指針)がEIAの内容を詳細に記述していれば、確実に重大な影響を見逃さないように出来るので、プロセスはより有効になる。調査事項は適切な問題に焦点を合わせて、既往の追跡調査の結果と得られた知識を考慮すべきである。

水力発電プロジェクトの影響発生源は、建設工事、水力発電施設(機器と施設)、貯水池、および水運用の4種類に大別される。スコーピングは、これらの発生源に起因する影響が確実に分析されることを保証する。

しかし、水力発電に関するEIAは一般に地点毎に特徴的である。EIAは所与のサイトでの影響に取り組むけれども、水力プロジェクトの代替案であれ、他の代替電源であれ、他のすべての代替プロジェクトに係わる問題には必ずしも取り組まない。このことは、EIAや許認可プロセスが事前のSEAプロセスなしに実施された場合にも当てはまる。事実プロジェクト推進者は、しばしばこのプロセスの終わり頃になって、プロジェクトが市民や当局に受け入れられないことに気がつくことがある。こうした受け入れ拒否は、水力発電プロジェクトと他のタイプのプロジェクトを比較した結果である場合がある。たとえ他のタイプのプロジェクトの環境影響が評価されておらず、ライフサイクルも調査されていなかったとしてもである。実際のところ水力発電の推進者は、他のエネルギー選択肢の調査を行うのに適した立場でないかもしれない。

水力発電プロジェクトは、巨額の投資と長期の建設期間を必要とする。更に水力開発プロジェクトに関するEIAでは、ライフサイクルの全側面が検討される。こうした完全な分析は、エネルギー部門の他のプロジェクトでは通常行われない。例えば石炭の採掘、輸送、および石炭火力発電所における使用は通常3つの異なるプロジェクトと見なされる。多くの火力発電プロジェクトにおける異なる施設や活動はそれぞれ異なる推進者が関係するので、これらのプロジェクトは大規模で総合的な水力プロジェクトより有利かもしれない。

建設の遅れと必要な投資を考慮すると、水力開発プロジェクトの推進者にとっては、プロジェクトが受け入れられるかどうか早期に知ることが極めて重要である。実際に水力開発プロジェクトのEIAや許認可プロセスに伴う本当の問題は、事前に政策レベルにおける本物のEIAが行われなかったことかもしれない。

事実、スコーピングでは適切な問題に焦点が合わされるのではなく、ときには環境影響評価に項目が追加されることがある¹²。このような場合、スコーピングは全利害関係者の関心事に取り組むこと

¹¹ William A. TILLEMANN, (1994) Dictionary of Environmental Law and Science, Toronto, Emard Montgomery Publications Limited.

¹² Bob Everittは、管轄当局がスコーピング・プロセスの範囲を狭めるのに困難を感じる場合に生じる幾つかの問題を指摘した。例えば彼は、EIA報告書は不必要に包括的なデータを含むと膨大な文書になるし、重要な問題はEIAプロセスが明確化されないか明らかにされるのが遅過ぎる、と指摘する。こういう状況は時間と資金を無駄にする。彼はまた、多くの無関係な問題や重要でない問題が除外されないことも、時間と資金の無駄であると報告している。(Bob EVERITT, *Scoping of Environmental Impact Assessment*, Paper to EIA Process Strengthening Workshop, Canberra, April 4 to 7, 1995.) Barry Sadlerも、Everittを引用して、スコーピングに係わる解決の難しい問題に言及している。彼は、特にプロセスでパブリック・コンサルテーションが行われる場合は関心の範囲が広がりがちで、司法当局は「スコーピングの範囲を閉じる」「EIA調査と報告書で分析されるべき本当の問題の影響」を明確にする上で困難に遭遇するように思われる、と指摘する。(Barry SADLER (1996) *International Studies on Efficiency and Effectiveness of Environmental Assessment: Final Report - Environmental Assessment in a Changing World: Evaluating Practice to Improve Performance*, Ministry of Supply and Services, Ottawa, Canada, p. 113)

になり、プロセスのコストを引き上げ、予測可能性を低下させる。問題は参加型意思決定の尊重と公平と公正の保証という名分のために、それらが将来の決定に重要であるか否かに係らずすべての関心事がプロセスに考慮されるということかもしれない。その結果、これら2つの相反する見方の間の対立が時に非効率なプロセスにつながる。物議を醸すような選択を控えて、周辺的な要求が入り込む余地を与える傾向がある。

スコーピング段階に関する他の重要な問題は、プロセスに関係している様々な当事者間の責任の分担である。プロセスを効率的にするには、全当事者が分担する役割と責任を明確にしなければならない。例えばEIAの計画は後にEIAの評価を担当するのと同じ機関が策定すべきだと考えるのは、論理的である。また、地方機関と中央機関の間の情報交換は単一の担当機関によって調整されなければならないが、実際にはこうなっていない可能性がある。

表 -27: 共通アセスメント

法的手段	事例	法的手段の 具体的目的	対応する 倫理原則
全レベルの司法当局 に共通な評価のため のメカニズム	・ 公共工事の場合に国家に配分される都市計画許可の権限(イタリア) ・ ジェームズベイベー北ケベック協定 ・ カナダ環境影響評価法 (第40条「共通審査」から始まる)	プロセスの重複 を避ける。	最適性 スチュワード シップ

様々なレベルの政府が環境影響評価に関する司法権を持つ国の場合、複数の公聴会が計画され、1件以上のEIAが作成されることがある。ときには幾つかの手法が重複するなど、プロセスが極度に複雑になることがある¹³。このため、全レベルの司法管轄当局に共通のアセスメントを可能にするため、幾つかのメカニズムが採用されている。実際のところEIAや許認可プロセスの重複や相容れない意思決定を避けるため、こうした共通アセスメント手順が義務付けられるべきである。プロセスの重複は、プロジェクト承認の可否について異なる結論を招いている。共通アセスメントによりすべての考慮事項をただ1つの段階で検討できるようになり、それにより最適性を高めることができる。

連邦国家を真に効率化するためには、例えば権限の分割をより明確にし、重複を避けるべきである。重複を避ける政策が推進されるべきである。さもなければ、利害関係者は仕事の分割のまずさと、異なったプロセスの結果生ずる混乱のために損をすることになる。

¹³ ケベックの場合、グランデ・バレーン・プロジェクトは5件のEIAと許認可プロセスを経なければならなかった(3件は連邦レベル、2件は州レベル)。推進者は当事者を一堂に集めて、当局に5件のプロセスの調整を目的とする協定書に調印してもらう責任があった。

表-28:住民参加と公聴会

法的手段	事例	法的手段の 具体的目的	対応する 倫理原則
概念段階でのパブリック・コン サルテーション手続き	・EIAプロセスでの提出前協議に関する オンタリオ州ガイドライン	計画立案過程にでき るだけ早く住民を参 加させる。	参加型 意思決定
プロジェクト許認可に先立つ 公聴会や、継続的な情報提 供等 推進者によって提出された情 報とEIAの公共登録	・プロジェクト計画と影響される地域で の住民集会の書面による告知(ノル ウェー) ・環境品質法(ケベック) ・カナダ環境影響評価法(カナダ)	住民参加を促す。	参加型 意思決定 公平と正義
独立評価委員会 EIAは推進者以外の組織に よって行われる。 公聴会や住民や団体の意 見の受理等	・国家環境影響評価指針(ネパール) ・環境影響評価法(韓国) ・カナダ環境影響評価法(独立委員 会) ・環境品質法(BAPE、政府の外部、 勧告を行う)	利害の衝突を避け る。	公平と正義 参加型 意思決定
流域管理等の対立する資源 の利用法について合意に基づ き解決するプロセス	・環境品質法(情報の入手) ・情報へのアクセス法(ケベック)	運用段階で参加する 機会。 許認可後の住民の 情報アクセス	公平と正義 参加型 意思決定

住民参加

住民参加は公共機関の意思決定プロセスに有用である。前述のように、倫理原則としてリオ宣言は一原則第10に基づき—住民参加はすべての環境問題について促進されなければならない、と明確に述べている。関係団体への資金供給は、真の住民参加を保証するためによく検討されるメカニズムの1つである。住民参加を促す1つの方法は、主に公共登記所を通じて継続的に情報を提供しながら、公聴会を開催することである。市民が推進者から提出された情報入手し、作成されたEIAを調査できるようにするべきである¹⁴。

¹⁴ この必要性は特に発展途上国で感じられる。例えば、ナイジェリアの連邦環境保護庁(FEPA)は、住民参加を増やすためのガイドラインを作成すべきだといわれている。また承認もしくは拒否された最終的EIAとスクリーニング・レポートのコピーを、国中のFEPA地域事務所で閲覧に供するべきである。(Femi OLOKESUSI,(1998) "Legal and International Framework of Environmental Impact Assessment in Nigeria: An Initial Assessment," *Environmental Impact Assessment Review*, 159, 173.

公聴会プロセス

公聴会を管理する委員たちは、重大かつ複雑な任務に直面している。討議において利害関係者は、意見とそれに対する反論が公表され、開かれた議論ができるような明確な規則に従って処遇されなければならない。住民が幅広い意見を知るために、プロジェクト推進者、プロジェクト反対者、政府代表者、および一般市民を含めたすべての利害関係者が議論に参加できるような手順でなければならない。従って、担当機関はすべての参加者が公平に扱われ、それぞれの役割が明確に定められることを保証するため、住民集会や公聴会の基本的な手続き上の権利に関する規則を採用すべきである。

表 -29: プロセスの厳守すべき期限

法的手段	事例	法的手段の具体的目的	対応する倫理原則
プロセスの各段階又はプロセスの全期間についての厳守すべき期限 プロセスに適用される明確な規則 政府機関によって定められた承認の条件	・環境影響評価手続き法（フィンランド） ・国王令 1302/1986 および 1131/1988（スペイン） ・環境品質法（公聴会手続き）； 環境影響の評価に関する法律（第16条1項：大規模な産業プロジェクトについては15ヶ月）； 公聴会プロセスに適用可能な手続き規則； 環境品質法（第31条7項：政府の決定は大臣を拘束する）（ケベック）	プロセスの時間枠、プロセスに適用できる規則、およびプロセスの目標を含む予測可能なプロセス。	最適性

プロセスの全工程の期限をはじめとするEIAや許認可段階の厳守すべき期限は、予測可能性ひいては最適性を改善するために役立つ。しかし実際には、厳守すべき期限はほとんど施行されていない。その結果当局は最終的決定を提出するための受容できる時間枠を恣意的に決めることができる。大規模水力発電プロジェクトの場合これは悪影響を及ぼす可能性がある。水力発電プロジェクトを完成するために必要な投資と時間を考えれば意思決定は熱意を持って行われるべきであり、許認可プロセス全体の期間は前もって明確に設定されるべきである。

表 -30: 関係省庁内委員会

法的手段	事例	法的手段の具体的目的	対応する倫理原則
ある司法制度の元の関係省庁間委員会は、異なる部門からの参加者（政府の内外）間の調整を行う。	・EIAの承認に先立って行う関連する地方自治体と省庁の連絡会議 ・連邦機関による環境影響評価手続きと要件の調整に関する規則（連邦機関間の調整）（カナダ）	異なる部門の調停者の調整。	最適性

一部の国では、政府内外の参加者間の調整が有効に行われるようにするための努力がなされている。最低限、政府機関の間に有効な調整プロセスを確保することは、EIAや許認可プロセスの重複性を減らすために役立つ。非政府系利害関係者を含む効果的な調整プロセスもEIA等をより最適化するので、促進されるべきである。

表 -31: 政府機関によるEIAの承認

法的手段	事例	法的手段の具体的目的	対応する倫理原則
権限を持つ政府機関によって承認されたEIA	・電源開発基本計画に関する公式発表（日本） ・環境庁からの承認通知；環境庁からの承認証明書（ケベック） ・連邦認可機関（カナダ） ・ ・ ・	EIAに関する承認通知を受け取るにより、プロジェクト推進者は政府当局がEIAの内容、および調査の範囲と性質等を理解したことが分かる。 省庁や政府機関によるプロジェクトの公認（市民を代表し、任務を委託された選挙によって選ばれた公職者として）。当初、一定期間後又はプロジェクトが変更されたときの条件と影響緩和措置を含む。	スチュワードシップ 慎重さと制御

政府機関は、何らかの法的プロセスを通じて、推進者に承認通知もしくはその他の形式のEIA承認書を送付する。この通知は、政府機関がEIAの内容、調査の範囲と性格、および推進者のガイドライン遵守状況を了承したことを示す。この通知はEIAの内容の適否を告知するものであり、プロセスの効率を高めるのに役立つ。

表 -32: 政府機関によるプロジェクトの認可

法的手段	事例	法的手段の具体的目的	対応する倫理原則
一般住民への情報公開 決定内容の公表 推進者に与えられた認可に公衆が異議を唱えたり抗議したりするためのメカニズム	・この種のプロセスは米国では割合一般的である。 ・官報での布告の発表；承認証明書は請求すれば入手できる（情報へのアクセス法）（カナダ）	認可プロセスの透明性	公平と正義

政府機関が選挙で選ばれた公職者としてプロジェクトを認可するとき、彼らは市民を代表している。彼らはエネルギー、水の供給、環境保護等のニーズを考慮しつつ、市民のために調停と政治的選択を行うように委任されているのである。

また政府はプロジェクトの初期、建設段階、一定期間後、およびプロジェクトが変更されたときも、条件や影響緩和措置を含めて選択権を有している。

モニタリングと追跡調査に若干の懸念が表明されている。これらの調査は、推進者ではなく独立機関によって行われた場合に信頼性が増す。しかしながら、推進者が必要な環境影響緩和プログラムを正当に実施したことを政府機関が確認もしくは保証するのであれば、この種のメカニズムはステュワードシップの強化に役立つであろう。

意思決定における慎重さと制御機能

慎重さと制御機能は責任ある環境管理の基本的原則と認識されており、意思決定プロセスに組み込まれるべきである。しかし、慎重さと制御機能が、すべての開発プロジェクトを停止する取り決めとして使われるべきではない。プロジェクトによっては、汚染源や温室効果ガス排出量の削減等により、重大な環境被害を避けられる可能性がある。環境問題の場合、慎重さと制御機能は局地的脅威だけでなく世界的な環境脅威にも適用される。

予防原則は、深刻で不可逆的な被害が予想される環境劣化に対する費用対効果の高い防止策が、十分な科学的確実性の欠如を理由として、延期されるのを防ぐことを目標としている。この原則は、科学的証拠が十分でない場合でも潜在的環境被害が考慮されることを保証する。

6.3.3 実施段階

表 -33: 実施に関連する法的手段

法的手段	事例	法的手段の具体的目的	対応する倫理原則
認可に課される条件と影響緩和措置	- 承認証明書を得るための条件（ケベック） - 一部の認可は5年の試行期間付きで与えられる（ノルウェー） - 影響緩和措置は、申請過程で水問題裁判所によって決定される（スウェーデン）	影響緩和のためのプロジェクト設計又は他の面を変更する。 影響緩和措置を最適化する。	制御 スチュワードシップ
収容手続き 原住民等の住民への補償	ジェームズベイおよび北部ケベック協定；ケベック収容法（ケベック州）	影響を受ける人に公平に補償する。 プロジェクトの恩恵が将来の世代に確実に及ぶようにする。 補償に関する公平な決定は、影響される住民や住民グループ等の参加により可能となる。公平さは透明性とも関連する。プロセスがすべての影響される関係者を公平に扱うことは、プロセスが公平であるために重要である。	公平と正義 参加型意思決定
プロジェクトが行われる国の法規制体系を遵守する。 すべての適用可能な法的基準およびその他の基準を積極的に遵守する。		環境管理システムは、単なる規則の遵守を越えて、プロジェクトに関連するすべてのリスクを制御できる。	慎重さと制御 スチュワードシップ
認可の定期審査 現場検査 条件に違反したら、認可を取り消す可能性。ある司法制度では、一定期間毎に再認可を必要とする。	- 環境品質法 - ケベック環境省からの認可証	遵守を確認する。 検査官に監視させる（建設および運転中と後） 運転員に環境訓練を施す。 影響緩和措置を実施する。	慎重さと制御 スチュワードシップ

所見

ISO 14001規格の場合、環境管理システム(EMS)は"[その組織の]環境政策を策定、実施「するための必要な要素」、[目標の]達成、点検および維持を含む総合的管理体制の一部"として定義される。

法的要件に関し、ISO 14001等のEMSを実施している水力発電所の運用者は、その活動の環境的側面に適用される法的要件を確認・利用するための手順が確立され、維持されていることを証明しなければならない。更に、認証/登録プロセスは第三者の独立機関によって行われる。このプロセスは、プラント運営者が(その環境政策において)法律の遵守に最大限努力していること、並びに遵守のために必要な活動が行われていることを証明する。

ISO 14001規格は、例えば環境的な見地、目的および目標、管理プログラム、訓練、EMS監査、管理点検等といったその他の要件を含み、それらが総体的に組織して環境リスクに対し「適切な注意」をもって予防的に反応できるようにしている。たとえそれが法的要件として言及されていなかったとしてもである。

事実、ISO 14001規格においては「履行」要件は法規制の遵守のみであるにもかかわらず、EMSの総合的目標は持続的改善の達成であり、最終的に法律遵守を超えることである。

6.3.4 運転段階

表 -34: 運転に関連する法的手段

法的手段	事例	法的手段の具体的目的	対応する倫理原則
推進者による追跡調査義務および政府機関への情報伝達義務	・カナダ環境影響評価法(カナダ) ・環境品質法に基づき発行される承認証明書(ケベック州)	運転段階での遵守を保証する。	慎重さと制御 スチュワードシップ
認可条件と運転規則の改定 プロジェクト実施国の法規制体系の遵守 すべての適用可能な法的基準およびその他の基準の積極的遵守	・運開30年後に、地域住民と国民による認可見直し開始の可能性(ノルウェー)	運転段階での遵守と改良を保証する。 ISO 14001規格に準拠する環境管理システムを実施して正式の認可を得る。 時間と共に、環境管理システムは単なる遵守の域を超え、プロジェクトに関連する全リスクをよりよく制御できるようになる。	慎重さと制御 スチュワードシップ

所見

環境追跡調査は重要で不可欠な行為であるが、残念なことに追跡調査を通じて得られた情報と知識は後に続く同じようなプロジェクトのEIAの設計指針として必ずしも利用されていない。この情報を他のプロジェクトに利用することを義務付けるべきであり、さもなければ重要なデータが失われ、社会はすでにデータが存在する主題について調査をやり直すために余分なコストを負担しなければならない。

プロジェクトが適用されるすべての法的基準を守り、運用者が義務的な基準はもとより自主的な基

準の尊重にも積極的であれば、環境保護は改善され、スチュワードシップは増加する。政府機関は遵守を確認しなければならない。積極的であることにより、推進者はその信用を増すと共に、よりよい環境保護を保証することができる。

第6.3.3節で述べたようにEMSは持続的改善を促し、組織が単なる遵守の域を超えるのに役立つ。

更に、持続可能な森林管理（SFM-ISO/TR 14061:1998参照）のような他の国際標準化活動の例にならい、ISOやIECのような組織は、ダムと貯水池が「環境的」に管理され運用されるべき諸原則を、技術報告書にまとめ上げる作業を行うことができるだろう。これらの原則は、運用者がそれらを支持する程度に応じてISO14001内の「その他の要件」と解釈することができるだろう。SFMは地域に応じた変化ができるので、世界中のどこでも利用できる長所がある。

この分野のもう1つの例は、多くの化学薬品、石油・ガスおよび紙産業で使用される「責任あるケア」（Responsible Care: RC）プログラムである。主に作業標準と厳格な審査技術により、RCプログラムはISO 14001やSFMより更に環境保護的な行動要件を提案している。しかし一方で、RCプログラムはある産業組合によって設計されたもので、これを適用するためにはその産業組合のメンバーになることが前提条件である。

6.3.5 改良、再認可および廃止段階

表 -35: 改良、再認可および廃止に関連する法的手段

法的手段	事例	法的手段の 具体的目的	対応する 倫理原則
改良活動の認可（復元、改修、拡張等）	・改良中に要求される景観に対する環境対策取り入れの検討（イタリア） ・大規模な改良プロジェクトに義務付けられるEIA（フィンランド） ・承認証明書、カナダ環境省（カナダ）	付加的活動の遵守を保証する。	慎重さと制御 スチュワードシップ
民間施設に関する、一定期間後のプロジェクト全体の再認可	連邦水力および連邦エネルギー規制委員会規則（米国）	遵守を定期的に保証する。	慎重さと制御 スチュワードシップ

所見

プロジェクトの再許可¹⁵時（許可期間は国により、30、40、もしくは50年）に環境影響の調査を義務付けることは発電所の環境管理を改善し、望ましいスチュワードシップの助けになる。発電所の改良¹⁶工事において環境影響の調査を義務付けることも同様の効果がある。

¹⁵ 認可が必要で限定された期間について認可が与えられる国の場合、再認可は認可期限が切れた際の認可（水の工業利用の認可）の更新や延長のことをいう。米国の場合、再認可は民間施設に適用される。

¹⁶ 改良活動（upgrading activity）は、能力の回復（restoration）、更新（renewal）、復旧（rehabilitation）、改修（refurbishment）、出力増強（uprating）、拡張（enlarging）および再開発（redevelopment）を含む。これらは保守活動や新プロジェクトの建設は含まない。

多目的プロジェクトの再認可手続きは複数の利害関係者間の交渉プロセスとして用いられる。各用途にどれだけの水を配分するかについての議論は、一連の環境的・社会的調査並びに公聴会の後に、公共機関（例えば、米国の連邦エネルギー規制委員会）によって裁定される。

再認可手続きのない司法制度の場合、認可期間は限られていない。これを正当化する根拠は、水力発電の全ライフサイクルが建設段階で徹底的に分析されるということである。しかしこれらの司法制度下では、（環境影響が運開後数十年たっても許容範囲内であることを保証する）再認可の目的は、大規模な改良工事や拡張工事にEIAや認可プロセスを義務付けることにより達成される。重大な影響が起きるときはいつでも、運転と設備の変更は新規にEIAを必要とする。

ある司法制度の場合、認可条件が守られなかったり推進者が法を犯した場合、政府は認可を取り消して、プロジェクトの運転再開を認める前に新たに完全なEIAを義務付ける。

6.4 結論

6.4.1 一般的所見

環境影響評価（EIA）は、管理手段であると共に意思決定のための不可欠な助けである。その目的は、環境影響が十分に評価された後プロジェクトの認可の可否を決めるため、またプロジェクトの設計自体の改善に役立てるため、選挙で選ばれた公職者とプロジェクト推進者が確かな事実に基づいた決定をするのに役立つことである。EIAはそれ自体が目的ではなく、関連する法規制体系に従って義務を果たすため、利害関係者によって用いられる手段である。

1970年代以降、ほとんどの国は自国の環境を保護するための法規制体系を創設したが、その中には環境上の許認可プロセスが含まれる。彼らはこれらの手段を、大規模な社会基盤整備事業が受容できないほどの環境上の影響を生じないように保証するための手段として利用した。これらの手段の妥当性や重要性はここでは問題にしない。むしろ我々の信念は、我々は過去の経験から学び、過去の行為を改善するための一定の結論を引き出すことができるということである。

水力発電プロジェクトに適用される規制プロセスの有効性と効率性に関する我々の分析に照らすと、多くのOECD加盟国で環境上の許認可プロセスが過度に厳格で煩わしくなったという懸念が高まりつつある。場合によってはこの種のプロセスは、得られる恩恵や回避される影響に見合わないコストを社会とプロジェクト推進者に払わせることがある。こうしたコストを特に挙げれば、過剰かつ不合理な情報の要求、不必要な運転制限、およびプロジェクト実施予定の不合理な遅延などである。こうしたコストは、有用なプロジェクトの中止を招くことさえある。EIAや許認可プロセスにときに見られるバランスの欠如は、下記の事項の1つないし幾つかに関連づけられる。

- ・ 問題志向や優先度志向の評価ではなく、プロセス志向の評価である。
- ・ 計画されたプロジェクトによって与えられる恩恵に関連する潜在的なトレードオフに、十分な考慮が払われない。
- ・ 推進者の要請に対して与えられる条件付き許可のもつ不確実性。
- ・ 規制当局内および間での調整不足による要件の重複。
- ・ プロジェクトの影響を評価するための技術的基礎の不足。

- ・ 関連規制当局による意思決定に対する回避。

世界中で、信頼できる電源の需要が着実に増えている。電気代は最近幾つかの国で上昇傾向にある。これは1つには長年にわたる発電への新規投資の不足を反映している。水力発電プロジェクトは市場と規制の不確実さをはじめとする不確実性の影響を比較的受けやすいので、新規水力発電プロジェクトの開発は世界中で以前より少なくなっている。多くの国が今なお豊富な包蔵水力を有するという事実からして、これは需要の増加ともあわせて残念なことである。

水力発電は多くの場合、他の伝統的な電源と比べて環境的に良性であるため、水力発電の開発を不当に抑制するのは望ましくない。しかしながら、発電資源を配分する際に、いまなお政策的な誤りが行われている。世界の多くの場所で現在計画されている発電への投資はほとんどが火力発電で、これは温室効果ガスやその他の大気、水、土壌汚染を生じる。従って水力発電への投資に水を差すことにより、意思決定者は水力発電より環境に大きな被害を与える可能性のある発電投資を、迂闊にも助長しているのかもしれない。

ある種のアンバランスに対処し、発電資源の不的確な配分を避けるためには法律の改革が必要である。プロジェクト推進者は政府および非政府組織と共に、環境影響評価と認可プロセスを含めて水力開発を規定する法規制体系の策定と施行に責任を共有している。要約と勧告において、我々はこれらの利害関係者がどうすればこれらの問題の改善に寄与できるかを考察する。

6.4.2 政府

現在の環境許認可の枠組みは環境影響評価に大きな比重をおいているとはいいながら、EIAはすべての問題の解決策ではないことが次第に明らかになりつつある。実際に、現行EIAプロセスは、水力発電計画の効率性と予測可能性の点でしばしば大きな困難に遭遇している。従って、他の補足的措置と法的手段を工夫してこれらの問題を克服し解決すべきである。水力開発の計画立案プロセスと認可プロセスは概して冗長でコストと不確実性を伴うため、これらの措置、手段には時間と費用のかかる立地点固有のEIAの実施前に効力を発揮する認可プロセスを含めるべきである。

我々の調査によれば、一部の国では立地点固有のEIAに先立ちそれを補完する政策決定レベルでの環境影響評価メカニズムを採用している。これらのメカニズムの結果は多くの場合まだ混沌としているものの、これらの手段は地区住民、地域住民、国民、および少数民族が意思決定プロセスに全面的に参加する権利等の、水力開発に関連する繊細な側面を取り入れやすいように作られているように思われる。

公的意思決定者の明確な政策指針を保証する適当な政策決定メカニズムがなければ、水力発電プロジェクトの推進者はすべてが自分たちの責任に帰さない任務まで引き受けることになる。残念ながら政策レベルのEIAは、プロジェクト計画段階で(土地に関する要求、政策論争等を)主張する特別の権利を持つ人たちが求める適切な討論の場を提供するには、まだ余りにも未成熟であるように思われる。また水力発電プロジェクトのための伝統的な立地点個々のEIAプロセスは過度に厳格で扱いにくくなっているため、その目的にとっていくぶん有効性に欠け非効率的なように思われる。

6.4.3 非政府組織

EIAプロセスに関する義務的な法的枠組みが整備されておらず、もしくは適当な法的・制度的枠組みがまだ十分効力を発揮していない幾つかの国では、なお問題が生じる。これらの問題は必要な人的・技術的資源が欠けている場合、更に深刻になる。

新興経済国の場合は特別な開発上の疑問点が生じる。これらは倫理問題（付録書 付録-I 参照）に係わる複雑で新しい権利意識に相当し、特に人権や権利の第三世代に係わる問題（付録書 付録-I 参照）に関連している。先進国により立地点個々のプロジェクトに採用された手法は、それ自体では介入してくる団体の利益と期待を有効に調停できない。新興経済国では、住民の基本的ニーズがプロジェクトの直接的な影響を受ける機会がずっと多いことを考えると、このような調停の必要性は更に重要になる¹⁷。これは非常に複雑な問題なので、本論文ではこれらの問題を深く論じることができない。

しかしながら、EIAプロセスに関する義務的法体系の欠落により残された穴を埋めるのを助ける上で、非政府組織（NGO）が重要な役割を果たせることに言及するのも重要である。例えばEIAのための法規制体系が存在しなかったり、これらの問題に不十分な保護しか与えていない国では、彼ら自身のプロジェクトに必要なEIAの実施をNGOは支援することができる。このようなプロセスの実施は、人権と開発問題が大規模な社会基盤整備事業によって強い影響を受ける国では極めて重要である。

6.4.4 推進者

前述の通り、EIAの法規制体系の立案と施行に関しては、プロジェクト推進者も一定の責任を負っている。

一般に、EIAプロセスは潜在的な悪影響と潜在的な恩恵の均衡のとれた分析よりも、悪影響とそれに対して必要な是正措置に重点が置かれる。我々是否定的過ぎるのだろうか？ 特に発展途上国の場合に、何人かの著者がこの疑問を提起している。「発展途上国の環境影響評価」の著者であるThanhとTamは「我々が貧困や後進性の改善と環境保護との関係を公平に評価してきたかどうか、正に自問すべき時である。」と述べている。

我々の信念は、EIAプロセスの中でプロジェクトの潜在的悪影響がその潜在的恩恵と比較考慮されるべきである、というものである。取り組むべき問題は、プロジェクトの長期的環境影響を相殺するような、どのような長期的利益（農業経済、工業等）がプロジェクトから得られるか、ということである。プロジェクトの総合的な影響と恩恵は全体として考慮されるべきであり、直接影響される地域¹⁸や特定の経済部門¹⁹、もしくは住民の一部²⁰の現在と近い将来の状態に限定されるべきではない。もちろんこれは微妙なトレードオフを必要とする非常に複雑な作業である。新興経済国では介入してくる団体が必ずしも適切に当事者を代表しないので、これは更に複雑になるだろう。

¹⁷ Merle SOWMAN, Richard FUGGLES and Guy PRESTON, (1995) "A Review of the Evolution of Environmental Evaluation Procedures in South Africa" in 15 *Environmental Impact Assessment Review*, 45, p. 53.

¹⁸ N. C. THANH and D.M. TAM, (1992) "Environmental Protection and Development: how to achieve a balance?" in *Environmental Impact Assessment for Developing Countries* by Asit K. Biswas and S.B.C. Agarwala (ed), Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford, p. 8.

¹⁹ 同上, p.12.

²⁰ SOWMAN, Merle, Richard FUGGLES and PRESTON, 上記引用文中 note 17.

プロジェクト推進者は、現地の制度的能力がEIAプロセスの要件に十分適合していない場合は、基本的な倫理原則に従って行動すべきである。我々の考えでは、特に最低限の基準が存在しなかったり不十分にしか施行されていない地域では、推進者はEIAが適切に実施され人権の尊重が保証されるような行動基準を電力産業全体で採用すべきである。こうした基準は環境管理、住民参加および対立解消のための適切な指針を、プロジェクト開発の各段階で提供するものでなければならない。これはプロジェクトの計画と実施の全段階に適用されるべきである。

最後に、ISO 14001規格等の環境管理システムを推進者の責任という文脈で検討することは興味深い。この規格は、環境パフォーマンスの持続的改善の確保を目的とする国際的に公認された環境管理基準である。我々は、水力発電所の運用者は国際機関によって認証又は登録されることのできる環境管理システムを選ぶべきだと考える。

参考文献

- Boisson De Chazournes, L., R. Desgagné and C. Romano. 1998. *Protection internationale de l'environnement*, Paris, Éditions A Pedone.
- Boyle, A. E. and M. R. Anderson. 1996. *Human Rights Approaches to Environmental Protection*, Oxford University Press.
- Brown Weiss, E. 1992. *Environmental Changes and International Law: New Challenges and Dimensions*, United Nations University.
- Commonwealth Environment Protection Agency. 1994. Review of Commonwealth Environmental Impact Assessment: Analysis of Environmental Impact Assessment Practice and Procedures in Other Countries.
- Ducker, C. 1988. "Dam the Chico, Hydropower Development and Tribal Resistance" in Tribal People and Development Issues by John H. Bodley (ed.), Mountain View, CA: Mayfield.
- Everitt, R. 1995. *Scoping of Environmental Impact Assessment*, Paper to EIA Process Strengthening Workshop, Canberra, April 4 to 7, 1995.
- International Energy Agency. 2000. "Implementing Agreement for Hydropower technologies and programmes", Annex III Hydropower and the Environment, Subtask 4 .*Legal Frameworks, Licensing Procedures, and Guidelines for Environmental Impact Assessment of Hydropower Development*.
- Lavieille, J.-M. 1998. *Droit international de l'environnement*, Collection Ellipses, Éditions Marketing S.A., Paris.
- Olokesusi, F. 1998. "Legal and institutional Framework of Environmental Impact Assessment in Nigeria: an Initial Assessment," *Environmental Impact Assessment Review*, 159.
- Owen L. J. and G. Maggio. 1997. *Human Rights, Environment and Economic Development: Existing and Emerging Standards in International Law and Global Society*, CIEL/Centre for International Environmental Law Papers and Publications, Washington, D.C.
- Sadler, B. / Canadian Environmental Assessment Agency. 1996. International Studies on Efficiency and Effectiveness of Environmental Assessment: *Final Report – Environmental Assessment in a Changing World : Evaluating Practice to Improve Performance*, Ministry of Supply and Services, Ottawa, Canada.
- Sea Drafting Group. 1997. Nepal Power Sector Sectoral Environmental Assessment, revised 28 February 1997.
- Shpyth, A. A. 1991. *The Effectiveness, Efficiency and Fairness of Environmental Impact Assessment in Alberta and Saskatchewan: A Case Study of the Oldman and Rafferty Dams*, Faculty of Environmental Studies, York University, Ontario, Canada.
- Sowman, M., R. Fuggles and G. Preston. 1995. "A Review of the Evolution of Environmental Evaluation Procedures in South Africa" in 15 *Environmental Impact Assessment Review*, 45.
- Thanh, N.C. and D.M. Tam. 1992. "Environmental Protection and Development : how to achieve a balance?" in *Environmental Impact Assessment for Developing Countries* by Asit K. Biswas and S.B.C. Agarwala (ed), Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford, UK.
- Therivel, R., E. Wilson, S. Thompson, D. Healey and D. Pritchard. 1992. *Strategic Environmental Assessment*, Earthscan Publications Ltd., London.
- Tilleman, W. A. 1994. *Dictionary of Environmental Law and Science*, Emard Montgomery Publications Limited, Toronto.
- United Nations, Department for Policy Co-ordination and Sustainable Development. 1996. *Report of the Expert Group Meeting on Identification of Principles of International Law for Sustainable Development*.
- Vajda, G. 1991. "Environmental Impact of Electricity in Hungary" in International Atomic Energy Agency, *Electricity and the Environment, Proceedings of the Senior Expert Symposium*, Helsinki, 13-17 May 1991.
- Weist, K. M. 1995. *Indigenous Peoples Resistance to Development Projects, Development Induced Displacement and Impoverishment Conference*, Wadham College, Oxford University, January 3 to 7, 1995.

第7章 総括と勧告

7.1 前書き

本章では、AnnexⅢの作業結果を要約すると共に、既設及び将来開発する水力発電所の環境対策を改善するための勧告を提示する。

本章の勧告は最小限の取り組みではなく、高水準の環境管理を志向した最優良事例 (best practice) に重点を置いている。勧告に示された措置は、水力発電の環境影響の評価及び管理に携わる環境問題担当者の過去の経験を厳しく考察した結果に基づくものである¹。

水力プロジェクトの影響²は地点ごと、プロジェクトごとに特徴的な性質を有するため、例えば流れ込み式プロジェクトが貯水池管理に関する勧告とは関係がないように、全部の勧告が必ずしもすべてのタイプの水力プロジェクトに適用される訳ではない。

水力プロジェクトにおける最優良事例を考察した結果、水力プロジェクトはその社会的及び環境的費用を「内部化する」（又は完全に責任をとる）時、真に持続可能なものになり得ることが明らかになった。これは、電力取引の競争の時代にあつては特に取り組みを要する重要な事柄である。仮に競合する石炭、石油、ガスなど他の電源選択肢において、それらの環境費用が「内部化」されていない場合には、互角の競争は有り得ないことになる。このような場合において、水力発電のみに広範囲にわたる環境上の要件を課すことは、大気汚染並びに温室効果ガスの排出に補助金を与えることに等しい。実際のところそれは、他の電源（今日ではほとんどが火力発電であるが）を競争面で有利にするものである。環境に対する責任は、電力産業のすべての電源が等しく負うべきものである。

水力開発の環境面及び社会面におけるあり方に関しては住民からの圧力と期待があり、これらは次第に高まる傾向にある。世界各地において、最近いくつかのプロジェクトが論争と厳しい抵抗的となってきた。それがもとで、主要な水力プロジェクトが撤退に追い込まれた事例もある。

設計に問題があり管理が適切でないプロジェクトは、地域並びに環境に悪影響を与え、関係する自治体、融資機関、水力発電業界の名誉を全般的に損なうことは明らかである。要は、プロジェクトを最善なものとするために設計、建設、運用上必要な措置を確実に講じることが、共通の利益に通じるということである。こうした観点から見た場合、水力プロジェクトの設計を好ましいものとするために満たすべき条件、及び従うべき指針は何であろうか。環境上、社会上の観点から受け入れられるプロジェクトを構成するものは何であろうか。

読者に銘記していただきたい点は、本報告書は水力発電に関するものであり、灌漑、洪水調節、飲料水供給などの、その他のダムの利用に伴う影響は除外されているという点である。これは、世界中の大規模ダムのうち発電に利用されているのは約20%と比較的少数であり、はるかに大きな部分(48%)は灌漑目的であるという事実から見て重要である³。この数に小さなダムも含めると、発電に利

¹ IEA 水力実施協定, AnnexⅢ, サブタスク1: 水力発電と環境: 水力開発における環境・社会的影響と緩和策の効果に関するアンケート調査 (Survey on Environmental Impacts of Hydropower and Mitigation Measures) を参照。

² IEA 水力実施協定, Annex Ⅲ, サブタスク6: 水力発電と環境: 緩和策の効果に関する調査と検討 (Effectiveness of Mitigation Measures)を参照。

³ Lecornu, J. 1998, "Dams and Water Management (ダムと水の管理)". Conférence Internationale Eau et Développement Durable, Paris (水と持続可能な開発に関するパリ国際会議). (<http://genepi.louis-jean.com/cigb/article-barrages-an.html>).

用されるダムの割合は一層低くなる。米国における高さ6ft（1.83m）以上のダム、75,000のうちで水力発電に利用されているものは2.9%に過ぎない⁴。

更に、灌漑用ダムのもたらす影響は水力発電用ダムの影響とは全く異なることが多い⁵。灌漑とは違い、水力発電は水資源を消費することはない。つまり、発電所を通過する時点で水が失われることはない。

本報告書では水力発電と環境に重点が置かれているため、多目的水資源管理及び水利用に関する抗争の解決策に関連した広範な問題は扱われていない⁶。

本報告書は、OECD 諸国のうちから選ばれた数ヶ国の水力開発に関わる専門家と実務者の見方を通して書かれたものである。報告書の寄稿者の経験分野により、小規模水力発電所の影響よりも大規模発電所の影響の方にかなり重点が置かれている。

次節では、得られた教訓を要約して示す。

7.2 得られた教訓

7.2.1 水力開発の最近の傾向⁷

大規模水力プロジェクトの主な傾向として、以下の事項が確認されている。

- ・ 水力計画過程への環境影響評価（EIA）の全面的な組み入れ
- ・ プロジェクト費用、ダムの安全性、及び環境・社会影響に関する透明性の必要性の認識
- ・ 大規模ダムプロジェクトに対する住民の関心の高まり及び精査を受けた事例の増大
- ・ プロジェクトの確認及びスクリーニングにおける住民との協議事例の増大
- ・ 水力発電が気候変動の重要な防止手段となる可能性があるという点に関する認識の高まり
- ・ 総合水資源計画の一環としての水力開発
- ・ 環境の持続可能性と高い割引率とは対立するとの認識の高まり
- ・ 民間資金の増加と、その結果としての設計・建設費用の削減、期間短縮、及び財務上のリスク軽減の強化
- ・ 石炭やガスの供給が豊富な国での火力発電との競争における水力発電の困難性の増加
- ・ 大規模ダムプロジェクトに内在する技術、環境、社会の複合問題に対する認識と理解の増大、並びに大規模ダム開発には潜在的利益と潜在的損失の間のトレードオフが避けられないとの認識の増大
- ・ 最も魅力ある水力プロジェクト及び代替案選定のための、多規準順位付けモデル

⁴ 米国陸軍工兵隊. *National Inventory of Dams*（全国ダム目録）. Quoted in : *Dam Removal Success Stories*. 1999, p. ix. By American Rivers, Friends of the Earth, & Trout Unlimited（American Rivers（アメリカの河川）、Friends of the Earth（地球の友）、Trout Unlimited（無限の鱒）が1999年刊行の *Dam Removable Success Stories*（ダム撤去の成功事例集）のix頁の中で引用）.

⁵ Goodland, Robert, 1999, “What Factors Dictate the Future Role of Hydro in the Power Sector Mix? *Environmental Sustainability in Hydro Projects*（いかなる要因が複合電力産業における水力の将来の役割を規定するのか。それは水力プロジェクトにおける環境の持続可能性である。）.” Annex III, Madrid Technical Seminar. Hydropower and the Environment（水力発電と環境）. Euroforum, Madrid March 15-17, 1999. 24p. + annexes に提示。

⁶ 世界ダム委員会（www.dams.org）は、一般大ダム開発の実効性を調べており、検討にダムの多目的利用を取り込んでいる。

⁷ この問題の詳細については、第2章の「水力開発の傾向」を参照。

(multi-criteria ranking models)並びに二次・外部費用及び便益の定量化をより多く適用した全体論的アプローチ

- ・ 大規模ダムプロジェクトの計画、建設をより効率的にするいくつかの技術開発
- ・ 既設ダムの安全性検査と環境管理の必要性の増大
- ・ 既存の水力発電施設の近代化と出力増強への関心の高まり

以上の傾向は、発電事業者間の競争の激化に伴う電気事業部門の世界的再構築に関係したものである。電力産業における独占的な国営事業の民営化に伴い、新しい多国籍企業が設立され、多くのエネルギー部門経営に乗りだしている。発電業界に見られるこうした新たな競争関係により、発生電力を系統に乗せるのに必要な資本投資と時間を共に最小化する発電方式が有利になることは確実である。こうした市場主義的発電事業への転換がもたらす環境上の諸課題は、新しい発電方式がどの電源に取って代わるかに左右される。

電気事業の再構築は、環境に対する慎重かつ責任ある態度を探っている発電事業者と同様に、環境規制当局にも厳しい課題を課している。世界のある地域の電力市場では、既存の"各種電源の組み合わせ"に比べ一層"クリーン"な発電方式が選ばれることがあるが、他の地域の市場では汚染度は高いが低コストの電源を選択することもある。更に、電力産業におけるエネルギー効率化計画又は技術開発計画の実施には、既存の市場機構の不適切さを補うために政府の支援が必要となることもある。

7.2.2 各種電源選択肢の比較環境分析⁸

様々な電源の相対的な環境費用と便益を比較することは緊急を要する課題である。実際に、世界の電力需要は増大し続けており、これに対応して電力産業界は世界各地で生態系と社会に大きな影響を与え続けている。各種の主要電源(水力発電を含む)の一般的な影響の比較については、本報告書の第3章を参照されたい。

人間の主要な営みはたいていの場合環境と社会に影響を及ぼすものであり、発電プロジェクトも例外ではない。しかし他の多くの経済活動とは異なり、電力は種々の一次エネルギー源及び変換技術によって生産できる。発電の源となるものは次の通りである。

熱を利用するものには以下のものがある。

- ・ 石炭、石油、天然ガスなどの化石燃料の燃焼
- ・ 泥炭、木片、廃棄物、バイオガスなどのバイオマスの燃焼
- ・ 原子力発電所における核分裂反応

再生可能エネルギーの生産には以下のものがある。

- ・ 風力タービンを使用する風力
- ・ 水力発電所における流水
- ・ 太陽光電池 (PV) パネルを使用する太陽光

⁸ この問題の詳細については、第3章「電源選択肢の比較環境分析」を参照。

- ・ 潮汐及び潮力発電所
- ・ 地熱から発生する蒸気

化学反応を用いるものには以下のものがある。

- ・ 自動車や携帯式電気製品に使用される電池
- ・ 燃焼によらず、酸素と水素の流れを電気エネルギーに変換する燃料電池⁹。これは宇宙ステーションで使用されているが、地上における応用については現在開発段階にある。

発電に利用できる多種多様な一次エネルギー源及び変換技術の環境上の相対的な利点を比較することは難しい問題である。

ある電力生産が、例えばエネルギー効率化計画によって回避できたとしても、こうした計画は必要な発電能力全部を満たすことはできず、また、計画自体がその責任を負うべき環境影響を有している。

各種電源を環境の観点から比較する場合は、2つの主要点、すなわち分析における総合性と様々な発電技術によって提供されるアンシラリーサービスを考慮に入れる必要がある。

総合性

粗略な影響評価は発電所の及ぼす影響のみを重視する傾向があり、これにより発電のライフサイクルの上流及び下流における不可避な影響を除外してしまう。石油の採掘、輸送、貯蔵等の活動は、石油から電力を生産する過程で避けられないステップであるため、石油火力発電所の影響にはこれらの活動に関連する影響を含めることが必要である。同じことがガス又は石炭を用いた発電にもあてはまる。また、太陽光発電の影響には、太陽電池の製造に使用される化学物質の影響を含める必要がある¹⁰。

要するに、各種電源の環境影響を比較する時には製造過程のライフサイクルを考慮する必要があるということである。

アンシラリーサービス

電気は多くの一次エネルギー源と様々な変換技術を用い生産されるが、その最終製品は同じものではない。こうした様々なプロセスで電気は生産されるが、それぞれの持っているアンシラリーサービス、すなわち変換効率、発電の柔軟性、又は需要への追従能力等は同じではない。

例えば、車のバッテリーはキーを回せば直ちに電気を供給するが、バッテリーにより都市に電気を供給することは考えられないことである。以上のことからバッテリーは特定の利用分野、すなわち即時の低電圧の電力供給には適しているが、大規模電力供給には向かないことが明らかである。もう一つの例として太陽光や風力発電は、影響は小さいが発電が可能なのは日中若しくは風のあるときだ

⁹ 天然ガスやガソリンのような化石燃料から水素を取り出す時には、GHG が排出される。

¹⁰ IEA, 1998. *Benign Energy?* (優しいエネルギー?) *The Environmental Implications of Renewables* (再生可能エネルギーの環境上の影響). OECD/IEA. Paris.

けである。太陽光や風力による発電は断続的で変動の多い電源であり、需要に応じた発電は不可能である。このように太陽光や風力によるサービスには、他の発電方式に比べてかなり大きな制約がある。

以上の例は、各種電源によるアンシラリーサービスには様々なものがあることを示している。サービスが限定される電源もあれば、サービスが多様な電源もある。

各種電源の環境影響を比較するときには、各電源が提供するアンシラリーサービスの性質を考慮することが必要である。

簡単な類推例としてバスと乗用車を環境面から比較する。バスは乗用車に比べてはるかに多い汚染物質を発生する。これは本当であるがバスを乗用車に代えるべきであろうか。バスが提供するサービスの水準（40 人を移送）は乗用車のサービスの水準（4 人を移送）よりも高い。環境影響が最大となるのはどの輸送方式であろうか。技術が提供するサービスに基づけば、自家用車の及ぼす環境影響はバスよりもはるかに大きなものである。^{11,12}

環境影響を評価する時には、技術面のみが考慮されるべき観点ではないという点に留意することも重要である。技術的には優れていても公共輸送経路の管理がおそまつなために町中を空のまま移動しているバスは、自家用車よりもはるかに大きな環境影響を及ぼすことになる。このような点を考えても管理がいかに重要であるかということが分かる。

要約すれば、水力発電が提供する優れたアンシラリーサービス、すなわち信頼性、需要即応能力、停止状態から数分間で利用可能な電力、貯水池によるエネルギー貯蔵などにより、ベース負荷、ピーク負荷、電圧・周波数調整、電力貯蔵、その他のサービスが可能となる。こうしたアンシラリーサービスは他の電源では必ずしも利用可能ではない。従ってこれらのサービスを検討し、各種電源の比較環境分析に組み入れる必要がある。

7.2.3 水力発電のライフサイクルにおける比較環境特性

ライフサイクル分析(LCA) だけで各種電源の相対的な環境特性を比較できる訳でもなく、価値判断や調停が必要になる。これは、諸々の影響を直接に比較することは不可能であるという事実による（例えば、水力発電の土地利用問題に対して原子力発電の放射性廃棄物の管理、又は石炭、石油、天然ガス発電による地球・地域規模の大気問題の管理との比較）。またライフサイクル分析は、景観、社会環境、生物多様性などの「定量化できない」あるいは「定性的な」影響を説明することができないという制約を有する。

¹¹ しかし乗用車には、目的地や日程が自由に選べるというようなバスにはない利便性がある。

¹² 輸送プロジェクトで行われる環境アセスメントでは、様々な選択可能な方式を公平に比較するために、様々な輸送方式（乗用車、バス、鉄道、航空機など）の輸送人員一人当りの影響/km（例えば、輸送人員一人当たり汚染又は事故の件数/km）などが比較されることが多い。発電方式の比較にも同様な方法を適用する必要がある（例えば、kWh 当りの影響）。

影響範囲の水準を順次下げながら(例えば、地球規模、地域、局地)ライフサイクルの評価を行うことは、優先順位を定める上では好ましい方法かも知れない。炭素サイクルなどの地球規模の生物化学的サイクルにおける変化は、最終的には全水準（地球規模、地域、局地）における著しい変化を引き起こす。地球規模の気候変動は、生物多様性と人間の健康に大きな影響を与える根源であると考えられる。このような水準順位に基づいたライフサイクル評価によると、各種形態の化石燃料発電よりも再生可能エネルギーが有利なことは明らかである。

水力発電のライフサイクルにわたる環境特性の比較に関して結論を言えば、発電方式の比較の多くは以下の理由で水力発電にとり公平でないという点に留意することが重要である。

- ・ 多くの貯水池の多目的利用は環境影響を増大させるが、多目的利用によってもたらされる便益の増大が無視されることが多い。また、社会の関心がプロジェクトごとに極端に変化する。
- ・ 送電システムの信頼性に果たす水力発電の役割が忘れられていることが多い。
- ・ 「利用可能な最良の技術」という考え方は水力発電には相応しくないため、古い水力プロジェクトと最新の火力プロジェクトの統計が比較される傾向にある。

しかし、こうした「構造的な」否定的な偏見があるにもかかわらず、多くのライフサイクル評価では水力発電が他電源に優る結果を示している。(表-36「各種電源の環境パラメータの集約」を参照。)

表-36: 各種電源の環境パラメータの集約

発電方式 (サービスの水準 によって分類)	エネルギー 回収率	温室効果 ガス排出量 (kt eq. CO ₂ /TWh)	土地 所要面積 (km ² /TWh/y)	SO ₂ 排出量 (t SO ₂ /TWh)	NO _x 排出量 (t NO _x /TWh)	NMVOC 排出量 (t/TWh)	粒子状物 質排出量 (t/TWh)	水銀 排出量 (kg Hg/TWh)
ベース負荷及びピーク負荷に対応可能な電源								
貯水池式水力	48～260	2～48	2～152 発電用に設計 されたプロジェクト	5～60	3～42		5	0.07 貯水池内のメ チル水銀
ディーゼル		555～883		84～1,550	316+ ～12,300	1,570	122～213+	
柔軟性の限られたベース負荷電源								
流れ込み式水力	30～267	1～18	0.1	1～25	1～68		1～5	
瀝青炭： 新式プラント	7～20	790～ 1,182	4	700～ 32,321+	700～ 5,273+	18～29	30～663+	1～360
褐炭： 旧式プラント		1,147～ 1,272+		600～ 31,941+	704～ 4,146+		100～618	2～42
重油： 排煙処理装置無し	21	686～726+		8,013～ 9,595+	1,386+	22+		2～13
原子力	5～107	2～59	0.5	3～50	2～100		2	
天然ガス・コンバイン ドサイクルタービン	14	389～511		4～ 15,000+	13～ 1,500	72～164	1～10+	0.3～1
大型燃料電池 (天然ガスを水素に転換)		290+～ 520+		6	0.3～144	65	2～6+	
バイオマス:エネルギー プランテーション	3～5	17～118	533～ 2,200	26～160	1,110～ 2,540	89+	190～212	0.5～2
バイオマス:林業廃材 燃焼	27	15～101	0.9+	12～140	701～ 1,950		217～320	
バックアップ電源(貯水池式水力又は石油火力タービン)を必要とする断続的電源								
風力	5～39	7～124	24～117	21～87	14～50		5～35	
太陽電池	1～14	13～731	27～45	24～490	16～340	70	12～190	

7.2.4 水力発電の環境と社会への影響：知識と課題の現状¹³

水力発電は他の主要電源と同様に、環境と社会に対する顕著かつ避け難い影響の発生源である。水力発電の避け難い影響のうち最も重要なものは、一般にダム上流の貯水池区域の土地の水没と、ダム下流の流量及び水位の変化に関連するものである。こうした影響の性質と程度は地点ごとに極めて特徴的であり、プロジェクトの規模や型式に応じて変化する傾向がある。

次の節では、社会と環境に対する水力開発の影響の回避若しくは緩和に関する知識の現状について簡単に述べ、水力プロジェクトの設計、建設、運営に携わる人々が今なお直面している課題についても概観する。

水力開発の社会経済的影響

社会経済的な影響と便益の管理は、水力プロジェクトに関連する主要な課題の一つであり、特に政治的に不安定で、水需要が競合し、資源が不足している国々においては重要である。以下に示すような社会経済的な問題に関連する論争が原因で、いくつかの水力発電プロジェクトは今なお完成待ちか、あるいは放置されている。

- ・ 湛水区域内又は下流に居住する住民の立ち退き問題の管理の不便と生計手段の消滅
- ・ 従来の生活様式を支える手段の消滅、特に地元で利用可能な土地や天然資源に大きく依存し、文化的に傷つきやすい原住民や少数民族・宗教グループの場合
- ・ 水域関連伝染病又は行動病 (behavioural disease) 発生率の上昇、特に影響を受けやすい地域社会におけるもの
- ・ 地域の経済開発への見返りの少なさと影響を受ける地域社会への便益再分配の不適切さ

以上の各問題に関する最近の計画と管理の実施については、付録書 付録-F を参照されたい。上記の事柄に関する計画と管理がかなり改善されてきたとは言え、取り組むべき問題は依然として存在する。こうした問題を要約すると、以下のようになる。

移住後の暮らしの改善を成功させること

貯水池の湛水と建設工事は、住民の移住及び住民の暮らしに対する脅威となる。したがってこうした過程においては、移転させられる地域社会の移住と社会経済面での復旧（例えば、地域開発による移転住民の暮らしの立て直し）の両方についての管理が必要である。こうした事業を成功させるためには、プロジェクトの推進者は、水力プロジェクトは結果として影響を受ける住民の生活水準を高めるものであるという点を保証しなくてはならない。更に推進者は、実効性のある法的・制度

¹³ この問題の詳細については、IEA, 2000年5月,「水力発電と環境:環境問題の現状と今後の活動に向けたガイドライン」, 付録書の以下の項目

・付録-D:「物理・化学的環境」

・付録-E:「動植物」

・付録-F:「社会経済的環境」

及び IEA, 2000年5月, Annex III サブタスク 6,「水力発電と環境:緩和策の効果に関する調査と検討 (Effectiveness of Mitigation Measures)」を参照。

的運営に頼る必要があり、これには次のような課題がある。

- ・ 地域の伝統的及び社会政治的背景がこうしたことになじまない国々において移転と復旧（Resettlement and Rehabilitation : R&R）に適切な規制上の枠組みの採用をいかに推進するか
- ・ 人的及び財政的資源が不足する中で、移転と復旧に向けた制度上の体制（プロジェクト立案過程の制度化、土地管理能力の強化、意思決定過程への住民参加の促進）をいかに確立するか
- ・ 利用可能な土地と財源が不足する中で、移転と復旧に必要な収入回復計画を、土地に基盤を置くものと置かないものを含めて、いかに策定するか
- ・ 政治的な不安定若しくは無関心の中で、長期の統合地域開発計画の立案と実行をいかに保証するか

文化的に傷つきやすい地域社会に対する影響を最小にすること

土地固有又は伝統的な資源に頼っている地域での水力プロジェクトは、地域社会レベルにおいて多大な文化的・社会的影響を及ぼすことがある。地域社会は既に外部から多くの影響を受けていることがあるため、水力プロジェクトによる影響の程度を確定することは困難である。にもかかわらず、地域社会はこうしたプロジェクトが彼らの文化に対する破壊あるいは脅威であると認識することが多い。

このような地域に対する影響を最小化するためには、状況変化に適合するための十分な時間と資源、また必要に応じて伝統的な生活様式を維持するための代替手段が水力プロジェクトによって提供されるよう、推進者は保証すべきである。このような目標を達成する上で、次のことを含めたいいくつかの課題がある。

- ・ 利用できる時間と資源が共に限られている場合、文化的に傷つきやすい地域住民に対し、いかにして十分な時間と資源を提供し、状況変化に適合させるか
- ・ 外部の資金源に長期にわたり依存するという状況をつくり出すことなしに、経済活動への長期的財政支援や地域文化に合った社会的サービスをいかに保証するか

公衆衛生の改善

水文環境の改変に伴う水域関連伝染病発生率の上昇、及び住民の移転に伴う行動病発生率の上昇は、特に熱帯又は亜熱帯環境においては人工貯水池の出現の結果であるとも考えられる。推進者はこうした影響を最小化するために、水力プロジェクトの実施が影響を受ける住民の健康状態を改善する結果となるよう目標を掲げ確実に実施すべきである。しかし、これには次のような問題が付随する。

- ・ 財源の不足と行政上の仕組みが不十分な中で、開発地域に効果的な公衆衛生制度をどのように設立するか

開発利益の分配

水力プロジェクトは、その他の多くの社会基盤整備事業と同じように、しばしば影響を受けた地域に対して、プロジェクト便益の再配分が不十分な場合がある。地域が開発から受ける利益を最適化するために、このことは特に地域住民が経済面で弱い低開発国において、プロジェクトの推進者は影響を受ける地域社会がプロジェクトの受益者となるよう目標を掲げ確実に実施すべきである。しかし、政治的意志の欠如と財源の争奪はこうした目的達成の妨げとなることが多い。これに伴い次のような問題が生じる。

- ・ ニーズの競合、政治的意志の不足、頻繁な財源不足といった環境において、影響を受ける住民とプロジェクト受益者の間で、開発利益と費用を長期にわたっていかに公平に分配するか

水力開発に関連する環境影響

水力プロジェクトに関連する環境影響の理解並びに管理には、過去20年間に相当な進歩が見られた。これは、調査研究、モニタリング、事後調査の結果であり、また規制上の要求が増加した結果でもある。プロジェクトの計画及び設計の改善、また総合的環境影響緩和プログラムの開発といった全世界で得られた経験は、水力開発に特徴的な多くの環境影響を回避又は程度を軽減するのに役立った。

現在の環境についての知識と管理上の取り組みに関する包括的な概要については、付録書 付録-D～Fを参照されたい。水力プロジェクトの設計及び環境影響の管理にはかなりの進歩が見られたものの、なお取り組まねばならない課題が残っており、その主要なものについて以下に簡単に示す。

- ・ **プロジェクト設計への生物多様性と繁殖性の保護対策の組み込み:**
生物多様性と繁殖力を保護すること、並びに生態的に見て価値のある動植物の生息地の消失を他の生息地の回復若しくは改善により最小に抑えることが必要であり、これらは水力プロジェクトの設計者にとっての新しい課題である。扱うべき問題には、希少種や保護種の保全、水域の連続性の維持、生物生息地の分断の最小限化、より良い生物物理指標の明確化が含まれる。
- ・ **貯水池下流域の流況の最適化:**
貯水池下流域の流況の最適化には、技術上並びに政治上の複雑な問題が伴う。これは現在研究途上の課題である。こうした最適化に当たっては、ダムの上下流における水利用、発電上の要請、並びに水生及び河岸の動植物生息地の要件を考慮に入れることが必要である。この最適化は、地域住民が漁業で生計を立てている場合や、貯水池下流の農地への季節的な氾濫が必要とされている場合には、特に難しい課題である。

- ・ **ダム地点における貴重な回遊魚のための魚道の改善:**

水車、洪水吐、余水吐の設計の改善が、魚の死亡や負傷を最小限に抑える上で非常に効果的であることが実証されている。ダムに設けられている既存の魚道(階段式魚道も含める)は、場合によっては効果が余りないことがある。回遊魚や遡河魚のための効果的な魚道の設計には今もって複雑な問題があり、現在研究中の課題となっている。

- ・ **貯水池の堆砂管理の改善:**

一般に、大規模ダムと貯水池は運用期間を約100年として設計されているが、現在約10%の水力用貯水池が堆砂問題に直面している。定期的な排砂により、貯水池の寿命を延ばすことができるが、多くのダムではそうした設備がない。貯水池の堆砂が進むと、場合によっては下流域への砂の供給が不足して、下流域や河口部において堤防や河床の侵食をもたらすことになる。侵食率の高い地域へのダムの立地を避けることや、流域上流の森林区域への植林や保護により、貯水池の堆砂を減らすことはできるが、これを長期にわたり持続させることは必ずしも容易ではない。

- ・ **良好な地点の選定による水質問題の低減:**

貯水池が密林地域、特に熱帯に建設されるときには、大量のバイオマスと土壌が水没することになる。条件によっては、これが酸素の涸渇をもたらし、貯水池を酸素欠乏状態にすることがある。更に、これにより硫化水素 (H_2S) や重金属のような毒性物質が貯水池の酸欠層に形成され、毒性物質が水面に上昇して魚の死を招き、水の酸性度が高くなり、下流域に水利用を制限させるような問題(悪臭、メタンの発生、毒性)が生じることになる。湛水前の樹木伐採並びに貯水管理対策(選択取水設備など)によりこうした問題をいくらか解決することができるとしても、適切なサイト選定、より良い予測モデルの使用、一層広範囲にわたる貯水池水質モニタリング等により、プロジェクトの設計初期段階において貯水池の水質管理を考慮することが必要である。

- ・ **運用時の貯水池の富栄養化と水質汚染問題の管理:**

運用段階では、主として未処理の生活排水、農・工業排水、あるいは養殖などの貯水池自体での活動に起因する有機物や栄養分又は毒物の流入により、貯水池に水質問題が発生する。このような流入物は富栄養化をもたらし、この富栄養化により水はレクリエーション用、飲料水用に不適切になるし、また水生植物の繁茂を招く。貯水池流域及び下流における利害関係者相互による有効な流域管理の確立、健全な土地利用管理策の実施、並びに汚水処理設備の設置は、貯水池におけるこうした問題の軽減策として有効な手段であるが、長期にわたり持続的に実施することは容易ではない。

7.2.5 倫理的考慮事項¹⁴

過去20年にわたり地球各地での開発、特に発展途上国において、大規模水力プロジェクトが担った役割に対し疑問の声が多くなってきている。地球上の多くの地域において水資源の利用可能性と質に関する不確実性が高まっている背景の中で、エネルギー生産のための水の利用（公益（common good）と考えられている）は、一般に国家又は地方の経済的利益に基づくだけでなく、広範囲にわたる地域及び地元の利害関係者（地域共同体、地域あるいは国際的な環境資源関連団体、等）の期待する利益の、量と質に基づいて正当化されなければならない。

これらの利害関係者は多様な観点から発言している。多くの場合、利害関係者は同様な価値観又は行動基準、関心を共有するものではない。特定団体の関心事が無視されたり却下されたりした場合、特にその関心事に基本的な問題、すなわち資源の配分と管理や富の分配の問題がある場合には対立が生じる。ほとんどの社会においては、こうした問題をめぐる倫理上のジレンマの解決（例えば、何が受け入れ可能かの合意の形成）には、広く受け入れられる倫理、社会、経済、環境上の兼ね合いを確認するために、長期にわたる難しい議論が必要となることが多い。

以上の点から考えた場合、水力開発に関連する主要な倫理上のジレンマとは何であろうか。こうしたジレンマは一般的には、次の四つの範疇のいずれかに属している。

- ・ **天然資源の保護 対 人間の基本的ニーズの充足：**

水力プロジェクトの反対者は、大規模水力プロジェクトは水系の自然と人工物のバランスを許容できないほどに破壊すると共に、流域の貴重な生物多様性の保全若しくは復元の要請とは相容れないものであると主張している。一方プロジェクトの推進者は、電気の利用を広範囲に可能とすることは、開発促進に重要な役割を果たす（例えば、家庭用又は産業用に森林を伐採するような悪弊を減らすこと）と共に、いかなる電源でも生態系に非可逆的な影響を与えるのと同様、自然から短期又は中期の資金を借り入れるようなものであると主張している。

- ・ **増大するニーズを支えるための富の創出 対 蓄積された富の公平な分配：**

水力プロジェクトの反対者は、大規模水力プロジェクトは影響を受ける地方の農村住民に損害を与えるのに対し、都市、産業、又は大規模農業関連産業を利するという理由で、社会的公正の水準を低下させることになると主張している。一方プロジェクトの推進者は、このようなプロジェクトは現代産業及びサービスの発展を支える上で必要なものであり、そこから生ずる十分な余剰によって貧しい農村部の住民を援助できると主張している。

- ・ **局地的に影響を受ける少数の住民の権利 対 多数の潜在的受益者の権利：**

水力プロジェクトの反対者は、大規模水資源開発と水力プロジェクトは影響を受ける現地の住民の権利を侵し、貧しい農村地域の多数の住民を不必要に移住させ、かつ生活水準を低下させることが多いと主張している。一方プロジェクトの推進者は、このようなプロジェクトから経済的かつ社会的な利益を得る人々の数は生活を乱される可能性のある人々の数よりもはるかに多く、また大多数の水力プロジェクトは環境と社会に対する悪影響を軽減するための適切な対策の費

¹⁴ この問題の詳細については、第5章「倫理的考慮事項」を参照。

用を含め、要した費用を大幅に上回る様々な便益を生み出すものであると主張している。

- ・ **国際的資金提供者と融資機関の基準 対 低開発受益国の基準:**

水力プロジェクトの反対者は、国際的な資金供給を受けた水資源開発及び水力プロジェクトは、低開発受益国においては、経済的に進んだ国々において求められている環境上・社会上の厳格な基準が必ずしも適用されていないと主張している。また彼らは、水資源と土地利用の管理に関する意思決定過程を民主化し、分権化するために、適切な政策決定過程と制度上の枠組みを事前に整備するよう主張している。一方プロジェクトの推進者は、地域の文化、政治、制度、規制等の現実にある程度まで適合させる必要があるとしながらも、国際的な環境上・社会上の基準は既にすべての開発プロジェクトに適用されていると主張している。

こうしたジレンマに責任をもって対処するための、今後の水力開発プロジェクトに適用すべき倫理上の主たる原則及び行動規範とは何であろうか。大部分の開発プロジェクトに適用可能であるとして一般的に認識されているのは、次の五つの倫理上の原則である。

- ・ **スチュワードシップ（責任をもった管理）:**

水力プロジェクトの推進者は、持続可能な方法で利用可能な環境資源を適切に管理することにより、彼ら関わっている流域のスチュワード（責任ある管理者）として進んで行動する意思を示すべきである。推進者は、地域社会主体のモニタリング・追跡調査委員会のような、牽制制度（a system of checks and balances）に貢献するよう準備する必要がある。また、定期的に資源管理方策の実効性を確認する必要もある。

- ・ **参加型意思決定:**

最も公平な問題解決は、誰にでも意見を聞いてもらえる機会が与えられる話し合いによってもたらされる。参加型意思決定過程では、えてして見落とされる可能性のある重要な要素についても確実に検討することができる。最終的に、参加型意思決定過程は、結果としてなされる決定の道徳的権威と合法性を強化することができる。参加型意思決定過程にはそれ自体の課題がある。誰れがグループ又は利害関係者の合法的な代表であり、従って参加資格があるのかという問題は必ずしも易しいものではない。ある重要な関心事、例えば社会全体の利益を出席している発言者の誰れもが表明しないことさえある。推進者を含む一部の参加者は前もって選んだ代替案が選択されるように、あらゆる種類の戦略を用意している場合もある。利害関係者が意思決定過程に参加しているからといって、それだけでは最適な結果に至ることはない。参加型意思決定の利点若しくは欠点は何であれ、多くの国では選挙で選ばれた公職者や官僚機構に付与された権力と権限に対して、市民が不信を示す局面が増大しているのが事実である。価値体系が進展し、被支配者達は支配者達によってなされる決定過程にもっと参加することを望んでいる。

- ・ **慎重なアプローチと制御:**

信頼と信用を醸成するために、水力プロジェクトの推進者と規制当局は、自らの行動の結果を予想しつつ、意思決定において責任ある慎重な態度をとる必要がある。このためには徹底的な評価を実施し、水質と生命維持システム、地元住民の健康と安全、移転させられる地域住民の生活水準の回復若しくは改善のための能力等に関して、取り返しのつかない影響の生ずる可能性がないかを判定する必要がある。

- ・ **公平と正義:**

持続可能な開発を進めるためには、人間の尊厳やすべての人が自らの可能性を開く権利を尊重した行動が必要である。このことは、限られた共有資源の利用というプロジェクトの利益と不利益が、受益者と影響を受ける住民との間で、更に現代及び将来の世代の間で公平に分配されなくてはならないことを意味している。プロジェクトの受益者は、プロジェクトの環境面、社会面におけるコストと共にプロジェクトの危険についても想定しておく必要がある。また公平性には、プロジェクトから影響を受けるが直接に利益を得ることのない住民が、彼らの損失を全面的に補償するに足る十分な間接的な便益を受けるべきであるという意味が含まれている。

- ・ **最適性:**

限られた共同資源の利用が問題になるとき、最適性とは関係する利害関係者が重要であるとみなした諸要因に基づき、利用可能な最善のプロジェクトを選択することを言う。最適な問題解決策の探索には、信頼醸成のために、公開の、包括的で、透明性をもった、討論に基づき、賛否両論の釣り合いをとり、その妥結点を明らかにするといった困難な過程がつきものである。こうした過程によって後に平和裡にプロジェクトを実施するために必要な信頼関係が醸成されることになる。

以上の点から見て、今後の水力プロジェクトを社会的に受け入れられるようにするには、次の点が必要となる。

- ・ 水力プロジェクトの目標を明確に述べる（プロジェクトの利益と費用を「実施しない」という選択肢も含めた他の代替諸案の利益と費用を比較することにより）
- ・ 水力プロジェクトが利用可能な資源の多目的利用によって社会開発の純利益をもたらす（例えば、水、灌漑、公衆衛生、地域サービス、電力などの利用面の改善）
- ・ 水力プロジェクトが公平な、公開の、包括的でしかも透明性をもつ参加型過程の産物となる
- ・ 水力プロジェクトは、予測若しくは予見できない問題に対応する苦情処理委員会のような説明義務を保証する組織を持つと共に、管理すべき危険がある間は資金供給を行う
- ・ 影響を受ける地域社会は、例えば収入や公平な分配を通してプロジェクトの受益者となる

7.2.6 法規制上の枠組み及び意思決定過程¹⁵

最後の水力開発に関連する顕著な環境問題は環境に関する意思決定過程である。大部分の国ではこの過程は法規制の枠組みや環境影響評価に、その中でも特に許認可過程に密接に結びついている。環境影響評価（EIA）は管理手段であり、意思決定に欠くことのできない補助手段でもある。環境影響評価の目的は、適切な確認に基づく意思決定がなされるべく選挙で選ばれた公職者とプロジェクトの推進者を助け、プロジェクトの環境影響が完全に明らかとなった後でプロジェクトに許可を与えたり、プロジェクトを不許可にしたり、プロジェクトの設計そのものが改善できるようにすることにある。實際上、環境影響評価はそれ自体が目的ではなく、意思決定者が関係する法規制の枠組みに従って義務を遂行するために使用する手段である。

既に述べたように、倫理上のジレンマが水力開発問題の背景となっている。従って、水力プロジェクトの環境面の認可過程の総合評価に倫理上の考慮を含めることが必要である。法的観点からは、最終の目標は水力開発の背景にある三つの基本的な要件（人権の推進、環境の保護、経済発展に対するすべての人の権利の保証）を調整させることにある。全体論的な手法により、これらの要件のそれぞれの調整を行うことができる。文献調査により明らかにされたように、全体論的な手法は地元住民、環境保護団体、更にプロジェクト推進者の様々な関心事を釣合わせることができ、従って、環境に関する認可過程に関係する主要当事者の対立する見解の調整に有効である。

第6章には、将来の水力プロジェクトに特定した環境面における認可過程の概要と討議を示した。将来の意思決定過程は利害関係者の見方の調整を目標とするだけでなく、利害関係者にとり、更に社会全体にとり効率と実効性の高いものとしなくてはならない。効率的な環境承認過程とは、決定を下すために必要な資源、すなわち時間、金銭、専門知識を最小限に抑えることである。実効性の高い環境承認過程とは、プロジェクトに、関係する環境影響と社会影響が正しく、厳密に認識、評価され、全面的に考慮されることである。

1970年代以降、ほとんどの国では環境を保護するために、環境影響評価と許認可過程を含めた法規制の枠組みを設けている。諸国は規模の大きな社会基盤整備事業が環境に受け入れられない悪影響を及ぼすものではないことを保証するため、こうした手段を用いている。こうした手段の適切性又は重要性についてはここでは問題としない。むしろ、ここでは、我々は過去の経験から学んだことがあり、過去の手法を改善するためにこうした経験からある結論と勧告を導くことができるというのが我々の確信する点であると述べておく。

水力プロジェクトに適用される規制過程の実効性と効率に関するこれまでの分析によると、特にOECD加盟諸国では環境に関する承認と許認可の過程が非常に厳しく、扱いが難しくなったという点に関心が高まっていることが明らかになった。これらの過程は、社会並びにプロジェクトの推進者に、得られた利益又は回避された影響とは見合わない費用を負担させることになる。こうした費用には、過度の情報要求、不必要な運用上の制約、不当なプロジェクト実施日程の遅れなどが含まれる。このような費用は有益なプロジェクトを廃止に追い込むことさえもある。

世界では、信頼できる電力供給の要求が着実に高まってきている。多くの国においては、電気料金は上昇の傾向が続いている。こうした傾向の一端には、数年にわたり発電事業への新規投資が不足していることを反映している。水力プロジェクトは、市場や規制等の不確定性の影響をより多く

¹⁵ この問題の詳細については、第6章「法律と規制の枠組み」を参照。

受けているため、世界で開発されている新しい水力プロジェクトは少なくなっている。多くの国々においては、開発すべき豊富な水力資源がまだ存在する上、需要も増大していることを考えると、この現状は誠に残念なことである。

水力発電は、多くの場合、従来の他の電源に比べ環境に対する影響が少ないと考えられるので、水力開発を過度に制限することは望ましいことでないかも知れない。それにもかかわらず、発電資源の割り当てでは今なお政策上の誤った判断がなされている。世界の多くの地域において、現在予定されている発電への投資の多くは、温室効果ガスや、大気、水域、陸域を汚染する物質を発生させる火力発電に対してである。従って意思決定者が水力プロジェクトに対する投資を抑えることは、水力プロジェクトよりも環境を壊すことが多いかもしれない発電方式への投資を不注意にも奨励していることになる。

このような不均衡に取り組み、発電資源の誤った配分を避けるためには規制の改革が必要である。プロジェクトの推進者は、政府及び NGO と共に、環境影響評価と許認可過程を含め、水力開発を管理する法規制の枠組みの開発及び実施に関する責任がある。この「総括と勧告」の中では、こうした様々な利害関係者が上記の点を改善するためにいかに寄与したらよいかという点が述べられている。

7.3 勧告

以上に述べた点に基づき、水力発電部門では五つの分野において大きな課題がある。五つの分野は次の通りである。

- ・ エネルギー政策の枠組み
- ・ 意思決定の過程
- ・ 水力プロジェクト代替案の比較
- ・ 水力発電所の環境管理の改善
- ・ 地域社会との便益の共有

以上の項目のそれぞれについて勧告及び指針を提示する。勧告はこれに関連する基準と指針と共に、広範囲のプロジェクトに適用される。明らかに言えることは、プロジェクト関連の影響は必ずしもすべてが回避若しくは軽減できるとは限らないということである。こうした理由で、環境影響評価は、これに対応する緩和策、向上、補償、モニタリング、事後調査の諸計画と共に、必須のプロジェクト計画の手段となるものである。故に以下の勧告、基準、指針は計画担当者と運用担当者の手引きとして認識されるべきである。

勧告 #1

エネルギー政策の枠組み

エネルギーは国民経済の基本的な部門を担うものである。諸国に保健若しくは教育の政策があるのと同じ様に、開発の状況を明らかにするためにはその国におけるエネルギー優先順位に関する明確な考え方が必要である。このようなエネルギー政策は、市場に基を置き、市場の力により自由に資源を割り当てることができる競争の原理に基づくものであるか、あるいは他の極端な例として、中央集権的かつ制約的であり、エネルギー開発に関してなされる投資の決定を政府が行うという形がある。ここでの目的は、どれか一種類の政策の長所を述べることではない。実際に、それぞれの国のエネルギー状況は独特なものであり、経済発展の様々な段階に即した特定の手法が必要とされる。

ここで勧告したいことは、各国は自国のエネルギー政策、あるいは少なくともエネルギー開発戦略を明確に提示することである。これにより諸規則がすべての人に明らかにされ、独断的な決定は最も少なくなる。こうしたことは発電前に長いリードタイムと技術と環境上の調査を要する水力開発には特に重要なことである。

これからの数10年、大部分の発電容量は民間資金で確保されることになるかと予想される。民間投資では資本に対して利益を最大にし、一方ではリスクを最小にすることが求められる。水力事業への投資を魅力的なものにするためには変動する環境規制や期限の決まっていない許認可手続きに見られる従来の不確定性を少なくすることが是非とも必要である。

従って、政府は環境及び許認可の諸手続きの明瞭化・単純化と、水力プロジェクトに適用される政府機関の重複する諸規制の調整等の重要な責任を担うことになる¹⁶。一般的なエネルギー開発戦略を明確に定め、特に水力開発に関する政府の立場を示すことは、政府が責任を果たすための一つの手段である。こうした方法によれば、水力開発がある国若しくは管轄区域において奨励されているのかどうかという点を投資家は知ることができる。

エネルギー政策には環境と社会に関する考慮事項を完全に統合する必要がある。こうした考慮事項をエネルギー政策の意思決定に取り込むために利用できる手段には、発電方式の選択肢を比較するためのライフサイクル分析（LCA）と、必要に応じて水力のマスタープランと結合できる戦略的又は部門環境影響評価（Strategic or Sectoral Environmental Assessment; SEA）がある。こうした手段を利用する主たる理由は、各発電方式の環境費用と社会費用を「内部化する」（すなわち計上する）ことによって発電方式選択のための平等な競争の場を確立することにある。勧告 #1 はこの問題を扱っている。

勧告 #1

¹⁶ 水路、土地利用、漁業、舟運、レクリエーション、生息地保護などに適用される諸規制。

エネルギー政策の枠組み

各国は水力発電を含めた各種発電選択肢の開発目標を明確に示したエネルギー政策を確立すべきである。

- ・ 国のエネルギー政策では、環境費用と社会費用を内部化し、すなわち全部計上して、公平に発電選択肢を比較するべきである。
- ・ 各種発電選択肢の比較はライフサイクル分析に基づくものとし、比較ではそれぞれの技術の提供するサービスに基づいて影響の評価を行う。
- ・ 国のエネルギー政策を確立させるために必要な社会、環境、経済上の調整事項は公開討論の場で支持され、合意形成を求めるアプローチの成果でなければならない。

本勧告は、明確で透明な電力供給と送電の戦略が政府、産業界、地域社会によって提唱されるべきであるとの前提に基づくものである。これによって、プロジェクトの開始時に発電方式の選択肢を再び問い直すという問題を避けることができる。政府は関係当事者と協力してエネルギー戦略を立て、プロジェクト特定の投資がなされる前に一般的な合意が得られているようにすべきである。

エネルギー戦略は政治、経済、環境、社会上の規準に基づくものとし、更に持続可能な開発の原則に基づくようにする必要がある。電源の比較では、各電源のサービス水準、利用可能資源の多目的利用、電力供給と送電の地域的手段の共用、発電選択肢のライフサイクル評価及びエネルギー効率の代替案を考慮に入れる必要がある。

エネルギー政策策定の指針

各国は国家エネルギー政策段階での計画手段として戦略的環境影響評価 (Strategic Environmental Assessment ;SEA) を考慮すべきである。

国又は地域の政策策定段階で用いられる SEA は開発、環境保護と地域社会の権利を調整するために環境上及び公衆の関心事をエネルギー政策策定に取り込むのに役立つ。エネルギー政策における SEA の一つの重要な目的は、水力発電資源の開発の可能性に関する不確定性を少なくすることにあると考えられる。例えば、開発に利用すべき河川区間と、逆に水資源開発から護られるべき河川区間を定めることによって、不確定性を減らすことができる。

国家政策段階での予防原則の適用

エネルギー、水、土地利用に関する国の政策立案時に、意思決定者はオゾン層破壊、地球温暖化、酸性雨、生物多様性の消失などの地球全体の問題を重要問題として考えるべきである。以上の問題は、こうした現象のある様相の説明に科学的には不確定な部分が残されているとしても、これに政策段階で取り組み、処理すべきである。

勧告 #2

意思決定過程

2つめの重要な問題は環境に関する意思決定過程、例えば環境影響評価（EIA）と水力開発に適用される法規制の枠組みに関係するものである。意思決定過程はプロジェクトの推進者と社会全体の双方にとって効率のよい、しかも実効性のあるものでなくてはならない。以下に提示する第二の勧告では上記の関係事項を扱うための指針を提案する。

勧告 #2

意思決定過程

利害関係者は予測可能かつ妥当な日程で住民の利益並びに環境を考慮した、公平で信用でき、しかも実効性のある環境影響評価プロセスを確立すべきである。

本勧告は、利害関係者は公平に扱われるべきであるという前提に基づくものである。従って、水力プロジェクトの評価と許認可は信用でき、実効性のある、更に規則が確立し、全利害関係者が明確な責任を持つ意思決定過程に基づく必要がある。

意思決定過程は最善のプロジェクト代替案を残すために、最悪のプロジェクト代替案を識別しそれを拒否することに役立つものでなくてはならない。この意思決定過程では、各々のプロジェクトに必要な環境問題の考察と承認が妥当な日程で確実に完了するようにすべきである。こうして、プロジェクト計画の最も初期の段階で意思決定ができるように、プロジェクトが実施するに値するものであるかどうかを利害関係者が可及的速やかに知ることができるようにするべきである。

以上のことは、発電事業者間の競争が激化している、電力業界の世界規模の再構築という背景の中で特に重要である。水力プロジェクトに対する不当に長い環境影響評価と許認可の過程は、水力発電事業者、例えば石炭火力発電所を含めた他の発電形態と比べて、競争上の不利益をもたらすようになった。

時間上の遅れは水力プロジェクトの全関係者に多大の費用を課することになる。すなわち、遅れは関係する地域社会に大きな社会的、経済的費用をもたらすことになる。ある地域に水力開発計画が発表されてから、行政の規制上の理由で延期された場合は、不安感が芽生える。こうした不安感のもとで、地域、政府、事業者、個人が将来水没するかも知れない地域に財源を投入するのを控えるので、地域の投資が凍結されることにもなる。このことはプロジェクト進行の遅れの有無にかかわらず、どんな種類の貯水池開発にも言えることであるが、遅れが重なると問題を増加するばかりである。

水力プロジェクトに関する決定が不必要に遅れた場合、政府も投資の遅れに伴う収入の損失、長々と延びた手続きに伴う直接費用などを負担することになる。同様に、プロジェクトが遅れた場合、プロジェクト推進者は金銭と投資機会を失いかねないので、こうした損失を最小にするためにプロジェクト受け入れの可否を設計段階の可能な限り早い時期に知りたいと望んでいる。

重要なことは、水力発電の環境影響評価と許認可の意思決定過程を、手続き上の不確実さや

不合理な遅れによってプロジェクト推進者に不当に負担をかけることなく、環境と地域社会を効率的に保護するような方向に改善することである。

上記の第二の勧告は下記の意思決定のための指針により支えられている。

意 思 決 定 の た め の 指 針	計 画	建 設	運 用	改 造
二国間若しくは多国間の援助機関は環境影響評価の制度強化と能力の確立に対して支援を強める必要がある 信用でき、しかも効率のよい環境管理の慣行を確立するためには、各国の EIA に関する法規制の枠組みにくわえて、適任な人的資源が必要である。国際機関はすでにこのような業務を行っている。特に、これを最も必要とする国々に奨励する必要がある。	●			
EIA が義務付けられていない国々もこれを開発して採用すべきである 大規模の社会基盤整備又はエネルギーのプロジェクトには、どの国でも EIA を義務付ける法律を制定する必要がある。諸国が署名をした国際条約を示して各国に法的枠組みの制定を奨めることがより容易であろう。法規制は実施されるべきであり、諸国は環境影響評価を実施するための人的、物的資源を有することが必要である。	●			
EIA 政策をまだ採用していない国々は、発展途上国と先進国の両方における EIA 実施の過去の経験を考察すべきである この狙いは過去における大きな誤りを回避するために実際に即した方法を採用することにある。EIA 実施についての過去の経験を共有することは、同じような社会経済的状态を共有する国の取りうる途である。一部の開発途上国は、過去10年以上にわたり EIA 実施についての経験を有しており、この経験はこうした経験の少ない他国にとり有用な教訓を提供し得るものである。	●			
既存のダム、貯水池、水力発電所における環境管理のための国際的な手続きを開発する ISO(国際標準化機構)又は IEC(国際電気標準会議)はこのような手続きの開発に中心的な役割を担い得る組織である。管理に関する国際標準は、競合する水利用に関して数多くの対立を回避する上で役立つものと考えられる。各国の制度的背景にかかわらず、国際標準がダム管理の共通な枠組みを提供することにもなる。			●	
電力業界は公認された環境管理システム (EMS) を実施に移すべきである ISO 14001 は環境対応の継続的な向上を目指した環境管理の広く認められた国際標準の一例である。選定された環境管理システム (EMS) は国際組織がこれを認証し、若しくは登録することがあり得る。	●	●	●	●

意思決定のための指針	計画	建設	運用	改造
電力業界は人権と環境保護に関する行動規範を採用し、実施すべきである 行動規範は、特に、最低限の標準も存在していないか、あっても施行が不適切な地域の電力業界において EIA が正しく行われ、人権が尊重されるように保証するために重要である。行動規範は環境管理、住民参加、紛争解決の手引きとなるべきである。	●	●	●	●
EIA 過程では水力プロジェクトの悪影響と利益の両方に均衡のとれた分析方法で取り組むべきである 開発過程では社会、環境、経済上の諸目標間に相互にある取引をすることは避け難い。意思決定手段としての EIA はこれを反映すべきである。EIA 過程では、可能なトレードオフの評価と緩和策、改善策、補償策などの具体的な解決策の提案に重点を置く必要がある。	●			
作業の質が EIA 調査の最も重要な評価尺度であり、これは認知されている科学的な方法と事実に基づいた情報に基づくものでなくてはならない EIA 調査に体系的かつ科学的な方法が適用されている限り、この調査の実行責任者が誰であるかという事はほとんど問題にならない。科学的に見て不確実な点が残っている場合は、不確実な点を報告書の中で述べ、正しく説明すると共に、こうした問題点について意思決定者に最終的に決着をつけてもらう必要がある。	●	●	●	●
最大の関心事項に関しては認知されている専門家に相談する 科学上の不確実性、議論の対立のような状況が起こった場合は、大部分の当事者が受け入れることができると考えられる専門家に相談し、特定の問題点に関する外部の見方を提示してもらうことが望ましい。	●	●	●	●
プロジェクト段階における環境影響評価は、代替案の選定、影響評価、緩和策などのプロジェクト問題に限って検討すべきである。国家のエネルギー、水、土地利用の政策のような政策問題はここで扱うべきでない。 プロジェクト段階の EIA は政策問題に関する議会や民主的討議の役割を持つことはできない。政策問題は SEA、地域環境影響評価などの手段を用いて国レベルで論議すべきである。	●			
水力プロジェクト環境影響評価ではプロジェクトのスコーピングを通して重要問題に焦点をあてる EIA 過程ではプロジェクトにとり真に重要な問題に焦点をあてる必要がある。プロジェクトのスコーピング(適用範囲の設定)は EIA 過程の開始時において、評価されるべき主要問題の確認に役立つことである。スコーピングによって些細な事項の調査を回避し、評価過程の期間を短縮すべきである。重要問題の選定は、住民の参加、確定した科学の知識に基づき、また、事後調査から得られた過去の経験を統合して行わなければならない。こうした要件を正しく実行した場合は、不必要なまでに「百科事典的な」環境影響評価報告書を作成しなくても済むことになるはずである。	●			

意 思 決 定 の た め の 指 針	計 画	建 設	運 用	改 造
遅れを少なくするという考えのもとで、水力プロジェクトの EIA と許認可過程のそれぞれの進行段階を設計する 遅れは不確実性を、不確実性は水力プロジェクト推進者にとり費用の増加と競争上の不利益を意味する。エネルギーの競合市場では、水力プロジェクトの EIA 過程はその他の発電方式に必要な EIA 過程にかかる時間よりも長くなるようにするべきである。EIA 過程は意思決定を目的とし、妥当な時間枠内で実施することが必要である。EIA 過程に強制的期限を設けることは、全ての利害関係者にとっての不確実性や不当な遅れを制限する優れた方法である。	●			
2つ以上の EIA 過程が適用される場合は、取り組みの重複や重なり合いをなくすために EIA を統合して一つの手順にまとめる必要がある。 国によっては、政府部内で2つ以上のレベルで EIA が実施されることもある。国々が地域協力体制を形成するにつれ、EIA の問題は地域段階、国家段階、更に超国家段階で取り組まされることさえある。政府部内のあるレベルにおける決定は、政府のその他のレベルにおける決定の制約とはならないことが多い。様々な評価の時期は一致しないことが多いので、意思決定段階における不確実性と遅れが大きくなる。統合された EIA 過程とは、一組の指針、一つの専門委員会、最終的には一つの決定と一組の条件を意味する。	●			
発電プロジェクトの EIA に住民の参加を奨励する 推進者と政府は当初から住民の参加を要請して、関係する地域社会と環境団体の支援のもとで調査の範囲と規模を定めるようにすべきである。更に、様々な調査結果が得られた時点で、これらの結果を住民がたやすく利用できるようにすべきである。最後に、住民は適切な手段と利用可能な技術の助けをえて、プロジェクトの開始時から EIA 過程の随所で緩和策、保護策、補償策の開発に関与する必要がある。	●		●	
全利害関係者が公平に扱われ、その役割を明確にすることができるように、住民集会又は公聴会の基本的な手続き上の権利について規定を設ける 議論に加わる利害関係者は賛成並びに反対意見の表明が自由にできるよう扱われなくてはならない。手続きは、一般住民がプロジェクトに関して確かな意見を持つことができるように、プロジェクトの推進者、反対者、政府代表、住民を含め、どんな利害関係者も彼等の意見に対する異議を受け付けることができるようなものとする必要がある。	●			

勧告 #3

水力プロジェクトの代替案の比較

水力開発の決定が政策段階でなされる場合は、水力プロジェクトの代替案の実効的な比較を行える基準が政府機関と開発事業者の双方にとって利用可能なことが必要である。このような基準はプロジェクト計画の当初から好ましくない水力プロジェクトを除外するために必要である。

技術者並びに経済専門家は、簡単に利用できるツールを利用して、プロジェクトの代替案の技術並びに経済面の利点を迅速に評価すると共に、こうした代替案の優先順位を定めることができる。利用できる現地のデータが限られている場合はこれと同様な手段を開発して、予備設計段階において環境と社会の観点から代替案の優先順位を定める必要がある。

従来、主に技術的課題と経済性に関する考察に基づき、最善のプロジェクト代替案を選定し、その後選択されたプロジェクトの環境影響評価(EIA)を行ってきた。このプロセスは以下に示す多くの理由により、実効性がなく、資源の浪費につながるものである。

- ・ 事業面並びに技術面から見た好ましいプロジェクトは、環境と社会の観点からは好ましくないプロジェクトとなる可能性がある。技術者は、プロジェクト代替案の設計段階において選択したプロジェクトの社会と環境に及ぼす影響について認識しておく必要がある。
- ・ 水力プロジェクト計画には、相当な人的、物的資源が必要である。資源がひとたび投入されると、過程を修正したり、逆転させたりすることは推進者と反対者の双方にとって難しいものとなる。
- ・ 社会と環境に対する影響の軽減には、大きな費用がつきものである。プロジェクトの計画担当者は、このような費用を最小にしようと努め、影響の最も少ないのはどのプロジェクトであるかという点に関心を寄せることになる。
- ・ 環境に関する配慮をしないでプロジェクト代替案を選定し、環境影響評価を行い、選定したプロジェクトの正当化に努力し、環境に与える損害を最小にするために、そのプロジェクトを修正若しくは、中止することは多大の時間を無駄にすることである。環境上から見て最悪の代替案を早期に対象から除外するという、これに代わる課程は、EIA に必要な時間を縮小するはずである。また、これは EIA の後にプロジェクトを中止するとかプロジェクト設計の大幅変更を行わなくてはならないというリスクを抑えることにもなる。

勧告 #3では、経済性分析と技術的検討と同時に、最善のプロジェクト代替案を選定するための特定の10個の社会と環境の規準を提案する。

勧告 #3

水力プロジェクト代替案の比較

プロジェクト代替案の比較に当り、プロジェクト設計者は受け入れられない代替案を計画過程の早期段階で除去するために、環境と社会の規準を適用するべきである。

提案

最善の影響対策は、まず初めから影響そのものを回避することである。ここでは、様々なプロジェクト代替案の利点を比較して迅速に評価するための環境と社会に関する10個の基準を一覧表にして示す。本勧告は、許容できない影響を有する代替案の除去に役立つものである。これらの規準は次の通りである。

「実施しない」代替案を含めた、プロジェクト代替案は、河川流域、ダム地点、貯水池運用水位、発電所利用率、他の考慮事項により様々に変わるものである。環境、社会、政治上の問題が技術や経済に関係する事柄と同じように制約を課すことがある。よって計画過程においてプロジェクトを取り巻く社会、政治、経済の要因を考察するために、こうした代替案を可能な限り早い時期に利害関係者に提示し、協議しておく必要がある。

予備的代替案を選定するエンジニアリング過程では、現地作業を最低限にして迅速に評価をなし、決定を下すことが必要である。従って、環境的、社会的観点からプロジェクト代替案の利点を比較して迅速に評価を進めるためには、下表に示す10個の規準のような手段を開発することが重要となる。こうした手段により、プロジェクト代替案を選定するための繰り返し作業の過程に、時宜を失うことなく、情報を入力することができる。これらの規準は、水力発電の代替案を評価するときに規制当局にとっても有用となるであろう。

比較の際には、それぞれのプロジェクト代替案が提供するサービスの水準を考慮に入れる必要がある。これらの基準による選別過程は、後のプロジェクト設計段階での環境影響評価に必要となる詳細な検討項目の必要性を無くすものではない。

以下のチェックリストは順序不同である。

チェックリスト プロジェクト代替案を比較するための 10 個の選別規準	注記	例
既開発の河川流域を対象とした代替案を優先的に選定する	いくつかの国では、高いポテンシャルをもつ水力地点が既に開発されていることが多い。ただし、このような地点のポテンシャルが必ずしも完全に開発されているとは限らない。従って、手付かずの自然のままの河川で新しい地点を開発する前に、既開発河川の残されたポテンシャルを分析する必要がある。こうする特別な理由は、よくあることだが、このような河川は影響が少ないプロジェクト代替案を提供するからである。しかし、既開発河川に施設を新たに設けると影響が累積し、流域に残存している生息地を損なうことがあり得る。既存種のニーズを満たすためには、流域の部分保護を確実にするという、しかるべき配慮が必要である。	いくつかの水力発電事業者は発電所の能力を高めたり、あるいは河川の分流により既存発電所のエネルギー生産を高めたりして、既存の水力発電所と流域を最大限に活用している。 (出典: Hydro Québec)

チェックリスト プロジェクト代替案を比較する ための 10 個の選別規程	注記	例
生産されたエネルギー単位(GWh)当りの水没面積を最小にする代替案を優先的に選定する 第 12.4 節「小、ミニ、マイクロプロジェクト」の大規模ダム対小規模ダム論議に関する記事参照。	環境影響は水没面積が増大するにつれて大きくなるのが一般に認められている。影響の回避は緩和策の適用に比べて常に大きな効果があるので、地点選定とプロジェクト設計は、生産される単位エネルギー当りの水没域面積 (km^2/GWh) が最小となるよう進めるべきである。	カナダのケベック州における Sainte-Marguerite-3 プロジェクトの設計段階では、エネルギーの4%の削減 (2.9TWh から2.8TWh への削減) により水没面積は20% (315km^2 から 253km^2 へと) 縮小した。 (出典:Hydro Québec)
傷つきやすい社会集団に大きな脅威を与えることのない代替案を優先的に選定する 付録書 付録-F「社会経済的環境」の第 5.4 節「立場上弱い少数民族社会における文化的影響」を参照	1. 傷つきやすい社会集団に影響を与えることのないプロジェクト代替案を優先的に選定する。 2. 代替案にリスクの管理と監視のための総合的な地域文化増進プログラムが含まれている場合、傷つきやすい社会集団に影響を与えるようなプロジェクト代替案が受け入れられることがある。このようなプログラムは関係する地域社会と協力して策定し、実行する必要がある。人権の保護、地域文化の増進、経済的な協力に関して、最も高い可能性をもつプロジェクト代替案を優先的に選定する。 3. 十分な緩和策が適用できない場合、傷つきやすい社会集団に大きな脅威を与えるプロジェクト代替案を選択しない。	弱い立場の社会グループとの交渉の結果、そのグループが受け入れたプロジェクト代替案は、社会的政治的な悪影響が最小に抑えられる。
公衆衛生上の危険を最も小さくする代替案を優先的に選定する 付録書 付録-F「社会経済的環境」の第 4.1 節「人間の健康に対する影響」を参照	1. 公衆衛生の向上をもたらすか、公衆衛生上の危険を回避するプロジェクト代替案を優先的に選定する。 2. 代替案にかかわる危険の管理と監視のために総合的な公衆衛生プログラムが考慮されている場合、公衆衛生上の危険の考えられるプロジェクト代替案が受け入れられることもある。地域の健康増進に最も高い可能性をもつプロジェクト代替案を優先的に選定する。 3. 公衆衛生上の危険を適切に管理するために必要な制度上の能力を超えるような、公衆衛生面の著しい危険をもたらすプロジェクト代替案を選択しない。	熱帯の国では、マラリアを伝染させる蚊の発生地域を少なくするようなプロジェクト代替案を優先的に選定すべきである。貯水池の最高水位と最低水位を適切に選定することにより、季節的なよどんだ水たまりの形成を避けることができる。

チェックリスト プロジェクト代替案を比較する ための 10 個の選別規準	注記	例
住民の移転が最も少なくて済む代替案を優先的に選定する 付録書 付録-F「社会経済的環境影響」の第6節「移住と復旧」参照	1. 地元住民の移転がなくて済むプロジェクト代替案を優先的に選定する。 2. 移住と復旧の総合的な計画が開発され、実施される場合、利用可能な資源を使用して管理可能な数の住民の移転を行うことができるプロジェクト代替案が受け入れられる。短期的若しくは長期的に地域の生活水準を最も効果的に改善できるプロジェクト代替案を優先的に選定する。 3. 移転する住民の数が、移住と復旧を適切に管理するために必要な制度上の能力を超えるものである場合、住民の移転を伴うプロジェクト代替案は選択すべきでない。	ジャワにおける Saguling 貯水池の一つの代替案では、数千人の住民の移住が必要であった。貯水池の設計最高水位を2、3m 下げることにより、移転を要する住民数は著しく減少した。 (出典: PLN) フィンランドでは、Suvanto 村が水没しないようにするために、Kokkosniva 発電所の上流側水位を予備計画から1m 低下させた。 (出典: Kemijoki Oy)
自然遺産と人類遺産の指定地を含まない代替案を優先的に選定する 付録書 付録-E「動植物」の第4節「生態学的遺産」の「保護地域」の項 付録書 付録-F「社会経済的環境」の第5.5節「人類遺産と景観」に与える影響を参照	自然と人類の遺産の保護地は当然、特別の場所である。選定される代替案では、このような場所の開発を避けるべきである。	ノルウェーにおける Aurland II L プロジェクトでは貴重な観光保養地域を避けて送電線路が設けられた。 (出典: Annex III, ST1 報告書) フィンランドの Kurkiaska プロジェクトでは、景勝地である Porttikoski 峡谷から離れた場所に発電所がうつされ、現在は川から発電所を見ることはできない。 (出典: Kemijoki Oy)
希少種、絶滅の恐れのある種、危急種とその生息地の消滅を回避する代替案を優先的に選定する 付録書 付録-E「動植物」の第 4 節「生態学的遺産」の「保護地域」の項を参照	生物多様性の維持に関係して、希少種、危急種、絶滅の恐れのある種などは慎重な扱いの対象となっている。水力発電プロジェクトの開発は、こうした種の生存を危険にさらすべきではなく、種を維持し、長期にわたる保護を可能にするよう生息地を可能な限り避けるべきである。	日本の奥美濃プロジェクトでは、日調整の揚水発電所の開発が絶滅の恐れのある種とその保護地区に影響を与えることとなった。そこで、すべての技術系統の施設は希少植物に影響を与えないように地下に建設された。 (出典: Annex III, ST1 報告書)
高品質の生息地における開発を最も少なくする代替案を優先的に選定する 付録書 付録-E「動植物」の第4節「生態学的遺産」を参照	各生息地の質は同じではない。貧弱なものもあれば、極めて豊かなものもある。通常豊かな生息地では、繁殖率が、死亡率をはるかに上回っている。このような生息地では様々な種の多数の個体が保たれるので、可能な限りこうした生息地を保護することが必要である。	カナダのケベック州における Rivière-des-Prairies の再開発プロジェクトでは、予想された重要な環境問題の一つは魚の産卵への悪影響であった。この問題を解決するために新しい産卵場所が設けられ、これは成功した。 (出典: Annex III, ST1 報告書)

チェックリスト プロジェクト代替案を比較する ための 10 個の選別規準	注記	例
維持流量を放流する代替案を優先的に選定する¹⁷ 付録書 付録-D「物理/化学的環境」の第2節「河川流量制御が水文循環に及ぼす影響」 付録書 付録-F「社会経済的環境」の第2.3節「下流地域の土地利用の変化」を参照	河川における水力プロジェクトの開発は、流量の減少、増加、調整など様々な方法で下流の流況を変える。生態と生物の営みは流況と密接に結びついており、また地域住民はいろいろな目的で河川流量に頼ることが多いので、河川を可能な限り自然の流況に近づけることができるような代替案を優先的に選定すべきである。	ノルウェーの Hunderfossen 水力発電所のダムは、鱒の回遊、産卵の障壁となった。河川流量の減少により回遊が妨げられたため、階段式魚道は効果がなかった。鱒の新たな放流は期待したほどの成功はなかった。回遊を助けるため何回か下流への維持流量を増加することにより、こうした事態は改善された。 (出典: Annex III, ST1 報告書)
堆砂に関するリスクの低い代替案を優先的に選定する 付録書 付録-D「物理/化学的環境」の第4節「侵食と堆積」を参照	水系におけるダム及び貯水池がもたらす水理変化は堆砂を増大させることがある。堆砂の過程は、河川の流送土砂、水の滞留時間、貯水池形態、流域管理などに応じて様々に変化する。従って、このような堆砂作用が最も小さい地点の選択肢を優先的に選定する必要がある。	日本では河川に堆積物を自動的に排出することができるゴム製のダムが建設され、こうした方策が成功していることが明らかにされている。 (出典: Annex III, ST1 報告書) パナマの300MW Fortuna 水力発電所は、上流の流域を覆う160km²の自然保護地区に10km²の貯水池を有している。これが侵食の危険と堆砂を制限している。 (出典: Hydro Québec)

¹⁷ 付録書 付録-A「用語集」を参照。

勧告 #4

水力発電所の環境管理の改善

ひとたび水力計画地点が選定されると、環境と社会に関する多くの事柄を考察する必要があるが生じる。世界中の多くの水力プロジェクトでは、既にこうした課題に関するコストを「内部化」(完全に費用として計上)しているが、そうしていないプロジェクトも多数ある。

勧告 #4 では、プロジェクトの建設と運用に関わる環境上の措置を改善するための以下に示す13の指針を提示する。

勧告 #4

水力発電所の環境管理の改善

プロジェクトの設計と運用は、プロジェクトの全段階における環境と社会に関わる問題を適切に管理することによって、最適化されねばならない。

本勧告は、水力プロジェクトは、周辺環境と地域社会に融和したものにすべきであるという前提に基づくものである。

水力プロジェクトの適切な建設地点を選定することは、プロジェクトを優良なものとする第一歩である。しかし、地点が確定された後でも、プロジェクトは環境と社会に関わる問題を考慮に入れた一連の設計変更を余儀なくされることがある。水力プロジェクトは、選定した地点がどこであれ影響を及ぼすものである。「汚染者負担 (polluter-payer) の原則」に基づき、このような影響は適切に軽減させるか、あるいは補償を行う必要がある。地域社会にはこうした事柄をすべて通達し協議する必要がある、利用可能な水資源の多目的利用について考慮する必要もある。

以上のことから、所要の資源を投資して、プロジェクトの全段階にわたって環境と社会に関わる問題を管理できるようにすることが重要となる。それぞれの段階において責任範囲を明確にして、プロジェクトの期間全体にわたりそれぞれの責任が果たされるようにする必要がある。

第4の勧告は、プロジェクトの設計と運用を最適化するため、意思決定者を助けるための一連の指針を示すものである。指針を以下に示す。

意思決定のための指針	計画	建設	運用	改造	廃棄
水質問題の緩和 水の滞留時間は、水質及びこれに関係する酸素欠乏などの問題に影響を与える最も重要な環境変数の一つである。水の滞留時間に関連するその他の問題は、貯水池と下流域において見られる。特に、マラリアのような水域関連伝染病があげられる。プロジェクトの設計運用段階では、水質に対する悪影響を可能な限り少なくするために、上記の点を考慮に入れるべきである。	●	●	●	●	●
回遊魚のために上下流への移動を容易にする 水生生物、特に魚類は、彼等の要求を満たすため、時に長距離を移動する。物理的な構造物、特にダムはこうした移動の妨げとなる。ダム地点の選定（例えば、滝などの地点）と緩和策（階段式魚道、エレベータ式魚道など）の設計はこの種の影響を最小にするため慎重に吟味されねばならない。	●	●	●	●	●
モニタリングと事後調査を計画し実行する モニタリングと事後調査計画はあらゆる水力発電プロジェクトに不可欠である。いくつかの対処しきれなかった影響が残り、特別のモニタリング若しくは事後調査計画によって対応する必要がある。適切な環境事後調査計画には、プロジェクトの実施前と実施後の両方の経時的なデータの収集が必要である。モニタリングは緩和策の適用並びに実効性を保証する必須の活動である。プロジェクトのモニタリングについては、環境審査を実施して定期的にこれを検証することが必要である。	●	●	●	●	●
地元のニーズとダムサイトの上下流両方の環境を考慮した発電所の放流規定を設けて実施する 水力発電施設の運転規則は特定のエネルギーサービスを供給するように考えられている。しかしながら、この規則には、魚及びその他の生物に与える影響、灌漑、漁業、舟運、レクリエーション、水道給水などの水の他の需要並びに多目的利用を考慮に入れることも必要である。	●	●	●	●	
生物のライフサイクルの中で重要時期における悪影響を最小限にする建設工事を計画する 生物のライフサイクルの中で、例えば繁殖期などの重要な時期において、生物は彼等の活動の妨げとなる物に対して特に敏感となる。対象とする生物の重要な時期と、その生息地を保護するために、個体群の生存を損なう可能性のある諸活動を最も少なくすることが重要である。	●	●		●	●

意思決定のための指針	計画	建設	運用	改造	廃棄
必要であれば、貯水池の様々な利用を考慮に入れた貯水池地域の木材伐採搬出計画を実施する 一般には費用が高くつくが、将来の貯水池として選定した地域の木材伐採搬出が、例えば商業用の木材の回収といった環境上又は技術的、経済的な理由で必要となる場合がある。木材伐採搬出は将来の貯水池内の舟運や漁業にかなり大きな利益をもたらすとも考えられる。しかし、貯水池内の立ち木は魚や水底動物群の良好な生息地ともなる。従って、木材伐採搬出計画は貯水池の様々な用途に合わせる必要がある。	●	●	●		
緩和策の実効性を評価する 多くの緩和策の実効性はかなり明らかにされている。ただし、いくつかの緩和策については、様々な理由により、特別な事後調査計画が必要となることがある。これは特に、従来経験をほとんど、あるいは全く利用できない試験的な対策の場合に言えることである。		●	●		●
過去の水力プロジェクトから得られた教訓を、新しいプロジェクトの環境影響評価(EIA)で利用する 教訓は必ずしも得られるとは限らない。あるプロジェクトで得られた経験が必ずしも後のプロジェクトのEIAに利用されるとは限らない。このことは、推進者、政府、NGOについて同様に言えることである。得られた教訓の体系的な考察は将来の調査に必要な資源を最も少なくし、過去の誤りを回避するために役立つ。	●				
地震活動の強い地帯では地震の対抗策を強化する 地震の活動の強い地帯におけるプロジェクトは、ダムの破壊のような危険を避けるためにしかるべき規準に従って設計する必要がある。下流地域のためにモニタリングを行い、偶発事に備えた対策をたてておくことも必要である。	●			●	●
貯水池堆砂の防止又は制御の対策を立てる 河川流域によっては、河川の流出土砂が多いため堆砂は重要な問題となる。例えば、流域の植林計画のような適切な緩和策を定めるために、この問題を計画段階において正しく評価する必要がある。	●		●	●	
生物繁殖の損失を地域規模で補償する 水力プロジェクトは、既存の生物生息地を変化させる。湖、河川、様々な湿地や陸上の生息地が貯水池の水生生息地に置き換えられる。局地的な損失は必ずしも避けられるとは限らないが、近傍にある類似の生息地の保護又は管理により、この損失を流域又は地域規模で補償することができる。	●		●		

意思決定のための指針	計画	建設	運用	改造	廃棄
あらゆる環境管理システム (EMS)において人間の健康と安全の問題を考慮する 水力プロジェクトは人間の健康と安全に影響を及ぼすことがある。従って、環境管理システムでは、水に関連した病気（マラリアや重金属の存在）などの健康に対する悪影響と下流への放流に関わる安全問題などに取り組む必要がある。			●		
発電所の廃棄に伴う環境影響評価を実施する 発電所の廃棄は環境と社会に著しい影響を及ぼすことがある。廃棄に伴い貯水池を空にする場合は、均衡のとれた生産力のある生態系が消滅するという危険が生じ、更に水が無くなることにより貯水池周辺の人間の活動に著しい影響が及ぶ危険がある。このような影響については、決定を下す前に総合的に評価することが必要である。					●

勧告 #5

地域社会との利益の共有

以上に述べたプロジェクトの計画及び設計過程の問題の他に、水力プロジェクトに関連する重要な問題がある。この問題とは、地域社会、一般社会、プロジェクトの推進者、政府間におけるプロジェクトの費用と利益の公平な分配を通じた社会正義（social justice）の保証というものである。いくつかの例では、地域社会は水力プロジェクトの社会費用の大部分を負担（例えば、意思に反した住民の移転という形で）しているが、便益の大部分は地域社会の外部の顧客、すなわち農業工業関係、都市社会、全国又は地域の電力送配電系統などにもたらされている。

勧告 #5

地域社会との便益の共有

地域社会は、プロジェクトによって短期及び長期的に便益を受けるべきである。

本勧告では、水力プロジェクトにおいては地域社会が最も直接的な影響を受けるので、地域社会が重要な役割を担うものと考え。推進者はプロジェクトの全期間にわたり地域社会に関与と協力を求める必要がある。地域社会の支援は、この支援が政府機関、NGO、学術機関、市民社会等の広範な構成員から成り立っている場合、最も効果的かつ合法的である。

更に、地域社会の早期関与はプロジェクトの計画の後期において、生物物理的及び社会経済的な環境に適合させるために大きな変更を必要とすることが比較的少ないことから望ましい。短期的及び長期的な地域社会への便益の供給はプロジェクトの主要な目標の一つであり、これは住民参加型の計画過程によってのみ達成することができる。

地域社会の便益は必ずしも金銭的な利益を意味するものではなく、その便益には金銭的な利益を含める必要が全くないことさえもある。アクセスの改善、社会基盤整備、保健と教育計画に対する支援、土地に対する法的な権利などは水力プロジェクトから得ることができる重要な便益である。ただし、便益の内容は、影響を受ける地域社会が参加型過程に基づいて、これを定める必要がある。

「影響を受ける地域社会」の意味はプロジェクトごとに大きな幅がある。これは、最小限の意味として、貯水池の湛水、建設工事、又は下流域への流量変化により、生計、若しくは財産を失ったり、生活に必須の諸資源の利用が不可能になったりした人々と地域社会を指している。

しかし、プロジェクトの影響を受ける人を定めるのは難しいことである。誰が決めるのであろうか？ ある地域社会はどの程度の影響を受けるのか？ 上記に提案した最小限の定義以外に、明確かどうかは別にしてプロジェクトによってある程度の影響を受ける可能性のある多くの住民と地域社会が存在する。プロジェクトの影響を受ける人を確定することは、プロジェクトによるマイナスの影響を受けると信じる人とプロジェクトの推進者や関係当局との間の交渉事となることが多いという以外に問題に対する簡単な答えはない。

以下に示す指針は、影響を受ける地域社会への悪影響を制限しながらプロジェクト便益の公平

な配分を保証するための指針である。この指針は、地域社会の参加型アプローチに基づいている。

意思決定のための指針	計画	建設	運用	改造
プロジェクトの計画と実施の全段階において地域住民に通知をし、地域住民と協議する いかなるプロジェクトでも問題が生じ、場合によっては激しい論争にまで発展する。影響を受ける利害関係者の関心事に取り組むためには、住民との協議が必要である。プロジェクトに地域のニーズを確実に取り入れるためには、協議は可能な限り、早い段階から行う必要がある。検討の結果は、定期的に提示され透明性のあるものとしておく必要がある。	●	●	●	●
社会経済開発機関と協力する 社会経済的な影響を緩和し補償する多くの対策は、政府機関の責任である地域及び国家政策と計画に依存している。従って、プロジェクトの推進者は起こり得る影響を評価し、しかるべき緩和策、改善策、補償策を策定するために、かかる機関と協力する必要がある。考慮すべき主要な問題は、貯水池と河川の多目的利用、地域経済の開発、土地利用計画、教育と訓練、土地収用、輸送、公衆衛生である。	●	●	●	●
地区、地域機関への金銭的還流システムを設け実施する 発電所の運営からの定期的な資金の流れは、流域管理又は再植林を含めた地域の社会基盤整備と土地利用計画の実施を可能にする。還流システムの例として、発電所収入のパーセンテージに相当する地域税、環境と経済開発に対する信託資金の創設、発電所所有権の地域機関への公平な配分（例：ノルウェー、カナダ ケベック州）を挙げることができる。こうした還流システムは石炭、ガス、原子力、風力などの、その他の発電方式にも適用する必要がある。	●	●	●	●
地区又は地域の経済波及効果の効率を高くする ある地域におけるプロジェクト開始は雇用機会を提供することになる。プロジェクトの全段階にわたり地元がプロジェクトの利益を受けるように、その地域の（人的、物的）資源を最大限活用することが望ましい。しかし、現地労働力の質は必ずしも推進者の要求に即応するものとは限らない。このような場合は、環境面又は社会面のモニタリング、天然資源管理などの分野の教育訓練を行うことが望ましい。	●	●	●	●
緩和策、向上、補償策の策定と実施に対する住民の関与を促進する 緩和策の目的は、地域社会の負担になる影響を、効果的に最小にすることにある。対策を正しく選定して、講じるためには、地元及び地域のニーズに関する特別な知識を持っている関係地域社会の参加を促進すべきである。	●	●	●	●

意 思 決 定 の た め の 指 針	計 画	建 設	運 用	改 造
傷つきやすい社会集団がプロジェクトから便益を得ることができるようにする 水力プロジェクトは、時に、傷つきやすい社会集団又は民族／宗教の少数者集団の生活に影響を及ぼす。特権の少ない社会集団、非力な社会集団にプロジェクトの便益がもたらされるようにする必要がある。	●	●	●	●
プロジェクトによる移転や、その他の影響を受ける地域社会の移住と復旧計画を策定し実施する 最善の代替案が選定された場合でも、時に住民の意思に反した移転が避けられないことがある。こうした移転の影響は多くの利害関係者を巻きこみ極めて複雑であり、短時間に処理することはできない。移住と復旧の計画の目的は、移転社会と「受け入れ」社会の両者に対して、適切な開発計画を策定、実施することにより、短期・長期的な生活水準の改善を保証することである。	●	●	●	
公衆衛生計画を立案し管理する 新規の水力プロジェクトは、公衆衛生に影響する社会経済的な変化をしばしばもたらすことがある。生活水準、水利用の質、マラリアのような水域関連伝染病の発生等の変化について取り組む必要がある。地域の公衆衛生状態がプロジェクトにより改善されるように、計画設計する必要がある。	●	●	●	
地域の生態系に関する情報をプロジェクトの計画に組み込む どのプロジェクトでも必要な調査以外に、地元住民の知識が重要な情報源となることがある。従って、プロジェクトの計画にこの種の情報を確実に考慮に入れることが必要である。	●			●
計画と設計の段階において、プロジェクトの提案前に存在していた地域問題の解決に努めることを明示する 新しいプロジェクトの発表により、過去の未解決問題が再び浮上することがよくある。このような問題は、何年も前に実施された以前のプロジェクトに関係していることが多い。これは、既存施設のグレードアップの場合に特に言えることである。こうした問題は、新規プロジェクトに直接には関係しなくても取り組む必要があり、新規プロジェクトが過去の苦情問題の解決に役立つことになる。	●			●
貯水池内の漁業及び地元によるその他の貯水池利用を支援する 水力発電施設には、大きな貯水池を含むことがよくある。貯水池は地元の重要な漁業又はその他の用途に利用することができ、貯水池の利用可能性を高めるために特定な改善策の適用対象となることもある。いくつかの国では、こうした点が地元経済に非常に重要となっている。従って、妥当な範囲内で、この種の活動を支えることが望ましい。			●	

執行委員会:

CHAIRMAN

Mr. Ulf Riise
Norwegian Electricity Federation
Association of Producers
P.O. Box 274
1324 Lysaker, NORWAY

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

Mr. Hanns-Joachim Neef
International Energy Agency
9, rue de la Fédération
75739 Paris, FRANCE

SECRETARY

Mr. Frans H. Koch
5450 Canotek Rd, Unit 53
Ottawa,
CANADA K1J 9G3
Tel: (1) 613 745-7553
Fax: (1) 613-747-0543
E-mail: fkoch@gvsc.on.ca

CANADA

Mr. Jacob Roiz
Canadian Electricity Assoc'n
1155 Metcalfe Street
Sun Life Bldg, Suite 1600
Montréal, H3B 2V6
CANADA

(alternate:)

Mr. Tony Tung
Natural Resources Canada
580 Booth Street
Ottawa, Ont. K1A 0E4
CANADA

CHINA

Mr. Tong Jiandong
Hangzhou International Center
on Small Hydro Power
P.O. Box 607
4 Baisha Road
Hangzhou 310006
P.R. CHINA

FINLAND

Mr. Antti Aula
Kemijoki Oy
Valtakatu 9-11
P.O. Box 8131
FIN-96101 Rovaniemi
FINLAND

FRANCE

Mr. Gérard Casanova
Electricité de France
77, Chemin des Courses
31057 Toulouse,
FRANCE

JAPAN

Mr. Shoichi Murakami
New Energy Foundation
Shuwa Kioicho Park Building 3-6,
kioicho, Chiyoda-ku, Tokyo 102
JAPAN

(alternate:)

Mr. Shinichi Sensyu
CRIEPI - Central Research Institute
of Electric Power Industry
6-1 Ohtemachi 1-chome,
Chiyoda-ku, Tokyo 100
JAPAN

NORWAY

Mr. Alf V. Adeler
NVE - Norwegian Water Resources
and Energy Directorate
P.O. Box 5091, Majorstua
N-0301 Oslo, NORWAY

SPAIN

Mr. Angel Luis Vivar
UNESA
Francisco Gervas 3
28020 Madrid, SPAIN

(alternate:)

Mr. Juan Sabater
ENDESA
Príncipe de Vergara 187
28002 Madrid, SPAIN

SWEDEN

Mr. Lars Hammar
Elforsk AB
101 53 Stockholm
SWEDEN

(alternate:)

Ms. Maria Malmkvist
Swedish National Energy
Administration
P.O. Box 310
SE-631 04 Eskilstuna
SWEDEN

UNITED KINGDOM

Mr. J. W. Craig
Energy Technology Support Unit
(ETSU)
Harwell, Didcot
Oxfordshire OX11 0RA
UNITED KINGDOM

(alternate:)

Mr. Eric M. Wilson
Wilson Energy Assoc. Ltd.
Sovereign House, Bramhall Centre
Bramhall, Stockport, Cheshire
SK7 1AW
UNITED KINGDOM

執行責任者:

ANNEX 1

Mr. Jean-Paul Rigg
Hydro Québec
3320, F.X. Tessier
Vaudreuil-Dorion, (Québec)
CANADA J7V 5V5
E-mail: Rigg.jean-aul@hydro.qc.ca

ANNEX 2

Mr. Tony Tung
Natural Resources Canada
580 Booth Street
Ottawa, Ont. K1A 0E4
CANADA
E-mail: tung@NRCan.gc.ca

ANNEX 3

Mr. Sverre Husebye
NVE - Norwegian Water Resources
and Energy Directorate
P.O. Box 5091, Majorstua
N-0301 Oslo, NORWAY
E-mail: shu@nve.no

ANNEX 5

Mr. Tore S. Jørgensen
International Centre for Hydropower
(ICH)
Klæbuveien 153
N-7465 Trondheim
NORWAY
E-mail:
Tore.S.Jorgensen@ich.ntnu.no