

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

IMPLEMENTING AGREEMENT FOR
HYDROPOWER TECHNOLOGIES
AND PROGRAMMES

ANNEX VIII

HYDROPOWER GOOD PRACTICES:

**ENVIRONMENTAL MITIGATION MEASURES
AND BENEFITS**

2005

国際エネルギー機関（IEA）

国際エネルギー機関（International Energy Agency: IEA）は、経済協力開発機構（Organization for Economic Co-operation and Development: OECD）の枠組みの中で、1974年11月に設立された独立機関である。IEAは、OECDに加盟する30カ国のうちの26カ国の間で、エネルギー協力に関する広範なプログラムを実施しており、その目的は次のとおりである。

- ・ 石油供給途絶に対処するためのシステムを維持し改善すること
- ・ 非加盟国、産業界および国際組織との協力関係を通じて、世界情勢における合理的なエネルギー政策を促進すること
- ・ 国際石油市場に関する永続的な情報システムを運営すること
- ・ 代替エネルギー源の開発やエネルギー利用効率の向上により、世界のエネルギー需給構造を改善すること
- ・ 環境政策とエネルギー政策の統合を支援すること

IEA水力実施協定（水力技術と計画に関わる実施協定）

IEAは、「国際技術協力のための枠組み」と称される、エネルギー関連の研究開発、展開、情報の普及について国際的協力協定のための支援を行なっている。当該枠組みは、「実施協定」と称され、40を超える技術協定部会の活動について法的、管理的支援を規定している。

水力実施協定（Implementing Agreement for Hydropower Technologies and Programmes）は、水力の持つ利点、欠点について客観的、公正な情報を提供することを目的とする政府および電力産業界からなる作業部会で、1995年に発効した。現在の参加国は、カナダ、中国、フィンランド、日本、ノルウェー、スウェーデン、アメリカの7カ国である。水力実施協定は、その組織内部に専門部会（Annex）と呼ばれる幾つかの作業グループを設け、各々が特定の検討課題に取り組んでいる。

第1期活動期間（Phase-1: 1995-1999）では、4つの分野；Annex- 「水力発電施設の再開発」、Annex- 「小水力発電」、Annex- 「水力発電と環境」、Annex- 「教育・トレーニング」、続く第2期活動期間（Phase-2: 2000-2004）では、Phase-1の各テーマを継続、発展させた4つの分野；Annex- 「小水力発電」、Annex- 「水力発電の公的受容」、Annex- 「教育ネットワーク」、Annex- 「水力発電好事例」に関する調査、検討を実施し、技術レポートやガイドラインの作成および技術データベースの構築などを行い現在に至っている。

目 次

謝 辞	1
要 旨	2
1. まえがき	3
2. 方法論	4
2.1 Good Practice の定義	4
2.2 Key Issue による分類	4
2.3 Good Practice レポートのモデル書式	5
2.4 Good Practice 候補の選定と Good Practice レポートの収集	5
2.5 Good Practice レポートの品質保証	6
3. 収集事例の概要と傾向	6
3.1 地域、地勢についての傾向	6
3.2 Key Issue についての傾向	7
3.3 プロジェクトの類型および Good Practice の実施段階についての傾向	10
3.4 成功理由についての傾向	11
3.5 IEA ガイドラインとの対比に基づく評価	11
4. 結 論	12
5. 提 言	12

謝 辞

2000年9月の準備会合以降、7回の専門家会合、4回の公開ワークショップ・シンポジウム、5回の執行委員会など全部で16回に及んだ会議は開放的、友好的な雰囲気の中で行なわれ、参加者一同は、Annex- 活動の趣旨について互いに共通の理解を深め、作業の着実な前進を得ることができた。

Annex- 活動に関して、チームの一員として参加して頂いた方々、定期的開催した専門家会合、ワークショップ、シンポジウム等に参加して頂いた方々、貴重なレポートを投稿して下さいました執筆者、およびレポート作成にあたり貴重な資料を提供して頂いた方々に感謝を申し上げます。

定期的開催された執行委員会のメンバーおよび事務局の方々からの御支援、御指導、御協力に感謝を申し上げます。また、国際水力会議に合わせて開催された水力関連組織の合同会議の場で貴重な意見やアドバイスを頂いた国際水力協会(IHA)のメンバーおよび世界各国の水力、環境専門家の方々にも感謝を申し上げます。

当該会議への参加者に代わり、当該会議への職員の参加を快く承諾して頂いた、また当該会議場所の手配に配慮して頂いた所属機関や企業；(財)新エネルギー財団、Hydro-Québec社(カナダ)、(財)電力中央研究所、アメリカ内務省開拓局、アルゴンヌ国立研究所(アメリカ)、カナダ天然資源省、Kemijoki Oy社(フィンランド)、スペイン電気事業協会(UNESA)、Iberdrola社(スペイン)、Vannkraft Ost社(ノルウェー)、トルコ国家水道局(DSI)、トルコ電力資源調査開発総局(EIE)、フランス環境・エネルギー管理庁(ADEME)、国連工業開発機関(UNIDO)に感謝を申し上げます。

Annex- 活動の趣旨に賛同され、レポートを投稿して頂いた執筆者名は、別リストに掲載した。

最後に、5年間にわたる活動に対して積極的な参加と支援を頂いた、以下の方々を特に紹介しておきたい。なかでも、宮永洋一氏は、Annex- 活動の企画、立案からプロジェクトの収集、最終報告書の取りまとめまで、一貫して積極的に参加、指導して下さいました。特に、感謝申し上げます。

Jean-Etienne Klimpt氏、Myriam Truchon女史、Karin Seelos女史、村上省一氏、宮永洋一氏、板倉正和氏、小藪仁氏、橋本雅一氏、柳原邦清氏、組橋圭介氏、三宮千加女史、重田弓子女史、磯野淳一氏、Frans Koch氏、Niels Nielsen氏、Lori Nielsen女史

平成18年4月

Annex- 執行責任者
森本時夫

要 旨

IEA水力実施協定の下に設けられた作業部会の一つであるAnnex-「水力発電好事例(Hydropower Good Practices)」は、将来の水力プロジェクトの実施および既存水力発電所の維持、管理において、その社会的、環境的な負の影響を回避し、得られる便益を最適化するための支援を行うこと、ならびに直接影響を受ける人々を含むすべての利害関係者に対して公正かつ客観的な情報を提供することを目的として、水力プロジェクトの計画、建設、運用の各段階で実際に適用され好ましい結果をもたらした具体策に関する好事例“Good Practice”を、世界各地から収集することを具体的な活動内容とした。

事例の選定、収集にあたり、まずGood Practiceの定義を、水力プロジェクトに伴う環境的、社会的な問題が緩和策の適用により解決された事例、および水力プロジェクトが社会的、環境的な便益をもたらした事例と定めた。また、水力プロジェクトが本質的にそうであるように、Good Practiceにも様々な形態が考えられる。このため、水力発電所の建設と運用に関連する生物物理学的問題および社会経済的問題に、付随的な便益の分配に関する問題を加えた15のKey Issue(主要な問題)による分類を導入し事例の選定、収集の基準とした。こうして選定、収集された事例は、Annex- 活動の参加者や水力実施協定の執行委員ばかりでなく、本活動の主旨に賛同し無償での協力を提供した各国の水力関係者によってプロジェクト毎にレポート(Good Practice Report)として纏められた。これらのレポートは、読者がプロジェクトおよびGood Practiceの概要を把握するために必要な最低限の情報を確保するよう事前に書式の統一が図られた。また、Good Practiceの客観的な評価のため、緩和策および便益の効果は具体的な数値をもって示すこと、ならびにプロジェクトに対する第三者からのコメントとして批判的なものも記載することに留意した。このように収集、作成されたGood Practiceレポートの数は最終的に60件に達し、その収集範囲は世界20ヶ国に及んだ。プロジェクト数に地域的な偏りはあるものの、体系的に世界各地からこれだけ多くのGood Practiceを収録した事例集は、これが初めてのものである。

収集したGood Practiceの内容は実に多種多様で、これまで水力開発に関して指摘されてきた多くの環境的、社会的問題に対して、プロジェクト実施者が真摯にこれに向き合い、受け入れ可能な方法による責任ある水力開発の実現に努めてきたことを物語っている。生物物理学的問題については、「環境影響評価の実施」や「専門家の参加」などの適切な事前調査と評価に関する項目、社会経済的問題については、「利害関係者と協議」や「意志決定過程への地域住民の参加」など地域社会とのパートナーシップに関する項目が主要な成功要因として挙げられた。また、Annex- の前身であるAnnex-III「水力発電と環境」がそのレポートで提示した、既設および将来開発する水力発電所を環境的、社会的に受け入れ可能にするための勧告と収集したGood Practiceを対比、評価することにより、その妥当性と現実性を検証した。

水力プロジェクトがもたらす社会的、環境的および経済的な影響は、事業規模や地点などプロジェクトそのものに起因する要因ばかりでなく、影響を受ける地域の自然的環境や社会的環境に大きく依存するもので、一意的に捉えられるものではない。例えば、収集事例のなかには、深層取水方式による放流水の冷水化が農業に与える影響が問題になった事例がある一方で、放流水の温水化がサケの繁殖に影響を与えた事例もある。従って、負の影響を軽減する緩和策や便益(正の影響)を最適化する増強策の適用にあたっては、過去の事例を単にコピーするのではなく、プロジェクト地域の自然的、社会的な環境および最新の技術や知見を加味したうえで、個別、具体的なケースに適応した“Tailor-made”な方策を検討することが肝要である。

本レポートは、水力プロジェクトの実施者である開発者はもちろんのこと、政府機関、投資機関、非政府組織、地域住民など幅広い利害関係者にも提供され、水力発電の持続可能性を適切かつ客観的に評価するために役立てられることが望まれる。

1. まえがき

水とエネルギーは、人の生活にとって必要不可欠なものである。地球規模での水とエネルギーの需要は、人口増加および生活水準の向上によって今後も大幅な増加が予想され、21世紀を迎えた我々は、水資源の確保と環境負荷の少ない再生可能エネルギー資源の導入といった課題を解決していくことが求められている。

2002年9月の「ヨハネスブルグ・サミット」¹で採択された「実施計画」では、水力発電を含む再生可能エネルギー技術の開発および再生可能エネルギー資源の世界的シェアの拡大が宣言された(項目19e)。また、2003年3月の「第3回世界水フォーラム」²では、主要テーマの一つとして「水とエネルギー」が設けられ、水資源開発の必要性和水力発電をめぐる今日的課題が議論された。2004年6月の「Renewables 2004」³では、「切迫感をもって大幅に増やされるべき」再生可能技術の一つとして水力発電を認めた「政治宣言」に150ヵ国以上の閣僚が署名した。2004年10月に北京で開催された「水力発電と持続可能な開発に関する国連シンポジウム」⁴では、適切な水資源開発の重要性に対する国際合意を表明する「北京宣言」を通じて、より持続可能な水力発電を開発するための更なる取り組みが再び呼びかけられた。

先進国では、エネルギーと水需要の伸びの鈍化、ならびに経済性に優れた開発地点の枯渇に伴い、ダムおよび水力発電の新設が減少している。一方、発展途上国では、飲料水や灌漑用水等の水需要の増大に対応するため水資源の確保が急務であり、今後もダム建設が必要である。加えて、これらの国々では電力需要の驚異的な伸びとともに、経済性に優れた未開発地点を多く有することから、水力開発も進められるべきであり、地方電化のための手段として送電網から隔離された遠隔地では、分散型電源としての小水力発電の普及も期待される。更に、2005年2月には京都議定書が正式に発行し、先進国のCO₂削減目標を達成するための仕組みである京都メカニズムへの水力発電の適用も、発展途上国における水力開発を後押しする要因の一つになるであろう。

水力発電は、使い果たすことなく水を利用する確立された技術であり、その発電時における温室効果ガスの排出量が極めて少ない最も信頼できる再生可能エネルギーである。水力発電がもたらす社会的・環境的な負の影響はしばしば議論的になり、科学者や一般大衆の間でも広く理解されるようになった。我々は、これらの負の影響を認識しつつ、持続的な生活基盤を確保できるような保全措置を講じて、影響を受ける人々や社会に受入れられる水力開発を推進することが求められている。このため、これまでの経験や実績を基に、技術的・経済的に優れ、かつ社会的・環境的に受入れられる持続可能な水力発電のあるべき姿を明らかにする必要がある。

IEA水力実施協定Phase-1のAnnex-「水力発電と環境」では、水力発電計画が社会、環境に与える影響およびそれに対する回避策、緩和策等を示すガイドライン⁵を作成し、既設およ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した。このガイドラインは、高水準の環境管理を志向した最優良事例(Best Practice)に重点をおいており、勧告された措置は、水力発電が与える環境影響の評価・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いている。

Annex-「Hydropower Good Practices」は、このAnnex-の活動成果を受け継ぐ形で2000年9月に活動

¹ World Summit on Sustainable Development (Johannesburg, South Africa, August 24th to September 4th, 2002)

² The 3rd World Water Forum (Kyoto-Shiga-Osaka, Japan, March 16th to 23rd, 2003)

³ International Conference for Renewable Energies (Bonn, Germany, June 1st to 4th, 2004)

⁴ United Nations Symposium on Hydropower and Sustainable Development (Beijing, China, October 27th to 29th, 2004)

⁵ Hydropower and the Environment: Present Context and Guidelines for Future Action (May 2000 IEA Hydropower Agreement Annex-III)

を開始し、同年12月正式に発足した。その目的は、(1) 水力プロジェクトにおける負の環境影響を回避し、好ましい結果を最大限得られるための支援を行うこと、(2) 環境影響評価の効率を向上させること、(3) 成功した環境保護策と社会への便益提供について公正な情報を普及させることにある。このような水力発電への理解を向上させるための具体策の一つとして、世界の水力計画における環境問題の解決、軽減の事例や、水力開発に伴う様々な便益の事例を収集して取りまとめ、その普及を図ることを具体的な活動内容とした。

本レポートは、Annex- の約4年間の活動期間の間に、世界中から収集した水力プロジェクトにおいて実施された環境影響緩和策の具体的な成功事例、および水力プロジェクトがもたらした様々な便益についての具体例を提示するものであり、世界各地の水力プロジェクトにおいて、意思決定者、水力関係者、地域住民、非政府組織等の利害関係者にとって、よき手引きになるだろう。

2. 方法論

この章では、Good Practiceを選定するにあたりAnnex- が採用した方法論について概説する。

2.1 Good Practiceの定義

一世紀を超える水力プロジェクトの歴史を振り返ると、実に多種多様な水力プロジェクトが世界各地で実施されており、それはこれからも続くであろう。何が水力開発を受け入れ可能にするのかは、受け入れる側の社会的価値観に依存する。すなわち、負の影響を緩和する方策に対する価値判断は、国や地域により異なり、事業規模や事業地点の地理的、社会政治的条件により変わるものである。このように、責任ある水力開発のための重要課題への対処を、適切かつ広く受け入れ可能な方法により可能にする全ての方策を、本活動においてはGood Practiceであると考え、現在の視点から次のように定義付けた。

- ・ 環境的、社会的な問題が緩和策の適用により解決された事例
- ・ 水力プロジェクトを通じて社会的、環境的な便益がもたらされた事例

なお、ここでの「プロジェクト」という用語は、Good Practiceがそれに関連して行われた水力プロジェクトを意味しており、Good Practiceそのものとは区別して使用している。

2.2 Key Issueによる分類

水力プロジェクトにおけるGood Practiceには様々な形態が考えられる。このため、環境影響緩和策については、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と関連付けて考察することにした。これらの生物物理学的問題および社会経済的問題は、Annex- の5年間にわたる包括的な調査、検討を通じて確認されたものであり、その活動レポートである「Hydropower and the Environment: Present Context and Guidelines for Future Action」において詳しく議論されている。これらの環境的な観点による分類に加えて、水力プロジェクトが発電以外の付随的な形でもたらす様々な便益にも注目し、社会的な観点から、こうした便益の分配もGood Practiceとして考察することとした。このように導かれた15のKey Issueを下表に示す。

分 類	Key Issue
A 生物物理学的影響 (Biophysical Impacts)	1 生物多様性 (Biological Diversity) 2 流況 (Hydrological Regimes) 3 魚の回遊・舟運 (Fish Migration and River Navigation) 4 貯水池の堆砂 (Reservoir Sedimentation) 5 水質 (Water Quality) 6 貯水池の湛水 (Reservoir Impoundment)
B 社会経済学的影響 (Socio-Economic Impacts)	7 移住 (Resettlement) 8 少数グループ (Minority Groups) 9 公衆衛生 (Public Health) 10 景観と文化財 (Landscape and Cultural Heritage)
C 開発に伴う便益の分配 (Sharing of Development Benefits)	11 発電による便益 (Benefits due to Power Generation) 12 ダム機能による便益 (Benefits due to Dam Function) 13 地域社会資本の整備 (Improvement of Infrastructure) 14 地域産業の振興 (Development of Regional Industries)
D 分類外 (Non-Categorized)	15 その他 (Others)

2.3 Good Practiceレポートのモデル書式

Good Practiceの形態が様々であることから、その記述や紹介を画一的に固定することは適切ではないが、読者の立場からすれば、理解の容易さ、比較検討の容易さの面から、できるだけ書式の統一が望ましい。この観点から、体系的かつ正確な方法で情報を集めるため、可能な限り書式の統一を図ることとし、モデル書式を以下のように定めた。

緩和型レポート	便益型レポート
Key Issues	Key Issues
キーワード	キーワード
要約	要約
1. プロジェクトの概要	1. プロジェクトの概要
2. プロジェクト地域の特徴	2. プロジェクト地域の特徴
3. 主要な影響	3. 便益
4. 緩和策	4. 便益の効果
5. 緩和策の結果	5. 成功理由
6. 成功理由	6. 外部コメント
7. 外部コメント	7. 追加情報
8. 追加情報	

2.4 Good Practice候補の選定とGood Practiceレポートの収集

世界各地からGood Practice候補を選定し、レポートを収集する手段として、次の3つの方法を採用した。

- (1) Annex- 活動への参加者、水力実施協定執行委員会メンバーおよび他のAnnex活動への参加者による執筆、および執筆者の紹介
- (2) 学術論文、報告文、水力関連雑誌などの文献調査により、国際的・国内的・地域的にGood Practiceとして評価の高いものを抽出したうえで、当該文献の著者、管轄機関に直接協力を依頼する方法
- (3) 水力関連の国際会議、例えばHydro Vision、Waterpowerなどにおいて、会議前の専門家会合やワークショップ、ポスターギャラリーなどを通じてAnnex- 活動の紹介を行い、間接的に協力を求める方法

アジア・オセアニア地域については(2)の方法を、それ以外の地域については、主に(1)および(3)の方法を採用した。このようにして収集されたレポートは、すべてボランティアで執筆、投稿された。

2.5 Good Practiceレポートの品質保証

Good Practiceレポートの品質および信頼性を確保するため、水力の専門家による査読を行い、更に筆者への聞き取り調査などを通じて、Good Practiceレポートの内容として必要不可欠と考える事項の確保、ならびに第三者機関等により公表された資料、データの掲載に努めた。

また、Good Practiceレポートの収集を始めた後、2003年の後半から、水力関連の国際会議において3回のワークショップを開催し、収集済みのレポートを草稿の段階で紹介し、参加者の批評を受け、より良いレポートにすべく必要な追記、修正を行なった。

3. 収集事例の概要と傾向

約5年間に渡った活動期間中に、世界各地から60件のGood Practiceレポートを収集することができた。その範囲は20ヵ国に及んでいる。これらのレポートに記載された環境影響に対する緩和策または便益の内容は多様であり、かつ興味深いものである。この章では、収集したレポートから読み取ることのできる傾向について概説する。

まず、表-1に収集したGood Practiceレポートの一覧を、続く表-2に、対応するプロジェクトの位置を示す。表-1では、主たるKey Issue、プロジェクト名、国名、Good Practiceの主題、プロジェクトの類型、Good Practiceの実施段階、副次的なKey Issue、成功理由類型、を概説している。なお、詳細な一覧表は、付属のCD-ROMを参照されたい。

3.1 地域、地勢についての傾向

世界20ヵ国から収集した60件のGood Practiceレポートについて、次のような傾向を読み取ることができる。

- ・ Good Practiceレポートを地域的にみると、日本を含むアジアおよび北米からの事例が多く(48件、全体の80%、以下同じ)、ヨーロッパ、アフリカ、南米および中東からの事例が少ない。またOECD加盟国が

らの事例が多く(46件, 77%), 非加盟国からの事例が少ない。ロシア, 東欧, 中米の事例は未収録である。

- ・ Good Practiceレポートをケッペンの気候区分で分類した場合, 温帯(temperate climates)の事例が多く(40件, 67%), 熱帯(tropical climates)や冷帯(continentl climates)の事例が少ない。

このように、本活動において収集した事例には地域的な偏りがあるものの、世界各国からこれだけ多数の Good Practiceを収録した事例集は初めてであろう。

3.2 Key Issueについての傾向

収集されたGood Practiceレポートは、その主たる内容(主要な影響とその緩和策、あるいは便益とその効果)によって、予め設定した15のKey Issueのいずれかに分類されている。副的な内容を有するレポートには、できるだけSub Key Issueを記載するように努めた。結果として、次の三つの分類、(a) 生物物理学的影響、(b) 社会経済学的影響、(c) 開発に伴う便益の分配、のいずれかに分けられる、予め設定した15項目のすべてのKey Issueについて、Good Practiceレポートを収集することができた。

(a) 生物物理学的影響 (Key Issue 1～6)

生物多様性 (KI-1)

- ・ 揚水プロジェクトを含む、年代的にも新しく比較的開発規模の大きなプロジェクトに伴う事例が多くを占めた。
- ・ 生物多様性の喪失を回避するために採られた主要な対策は次のとおりである。
 - ✓ 環境影響評価による周辺環境等への影響の把握と適切な保全措置の検討、実施
 - ✓ 各種構造物の地下化による生態系へ与える影響の限定化
 - ✓ 植栽による植生の再生
 - ✓ 河川維持流量の放流による河川生態系の保全
 - ✓ 工事期間中を含めた外来種侵入防止策の徹底
 - ✓ 対策実施後の経過観察の継続とその評価の実施
- ・ 具体例としては、開発予定地に生息が確認された大型猛禽類の繁殖活動保護のために、工事期間を1年の内で非営業期の4ヶ月に限定した事例が挙げられる(奥只見・大鳥発電所増設工事, 日本)。

流況 (KI-2)

- ・ プロジェクトの運用開始から数十年を経過し、近年になって利害関係者からの要請等により対策を講じた事例が多くを占めた。
- ・ 流況変化による影響を緩和するために採られた主要な対策は次のとおりである。
 - ✓ 河川維持流量の放流による河川生態系の回復
 - ✓ 地域社会への影響を考慮した貯水池運用の再検討
 - ✓ 河口付近への堰の設置による河川水位の上昇、維持
 - ✓ 対策実施後の経過観察の継続とその評価の実施
- ・ 具体例としては、タイヘイヨウサケのライフサイクルに適応した流量、水温を確保しながら最大の発電電力量を得る流況の追究を継続している事例が挙げられる(Ulla Forreプロジェクト、ノルウエー)。

魚の回遊・舟運 (KI-3)

- ・ 魚類の回遊について、上下流への移動手段を確保した事例ならびに取水口への不要な侵入を防いだ事例が収集された。
- ・ 魚類の回遊を促進するため、あるいは水車や洪水吐きを通過することによる魚類の死傷を軽減するために採られた主要な対策は次のとおりである。
 - ✓ 既設ダムへの魚道の設置、ナトリウム灯による誘引措置の実施
 - ✓ 取水口への魚群迷入防止装置の設置(音響式、水銀灯)
- ・ 具体例としては、導水路に入り込んだ魚類を選り分けるスクリーンを設け、バイパス管を通してこれらを河川へ戻す方策により、水車の通過を原因とする魚類の死亡率を低減した事例が挙げられる(Puntledge発電所、カナダ)。

貯水池の堆砂 (KI-4)

- ・ 地域的にみると、収集された事例はアジア地域における小規模貯水池の事例に限られた。
- ・ 貯水池への堆砂を軽減、排除するために採られた主要な対策は次のとおりである。
 - ✓ 貯水池を迂回する洪水バイパストネルの設置による堆砂の軽減
 - ✓ 土砂を滞留させる小規模な堰の設置と土砂の浚渫
- ・ 具体例としては、貯水池内に流入した土砂を排砂設備から排出する際に、より自然の土砂移動状態に近い形で排砂を志向し、下流河川環境への影響を低減させるよう「出水時に合わせた排砂運用方法」を採用した事例が挙げられる(出し平ダム、日本)。

水質 (KI-5)

- ・ 最も多くの事例(910件)が収集されたが、その多くはプロジェクトの計画、設計段階ではなく運用段階において事後あるいは追加的に行われた施策を紹介したものである。
- ・ 貯水池および下流域の水質を向上させるために採られた主要な対策は次のとおりである。
 - ✓ 選択取水設備の設置による魚類の生育に配慮した水温調節
 - ✓ ダム群の運用検討やバイパストネルの設置による濁水の軽減
 - ✓ 全層曝気循環設備の設置による貯水池の異臭味障害の解消
 - ✓ 淡水赤潮処理船の開発による貯水池の赤潮発生の抑制
 - ✓ ダム上流に位置する銅鉱山から排出される重金属の処理
- ・ 具体例としては、洪水吐き下流で発生した溶存ガス過飽和に起因する魚類の大量死に対して、専門家による原因調査の結果に基づいた洪水吐きの構造変更と運用見直しによりこれを抑制した事例が挙げられる(Yacyretaプロジェクト、アルゼンチン/パラグアイ)。

貯水池の淡水 (KI-6)

- ・ ダム建設と貯水池への湛水が環境に与える影響について、専門家を含む調査チームによる事前調査を行い、その結果をプロジェクトの計画に反映した事例が収集された。
- ・ 貯水池への湛水による社会的、環境的影響を緩和するために採られた対策は次のとおりである。
 - ✓ 調整池規模の抑制および適切な水位維持による湿原の保全
 - ✓ 計画段階での、環境調査結果を反映した複数の代替案との比較
- ・ La Grande 発電所群(Laforge-1)(カナダ)の事例は、主たるKey Issueとして「KI-8:少数グループ」に分類されているが、貯水池の湛水により新しいビオトープが創造され、生物多様性が保護されている事実が紹介されており興味深い。

(b) 社会経済学的影響 (Key Issue 7 ~ 10)

移住 (KI-7)

- ・ 近年、経済成長の著しいインドやブラジルを含む発展途上国における、比較的大規模なプロジェクトの実施に伴う住民の強制的な立ち退きに関する事例が収集された。
- ・ いずれの事例も移住地域社会の再構築と影響を受ける人々の生活水準の向上を目指して、次の点に留意した移住プログラムを実施している
 - ✓ 持続可能な生計手段としての雇用の確保
 - ✓ 社会基盤(道路、水道、通信、学校、病院等)の整備
 - ✓ プログラム策定過程における地域社会への十分な情報提供と影響を受ける人々の参加

少数グループ (KI-8)

- ・ カナダ東部のケベック州において実施された、水力発電事業者と先住民コミュニティとのパートナーシップに基づいた開発に関する事例(2件)が収集された。
- ・ 具体的には、先住民(モンタニエ族)がコミュニティの長期的な社会的、経済的発展の観点から、水力事業者と共同して設立した合資会社を通して水力開発の計画、実施を行った事例(Minashtuk発電所)、ならびに、水力開発により伝統的な生活を営む基盤を失う先住民(クリー族)に対する影響緩和策を、先住民も参加する非営利団体を通して実行した事例(La Grande発電所群(Laforce-1))である。

公衆衛生 (KI-9)

- ・ 移住プログラムにおいて地域住民の公衆衛生向上に配慮した事例、およびプロジェクト自体が地域社会に与えた健康への脅威を適切に管理している事例が収集された。
- ・ 具体的には、移住後の地域社会における、病院や健康管理センターを含む各種施設の充実と定期的な巡回医療を通じて、伝染病による死者数を大幅に低減した事例(Chamera発電所、インド)、ならびに、貯水池湛水による魚類の水銀濃度の一時的な上昇という事実に対して、徹底的かつ継続的なモニタリングの実施、健康リスク評価に基づく地域住民への情報キャンペーン等の施策を行った事例(La Grande発電所群、カナダ)である。

景観と文化財 (KI-10)

- ・ 水力発電所の新規開発、再開発および設備修繕の実施に先立ち、周辺の景観や文化遺産の保護が、プロジェクトの計画、設計段階から十分に配慮された事例が収集された。
- ・ プロジェクト地域に広がる自然の美しさや歴史的価値のある文化財を保護するために採られた主要な対策は次のとおりである。
 - ✓ 発電所毎に異なる周辺景観に配慮した複数の発電所建屋の設計
 - ✓ 景観設計者による周辺地域の特徴を考慮した土捨場の設計
 - ✓ 地域の植生分布に基づいた土捨場、採石場の緑化
 - ✓ 自然岩を使用した水位調整用の堰の設置、あるいは湛水地域への小島の造成による、より自然に近い河川景観の維持
 - ✓ 既設ダムの補強工事に合わせた歴史的由緒のある滝の景観復元
- ・ 上記の景観保護に関する事例の他では、文化遺産の保護に焦点をあてた事例として、ダム湖に水没する古代文明の遺跡の保存を、考古学者等の専門家で構成される国際的かつ学際的な研究チームによる調査、発掘により実施した事例(Border Euphratesプロジェクト、トルコ)が挙げられる。

(c) 開発に伴う便益の分配 (Key Issue 11 ~ 14)

発電による便益 (KI-11)

- ・ 電力供給が地域社会の活性化、あるいは国全体の経済発展に大きく貢献した事例が収集された。
- ・ 具体例としては、4つの河川の流域変更も含めて徹底的に水資源の活用を図った半世紀にわたるシリーズ開発の事例(日高電源一貫開発計画、日本)が挙げられる。このような大規模開発に伴う事例が多くを占める一方で、水力発電に係わる今日的话题の一つである、マイクロ水力発電所による地方電化を扱った事例(Mahagnao発電所、フィリピン)も含まれている。

ダム機能による便益 (KI-12)

- ・ 灌漑、洪水調整、水供給等のダムの多目的利用により、地域社会が活性化し住民の生活水準も向上した事例が収集された。
- ・ 上記の多目的ダムに関する事例の他では、ダム建設に伴い発生した周辺地域における地下水位の変化に対して、地下水位と流量をより自然に近い状態に保つよう自動化された地下水管理システムを設置した事例(Freudenau発電所、オーストリア)が挙げられる。

地域社会資本の整備 (KI-13)

- ・ 海岸線と内陸部を結ぶアクセス道路の新設や狩猟を容易にする道路網およびキャンプの建設に加え、上下水処理施設、水道網、ゴミ処理場などの衛生施設およびレクリエーション施設などの整備により、先住民コミュニティの生活水準を向上させた事例(Saint-Marguerite 3、カナダ)が収集された。

地域産業の振興 (KI-14)

- ・ 水力発電所を観光や憩いの場を提供する地域社会にとって有益な資源として捉えて、人々を惹きつけるためのダムを中心とした周辺環境整備(自然環境の保全、レクリエーション施設の建設等)を地方自治体が主体となって行うことにより、自立的かつ持続的な水源地域の活性化を図っている事例が収集された。
- ・ 上記の観光事業に関する事例の他では、貯水池を利用した漁業の導入により地域住民の収入を倍増させた事例(Cirata発電所、インドネシア)が挙げられる。

(d) 分類外 (Key Issue 15)

その他 (KI-15)

- ・ 本分類には、上記14の類型に該当しない事例(3件)が含まれている。
- ・ 具体的には、ダム建設地から生じる伐採木や貯水池に滞留する流木の有効利用についての日本からの事例を収録している。

3.3 プロジェクトの類型およびGood Practiceの実施段階についての傾向

- ・ 流れ込み式プロジェクトと貯水池式プロジェクトのどちらが環境負荷が大きいかについてはさまざまな議論があり、一般的には、貯水池式の方が環境負荷が大きいと言われてきた。しかし、今回収録した事例の中では、貯水池式における優れた事例を多数得ることができた(19件、32%)。
- ・ 多目的の水力開発事例も大きな比率を占めている(15件、25%)。便益に関する事例は、多目的ダムや貯水池を核とするものが多い。

- ・ 生物物理学的影響に対する適切な管理方策の実施時期に関しては、収集事例の多くがプロジェクトが運用段階に入ってから実施されている。これは、環境影響評価の包括的な制度が不十分であった数十年前に運用を開始した比較的古い水力発電所において、追加的に環境上の改善策が採られたからであろう。今後開発される新規の水力プロジェクトでは、計画段階において種々の環境影響緩和策が講じられることが期待される。「地域住民の移住」や「少数民族の保護」などの社会的影響緩和策については、計画段階から詳細な対策が採られている。

3.4 成功理由についての傾向

- ・ 科学技術的な課題については、「環境影響評価の実施」、「専門家とのコンサルティング」、「事前の詳細な調査」、「適切な計画、設計」、などが成功理由に挙げられている。
- ・ 社会経済的な影響緩和策については、「利害関係者との調整」が多く、特に「地域社会とのパートナーシップやNGOとの協調」、などが重要である。また、「意志決定過程への地域住民の参加」なども注目され、今や開発途上国においても開発独裁の時代は去り、地域住民の意見を積極的に取り入れて事業を進める必要がある。
- ・ 開発に伴う便益の分配に関する事例(KI-11～14)については、プロジェクト実施地域への経済的な利益の分配を確実にこなうことが重要であろう。

3.5 IEAガイドラインとの対比に基づく評価

IEA水力実施協定Phase-1のAnnex- で作成されたガイドラインは、今後の水力開発が環境的・社会的に受け入れられるために配慮すべき主要事項を示したものである。今回我々が収集した各事例を、ガイドラインと対比し評価することにより、当該ガイドラインの妥当性、現実性について考察した。

- ・ 生物物理学的影響に係わるGood Practice(KI-1～6)については、
 - ✓ 「Consult Recognized Experts (Recommendation 2-9)」,
 - ✓ 「Public Participation in EIA (Recommendation 2-14)」,
 - ✓ 「Ecological Flow (Recommendation 3-9)」,
 - ✓ 「Follow-Up Programmes (Recommendation 4-3)」,
 - ✓ 「Integrate Local Ecological Knowledge (Recommendation 5-9)」,
 に該当する例が多い。
- ・ 社会経済的影響に係わるGood Practice(KI-7～10)については、
 - ✓ 「Public Meeting or Hearing (Recommendation 2-15)」,
 - ✓ 「Threats to Vulnerable Social Groups (Recommendation 3-3)」,
 - ✓ 「Inform & Consult Local Communities (Recommendation 5-1)」,
 - ✓ 「Involvement of affected Peoples (Recommendation 5-5)」,
 - ✓ 「Resettlement & Rehabilitation Programme (Recommendation 5-7)」,
 に該当する例が多い。

- ・ 開発に伴う便益の分配に係わるGood Practice(KI-11～14)については、Recommendation 5「Sharing Benefits with Local Communities」の各ガイドライン、その中でも特に、
 - ✓ 「Inform & Consult Local Communities (Recommendation 5-1)」,
 - ✓ 「Economic Spin-offs (Recommendation 5-4)」,
 に該当する例が多い。

4. 結論

世界各地で、特に発展途上国で増大する水とエネルギー需要を満たすために、水資源(飲料水、生活用水、灌漑用水、工業用水、発電用水など)の高度かつ徹底的な利用が不可欠である。水資源の大部分を供給する河川水は、無為に海に流出させることなく、この極めて重要な資源から人類が便益を得ることを可能にするよう、更なる努力がなされるべきである。従って、今後は多目的の水力開発が増加していくであろう。その結果、水力開発に伴う環境・社会・経済的な負の影響も、一層複雑化していくであろう。我々は、複雑化する影響に対しても各種緩和策を講じて持続可能な開発を継続しなければならない。更に、今後新たに計画・実施される水力開発のみならず、現在運転中の水力発電所の改修・更新においても、環境影響に配慮し、適切な緩和策を講じていくことが必要である。

今後の水力開発における環境および社会的問題に対処する適切な方策を考える上で、過去の経験から学ぶことは重要である。しかし、これまでそうした過去の事例を広範囲かつ体系的にとりまとめた情報は少なかった。本事例集は、世界各地で行なわれている水力開発における負の環境影響という問題に対して実施された影響緩和策の具体的な成功事例、および水力開発がもたらした様々な便益についての具体例を提示したものである。世界20ヵ国から得られた60件の事例を分析することで、これまでに水力開発に関して指摘されているほとんどの環境および社会的問題に対して、何らかの有効な緩和策が行われていることを示した。

60件の具体的事例の内容は、実に多種多様である。水力開発に伴う環境、社会、経済的な影響は、国や地域により、事業地点の地形的・環境的、社会的状況により、また事業規模により異なるゆえに、負の影響を軽減し便益を最適化する方策も“Tailor-made”にならざるを得ない。従って、地球規模での標準仕様を作り上げることは困難である。我々は、過去になされた様々な影響緩和策を単にコピーするのではなく、過去の事例に学び、参考にし、最新の技術、知見を加味して個別具体的なケースにあった“Tailor-made”な影響緩和策を講じていくことが重要と考える。

5. 提言

Annex- の活動を踏まえ、本章では、水力開発における環境、社会、経済的な負の影響を軽減し、便益を最適化するための提言を示す。これは、今後新たに計画、実施される水力開発のみならず、既設水力発電所の改修、更新の持続可能性をも高めるものである。

(1) 具体的成功事例(Good Practice)に関する情報の共有

水力開発に伴う環境、社会、経済的な負の影響に適切に対処し、得られる便益を最適化するGood Practiceに関する情報は、世界の水力コミュニティにおいて共有され、今後の水力開発のために活用されるべきである。

(2) 水力開発の持続可能性を評価する適切かつ客観的な評価

水力開発に伴う環境、社会、経済的な負の影響を軽減し便益を最適化するGood Practiceに関する情報は、再生可能エネルギーの世界的なシェアを増すよう、新規および既存の水力プロジェクトの持続可能性を客観的に評価するために活用されるべきである。すなわち、政府機関、非政府組織、地域住民など幅広い利害関係者に提供され、水力の価値の客観的な評価や推進側と反対側との建設的な議論に役立てられることが望まれる。特に、水力開発の負の影響緩和対策だけでなく、従来あまり紹介されて来なかった水力開発に伴う便益面も正当に評価されるべきである。

(3) 負の影響を軽減し便益を最適化する“Tailor-made”な方策の立案

水力開発に伴う環境、社会、経済的な負および正の影響は、国や地域により、事業地点の地形的・環境的、社会的状況により、また事業規模により異なるゆえに、その緩和策および増強策も“Tailor-made”であるべきである。

(4) 分野横断的な協力の推進

昨今、諸国の国内水力協会、国際的な水力協会（国際大ダム会議：ICOLD、国際かんがい排水委員会：ICID、国際水力協会：IHA、等）、我々が属するIEAなど、多くの機関で作成したガイドラインなどが発表されている。今後は、分野横断的な協力関係を強め、水力の客観的な評価のための国際標準の作成が望ましい。この提言は、Good Practiceを文書化し成功例を明らかにすることにより、水力開発をより持続可能なものにすこれらの世界的な取り組みへ貢献することを目指すものである。

(5) 今後の課題

Annex- 活動の最終成果物である事例集は、その不足を補い利用価値をより高めるよう、プロジェクトの地域的な偏りの解消やより広範囲な問題を扱う事例の収集に留意しつつ、今後も継続的かつ体系的に新たな成功事例が追加され、蓄積されていくことが望まれる。例えば、貯水池への堆砂は世界の各地で対策を迫られている喫緊の問題の一つであるにもかかわらず、本事例集にはアジア地域の小規模貯水池に係わる事例しか含まれていない。また、本事例集に未収録の「湛水や堆砂に伴う河川地形の変化」、「水に関する伝染病の発生」などの既に広く認識されている問題を扱う事例の収集に加え、水力開発がもたらす便益に関する今日的な事例として、地球温暖化防止への貢献（例えば水力によるCDM）を扱う事例の収集も可能であろう。