

平成28年度
水力発電事業性評価等支援事業
(技術情報の調査事業)

報告書 (概要版)

平成29年2月

一般社団法人 海外電力調査会

目次

第1章 水力開発技術情報収集調査（IEA水力実施協定）の概要

1.1 IEA水力実施協定の概要	1-1
1.2 IEA水力実施協定の活動概要	1-2
1.3 本事業の活動概要	1-2

第2章 執行委員会の活動と成果

2.1 執行委員会の概要	2-1
2.2 臨時執行委員会	2-1
2.3 第33回執行委員会	2-2

第3章 専門部会（Annex）の活動と成果

3.1 専門部会の概要	3-1
3.2 Annex-2「小水力発電」	3-1
3.3 Annex-15「水力発電設備の保守と意思決定」	3-4
3.4 Annex-9「水力発電の多様な価値」	3-7
3.5 Annex-12「水力発電と環境」	3-8
3.6 Annex-13「水力発電と魚」	3-9
3.7 Annex-14「貯水池カスケード管理モデル」	3-9

第4章 国内委員会等の開催

4.1 国内委員会等の概要	4-1
4.2 活動の成果	4-2

第5章 活動成果の提供と知見の展開

5.1 海外電力調査会による国内への活動成果の提供と知見の展開	5-1
5.2 IEA水力実施協定による活動成果の提供と知見の展開	5-2

第6章 水力開発促進技術調査

6.1 調査対象技術	6-1
6.2 調査結果概要	6-1

第7章 その他の技術情報収集調査

7.1 国際会議「HydroVision2016」	7-1
7.2 国際会議「HydroBalance2016」	7-1
7.3 国際会議「HYDRO2016」	7-2

第1章 水力発電事業性評価等支援事業（技術情報の調査事業）の概要

本事業は、IEA（International Energy Agency：国際エネルギー機関）の「水力技術と計画に係わる実施協定(Implementing Agreement for Hydropower Technologies and Programmes)（以下、「IEA 水力実施協定」という）」に参画し、海外の水力開発に係る情報収集を行い、その活動成果を国内へ広く提供するものである。

1.1 IEA 水力実施協定の概要

IEA は、エネルギーの安全保障および持続可能なエネルギー需給構造の確立を目的として、1974年に設立された国際機関であり、OECD加盟35カ国のうちの29カ国が参加（2016年8月時点）している。図-1.1.1に示すように、IEAには、理事会の下に5つの常設部会が設置されている。常設部会の一つであるエネルギー研究技術委員会（CERT：Committee on Energy Research and Technology）には、各種エネルギー技術の調査・研究開発に関する4つの作業部会が設けられており、各作業部会の中に組織された国際協働プログラム（実施協定）を支援している。実施協定では、OECD非加盟国や国際組織を含む各種機関と共同研究が推進されている。2016年現在、再生可能エネルギー作業部会（REWP：Working Party on Renewable Energy）で10の実施協定（Implementing Agreement）が、また、エネルギー研究技術委員会全体では40以上の実施協定が活動している。

水力実施協定は、再生可能エネルギー作業部会の中の実施協定の一つであり、1995年の締結以来、加盟国等がこれまでに蓄積した水力技術を集結し、世界レベルでの水力開発の更なる促進に資することを目的に活動を行っている。

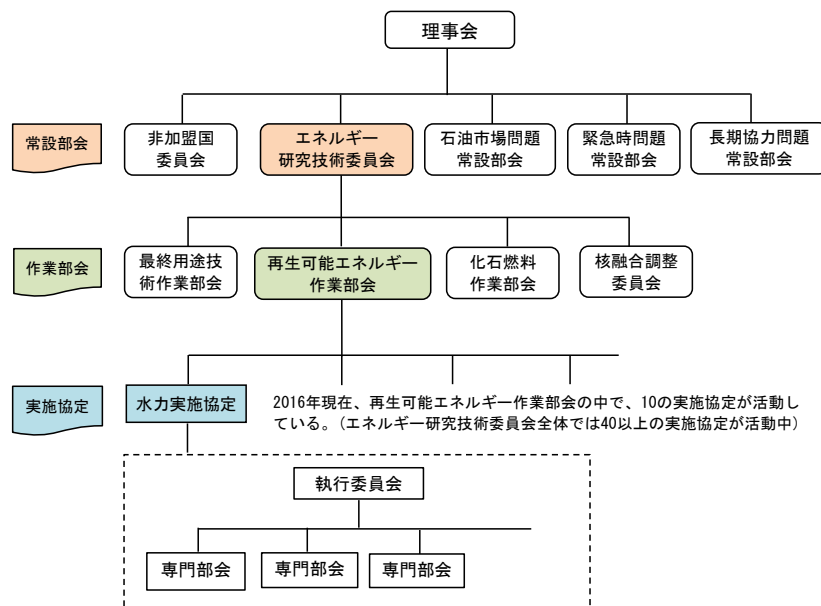


図 1.1.1 国際エネルギー機関(IEA)の組織

1.2 IEA 水力実施協定の活動概要

IEA 水力実施協定は、その1つの活動期間を5年間としてさまざまな課題に取り組んでおり、第1期（1995～1999年）、第2期（2000～2004年）、第3期（2005～2009年）、第4期（2010～2014年）の活動に続いて、2015年3月から第5期（2015～2019年）の活動を実施している。水力実施協定の活動は、全参加国の代表により構成される執行委員会と、テーマ毎に設立される専門部会（Annex）により行われている。専門部会活動の変遷を図1.2.1に示す。

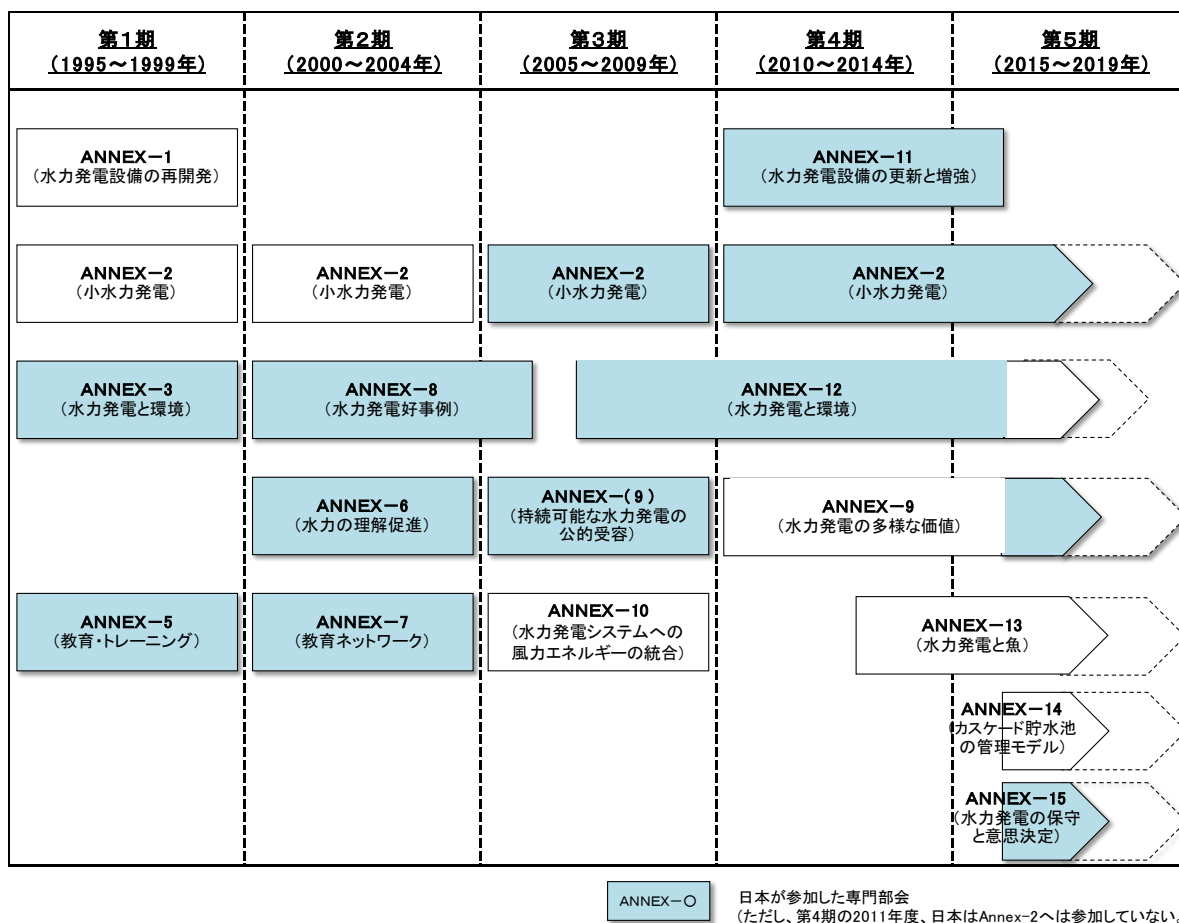


図 1.2.1 各活動時期の専門部会(Annex)

1.3 本事業の活動概要

1.3.1 事業の目的

本事業では、IEA 水力実施協定の活動を通して、国内の水力開発の促進に資する技術情報を収集し成果を取りまとめることを目的とする。併せて、国内外に導入・適用実績があるものの、広くは普及していない水力開発の促進に資する技術調査を行い、国内に広く導入・活用が図られるように検討を行うことを目的とする。

1.3.2 事業の目標

本事業は、IEA 水力実施協定に参画し、他の参加国と共同で水力発電に係る調査研究を推進し、水力発電に係る最新の技術情報、政策情報等を収集するとともに、これらの活動成果、収集された技術情報等を広く国内に提供し、我が国の水力開発促進に寄与することを目標としている。

本事業における活動内容は以下のとおりである。

- (1)実施協定の執行委員会への参加
- (2)専門部会等の会議への参加
- (3)国内委員会等の開催
- (4)技術調査および情報収集
- (5)活動成果の提供と知見の展開

1.3.3 平成 28 年度に開催または参画した会議等

平成 28 年度に開催または参画した会議等を下表に示す。

表 1.3.1 平成 28 年度に開催または参画した会議等

年月日	会議名称等
平成 28 年 7 月 15 日	第 1 回国内委員会 第 1 回 Annex-2 国内専門委員会
平成 28 年 7 月 25 日～29 日	Annex-2,9 専門家会合（7 月 25 日～26 日） IEA Hydro Panel Session（7 月 26 日） Hydro Vision2016（7 月 26 日～29 日）（アメリカ）
平成 28 年 8 月 21 日～28 日	Annex-2 小水力発電好事例調査（アメリカ・カナダ）
平成 28 年 9 月 13 日～14 日	Hydro Balance2016（9 月 13 日～14 日） Annex-9 専門家会合（9 月 13 日～14 日）（ノルウェー）
平成 28 年 9 月 19 日～28 日	Annex-2 小水力発電好事例調査（イギリス・スコットランド）
平成 28 年 10 月 7 日	第 1 回 Annex-15 国内専門委員会
平成 28 年 10 月 10 日～12 日	Hydro2016（10 月 10～12 日） Annex-9,12,13,15 専門家会合（10 月 10,11,13～14 日） 臨時執行委員会（10 月 13 日）（スイス）
平成 28 年 10 月 31 日	第 2 回 Annex-2 国内専門委員会
平成 28 年 11 月 8 日～9 日	Annex-2 ワークショップ（11 月 8 日～9 日）（アメリカ）
平成 28 年 11 月 21 日	第 2 回国内委員会
平成 29 年 1 月 16 日	IEA 水力実施協定国内報告会
平成 29 年 1 月 17 日	第 3 回国内委員会
平成 29 年 2 月 2 日	第 3 回 Annex-2 国内専門委員会
平成 29 年 2 月 3 日	第 2 回 Annex-15 国内専門委員会

※平成 28 年度の執行委員会は、平成 29 年 3 月開催となり不参加

第2章 執行委員会の活動と成果

2.1 執行委員会の概要

執行委員会（Executive Committee; ExCo）は、参加各国の代表者1名ずつから構成されるIEA水力実施協定の最高意思決定機関である。参加国は、オーストラリア、ブラジル、中国、フィンランド、フランス、日本、ノルウェー、アメリカの8カ国である（平成28年3月1日現在）。執行委員会には、議長（Chair）と事務局（Secretary）が置かれ、議長は、IEA水力実施協定を代表する。平成24年6月から、ノルウェー（水資源・エネルギー庁（NVE））Mr. Torodd Jensenが議長に就いている。また、事務局はMr. & Ms. Nielsen（オーストラリア）が務めている。

執行委員会は、次のような役割を担っている。

- 本協定の5ヶ年に亘る活動計画の立案と承認
- 本協定の年度予算の審議と承認
- 国際社会および参加各国の電力エネルギー・水力発電・その他再生可能エネルギー（Renewable Energies; REs）起源電力等の直近の動向、政策、課題、技術開発等に関する情報の共有
- 具体的な活動を推進する専門部会（Annex）に関する審議と承認、及びその活動の支援
- ウェブサイトを通じた各種情報の展開（<http://www.ieahydro.org/>）
- IEAの枠組みの下で活動する、再生可能エネルギーに関する他の実施協定との連携、情報の共有、など

2.2 臨時執行委員会

(1) 臨時執行委員会開催結果

開催日時：2016年10月13日（木）

開催場所：モントルー/スイス

出席国：ノルウェー（議長）、オーストラリア（事務局）、

フィンランド、EU、米国、ノルウェー、ブラジル、中国、日本

議事概要

1) 第33回執行委員会（ExCo）について

- ・次回の第33回ExCoを2017年3月20日～24日の間に、NVE主催でオスロ（ノルウェー）にて開催されることが議長より提案された。
- ・議事次第案とテクニカルツアーやセミナー・ワークショップに関する情報情報は11月に関係者へ送付する予定と説明された。

2) 議長報告

- ・現議長のMr. Torodd Jensenは、次回のExCoで議長を退任する予定である。（今後もノルウェーメンバーとし参加は継続する意向。）次回ExCoに先立ち、Mr. Torodd より、次期議長の立候補

もしくは推薦の依頼があった。

- ・フランス国は、EDFの経営不振により、来年度よりIEA水力実施協定締結国から脱退することとなった。
- ・インド国が、IEA水力実施協定締結国として加入に興味を示しており、協定締結国の義務を履行できるのか等を検討した後、承認の可否を行うこととなった。

3) 今後の普及活動について

- ・今年のHydroVisionでの会議関係者会合において、次回以降IEA Forumは本会議の前にされず、本会議中に実施することになった。そうなれば、ランチミーティング等となり十分な参加が見込まれないため、次年度以降のHydroVisionでは、IEAの会合を開催しないこととした。
- ・Hydropower and Damsの記事として、2017年度に以下の内容が編集される予定であるので、関連するAnnex活動の普及活動として活用することが可能であるとの情報提供があった。
 - > Issue 2 (2nd Quarter of 2017): Mini hydro and rural electrification.
 - > Issue 4 (4th Quarter of 2017): Fish Protection, Asset Management

4) Annexの新たな内容に関する議論について

- ・IHAより、彼らが現在取り組んでいる、水利用や消費に関する内容に似た活動がIEA水力実施協定でなされているかどうか確認があった。本件については、次回IEA水力の執行委員会(ExCo)にて議論される予定である。

5) Annex活動状況の報告

- ・Annex-2、Annex-9、Annex-11、Annex-12、Annex-14およびAnnex-15の活動状況について、各AnnexのOAより報告があった。なお、Annex-14およびAnnex-15については、今後の活動計画について説明を実施し意見照会した。

2.3 第33回執行委員会

(1) 第33回執行委員会

第33回執行委員会について、10月に開催された臨時執行委員会（で協議した結果、以下の開催時期、開催場所となった。当該時期は本事業受託期間外となるため、本事業受託者は、参加しなかったものの、会議に係る資料の作成等を行った。

○第33回執行委員会

開催日 : 平成29年3月20日～24日

開催場所 : オスロ/ノルウェー

出席予定国 : ノルウェー（議長）、オーストラリア（事務局）、
フィンランド、EU、米国、ノルウェー、ブラジル、中国、日本

開催スケジュール

3月20日：Annex-9専門家会合、現地視察

3月21日：Annex-2、Annex-14、Annex-15専門家会合

3月22日：Annex-12専門家会合、IEA Hydro-Power 公開討論会

3月23日：Annex-13専門家会合、現地視察

3月24日：執行委員会

第3章 専門部会(Annex)の活動と成果

3.1 専門部会の概要

具体的な課題に取り組む専門部会(Annex)は、IEA水力実施協定への参加国のうち2カ国以上の参加を条件として、執行委員会の承認によって発足する。各専門部会には執行責任者(Operating Agent : OA)が置かれる。執行責任者は、具体的な活動計画を作成し執行委員会の承認を受ける。

本章では、各専門部会の平成28年度の活動および成果について概説する。

Annex-2「小水力発電」

Annex-15「水力発電設備の保守と意思決定」

Annex-9「水力発電の多様な価値」

Annex-12「水力発電と環境」

Annex-13「水力発電と魚」

Annex-14「カスケード貯水池の管理モデル」

3.2 Annex-2「小水力発電」

3.2.1 活動状況および活動成果

Annex-2は、IEA水力実施協定の発足時から現在まで一貫して小水力発電に関する様々な課題に取り組んでいる。日本は、第3期活動から本専門部会に参画しているが、平成23年度には本専門部会の活動に参加していない。平成28年度の参加国は、ノルウェー、アメリカ、日本の3カ国（平成29年2月現在）である。本専門部会のOA（執行責任者）は、Mr. Kearon Bennett（カナダ）が務めている。

平成28年度には、以下に示す2テーマで活動した。

Subtask-A3：政策と経験

水力開発に係る政策、許認可手続き、開発促進策等を取りまとめた国別報告書（Country Report）を作成し、より効果的・効率的な開発促進策等を提言することを目的としている。

現在、第4期に作成された国別報告書について、最新情報を追加して、効果的・効率的な開発促進策等に関する分析を行っており、平成29年3月までの完了をめざし、専門家を交えたworkshopを開催することを計画している。また、成果についてはwebsiteとnewsletterにより普及を図ることとしている。

(Annex-2 Subtask-A3 活動成果)

- ・ Annex-2 Subtask-A3サマリーレポート（本文抜粋版）
- ・ 国別報告書（日本）

Subtask-A5：地域社会における持続可能な小水力発電

本サブタスクは、日本が中心となり、「地域社会における小水力発電の活用や持続可能な小水力発電のあり方について、各国の好事例に関する情報を収集し、今後の小水力発電の開発促進に資する」ことを活動目的・目標として、平成24年度から開始している。

現在、各国の小水力発電の概要をとりまとめるとともに、小水力発電の好事例調査について、平成27年度までの間に、日本（7事例）、フィリピン（1事例）、カナダ（2事例）、ポルトガル（1事例）、南アフリカ（1事例）、チリ（1事例）、およびドイツ（1事例）の報告書（案）を作成しており、収集された事例について分析・評価を進めてきた。

平成28年度は、小水力発電の好事例調査として、アメリカ（2事例）、カナダ（1事例）、イギリス（3事例）、ノルウェー（3事例）の報告書（案）および概要報告書（案）を作成し、全ての好事例調査結果に基づく分析・評価をとりまとめたサマリーレポートを完成させた。

収集した好事例の概要を表3.1.1に、各好事例の特徴と主な社会的側面を表3.2.2に示す。また、各好事例の分析・評価結果から、小水力発電所が経済的持続可能性を確保しつつ、地域社会に経済的・社会的便益をもたらすための有効な施策を抽出し、報告書にまとめた。

表3.2.1 収集した好事例の概要

No.	発電所名	国	運用開始年	所有者形態	市場形態	出力(MW)
CA01	McNair Creek	カナダ	2004	PP/PC	PPA	9
CA02	Rutherford Creek	カナダ	2004	PP/PC	PPA	49
CA03	Atlin	カナダ	2009	WP	WP	2.1
CL01	Mallarauco	チリ	2011	WP	WP	3.43
DE01	Prater	ドイツ	2010	PUT	FIT	2.5
JP01	家中川 (3 plants)	日本	2005	OP/LM	FIT	0.046 in total
JP02	鯛生	日本	2004	OP/LM	FIT	0.066
JP03	那須野ヶ原 (5 plants)	日本	1992	OP/LRD	PPA	1.5 in total
JP04	富士緒井路 (2 plants)	日本	1914	OP/LRD	PPA	1.3 in total
JP05	新帝釈川 (2 plants)	日本	2003	UT	UT	13.4 in total
JP06	高知県公営企業局の水力発電所 (3 plants)	日本	1953	WP/LM	WP	39.2 in total
JP07	落合楼	日本	2006	PP/PC	FIT	0.1
NO01	Ljosåa	ノルウェー	2008	PP/PC	PPS	2.4
NO02	Jorda	ノルウェー	2012	PP/LO	PPS	2.4
NO03	Storfallet (2 plants)	ノルウェー	1990	PP/LO	PPS	7.7 in total
PH01	Ambangal	フィリピン	2010	PP/LM	PPA	0.2
PT01	Canedo	ポルトガル	2008	PP/PC	FIT	10
UK01	Eigg Island (3 plants)	英国	2008	LUT	LUT	0.112 in total
UK02	Torrs	英国	2008	PP/IPS	PPA	0.063
UK03	Abernethy Trust	英国	2010	OP/NPO	FIT	0.089
US01	Power Creek (2 plants)	米国	2002	LUT/EC	LUT	7.25 in total
US02	Delta Creek	米国	1994	PUT/LM	PUT	0.8
ZA01	Brandkop Conduit Hydropower	南アフリカ	2015	OP/WUT	OP	0.096

PP=Power Producer, PC=Private Company, WP=Wholesale Power Supplier / Supply, UT=Utility
 PUT=Public UT, OP=On-site Power Generator / Generation, LM=Local Municipality
 LRD=Land Reclamation District, LO=Landowner, LUT=Local UT, IPS=Industrial and Provident Society
 NPO=Non-Profit Organization, EC=Electric Cooperative, WUT=Water UT, PPA=Power Purchase Agreement
 FIT=Feed-in Tariff, RPS=Renewable Portfolio Standard, PPS=Power Production and Sales

※表3.1のうち網掛け部 () については、主に平成28年度中に調査、分析、評価を実施した事例である。

表3.2.2 収集した好事例のプロジェクトの特徴と主な社会的側面

No.	プロジェクトの特徴	主な社会的側面
CA01	民間企業による先住民居住地域内における開発	先住民の雇用創出、河川環境・生態系の保全
CA02	民間企業による先住民居住地域内における開発	先住民の雇用創出、放水路の余暇機会利用
CA03	オフグリッド地域の先住民組織による小水力	先住民の教育・訓練と雇用創出
CL01	民間企業と灌漑用水組合による共同開発	農業用水路の維持管理と農家の経済的負担の軽減
DE01	自治体の公営電力会社による都市河川における地下式小水力	自治体のCO2削減目標達成のための再生エネ戦略、都市景観の保全
JP01	自治体による市民参加型の自家用小水力	自治体による環境保全と地域活性化戦略
JP02	自治体による既設ダムを利用した自家用小水力	地域交流施設と観光施設への電力供給、森林保全
JP03	土地改良区による農業用水路を利用した小水力	農業用水路の維持管理と農家の経済的負担の軽減
JP04	土地改良区による農業用水路を利用した小水力	農業用水路の維持管理と農家の経済的負担の軽減
JP05	電力会社による既設水力の保全と再開発	国立公園の自然環境保全、ダム湖の観光利用
JP06	自治体の公営企業による卸電力供給	ダム周辺環境整備、水源地の森林保全
JP07	民間企業による廃止された小水力の再生	観光や内水面漁業に配慮した河川環境整備
NO01	土地所有者（農家）と電力会社による共同開発	農村地域の振興、地域の未利用エネ資源の開発
NO02	土地所有者（農家）と電力会社による共同開発	農村地域の振興、地域の未利用エネ資源の開発
NO03	個人の土地所有者（農家）による開発	農村地域の振興、地域の未利用エネ資源の開発
PH01	国際協力で自治体に寄贈された住民参加型小水力	世界遺産の棚田と地域の伝統文化の保全
PT01	民間企業による貯水池式水力	灌漑用水や鱒の養殖業に配慮した発電運用
UK01	オフグリッドの離島における再生エネによる電力自給システム	島内の需要管理等による安定した電力供給
UK02	社会的企業による地域環境保全のための小水力	地域活動の支援、環境教育
UK03	非営利慈善団体による自家用小水力	地域における青少年育成事業、小水力の普及啓発
US01	オフグリッド地域における電気協同組合によるマイクログリッド	企業誘致による地域産業・雇用の創出、先住民コミュニティの省エネ・再生エネ開発支援
US02	オフグリッド地域における自治体によるマイクログリッド	遠隔地の先住民コミュニティにおける電気料金の安定化と低廉化
ZA01	水道事業者による導水管余剰圧力を利用した自家用小水力	事業所からのGHG排出削減、近隣の電力不足地域への電力の無償供給

(Annex-2 Subtask-A5 活動成果)

・ Annex-2 Subtask-A5サマリーレポート

3.3 Annex-15「水力発電設備の保守と意思決定」

3.3.1 活動状況および活動成果

Annex-15は、平成27年度に活動が終了したAnnex-11「水力発電設備の更新と増強」に引き続き、日本がOAとなって、平成28年度より開始したものである。平成28年10月の臨時執行委員会において当該Annex実施計画書案を説明し、関係者から出された意見等を反映しながら、平成29年3月に開催予定の公式執行委員会に提示するための実施計画書修正案を作成した。以下に、実施計画書より抜粋したAnnex-15の計画概要を示す。

(実施計画書 (抜粋))

1. 概要

Annex 題名:「水力設備の保守*1と意思決定」

執行責任者:日本

参加予定国:オーストラリア、ノルウェー、米国、日本

2. 背景

Annex11は2010年9月に活動を開始して、高経年化した水力発電設備を更新・増強して経済価値や安全性を向上させた好事例について、10か国から70の事例を収集、分析した最終報告書を2016年3月に提出した。当Annexは、既設水力発電設備の更新・増強の意思決定に関する事例を分析して、有意義な情報を工程どおりに提供した。

好事例を集める過程で、水力発電設備の所有者が個別の既設設備の更新・増強を意思決定するまでのアセットマネジメントの過程および、管下の諸発電設備に対して実施する戦略的アセットマネジメントの重要性が認識されたため、維持管理から更新・増強の意思決定に至る過程を検討することおよび、Annex11で検討したアセットマネジメントについて、資産価値の向上と資産管理の効率化を目指してさらに詳しく検討することが必要であると判断された。

Annex11が成功裏に終了したことを受けて、新しいAnnex活動を立ち上げることを提案する。新しい活動は、内容の一部がAnnex11に関連するが、新しい執行責任者によって実施され、検討対象がこれまでの活動とは大きく異なるため、Annex11の第2期活動という位置付けではなくて、新しい番号を付して「水力設備の保守と意思決定*2」という名称と致したい。

3. 活動目標

課題

活動は、最初はひとつの課題として始めて、維持管理から得られた情報を更新・増強の意思決定への反映させる過程、および、電気事業者の戦略的アセットマネジメントを対象とする。

活動目標

活動目標は、Annex11で検討したアセットマネジメントについて、個別の水力発電設備の点検結果から設備の健全性を診断して、その将来変化を予測し、から更新・増強の意思決定に反映させる至る過程および、複数の水力発電設備を所有する電気事業者が制約条件やリスク要因を考慮して全体の資産価値を効率的に向上させることのできるによる戦略的アセットマネジメントを検

討する過程の2つに分類される。

1. 水力発電設備の健全性診断から更新・増強の意思決定に至る過程
2. 電気事業者の実施する戦略的アセットマネジメント

部門-1: 水力発電設備の健全性診断から更新・増強の意思決定に至る過程

水力発電設備は時間の経過とともに劣化し、性能は低下する。通常は、健全性や性能がかなり低下するか、あるいは、使用限界に達して全面的な更新が必要とならないうちに部分的更新を繰り返すことにより性能が維持されている。設備の所有者は、点検結果に基づいて設備の劣化の速度や程度を予測し、予算制約の下で最適な更新・増強方法およびその実施時期を選ぶ。最適な更新・増強方法および実施時期を選ぶためには、点検結果に基づいて設備の将来の健全性変化を正確に予測し、適切な修復を適切な時期に実施することが重要である。

部門-2: 電気事業者の実施する戦略的アセットマネジメント

たいていの電気事業者は複数の水力発電設備を所有しており、それぞれの設備の重要性は、出力、売電収入、系統における役割等の評価基準により異なる。電気事業者の利益を最大化するために、保守のための予算はそれぞれの設備の重要性に従って配分される。アセットマネジメントは、効率的で経済的な更新・増強を実施するために、それぞれの設備の価値を評価して保守予算を適切に割り当てる際に重要な役割を果たす。

当Annexでは、理想的な戦略的アセットマネジメントを検討する過程について提案する。

活動内容

部門-1: 水力発電設備の健全性診断から更新・増強の意思決定に至る過程

1つ目の部門では、水力発電設備のライフサイクルコストを最小化するために役立つ情報を集めて修復の意思決定をする過程について検討する。点検結果から設備の健全性と将来の劣化の程度が正確に予測され、その情報から適切かつ迅速に修復費用が見積もられることが望ましい。

- i) マニュアルに従って定期、非常時点検を実施する;
 - 水力発電設備の点検や安全に関する法令について調査する*3;
- ii) 点検結果を設備の状態や資産価値に変換する;
 - 最新技術を含む候補の中から最適な点検、変換方法を選択して適用する;
- iii) 設備の健全性を診断して、劣化速度や資産価値の変化を予測する;
 - 最新技術を含む候補の中から最適な診断方法や劣化速度の予測方法を選択して適用する*4;
- iv) 経済性を考慮して修理の方法、対象、時期を選択し、費用を見積もる;
 - 最新技術を含む候補の中から最適な修理方法を選択して適用する*5;
- v) iv)の結果を部門-2のiii)に送って集計する;
- vi) 部門-2 v)の決定に従って修理作業を実施する;
- vii) 点検により設備の健全性を評価して資産価値を見直し、iv)で検討した健全性回復目標と比較する;
- viii) iv)とvii)の相違の原因を分析して次回の修復計画に反映させる*6

i)からviii)の過程を繰り返すことにより、維持管理から更新・増強の意思決定に至る情報や知見を蓄積してアセットマネジメント手法を改良する。

部門-2: 電気事業者の実施する戦略的アセットマネジメント

2つ目の部門では、複数の水力発電設備を所有する電気事業者が戦略的アセットマネジメントに役立つ情報を収集して最適なアセットマネジメントを決定する過程について検討する。

- i) 出力、売電収入、系統における役割等によりそれぞれの水力発電設備の重要性*7を分類する;
- ii) それぞれの設備のリスク要因を調査して損害を想定する;
➤ 発電停止、公衆への影響等、想定される損害額を見積もる;
- iii) 部門-1 iv)で見積もった各設備の修復費用と ii)で想定した各設備のリスク要因と損害を集計する
- iv) 電気事業者の財務状況、社会情勢、その他の状況を考慮して、必要な供給力が確保できるように、それぞれの設備における修復作業の優先順位や実施時期を検討する;
- v) iv)の制約を考慮して修復の方法、対象、時期を選定してそれぞれの設備に修復予算を配分する*8;
- vi) v)の計画に従って設備の修復作業を実施する;
- vii) 部門-1 vi)で見直した各設備の資産価値を集計して再評価する;
- viii) 水力発電設備の状態を観測して v)の想定と比較する;
- ix) v)と viii)の違いの原因を分析し、iv)に反映させる

iii)からix)の過程を繰り返すことにより、電気事業者の全体の資産価値を効率的に向上させることのできる更新・増強の予算配分手法や実施時期の検討方法を改良する。

関係団体

関係団体は、当Annex活動に関心のある国および、国際協会を含む。協力関係は技術協定により形成される*9。

4. 作業工程

作業期間: 2016年10月から2019年12月まで

Annex15の活動は、IEA水力執行委員会の承認を経て開始する。2016年10月に活動を開始し、最終報告書を2019年末に発行し、2020年は広報普及に充てる予定である。

当Annexの主要工程は下記のとおりである:

項 目	時 期
活動目標に対する合意	2016年10月
Annex活動開始	2016年10月
事例収集	2017年12月まで
資料分析	2018年12月まで
報告書完成	2019年12月
最終報告書の広報普及およびAnnexの活動終了	2021年2月

補足説明

*1: 当Annexで「保守」とは、点検、修理等、水力設備が所定の機能を発揮し続けるために実施する行為全般を意味する。

*2: 当Annexは、保守業務における設備の点検結果から適切な更新、増強の範囲、方法、時期の意思決定に必要な情報を取り出すことにより、できるだけ少ない費用で、変化する法令、社会情勢、技術基準に追随しながら設備の資産価値を持続的に向上させることを目的としており、これを短縮して「水力設備の保守と意思決定」と名付けた。

- *3:各国の各機関で実施している保守の内容(点検項目、間隔)と法令や技術基準との間にどのような関係があるかを調査して、自由化により保守の内容がどの程度簡素化されるかを検討する
- 水力設備の機能が低下する原因として、設備の劣化によるハード面の機能低下の他に、法令、社会情勢、技術基準の変化に伴って要求事項を満たさなくなるソフト面の機能低下の2種類が想定されるので、事例を集めて原因を整理する。
- *4:余寿命を正確に予測することができれば、各部品、部材を最後まで使い切ることができるので経済的であるとともに、交換部品を時間どおりに準備することができる。
- *5:iii)も同様に、余寿命診断や修理に関する最新技術を候補として用意することができるように、情報収集に努める。
- 使用限界近くまで劣化してから大規模に修理するよりも、劣化がそれほど進展しないうちに小刻みに修理する方がライフサイクルコストは安くなるのが経験的に知られているが、事例を調査することにより統計的に確認することを目指す。
- *6:部門-1 iv)は技術的に最適な修理方法、範囲、実施時期で、部門-2 v)は電気事業者の財務的制約、社会情勢、設備の優先順位により制約を受けたものであるが、両者の差ができるだけ少なくなるような方法を検討する。
- *7:売電収入の重要度について、電気設備は発電による料金収入で比較的容易に評価することができるが、土木設備や水門鉄管が料金収入にどのように関係しているかを評価する方法について検討する。
- *8:*6と同様に、部門-1 iv)と部門-2 v)の差ができるだけ少なくなるような方法を検討する。
- 部門-1 iv)と部門-2 v)は、電気事業者が保守予算の見積もりや配分のために日常的に実施している業務であるが、事例を集めてそれらの業務と法令、技術基準、社会情勢との関係を調査することにより、法令や技術基準の改正、社会情勢の変化がそれらの業務に与える影響について検討する
- *9:Annex11では水力設備の更新、増強に関する成功事例を集めたが、当Annexは更新、増強の意思決定の成功事例を「好過程」として収集することを目標とする。

(Annex-15活動成果)

・ Annex-15実施計画書 (執行委員会提出用)

3.4 Annex-9「水力発電の多様な価値」

3.4.1 活動状況および活動成果

Annex-9 は、第4期から新たに開始され、活動計画・スケジュール等の検討が進められてきたが、平成23年度に活動計画 (Statement of Objectives) が完成し、本格的にAnnex 活動がスタートした。現在、IEA水力実施協定事務局のMr. Niels Nielsenが代行を務めている。

本専門部会は、Task-1 (エネルギーマネージメント ; ancillary services) とTask-2 (水管理サービスおよび社会経済的貢献) の2つのタスクで構成され、Task-1のリーダーをアメリカが、Task-2のリーダーおよび専門部会OA (執行責任者) をノルウェーが担当する。

参加国は、現在、ノルウェー、アメリカおよび日本の3カ国である。日本は、平成28年度より専門部会メンバーとなり、主にTask-1の活動に参加している。日本としては、電力自由化先行国における水力発電の価値向上に資する取組みに関する情報を収集するとともに、日本の電

力自由化後における水力発電の在り方という視点で、日本に意義のある課題について深堀がなされるように会合の場で議論することを目的としている。

専門部会の活動目的は以下のとおりである。

Task-1 (エネルギーマネジメント ; ancillary services) (リーダー : アメリカ)

特に太陽光・風力など急成長する変動しやすい再生可能エネルギーの統合を促進する、水力のアンシラリーサービスの迅速かつ大規模な提供に関わる重要課題の理解を深めることを目的とする。

Task-2 (水管理サービスおよび社会経済的貢献) (リーダー : ノルウェー)

貯水池の淡水貯水能力により、水力発電所から提供される水サービスとその他の社会経済的な貢献に関わる経済的価値を確立することを目的とする。

Annex-9 活動については、Task-1 (Energy Services) と Task-2 (Water Service) の双方を集約 (要約) して、将来に向けた提案を含めた報告書を作成中であり、平成 28 年度 3 月を目途に取りまとめることとしている。

日本は、アンシラリーサービスとしての水力の価値の 1 事例である可変速揚水発電の概要 (定速揚水発電との機能・価値の比較結果) を取りまとめ、サマリーレポートに記載した。また、Annex に関連して開催されたワークショップでは、日本における可変速揚水とアンシラリーサービス価値および調整力公募に関する概要を説明し、主に Task-1 としての Annex 活動の推進に貢献した。

(Annex-9 活動成果)

・ Annex-9 サマリーレポート (ドラフト版)

3.5 Annex-12 「水力発電と環境」

3.5.1 活動状況及び活動成果

平成 27 年度時点で本 Annex には、オーストラリア、ブラジル、中国、フィンランド、フランス、日本、ノルウェーおよびアメリカの 8 カ国が参加し、ブラジル (電力研究所) が OA (執行責任者) に就いている。

Annex-12 は、Task-1 「貯水池における炭素循環」と、Task-2 「水力発電と環境」の 2 つの活動が行われていたが、Task-2 については平成 22 年度に終了しており、現在は Task-1 「貯水池における炭素循環」の活動のみが行われている。

Task-1 の活動としては、平成 24 年 10 月に「貯水池からの正味の温室効果ガスの放出量評価法に関する手引き第 1 巻－計測計画とデータの解析－」が作成され、平成 25 年 11 月に「貯水池からの正味の温室効果ガスの放出量評価法に関する手引き第 2 巻－モデル化－」が作成された。

ダム貯水池からのライフサイクル温室効果ガス放出量の管理・緩和・分配について、ガイドライン(Vol.3)の作成が進められている。

今年度、日本はメンバー国として登録していないが、情報収集を継続するとともに、日本が参加していた昨年度までのAnnex活動の成果として取りまとめられた「貯水池からの正味の温室効果ガスの放出量評価法に関する手引き 第2巻ーモデル化ー」の和文版を作成した。

(Annex-12 活動成果)

- ・ **Annex-12関連資料「貯水池からの正味の温室効果ガスの放出量評価法に関する手引き：第2巻ーモデル化ー（最終版）」(Guideline Vol.2)**

3.6 Annex-13「水力発電と魚」

3.6.1 活動状況および活動成果

Annex-13 は、平成 25 年度から開始されたものであり、OA（執行責任者）はノルウェーが務め、参加国は、オーストラリア、ブラジル、フィンランド、フランス、ラオス、ノルウェー、米国である。専門部会の活動目的・目標は以下のとおりである。

「魚と水力発電の関係は、長年にわたり広範囲の研究課題となっているが、最近の研究は魚種が限られており、結果の地球レベルでの適用を正当化することは難しい。水力開発は今後も世界中で進められることから、IEA 水力を通じた国際協力プログラムとしてこれを扱うことは検討に値する。魚問題は、新規の水力開発は勿論のこと、既設発電所の許認可や運転管理にとっても極めて重要な問題であり、また、経済性にも大きな影響を及ぼす。」

平成29年目途で活動成果に関する報告書を作成する予定であり、今年度は報告書への記載内容に関する議論が進められていた。平成28年はメンバー国として登録されていないものの、日本における魚保護関連の関連法規を紹介して欲しいとの依頼を受け、資料を整理し情報提供した。

3.7 Annex-14「カスケード貯水池の管理モデル」

3.7.1 活動状況および活動概要

Annex-14 は、平成 28 年度から新たに活動を計画されたものであり、OA（執行責任者）は中国が務めている。平成 27 年度に中国の OA から活動内容の紹介および関連アンケート協力依頼があったが、その後中国内部で OA の交代があったため、今年度あらためて活動計画を策定し直された。10月のスイスにおける臨時執行委員会の場で、新たな OA から活動計画概要の説明がなされた。

(活動概要)

水力発電所を多数含む連接水系（カスケード貯水池）において、新たな水力発電用貯水池を設計することや既設水力発電所を運用管理するためには、異なる利害関係者及び異なる要求を考慮した総合的な検討が必要である。

本 Annex では、カスケード貯水池に係る以下のタスクについて情報収集および検討を行い、発電流量の最適化のみならず、環境・安全・社会的責任等の要求も満たす運用管理モデルを定めることを目的としている。

（Annex で取組むタスク）

タスク 1：カスケード貯水池の概要

- (1)典型的な水系の概要
- (2)水系開発の概要
- (3)カスケード貯水池の分類
- (4)カスケード貯水池の管理方法の整理

タスク 2：カスケード貯水池の管理モデル

- (1)1つの流域でのカスケード貯水池に関する管理
 - ・分水地点情報の管理
 - ・カスケード貯水池管理モード
 - ・上下流貯水池間の協調
 - ・カスケード貯水池の運用者と管理者間のコミュニケーションモデル
- (2)複数地域のカスケード貯水池に関する管理
 - ・分水地点情報の管理
 - ・カスケード貯水池管理モード
 - ・カスケードの利害関係、特に複数の事業者や越境問題に関するガバナンスモード
- (3)カスケード貯水池の包括的な活用と持続的な開発
 - ・分水地点の生態系、魚保護、ツーリズムの需要
 - ・ナビゲーション、水供給
 - ・緊急時の管理体制
- (4)水力、火力、その他エネルギーの最適な補償
 - ・水力と火力や新エネルギーの間の補償の最適化
 - ・電力市場下におけるリアルタイムでの水力の最適運用

タスク 3：カスケード貯水池の連続運用のためのキーテクノロジー

- (1)水理的、気象学的な観測や予測技術
- (2)カスケード貯水池の連続運用技術

(3)多目的な運用最適化技術

(4)運用判断サポートシステム

タスク 4：ケースヒストリーの収集、報告書準備、結果の広報普及活動

(活動スケジュール (案))

事例収集、分析、年次会合 : 2017年末まで

報告書編集、年次会合 : 2018年末まで

報告書修正、年次会合 : 2019年末まで

最終報告書の広報普及活動、Annex活動完了 : 2020年10月

(参加予定国)

中国、ブラジル、フランス、ノルウェー、アメリカ

第4章 国内委員会等の開催

4.1 国内委員会等の概要

(1) 国内委員会等の実施体制・概要

海外電力調査会は、本事業を適正に実施するために、水力発電に知見を有する電気事業者、発電事業者、研究機関、機器メーカー等から選任された有識者または技術者からなる国内委員会、国内専門委員会および海外委員会を下図のように組織した。

国内委員会では、IEA水力実施協定の活動内容について、審議を受けるとともに、調査・収集した技術や情報の報告を行い、各委員の所属団体等を通じて、国内への成果の普及を図った。また、国内委員会の下に国内専門委員会を設置し、専門部会の活動内容に関する支援をいただいた。

今年度の国内委員会および国内専門委員会については、国内委員会を3回、Annex-2 国内専門委員会を3回、および Annex-15 国内専門委員会を2回開催した。

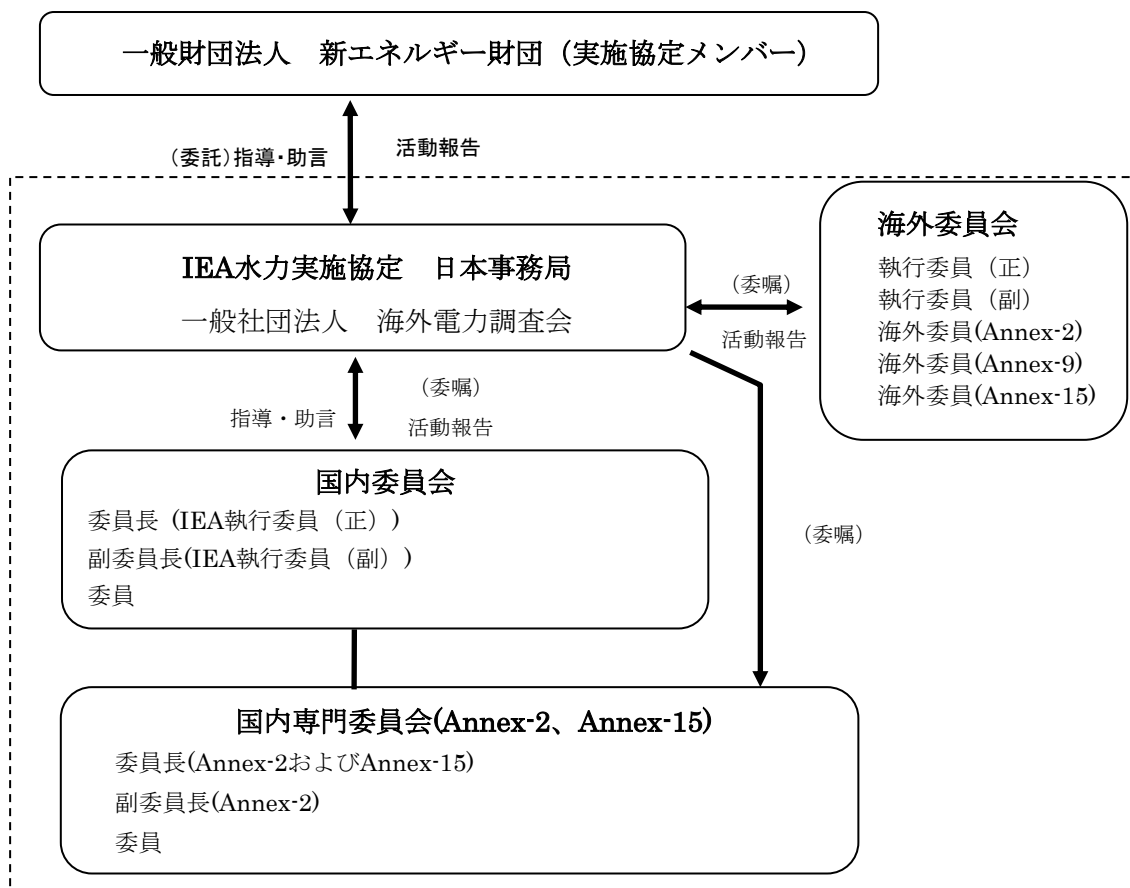


図 4.1.1 国内委員会・国内専門委員会・海外委員会の組織

4.2 活動の成果

平成28年度国内委員会、国内専門委員会および海外委員会の主な活動成果は、以下のとおりである。

(1) 水力実施協定活動の推進

- ・ 国内委員会を3回、国内専門委員会（Annex-2およびAnnex-15）を計5回開催し、水力実施協定の活動方針、各Annex活動（Annex-2、Annex-9、Annex-15）に関する審議を行い、水力実施協定の活動を推進した。

(2) Annex-2「小水力発電」

1) Subtask-A5「地域社会における持続可能な小水力発電」

- ・ 国際会議HydroVision2016プレセッション（7月26日：アメリカ）での活動成果の発表
- ・ 専門家会合（11月8日：アメリカ）でのサマリーレポート内容に関する発表
- ・ 海外の小水力発電好事例調査の実施（アメリカ・カナダ、イギリス・スコットランド）
- ・ 海外の小水力発電好事例調査報告書の作成
- ・ 海外の小水力発電概要調査報告書の作成
- ・ 小水力発電好事例の分析・評価の作成
- ・ Subtask-A5サマリーレポートの作成

2) Subtask-A3「小水力発電の政策と経験」

- ・ 専門家会合（11月8日：アメリカ）での日本の現状に関する発表
- ・ 日本のカントリーレポートを最新情報に更新

(3) Annex-9「水力発電の多様な価値」

- ・ 国際会議HydroBalance2016（9月13日：ノルウェー）での活動成果の発表
- ・ Annex-9サマリーレポート（案）へ日本の事例を追加

(4) Annex-15「水力発電設備の保守と意思決定」

- ・ 国際会議HydroVision2016（7月26日：アメリカ）での活動成果の発表
- ・ 国際会議HYDRO2016（10月11日：スイス）での活動内容および日本の事例の発表
- ・ 臨時執行委員会（10月13日：スイス）での実施協定提案書（案）を提示
- ・ 実施協定提案書（案）の作成

(5) Annex-11

- ・ 最終報告書を製本・印刷し国内外関係者へ配布

(6) Annex-12

- ・ 「貯水池からの正味の温室効果ガスの放出量評価法に関する手引き：第2巻ーモデル化ー」の和文版を作成

(7) Annex-13

- ・ 日本における魚保護対策関連法規を整理した資料を作成し、OAへ情報提供

(8) 技術調査

- ・ 「Bio-Acoustic Fish Fence(取水設備/魚保護)」、「TUM hydro shaft power plant(小流量・低落差水車発電機)」、「標準ポンプ利用揚水発電機」、「物理探査によるダム・貯水池漏水状況推定手法」について技術調査報告書の作成

(9) 海外水力技術情報の国内への展開

- ・ 国際会議「HydroVision2016」、「HydroBalance2016」、「HYDRO2016」の各ワークショップへの参加や各Annex活動によって収集した技術情報等を国内へ展開

第5章 活動成果の提供と知見の展開

5.1 海外電力調査会による国内への活動成果の提供と知見の展開

海外電力調査会は、IEA水力実施協定の活動成果について、国内委員会での報告や国内報告会を通じて、積極的に国内への知見展開を図った。

(1) IEA水力実施協定国内報告会の概要について

平成29年1月16日（月）に京都大学東京オフィスにおいて、新エネルギー財団と共催で開催したIEA水力実施協定国内報告会の結果概要を以下に記す。

1) 参加者数

総数：63名

2) 参加者所属

電力関係（事務局、電中研含）：42名

公営電気（経営者会議、各企業局）：7名

大学（講演者含）：2名

発電メーカー：4名

水力関連コンサル：7名

再エネ事業者：1名



3) 報告結果概要

現在日本で段階的に進められている電力システム改革に対して、電気事業者は各電源における“今後の価値”を適切に評価したうえで、新制度の中での事業運営を進めていく必要がある。

“今後の価値”を評価するにあたり、本報告会では、再エネの中でも自然変動型電源がますます普及していく状況下（電気事業体制、電力市場等）での水力発電特に揚水発電・可変速揚水発電の評価されるべき価値について、京都大学長山浩章教授に基調講演頂いた。

その後、IEA水力実施協定について紹介し、日本が参画し主体的に取り組んだ各 Annex の活動状況および日本が参加していない Annex の動向について報告を実施した。

表5.1.1 IEA水力実施協定国内報告会プログラム

時間	テーマ及び講師
14:00 ～ 14:10	開会挨拶 (一財)新エネルギー財団 業務執行理事 鳥谷 宗治
14:10 ～ 14:40	①基調講演「電力システム改革以降の水力発電の評価されるべき価値」 京都大学 国際高等教育院 教授 長山 浩章
14:40 ～ 15:00	②IEA 水力実施協定の活動概要 IEA水力実施協定 執行委員会正委員 (一財)電力中央研究所 名誉研究アドバイザー 宮永 洋一
15:00 ～ 15:20	③水力発電の多様な価値 (Annex-9) IEA水力実施協定 Annex-9専門部会委員 関西電力(株) 水力事業本部事業計画グループ マネジャー 梅澤 孝行
15:20 ～ 15:30	休憩
15:30 ～ 15:50	④水力発電の保守とアセットマネジメント (Annex-15) IEA水力実施協定 Annex-15専門部会OA 電源開発(株) 国際営業部 審議役 水橋 雄太郎
15:50 ～ 16:20	⑤小水力発電 (“地域社会における持続可能な小水力発電” および “政策と経験”) の報告と紹介 (Annex-2) IEA水力実施協定 執行委員会副委員 Annex-2専門部会委員 電源開発(株) 技術開発部 茅ヶ崎研究所 柏柳 正之
16:20 ～ 16:50	⑥水力発電と環境 (“貯水池における炭素循環”) 等と IEA 水力実施協定の関連情報 (一財)電力中央研究所 環境科学研究所・特別嘱託 立田 穰 (一社)海外電力調査会 国際協力部門 電力協力部 部長 大西 眞弘
16:50 ～ 17:00	閉会挨拶 (一社)海外電力調査会 常務理事 国際協力部門長 後藤 健

(2) 国内委員会等での報告

国内委員会、国内専門委員会での報告・審議を通して、水力実施協定の活動で得られた情報・知見の展開を行った。

5.2 IEA水力実施協定による活動成果の提供と知見の展開

IEA水力実施協定の活動成果は、水力発電に関する国際会議の場を利用して積極的に発表するとともに、IEA水力実施協定が運営するウェブサイトを通じて公開し、水力関係者を含む多様な関係者に、公正・中立な情報を提供している。

- 1) IEA水力実施協定ウェブサイト (<http://www.ieahydro.org/>)
- 2) Annex-2「小水力発電」ウェブサイト (<http://www.small-hydro.com/>)

- 3) 国際会議「HydroVision2016」での進化する世界の水力に向けたIEAの取組み事例セミナー
(平成27年7月14日：アメリカ)
- 4) 国際会議「HydroBalance2016」でのAnnex-9「水力発電の多様な価値」ワークショップ(平成28年9月13日～14日)
- 5) 国際会議「HYDRO2016」でのAnnex-13「水力発電と魚」ワークショップ(平成28年10月11日：スイス)
- 6) 国際会議「HYDRO2016」でのAnnex-15「水力発電所の保守と意思決定」ワークショップ
(平成28年10月11日：スイス)

第6章 水力開発促進技術調査

6.1 調査対象技術

事前準備調査として、国内外に導入・適用された実績はあるものの、広く普及していない「水力開発の促進に資する新技術」として調査対象とすべき技術について、国内委員会で審議したうえ、今年度は表 6.1.1 に示す内容について調査することとした。

表 6.1.1 調査対象技術

	技術名称	設備	開発者	国名
1	Bio-Acoustic Fish Fence	取水設備/魚保護	Fish Guidance Systems Ltd	UK
2	TUM hydro shaft power plant	小流量・低落差 水車発電機	Technical	Germany
	DIVE Turbine Generator		DIVETurbinen GmbH&Co. KG FELLA Maschienebau GmbH	
3	標準ポンプ利用揚水発電機	汎用製品を利用した揚水発電機設備	北海道電力 (富士電機, 荏原製作所)	日本
4	物理探査によるダム・貯水池漏水状況推定	電磁波, 弾性波などの物理探査法	Willowstik Technologies, 他	USA

それぞれの対象技術について、公表されている文献および Web-site による調査を行った。

6.2 調査結果概要

調査結果の概要を次ページ以降の表 6.2.1 に示す。

表 6.2.1 調査結果概要(1/2)

No	設備名／技術名称	概要	特徴	適用範囲		適用時の留意点
1	取水設備／魚保護 Bio-Acoustic Fish Fence(BAFF)	<p>BAFFシステムは、魚類の聴覚を利用することにより対象魚類の取水設備等への迷入防止や魚道口等への誘導を図る構造物に依存しない対象技術である。</p> <p>河床や水路底に線状に設置した有孔管より圧搾気泡をカーテン状に発生させ、対象魚類が嫌う周波数帯を有する音響を封入した気泡群もしくは気泡が潰れる際の発生音により気泡カーテン域に「音響の壁」を構築することで魚類の進行を抑制・制御するものである。</p>	<ul style="list-style-type: none"> □ 気泡の自然崩壊のため、浅い水深(4m以下)での使用が基本となる。 □ 水路などの最大流速は、魚の遊泳速さ以下(0.3m/s程度以下)とすること。 □ 気泡の上昇速度は0.25m/s程度とする。 □ 対象魚類の聴覚により、有効性が異なる。(高感度の魚類ほど有効) □ 有効性は、音響と光源を組み合わせた複合システム適用により90%程度以上が期待できる。ただし、複合システムとすると1セグメントの規模が大型化・重量化し、施工性や維持管理特性の低下が懸念される。 	Q	-m ³ /s	<ul style="list-style-type: none"> □ 水路・河川の水深は4m以下が基本 □ 水路流速が大きいまたは大深度だとカーテンがなびいて気泡が拡散し、十分な「音響の壁」が構築できず効果が落ちる。 □ 魚類の発生音響への慣れによる効果低下への対応(音響や光に変化をつける)が必要 □ 発生音の周波数、背景雑音(暗騒音)、干渉や反射による異常な音響パターンの発生、魚の退避ルート確保、魚道口の設計不良などへも配慮が必要。 □ 河川内に設置の場合、洪水時における流体力などに対する設備保護策が必要。
				P	-kW	
2	小流量・低落差水車発電機 TUM Hydro shaft power plant DIVE Turbine Generator	<p>【TUM Hydro shaft power plant】 農業用水路等の落差工において、水平の取水スクリーンの下方に水中型水車・発電機を設置する構造のコンパクトな小水力発電設備。 従来の機器はサイト条件に合わせて設計・製造されていたが、コスト削減を図るために標準化したものを設置するというコンセプトに基づき開発された。</p> <p>【DIVE Turbine Generator】 低落差用オープンフルーム型水中プロペラ水車発電ユニット。可動翼型プロペラ水車の代わりに固定翼プロペラ水車と可変速型発電機(永久磁石式同期発電機)を組み合わせ、10~120%回転速度を変化させて高効率運転を行う。水車と発電機は直結され、可動翼機構がないので構造が簡単、かつ、騒音・振動が少ない。</p>	<p>【TUM Hydro shaft power plant】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 取水部は矩形の立壁を設けた簡単なコンクリート構造物とし、底部に取水スクリーンを設け、その下に水車発電機を設置するので、その建設費用および工事期間を短縮することができる。 □ 取水スクリーン部の流入速度を遅くすることで魚が水車の中へ吸い込まれることを防ぐと共に、損失水頭を小さくしている。 □ 河川を遡上・降下する魚への影響を配慮した土木構造物。魚は水車の取水口を避けて堰の両脇を通って通過させることも可能。 □ スクリーンに引っかかった塵芥は、ゲートを開けることでフラッシング可能。 <p>【DIVE Turbine Generator】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 水車と発電機は直結され、可動翼機構がないので構造が簡単 □ 用水路の落差工などに設置可能 □ 設置場所付近への騒音・振動が少ない。 □ 可変速度運転により、ある程度の流量調整が可能である。 	H	2~25 m	<ul style="list-style-type: none"> □ 水車発電機水槽の形状および水車の水没深さ ・適用されている露出型水車は、スパイラルケーシングが省略されているので、このケーシングにて形成される旋回流及び水車のステイリングを介してガイドベーンへ流入する際の水量均一性が劣り、水車効率が低下する。この効率低下を少なくするために、水車発電機水槽の形状、水槽内での水車発電機の設置位置等については、モデル機と相似形状とすることが好ましい。 ・水車発電機水槽内の運転時水面高さが低く、水車ステイリングの水没深さが浅い場合はこのステイリングへの流入渦を生じて空気吸入による水車の異常振動を生じるのみならず、水車効率低下を来すので注意を要する。 □ パワーコンディショナを使用しているため系統連系が可能としているが、日本国内の系統連系規程に基づいた装置であるか確認が必要
				Q	0.9~20 m ³ /s	
				P	30~1,000 kW	

表 6.2.1 調査結果概要(2/2)

No	技術名称	概要	特徴	適用範囲		適用時の留意点
3	汎用製品を利用した揚水発電機設備 標準ポンプ利用揚水発電設備	<p>揚水機能と発電機能を有するポンプ水車および発電機。河川水、工業用水などに広く適用されている両吸込み渦巻遠心ポンプと、標準の誘導電動機およびインバータ、コンバータを組み合わせた可変速型ポンプ逆転水車発電および揚水ポンプ電動設備である。</p> <p>可変速揚水向けに開発された従来の二次励磁制御方式に代えて、可変速範囲が広い一次側の周波数制御方式適用により、比較的安価、かつ、短納期の設備となっている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> □ 標準型ポンプを適用して揚水および水車の両機能を有した揚水電動・発電設備。 □ 標準の誘導電動機とインバータ・コンバータを組み合わせた可変速度設備とし、それぞれの揚水ポンプおよびポンプ逆転水車の最高効率での運転を可能としている。 □ この設備を適用した朱鞠内発電所では、中揚程・落差を有する揚水・発電設備を設け、比較的高落差である雨竜発電所の雨竜第一ダム(朱鞠内湖)へ揚水して、雨竜発電所へ導水することで 3,200kW 発電できる地形的高低差を利用した発電システムである。 	H	7~100 m	<ul style="list-style-type: none"> □ 水車流量調整 渦巻遠心ポンプ逆転水車の運転点は、ポンプ口径および落差によりその水車流量がほぼ決まるので、一般のガイドベーン機構を備えた水車のように設計流量に合わせた選定を行うことはできない。また、一定落差の下に可変速度制御を行ってもその流量調整範囲は僅かである。流量調整が必要な場合には、水車入口弁で落差調整を行う必要があり、その落差調整分が損失水頭となって水車発電機全体の総合効率が低下するので、流量変動が大きい地点でのポンプ逆転水車適用には注意を要する。 □ ポンプ・水車運転過渡現象 水圧管路内圧力が最も高くなるのは、水車運転時に発電機負荷遮断などで発生する水撃現象発生時であるが、一方、揚水運転中の動力消失などには入口弁を逆流防止弁として閉鎖させる必要がある。この入口弁閉鎖時間設定によっては、管路内に異常水撃現象が発生することもあるので、ポンプおよび水車の完全特性を勘案した流体過渡現象解析を行う必要がある。 □ 電力変換器ノイズ(高調波)対策 電力変換器から発生する高調波ノイズは、微弱な電圧で動作するセンサー類に影響を及ぼすため、高調波の発生源である電力変換装置の主回路ケーブルの遮蔽、制御ケーブルとの分離、各機器の接地線の分離、接地電位の等電位化などを図ることが好ましい。
				Q	0.2~3.5 m ³ /s	
				P	~1,200kW	
4	電磁波、弾性波などの物理探査法 電磁波による物理探査 Willowstick Survey	<p>ダム・貯水池などの漏水状況を探査する一般的な物理探査の物理量としては、弾性波(P波速度)と電気探査から求められる比抵抗があげられる。</p> <p>Willowstick Survey は、地盤に電流を流すことで発生する磁場(右ねじの法則)によるダム基礎地盤の地表や水面での磁力を 3 成分の磁力計で測定し、磁力の変化から基礎地盤における漏水経路“水みち”等を特定するものである。</p>	<p>【長所】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 湖面での測定が可能で、各測定点での測定に多大な時間はかからない □ 均質な地質条件では、高比抵抗を示す堅硬な地盤と低比抵抗である“水みち”とのコントラストが大きいため、漏水経路“水みち”を探すには有効 <p>【短所】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 変質し粘土化しているところも比抵抗が低くなり電流はそちらにも流れ、また、地質(岩種・風化程度の違い)が複雑な場合も様々なルートで電流(=磁力発生)が流れる。このように、地質条件が複雑な場合、磁力は必ずしも漏水経路“水みち”だけを反映するとは限らないため、逆解析モデルを含め地質や現場状況を総合的に考慮した解釈が必要となる。(この短所は Willowstick Survey 固有のものではなく、他の方法でも同じ) 	H	—m	<ul style="list-style-type: none"> □ 鋼製構造物や送電線の影響 本測定方法は磁場の磁力を測定することから、近くに鋼製構造物(鉄筋・パイプライン・軌道・車など)や磁界が発生している送電線があるとノイズとなり、信頼できるデータ取得ができない可能性がある。
				Q	—m ³ /s	
				P	—kW	

第7章 その他の技術情報収集調査

本事業では、IEA水力実施協定活動に付随して、水力発電に関わる国際会議等に参加し、国内水力発電関係者に有益となる各種技術情報を収集し、国内への情報展開を図った。

平成28年度は、以下の国際会議に参加した。

「HydroVision2016」（平成28年7月26日～29日：アメリカ）

「HydroBalance2016」（平成28年9月13日～14日：ノルウェー）

「HYDRO2016」（平成28年10月10～12日：スイス）

7.1 国際会議「HydroVision2016」

開催期間：平成28年7月26日（火）～29日（金）

開催場所：Minneapolis Convention Centre（ミネアポリス/ミネソタ州/米国）

参加者：個々の発表に加えて約3200以上の機関や民間会社のブースが設けられ、50カ国から3,000人以上が参加した。

開催概要

本会議は、米国内で毎年開催されている水力発電に関する国際会議であり、今回の“HydroVision2016”は7月26日（火）～29日（金）に開催された。

7月26日の開会セッションでは、米国DOEの風力・水力技術部長、現地ミネソタにゆかりのある、Manitoba Hydro、American Municipal PowerのCEOの等のスピーチがあった。

27日から29日の3日間では下表の通り、6つのテーマ等にそって多くの発表が行われ、世界各国の水力発電関係者（国自治体、研究機関、電力会社、コンサルタント、機器メーカー）によるプレゼンテーションを聴講し、それぞれのテーマについて情報収集した。

IEA水力実施協定関連では、以下のアジェンダのとおり、Co-Located Seminarsとして、7月26日に開催されたIEA Hydro Panel Sessionの中でAnnex-2（小水力）とAnnex-15（水力発電の保守とアセットマネジメント）に関する発表を実施した。

同時に当日午前中に実施されたIEA水力のAnnex2，9専門家会合に参加し、Niels事務局およびAnnex2のKieronOA（カナダ）、Vlad氏他数名の米国研究所等と日本側メンバーで、現状活動と今後の予定について検討を実施した。

7.2 国際会議「HydroBalance2016」

開催期間：平成28年9月13日（火）～14日（水）

開催場所：ノルウェー工科大学トロンハイム構内のNINA（ノルウェー／トロンハイム）

参加者：約25名（ノルウェー、日本）

開催概要

Hydro Balanceはノルウェー政府が平成25年から4か年計画で実施中のプロジェクトであ

り、予算規模は、25百万NOK（約14円/NOK）

ノルウェーの水力活用の提案、再生可能エネルギー拡張の欧州市場の中で、揚水を含む水力資源活用方法を、市場モデル計算などを駆使して、水力の新たなあり方を検討している。

水力資源が豊富なノルウェーでは、余剰電力をドイツはじめEU各国に輸出している。送電線を増強すれば更に多くの水力発電で得られる電力を輸出できる。特に、変動の大きい再生可能エネルギーの大量導入が予定される国々に対して、揚水発電等を活用して、負荷平準化、ピーク時調整、周波数調整等のアンセラー化—ビス価値が見いだせるとしている。

NVE（ノルウェー水資源電力規制局）、ノルウェー工科大学や各種シンクタンクからの発表を聞くとともに、日本からは可変速揚水とアンセラー価値、ピーク調整電源入札に関して概要説明を実施した。

7.3 国際会議「HYDRO2016」

開催期間：平成28年10月10日（月）～12日（水）

開催場所：2m2c Convention Centre（モントルー/スイス）

参加者：約1,400名（75カ国）

開催概要

本会議は、欧州域内で毎年開催されている水力発電に関する国際会議であり、今回の“HYDRO2016”は10月10日（月）～12日（水）に開催された。

開会セッションでは、スイス連邦政府（エネルギー庁）、国際大ダム会議（ICOLD）会長/スイス河川構造物研究所（EPFL）所長・世界銀行（WB）水力シニアスペシャリスト等のスピーチがあった。閉会式では、ICOLD会長より閉会スピーチがなされた。

また、32のセッションで多くの発表が行われた。この中で、IEA水力実施協定関連では、Annex-13（水力発電と魚）とAnnex-15（水力発電の保守とアセットマネジメント）に関するワークショップが行われた。当該会議では、個々の発表に加えて約250の機関や民間会社のブースが設けられ、75カ国から1,400人程が参加した。

Annex-15（水力発電の保守とアセットマネジメント）ワークショップ(Session17)

本会議のConference Sessionsにおいて、Annex-15の活動背景、活動内容についてAnnexのOA（日本）から説明を実施し、その後、日本、オーストラリアおよびカナダから更新・増強に関わる意思決定の事例紹介を実施した。