



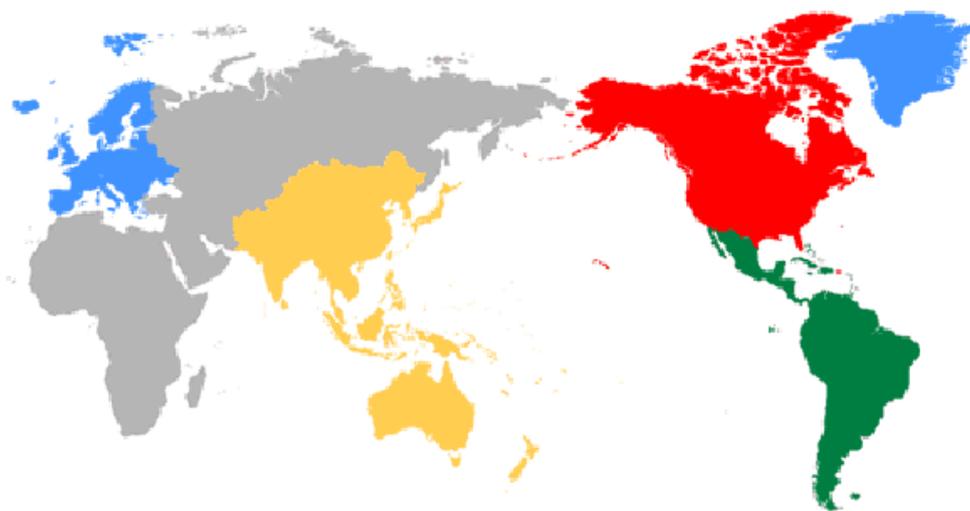
**IEA** - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

**IMPLEMENTING AGREEMENT FOR  
HYDROPOWER TECHNOLOGIES AND PROGRAMMES**

## Annex-2: 小水力発電

### Subtask B2 “小水力発電の革新的技術”

#### 概要報告書



2010年10月

# 目次

謝辞 .....	1
1. まえがき .....	2
1.1 目的 .....	2
1.2 参加国 .....	2
1.3 サブタスクリーダー .....	2
1.4 活動概要 .....	2
2. 方法論 .....	3
2.1 小水力発電技術の主要分類 .....	3
2.2 革新的技術の調査 .....	4
2.3 革新的技術の収集と評価 .....	4
3. 調査結果の概要 .....	6
4. まとめ .....	8
(添付資料) .....	9

## 謝 辞

準備会合を含め、専門家会合・公開ワークショップおよび執行委員会などの会議は、開放的・友好的な雰囲気の中で行われ、参加者一同は Annex-2\_Subtask-B2 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-2\_Subtask-B2 活動に関して、チームの一員として参加して頂いた方々、定期的で開催した専門家会合・ワークショップ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。

定期的で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世界各国の水力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(日本)、(財)電力中央研究所(日本)、カナダ天然資源省、ノルウェー水資源・エネルギー省、フィンランド Kemijoki Oy 社、フランス環境・エネルギー管理庁(ADEME)、欧州小水力協会(ESHA)に感謝を申し上げます。

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。

Kearon Bennett 氏, Erik Juliussen 氏, Håvard Hamnaberg 氏, Janne Ala 氏, Cynthia Handler 女史, Jinxing Huang 氏, Christine Lins 女史, Gema Sanbruno 女史, 川村哲也氏, 橋本信雄氏, 津田延裕氏, 磯野淳一氏, 山本英二氏, 笠原徹氏, 橋本雅一氏。

2010 年 10 月

Annex-2/Subtask B2 サブタスクリーダー  
宮永洋一

## 1. まえがき

### 1.1 目的

本サブタスクの目的は、小水力発電所の新設や既存設備の更新に関する事例の情報収集およびそれを普及することである。最近の革新的な水力発電機器ならびに設置例は、小水力発電の適用範囲の拡大、効率向上、環境保全等の観点から調査・評価された。

### 1.2 参加国

本サブタスクへの参加国は、カナダ、ノルウェー、日本であり、欧州小水力協会 (European Small Hydropower Association: ESHA) の協力も得ることができた。

すべての参加者の協力により、革新的技術および事例の収集・調査・評価が行われ、最終報告書を取りまとめることができた。

### 1.3 サブタスクリーダー

本サブタスクのリーダーは日本が務めた。

### 1.4 活動概要

- 2006年8月 活動計画の提示(ポートランド/アメリカ)
- 2006年12月 活動計画修正および承認
- 2007年5月 革新的技術一覧の提示(オタワ/カナダ)
- 2007年7月 質問票の提示(チャタヌーガ/アメリカ)
- 2007年9月 質問票の発送
- 2008年6月 進捗状況報告(ロバニエミ/フィンランド)
- 2009年2月 アンケート調査の終了および水力専門家による技術評価
- 2009年10月 最終成果(案)の承認(越後湯沢/日本)
- 2010年2月 最終成果の承認(トロムソ/ノルウェー)
- 2010年7月 最終成果の報告(シャーロット/アメリカ)

## 2. 方法論

### 2.1 小水力発電技術の主要分類

小水力発電技術の主要分類は、技術分野および目的を基準として、予備調査の結果により表 1 の 32 分類とした。

また、調査対象とする小水力発電技術については、基本的には 10MW 以下の規模を対象とするものの、特に制限は設けず、小水力発電に適用可能な技術は考慮に入れることとした。

表 1 小水力発電技術の主要分類

主題	目的	主要分類
1. 電気・機械設備		
11. コスト/時間低減		111. 高効率水車
		112. 経済的水車
12. 適用性の拡大		121. 低落差水車
		122. 可変速水車
		123. 永久磁石発電機
		124. 高効率水車
13. 信頼性の改善		131. バルブ技術
		132. 点検技術
2. プロジェクトの計画と設計		
21. コスト/時間低減		211. コンピュータ化された計画ツール
22. 設計最適化		221. コンピュータ化された設計ツール
23. 安全性の確保		231. 地質と地盤の評価方法
3. 建設(土木, 電気・機械)		
31. コスト/時間低減		311. 既設設備の利用
		312. 新材料の利用
		313. 設備の簡素化
		314. 導水路掘削技術
32. 安全性の確保		321. 基礎安定工法
4. 運転・保守		
41. コスト/時間低減		411. 電気・機械保守の簡素化
		412. 自動制御装置
42. 効率的な管理		421. 堆砂制御
		422. 漂流物管理
		423. 修繕と安全性の評価方法
		424. 電気・機械保守の効率化
5. 環境		
51. 魚類保護		511. 魚に優しい水車
		512. 魚道

52. 水質保全	513. 迷入防止
	521. 環境に優しい潤滑油
	522. 油を使用しない機械
53. 景観保全	531. 景観設計
	532. 緑化
	533. 地下構造物

## 6. 社会的受容

61. 多目的利用	611. 多目的小水力プロジェクト
62. 便益共有	621. 地域社会との協調

## 2.2 革新的技術の調査

革新的技術は国際的刊行物および国際学会 (Hydro, Hydroenergia, HydroVision, Waterpower 他) の文献を調査、また Annex-2 メンバー (カナダ、ノルウェー、日本) からの推奨に基づいて選定した。これらの技術は表1の主要分類に基づき選別・分類され、下記の項目につき整理した。

- (1) 技術的な分類
- (2) 技術的な特徴
- (3) 適用範囲
- (4) 適用実績

なお、革新的技術とは、一般的に使われている既存の技術に対して完全に新しい技術である必要はないと考え、コスト低減、効率向上、適用性の拡大、運転・維持管理支援、環境影響緩和に寄与するものであれば革新的技術として取り上げた。

## 2.3 革新的技術の収集と評価

選別された革新的技術は主要分類により分類し、下記項目の観点からその革新性の評価を行った。

- コスト低減
- 効率向上
- 信頼性の向上
- 適用性・適用範囲の拡大
- 運転・維持管理支援
- 環境影響緩和

調査結果は表 2 のサンプルシートに示すように、内容を簡潔にとりまとめ、かつ、容易に検索できるような「小水力発電革新的技術データシート」として文書化した。

データシートは、電子媒体として Web-site において閲覧可能なものとした。  
(<http://www.small-hydro.com/>)

表 2 小水力発電革新的技術データシートの項目と内容

項目		内容
1	名称	主題・製品名
2	分類	技術分類 目的分類 キーワード
3	実施機関	出資機関 開発機関
4	概要	
5	特徴	技術性能 費用対効果 環境適合性
6	適用範囲	基本仕様 用途 適用条件
7	技術段階	現在の状況(研究段階／商用段階) 実施期間
8	適用実績	試験結果(研究開発または実証段階) 納入実績(商用段階)
9	評価	
10	参考文献	
11	添付資料	
12	問い合わせ先	機関・部署名 住所 電話・FAX URL・Email

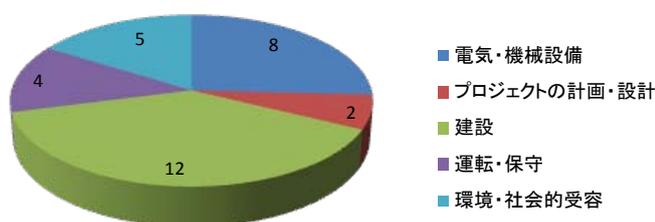
### 3. 調査結果の概要

調査対象技術については、アンケートを 78 件依頼して収集を行い、そのうち革新的技術として採用した技術は 31 件であった。表 1 の 32 主要分類のうち、21 分類に該当する技術を収集することができた。電気・機械設備における「13.信頼性の改善」に関わる技術、およびプロジェクトの計画・設計における「23.安全性の確保」に関わる技術は収集できなかった。また、環境における「51.魚類保護」に関する技術は多数の報告があるものの、今回の調査では主要な対象ではないため、1 件のみを採用した。

31 件の中では、以下に示すように新型水車・改良水車や土木技術（建設や維持管理）の案件が比較的多く、また地域的には日本の技術が 17 件と比較的多かった。

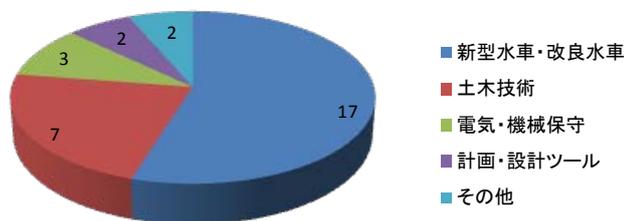
#### (1) 主題分類

➤ 電気・機械設備	8
➤ プロジェクトの計画・設計	2
➤ 建設	12
➤ 運転・保守	6
➤ 環境・社会的受容	5



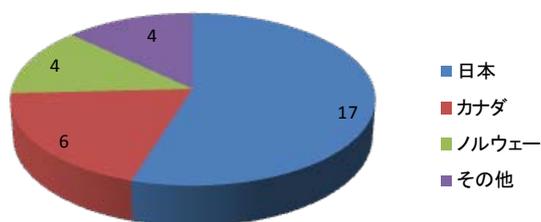
#### (2) 技術分類

➤ 新型水車・改良水車	17
➤ 土木技術	7
➤ 電気・機械保守	3
➤ 計画・設計ツール	2
➤ その他	2



#### (3) 開発機関の国別分類

➤ 日本	17
➤ カナダ	6
➤ ノルウェー	4
➤ その他	4



今回得られた 31 件の革新的技術の中で大半であった新型水車・改良水車に関する技術 17 件の特徴を表 3 にまとめた。未利用落差(上水施設の管路や農業用水路等)を利用した出力 1,000kW 以下の新技術が多くみられる。また、3m 以下の低落差にも適用可能な水車も開発されている。その他、従来型の水車の効率改善や補修を容易にする技術などが開発されている。

表 3 新型水車・改良水車に関する技術の特徴

分類番号	技術の特徴	出力(kW/unit)	落差(m)
<b>&lt;出力 1,000kW 以上&gt;</b>			
112-2	高効率フランス水車	500-4,000	50-230
112-4	バケット着脱式ペルトン水車	4,400-4,900	280-450
122-1	可変速フランス水車	1,000-20,000	45-84
124-1	フランス水車渦流抑止出口装置	-	-
311-6	省スペース立軸バルブ水車	13,500	15.5
<b>&lt;出力 1,000kW 未満&gt;</b>			
112-1	高効率立軸マイクロペルトン水車	15-150	>30
121-1	超低落差可変速水車発電機	100-500	1.4-3.2
123-1	低落差マイクロクロスフロー水車発電機	0.5-1	2-10
311-3	低落差マイクロカプラン水車発電機	30	2-3
311-5	スクリー型水車発電機	3-300	1-10
313-2	サイホン式魚保護型小水力発電システム	130	4
112-3	管路挿入型フランス水車	<200	30-70
311-1	管路挿入型バルブ水車発電機	3-90	3-70
311-2	管路挿入型プロペラ水車発電機	3-250	2-20
311-4	管路挿入型超小型フランス水車	0.5-9	8-39
313-1	管路挿入型オイルレスプロペラ水車発電機	1-200	2-20
511-1	魚保護型水車	-	<30

#### 4. まとめ

小水力発電の開発は、一般的に大規模開発で得られるスケールメリットがないため、水力発電設備のコストダウン・効率向上・信頼性向上・適用性拡大等を図る必要がある。また、新たに水力発電事業に参画する事業者のための運転維持管理の簡素化や、一般市民の十分な理解を得るためにも、水力発電が与える環境負荷の軽減を図る必要がある。

さらに、これまでに利用されていなかった水力エネルギーを有効に活用するため、既設設備を活用するなどの創意工夫が必要となっている。

本サブタスクにおいては、小水力発電の新規開発/再開発におけるこれらの課題を克服するために有用である革新的技術 31 事例を収集した。

今回収集されたこれらの技術は、新型水車や既設設備の活用事例が多く含まれている。

今後は、全技術開発分野における更なる革新が必要となるであろう。

最後に、今後更に水力開発を推進するためにも継続的かつ体系的にデータが追加・蓄積されていくことが望まれる。

## (添付資料)

革新的技術データリスト

分類番号	名称	機関
112-1	立軸マイクロペルトン水車	Stjørdal 3D Verksted
112-2	高効率・高信頼性・簡略製造フランス水車(シートメタル水車)	ノルウェー科学技術大学
112-3	パイプライン型フランス水車(リンクレス水車)	(株)田中水力機械製作所
112-4	フープドペルトン水車	ALSTOM Power Hydro
121-1	超低落差水車発電機	Novatech-Lowatt Turbine Inc.
122-1	可変速水力発電システム	(財)新エネルギー財団
123-1	マイクロクロスフロー水車発電機(リッターハイドロシステム)	シンフォニアテクノロジー(株)
124-1	フランス水車出口ステーベーン装置	カナダ天然資源省
211-1	GIS 包蔵水カマッピング	ノルウェー水資源・エネルギー省
221-1	コンピュータによる設計ツール(HYDROHELP)	カナダ天然資源省
311-1	インライン型水車発電機(ラインパワー)	(株)クボタ
311-2	横軸円筒固定羽根プロペラ水車(マイクロチューブラ水車)	富士電機システムズ(株)
311-3	マイクロカプラン水車(ハイドロアグリ)	電源開発(株)
311-4	インライン型フランス水車発電機(エネルギー回収システム)	(株)日立産機システム
311-5	スクリュー型水車発電機(Hydrodynamic Screw)	Ritz-Atro GmbH
311-6	立軸バルブ水車	東北電力(株)
312-1	水圧鉄管代替製品 FRPM/FRP 管	(財)新エネルギー財団
313-1	発電機一体型水車(リング水車)	カワサキプラントシステムズ(株)
313-2	サイホン式小水力発電システム(BEST packaged small hydro station)	Rapid-Eau Technologies Inc.
314-1	導水路掘削技術(Norhard)	Sira-Kvina Kraftselskap AS
314-2	超小断面トンネル掘削工法	(財)新エネルギー財団
321-1	低落差水力発電所ダム基礎処理の合理化設計・施工法	(財)新エネルギー財団
422-1	取水口塵芥付着低減システム	東北電力(株)
422-2	逆洗浄式自動除塵装置	(株)秀建コンサルタント
423-1	水力発電所補修工事シミュレータ	ウィーン工業大学
424-1	オンライン型ギャップ監視装置(AGMS)	Vibro SystM Inc.
511-1	魚保護型水車(L-Shape 水車)	Rapid-Eau Technologies Inc.
522-1	水潤滑軸受	ALSTOM Power Hydro
531-1	景観設計(黒東第3発電所)	北陸電力(株)
533-1	地下調整池	(財)新エネルギー財団
621-1	ハイドロバレー計画	(財)新エネルギー財団