



THE INTERNATIONAL ENERGY AGENCY TECHNOLOGY
COLLABORATION PROGRAMME ON HYDROPOWER

IEA Hydropower

Annex-16

Hidden & Untapped Hydropower Opportunities on Existing Infrastructures

活動報告

令和4年2月22日

一般財団法人 電力中央研究所
名誉研究アドバイザー

宮永 洋一

内 容

1. Annex-16の概要
2. Hidden & Untapped Hydro Opportunities の考え方
3. Task 2 既設発電所の性能向上
4. その他のTask
5. Annex-16の今後の展開

Annex-16の概要 (1)

- 発足の経緯

- 2016年11月のAnnex-2専門家会合で米国が新規テーマとして提案
- 2018年12月のKick-off Meetingで参加メンバー(日・米・EU)と専門家が意見交換。暫定OAをIEA水力実施協定事務局が務める
- 2019年3月のIEA水力実施協定執行委員会で提案書が承認され**活動開始**
- 2021年1月から**スイスがOA**を務める

- 参加国・機関

- **日本**、米国、オーストラリア、ノルウェー、EU、スイス(OA)

Annex-16の概要 (2)

- 目的と方法

- 世界規模で“Hidden & Untapped Hydropower Opportunities on Existing Infrastructures” **(HUHOs)を支援する枠組みを提供**
- 4つのTaskに分けて実施
 - Task 1 包蔵水力データの更新(TL:スイス)
 - Task 2 既設水力発電所の性能向上(TL:日本)**
 - Task 3 NPDおよび水管理施設への発電機能の追加(TL:米国)
 - Task 4 Hidden & Untapped Hydro Opportunitiesに関わる技術の研究と革新(TL:EU)

- スケジュール

- 2019～22年 各Taskの情報収集・分析
- 2022年末頃 成果物(報告書、白書、事例集、ガイド等)の作成
- 2023年 成果の普及

Hidden & Untapped Hydro Opportunities の考え方

- Annex提案書における一般的な定義

政府や開発者によって**見過ごされてきたか**、あるいは技術革新や経済性の向上がなければ**開発できないと考えられてきた水力ポテンシャル**の開発機会

- 未利用ポテンシャルの利用を拡大するための方法論

- 既存の**包蔵水力調査の見直し**による新たな開発の可能性 → Task 1

- 既設設備の**更新や再開発に新たな視点や革新を加えた性能向上**の可能性
→ Task 2

- **発電目的以外の施設の発電利用拡大**の可能性 → Task 3

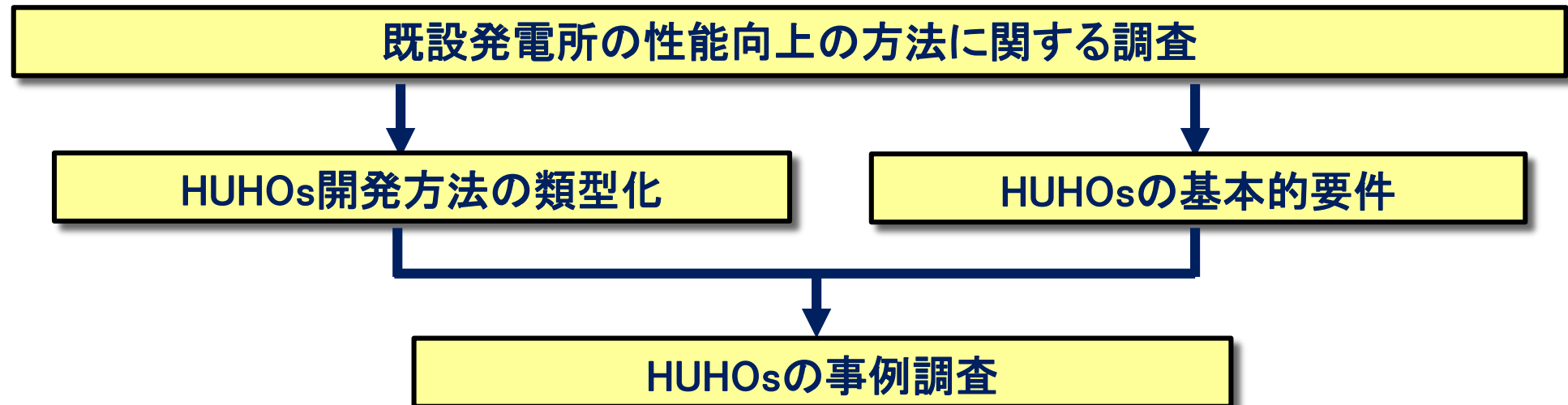
- Task 1～3を支える**技術や手法の革新** → Task 4

Task 2 既設発電所の性能向上

(タスクリーダー: 日本)

目的と方法

- 既設発電所の性能向上の事例調査による「隠れたポテンシャル」(HUHOs)の把握
- HUHOs開発拡大の方法論の提示



既設発電所の性能向上の考え方

- Task 2は既設発電所の性能向上に関わるHUHOsが対象
- 既設発電所の「性能」の分類

- ① 発電出力に関する性能
- ② 発電電力量に関する性能
- ③ 発電の信頼性・柔軟性に関する性能
- ④ 環境保全に関する性能
- ⑤ 災害に対する安全性・強靱性に関する性能

HUHOsに直接関わる
①～③をTask 2の対象
とした

HUHOsの基本的要件

- 既設発電所の性能向上に関わるHUHOsを把握するための**具体的な要件**を設定

基本的要件	具体例
A) 既設設備における未利用あるいは見落とされていたポテンシャルを含む 水資源の有効利用	<ul style="list-style-type: none">• ダムにおける未利用落差の利用• 流域変更による効率的な水利用• 発電可能な流量範囲の拡大
B) 発電所性能を最大化するための 先進的または改善された方法 の導入	<ul style="list-style-type: none">• 電気・機械設備の改善• 土木設備の改善• 発電所の運用の最適化
C) 市場のニーズに対応する 信頼性・柔軟性の向上	<ul style="list-style-type: none">• 揚水発電機能の付加や強化• 周波数制御機能の強化

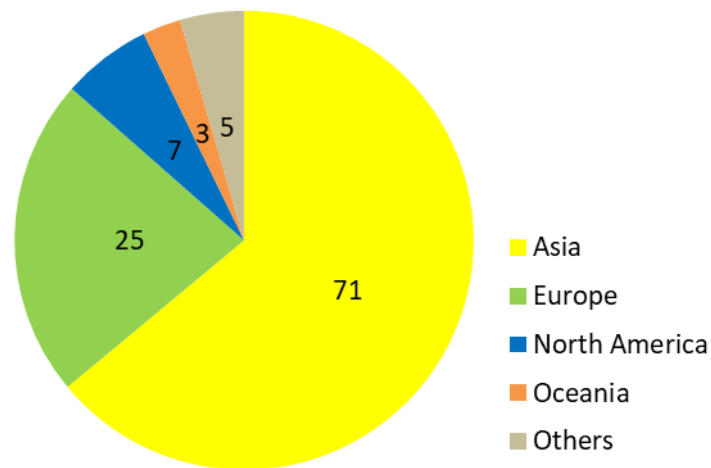
HUHOsの開発方法の類型化

- 既設発電所の性能向上の方法に関する調査結果を基にHUHOsの開発方法を類型化

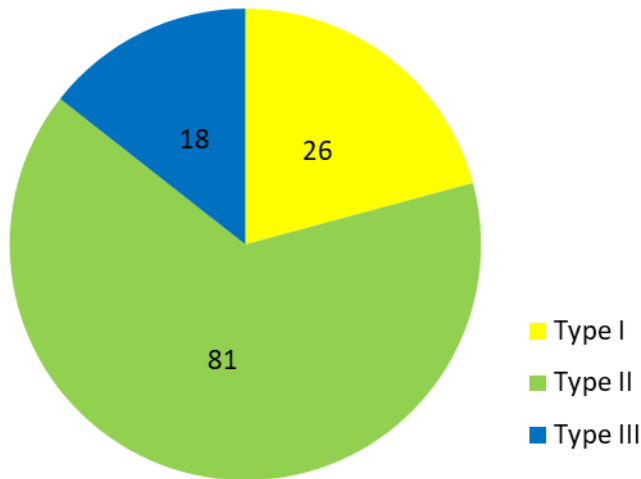
開発方法の類型		HUHOsの例
I-1	取水量・落差を変更しない電気・機械設備の更新	・ 先進的または改善された技術
I-2	取水量・落差を変更する電気・機械設備の更新	・ 未利用落差等の利用
I-3	新機能を付加する電気・機械設備の更新	・ 信頼性・柔軟性向上
I-4	土木設備の更新	・ 取水設備改善
II-1	未利用ポテンシャルを利用する増設・新設	・ 未利用落差等の利用
II-2	未利用ポテンシャルを利用しない増設・新設	・ 信頼性・柔軟性向上
III-1	電気・機械設備の最適運用	・ 先進的または改善された技術
III-2	貯水池・発電所の最適運用	・ 流域変更

HUHOsの事例調査

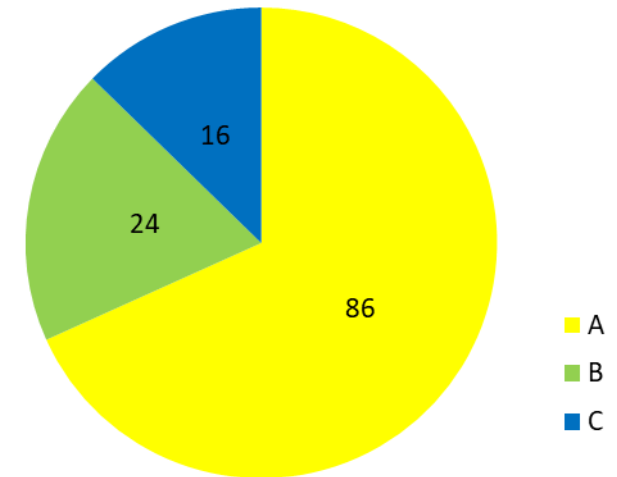
- Annex-11と Annex-15の事例および文献調査により収集
- 基本的要件と開発方法の類型化に基づき、体系的に**111事例を収集**
(2022年1月現在)



地域別



開発類型別
(重複あり)



要件別
(重複あり)

Task 2 既設発電所の性能向上

HUHOs事例の特徴：タイプI 既設の更新

- 取水余力を利用した増強、電気・機械設備の性能向上など

要件	主な特徴	事例数*
A) 水資源の有効利用	<ul style="list-style-type: none">• 河川・貯水池の未利用ポテンシャルの利用• 流域変更による既設発電所の増出力・増電	9
B) 先進的・改善された方法	<ul style="list-style-type: none">• 水車発電機の耐久性向上（例1）• 水車発電機の部分負荷効率の改善等• 既存部品の流用と機器の小型化、規模縮小• 導水路の通水能力の改善、取水堰の改善	13
C) 信頼性・柔軟性	<ul style="list-style-type: none">• 周波数制御機能の増強、調相運転機能の付加• ピーク供給力の増強、揚水発電機能の性能向上	6

* 同一プロジェクトが複数の要件に該当する場合あり

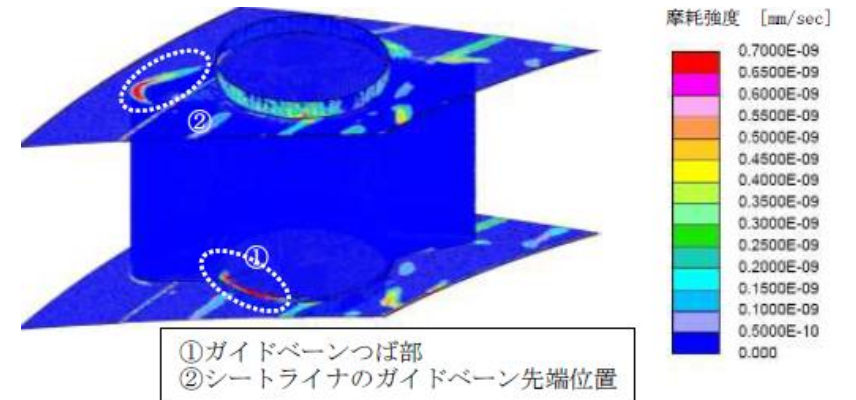
Task 2 既設発電所の性能向上

例1 ガイドベーンの土砂摩耗対策

姫川第二発電所, 中部電力

- 固液二相流のCFD解析と実証試験に基づく**ガイドベーン**の設計改善による**土砂摩耗の低減**
- ガイドベーンの**寿命と補修周期の延伸**

姫川第二発電所水車の改修	
実施期間	2005-2010年
水車形式	フランシス
最大出力 (MW)	7.2×2基
最大使用水量 (m ³ /s)	10.3
有効落差 (m)	164.55



水車の摩耗状況とCFD解析の例

Task 2 既設発電所の性能向上

HUHOs事例の特徴：タイプII 増設・新設・再開発

- 様々な未利用ポテンシャルを利用した要件Aの事例が多い
- 維持流量発電の事例は日本で特に多い

要件	特徴	事例数*
A) 水資源の有効利用	<ul style="list-style-type: none">● ダムにおける維持放流量等を利用した発電● 河川・貯水池・水路等における未利用ポテンシャルを利用した発電● ダムの未利用落差と既設設備を利用した再開発（例2）	71
B) 先進的・改善された方法	<ul style="list-style-type: none">● 新型水車の採用による既設設備を利用した増設● 小流量を利用する機器の増設による設備利用率向上	4
C) 信頼性・柔軟性	<ul style="list-style-type: none">● 既設大規模貯水池を利用したピーク供給力の増強● 既設揚水発電所の増設● 既設発電所における揚水機能付加	10

* 同一プロジェクトが複数の要件に該当する場合あり

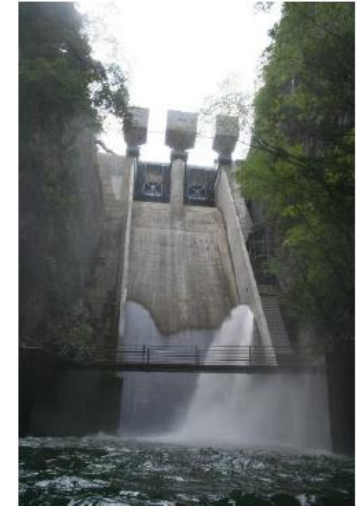
Task 2 既設発電所の性能向上

例2 ダムの未利用落差を利用した再開発

帝釈川・新帝釈川発電所, 中国電力

- 完成後約80年の帝釈川ダムを改修し、新帝釈川発電所を新設
- **有効落差を95.2mから129mに増大し、2発電所合計で9MWの増出力**

帝釈川発電所再開発	再開発前	新帝釈川 発電所
運用開始年	1924	2006
最大出力 (MW)	4.4	11
最大使用水量 (m ³ /s)	5.7	10.0
有効落差 (m)	95.2	129.0
ダム高さ (m)	62.1	62.4



老朽化したダムの構造補強と洪水処理能力改善

Task 2 既設発電所の性能向上

HUHOs事例の特徴：タイプIII 運用

- 発電可能な流量範囲の拡大や発電所群最適運用などで先進的技術を導入

要件	特徴	事例数*
A) 水資源の有効利用	<ul style="list-style-type: none">• 流域変更による発電所の効率的運用• 小流量を利用する発電設備の増設、ダム環境放流の最適運用• カスケード発電所群の計画的更新・増強	8
B) 先進的・改善された方法	<ul style="list-style-type: none">• 水車発電機の発電可能流量範囲の拡大（例3）• 水車発電機の規模縮小による設備利用率の向上• 取水量管理の最適化、流域変更による発電所の効率的運用• 既設発電設備を利用したダム環境放流の最適運用• 導水路の改良による発電所運用の効率化• ダム流入量予測の高度化による発電所の最適運用	17
C) 信頼性・柔軟性	<ul style="list-style-type: none">• 水車発電機の発電可能流量範囲の拡大（例3）	1

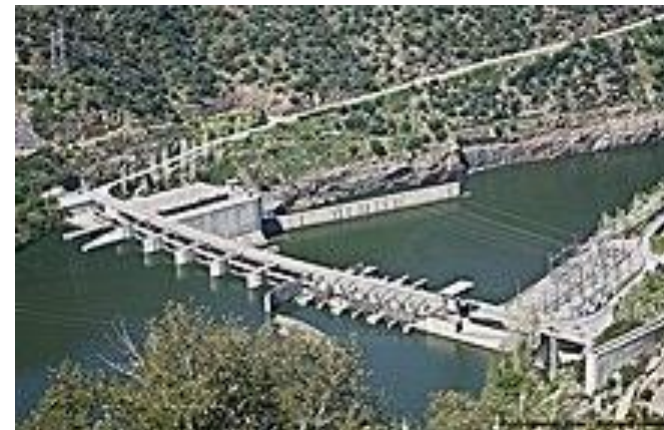
* 同一プロジェクトが複数の要件に該当する場合あり

例3 発電可能な流量範囲の拡大

Valeira 発電所, EDP(ポルトガル)

- EDPとGEによる **デジタル技術を活用した水車の発電可能流量範囲の拡大手法の開発**と既設発電所への適用
- イベリア電力市場(MIBEL)における電力供給の柔軟性のニーズに対応

Valeira 発電所の発電可能流量範囲の拡大	
実施年	2019
水車形式	カプラン
最大出力 (MW)	82 × 3基
最大使用水量 (m ³ /s)	360
有効落差 (m)	28.5



Valeira 発電所, 流れ込み式

HUHOs開発の課題と解決策

- **タイプI 既設の更新**
 - CFD解析技術等の**技術革新による模型実験や現地試験の効率化、機器の耐久性向上**
 - 電力市場における水力発電の**信頼性・柔軟性価値の評価**
- **タイプII 増設・新設・再開発**
 - 未利用ポテンシャルの利用では経済性向上や**地形制約等のある地点での新技術開発**
- **タイプIII 運用**
 - 先進的技術による**発電可能流量範囲の拡大**
 - 気象・**ダム流入量予測の高度化による発電所の最適運用方法の開発**

今後の予定

- HUHOS事例調査の補足
 - Annex-16メンバー等からの追加情報収集
- Task2報告書の作成
 - Annex-16メンバーによる報告書ドラフトのレビュー
 - 2022年中頃の完成を目指す
- 成果の普及
 - IEA水力実施協定ウェブサイトへの報告書の掲載
 - 国際会議での発表、論文投稿
 - **日本国内での成果報告会や研修会等での紹介**

その他のTask

Task 1 包蔵水カデータの更新

Task 3 NPDおよび水管理施設への発電機能の追加

Task 4 HUHOsに関する技術の研究と革新

Task 1 包蔵水カデータの更新

Task 1 目的と方法

- 包蔵水力調査の好事例とその利用のガイドラインの提供
- 既存の包蔵水力調査について、技術革新、追加調査、経済性基準の変化、規制や環境制約の動向、開発方法の改善等を考慮したHUHOs開発に資するレビュー
- 各国の事例収集 (Annex-16メンバー等)
- **タスクリーダー: スイス Mhylab**

Task 3 目的と方法

- 非発電用ダム(NPD)および水管理施設(灌漑、上下水道等)において、技術的、経済的、環境的に実施可能なHUHOsの把握
- 技術革新や開発方法の改善に基づく最良のHUHOs開発方法の決定
- 文献調査および開発事例の収集
- **タスクリーダー: 米国エネルギー省 ORNL**

米国におけるNon-powered Damの発電利用

- NPDの発電利用は米国における水力開発の柱の一つ
 - 国による資源量の把握 (2012年、**55000NPD、12GW**)
 - NPDの多くは**レクリエーション、洪水調節および水道用**
- 開発実績
 - 2000年～2020年までに**36プロジェクトが完成、合計出力514MW** (37.5～105MW)
 - 多くは**連邦政府所有のダム**、申請～完成までの平均期間2.3年
 - 経済性の低さなどの理由から、**112地点の計画が断念された**

Task 4 目的と方法

- Task1～3の結果に基づくHUHOs開発に関する水力発電技術および非技術分野の現状のレビュー
- 将来の持続可能なHUHOs開発に資する水力発電技術および非技術分野における国際的な研究・革新計画の策定
- 文献調査、事例調査、ワークショップ等
- **タスクリーダー: EC, DG Research & Innovation**

Annex-16の今後の展開

- OA(スイス)による全体調整
 - 各Taskの連携と調整
 - 専門家会合、ワークショップ等の開催
- 成果物の作成と普及
 - 成果の普及のために、各タスクの報告書や事例集の他、Annex-16全体の成果の概要に関するWhite Paper、Best Practice Guide 等を作成
 - **日本のTask2 報告書は2022年中頃完成目標**
 - **日本は国内の水力開発促進に成果を活用**

- ご清聴ありがとうございました