



THE INTERNATIONAL ENERGY AGENCY TECHNOLOGY
COLLABORATION PROGRAMME ON HYDROPOWER

IEA Hydropower

IEA水力実施協定 国内報告会

その他のTaskについて

海外電力調査会

2023年2月21日



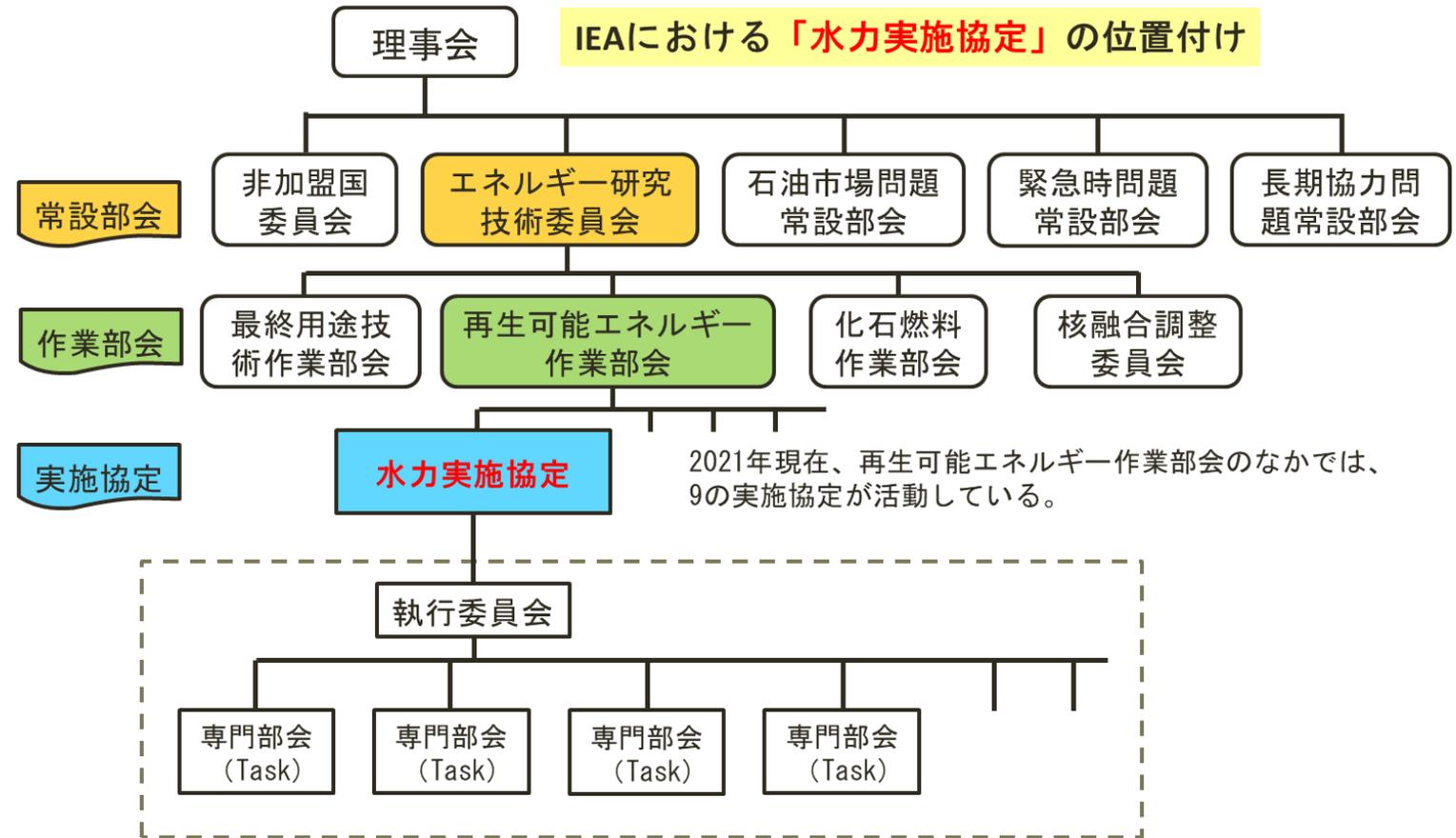
目次

1. 水力実施協定の位置付けと現在の活動状況
2. Task IX の活動状況
3. Task XIIIの活動状況
4. Task XVIIIの活動





1.水力実施協定の位置付けと現在の活動状況 (1) 位置付け





(2) 活動状況

執行委員会
ExCo

日本
オーストラリア
ブラジル
フィンランド
フランス
ノルウェー
アメリカ
中国
EU

専門部会
Task-IX

水力発電の多様な価値(フェーズII)

執行責任者(OA) : ノルウェー

参加国 : オーストラリア、ブラジル、EU、フィンランド、アメリカ、**日本**

専門部会
Task-XII

水力発電と環境

執行責任者(OA) : ブラジル

参加国 : フィンランド、ノルウェー、アメリカ、フランス、オーストラリア、中国

専門部会
Task-XIII

水力発電と魚

執行責任者(OA) : ノルウェー

参加国 : オーストラリア、ブラジル、フィンランド、フランス、アメリカ

専門部会
Task-XVI

Hidden Hydro Opportunities

執行責任者(OA) : スイス

参加国 : ノルウェー、アメリカ、EU、**日本**

専門部会
Task-XVII

Measures to enhance the Climate Resilience of Hydropower

執行責任者(OA) : **日本**

参加国 : 参加意思確認中

専門部会
Task-XVIII

流域水資源の包括的利用のための意思決定支援

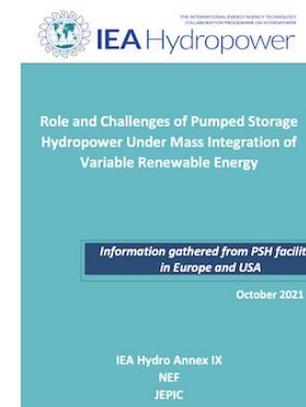
執行責任者(OA) : 中国

参加国 : 参加意思確認中

- Task-XIIは活動停止中。
- Task-IX & XII joint Taskに包括。

2. Task IXの活動状況

- Sub-task 1. 水力による調整サービス：
 - 低炭素化に移行するエネルギー市場と電力系統における水力の役割と価値
- Sub-task 2. 気候変動対応サービスの採用：
 - 気候変動に伴うリスクの最小化、削減における水力の役割と価値
- 2022年の活動成果
 - 報告書の完成と配布: Hydropower providing flood control and drought management: Case studies (洪水調節と渇水管理を提供する水力の価値：ケーススタディー)
 - 作成中の報告書：Assessing the need and value of long-duration energy storage (>8 hours) in current and future power systems (現在と将来の電力システムにおける長期エネルギー貯蔵（8時間以上）の必要性と価値の検討)
- 今後の予定
 - IEA WIND Task 25 への参加（世界の電力システム内への経済的に最も実現可能な風力の導入量の検討）



洪水調節と渇水管理を提供する水力の価値：ケーススタディー

【日本語版 目次】

1 調査の目的

2 ケーススタディー

(1) Tasmania irrigation schemes, Australia

(2) Inn River Basin, Australia

(3) Paraiba do Sul River Basin, Brazil

(4) Columbia River Basin, Canada and USA

(5) Lech River Basin, Germany

(6) Schluchsee catchment area, Germany

(7) Nukabira Hydropower Plants flood control management services and climate change impact, Japan

(8) Flood-forecasting and flood management in Skiensvassdraget, Norway

(9) Schffhausen, Switzerland

(10) Minerve System, Upper Rhone Valley, Switzerland

(11) Ataturk HEPP&Dam, Southeastern Anatolia Project (GAP), Turkey

(12) Dibang multipurpose Project, Lower Dibang valley, India

(13) Tehri Dam as flood moderator, India

<https://www.ieahydro.org/media/c223bb94/20221031%20Flood%20control%20and%20droug%20management%20from%20hydropower.pdf>



報告書(White Paper)
とりまとめ

現在と将来の電力システムにおける長期エネルギー貯蔵（8時間以上）の必要性と価値の検討：White paper

【目次（検討中）】

- 1 長期エネルギー貯蔵(Long Duration Energy Storage:LDES) の必要性
- 2 LDES の必要性の数量的指標
- 3 中長期エネルギー貯蔵プロジェクトの事例
- 4 規制、政策、市場の整備と必要性



とりまとめ中

Flexibility type	Short-term			Medium term	Long-term	
	Sub-seconds to seconds	Seconds to minutes	Minutes to hours	Hours to days	Days to months	Months to years
Issue	Ensure system stability	Short term frequency control	More fluctuations in the supply / demand balance	Determining operation schedule in hour- and day-ahead	Longer periods of VRE surplus or deficit	Seasonal and inter-annual availability of VRE
Relevance for system operation and planning	Dynamic stability: inertia response, voltage and frequency	Primary and secondary frequency response	Balancing real time market (power)	Day ahead and intraday balancing of supply and demand (energy)	Scheduling adequacy (energy over longer durations)	Hydro-thermal coordination, adequacy, power system planning (energy over very long durations)



3. Task XIIIの活動状況

- 状況
 - 魚類保護のロードマップ作成中（ロードマップを通じた知見の編纂と伝達）
- 目的
 - 魚類保護のための水力（発電所）の対応とその効果に関する理解の向上
 - 特に両側回遊魚（遡河回遊魚、降河回遊魚）について
- 成果物と現在の活動
 - 「魚と水力発電施設の管理の好事例集」
 - 好事例に基づくロードマップの作成
 - ドラフト版をHydro2022(2022年5月)にて発表
- 今後の予定
 - ロードマップの完成（公表）
 - 新しいTaskの立上げ



Task XIIIによるロードマップ



とりまとめ中

▶ 水力（発電所）と魚の相互作用に基づくナレッジベース

① 問題とその解決方法

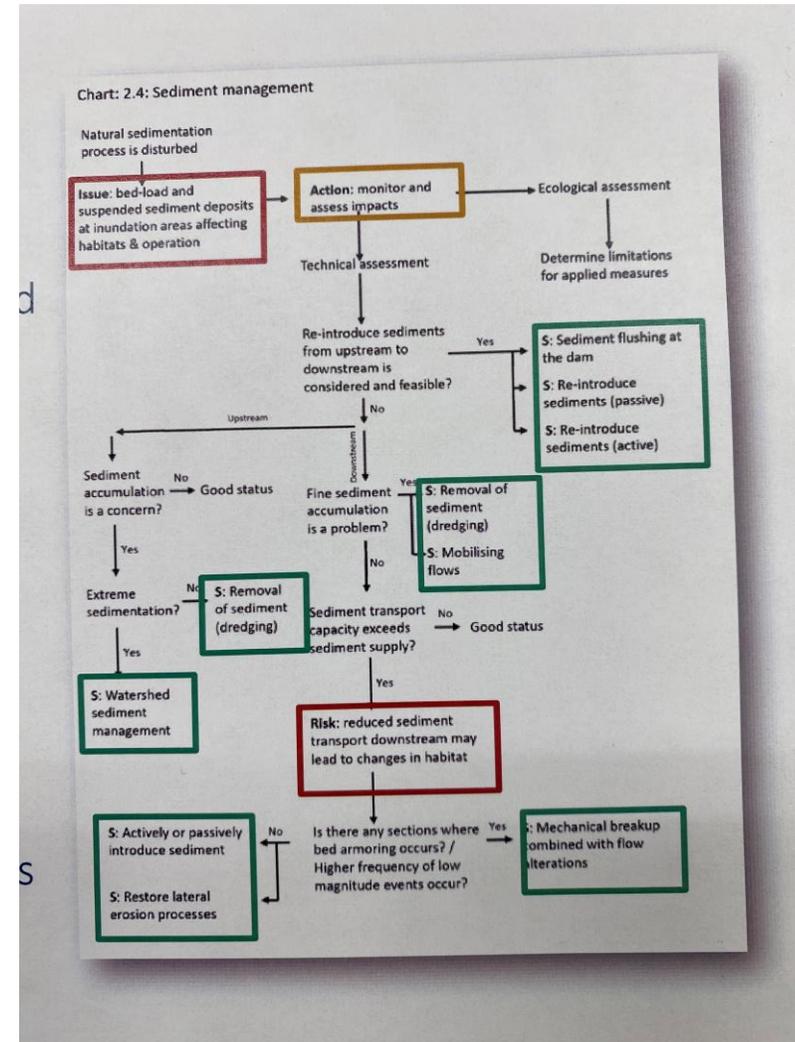
- i. 生態学と社会学からの視点
- ii. 両側回遊魚の移動に焦点
 - Fragmentation（ダム、堰等による河川の断絶？）
 - 浸水
 - 堆砂
 - 水温、水質
 - 義務放流と水の汲み上げ

② 意思決定支援ツール

- i. シンプルな意思決定ツリー
 - 問題とリスクの認識
 - さらなる情報収集のための行動
 - 解決方法のタイプ
- ii. 簡単な入力で使い易い
 - 水力発電所の諸元、運用
 - 環境条件（生物学的、非生物学的）

③ 知識の交換と蓄積

- i. 国内外のプロジェクト
- ii. デジタル出版の活用
- iii. 世界中からの好事例の収集





THE INTERNATIONAL ENERGY AGENCY TECHNOLOGY
COLLABORATION PROGRAMME ON HYDROPOWER

IEA Hydropower

5. Task XVIIIの活動状況

- 専門家会合（2022年11月21日）





Task XVIII Decision Support for Comprehensive Utilization of Basin Water Resources

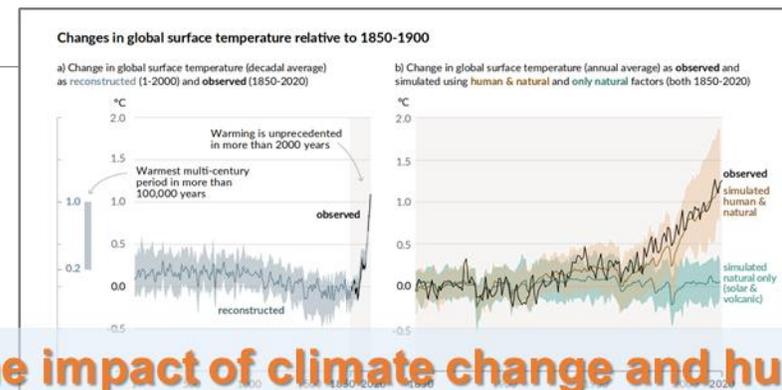
流域水資源の包括的な利用のための意思決定支援

- Sub-task 1 – Hydrological forecasting and dispatching technology
水文予測と配分技術
- Sub-task 2 – Operation and Maintenance of Hydropower Stations
水力発電所の保守運用
- Sub-task 3 – Ecological and Environmental Protection in River Basins
流域の生態と環境の保護
- Sub-task 4 – Decision support system for comprehensive utilization of water resources
水資源の包括的な利用のための意思決定支援システム

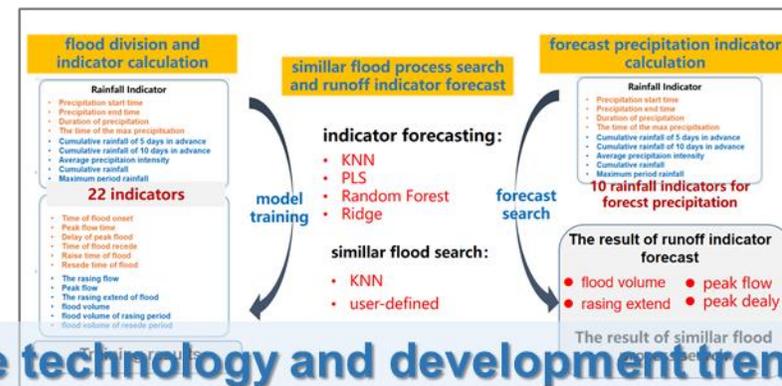
Sub-task 1 –水文予測と配分技術

▶最先端の水文予測技術の見直し

- IPCC の主要な結論
 - ✓ IPCC の第6回気象診断の主要な結論の総括
- 関連した方法
 - ✓ 気象予測の予測期間の違いによる気象調査の関連する方法の分類・抽出
- 最近の調査の進展
 - ✓ 水文モデルの調査に関する最新の調査の進展を総括
- 新しい方法の提案
 - ✓ 時系列のデータと自動特徴一致アルゴリズムを組み合わせた新しい短期流量予測方法の提案



The impact of climate change and human activities on the hydrological cycle



The technology and development trends of hydrological forecasting

機械学習法による水文予測



- 累計降雨量
- 1時間最大降雨量
- 3時間最大降雨量
- 12時間最大降雨量
- 24時間最大降雨量
- 過去5日間の累計降雨量
- 過去10日間の累計降雨量
- 平均降雨強度

INPUT



- ピーク流量
- 流量増分
- 洪水量
- 流量のピーク時間

OUTPUT

Sub-task 2 – 水力発電所の保守運用

2021

水力発電所の運用管理への導入

2022

水力発電所の運用管理のレビュー
発電所の運用管理への新技術の適用

2023

発電所の運用管理への新技術の適用

2024

結論と勧告



検討対象の発電所

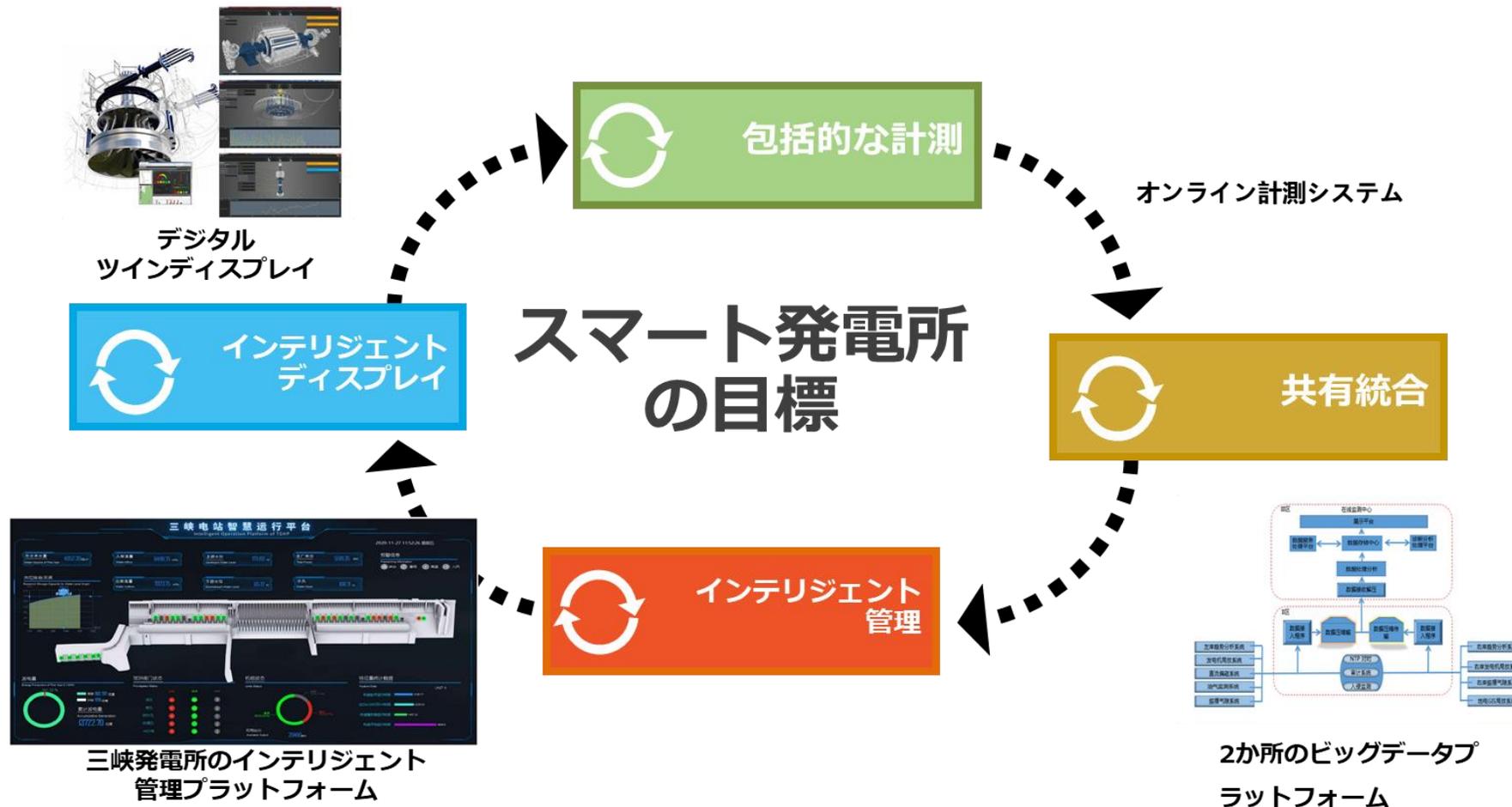
発電所名	最大出力	水車発電機台数	年間発生電力量	運転要員数	従業員数	所在地
ITAIPU	14,000 MW	20	99.0 TWH	232 (116+116)	1196 (546+650)	Brazil Paraguay
GURI	10,300 MW	20	51.0 TWH	64	390	Venezuela
GRAND COULEE	6,800 MW	33	24.8 TWH	58	358	America
ROBERT- BOURASSA(LG II)	5,328 MW	16	35.8 TWH	9	96	Canada
BAIHETAN	16,000 MW	16	62.4 TWH	100	397	China
THREE GORGES	22,500 MW	34	88.2 TWH	128	451	China



THE INTERNATIONAL ENERGY AGENCY TECHNOLOGY COLLABORATION PROGRAMME ON HYDROPOWER

IEA Hydropower

三峡水力発電所に適用された保守運用技術 (スマート発電所)



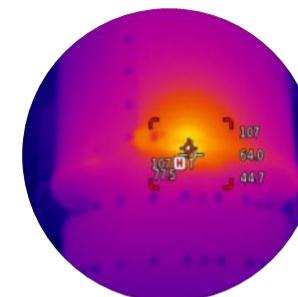
三峡水力発電所に適用された保守運用技術 (Robot)



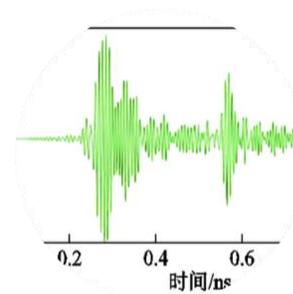
発電機空冷トンネルロボット



メーター読取



赤外線による
温度計測



超音波PD計測



異常時の自動
警報



報告書の自動
作成

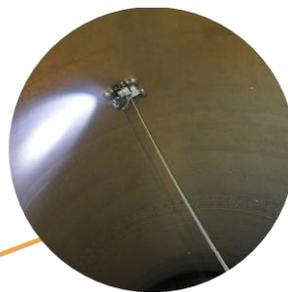


GOSと開閉装置の監視ロボット

三峡水力発電所に適用された保守運用技術 (Robot)



水圧鉄管の検査・補修ロボット



検査と計測



研磨



溶接



コンクリート水路の検査・計測ロボット

検討中の保守運用の新技術

(1) レーザー技術

1) 被覆技術

Typical case 1: カプラン水車の管の表面補修

2) レーザー洗浄技術

Typical case 2: ストップログと水車発電機の水面下部分の錆除去

(2) 保守ロボット技術

1) 原位置材料肉厚調整

Typical case 3: ストップログと水車発電機の水面下部分の錆除去

2) 潜水ロボット

Typical case 4: 水力プラントの水面下部分の保守

検討中の保守運用のための新材料

(1) グラフェン防食技術

Typical case 5: ストップログと水門の防食

(2) 耐キャビテーション技術

Typical case 6: 水車発電機の水面下部分の耐キャビテーション処理



Sub-task 3 –流域の生態と環境の保護

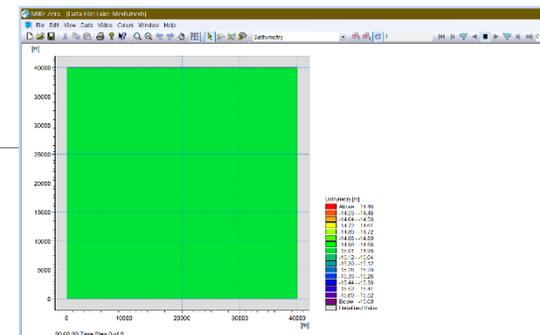
1. 現況
 - I. コロンビア川（アメリカ）
 - II. ドナウ川
 - III. 長江
2. 生態環境モデル
 1. 水質モデル
 2. 生態水理モデル
 3. 市販ソフトウェアの紹介
 - I. 中国 金沙江における水質シュミレーション
3. 今後の作業
 - I. 水生生態環境モニタリングシステムの調査



市販ソフトウェアの紹介

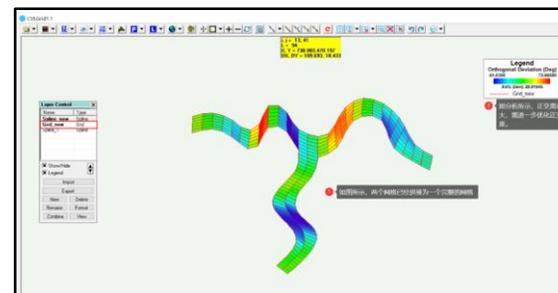
1. MIKE

The MIKEモデルはthe Danish Hydrodynamic Institute (デンマーク) により開発された。河川、湖沼、河口、湾等の動的シミュレーションに使用される。表層水環境のシミュレーションに使用される。



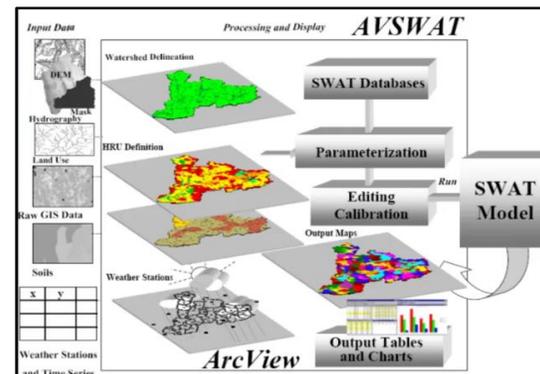
2. EFDC

EFDC はwas developed by the VIMS (Virginia Institute of Marine Science at the College of William and Mary) により河川、湖沼、貯水池、湿地帯、河口、海洋といった表層水の動的水理現象と水質のシミュレーションを実現するための3次元数値モデルとして開発された。



3. SWAT

SWAT はwas developed by Dr. Jeff Arnold博士 (合衆国農業局農業調査センター) により、異なる流域或いは地域の流量、掃流砂量、非点源汚染負荷をシミュレートし、予測するために開発された。



Sub-task 4 – 水資源の包括的な利用のための意思決定支援システム

2021

WRCUDSS技術によるソフトウェアシステムの開発

2022

世界のWRCUDSS システム

2023

WRCUDSS の長江への適用

2024

結論と勧告

WRCUDSS: Water Resource Comprehensive Utilization Decision Support System

2021: Software system development technology of WRCUDSS

1

システム開発技術の導入

Software system architecture

Front end frame

Back end frame

Database

Water resources data management technology

2

金沙江発電所～三峡発電所間のカスケードの水力発電所群のための水資源管理の意思決定支援システムの導入

System functions

System development technology

System innovation technology



2022: 世界の WRCUDSS

1 ▶ 国際的なWRCUDSSの導入とアプリケーションの解析

2 ▶ アップグレードと改良の方向性

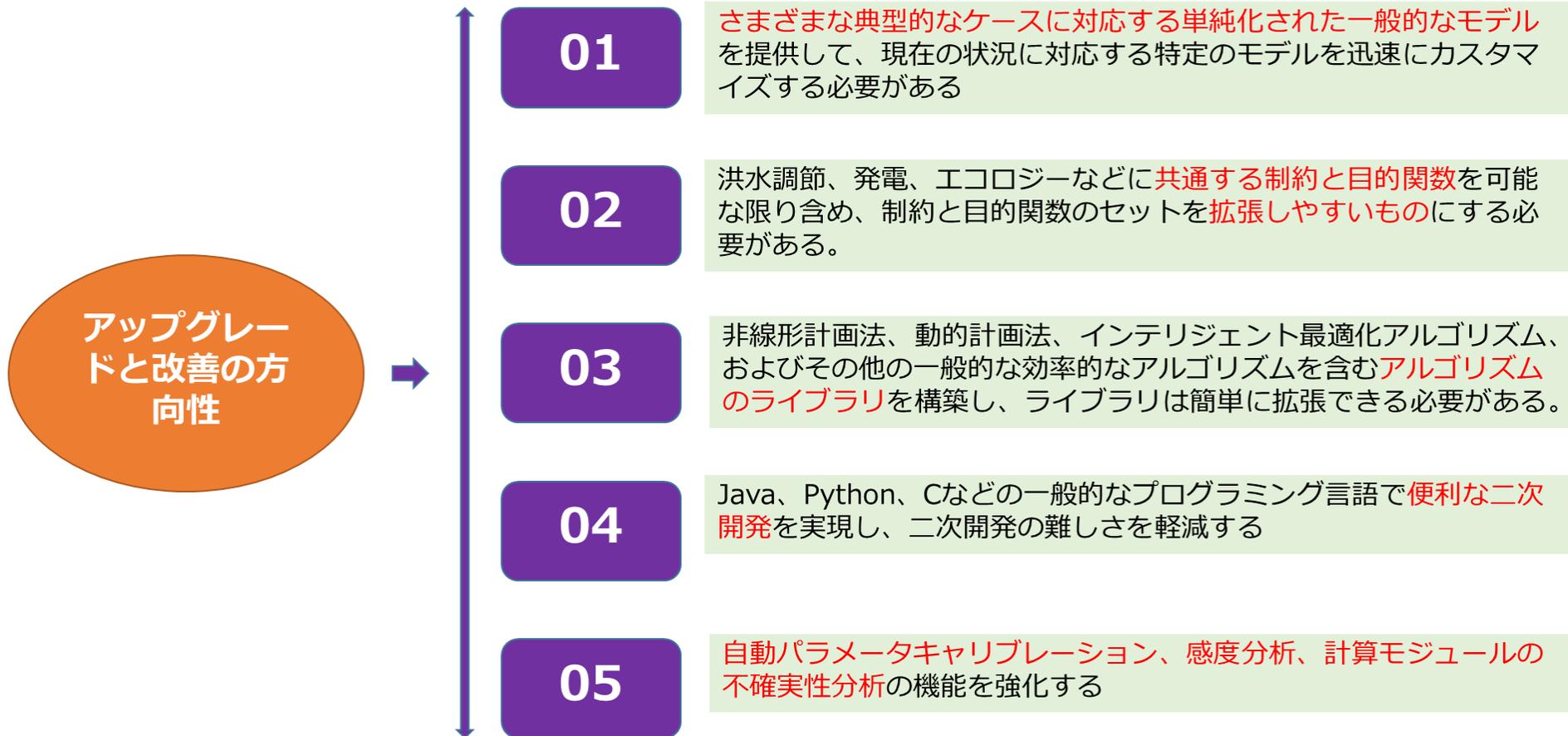
3 ▶ 将来計画

国際的なWRCUDSSの導入とアプリケーションの解析

名称	長所	短所	対象分野	適用地域
HEC	基礎となる地表および気候要因の空間的および時間的変動性を十分に考慮している。	システムは、水文学的プロセスと流体力学的プロセスの結合を実現していない	水文統計とリスク分析、貯水池システム分析、リアルタイム水資源制御と管理	中国、アメリカ合衆国、ドイツ等
MIKE	さまざまな実例で検証されており、正確な水文解析、シミュレーション、予測機能を備えている	モデルパラメータの調整が複雑で、貯水池配分モデルが設計されていない	水文学、水文学、水質および土砂輸送のシミュレーション	中国、アメリカ合衆国、オーストラリア、デンマーク等
RiverWare	ユーザーは、ルールベースの言語であらゆる操作にさまざまな論理ルールを柔軟に実現できる	モデルの構築に際しては高度なソフトウェア操作能力が必要であり、初心者への適用効果はよくない。	貯水池群のシミュレーションと最適運用、洪水予測と管理、水質シミュレーション	アメリカ大陸、アフリカ大陸等
GTSS	流出予測技術と貯水池群の最適運用、水資源管理を統合したシステム	コア技術が外部に公開されておらず、二次開発の負荷が大きく、費用がかかる	貯水池群のシミュレーションと最適運用、水質予測と管理	アメリカ大陸、ヨーロッパ、アフリカ大陸等
Delft-FEWS	最新の水質観測と最新の天気予報を統合するシステム	システムは洪水予測と貯水池洪水制御運用モデルの統合を実現していない	洪水予報と警報	オランダ、イギリス、アメリカ合衆国、スイス等



アップグレードと改良の方向性





参考文献

- Annex IX

- <https://www.ieahydro.org/annex-ix-hydropower-services>

- Annex XIII

- <https://www.ieahydro.org/annex-xiii-hydropower-and-fish>

- Marcell Szabo-Meszaros (SINTEF Energy Research, Norway) : “Final report on Annex XIII Hydropower and Fish: Road Map on Best Practices”, Hydro 2022 Session 19, May, 2022

- Annex XVIII

- <https://www.ieahydro.org/work-programme/annex-xviii-decision-support-for-comprehensive-utilization-of-basin-water-resources>

- China Yangtze Power Company (CYPC) : “Task XVIII Workshop Decision Support for Comprehensive Utilization of Basin Water Resources”, November, 2022



THE INTERNATIONAL ENERGY AGENCY TECHNOLOGY
COLLABORATION PROGRAMME ON HYDROPOWER

IEA Hydropower

御清聴、ありがとうございました
