

令和6年度 IEA水力実施協定国内報告会

HYDRO2024の概要

令和7年 3月 5日

**一般財団法人 新エネルギー財団
水力地熱本部 水力国際・技術部**

1. はじめに

「HYDRO」とは...

国際ジャーナル誌「HYDROPOWER & DAMS」を発刊しているイギリスのAqua-media International社が、1994年から毎年ヨーロッパ各地で実施している国際会議であり、水力発電、ダム工学、揚水発電開発のあらゆる話題について議論することを目的としている。また、「HYDRO」の他に「ASIA」や「AFRICA」といった姉妹会議体があり、これらの会議は東南アジアやアフリカの各国で開催されている。

<https://www.hydropower-dams.com/>

基本的には
秋に開催

「HYDRO」の直近の開催状況

| | 月日 | 場所 |
|-----------|------------|--------------|
| HYDRO2018 | 10月15日～17日 | グダニスク／ポーランド |
| HYDRO2019 | 10月14日～16日 | ポルト／ポルトガル |
| HYDRO2020 | 10月26日～28日 | オンライン開催 |
| HYDRO2021 | — | 中止 |
| HYDRO2022 | 4月25日～27日 | ストラスブール／フランス |
| HYDRO2023 | 10月16日～18日 | エジンバラ／イギリス |
| HYDRO2024 | 11月18日～20日 | グラーツ／オーストリア |
| HYDRO2025 | 10月22日～24日 | テッサロニキ／ギリシャ |

2. HYDRO2024について

開催期間 : 2024年11月18日(月)～20日(水)
 開催場所 : グラーツ / オーストリア

この会議は、約72 か国から1,200 人を超える代表者が集まり、今日の課題と、それに対処するための専門知識と新興技術について検討した。

発表はテーマ毎に30のセッションに分かれ、合計190件を超える発表が3つの会場で行われた。水力発電所に係る新技術・保守運用・開発のみならずアセットマネジメント、環境・政治課題など、多岐にわたる発表が行われた。また並行して大規模な国際技術展示会が開催され、水力発電業界の約200の組織・団体が自社のサービスや製品の展示を行った。

<https://www.hydropower-dams.com/photos/hydro-2024/>

HYDRO2024 プログラム

| | 11月17日(日) | 11月18日(月) | 11月19日(火) | 11月20日(水) |
|-----------------|--|---|---|---|
| 8:00～ 10:30 | 登録開始 | 開会 | 10 アフリカ：ポテンシャルと計画 11 人工知能I-BIM 12 ダムと水力発電所の安全性 | 22 IEAセッション 23 魚類保護 24 運用保守アップグレード |
| 11:00～ 12:30 | 事前講義 ・小水力ワークショップ ・BIM(建物情報モデル)セミナー ・揚水発電セミナー ・魚類保護に関するワークショップ 展示会 | 1 浮体式太陽光発電とハイブリッド化 2 水力機械I 3 土木工学設計とアップグレード | 13 国境を越えたスキーム 14 人工知能II 15 災害リスク管理 | 25 水圧鉄管 26 堆砂管理 27 電気工学I |
| 14:00～ 15:30 | | 4 水力発電開発の資金調達 5 水力機械II 6 土木工学のケーススタディ | 16 揚水発電II 17 既設水力のデジタルを使った運用保守 18 放水路、ゲート、バルブ | 28 小水力と海洋エネルギー 29 環境と社会問題 30 電気工学II |
| 16:00～ 17:30 | | 7 契約と法的側面 8 揚水発電I 9 持続可能なダム | 19 揚水発電III 20 気候、水文学、洪水 21 トンネルと地下空洞 | 閉会 |

開会セッション



展示ブース



発表会場の様子



3. 技術トピック「揚水発電」

・セッションの中で紹介があった現在建設中、計画中、検討中の揚水発電所

| 国名 | 発電所名 | 出力×台数 | 内容 | 備考 | 段階 |
|--------|---------|----------|----|----------------------------------|-----|
| オーストリア | リンベルグⅢ | 240MW×3台 | 新設 | 上部下部貯水池は2011年に運開したリンベルグⅡ揚水発電所と共用 | 建設中 |
| イギリス | ネス湖畔揚水 | 150MW×4台 | 新設 | ネス湖は、他の揚水発電所も貯水池として使用されている。 | 建設中 |
| ヨルダン | ムジブ揚水 | 150MW×4台 | 新設 | ヨルダン初の揚水発電所 実現可能性調査を実施 | 検討 |
| リトアニア | クルオニス揚水 | 110MW | 増設 | 5号機の増設 | 建設中 |
| UAE | ハッタ揚水 | 320MW | 新設 | 乾燥地域における乾季の水管理と雨季の十分な貯水に配慮 | 建設中 |



クルオニス揚水発電所（リトアニア）



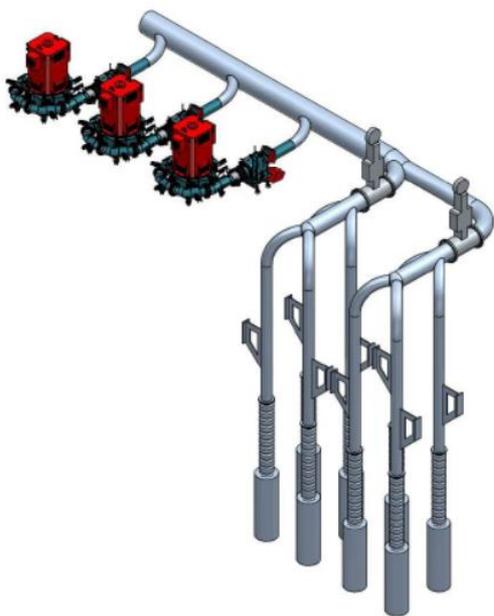
ハッタ揚水発電所（UAE）



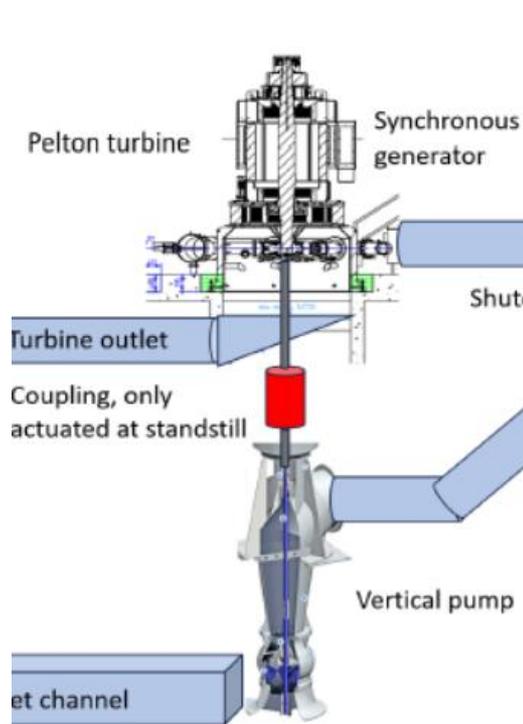
3. 技術トピック「揚水発電」

・分散型揚水発電

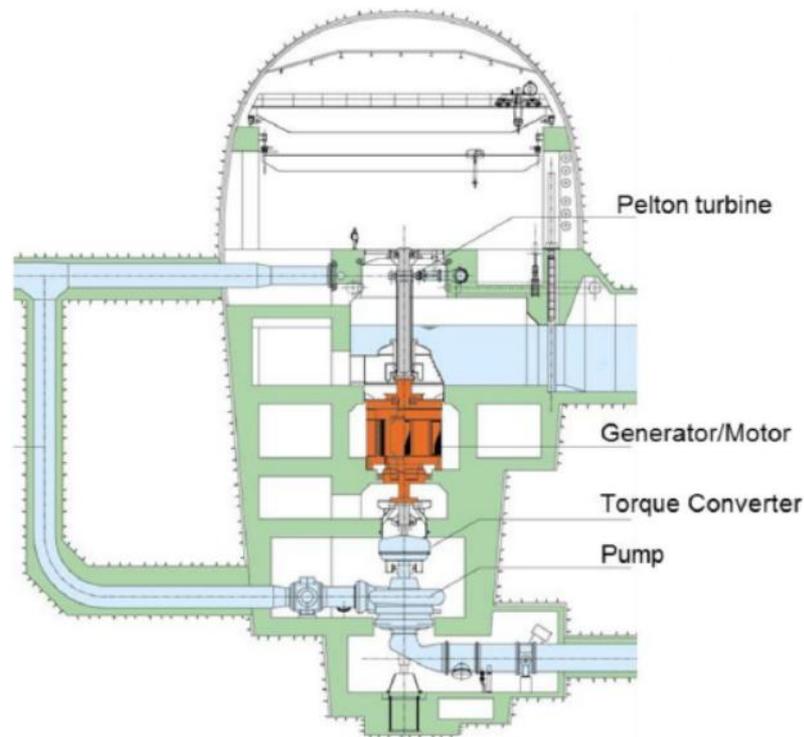
欧州の水車メーカー2社から、最大 100 MW程度の小規模揚水システムの紹介



ペルトン水車と高揚程ポンプの
パイプラインを共用とした別置形



ペルトン水車と高揚程ポンプを一軸と
したターナリー形



軸の上部にペルトン水車を取り付け、
下部にポンプ取り付けタイプ

3. 技術トピック「揚水発電」

- ・揚水発電(PSP)と蓄電システム(BESS)で構成されたハイブリッドの事例

既設PSPにBESSを組むことで、従来機以上に応答が早くなり系統安定に貢献可。
→離島のような小さい系統において活躍することも期待されている。

系統の急変に水車だけで応えようと機器のストレスが大きくなり著しい寿命の低下を引き起こすため、電氣的に系統のニーズに応えるシステム
→電力の安定性とタービンの寿命の両方を向上



コンテナ化された蓄電システム

- ・海水揚水発電への注目

島嶼部や乾燥地域でのエネルギー貯蔵の選択肢として、海水揚水に着目しているという発表が数件あった。イタリアや中東地域では検討を行っている旨の報告があった。また水車メーカーにおいては、海水に耐えうる水車の提案に関する発表があった。

4. 聴講したセッション

IEA水力実施協定で、日本はTask-16 (Hidden and Untapped Hydropower Opportunities on existing infrastructures)、Task-17 (Measures to enhance the Climate Resilience of Hydropower) を中心に活動をしていることから、関連するセッションを主に参加したが、最近の太陽光発電や風力発電の増加に伴い系統調整力として水力発電（揚水発電所含む）の役割が重要になっていることから、これに関連するセッションに参加し、情報収集を行った。

聴講したセッションと概要

| セッション名 | 概要 |
|---|--|
| セッション1： 浮体式太陽光発電（FPV）および 水力発電所のハイブリッド計画 | <ul style="list-style-type: none">▶ ダム湖に浮かべる太陽光発電の設置設計で課題となるのは、水位の適正な上下幅と湖底の地形、風・波・流れによる環境条件である。フィリピンでは250kWpのFPVを5年間運用して問題なかっただけでなく、地上式より冷却性能に優れ寿命が延びる可能性を示唆した。▶ 日中の太陽光発電を蓄えるために揚水発電(PSP)と蓄電システム(BESS)で構成されたハイブリッドの事例紹介があった。興味深かったのは、以下の2点である。<ul style="list-style-type: none">・水力の価値は蓄電の他に灌漑・洪水制御、河川生態系の健全化も担えること・既設PSPにBESSを組むことで応答が早くなり系統安定に貢献可 |
| セッション2： 水力機械I | <ul style="list-style-type: none">▶ このセッションでは、水車に関して、キャビテーション評価手法、ランナの設計、建設工事、超低落差用の水車の開発など水車に関する幅広い発表があった。▶ ランナの設計では、ランナ羽根の長さを長くすることにより部分負荷のキャビテーション侵食を改善した事例があり、国内では見かけることのない羽根の形状であり興味深かった。 |

セッション名

概要

セッション3： 土木設計

- このセッションは土木設計を主題としていた。
- **先進的圧縮空気エネルギー貯蔵（A-CAES）技術についての紹介**と、その課題の解決策について紹介された。圧縮空気貯蔵技術は、地下洞窟などに圧縮空気の形でエネルギーを貯蔵し、圧力を開放してエネルギーを取り出す手法である。この検討では、タービンを回す作動流体には水を使用しているため、エネルギーを取り出す際に圧力低下に伴い溶存空気が気泡となり、作動流体の不安定化を引き起こす課題がある。この検討では、水面をフィルムで覆い空気の溶解を防ぐこと、急激な圧カスパイクを防ぐこと等が対策として挙げられた。
- 下流水位の自動調整技術についての提案があった。下流水位が変動すると、ヘッドが変わり発電量に影響を与えるため、適切な管理が必要だが今はあまりなされていない。そのため、下流水位をモニタリングするセンサーとダムゲートの自動化及び最適化アルゴリズムを組み合わせることで、発電量の増加が見込まれると述べていた。

セッション5： 水力機械II

- このセッションでは、水車に関して、ペルトン水車のバケットの摩耗評価、改修事例、計測センサ、水車ランナの羽根形状の解析など水車に関する幅広いテーマが発表された。
- ペルトン水車の摩耗の評価では、模型テストにおいて流水に土砂を模擬した堆積物を混入させた状態で人工的に土砂摩耗を再現し解析を行っており、土砂摩耗の多い日本においても役立つ研究と考える。
- ランナの形状について、羽根付け根部の形状を変化させることにより模型試験の結果で効率上昇が図れた事例が興味深かった。

セッション名

概要

セッション6： 土木工事ケーススタディ

- このセッションは土木工事技術を主題としており、ジオメンブレンについてのセッションが目立った。
- 運河を修復する技術の紹介があった。2重になっている膜構造（PCV製）を既存の運河の底に敷き、その間にセメントを注入することで、運河の流れを遮ることなく補修を行えるというもの。
- 上記と同様の膜を用いて、既存ダムの高上げするプロジェクトの紹介があった。既存ダムに追加で基礎を作った後にジオメンブレンを張り付けるように設置している。地震の多い地域であっても柔軟性が高く耐久性がよい事、コンクリート施工よりも設置が迅速であること、既存構造との接続が簡単なため、高上げ工事に適していることがメリットとして紹介された。

セッション8： 揚水I

- **様々な国の揚水発の建設計画について、各国の揚水を取り巻く環境と共に紹介があった。**
- オーストリア リンベルクⅢ揚水発電所の建設計画（2台×240MW）上部下部貯水池は2011年に運開したリンベルクⅡ揚水発電所と共用となるため貯水池の建設はない。2025年末運開予定。
- スコットランド ネス湖畔揚水発電所の建設計画（4台×150MW）ネス湖は他の揚水発電所でも使用されている。**英国の揚水の必要性についても紹介していた。**
- ヨルダン ムジブ揚水発電所の実現可能性調査。ヨルダン初の揚水発電（4台×150MW）検討の結果、経済性有と判断されている。
- リトアニア クルオニス揚水発電所5号機の増設（110MW、可変速機）ロシアと系統が繋がっているリトアニアの電力リスクと共に紹介があった。

セッション名

概要

セッション9： 持続可能なダム

- このセッションは持続可能性の観点からコンクリートダムから排出される温室効果ガス（GHG）の削減について発表が行われた。
- ICOLD(国際大ダム会議)で行われているGHG排出量の算定方法が紹介された。中国からは実際のダムで形式による排出量の比較が行われた。
- 我が国では大手ゼネコン各社が低炭素型のコンクリートや建設資材の開発、ダムの設計と施工の最適化などの検討が進められている。この取り組みにより既に多くの低炭素型ダムの建設が行われている。
- 国土交通省やNEDOも低炭素型の新技術の支援を行っており本セッションの発表に目新しいものはない。

セッション12： ダムの安全性

- このセッションはダムの安全性を主題としていた。
- センサーを備え付けることにより、ダムの漏水や膨張の監視をすることで、トラブルを未然に防ぐという取り組みが多かった。
- 水中ロボットや3Dマッピングを活用することで、抜水せずにダムの補修を行った事例が紹介された。コストは抜水した時よりもかかるものの、抜水したことによる逸失利益がかからないため、相対的に費用が抑えられると述べている。
- 全体的に、既存のダム開発プロジェクトの紹介にとどまるものが多く、新規技術の紹介などはなかった。

| セッション名 | 概要 |
|-------------------------|--|
| セッション15： 災害リスク管理 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ このセッションは水力発電所の災害リスク管理のテーマで発表があった。 ➤ 水力発電所の自然災害のリスクを評価し保険の観点から考察を加えた研究であり、衛星データを解析して地形変形をモニタリングしてリスク評価と安全性の確認を行う手法が紹介された。 ➤ ウクライナのダムへの軍事攻撃が紹介され、電力インフラに対する人的災害への強靱化について言及があった。 ➤ 2023年9月に発生したリビアのワディデルナダム崩壊と洪水被害について自然災害と人的災害の両面から災害の要因を分析し、学ぶべき教訓と災害対応策の説明があった。 |
| セッション16： 揚水II | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 最大 100 MW程度 の小規模揚水システムの紹介があった。小規模揚水は既存の高揚程ポンプと水力発電設備を組み合わせる別置型となる。 ➤ UAE ハッタ揚水発の建設計画（250MW）乾季の水管理と雨季の十分な貯水に配慮が必要であった。 ➤ これまで主に石炭に依存してきたオーストラリアでの揚水発電の必要性と開発のためのリスクの説明があった。 ➤ スイスではまだ未開発の中規模揚水発電所の潜在能力を調査している。この調査は地点の可能性だけではなく系統運用者のニーズも調査した上で中規模揚水の実現性を評価していたのが特徴的である。 |
| セッション18： 洪水吐、ゲート、バルブ | <ul style="list-style-type: none"> ➤ このセッションはゲートやバルブを主題としていた。 ➤ 既存のプロジェクトに関するものが多く、個別のプロジェクトでどのように設計を行ったかという内容だった。 ➤ CFD解析や有限要素法といった手法を用いて、個別の部品に対しての応力計算等が紹介された。 ➤ 本セッションにおいて目新しい技術はなかった。 |

| セッション名 | 概要 |
|--|--|
| <p>セッション19： 揚水III</p> <p>J-Power発表あり</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ このセッションは揚水を主題としており、海水揚水関連が3件あった。 ➤ 電源開発から、沖縄やんばる海水揚水発電所の技術検証が発表された。 ➤ 塩水は合成ゴムを使用して浸透を防ぐ、腐食対策として、樹脂膜を塗装する、会生物の腐食対策としてFRPを管として使用する、海面変動への対策として、防波堤を設置する等の対策を行い、総合効率は66%程度で、利用率は10~16%程度だったと報告があった。 ➤ そのほかにも、島嶼部や乾燥地域でのエネルギー貯蔵の選択肢として、海水揚水に着目しているという国外からの発表が2件あった。 ➤ 砂漠地域（ドバイ）に揚水発電所を建設したプロジェクトの紹介があった。今は上池の貯水段階であり、運開は間もなくである模様。 ➤ 可変速揚水の技術について紹介があった。特に二重給電交流機と、フルサイズコンバーター（FSC）の比較を行っており、初期投資コストは高いものの、FSCは動的性能で優位性があり、柔軟な需給運用に貢献できると述べている。 |
| <p>セッション20： 気象と水文</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ このセッションは気象と水文を主題としていた。 ➤ 15日間の中期的な流量予測を、10%、50%、90%などの信頼区間ごとに表示し、それぞれのシナリオごとの予測をすることで、気象条件の不確実性を考慮する取り組みが興味深い。 ➤ そのほかについては、AIや分析ツールを用いた気象予測やダム運用の最適化に関する発表が複数あった。 ➤ AIや分析による最適化は日本でも流行りのテーマであり、今後いろいろなところで適用されていくと考える。 |
| <p>セッション25： 鉄管</p> <p>J-Power発表あり 関西電力発表あり</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ このセッションは水圧変動・振動の解析、ロボットを使った管路内の点検事例、立坑の工法など幅広く紹介されていた。 ➤ 日本からは関西電力が小鳥川発電所の水圧上昇について、Power TechとJ-Powerが沖縄海水揚水発電所のFRP管路性能について紹介した。 |

セッション名

概要

セッション26： 堆砂管理

京都大学発表あり

- このセッションは堆砂管理をを主題としていた。
- 京都大学から、シングルビームエコーサウンダーを活用することで、ダムゲート周辺の堆積物をリアルタイムかつ低コストで計測することができる手法の紹介があった。一方で、現状では計測データにノイズが混入するため、今後ノイズ除去のアルゴリズムを導入予定とのこと。今後の技術開発の進展では、保守要員の削減にもなると考えられる。
- フランスのダムで、耐摩耗性のコーティングをした交換予定のタービンを通して排砂する取り組みについて紹介があった。運用中のリアルタイムモニタリングで、堆積物濃度を監視し、摩耗リスクを軽減すること。排砂の輸送には水中ロボットを活用したことで、従来の手法では難しい場所の排砂が可能となった。湖底の堆積物を掘削し、粒径が1mm以下のみをタービンに通過させた。コーティングされたランナーは摩耗が深刻となり、途中交換したものの、スペアのランナーでは運用に耐える結果となった。

セッション27： 電気工学I

- このセッションでは主に発電機の監視システムについて多く紹介された。発電機の監視システムについて目新しいものはなかった。
- 新技術として、水力発電の応答性について、システムの急変に水車だけで応えると機器のストレスが大きくなり著しい寿命の低下を引き起こすため、数MWクラスのバッテリーを組み合わせ、電氣的にシステムのニーズに応えるシステムとして、ウルトラキャパシタベースのグリッド安定化システムの紹介があった。

セッション名

概要

セッション29 :
環境と社会課題

J-Power発表あり

- このセッションは環境と社会問題を主題としていた。
- 電源開発から、沖縄の海水揚水発電所における環境影響調査の報告があった。海水を使用することから、周囲環境への塩害の恐れがあるが、上池にゴムシートライニングをすることや、部材にFRPを使用することで塩害対策を行った。定期的なモニタリングと数値計算の結果より、塩分の上池周辺への拡散も限定的であることが確認できた。
- 水系に新たな水力発電所が追加されたことで、運用の複雑性が増し、最適化の必要性が増した。そのため、SCADAとMATLABを使用した運用計画システムを構築した。新しく構築したシステムにより、運用高度化につながった。

セッション30 :
電気工学II

- 揚水発電に関する需給調整市場でのコスト算出シミュレータの紹介があった。この発表では欧州における揚水の価値に触れている。欧州では火力発電の出力変動に伴う効率低下が加味され市場価格が決まっている。
- ノルウェーでは、需給調整市場の改定により水力発電の容量が解放されているが、系統運用者(TSO)が水力過渡現象を理解せずに運用しているというリスクがある。定常状態に達しないまま繰り返し発生する負荷変化の影響を水路系過渡現象解析によりプラントを保護するために必要な負荷率と負荷制限を正確に特定する検証を行った。

5. IEA HYDRO セッション

セッション22 : IEA HYDRO

IEA Hydroでは、以下の8つの発表が行われた。Task17は西内海外委員が発表を行った。

1. Activities on the IEA Hydropower Technology Collaboration Program
(IEA水力実施協定の活動:議長)
2. Mid/long-term multi-objective optimal scheduling model for cascade hydro stations under complex constraints(揚子江流域の水資源総合利用に関する意思決定支援:中国)
3. Application of equipment based on new technology at hydro plants
(水力発電所における新技術デバイスと応用:中国)
4. Meteorological and hydrological forecasting at basin scale(流域規模の気象・水文予報:中国)
5. **Climate change resilience of hydropower structures (activities of Task 17) – 西内海外委員**
(水力発電施設の気候変動耐性:日本)
6. The value of energy and climate change services from hydropower
(水力発電によるエネルギーと気候変動サービスの価値:ノルウェー)
7. Assessment of resource drought events as indicators for long-duration energy storage needs
(長期エネルギー貯蔵の必要性の評価:アメリカ)
8. Advanced tools and techniques for hydropower EIAs, operations and adaptive management
(水力発電の環境影響評価:アメリカ)

発表会場の様子



Task-17の発表 (西内海外委員)



6. HYDRO2025

開催期間 : 2025年10月22日 (水) ~ 24日 (金)
開催場所 : テッサロニキ / ギリシャ



THE INTERNATIONAL JOURNAL ON
**HYDROPOWER
& DAMS**

AQUA-MEDIA INTERNATIONAL
is pleased to announce that

**HYDRO
2025**

Partnering for Global Solutions

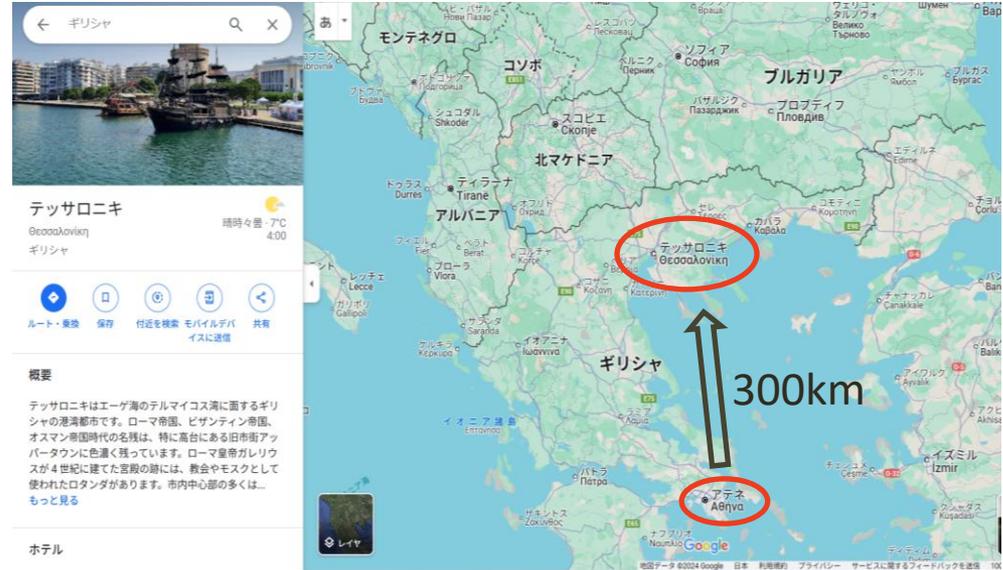
will take place at Helexpo, Thessaloniki, Greece
22-24 October 2025

Local supporting Partner:     

International supporting Organisations:

The elegant port city of Thessaloniki, overlooking the Aegean Sea, will be a perfect venue, in a country entering a new era of hydropower and dam development. Both conventional new hydro schemes and a number of pumped-storage projects are planned in Greece, as well as some project upgrades.
Watch for regular updates on our website:

www.hydropower-dams.com



論文募集は 3 月 31 日まで。

https://www.hydropower-dams.com/wp-content/uploads/HYDRO_2025.pdf?x89659