

国際会議「HYDRO2020」

(1) 開催期間

2020 年 10 月 26 日（月）～28 日（水）

(2) 開催場所

オンライン会議

(3) 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る。

また下表のとおり、40 のセッションで多くの発表が行われた。なお今年度は、海外渡航制限が掛けられていたことから、現地開催は中止しオンライン開催となっている。

表 1 HYDRO2020 プログラム

No	テーマ	No	テーマ
1	可能性と計画	21	トンネルと地下工事-1
2	課題と機会	22	トンネルと地下工事-2
3	国境を越えたコラボレーション	23	土木：ダムの安全性
4	経済計画へのアプローチ	24	—
5	契約上の側面	25	環境
6	財務リスクへの対処	26	魚類保護
7	水力機械：運用上の問題	27	社会的側面
8	水力機械：ケーススタディ	28	IEAセッション (気候変動におけるリスク軽減のための水力 発電の役割と価値)
9	水力機械：調査	29	混合再生可能エネルギー
10	土木：材料	30	小水力-1
11	地点への挑戦	31	小水力-2
12	土木：設計と建設	32	小水力発電所の設計
13	HYPSONO 発展途上国と新興国向けの水力発電	33	水力発電所の更新と増強-1
14	河川と貯水池の管理	34	水力発電所の更新と増強-2
15	気候と水文学	35	発電所の安全性向上
16	IEA セッション (Hidden Hydro)	36	電気工学
17	ヨーロッパの XFLEX プログラム	37	新しい技術と設計アプローチ
18	運用と保守	38	余水吐の設計、建設、再建
19	揚水プロジェクト	39	ゲートと水圧管
20	揚水技術	40	沈降管理

興味深い論文があったため一部を次頁にて紹介する。

1) EDF Hydro's e-Monitoring: Efficient organization and recent examples of catches - Y-L Beck ; Y. Rafkani ; D Sagnol & J. Boudon, EDF-Hydro, France (EDF (フランス電力公社) の水力設備の e-Monitoring : 効果的なシステムと現在の知見)

EDF は、2015 年以来、水力発電施設にリモート監視システムである e-Monitoring を実装しており、国内外の各発電設備の特徴に合わせた監視ツールを設置している。現在、EDF は、63.1GW の原子力、10GW の火力、18.7GW の水力発電所、2.4GW の風力および太陽光発電所に e-Monitoring を適用している。

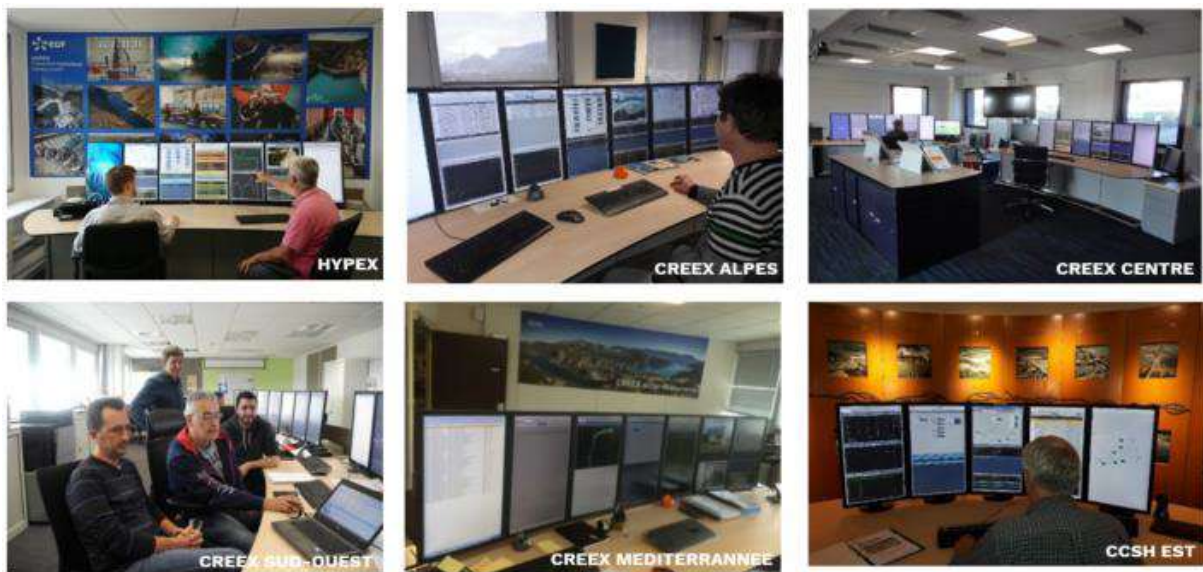
各発電設備部門において分析精度とトラブルへの対応時間によって3つのレベルごとに設備を監視する組織を設立した。この組織の効果は、e-Monitoring チームが保守チームに近いことにあり、さまざまな特定の専門家（例えば、変圧器、発電機、タービン、アンシラリーサービス、水理現象、振動の専門家）がリモート監視センターをサポートする体制によって、異常の早期検出と対処事項の作成を強力に後押ししている。

組織とツールの両方を改善するために、EDF 内の発電部門全体で技術的なフィードバックと開発を共有することにより、e-Monitoring に係る調整が行われている（例えば、重要度の高い参照事項の入手、新しい IOT センサーの開発、高度な分析モデルの改善、人工知能アルゴリズム…）。

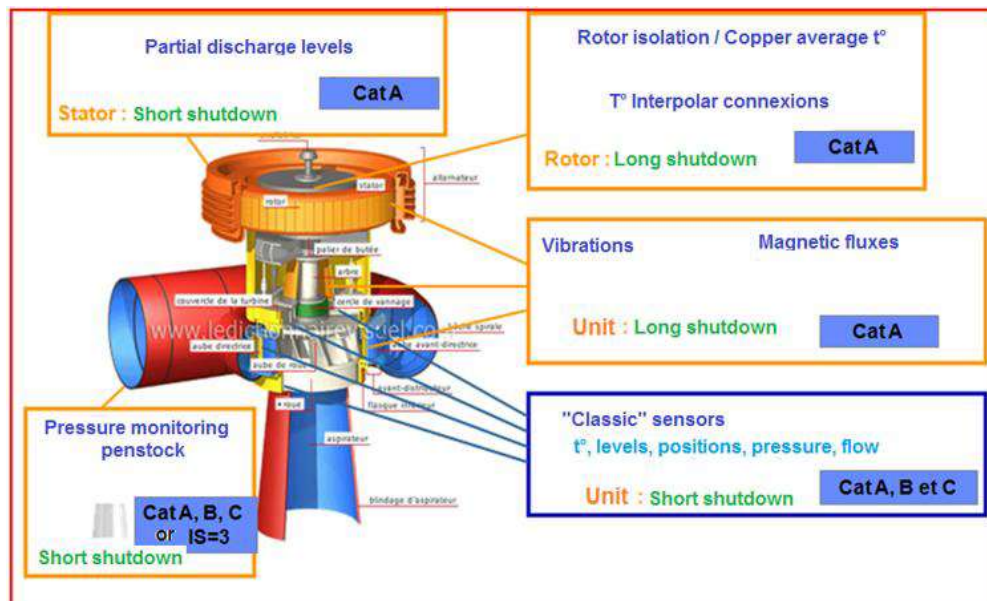
EDF Hydro の例に基づいて、この組織と 240 を超える水力発電所に配備されている e-Monitoring ツールについて説明する。また、最近の知見を通じて、メンテナンスとパフォーマンス向上の最適化における e-Monitoring の付加価値を示す。

	WHO	WHEN	WHAT	Warning
LEVEL 1	OPERATORS AND CREEX/HYPEX	DAILY 24h/24	Operational monitoring (rapid evolution)	Operating alarms <u>Supervision tool</u>
LEVEL 2	CREEX/HYPEX	WEEKLY	Trends monitoring (low evolutions)	Precursors <u>Early detection tool</u>
LEVEL 3	EXPERT (network)	ON NEED	Support and Expertise (Diagnosis and prognosis)	

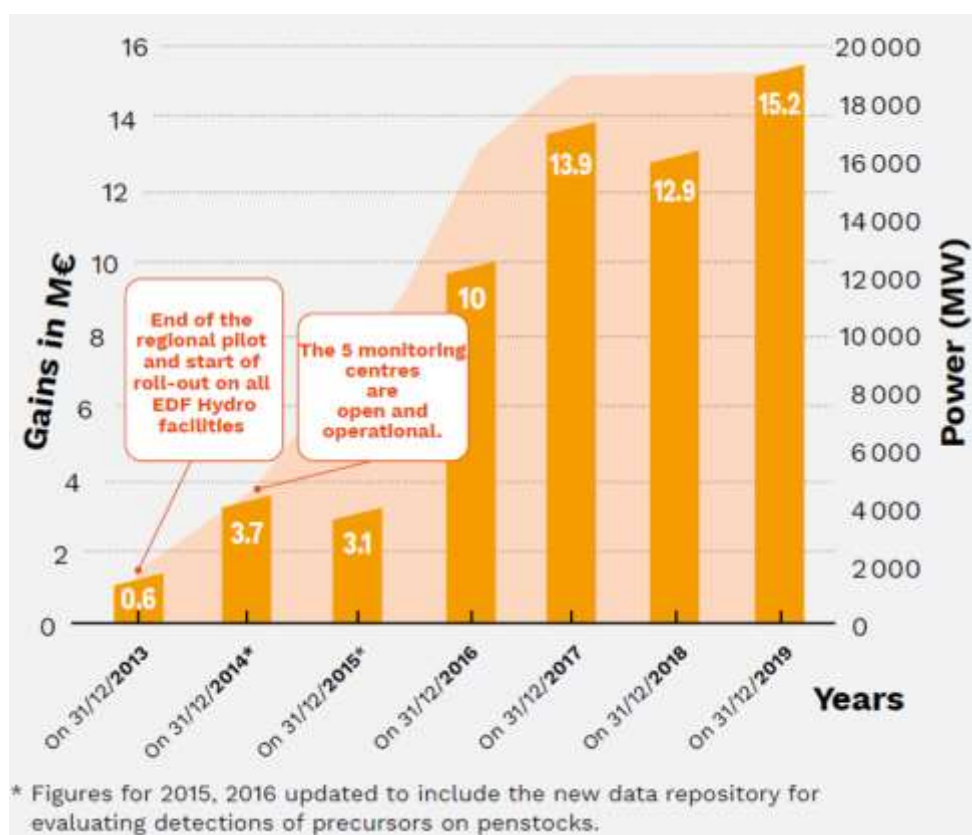
対応時間と解析精度により定義された3つのレベルに基づく EDF Hydro の e-Monitoring 体制



EDF Hydro の e-Monitoring センターの写真



EDF Hydro のカテゴリ-A,B,C 毎の e-Monitoring センサー配置例



EDF Hydro がリモート監視の対象としている設備出力の沿革

上記のように、EDF Hydro の e-Monitoring サービスは社内で効果的に浸透しており、EDF 内の他の設備部門からのフィードバックによる恩恵も受けている。今日、主要な水力発電設備のメーカーは、リモート監視ソリューションと監視サービスを提供している。いくつかの主要な発電事業者は、市場で提供されているツールを使用して独自の e-Monitoring センターを設置する戦略を採用している。ただし、近年、この分野の他の主要な発電事業者は、e-Monitoring を展開する計画を中止したようである。これらの中止は、多くの場合、投資利益率の低下、データ管理の失敗、組織のパフォーマンスの失敗（例えば、監視チーム、オペレーター、保守チーム間の関係の弱さ）、または開発した e-Monitoring モデルのパフォーマンスに関連する失敗（例えば、専門家や運転条件の知見が含まれていない技術的解決方法に基づいたアプローチによるもの）による。

2019 年以来、EDF Hydro は外部顧客向けの e-Monitoring サービスの提供を提案している。これらの提案の範囲は、次の 3 種類の e-Monitoring アクティビティ（「製品の種類」）を対象としている。

【e-Monitoring 戦略と展開の明確化に伴うもの】

最も重要な機器の故障原因の特定、EDF Hydro の経験に基づく助言、センサーの推奨、関連する IT 設備に基づいた、適切な e-Monitoring 戦略をサポートする。さらに、顧客の課題に焦点をあてた効果的な展開スケジュール、EDF Hydro からの技術面・財務面の助言も含まれている。

【e-Surveillance】

オペレーターや専門家のスキルに基づいたパラメータのドリフトの検出と事前分析（レベル

1 および 2)

【e-Expertise】

専門家の能力に基づいた専門的もしくは複雑な分析（レベル 3）

各アクティビティには追加要素（ビジネススキル、IT（サイバーセキュリティ、データ管理を含む）、計測学、技術スキル、ツール、モデル）が必要である。オペレーター、資産運用会社、資金提供者が「e-Monitoring」に依拠した意思決定の性質に応じて、どちらか一方（e-Surveillance か e-Expertise）または両方を実行する必要がある。

現在まで、e-Monitoring のビジネスモデルは顧客からのフィードバックに基づいて強化され、EDF Hydro の O&M サービスの開発を外部および国際的にサポートしている。

また、e-Monitoring のコストパフォーマンス向上のために、革新的なテクノロジーに基づく新しい関連サービスを開発することで、顧客への提案に備えている。

- ・ IIOT（産業用 IOT=接続されたセンサー）「プラグアンドプレイ」センサーの開発
- ・ コネクティッドグラスのネットワークの普及によるリモートサイトでの専門技術
- ・ 非侵入型マイクロフォンセンサーと学習アルゴリズムを使用した機械の音響 e モニタリングの開発

2) Hybrid renewable plants, integrating hydro, wind and PV plant: The Cávado water stream case study - V. T. Mendes; M. J. Tavares; T. Guerra; I. Amorim; J. E. Costa, EDP Gestão de Produção de Energia, S.A.,（水力、風力、太陽光（PV）を統合したハイブリッド再生可能エネルギープラント：Cávado 川におけるケーススタディ）

この論文では、既存の水力発電所と風力および太陽光技術を組み合わせた、2 つのハイブリッド再生可能エネルギー発電所の最適な運用管理に関するケーススタディを紹介する。

- (1) 2 つの計画された風力発電所、太陽光発電所、および既存の貯水池ポンプを備えた揚水発電所（AltoRabagão）間の系統接続（すべて同一の系統）による 3 つの異なる再生可能エネルギー技術で構成されるハイブリッド発電所。
- (2) 計画された風力発電所と既存の水力発電所（Vila Nova）間の接続による、2 つの異なる再生可能エネルギー技術で構成されるハイブリッド発電所。なお、両方とも同一の系統に接続されている。

降雨量が多い地域であるポルトガル北部のカヴァド川にある 2 つの既存の水力発電所（AltoRabagão と Vila Nova）を対象とした分析では、2 つ以上の発電技術が同一の系統に接続した場合の経済的影響が評価された。

これらの研究の目的は、既存の高電圧網へ他の再生可能電源を接続することによる利用の評価であった。これらは現在、言及された各貯水池の水力発電に関連付けられ、排他的にリンクされている。

(1) のケースでは、2 つの計画された風力発電所（合計 60MW）と既存の揚水発電所（66MW）、太陽光発電所（20MW）で構成され、風力発電を優先するハイブリッド発電である。ハイブリッドにより生じる新たな不都合により、溢水、市場機会の喪失、および発電の延期により、水

力発電所に損失をもたらす可能性があることが分かった。ただし、これらの損失は、考慮される水文条件、風力発電や太陽光発電、卸電力市場価格の変動によって大きく異なる。

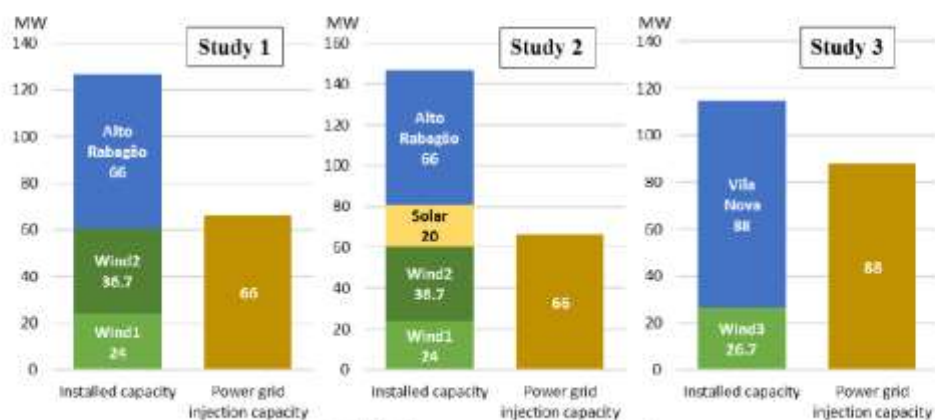
(2)のケースでは、計画された風力発電所（27MW）と既存の水力発電所（88MW）で構成されるハイブリッド発電所である。このケースでは、ハイブリッドにより生じる新しいオペレーションが必ずしも水力発電所に利益損失をもたらすとは限らないと結論付けることができた。



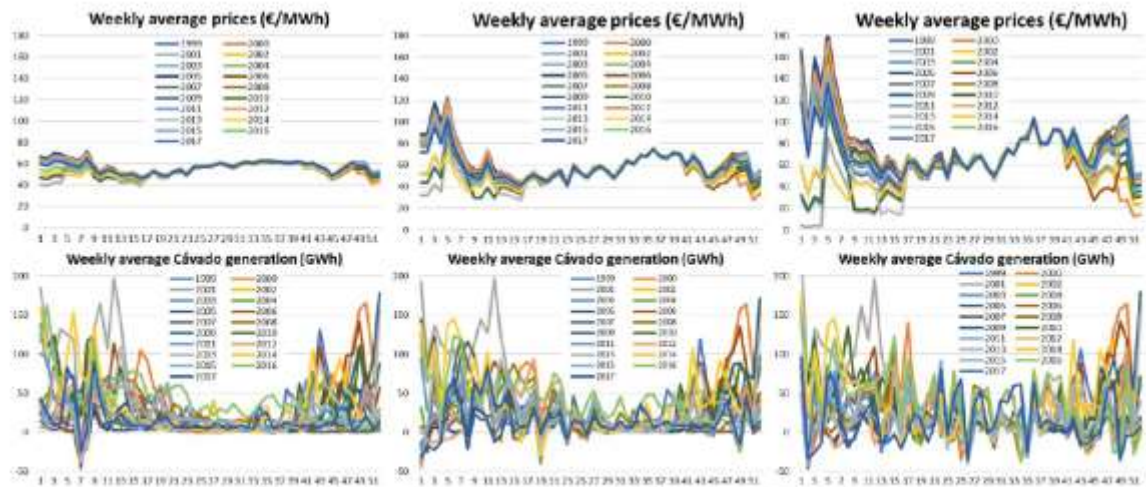
プロジェクト位置図

	Capacity (MW)	2020	2030	2040
Study 0	Base study	AR: 66; VD: 90	AR: 66; VD: 90	AR: 66; VD: 90
	Maximum: AR: 66 MW			
Study 1	AR(66)+Wind1(24)+Wind2(36.7)	126,7 MW	126,7 MW	126,7 MW
Study 2	AR(66)+Wind1(24)+Wind2(36.7)+Solar(20)	146,7 MW	146,7 MW	146,7 MW
	Maximum: VD: 90 MW			
Study 3	VD(90)+Wind3(26.7)	116,7 MW	116,7 MW	116,7 MW

Table 1. Simulation studies developed



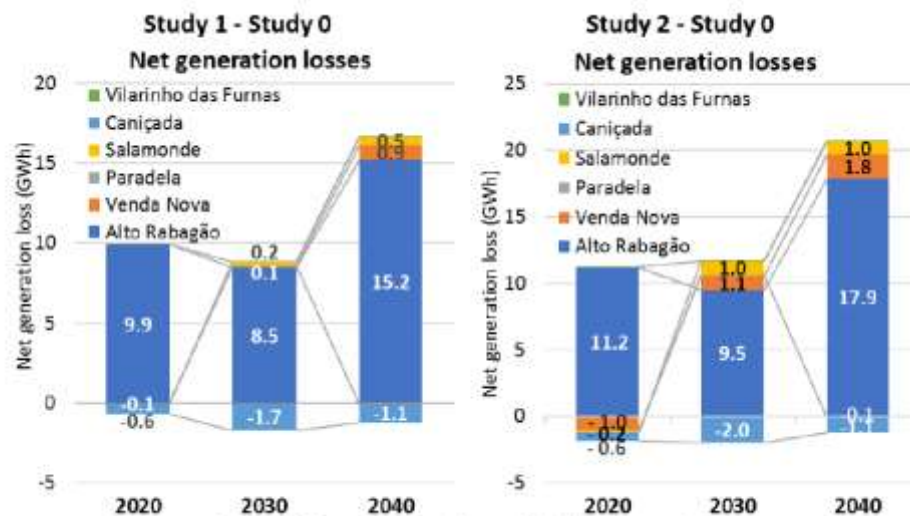
各プロジェクトの最大出力



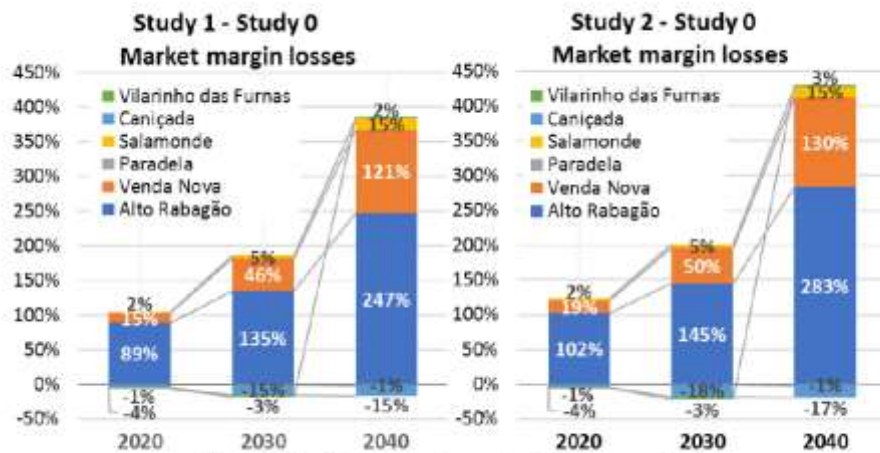
週別平均市場価格と発電量の相関



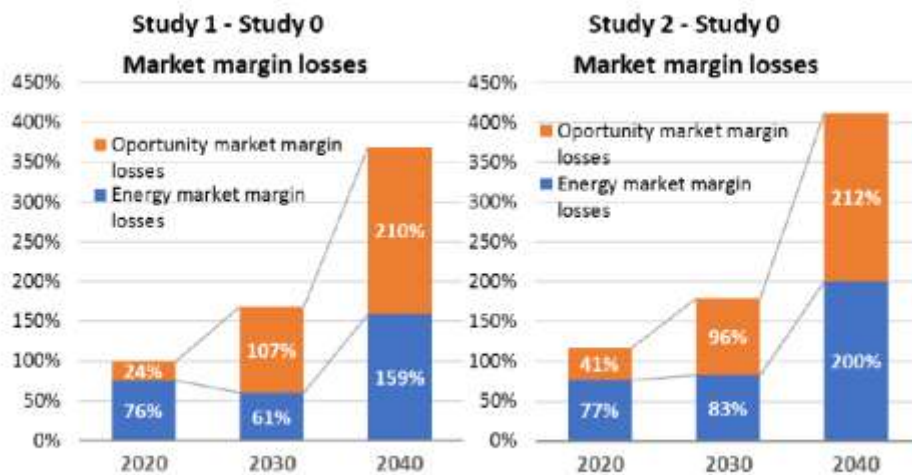
系統に投入された発電量と風力による発電量の相関



水力による発電ロスの総量



水力による利益見込み



元々の市場利益損失

結論

ポルトガル（そしておそらくスペインでも）の風力発電所と水力発電所の接続は、送電網に制限がある場合、電力システムの拡張ニーズに対応する解決策の1つである。ただし、これらの接続が水力発電所の市場利益の損失を引き起こすことを評価するには、それぞれの状況に応じた分析が必要である。

このケーススタディでは、Alto Rabagão（66 MW）にある2つの風力発電所と太陽光発電所の接続により、カヴァド川水系の電力システムに制約が発生する可能性がある。特に、Alto Rabagão と VendaNova において、より高い確率で発生する。

風力発電所の接続によるカヴァド川水系での利益における差異は、水文条件、風力発電、市場価格によって大きく変動する。

Wind3 風力発電所（26.7 MW）を Vila Nova 発電所に最終的に接続しても、空き系統への接続点が利用されるため、発電ロスが生じない。

3) Potential of retrofitting non-powered dams to hydropower production - N. R. Fjoesne; T. H. Bakken, Norwegian University of Science and Technology, Norway (非発電用ダムの有する水力ポテンシャルの検証)

世界の多くのダムと貯水池は、水力発電以外の目的で建設されている。再生可能エネルギーと環境にやさしいソリューションへの注目が高まる中、水力発電は大きくて柔軟な量のエネルギーを生み出すことで賞賛されたが、周囲の自然環境に悪影響を及ぼしていると批判された。非発電用ダム（NPD）の水力発電ユニットを備えたダムへの改造は、新規のダムと発電所の建設と比較するとわずかな改造しか必要としないため、国の水力発電容量を増強するためには明らかに最優先の選択肢と見なされる。ただし、灌漑、家庭用水供給、またはその他の目的のために作られた貯水池には、それぞれ異なる規制がある。

したがって、さまざまな電力需要パターンへの適合性については、流域内の水収支を数年にわたって調査することにより評価する必要がある。既存の水需要は、現在の状態と同程度またはそれ以上に確保する必要がある、これらの需要を満たすためにダムから放出される水量およびその水力発電の可能性について評価することができる。

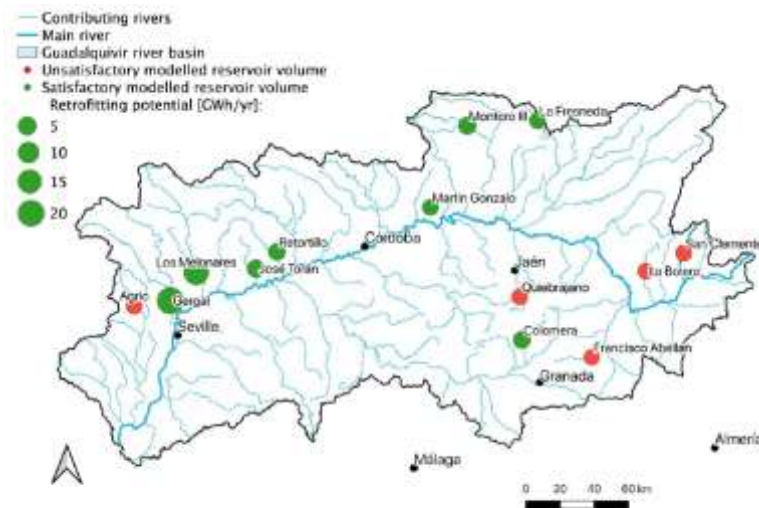
この調査は、非発電用ダム（NPD）の水力発電の可能性を実証することを目的としている。非発電用ダム（NPD）の改修による水力発電の可能性について具体的な数値を取得するために、この調査は、河川流域全体を考慮したケーススタディに基づいている。改修の投資コストを新しい水力発電プロジェクトやその他の再生可能エネルギー開発と比較するために、改修の可能性の経済分析が行われる。実施された経済分析により、5つのダムの改修は経済的に実行可能であり、他の再生可能エネルギー開発と競合することが判明した。この調査では、改造の課題を特定して提示し、さらに調査する対象を推奨している。



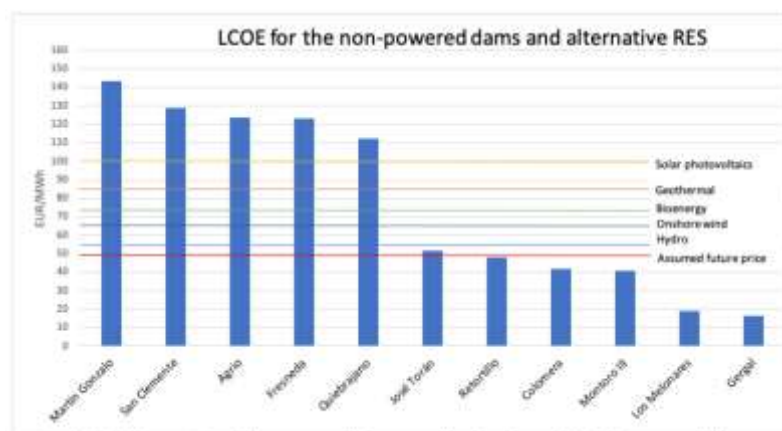
検討したノンパワーダムの位置図



検討期間中のノンパワーダムの貯水量の比較（実測と発電）



ノンパワーダムの発電可能性検討結果



ノンパワーダムによる水力価格と他の再生可能エネルギーの原価比較

結論

この調査では、タービン容量がダムからの過去の放流に適合し、現在の水需要がダムからの放流を促進する場合、グアダルキビル川流域の選択された非発電用ダムの年間平均水力ポテンシャルは 58GWh（合計出力 19MW）であることが判明した。

調査された 13 の非発電用ダムのうち 5 つは経済的に実現可能であり、正味現在価値の合計は 2018 年に 1370 万ユーロである。この調査の主な強みは、流域全体での既存の水の使用と、技術的な改修の可能性を評価するための経済的制約を考慮することである。うまくいけば、この調査の有望な結果は、既存インフラの隠れた水力発電の可能性により多くの注意を引き、したがって最小限の環境的および社会的影響で再生可能エネルギーの費用効果の高い供給源を促進することができる。

以 上