

2022, 2/24

日本防水工法開発協議会
冬季研究開発会議（オンライン）

未利用の小水力

小林 久

茨城大学・名誉教授

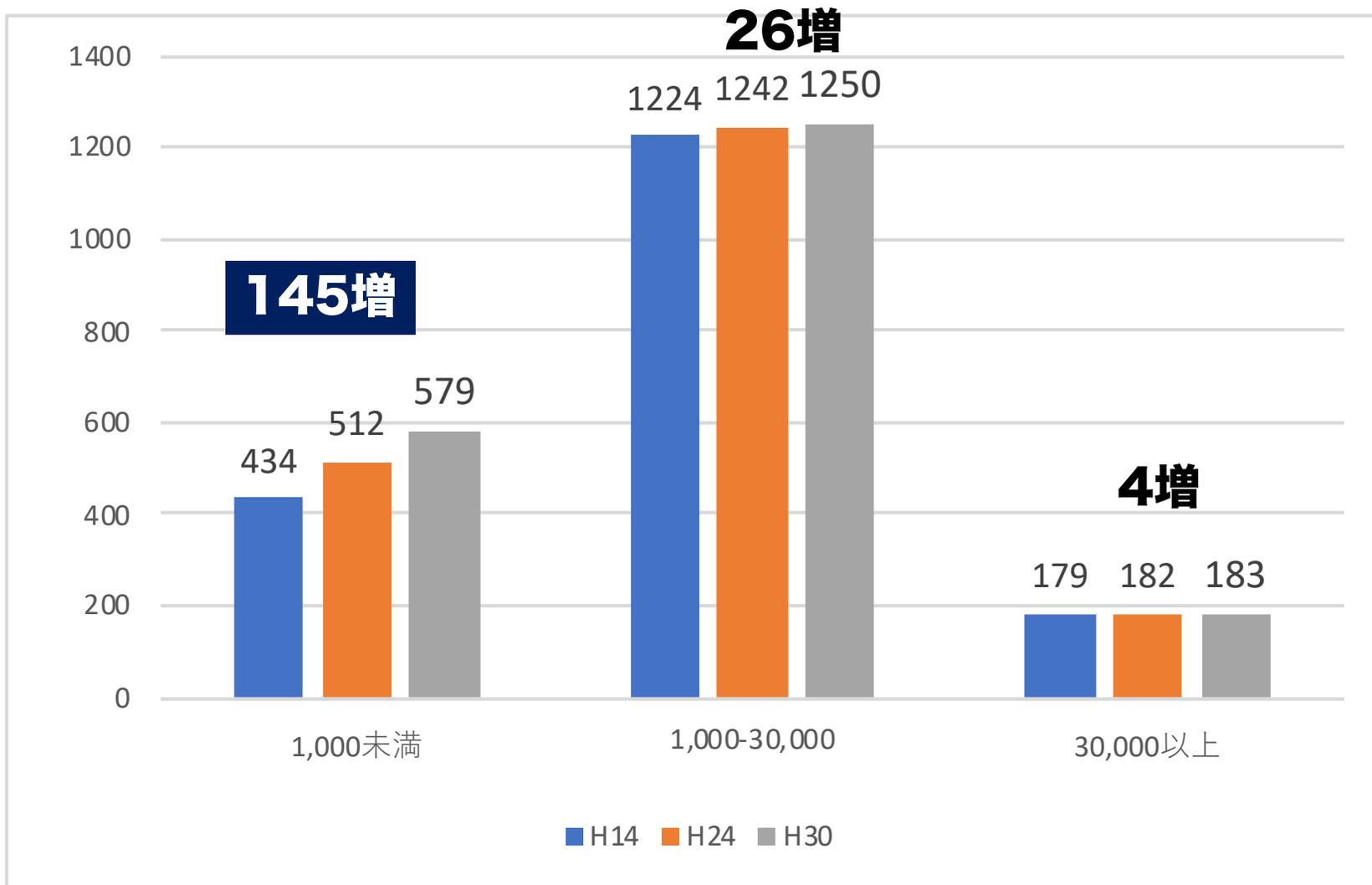
全国小水力利用推進協議会・理事

未利用 の水力

- はじめに（未利用の出力帯，経済性というメガネ）
- 一般的な未利用（エネ庁調査の対象）
 - 未利用の放流
 - 用水路の中の未利用落差
 - 余剰圧という未利用
 - 改めて，未利用の小水力を考える
 - ダムのムダ
 - 落差にムダはないか？
 - 流量にムダはないか？
 - 役割は限られるのか？（NPD，砂防ダムの河床固定）
 - 環境変化と新たな着眼による開発
 - インフラ整備がつくる開発適地
 - 期別の遊休容量を活かす（農業用水）／見落としていた未利用
 - 小流量・低落差という未利用／Water Energy Nexus
 - その他（稼働率という制約・・・）
 - 規制による開発制限
 - 取水管理のルール・技術による制約
 - 自然公園，保護・保全区域など（イギリスの事例）
 - 小規模という開発制約
 - 大規模建物の降水利用の可能性
 - 電力系統（容量）からの開発制約
 - 系統連系だけか？分散型エネルギーの可能性
 - 将来の水力開発オプションを遠望する —

未利用の出力帯

発電所数の変化（H14～H30）

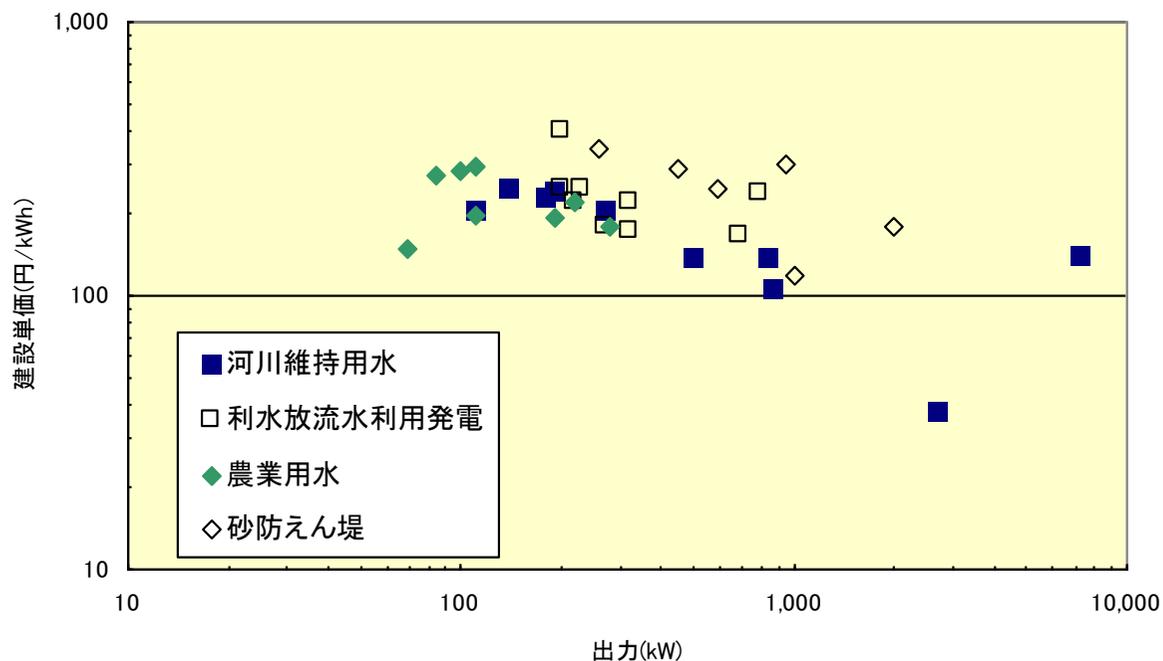


出典：資源エネルギー庁

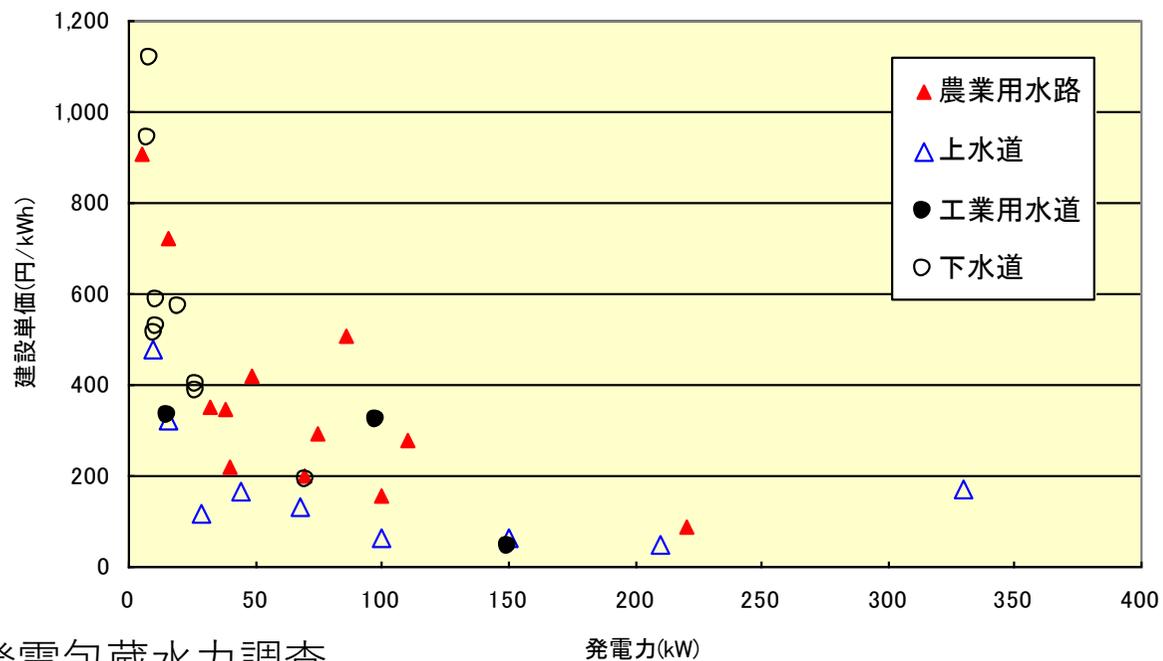
経済性というメガネ

発電施設単体としての経済性だけではなく、治水，利水，生態系保全，気候変動，地域づくり等とエネルギーを，水資源の循環過程の中で俯瞰する立場からの経済性で見れないか？

出力と建設単価の関係(ダム利用)



出力と建設単価の関係(水路利用)



出典：H20年度未利用落差発電包蔵水力調査

一般的な未利用

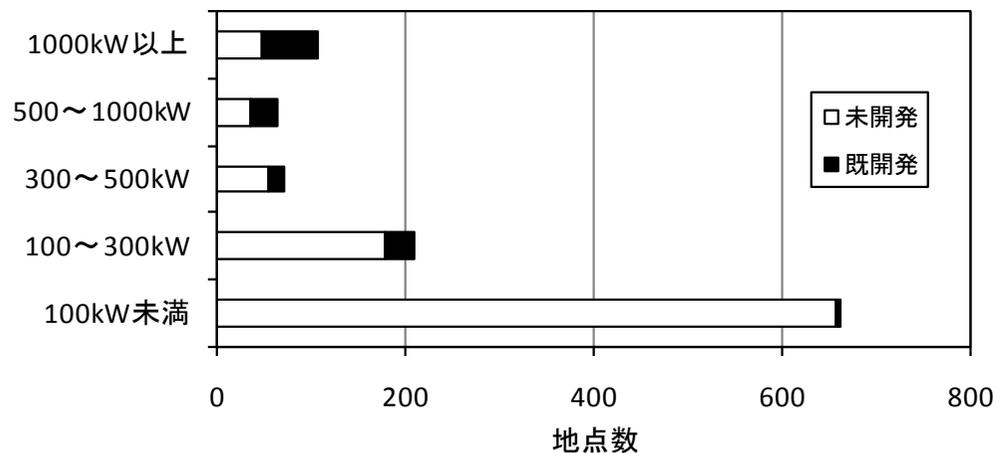
- 調査の対象（NEF, 2009, H20年度未利用落差発電包蔵水力調査）
 - ✓ 未利用の放流
 - ✓ 用水路の中の未利用落差
 - ✓ 余剰圧という未利用
 - ダム
 - 維持流量／利水放流／農業利水
 - 砂防ダム
 - 水路
 - 農業用水／工業用水／上水／下水

■地点数1,389, 総出力：33万kW（16.6億kWh）

調査結果

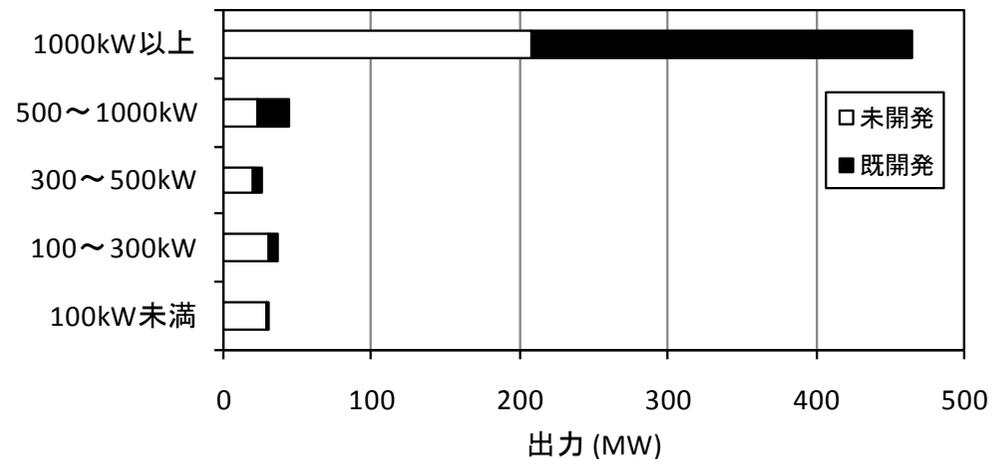
地点数

地点数の分布 (ダム利用)

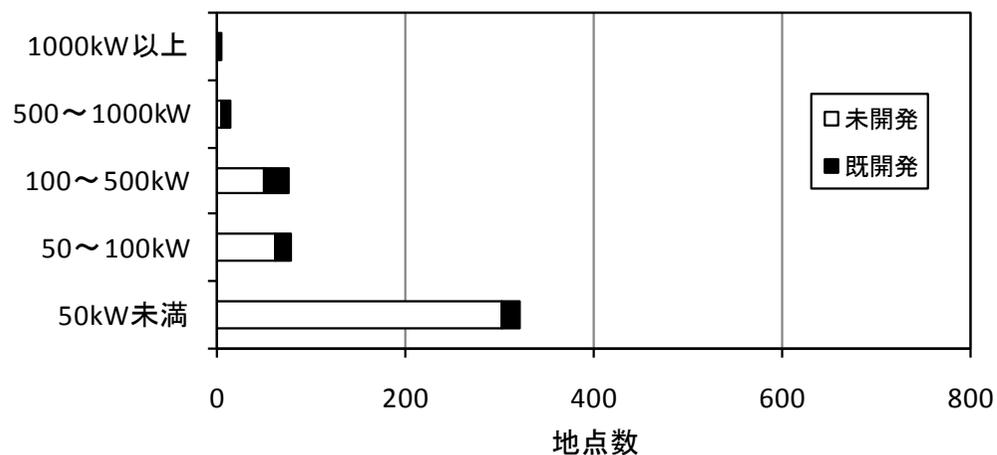


出力

出力の分布 (ダム利用)



地点数の分布 (水路利用)



出力の分布 (水路利用)

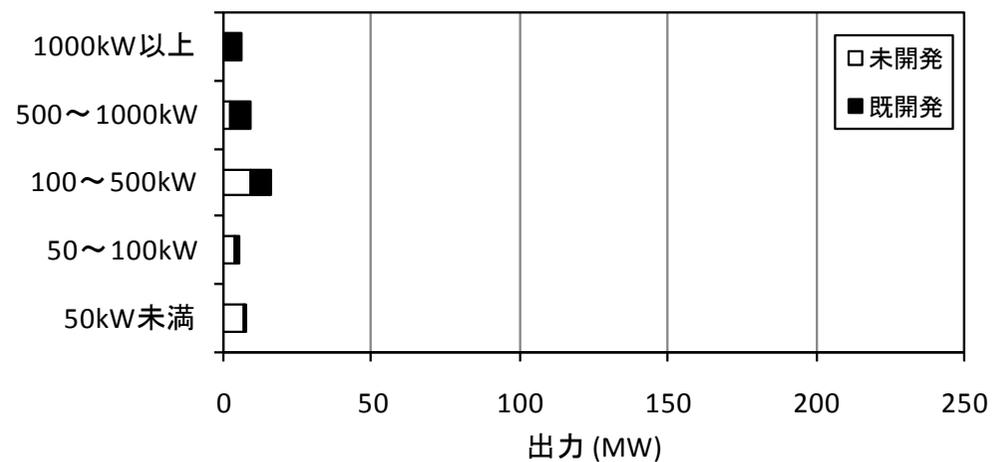


図 1.3 未利用落差発電包蔵水力 規模別地点数

図 1.4 未利用落差発電包蔵水力 規模別出力

改めて、未利用の小水力を考える

ダムのもた

■ 落差をムダにしているか？

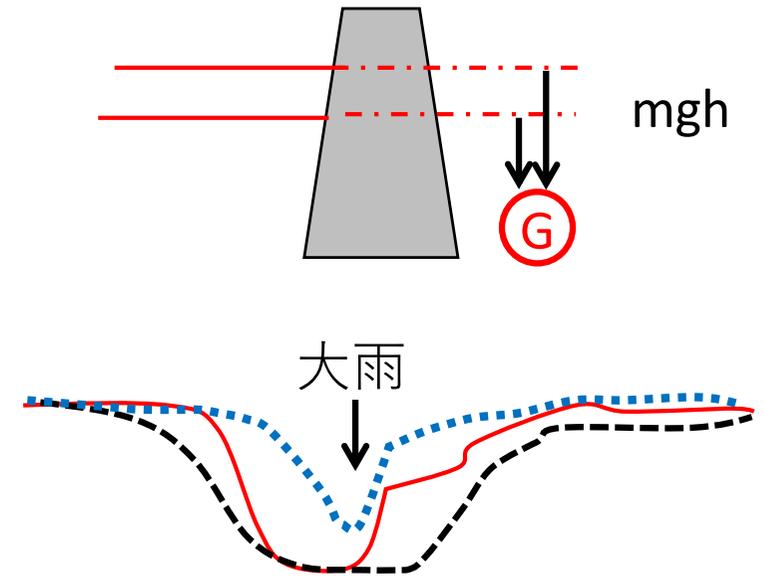
- ダムの貯水位を高く保つ→発電出力増
[ダムの高水位運用] [可変発電]

■ ムダな放流をしていないか？

- ダムの貯水位を高く保つ→発電出力増
[引水による発電電力量増] ,

■ 使える施設をムダにしているか？

- 農業用水施設 / 上下水道施設 / 砂防ダム . . .
[導水路の未利用落差] [遊休落差利用]



既存インフラを活用した再エネ普及加速化事業（環境省）

目的

既存インフラ等を活用して系統制約を克服，再エネ普及を拡大する方策を検討する。

検討内容

- ダムを活用した水力発電事業化検討
- 砂防堰堤を活用した水力発電事業化検討
- 既存インフラ活用による系統制約の解消に関する調査
- 地域エネルギーマネジメントのあり方

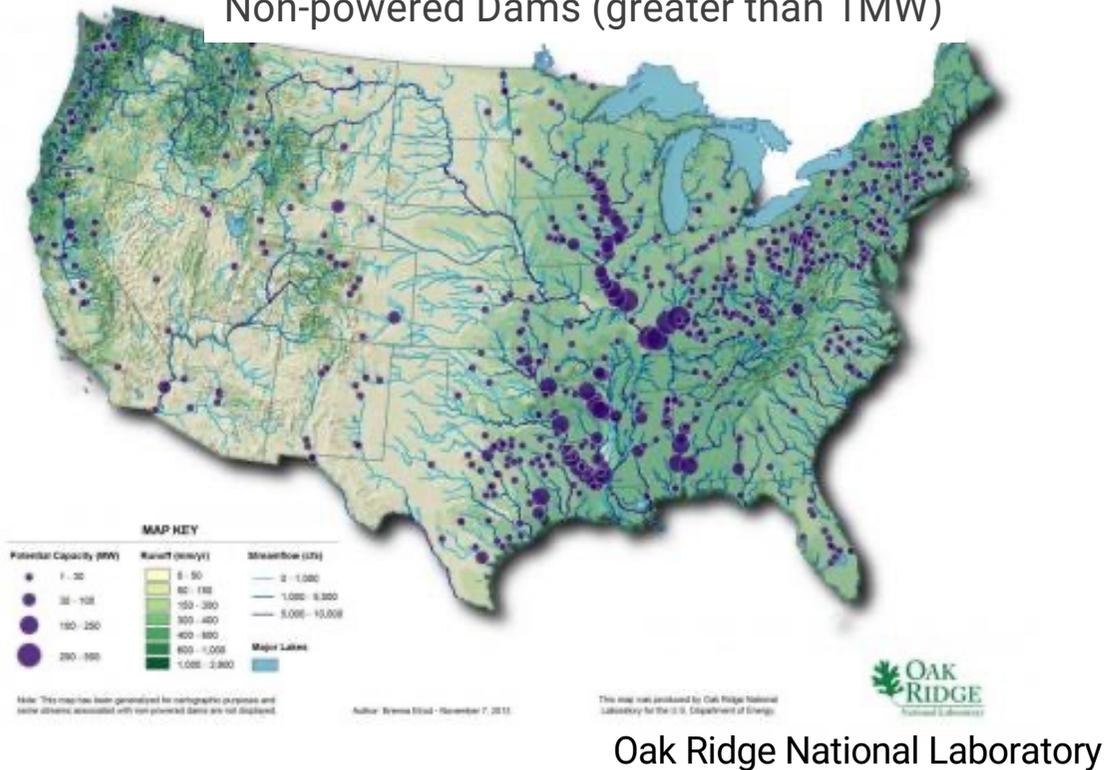
例えば，

- NPDの開発は可能か？
- 落差にムダはないか？
- 流量にムダはないか？
- ダムの役割は固定か？（砂防ダム）

NPDの開発

未開発の水力

US Hydropower Potential from Existing Non-powered Dams (greater than 1MW)

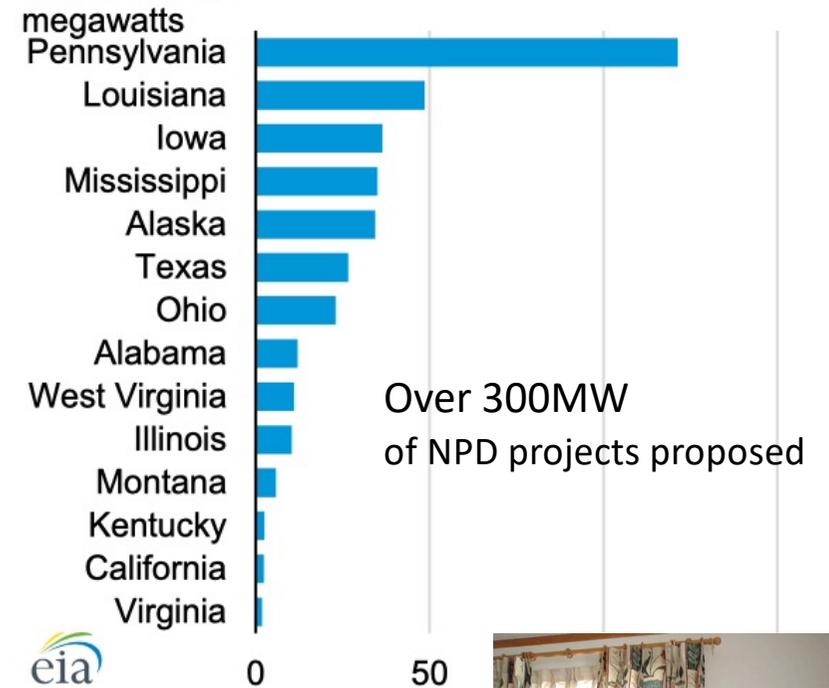


NPDs have 12,000 MW of potential capacity

U.S. Department of Energy(2012), An Assessment of Energy Potential at Non-Powered Dams in the United States

アメリカ, NPDの発電可能性

Planned capacity of nonpowered dam conversions



出典: US Energy Information Administration
Nonpowered dams can generate hydroelectric dams for energy



環境変化と新たな着眼

環境の変化が可能にした開発

- インフラ整備がつくる開発適地（馬口川）

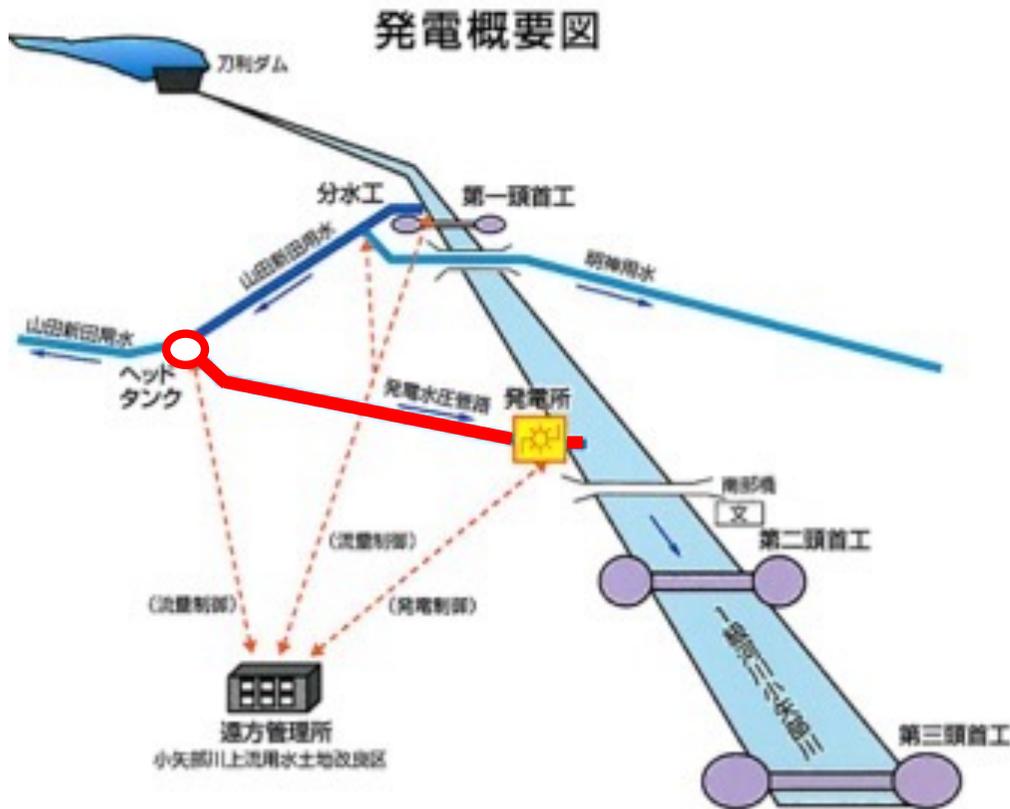
新たな着眼による開発

- 容量の空き時間を活かす（小貝川）
- 見過ごしていた未利用（このき谷）

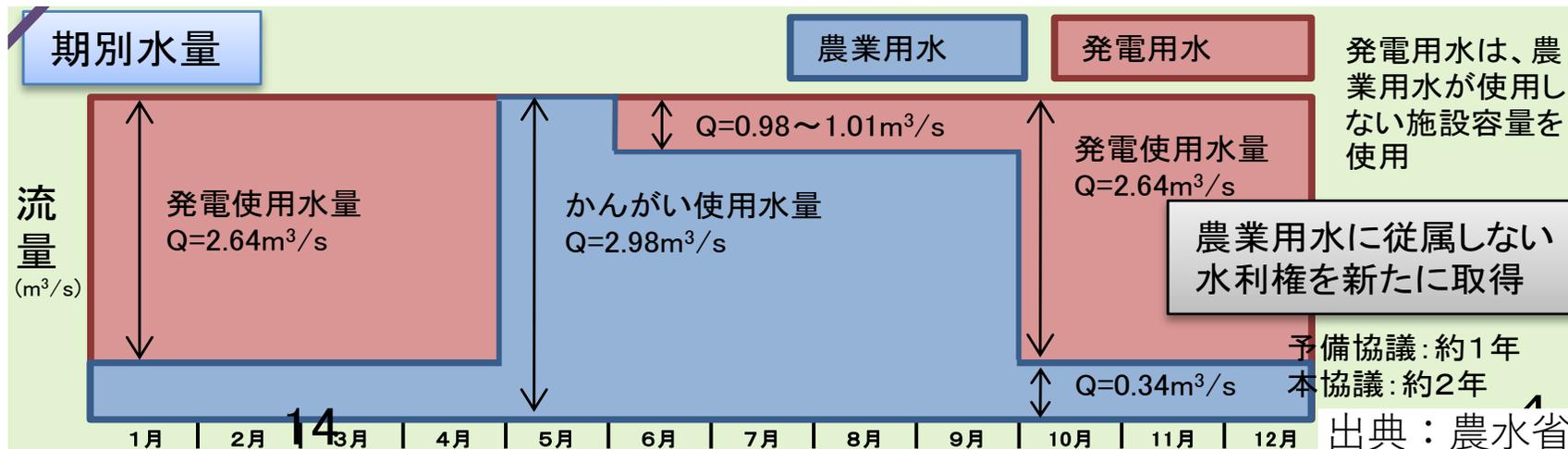


<http://j-water.org/news3/1735/>

容量の空き時間に着眼 (山田新田用水発電所)



出力：520kW
 最大使用水量：2.64m³/s
 落差：25.2m
 水車：フランス
 発電機：横軸かご型三相誘導発電機



見過ごしていた未利用 (このき谷発電所)



出典：J-Power発表資料

最大使用水量：3.22m³/s

有効落差：7.4m

最大出力：199kW



小流量・低落差という未利用

- ▶ 未利用落差調査でも落差1.5m未満，100kW未満（Phase I）は対象外
- ▶ 開発適地の考え方の拡大

欧州では，落差と流量のバランスのよい地点は開発し尽されたため，落差と流量のバランスが悪い高落差・小流量（ペルトン水車の領域），低落差・大流量（軸流水車の領域）の水車発電機器の開発・導入が進んでいる。

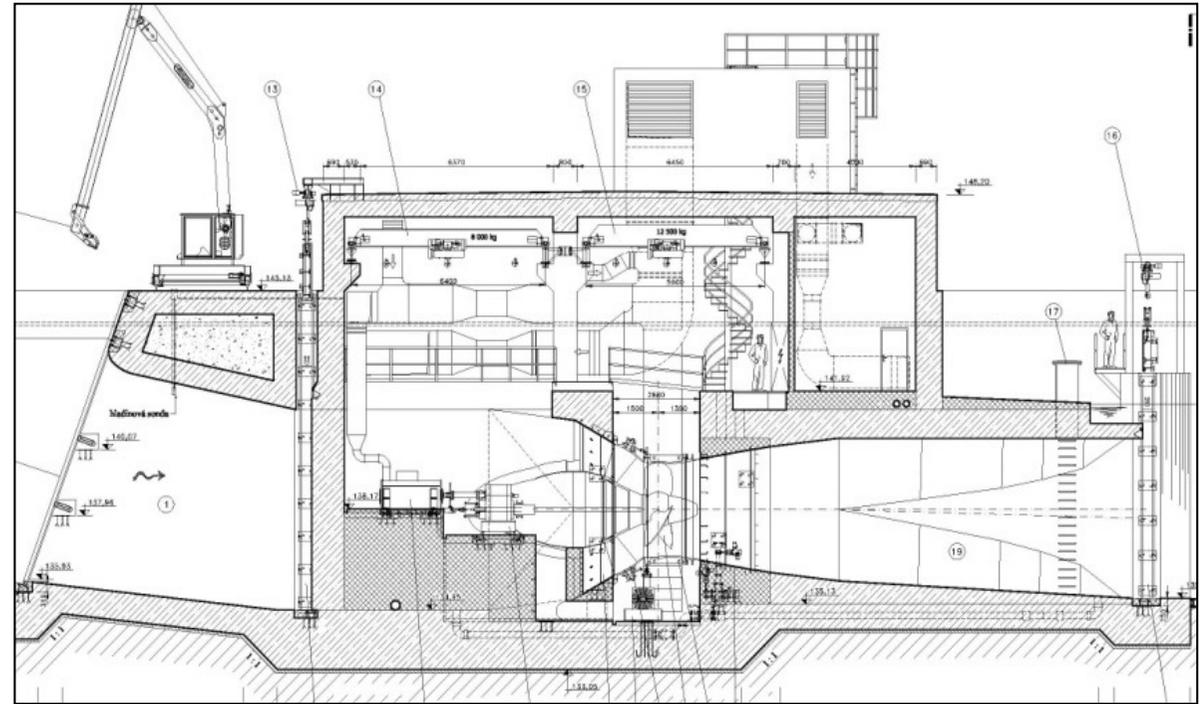
低落差を多段で利用



落差1mを利用



低落差・大流量



最大出力	2,648kW (水車出力)
最大流量	160m ³ /秒
有効落差	1.9m
河川名	エルベ川 (ラベ川)
水車型式	ピット形チューブラ水車
水車発電機台数	4



高落差・小流量



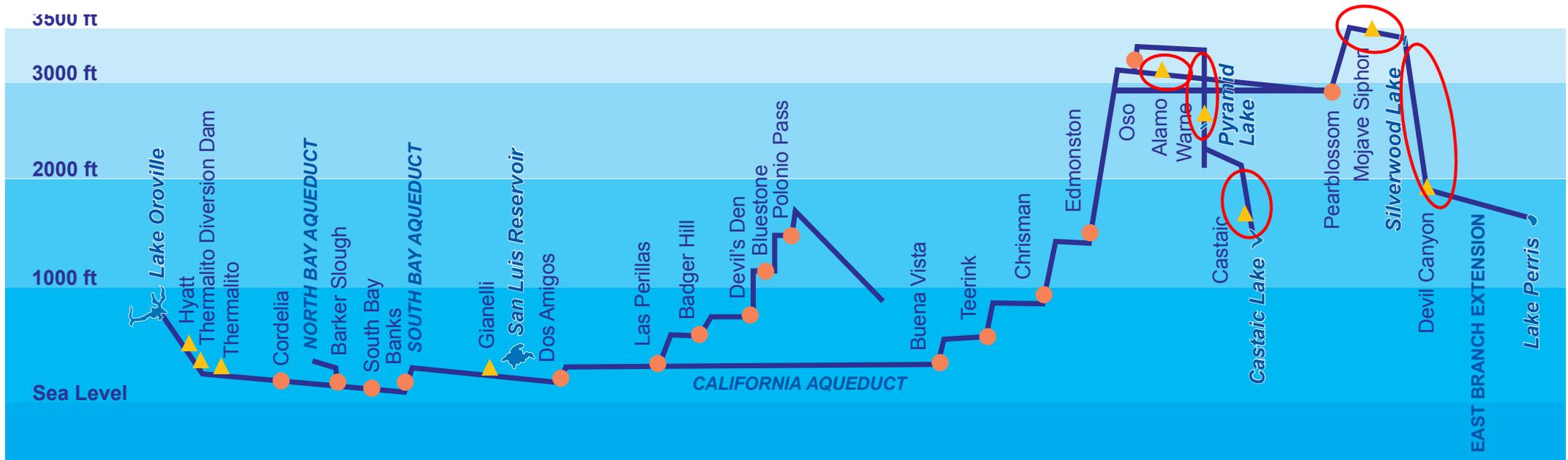
立軸ペルトン水車
(写真：(株)イズミ)



オーストリア，チロル地方
水道水源→受水槽手前に設置され発電設備

使用水量：0.04m³/s
落差：258.0m
出力：92 kW

Water Energy Nexus



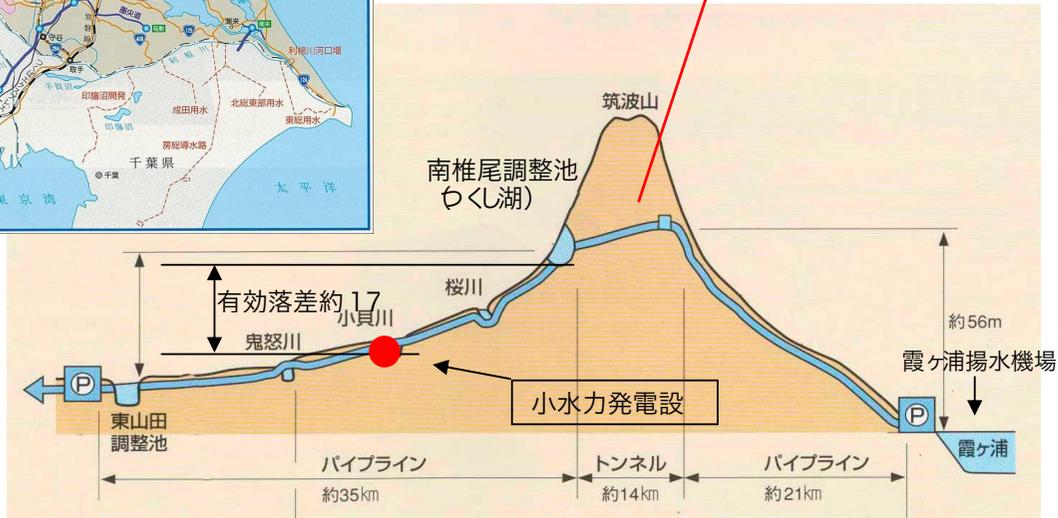
電力消費：10,000 GWh／年

発電量：6,500 GWh／年 (総出力3,000 MW)

出典：SWPパンフレット

- 27 百万人のカリフォルニア住民と 750,000 エーカーの農地への水供給
- 総延長約 700 マイルの幹線水路，トンネルとパイプライン
- 貯水施設 36，ポンプ場 21，発電所 5，pumping-generating 施設 5

トンネル延長：14,200m
 EL52.5m→46.1m (1/2,000)



小貝川発電所

最大出力	110kW
有効落差	17.372m
使用水量	0.769m ³ /s

稼働率という制約を超える
1日数回、計10時間以下の放水を利用



運河の水を
横取り

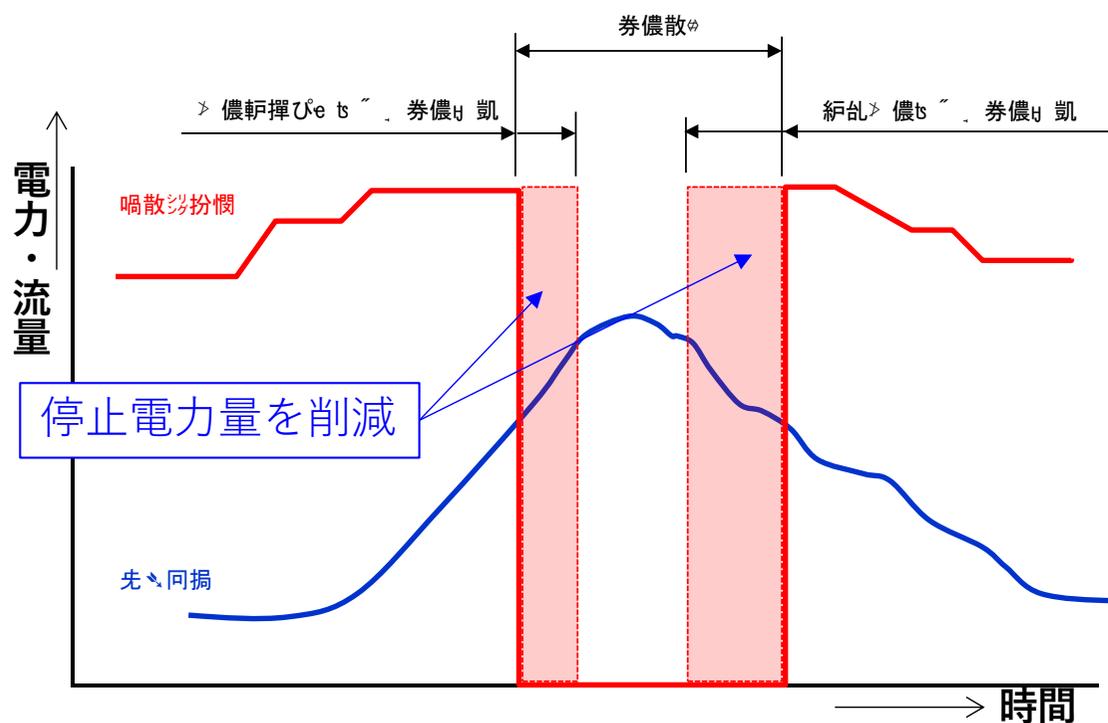
© 2013 Google

© 2009 GeoBasis - DE/BKG

131 m

規制による開発制限

- 取水管理のルール・技術によるムダ
- 自然公園，保護・保全区域など（イギリスの事例）



出典：水力発電懇話会資料

小規模という開発制約

大規模建物の降水

【例】面積 2000m^2 ，高さ 10m の屋根のある建物で考える。

年間降水量 $1,800\text{mm}$ のうち 75% が使えるとすると，
総水量： $2,700\text{m}^3 \rightarrow 50\sim 60\text{kWh}$ (20万kJ)

- 10KW で5-6時間稼働
 - • 1桁，2桁大きくなると考えてもよい？
 - • 地形の高低差が使える用地の可能性は？

蓄電池の一部として水力の上げ下げを組み込む
(降水分は純生産)

- PVと組み合わせて高価格時間帯を自家生産でカバー
例えば，PV余剰でポンプアップ
 - PV: 余剰 20kW を4時間
 - 夕方のPV電力不足を水力 10kW で，2-3時間補う

おわりに

小水力は、水密、止水を求める施設が少なくない。

機械設備からの油類の流出も防ぎたい。

防水技術と少なからず関わりがある。

ご静聴，ありがとうございました。