

# ピコ水力並びに低落差発電の現状と 今後の展開

田中水力株式会社

鈴木 秀紀

2012-9-6

# 今なぜピコ発電・低落差発電か

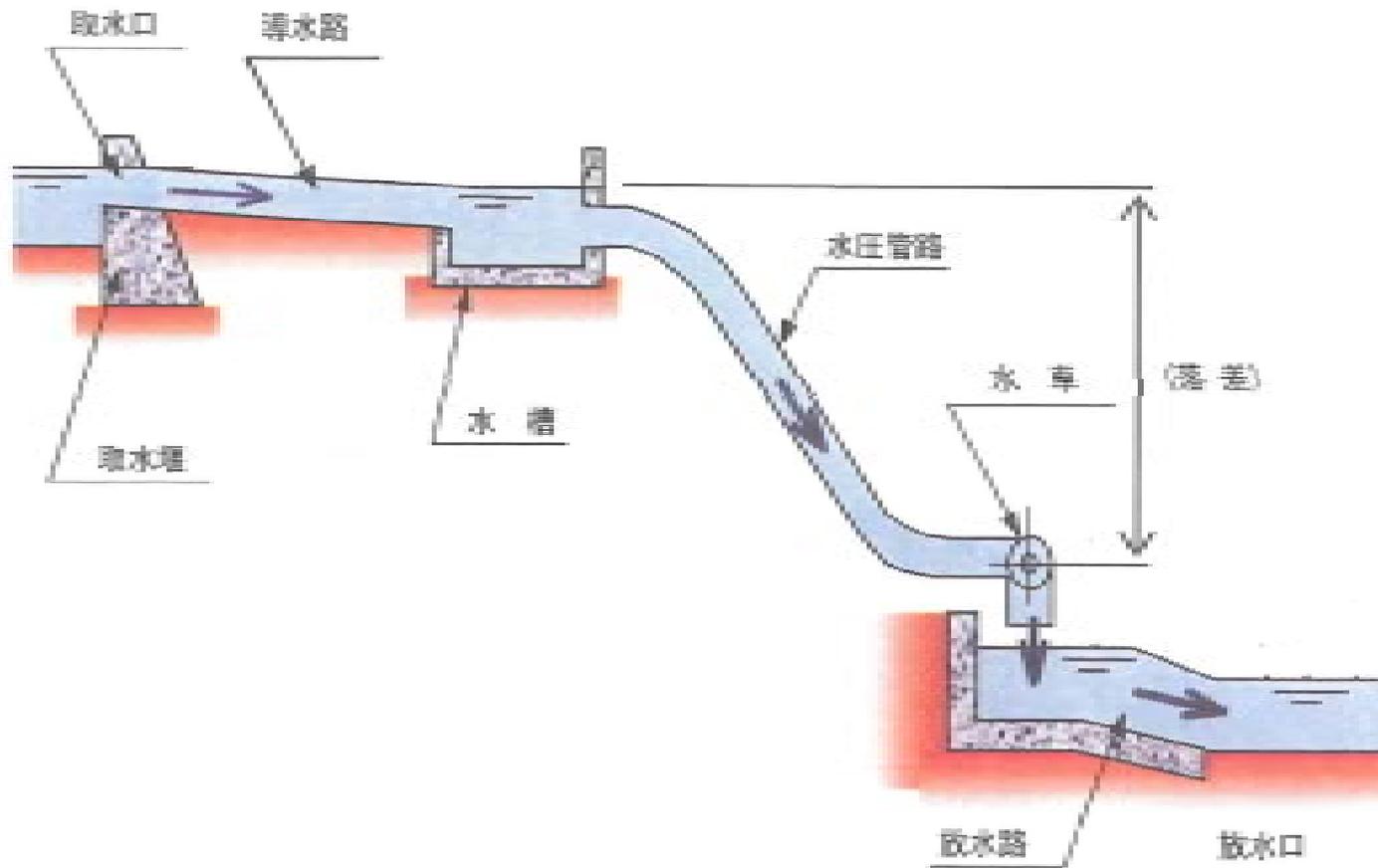
- 再生エネルギーの有効活用
- クリーンなエネルギー
- エネルギーの地産地消
- 地方の活性化
- 大規模地点の枯渇
- 農業用水路の有効利用

# 出力の範囲

小水力発電 (Small Hydro)	10,000kW以下
ミニ水力発電 (Mini Hydro)	1,000kW以下
マイクロ水力発電 (Micro Hydro)	100kW以下
ピコ水力発電 (Pico Hydro)	10kW以下

注:明確な定義はない

# 水力発電の仕組み



# 発電出力は落差と流量で決まる

理論出力P(kW) =

$$9.8 \times \text{有効落差}H(\text{m}) \times \text{使用水量}Q (\text{m}^3/\text{s})$$

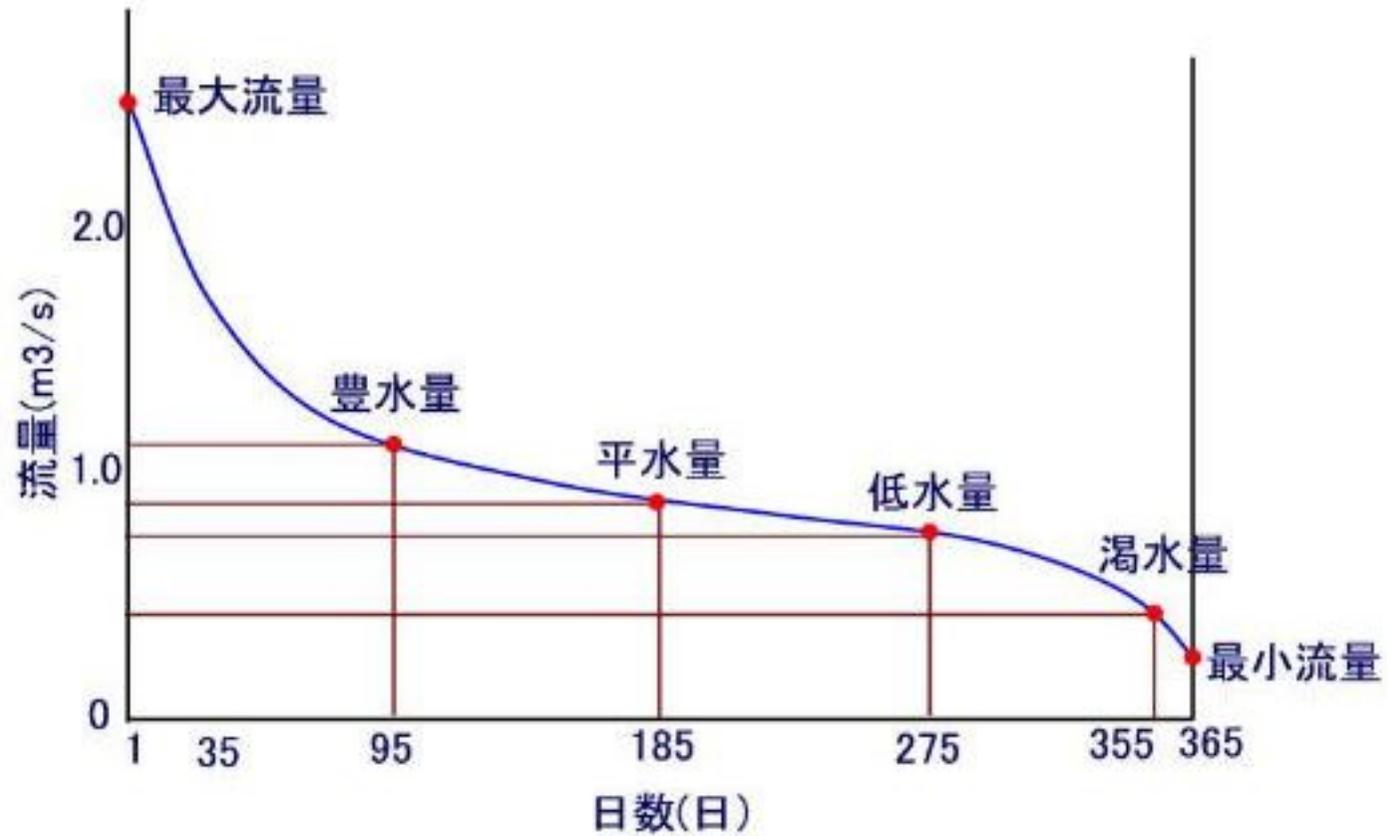
毎秒であることに注意

実用的には

$$P(\text{kW}) = 9.8 \times H(\text{m}) \times Q (\text{m}^3/\text{s}) \times \text{効率}$$

( =0.6 ~ 0.8)

# 流況曲線



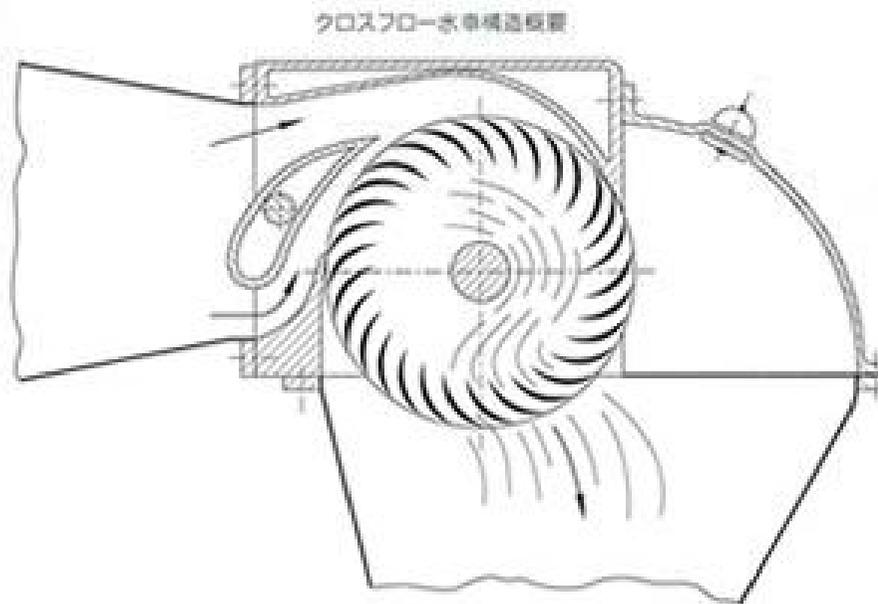
# 水車の種類

衝動水車 { ペルトン水車  
ターゴ水車  
クロスフロー水車 (JEC-4001に規定)

反動水車 { フランシス水車  
プロペラ水車 { デリア(斜流)水車  
カプラン・チューブラ水車  
ストレートフロー水車等

その他(解放型) 螺旋水車・上掛・胸掛・下掛等

- クロスフロー水車(Cross Flow Turbine)



- 適用範囲  
有効落差: 2 ~ 60m  
流量: 0.04 ~ 10m<sup>3</sup>/s

# ピコ水力発電装置

ピコ水力発電設備装置

## Tanaka Eco-Hydro Unit (TEH-1)

クリーンな電気エネルギーの地産・地消に  
役立つ水力発電装置を提供します。



 田中水力株式会社

〒252-0003 神奈川県座間市ひばりが丘 5-18-34

TEL 048-251-8511 FAX 048-251-8749

Email [eco-energy@tanasui.co.jp](mailto:eco-energy@tanasui.co.jp)

[www.tanasui.co.jp](http://www.tanasui.co.jp)

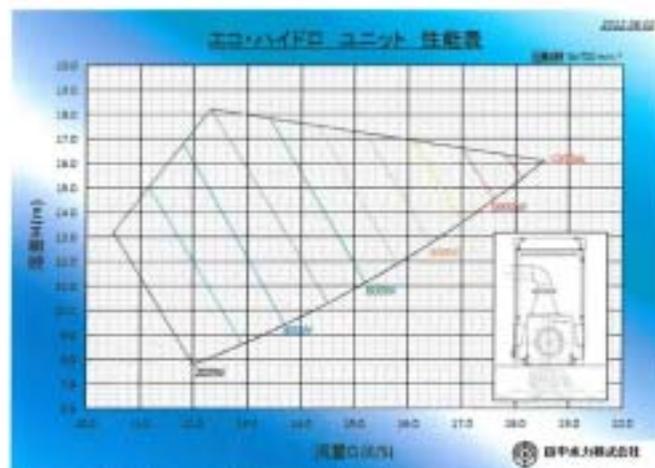
### 独立電源用途

「利用しやすい水」・「許可がいらないこんな水」がお薦めです(一例)

- ◆ 敷地内の湧水で発電し、敷地内で利用する。
- ◆ 既存の他目的の水利用者と共同で発電に取り込む(例: ビル屋上よりの水冷却水)
- ◆ 家庭用一般電源、街路灯用電源、養魚場用電源、農業用電源(温室、防露ファン、園芸用照明、他)
- ◆ 融雪電源、電気自動車充電用電源等。

### ・機器特徴

1. 水車本体-発電機-パワコンを収納したユニット品です。水車機器はアルミ製とし軽量化を図った結果、人力で設置場所まで運搬可能です(寸法: 600×600×1050・重量: 210kg)
2. 発電機アウターローターが回転します。外側に取付た羽根がFANとなり、ユニット内温度を下げ、パワコン自体の発熱を保護します。さらに屋外式ユニット筐体面に遮熱塗装により、表面温度を下げ騒音を抑えます。



・発売予定 : 8月中旬 予定価格: 220万円 (現地工事別)

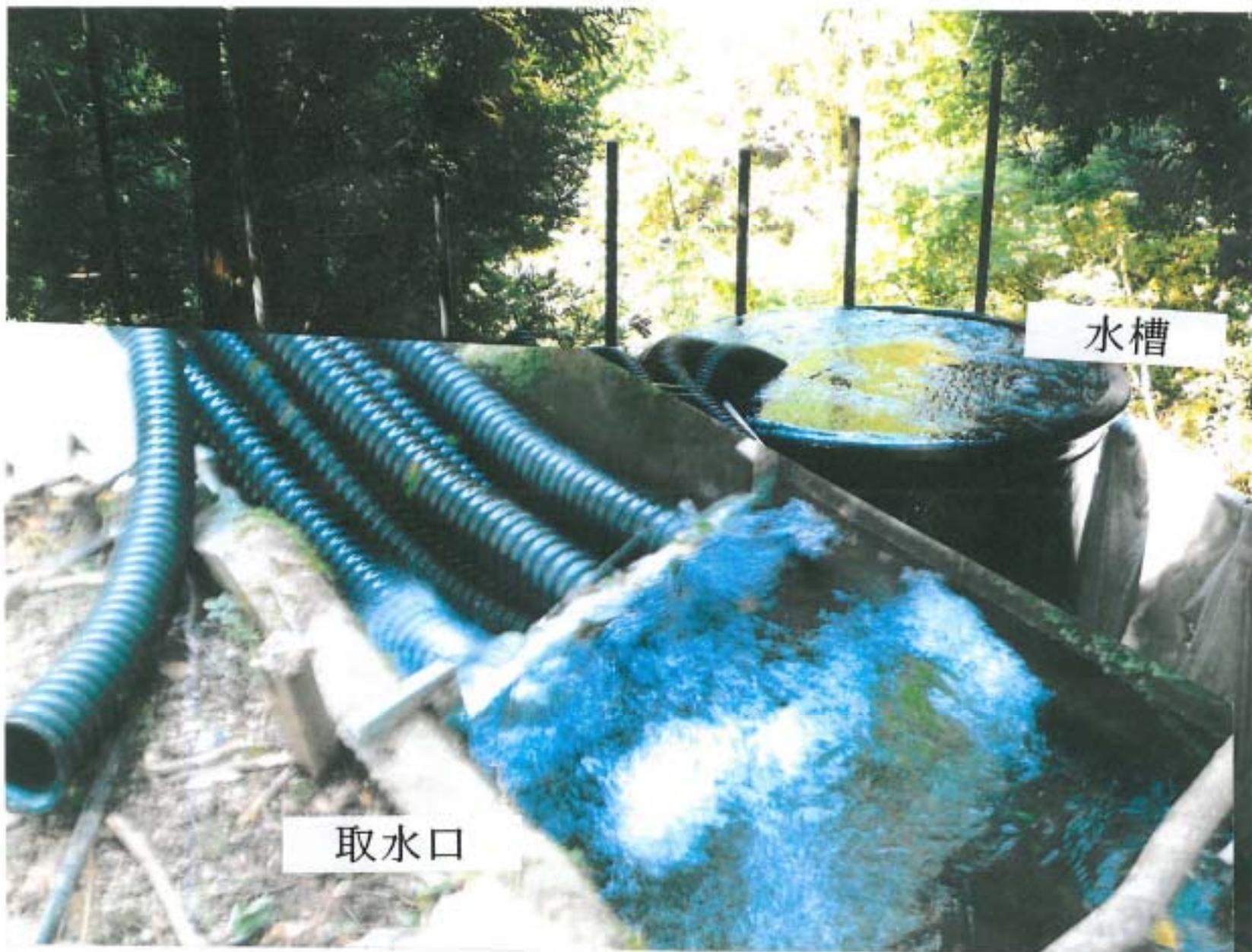


エコ・ hidroユニット試験(最大0.8KW発電)  
2011年2月 東京海洋大学水力実験室



エコ・ハイドロユニットフィールド連続試験(0.4KW発電)  
2011年11月～三峰川電力(株)殿構内





水槽

取水口

# 低落差發電水車

## 小水力発電

# 地球10周分にも及ぶ「農業用水路」を活用した小水力発電

〔出典〕日本水土総合研究所  
農業農村（平成23年3月発行より）

### ●現状と課題

我が国の基幹的農業用排水路の総延長は、4.5万kmであり、さらに中小規模の農業用排水路を含めると延長は、地球10周分の距離に相当する約40万kmにも達します。これら農村地域における水路の豊富な落差や流水のエネルギーを電力に変換する水力発電が有効です。水力発電は発電過程においてCO<sub>2</sub>を排出しないため、火力発電と比べて大幅なCO<sub>2</sub>削減効果が期待できます（2008年時点での年間約7,000トンのCO<sub>2</sub>削減効果）。

また、農村地域活性化のための電力の生産地場の混同が可能となり、農業用施設の維持管理費削減（ポンプやゲート操作を行う農業水利施設への電力利用）、農村地域の災害対策（大規模災害により孤立する可能性がある集落への非常用電源の確保）、農業生産の向上（鳥獣害防止柵等の農業生産への活用）、施設対策（公園や集落周辺の防犯灯などの施設対策）に活用できます。

### ●農村における小水力発電の実態

#### （1）落差利用型水力発電のポテンシャルの推定

農林水産省と資源エネルギー庁の協同調査によると、農業用排水路の落差を利用した理論発電電力は、5.7億kwh/10kw以上の規模を対象と推定されています。

一方、新設北地区、渡辺瀬川地区、藤上川地区の3モデル地区の基幹的排水路で10kwh以上の発電が可能な地点数を試算したところ、31.6億kwh/km（0.35地点/km）となり、この数値を用いた基幹的排水路4万5千kmのポテンシャル量は、14.2億kwh（15,750地点）と推定できます。

また、約40万kmの全ての農業用排水路の落差を利用する全ポテンシャルは、最大10億の5.7億kwhと推定されます。総発電の発電量は0.6億kwhであり、具体的な設置箇所等の検討が課題です（図4）。

#### （2）流水利用型水力発電の活用

落差を必要としない流水利用型発電方式（図5）の開発により、相当規模の発電ポテンシャルが期待されます。発電量を利用できる発電の高効率化など、流水利用型水力発電の更なる技術的進展が課題です。



図4. 農業用水発電ポテンシャル

資料：農林水産省・資源エネルギー庁の協同調査「農業用水路の落差を利用した理論発電電力」(2008年) 国土交通省「農業用水路の落差を利用した理論発電電力」(2008年) 国土交通省「農業用水路の落差を利用した理論発電電力」(2008年) 国土交通省「農業用水路の落差を利用した理論発電電力」(2008年)

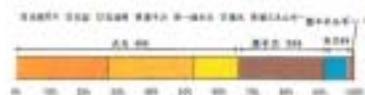


図5. 我が国の発電構成

出典：平成20年度エネルギー白書を基に作成

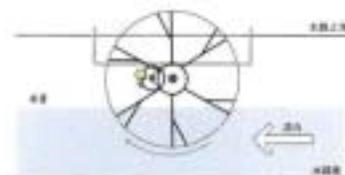


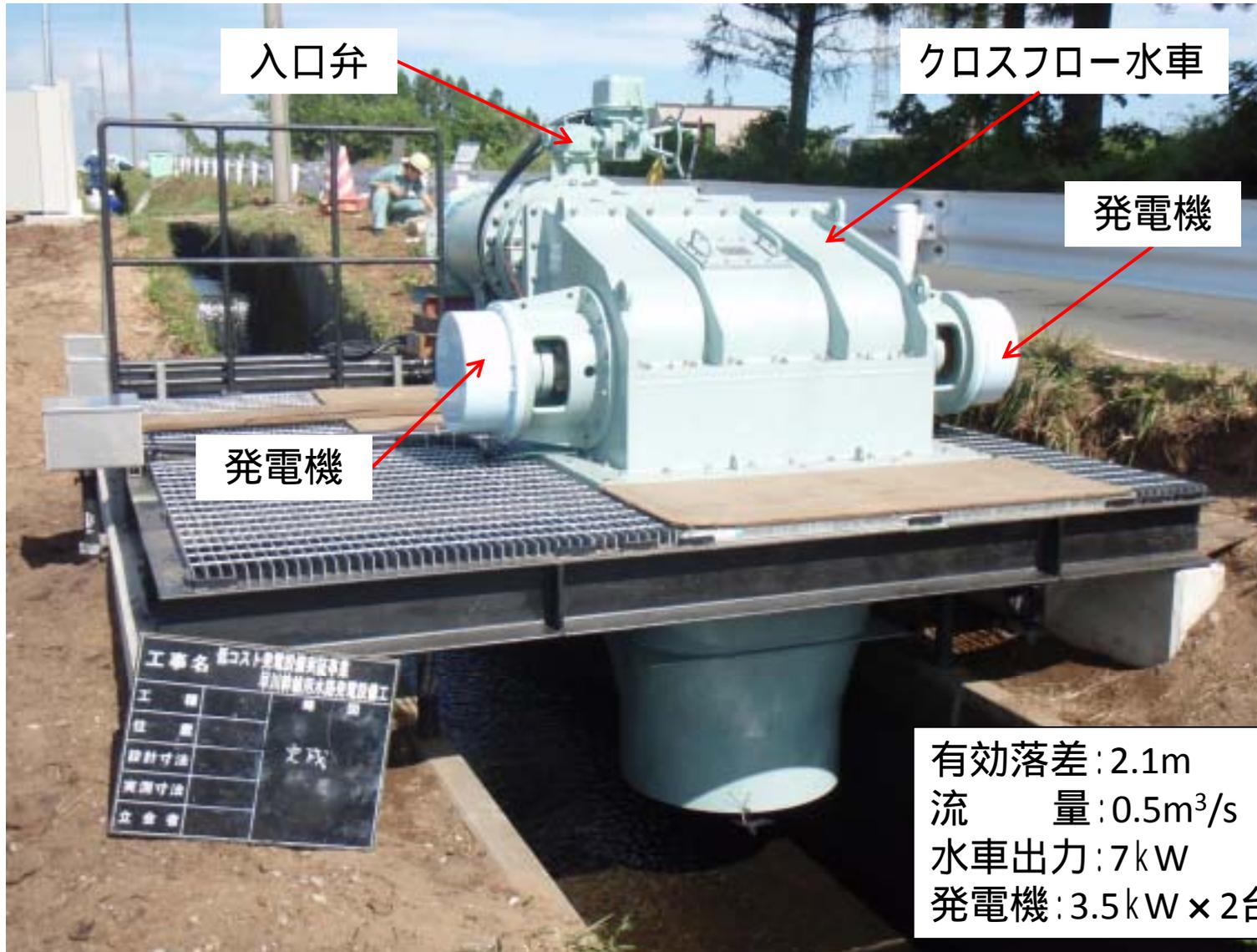
図6. 流水利用型発電の概念図



# 水車発電機設置前



# 水車発電機設置状況(1)



# 水車発電機設置状況(2)



# 盤および引込柱設置状況

配電線に連系  
(東北電力系統)

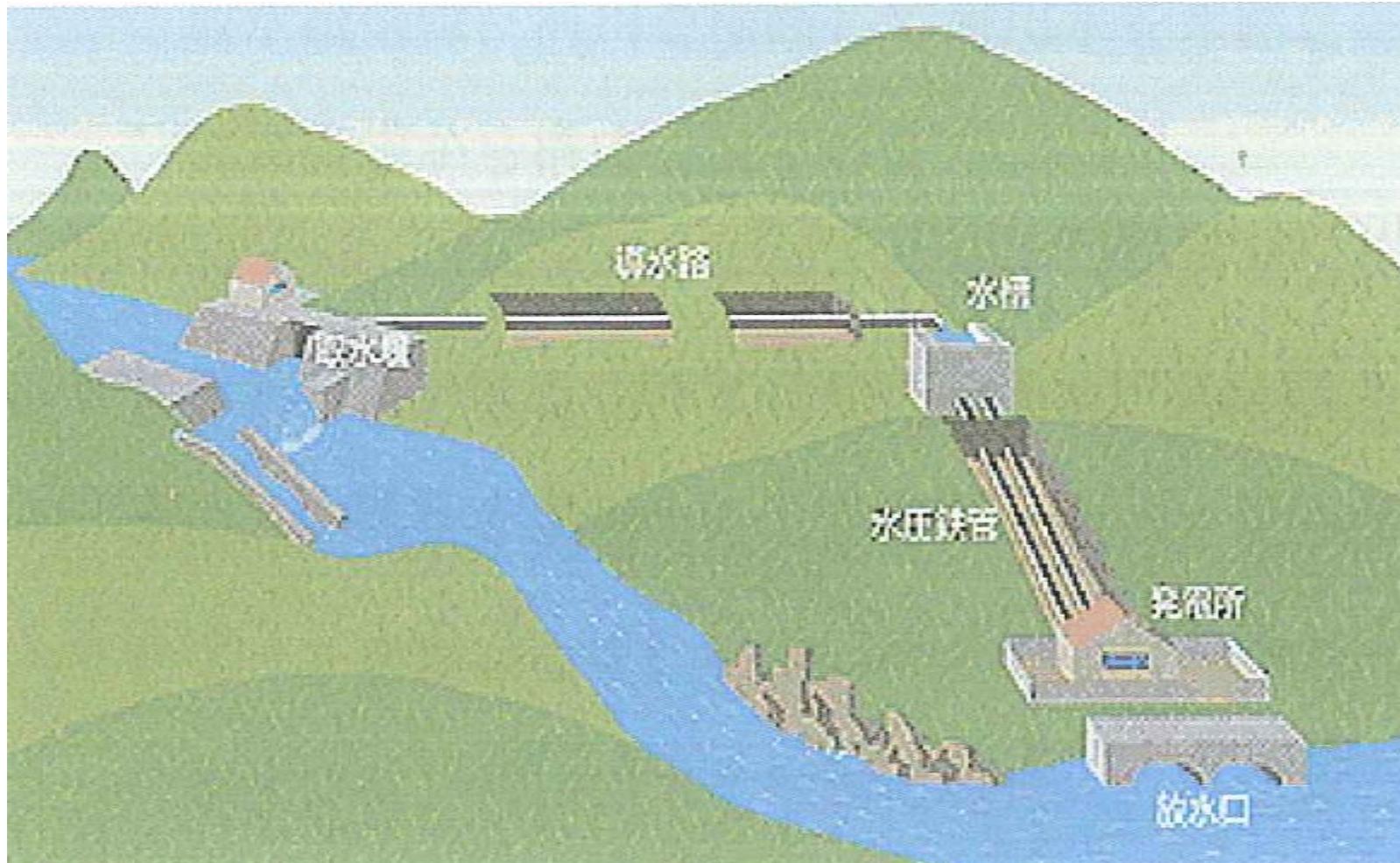
引込柱

機器制御盤

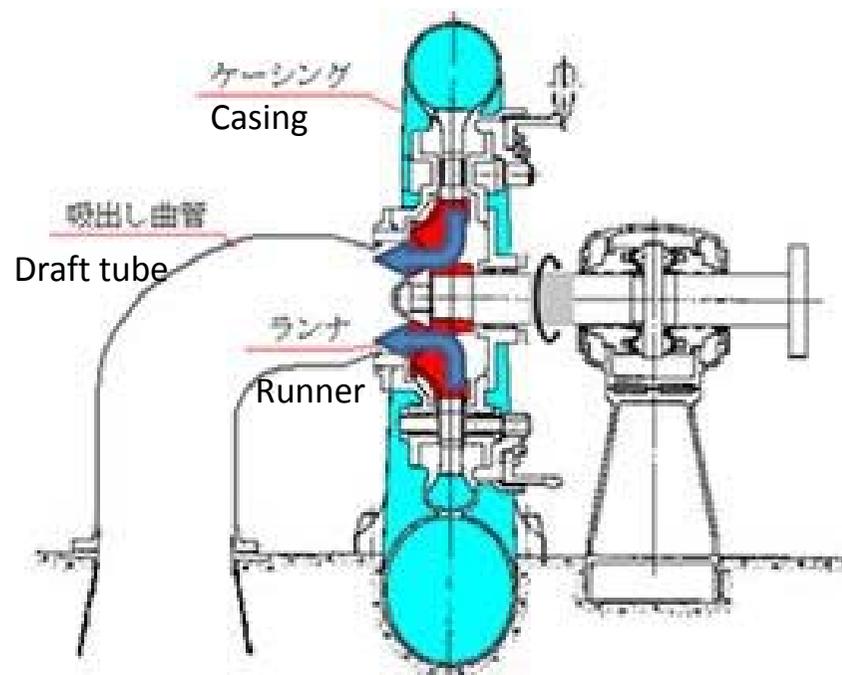
発電盤



# 水路式発電方式の概要



# フランシス水車(Francis Turbine)

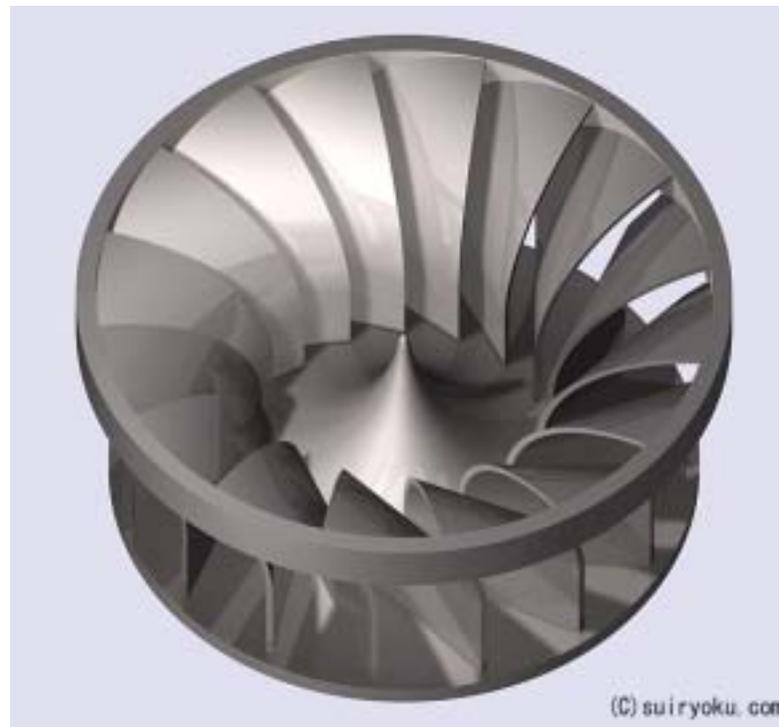


- 適用範囲  
有効落差: 20 ~ 200m  
流量: 0.15 ~ 10m<sup>3</sup>/s

## フランスス水車(Francis Turbine)

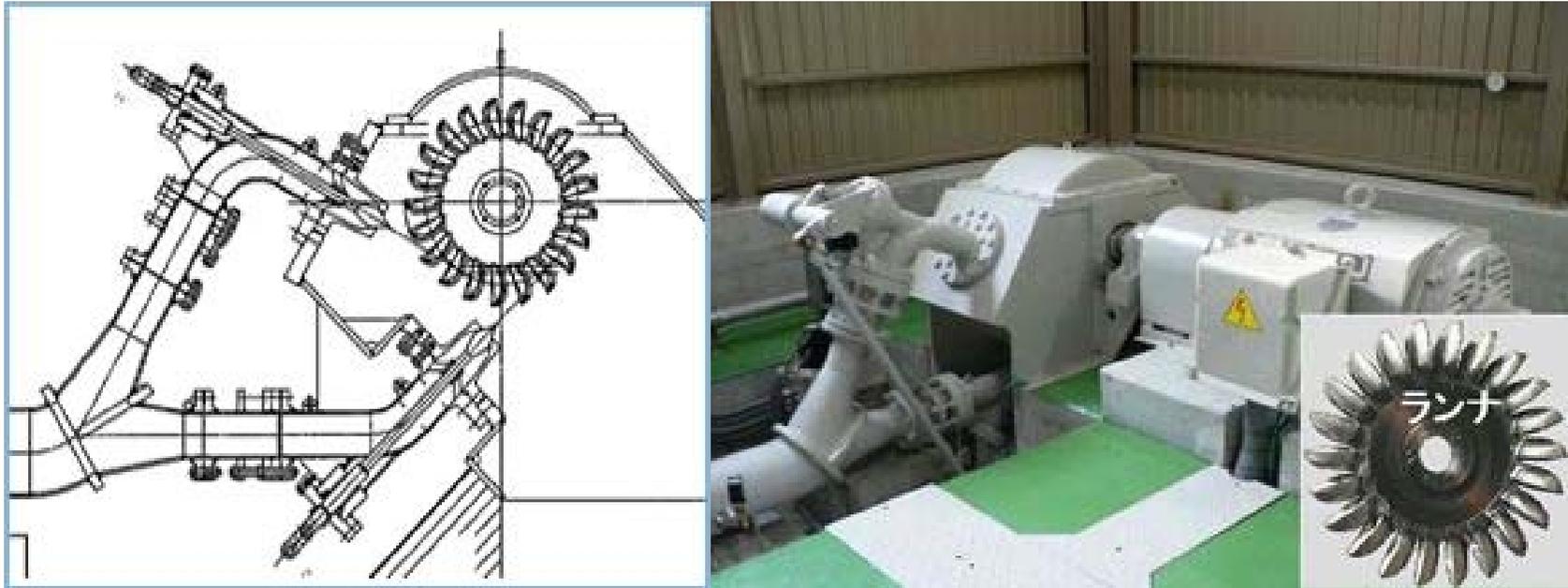
- James B Francis (America)  
により1845年に開発
- 適用有効落差の範囲  
(Range of Head)  
20m ~ 200m
- 水車の主な特徴  
羽根の固定された最も一般的  
的な水車

- ランナーの形状  
(Runner)



(C) suiryoku.com

# ペルトン水車(Pelton Turbine)

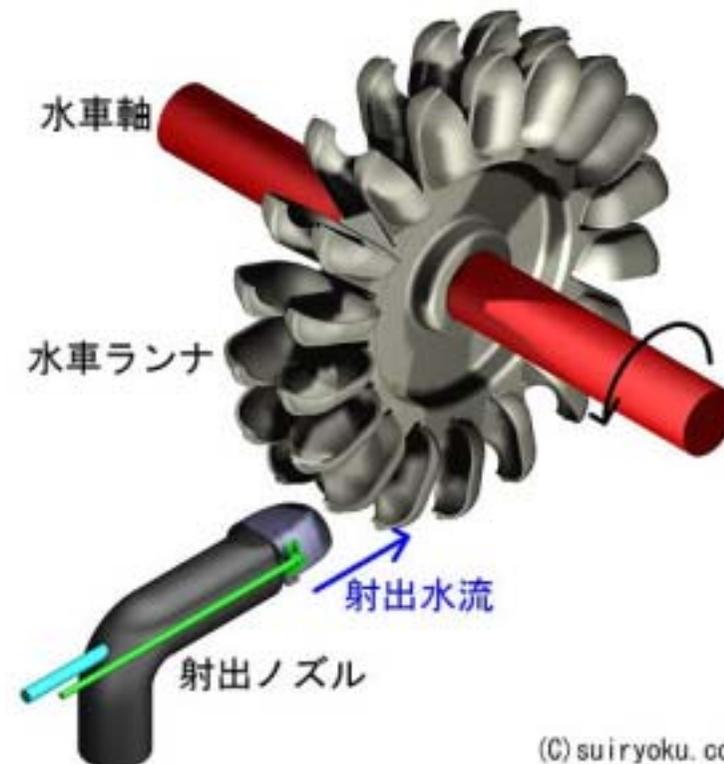


- 適用範囲  
有効落差 : 30 ~ 500m  
流量 : 0.015 ~ 2m<sup>3</sup>/s

## ペルトン水車(Pelton Turbine)

- Lester Allan Pelton  
(1829-1908,America)  
により開発
- 適用有効落差の範囲  
(Range of Head)  
30m ~ 500m
- 水車の主な特徴  
ノズルから噴出する水をバ  
ケットにあてて回転させる

- ランナーの形状  
(Runner)



# ターゴ水車 (Turgo Turbine)



ターゴ水車 (小早月発電所、1033kW)  
2012年 ターゴ水車の初国産化

# 水車の概要

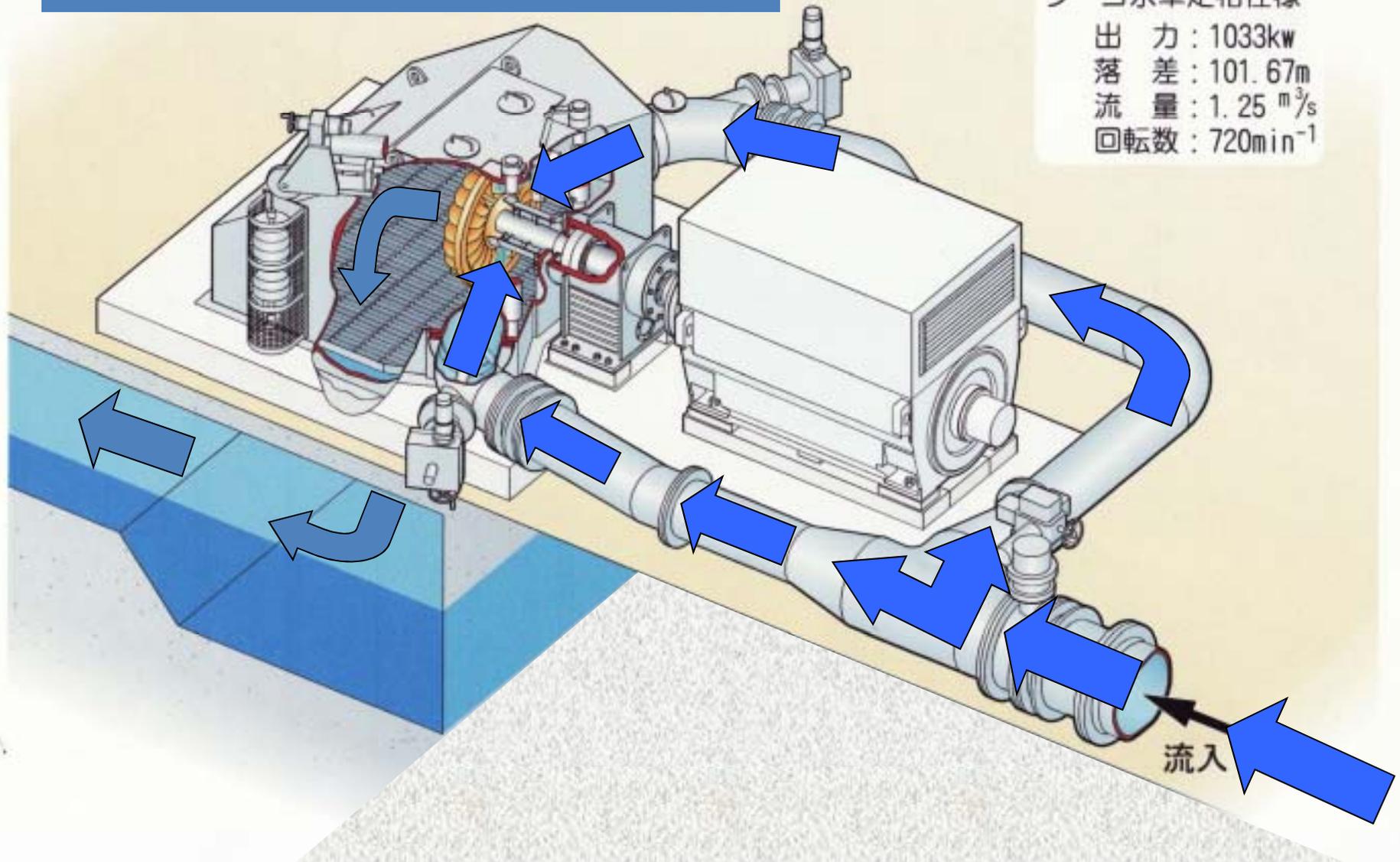
ターボ水車定格仕様

出力：1033kw

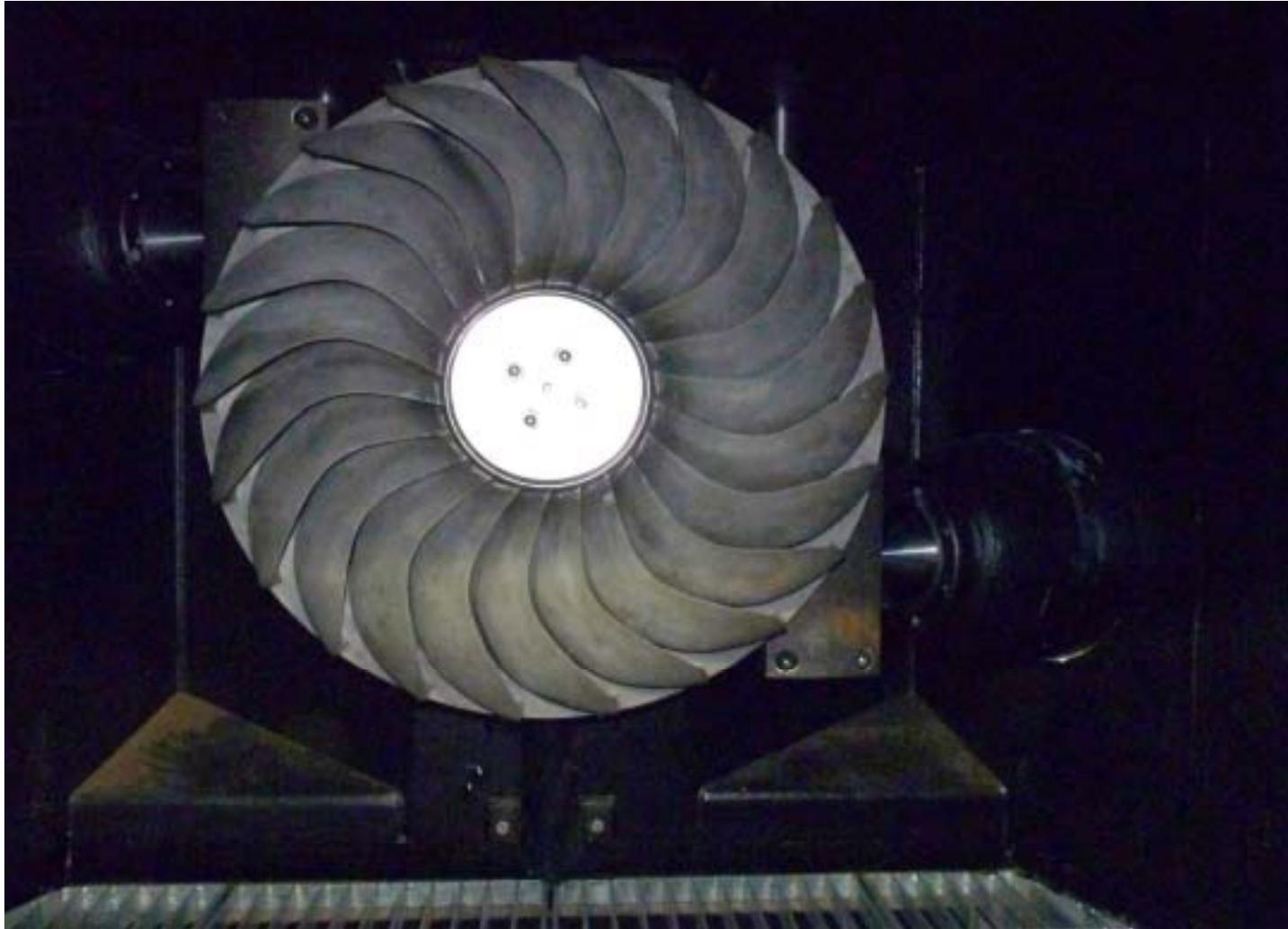
落差：101.67m

流量：1.25 m<sup>3</sup>/s

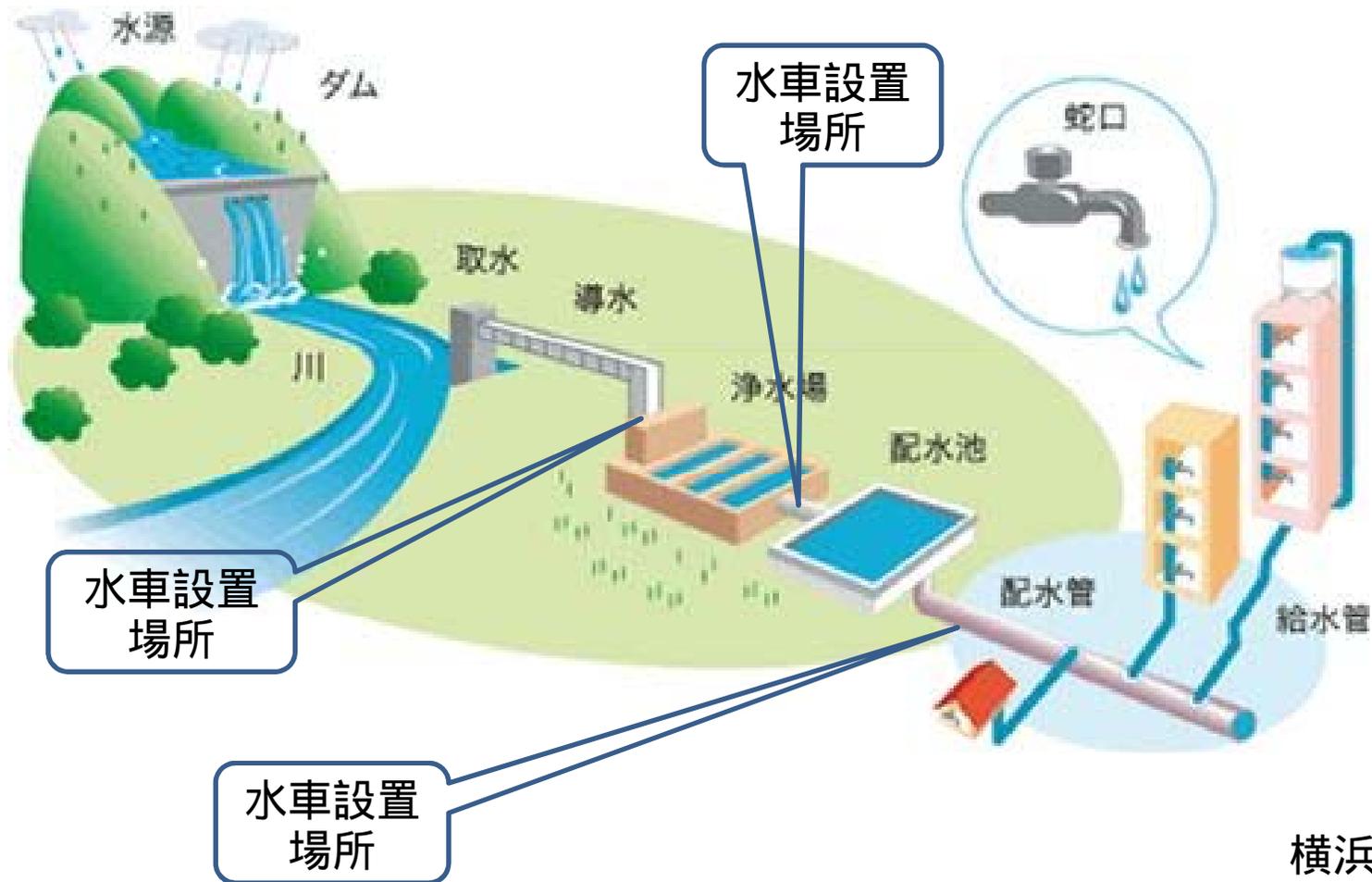
回転数：720min<sup>-1</sup>



# ターゴ水車の内部



# 水道管路で発電



横浜市HPより

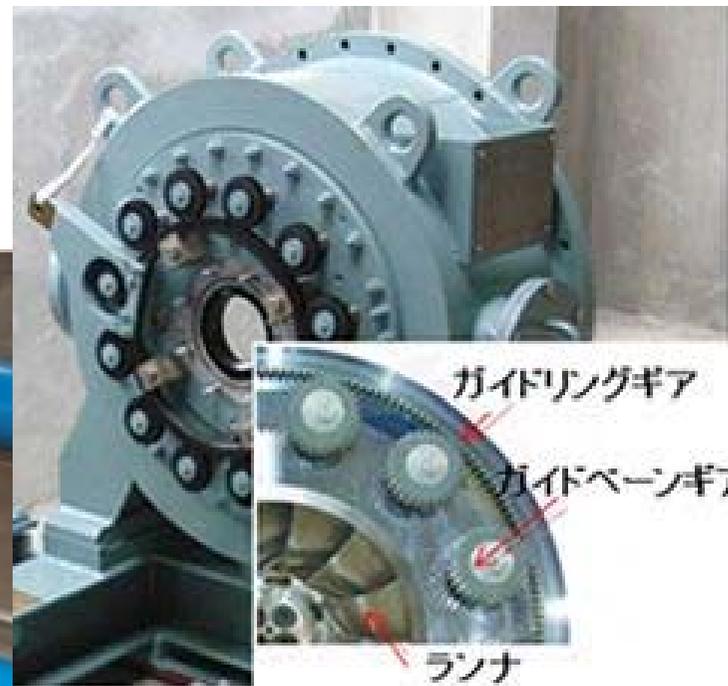
# 浄水前地点



# 水道管路への設置



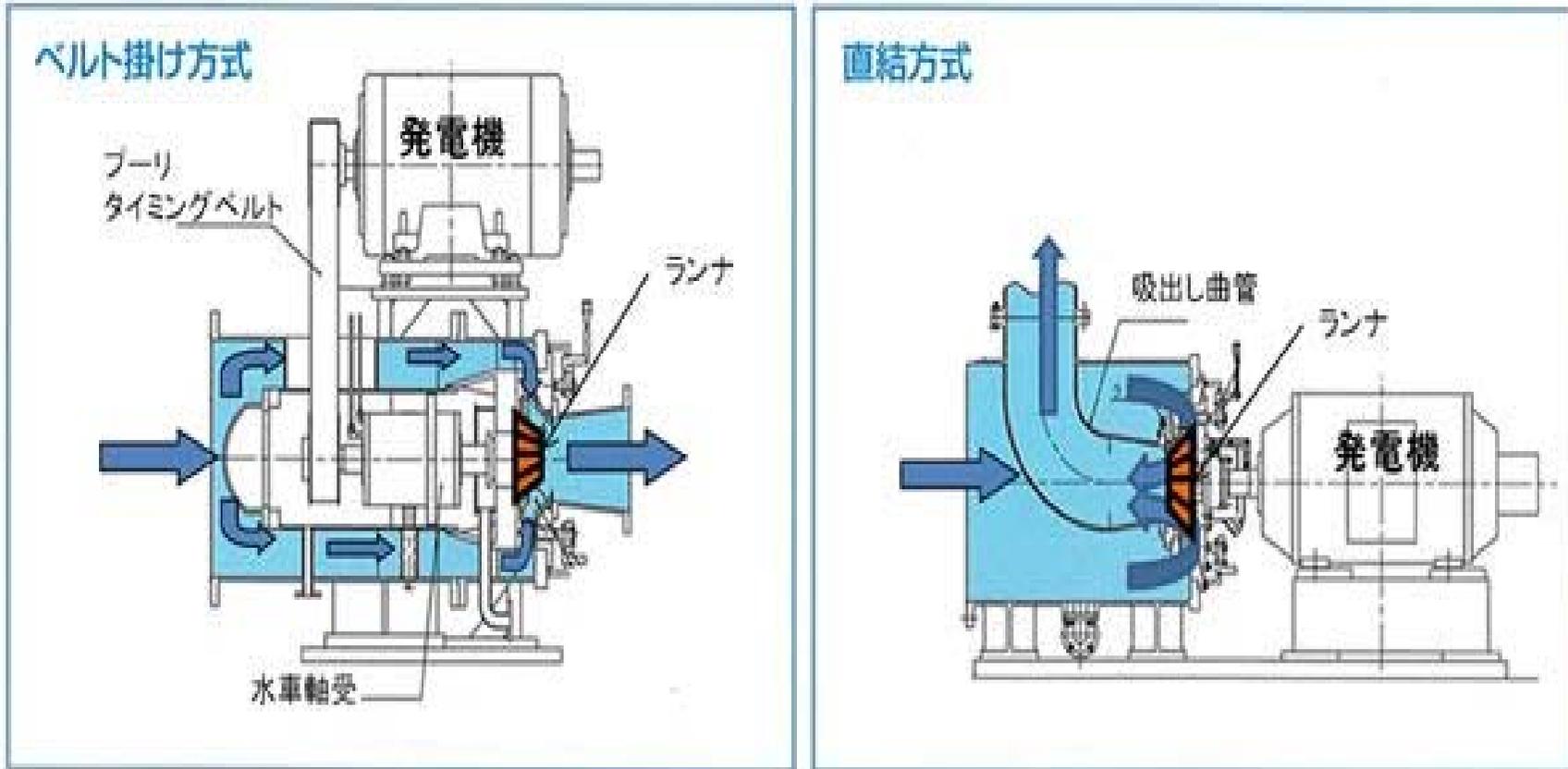
- リンクレス・フランシス水車(Link less Francis Turbine)



- 適用範囲  
有効落差: 20 ~ 70m  
流量: 0.15 ~ 1.0m<sup>3</sup>/s

# 進化を続けるリンクレス・フランス水車

東京電力・東京発電・田中水力の共同特許



# インライン式水車設置例



ベルト掛け方式



直結方式



田中水力株式会社

### リンクレス・フランシス水車納入実績表

納入年	顧客名 (敬称略)	発電所名	台数	水車形式	有効落差 (m)	流量 (m <sup>3</sup> /s)	最大出力 (kW)	回転速度 (min <sup>-1</sup> )	備考
2012	関西電力株	熊川	1	HF-1RT	62.5	0.278	136	1,200	
2012	宮崎県企業局	祝子ダム	1	HF-1RT	34.75	0.14	33	1,000	
2011	東京発電株	大宮	1	HF-1RT	39.56	0.178	55	1,000	
2010	三重県企業庁	播磨浄水場	1	HF-1RT	16.28	0.7	91	900	
2010	東京電力株	砥川	1	HF-1RT	51.07	0.6	247	1,500	
2010	神奈川県企業庁	葛原配水池	1	HF-1RT	14.0	0.3	32	1,500	
2009	東京電力株	イフガオ	1	HF-1RT	63.5	0.425	211	1,200	
2009	神奈川県企業庁	芹沢配水池	1	HF-1RT	21.0	0.4	66	1,000	
2009	宇都宮市上下水道局	第3減圧所	1	HF-1RT	45.89	0.141	49	1,200	
2009	東京発電株	山宮発電所	1	HF-1RT	42.49	0.61	193	1,500	
2009	上越地域水道用水供給企業団	第1浄水場	1	HF-1RT	28.12	0.394	87	1,000	
2007	奈良県水道局	郡山ポンプ場	1	HF-1RT	48	0.25	95	1,200	

HF=インライン式リンクレス横軸フランシス (ベルト掛け方式)

HF=インライン式リンクレス横軸フランシス (直結方式)

# 砂防ダムへの設置例

長野市浅刈ダム発電所 有効落差:13.7m, 流量:0.08m<sup>3</sup>/s, 出力:7.5kW



発電所全景

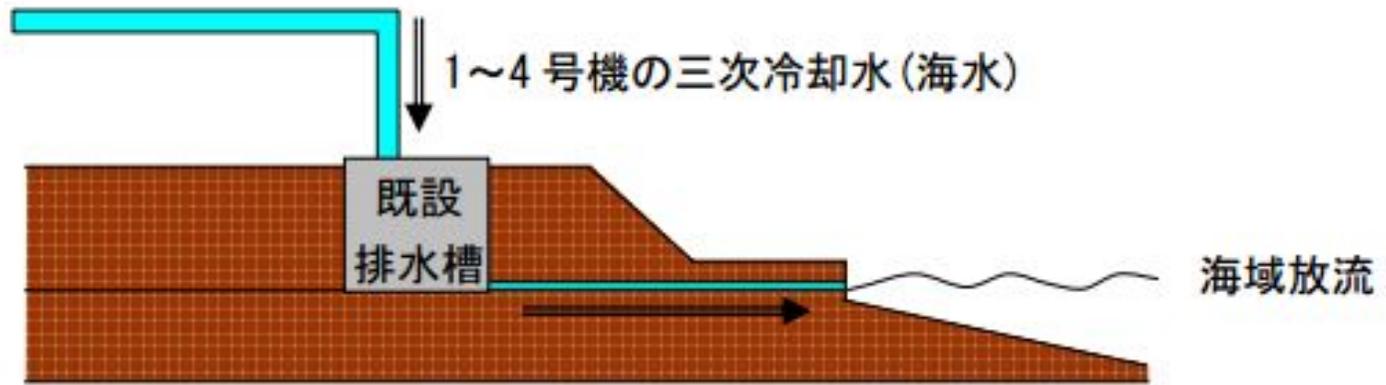


発電所内

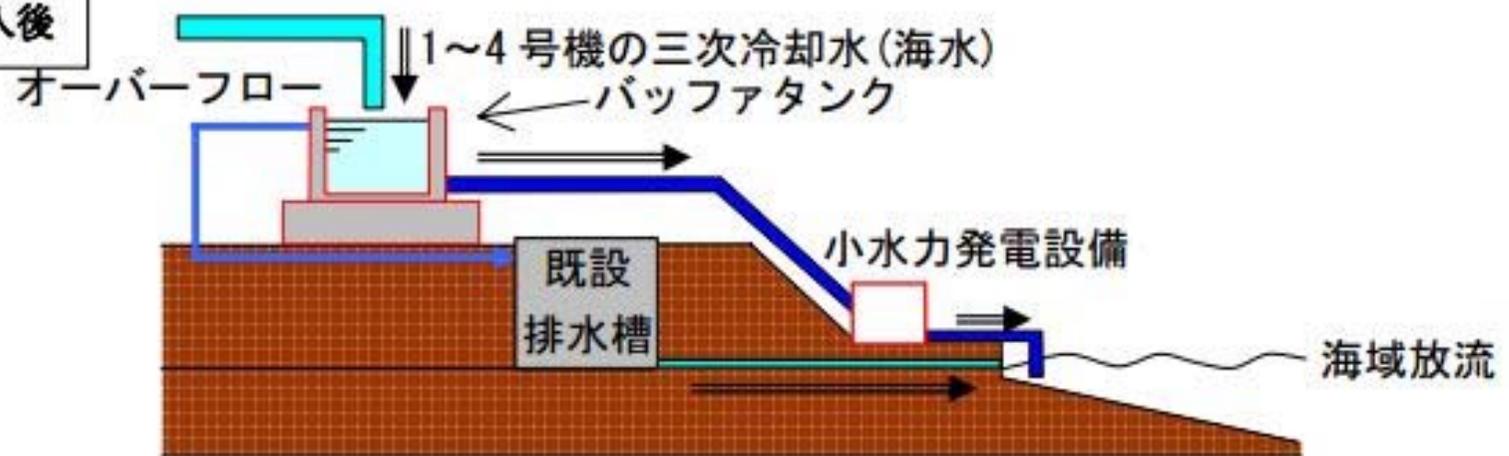
# 宮古第二発電所

○導入概念図

導入前



導入後





海水用クロスフロー水車（宮古第二、71kW）  
2009年 初の海水用小水力発電運転

## 参考資料・団体等

- ・小水力発電を行うための水利許可申請ガイドブック
- ・小水力発電事業化へのQ&A(改訂版)
- ・ hidroバレー計画ガイドブック
- ・中小水力発電ガイドブック
- ・自然エネルギーによる環境整備政策と農村振興施策

国土交通省  
農業土木機械化協会  
新エネルギー財団  
新エネルギー財団  
財団法人 日本水土総合研究所

- ・資源エネルギー庁
- ・新エネルギー財団(水力本部)
- ・全国小水力利用推進協議会

- ・水力ドットコム

順不同

ご清聴ありがとうございました



田中水力株式会社

創業 昭和7年7月7日(田中水力機械製作所)

設立 平成17年5月27日

〒252-0003 神奈川県座間市ひばりが丘5-18-34

TEL 046-251-8511 FAX 046-251-8749

URL [WWW.tanasui.co.jp](http://WWW.tanasui.co.jp)