

**茫々たる原野から
緑豊かな大地に変貌した那須野ヶ原**



**農業用水を活用した小水力発電事業
～水土里ネット那須野ヶ原の事例～ 2013.11.28**

☆☆那須野ヶ原の概要☆☆

- ・ 栃木県の北東部に位置し、那珂川と箒川に挟まれ40,000haの**広大な複合扇状地**で、観光と農業を基軸に発展、森林も多い
- ・ 古くから北部や中央部では用水不足に悩まされてきた地域
- ・ 1885年開削の『**那須疏水**』は、日本三大疏水として有名
- ・ 1967年から実施された国営那須野ヶ原総合開発事業により、水に豊かな大地へ変貌。多面的機能が飛躍的に拡大

～『那須野ヶ原用水』の成立～

- ・ 乳牛の飼養頭数は本州1位、生乳生産量も1位、毎日1230トンもの糞尿が発生
- ・ 那須・塩原温泉等から発生する大量の生ゴミ(年間830万人)及び関係2市の人口18万人から発生する生ゴミの有効利用等、資源循環型社会形成のための資源が豊富に存在



今でも、
水が地下深く
潜り込み、
容易に利用
できない地域

☆☆平常時一滴の水も流れない伏流河川☆☆
～水の確保には、困難を極める～

☆ 水利施設の点検整備は受益者総出で 多面的機能の発揮は、適正な維持管理から



定期的に管理講習会：塗装・グリス交換、清掃・点検・・・

那須野ヶ原総合開発マップ



1000年の森づくり
:木質バイオ発電所構想

那須野ヶ原発電所
太陽光発電所 (燃料電池)

百村第一・第二
発電所 (4基)

戸田東発電所
(25完成)

NEF調査箇所

臺沼第一・
第二発電所

赤田太陽光発電所

那須野ヶ原用水
ウォーターパーク

バイオガス
プラント:栃木県

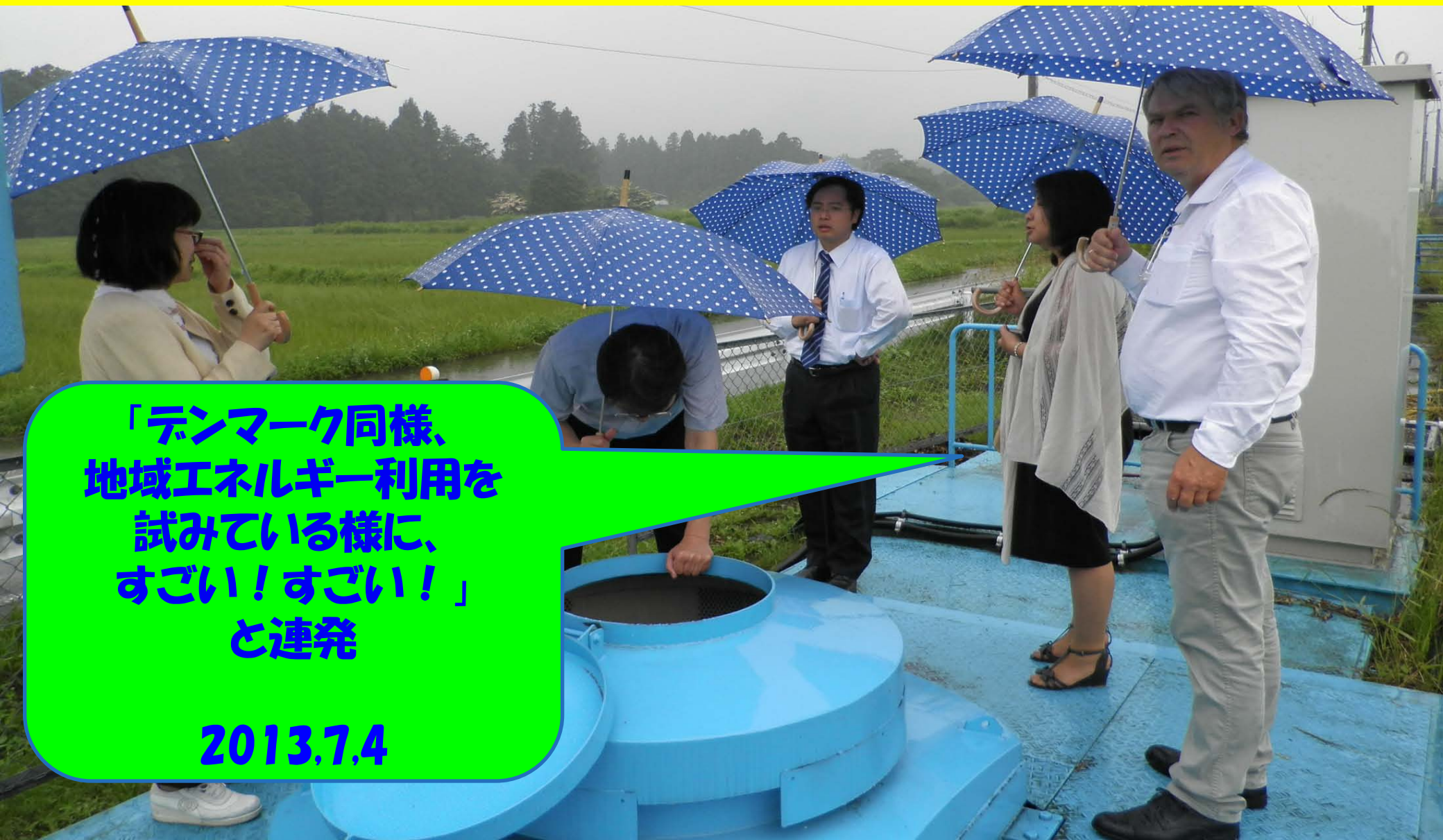
バイオガス発電の可能性調
査:液肥実施試験

報道ステーション(H21.12.15)他、
263件の報道実績、
3,983人/H24の研修受入実績

☆俳優 伊勢谷友介さんとエネルギー対談☆
～那須野ヶ原発電所にて～2012.7.31



デンマークロラン市議会議員のレオ氏ご視察 風力発電によって、自給率300%のロラン島



「デンマーク同様、
地域エネルギー利用を
試みている様に、
すごい！すごい！」
と連発

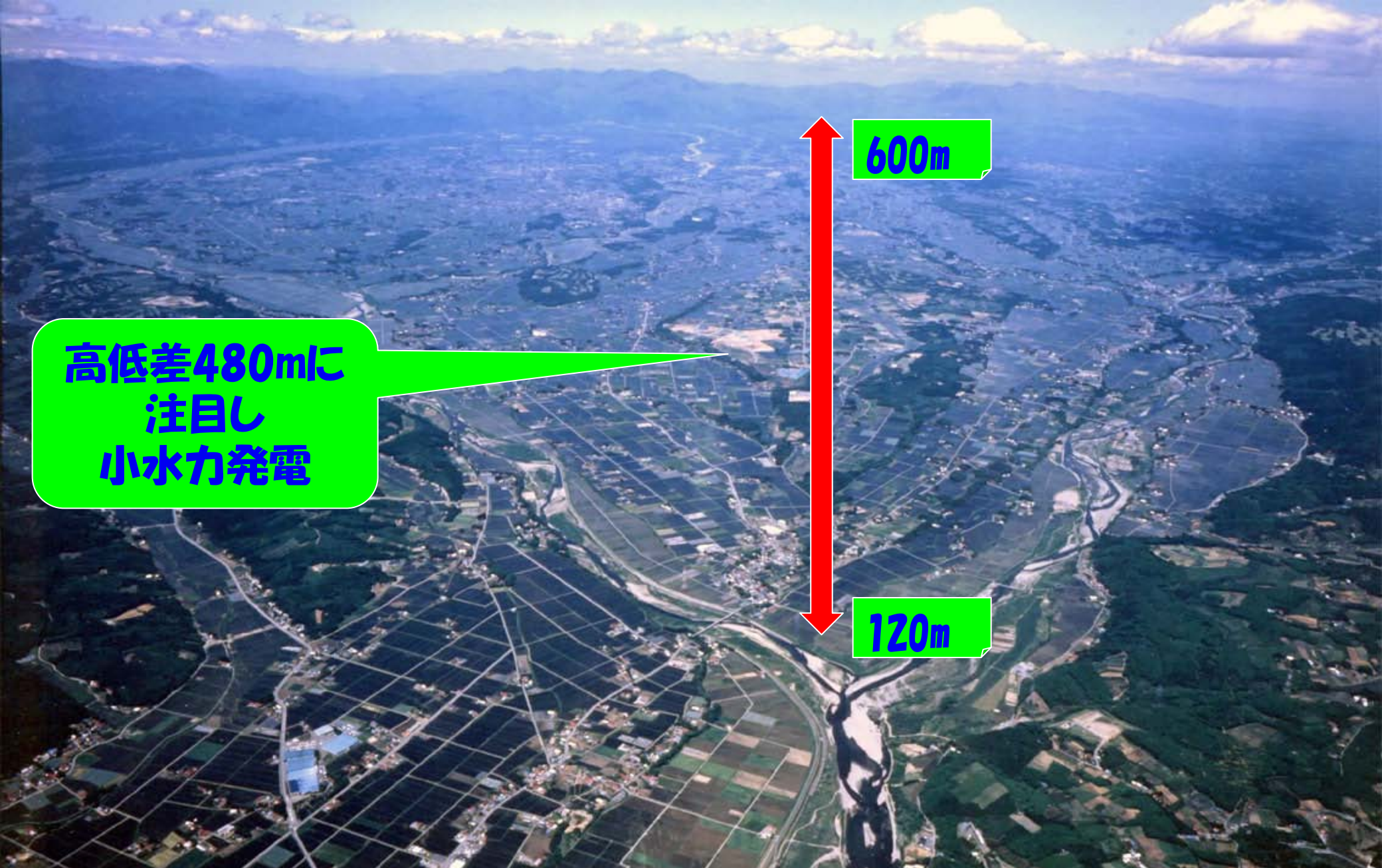
2013.7.4

☆ 国土交通省松下政務官ご視察 ☆

那須野々原発電所にて、発電の仕組みをご説明

2013.4.4





高低差480mに
注目し
小水力発電

600m

120m

農業・農村エリアは、再エネの宝庫

那須野々原発電所の前身：旧青木発電所



開拓農民のための発電所
1952年送電開始



☆那須疏水水車景観保全整備:古くは390基が稼働☆

☆パイプラインを活用した発電所☆

～那須野ヶ原発電所併設の戸田調整池～

貯水量：100万トン 完全掘込み式 リップラップ工法



隣接地に
「戸田農業公園」整備

那須野ヶ原発電所

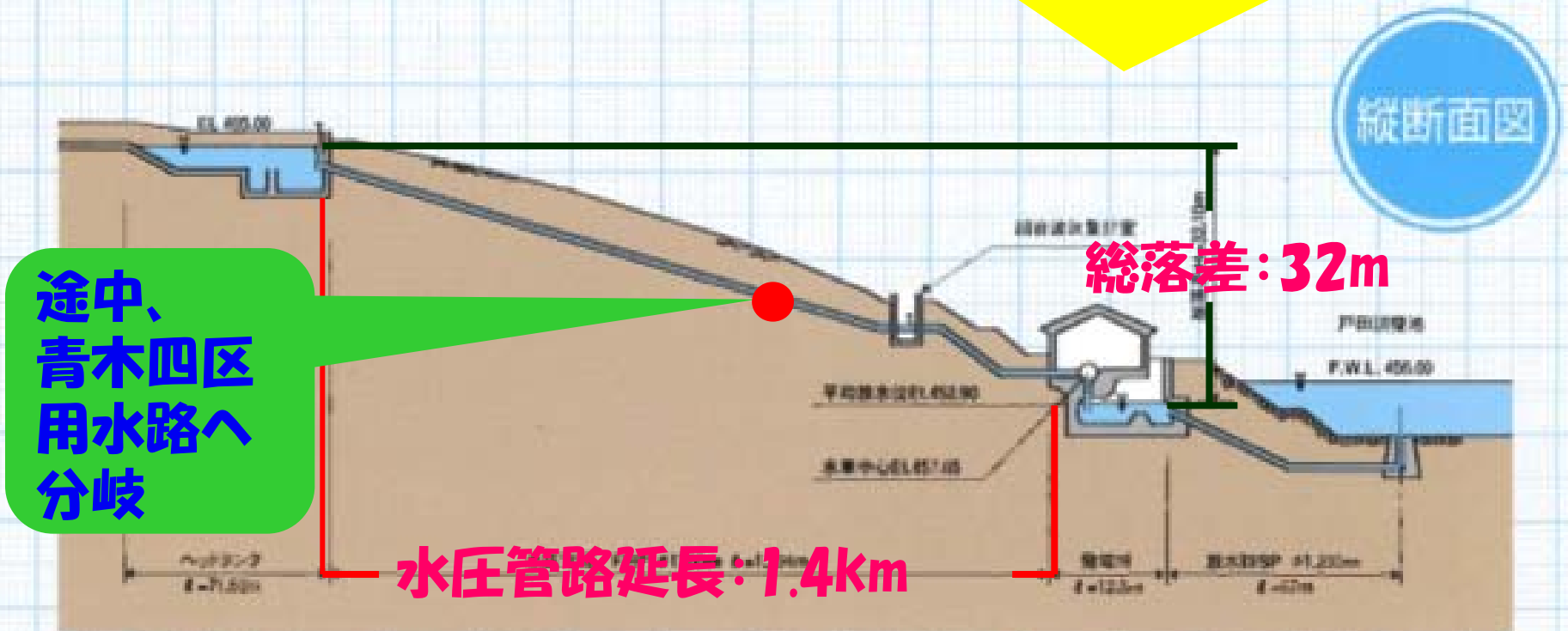
5年平均総出力: 234万kWh/年

水車・

CO₂削減量
1,360t/年

発電所内部: 最大出力340kwh

水圧管路は農業用水路との兼用施設 ため、特殊設計施設許可を求める → FRPM管特認除外に貢献か？



活用例：小学校の総合学習に活用

～JICA・全国各界からの見学者多数～





活用例：地元清峰高校の教材として

低落差用発電システム

百村第一／農水省新農業水利システム保全対策事業

百村第二／経済産業省 NEDO補助事業(3基)

☆☆新発見☆☆

落差2mで、
最大出力30kw

H17年、
(12基)設置

百村第一発電所

カスケード状に設置することで、
スケールメリット確保

CO₂削減量
460t/年

百村第一・第二発電所全景

開水路落差工用発電システムの設置手順 (那須野ヶ原地点における実績：1週間で施工)

①設置前の水路



②設置場所の水を遮断



③水車発電機の架台を設置

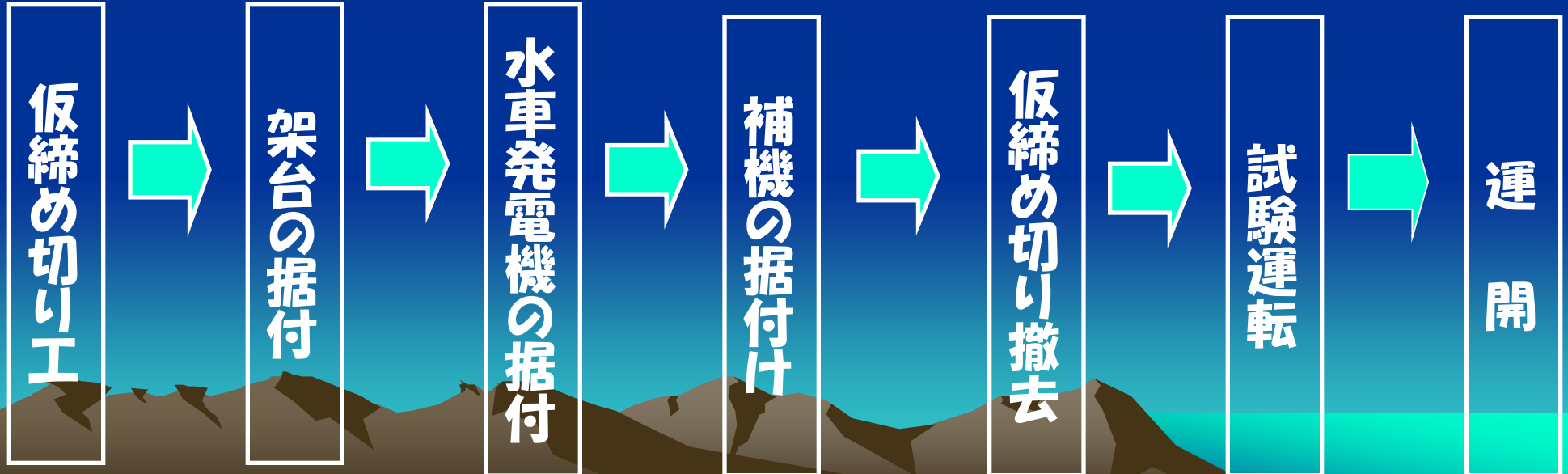


④架台の上に水車発電機を設置



設備の設計・施工

設備	項目	設備概要
水車	種類	立軸カフラン水車
	出力・台数	38 kW・4台
発電機	種類	立軸三相誘導発電機
	容量・台数	36 kW・4台



既存開水路を活用した 葛沼第一、第二発電所 経済産業省NEDO補助事業

2つ合わせて
CO₂削減量
1,250t/年

所
:

遅野沢

50kw

原地下発電所

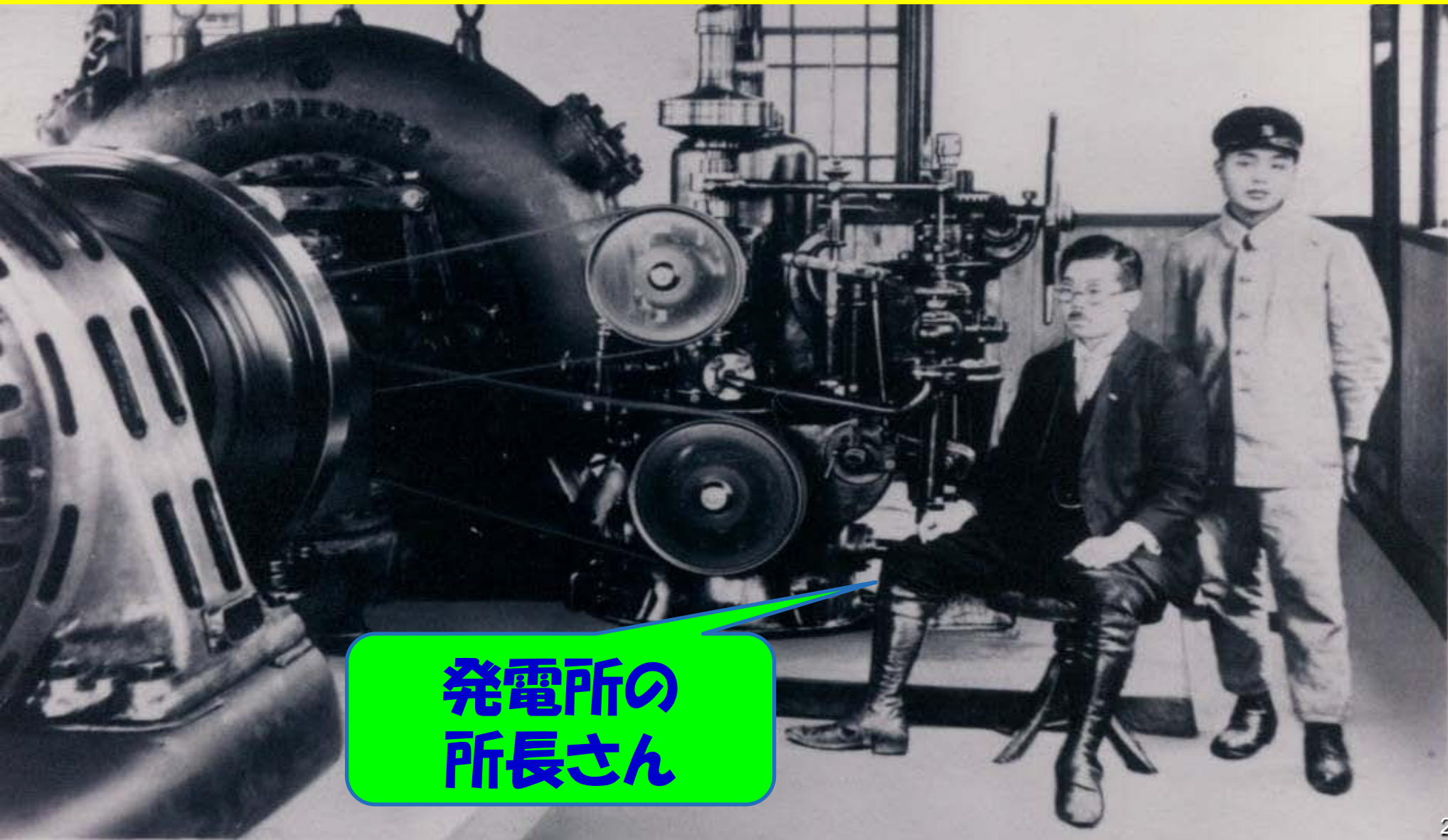
日中

旧発電所のようす：全景

遅野沢用水路から取水

藁沼用水路

旧発電所内部：横軸フランシス水車



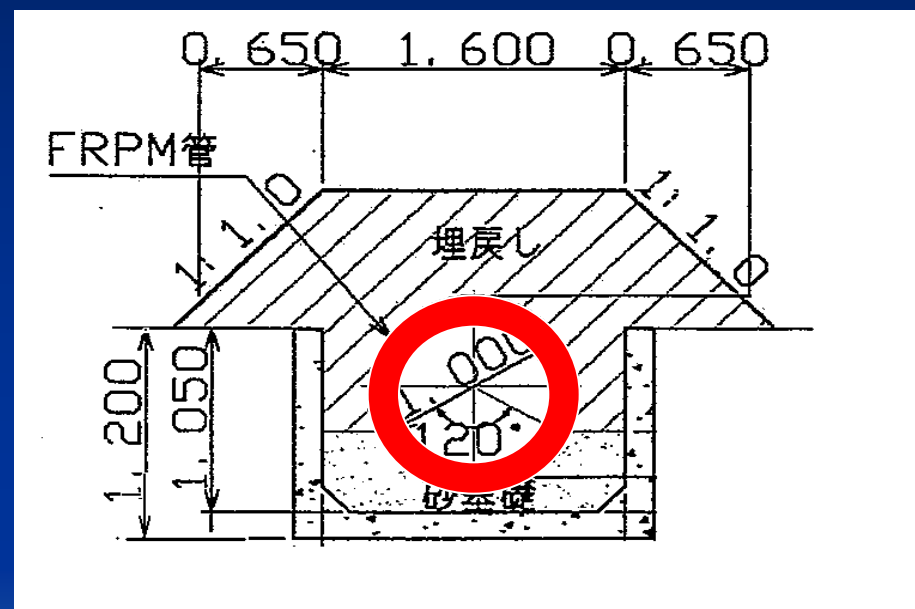
発電所の
所長さん



☆☆新発見☆☆

こんな小さな
水路で、540kwもの
発電が可能

導水管 (水圧管路) 設置前の水路





平沼第一発電所管路(FRPM管)布設状況

葛沼第一発電所内部:最大出力360kw 横軸フランシス水車



葛沼第二発電所内部：最大出力180kw 横軸軸流フロペラ水車

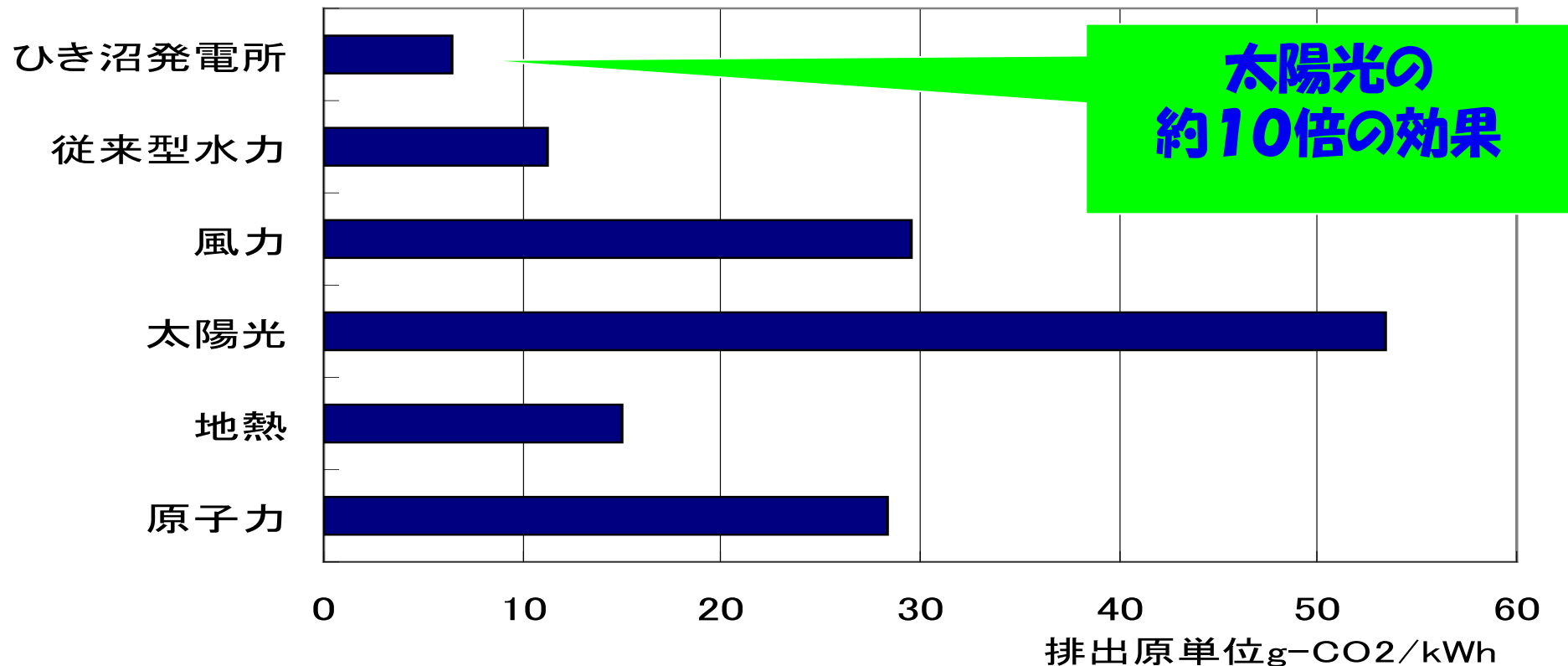


☆☆農業用水路を発電施設として利用する☆☆

葛沼発電所での二酸化炭素を排出量は、従来型の水力に対して**半分**、
太陽光の**10分の1**

葛沼発電所の排出原単位は、電中研報告「ライフサイクルCO2排出量による発電技術の評価(2000年3月)の計算手法に基づき、ひき沼地点の発電設計データを使用し算出した。

ライフサイクルCO2排出量比較



電中研報告に対して、比較的排出原単位の少ない原子力と自然エネルギーを抽出し、ひき沼発電所の排出量を追加

1000年の水プロジェクト／水のちからを学び

地球環境を考える：那須野ヶ原用水ウォーターパークの
電力で電気自動車(EV)を走らせ、パーク内照明を点灯

どうさん
水車

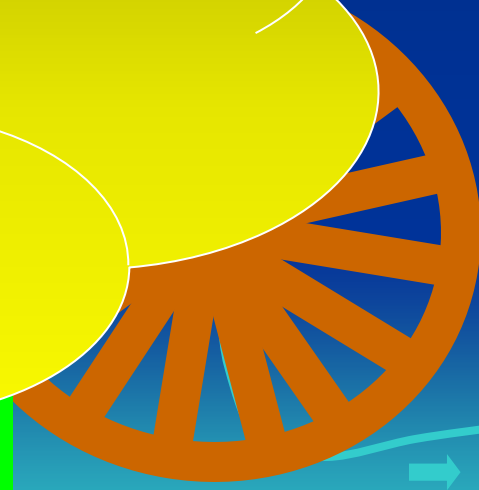
H21 環境省市民共同
水力推進事業

- ・東京電力(株)
- ・那須塩原市
- ・水土里ネット 那須野ヶ原

340km

誰でも、をモ
電気充電スタンドを設置

車



那須野ヶ原用水 Water Park

ガラガラ水車：出力1.8kw、使用水量0.6m³/s、落差1.15m

発生した電気は、
交流→直流→
交流変換により
出力制御後、
配電盤に低圧連係



横浜国大、中山水力との共同開発



直径6m、幅80cm、水車フレームはアルミ、羽根部はステンレス製の
下掛け水車。水車の回転数が低いた
め、増速装置設置。



クロスフロー水車


出力8kw×2基

使用水量1 m³/s

落差1.35m

羽根車直径61cm

**湘南工科大学との共同開発
カラコロ水車(2基)**



いづれの水車も
発電機は永久磁石型
発電機を採用

縦軸フロペラ水車

出力2.2kw

使用水量1 m³/s

落差0.5m

フロペラ直径58cm

木南大学との共同開発
どうさん水車

那須野ヶ原用水ウォーターパーク全体イメージ

場所: 下段幹線・千本松牧場付近
道400号~那須野ヶ原公園入口

この間の用水路には6段の落差

千本松牧場とのアクセス歩道

水車4台

EV充電スタンド



小水力発電設備導入の留意点

1. 発電計画地点を選定する…

流量と落差は発電出力を決定付けるので、地点選定は重要

- ・流量：年間を通して安定した流量が確保できるか？
- ・落差：水路勾配や急流工(落差工)が活用できるか？

2. 基本設計を行うための必要事項…

- ・水利権：既得水利権との整合性と水利権協議
：非かんがい期用水確保のため、**豊水暫定水利権**も視野に
- ・水資料の確認：地点の実水路(河川)使用流量データ(最低1年)
- ・地形図の作成：発電諸元(落差等)の特定、
土木工事費の精査並びに**土地所有者の特定**



小水力発電設備導入の留意点

3、効果 . . .

- ・太陽光・風力・バイオマス等の未利用エネルギー利用より格段に**利用効率が高く、CO²削減効果も大きい**
- ・性能に見合った点検整備を怠らなければ、**メンテナンスは容易**

4、課題 . . .

- ・徹底した**除塵対策**の確立
- ・採算性、耐久性やメンテナンスを考慮した**技術確立**が必須
- ・より安価で確かなメンテナンスシステムの**汎用化**
- ・修繕や更新整備の工事期間と費用の**標準化**
- ・関係省庁等の諸手続が**多岐、真の推進政策の確立**が急務



小水力発電設備導入の留意点

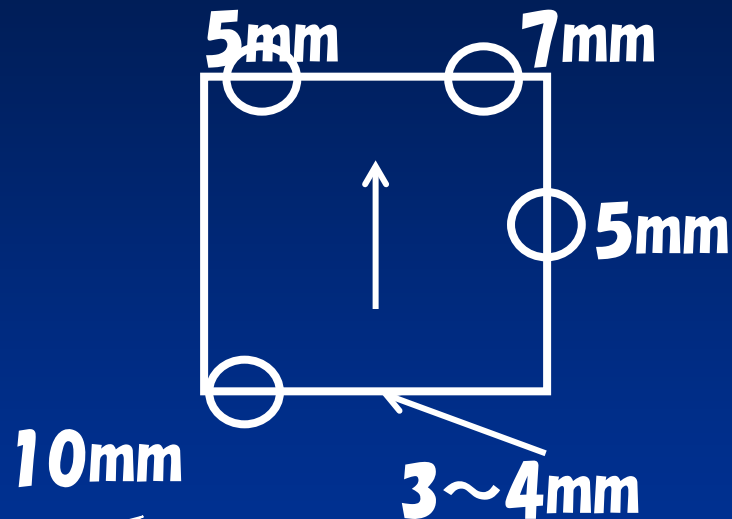
5. 先人に学べ

- 設計書の段階で、徹底的に吟味する。
- **初期トラブルを恐れるべからず！**
設計書が完璧でも、計画通りに稼働するとは限らない。
- 電気事業法に基づく法定積立金は、満額確保に努める。
農水省の補助事業の経験から、修繕工事を他の補助事業に頼る習慣があるが、必ずしも適切な方法ではない。
- 月次・年次保守点検は、メーカー頼りにしない。
徹底した保守点検と収入とのバランスを考慮する。

(那須野ヶ原) コーンスリーブ弁室の変形・ネジ離脱現象



上部に歪み発生

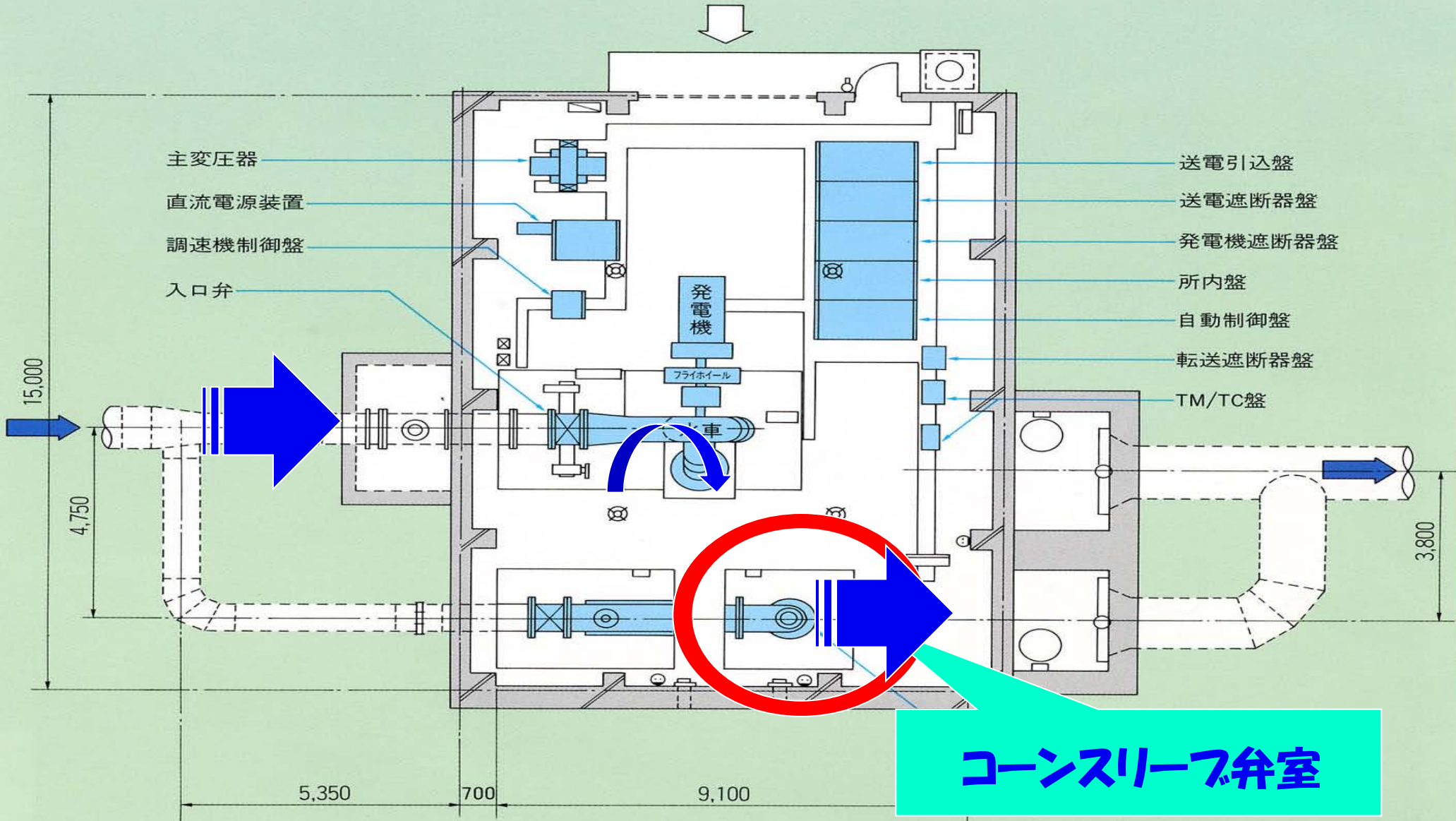


- ・床鉄板の空気抜孔のネジ離脱・摩耗
- ・壁鉄板張部変形
(床鉄板から上方向に10mm厚壁の鉄板が内側に約3cm湾曲)
- ・壁コンクリートの損傷(摩耗)



噴射流の回転運動により
離脱(36本中16本)

那須野々原発電所平面図



コンスリーブ弁室

発電所平面図

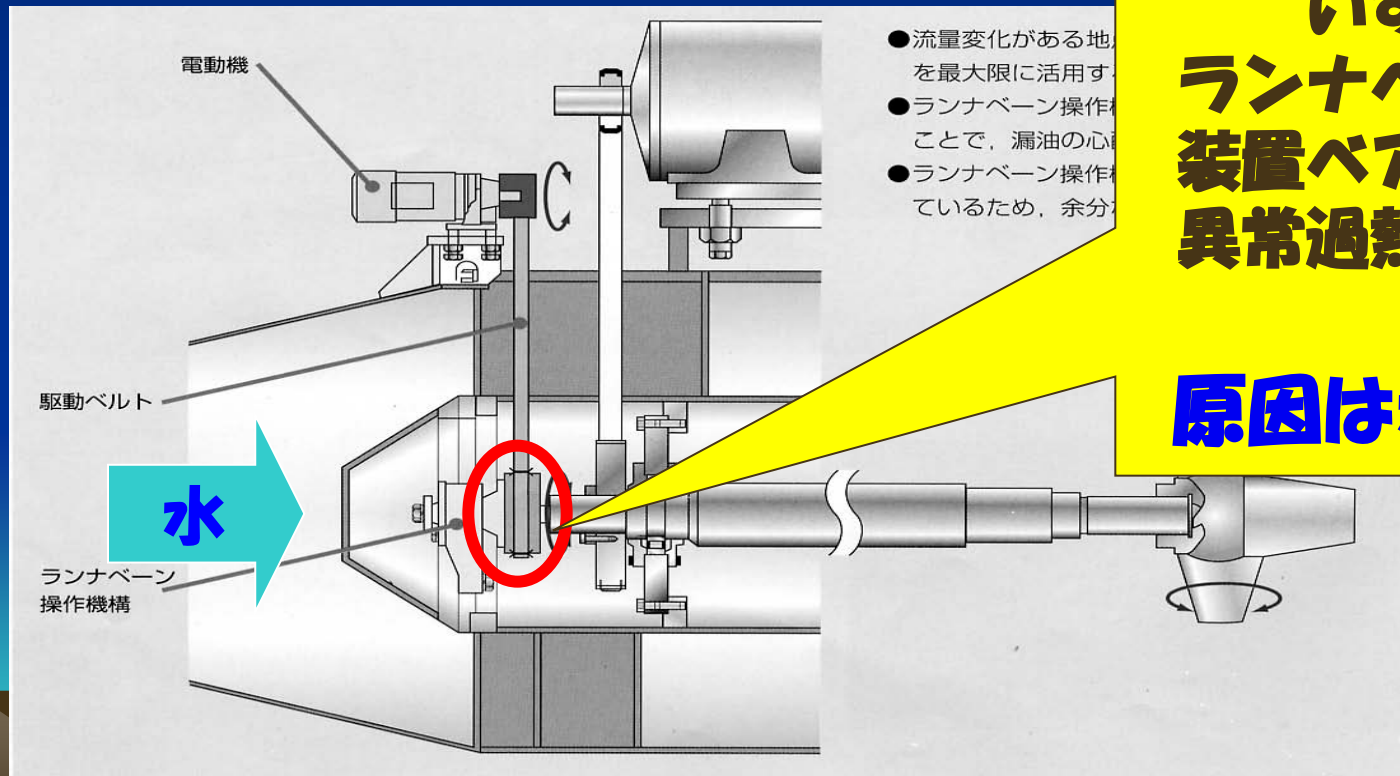
よいすぐれた発電所をめざして！

- ・水車流入への乱れ(渦)を防ぐ対策
→発電効率を高める
- ・ベルト改造:タイミングベルトから平ベルトへ
—基はベルトレスに改造
→ベルト耐用年数の延長及び騒音対策
- ・水車直下流ゲートを自動開閉システムへ
→停止後の自動制御による労力低減

(百 村) 施設見学風景：多くの機関が注目
経済産業省・環境省・国土交通省・農林水産省
全国の行政機関、各界から視察殺到

(暮 沼)ランナベーン駆動ベルト溶損

- 21年12月23日にランナベーン駆動装置ベアリングが焼損
- 事象を分析するも原因究明に至らず
- 本年6月11日記録計を設置して運転再開, 当初異常は認められず
- 22年8月29日ランナベーン駆動ベルト溶損発生

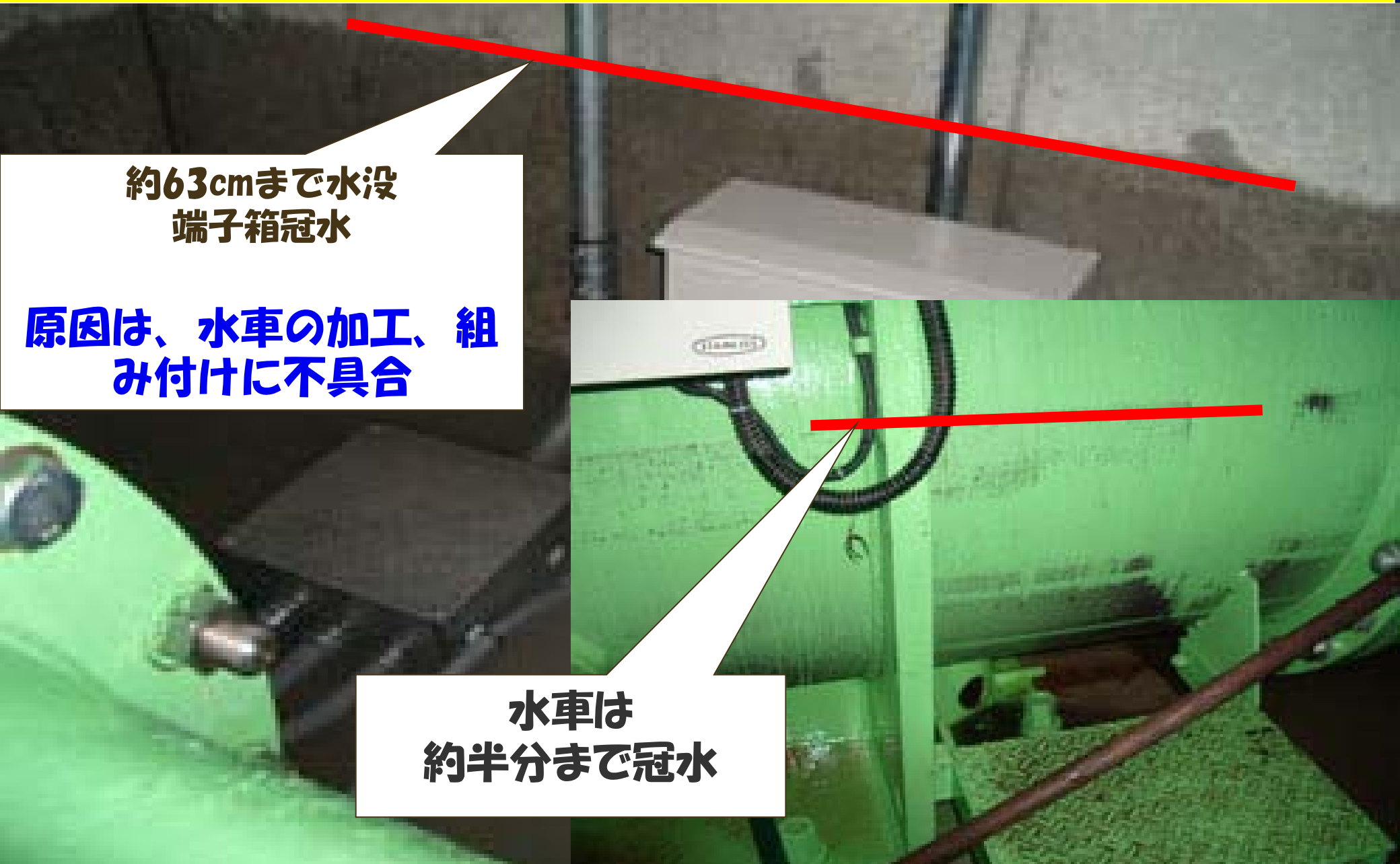


(臺 沼) 第二発電所水没

約63cmまで水没
端子箱冠水

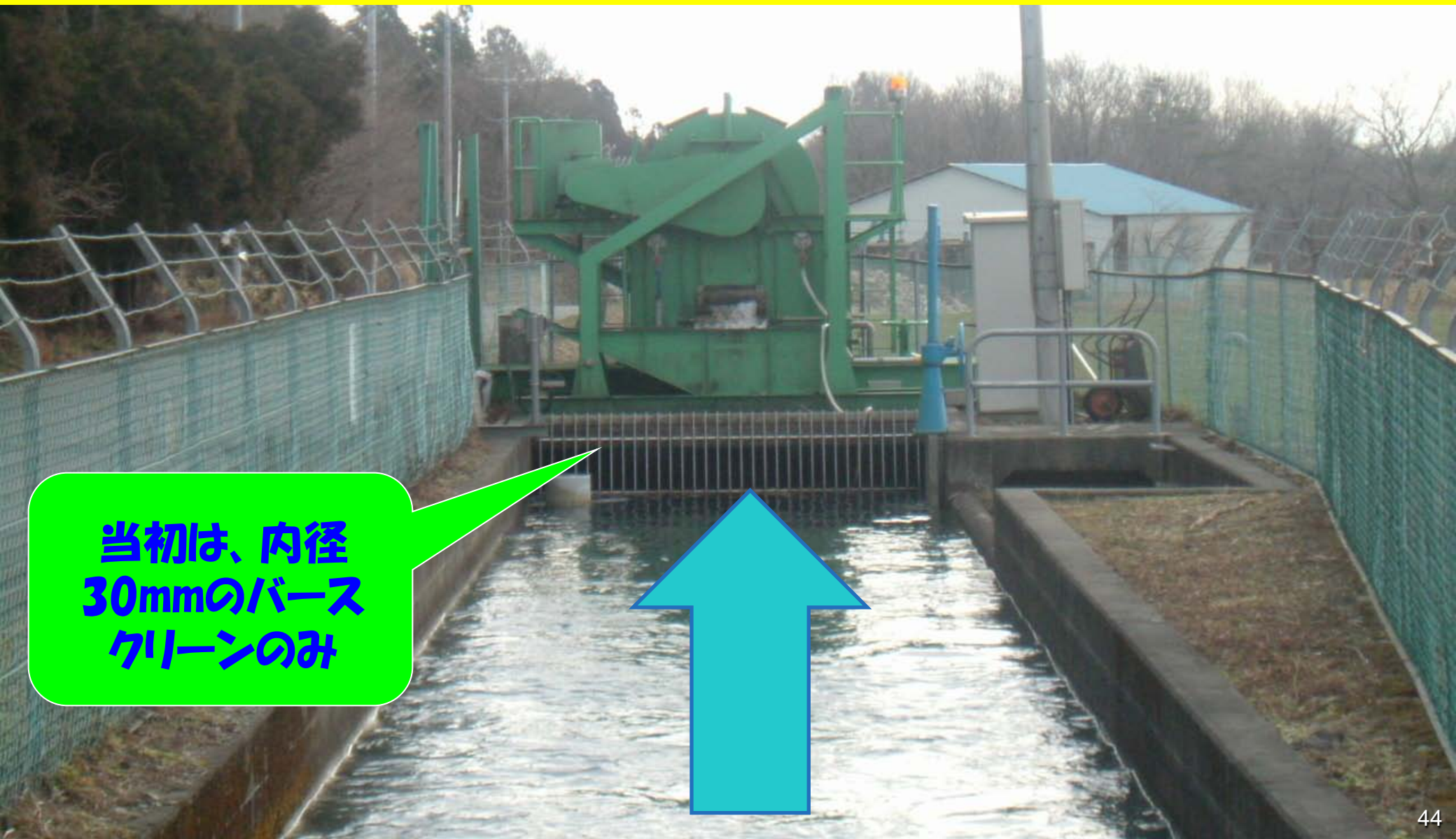
原因は、水車の加工、組
み付けに不具合

水車は
約半分まで冠水



ヘッドタンクに設置した除塵機：自動・手動併用

☆水位差15cm以上で可動。ゴミ問題は、ほぼクリア☆



当初は、内径
30mmのバース
クリーンのみ

ゴミ対策：梁式スクリーンで経費節減

上流の取水口である板室ダムから流入・・・流木が多い



流量、流速を考慮し
取付角度：15° に！

(墓沼) ネット式除じん機



平常時
ゴミは
河川に
戻る



戸田東発電所概要

:H24年度補正地域用水環境整備事業導入

NEF(新エネルギー財団)による概算設計書
→13億数千万円
独自に精査

戸田調整池

水槽

1/45勾配
2.2km

戸田東用水路

下段幹線

発電所

利用用水路 : 戸田東用水路
発電方式 : 流れ込み式・水路式
取水地点 : 青木1958付近
発電所地点 : 青木2056付近
総落差 : 48.05m
水路長 : 2,211m
最大使用水量 : 1.4m³/s
有効落差 : 44.02m
最大出力 : 460kW
売電価格 : 29円(税抜き)

人材育成：専門技術者等資格取得状況

- ダム水路主任技術者：4名（以下、重複取得）
- 第一種電気工事士：2名
- 第二種電気工事士：2名
- 第一種自家発電設備専門技術者：3名
- 特殊電気工事資格者：3名
- 第二級・三級小型船舶操縦士：9名
- 宅地建物取引主任者：1名
- 農村環境教育指導者：1名
- 特別管理産業廃棄物管理責任者：3名
- 他、測量士補・フォークリフト・チェンソー・畑地かんがい技師補・危険物取扱他多数

☆☆維持管理作業内容、運営体制☆☆

- 除塵作業：朝夕各1回／日→近隣農家に委託
- 出水時、雷等緊急時対応：必要に応じて職員又は保守点検委託業者が出動
- 平常時の保守点検：2回／月、年次点検1回／年→5発電所一括業者委託＋インターメンテ監視
- 十数年に1回／オーバーホール
- 突発的な故障対応：職員並びに保守点検業者による対応
- 見学・研修受入：土地改良区関係／直接対応
：その他／有償ボランティア

水力のメリット・デメリット

- ・ 燃料が不要。燃料価格に左右されない。
- ・ 地球環境への影響が少ない。
- ・ 発電システムの歴史が長く、完成度？、持続性が高い。
- ・ エネルギー密度が高く、施設は小規模。
- ・ 稼働時間が長く、変動少なく、予測しやすい。
- ・ 発電量の制御が容易。
- ・ 施工性が良い

・ 適地が限られる。

・ 開発量に限界あり、+ 1000億kwh + 1000kw未達は

275億kwh

・ 小水力・マイクロ発電システムは技術未開発

☆☆導入費用☆☆

発電所名	最大出力 (KW)	運転開始	建設費・補助事業
那須野々原	340	H 4.3	6億4千万円: 国営那須野原開拓建設事業 補助率: 85%
百村第一	30	H18.4	2,500万円/: 新農業水利システム保全対策事業 補助率: 50%
百村第二	90(30×3)	H18.4	約2,500×3: 中小水力発電開発費補助金 補助事業 補助率: 30%
藁沼第一	360	H21.2	約2億9千万円: 地域新エネルギー一等導入促進事業 補助率: 50%
藁沼第二	180	H21.2	1億4千万円: 地域新エネルギー一等導入促進事業 補助率: 50%
計	1000		11億7千万円 内補助残は自己資金



関係省庁の諸手続きが多岐

経済産業省 協議

電気事業法第42条、43条
事業用電気工作物の範囲（法第38条）
工事計画の届出（法第48条）
保安規程の制定及び届出（法第42条）
主任技術者選任届出（法第43条）
主任技術者兼任申請（法第52条）
新エネルギー等発電設備の認証手続

国土交通省 協議

河川法第23条：農業用水完全従属型水利使用
平成25年度から、許可から届出制に閣議決定？

農林水産省 協議

財産使用申請、他目的使用、追加改築工事等申請等

売電契約 関係

買取制度導入により簡素化？：電力受給契約申込書、
自家用電気使用申込書の提出→電力受給・需給契約、
運用申合書締結、系統連系手続へ

24年度 7基の発電所運用費(千円)

発電所名

(千円)

那須野

5

百村

百村

～これら発電所導入に伴って、
受益者負担の軽減に寄与～
国営事業完了時(土地改良施設に係る
維持管理費)

→10aあたり/最低5000円/田単価
平成25年度経常・維持管理費
・積立金総額)

更新整備費が増額傾向においても

→10aあたり/1998円/田単価

→10aあたり/ 333円/畑単価

将来→維持管理費0円を目指す

職員、土地

計担当

④その他:流水占

(系統連係サービス料)

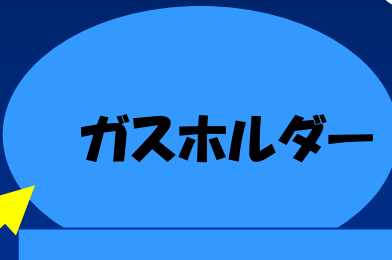
家畜糞尿によるバイオガスプロジェクト： H15～

密閉型発酵槽で
ゆっくり攪拌
嫌気性微生物により
有機物分解
バイオガス発生

スラリー状の糞尿
生ゴミなど

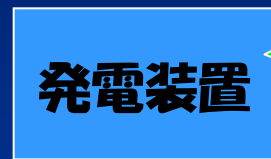


ガスホルダー



バイオガスを
発電機の燃料に！

発電装置



電気熱



消化液槽

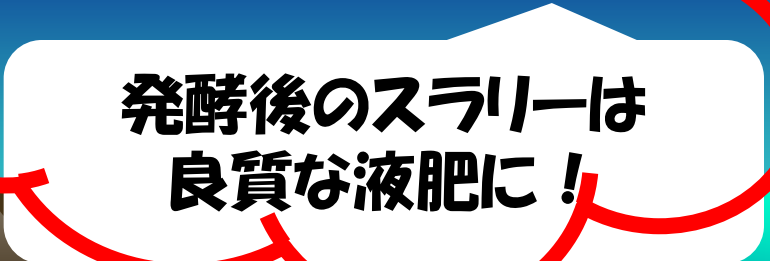


ほ場散布



実証試験中

発酵後のスラリーは
良質な液肥に！



完全エコのエネルギーで、燃料電池製造

総事業費 (NEDO補助事業50%) 4千5百万円

瞬間利用効率：ほぼ100%の20kwを出力 / 反射光の効果？

しかし、ダム堤体や水路法面設置には課題が多い！

・ H22 発生電力量
19130kwh / 年

・ 四年間で2300Nm³
水素製造

・ 利用効率：10.9%

太陽光発電新技術等フィールド
テスト事業の実施 (H18~)

太陽光発電出力：20kW /
水素発生装置：1kW



那須野ヶ原 **みらい** 発電所

— 自然エネルギー(太陽光)を利用したハイブリッド発電システム —



日中に貯蔵した水素を利用し、
燃料電池での発電を行う



電気

水の電気
分解装置

太陽光発電で得た電力を利用して
水を電気分解して水素を発生させ貯蔵

酸素

水素

吸蔵合金



水

**分散型電源の
自然エネルギーを
利用するため、
災害に強い**

電気

燃料電池車(カート)の走行実験

都市と農村交流／東京都目黒区烏森地区「キラキラワールド」



1000年の森プロジェクト: H19~

① 森林事業

水源の森の手入れ
「1000年の森を育てるみんなの会」

② 発電事業

山と里と暮らしの美術館(木質バイオマス発電所)

③ 交流事業

農産物直売所／農村レストラン
(アグリパル塩原)

【3つの事業領域】

① 水源の森を育む森林施業

(森林事業)

② 森と里をつなぐローカル・エネルギービジョン策定事業

(発電事業)

③ 森と里と人の交流による自給経済発展事業

(交流事業)



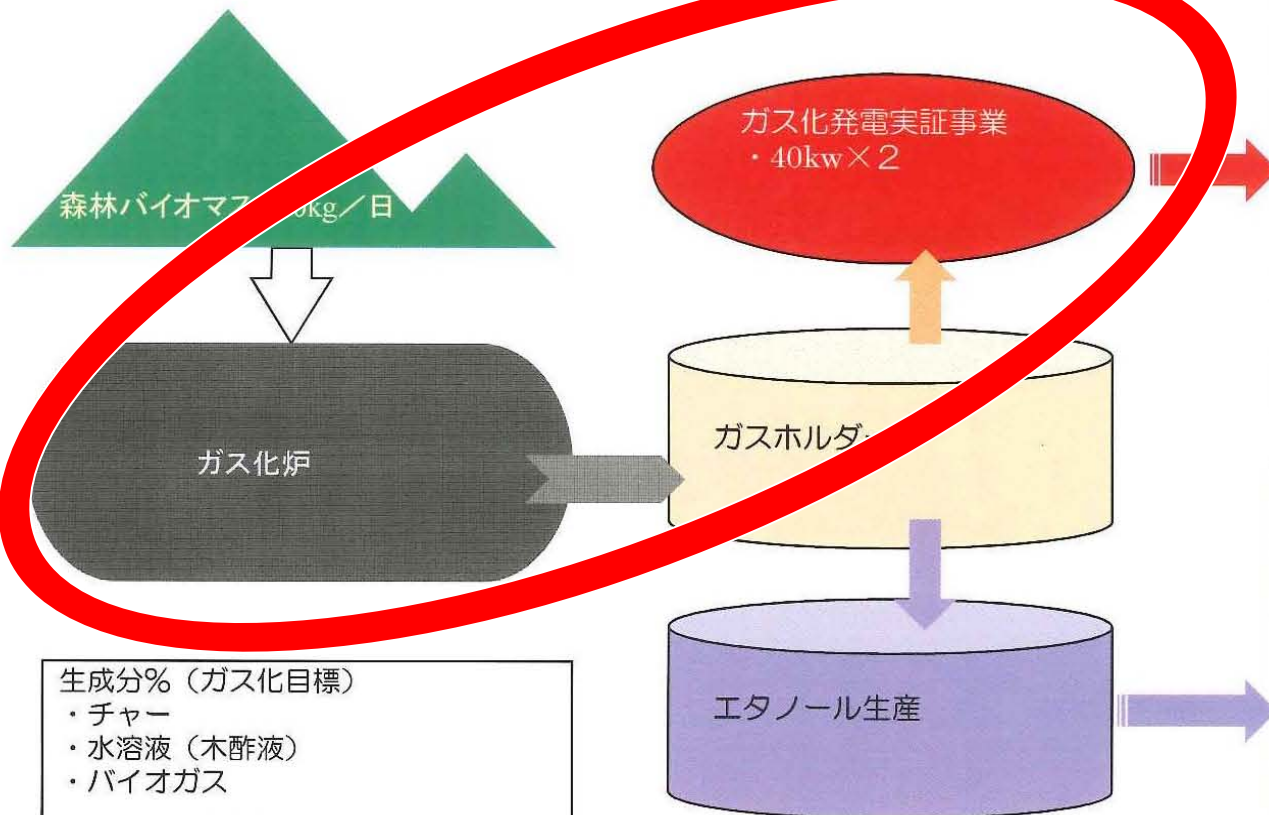
木質バイオマスプラント実証試験:いわき市遠野町にて

実証試験(24~)→80kw規模、実証試験後→500kw規模へ

那須野ヶ原モデル

NPOの申請・認可(11月予定)

- ・環境再生と再生可能エネルギーの普及
- ・パートナーシップ
- ・食とエネルギーは地域で自給: 市民大学(雇用拡大)



生成成分(ガス化目標)

- ・チャー
- ・水溶液(木酢液)
- ・バイオガス

エネルギー効率(試算:含水率30%)

40kw×2 → 1920kwh/日

100kg/h×24=2.4t/日
→ 800t/年

- ・3000kcal/kg/30%
- ・3500kcal/kg/20%
- ・1kwh = 860kcal

∴2400kg×3000kcal/kg÷860kcal
=8372kwh/d(投入エネルギー)
→1920kwh(発電効率22.9%)
→633Mwh/年・330日
(売電32円/kwh:約年間1800万)

注1ロータリーエンジン効率:25%想定
注2フライホイール:効率改善

エタノールの直接合成

- ・H2+CO2: 20-25気圧/250-280oC(リアクター)

エタノール生産効率

- ・1000kg(乾燥バイオマス)
→750Nm3
→255kg(エタノール)
→180kg-oil



～水源林の現状～

間伐されていない人工林の多くが、
同類の現象



ソルガム栽培試験：エタノールに！

ソルガム(約3m)



ソルガムの葉を落とす作業



伐採したソルガムの葉を食べる牛

キッパー導入披露せしモニー 23.11.13

森林整備を支援し、水源の森を育てる資源活用事業組合



再生可能エネルギーのポテンシャル/年

耕作放棄地での太陽光

耕作放棄地での太陽光

☆一年間の再生可能エネルギーポテンシャル

: 2695億kwh

☆23年の東京電力の売上

: 2682億kwh

小水力発電
275億kwh

熱
70億kwh

再生可能エネルギー開発支援の軌道

- ・ 那須野ヶ原発電所/農林水産省：H4
- ・ バイオガス利用の可能性調査並びに実証試験/NEDO：H15～
- ・ 人と自然に優しい地域環境再生プロジェクト提出/内閣府：H16
- ・ ハイドロバレー計画開発促進調査/NEF：H16・17・20
- ・ 異業種連携LLP設立/国土交通省：H17～
- ・ 百村第一発電所/新農業水利システム保全対策事業：H17/1基
- ・ 百村第二発電所/NEDO中小水力発電開発費補助事業：H17/3基
- ・ 太陽発電新技術等フィールドテスト事業/NEDO：H18～現在
- ・ 麩沼第一・第二発電所/地域新エネルギー等導入促進事業：H19～21
- ・ 1000年の森プロジェクト調査事業/内閣府：H20・21
- ・ 那須野ヶ原用水ウォーターパーク/環境省：H21
- ・ バイオマス等未利用エネルギー事業調査事業/経済産業省：H16・21
- ・ 地域新エネルギー・省エネルギービジョン策定等事業/NEDO：H22
- ・ 建設企業の関係によるフロンティア事業/国土交通省：H23
- ・ 緑と水の環境技術革命プロジェクト事業/農林水産省：H24～

☆受賞やマスコミ等への報道実績☆ 2013.10現在

- 関係市町村広報誌: 田んぼの学校・トライアスロン / 27回
(旧黒磯市・旧西那須野町・那須塩原市)
- 各種研修受入(H24実績) / 一般受入1,635人、学校受入2,348人
(旧西那須野町・旧塩原町管内土地改良施設)
- 新聞報道: 再エネ、各種推進活動 / 151回
(下野・読売・日本農業・毎日・日刊工業新聞各社)
- 各テレビ局・ラジオ: 再エネ、疏水百選、田んぼの学校、防災他 / 79回
(NHK・日本TV・とちぎTV・全国地方TV・TBSラジオ)
- その他の掲載状況: 再エネ・防災活動他 / 53回
(農林建設情報誌・土地改良情報誌他)
- NNニュース掲載: 田んぼの学校他 / 206回
(H16,17,18,19,20,21,22,23,24,25)
- **受賞等:** 21創造運動大賞・日本水大賞・田んぼの学校企画賞 / 連携プロジェクト優秀賞・第3回世界水フォーラム(水の声メッセンジャー賞他)・防災活動感謝状(知事)・ダム堰危機管理顕彰優秀賞・立ち上がる農山漁村優良事例地区認定・栃木県エコキーパー最優秀賞 農業農村整備事業広報大賞優秀賞・環境大臣 / 水のエネルギー賞他

☆☆将来目標☆☆

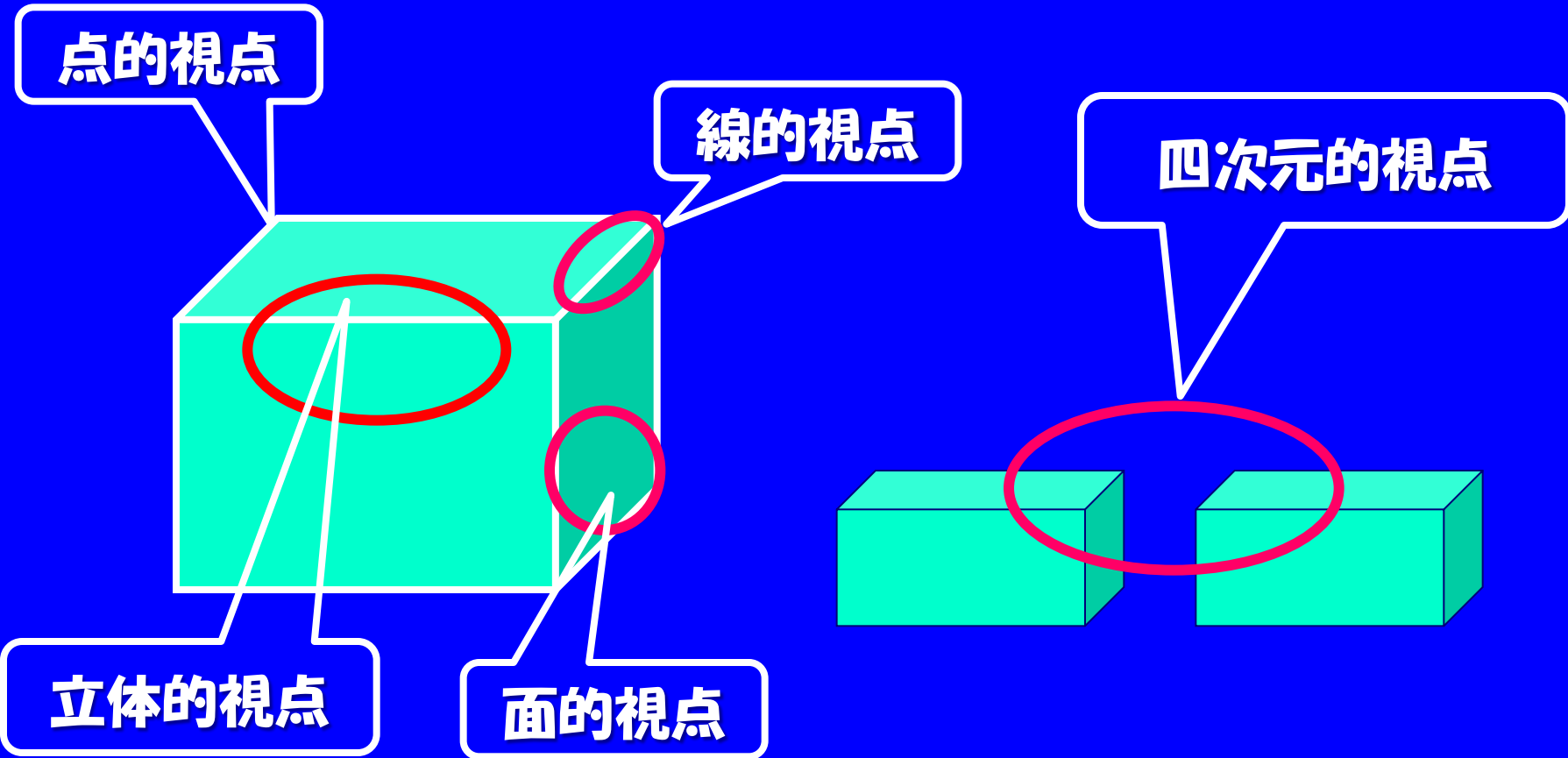
水路全線に発電所設置 > EVスタンドや
水素発生装置を併設

完全エコのトラクターやコンバインを稼働

原子力や化石燃料に
頼らない街づくりを目指します。



視点を改めて…。



- ある日の記事のみ → **過去の記事も見る** → 関連記事も見る
→ **更に現場に向く** → 歴史的な時間概念も併せて見る

地球の資源は有限です。

☆☆エコを考え、エコを実践するのは、
地球に生きるための最も大事な義務☆☆
水土里ネット那須野ヶ原では、
何処にでもある材料を利用し、何処でも、
誰でも、をモットーに取り組んでいます。

“これからもご支援下さい。”



「地域の財産」みんなで守ろう！ かけがえのない 潤いの水

みどり

水土里ネット 那須野ヶ原

「地域の財産」みんなで守ろう！
かけがえのない 潤いの水