

付録 A2

好事例報告書集 (Good Practice Reports)

PART 1: CA01 – JP07

目次

CA01	McNair Creek, カナダ	2
CA02	Rutherford Creek, カナダ	8
CA03	Atlin, カナダ	15
CL01	Mallarauco, チリ	23
DE01	Prater, ドイツ	27
JP01	家中川, 日本	34
JP02	鯛生, 日本	41
JP03	那須野ヶ原, 日本	48
JP04	富士緒井路・第二, 日本	56
JP05	帝釈川・新帝釈川, 日本	62
JP06	高知県公営企業局水力発電所群, 日本	70
JP07	落合楼, 日本	78

CA01

発電所名 : McNair Creek 水力発電所

国名 (州/県) : カナダ (ブリティッシュ・コロンビア州)

所有者

所有者名 : Renewable Power Corporation
(2010年 Alta Gas 社へ売却)

所有者形態 : 発電事業者

市場形態 : ユーティリティへの長期売電契約

運転開始年 : 2004年11月

プロジェクト評価

経済性 : 初期投資の回収, 維持管理費の確保, 適正な利潤の確保

経済的便益 : 税収効果, 雇用創出効果, 観光資源効果

社会的側面 : 地域環境: 地域インフラ整備, 河川環境保全

地域社会: 地域の活性化, 地域開発の促進, 地域余暇機会の創出

キーワード : スクワミッシュ先住民族, Coanda 取水スクリーン, 土中埋設水圧鉄管, HDPE 埋設水圧鉄管, 漁業の振興および生息地の創造

要旨

McNair Creek 水力発電所は、カナダ、バンクーバの北西 30km のスクワミッシュ先住民族が居住する地域に位置する 9MW の流れ込み式小水力発電所 (2004年11月完成) で、Alta Gas 社が所有し、BC ハイドロと長期売電契約を結んでいる。発電所の建設場所選定と設計にあたり環境への十分な配慮がなされた。建設計画当初には回遊鮭鱒等魚類の保護のための科学的検討を行い、発電所下流側の魚類生息環境の整備と産卵水路の建設を行った。また、部分的な所有権が先住民に付与され、さらに雇用をもたらしている。建設後は、埋設水圧鉄管路に沿って、野生の鹿、熊、ヘラジカなどが多く見受けられるようになった。更にハイキングコースの整備および放水路への橋の設置、発電所工事区域の緑化を行った。



1. プロジェクトの概要

McNair Creek 水力発電所は、ブリティッシュ・コロンビア州 Port Mellon、Gibsons 町近くのサンシャイン海岸（バンクーバの北西 30km）のスクワミッシュ先住民族の地域に位置する 9MW の流れ込み式小水力発電所である。

本発電所は、Knight Piésold 社が設計を行い、EPC 契約により Peter Kiewit Infrastructure 社が建設し、2004 年 11 月に完成した。完成後は、IPP のための発電所として Renewable Power 社が運用したが、2010 年に AltaGas 社へ売却された。

本発電所の概要を図-1 に、また、諸元を表-1 に示す。
発電所の特徴は次のとおりである。

- 取水ダム・取水口 : Coanda スクリーンを備えた上部越流型の鉄筋コンクリート構造物。水圧鉄管用ゲートとバイパス用ゲートを備えている。(写真-1 参照)
- 取水口 : 水門水路、スクリーン、除塵レーキ、渦型砂除去装置および水圧鉄管止水ゲートを備えている。
- 支川取水口 : 2ヶ所の支川取水口があり、合計最大流量 0.6m³/s を主取水水槽へ導水
- 発電所建屋 : コンクリート基礎およびプレハブ構造。トラッククレーンを使用して水車発電機を引き出せるように建屋屋根は外せる構造。(写真-2 参照)
- 開閉所 : 4.16kV から 25kV へ昇圧
- 送電線 : 25kV
- 魚類生息環境 : 飼育池と産卵地水路を備えた全長 200m の水路

表-1 発電所諸元

項目	諸元
水系・河川名	McNair Creek
最大出力	9 MW
最大使用流量	3.3 m ³ /s
総落差	338 m
水車型式	立軸 5 射ペルトン水車
発電形式	流れ込み式/水路式
系統連系	有
年間平均発電電力量	35 GWh



写真-1 取水ダム・取水口 ^[2]



写真-2 発電所建屋 ^[2]

GREEN POWER MCNAIR CREEK HYDROELECTRIC PROJECT

Knight Piésold
CONSULTING



図-1 McNair Creek 発電所概要図 [2]

2. プロジェクトの経済性

(1) EPC 契約¹⁾による工程および建設費の管理リスクの回避

事業者、EPC コントラクターおよび設計コンサルタントとの協調により、予定の工期・予算および想定以上の品質でプロジェクトを完遂できた。

また、固定された EPC 価格は、プロジェクトのための長期負債による資金調達の確保に役立っている。

(2) 長期売電契約による経済性確保

BC ハイドロと長期売電契約を結び、経済性を確保するとともに、BC ハイドロの 2016 年までに再生可能エネルギーからの電気により電力の 90%を供給するという目標にも貢献している。

また、発電所出力は事業者の資本回収に最適な出力とした。

さらに、Renewable Power 社は、社会的・環境的責任に関する基準をクリアした企業に授与される「プロジェクト EcoLogo 認定²⁾」を受けている。

BC ハイドロは、これらの認定を受けたプロジェクトからの電力にプレミアム料金を支払っている。

(3) 革新的技術の適用によるコスト削減と工期短縮

1) Coanda スクリーン適用によるコンクリート製排砂設備の省略および運転管理費の削減

2) 埋設型水圧鉄管の適用によるアンカーブロックの省略
(写真-3 参照)

3) 水圧鉄管上流部へ HDPE 管を適用することによるコスト削減と工期短縮



写真-3 埋設型水圧管路^[2]

3. プロジェクトの経済的便益

(1) 税収効果

地方税、法人税、発電量および設備容量に基づく水のレンタル料金がある。

(2) 雇用創出効果

発電所運転管理の直接雇用および発電所近辺の観光開発による間接雇用が増大した。これらは先住民に雇用、教育、利益還元の手助けを与えている。地域の先住民に対して OJT 教育が行われ、建設時の労力の約 1/3 は先住民であった。

4. プロジェクトの社会的側面

4.1 地域環境への貢献

1) 環境アセスメントの実施による自然環境保全

ブリティッシュ・コロンビア州における標準的な流れ込み式水力発電所の設置にあつ

¹⁾ 設計 (engineering)、調達 (procurement)、建設 (construction) を含む、建設プロジェクトの建設工事請負契約。EPC 契約の採用により、発注者にとっては施工ミスや資材の高騰など、設計・調達・建設にかかわるリスクを低減できる。

²⁾ ECOLOGO 認定の製品、サービスおよびパッケージングは、環境への影響を低減するために認定されている。ECOLOGO 認定は、製品が厳格な第三者の環境性能基準に準拠していることを証明するために、厳密な科学的テスト、徹底的な監査、またはその両方を行ったことを示すライフサイクルベースの環境認定書である。

ては、連邦、州、地元や先住民を含む 14 の規制機関から 50 以上の許可、ライセンス、承認とレビューが必要である。本プロジェクトでは、州および連邦政府の承認およびライセンスのすべてを確保するよう厳格な環境アセスメントと許認可手続きが実施されている。

2) 魚類の保護

プロジェクトの初期段階では、既存魚類への影響を最小にするための科学的調査が実施された。また、発電所完成後においても、魚類資源の継続的なモニタリングを行い、魚や他の水生生物を維持するための必要流量の科学的証拠を得ている。モニタリングは最新のシステムにより、発電所の運転状況および降雨量、温度、流量などの環境変数に対して行われている。

さらに、魚類生息環境の改善のため、産卵水路を発電所放水路の下流に建設した。これにより、河川や調整池に生息する魚の数が建設前より増加していることが示されている。

3) 河川環境保全

油漏れを防ぐための乾式変圧器を適用している。

4.2 地域社会への貢献

1) 先住民への便益の分配

先住民のための部分的な所有権と雇用をもたらしている。

2) 地域余暇機会の創出

地域居住者と野生動物アクセスのために水圧鉄管は埋設型とし、ハイキングコースの整備・改善を行い地域のレクリエーションの場の提供を行っている。

(写真-4 参照)

3) 消火栓の整備

森林火災の消火を補助するため、水圧管に高圧消火栓を設置している。



写真-4 ハイキングコースの改良^[2]

5. 成功の理由

(1) プロジェクトの経済性

投資回収確保のための最適発電設備容量設計や、建設コスト削減および工期短縮のために革新的技術を適用することにより、発電所建設の経済性の向上を図っている。

また、事業者、EPC コントラクターおよび設計コンサルタントとの協調により、工期内かつ予算内でプロジェクトを完成させたことはプロジェクト実現のキーポイントである。固定 EPC 価格保証価格、工期および最適な発電所設備容量は、事業者の長期負債による資金調達を確保するのに有効となっている。

(2) 地域環境・社会への貢献

早い段階での住民との協議、厳しい環境管理計画とモニタリング、プロジェクト管理、革新的なデザインコンセプトとプロジェクト設備容量の最適化は、プロジェクト成功の

重要な要因となっている。

6. 第三者のコメント

- (1) ブリティッシュ・コロンビアのコンサルティングエンジニアリング協会(CEBC)から優秀賞「The Award of Excellence for Resource, Energy and Industrial Projects (2005)」を受賞した。
- (2) Renewable Power 社は、社会的・環境的責任に関する基準をクリアした企業に授与されている「プロジェクト ECOLOGO 認定」を受けている。

7. 参考文献

- [1] International Water Power & Dam Construction (May 2009): Best of the best in small hydro
- [2] Knight Piésold Ltd (<https://www.knightpiesold.com/en/>)
- [3] Renewable Power Corporation (<http://www.renewablepowercorp.com/>)

CA02

発電所名 : Rutherford Creek 水力発電所

国名(州/県) : カナダ(ブリティッシュ・コロンビア州)

所有者

所有者名 : Innergex Power 投資信託

所有者形態 : 発電事業者

市場形態 : ユーティリティへの長期売電契約



運転開始年 : 2004年6月

プロジェクト評価

経済性 : 初期投資の回収, 維持管理費の確保, 適正な利潤の確保

経済的便益 : 税収効果, 雇用創出効果, 観光資源効果, 地域産業振興効果

社会的側面 : 地域環境 : 地域インフラ整備, 河川環境保全
地域社会 : 地域の活性化, 地域開発の促進, 地域余暇機会創出



キーワード : リルワット先住民, ゴム製起伏堰, 渦型砂除去装置, 土中埋設水圧鉄管、Weholite (hollow wall HDPE) 埋設水圧管路, 急流カヤック公園, スノーモービル, ハイキングアクセス

要旨

Rutherford 水力発電所は、カナダ・ブリティッシュコロンビア州のウィスラースキーリゾート地から北部約 20km の先住民地区リルワットネーション(Lil' wat Nation)居留地内に位置する 49MW の流れ込み式水力発電所(2004年6月完成)である。Innergex Power 投資信託社が所有・運営し、BC ハイドロと長期売電契約を結んでいる。発電所建設中には洪水問題、山林火災リスクのための作業時間の制約等を受けたが、予定通り建設が進められた。このプロジェクトには、取水堰としてゴム起伏堰を適用、渦型砂除去と河川維持放流バイパスの複合型装置を設置、大口径高密度ポリエチレンパイプ(Weholite(HDPE))の適用、発電所放水路に激流カヤック水路(Whitewater kayak channel)を設置するなど、革新的な特徴が取り入れられている。また、部分的な所有権が先住民に付与され、雇用を創出している。

1. プロジェクト概要

Rutherford 水力発電所は、カナダ国ブリタニッシュ・コロンビア州のコースト山脈内で、ウィスラースキー場から北に約 20km に位置する 49MW の流れ込み式水力発電所である。

Innergex Power 投資信託が、Knight Piésold 社とコンサルタント、Peter Kiewit Sons 社と EPC 契約により建設したものであり、2004 年 6 月に完成した。発電所は、Innergex Power 投資信託により所有・運営されている。発電所建設中には洪水問題、山林火災リスクのための作業時間の制約等を受けたが、予定通り建設が進められた。

本発電所の概要を図-1 に、また、諸元を表-1 に示す。

発電所の特徴は次のとおりである。

取水ダム・取水口 : バイパス用ゲートと沈砂池、高さ 3m のゴム製起伏堰、越流型余水路を備えた鉄筋コンクリート構造物 (写真-1 参照)

取水口 : 水門水路、スクリーン、除塵レーキ、渦型砂除去装置および水圧鉄管止水ゲートを備えている。

支川取水口 : 最大流量 1.5m³/s を取水し主取水水槽へ導水

水圧管路 : 内径約 3m、全長 9km の埋設水圧鉄管。
上流側の低圧箇所約 3km は高密度ポリエチレンパイプ Weholite (HDPE) を、残りの 6km は鋼管を適用して埋設し、コンクリート製アンカーブロックを省略した。(写真-3,4 参照)

発電所建屋 : コンクリート基礎および鋼板製プレハブ構造。立軸 6 射ペルトン水車 2 台が据え付けられている。(写真-2 参照)

開閉所 : 13.8kV から 230kV へ昇圧

送電線 : 230kV

急流カヤック水路 : 全長 650m。現在、県・国の急流スラロームカヤックチャンピオン大会に使用されている。

表-1 発電所諸元

項目	諸元
水系・河川名	Rutherford Creek 川
最大出力	49 MW
最大使用流量	17.5 m ³ /s
総落差	378.5 m
水車型式	立軸 6 射ペルトン水車
発電所形式	流れ込み式/水路式
系統連系	有
年間平均発電電力量	180GWh



写真-1 取水ダム・取水口^[2]



写真-2 発電所建屋^[2]



写真-3 埋設水圧鉄管^[2]



写真 4 Weholite(HDPE)パイプ^[2]

ANATOMY OF THE RUTHERFORD CREEK HYDROELECTRIC PROJECT



図-1 Rutherford Creek 発電所概要図^[2]

2. プロジェクトの経済性

(1) EPC 契約¹⁾による工程および建設費の管理リスクの回避

事業者、EPC コントラクターおよび設計コンサルタントとの協調により、予定の工期・予算および想定以上の品質でプロジェクトを完遂できた。

また、固定 EPC 価格や工事費の価格保証、工期および最適な発電所容量は、事業者の長期負債による資金調達を確保するのに有効である。

(2) 長期売電契約による経済性確保

BC ハイドロと長期売電契約を結び、経済性を確保するとともに、BC ハイドロの 2016 年までに再生可能エネルギーからの電気の 90%を供給するという目的に貢献している。

また、発電所出力は事業者の資本回収に最適な出力とした。

さらに、Innegex Power 投資信託は、社会的・環境的責任に関する基準をクリアした企業に授与される「プロジェクト EcoLogo 認定²⁾」を受けている。BC ハイドロは、これらの認定を受けており、認定を受けたプロジェクトとしての電力プレミアム料金を BC ハイドロより受け取っている。

(3) 革新的デザインの適用によるコスト削減と工期短縮

1) 取水ダムへのゴム製起伏堰の採用および渦型砂除去装置の適用は、コンクリート構造物の省略とプロジェクト運転保守費用の削減をもたらした。

2) 土中埋設水圧鉄管は、水圧鉄管アンカーブロックの削減を可能とした。

3) 大口径高密度ポリエチレンパイプ Weholite (HDPE) を水圧管路上流部に適用することにより、コスト削減および工期短縮を図った。

3. プロジェクトの経済的便益

(1) 税収効果

地方税、法人税、発電量および設備容量に基づく水のレンタル料金

(2) 雇用創出効果

発電所運転管理の直接雇用および発電所周辺の観光資源の開発による間接雇用が増大した。これにより先住民に訓練、雇用および収入分配の機会が与えられた。建設時における地元先住民に対する OJT 教育により、建設時の労働力の約 1/3 が地元先住民であった。

(3) 観光資源効果

急流カヤック公園の整備およびハイキング・スノーモービルアクセスの改善により観光客数が増加した。

(4) 地域産業振興効果

道路防護柵などプレキャストコンクリート製品の製造を行うなどの、先住民の事業の開発を行っている。これは建設時の主建設業者 Peter Kiewit Sons 社と地元先住民が、建設後もベンチャー体制を作り、高速道路の防護柵のような二次コンクリート製造事業を

¹⁾ 設計 (engineering)、調達 (procurement)、建設 (construction) を含む、建設プロジェクトの建設工事請負契約。EPC 契約の採用により、発注者にとっては施工ミスや資材の高騰など、設計・調達・建設にかかわるリスクを低減できる。

²⁾ ECOLOGO 認定の製品、サービスおよびパッケージングは、環境への影響を低減するために認定されている。ECOLOGO 認定は、製品などが厳格な第三者の環境性能基準に準拠していることを証明するために、厳密な科学的テスト、徹底的な監査、またはその両方を行ったことを示すライフサイクルベースの環境認定書である。

行うものである。

4. プロジェクトの社会的側面

4.1 地域環境への貢献

(1) 環境アセスメントの実施による自然環境保全

ブリティッシュ・コロンビア州における標準的な流れ込み式水力発電所の設置にあたっては、連邦、州、地元や先住民を含む 14 の規制機関から 50 以上の許可、ライセンス、承認とレビューが必要である。本プロジェクトでは、州および連邦政府の承認およびライセンスのすべてを確保するよう厳格な環境アセスメントと許認可手続きを実施した。

(2) 魚類の保護

プロジェクトの初期段階では、既存魚類への影響を最小にするための科学的調査が実施された。また、発電所完成後においても、魚類資源の継続的なモニタリングを行い、魚や他の水生集団を維持するための最小必要流量の科学的証拠を得ている。モニタリングは最新のシステムにより、発電所の運転状況および降雨量、温度、流量などの環境変数に対して行われている。

4.2 地域社会への貢献

(1) 先住民への便益の分配

先住民のための部分的な所有権と雇用をもたらしている。

(2) 地域余暇機会の創出

現地居住者と野生動物アクセスのために水圧鉄管は埋設型とし、ハイキングコースやスノーモービルアクセスの整備・改善を行い地域のレクリエーションの場の提供を行っている。また、人工制御の急流カヤックスラローム水路を発電所放水路の下流側に設置した。

(写真-5 参照)



写真-5 急流カヤックスラローム水路^[2]

5. 成功の理由

(1) プロジェクトの経済性

投資回収確保のための最適発電設備容量設計や、建設コスト削減および工期短縮のため

に革新的技術を適用することにより、発電所建設の経済性の向上を図っている。
また、事業者、EPC コントラクターおよび設計コンサルタントとの協調により、工期内かつ予算内でプロジェクトを完成させたことはプロジェクト実現のキーポイントである。
固定 EPC 価格保証価格、工期および最適な発電所設備容量は、事業者の長期負債による資金調達を確保するのに有効となっている。

(2) プロジェクトの経済波及効果

建設中の先住民の建設工事への参加や、建設後の先住民のための事業の開発を行うなど、地域産業の振興および雇用創出を積極的に行っている。

(3) 地域環境・社会への貢献

早い段階での住民との協議、厳しい環境管理計画とモニタリング、プロジェクト管理、革新的なデザインコンセプトとプロジェクト設備容量の最適化は、プロジェクト成功の重要な要因となっている。

6. 第三者のコメント

Innegex Power 投資信託は、社会的・環境的責任に関する基準をクリアした企業に授与されている「プロジェクト ECOLOGO 認定」を受けている。BC ハイドロは、これらの認定を受けたプロジェクトからの電力にプレミアム料金を支払っている。

7. 参考文献

- [1] International Water Power & Dam Construction (May 2009): Best of the best in small hydro
- [2] Knight Piésold Ltd (<https://www.knightpiesold.com/en/>)
- [3] Innergex Renewable Energy Inc. (<http://www.innergex.com/en/>)

CA03

発電所名 : Atlin 水力発電所

国名 (州/県) : カナダ (ブリティッシュ・コロンビア州北西部)

所有者

所有者名 : Xeitl Limited Liability Partnership (XLP) 社¹⁾

所有者形態 : 地域卸電力供給者/地域が所有する有限責任会社

市場形態 : 長期卸電力供給



運転開始年 : 2009年4月

プロジェクト評価

経済性 : 初期投資の回収、維持管理費の確保、適正な利潤の確保

経済的便益 : 雇用創出効果

社会的側面 : 地域環境 : 地域インフラ整備、河川環境保全
地域社会 : 地域の活性化、地域開発の促進



キーワード : Taku River Tlingit 先住民 (TRTFN)、Taku Land Corporation (TLC)、BC ハイδρο社、コミュニティ発電所、人材育成
有限責任事業組合 (Limited Liability Partnership)、オフグリッド地域
先住民再生基金 (First Nation Regeneration Fund)

要旨

カナダ、ブリティッシュ・コロンビア州の Atlin 集落は、基幹電力系統網から外れた遠隔地にあり、電気の供給は BC ハイδρο社のディーゼル発電によるローカルグリッドに依存してきた。同町の Taku River Tlingit 先住民 (TRTFN) は、地域のエネルギーセキュリティ、経済、住民の健康および環境に関わる持続可能性を高めるために、ディーゼル発電を水力発電に切り替えるプロジェクトを策定・実施し、2009 年に出力 2.1MW の Atlin 水力発電所の運用を開始した。本発電所は、TRTFN が設立した Xeitl Limited Liability Partnership (XLP) 社により運用され、TRTFN にとって初めての水力発電所である。本プロジェクトの経済性は、建設費に充当された公的補助金や先住民再生基金等の活用、BC ハイδρο社との長期売電契約などにより確保されている。また、事業収益により経済発展、地元先住民の教育・訓練を実施し、プロジェクトに関わる雇用機会を創出した。

¹⁾ Taku River Tlingit 先住民が組織する有限責任事業組合 (LLP) の傘下にあるコミュニティ電力会社。

1. プロジェクトの概要

カナダには 175 の先住民村や北部のオフグリッド村落があり、これらの村落のほとんどはディーゼル発電機に依存している。Taku River Tlingit 先住民 (TRTFN) は、初めてコミュニティで水力発電所を所有し、ディーゼル発電から水力発電へ切り替えた。先住民 (TRTFN) は、ディーゼル発電機の交換を議論する最初の段階で、コミュニティメンバー参加によるプロジェクト管理、および BC ハイドロ社との協議内容に関する戦略的な計画案を作成した。先住民 (TRTFN) は、環境、規制の枠組みだけでなく、ビジネスや経済的問題に関連する調査も行い、この発電所建設中での雇用競争に打ち勝つためにコミュニティメンバーにとってどのようなトレーニングが必要であるかなど、その人材教育方法をも検討した。Taku River Tlingit 先住民 (TRTFN) の先導の結果、BC ハイドロ社は Atlin 地区でディーゼル発電から水力発電へ切り替えることに同意した。

Atlin 水力発電所は、カナダのブリティッシュ・コロンビア州の比較的遠隔地である Atlin 集落にある。発電用水は、Surprise 湖出口に設けられた水位調整ダムの下流側の Pine Creek 川を経て、この川に設けられた小規模重力ダムと鉄筋コンクリート製取水設備から取水されている (図-1、写真-1 参照)。コンクリート重力ダムの堤高は岩盤から最高 9.25m である。取水設備は水圧鉄管ゲートおよび粗目・細目のスクリーンで構成されている。Atlin 地区は寒冷気候地帯であり、冬季の運転を考慮して凍結の影響について取水口および堰の設計の中に反映されている。堰の高さは水圧鉄管入口部での必要水深を保ち、氷の厚さ 0.5m を考慮して決めており、同規模の発電用堰高と比較し高いものとなっている。また、取水口スクリーンは氷凍結影響を低減するため、非金属製取水スクリーンが適用されている。埋設水圧鉄管の長さは 3,910m で、直径 1.22m の HDPE (高密度ポリエチレン) 管と鋼管で構成されている。水圧鉄管の埋設深さは、水路内の水が凍らないように、最小深さ 1.35m としている (写真-2 参照)。建設期間中は 1 回/週、地域の環境巡視を行い、水圧鉄管を埋設敷設した後は再緑化を行って地域景観の保全を図った。Surprise 湖出口の水位調整ダムは、湖水位変動による環境への影響を予測することは困難であったが、河口によく来る水鳥類に悪影響を及ぼす可能性があることから、湖の最高水位を保つガイドラインを作成した。また、ヒメマス (Grayling) がダム周りを回遊することを助けるための魚道を設置した。



写真-1 小規模重力ダム(堰)^[1]

発電設備は、2.1MW 横軸両掛ペルトン水車発電機で構成されている (写真-3 参照)。発電設備は、潤滑油、操作油などが発電所から流出した場合、河川へ支障を起こさないように生分解性油を適用している。Atlin 町は州の基幹電力系統網に接続されていないので、水車発電機の制御は従来の流れ込み式発電所とは異なる方式とせざるを得なかった。コミュニティの電力需要に追従させて制御する方式よりも、若干高めとなるような水車発電機出力制御を行い、余剰電力を消費するためのロードバンク (ダミー抵抗器) を設けて系統の安定制御を行っている。発電電力は 25kV 電力線 750m と 25kV express feeder 3.15km で送電され、既設ディー

ゼル発電所の Atlin 地区の配電線に接続されている。ディーゼル発電機は、新設水力発電設備の定期的なメンテナンス期間中や、緊急事態の場合のバックアップ用電源として残されている。

発電所関連設備の写真および位置図を図-1 に、発電所諸元を表-1 に示す。



写真-2. 高密度ポリエチレン管敷設状況^[5]



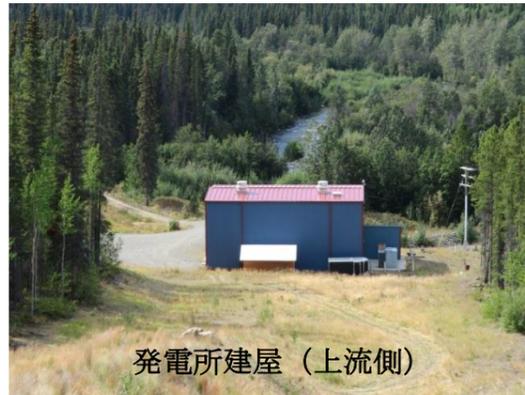
写真-3. 発電所内^[1]

表-1 発電所諸元

項目	諸元
水系・河川名	Pine Creek
最大出力	2,100 kW
最大使用流量	2.7 (m ³ /s)
有効落差	107.6 (m)
水車形式	横軸ペルトン水車 (両掛け)
発電機形式	三相同期発電機
発電所形式	流れ込み式 (貯水湖付き)
系統連系	有。既設ディーゼル発電機の配電系統に接続



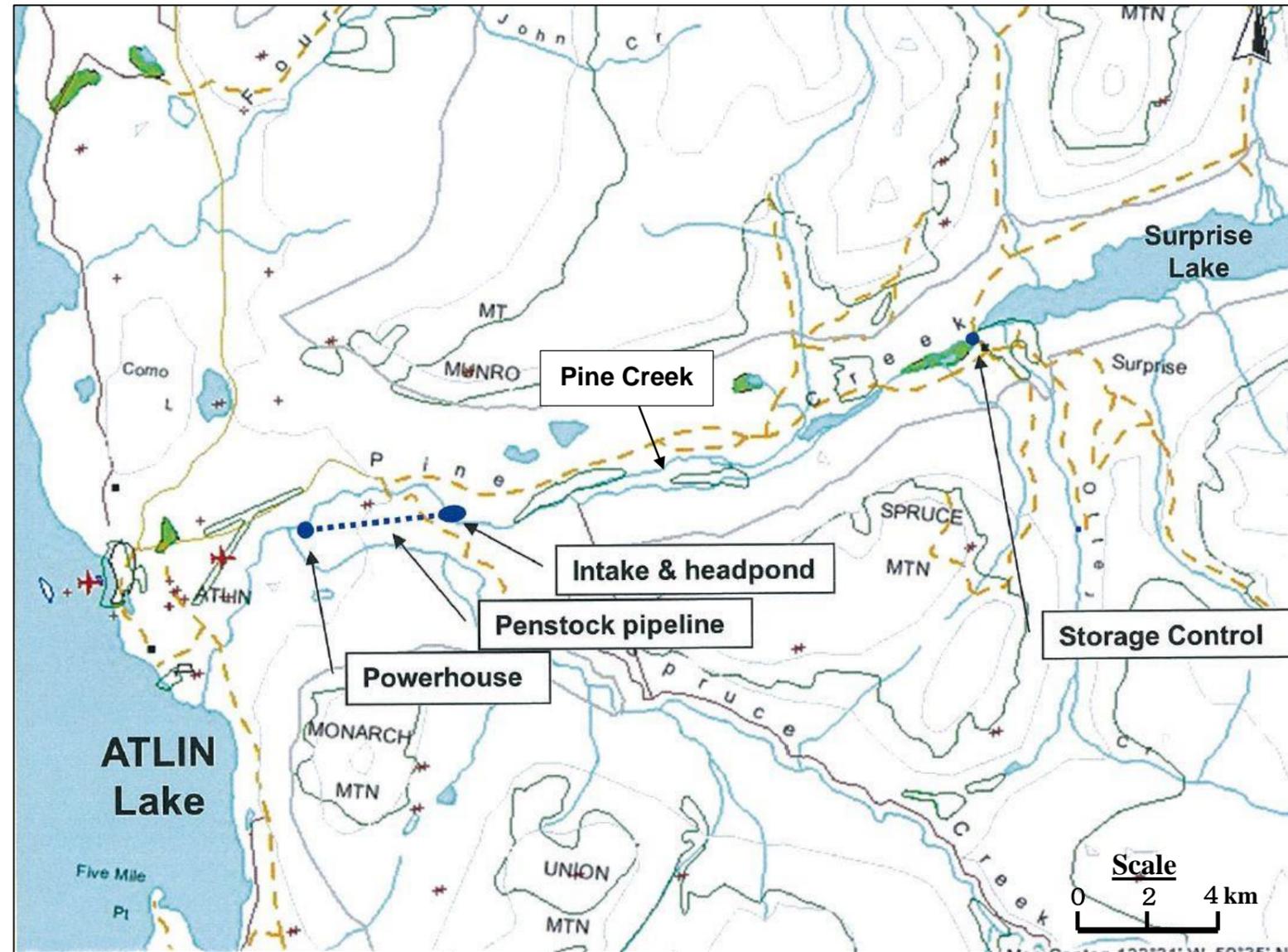
上水槽(Pine Creek 川)



発電所建屋 (上流側)



発電所建屋 (下流側)



Surprise 湖



水位調整ダム



魚道



25kV 送電線



取水口スクリーン



取水口



取水堰



Pine Creek 川
(水位調整ダム下流側)

図-1 Atlin 水力発電所概要図

2. プロジェクトの経済性

(1) プロジェクト費用と資金源

発電所の建設費総額は 16.4 百万ドルである。

建設費は補助金、自己資本調達（エクイティ・ファイナンス）と借入金融（デット・ファイナンス）の組み合わせによって資金調達された。また、建設費は、プロジェクト地点が遠隔地にあることおよび水圧鉄管の設置勾配が緩やかである（平均勾配：2.7%）ことから同規模発電所のものと比較し割高となっている。

表-2 に建設資金調達の内訳を示す。このうち補助金は、気候変動緩和に係る国の制度を利用したものである。

また、自己資本調達（エクイティ・ファイナンス）は、先住民再生ファンド⁵⁾、エコトラストカナダ、Tale'awtxw 先住民資本会社および部族民資源投資会社(Tribal Resources Investment Cooperation)の協力で提供された。

建設費の大部分はカナダのカナダ生命保険会社が提供する借入金融（デット・ファイナンス）により資金を調達した。

表-2 発電所建設資金源

資金源	割合(%)
補助金：	
Indigenous and Northern Affairs Canada(INAC) ²⁾	1.2
Aboriginal & Northern Communities Action Programme (ANCAP) ³⁾	1.5
British Columbia Ministry of Energy Mines & Petroleum Resources ⁴⁾	14.7
First Nation Regeneration Fund	6.7
Bank Loan (Debts)	75.9
総額 16.4 百万ドル	100

(2) 年間平均発電電力量

年間発電電力量は、平均 5GWh/年程度である。

BC ハイδροへの売電単価は、交渉により決めている。FIT は適用されていない。

(3) 運転・保守費用

月毎に精算される売電収益が年間約\$300,000 ほどあり、この収益で銀行融資返済および運

2) INAC は、全カナダ人の利益のために、カナダの政治的、社会的および経済的開発により多く参画し、社会福祉と経済的繁栄を改善する努力を行っている先住民（先住民、イヌイットとメテス）と北部住民をサポートしている。

3) Aboriginal and Northern Communities プログラム 2011-2016 の ecoENERGY は、先住民と北部コミュニティの再生可能エネルギープロジェクトに対して基金を提供している。これは彼らコミュニティでの電力、熱源発生時に生じる温暖化ガス(GHG)排出量削減に関わる再生可能エネルギープロジェクトの開発と施工を援助している。

4) ブリティッシュ・コロンビア州は先住民と僻地コミュニティのクリーンで効率的なエネルギー供給および省エネ開発をサポートするため約\$670,000 の予算をつけている。BC Energy Plan は、先住民および僻地コミュニティが、代替エネルギー、エネルギー効率改善、保護と技術訓練解決法などを実施することをサポートしている。

5) 再生基金は、環境への影響を最小限にし、地元の先住民への社会経済的利益を最大化する再生可能エネルギープロジェクトに焦点を当てている。

転・保守費用を賄っている。

(4) 減価償却期間

減価償却期間は 25 年を予定している。

(5) ディーゼル発電の代替

Atlin 集落はブリティッシュ・コロンビア州の基幹電力系統網に接続されておらず、ディーゼル発電に依存していたために、基幹系統に接続された他の地区よりも割高な電気料金となっていた。プロジェクトはディーゼル発電設備の代替であり、売電単価はディーゼル発電による単価と同額に設定されているので、財政的には成り立っている。

(6) 長期売電契約による経済性確保

BC ハイドロ社は、Atlin 水力発電所で再生可能エネルギー源を確保できることから、XLP 社と 25 年間の長期電力購入契約に署名した。これにより、XLP 社は安定した収入源を確保することができた。

(7) 現地での資材調達および雇用によるコストダウン

Atlin 集落はブリティッシュ・コロンビア州の僻地に位置し寒冷地であるが、この発電所建設時に、Taku Land Corporation (TLC)⁶⁾はできる限り地元の人および会社を利用して資材などを調達することでコストダウンを図った。約 150 の自営業者と 35 の会社がプロジェクトに関わったが、概略として 10 社は Atlin 地区、20 社はブリティッシュ・コロンビア州北部地区からの会社であった。

3. プロジェクトの経済的便益

(1) 税収効果

固定資産税および市民税は支払っているが、法人税、水使用料金、借地料金は有限責任事業組合 (LLP) であるため、免除されている。

(2) 雇用創出および地域経済への再投資

本発電施設は、地域のエネルギーコスト削減に寄与すると共に、地元先住民のための長期的な収入源となる。すなわち、発電収益はすべて地元先住民の雇用機会の創出（トレーニング、教育）、地域経済に再投資される。また、新規水力開発地点の F/S 費用、河川の自然保護団体などへも適用されている。

(3) 新設発電所計画

2014 年 8 月、ブリティッシュ・コロンビア州政府は、流れ込み式水力発電所プロジェクトに関するクリーンエネルギー事業基金収益分配契約⁷⁾を 19 の先住民と提携した。その先住民の一つである Taku River Tlingit 先住民 (TRTFN) は、現在、Pine Creek (Atlin) 水力プロジェクトの拡張を行い、約 100km の送電線を新たに設けて Yukon エネルギー社の配電系

⁶⁾ Taku River Tlingit 先住民 (TRTFN) グループのひとつの建設会社

⁷⁾ 先住民のクリーンエネルギー事業基金収益分配契約は、British Columbia 政府の間で交渉されている。そして、先住民は、クリーンエネルギープロジェクトの収益分配の機会を提供することを目的としている。クリーンエネルギー法のセクション 20 は、British Columbia 政府と対象先住民との間の契約を通して、水のレンタル、土地賃貸料や、更に、先住民の伝統的な領土と条約地域における風力発電の土地借用などによって得られるクリーンエネルギー・プロジェクトからの収益分配のための規定を設けている。先住民のクリーンエネルギー事業基金収益分配契約は、先住民のクリーンエネルギー事業基金 (FNCEBF) として設けられる。

統へ接続して売電する計画のフィージビリティ・スタディを進めている。もし、このプロジェクトが実現可能であれば、TRTFN は Yukon エネルギー社との電力売電契約を行うよう交渉する予定。

4. プロジェクトの社会的側面

4.1 地域環境

1) 地域電源の確保

ディーゼル発電に依存していた当時は、燃料油の輸送にリスクがあったが、この発電所建設によりエネルギー確保の安全性が向上した。

2) 河川（自然）環境保全（生態系等）地域景観／文化の維持、自然公園の保護

- 生分解性操作油を適用している。
- 建設期間中の地域環境巡視、水圧鉄管埋設後の再緑化による地域景観の保全を図っている。

3) ディーゼル発電代替による CO₂ 削減

発電所建設前は毎年ほぼ 120 万リットルの燃料を消費しており、温室効果ガスの 4500 トンに相当する。これより本発電所は、今後 25 年間で温室効果ガス（CO₂ および NO₂）の 10 万トンの排出を防ぐことができるものと想定されている。

4) 魚類の保護

ヒメマス (Grayling) が小ダム周りを回遊することを助けるための魚道が設けられているので、魚の数は増加している（写真-4 参照）。



写真-4 Pine Creek の魚道

5) 湖水位調整による鳥類の保護

河口などによく来る鳥類や水鳥に悪影響を及ぼす可能性があるため、湖の水位を保つガイドラインが作成された。鳥の巣作り地点は、河口によく来る鳥類の巣作り期間は湖の水位はガイドラインに沿って監視され、適宜調整される。

4.2 地域社会

1) 災害時の非常電源

常時、電力需要よりも多めに発電して、負荷変動しても追従できるような制御方式を取ると共に、ディーゼル発電機も常にスタンバイしており、災害発生時の非常電源としてこれら水力発電およびディーゼル発電が使用されている

2) 人的開発の教育、トレーニング

発電所の収益はすべて地元先住民の雇用機会の創出（トレーニング、教育）、地域経済に再投資される。写真-5 は、小学校の生徒の環境・エネルギー教育のため、ワークショップ、現地訪問の状況である。



写真-5 地元小学生のサイト見学

5. 成功の理由

(1) プロジェクトの経済性

カナダ政府は、先住民のコミュニティによる再生可能エネルギーの導入を積極的に支援しており、本プロジェクトはそうした補助金や基金を活用し、初期投資の負担を軽減することができた。また、Atlin 地区にディーゼル発電によるローカルグリッドで電気を供給している BC ハイドロ社が、Taku River Tlingit 先住民 (TRTFN) との協議の結果、水力発電プロジェクトの導入に賛同し 運用会社の XLP 社との長期電力購入契約に応じたことが、プロジェクトの収入を安定化させることに大きく貢献している。

(2) リーダーシップによるプロジェクト推進

プロジェクトの成功は、Taku Land Corporation (TLC) および XLLP 社の過去 5 年間の業務推進に関わってきた人々、これには XLP 社 Peter Kirby 社長および Stuart Simpson プロジェクトマネージャーが含まれるが、彼らの強固な意志によるところが大きい。また、地理的に僻地であるにもかかわらず、良いチームワークと効果的なコミュニケーションを実現できたことも、極めて重要である。

(3) 地域社会におけるプロジェクトの目標の理解と共有

Atlin 水力発電所プロジェクトは、水力が如何に環境的に有益であり、社会的責任を果たし得るものであるかを示す典型的な例である。こうしたプロジェクトを実現できたのは、地域の人々が共通の目標を理解し共有して、その達成に向けて努力した結果である。この成功により、事業者の XLP は、会議での成果の発表やカナダ全土の他の先住民たちの水力プロジェクト立ち上げへの助言を頻繁に求められている。

(4) 地域社会への貢献

Taku River Tlingit 先住民 (TRTFN) は、計画の初期の段階で、コミュニティメンバーによるプロジェクト管理および BC ハイドロ社との協議にかかわる戦略的な「コミュニティエネルギープラン」を策定した。この計画では、水力開発に関わる環境影響や規制の枠組みに止まらず、地域のビジネスや経済についても検討されており、そうした総合的なビジョンを策定したことが、地元先住民の雇用機会創出への再投資や地域文化再興の助成といった地域貢献の実現につながっている。

6. 第三者のコメント

多数の新聞／雑誌などのメディア報道によりこの地点の紹介が行われている。

7. 参考文献

- [1] The Atlin hydro project - embodying First Nation principles - International Water Power & Dam Construction, 9 November 2009
- [2] Best Practices in Small Hydro Development - a perspective from British Columbia, Canada, by Matt Hammond, PGL Environmental Consultants
- [3] Generation for Generations, November 04, 2009, Peter Kirby, Taku Land Corporation
- [4] Atlin Tlingit Economic Limited Partnership (<http://trtfn.com>)
- [5] Atlin kicks diesel - Yukon News April 17 2009 :
<http://www.yukon-news.com/business/atlin-kicks-diesel>

CL01

発電所名 : Mallarauco 水力発電所

国名 (州/県) : チリ (メトロポリタン地方)

所有者

所有者名 : Gestión de Proyectos Eléctricos S.A. (GPE)

所有者形態 : 卸電力供給会社

市場形態 : 卸電力供給

運転開始年 : 2011 年 9 月



プロジェクト評価

経済性 : 初期投資の回収, 維持管理費の確保,
適正な利潤の確保

経済的便益 : 税収効果, 雇用創出効果,
地域産業振興効果

社会的側面 : 地域環境 : 景観保全, 地域インフラ整備
地域社会 : 地域ブランドの向上



キーワード : 再生可能エネルギー利用農作物、灌漑組合への収益還元、景観保護、
農業用水利用発電、国のエネルギー政策

要旨

Mallarauco 水力発電所は、チリの首都サンティアゴから約 80km 離れた Mallarauco 渓谷に位置し、渓谷内の農家で構成される Mallarauco 用水路組合と Gestión de Proyectos Eléctricos (GPE) 社により、農園灌漑用水を利用する 3.52MW の水力発電所である (2011 年 9 月完成)。政府が推進する「エネルギー・ミックス計画」の一つとしてプロジェクトが実施され、再生可能なエネルギーを利用した農作物としての知名度向上にも役立っている。発電所からの収益は、灌漑用水路の修理・改善費用などにも充てられている。本プロジェクトは、チリでの万国博「APEMEC 2012」で、農業用水路利用発電所の優れた事例として表彰されている。

1. プロジェクト概要

Mallarauco 渓谷における農園栽培灌漑用水は、Mapocho 川から取水し、2km におよぶトンネルを通して Mallarauco 渓谷へ導水され、三つの小用水路 (北、中央および南) に分岐される。この灌漑用水路網全長は 198km に達し、アボガド、レモン、オレンジなどを栽培している約 10,000ha の農園を灌漑している。北用水路と南用水路は約 1 度の緩やかな勾配で山側に導水され、中央用水路は急こう配で渓谷へ導水されている。

この中央用水路を利用した発電計画は、灌漑組合と GPE 社との民間イニシアチブとしてス

スタートしたが、それは 3.5MW 水力発電所建設に関する GPE 社と Mallarauco 用水路組合との単なる合意にとどまり、8 年間、建設開始には至らなかった。2004 年にアルゼンチンがチリへの電力供給を削減し始めたことから、燃料不足・価格高騰を来し、この計画が見直されて 2009 年 1 月に両者建設合意に至った。

発電所は有効落差 109m、最大出力 3.52MW の水車、3,900KVA 同期発電機および遠方監視制御システム (SCADA) で構成されている。この発電所は中央送電系統 (SIC)¹⁾ に接続されており、年間発電電力量 24,000MWh、7,000 戸の電力需要を賄うことができる。農業用水を確保す

るために 1.8~3.6m³/s の流量範囲内で運用されている。発電所近辺の景観にも配慮されていて、発電所建屋は視界より低い位置に設置されている。写真-1, 2 に発電所近傍の全景および灌漑用水路から発電用水を取水する設備を示す。電力は 13.2kV に昇圧して約 20km 離れた中央電力系統 SIC に送電線により接続され、これは山岳地帯を通るためにヘリコプターなどを使用して設置された。(写真-4 参照)

表-1 発電所諸元

水系・河川名	Mapocho 川
最大出力 (kW)	3,430
最大流量 (m ³ /s)	3.6
有効落差 (m)	109
発電所形式	水路式
系統連系	有
他目的施設の利用	既設かんがい用水路



写真-1 発電所近傍の全景^[3]



写真-2 灌漑用水路からの取水設備^[2]



写真-3 所内水車発電機^[2]



写真-4 ヘリコプターによる送電線建設^[2]

¹⁾ チリ国内の独立した 4 系統の電力供給システムのひとつ。SIC: Sistema Interconectado Central

2. プロジェクトの経済性

(1) 低金利による資金調達

発電所の初期投資額は約 1,100 万ドルで、チリ産業開発公社 (Corporación de Fomento De la Producción (CORFO))、BICE 銀行、KfW (ドイツ復興金融公庫) からの低金利により資金調達を行っており、助成金は受けていない。

初期投資の回収期間は 6 年と見積もられている。

(2) 適正な利潤の確保

本プロジェクトは、水力発電を行うことで灌漑インフラと農業開発を最適化するために、灌漑セクターと GPE 社の民間主導でスタートしている。

年間平均発電電力量は 24GWh で、運転・保守費用は収入の約 5%となっており、適正利潤が確保できている。

(3) 新材料適用による建設費削減

水圧鉄管は埋設管として、上流側は据え付けが容易な高密度ポリエチレン(HDPE)管を、下流側の圧力が高い部分には鋼管を適用して建設費用を削減した。(水圧鉄管：径 1,300mm、延長約 450m)

3. プロジェクトの経済的便益

(1) 税収効果

地域住民にとって税収効果が期待できる。

(2) クリーンエネルギー利用による農作物の付加価値

将来的に果樹栽培では、CFP²⁾ (カーボンフットプリント) は世界への輸出のための決定要因となる。クリーンなエネルギー利用果樹作物は、海外への農作物輸出が期待できる。

(3) 雇用創出効果

発電所オペレータとしての直接雇用が 6 名、運転保守としての臨時雇用 10 名が生まれている。

4. プロジェクトの社会的側面

4.1 地域環境への貢献

1) 収益によるかんがい用水路の修理・改善費用の確保

発電所からの収益は、灌漑用水路の修理・改善のための農家の高負担を緩和した。Mallarauco 用水路組合は、用水路網の改善に発電収益を充てることができ、これは灌漑用水路網保守・改善費用の約 50%に相当する。

2) 地域景観の保全

視界より低い位置に発電所建屋を設けることで周辺の外観に与える影響を少なくした設計となっている。また、発電所から主幹送電線接続までの約 1km の送電線は、地中送電線として、周辺環境に配慮している。

²⁾ カーボンフットプリント (CFP) とは商品の一生 (原料調達から廃棄・リサイクル) までに排出される CO₂ 量を商品に表示する仕組み。

4.2 地域社会への貢献

1) かんがい用水と協調した発電運用

発電に使用する水量は、農業灌漑に必要な時期に応じて、Mallarauco 用水路組合と協議しながら決められている。

2) 環境/エネルギー教育

発電所は環境とエネルギー教育に使用されており、地域住民が地球温暖化ガス排出削減という水力発電所の役割を理解することに役立っている。

3) 国のエネルギー政策への貢献

地域の魅力が向上し、水力発電をベースにした低炭素社会開発プログラムを実行することで地域が活性化されている。また、このタイプの発電所は、国のエネルギーミックス、クリーンで再生可能なエネルギーを利用した発電の多様化という野心的な政策目標をサポートしている。

5. 成功の理由

地域住民のプロジェクトへの積極的な参加は、発電所建設の実現に役だっている。

プロジェクトは、地域住民の技術に対する理解と地域コミュニティとの相互協定により、促進された。また、プロジェクトは新しいビジネスの確立により推進されている。

6. 第三者のコメント

(1) Rodrigo Alvarez エネルギー大臣は、「共同組合と企業の協力による努力が、何をもたらすか、共に行った率先が、どのようにして将来のエネルギーの多様性に関わる国の政策とも完全に一致するこの種の再生可能エネルギーを得ることができるのかを示す好事例である。」と語った。

(2) APEMEC Awards; best project year 2011

7. 参考文献

[1] EXPO21XX News: Wasserkraft Volk equips a 3.5MW hydro power station in chile
<http://www.expo21xx.com/news/wasserkraft-volk-3-5mw-hydro-power-station/>

[2] International Water Power & Dam Construction (17 January 2013): Innovations in Chile
<http://www.waterpowermagazine.com/features/featureinnovations-in-chile/>

[3] INDUSTRIA (Octubre 2011): Central Hidroeléctrica Mallarauco “Aportando al abastecimiento energético y al desarrollo del sector agrícola”
<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1704>

[4] Gestión de Proyectos Eléctricos S.A. (GPE) : <http://www.gpe.cl/>

DE01

発電所名 : Prater 水力発電所

国名 (州/県) : ドイツ (ミュンヘン市)

所有者

所有者名 : ミュンヘン都市公社 (Stadtwerke München GmbH)
Green City Energy AG

所有者形態 : 公営の電気公益事業者/地方自治体

市場形態 : 固定価格買取制度

運転開始年 : 2010 年

プロジェクト評価

経済性 : 維持管理費の確保、投資回収、
適正な利潤の確保

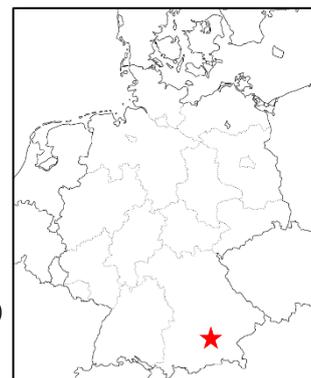
経済的便益 : 税金、産業振興

社会的側面 : 地域環境; 河川環境保全、地域景観/文化の継承
地域社会; 地域の活性化、地域開発整備、環境/エネルギー教育、
地域ブランド向上、地域政策

キーワード : シュタットベルケ・ミュンヘン、地下式発電所、景観保護
SWM 再生可能エネルギー 拡張キャンペーン、魚類保護

要旨

ミュンヘン市は、2025 年までに同市の全電力需要をできる限り市の所有する再生可能エネルギー電力設備で供給する目標を設定し、世界の百万都市のなかで最初に再エネ電化率 100%を達成することを目指している。この活動の一環として、Stadtwerke München (SWM)は Green City Energy 社との共同出資で、市内を流れるイザール川に最新の風力発電用発電機技術を適用した 2.5MW の Prater 水力発電所を 2010 年 2 月に建設・運開した。この発電所は、周辺住民の自然環境・河川環境等に配慮して、イザール川の川底にすべての発電設備を設置した完全地下式発電所となっている。SWM のプロジェクトは、再生可能エネルギー源開発に対する地域住民と企業の理解・協力を得て、地域資源の有効活用を行うことで、市内で資金の循環と雇用を生み出すことに貢献すると共にミュンヘンの CO2 削減と SWM の再生可能エネルギー戦略を促進している。



1. プロジェクトの概要

ミュンヘン市は、1991年に気候同盟¹⁾に加盟し、加盟自治体の共通目標である「CO2排出量の5年ごと10%削減」と「2030年までに1990年比で1人あたりのCO2排出量半減化」の達成を目指している。この目標を達成するために、2008年にミュンヘン市が所有している発電所設備で再生可能エネルギーを利用した発電に対し、2つの展望を掲げた。一つ目は住民80万戸の電力需要およびミュンヘン市内公営市電の電力需要（20億kWh/年）を2015年までにグリーン電力で供給することであり、二つ目は、2025年までにミュンヘン市全体の電力需要（75億kWh/年）を再生可能エネルギーで供給することである。ミュンヘン都市公社SWM²⁾はこれらの目標を達成するために「再生可能エネルギー拡張戦略」（SWM Renewable Energies expansion campaign）を掲げ、風力、水力、太陽光/熱、バイオマス、地熱などの再生可能エネルギー設備に、2008～2025年に約90億ユーロ（年平均5億ユーロ）の予算を設けている。SWMは、2015年5月に第1目標を達成した。ミュンヘン市は、気候変動対策において最も進んだ政策を取り入れている自治体のひとつであり、2025年までにミュンヘンにおける全電力需要を再生可能エネルギーで供給する目標を掲げたことにより、欧州だけでなく世界から注目されている。

SWMによる発電所設置はミュンヘン市および周辺地区が優先されるが、自立できるコスト重視型再生可能エネルギー発電プラント建設を目指すためにドイツだけではなく欧州圏へも拡張されている。

SWMはスペイン/アンダルシアの太陽熱発電、北海沿岸のウィンドファームなどへのクリーンエネルギープロジェクトへも投資している。これらの設備からのクリーン電力は欧州統合電力系統へ連系されている（図-1参照）。

ミュンヘン地域	水力発電所：13設備	バイオマス発電所：1設備
	風力発電所：1設備	太陽光発電所：24設備
	地熱発電：5設備（コージェネ：1、発電：2、熱供給：2）	
ドイツ国内	：オフショアウィンドファーム：北海に3ヶ所のウィンドファーム	
	風力発電所：100ヶ所以上	
	太陽光発電：2設備	
欧州圏内	：オフショアウィンドファーム：英国に1ヶ所	
	ウィンドファーム：ベルギー、フィンランド、フランス、クロアチア、ポーランド、スウェーデン	
	太陽熱発電：スペイン	

ミュンヘン市内を流れるイザール川に沿って設置された水力発電所群はミュンヘン市の最大の再生可能エネルギー電源である（表-1参照）。

¹⁾ 欧州の先進的自治体が、地域における温室効果ガスの排出量を削減するための共同の自主的活動をサポートし、ネットワーク化するため、1990年にドイツ、スイス、オーストリアの12の自治体により設立された社団法人。2015年10月現在、欧州20カ国1,723の自治体が加盟している。

²⁾ ミュンヘン市が100%出資する有限責任会社で、電力・ガス・地域暖房のエネルギー供給や水道・公共交通の供給を行っている。（SWMホームページ <https://www.swm.de/english/company/about.html>）

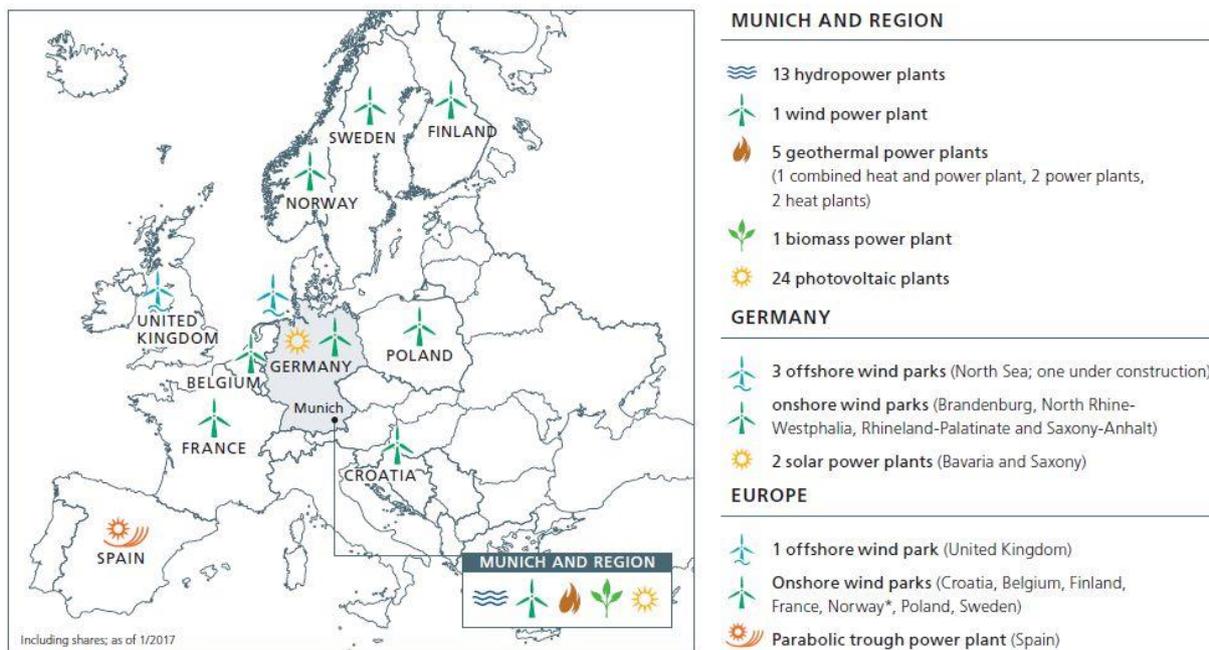


図-1 SWM のグリーン電力発電プラント(ミュンヘン地区、ドイツ国内および欧州圏内)^[2]

表-1 ミュンヘン内の小水力発電設備

発電所名	Isarwerk 1	Isarwerk 2	Isarwerk 3	Stadtbachstufe	Maxwerk	Praterkraftwerk
発電所形式	流れ込み式					
設備容量	2.4MW	2.2MW	3.3MW	50kW	400kW	2.5MW
落差	5.76m	4.2m	5.7m	2.8m	4.8m	約 9.0m
流量	64.5m ³ /s	70m ³ /s	65m ³ /s	2.5m ³ /s	10m ³ /s	34.0m ³ /s
水車形式	フランシス	旧：フランシス 新：カプラン	旧： 新：バルブ	スクリュー	プロペラ	カプラン型バルブ
設置台数	3台	旧：2台 新：4台	旧： 新：2台	1	1	1
運転開始年	1908	1923	1923	2006	1895	2010
設備更新年	更新中	2010	1978			
備考	注*1		注*2	注*3		注*4

(注) *1：発電所建屋は歴史的遺産として登録されている
 *2：設備更新計画中
 *3：M-Ökostrom aktiv サーチャージ料金収益で建設された
 *4：SWM と Green City Energy 社の共同出資で建設



Isarwerk 1 発電所 Isarwerk 2 発電所 Stadtbachstufe 発電所 Praterkraftwerk 発電所

写真-1 ミュンヘン内小水力発電所^[2]

SWM は 80～100 年前に建設された Isarwerke 1 および 2 発電所、Maxwerk 発電所の近代化を進めると共に地域内での新水力発電所建設を進めている。最近では小規模のエコロジカルな魚に優しい可搬式発電設備を Wang/Moosburg 近くの Amper 川とイザール川との合流地点に建設する計画を進めている。更に、SWM はグリーン電力増大と CO2 ガス削減のためにイザール川水系の既設水力発電所の設備近代化を進めている。

2010 年 2 月、SWM は Green City Energy Corporation との共同出資（SWM : 49%、Green City Energy : 51%）によりイザール川に 2.5MW の Prater 水力発電所を建設した。この Prater 水力発電所は、狭隘なスペースに設置可能な風力発電用発電機を適用して建設費用削減を図った地下式水車発電設備であり、ミュンヘン市内 4,000 戸の電力需要 / 10.5 百万 kWh のグリーン電力を発電するために設置された。図-2 にイザール川左岸の取水堰から発電所までの導水路および発電所設置場所を示す。この発電所は最下流にある滝の下流側に設けられており、外部から見ることはできない。イザール川の Maximilian 橋の南側にある Prater 堰から取水、川底の圧力トンネルを通して、滝の下流側に設けられた発電所まで導水されている。この上流側堰と滝下流側の落差を利用して発電されている。自然木などが植生する緑地および Maximilian 橋近くの景観もできるだけ原形を留めるように配慮された（4 本の木が伐り倒されたのみ）。発電所は多極・可変速型発電機を備えた Kaplan 型バルブ水車で構成されており、この発電機は狭い設置場所に対応することから風力用発電機の先進的技術を水力発電用に応用するなど特別に開発されたものである。2012 年には Prater 水力発電所は予想発電量より 20% も多く発電することができた。

なお、同発電所取水堰の上流では、27m³/s の水がミュンヘン中央 / 英国庭園にある Eisbach 川のスポーツ設備「リバーサーフィン」用に取水されるなど、河川水は多目的に利用されている。本発電所は、そうした多目的に利用されている都市河川において新たに開発されたことが特徴の一つである。



図-2 Prater 水力発電所設置図^[8]

2. プロジェクトの経済性

(1) FIT による経済性確保

FIT により売電価格は 20 年間固定されており、出力区分により

～500kW (8,760hr/年)	12.67€/kWh
500～2,000kW (8,760hr/年)	8.65€/kWh
2,000～5,000kW (8,760hr/年)	7.65€/kWh

と設定されている。

Prater 水力発電所は、設備最大容量 2,500kW、平均出力 1,200kW であり、平均年間発電電力量は 10.5GWh/year である。平均売電価格は 10.5€/kWh であり、投資回収期間は約 20 年で、維持管理費および適正な利潤が確保されている。(ドイツにおける水力発電の運営費 (OPEX) は一般的に 2~3€/kWh)

(2) 共同出資による発電所建設

この発電所の建設資金は、経営基盤の安定した SWM が 49%、環境保護団体(Green Member Association)の Green City Energy 社が 51%を共同で出資している。このことは、本発電所の建設が市民に受け入れられる要因のひとつになっているとともに、Green City Energy 社は発電所からの利益を 30 年間享受することにより資金回収が可能となっている。

(3) 設備の合理化・流線形化用新技術の適用

イザール川底の狭いスペースの地下式発電所に機器を据付けることおよび初期投資額を最小限にするため、Prater 水力発電所には水力発電と風力発電設備の最新の技術が適用された。写真-2 に発電所内水車室の機器設置状況を示す。また、取水口スクリーンを水平方向とすることにより、損失落差の軽減(発電量の増)・除塵の簡素化・小魚の迷入防止を図っている。



写真-2 発電所内部
(後方:水車、前方:油圧ユニット)

3. プロジェクトの経済的便益

(1) ミュンヘン市への歳入効果

SWM はミュンヘン市が 100%所有する都市公社であり、発電所での収益は基本的には市民へ還元される。(市へのリース料金は 9,000€/年)
法人税は発電所の収益に対して支払われている。

(2) SWM の事業を通じた地域経済・雇用への貢献

SWM による発電所の運営(電力)や熱供給(コ・ジェネ)、交通などの事業により、地域資源を有効活用することから生まれる地域内での資金循環や地域雇用の創出に貢献している。

(3) 自発的追加料金(voluntary surcharge)による RE 電源の開発

市民からの自発的追加料金 1.53€/kWh は、他の再生可能エネルギー利用発電の開発に使用されている。追加料金には特別な税率がかけられる。この追加料金は地域再生可能エネルギープロジェクトに投資される。

SWM は自発的追加料金による 800 万ユーロの収入により、18ヶ所の太陽光発電、2ヶ所の小水力発電所、ミュンヘン動物園でのバイオガス発電、Eggertshofen でのバイオガス処理プラント、Michaelibad 公共スイミングプールでのバイオガスコジェネレーションプラントを建設している。これら発電設備により、発電量:約 3,000MWh/年と熱量:約 2,500MWh を得ることができ、CO2 削減量は約 2,650 トンに相当する。

4. プロジェクトの社会的側面

4.1 地域環境

1) 地下式発電所による周辺環境の保全

Maximilian 橋近辺の自然木からなる自然緑地と都会との調和はできる限り原形が留められた。更に、周辺住民および川辺の環境に配慮して Prater 発電所はイザール川底に設置された。

2) 魚道等による河川環境の保全

イザール川は、1900 年代は主に用水路として使用されていたが、2000 年代からは多自然型河川 (Environmental Friendly) として整備が進んでいる。

イザール川は Große Isar 用水と Klein Isar 川へ分流・合流している川であり、Prater 水力発電所は Große Isar 用水から、発電取水を行っている。魚道は、ミュンヘン市により Klein Isar 川に設置・所有されているが、建設・維持管理の 50%は Prater 小水力発電所が負担している。(写真-3 参照)



写真-3 イザール川左岸に
設けられた魚道

4.2 地域社会

1) ミュンヘン市民および企業による RE 電源の開発への理解・協力

SWM の再生可能エネルギー拡大キャンペーンを支持している全市民はグリーン電力 (M-Ökostrom)を選ぶことができる。ミュンヘン住民は次第にこのキャンペーンに参加してきており、SWM の環境保護活動を前向きに進めている。また、多くの企業がこのグリーン電力に切り替えている。

更に、ドイツ・アルプス協会 (German Alpine Association) と多くのフェスティバル開催者、Oktoberfest と Tollwood フェスティバル開催時のエンターテイメント業者および遊園地の乗り物施設は、SWM グリーン電力の顧客となっている。

2) ミュンヘン市の CO2 削減戦略および SWM の RE 戦略への貢献

気候同盟の共通目標である「CO2 排出量の 5 年ごと 10%削減」と「2030 年までに 1990 年比で 1 人あたりの CO2 排出量半減化」の達成、およびこの目標達成のための SWM の「再生可能エネルギー拡張戦略」により、ミュンヘン市と SWM が協力して、風力、水力、太陽光/熱、バイオマス、地熱の導入を推進しており、2015 年 5 月に第 1 目標である「ミュンヘン市内の全世帯と公共交通機関に必要な電力を再生可能エネルギーで供給」を達成している。

5. 成功の理由

ミュンヘン市が掲げる再生可能エネルギーの野心的な目標と戦略は、強いリーダーシップを持つ政治家たちと、それを支持する環境意識の高い市民や企業 (脱化石燃料・脱原子力) によって支えられており、SWM 再生可能エネルギー拡張キャンペーンの一環である Prater 水力発電所プロジェクトも、市民から支持され円滑に推進された。

また、Prater 水力発電所建設を Green City Energy (ミュンヘン市の環境保護団体) と共

同で実施したことにより、地域住民に受け入れられやすいプロジェクトとなった。

6. 第三者のコメント

C40 Cities 賞³⁾: 都市気候リーダーシップ賞 2013 (グリーンエネルギー部門) ミュンヘン-100% グリーンパワー (<http://www.c40.org/profiles/2013-munich>)

7. 参考文献

- [1] 滝川 薫、村上 敦、池田 憲昭、田代かおる、近江まどか：100%再生可能へ！欧州のエネルギー自立地域（2013.3: 学芸出版社）
- [2] SWM Renewable Energies expansion campaign
<https://www.swm.de/english/company/energy-generation/renewable-energies.html>
- [3] Praterkraftwerk GmbH (<http://www.praterkraftwerk.de/>)
- [4] Green City Energy AG (<http://www.greencity-energy.com/>)
- [5] Das Praterkraftwerk (Brochure)
<https://www.greencity-energy.de/wp-content/uploads/2015/06/Praterkraftwerk-von-Green-City-Energy-und-den-Stadtwerken-M%C3%BCnchen.pdf>
- [6] Tajchman, Kristina L. (University of Texas, Community & Regional Planning): IGERT Trip Report_ Munich, Germany (Summer 2013)
http://research.engr.utexas.edu/igertsustainablegrids/images/Germany_2013_IGERT_Trip_Report_KTajchman.pdf
- [7] C40 Blog; Mayors' Voices: Munich Mayor Hep Monatzeder (November 07, 2013)
http://www.c40.org/blog_posts/mayors-voices-munich-mayor-hep-monatzeder
- [8] Climate Friendly Urban Structure and Land Use :
http://www.terport.hu/webfm_send/1753

³⁾ C40 Cities 賞は 10 部門に授与され、気候行動リーダーシップを行っていてグローバルに認知された都市へ与えられる。

JP01

発電所名 : 家中川小水力市民発電所

国名 (州/県) : 日本 (山梨県)

所有者
所有者名 : 都留市
所有者形態 : 自家用発電設備所有者/地方自治体
市場形態 : 余剰電力売電 (FIT)



運転開始年 : 元気くん1号 : 2006年
元気くん2号 : 2010年
元気くん3号 : 2012年



プロジェクト評価

経済性 : 初期投資の回収、維持管理費の確保
経済的便益 : 観光資源効果, 地域産業振興効果
社会的側面 : 地域環境 : 河川環境保全, 地域景観・文化の維持
地域社会 : 地域の活性化, 地域開発の促進, 環境・エネルギー教育
地域ブランド向上

キーワード : 市民参加型小水力発電事業, 市民公募債, 環境学習,
小水力発電のまち構想, 域学連携の実践的協働研究

要旨

山梨県都留市は、市民と行政・学術機関の協働によるまちづくり事業として、小水力発電の普及・啓発を図ることを目的に、市民参加型の小水力発電所を全国に先駆けて建設した。発電設備は出力7.3kW~20kW の3タイプで、市役所の電力の40%程度を供給するほか、余剰電力の売電も行っている。プロジェクトの経済性は、建設費の一部に国等からの補助金を活用したことにより向上している。プロジェクトの実施と情報発信により、都留市は小水力発電の普及に先進的に取り組む自治体としての知名度が高まり、小水力発電をテーマとする環境教育や視察研修に国内外から多くの来訪者があり、人的交流や地域間交流、民間企業の参入が拡大して地域社会が活性化するとともに、市民の環境意識の向上や地域経済効果ももたらされた。

1. プロジェクトの概要

都留市は、1999年に「都留市環境保全行動計画」、2001年に「都留市地域温暖化対策実行計画」、2003年に「都留市地域新エネルギービジョン」を策定し、これらに基づき、電気使用量の削減や低公害車の導入などによるエネルギー使用量の削減や、リサイクル製品の購入等の促進に努めている。

「家中川小水力市民発電所“元気くん1号”」は、2004年に都留市制50周年を記念して、市民・行政・学術機関が共同で検討を行い、水のまち都留市のシンボルとして、地域エネルギーとして最も期待される小水力発電の普及・啓発を目的に、市役所庁舎前を流れる家中川に、市役所を供給先とする、最大出力20kWの直径6m木製下掛け水車による小水力発電所であり、市民参加型で建設された。

「元気くん1号」を建設後の2006年度からは、経済産業省所管「電源地域振興指導事業」に採択された「小水力発電のまち（アクアバレーつる）」推進方策検討事業の成果を踏まえ、「アクアバレー構想¹⁾」の推進・実現に着手し、2010年に「家中川小水力市民発電所“元気くん2号”」を、2012年に「家中川小水力市民発電所“元気くん3号”」を建設した（表-1、図-1）。

これらの小水力発電によって生み出された電力は、常時は市役所の電力として、また、夜間や土・日等の市役所が軽負荷の時は、固定価格買取制度（2012年度までは「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（RPS法）」により売電を行い、庁舎使用の電気料金削減を図るとともに、環境にやさしい住まいや住み方の展示施設である都留市エコハウスに活用している。また、2009年度から2013年度においては、これらの電力に付加する「環境価値」を「グリーン電力証書」として販売していた。

表-1 発電所諸元

項目	諸元		
	元気くん1号	元気くん2号	元気くん3号
水系・河川名	相模川水系桂川 家中川		
最大出力	20 kW	19 kW	7.3 kW
最大使用水量	2.0 m ³ /s	0.99 m ³ /s	0.99 m ³ /s
有効落差	2.0 m	3.5 m	1.0 m
水車型式	開放型下掛け水車	開放型上掛け水車	開放型らせん水車
発電形式	流れ込み式／水路式		
系統連系	有		

¹⁾ 第5次長期総合計画の環境分野で掲げた「人と自然が共生する環境のまちづくり」の実現に向けた取り組みとして位置づけられており、市役所周辺のエアを中心に小水力発電をテーマとする環境学習の体験フィールドを整備し、環境学習を行う人や小水力発電に関心のある人、機器の実験場を求める大学や企業等の来訪を促進し、交流人口の拡大を図るもの。

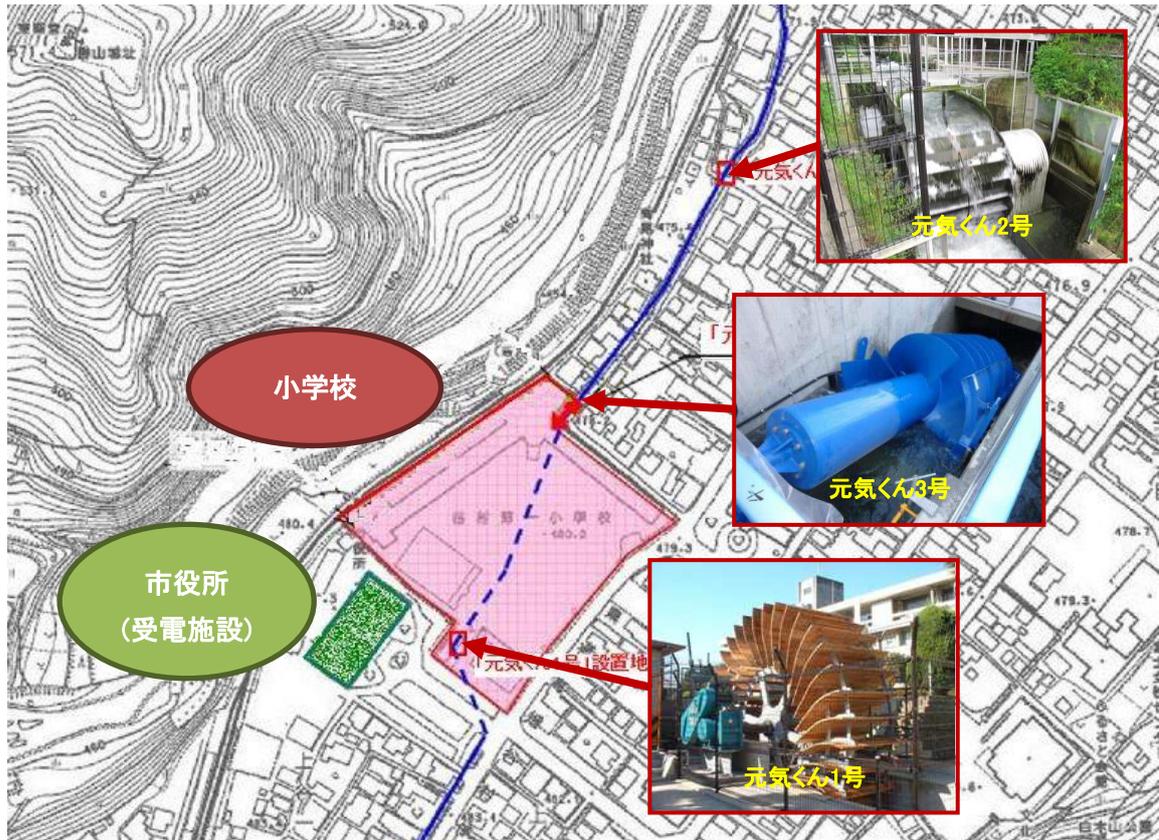


図-1 家中川小水力市民発電所(元気くん1・2・3号)設置位置図

2. プロジェクトの経済性

(1) 補助制度の活用による経済性の確保および市民公募債による資金調達 (図-2)

元気くん1号は、NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）の水力発電施設の設置に係わる新技術の導入事業（自治体として全国初）として実施し、新技術²⁾を導入した部分について補助率50%の補助金により経済性を確保している。元気くん2号は、NEDO、NEPC（新エネルギー導入促進協議会）およびGIAC（広域関東圏産業活性センター）の補助金の活用により経済性を確保している。元気くん3号は、「山梨県地域クリーンエネルギー導入促進事業費補助金³⁾」活用により、ほぼ100%の資金を補助金により調達している。

また、元気くん1号および元気くん2号の資金調達には、市民参加で行うという理念の下に、市民も参加しやすい市民公募債（つるのおんがえし債）という方法がとられている。利率はその年の国債に0.1%上乗せする。（元気くん1号：0.9%，元気くん2号：0.6%）

²⁾ 新型除塵装置付き可変速大型下掛け水車発電システム：固定レーキと可動スクリーンおよび逆洗浄が一体となった新型除塵装置と、PMG（永久磁石発電機）とパワーコンディショナー（半導体電力変換装置）を組み合わせ、水量の変化にも対応できる可変速下掛け水車発電システム

³⁾ 二酸化炭素排出量の削減を行うため、地域グリーンニューディール基金事業計画に基づき、市町村が行う施設及び設備の省エネ・グリーン化を促進するための事業に要する経費について補助する。

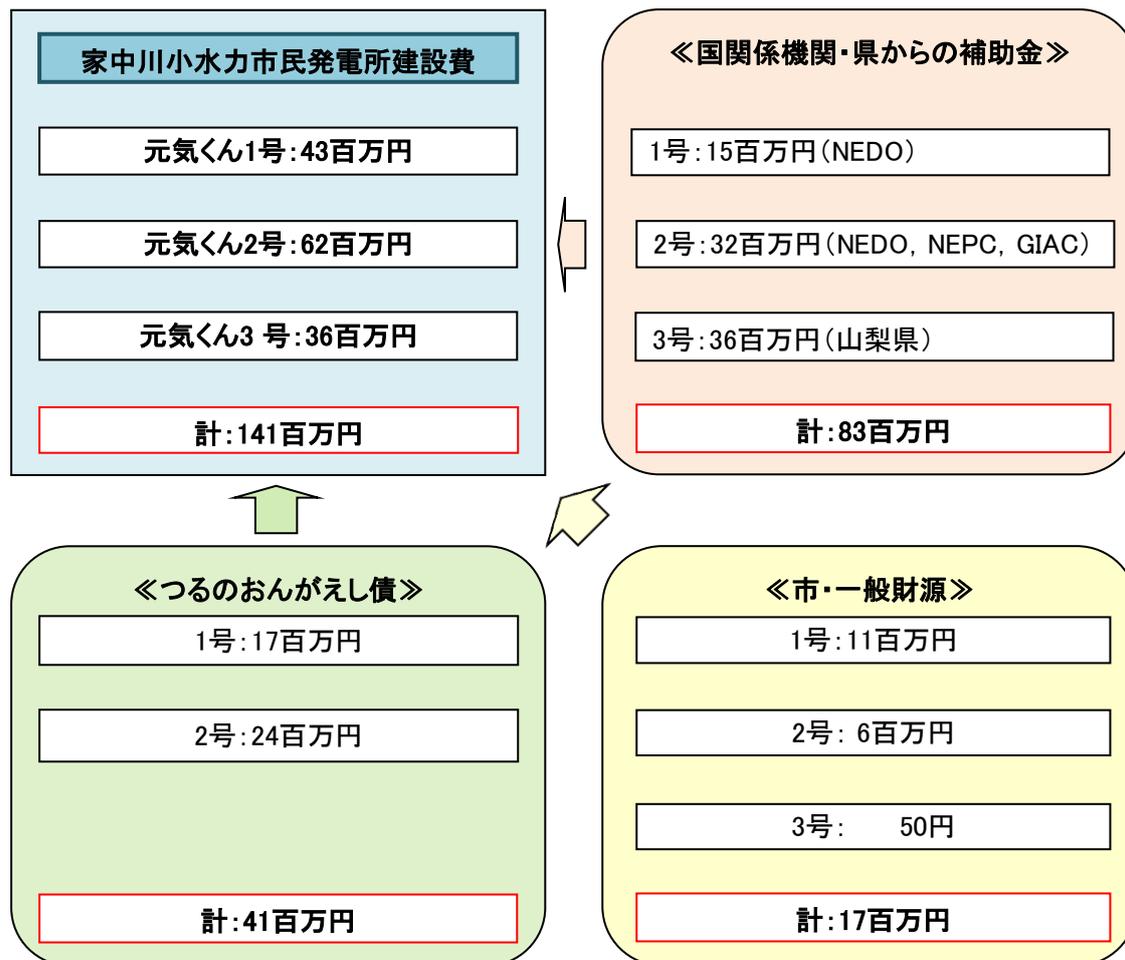


図-2 家中川小水力市民発電所建設費の資金調達図

(2) 維持管理費の抑制

元気くん1号に導入した新型除塵装置や、元気くん2号・3号に導入した携帯電話を活用した遠方監視システムにより、維持管理の省力化および簡素化がなされ、維持管理費が削減されている。(表-2)

表-2 家中川小水力市民発電所の年間維持管理費(概算)

内容	金額(円)	備考
メンテナンス委託費	429,000	
遠方監視システム	120,000	元気くん2号・3号
その他経費(部品交換等)	480,000	
合計	1,029,000	

3. プロジェクトの経済的便益

(1) 発電電力活用による経費削減および余剰電力売電による売電収入

小水力発電施設「元気くん」が発電した電気は、市役所の高圧受電設備に連系し、常時は市役所庁舎や植物栽培設備展示施設等の電力として使用され、電力会社からの買電量削減による市の経費削減に役立っている。(図-3)

2012年度の発電実績データをベースに経費削減効果を試算すると次のようになる。

総発電量	: 149,762 kWh
売電量	: 23,250 kWh
買電電気料単価	: 22.8 円/kWh (2012年12月のデータ)
経費削減効果	: $(149,762 - 23,250) \times 22.8 = \underline{2,884,474}$ 円

また、夜間や休日等の市役所が軽負荷のときは、固定価格買取制度(2012年度までは「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法(RPS法)」)により電力会社へ売電し、市の収入増加となっている。



図-3 家中川小水力市民発電所発電電力量および市役所消費電力・売電量・電力自給率

(2) 環境学習フィールド視察研修がもたらす経済効果

都留市では、小水力発電をテーマとする体験フィールドを活用した環境教育に力を入れており、小水力市民発電所周辺エリアにおいて、温室効果ガス削減・河川の浄化等に関する環境教育プログラムを実施している。

4. プロジェクトの社会的側面

4.1 地域環境への貢献

(1) 住民の環境美化意識の向上

マイクロ水車発電システムの導入をきっかけとして、家中川等の清掃ボランティアや空き缶不法投棄の抑制といった社会マナーが醸成され、住民の環境美化意識の向上につながっている。(写真-1)



写真-1 市民による家中川等の清掃ボランティア

4.2 地域社会への貢献

(1) 小水力発電のまち（アクアバレーつる）構想の推進

家中川では、昔から生活用水や穀物の精米・製粉、織機の動力として水車が利用されていたほか、1905年～1953年までは事業用の水力発電所「三の丸発電所」が設置されていた。このような歴史背景から、「都留水エネルギー研究会」（市民委員会）による実験的な小水力発電機の設置や、クリーンエネルギーを利用した「環境教育」が進められた。これらのことから、「持続可能な定常社会」を目指す「小水力発電のまち（アクアバレーつる）構想」が生まれ、小水力市民発電所の設置等が検討された。

(2) 小水力発電の普及・啓発を通じた地域の知名度向上

都留市は、小水力発電の先進地として、小水力発電の普及を目指す団体や小水力発電技術の専門家を対象に、「全国小水力発電サミット in 都留」および「元気くん2号セミナー」を開催し、小水力発電の普及啓発活動を実施した。

5. 成功の理由

(1) プロジェクトの経済性

発電所の建設にあたっては、新技術や海外資機材（水車・発電機）の導入により設備の合理化・簡素化を行い、工事費や維持管理費の低減を図った。また、小水力発電事業に対する国や県等からの補助金の活用および市民による公募債の導入により、経済性の向上を図った。

(2) プロジェクトの経済的便益

発電所の安定した運用により、自家発電の利用による市役所の電力費用軽減、および余剰電力の売電による市の収入増に貢献している。

(3) 地域環境・社会への貢献

都留市の市民の積極的な参加と行政の協働によるまちづくりとして、小水力発電の普及・啓発を目的に、市民参加型の小水力発電所を全国に先駆けて建設した。その結果、「小水力発電のまち」として都留市の知名度が高まり、環境学習や視察研修への来訪者の増加や、他の自治体との交流・連携が生まれるなど、地域の魅力の向上、地域社会の活性化に大きく貢献している。

市民と行政が協働した地域づくりは市民の環境意識を高め、環境美化や自然保護などの

まちづくりにも市民が積極的に参加している。また、都留市は民間事業者へのマイクロ水力発電設備のフィールド実験場の提供を行うなど、小水力発電のトップランナー地域としての発展に積極的に取り組んでいる。

6. 第三者のコメント

- (1) NEF 新エネ大賞「新エネルギー財団会長賞」受賞（2006年度）
- (2) 総務省：MIC「地域づくり総務大臣表彰」受賞（2007年度）
- (3) 環境省：MOE「ストップ温暖化一村一品大作戦」金賞受賞（2007年度）
- (4) METI/NEDO：「新エネ百選」に選定（2009年4月）

7. 参考文献

- [1] 都留市 website：<http://www.city.tsuru.yamanashi.jp/forms/top/top.aspx>
- [2] 都留市：都留市地域新エネルギービジョン策定等事業報告書 概要版，2003年2月
- [3] 小林義光：日本都市計画学会・全国市長会／都市計画シンポジウム「市長と語る21世紀の都市計画－地域力の向上－」講演資料“家中川小水力市民発電所「元気くん」の取り組み”，2013年2月

JP02

発電所名 : 鯛生小水力発電所

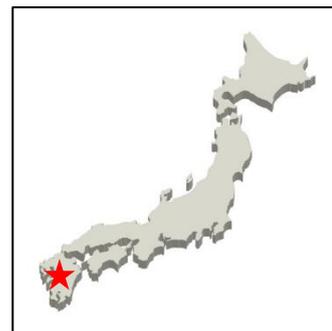
国名（州／県） : 日本（大分県）

所有者

所有者名 : 大分県日田市

所有者形態 : 自家用発電設備所有者／地方自治体

市場形態 : 余剰電力売電（FIT）



運転開始年 : 2004 年

プロジェクト評価

経済性 : 初期投資の回収，維持管理費の確保

経済的便益 : 雇用創出効果，観光資源効果

社会的側面 : 地域環境：地域インフラ整備，自然環境保全
地域社会：地域開発の促進，環境・エネルギー教育



キーワード : 既設砂防ダム利用，山村地域環境保全機能向上実験モデル事業，森林保全活動，非常用電源，次世代エネルギーパーク

要旨

鯛生小水力発電所は、大分県日田市が農林水産省の山村地域環境保全事業を活用して建設したもので、豊かな山林からの水資源を生かし、自然景観に配慮しながら地域の観光開発にも大きく貢献している。発電所の建設にあたっては、既設砂防ダムの利用や、国からの補助金等の活用により、経済性の向上を図った。発電した電力は、近傍の地域交流施設および鯛生金山廃坑の観光施設に供給し、余剰分は電力会社へ売電しており、電力会社からの買電量削減および売電収入により、施設運営経費の削減と観光施設の整備が図られている。また、災害等の非常時には、系統電源に頼らず自立運転して地域の需要に直接電力を供給できる設備となっている。

さらに、地元および近隣県民からなるボランティアによる水源地域の森林保全活動を通じた上下流住民の交流や、国が支援する次世代エネルギーの普及・啓発施設の一つとして発電所見学を受け入れるなど、水源地保全やエネルギー教育にも貢献している。

1. プロジェクトの概要

中津江村（現日田市中津江地区）は、大分県北西部に位置し、総面積の9割が山林で占められている。1894年にこの地区に金鉱が発見され、一時は日本一の金の産出量を誇った「鯛生金山」では、最盛期には従業員3,000人が働いていた。しかし、1964年から1968年にかけての下釜ダム建設による農地・家屋等の水没、1970年の鯛生金山閉山に伴い、急激な過疎化が進む山村となった。そこで、中津江村は、1983年に金山の廃坑を観光資源として活用するため地底博物館「鯛生金山」を立ち上げ、観光村へとその方向性を変えた。その後、ドライバーに休憩場所を提供し、地域情報を発信する場所として鯛生金山の交流物産館を整備し、2000年には国土交通省より道の駅¹⁾に指定された。また、2002年の日韓ワールドカップでは、カメルーン共和国の事前キャンプ地となり、選手団を温かく出迎えた中津江村民が全国中継されたことで、日本の田舎の象徴として全国的に知られるようになり、多くの観光客が訪れるようになった。

鯛生小水力発電所は、道の駅「鯛生金山」が電力会社から受電する電気代（年間1,000万円）の経費削減だけではなく、鯛生金山の掘削や湧水排水ポンプの電力として小水力発電が活用されていた歴史や、歴代村長の思い（①経常経費削減による新たな観光開発および雇用の拡大を図る、②森林保全活動を進めることで、20年・30年先を考えた安定した水源の確保を行う、③環境資源を有効に活用したクリーンエネルギーであり、啓発施設として活用する）、さらに、1991年9月の台風19号の被害により電力会社からの供給が約1週間停止したことなど、様々な経緯を踏まえて計画された（表-1）。

発電所の建設は、2002年度の振興山村開発特別事業（山村地域環境保全機能向上実験モデル事業²⁾）に採択され、2003年に着工し2004年4月に運転を開始した。

表-1 発電所諸元

項目	諸元
水系・河川名	筑後川水系・津江川
最大出力	66kW
最大使用水量	0.5m ³ /s
有効落差	18.0m
維持流量	0.07 m ³ /s
発電所形式	流れ込み式／水路式
系統連系	有

表-2 鯛生砂防ダムの諸元

ダム型式	コンクリート重力ダム
堤長	62.70m
堤高(越流部)	12.50m
袖高	5.80m
のり勾配	上流 1:0.2, 下流 1:0.68
貯砂容量	80,260m ³
ダム天端標高(越流部)	EL.483.80m
完成年月	1989年2月

発電用水は既設砂防ダム（表-2）を改築して取水し、φ600～700mm 地中埋設管（延長：約550m、材質：FRPM管・鉄管・ヒューム管）を林道に沿って敷設し、φ500mmの水圧管路（延長：約40m、材質：FRPM管・鉄管）で最大出力66kWのフランシス水車発電機へ導水している（図-1、図-2）。発電した電力は、6.6kV、延長約1.2kmの配電線で電力会社の

¹⁾ 道路利用者のための「休憩機能」、道路利用者や地域の方々のための「情報発信機能」、そして「道の駅」をきっかけに町と町とが手を結び活力ある地域づくりを共に行うための「地域の連携機能」、の3つの機能を併せ持つ休憩施設として、国土交通省により登録されている施設。

²⁾ 山村地域における適切な環境管理や環境負荷の低減を実現することにより、山村の環境保全機能を向上させる取り組みに係るモデル事業。（補助率：50%）

配電線へ接続して、道の駅「鯛生金山」へ供給し、余剰分は電力会社へ売電している。

本発電所を含む「日田市鯛生金山観光施設」は、日田市より指定管理者として「中津江村地球財団」が指定され管理を行っている。



図-1 鯛生小水力発電所平面図

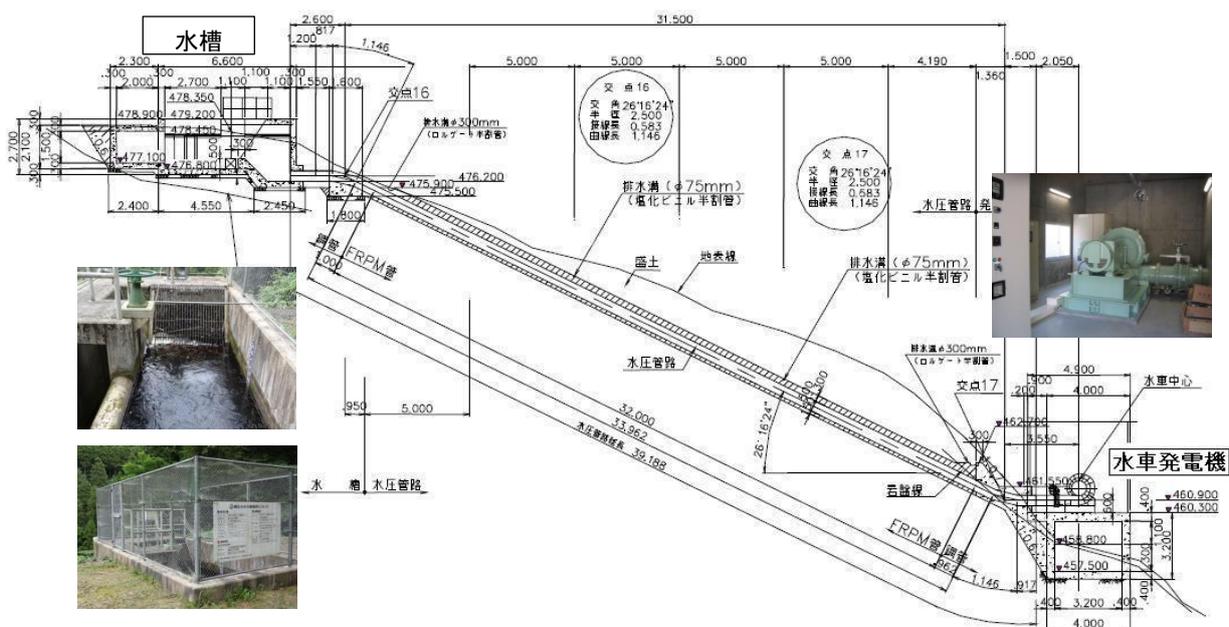


図-2 水圧管路縦断面図

2. プロジェクトの経済性

(1) 既設設備や安価な材料の活用による建設費の低減

発電所の取水は既設砂防ダムから行っており、砂防ダム建設時（1989年）に、将来の小水力発電所の設置を想定して当初から取水口を設置していたので、建設費を削減することができた。また、導水路はヒューム管およびFRPM管を埋設設置することにより、工事費のコストダウンを図った。

(2) 補助制度の活用による経済性の確保

鯛生小水力発電所の総事業費は170百万円であり、農林水産省「山村地域環境保全機能向上実験モデル事業（補助率：50%）」の採択を受けたこと、また、鯛生金山の自家発電施設であり、エコ・エネルギー施設であるウォーキングコースの見学施設の一つとして設定し、観光リニューアルと組み合わせることで、地方債（過疎債）を取得することができたことにより、経済性の確保が可能となり事業が大きく前進した。（表-3）

表-3 鯛生小水力発電所の事業費および資金調達

		金額（百万円）	備考
事業費	総事業費	170	
	土木設備	26	
	電気設備	137	
	その他	7	
資金調達	国庫補助	85	山村地域環境保全機能向上実験モデル事業：補助率 50%
	起債	79	過疎対策事業債：県 70%助成
	自己財源	6	

3. プロジェクトの経済的便益

(1) 自家発電による経費削減および余剰電力売電による観光施設の整備

鯛生小水力発電所で発電した電力は、道の駅「鯛生金山」で使用する照明や冷暖房等の電力の約6割を供給しており、電力会社からの買電量削減による経費削減が図られている。また、余剰電力の売電収入もあり、運営組織（中津江村地球財団）の経常利益が増加している（表-4、表-5、図-3）。現在、地域内の照明施設の負荷は72kW程度あるが、LED等に換えれば22kW程度となるため、整備を進めている。

このことにより、道の駅「鯛生金山」への来訪者は約12万人/年、地底博物館「鯛生金山」への入館者数は4.5～5万人/年と増加するなど、観光資源効果が生まれている。また、雇用創出効果として、関連施設にパートタイムを2名雇用できるようになり、約5百万円/年の経済効果が生まれている。

表-4 観光施設の電力経費の実績(2009 年度)

項目	金額	備考
収入	6,800 千円	電力料金節約額 : 5,410 千円 余剰電力売電収入 : 1,390 千円
支出	730 千円	人件費(委託料) : 600 千円 消耗品費等 : 130 千円

表-5 発電電力量実績

年度	2006	2009	2012	2014
発電電力量(MWh)	381	360	399	377

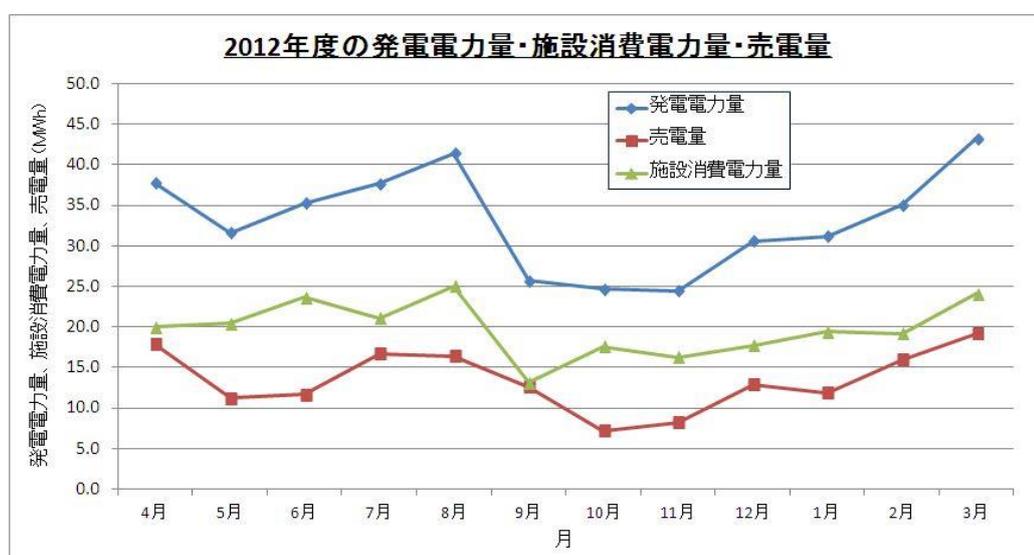


図-3 発電電力量・施設消費電力量・売電量実績(2012 年度)

4. プロジェクトの社会的側面

4.1 地域環境への貢献

1) 発電所建設に伴う林道の整備

鯛生小水力発電所の導水管路は林道に沿って敷設(埋設)されており、発電所建設に伴い林道が舗装整備された。

2) 「200 海里の森づくり³⁾」による水源地域の森林整備

「200 海里の森づくり」は、台風による山林の被害復旧と環境整備を目的として 2000 年に活動を開始し、中津江村地球財団主催により年 2 回開催され、地元の日田市や福岡県等からボランティア約 150~200 名程が参加している。この活動において、発電所上流側の草刈や植樹等を行い、水源地域の森林保護を行っている(写真-1)。

本活動は、平成 23 年度に国土交通省の「水資源功績者表彰⁴⁾」を受賞した。

³⁾ 筑後川の上流域である日田市中津江村の森林づくりを、下流域の都市住民と共に行うことで豊かな河川と生態系の重要性や水源地域の森林の大切さを再認識してもらい併せて森林整備に対する意識の高揚を図るもの。

⁴⁾ 水資源の開発・利用・水源の涵養等水資源行政の推進に関し、永続的に尽力するなど、特に顕著な功績のあった個人および団体を表彰する。



写真-1 「200 海里の森づくり」における下刈りおよび植樹

4.2 地域社会への貢献

1) 非常用電源としての整備

鯛生小水力発電所の電気は、災害時の周辺地域の非常用電源としても使用できる。

2) 環境・エネルギー教育

鯛生小水力発電所は、国が支援する「大分県次世代エネルギーパーク⁵⁾」の施設の一つとされており、次世代に向けたエコ・エネルギー活用の重要性に対する理解を深める場となっている。また、近隣の学校から 2 件／年ほど発電所見学を受け入れており、環境・エネルギー教育に役立っている。さらに、再生可能エネルギーである小水力発電を利用した施設として、発電所の視察訪問が 10 件／年ほどある。

5. 成功の理由

(1) プロジェクトの経済性

発電所の取水は既設砂防ダムを利用し、導水路はヒューム管および FRPM 管を埋設設置することにより、土木工事費を低減している。また、小水力発電事業に対する国からの補助金や地方債の活用により、経済性の向上を図っている。

(2) プロジェクトの経済的便益

発電した電気は観光施設等の電源に使用して経費を削減し、また余剰電力の売電収入も活用して観光施設等の整備を進めた結果、施設への来訪者数が増加し、新たな雇用も生まれている。

(3) 地域環境・社会への貢献

中津江村の歴代の村長のリーダーシップのもとに、過去に利用されていた水力ポテンシャルを利用すべく、小水力発電設備が復活された。

発電所建設に伴い林道が整備され、また水源地域の森林保全のために、地域住民および近隣県民からなるボランティアによる草刈り・植樹活動等を通して上下流住民の絆を深めるとともに、発電所見学を受け入れるなど、水資源の大切さやエネルギー教育にも役立っている。

⁵⁾ 次世代エネルギーパークは、太陽光等の新エネルギー設備や体験施設等を整備し、新エネルギーをはじめとした次世代エネルギーについて、実際に国民が見て触れる機会を増やすことを通じて、地球環境と調和した将来の次世代エネルギーの在り方について国民の理解の増進を図ることを目的に、経済産業省（資源エネルギー庁）が地方自治体等を対象に計画を公募・認定・公表するもの。

また、過去に台風災害によって長期間の停電が発生したことを教訓に、発電所の電気は、災害時には系統電源に依存しない地域内非常用電源としても使用できるようにしており、地域の防災にも大きく貢献している。

6. 第三者のコメント

- (1) METI/NEDO：「新エネ百選」に選定（2009年4月）
- (2) 国土交通省：平成23年度「水資源功績者表彰」受賞
- (3) 大分放送：ほめられタウン100⁶⁾「豊かな水資源を活かして！」
魚類の生息環境に配慮するなど、自然との共生が図られている小水力発電所として紹介されている。

7. 参考文献

- [1] 伊東寿憲・篠崎友利・中澤孝彦：地域振興を考慮した小水力発電所の導入について（NEF 第71回中小水力発電技術に関する実務研修会），2004年7月
- [2] NEDO：「新エネ百選」日田市鯛生小水力発電所
- [3] 一般財団法人 中津江村地球財団：<http://taiokinzan.jp/index.html>

⁶⁾ 全国AMラジオ放送局の33局で、政府が推進する地球温暖化防止の国民運動と連携して、各地域で始まっている「低炭素社会」が実感できる、新しい技術やキープレイヤーの活動、自治体や商店街の取り組みなどの事例を、「ほめられタウン」として紹介する共同キャンペーン

JP03

発電所名	: 那須野ヶ原小水力発電所群
国名（州／県）	: 日本（栃木県）
所有者	
所有者名	: 那須野ヶ原土地改良区連合 および農林水産省
所有者形態	: 自家用発電設備所有者／土地改良区連合
市場形態	: 余剰電力売電（長期購入契約）

運転開始年	: 那須野ヶ原発電所：1992年 百村第一・第二発電所：2006年 臺沼第一・第二発電所：2009年 新青木発電所：2014年
-------	--

プロジェクト評価

経済性	: 初期投資の回収，維持管理費の確保
経済的便益	: 雇用創出効果，地域産業振興効果
社会的側面	: 地域環境：河川生態系保全 地域社会：地域の活性化，環境・エネルギー教育

キーワード	: 農業用水完全従属型発電，遊休落差の利用，ハイドロアグリ， 賦課金の軽減
-------	--

要旨

那須野ヶ原土地改良区連合は、上下流の標高差 480m である那須野ヶ原扇状地の特徴を生かし、農業水利施設の用水路・開水路落差工などに潜在する遊休落差を利用して、6カ所で合計 1,500kW の発電を行っている。発生電力は、電力会社の配電線を経由して、農業水利施設（農業用水管理のための遠方監視およびゲート制御施設等）の電源として使用するとともに、余剰電力の売電も行っている。発電所の建設にあたっては、新技術・新材料の採用によるコスト低減や、国等からの補助金の活用による経済性の向上を図った。

この取り組みにより、受益者の農業水利施設維持管理費負担（賦課金）の軽減が図られるとともに、「水」による恩恵を地域で共有する意識が受益者に醸成され、全国有数の鮎の漁獲量を誇る那珂川への維持流量放流を自主的に行うなど、河川生態系保全にも大きく寄与している。

本プロジェクトでは、初期の段階から土地利用者の参加を促進し、プロジェクトへの理解が得られやすい仕組みが作られた。また、一つのプロジェクトの成功を循環的に次のプロジェクトにつなげる方策がなされており、全国の土地改良区等が実施する小水力発電の先駆的モデルとなっている。



1. プロジェクトの概要

那須野ヶ原は、栃木県の北東部に位置し、那珂川と箒川に挟まれた約 40,000ha の扇状地である。農林水産省は、1967 年から那須野ヶ原の水源の確保と農業用水不足をなくすため、国営那須野原総合農地開発事業を開始した。本事業では、那珂川上流にかんがい用水・発電・水道用水を目的とした有効貯水量約 2,100 万 m³の「深山ダム」を築造（1974 年完成）し、120 万 m³の「赤田調整池」、100 万 m³の「戸田調整池」を新設して水源を確保するほか、「板室ダム」「西岩崎頭首工」「新・旧木ノ俣頭首工」等の新設・改修を行うとともに、幹線・支線水路延長 330km を超える更新整備が行われた（図-1）。これらの用水路は、上下流の標高差が約 480m と大きいため、複数の落差工を設けて減勢して下流側に配水するという構造になっていることから、いたるところに小水力発電の可能性を秘めている。これまでに建設された水力発電所の諸元を表-1 に、位置を図-1 に示す。

那須野ヶ原発電所は、上段東幹線用水路および新・旧木ノ俣用水路の落水を戸田調整池に導水する延長約 1,400m の戸田東用水路（管路）の遊休落差（約 30m）を利用する最大出力 340kW の農業用水完全従属型の流れ込み式発電所である。

百村第一・第二発電所は、上段幹線用水路の連続した落差工 4 箇所において、最大使用水量 2.4m³/s、有効落差 2m を利用する最大出力 120kW（30kW×4 箇所）の農業用水完全従属型の流れ込み式発電所である。本発電所は、2004 年 4 月から 2005 年 9 月まで低落差水車発電機の開発を目的とする実証試験を実施し、2005 年度に導入した自家用発電所である。

墓沼第一・第二発電所は、墓沼用水路の中に FRPM 管を埋設し、発電用水への塵芥混入を避けるとともに土木工事費の軽減を図り、最大出力 540kW（第一：360kW，第二：180kW）の農業用水完全従属型の流れ込み式発電所である。

新青木発電所は、戸田調整池と下段幹線を結ぶ戸田東用水路の遊休落差を利用し、水圧管路に FRPM 管を採用して土木工事費の軽減を図り、最大使用水量 1.4m³/s、有効落差 44m、最大出力 500kW の農業用水完全従属型の流れ込み式発電所である。

これらの発生電力は、東京電力(株)の配電線を利用して、管内に点在している水利施設の電源として供給されるとともに、余剰電力を売電し管内の農業用水路等の維持管理費に充当されている。

本プロジェクトは、最初に導入した那須野ヶ原発電所では国営事業所の担当課長と土地改良区連合の事務局長による「発電事業による土地改良施設の維持管理費の受益者負担軽減」という発想と粘り強い努力により実現し、これが契機となって他の発電所建設も関係機関との協議および地元住民の理解・協力（合意形成）のもと、事業化が図られたものである。

表-1 発電所諸元

発電所名	那須野ヶ原	百村第一	百村第二	新青木	墓沼第一	墓沼第二
水系・河川名	那珂川水系・那珂川他				那珂川水系・蛇尾川	
最大出力	340kW	30kW	90kW (30kW×3)	500kW	360kW	180kW
最大使用水量	1.6m ³ /s	2.4m ³ /s	2.4m ³ /s	1.4m ³ /s	1.6m ³ /s	1.6m ³ /s
有効落差	28.0m	2.0m	2.0m	44.0m	29.11m	15.51m
発電所形式	流れ込み式／水路式					
系統連系	有り					

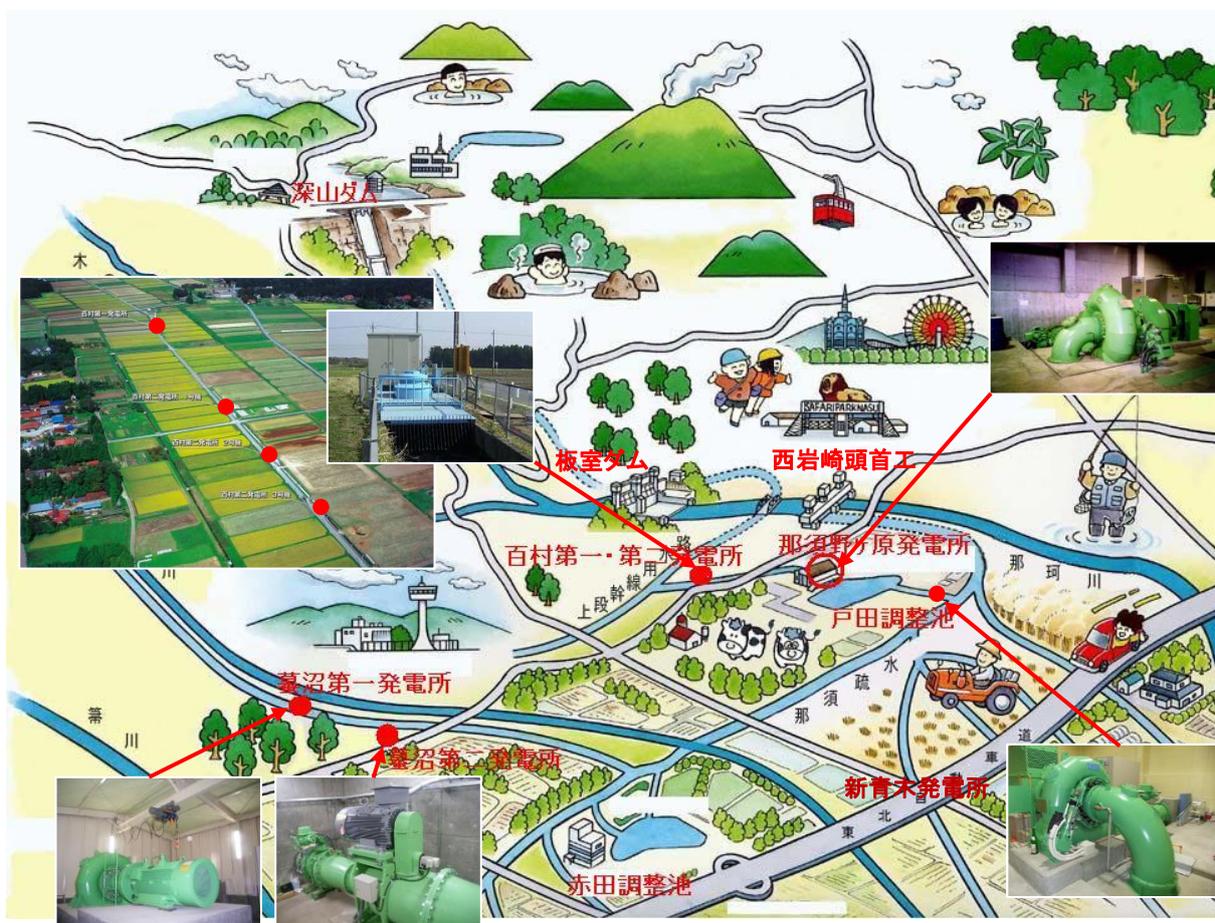


図-1 那須野ヶ原小水力発電所群位置図

2. プロジェクトの経済性

(1) 補助制度の活用による経済性の確保

各発電所の設置においては、国等からの補助金を活用して建設コストの低減を図っている（表-2）。

なお、残りの資金等については、那須野ヶ原土地改良区連合の積立金（自己資金）から支出している。

表-2 発電所設置において活用された補助事業

発電所名	発電所所有者	補助事業名	所管	国費補助率(%)	総事業費(百万円)
那須野ヶ原	農林水産省 ^(注1)	国営那須野ヶ原総合農地開発事業	農林水産省	56.4	640
百村第一	那須野ヶ原土地改良区連合	新農業水利システム保全対策事業	農林水産省	50	25
百村第二		中小水力発電開発費補助金	経済産業省	30	75
葛沼第一・第二		地域新エネルギー等導入促進事業	経済産業省	50	430
新青木		団体営地域用水環境整備事業	農林水産省	50	640

(注1) 発電所管理は那須野ヶ原土地改良区で行っている。

(2) 新技術・新材料の採用によるコストダウン

百村第一・第二発電所においては、水車発電機と制御系をパッケージ化した「マイクロカプラン水車発電システム（ハイドログリ）」（図-2）を採用し、既設の落差工を活用して土木工事費を低減し、工場にて組立製作することで現地据付期間を短縮した。さらに、運転維持管理も容易なシステムとなっている。

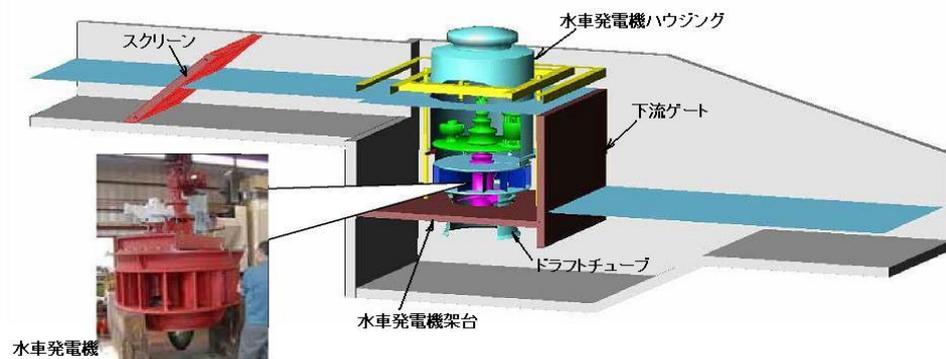


図-2 百村発電所／システム構造概念図

那須野ヶ原発電所、墓沼第一・第二発電所、および新青木発電所においては、水圧管路に FRP(M)管を採用することにより、工事費の低減および工期の短縮を図るとともに、管の埋設により周辺景観にも配慮した（図-3、写真-1）。

また、簡易な取水口除塵装置を導入することにより、建設費の削減が行われた（写真-2 参照）。

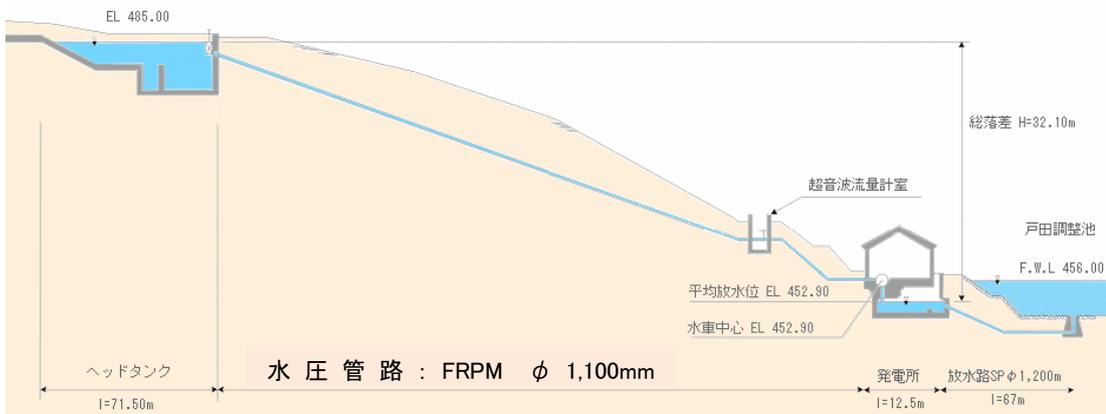


図-3 那須野ヶ原発電所管路縦断面図



水圧管路(埋設中)



水圧管路(埋設後)

写真-1 墓沼第一・第二発電所



築式スクリーン(百村発電所)



ネット式除塵機(黒沼発電所)

写真-2 除塵スクリーンおよび除塵機

(3) 余剰電力の売電による維持管理費の確保

那須野ヶ原小水力発電群が順次開発されるに伴い、発電電力量は順調に推移しており、東京電力(株)の配電線を経由して、管内に点在している水利施設の電源として供給されるとともに、余剰電力の売電により管内の農業用水路等の維持管理費が確保されている(図-4)。

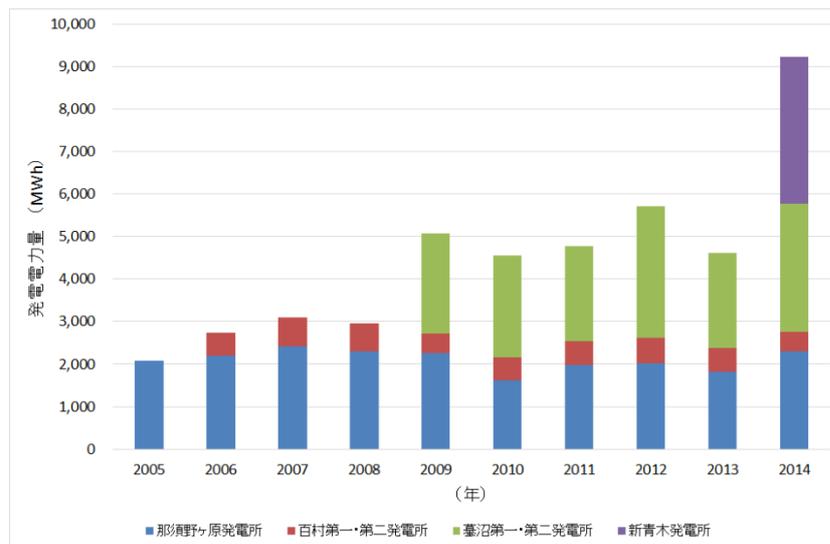


図-4 発電電力量の推移

また、発電設備の監視制御では、水管理センターにおける遠方監視制御や設備異常通報に携帯電話を利用するシステムを構築しており、日常の巡視点検は土地改良区連合の職員により実施するなど、維持管理費の削減を図っている。

3. プロジェクトの経済的便益

(1) 発電所導入に伴う受益者負担(賦課金)の軽減

各発電所の電力を水利施設の電源として利用し、また余剰電力を売電することにより、土地改良施設に係る維持管理費(田畑単価)は、更新整備費が増加傾向にある現状においても低く抑えられている。

国営事業完了時（1995年）	田単価：最低 6,000 円/10a（経常賦課金を含む）
現状（2014年）	田単価： 1,998 円/10a（経常賦課金を含む）
	畑単価： 333 円/10a（経常賦課金を含む）

なお、売電収入により事業費の償還を行っているため、発電事業に係る受益者の負担はない。

(2) 発電所の維持管理作業に伴う雇用創出

発電所の維持管理作業において、雇用創出が生じている。

除塵作業（朝夕各1回）	近隣農家（委託）
出水時・雷等緊急時	職員/保守点検委託業者
保守点検（2回/月）・年次点検	保守点検委託業者
見学・研修受入	職員/有償ボランティア

4. プロジェクトの社会的側面

4.1 地域環境への貢献

1) 那珂川の生態系保全支援

農業用水（発電用水）を取水している那珂川において、受益者の水による恩恵（水力発電がもたらす受益者賦課金の負担軽減）に関する理解のもと、那須野ヶ原用水の水管理システムを活用して、西岩崎頭首工（図-1）からの取水量を節約し、河川生態系保全のための河川維持用水が放流（河川貢献量）されている。一定量の河川放流 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ （ $43,200\text{m}^3/\text{day}$ ）は、那須野ヶ原土地改良区連合総会の議決により決定され、毎日朝・夕に取水調整を実施し、用水路毎の減水・番水（ローテーション）により節水に努め、水量調整、魚道確保を行っている。これにより、「水」を地域で共有する意識が醸成されるとともに、那珂川の鮎の漁獲量全国第1位の維持に貢献している。

2) 受益者による水利施設の点検整備

各改良区を中心に、水路の清掃作業や草刈り作業等の水利施設の点検整備を受益者総出で行うとともに（写真-3, 4）、子供会への協力や「花いっぱい運動¹⁾」などの景観づくりといった地域活動に取り組んでいる。



写真-3 水路清掃作業



写真-4 草刈り作業

¹⁾ 戦後の荒廃の中で「社会を美しく・明るく・住みよく」し、花を通じて人々の気持ちを豊かにするという願いを込めて、1952年に当時松本市の小学校教員だった小松一三夢氏が提唱して始まった活動で、現在では全国に広がり様々な自治体で採用されている。

4.2 地域社会への貢献

1) 持続可能な社会モデルの創造

農業・エネルギー・教育を3つの柱とした持続可能な社会モデルを創造するため、異業種連携による有限責任事業組合（LLP）が2007年2月に設立された。土地改良区連合（水土里ネット那須野ヶ原）職員、農家、地元企業、旅館経営者等が集まり、当地に賦存する自然エネルギー等あらゆる資源の有効利用と地域活性化に取り組んでいる。

2) 歴史・文化の継承および環境・エネルギー教育

土地改良施設の開放や農業・農村地域に存在する自然エネルギーの利用を紹介するパンフレット・看板を制作し、農業用水路の多面的機能を PR するとともに、副読本「水と農業」を作成し、小学生の総合学習や県立那須清峰高校の教材として使うことにより、環境学習および那須疏水の歴史と文化の継承に貢献している。また、小学生の社会見学の場として毎年約 6,500 人を受け入れており、水利システム施設の総見学者数は年間約 70,000 人におよんでいる（写真-5）。

また、水辺環境体験支援の一環である「田んぼの学校」（写真-6）の実施により、農家と非農家および高齢者と若者の地域交流の場が構築され、集落内の活気が戻り、高齢化に伴う集落機能の低下に歯止めがかかるきっかけとなっている。



写真-5 親子施設めぐり(那須野ヶ原発電所)



写真-6 田んぼの学校

5. 成功の理由

(1) プロジェクトの経済性

水力発電所の建設にあたっては、新技術・新材料を採用してコストダウンを図っている。また、農林水産省・経済産業省等の補助事業（補助金）を活用して経済性を確保している。

(2) プロジェクトの経済的便益

農業用水を利用した発電所の安定した運用により、自家発電による水利施設への電力供給を行うとともに余剰電力の売電収入が得られ、土地改良施設の維持管理費と受益者の賦課金の軽減を図っている。

(3) 地域環境・社会への貢献

那須野ヶ原発電所は、国営土地改良事業における土地改良施設の維持管理費軽減を目的とした小水力発電所として、全国で初めて設置された。その実現には、国営事業所と土地改良区連合の事務局長の強いリーダーシップと、関係機関や地域住民の理解・協力（合意形成）を得るための粘り強い努力があった。その後建設された 5 発電所は、プロジェ

クトの成功を循環的に次のプロジェクトにつなげる方策がなされており、いずれも地域住民にプロジェクトの計画段階から参画してもらうことにより、地域の理解を得られ易い仕組みを独自に作ってきたことが成功要因の一つとなっている。

農業用水を利用した小水力発電を先駆けて行ったことから、那須野ヶ原土地改良区連合は全国に知られ、国内外から多くの施設視察者が訪れるとともに、数多くの受賞およびメディア報道がなされ、地域の知名度と魅力を高めている。また、土地改良施設や発電施設を利用した環境・エネルギー教育や、地域企業および地域住民と共に持続可能な地域社会づくりにチャレンジするなど、地域の活性化に貢献している。

全国有数のアユ漁獲量を誇る那珂川から農業用水（発電用水）を取水するため、頭首工において河川維持流量を自主的に放流するなど、那珂川の生態系保全にも大きく貢献している。

6. 第三者のコメント

- (1) 多数の新聞／テレビ等のメディア報道により、土地改良区等が実施する小水力発電の先駆的モデルとして紹介されている。
- (2) (社)日本河川協会：日本水大賞²⁾「農林水産大臣賞」受賞－21世紀土地改良区創造運動－(2005年)
- (3) (財)ダム水源環境整備センター：ダム・堰危機管理業務顕彰³⁾「優秀賞」受賞－永続的な那珂川の生態系保全支援－(2006年)
- (4) 農林水産省：「立ち上がる農山漁村⁴⁾ 優良事例地区」選定(2007年)

7. 参考文献

- [1] 那須野ヶ原土地改良区連合（水土里ネット那須野ヶ原）：<http://www.nasu-lid.or.jp/>
- [2] 星野恵美子：農業用水路の遊休落差を利用した小水力発電所の開発（NEF 第79回中小水力発電技術に関する実務研修会），2007年10月
- [3] 国土交通省国土政策局：平成25年度再生可能エネルギーの活用による地域活性化に関する調査事例集，2014年3月
- [4] ミツカン水の文化センターwebsite（水の風土記 人ネットワーク/星野恵美子）：http://www.mizu.gr.jp/fudoki/people/042_hoshino.html

²⁾ 水循環系の健全化や水災害に対する安全性の向上に寄与すると考えられる活動で、水防災・水資源・水環境・水文化・復興等の分野における諸活動（研究、技術開発を含む）を対象とした活動に授与される賞。

³⁾ ダム・堰施設の管理現場における危機管理に関する様々な創意工夫活動について、他の範となる顕著な取り組みに対しての賞で、情報の共有化および施設の管理技術の向上に寄与することを目的とするもの。

⁴⁾ 農山漁村を振興するために力強い情熱を持ち、地域の魅力的な資源を活用し、これまでの考えやきまりにとらわれることなく新たな取組に挑戦し、農山漁村の経済に刺激を与え雇用の確保につながっている、先駆的な取組。

JP04

発電所名 : 富士緒井路発電所・第二発電所

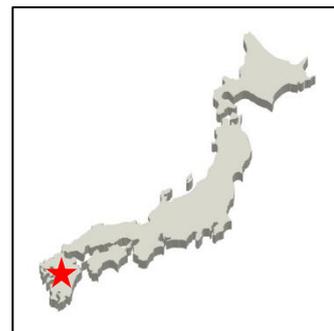
国名（州／県） : 日本（大分県）

所有者

所有者名 : 富士緒井路土地改良区

所有者形態 : 自家用発電設備所有者／土地改良区

市場形態 : 余剰電力売電（長期購入契約）



運転開始年 : 富士緒井路発電所：1914年，1977年（設備更新）
富士緒井路第二発電所：1984年

プロジェクト評価

経済性 : 初期投資の回収，維持管理費の確保，適正な利潤の確保

経済的便益 : 税収効果，地域産業振興効果

社会的側面 : 地域環境：地域インフラ整備，地域景観・文化の維持
地域社会：地域活性化，環境・エネルギー教育，

キーワード : 農山漁村電気導入促進法、農業用水路、遊休落差の利用、
借入金の返済、賦課金の軽減

要旨

大分県の富士緒井路土地改良区が農業用水路の遊休落差を利用して建設した富士緒井路発電所および富士緒井路第二発電所は、かんがい用水の高台地への揚水電源として100年以上の長期間にわたって利用されるとともに、余剰電力の売電も行われている。発電所の更新・増強や新設にあたっては、電化の不十分な農山漁村地域における電気の導入を支援する国の低利融資制度を活用して経済性の向上が図られている。

余剰電力の売電収入により、用水路改修工事のための借入金の返済を行うとともに、受益者の農業水利施設維持管理費負担（賦課金）および水利施設の改修・維持管理費が軽減され、その結果、農地保全が図られるとともに、農家の後継者対策にも貢献している。



写真-1 富士緒井路発電所建設時

1. プロジェクトの概要

富士緒井路は、1867年の大干ばつが契機となり、開墾者「後藤鹿太郎」が私財を投じて井路開墾が行われた。富士緒井路発電所は、1914年に井路¹⁾建設と同時に、草深野・片ヶ瀬の両高台地約30万m²のかんがい用水の高台地への揚水機電力源として、幹線水路の落差を利用して出力200kWの水力発電設備として設置された(写真-1参照)。また、1921年には、(株)富士緒電灯所として、旧小富士村・上緒方村・長谷川村の3村1000戸余りの家庭用電灯電力としても配電していた。1924年には、富士緒井路の水量が定量の5分の1以下になる事態が発生し、安定的に農業用水を配水するため、白水溜池堰堤水利施設を大野川に建設した。なお、1936年からは、九州電力(株)(前：九州配電(株)，元：九州水力電気(株))に余剰電力の売電を行っている。

富士緒井路発電所は、その後、機器の老朽化に伴う修理費の増大と人件費増による採算割れのため廃止か改修かが協議されたが、1977年に、農山漁村電気導入促進法の低利融資を受けて、総事業費65,000千円で設備更新を行い、出力を200kWから380kWに増強するとともに、遠隔監視による半自動制御装置として無人化を図っている。また、2008年には水圧管路を更新した。

富士緒井路発電所の設備更新当時、土地改良区は水路改修工事のために約10億円の借入金があり、その返済や政府減反政策による賦課金対象面積の減少のため、約10aあたりの賦課金17,000円を10年後には30,000円に値上げせざるを得ない状況となっていた。この打開策として、幹線水路末流の落差100mに着目して、出力1,500kWの富士緒井路第二発電所が計画され、1984年に、国からの補助金(事業費の15%)および農山漁村電気導入促進法の低利融資・自己資金により、総事業費767,700千円で建設された(表-1, 図-1)。

表-1 発電所諸元

発電所名	富士緒井路発電所	富士緒井路第二発電所
水系・河川名	大野川水系・大野川	
最大出力	380 kW	1,500 kW
最大使用水量	2.0 m ³ /s	2.0 m ³ /s
有効落差	25.5 m	96.62 m
水車型式	横軸単輪複流渦巻フランシス水車	横軸単輪単流渦巻フランシス水車
発電機型式	横軸三相誘導発電機	横軸三相誘導発電機
発電所形式	流れ込み式／水路式	
系統連系	有	

¹⁾ 井路とは、農業用水路の通称である。取水施設、幹線・支線・孫線、分水施設、排水施設の一連の農業土木施設群からなる。それぞれに共同体が存在し、各井路ごとに管理・運用を行っている。



図-1 富士緒井路発電所・富士緒井路第二発電所位置図

2. プロジェクトの経済性

(1) 低利融資制度の活用による経済性の確保

富士緒井路発電所は、「農山漁村電気導入促進法²⁾」の低利融資を受けて、総事業費 65,000 千円で設備更新を行い、借入金は余剰電力の売電収入から 10 年程度で返済された。また、富士緒井路第二発電所は、事業費の 15% を国からの補助金で賄うとともに、自己資金および同法の低利融資を受けて、総事業費 767,700 千円で建設され、借入金は余剰電力の売電収入から約 20 年で償還された。

²⁾ 電気が供給されていないか若しくは十分に供給されていない農山漁村又は発電水力が未開発のまま存する農山漁村に電気を導入して、当該農山漁村における農林漁業の生産力の増大と農山漁家の生活文化の向上を図ることを目的とする。(貸付利率：1.15% (2014 年 5 月 23 日現在), 貸付限度額：負担額の 80% 以内, 償還期間：20 年以内 (うち据置期間 3 年以内))

3. プロジェクトの経済的便益

(1) 固定資産税による税収効果

両発電所からの固定資産税として、地元の緒方町では年間数百万円程度の税収効果がある。

(2) 余剰電力の売電収入による受益者負担（賦課金）と水路維持管理費の軽減

両発電所は、非かんがい期（10月～4月）はほとんど最大出力で運転されており、かんがい期（5月～9月）は、しろかき期（5月下旬～6月中旬）に運転できないときもあるが、最大出力の半分程度で運転されている。年間発電電力量は、富士緒井路発電所では約2,500MWh、富士緒井路第二発電所では約10,000MWhとなっており、設備利用率75%以上の高い稼働率となっている。

余剰電力の売電収入は、両発電所合計で約100百万円と推計され、一部は前述した借入金の償還に充てられるとともに、受益農家の賦課金や水路維持管理費の軽減にも活用されている。これにより、1977年に約10aあたり17,000円だった賦課金を1985年には8,000円に、2000年には2,000円に軽減させることができ、農地保全が図られるとともに、農家の後継者対策にも貢献している。また、毎年水路を改修して隧道以外の水路の90%を有蓋化し、豪雨時の土砂流入を防いでいる。

4. プロジェクトの社会的側面

4.1 地域環境への貢献

1) 農道・かんがい用水路等の改良

両発電所の収益により、大規模な農道、水路等の改良（水路の有蓋化）が行われている。

2) 歴史的遺産の維持管理

安定的に農業用水を配水するために1938年に建設された白水溜池堰堤水利施設（通称：白水ダム、写真-2）は、「日本一美しいダム」と呼ばれ、1999年には国の重要文化財に指定され、富士緒井路土地改良区による適正な維持管理のもと、歴史的遺産として後世に受け継がれている。また、取水地点には植樹等を行い、地域環境に配慮している（写真-3）。



写真-2 白水ダム



写真-3 大野川頭首工

4.2 地域社会への貢献

1) 受益者による水利施設の維持管理

農業従事者の節水・管理等に対する意識改革が図られ、水利施設の清掃作業や草刈り作業や、フリューム等の簡単なものの整備は、地域住民の参加により行われている（写真-4）。

2) 発電所からの収益による地域の活性化

発電所からの収益は、賦課金の軽減や農家の後継者対策に貢献するとともに、地域の親睦・交流行事などにも活用され、これらにより地域の活性化が図られている。

3) 環境・エネルギー教育

富士緒井路発電所は、九州地区の農業用水利用発電の先駆者的役割を果たしており、関連団体からの視察・見学者も多く、15～20回/年（5名～30名/回）受け入れている。また、地元小学生等が毎年発電所見学を行っている（写真-5）。

さらに、この小水力発電事業の成功は、地域ブランド向上にも寄与している。



写真-4 住民参加による草刈り



写真-5 地元小学生の施設見学

5. 成功の理由

(1) プロジェクトの経済性

発電所の建設にあたっては、国の補助金や低利融資の活用により、経済性の向上を図っている。また、農業用水発電としては比較的落差や流量の条件に恵まれており、年間の設備利用率が75%と高いため、安定した売電収入が得られ、約10年～20年で建設費借入金の償還を終えている。この事業が経済的に成功した理由として、地域のリーダーの先見性と、水力に適した自然条件に恵まれていたことが挙げられる。

(2) プロジェクトの経済的便益

売電収入により、水路維持管理費と受益者（組合員農家）賦課金の軽減を図っている。その結果、農地保全が図られるとともに、農家の後継者対策にも貢献している。特に、富士緒井路第二発電所は、賦課金軽減を目的として建設され、富士緒井路発電所と合わせた売電収益によって、賦課金を大幅に軽減することに成功している。

(3) 地域環境・社会への貢献

発電所の売電収益は、農道や水路の整備、地域交流行事などにも活用され、地域社会の活性化に貢献している。また、1938年に農業用水の配水用に建設された白水溜池堰堤は、国の重要文化財に指定され、適正な維持管理により後世に受け継がれる歴史遺産として地域の魅力の向上に貢献している。

6. 第三者のコメント

(1) 日本経済新聞（2011年9月2日：電子版）

大分県、農業用水利用の発電計画相次ぐ

農業用水を利用した水力発電のお手本として、売電収入により用水路整備の借入金の返

済と農家の賦課金低減を実現していることが紹介されている。

(2) 大分合同新聞 (2014 年 10 月 9 日)

富士緒井路 100 周年 農業発展へ「水恩碑」除幕

土地改良区理事長の先人たちへの感謝の言葉とともに、2 つの水力発電所の売電収入を運営に充てていることが紹介されている。

7. 参考文献

- [1] 富士緒地区事業概要－県営基幹水利施設補修事業－：大分県竹田直入地方振興局・富士緒井路土地改良区
- [2] 富士緒井路発電所概要：富士緒井路土地改良区，1977 年 5 月 28 日
- [3] 富士緒井路第二発電所竣工にあたって：富士緒井路土地改良区，1984 年 5 月 14 日
- [4] 農文協論説委員会：「農文協の主張：原発から農発へ」（現代農業 2011 年 11 月号），（一社）農山漁村文化協会 (<http://www.ruralnet.or.jp/syutyo/2011/201111.htm>)

JP05

発電所名 : 帝釈川発電所・新帝釈川発電所

国名(州/県) : 日本(広島県)

所有者

所有者名 : 中国電力(株)
所有者形態 : 電気事業者
市場形態 : 電気事業者(系統電源)

運転開始年 : 帝釈川発電所 : 1924年,
2003年(再開発)
新帝釈川発電所 : 2006年(再開発)

プロジェクト評価

経済性 : 初期投資の回収, 維持管理費の確保,
適正な利潤の確保

経済的便益 : 税・交付金効果, 観光資源効果

社会的側面 : 地域環境 : 地域インフラ整備,
河川環境保全, 地域景観・文化の維持, 自然公園の保護
地域社会 : 地域の活性化, 地域余暇機会の創出

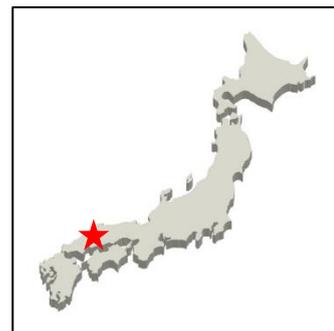
キーワード : 比婆道後帝釈国定公園, 帝釈峡, 貴重動植物保護, ダム湖百選,
遊覧船, 美化活動

要旨

中国電力(株)は、広島県の国定公園内にある1924年に造られた帝釈川ダムの保全対策工事に伴い、未利用落差の有効活用を図るために、2006年に既設発電所の再開発を行った。これにより、ダム水路式の最大出力11,000kWの新帝釈川発電所を新設するとともに、既設の帝釈川発電所は4,400kWから2,400kWに規模改造が行われた。

このプロジェクトは、電気事業法の総括原価方式に基づいて経済性が確保されている。その上で、発電原価を極力抑えるために、建設工事におけるダム等の既設設備の活用や未利用落差の利用、資金調達における国の補助金の活用等により、コスト低減が図られた。

帝釈川ダム周辺の帝釈峡は国指定の名勝であり、ダム湖とその周辺は地域の重要な観光資源となっている。このため建設工事にあたっては、自然改変を極小にして周辺景観との調和を図るとともに、貴重動植物の保護対策が行われた。また、貯水池の水位変動を考慮した発電運用を行い、ダム湖の観光資源価値の維持に貢献しているほか、観光客・ボランティア等による帝釈峡全体の美化活動や種々のイベント等が開催され、地域の観光産業の活性化が図られている。



1. プロジェクトの概要

帝釈川ダムは、1924年に完成したコンクリート重力式ダムで、帝釈川発電所の取水ダムとして設置され、1951年より中国電力㈱が管理者となった。しかし、完成後約80年を経過して現在の設計基準の安定条件に適合しなくなったこと、トンネル式洪水吐の放流能力が小さく出水期の貯水池運用に制約を与えていること、最大約35mの未利用落差が存在していることなどから、2003年～2006年に帝釈川ダムの保全対策工事（洪水処理能力の向上および構造上の補強）と発電所の再開発が中国電力㈱により行われた（図-1、表-1・2、写真-1・2）。

帝釈川発電所は、帝釈川ダムおよび福柵川取水ダムから取水する、最大出力4,400kWのダム水路式発電所で、帝釈川ダム地点ではダム直下の水槽で水圧を減勢して無圧導水路により発電所へ導水していた。本保全対策工事に伴い、帝釈川発電所は福柵川取水ダムからのみの取水に変更し、2003年から最大出力を2,400kWに規模を縮小して運転している。

新帝釈川発電所は、帝釈川ダムの未利用落差（最大約35m）の有効活用を図るため、圧力導水路を有する最大出力11,000kWのダム水路式発電所であり、帝釈川発電所の再開発と位置づけられる。



図-1 帝釈川ダム・発電所位置図

帝釈川ダム・貯水池周辺は、石灰岩地帯特有のカルスト地形や景観と、貴重な動植物が数多く存在する豊かな自然環境であり、国指定の名勝「帝釈川の谷（帝釈峡）」および比婆道後帝釈国定公園（第1種特別地域）指定されており、貯水池（神龍湖）では観光事業（遊覧船）が営まれるなど地元にとって貴重な観光資源となっている。このため、ダム保全対策工事および発電所再開発にあたり、自然改変を極小にして周辺景観との調和を図るとともに、貴重動植物の保護対策が行われた。また、工事中も遊覧船の航行に支障を与えない水位を確保したダムの設計・施工が行われた。

帝釈川ダム周辺の帝釈峡では、観光客・ボランティアガイド・地元住民など帝釈峡ファンによる帝釈峡全体の美化活動や、種々のイベント等が行われ、地域産業（観光）の活性化が図られている。

表-1 発電所諸元

発電所名	再開発前	再開発後	
	帝釈川発電所	新帝釈川発電所	帝釈川発電所
水系・河川名	高梁川水系 帝釈川・福樹川	高梁川水系 帝釈川	高梁川水系 福樹川
最大出力	4,400 kW	11,000 kW	2,400 kW
最大使用水量	5.7 m ³ /s	10.0 m ³ /s	3.1 m ³ /s
有効落差	95.17 m	129.0 m	95.17 m
発電所形式	貯水池式/ダム水路式	貯水池式/ダム水路式	流れ込み式/水路式
系統連系	有	有	有

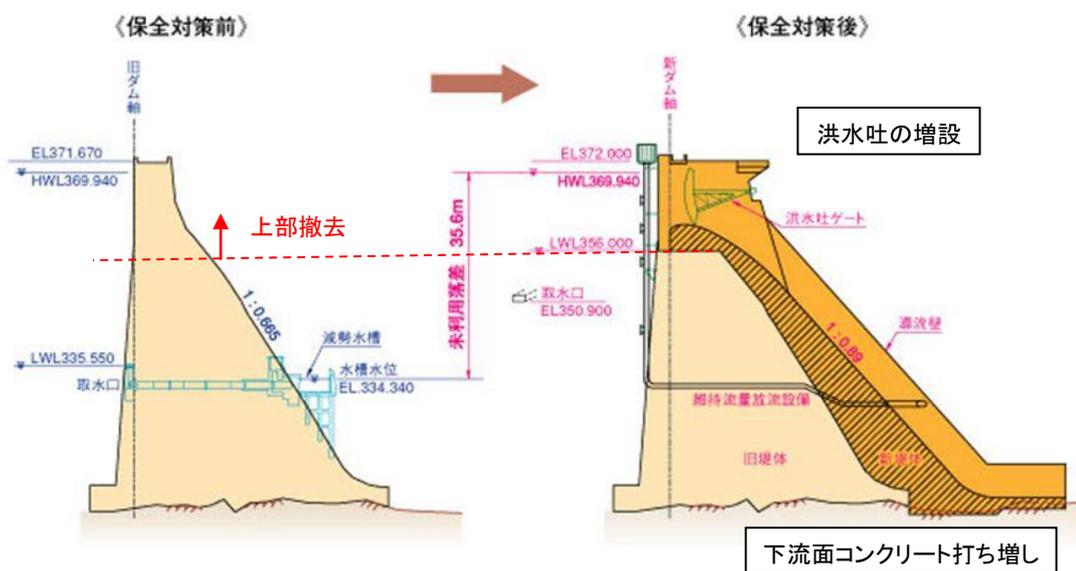


図-2 帝釈川ダム保全対策工事概要図



写真-1 保全対策前



写真-2 保全対策後

表-2 帝釈川ダムの諸元

項目	保全対策前	保全対策後
型式	コンクリート重力ダム	コンクリート重力ダム
堤高	62.10 m	62.43 m
堤頂長	35.15 m	39.50 m
堤体積	31,000 m ³	45,000 m ³
有効貯水量	12,995,000 m ³	7,490,000 m ³
洪水処理能力	720 m ³ /s	1,610 m ³ /s
洪水処理方法	トンネル式洪水吐: 720 m ³ /s	トンネル式洪水吐: 720 m ³ /s 堤体越流式洪水吐: 890 m ³ /s

2. プロジェクトの経済性

(1) 一般電気事業者の水力プロジェクトの経済性

本プロジェクトは一般電気事業者（中国電力株）の供給計画に基づいて計画・実施された既設水力発電所の再開発である。一般電気事業者は火力・原子力・水力など様々な設備を保有しており、個々のプロジェクトの経済性は、単独の収支による評価ではなく、代替電源を開発した場合との比較や、独自の建設単価の基準等により総合的に評価されている。電気事業法で供給責任を義務付けられている一般電気事業者が実施するプロジェクトは、総括原価主義に基づいて経済性が確保されている。その上で、発電原価を極力抑えるために、建設や維持管理におけるコスト低減の取り組みが行われている。本プロジェクトの場合、ダム等の既設設備を活用したことや、35m という比較的大きな未利用落差を利用できたことがコスト低減に寄与している。

(2) ダム本体工事におけるコストダウン

ダムコンクリートの総打設量が約 15,600m³ と少ないことから、地元のレディミクストコンクリートを利用し、大幅なコスト低減を実現している。

(3) 設備の簡素化・省力化によるコストダウン

設備の簡素化・省力化の観点から、水車・発電機の冷却水レス・圧油レス化を行うとともに、開閉器を変圧器の上に配置した開閉器一体型変圧器を採用して、機器レイアウト・敷地造成面積を最小限にすることにより、電気工事費と土木工事費のトータルコストを低減した。

また、発電所周辺の斜面安定化における崖錐堆積物の切り取りの極少化や、発電所本館建屋の省略によりコストダウンを図った。

(4) 補助金の活用による経済性向上

帝釈川ダム保全対策工事および新帝釈川発電所建設工事において、工事費（約 14,500 百万円）の一部に中小水力発電開発費補助金の交付を受け、経済性の向上が図られた。

3. プロジェクトの経済的便益

(1) 固定資産税による税収効果

両発電所からの固定資産税として、地元神石高原町および庄原市への税収効果がある。

(2) 交付金による地域インフラ整備

一定規模の水力発電所が立地する地域に国から交付される「電源立地地域対策交付金」により、神石高原町および庄原市における公共用施設の整備や地域福祉サービス等が促進され、地域住民の福祉の向上が図られている。

(3) 貯水池による観光資源効果

帝釈川ダム貯水池（神龍湖）は、比婆道後帝釈国定公園の主要景勝地で国の名勝にも指定されている帝釈峡の中央部にあり、春の「湖水開き」にはじまり、新緑・夏休み・紅葉の季節を中心に遊覧船・カヤック等によるアウトドアレジャーに利用され、休暇村“帝釈峡”と合わせて多くの観光客が訪れている。近年、帝釈峡を訪れる観光客数は減少傾向にあるものの、帝釈川ダム保全対策工事後の2006年以降は、遊覧船および休暇村を合わせて年間約10万人に利用されている。（図-3、2005年は、遊覧船船着場の落石事故により一時的に利用客が減少している。）

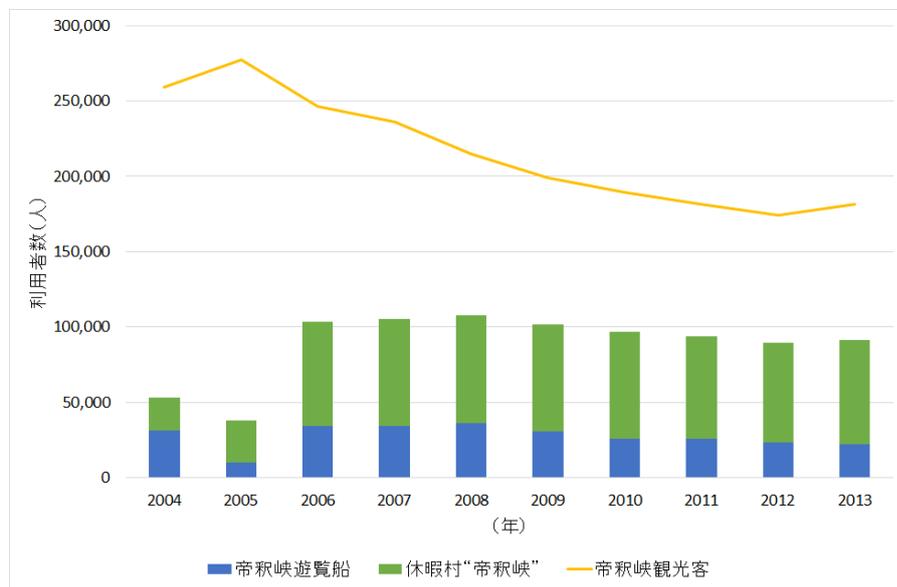


図-3 帝釈峡の観光客数と遊覧船・休暇村の利用者数(2004年～2013年)

4. プロジェクトの社会的側面

4.1 地域環境への貢献

1) 河川環境保全対策

貯水池水温に関するシミュレーション結果から、春季の低水温放流が魚類等の水生動物やかんがいに対し、悪影響を及ぼすことが懸念されたことから、この対策として維持流量放流設備には、多孔式選択取水方式が採用された。また、維持流量放流量を変動させるフラッシュ放流により砂利・砂を移動させ、ヘドロ類の付着・堆積を防ぎ、ダム下流の河川環境を改善している。



写真-3 フラッシュ放流

2) 景観保全対策

ダム地点は、国指定の名勝および国定公園内に位置し豊かな自然環境にあり、地域の重要な観光資源でもあることから、専門家の指導のもと、周辺環境との調和を考慮した景

観設計が行われた。洪水吐ゲートは、貯水池を航行する遊覧船から見た場合に、最も目立つ構造物であることから、ゲートの色を周辺環境や湖面と同化する濃緑色としたり、巻上機が貯水池から極力目立たないようにすること、またダム下流の石灰岩の岩壁（通称：太郎岩）の景観に配慮するため、背面巻上方式のラジアルゲートを採用した（写真-4）。また、工事に伴う自然改変を極力少なくするとともに、改変部分については在来種による修景緑化を行った。

発電所地点はコンクリート構造物が連続することから、威圧感を避けるため、擁壁にライン（目地）を挿入するなど、周辺の景観に配慮した（写真-5）。



写真-4 洪水吐ゲート



写真-5 発電所外観

3) 発電所建設における貴重動植物保護対策

地域における重要な観光資源でもある自然環境と生態系を保全するため、建設工事において貴重動植物の保護対策を行った。

工事中には、希少猛禽類のクマタカ（写真-6）の繁殖期（1～7月）における影響範囲内での岩盤掘削工事休止、低騒音型建設機械の採用および防音扉や防音シートの使用、夜間工事におけるナトリウムランプの使用、モニタリングによる生息・繁殖状況を把握および専門家への報告等を行い、恒久対策としては、水圧鉄管の塗装色を目立ちにくいこげ茶色を使用した。

工事区域内での貴重植物は、チョウセンヒメツゲ、イチリンソウ、フクジュソウなど 19 種、貴重動物はタイシャクギセル（写真-7）、オオムラサキなど 5 種が確認されたため、改変区域内で確認した貴重動植物については、工事前に影響を受けない場所へ移動・移植を行い、工事中は、モニタリングにより貴重動植物の生息及び生育状況を把握し、適宜専門家への報告を行った。一部の植物を除き、移動・移植を行った貴重動植物の生息及び生育状況は、概ね良好である。

これらの保護対策を徹底するため、貴重動植物の概要を記載した小冊子を工事関係者全員に配布するとともに、現地研修会を実施し、保護意識の高揚を図った。



写真-6 クマタカ(つがい)



写真-7 タイシャクギセル

4.2 地域社会への貢献

1) ダム湖の観光・レクリエーション利用への協力

帝釈川ダム保全対策工事においては、貯水池（神龍湖）が重要な観光資源となっていることを考慮して、工事中も遊覧船が安全に航行できるよう工事中水位を設定して、ダム本体の設計および転流工の計画を行った。また、新帝釈川発電所の運用にあたっては、貯水池運用計画を観光会社に提供して協調を図るとともに、秋の紅葉の観光シーズンにおいては、発電を抑えて貯水池水位を高く保持するなど、地域の観光産業への協力を行っている（写真-9）。

さらに、中国自然歩道（帝釈峡ルート）の一部として、帝釈川ダムの管理用道路を整備して一般に開放するとともに、ダム管理所トイレの一般開放を行うなど、自然・文化・歴史に親しむ空間を創出している。



写真-9 神龍湖遊覧船

2) 工事に伴う地域インフラの整備

ダムおよび発電所建設工事に伴い、工事用道路を整備し町道とするとともに、トンネル土捨場・仮設ヤードを復旧して圃場整備を行い、地域インフラの整備を行った。

3) 各種イベントによる地域の活性化

神龍湖を中心とした帝釈峡一帯では、「湖水開き」「春の帝釈峡クリーンアップ作戦」等のイベントが開催されており、電力会社職員も積極的に参加して地域の活性化に貢献している。

5. 成功の理由

(1) プロジェクトの経済性

本プロジェクトは一般電気事業者による既設水力発電所の再開発であり、総括原価主義に基づいて経済性が確保されている。発電所の建設にあたっては、既設ダムと未利用落差を活用し、ダム本体工事におけるレディミクストコンクリートの採用や設備の簡素化・省力化等によりコストを低減するとともに、国からの補助金を活用して経済性の向上を図っている。

(2) 地域への経済的便益

帝釈川ダム貯水池（神龍湖）は、国定公園の主要景勝地で国の名勝にも指定されている帝釈峡の中央部にあり、湖面は遊覧船やアウトドアレジャーに利用され、多くの観光客が訪れるなど、地域の重要な観光資源となっている。

(3) 地域環境・社会への貢献

帝釈川ダムでは、貯水池の水位変動を考慮した発電運用を行い、観光資源価値の維持を図っているほか、観光客・ボランティア等による帝釈峡全体の美化活動や種々のイベント等が開催され、地域の観光産業の活性化が図られている。

地域における貴重な観光資源でもある自然景観と生態系を保全するため、帝釈川ダム保全対策工事および新帝釈川発電所の建設にあたっては、自然改変を極小にして周辺景観との調和を図るとともに、貴重動植物の保護対策を実施した。

6. 第三者のコメント

(1) (一財)水源地環境センター：ダム湖百選¹⁾ (神龍湖)

(2) 広報神石高原 (2005年12月号 (第14号))

新坂自治振興会からの報告として、発電所を地域の誇りとしてとらえるとともに、地域や町の大きな財源のひとつとしてとらえている。

(3) 科学技術動向 (2010年3月)

本プロジェクトが、周辺の自然環境の改変を極力抑制するとともに観光資源となっているダム湖の景観と利用の保全を図り、また動植物への影響にも十分な配慮を払いながら工事が実施されたことが紹介されている。

(4) (公社)土木学会：日本の近代土木遺産～現存する重要な土木構造物 2000選 (帝釈川ダム) (2001年)

(5) 科学技術振興機構/サイエンスチャンネル (2015年10月公開)

7. 参考文献

[1] 吉岡一郎／中国電力(株)：新帝釈川発電所新設工事の計画、設計及び施工 (2006年10月：第78回中小水力発電技術に関する実務研修会／(財)新エネルギー財団)

[2] 沖田俊治，吉岡一郎，市原昭司：新帝釈川発電所建設工事の概要，電力土木，No.309，p98-101，2004.1

[3] 林淳一，小西克文，向原敦史：新帝釈川発電所新設工事における貴重動植物の保護対策，電力土木，No.319，p50-54，2005.9

[4] 広島県 website：<http://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/toukei/doukou-index.html> (統計情報/広島県観光客数の動向)

[5] 井上素行，白石栄一：再生可能エネルギーとしての新たな時代の水力，科学技術動向，p21-35，2010.3

[6] 中国電力(株)ホームページ：<http://www.energia.co.jp>

¹⁾ 地域に親しまれ、地域にとってかけがえのないダム湖を選定、顕彰することによって、より一層地域に親しまれ、地域の活性化に役立つことを願って認定するもの。

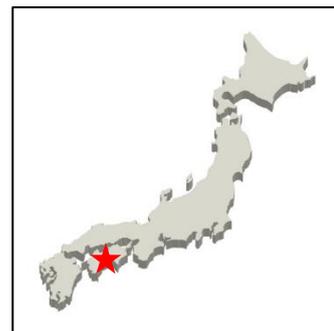
JP06

発電所名 : 高知県公営企業局水力発電所群

国名(州/県) : 日本(高知県)

所有者

所有者名 : 高知県公営企業局
所有者形態 : 卸供給事業者/地方公営企業
市場形態 : 卸電力供給



運転開始年 : 吉野発電所 : 1953年
永瀬発電所 : 1955年
杉田発電所 : 1959年

プロジェクト評価

経済性 : 初期投資の回収, 維持管理費の確保, 適正な利潤の確保
経済的便益 : 税・交付金収入効果, 地域産業振興効果
社会的側面 : 地域環境 : 地域インフラ整備, 自然環境保全
地域社会 : 地域の活性化, 環境・エネルギー教育, 地域余暇機会創出

キーワード : 地方公営企業, 公共の福祉の増進, ダム周辺環境整備事業, 水源の森整備事業, 水源涵養, 出前授業



要旨

高知県公営企業局は、物部川に合計出力39,200kWの3つの水力発電所を所有し、発電した電気を一般電気事業者の四国電力(株)に売電している。この発電事業とともに、公営企業の本来の目的である公共の福祉を増進するため、流域自治体がダム周辺地域で実施する環境整備事業の助成や、流域山間部の水源涵養林の保全なども行っている。公営企業局が実施するこのプロジェクトは、総括原価方式に基づく売電収入によって経済性が確保されている。

ダム周辺環境整備事業により、公園や観光施設、道路等のインフラが整備され、地域住民の生活環境の向上、レジャーや観光目的の来訪者の増加等に貢献している。また、水源林の保全事業により、山林火災延焼の抑止、土壌流出防止、保水力の向上などの効果が期待され、地域林業の振興にも貢献している。さらに、公営企業局職員による小・中学校での「出前授業」や、ダムや発電所の施設見学により、環境・エネルギー教育も推進している。

1. プロジェクトの概要

高知県は、物部川（流路延長：71km，流域面積：508km²，一級河川）の河口より31.4kmの地点（永瀬地区）に、物部川総合開発計画の根幹をなす永瀬ダム（治水・かんがい・発電）の建設を計画し、国の直轄事業として1950年に着手し、1957年3月に完成させた。一方、高知県公営企業局は、発電事業として永瀬ダムの下流に吉野ダム・杉田ダムを建設し、永瀬発電所・吉野発電所・杉田発電所を建設して合計39,200kWの発電を行い、一般電気事業者の四国電力(株)に卸供給する水力発電事業を行っている（表-1，図-1）。

表-1 発電諸元・ダム諸元

発電所名	永瀬発電所	吉野発電所	杉田発電所
水系・河川名	物部川水系・物部川		
最大出力	22,800 kW	4,900 kW	11,500 kW
最大使用水量	30.0 m ³ /s	37.0 m ³ /s	40.0 m ³ /s
有効落差	89.63 m	16.12 m	35.02 m
発電所形式	貯水池式／ダム水路式	貯水池式／ダム式	貯水池式／ダム式（逆調整）
系統連系	有		
ダム名	永瀬ダム	吉野ダム	杉田ダム
流域面積	295.20 km ²	343.40 km ²	440.00 km ²
型式	コンクリート重力ダム	コンクリート重力ダム	コンクリート重力ダム
堤頂長	207.00 m	115.50 m	140.50 m
堤高	87.00 m	26.90 m	44.00 m
堤体積	380,000 m ³	21,670 m ³	66,930 m ³
有効容量(H26.1)	38,417,913 m ³	471,000 m ³	5,888,000 m ³



図-1 発電所位置図

高知県公営企業局は、公営企業の本来の目的である公共の福祉を増進するため、発電事業による収益の還元として公共福祉事業を行っており、病院事業などを行うとともに、水力発電事業の一環としても、流域自治体がダム周辺地域で実施する環境整備事業費を一部助成する「ダム周辺環境整備事業交付金」事業や、流域山間部で水源涵養林の育成を目的とした「公営企業局の森」事業（主に広葉樹の植林育成）などを行い、地域振興を図るとともに自然環境保護や環境教育に貢献している。

2. プロジェクトの経済性

(1) 総括原価方式の売電料金による経済性の確保

公営企業局の売電料金は、一般電気事業者との交渉・契約をもとに経済産業省に届け出ることにより確定する。料金の算定は、卸供給事業の運営に必要な原価（人件費・消耗品等・修繕費・水利使用料・減価償却費・市町村交付金）に適正な利潤（事業報酬）を加える総括原価方式により行われている。このように、公営企業局のプロジェクトは、総括原価方式に基づく売電収入によって経済性が確保されている。なお、公営企業局では、水力発電の他に風力発電も行っており、売電収入はこれらの合計として電気事業会計に計上されている（表-2）。

表-2 水力/風力発電所の供給/販売電力量および電気事業会計収益的収支

項目	年度					
	2008FY	2009FY	2010FY	2011FY	2012FY	2013FY
水力発電供給電力量 (MWh)	134,899	149,763	172,995	202,036	203,057	157,076
永瀬発電所 (MWh)	77,281	90,874	107,652	130,241	126,627	94,931
吉野発電所 (MWh)	13,308	16,820	19,183	23,242	20,482	17,571
杉田発電所 (MWh)	44,310	42,070	46,160	48,552	55,948	44,574
風力発電販売電力量 (MWh)	3,623	3,611	4,630	4,379	4,127	3,724
収入 (百万円)	1,267	1,293	1,360	1,388	1,376	1,311
支出 (百万円)	1,176	1,142	1,128	1,372	1,239	1,148
純利益 (百万円)	91	151	231	16	137	163

3. プロジェクトの経済的便益

(1) 国有資産等所在市町村交付金

公営企業局には固定資産税は課税されないが、固定資産税相当額が国有資産等所在市町村交付金として市町村に納付されている。2012年度の交付金は34百万円である。

(2) 「ダム周辺環境整備事業」による地域経済効果

1981年度からダム周辺地域への支援策として、公営企業局単独でダム周辺環境整備事業を行っている。本事業は、ダムの所在する香美市がダム周辺地域で実施する公園整備・公民館改築・水路改修などの環境整備事業に対して、その経費の一部を交付金として助

1) 地方公営企業法第3条（経営の基本原則）：地方公営企業は、常に企業の経済性を発揮するとともに、その本来の目的である公共の福祉を増進するように運営されなければならない。

成（60%）するものである。

年間の事業費は約 2,000 万円で、1981 年度～2013 年度までに 158 件の事業が行われており、事業費総額 10.9 億円に対し、交付金総額は約 7.2 億円となっている（表-3）。

また、環境整備事業の工事において、下記の仕様を指定することにより、地域林業（産業）の振興を図るとともに、環境にも配慮している。

- 1) 環境物品等の調達（グリーン購入法）に基づき、重点調達品目について積極的な利用を行う
 - 2) 県内産の資材を優先して使用する
 - 3) 木製型枠は、杉、檜の間伐材等を組み合わせて製作したものを標準的に使用する
 - 4) 再生資源利用（促進）計画書および実施書を提出する 等
- (3) 「水源の森整備事業」による地域経済効果

「物部川水源の森整備事業費補助金」事業として、杉田ダム上流域で実施される人工林の間伐事業等に対して、香美市と香南市に補助金を交付している。事業期間は 2007 年度～2016 年度の計画で、これまでの実績として約 890ha の間伐等が約 4,000 万円の事業費で行われ、地域林業の振興にも寄与している（表-3）。

表-3 高知県公営企業局の地域共生事業

事業の名称	実施期間	事業費
ダム周辺環境整備事業交付金	1981年度～	2,000万円／年 (2014年度までの累積額:約7.4億円)
物部川水源の森整備事業費補助金	2007～2016年度 (計画期間)	500万円／年 (2014年度までの累積額:約4千万円) 事業量:約890ha
出前授業	2004年度～	

4. プロジェクトの社会的側面

4.1 地域環境への貢献

1) 「ダム周辺環境整備事業」によるインフラ整備

公営企業局の発電事業に対する理解と協力に対して、ダム周辺地域の環境整備の向上に寄与する事業の経費の一部に交付金が助成され、公園の整備や観光施設整備、道路改良工事などの事業が実施されている。これにより、地域住民が安心・安全に生活できる生活環境の向上に役立てられている（写真-1）。



ゲート改良工事(土佐山田町)



排水路改修工事(物部町)

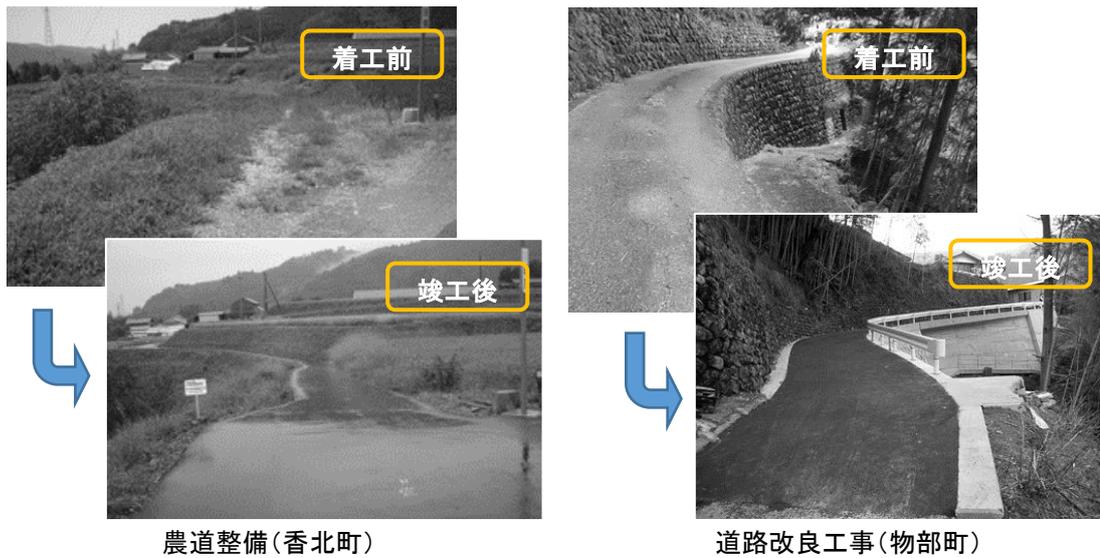
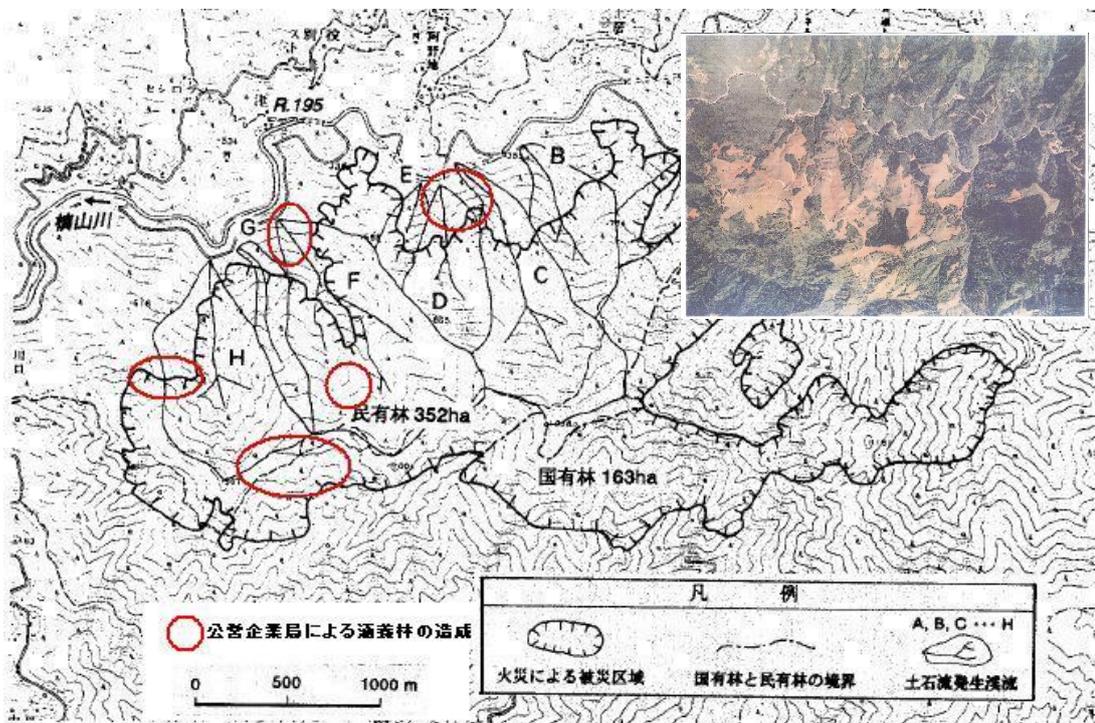


写真-1 「ダム周辺環境整備事業」事例(香美市)

2) 「水源の森整備事業」による森林保全

1993 年度から、「公営企業局の森」事業として、香美市および香南市において約 110ha の森林を購入するとともに、広葉樹を主体とした人工植栽を行い、水源涵養林の造成に努めるとともに、保水力の維持向上のための下草刈りなどの手入れを地元へ委託して行っている。また、2007 年度からは、前述した「物部川水源の森整備事業」により、森林の水源涵養機能の向上と地域林業の振興を図っている（図-2、写真-2・3）。



(注)1993 年 4 月の大規模な山火事により民有林 352ha 国有林 216ha が焼失

図-2 物部川流域の山林火災区域および公営企業局による水源涵養林造成区域



写真-2 山林火災跡地購入
(1993年 香美郡物部村)



写真-3 適切に間伐された人工林

4.2 地域社会への貢献

- 1) 「出前授業」および「施設見学」による再生可能エネルギー（水力発電）の環境学習
子供たちの再生可能エネルギーに対する理解と環境意識の向上を図るため、公営企業局では、授業に利用する教材として小冊子を作成・配布するとともに、公営企業局の職員が小学校・中学校等に出向き、風力発電等の授業・実験を行いながら、再生可能エネルギーの普及・啓発を図る「出前授業」（10回/年程度）を行っている（写真-4）。また、公営企業局のダムや発電所の施設見学も行い、自然エネルギー利用についての環境学習を行っている（写真-5）。



写真-4 公営企業局職員による「出前授業」



写真-5 ダム見学会

- 2) リクレーション機会の創出

「ダム周辺環境整備事業」により整備された施設を活用して、地域住民のコミュニケーション・絆を深めるとともに、地域外部からのレジャーや観光目的の来訪者の増加を図っている。

日ノ御子河川公園キャンプ場利用者：約 7,000 人/年

ライダーズ・イン奥物部利用者：約 400 人/年



ライダーズ・イン奥物部(ライダー向けの宿泊・交流施設)



日ノ御子河川公園キャンプ場
(バンガローやバーベキュー施設等)



川上様夏祭り「ウナギつかみ」
(地域の夏祭りのイベント)

写真-6 「ダム周辺環境整備事業」で整備されたリクリエーション施設

3) 小水力発電の導入促進

2010年度の「緑の分権改革」推進事業において、再生可能エネルギーの導入拡大を進める方法の検討や、太陽光発電、小水力発電の利用可能量等の調査を行った。この成果を活用して、小水力発電のパンフレットや導入手引書を作成するとともに、「小水力発電先行プロジェクト」「小水力発電市町村支援事業」「市町村小水力発電導入有望地点現地調査等」を実施し、有望市町村において勉強会を開催するなどソフト面から小水力発電の導入促進を図っている。

5. 成功の理由

(1) プロジェクトの経済性

本プロジェクトは高知県公営企業局の水力発電による卸供給事業と、それに伴って行われているダム周辺や水源林の環境整備事業であり、総括原価方式に基づく売電収入によって、経済性は確保されている。

公営企業局は、企業としての経済性を確保するとともに、本来の目的である公共の福祉の増進を図るため、電気事業会計のなかに「地域振興積立金」を創設するなどして、地域との共生に関わる事業も実施している。

(2) プロジェクトの経済的便益

売電収益の一部は、地元の自治体が行うダム周辺環境整備事業や水源林の保全事業を支援する交付金として、年間 2,500 万円程度が地域に還元され、地域林業の振興に貢献し

ている。

(3) 地域環境・社会への貢献

ダム周辺地域の環境整備事業により、公園や観光施設、道路等のインフラが整備され、地域住民の生活環境の向上、地域の交流の促進、レジャーや観光目的の来訪者の増加等に貢献している。また、発電所水系の上流においては、山林火災に比較的強い広葉樹を主体とした人工植栽による水源涵養林の造成を行うことで、山林火災延焼の抑止、土壌流出防止／濁水抑制、保水力の向上などの効果が期待されている。

さらに、公営企業局職員による小・中学校での「出前授業」やダム・発電所の施設見学を実施し、子供たちの環境・エネルギー教育に貢献するとともに、総務省による地域エネルギー導入促進事業等を活用して、地域が主体となった小水力発電の導入促進をソフト面から支援することにより、地域の活性化を図っている。

6. 第三者のコメント

(1) テレビ高知：がんばれ高知!! eco 応援団（2005年12月30日放送）

土佐山田町立（現：香美市立）舟入小学校での水力発電をテーマとしたエネルギーの出前講座（座学&施設見学）が紹介されている

7. 参考文献

[1] 高知県公営企業局電気工水課 website：<https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/610301/>

[2] 香美市 website：<http://www.city.kami.kochi.jp/>

[3] 高知県公営企業局：高知県公営企業局中期経営計画（第3次），2014年4月

[4] 高知県公営企業局：公営企業局の概要，2014年6月

JP07

発電所名 : 落合楼発電所

国名(州/県) : 日本(静岡県)

所有者

所有者名 : 東京発電株式会社

所有者形態 : 発電事業者

市場形態 : 全量売電(FIT)

運転開始年 : 2006年(再開発)

プロジェクト評価

経済性 : 初期投資の回収, 維持管理費の確保, 適正な利潤の確保

経済的便益 : 税収効果, 観光資源効果, 地域産業振興効果

社会的側面 : 地域環境: 河川環境保全, 地域景観・文化の維持
地域社会: 地域開発の促進, 地域余暇機会の創出

キーワード : 廃止発電所再生, 河川環境の再生, 漁業資源の復活, 景観保全, リクリレーション施設の整備

要旨

静岡県の老舗旅館の自家用発電所として運転されていた落合楼発電所は、発電設備の老朽化や運転員の高齢化などにより、1995年に廃止されて設備が放置され、魚が遡上できなくなるなど河川環境が荒廃していた。

水力発電を中心に売電事業を手掛ける東京発電(株)は、旅館経営者の発電所再生への熱意を受け、既存設備の活用や新技術の導入等により、経済性を確保しつつ廃止された発電所を再生することが可能と判断し、2004年から再開発に取り組み、2006年に再生した落合楼発電所の運転を開始した。発電所の建設にあたっては、取水ダムや導水路等の既存設備の利用や、RPS法対象設備の補助金の活用等により、経済性の向上を図っている。また、同一事業主体の周辺発電所との一括管理により、維持管理費の低減を図った。

再開発に伴い、魚道が整備されて魚の遡上が確保され、また旅館周辺の池の復活や清流の回復など、水辺景観にも配慮し自然と調和した発電所とすることにより、漁業関係者や旅館関係者から歓迎され、地域に愛される発電所として定着しつつある。



1. プロジェクトの概要

落合楼発電所は、静岡県伊豆市の老舗旅館「落合楼」の自家用発電所として 1953 年から 1995 年まで運転されていたが、発電設備の老朽化による故障や運転員の高齢化などにより、1995 年に廃止された。その後発電設備は放置され、魚が遡上できなくなるなど河川環境が荒廃していた。

中小規模の水力発電を中心に一般電気事業者等への売電事業を手掛ける東京発電(株)は、落合楼村上旅館の経営者の発電所再生への熱意を受け、既存設備の活用や新技術の導入等により、経済性を確保しつつ廃止された発電所を再生することが可能と判断し、旅館から当該設備を譲り受け、未利用エネルギーの有効活用、河川環境の再生（清流の保全）、魚類の生息域の拡大、水力発電による CO₂ 排出量の削減等を目的に、廃止発電所再生事業に 2004 年から取り組み 2006 年に再生した落合楼発電所の運転を開始した。

本発電所は、図-1、2、表-1 に示すように、狩野川水系狩野川の既設取水ダムより最大使用水量 3.00m³/s を取水し、延長約 100m の導水路、水槽にて狩野川左岸に設置した発電所に導水し、有効落差 4.80m を得て、最大出力 100kW を発電した後、狩野川へ放流する水路式（流れ込み式）発電所で、年間可能発電電力量は 756MWh、工事費は 133 百万円である。発電所改修前後の土木設備と電気設備の状況を写真-1~8 に示す。

表-1 発電所諸元

項目	諸元
水系・河川名	狩野川水系・狩野川
最大出力	100 kW
最大使用水量	3.00m ³ /s
有効落差	4.80m
発電形式	流れ込み式／水路式
発電装置	プロペラ水車・発電機 一体型標準ユニット
系統連系	有

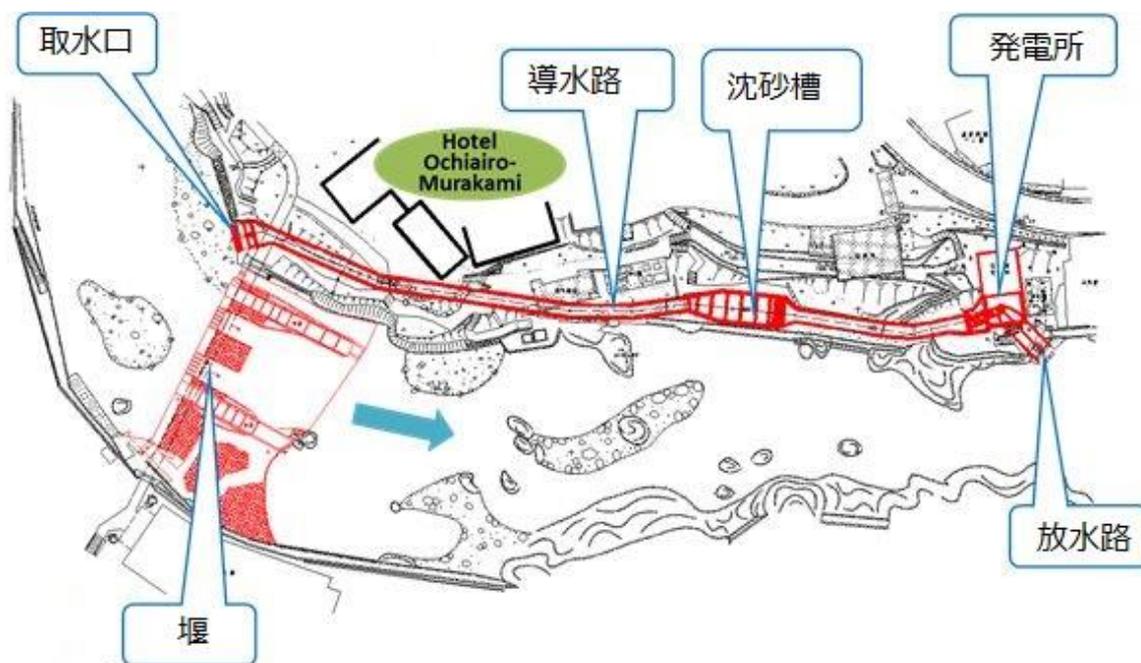


図-1 発電所概要図

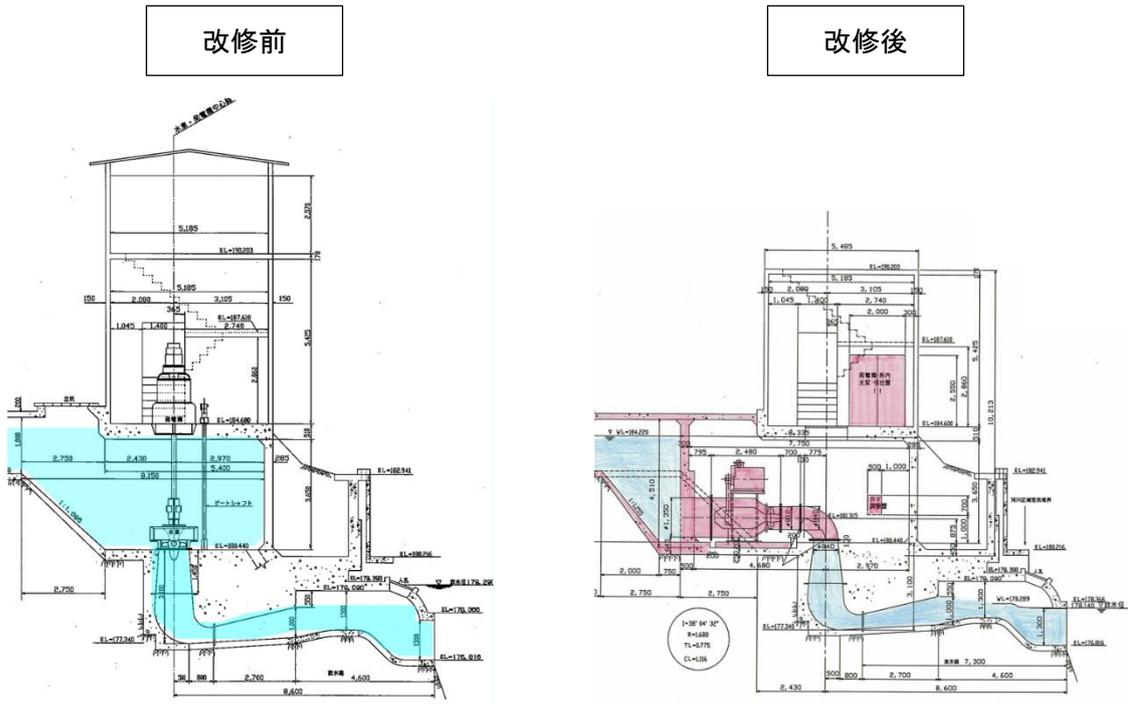


図-2 水槽・発電所・放水路構造図



写真-1 取水ダム・取水口(改修前)



写真-2 取水ダム・取水口(改修後)



写真-3 導水路(改修前)



写真-4 導水路(改修後)



写真-5 発電所(改修前)



写真-6 発電所(改修後)



写真-7 水車・発電機(改修前)



写真-8 水車・発電機(改修後)

2. プロジェクトの経済性

(1) 既設設備の有効活用による工事費のコスト低減

既設構造物について設備診断調査を実施し、取水ダム、取水口、導水路、沈砂池、発電所、放水路・放水口は既設設備を流用することとし、水槽の改修および水車・発電機の取替を行い、大幅な工事費のコスト低減を図ることができた。

(2) 新技術の採用による設備の合理化・効率化

洪水時の河川流量の的確な放流のため、木製角落とし設備をSR合成起伏堰に取り替え、洪水時のゲート制御の自動化・工事期間の短縮を図った。

最新鋭の汎用品の発電機一体型マイクロ水車（Hydro-eKIDS）を採用し、オイルレス・信頼性向上および発電電力量の増加による経済性向上を図った。

(3) 補助金の活用

RPS法の対象設備であることから、経済産業省の中小水力発電開発費補助金が30%となり、経済性が得られる発電原価となった。

(4) 発電所一括管理による維持管理費の低減

本発電所の周辺に東京発電株が所有する他の3発電所（向原・湯ヶ島・梅木発電所）を一括して保守管理することにより、維持管理費の低減が図られている。

3. プロジェクトの経済的便益

(1) 固定資産税による税収効果

本発電所からの固定資産税として、伊豆市には年間約百万円の税収効果がある。

(2) 自然と調和した発電所の景観による観光資源効果

狩野川と発電所の自然と調和した風情ある景観により、宿泊客および本発電所の見学者として、年間7,000人の訪問者がある。

(3) 地域産業振興効果

前「落合楼旅館」が経営の悪化により民事再生法申請を行い、現在の「落合楼村上旅館」に経営が譲渡されたが、自然と調和した発電所再生による景観改善の効果もあり、宿泊客も増加し経営が安定している。

また、当該発電所で発電された電力により、EV充電設備を設置して宿泊客の電気自動車の充電に利用し、「旅行」に「環境」という付加価値を生み出している。

4. プロジェクトの社会的側面

4.1 地域環境への貢献

1) 河川環境保全

当該地点は全国的にもアユ釣りで人気の高い狩野川本流にあることから、川の汚染を防ぐために、起伏堰の操作機構に油圧を使用しない空気膨張力を起動源とするSR合成起伏堰としている（写真-9）。

また、魚道から維持流量を放流することで魚類の遡上を可能にし、アユ・アマゴの遡上に必要な遊泳速度・最小幅・最小水深および休憩スペースが確保できるよう、魚道の隔壁の切欠き幅・高さが決定され、魚がのぼりやすい魚道に改修されている（写真-10）。



写真-9 SR合成起伏堰

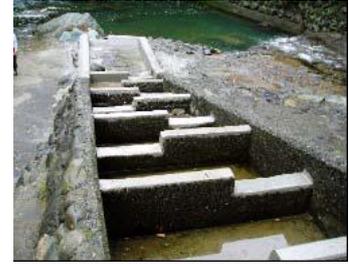


写真-10 魚道の整備

2) 景観の保全

廃止発電所の再生により、旅館周辺のかつての水辺景観を復活させることができた。本プロジェクトにより、取水ダムによる池が再生され、人々に親しまれる自然と調和した発電所の景観が創出された。

4.2 地域社会への貢献

1) 地域水力資源活用の復活

1953年から1995年まで運転していた旧落合楼発電所の再生により、地域資源である水力資源の有効活用が復活し、地域からも歓迎されている。

2) 環境・エネルギー教育

取水設備・導水設備・発電設備がコンパクトに同一敷地内で見学できるため、水力発電所の構造が理解しやすいことから教育の場として注目され、地元小学校・県議会議員・土地改良区など多方面からの見学者（平均5件/年）が訪れている。

3) レクリエーション施設としての利用

再開発に伴い復活した取水ダムによる池を利用して、湖面でボート遊びができるようにレクリエーション施設が整備されている。

5. 成功の理由

(1) プロジェクトの経済性

旧発電所の既設設備を最大限活用し経済性の向上が図られた。

また、再開発当時はRPS法の対象設備だったことから、国の補助金が活用でき、経済性が確保される発電原価となった。さらに、2012年7月の固定価格買取制度の施行に伴い、RPS認定設備からFIT認定設備に移行し、より経済性を高まっている。

(2) 地域環境・社会への貢献

発電所が立地する狩野川は、全国的にもアユ釣りで人気の高い河川であることから、環境保全のために、取水ダムには魚道を整備してアユ等の遡上を確保している。また、旅館周辺の池の復活や清流の回復など、水辺景観にも配慮し自然と調和した発電所とすることにより、落合楼村上旅館関係者・狩野川漁業協同組合等の地元関係者からも歓迎され、地域に愛される発電所として定着しつつある。

6. 第三者のコメント

- (1) METI/NEDO 新エネ百選¹⁾に選定 (2009 年 4 月)
- (2) 静岡県のすごい産業遺産²⁾として紹介 (2011 年 7 月)
- (3) JAPAN Biz Cast (You Tube) : 天城湯ヶ島温泉落合楼村上発電所ー其の壱ー
www.youtube.com/watch?v=RaqDNj30FNQ
- (4) JAPAN Biz Cast (You Tube) : 天城湯ヶ島温泉落合楼村上発電所ー其の貳ー
www.youtube.com/watch?v=5gzovi8jesM
- (5) 静岡新聞 (2012 年 4 月 26 日朝刊 : 伊豆・東部版) : 狩野川ひと物語
再稼働、よみがえる景観
落合楼村上旅館主人からの、東京発電による発電所再生への協力および地域への理解についての感謝の言葉が紹介されている。

7. 参考文献

- [1] 東京発電株式会社 水力事業部 : 「水力発電所の開発事例」(NEF 水力発電に関する基礎研修会), 2011 年 5 月
- [2] Colla:j : <http://collaj.jp/data/magazine/2011-07/index.html>
- [3] 東京発電(株)ホームページ : <http://www.tgn.or.jp/teg/>

¹⁾ 地域の特性などを考慮しつつ、全国の新エネルギー等利用の取り組みを評価し、経済産業省と NEDO が 47 都道府県からもれなく、先進的・先導的な事例を選定したもの。

²⁾ 静岡県内にある近代化の礎を築いてきた多くの建造物を「産業遺産」という重要な文化資源として注目して紹介している。