

IEA 水力実施協定 ANNEX 11 水力発電設備の更新と増強  
第二次事例収集（詳細情報）

事例のカテゴリーとキーポイント

- Main : 1-d) アセットマネジメント、戦略的アセットマネジメント、ライフサイクル・コスト分析
- Sub : 1-b) 投資支援策
- 1-f) 環境保全及び改善
- 2-b) 保護と制御に関するシステムと信頼性の改良

プロジェクト名	: Poatina 近代化計画
国、地域	: オーストラリア、タスマニア州
プロジェクトの実施機関	: Hydro Tasmania
プロジェクトの実施期間	: 2006 年～2010 年
更新と増強の誘因	: (A)老朽化／故障頻発 (B)環境劣化 (C)発電機能向上の必要性 (D)安全性向上の必要性 (E)第三者要因に対する必要性
キーワード	: タービン補強、経年劣化 40 年超、信頼性低下とリスク緩和、ペルトン

要旨

Hydro Tasmania は 2007-2011 年の間に、Poatina 水力発電所の 3 台の主機増強の為に 69 百万 AUD を投資し、発電効率の向上とプラントの大幅な能力向上（起動時信頼性 98%と供給力 95%の達成）を図った。この投資の中には主機 6 台の保護装置、水車入口弁および主変圧器油漏れのリスク緩和費用が含まれている。技術的な主な特徴は、水車入口弁の不動作による水圧鉄管の脈動で水圧鉄管の破裂および発電所冠水を防止できる安全な装置を設けることであった。

1960 年代における不十分な設計や低品質な製造には問題があり、今回の計画で設計し直すことで、維持管理コストの大幅な低減を図った。

1. プロジェクト地点の概要（改修前）

Hydro Tasmania は、タスマニア州にあって、30 ヶ所の水力発電所、約 2,280 MW の設備出力を有する、オーストラリア国最大の再生可能エネルギー発電会社である。これらの発電所で発電電力量は 12,00GWh（2014 年）である。

Poatina 水力発電所は、Hydro Tasmania の中でも 2 番目の規模の発電所で、大貯水池を有し柔軟な運転により高収益を上げている発電所である。

Poatina 水力発電所は、6 台のペルトン水車で計 360MW の出力、1965 年に運転を開始した。



図1 タスマニアの位置

発電所は北部中央タスマニアに位置し、大湖の水を利用している。6 台の主機は地下発電所に設置され、有効落差 820m を利用する。(図 2)



図2 Poatina 発電所の地形的位置図

表 1 発電所諸元

項 目		諸 元
発電所	発電所名	Poatina 発電所
	最大出力	6 台計 360MW
	回転速度	600 rpm
	最大使用水量	50 m <sup>3</sup> /sec
	有効落差	820 m
	発電所位置	地下 150m
	運転開始	1965
	水車入口弁	ステンレス製シールリング付きロータリー弁(36inch)
	水車	19 枚バケットランナ/4 射ペルトン水車 (Boving 社製) 1965 年製造
	発電機	60MVA (Siemens Schuckertwerke 社製) 1965 年製造
	水車軸受	スプリットジャーナル軸受、自己給油型、Boving 社製 1965 年製造
	调速機	電気機械式ガバナ (KMW 社製 1965 年製造) 20Bar 油圧装置
水路	導水路	5.6 km
	水圧鉄管	1.8 km
貯水池、大湖	有効貯水容量	3,063 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
	湛水面積	114 km <sup>2</sup>
	水位標高	海拔 1,030 m

図 3 に機器の断面を示す。

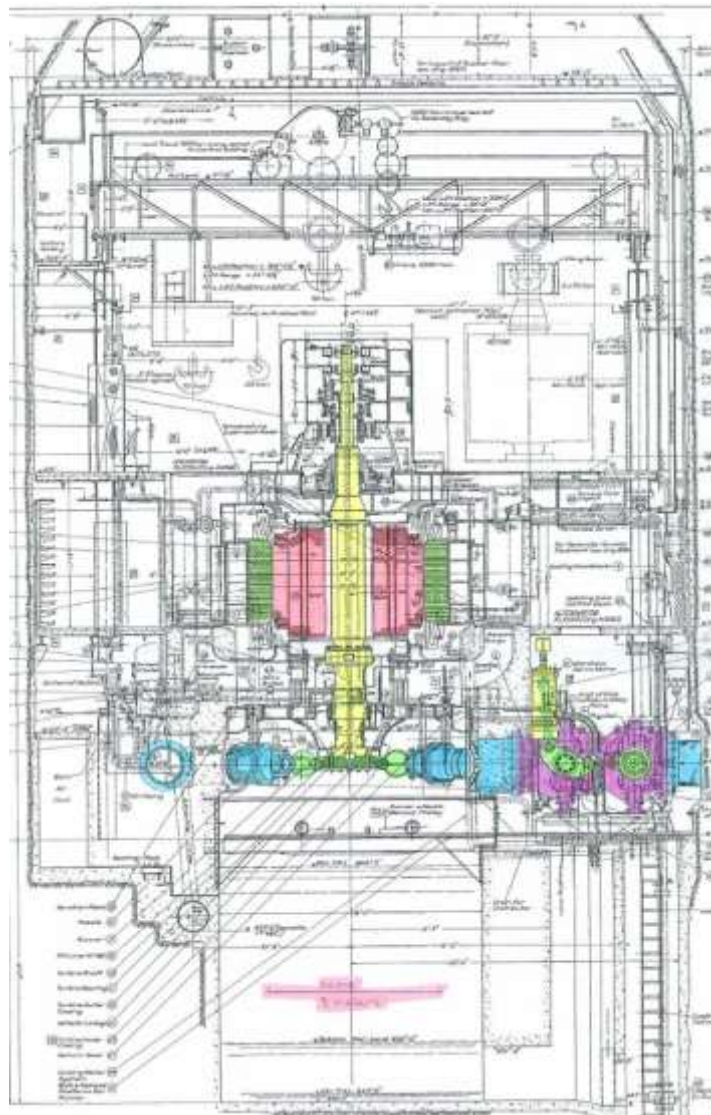


図 3 断面における主要機械部品

凡 例

- ・ 青色-水圧鉄管、ケーシング、4ノズル
- ・ 紫色-ガードバルブおよび水車入口弁
- ・ 緑色-水車ランナ
- ・ 黄色-主軸
- ・ ピンク-発電機回転子
- ・ 濃緑色-発電機固定子

## 2. プロジェクト（更新/増強）の内容

### 2.1 誘因及び具体的なドライバー

#### ① 状態、性能、リスクの影響度等

##### (A)-(a) 老朽化/故障頻発—効率向上

新水車ランナとインジェクターは4.8%の効率アップを実現した。

##### (A)-(b) 老朽化/故障頻発—耐久性、安全性、信頼性向上

新水車ランナは鍛造性で耐久性が増した。そしてインジェクターは更に信頼性が高まった。

##### (A)-(c) 老朽化/故障頻発—低コスト化

新水車ランナは点検・キャビテーションなしで6,500時間連続運転が可能となった。

##### (A)-(d) 老朽化/故障頻発—保守性の向上

新水車軸受は、調整可能なパッド型ガイドベアリング（ピボット・パッド型）とし、維持管理が容易である。

##### (B)-(c) 環境劣化—その他

新水車軸受は、負荷遮断時のオイル漏れを回避できる構造となっている。また、変圧器は油密封システム。

##### (E)-(a) 第三者要因に対する必要性—持続的な運用（出力減を伴うこともある）

下流放流を確実にを行うための放水路調整池は、上水道と灌漑用水を十分に調整できる。

#### ② 価値（機能）の向上

##### (C)-(a) 発電機能向上の必要性—効率向上、増設、出力・アワー増

増分出力 約4MW/基

##### (D)-(a) 安全性向上の必要性—安全性の向上

改良した水車入口弁の制御・保護システムは、深刻な水圧鉄管の水圧脈動リスクを低減した。

#### ③ 市場における必要性

新水車のインジェクターは、周波数制御アンシラリーサービスを提供できる。

### 2.2 経緯

2003/4	FS 調査
2004	FS 調査／事業開発&承認
2005	コンセプト&詳細設計
2005	水車ランナおよびインジェクターはOEM契約落札
2006	事業開発&承認
2006	OEM 契約落札（調速機 & 水車軸受）
2007	Poatina4 号機近代化計画
2008	同 2 号機
2009	同 3 号機
2010	同 6 号機

## 2.3 内容（詳細）

### 1-d) アセットマネジメント、戦略的アセットマネジメント、ライフサイクル・コスト分析

戦略的アセットマネジメントがタスマニア水力のポートフォリオに適用され、資本支出額が決定された。ポアティア水力は、タスマニア水力の主要 6 水力の一つと位置づけられている。トゥングチナやタラレ水力などと共に、ポートフォリオ収益に重大なリスク影響を及ぼす 6 主要水力の中の 3 水力の一つである。

収益貢献と戦略的な役割の観点から、タスマニア水力の戦略は、アセットマネジメントと資本投資を考える時最も重要な発電所が優先されることを命じる。この戦略は、以下のことを中心に据えている。

- ・年以内にアセット状態を許容されるリスクレベルまで改善する
- ・5年以内に必要な生産能力を獲得、そして維持するために全ての機器の性能を維持する
- ・重要な発電所の改修のためにこの先 5 年間主要な工事に投資する

仕事の範囲は、アセット状態、アセット性能、注意義務要件、リスク影響度によって決定される。最良な事業選択肢を決めるエンジニアリング・デシジョンは、30年以上の最低ライフサイクルコストを使って行われる。

図 4 は、30 年間にわたる正味現在価格を示しているが、水車軸受としてピボット・パッド設計が最も費用効率が高い選択肢である。ピボット・パッド設計は、12 年経過以降は、正味現在価格が最も安く、それゆえ長期の最適オプションとして選択された。

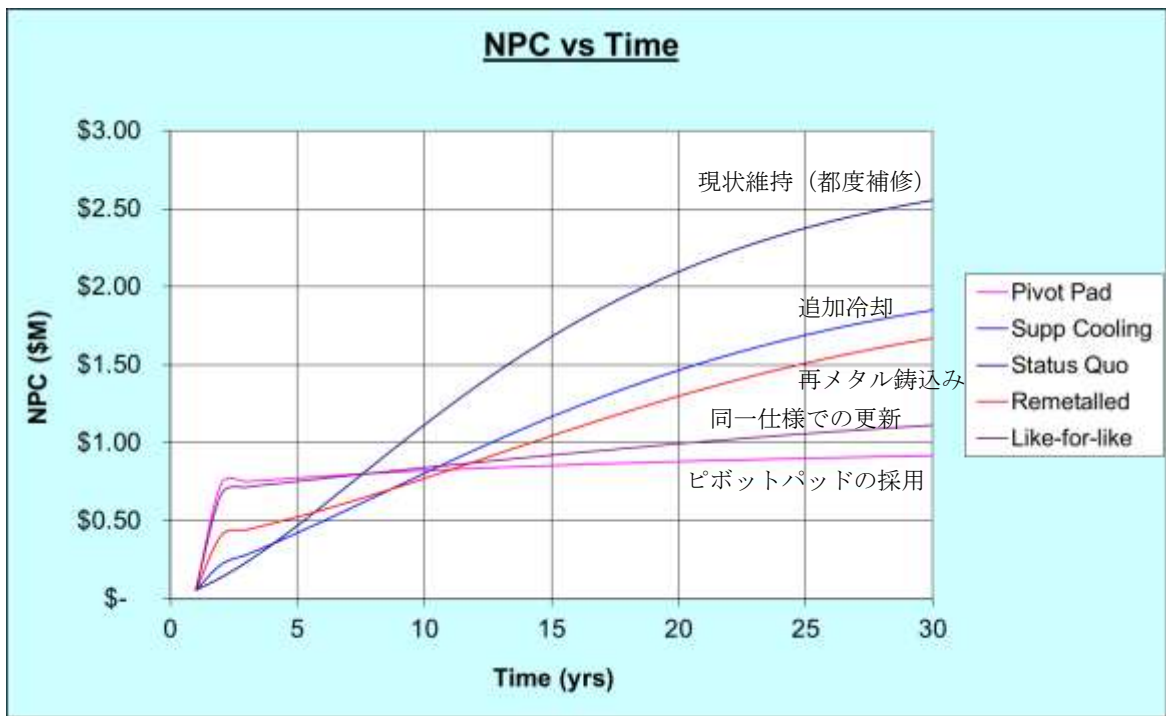


図 4 ライフサイクルコストの例

### 1-b) 投資支援策

本プロジェクトの支援策の一つは、新增設再生可能エネルギー開発のために豪州政府が供与する再生可能エネルギー証書がある。

もう一つのキーとなる便益（支援策）は、周波数制御アンシラリーサービスを供与するために、豪州電力市場に大きな運転の柔軟性を提供することである。更新機はオーストラリア本土～タスマニア間の Basslink 海底ケーブルが切断された時、迅速起動および調相運転等で周波数調整および負荷分担ができるようなアンシラリーサービスを備えている。

### 1-f) 環境保全及び改善

以下の環境改善が図られた。

- ・水車軸受-油漏れ回避- 新水車軸受は全過渡運転に対して油漏れゼロ- 旧軸受は、遮断の度に放水庭に 20-30 リットルの油漏れ
- ・変圧器油密封- 環境基準を順守する為、高品質の防油堤と油密封タンクを設置-受容できない事故リスクを緩和し変圧器の火災時の延焼リスクを低減

### 2-b) 保護と制御に関するシステムの改良

プロジェクトで利用された最も顕著な新技術は、PLC ベースの電気式调速機と保護制御機器。これは旧電気機械式ガバナおよび制御・保護システムのリレー回路を PLC に変えたことである。

PLC ベースの電気式调速機と制御装置は、40年経過した予備品の調達も出来ない信頼性のない時代遅れのシステムと交換された。

PLC ベース新制御システムは、最良の技術成果を発揮するために PLC ベースの新调速機と密接に一体化されている。このシステムは、向上した信頼性と機能性を保証しており、また、タスマニア水力技術基準に準じ、業界の最新の技術を用いたモニタリング装置、即ち、運転監視と故障診断のための運転状況の主要データ記録およびそのトレンドを分析できるような装置が組み込まれている。

## 3. プロジェクトの特徴

### 3.1 好事例要素

- ・タスマニア水力の戦略的アセット・リスク評価管理  
この過程では、資産管理戦略に合致させながら、ビジネスリスクをうまく管理し生産機会を最大化するために、増強介入と認められたビジネス成果の範囲とタイミングを特定するための統合的資産ポートフォリオが含まれる。
- ・ナレッジ・マネジメント  
統合された設計とアンシラリー増強設計は、Entura（タスマニア水力の設計コンサル部隊）によって広く完成した。Entura は、その要員の能力を向上させ、運転を担う顧客と協働し現場作業を実施する機会を提供した。機器3台全てとそれ以外の3台の選別された工事を実施することで、タスマニア水力（要因）は、工事の管理監督で重要な役割を担うことに成長した。
- ・契約リスクマネジメント  
自前戦力の成長を期し、また、リスク全体に晒されず主契約者としての負担を担わずに能力の向上を図るために工事実施連合を結成した。
- ・地元経済  
タスマニア経済の振興と大規模な工事への地元スキルの開発支援のために地元業者を活用した。

### 3.2 成功の理由

- ・初期の段階で設計のレビューを行った部門を超えた複数のチームが、計画業務に関わり、そしてプロジェクト実施を通じて携わった。
- ・キーパーソン(プロジェクトマネジャー、サイトマネジャー及び幾人かのエンジニア)が継続してプロジェクトを担ったことで、効果的な知識移転が工事間で確実に実施された。

- ・各ユニット増設後に、得られた教訓とそれらが後続ユニットの設計変更、工事計画や施工へ適用できないか確認する、事後レビューを行った。
- ・時間をかけて広範な範囲で、地元運転要員をプロジェクトチームに統合したことが、成果の広範な獲得に結び付いた。

#### 4. 他地点への適用にあたっての留意点

- ・プロジェクトの要因計画は、キーとなる人間が、計画やそれに続く工事実施を通して貢献し影響を発揮することができるように、初期の段階から全面的に作成すべきである。
- ・プロジェクト要因は、必要な変更が生じた場合には、確実に教訓を引継ぐためにオーバーラップが許容されるべきである。
- ・プロジェクトの範囲は、理想的には資産のパフォーマンス全体をカバーすべきである。例えば、プロジェクト終了後早期に、回路遮断機や変圧器も交換すべきであろう。

#### 5. その他（モニタリング、事後評価等）

更新された機器は、信頼性と利用率において、目標を満足ないし上回った。

	TARGET	PO4	PO1	PO5
Availability	95%	95.6%	95%	97.5%
Start reliability	98%	96%	100%	96.5%
Run reliability	95%	99.8%	99.7%	99.2%

一台あたり約 20MW の周波数制御アンシラリーサービス能力を提供できた。

#### 6. 参考情報

##### 6.1 参考文献

- 1) “Key Learning’s from the upgrade and modernization of a high head pelton machine at Poatina Power Station” Australasian Hydropower Engineering Exchange Conference, Author Fabian Kaica, September 2008
- 2) “World Class Hydro Machine Operation” Paper/submission to Institution of Engineers Australia 2009 – Winner of an Australian Engineering Excellence Award 2009, Authors Enes Zulovic and Fabian Kaica June 2009

##### 6.2 問合せ先

会社名：Hydro Tasmania

URL: <http://www.hydro.com.au/>