

**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-a) 国および地方のエネルギー政策

1-c) 水系一貫水資源管理(総合開発計画、水利権等)

1-e) 低炭素社会における電力系統安定化のためのプロジェクト

1-f) 環境保全及び改善

2-a) 電気機械装置の技術革新と適用拡大

2-b) 保護と制御に関するシステムと信頼性の改良

2-c) 土木建築分野の技術革新、適用拡大、新材料

プロジェクト名	: Tungatinah 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	: 2010 年～2013 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	: 近代化計画、フランス水車増強、経年劣化 60 年超、低い信頼性と重要なリスクの軽減

要旨

Hydro Tasmania は、2010 年から 2013 年の間に 58 百万豪ドルを投資し、年々劣化が進展し発電実績が許容できないレベルにまで達していた事態に対処し収益保証を果たすべく Tungatinah 発電所の 3 台の主機を更新した。近代化計画は、約 3%の効率向上、1 機当たり約 5MW の出力増、及び周波数制御アンシラリーサービス能力の改善により、毎年約 2 百万豪ドルの収益構造を確保した。資本投資は、油霧発生や OH&S (安全衛生)、維持管理や清掃、水圧管路やケーシングの損傷、调速機や制御器を含む主機の劣化、及び水車軸受からの漏油による水路油汚染などに関連したリスクの軽減工事を含む。近代化工事は、励磁システムに関する NER (国の電気基準) 遵守にも合致する。

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。これらの発電所での発電電力量は 1,200GWh (2014 年) である。

Tungatinah 発電所は、1953 から 1955 年にかけて運開した。Derwent 川上流域の Nive 川に位置している。5 台のフランスス水車を有し、Hydro Tasmania の収益貢献ポートフォリオでは 6 番目にランクされている。河川水は当発電所を通過した後、更に下流の 6 発電所で利用される。Hydro Tasmania にとって、水資源管理上非常に重要な地点である。機器仕様などは表 1 参照。

このような重要な資産は現在‘終焉’に向かっているが、Tungatinah 発電所の 5 台のうち 3 台の主機は近代化をまさに完了しようとしている（開閉機器と保護装置は既更新）。プロジェクトは、必要な条件レベルまで機器を回復させ、主要なリスクに対処し、効率、出力および周波数制御アンシラリーサービス機能の向上により収益構造を強化する。残り 2 台の主機については、確定はしていないが、部分的補修で対処する予定である。

表 1 発電所諸元

項 目		諸 元
発電所	発電所名	Tungatinah 発電所
	最大出力	125 MW (5 ユニット)
	回転速度	600 rpm
	最大使用水量	55 m ³ /sec
	有効落差	290m
	発電所位置	Nive 川
	運転開始	1953-1956
	水車入口弁	ロータリー弁
	水車	Old: Francis – Boving New: Francis – ALSTOM Hydro
	発電機	GEC, 35 MVA
	スラスト軸受	既設機：ホワイトメタル 更新機：樹脂製軸受
	水車軸受	既設機：油、強制潤滑 更新機：水潤滑
	调速機	既設機：Boving 社製 F10 更新機：ALSTOM 社製 TSLG
	保護装置	既設機：電磁リレー回路 更新機：PLC（プログラムロジックコントローラ）回路
	励磁装置	既設機：GEC 製永久磁石式発電機 更新機：静止励磁機(ABB 製)
水路	トンネル	Common, 4.5m (直径)× 825m (長さ)
	水圧鉄管	Individual, 2.1m (直径)× 950m (長さ) 各 Φ2.1m x 950mL
ungatinah 貯水池 (連結された潟湖)	有効貯水	小規模複数ヶ所、中規模 1 ヶ所
	湛水面積	NA
	標高	651m

機器の断面図と主要工事項目を図3に示す。プロジェクトの内容は以下にも示す。

- Hill top 弁改修
- 入口弁改修
- 水車制圧弁改修-新作動システム導入
- 旧電気機械式調速機を IC 回路（集積回路）式スピード調速機へ変換
- 既設自励式を静止励磁システムに置換
- 新 PLC ベース保護制御システムに変更
- 回転子の清掃、保全
- 固定子の楔交換、清掃、保全

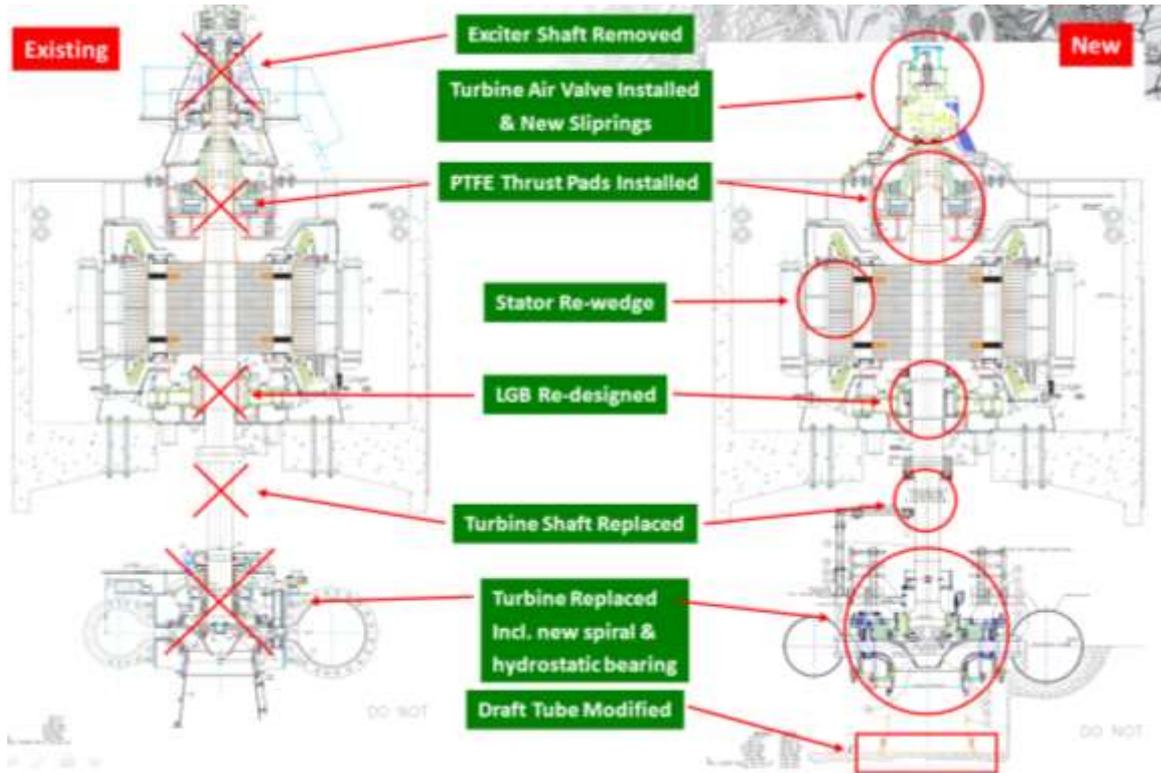


図3 近代化工事前後の機械断面図

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

およそ3%の効率向上

(A)-(b) 老朽化/故障頻発—耐久性、安全性、信頼性向上

水圧鉄管やケーシング破損、調速機、制御システム、摩耗リング、ガイドベーンに関連した重大リスクへ対処

(A)-(c) 老朽化/故障頻発—低コスト化

煩わしいブラシ交換保守作業の省略

(A)-(d) 老朽化/故障頻発—保守性の向上

維持管理アクセスの改善、ジャッキアップの廃止、油潤滑方式の省略

(B)-(c) 環境劣化—その他

水車軸受からの漏油による水路油汚染リスクへの対処—油潤滑軸受の冷却管破損回避およびブラシ交換の省略

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
1 台あたり 5MW の増出力

(D)-(a) 安全性向上の必要性－安全性の向上

油霧発生や安全で衛生的な維持管理、清掃に関するリスク軽減

③ 市場における必要性

1 台あたり 8MW の周波数制御アンシラリーサービスより迅速なスタート

2.2 経緯

2003	プレ FS 調査
2004/5	FS 調査
2008	計画実施承認
2008	OEM 契約落札
2010/11	5 号機完了
2012	1 号機完了
2013	2 号機（工事中）

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

どのタイミングで維持管理、更新を実施すべきかを決定するために、戦略的アセットマネジメント手法が使われている。Tungatinah 発電所は、その収益に対する貢献度と水管理の観点から、最も重要な 6 発電所の一つと位置づけられている。発電所は、最近の状態により収益ポートフォリオに対して非常に重大なリスク影響度の要因となっていると評価されている。

収益貢献と戦略的役割の観点から、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、（安全と注意義務の次に）もっとも重要な 6 発電所が優先されることを命じている。この戦略は、以下のことを中心に据えている。

- ・ 5 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。

1-a) 国および地方のエネルギー政策

プロジェクトからのビジネス利益は、新たに、あるいは、増加した再生可能エネルギーに対して豪州政府によって供与される REC（再生可能エネルギー証書）を含んでいた。証書は既存の基準線（既設の電力量）を上回る増加電力量に対して発行され、REC が売却されたときに支払われる。これは、豪州産業界に、そうでなければ経済的にペイしない、再生可能エネルギーの開発を促すものである。

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。更新された機器は、改良された FCAS R6 Capability を包含する。

1-c) 水系一貫水資源管理（総合開発計画、水利権等）

発電所の信頼性向上と効率改善は、上流の貯水池群と下流の発電システム間の効果的な水（収支）バランスを提供する。

1-e) 低炭素社会における電力系統安定化のためのプロジェクト

周波数制御アンシラリーサービス増加と同様、タスマニア島で進む風力開発にとって必要であることで正当化される。

1-f) 環境保全及び改善

多くの環境改善がプロジェクト中に実施された。水車軸受潤滑油の漏出は回避された。新水車は水潤滑軸受を採用しているため漏油はない。

新しい油・水交換機が既存のユニットに代えられた。これにより、チューブの破損や汚濁のリスクが低減される。

アスベスト入りパッキン、鉛系の塗装および水銀を含む計測機は交換ないし適切に廃棄された。これにより、将来の健康、安全および環境影響のリスクが軽減された。

2-a) 電気機械装置の技術革新と適用拡大

- 水循環水車軸受を採用した。ALSTOM Hydro が開発した技術である。
- Tenmat 社製のオイルレス（グリスレス）ガイドベーン軸受を採用した。
- スパイラルケーシングは工場で全て溶接し一体にしてから現場に据え付けた。現場溶接でのゆがみやねじれを抑えるために。
- 作業用足場、水車室の小型ジブ・クレーンによるつり上げ装置、下部軸受とランナーのための特別足場と吊り上げ機構を設計におり込んだ。
- 関係者と協力して発電所レイアウトとアイソメ/フライスル配管図を作成するために、レーザースキャニングを使用した。
- 三次元空間に水平度、中心線を精度よく設置するためにレーザー測量を実施した。

2-b) 保護と制御に関するシステムの改良

- 重複の必要性を減らすために、安全度水準に準じた部品(SIL rated components)を使用した。(SIL: Safety Integrity Levels)
- T 標準的な PLC 方法を採用し、将来多くの発電所でも使用するであろう類似の設計、インターフェース、試験、運用要件となるようにした。

2-c) 土木建築分野の技術革新、適用拡大、新材料

各機器間には耐火性壁を採用し、建設中の騒音を最小限に、また火災の延焼を軽減した。この方法は、作業員の現場での被災リスクを軽減し、発電所も最新の基準に合致するようにした。

3. プロジェクトの特徴

3.1 好事例要素

・ Hydro Tasmania 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
 主要な改修プロジェクトは、プロジェクト管理、現場管理、あるいは技能アップしたワークフォースになり得る、エンジニアリング/一般技能において、水力中心の技能を保持し成長させるために唯一無類の機会を提供するものである。
- ・契約リスクマネジメント
 Hydro Tasmania がどのようなリスクを保持し、どのような契約をすべきかを定めたプロジェクトリスク評価を基本とした全ての主要な作業パッケージのための、正しい調達戦略を選ぶことは非常に重要である。
- ・環境上の油漏出
 新水循環水車軸受の開発、採用を通して、油漏出による環境影響を排除する。
- ・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

- ・早い段階に的確にプロジェクト要因をアサインしたことで、キーパーソンらが、計画から実施の最後まで携わることができた。
- ・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。
- ・知識を蓄積しながら、計画業務の継続した改善と書類作成手続きを行った。

4. 他地点への適用にあたっての留意点

フロントエンドエンジニアリングと計画策定がプロジェクトの前進にしっかりと影響することが継続して確保されること。

5. その他（モニタリング、事後評価等）

最初の5号機に関する近代化工事の財務評価では、IRRが、予測値12.8%に対して13.1%であった。類似の財務評価を予定している1号、2号についても、同様な結果を期待している。

6. 参考情報

6.1 参考文献

1. Tungatinah Modernisation, Patrick Reynolds, Hydropower & Dams Journal, December 2010;
2. Time for Tungatinah, Patrick Reynolds, International Water Power and Dam Construction, January 2012; and
3. Local television news story, ABC Television, Reporter Emily Bryant, February 2012.

6.2 問合せ先

会社名: Hydro Tasmania

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