

令和6年度

中小水力発電自治体主導型案件創出調査等支援事業費補助金

耶馬溪発電所リニューアル事業に係る事業性評価事業

(交付決定番号：FC25250053)

事業結果報告書

令和8年2月



大分県企業局

豊かな水を活かし 地域を支える

目 次

1. 事業の要約.....	1
2. はじめに.....	2
3. 事業の目的.....	3
4. 事業の目標.....	4
5. 事業の内容.....	5
6. 事業のスケジュール.....	12
7. 事業の成果.....	13

1. 事業の要約

本報告書は、大分県企業局が西日本技術開発株式会社に委託し実施した「令和7年度 電委工委第9-1号 耶馬溪 PSRN 概略検討業務委託」の成果をまとめたものである。本事業の根幹には、運転開始から43年が経過し、発電機固定子をはじめとする主要機器の老朽化が顕著である耶馬溪発電所が抱える複数の課題が存在した。具体的には、当該発電所が国土交通省耶馬溪ダムの利水放流を利用した従属発電所であることに起因し、その設備利用率が約26%と極めて低いという運用上の課題が挙げられる。この低い利用率は、現状の発電規模を維持したまま部分的な改修を行った場合、今後の収益性確保が困難であるという経済的な課題に直結していた。

こうした背景を受け、本事業では耶馬溪発電所の持続可能な運営体制を確立するため、抜本的なリニューアルの可能性を多角的に検討した。特に、再生可能エネルギーの固定価格買取制度 (FIT/FIP 制度) の適用を前提とし、最適な設備規模へのダウンサイジングが事業性向上に寄与する可能性を詳細に評価することに重点を置いた。

具体的な検討内容としては、まず既存設備の詳細な現地調査と老朽度評価を実施し、改修が必要な箇所を特定した。次に、水理計算に基づき、様々な使用水量と有効落差の組み合わせにおける理論水力、発電力、年間発生電力量を算出し、最適な発電規模を検討した。さらに、ダウンサイジングによる設備更新に伴う工事費の概算を行い、複数のリニューアルシナリオ（現状規模維持、ダウンサイジングなど）における事業性の経済評価（IRR、NPV）を実施した。

その結果、現状の1,700kW規模を維持したままではIRRがマイナスとなり事業性が確保できないことが明確になった。しかし、発電機出力を1,000kW未満にダウンサイジングするシナリオにおいては、設備利用率の増加と工事費の圧縮が相まって改善傾向となり、最大使用水量2.0m³/s規模では60年収支でIRRが2.26%、NPVが2.6億円超のプラスとなる可能性を見だし、事業性があるとの判断に至った。この結果は、既存の低利用率という課題を克服し、効率的な設備規模に再編することで、発電所の経済的価値を高めることが可能であることを示唆している。

本事業により、耶馬溪発電所の将来的な事業継続に向けた具体的な方針と、その経済的合理性が明確に示された。今後は、系統連系に関する詳細な協議や工事費の縮減に向けた実勢価格の把握を進めることで、事業化の確実性を高めていく必要がある。

2. はじめに

本事業は、一般財団法人新エネルギー財団の「令和6年度 中小水力発電自治体主導型案件創出調査等支援事業費補助金」の補助により実施した。

耶馬溪発電所は、大分県中津市に位置する、耶馬溪ダムの利水放流を利用した従属式水力発電所である。1983年（昭和58年）に運転を開始し、稼働から43年が経過している。発電設備は、横軸フランシス水車（複流式）と同期発電機を主要構成とし、最大出力1,700kWで稼働している。

これまで地域電力供給に貢献してきたが、長期運用による主要機器の著しい経年劣化が課題である。特に、発電機固定子の経年劣化は運転安定性に影響を及ぼし、部分改修には多額の費用が掛かる見込みであることから、その対応方針が喫緊の課題となっている。

また、ダムに利水容量を有しない従属発電のため、設備利用率は約26%と低水準にとどまり、これが収益性を圧迫している。現状規模での部分改修では事業継続が困難となる懸念がある。

こうした課題を解決し、発電所の持続可能な運営を実現するため、本調査ではFIT/FIP制度活用を視野に入れ、発電事業の経済性評価と最適な設備規模の再検討を行った。特に、低い設備利用率の改善と投資回収効率化のため、ダウンサイジングの可能性を詳細に検討した。本事業は、耶馬溪発電所の将来を決定づける重要な基礎資料となる。



事業箇所位置図（地理院タイル（国土地理院）を加工して作成）

3. 事業の目的

本事業の目的は、運転開始から43年が経過し老朽化が進行している耶馬溪発電所が、将来にわたり安定した電力供給を継続し、かつ事業としての持続可能性を確保することである。具体的には、現状の低い設備利用率（約26%）という課題を克服し、再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）または固定価格プレミアム（FIP）といった現行の制度を最大限に活用することで、事業採算性を向上させることを目指す。

この目的達成のため、本検討では、発電所の主要機器の大規模改修に加え、既存の設備規模を見直し、より効率的かつ経済的な発電運用が可能な最適な設備規模（ダウンサイジングを含む）を検討した。これにより、設備投資コストの最適化を図りつつ、設備利用率と収益性の向上を目指す。最終的には、これらの概略検討を通じて、耶馬溪発電所リニューアル事業の事業性有無を明確にし、今後の具体的な事業推進に向けた客観的な判断材料を確立することを目的とする。



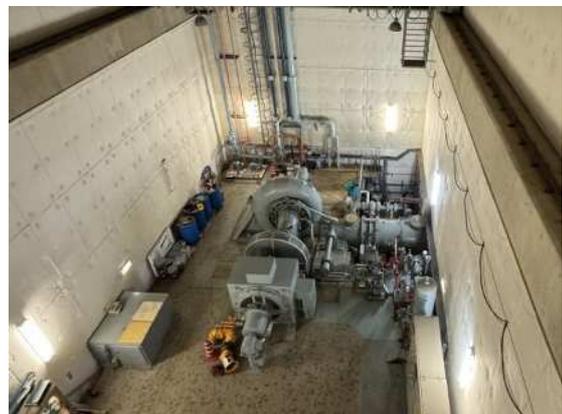
発電所敷地全景



取水設備（耶馬溪ダム）



発電所建屋外観（地上部）

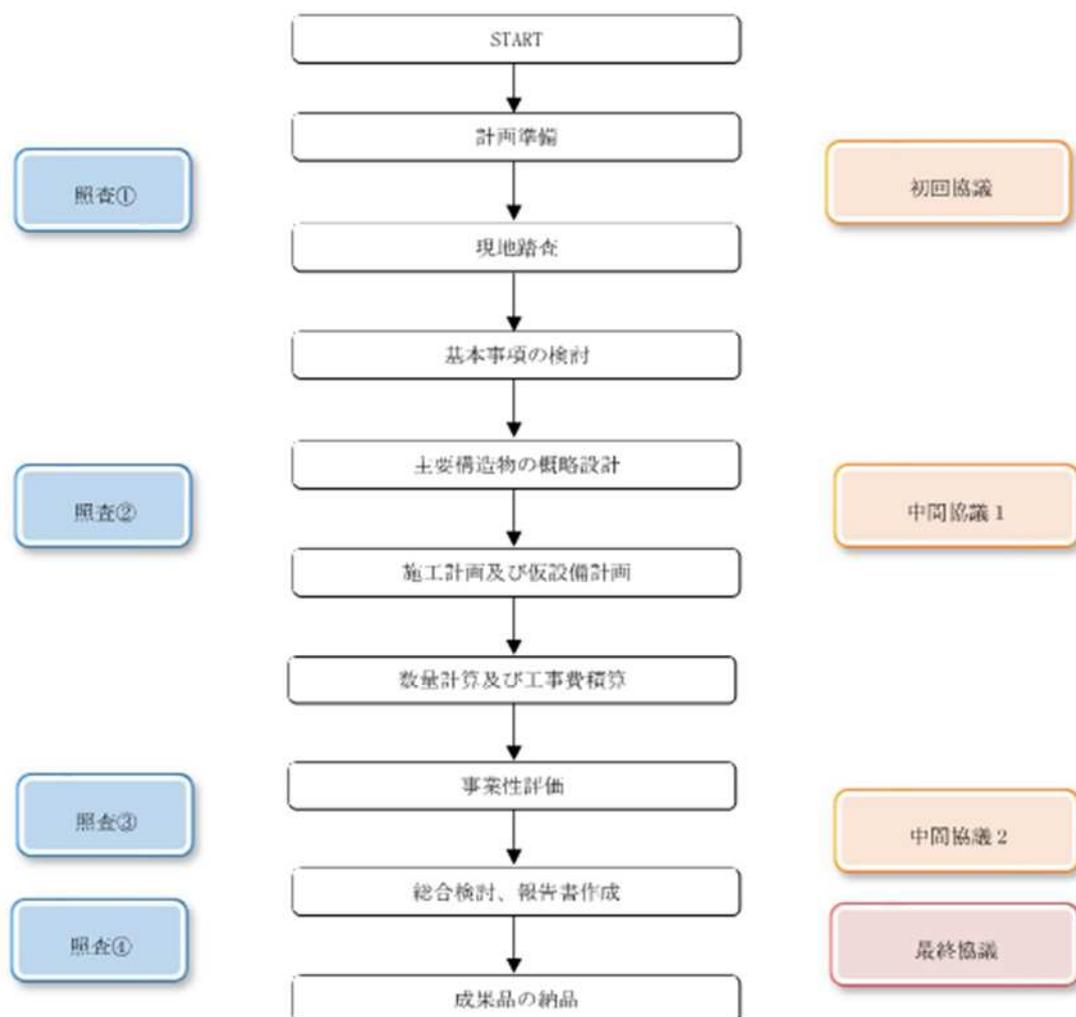


水車及び発電機全景

4. 事業の目標

本事業では、以下の項目について目標を設定し、概略検討を実施した。

- (1) 既存設備の現状把握と課題の明確化。
- (2) FIT/FIP 制度を適用した場合の事業性評価。
- (3) 設備利用率の低い現状規模に対するダウンサイジングの可能性検討。
- (4) 最適なリニューアル計画の策定。
- (5) 経済性の比較検討による事業性の有無の判断。



業務実施フロー図

5. 事業の内容

(1) 現地踏査

ア 第1回現地踏査（令和7年10月23日実施）

発電所建屋、水車・発電機、受変電設備、制御盤、水圧鉄管、放水路、天井クレーン等、発電所主要設備の現状を目視および写真により詳細に把握した。特に、劣化状況や改修の必要性がある箇所洗い出しに注力した。



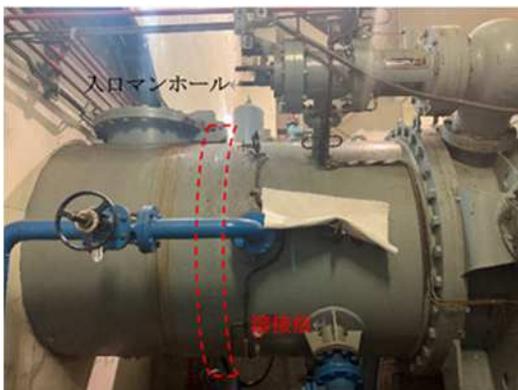
水車（横軸単輪複流フランシス）



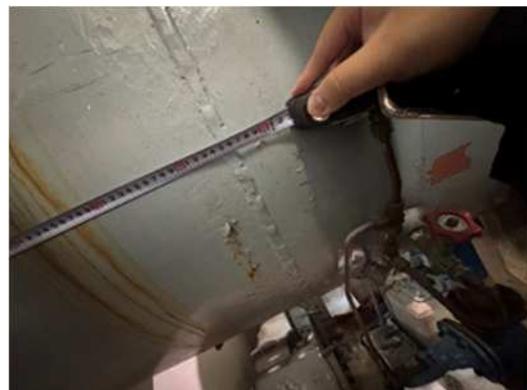
天井クレーン

イ 第2回現地踏査（令和7年12月3日実施）

第1回調査を踏まえ、メーカーや関係者との情報共有を目的とした踏査を実施。特に、水車・発電機メーカーからの情報提供に基づき、更新計画の前提条件や、水車形式の選定（使用水量規模や反動水車・衝動水車等）に関する検討を行った。



入口弁及び水圧鉄管末端管



更新想定範囲の計測

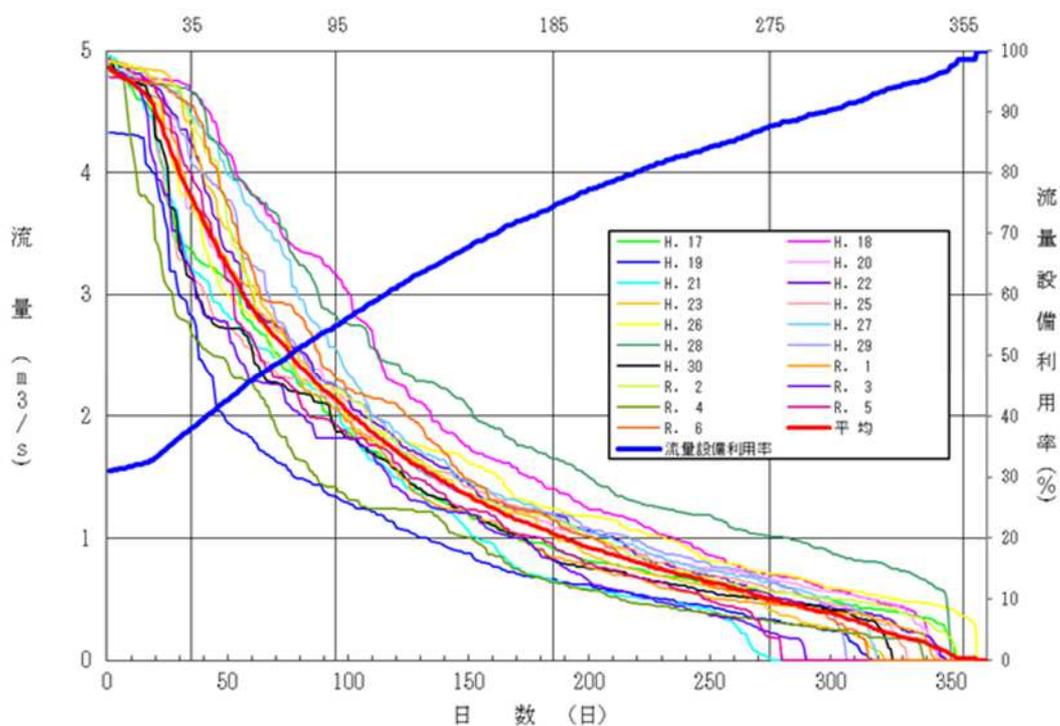
(2) 基本事項の検討

ア 既存設備の評価

水車・発電機、水圧鉄管、発電所建屋、電気設備全般について、経年劣化状況、損傷の程度、機能維持に必要な改修範囲を評価した。

イ 水理計算

過去20年間のダム放流量データと発電所使用水量データに基づき、年間の流量を整理し、最大使用水量、有効落差、理論水力、発電力、年間発生電力量を算出した。特に、ダウンサイジング後の発電量についても、複数のシナリオで試算を行った。



流況カーブと流量設備利用率の整理

ウ 電気設備検討

発電機、受変電設備、制御装置、保護装置等の現状を確認し、FIT/FIP 制度適用を見据えた更新・改修範囲と費用を検討した。また、系統連系に必要な条件についても整理した。

エ 更新・改修に関する前提条件の整理

関連法規（河川法、FIT/FIP 認定要件等）及びダム管理者との調整事項を踏まえ、リニューアル計画の実施に必要な前提条件を整理した。

水力発電の更新に係る認定の考え方 一覧表

	新設区分	新設区分 (既設発電所を更新 する場合)	既設導水路 活用型区分
電気設備			
水車(入口弁含む)	◎	◎	◎
発電機	◎	◎	◎
変電設備等その他電気設備 (制御盤、変圧器、遮断器等)	◎	◎	◎
土木設備			
水圧鉄管	◎	◎	△※3
取水設備(ダム・堰等)	◎	○※2	対象外
導水設備	導水路	◎	対象外
	沈砂池	◎	対象外
	水槽・ヘッドタンク	◎	対象外
	放水路	◎	対象外
建築物			
建屋	対象外	対象外	対象外

◎:新設・更新 ○:改修(※1) △:補修又は一部更新

- ※1 発電以外の用途にも利用されている設備部分については更新対象外。また、各導水設備の更新した箇所の延長の合計が、各調達区分に応じた以下の導水設備の一般的な規模以上(全延長が以下の延長未満の場合は全延長)であること。
 ・100m(200kW未満)
 ・500m(200kW以上1,000kW未満)
 ・1500m(1,000kW以上5,000kW未満)
 ・3000m(5,000kW以上30,000kW未満)
- ※2 設備全体の更新が現実的に困難である場合は、必要な補修のみでも可。ただし、発電専用ダムによるダム式・ダム水路式発電所については、ダムの撤去・更新を行うもの又は、改修工事を行うもので電気事業法に基づく工事計画の届出を要するものに限り対象とする。
- ※3 水圧鉄管の断面全周に渡り、延長の一部又は全部を取り替えるもの若しくは水圧鉄管の全延長に渡り、内部又は外部(埋設部除く)の塗装を行うもの。

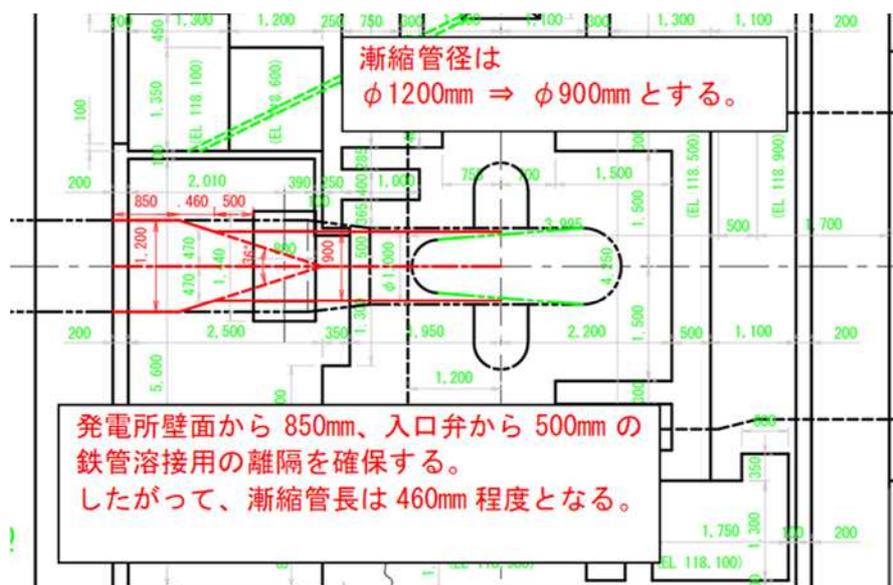
水力発電の更新に係る認定の考え方（資源エネルギー庁）

オ ダウンサイジングパターンの検討

現状の低い設備利用率改善のため、最大出力 1,000kW 未滿を想定したダウンサイジングの可能性を検討し、水理計算との整合性を確認した。

検討ケース	既設流用	現状設備規模	ダウンサイジング規模	備考
最大使用水量 (m ³ /s)	5.0	5.0	3.0	
最小使用水量 (m ³ /s)	2.0	2.0	1.2	最大使用水量の40% (水車メーカー保証値)
損失水頭 (m)	2.390	2.390	1.298	再現計算結果
有効落差 (m)	42.82	42.82	44.16	再現計算結果
合成効率 (%)	81.2	81.2	80.6	「参考：合成効率について」 参照
最大出力 (kW)	1700	1700	1000	
流況データ	H17年～H23年、H25年～R6年の19年間			H24年はデータ欠損 (1月～3月)につき除外
年間発電電力量 (MWh)	3878	2,604	2,964	19年間の平均値 (既設流用は実績平均値)
設備利用率 (%)	26	17	34	

年間発生電力量の計算条件及び計算結果



ダウンサイジングに伴う漸縮区間の検討

カ 施工に伴う仮設工法の検討

水圧管路、発電所建屋基礎、水車・発電機、受変電設備、搬入口、放水路などの主要構造物の改修・更新に際して、最適な施工手順と仮設工法（特に止水対策）の概略検討を行った。

(3) 主要構造物の概略設計（土木、電気設備）

ア 水圧鉄管

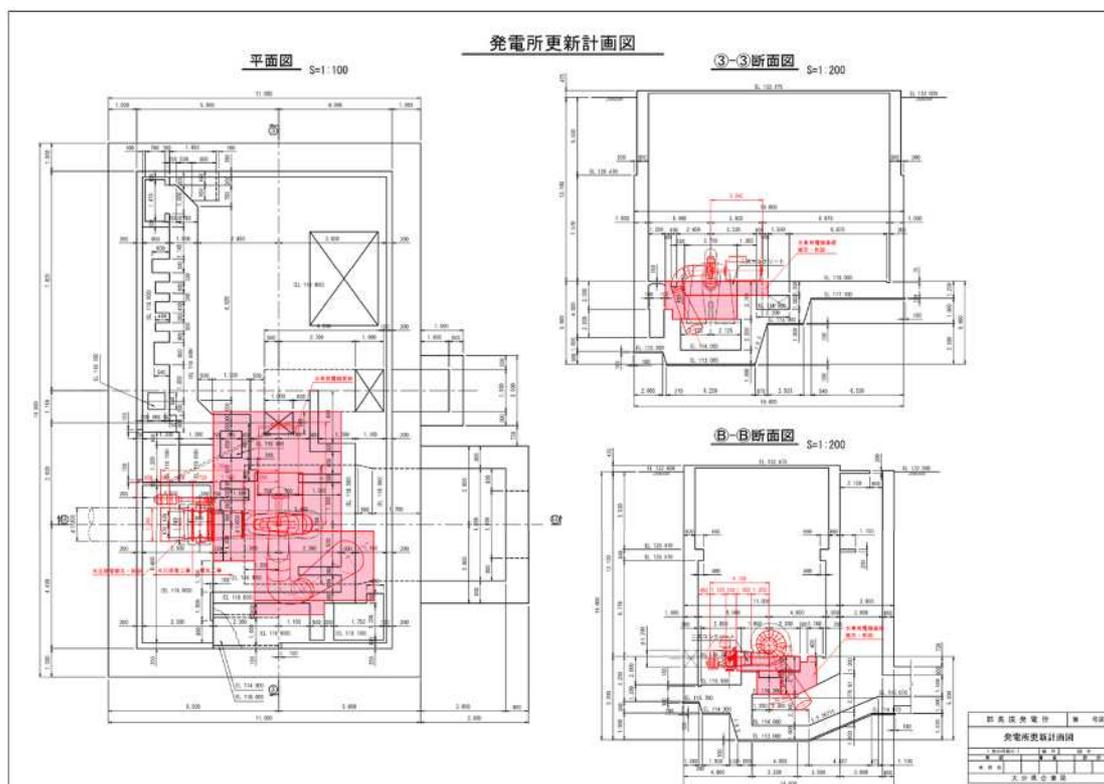
既存水圧鉄管の改修・更新と、ダウンサイジングに伴う縮径の可能性について、コストや施工性を考慮した複数の案を比較検討し、概略設計を行った。

イ 発電所（基礎）

水車・発電機更新に伴う基礎の補強・改修計画および排水平面・放水路の構造変更について、水理条件と既存構造物の制約を考慮した概略設計を行った。

ウ 電気設備

FIT/FIP 制度適用に対応するための電気設備（発電機、受変電設備、制御盤等）の更新範囲と配置について、複数の設置パターンを検討し、概略設計を行った。



発電所更新計画図

(4) 施工計画及び仮設備計画

ア 工事概要

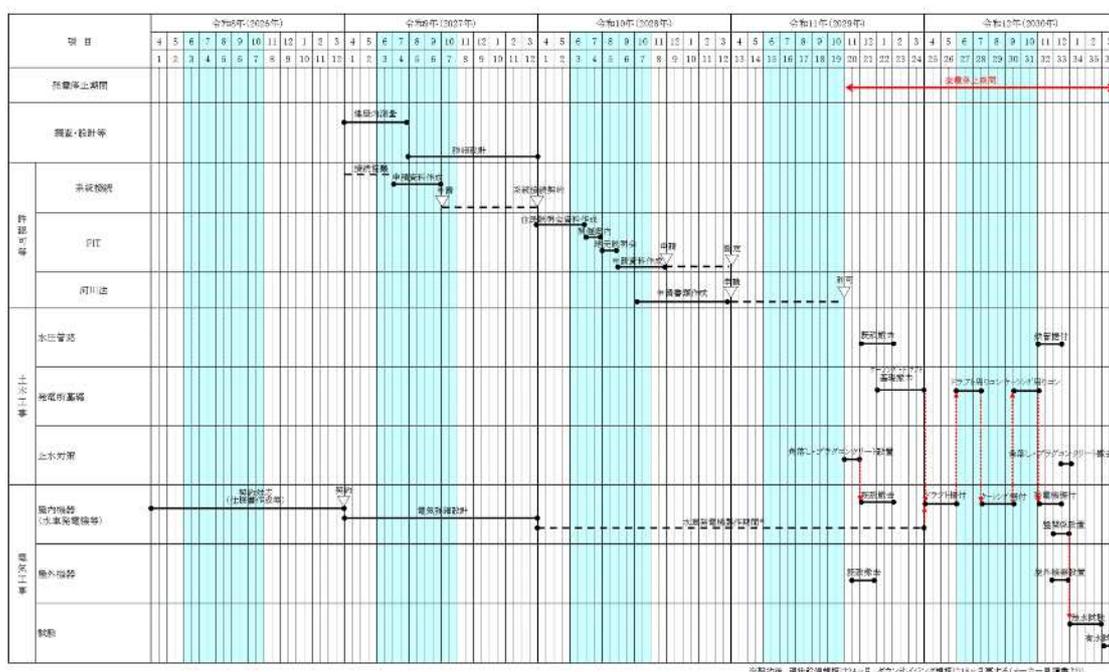
水圧管路、発電所本体、電気設備に関するリニューアル工事の全体概要をまとめた。

イ 各設備の施工・仮設備計画

水圧管路の更新、発電所建屋の撤去・新設、発電機等の据え付けに関する具体的な施工フローと、それに伴う仮設備計画（天井クレーン稼働範囲・揚程の調査、止水対策など）を策定した。

ウ 工事工程計画

リニューアル工事全体の工程表を作成し、計画準備から設計・施工までの期間と主要なマイルストーンを設定した。



リニューアル工事全体工程表（案）

(5) 数量計算及び工事費積算

ア 数量計算

概略設計に基づき、土木、建築、機械、電気設備に関する主要な工事項目の数量を算出した。

イ 概算工事費積算

算出した数量に基づき、資材費、労務費、諸経費等を積算し、リニューアル工事全体の概算工事費を算出した。

(6) 事業性の評価

ア 評価方針

事業性の評価に用いる指標（IRR、NPV）と評価期間を設定した。

イ 評価ケース設定

現状規模維持とダウンサイジングの複数ケースに加え、電気工事費の積算方法（メーカー見積り、NEF 基準額適用など）の違いによる複数シナリオを設定し、比較評価を行った。

ウ キャッシュフロー計算

設定した評価ケースに基づき、各年度の収入（売電収入）と支出（建設費、維持管理費、流水占用料等）を算出し、キャッシュフローを予測した。

エ 事業性評価

算出したキャッシュフローに基づき、IRR と NPV を算出し、各ケースの事業性を評価・比較した。

ケース			20年	40年	60年	評価
1	既設流用	PIRR	-16.13%	-5.20%	-2.42%	×
		NPV	-646,324,831	-535,228,139	-423,251,834	
2	現状設備規模更新 (Q=5.0, メーカー見積)	PIRR	算出不可	算出不可	算出不可	×
		NPV	-1,956,454,328	-2,033,463,756	-2,110,473,184	
3	ダウンサイジング規模更新 (Q=3.0, メーカー見積)	PIRR	-5.29%	-3.37%	-1.94%	×
		NPV	-560,281,261	-470,528,023	-380,774,784	
4	現状設備規模更新 (Q=5.0, NEF 基準額×2)	PIRR	-19.91%	算出不可	算出不可	×
		NPV	-1,081,987,628	-1,148,385,056	-1,214,782,484	
5	ダウンサイジング規模更新 (Q=3.0, NEF 基準額×2)	PIRR	-1.84%	-0.54%	0.26%	△
		NPV	-151,889,161	-57,179,923	37,529,316	
6	ダウンサイジング規模更新 (Q=2.0, NEF 基準額×1.85)	PIRR	0.70%	1.76%	2.26%	○
		NPV	47,536,689	156,123,127	264,709,566	

事業性評価の総括表

(7) 総合検討、報告書作成

上記全ての調査・検討結果を総合的に評価し、耶馬溪発電所リニューアル事業の事業性有無、最適なりニューアル計画、及び今後の課題と展望について結論を取りまとめた。

6. 事業のスケジュール

本業務委託は、令和7年10月2日から令和8年2月9日までの期間で実施した。主なスケジュールは以下の通りである。

- (1) 計画準備、現地踏査：令和7年10月～12月
- (2) 基本事項の検討、主要構造物の概略設計：令和7年10月～令和8年1月
- (3) 施工計画及び仮設備計画、数量計算及び工事費積算：令和7年11月～令和8年1月
- (4) 事業性評価、総合検討、報告書作成：令和8年1月～2月

工種	令和7年			令和8年	
	10月	11月	12月	1月	2月
打合せ協議	▼ ▼	▼	▼	▼ ▼	▼
計画準備	■ ■				
現地踏査	■ ■	■	■		
基本事項の検討		■ ■			
主要構造物の概略設計		■ ■	■	■	
施工計画及び仮設備計画			■ ■	■	
数量計算及び工事費積算				■ ■	
事業性の評価				■ ■	
総合検討、報告書作成					■ ■
照査	▼ ▼	▼	▼	▼ ▼	▼

業務工程表（上段：予定、下段：実績）

7. 事業の成果

本事業において実施した検討の結果、以下の事項が明らかになった。

7.1 実施した検討結果（目標としたことは達成できたか）

（1）現状把握と課題の明確化

現地踏査と既往資料の調査により、耶馬溪発電所の設備は経年劣化が進んでおり、大規模改修が必要であることが確認された。特に設備利用率の低さが課題であることも改めて認識された。

（2）FIT/FIP 制度適用による事業性評価

既存設備規模維持（1,700kW）およびダウンサイジング（1,000kW 未満）の複数ケースで事業性を評価した結果、現状規模維持では IRR がマイナスとなり事業性が認められないことが判明した。一方、ダウンサイジング規模（1,000kW 未満）の場合、FIT 制度適用により事業性の改善が見込まれることが示唆された。これは、年間発電電力量の増加（リニューアル前提ではダウンサイジング規模で 360MWh 増加）、設備利用率の向上（17%から 34%へ）、及び工事費の圧縮（現状規模維持の場合の約 18.1 億円に対し、ダウンサイジング規模では約 11.5 億円）に起因する。

（3）ダウンサイジングの可能性検討

水理計算の結果、最大使用水量 3.0 m³/s、有効落差 44.16m でのダウンサイジングが物理的に可能であり、理論水力 1,300kW、発電力 1,000kW 程度が見込まれることが確認された。これにより、既存の設備利用率の低さを解消し、経済性を高める可能性が示された。

（4）最適なりリニューアル計画の策定

委託者の知見も踏まえた複数のケースの比較検討により、発電機出力のダウンサイジング（700kW）を行うケース 6（FIT 制度適用、NEF 工事費積算基準額の 1.85 倍の金額で工事費を試算）が最も事業性がある（NPV がプラス）と評価された。これにより、事業性を確保できる最適なりリニューアル方針が示された。

（5）経済性の比較検討による事業性の有無の判断

ケース 6（最大使用水量 2.0m³/s 規模）において 60 年間の IRR が 2.26%、NPV が 264,709,566 円となり、最も事業性があると判断された。しかし、現状は委託者の知見に基づき電気工事費を積算しているため、昨今の物価上昇も踏まえた実勢価格の把握が必要不可欠であることから、この点が不確定要素として残る。

7.2 当該地点の事業化の展望や可能性の見通し

耶馬溪発電所は、現在の設備規模では事業性が認められないものの、ダウンサイジングを行い、FIT 制度を適用することで事業性を確保できる可能性が見出された。これは、既存の設備利用率の低さを改善し、より効率的な発電運用を行うことで収益性を向上させることが可能であるためである。

今後、最適な最大使用水量の見直しや、電気工事費の実勢価格の把握、止水対策に関する詳細な検討を進めることで、事業化の確実性を高めることができる見込みである。

7.3 当該地点の水力発電の事業性の有無、そう判断した理由

当該地点での水力発電事業は、事業性があると判断する。

その理由は以下の通りである。

(1) IRR と NPV の評価

様々なケースの事業性評価を行った結果、ダウンサイジング（最大出力 1,000kW 未満）を行い、委託者の知見に基づき電気工事費を設定したケース 6 において、60 年の IRR が 2.26%、NPV が 264,709,566 円とプラスの値を示した。これは、十分な投資回収が見込め、事業として成立する可能性が高いことを示している。

(2) 設備利用率の改善

現状の設備利用率 26%という低水準から、ダウンサイジングにより最大使用水量 2.0m³/s 規模で 46%まで向上させることが可能であり、より効率的な発電運用が見込まれる。

(3) FIT/FIP 制度の活用

再生可能エネルギーの固定価格買取制度 (FIT) を活用することで、20 年間は安定的な売電収入を確保できる見込みがある。

事業性がないと判断される可能性としては、系統連系費用の不確実性、および電気工事費の変動リスクが挙げられる。しかし、これらは今後の詳細検討や電力会社との協議によって解消される可能性があるかと判断した。

7.4 発電設備概要

本検討において、水車・発電機メーカーのヒアリング等に基づいて設定したダウンサイジング規模の発電設備概要は以下の通りである。

最大使用水量	3.0 m ³ /s
有効落差	44.16 m
理論水力	1,300 kW
発電機出力（定格出力）	1,000 kW 未満
水車形式	横軸フランシス水車
発電機形式	同期発電機
年間発電電力量	2,964 MWh
設備利用率	34 %

ただし、委託者の知見に基づいて検討した結果、上記発電設備規模が最適とは限らないため、電気工事費の実勢価格把握と並行し、最適な設備規模の検討を進める必要がある。

以上