

環境省
平成 28 年度環境技術実証事業
中小水力発電技術分野

実証試験結果報告書

平成 29 年 3 月

実証機関 : 一般社団法人 小水力開発支援協会
実証申請者 : 株式会社北陸精機
製品名・型番 : パワールキメデス EN0018
実証試験実施場所 : 自社試験場（富山県魚津市道坂 103 番地 鴨川印田用水路）
実証番号 : 120-1602



地球温暖化対策技術分野

中小水力発電技術

実証番号 No.120-000

第三者機関が実証した性能を
web上で公開しています

<http://www.env.go.jp/policy/etv/>

— 目 次 —

全体概要

[1] 実証対象技術の概要	1
[2] 実証試験の概要	1
[3] 実証試験	2
[4] 参考情報	2

本編

1 実証試験の概要と目的	4
2 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌	5
2-1 実施体制	5
2-2 実証試験参加者の責任分掌	6
3 実証対象技術（機器等）の概要	7
3-1 水車の概要	7
3-2 電気回路の概要	7
3-3 実証範囲と測定点	9
3-4 測定に使用する機器	10
3-5 測定値の加工方法	11
4 実証すべき内容	12
4-1 メーカーが公表している性能	12
4-2 本実証試験で実証する内容と範囲	12
4-2-1 実証する内容	12
4-2-2 試験を行う流量の範囲	12
4-3 有効落差	12
4-4 電気出力測定	12
4-5 騒音測定	13
5 実証試験場所の概要	14
6 実証試験のスケジュール	15
6-1 試験に要した工程	15
7 実証試験で得られたデータ	16
7-1 測定値と分析に使用するデータのまとめ	16
7-2 測定データを補正する値の決定	17
(1) 水位ロガーのオフセット値	17
(2) 水車導水路底と放水路底の標高差	17
7-3 流量条件	18
7-4 電気出力測定	19
7-3 騒音測定	20
7-4 有効落差の算出	エラー! ブックマークが定義されていません。
7-5 総合効率の算出	21
7-6 騒音測定結果	エラー! ブックマークが定義されていません。
7-7 連続運転	22
8 実証試験の結果と考察	23
8-1 発電出力と効率に関する評価と考察	23
8-1-1 性能一般に関する考察	23
8-1-2 流量－出力曲線におけるメーカー公表値との比較	24
8-1-3 流量－効率曲線におけるメーカー公表値との比較	25
8-2 騒音に関する評価	26
8-3 総合評価	26
9 用語集	27

10 参考情報	28
巻末資料	29

【 全 体 概 要 】

〔１〕実証対象技術の概要

農業用水を利用する発電のうち、支線や小規模幹線の低落差を利用する場合、5 m 未満の程度の落差であれば開放型水車（上掛け、下掛け、らせん等）が用いられることも多いが、水圧がかかった水の利用として低落差でも比較的高効率が得やすい、ガイドベーンのない立軸固定羽根プロペラ水車である。フランス水車やペルトン水車などに比べて簡単な構造で、流量変動に対応して運転できないが価格が抑えられる期待がある。

農業用水路の落差工 2 m 程度において使用水量 0.85m³/s、出力 10kW、回転速度 225min⁻¹、総合効率 60%として開発された水車である。水車構造を下に示す。

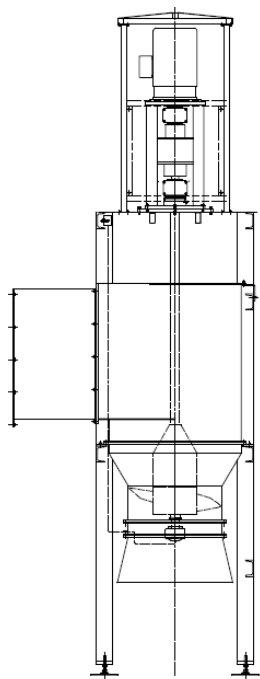


図１ 水車の概要

〔２〕実証試験の概要

全体システムと実証範囲における測定点の関係を図２に示す。

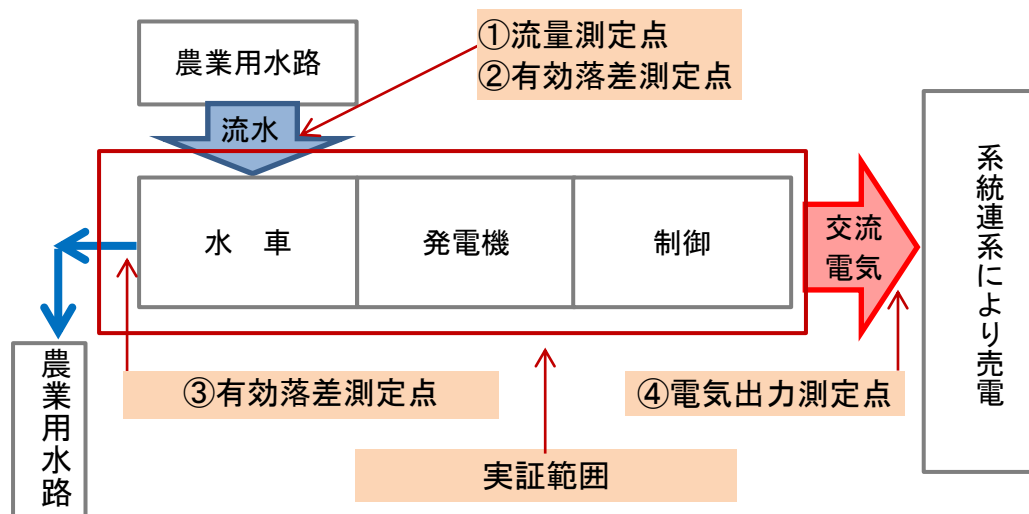


図２ 全体システムと実証範囲における測定点

〔3〕実証試験

メーカー公表値は 0.85m³/s、出力 10kW の 1 点であったのに対して、試験結果は出力が約 1 kW 程度、効率が約 10%程度下回った。また、最高効率は 55%で公表値の 60%には至らなかったが、流量比で 49%～115%の範囲について性能曲線が実証されたことで、導入計画が立てやすくなると考える。また、連続運転実績は 4,951kWh (2/16～3/12、25 日間) 平均出力 8.25kW であった。

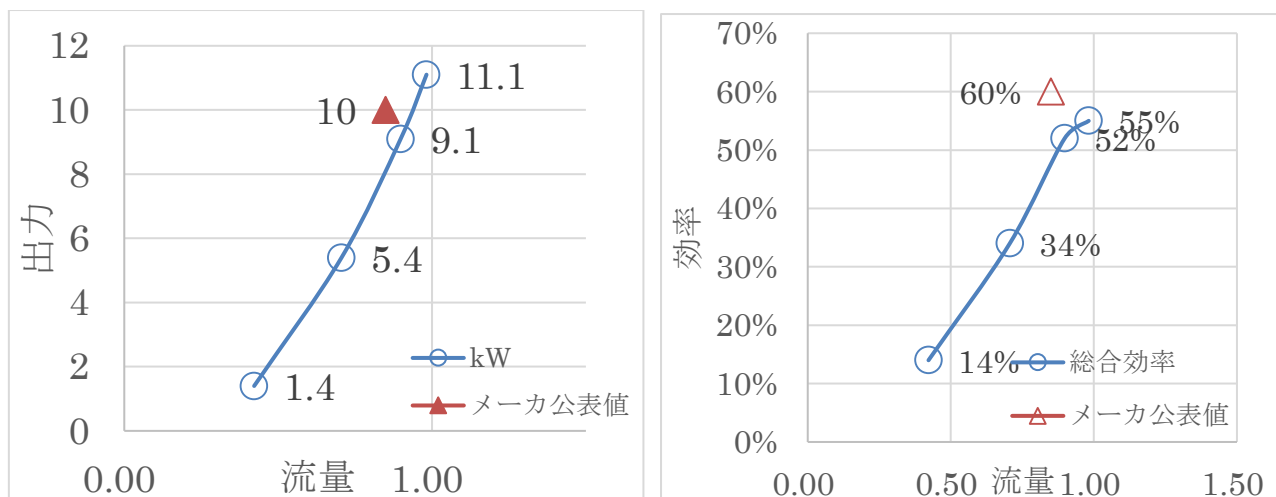


図3 試験結果とメーカー公表値

〔4〕参考情報

○製品データ (申請された内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません)

項目		実証申請者または開発者 記入欄		
製品名・型番		パワーアルキメデス、EN0018 Power Archimedes EN0018		
製造(販売)企業名		株式会社北陸精機		
連絡先	TEL/FAX	TEL : 0765-32-8233 FAX : 0765-32-8963		
	ウェブサイト	http:www.s-hokuriku.com/		
	E-mail	minami@s-hokuriku.com		
設置条件		周囲温度 : 0℃ ~ 40℃ 使用場所 : 清水又は除塵された農業水路等における河川水路 緊急及び増水時に浸水しない場所		
メンテナンスの 必要性・コスト 耐候性・製品寿命等		3 年毎点検整備(現地):500,000 円(年次点検含む) 10 年整備(工場):1,000,000 円(電気設備更新等)		
施工性		中型ポンプ等の設置経験が有り電気設備と機械設備工事ができる業者であれば施工可能		
コスト概算		イニシャルコスト		
		機 器		数量
		水車発電機(制御を含む)		1 式
		土木構造物		1 式
		合 計		
				11,000,000 円
				300,000 円
				11,300,000 円

【 本 編 】

1 実証試験の概要と目的

小水力発電の立地条件（使用する水の分類）は、河川からの取水、農業用水等開放水路からの取水があり、取水した後にエネルギーを取り出す際は、開放型のまま利用する場合と管路を流れる水圧がかかった水の利用に大別することができる。

農業用水を利用する発電のうち、支線や小規模幹線の低落差を利用する場合、5 m 未満の程度の落差であれば開放型水車（上掛け、下掛け、らせん等）が用いられることも多いが、水圧がかかった水の利用として、低落差でも比較的高効率が得やすい水車がチューブラ水車である。フランシス水車やペルトン水車などに比べて簡単な構造で、流量変動に対応して運転できないが価格が抑えられる期待がある。

実証対象技術は流量変動に対応するものではないが、出力や効率とその適用範囲が明らかになることで導入検討に役立つと考えられる。

2 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌

2-1 実施体制

実証試験の実施体制を図 2-1 に示す。

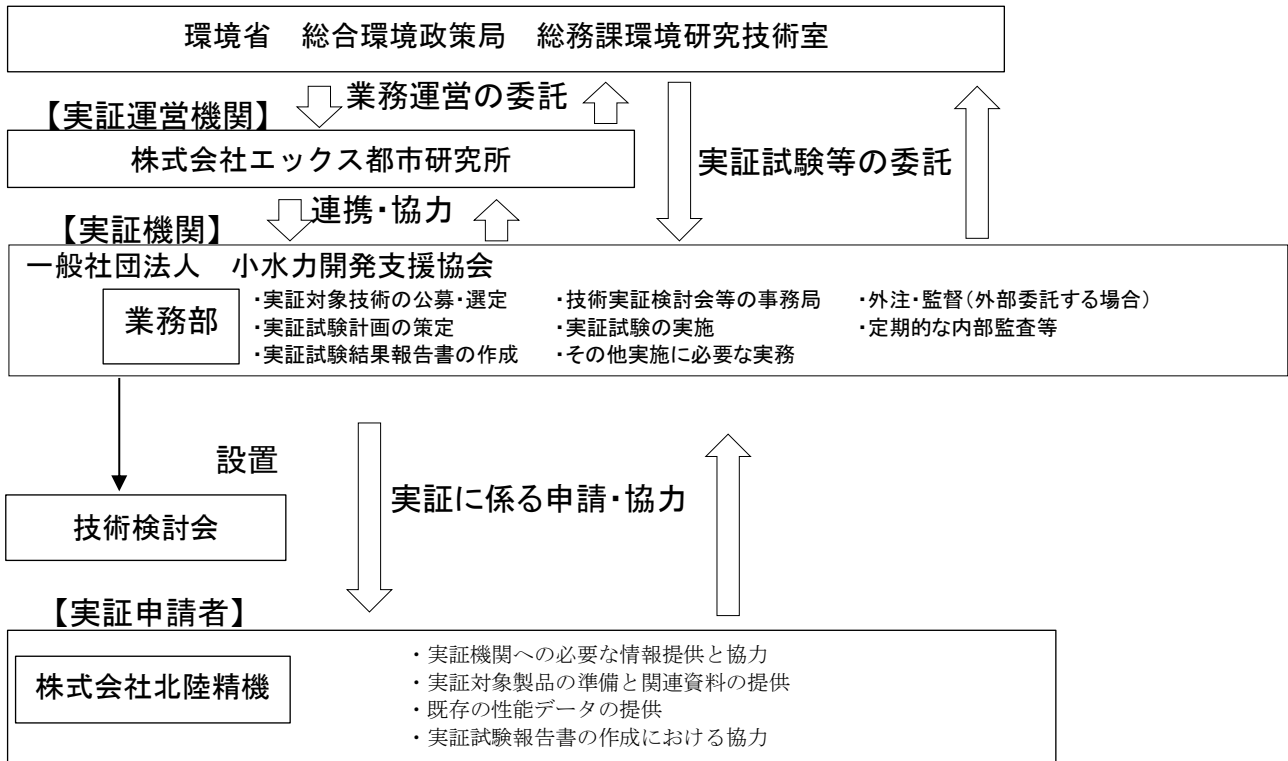


図 2-1 実施体制

2-2 実証試験参加者の責任分掌

実証試験参加者の責任分掌を表 2-1 に示す。

表 2-1 実証試験参加者の責任分掌

区分	実証試験参加機関	責任分掌	責任者名
実証機関	(一社)小水力開発支援協会	実証試験の運営管理	中島 大 松尾壽裕
		実証試験対象技術の公募・審査	
		技術実証検討会の設置・運営	
		実証試験計画の策定	松尾壽裕
		実証試験の実施	
		実証試験結果報告書の作成	
		データの品質管理	中島 大
		実証試験の監査	
		ロガーデータの確認	
実証申請者	株式会社北陸精機	実証機関への必要な情報提供と協力 実証対象製品の準備と関連資料の提供 既存の性能データの提供 実証試験報告書の作成における協力	南 弘雄

3 実証対象技術（機器等）の概要

3-1 水車の概要

農業用水路の落差工 2 m 程度において使用水量 $0.85\text{m}^3/\text{s}$ 、出力 10kW、回転速度 225min⁻¹、総合効率 60%として開発された水車である。水車構造を下に示す。

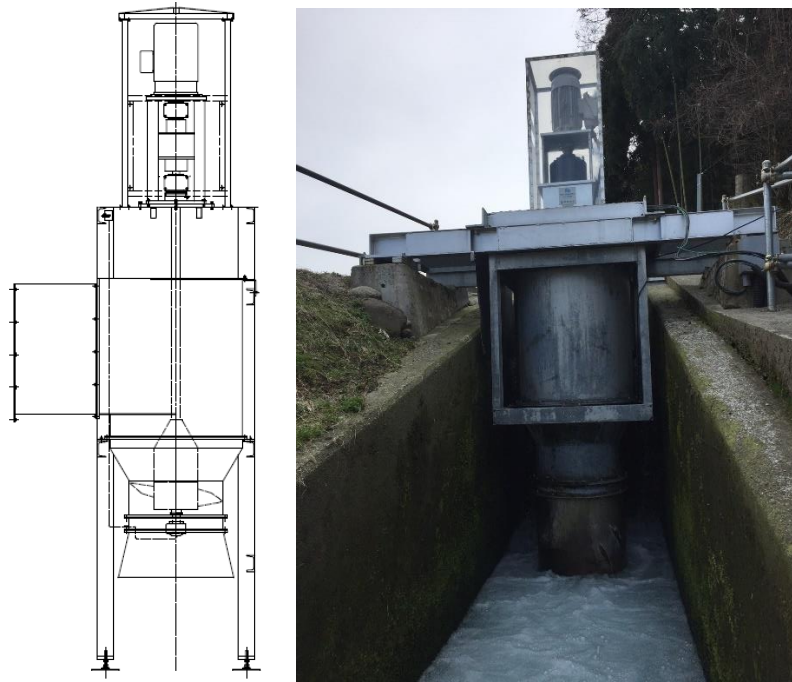
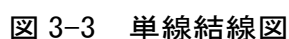


図 3-1 水車側面図と外観

3-2 電気回路の概要

単線結線図を図 3-4 に示す。



3-3 実証範囲と測定点

全体システムと実証範囲における測定点の関係を図 3-5 に示す。

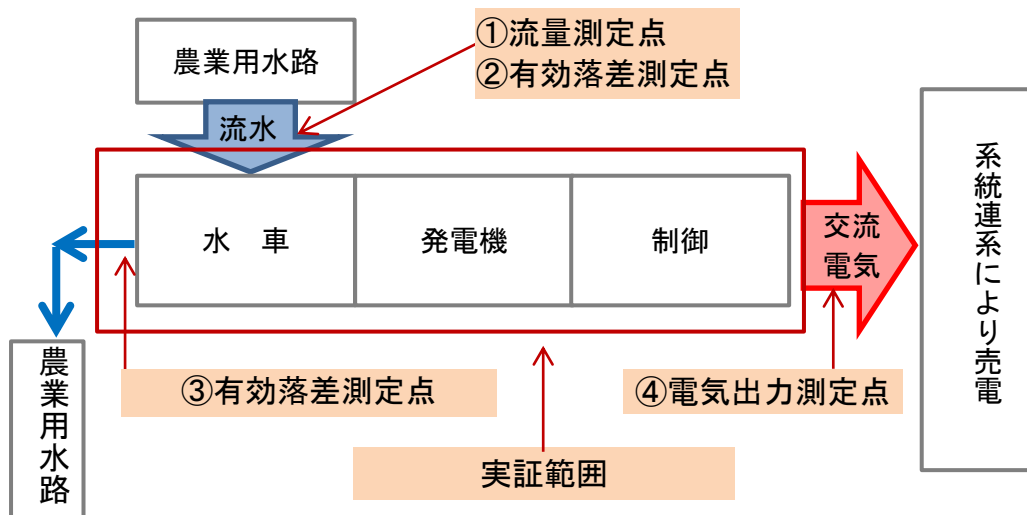


図 3-5 全体システムと実証範囲における測定点

3-4 測定に使用する機器

測定項目、測定点と測定器の対応を表 3-2 に、主な測定器の仕様を表 3-3 に示す。

表 3-2 測定項目・測定点と使用する機器

測定項目	測定点	測定器
流量	図 3-5「①流量測定点」の断面流速	電磁流速計
水位	図 3-5「②③有効落差測定点」	水圧式水深計
電力	図 3-5「④電気出力」は普通電力計の手前	電源品質アナライザ
騒音	低周波 水車周辺 1m, 10m, 50m, 100m	精密騒音計

表 3-3 主な測定器の仕様

測定器	メーカー名	形式	測定範囲	測定精度
電磁流速計	ケネック	LP-30 センサ: LPT-325	流速 0~3m/s	流速±2%FS
水圧式水深計	センシズ	センサ: HM-910-02-20 ロガー: LM-1	0~2m	直線性±0.2%FS 零点の温度特性 ±0.015%FS/°C
回転計	小野測器	HT-5500	6~99999r/min	±0.02%
電源品質アナライザ	日置電機	3197	500mA~5kA 600V 300W~9MW	±0.3% rdg.
精密騒音計	リオン	NL-62	A,G 特性 20~100dB	0.1dB 以下

3-5 測定値の加工方法

ロガー（パソコンソフトによる記録を含む）による記録値のサンプリングと処理方法を表 3-4 に、分析に使用するデータを測定値から算出する方法を表 3-5 に示す。

なお、記録値の平均化に当たっては、例えば 14:00:01～14:00:10 にサンプリングした 10 点データの平均値を、14:00:00～14:00:10 の 10 秒間平均値として扱う。

表 3-4 ロガー等による記録値のサンプリングと処理方法

測定器	サンプリングと処理の方法
電磁流速計	10 秒間の平均値を野帳に記録する。
水圧式水深計	10 秒間の平均値を内部ロガーに記録する。
電源品質アナライザ	10 秒間の平均値を内部ロガーに記録する。
精密騒音計	騒音計 (A,G 特性) の 1 分間平均値を直読、記録する。

表 3-5 測定値の算出方法

分析に使用するデータ	算 出 方 法
①水位	指定点における水圧計の測定値(10 秒間平均)を使用する。
②流速	電磁流速計の平均流速(10 秒間平均)を使用する。
③流量	① 上流水位 × 水路幅 (測定、一定値) × ②流速
④有効落差	①上流水位 + 標高差(測定、一定値) - ①下流水位に加えて、速度水頭(②流速 ² ÷ 2 ÷ 9.8 重力加速度)を算出する。
⑤理論出力	② 流量 × ④有効落差 × 9.8 (重力加速度) で算出する
⑥電気出力	電源品質アナライザの測定値(10 秒平均値)をそのまま使用する。
⑦総合効率	⑥電気出力 ÷ ⑤理論出力を算出する。
⑧騒音	精密騒音計 A,G 特性の 1 分間平均値を用いる。

4 実証すべき内容

4-1 メーカーが公表している性能

メーカー公表値の性能資料は標高差 2 m 程度において使用水量 0.85m³/s、出力 10kW、総合効率 60%の 1 点のみであり、設計段階の性能である。

4-2 本実証試験で実証する内容と範囲

4-2-1 実証する内容

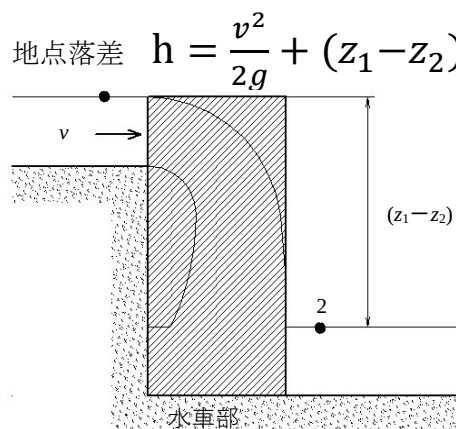
水車発電機の性能は、落差・流量に応じた効率で評価されるのが一般的である。また設計上の観点からは、定められた候補地点の地形と使用可能流量の範囲で得られる出力の方が、効率よりも重要な意味を持つケースが少なくないため、流量－出力曲線と流量－効率曲線を実証対象とする。

4-2-2 試験を行う流量の範囲

実証試験を行う流量の範囲は、メーカー公表値の流量 0.85m³/s の前後の流量条件で溢水の起こらない状態で試験を行う。

4-3 有効落差

実証対象技術の有効落差は、上流側の速度水頭と上下流の水位の標高差で定義される地点落差とする。（JEC-TR-40008:2015 5.1.3.3 に準拠）



取水位、放水位は、水車導水路と放水路にそれぞれ水位センサ・ロガーを設置する。放水路の水底と水車導水路の水底の標高差は、水準測量により求める。

4-4 電気出力測定

売電用普通電力計の直前において、電流電圧を電源品質アナライザで計測し、10 秒間の平均値として記録する。

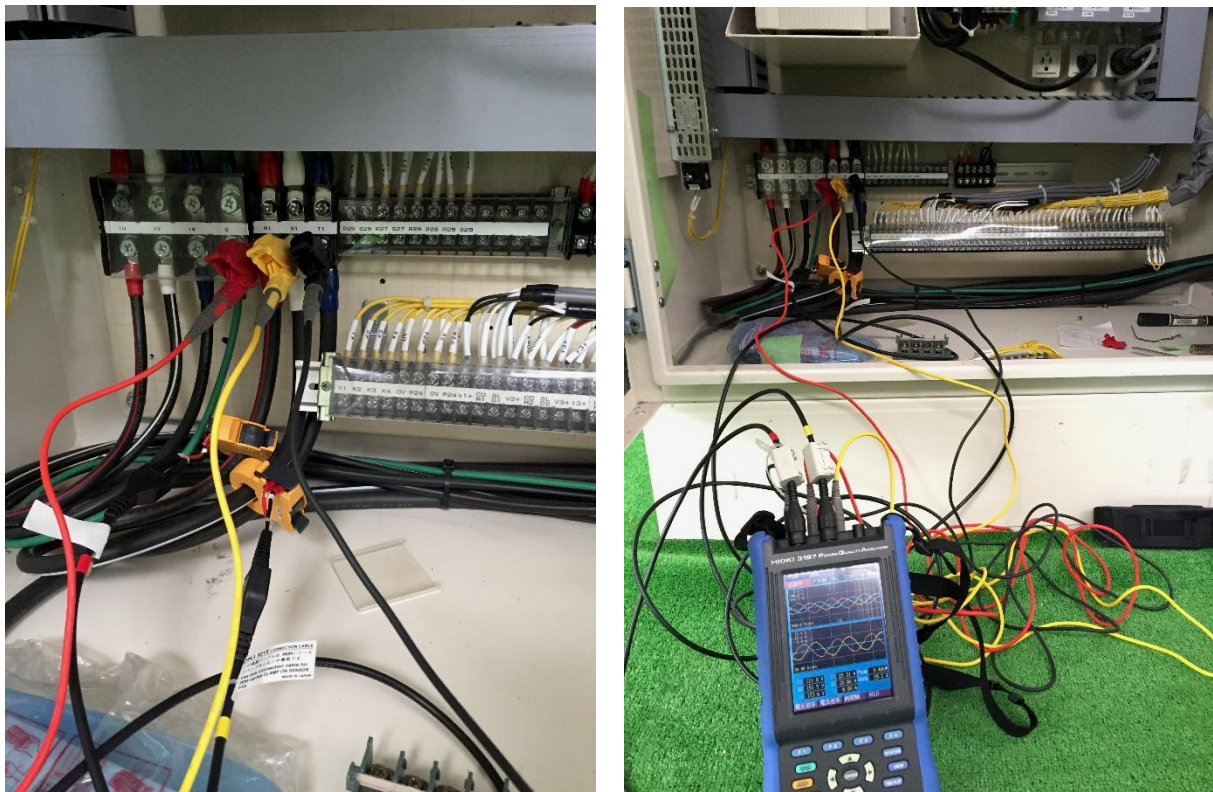


写真 4-1 電源品質アナライザの配線

4-5 騒音測定

騒音計を用いて、放水路方向に 1m、10m、30m、50m、100m の距離で騒音（A,G 特性）を測定する。距離測定の起点については、音源と考えられる発電設備や放水口を起点とする。

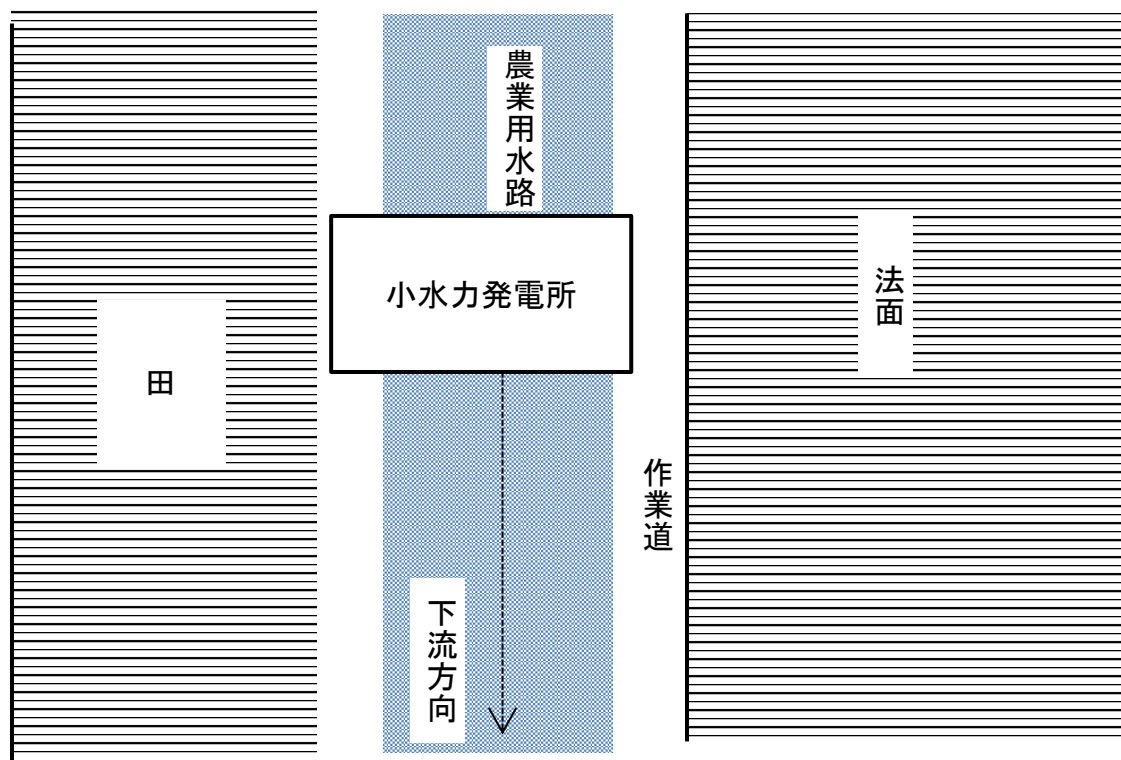


図 4-1 水車周辺の状況と騒音の測定方向

5 実証試験場所の概要

自社工場内にある試験場（富山県魚津市鴨川用水路）に設置された小水力発電設備を用いて実証試験を行った。



写真 6-1 発電設備の概観

6 実証試験のスケジュール

6-1 試験に要した工程

使用水量の確保や試験方法の協議などで、実証機関と申請者との協議や検討会の日程を以下に示す。

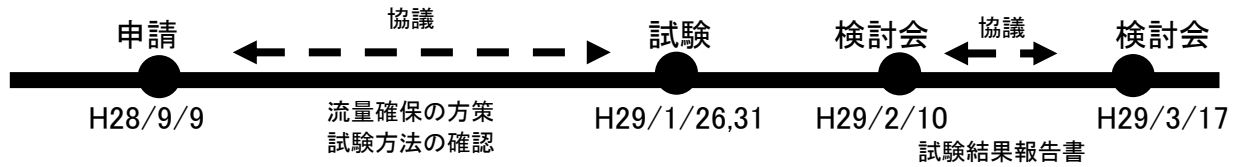


図 6-1 実証に要した工程

7 実証試験で得られたデータ

7-1 測定値と分析に使用するデータのまとめ

実施日時 2017 年 1 月 26 日 11 時～16 時、31 日 15 時～19 時

表 7-1 測定値と分析に使用するデータのまとめ

測定項目	記録内容	測定値	分析に使用するデータ
①気温	温度計の目視測定値	2.4℃	2.4℃
②水温	温度計の目視測定値	5.6℃	5.6℃
③水位	水圧計の 10 秒間の平均値計測値を出力	時刻合わせをした個別の内部ロガーに記録	7-3 に記載
④流速	電磁流速計の平均流速（10 秒間平均）	野帳に記録。	
⑤流量	水圧計と電磁流速計の 10 秒間の平均値を記録	5 分間の連続データを③水位と合わせて⑤流量や速度水頭を算出	
⑥電気出力	電源品質アナライザの 10 秒間の平均値を記録	記録値	7-4 に記載
⑦回転速度	回転計測定値の目視	1150min ⁻¹	1150min ⁻¹
⑧総合効率	⑤流量と⑨有効落差に重力加速度を乗じて理論出力を算出し、電気出力を除す	③・④・⑤・⑦・⑨から算出	7-5 に記載
⑩騒音	騒音計で測定した 1 分間平均値	測定点を変えて計 10 回測定	7-6 に記載

7-2 測定データを補正する値の決定

(1) 水位ロガーのオフセット値

取水位 11mm、放水位 1mm

(2) 有効落差測定点の標高差

水準測量を行い図 7-1 に示す②水車導水路底と⑥放水路底について、標高差を得た。

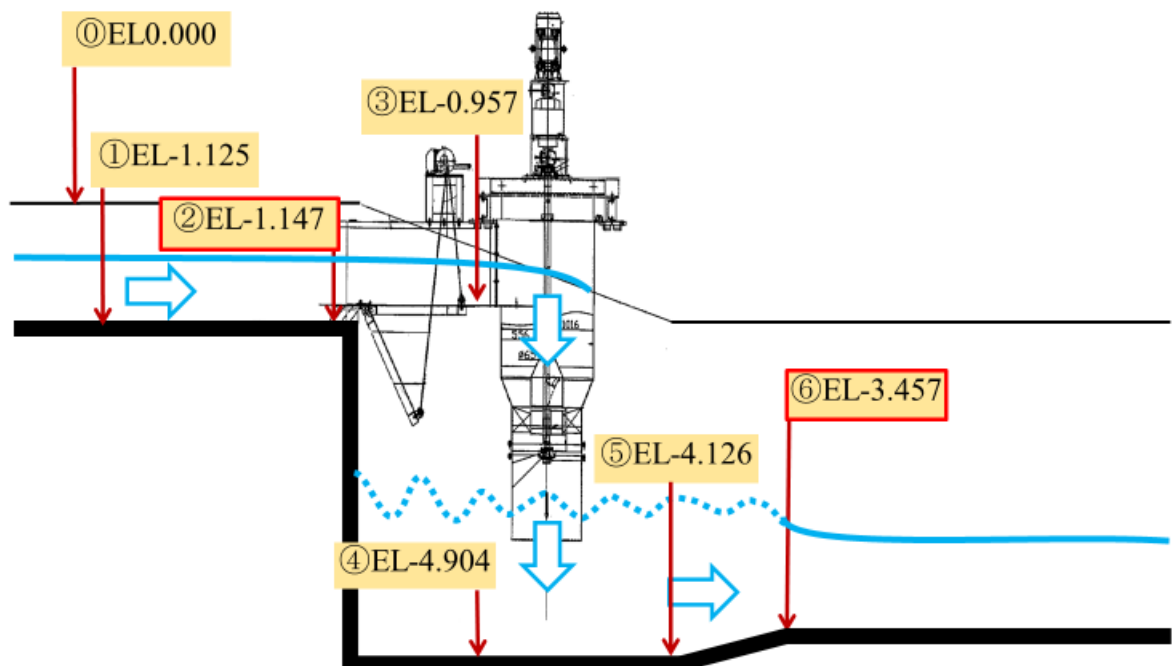


図 7-1 水準測量点

表 7-2 水車導水路底と放水路底の標高差

項目	値（直接の測定値）
水車導水路底と放水路底の標高差	2.310m (図 7-1 ⑥EL-3.457m - ②EL-1.147m)

7-3 有効落差の算出

4つの流量条件において、流速から速度水頭を算出し、取水と放水の水位測定値と標高差と合わせて有効落差を算出した。概要を表 7-3 に示し、5 分間の 10 秒平均値を巻末に掲載する。

$$\text{有効落差 } h = \frac{v^2}{2g} + (z_1 - z_2)$$

有効落差＝速度水頭 $\left(\frac{v^2}{2g}\right)$ ＋ 取水位（計測値）＋ 標高差（測量 2.31m）－ 放水位（計測値）

表 7-3 有効落差の算出

時刻	流量 [m³/s] 平均値 最小値～最大値	流速[m/s]	速度水頭[m]	取水位[m]	放水位[m]	有効落差[m]
2017/1/26 14:13～14:18	0.422 0.407～0.436	1.40 1.34～1.42	0.10 0.09～0.10	0.30 0.29～0.31	0.37 0.37～0.38	2.34 2.33～2.35
2017/1/26 13:27～13:32	0.706 0.689～0.732	2.03 2.00～2.06	0.21 0.20～0.22	0.35 0.34～0.36	0.63 0.62～0.63	2.24 2.23～2.26
2017/1/31 14:54～15:10	0.900 0.818～0.958	2.01 1.89～2.14	0.21 0.18～0.23	0.45 0.42～0.48	0.95 0.94～0.96	2.01 1.96～2.04
2017/1/31 6:46～16:52	0.983 0.901～1.089	1.75 1.59～1.97	0.16 0.13～0.20	0.56 0.52～0.62	0.93 0.92～0.94	2.09 2.05～2.16

7-4 電気出力測定

売電用普通電力計の直前において、電流電圧を電源品質アナライザで計測し、10 秒間の平均値として記録した。

表 7-4 電気出力の測定結果

流量 [m ³ /s]	時刻	平均値 [kW]	最小値 ～ 最大値 [kW]
0.422	2017/1/26 14:13～14:18	1.3	1.3～1.4
0.706	2017/1/26 13:35～13:28	5.4	5.2～5.6
0.900	2017/1/31 14:54～15:10	9.1	8.4～10.0
0.983	2017/1/31 16:46～16:52	11.1	10.7～11.3

7-5 騒音測定

各地点の測定値を表 7-6 に示す。方向については図 4-1 を参照。当該地点は環境基準の対象ではないが、参考のため、騒音に関する環境基準（環境省告示、平成 24 年 3 月 30 日環告 54）を表 7-7 に示す。また、低周波音については音圧の距離減衰を図 7-3 に示す。

表 7-6 騒音の測定値

騒音の単位: dB

方向・地点	特性	1m 地点	10m 地点	30m 地点	50m 地点	100m 地点
【運転状態】						
水路下流方向	A	88.7	72.4	66.3	53.4	44.8
	G	87.8	81.9	80.5	73.4	67.9

※ 特性は A 普通騒音、G 低周波。

※ 測定高は約 1.5m、測定時間は 1 分間。

表 7-7 騒音に関する環境基準

地域の類型	基準値	
	昼間	夜間
AA	50デシベル以下	40デシベル以下
A及びB	55デシベル以下	45デシベル以下
C	60デシベル以下	50デシベル以下

※ 地域の類型

- ・ AA: 特に静穏を要する地域
- ・ B: 主として住居の用に供される地域
- ・ A: 専ら住居の用に供される地域
- ・ C: 相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域

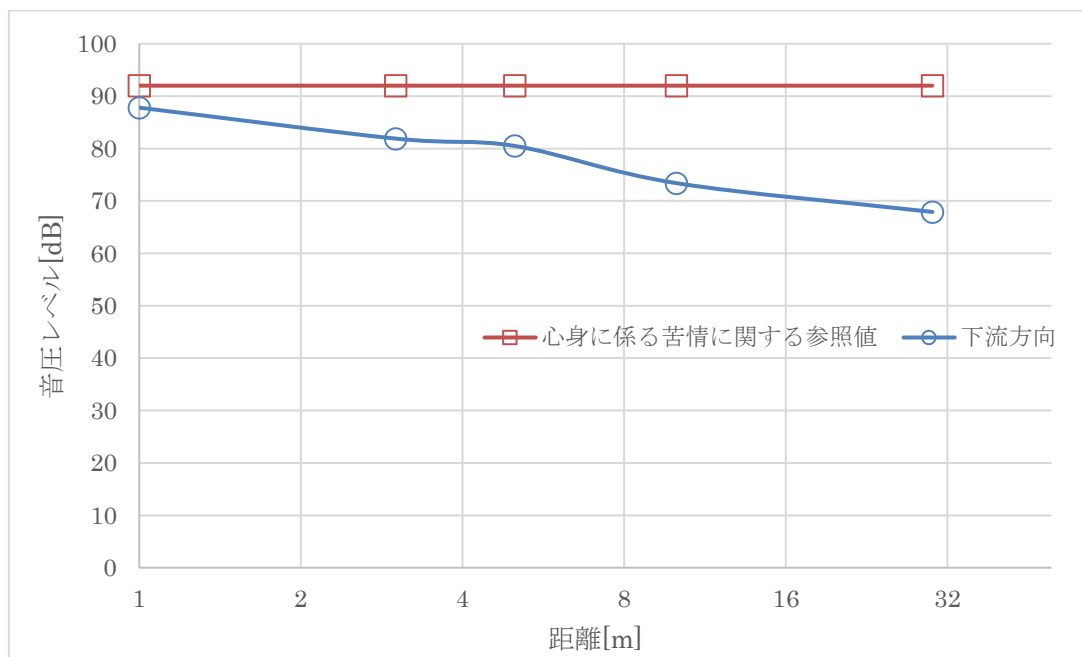


図 7-3 G 特性音圧の距離減衰

7-6 総合効率の算出

総合効率は、理論出力に対する発電出力の割合である。理論出力は 7-3 で算出した有効落差に流量を乗じて算出する。表 7-8 に①流量、②有効落差、③電気出力を示す。④理論出力および⑤総合効率は下式で算出した。

④理論出力＝①流量×②有効落差×9.8m/s²（重力加速度）

⑤総合効率＝③電気出力÷④理論出力

算出に際して、①流量、②有効落差は 1 秒毎の値であるが、運転状態の変動の影響を抑えるため、③発電出力、④理論出力、⑤総合効率について、10 秒毎の平均値を算出し巻末に示す。

表 7-8 流量と出力、効率のまとめ

①流量 [m ³ /s]	②有効落差 [m]	③電気出力 [kW]	④理論出力 [kW]	⑤総合効率 [%]
0.422	2.34	1.4	9.6	14%
0.706	2.24	5.4	15.7	34%
0.898	2.01	9.1	17.7	52%
0.982	2.09	11.1	20.2	55%

7-7 連続運転

試験日以外の運転状態を確認するため、1 カ月間の連続運転の変化を表 7-9 に示す。1 か月間の連続運転実績は 4,951kWh（2/16～3/12、25 日間）平均出力 8.25kW であった。

表 7-9 運転状況

	放水位	取水位	有効落差 [m]	発電 出力 [kW]	日発電電力量 [kWh]
2017/2/16	0.73	0.60	2.18	3.32	80
2017/2/17	0.90	0.82	2.23	8.56	206
2017/2/18	0.86	0.84	2.29	6.30	151
2017/2/19	0.66	0.68	2.33	4.51	108
2017/2/20	0.82	0.85	2.34	7.78	187
2017/2/21	0.78	0.79	2.33	9.03	217
2017/2/22	0.73	0.74	2.32	9.41	226
2017/2/23	0.91	0.90	2.31	9.99	240
2017/2/24	0.94	0.91	2.28	9.23	222
2017/2/25	0.96	0.79	2.14	9.70	233
2017/2/26	1.05	0.82	2.08	8.47	203
2017/2/27	0.85	0.84	2.30	8.90	214
2017/2/28	0.78	0.72	2.25	10.41	250
2017/3/1	0.78	0.70	2.23	10.47	251
2017/3/2	0.74	0.61	2.18	8.06	193
2017/3/3	0.90	0.70	2.11	9.83	236
2017/3/4	0.80	0.62	2.12	10.10	242
2017/3/5	0.78	0.60	2.13	9.42	226
2017/3/6	0.87	0.67	2.11	10.41	250
2017/3/7	0.96	0.70	2.06	11.12	267
2017/3/8	0.81	0.64	2.14	10.22	245
2017/3/9	0.74	0.61	2.19	5.52	132
2017/3/10	0.65	0.56	2.22	2.76	66
2017/3/11	0.70	0.56	2.17	6.70	161
2017/3/12	0.70	0.54	2.15	6.07	146

8 実証試験の結果と考察

8-1 発電出力と効率に関する評価と考察

8-1-1 性能一般に関する考察

農業用水を利用する発電のうち、支線や小規模幹線の低落差を利用する場合、5 m 未満の程度の落差であれば開放型水車（上掛け、下掛け、らせん等）が用いられることも多いが、水圧がかかった水の利用として、低落差でも比較的高効率が得やすい水車がチューブラ水車である。流量変動に対して広い範囲で高い効率を維持することはできないが、最適な流量であれば効率的に運転する期待がある。

メーカー公表値は有効落差 2 m、使用水量 $0.85\text{m}^3/\text{s}$ 、出力 10kW、回転速度 225min⁻¹、総合効率 60%として開発された発電システムである。試験の結果 $0.42\text{m}^3/\text{s}$ の出力 1.4kW から $0.98\text{m}^3/\text{s}$ 、出力 11.1kW までは 4 つの流量条件において性能を確認することができた。

8-1-2 流量-出力曲線におけるメーカー公表値との比較

メーカー公表値と試験条件の違いは有効落差が設計条件 2.00m に対して試験では 2.01m～2.34m と最大で 17% 高く、流量は設計条件 0.85m³/s に対して試験では最小流量 0.42m³/s から最大流量 0.98m³/s の範囲で出力の結果を得た。メーカー公表値と試験結果を比較するとメーカー公表値で 1kW 程度下回るが、4つの流量条件において出力曲線を確認することができた。出力曲線を図 8-1 に、試験結果を表 8-1 に示す。

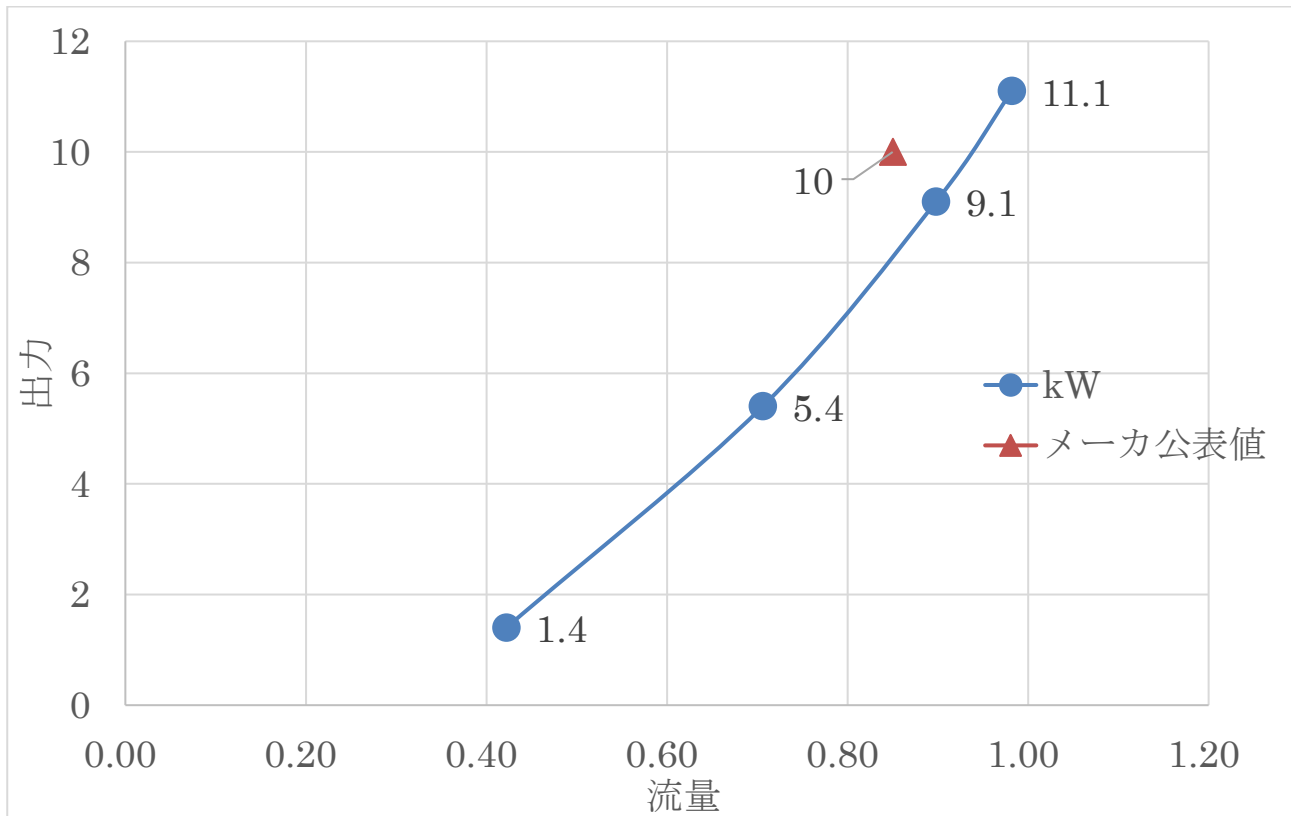


図 8-1 実証した流量-出力曲線とメーカー公表値

表 8-1 試験結果とメーカー公表値の流量-出力表

	流量 [m ³ /s]	有効落差[m]	出力 [kW]
メーカー公表値	0.85	2.00	10.0
ETV 試験	0.98	2.09	11.1
	0.90	2.01	9.1
	0.71	2.24	5.4
	0.42	2.34	1.4

8-1-3 流量-効率曲線におけるメーカー公表値との比較

設計条件の流量 $0.85\text{m}^3/\text{s}$ における効率はメーカー公表値 60%に対して、10%程度下回る。最高効率は最大流量流量 $0.98\text{m}^3/\text{s}$ において 55%であった。メーカー公表値は1点のみであったが本実証により効率曲線を確認することができた。効率曲線を図 8-1 に、試験結果を表 8-1 に示す。

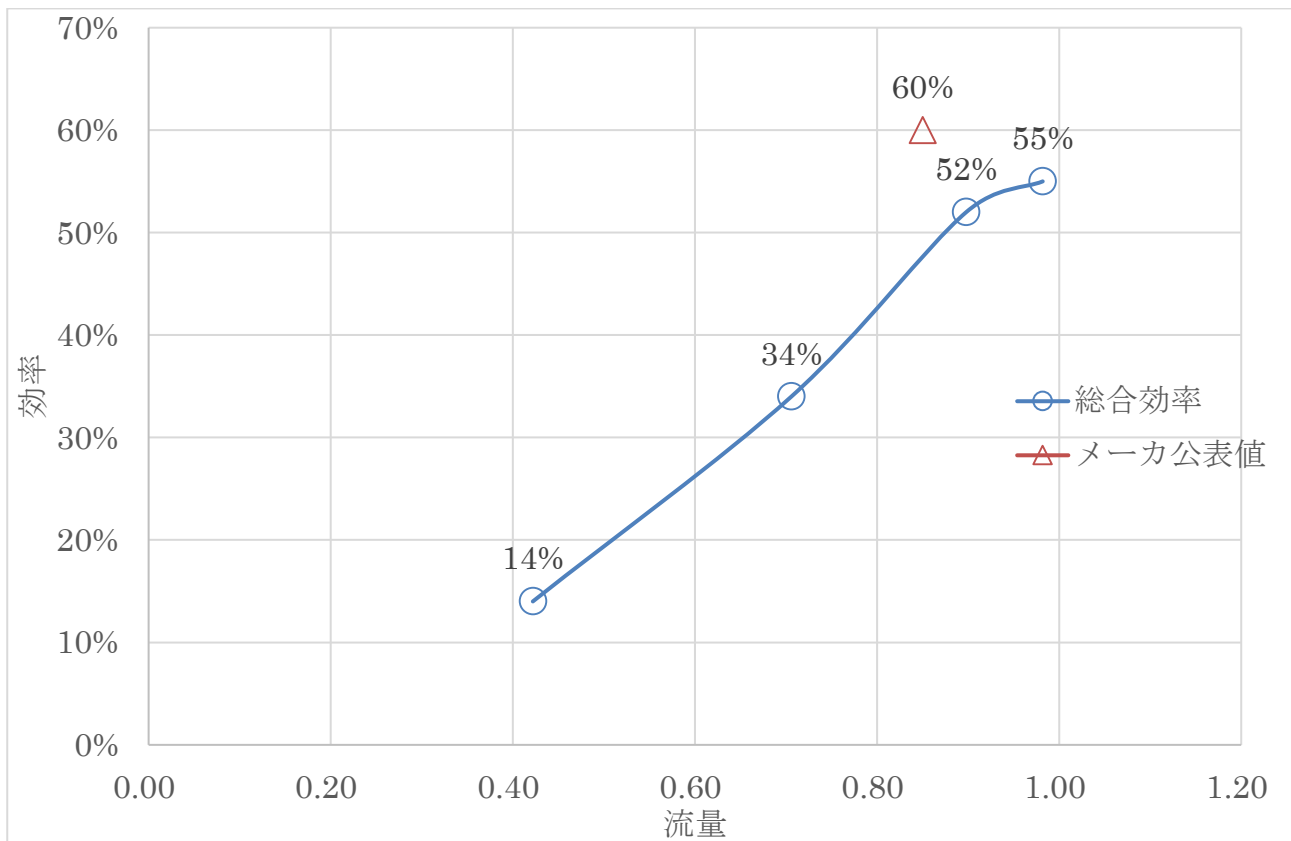


図 8-2 実証した流量-効率曲線とメーカー公表値

表 8-2 試験結果とメーカー公表値の流量-効率表

	流量 [m³/s]	有効落差[m]	総合効率
メーカー公表値	0.85	2.00	60%
ETV 試験	0.98	2.09	55%
	0.90	2.01	52%
	0.71	2.24	34%
	0.42	2.34	14%

8-2 騒音に関する評価

実証対象製品に隣接する住居はなく、流路の直行方向には法面や雑木林があり騒音の影響は確認されなかった。環境省の評価指針の参照値に照らして苦情の発生源となることは考えにくい、風向きや障壁を飛び越えることなども考慮する必要がある。水車建設予定地の近くに民家・公共施設・商店等騒音の影響を受ける施設がある場合には、あらかじめ騒音に対する検討が必要といえる。

本実証試験ではある程度距離を取れば低下することが確認できたが、どの程度の離隔距離を確保すれば環境基準を下回るかを定量的に示したものではない。また、検討の際には、水路の水音と水車の騒音には質の違いがあることにも注意が必要である。

なお、近年低周波騒音が問題として取り上げられる場面が増えてきており、本製品の設置にあたっては低周波騒音についても注意が必要である。心身に係る苦情に関する参照値の G 特性音圧レベル 92dB を下回っているものの、音圧だけでなく 20 Hz 以下の超低周波音域にわたる周波数解析を行うことで物的および心身に係る苦情に関する参照値と比較することが望ましい。

8-3 総合評価

メーカー公表値は 0.85m³/s、出力 10kW の 1 点であったのに対して、試験結果は出力が約 1 kW 程度、効率が約 10%程度下回った。また、最高効率は 55%で公表値の 60%には至らなかったが、流量比で 49%～115%の範囲について性能曲線が実証されたことで、導入計画が立てやすくなると考える。また、連続運転実績は 4,951kWh (2/16～3/12、25 日間) 平均出力 8.25kW であった。

製品の特長として、導入できる地点は農業用水の落差工などに限られるが、2m 程度の低落差でも安定して発電するといえる。

9 用語集

本実証試験報告書における用語の定義を表 9-1 に示す。

表 9-1 用語の定義

用語	定義
実証	環境技術の開発者でも利用者でもない第三者機関が、環境技術の環境保全効果等を試験等に基づき客観的なデータとして示すこと。一定の判断基準を設けて、この基準に対する適合性を判定する「認証」とは異なる。
実証対象技術	実証試験の対象となる技術は中小水力発電技術とする。
実証対象製品	実証対象技術を製品として具現化したもののうち、実証試験で実際に適用するもの。
実証項目	実証対象技術の性能を測るための項目として、発電出力、総落差、水位、流速など。
参考項目	実証対象技術の性能を測るうえで、参考となる項目。
実証運営機関	環境技術実証事業に設置される各技術分野の事業の取りまとめを行う機関。
実証機関	実証対象技術の企業等からの公募、実証対象とする技術の審査、実証試験計画の策定、技術の実証（実証試験の実施等）、実証試験結果報告書の作成を行う機関。
試験実施機関	実証機関からの外注により、実証試験を実施する機関を指す。
技術実証検討会	実証機関により設置される検討会。技術の実証にかかる審査等について実証機関に助言を行う。
実証申請者	技術の実証を受けることを希望する者及びその後実証対象技術として選定され実証を受けた者。（具体的にはメーカー）
技術開発企業	実証対象技術の開発者。
有効落差(m)	全水頭から指定点における水頭を差し引いて求める。 使用状態において水車の運転に利用される全水頭で、水車の高圧側指定点と低圧側指定点との全水頭の差。
流量(m ³ /s)	断面平均流速と断面積の積に補正係数を乗じて求める。 ある断面を通る単位時間当たりの水の体積。

10 参考情報

このページに示された情報は、技術広報のために実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省、および実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○製品データ

項目		実証申請者または開発者 記入欄		
製品名・型番		パワーアルキメデス、EN0018 Power Archimedes EN0018		
製造(販売) 企業名		株式会社北陸精機		
連絡先	TEL/FAX	TEL : 0765-32-8233 FAX : 0765-32-8963		
	ウェブサイト	http://www.s-hokuriku.com/		
	E-mail	minami@s-hokuriku.com		
設置条件		周囲温度 : 0℃ ~ 40℃ 使用場所 : 清水又は除塵された農業水路等 緊急及び増水時に浸水しない場所		
メンテナンスの 必要性・コスト 耐候性・製品寿命等		3年毎点検整備(現地) : 500,000円(年次点検含む) 10年整備(工場) : 1,000,000円(電気設備更新等)		
施工性		中型ポンプ等の設置経験が有り電気設備と機械設備工事ができる業者であれば施工可能		
コスト概算		イニシャルコスト		
		機 器	数 量	
		水車発電機	1式	11,000,000円
		土木構造物	1式	300,000円
		合 計		11,300,000円

巻末資料

準拠する試験方法と実際の試験方法の異同

1 準拠する試験方法

本実証試験では、電気学会電気規格調査会標準規格『水車およびポンプ水車の効率試験方法』（JEC-4002:1992、以下「JEC 規格」とよぶ）およびテクニカルレポート「小規模水車」（JEC-TR-40008:2015）を基準とする。

ただし同基準は水車出力 100kW 以上を対象にしているのに対して本実証試験対象は 20kW 程度以下の水車出力であることや、現場の状況や使用可能な測定器により JEC 規格どおりの測定が困難な部分もある。

JEC 規格でも 100kW 未満の水車については「この規格の準用を推奨する」とされているので、実態に応じて準用、あるいは独自の測定方法を採用した。具体的な異同について次節に示す。

2 本実証試験方法と JEC 規格の異同

2-1 一般事項

JEC 規格では営業運転開始前に試験を行うこととしているが、本実証試験では実用運転開始後約 2 年が経過していた、その他の一般事項においても本実証試験の実情と一致しない部分があるが、実証内容に影響するものとして特記すべきものはない。

2-2 試験条件

(1) 試験状態の変動

JEC 規格では試験状態の変動の範囲が定められている。しかし、本実証試験では顕著な不安定が生じない限り支障がないものとして試験を実施した。

(2) その他

上記以外の点では JEC 規格に準拠して試験を実施した。

2-3 試験の実施範囲

(1) 効率試験点の選定

JEC 規格では「効率を保証するすべての範囲が確認できること」と「効率試験点は原則として 5 点以上とし、効率曲線を描くのに十分なものと」することを求めているが、本実証試験では流量条件を変えながら 4 点の測定点とした。

(2) 測定回数

JEC 規格の定める通り 5 分以上の間に 10 回以上測定した。

(3) その他の規定

本項に関する JEC 規格のその他の規定は、本実証試験に直接関係していない。

2-4 試験結果の計算及び判定

(1) 効率の算出

効率の算出式は JEC 規格のものを使用し、水の密度は $1.00[\text{kg}/\text{m}^3]$ 、重力加速度は $9.8[\text{m}/\text{s}^2]$ で一定とした。

(2) 効率データのばらつき

JEC 規格では「効率曲線から 1.5% 以上離れた効率測定値は不適格と判定」と定めているが、実証試験で得られたデータの多くは 1.5% 以上の変動やばらつきがあっても有効値として採用することとした。

(3) 効率曲線の作成方法

(2)に記載したとおり測定方法の誤差よりも運転状態の変動によるデータのばらつきが大きいと見られることから、試験結果を滑らかにつなぐ曲線として描くこととした。

(4) 効率の判定方法

流量－出力曲線と、効率に関する考察を加えた上で判定を行わず、公表することとした。

(5) 測定誤差

「試験がこの規格によって注意深く行われる場合の」測定誤差に関する規定があるが、流量・落差に関してはこの規格通りに測定できなかったことや、測定誤差より運転状態のばらつきの方が大きいとみられたことから、本実証試験では測定誤差に関する分析評価は行わないこととした。

2－5 測定方法

(1) 測定一般

測定一般に関する方法は JEC 規格に準拠した

(2) 出力測定(電力測定)

JEC 規格では「ケーブルなどの損失」「増速機など連結装置の損失」などといった項目が出力測定の対象となっているが、本実証試験ではシステム全体を実証することとしており、出力としては売電用普通電力計に出力される電気出力を電源品質アナライザによって測定した。

(3) 有効落差

有効落差の測定について、JEC 規格では圧力水頭を水圧測定装置を用いて計測することが求められており、JEC-TR では地点落差として扱うことができるため、地点落差を有効落差として算出した。

(4) 軸速度

JEC 規格が定める光学的方法により軸速度を計測した。

(5) 流量

JEC 規格が求める測定精度を本実証試験は満たしていないが、実証の目的に支障をきたすことはなかった。

2－6 試験成績書

JEC 規格における「試験成績書」は本実証試験における本報告書に相当するものである。これに関しては技術実証検討会に諮った上で本実証試験独自の書式で作成した。

3 試験結果表

時刻	発電出力 [kW]	有効落差 [m]	取水位	放水位	流速	流量 [m³/s]	速度水頭	理論出力 [kW]	総合効率 [%]
13:27:00	5.4	2.24	0.35	0.63	2.03	0.708	0.21	15.6	35%
13:27:10	5.3	2.24	0.35	0.63	2.04	0.719	0.21	15.8	33%
13:27:20	5.3	2.24	0.35	0.63	2.01	0.704	0.21	15.5	34%
13:27:30	5.4	2.24	0.34	0.63	2.04	0.698	0.21	15.3	35%
13:27:40	5.4	2.25	0.36	0.63	2.04	0.726	0.21	16.0	34%
13:27:50	5.3	2.24	0.34	0.63	2.04	0.702	0.21	15.4	35%
13:28:00	5.5	2.23	0.35	0.63	2.00	0.691	0.20	15.1	36%
13:28:10	5.5	2.24	0.35	0.63	2.03	0.715	0.21	15.7	35%
13:28:20	5.6	2.24	0.35	0.63	2.03	0.705	0.21	15.5	36%
13:28:30	5.2	2.24	0.35	0.63	2.05	0.714	0.21	15.7	33%
13:28:40	5.4	2.23	0.34	0.62	2.01	0.689	0.21	15.1	36%
13:28:50	5.4	2.24	0.35	0.63	2.02	0.708	0.21	15.6	34%
13:29:00	5.4	2.26	0.36	0.62	2.05	0.732	0.21	16.2	33%
13:29:10	5.4	2.24	0.35	0.63	2.03	0.709	0.21	15.6	34%
13:29:20	5.4	2.23	0.35	0.63	2.01	0.698	0.21	15.3	35%
13:29:30	5.4	2.24	0.34	0.63	2.03	0.699	0.21	15.3	35%
13:29:40	5.4	2.24	0.34	0.62	2.04	0.703	0.21	15.5	35%
13:29:50	5.4	2.24	0.34	0.63	2.04	0.701	0.21	15.4	35%
13:30:00	5.3	2.25	0.35	0.63	2.03	0.715	0.21	15.8	34%
13:30:10	5.2	2.24	0.35	0.63	2.01	0.695	0.21	15.3	34%
13:30:20	5.4	2.24	0.34	0.63	2.06	0.708	0.22	15.6	35%
13:30:30	5.4	2.23	0.34	0.63	2.05	0.696	0.21	15.3	36%
13:30:40	5.3	2.24	0.34	0.62	2.03	0.694	0.21	15.2	35%
13:30:50	5.4	2.24	0.34	0.63	2.05	0.700	0.21	15.4	35%
13:31:00	5.4	2.24	0.34	0.63	2.05	0.699	0.21	15.3	35%
13:31:10	5.5	2.24	0.35	0.63	2.02	0.706	0.21	15.5	35%
13:31:20	5.6	2.25	0.36	0.63	2.04	0.725	0.21	16.0	35%
13:31:30	5.7	2.24	0.34	0.63	2.04	0.703	0.21	15.4	37%
13:31:40	5.4	2.24	0.35	0.63	2.03	0.702	0.21	15.4	35%
13:31:50	5.4	2.25	0.36	0.62	2.03	0.722	0.21	16.0	34%
時刻	発電出力 [kW]	有効落差 [m]	取水位	放水位	流速	流量 [m³/s]	速度水頭	理論出力 [kW]	総合効率 [%]
14:13:00	1.4	2.34	0.30	0.37	1.39	0.423	0.10	9.7	14%
14:13:10	1.4	2.34	0.31	0.37	1.39	0.425	0.10	9.8	14%
14:13:20	1.3	2.34	0.30	0.37	1.39	0.419	0.10	9.6	14%
14:13:30	1.4	2.34	0.30	0.37	1.40	0.422	0.10	9.7	14%
14:13:40	1.3	2.34	0.30	0.37	1.38	0.419	0.10	9.6	14%
14:13:50	1.4	2.33	0.30	0.37	1.34	0.408	0.09	9.3	14%
14:14:00	1.3	2.34	0.30	0.37	1.40	0.416	0.10	9.5	14%
14:14:10	1.4	2.34	0.30	0.37	1.39	0.418	0.10	9.6	15%
14:14:20	1.3	2.35	0.30	0.37	1.41	0.428	0.10	9.8	14%
14:14:30	1.3	2.33	0.30	0.38	1.39	0.420	0.10	9.6	14%
14:14:40	1.3	2.34	0.30	0.37	1.41	0.425	0.10	9.8	14%
14:14:50	1.3	2.34	0.31	0.37	1.39	0.424	0.10	9.7	13%
14:15:00	1.4	2.34	0.30	0.37	1.40	0.424	0.10	9.7	14%

【中小水力発電分野】
株式会社北陸精機 パワーアルキメデス EN0018

時刻	発電出力 [kW]	有効落差 [m]	取水位	放水位	流速	流量 [m³/s]	速度水頭	理論出力 [kW]	総合効率 [%]
14:15:10	1.3	2.34	0.30	0.37	1.41	0.425	0.10	9.8	13%
14:15:20	1.3	2.34	0.31	0.37	1.40	0.429	0.10	9.9	13%
14:15:30	1.4	2.34	0.30	0.37	1.39	0.415	0.10	9.5	14%
14:15:40	1.4	2.35	0.31	0.37	1.41	0.434	0.10	10.0	14%
14:15:50	1.4	2.34	0.30	0.37	1.40	0.425	0.10	9.8	14%
14:16:00	1.3	2.33	0.29	0.37	1.39	0.407	0.10	9.3	14%
14:16:10	1.4	2.34	0.31	0.38	1.42	0.436	0.10	10.0	14%
14:16:20	1.3	2.33	0.30	0.37	1.39	0.412	0.10	9.4	14%
14:16:30	1.3	2.33	0.30	0.37	1.39	0.413	0.10	9.5	14%
14:16:40	1.3	2.34	0.31	0.37	1.41	0.430	0.10	9.9	13%
14:16:50	1.4	2.34	0.30	0.37	1.40	0.423	0.10	9.7	14%
14:17:00	1.4	2.33	0.30	0.38	1.40	0.423	0.10	9.7	14%
14:17:10	1.4	2.34	0.30	0.37	1.40	0.423	0.10	9.7	14%
14:17:20	1.4	2.33	0.30	0.38	1.39	0.420	0.10	9.6	14%
14:17:30	1.4	2.34	0.30	0.38	1.40	0.423	0.10	9.7	14%
14:17:40	1.4	2.34	0.30	0.37	1.39	0.421	0.10	9.7	14%
14:17:50	1.4	2.34	0.30	0.37	1.41	0.423	0.10	9.7	14%
14:18:00	1.4	2.34	0.30	0.37	1.39	0.419	0.10	9.6	14%
14:18:10	1.4	2.35	0.30	0.37	1.41	0.429	0.10	9.9	14%
時刻	発電出力 [kW]	有効落差 [m]	取水位	放水位	流速	流量 [m³/s]	速度水頭	理論出力 [kW]	総合効率 [%]
16:25:00	9.3	2.04	0.46	0.95	2.04	0.939	0.21	18.8	49%
16:25:10	9.0	2.04	0.47	0.95	2.02	0.944	0.21	18.9	48%
16:25:20	9.0	1.98	0.43	0.95	1.99	0.849	0.20	16.5	54%
16:25:30	8.9	2.01	0.45	0.95	2.01	0.900	0.21	17.8	50%
16:25:40	9.5	1.98	0.42	0.96	2.00	0.847	0.20	16.5	58%
16:25:50	8.9	2.01	0.44	0.95	2.00	0.890	0.20	17.5	51%
16:26:00	9.1	2.03	0.47	0.96	2.02	0.947	0.21	18.9	48%
16:26:10	9.1	2.02	0.47	0.96	1.98	0.920	0.20	18.2	50%
16:26:20	9.4	2.02	0.45	0.95	2.01	0.914	0.21	18.1	52%
16:26:30	8.9	2.02	0.43	0.95	2.14	0.910	0.23	18.1	49%
16:26:40	9.2	2.02	0.47	0.95	1.96	0.923	0.20	18.3	50%
16:26:50	9.4	2.01	0.46	0.96	2.00	0.912	0.20	18.0	52%
16:27:00	9.3	1.99	0.44	0.96	1.98	0.876	0.20	17.1	54%
16:27:10	9.0	2.01	0.45	0.96	2.02	0.912	0.21	18.0	50%
16:27:20	9.2	2.01	0.44	0.95	2.04	0.906	0.21	17.9	52%
16:27:30	9.3	2.01	0.44	0.95	2.03	0.895	0.21	17.6	53%
16:27:40	9.0	1.99	0.42	0.95	2.02	0.858	0.21	16.8	54%
16:27:50	9.0	2.01	0.43	0.95	2.04	0.887	0.21	17.5	51%
16:28:00	8.9	2.02	0.46	0.95	1.97	0.900	0.20	17.8	50%
16:28:10	8.9	2.02	0.48	0.95	1.92	0.916	0.19	18.2	49%
16:28:20	10.0	1.96	0.43	0.96	1.89	0.818	0.18	15.8	64%
16:28:30	8.4	2.00	0.42	0.94	2.03	0.857	0.21	16.8	50%
16:28:40	9.1	2.03	0.46	0.95	2.04	0.932	0.21	18.6	49%
16:28:50	9.1	1.99	0.42	0.95	1.99	0.845	0.20	16.5	55%
16:29:00	8.7	2.01	0.45	0.95	1.98	0.887	0.20	17.5	50%
16:29:10	9.0	2.02	0.47	0.96	2.02	0.942	0.21	18.7	48%

【中小水力発電分野】
株式会社北陸精機 パワーアルキメデス EN0018

時刻	発電出力 [kW]	有効落差 [m]	取水位	放水位	流速	流量 [m³/s]	速度水頭	理論出力 [kW]	総合効率 [%]
16:29:20	9.4	2.03	0.46	0.95	2.04	0.943	0.21	18.8	50%
16:29:30	9.0	2.04	0.48	0.95	1.95	0.942	0.19	18.8	48%
16:29:40	9.9	2.00	0.44	0.95	2.02	0.879	0.21	17.2	57%
16:29:50	9.5	1.99	0.44	0.96	2.00	0.874	0.20	17.1	56%
16:30:00	9.2	2.04	0.47	0.95	2.05	0.958	0.21	19.2	48%
16:30:10	9.0	2.02	0.45	0.95	2.01	0.910	0.21	18.0	50%
16:30:20	9.2	2.00	0.43	0.95	2.03	0.878	0.21	17.3	53%
16:30:30	9.3	2.01	0.45	0.95	2.01	0.906	0.21	17.9	52%
時刻	発電出力 [kW]	有効落差 [m]	取水位	放水位	流速	流量 [m³/s]	速度水頭	理論出力 [kW]	総合効率 [%]
16:46:30	10.7	2.10	0.59	0.93	1.59	0.941	0.13	19.4	55%
16:46:40	11.1	2.13	0.59	0.94	1.81	1.072	0.17	22.4	49%
16:46:50	11.1	2.12	0.57	0.93	1.83	1.041	0.17	21.6	51%
16:47:00	11.1	2.06	0.52	0.93	1.75	0.919	0.16	18.6	60%
16:47:10	11.1	2.05	0.52	0.93	1.75	0.901	0.16	18.1	61%
16:47:20	11.0	2.07	0.54	0.93	1.72	0.925	0.15	18.8	59%
16:47:30	11.0	2.15	0.62	0.93	1.76	1.084	0.16	22.9	48%
16:47:40	11.0	2.08	0.54	0.93	1.79	0.968	0.16	19.8	56%
16:47:50	11.2	2.11	0.58	0.94	1.73	1.011	0.15	20.9	54%
16:48:00	11.1	2.09	0.55	0.93	1.75	0.967	0.16	19.8	56%
16:48:10	10.9	2.11	0.56	0.93	1.77	0.997	0.16	20.6	53%
16:48:20	11.0	2.09	0.56	0.94	1.73	0.975	0.15	20.0	55%
16:48:30	11.2	2.10	0.57	0.93	1.74	0.983	0.15	20.2	55%
16:48:40	11.0	2.08	0.55	0.93	1.74	0.954	0.15	19.5	56%
16:48:50	10.9	2.11	0.59	0.93	1.67	0.987	0.14	20.5	53%
16:49:00	11.2	2.10	0.57	0.94	1.82	1.028	0.17	21.2	53%
16:49:10	11.1	2.09	0.55	0.93	1.79	0.984	0.16	20.2	55%
16:49:20	11.3	2.12	0.59	0.94	1.78	1.049	0.16	21.8	52%
16:49:30	11.1	2.06	0.52	0.94	1.81	0.939	0.17	19.0	59%
16:49:40	11.1	2.09	0.55	0.93	1.78	0.977	0.16	20.0	55%
16:49:50	11.1	2.08	0.55	0.93	1.74	0.959	0.15	19.6	57%
16:50:00	11.1	2.06	0.54	0.93	1.73	0.926	0.15	18.8	59%
16:50:10	11.1	2.07	0.53	0.93	1.75	0.936	0.16	19.0	58%
16:50:20	10.8	2.07	0.55	0.93	1.67	0.917	0.14	18.6	58%
16:50:30	11.2	2.11	0.58	0.94	1.78	1.030	0.16	21.4	52%
16:50:40	11.2	2.09	0.57	0.94	1.71	0.983	0.15	20.2	56%
16:50:50	11.3	2.08	0.55	0.93	1.74	0.958	0.15	19.6	58%
16:51:00	11.0	2.09	0.57	0.93	1.71	0.965	0.15	19.8	55%
16:51:10	10.8	2.10	0.57	0.93	1.68	0.959	0.14	19.7	55%
16:51:20	11.0	2.09	0.55	0.93	1.80	0.989	0.16	20.3	54%
16:51:30	10.8	2.16	0.60	0.92	1.80	1.089	0.17	23.0	47%
16:51:40	11.0	2.11	0.58	0.93	1.71	0.990	0.15	20.5	53%
16:51:50	11.1	2.08	0.54	0.93	1.77	0.957	0.16	19.5	57%
16:52:00	11.0	2.12	0.54	0.93	1.97	1.064	0.20	22.1	50%

【中小水力発電分野】
株式会社北陸精機 パワーアルキメデス EN0018

時刻	発電出力 [kW]	有効落差 [m]	取水位	放水位	流速	流量 [m³/s]	速度水頭	理論出力 [kW]	総合効率 [%]
17:11:30	11.0	2.09	0.54	0.94	1.88	1.014	0.18	20.8	53%
17:11:40	11.1	2.09	0.54	0.92	1.79	0.974	0.16	20.0	55%
17:11:50	11.0	2.09	0.54	0.93	1.81	0.975	0.17	20.0	55%
17:12:00	10.9	2.10	0.54	0.92	1.83	0.990	0.17	20.4	53%
17:12:10	11.1	2.09	0.54	0.93	1.82	0.984	0.17	20.2	55%
17:12:20	10.9	2.08	0.52	0.93	1.86	0.969	0.18	19.8	55%
17:12:30	10.8	2.10	0.54	0.93	1.85	0.998	0.18	20.5	53%
17:12:40	11.1	2.09	0.54	0.93	1.85	0.992	0.17	20.4	54%
17:12:50	11.3	2.13	0.59	0.93	1.81	1.067	0.17	22.3	51%
17:13:00	11.0	2.09	0.55	0.94	1.81	0.988	0.17	20.2	54%
17:13:10	11.0	2.10	0.54	0.93	1.87	1.012	0.18	20.8	53%
17:13:20	11.0	2.07	0.52	0.93	1.83	0.953	0.17	19.4	57%
17:13:30	11.0	2.09	0.53	0.92	1.85	0.974	0.17	20.0	55%
17:13:40	11.0	2.14	0.59	0.92	1.83	1.075	0.17	22.6	49%
17:13:50	11.0	2.12	0.58	0.93	1.74	1.014	0.15	21.1	52%
17:14:00	11.1	2.12	0.58	0.93	1.81	1.043	0.17	21.7	51%
17:14:10	11.0	2.09	0.54	0.93	1.83	0.987	0.17	20.3	54%
17:14:20	10.7	2.05	0.50	0.92	1.76	0.881	0.16	17.7	60%
17:14:30	11.0	2.14	0.55	0.92	2.00	1.106	0.20	23.2	47%
17:14:40	11.1	2.10	0.56	0.93	1.76	0.992	0.16	20.4	55%
17:14:50	10.6	2.08	0.52	0.92	1.84	0.950	0.17	19.4	55%
17:15:00	10.8	2.13	0.58	0.93	1.83	1.055	0.17	22.0	49%
17:15:10	11.2	2.11	0.58	0.93	1.73	0.998	0.15	20.6	54%
17:15:20	10.9	2.11	0.56	0.93	1.86	1.031	0.18	21.4	51%
17:15:30	10.9	2.11	0.54	0.92	1.86	1.002	0.18	20.7	53%
17:15:40	11.2	2.07	0.53	0.92	1.72	0.918	0.15	18.7	60%
17:15:50	11.1	2.07	0.53	0.92	1.75	0.931	0.16	18.9	58%
17:16:00	11.1	2.12	0.55	0.92	1.87	1.031	0.18	21.4	52%
17:16:10	11.1	2.07	0.53	0.93	1.75	0.925	0.16	18.8	59%
17:16:20	10.9	2.10	0.55	0.92	1.82	0.991	0.17	20.5	53%
17:16:30	11.3	2.12	0.59	0.93	1.72	1.010	0.15	21.0	54%

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます。
この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔Aランク〕のみを用いて作製しています。