

【事業名】開放水路用低落差規格化上掛け水車発電システムの開発

平成23年4月21日

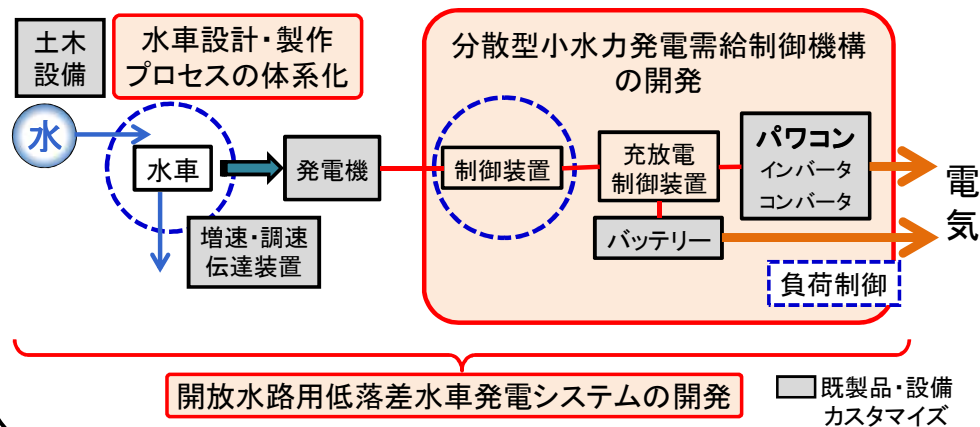
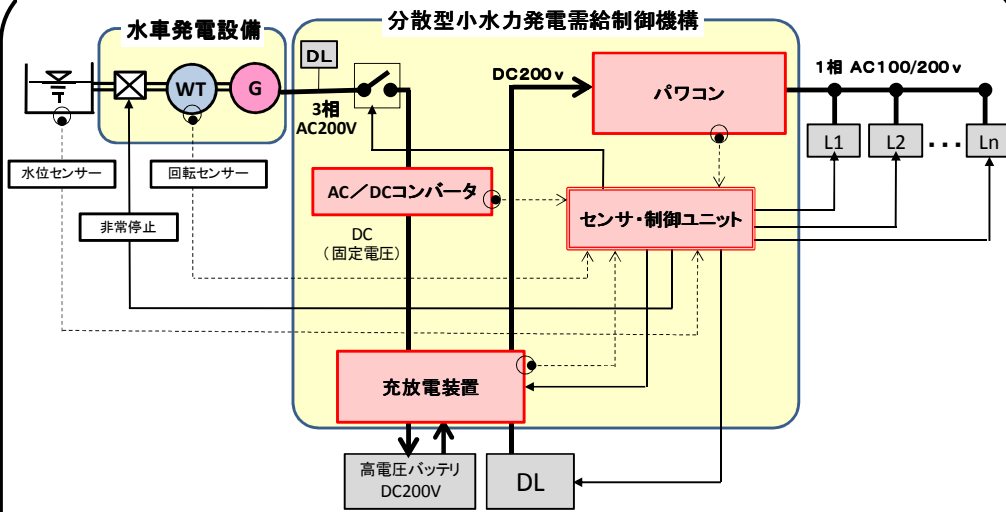
【代表者】茨城大学 小林 久

【実施年度】平成21～22年度

(1)事業概要

開放水路の未利用低落差開発に適合する小水力発電装置(上掛け水車発電装置)を考案・試作し、規格化・量産による設備導入コスト・運転コスト低減を追究するとともに、需要側制御システムの可能性を検討して、適応性・受容性・採算性を改善することで、小水力開発を拡大できる分散型電源の設備・システムのプロトタイプを開発し、水車設備の設計～製造プロセスを体系化する。

(2)システム構成



(3)目標

- 水車発電システム(水車設計・製作プロセス体系化と全体システム開発)
- ・開発規模: 3～5kW規模/m(水路幅)、流量0.2～0.3m³/s/m(水路幅)
- ・仕様: 直径1～2m(対象落差2m+)の上掛け水車発電設備, 耐用年数20年以上
- ・水車効率: 増速機出力70%以上(総合発電効率: 65%以上)
- 発電・負荷制御装置(分散型小水力発電需給制御機構開発)
- ・水車発電・負荷マッチング制御機構・装置の開発
- ・需給調整用バッテリー充放電機構・装置の開発

(4)導入シナリオ

<事業展開におけるコストおよびCO₂削減見込み>
 実用化段階コスト目標: 75万円/kW(10-50kW出力設備)
 実用化段階単価償却年: 10年程度(電力単価15～20円/kWhとして)

年度		2010	2013	2015	2018	2020 以降
目標	箇所数/年(累積)	0	150 (150)	500 (1000)	800 (3100)	1000 (5000)
	総設備容量(千kW/年)	0	3,000	20,000	62,000	100,000
	販売価格(千円/kW)	—	1,500	1,250	1,000	750
CO ₂ 削減量(t-CO ₂ /年)	追加量	0	11,500	38,200	61,100	76,400
	累積量	0	11,500	76,400	236,800	381,900

<事業スケジュール>

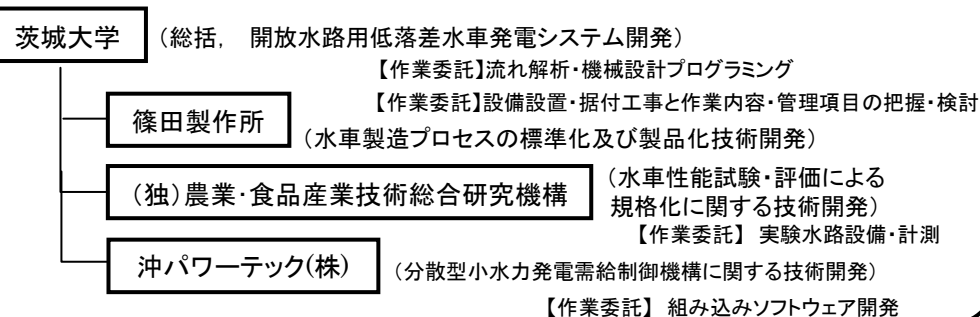
2011年からの導入初期は、モデル導入事業等を活用して、都道府県営および団体営の用水路を主な対象として設置する。2013年からは、団体営・市町村営の(用)水路および準用河川・普通河川の適地に対して本格的な導入拡大をめざす。

年度	2011	2013	2015	2020
都道府県営および団体営の用水路へのモデル導入	→			
団体営・市町村管理の水路&準用・普通河川への拡大	→			

(5)技術開発スケジュール及び事業費

	H21年度	H22年度	H23年度
水車設計・製作プロセスの体系化	→	→	→
分散型小水力発電需給制御機構の開発	→	→	→
開放水路用低落差水車発電システムの開発 (要素・システムの統合)	→	→	→
仕様・プロセス標準化	→	→	→
全体システムの評価	→	→	→
	44,347千円	50,000千円	

(6)実施体制



(7)技術・システムの技術開発の詳細

(1)水車設計・製作プロセスの体系化

- ・調査事例を増やして導入可能性を追加確認し、発電システムが対応すべき負荷パターンを明らかにする。
- ・水車設計の考え方を確定し、流量・落差から水車構造・水車各部分の寸法を決定する設計支援ツールを作成する。
- ・耐久性のある製品モデル水車を製作するとともに、製作プロセス・管理基準を整理し、材料選定～水車製作までの作業標準・品質管理のための手引きとして取りまとめる。

(2)分散型小水力発電需給制御機構の開発

- ・需給調整用バッテリーを組み込んだ負荷制御機構を、既製品のカスタマイズの可能性検討するとともに、需給・水車発電の一体制御のS/W, H/Wを設計し、制御機器の組み合わせ試験や負荷組み合わせ試験などを行って、実用性が高く、製品化が可能な分散型小水力発電需給制御機構を開発し、装置を試作する。
- ・系統連系協議を行い、連系時の小水力発電システムの制御機構について検討する。

(3)開放水路低落差水車発電システムの開発

- ・「(1)水車設計・製作プロセスの体系化」と「(2)分散型小水力発電需給制御機構の開発」を統合して、需給・水車発電の一体制御機構を有する開放水路の低落差を利用できる分散電源としての水車発電システムを開発する。
- ・流況・水路構造別の取水・放水施設、水車設置手法を検討し、流水状況や水路条件ごとに最適な設置・運用手法・条件を明らかにする。
- ・試験結果や開発するシステム構成等に基づき、量産化・製品化によるコスト削減及び導入予測を行い、CO₂排出量の削減効果を見積り、システムの有用性を評価する。

(8)これまでの成果

■水車発電システム開発

- ・2～4kW水車(実用時0.5kW～60kWを想定)の設計手法を検討し、直径1.0～2.0mの試験機を4台製作(うち1台は実用モデル)した。
- ・試験用水路施設、水車発電設備及び負荷試験装置を製作し、性能試験を実施した。
- ・水車構造設計手法を検討し、製作図作成プログラムを開発した。(1月時点プログラム作成, 3月改良・完成予定)
- ・材料選定・水車製作基準書を作成し、量産時生産コスト推計(1月ドラフト, 3月最終)
- 発電・負荷制御装置(1月試作装置の試験, 3月までに改良)
- ・水車発電AC/DC変換機構、蓄電制御機構、DC/AC変換-負荷追従制御機構を検討し、室内実験用のAC/DC変換装置、CCCV制御装置、パワーコンディショナを製作した

(9)成果発表状況

- ・農業農村工学会大会講(8月31日～9月2日)「開放水路用低落差上掛け水車発電システムの開発」(発表者:小林久)
- ・九州大学G-COEフォーラム講演(7月10日)「Small Hydropower」(発表者:小林久)
- ・新エネルギーフォーラム2010富山(11月7日)「再生可能エネルギーによる農村再生」(発表者:小林久)
- ・生存科学シリーズ4(「小水力発電を地域の力で」, 公人の友社)「発電システムの構成と主な設備」(p.65, 79～82:小林久)

(10)期待される効果

○2014年時点の削減効果

(試算方法パターン C, II-i)

- ・地方自治体のモデル事業・支援事業により20kW出力の設備が50箇所、先進的取り組み実績として500箇所(各都道府県10箇所程度)
- ・年間CO₂削減量:4.2万t-CO₂

現行電力のCO₂排出原単位:0.555kg-CO₂/kWh
 今回開発システムによる電力のCO₂排出原単位:0.010 kg-CO₂/kWh (仮定)
 小水力発電設備の年間稼働率を80%(8760時間×0.8)
 以上より、(20kW×8760時間×0.8)×550箇所×(0.555-0.01)kg-CO₂/kWh
 =4.2万t-CO₂

○2020年時点の削減効果

(試算方法パターン C, II-i)

- ・国内潜在市場規模:2万箇所((経産省資源エネルギー庁調査の1000kW出力以上の開発可能出力・地点数の関係を20kW出力まで延長して推計した最大開発可能地点数91千箇所の20%程度に設置可能とした)
- ・2020年度に期待される最大普及量:5千箇所(新規参入による年間生産能力。なお、従来システムの販売実績は10台以下/年)
- ・年間CO₂削減量:38万t-CO₂

現行電力のCO₂排出原単位:0.555kg-CO₂/kWh
 今回開発システムによる電力のCO₂排出原単位:0.010 kg-CO₂/kWh (仮定)
 小水力発電設備の年間稼働率を80%(8760時間×0.8)
 以上より、(20kW×8760時間×0.8)×5000箇所×(0.555-0.01)kg-CO₂/kWh
 =38万t-CO₂

地球温暖化対策技術開発評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 5.6点（10点満点中）
- 評価コメント
 - 水車の開発およびその標準化に向けた取組は高く評価されるが、既存の水車との比較があるとよりよかった。
 - 発生電力—負荷の合理的なマッチングが検討されているが、小水力導入のための需要側を含めたシステムとしての、検討が弱く、今後その点を深めて欲しい。
 - 事業化には多くの利権・利害が絡みやすいと推定されることから、WIN—WINの実施例を積み上げて行くことが潜在需要の発掘につながると考えられる。
 - 実用化に向け、需要側の実用性の規模が小さく、拡大への展開も具体性がないため、技術の評価が困難。
 - 価格低減見込みが小さいことが問題。kWh価格について、明確なデータは示されていないが、最大で20円/kWh、かつ将来はより低廉な価格とすることが求められていることを認識することが必要。
 - コスト面の課題を乗り越える技術的な見通しが甘い状態で事業を行ったように思われる。
 - 普及へ向けた取組に強化するべきであり、現場での長期の実証が必要。