

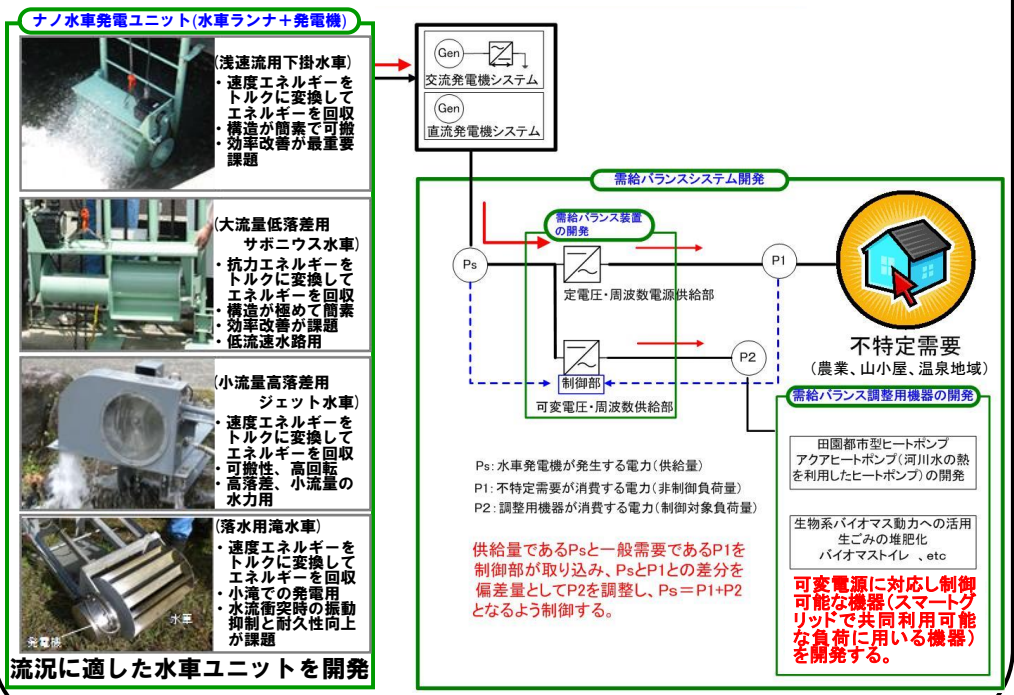
(1)事業概要

水力の利用促進のため、自然と共生(土木工事が不要)する高効率かつ低コストの『ナノ水車発電ユニット』と『スマートグリッド化技術』を開発する。具体的には、水車ランナ・発電機の構造の変更により効率の向上と低コスト化を両立すると共に、電力供給側と需用側との需給バランスを調整するスマートグリッド技術を開発する。これにより、未開発包蔵水力の利活用を技術的、経済的に実現し、CO<sub>2</sub>の大幅削減を達成する。

(2)システム構成

水は、流速、流量及び水の流れる形で、エネルギーを包蔵しているため、包蔵の仕方によって、そこからエネルギーを取り出す水力機器の原理や型式は異なる。そこで、スマートグリッド近傍の自然や地域にあったナノ水車発電ユニット(水車ランナ、発電機)が必要になる。また、複数の水車発電ユニットと電力需要側とを連結し、需給バランスを調整するシステムも開発する。需給バランスシステムは、ナノ水車発電ユニット群からの供給電力量と、不特定需要の消費電力量との差分を需給バランス調整用機器(特定需要)で調整消費することで、常に最大効率条件で水力エネルギーから電力得ることを可能とする。

ナノ水車発電ユニットによる独立型スマートグリッドシステム概要図



(3)目標

本事業の『ナノ水車発電ユニットによるスマートグリッドシステム』は、開発目標を設置容量3kWとし、土木工事が不要で自然と共生する製品である。現状の太陽光発電と比較して、設備利用率が5倍(60%)、発電量あたりの導入コストが1/2での製品化を目指す。水車ランナ効率を80%、発電機総合効率を80%と高効率化し、グリッドシステムによる複数の水車発電ユニットの連系により、太陽光パネルの変換効率の4倍である60%の電力変換を可能とする。2020年までに、販売価格400万円/台・累計91,000台を販売することにより、152万t/年のCO<sub>2</sub>削減量を達成することを最終目標とする。

(4)導入シナリオ

<事業展開におけるコストおよびCO<sub>2</sub>削減見込み>

実用化段階コスト目標: ナノ水車ユニット200万円/台、スマートグリッド 200万円/台  
 実用化段階単純償却年: 11年(水車1台時、軽油発電機比、軽油: 1kWh ≒ 40円、水車2台時: 7年、3台時: 5.7年)

年度	2010	2014	2016	2018	2020
目標販売台数(台)	0	500	5,000	16,000	34,000
目標販売価格(円/台)	—	500万	480万	430万	400万
CO <sub>2</sub> 削減量(t-CO <sub>2</sub> /年)	0	8,350	133,600	567,800	1,519,700

※上記の価格にランニングコストは含んでいない。

<事業スケジュール>

2010年後半にデモ商品を自治体へ導入してモデル事業を展開し、本商品の開発成功事例を広報することで、市場の立上げをはかる。2012年の商品開発直前から、東京発電独自のノウハウを蓄積してきたマイクロ水力発電のビジネスモデル「Aqua μ」(H18年度「新エネ大賞」新エネ財団賞)をベースとして製造・販売体制を構築し、国内販売網を広げる。2013年中に、海外の市場調査を実施しつつ、国内においては量産設備の建設を開始する。また、保守点検を実施する代理店を全国に配置し、メンテナンス網を構築する。農協、農事組合、自治体と連携することで2014年から量産品の販売ができる体制をつくり、販路を拡大する。

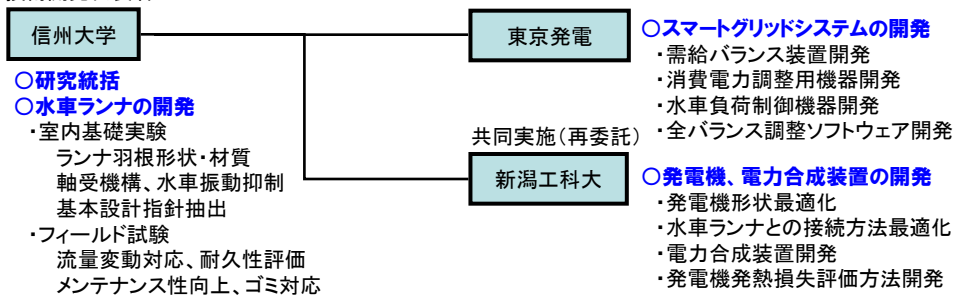
年度	2010	2013	2014	2018	2020
自治体へ導入 (長野県須坂市)	モデル事業開始				
生産・販売体制構築 東京発電「Aqua μ」類似					
農協・農事組合・自治体と連携し、販路拡大					

## (5)技術開発スケジュール及び事業費

	H22年度	H23年度	H24年度
水車ランナーの試作・開発			→
発電機の試作・開発			→
スマートグリッドシステムの開発			→
モデル実験(実証試験)			→
要素・システムの統合・評価			→
成果取りまとめ			→
市場調査			→
	82,575千円	111,150千円	43,232千円

## (6)実施体制

技術開発代表者



## (7)技術・システムの技術開発の詳細

### (1)水車ランナ(羽根車)の開発

水流から効率良くエネルギーを取り出す羽根形状を決定する。実証試験用の水車発電機の試験を行い、外乱(水量変化、ゴミ、土砂の流入)の影響について評価し、安定した電力供給が行える指針を連続運転により検討する。

### (2)セル型発電機の開発

無負荷高速回転時のステータコアの鉄損を軽減して、発電機の温度上昇値を75℃以下とする発電機構造を得る。発電機の温度上昇状況の検証を発電機特性評価システムで行い、高速回転を長時間維持するための改良を行う。

### (3)グリッドシステムの開発

各種制御機構(ハードとソフトの両面)について改良する。需給調整システムの動作確認を行い、大きな負荷変動、出力変動に対する応答性、制御時の電力品質の確認を行う。

### (4)全体システム(制御システム)の最適化

グリッド、水車発電機群を含むシステム全体で、想定できる過渡現象を発生させたときの挙動を確認し、システムの安定を確保する最適化を行う。

## (8)これまでの成果

- ・農業用水路で想定される水流状況(3種類)に適用できる水車(3種類)の実証試験を実施し、実用化可能な水車効率(最大66%)を得た。
- ・従来型よりも塵埃捕集率が高く、スクリーン上の塵埃除去が極めて容易に行える除塵スクリーンを開発した。
- ・500Wのセル型発電機の並列および直列利用を可能にし、その際の発電機効率がそれぞれ92.9%、87.9%を達成し、鉄損軽減方法も検証した。
- ・オフグリッドでナノ水車群と需要側との需給バランスを自動調整するシステムを確立した。
- ・グリッドシステムの電力系統品質を商用電力系統と同様の高品質とすることができた。

## (9)成果発表状況

1. 滝用水車に関する研究(曲面流路を用いた水流方向制御の検討), 飯尾昭一郎, 大池真悟, 山崎正浩, 木本海花, 片山雄介, 池田敏彦, ターボ機械, 40(12), 745-753(2012).
2. オフグリッドの小水力発電システム開発, 飯尾昭一郎, 池田敏彦, 再生可能エネルギー世界展示会RE2012 JCREフォーラム: 中小水力・未利用エネルギー活用セミナー(2012. 12.6).
3. Influence of Setting Condition on Characteristics of Savonius Hydraulic Turbine with a Shield Plate, S.Iio, Y.Katayama, F.Uchiyama, E.Sato, T. Ikeda, *J. Therm. Sci.*20(3),224-228(2011).
4. Numerical Simulation for Water Flow through a Nano-Hydraulic Turbine, H.Fukuhara, T.Uchiyama, S.Iio, T. Ikeda, *Int. Symp.EcoTopia Sci.*, 10P04-02(7191), 264 (2011).
5. Study on Cross-Flow Runner for Environmentally Friendly Nano-Hydraulic Turbine utilizing Waterfall (Influence of Waterfall Thickness on The Runner Performance), M.Yamazaki, S.Oike, S.Iio, T. Ikeda, *AJK2011-077037*, 1-4(2011).

## (10)期待される効果

### ○2012年時点の削減効果

(試算方法パターン C,III-i)

- ・モデル事業によりナノ水車発電ユニット(3kW仕様)5台 導入
- ・年間CO<sub>2</sub>削減量: 約83.5(t-CO<sub>2</sub>)

従来システム(エンジン発電機: 3kW仕様)

軽油: 6,358ℓ 軽油の炭素排出係数: 2.624 (kg-CO<sub>2</sub>)/ℓ

従来システムの1台当りのCO<sub>2</sub>排出量

$$6,358\ell \times 2.624 (\text{kg-CO}_2)/\ell = 16.7 (\text{t-CO}_2)/\text{台}$$

※従来の軽油を利用した発電機がナノ水車発電ユニットに変わったとし、

水力発電の場合、発電時の二酸化炭素は排出しないと仮定すると

$$\text{排出量} = \text{削減量 } 16.7 (\text{t-CO}_2)/\text{台} \cdots (\text{III-i})$$

当事業で、5台  $\cdots$  (C)導入したとすると

$$\text{年間CO}_2\text{削減量} = 5\text{台} \times 16.7 (\text{t-CO}_2)/\text{台} = 83.5 (\text{t-CO}_2)$$

### ○2020年時点の削減効果

(試算方法パターン C,III-i)

- ・国内潜在市場規模: 日本の稲作農家数 約177万戸(2000年農林業センサス)、源泉数 28,000件(温泉実態調査報告書)、銭湯数 5,000件(全国浴場組合加盟数)以上の総数より、180万台以上の国内潜在市場規模がある。

2020年度に期待される最大普及量: 累計9.1万台(最大生産台数)

$$\text{年間CO}_2\text{削減量} = 9.1\text{万台} \times 16.7 (\text{t-CO}_2)/\text{台} = 152\text{万} (\text{t-CO}_2) / \text{年}$$



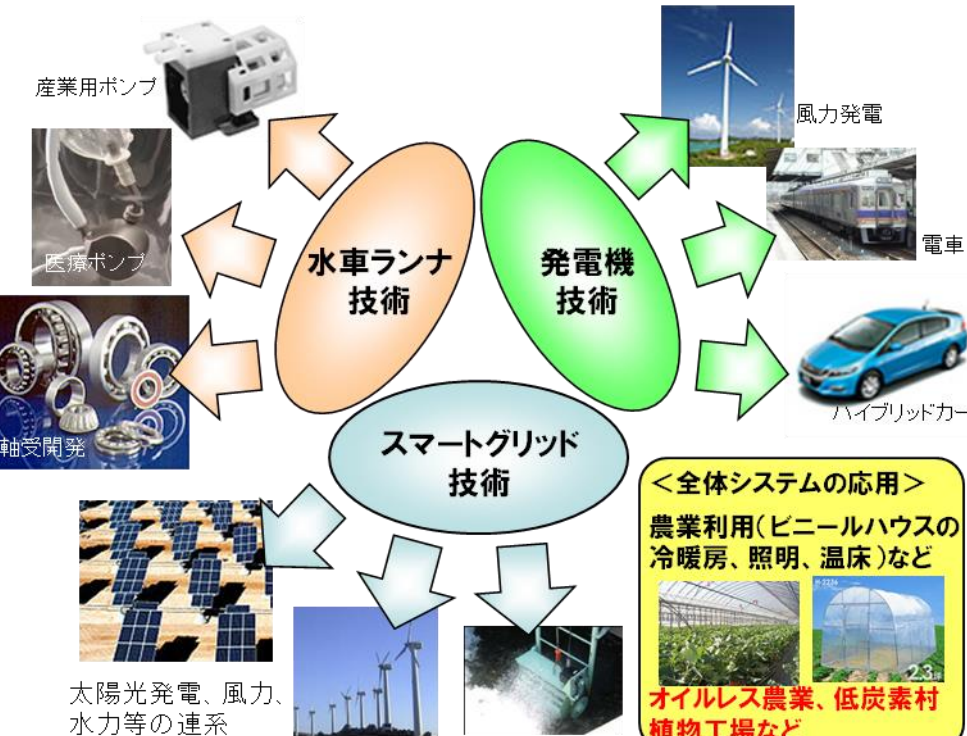
## (11)技術・システムの応用可能性

**ナノ水車ランナ**…本技術開発で得る「羽根車の最適形状」に関する成果は、産業分野、医療分野などのポンプへの技術転用が可能であり、ポンプの高効率化、低コスト化にもつながる。「振動抑制方法」についての成果は、軸受メーカーへの振動データ提供、あるいは振動抑制手法を提供することで、軸受分野での技術開発の貴重な情報となりうる。特に、軸受の長寿命化につながるため、産業分野のあらゆるところで利用される回転機器のメンテナンス周期の延長が可能となり、間接的にCO<sub>2</sub>削減につながる。

**発電機**…本技術開発で得る「スロット型発電機」は、風力発電への転用が可能である。風力発電は現在増速機構が必須であるが、増速機構の排除による高効率化、低コスト化は風力発電導入量およびCO<sub>2</sub>削減量の拡大につながる。また、基本構造として、電車やハイブリッドカーで利用されている発電ブレーキへの技術転用も可能である。

**スマートグリッドシステム**…本技術開発で得る「独立型スマートグリッド」は、太陽光、風力、地中熱発電など、他の再生可能エネルギーのグリッド化にも適用可能である。異なる種類の再生可能エネルギーを本グリッドシステムで連系することで、無電地域においても昼夜あるいは季節を問わず、安定した電力が得られる。大きなCO<sub>2</sub>削減効果が期待される。

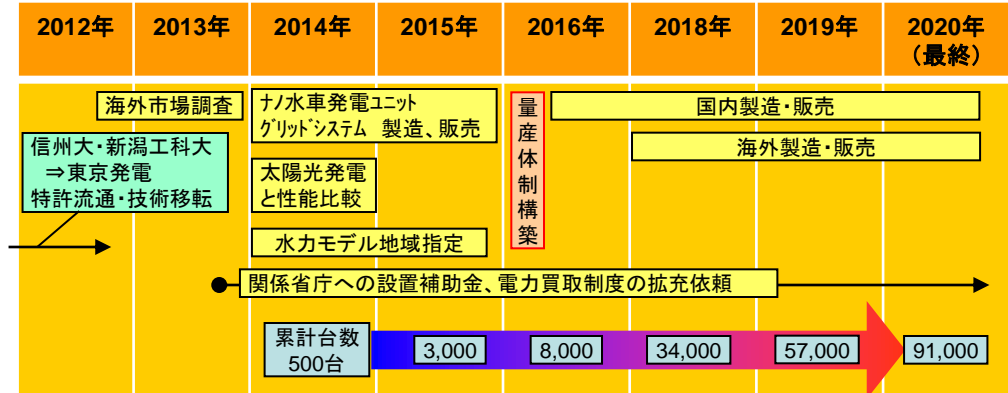
全体システムとしては、化石燃料に依存してきた農業分野への応用(例えば、温床、ハウス暖房、照明など)で、農業分野でのCO<sub>2</sub>排出量削減と脱化石燃料に貢献できる。



## (12)技術開発終了後の事業展開

### ○市場拡大シナリオ、量産化・販売計画

- 2014年～2015年では、長野県や新潟県の中小企業を中心としてナノ水車発電ユニット、グリッドシステムの製造・販売を行う。生産体制増強時には、韓国等での委託生産も検討する。
- 2014年では、競合対象となる太陽光発電との性能比較を実施し、当製品の優位性を示すデータを収集し、販路拡大の宣伝資料とする。
- 当事業との同時進行で、経産省・農水省・環境省等へ、ナノ水力発電の設置補助金や電力買取価格優遇の検討をお願いする。
- 2015年～2016年では、一般販売とともに、ナノ水力モデル地域の指定を進める。たとえば、農産部・温泉観光地等でナノ水車発電ユニットによるスマートグリッドを導入し、水力エネルギー導入の低炭素村等として発信する。住民、地方自治体、農業組合等と連携して実施する。
- 2016年以降は、ナノ水車発電ユニット、スマートグリッド製造専用の生産ラインをつくり、本格的な量産体制を構築する。同時に、全国の電力会社やその代理店を通じて、全国展開を図る。
- 2018年以降、本事業が順調に経過した場合、インドネシア・ネパール等を中心に、海外展開を図る。上記の国は、未開発包蔵水力が豊富であるが、大規模ダム開発は費用、地理的条件から困難である。また、集落が分散しているため、ナノ水車発電ユニットとグリッドシステムの需要が大きいと推測される。当項目は、市場調査が必要であり、他の発展途上国開発等に関する資金を利用して、現地調査と導入可能性の評価を2014年の前までに実施する。



### ○シナリオ実現上の課題

- 早期の研究資金の確保
- 量産設備の資金調達
- 水利権等関係所轄との設置手続きの複雑化の可能性
- 再生可能エネルギー設備の導入・保守を行う専門人材の不足
- 海外の市場動向調査と販売網拡大のための海外メーカーとの連携強化

### ○行政との連携に関する意向

- 水力向けの研究資金の充実
- 再生可能エネルギー設備等の規格の統一(CO<sub>2</sub>排出量、設置基準)
- 地方公共団体による地域への導入支援事業の展開 等

# CO<sub>2</sub>排出削減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 6.5点（10点満点中）

- 評価コメント

- 一部、目標を達成できていないところがあるが、軽量性と角度依存性の緩やかさを活かした設置場所の開拓などによって、今後の普及の可能性が残されている。
- 需要先にサンベルト地帯を想定しているが、本当に競争力があるか疑問。本年から量産とのことなので実績に注目したい。
- コスト低減化に関する検討もなされ、実用化に向けた進展が認められる。通常のPVシステムに比べてコスト的に有利な需要先も検討されているが、通常のPVシステムの低価格化も進んでいるので、一層のコスト削減に向けた技術開発を期待したい。
- 目標を数値的に達成したことは評価する。一方、追尾型PVの提案を行って始まった研究PJであり、その出口戦略としての普及について、責任をもって対応することを望む。