

2016-06-25

第5回かごしま小水力発電セミナー

「小水力発電用 発電機開発と 導入事例」

株式会社 明和製作所



内容

- ① 会社概要
- ② 小水力用 発電機開発
- ③ 導入事例
- ④ 製品案内
- ⑤ その他応用事例

① 会社概要

MEIWA ELECTRIC MOTORS  
株式会社 明和製作所

- 所在地 福岡県糸島市志登130-1
- 設立 1959年11月
- 代表者 生野岳志 (代表取締役 社長)
- 資本金 22百万円(総資本10億、自己資本4億)
- 主要株主 三菱電機(14.2%) 生野岳志、生野壽美子
- 事業内容 電気モータ、歯車、ダイカスト製品等の設計・製造・販売 / 小型電動車両販売
- 工場規模 敷地面積:15,750㎡ 建物面積:5,900㎡  
設備機械:330台 従業員数:85名

各種業界で活躍する明和のモータ

<p>整流子モータ</p>	<p>DCマグネットモータ</p>	<p>SR(ブラシレス)モータ</p>	<p>歯車、ダイカスト部品</p>	<p>電動工具、機器</p>
<p>電力遮断</p>	<p>自動搬送</p>	<p>切断</p>	<p>ボフ</p>	<p>電動工具</p>
<p>自動車用電子溶接ライン専用工具</p>	<p>駆動位置決め</p>	<p>自動用インテ</p>		

カスタム設計・小ロット生産 MEIWA ELECTRIC MOTORS  
認定取得: ISO14001/9001, CCC

高トルク・高回転・小型モータ(100W-1kW)なら 最速専用設計と一貫生産でお応えします。  
Made in Fukuokaの品質、生産リードタイム2ヶ月(年間200台、1ロット50台より)

小型で馬力のあるモータが必要だ。

減速機付きで。

中国認証やRoHS対応も必要だ。

標準品では不満だ!

1万回転/分以上の高速回転が必要

電子制御もしたい。



整流子モータ DCマグネットモータ



MEIWA SRM SRモータ

用途例: 電力遮断器、各種工具・機械装置、各種ポンプ、ブレーキ、攪拌機、掃除機、ブローア、電動バイク、小型EVなど

お任せ下さい! 明和が引受けます。(モータ単体から組込機器のOEMまで)

http://www.meiwa-ss.co.jp  
E-mail: info@meiwa-ss.co.jp

モータ・機器 新規案件 ご相談窓口  
Tel: 092-322-2512 (技術課)  
Fax: 092-329-1073

Since 1959 おかげさまで50周年  
株式会社 明和製作所  
MEIWA MFG. CO., LTD  
〒819-1106 福岡県糸島市志登130-1  
TEL: (092) 322-3111 (代表) FAX: (092) 322-6888

- 取り扱い品目
- SR(ブラシレス)モータ
  - 整流子モータ
  - DCマグネットモータ
  - 小型減速機・歯車
  - アルミダイカスト製品
  - 電動工具・機器



## 九州大学連携-小水力発電機開発



## 糸島市連携-観光用モビリティ運用



## ② 小水力用 発電機開発

### 小水力発電への取り組みの経緯

- 2011年に、地元自治体の糸島市より、「白糸の滝1,2,3夢プロジェクト」(後述)に九州大学との連携で取り組むにあたり、地場企業で発電機を供給できる企業を探している、との依頼があった。
- 発電機が専門ではなく、新規参入となるため、独自性を持った取組みを産学官連携で進めるために、2012年度「NEDO新エネルギーベンチャー技術革新事業」に応募し採択された。

### 小水力発電のメリット

- 「小」水力発電とは？
  - 定義: 出力1000kW以下 (~2000戸※)
    - ミニ水力: 100~1000kW (~2000戸)
    - マイクロ水力: 1~100kW (~200戸)
    - ピコ水力: ~1kW (~2戸)
- 太陽光と比べて稼働率が6倍以上で安定、高効率
- 大規模水力と比べて、設置工事が簡易で環境破壊がない。
- 地域と密着した運用に適している。
- 20kW以下については規制が緩和された。
- FIT固定買取価格の引き下げがない。

(200kW未満 36.72円/kWh)

※4人家族想定 1戸あたり 年間消費電力量 約4,000 kWh、  
発電機稼働率約 90%とした場合。

### 小水力発電の課題とニーズ

- 問題点
  - 水利権をクリアにする必要がある。
  - 太陽光に比べて適地を選ぶ。
  - 10~20kW以上は、本格的な土木建築工事が必要。適地は開発済や、山奥の場合が多い。(落差数十m)
- その中で
  - 1~10kWは今までに省みられなかった領域(落差数m)
  - 人里に適地はまだ残っているが、これまでの技術では安定した良質の電力を得ることが難しく、土木工事が簡易でも、機器コストで採算が合わない事が多かった。

⇒ ニーズ(これから伸びていくニッチ需要)

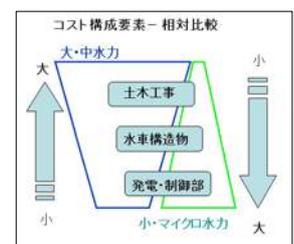
- 0.5~3m程度の低落差で、1~10kwの安定した出力が得られ、10年以内に投資回収できる発電機。

### 既存技術の問題点とコスト構成要素

- 今までの小水力発電機は数十メートルの落差と豊富な水量で、水車が安定して高速で(700~2000回転/分) 回る事を前提にしているものが多かった。

※増速機の使用は簡易・最小の範囲に留めることが望ましい。

- 低速(400回転以下)に対応する発電機(発電用モータ)は多極の特殊構造で高額なものが多かった。



NEDO 新エネルギーベンチャー技術革新事業 2012-15

NEDO 事業概要 コストパフォーマンスの良い、1~10kWクラスの小水力発電機を実現するための発電モータの開発と水車・パワコン・蓄電池と組合わせた製品パッケージ化

## 株式会社明和製作所

所在地：福岡県糸島市 設立：1959年3月 資本金：2,200万円 従業員数：85名

コア技術 整流子モータ、SRブラシレスモータ、電動バイクモータの基礎技術  
発電モータの磁気解析、電気設計、機械設計、製造技術、小水力発電適用ノウハウ

製品・技術 小水力発電に最適な「低速回転向き発電機」

### 開発発電モータの独自性と優位性

フェーズA~B 2014年製品化

(I) OR(アウターロータ)発電機  
電動バイク用のハブモータを応用

- 電動バイク専用のホイール内蔵型であるが、低速発電の要件に適した多極式(56極)であり堅牢で低コスト。
- 発電用に巻線・電気仕様を設計変更する事で高効率で100~1,000rpm 1~5kWに最適化した発電機を製品化。
- 電動バイク用モータの標準部品を活用・強化する事で小水力用の少量生産でも低コスト化が可能。

フェーズB~C 2015年製品化推進

(II) SR発電機(Switched Reluctance Generator)  
EV用に開発済のSRモータを応用

- 小型EV駆動用に、リアアースを使わずに永久磁石同期モータと同等の高効率を得られることを目的として開発した。
- 永久磁石を使わないため、堅牢で永年に渡って使い続けても、減磁の心配が無く、高温など悪環境にも強い。
- リアアース等の価格高騰の影響を受けず、低コスト化が可能。
- しかし発電機への適用制御が技術的に難しいと言われている。
- 今回の製品化では1,000~3,000rpm 5~10kWに最適化しているが、大出力でも取扱が容易で10kW以上の製品化も可能。
- 1,000rpm以下では増速機が必要だが、逆にタービン等3,000rpm~30,000rpmでの発電にも適応できる。



MEIWA 三相永久磁石式発電機 ORGシリーズ

特長

- 低速回転で高出力  
多極構造により低速回転でも高出力
- 低損失・高効率  
励磁巻線や励磁機が必要ないので低損失
- 高寿命で経済的  
ブラシレスでシンプル構造・メンテナンスを軽減

マグネットロータをステータコアの外側に配置したラジアルギャップ構造のアウターロータ型発電機です

形名	種類	極数	絶縁種	出力(kw)	電圧(Vdc)	電流(Adc)	回転数(r/min)	周囲温度(°C)	質量(kg)
ORG-500	三相永久磁石式	46	E	0.5	48	10.5	400	-10~40	12
ORG-1000		56	E	1	200	5	400		15
ORG-5000		56	F	5	250	20	600		45

\*電圧・電流は直流変換(三相全波整流)後の値です。

## NEDOフェーズC (2014-15)

### ①SRG(SRモータ発電機)開発

東京工業大学との共同研究

開発目標

- 5kW-10kW SR発電機
- 水車入力回転1000/Min時に発電効率85%以上

解析ツールイメージ



### ① 5kw-10kw SR発電機(SRG) 及び制御装置の最適設計

- 5kWクラスのSRGを解析・設計 (1次試作)
- SRGの制御方法を確立
- 10kWまで対応可能なSRG駆動用インバータを製作



- 前年度問題となっていた発熱は効率を上げることで損失を減らし克服できた。
- 小水力発電を想定した回転数や負荷変動に対応したSRGの制御方法を確立した。

### 2次試作 5-10kW 実証

- 増速機を使う計画だったが、使用せずに1000rpmにて効率85%を達成できた。
- さらに増速機なしで10kWの連続発電を達成した。
- 白糸の滝にSRGを取り付け、発電試験を実施。  
負荷変動や回転数の変動に追従し、最大で8.4kWの発電を確認した。

以下はすべて増速機なしにて達成			
回転数	発電量	発電効率	連続運転
1000rpm	5.5kW	88.10%	可
1800rpm	5.5kW	91.50%	可
1800rpm	10kW	88.90%	可

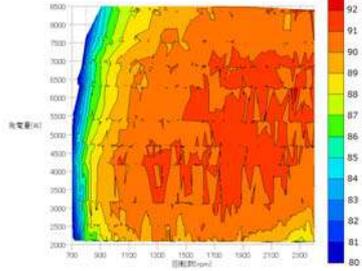
### 3次試作 増速&小型化

SRGは本来、高速回転域が得意と言われている。二次試作はPM発電機より大型であり、巻線の集積度も高いことから量産には向いていない。そこでコアの大きさを半分にし、巻線の集積度も下げた上で増速機を組み合わせて1000/4000回転仕様にして総合効率89.92%を確認した。



## SRG発電効率マップ

広範囲において効率が90%を超えており、特に1500rpm以上では3kWから7.5kWの範囲で91%を超えている



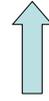
⇒ この成果を元に今後は実際の案件での長期実証と製品化を行っていききたい。

## SRG応用 発展可能性

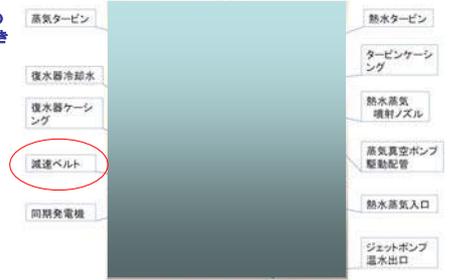
- タービン接続 超高速(高温)発電機

具体案件  
未定  
参考イメージ

・SRGは2万回転/分以上の超高速でも高効率で発電でき高温へ耐性も強い。



・PM、同期、誘導式の発電機を使う場合はブリーチ等で減速して隔離して設置している。



・ガス・石炭 火力、地熱、温泉、バイナリー発電等

## NEDOフェーズC (2014-15)

### ② 発電機・増速機・水車・電力変換機の トータルパッケージ試作

1. プロペラ水車(インドネシア製)+変速機+アウトロータ発電機(0.5kw)のパッケージを試作...九州大学での水利実験でほぼ想定通りの性能を確認

2. アウトロータ発電機(5kw)+電力変換機+蓄電池のパッケージを試作  
風力用をベースに小水力に対応した電力変換機を製作



プロペラ水車+ OR発電機



九州大学プロペラ水車実験水路



OR発電機+電力変換機+蓄電池

## トータルパッケージ・ラインアップ

低落差～高落差  
河川、水路、配管などに対応

パッケージ価格 0.5kW～10kW キロワット単価 300万～50万円

発電容量(KW)	水車	メーカー	品番	発電機	パワコン	パッケージ価格	価格/KW		
0.5	インドネシア製プロペラ	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]		
	配管								
1	インドネシア製プロペラ							165万円	330万円
	低落差								
5	インドネシア製クロスフロ							430万円	86万円
	中落差								
5	インドネシア製クロスフロ (呂糸の通)							390万円	78万円
10	インドネシア製クロスフロ							440万円	44万円
	高落差								
10	九大設計ベルト							860万円	86万円

## ③ 導入事例

### 設置事例①

- MPEC社(三菱電機プラントエンジニアリング)の縦型クロスフロー式マイクロ水力発電装置BESTAQUAにテスト導入 群馬県前橋市矢田川



従来の発電機



明和ORGへ交換



水路設置状況



発電電力をEV充電に活用

## 設置事例② ORG-1000

- 自社前 農業用水路、太陽光パネル出力と協調 EV充電等に活用



11月 20, 2013

### 明和製作所太陽光発電所が稼働開始しました

明和製作所は地球環境と地域社会に貢献する企業ビジョンを掲げ、50周年を迎えた2009年よりEV用モーター駆動装置の開発と電動バイク・小型EVの販売サービスを開始。2012年からは小水力発電機開発にも取り組んできましたが、このたび2013年11月22日より本社第一工場棟と管理棟の屋根を活用した合計210kW太陽光発電設備が稼働開始しました。

- 九電への売電: 199.5kW (パネル798枚)
- 事務所消費: 6kW (パネル24枚)
- 小水力接続: 2kW (パネル 8枚)
- 現在未使用: 2kW (パネル 8枚)



### 用水路はゴミとの闘い



### 除塵機構実証(1)



### 除塵機構実証(2)



### 設置事例③ ORG-5000

- 福岡県糸島市白糸の滝  
中山鉄工所 横型クロスフロー水車(インドネシア製)に  
5kW ORG発電機をテスト導入



5kW発電機設置状況



5kW発電機動作テスト中



設置小屋



発電量表示板

落差20mの湧水路

糸島市発表資料

九州大学(島谷研究室)+白糸地区+糸島市 との協働  
**糸島市から始まる、小水力発電を地域の力で!**

### 白糸の滝1,2,3夢プロジェクト

**ステップ1** 白糸の滝にある水車を使って小水力発電の仕組みを知ってもらう

**ステップ2** 白糸の滝に小水力発電機を設置して施設の電気を賄う

**ステップ3** 白糸地区の川付川に小水力発電機を設置して白糸地区の電気を賄う

糸島市発表資料

### 【小水力発電機の規模】

- ◆水車の構造・・・クロスフロー型水車 (5kw)+ペルトン型水車(10kw)
- ◆発電量(2基合計)・・・最大出力15kw
- ◆耐用年数・・・約40年
- ◆総事業費・・・約4,500万円(基本設計・詳細設計・工事費)



糸島市発表資料

### 【供給先 & 発電量】

☆供給先☞ふれあいの里管理棟・ポンプ室

- ※全体使用量の約7割を小水力発電で供給
- ※残り分は九州電力からの受電

☆発電量☞ 97,500kwh

▽クロスフロー型水車(5kw) 32,500kwh  
(5kw×6,500時間=32,500kwh)

▼ペルトン型水車(10kw) 65,000kwh  
(10kw×6500時間=65000kwh)

糸島市発表資料

### 設置事例④ ORG-1000

- 福岡県朝倉市 30rpm  
白木谷川取水堰 木製上掛水車



35%向上



130W 4段45倍  
増速

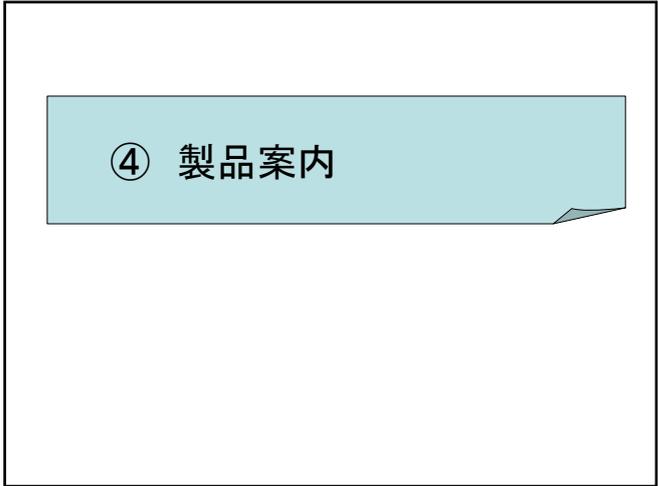


175W 1段6倍

白木発電村 小水力発電システム

仕様	
水車方式	上掛水車
発電方式	外転型永久磁石発電機
発電出力	110W
蓄電容量	7,200Wh
定格電圧	100V
有効落差	6m
最大流量	約0.00m³/s

システム設備協力 (株) 明和製作所 (糸島市)



**MEIWA 三相永久磁石式発電機 ORGシリーズ**

**特長**

- 低速回転で高出力  
多様構造により低速回転でも高出力
- 低損失・高効率  
励磁巻線や励磁機が必要ないので低損失
- 高寿命で経済的  
ブラシレスでシンプル構造・メンテナンスを軽減

マグネットローターステータコアの外側に配置したラジアルギャップ構造のアウトロータ型発電機です

**仕様**

形名	種類	極数	絶縁種	出力 (kw)	電圧 (Vdc)	電流 (A dc)	回転数 (r/min)	周囲温度 (°C)	質量 (kg)
ORG-500	三相永久磁石式	46	E	0.5	48	10.5	400	-10~40	12
ORG-1000		56	E	1	200	5	400		15
ORG-5000		56	F	5	250	20	600		45

\* 電圧・電流は直流出力(三相全波整流)後の値です。

**パッケージ製品の販売・設置取扱い**  
低落差・既存水路への設置に最適

三菱電機プラントエンジニアリング社

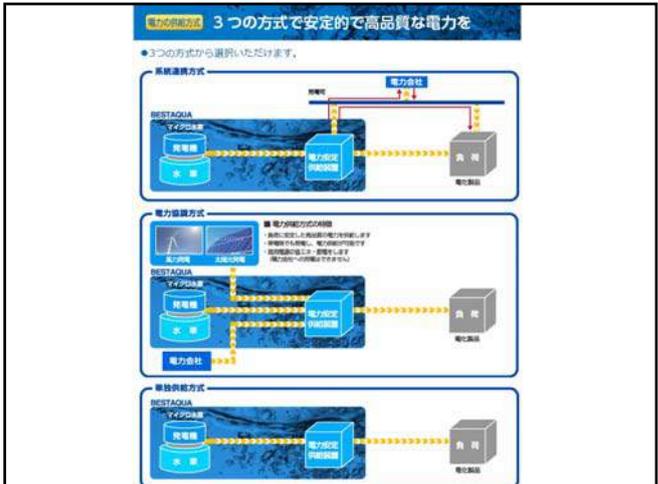
**BESTAQUA マイクロ水力発電** 日本力賞 受賞

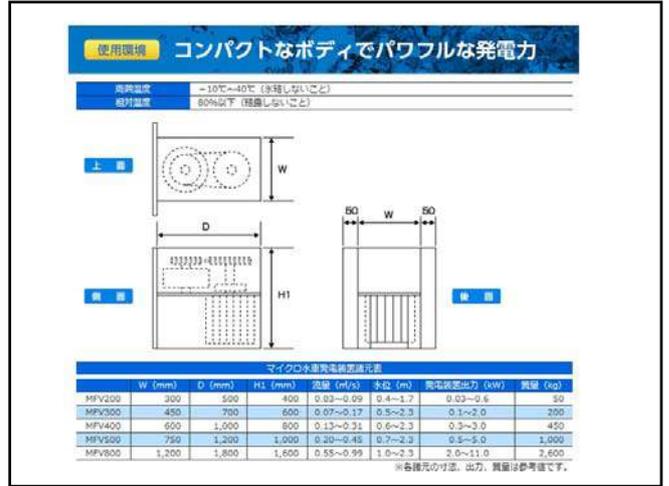
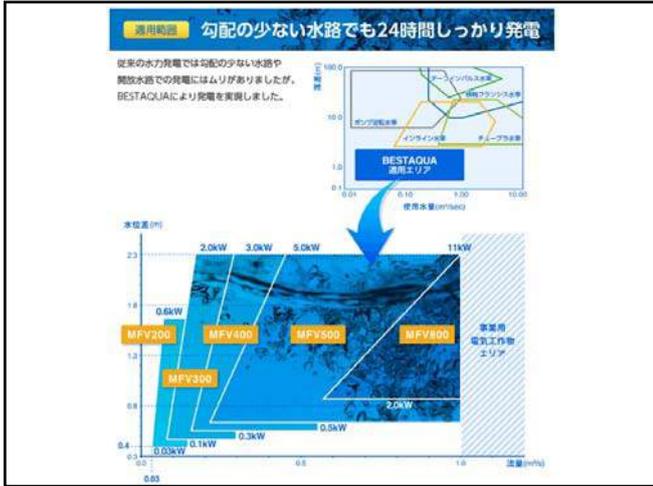
身近な水路でも、安定的で高品質な電力を実現。

河川や水路などの流水と小さな落差を利用して発電する「小水力水力発電装置」と、安定で高品質な電力に変えて供給する「電力安定供給装置」で構成した小規模発電装置です。

**特長 BESTAQUA 7つの特長**

- 1 小さい勾配もOK!  
勾配の小さい配水水路を有効活用。
- 2 土木工事不要!  
管路、堰などの土木工事が必要なく、発電機を水路に設置するだけで済みます。
- 3 新構造水車!  
水車には高効率の新構造を採用。
- 4 泥・砂詰まりなし!  
水車軸受は上部のみで泥・砂の影響が少ない。
- 5 安定的で高品質!  
水車発電機と電力安定供給装置の構成で安定的で高品質な電力。
- 6 環境に配慮!  
水中に接触がなく、グリス漏れなどによる水質汚染の心配がない。
- 7 豊富な周辺装置!  
遠隔監視装置やデータ記録など構築が容易な周辺装置も豊富。





**九州大学等との連携**

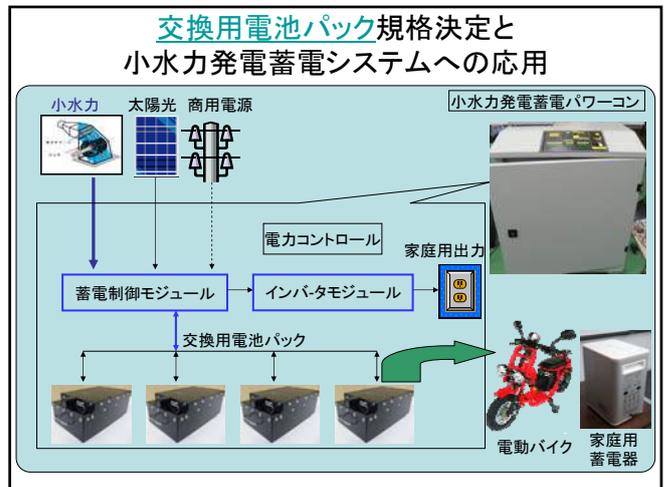
水路落とし込み以外の小水力発電対応  
 発電機・水車組み合わせ

(a)ペルトン(大規模・中・高落差用)は国内制作  
 (b)クロスフロー(中規模・中落差用) インドネシア製水車を活用  
 (c)プロペラ(小規模・低落差用) インドネシア製水車を活用

ペルトン水車(高落差) 3Dプリンタ試作  
 クロスフロー水車(中低落差) インドネシア製  
 プロペラ水車(低落差) インドネシア製



**⑤その他応用事例**



### 折り畳み式電動バイクのカセット電池を蓄電地と共用

48V 20~40A  
2輪バイク (原付扱い)

24V 10~15A  
3輪シニアカー (歩行者扱い)

### アウターロータ発電モータの低速回転 小型風車への適用

九大レンズ風車 新規マルチ方式

(水車への適用も計画)

それぞれ現在 試作引合い 対応検討中

### 鉄鋼溶銑輸送ディーゼル機関車のLED照明用の車軸発電にORG発電機を適用 (実証済み、導入準備中)

高温環境のため、電源が使えず50rpmからの低速での運用が必要

### ☆プレス機械の余剰圧力を利用したエコ発電システム

#### 工場のプレス機に設置するだけで毎日発電!

■PPG発電システムの概要

プレス機の上下運動の余剰圧力を利用して発電!

プレス機が上昇した際の余剰圧力により油圧シリンダーを押し上げることで生まれる上下運動を独自の機構によりスムーズな回転運動に変換させ、効率よくロスのない発電を行う革新的なシステムです。

① プレス機の上昇と同時に駆動したタッチプレートが上昇します。  
② タッチプレートが油圧シリンダーを約50mm押し上げて油圧をPPG発電システム本体に送ります。  
③ 送られた油圧によりPPGシステム本体がスムーズな回転運動に変換し発電を行います。  
④ 発電した電圧はお客様設備(工場分電盤)に戻ります。

■PPG発電のしくみ

① プレス機 ② PPG発電システム ③ 工場分電盤へ

■事例 (実証実験中)

### スマイルカーブと明和新事業位置づけ

高 製品の付加価値

低 製品の開発から販売にいたる流れ

新規事業: 製品企画, 産学連携, 開発, EVモータ, 発電機, 外部連携, 製品, 従来機器, 販売納入, サービス

新市場: マーケティング

従来: 従来モータ, 従来機器

明和工場

総括 ご清聴ありがとうございました。

・0.5~5kW ORGシリーズ発電機モータの販売開拓に続いて  
今後10kWまでのSR発電機の製品化、水車や蓄電池と組み合わせたソリューション提供をして行く計画です。  
電気モータによる駆動システムの電動化とあわせて、環境に貢献する企業を目指しています。

電動化で省エネ・環境に貢献する  
MEIWA ELECTRIC MOTORS  
株式会社 明和製作所  
www.meiwa-ss.co.jp

低速回転向き 三相発電機 ORGシリーズ 0.5~5kW

特徴: 低速回転で高出力, 回転慣性により低速回転でも高出力, 低損失・高効率, 自動制御や制御機が必要ないので省スペース, 高効率で経済的, プラットフォーム構造・メンテナンス簡便

カスタム設計・小ロット生産  
顧客モータや選定ユニットはお客様からご指定いただけます。

URL: <http://www.meiwa-ss.co.jp>