

# 未来を拓く無機膜環境・エネルギー 技術シンポジウム



---

## SOFC型燃料電池の開発状況と市場投入に向けて

2018. 11. 6

日立造船(株) 環境事業本部開発センター  
執行役員 家山 一夫

## 目次

---

1. 日立造船について
2. 水素・再生可能エネルギー関連の取組み
3. 固体酸化物形燃料電池(SOFC)
4. 当社SOFC開発戦略
5. 当社SOFC開発状況
6. 市場投入に向けて

---

# 1. 日立造船について

- **創業** 1881年4月1日
- **代表者** 取締役会長兼社長 谷所 敬
- **本社所在地** 大阪市住之江区  
東京都品川区
- **従業員数** 10,370名（連結：2018年3月31日現在）
- **資本金** 45,442百万円（2018年3月31日現在）
- **売上高** 376,437百万円（連結：2018年3月期）
- **海外事業所・海外拠点**  
海外子会社：14社（孫会社含む）  
海外事業所：17拠点

## 1-2. 事業領域

### 環境・プラント事業

- ・ごみ焼却発電プラント ・海水淡水化プラント
- ・バイオマス利用システム
- ・発電設備 ・水処理システム



ごみ焼却発電施設



海水淡水化プラント

### 機械事業

- ・船用ディーゼルエンジン ・プレス機器
- ・プロセス機器 ・産業機器
- ・精密機械 ・システム機械



船用ディーゼルエンジン



圧力容器

### インフラ事業

- ・橋梁 ・水門 ・シールド掘進機
- ・GPS海洋観測システム
- ・フラップゲート式可動防潮堤



橋 梁



シールド掘進機

---

## 2. 水素・再生可能エネルギー関連の取組み

## 2-1. 再生可能エネルギー：廃棄物からのバイオガス製造

- 生ごみ・紙などの固形有機性廃棄物、および下水汚泥をメタン発酵させて、バイオガスに変換するシステム。（下図は、乾式メタン発酵システムフロー）
- 精製して発電、都市ガス導管へ注入、また発酵残渣コンポスト化も可能。



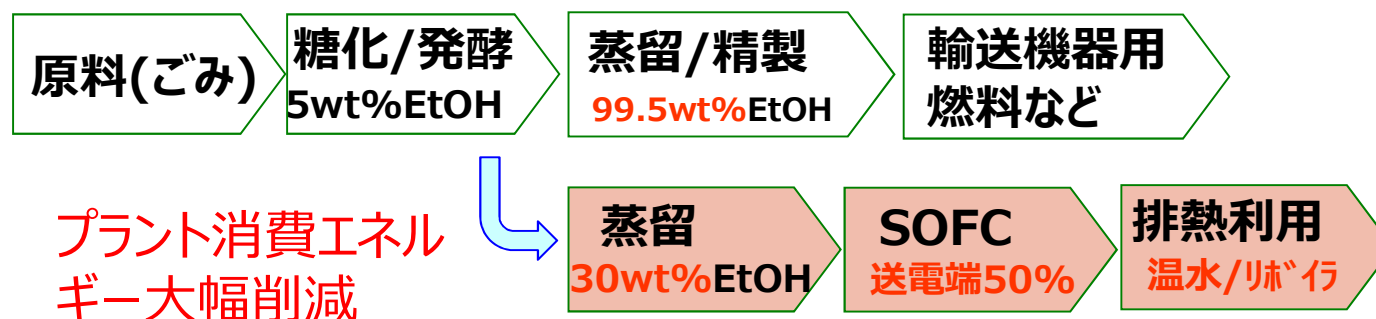
乾式メタン発酵システムフロー

## 2-2. 再生可能エネルギー：廃棄物からのエタノール製造

- 生ごみ・紙などの固形有機性廃棄物を発酵させて、高濃度のエタノールを製造するシステム。99.5%以上に精製脱水し、輸送機器やボイラーの燃料とする。
- SOFCの燃料とすることで、エタノール製造プラントの消費エネルギーを大幅に低減可能。



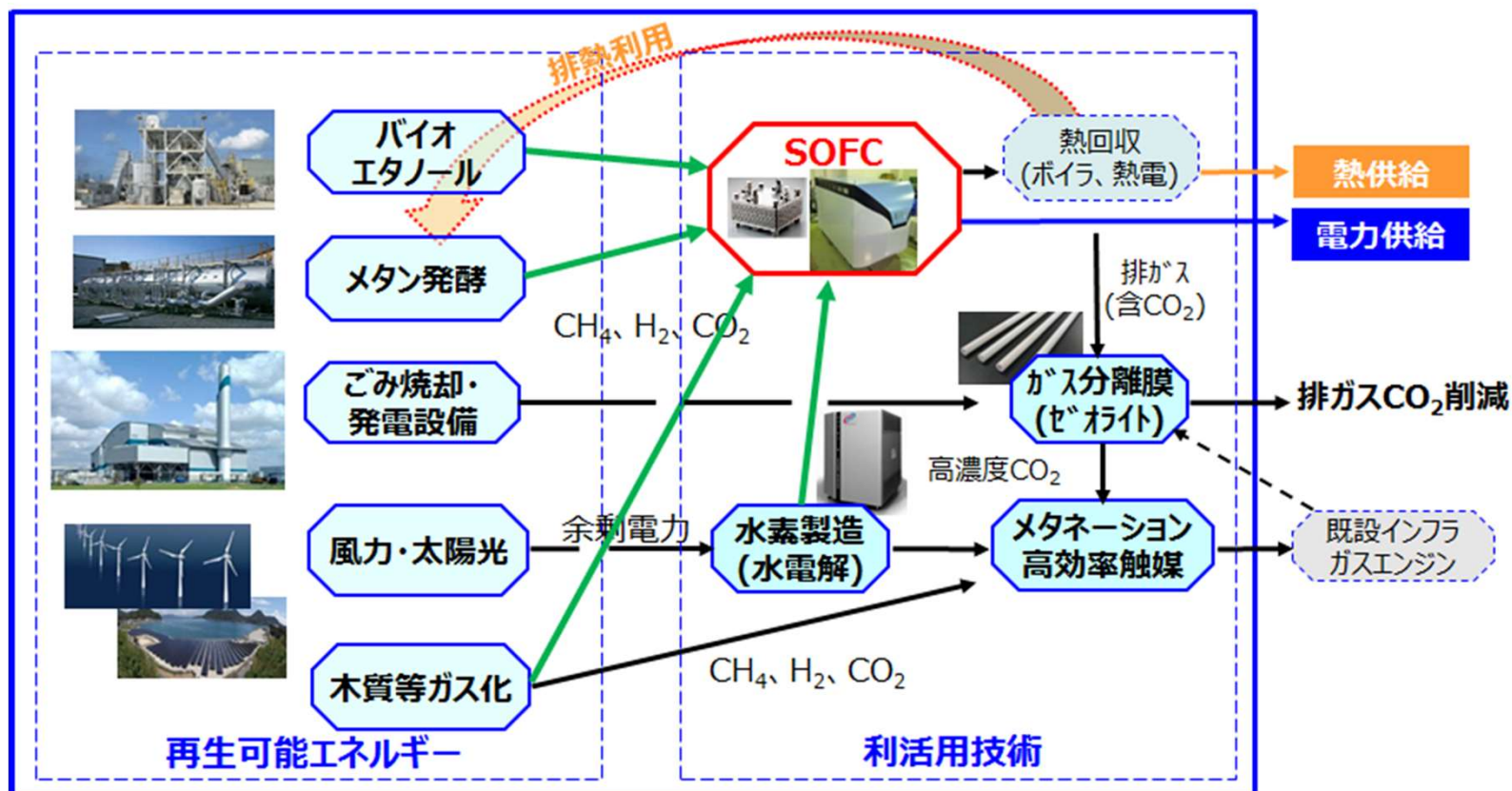
ごみ1ton  
→エタノール60L  
・・・SOFC必要量0.3L/kW





## 2-3. バイオ燃料利用領域への展開

- SOFCの高い燃料多様性を生かしてバイオ燃料利用システムへ応用
- 更に自社現有技術を統合（再エネ+利活用）したエネルギー一貫システムへ展開
- 全社を挙げて低炭素社会実現へ貢献



バイオ・再エネ利活用システム（エネルギー一貫システム）フロー

## 2-4. 再生可能エネルギーと、当社SOFC開発の意義

### 廃棄物由来の再生可能エネルギーの優位性

- 生ごみ・紙などの固形有機性廃棄物からの再生可能エネルギーは、安定再エネとして利用可能、かつ貯蔵も容易である。
- 分散型エネルギーとして地産地消による有効活用が可能である。
- 低炭素化社会で持続可能な地盤産業を創出できる可能性を持つ。



### 当社がSOFC開発に取り組む意義

- SOFCの燃料多様性を活かした発電は、更にバイオ燃料の高効率、有効利用を実現する。
- SOFCの高温排熱をバイオ燃料製造に有効活用することで、燃料化コスト低減に寄与する。
- SOFCは、数百kW以下の比較的小規模発電にて優位性を発揮するため、未利用であった廃棄物の有効利用を後押しする。
- 将来、バイオ燃料製造から発電の一貫システムの提供を目指す。

1. 都市ガス機開発、市場参入を優先し技術確立を果たす。
2. バイオ燃料、一貫システムによる事業の拡大を目指す。

---

## 3. 固体酸化物形燃料電池(SOFC)

# 3-1. 燃料電池及びSOFCとは？

燃料電池とは、電気化学反応によって燃料の持つ化学エネルギーを電気エネルギーへと変換する電池の一種であり、連続的に反応物である燃料及び酸化剤を供給することで発電する発電装置である。

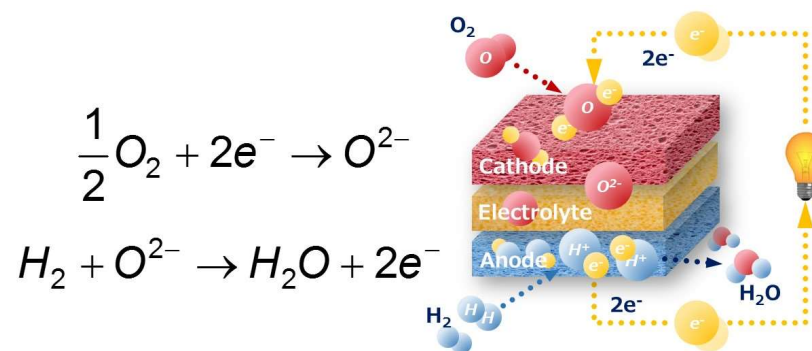
## 特徴

- 燃料の化学エネルギーを直接電気エネルギーへ変換（損失小，高効率）
- 天然ガスなどを燃料としつつも非熱機関であり，カルノー効率の制約を受けない（既設置換可）
- 摺動部が少なく，低騒音化が可能（設置場所制約小，連続動作可）
- スケールメリットが小さく，小型でも高効率（分散型電源への適用性大）
- 燃料の濃淡変化に対する耐性が強く，燃料多様性に富む（バイオガスの直接利用）

## 種別

採用する電解質によっていくつかに分類され，それぞれ動作温度が異なる。

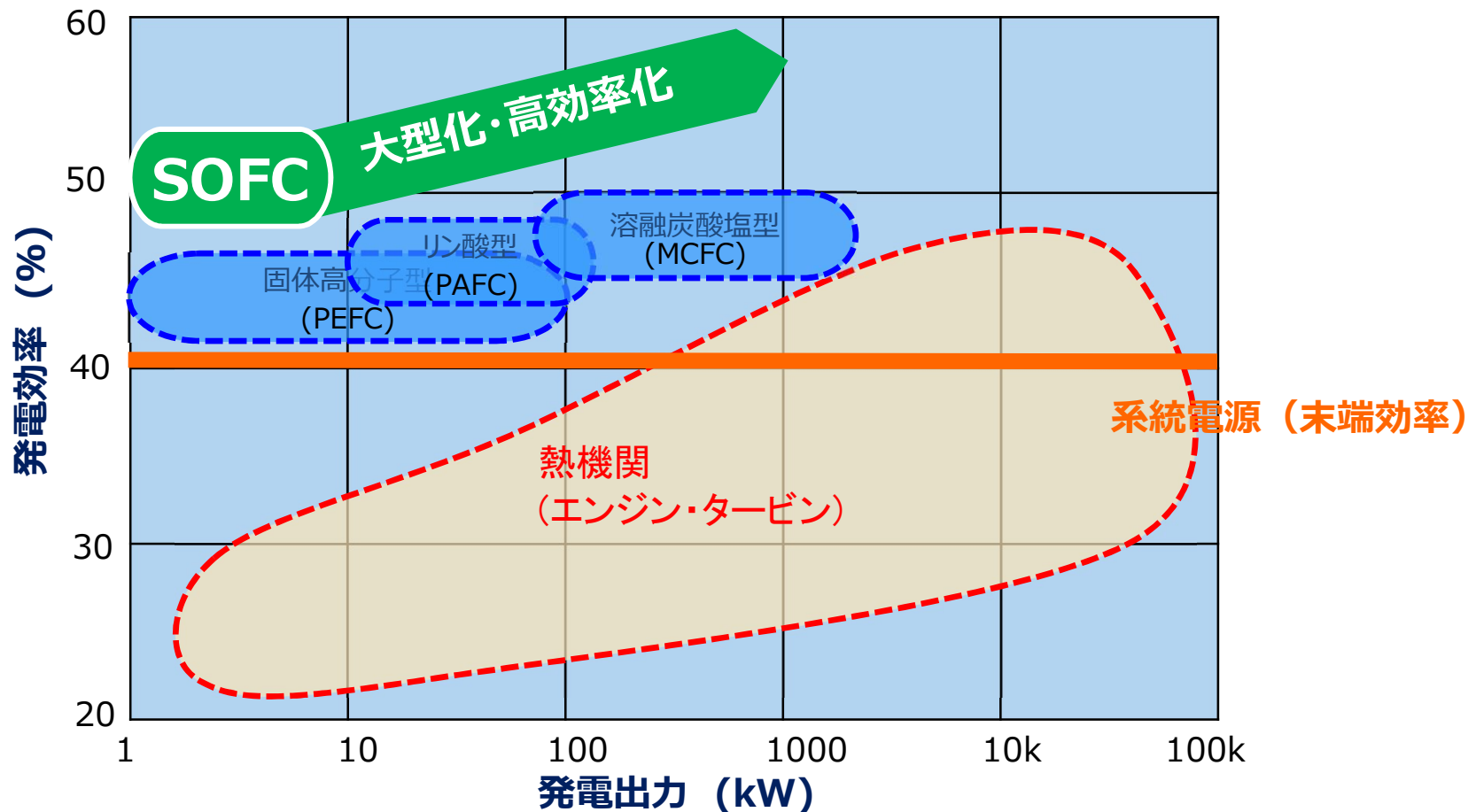
- 固体高分子形燃料電池（PEFC，80-100℃）
- りん酸形燃料電池（PAFC，150-200℃）
- 炭酸溶融塩形燃料電池（MCFC，600-700℃）
- 固体酸化物形燃料電池（SOFC，700-1000℃）



燃料電池模式図

## 3-2. SOFCの特徴

- 燃料電池の中でも最高の効率を実現可能（単一サイクルで50%以上，下図参照）
- 高温下で運転するため，排熱の高度利用が可能
- Ptなどの貴金属触媒が不要であるためCOも燃料として利用でき，より燃料多様性に富む
- 昇温に時間がかかるため，頻繁な発停は不得手

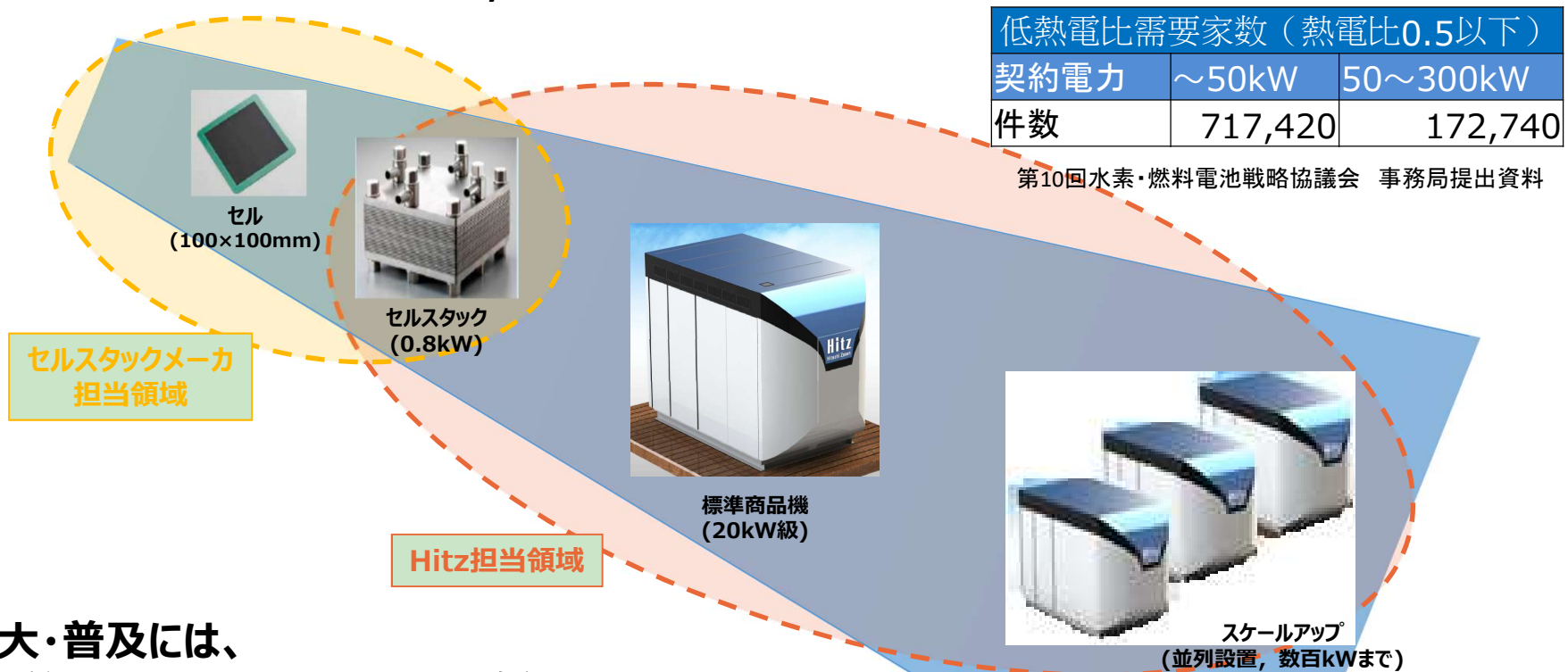


---

## 4.当社SOFC開発戦略

# 4-1. 製品開発戦略

- 他社製の家庭用セルスタックを複数積載することで開発速度の向上をはかる  
→システムトータルの高効率化に注力（温度・ガス流量分配 etc…）
- 1基の出力を20kWとし，容量増加需要には複数基並列で対応
- 市場投入初期は導入価値の高いコジエネ市場が対象だが，徐々に低熱電比市場へ  
→病院・介護施設から参入し，低価格化を図りスーパー・商業ビルなどへ展開



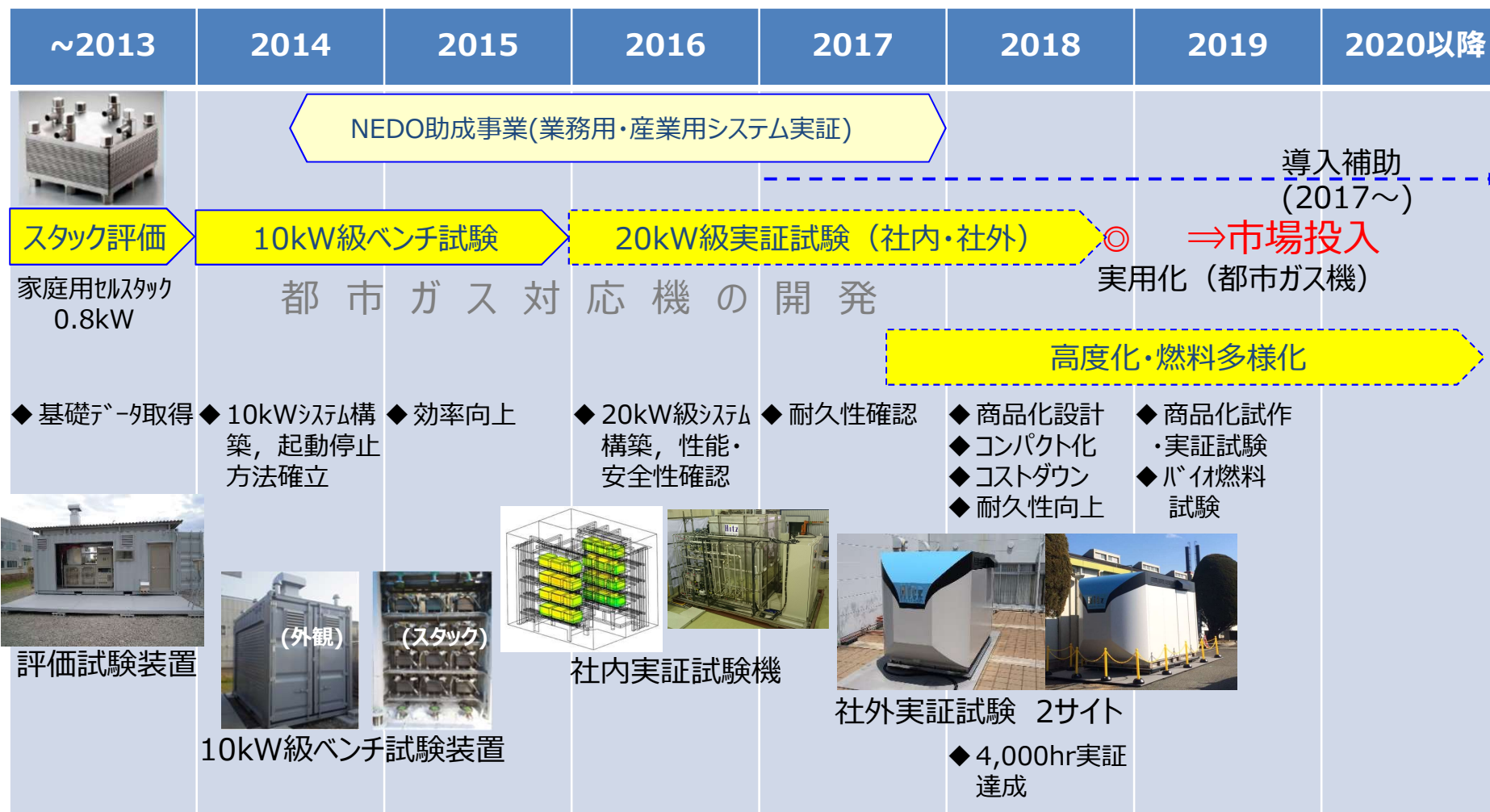
拡大・普及には、

- 系統電力より低いCO2排出係数
- 系統電力料金のグリットパリティ突破
- 発電高効率による低熱電比市場での採算性



# 4-2. 製品開発戦略 当社の開発計画

- 2013年から本格的な開発に着手
- 2017年から社外での実証試験を開始，現在も継続中
- 市場投入時期は2019年中の見込み





---

## 5.当社SOFCシステム開発状況

## 5-1. 実証試験機概要

- 実負荷環境下での運転時性能変化の確認を企図し、府下2か所で実証試験を実施
  - ※実施場所
    - 大阪産業技術研究所（大阪府和泉市）
    - 鶴見緑地公園内 咲くやこの花館（大阪市鶴見区）
- 定格出力運転を基本とし、連続運転時間4,000hrの達成⇒耐久性向上検討
- 出力規模は商品機相当の20kW級（詳細仕様は下表参照）

### 20kW級社外実証機 仕様（出荷時性能 \* rt22℃）

1. 使用燃料	都市ガス13A * 低圧1.7kPaG、装置内で昇圧
2. 定格出力	20kW級(AC送電端17.6kW) * 送電端効率50.4%
3. 出力仕様	3相3線202V/60Hz
4. 本体寸法	W2.2×L4.2×H2.8m
5. 排熱利用	温水0.21t/h(22⇒84℃) * 総合効率90%以上、水自立確認
6. 騒音*機側1m	68.5dB(A)
7. 排ガス	温度61℃, NOx0.5ppm

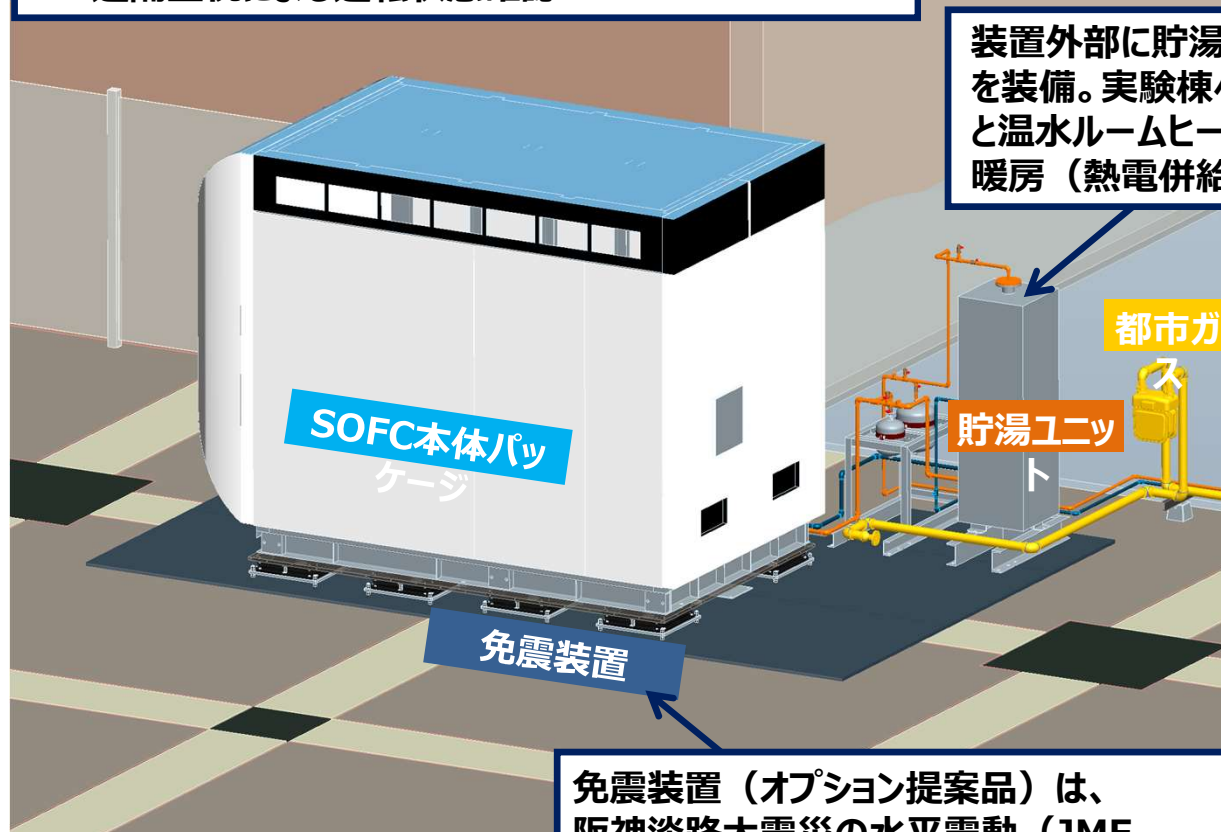


社外実証試験機外観  
（於大阪産業技術研究所）

## 5-2. 実証試験 設置概要

### 監視システム

- 監視・データ収集用 P C により運転情報を記録
- 遠隔異常通報、定期運転状況の携帯端末への通知
- 遠隔監視による運転状態確認



免震装置（オプション提案品）は、  
阪神淡路大震災の水平震動（JME  
KOBE波）約0.8Gを0.3G程度に低減  
↓  
SOFCのBCP電源としての付加価値向上



ORIST和泉センター  
設置状況



大阪市咲くやこの花館  
設置状況

## 5-3. 実証試験結果①(in 鶴見緑地公園)

- 2018年1月末から鶴見緑地公園咲くやこの花館敷地内での運用を開始
- 施設側停電による停止期間を途中で挟むも4,000h連続運転を達成
- 運用期間平均で送電端効率51%以上を発揮（最高：52.8%）
- 今夏の猛暑や地震及び台風など自然災害に遭遇するも大きな影響もなく運転を持続
  - ※6月 大阪北部地震（現地震度4ないし5弱）
  - ※7月 台風12号（最大瞬間風速：24m/s）
  - ※期間中気温 最低：-1.3℃，最高：38.0℃（大阪管区気象台）
  - ※都市ガス中圧供給

### 社外実証試験まとめ

#### ○試験日程

現地運用開始：	2018.01.26
同定格運用開始：	2018.01.31
同停止：	2018.08.06

#### ○試験成績

累積現地運用時間：	4,145 [h]（PCS稼働時間基準）
積算発電量：	79.43 [MWh]（PCS-AC端）
平均発電端出力：	19.2 [kW]（PCS-AC端，発電量/運用時間）
積算送電量：	72.92 [MWh]（PCS積算差－補機積算差）
平均送電端出力：	17.6 [kW]（送電量/運用時間）
累積消費燃料：	1.263×10 <sup>4</sup> [m <sup>3</sup> (N)]（ガス積算計指示）
平均送電端効率：	<b>51.2%</b> （積算送電量/消費燃料LHV）



社外実証試験機設置状況  
(於咲くやこの花館管理棟敷地内)

## 6.市場投入に向けて

早期の市場投入に向けた装置のコンパクト化、コストダウンに注力しており、商品化、事業化に向けたパートナー様を探しております。

- 量産化、コストダウンを見据えて当社と共に少量生産時より取り組んでいただける材料・補機・製缶加工業者様
- 当社装置見合いの小型、軽量化の技術を豊富にお持ちの技術者・業者様
- 当社装置見合いの量産品質管理の技術を豊富にお持ちの技術者・業者様
- 販売・リース・保守パートナー様

ご清聴ありがとうございました。



地球と人のための技術をこれからも

日立造船はつないでいきます。かけがえのない自然と私たちの未来を。

**Hitz**  
Hitachi Zosen

日立造船株式会社

<http://www.hitachizosen.co.jp/>