



# 低温プロセスで耐熱200°Cを実現するナノソルダー接合材料を開発

プロジェクト実施者：パナソニック ホールディングス(株)

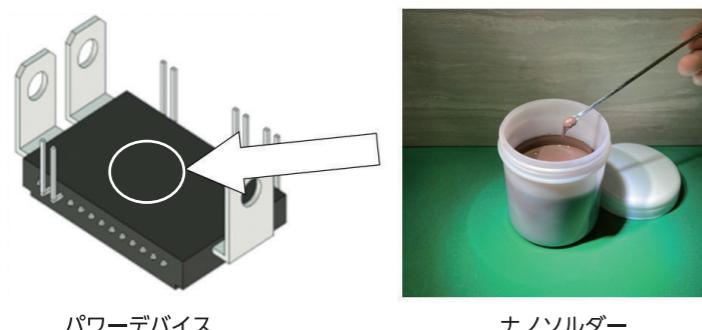
## 目的

GaNやSiC等の高温で動作するデバイスの増加が見込まれています。このようなデバイスの組み立てには焼結材料が使用されるため、組み立てプロセスの消費エネルギーが増加します。そこで、焼結材料に替わる、低温・短時間で接合可能なナノソルダー接合材料を開発しました。これを使用することでデバイスの組み立てプロセスの省エネルギー化を実現します。

## 研究開発の概要

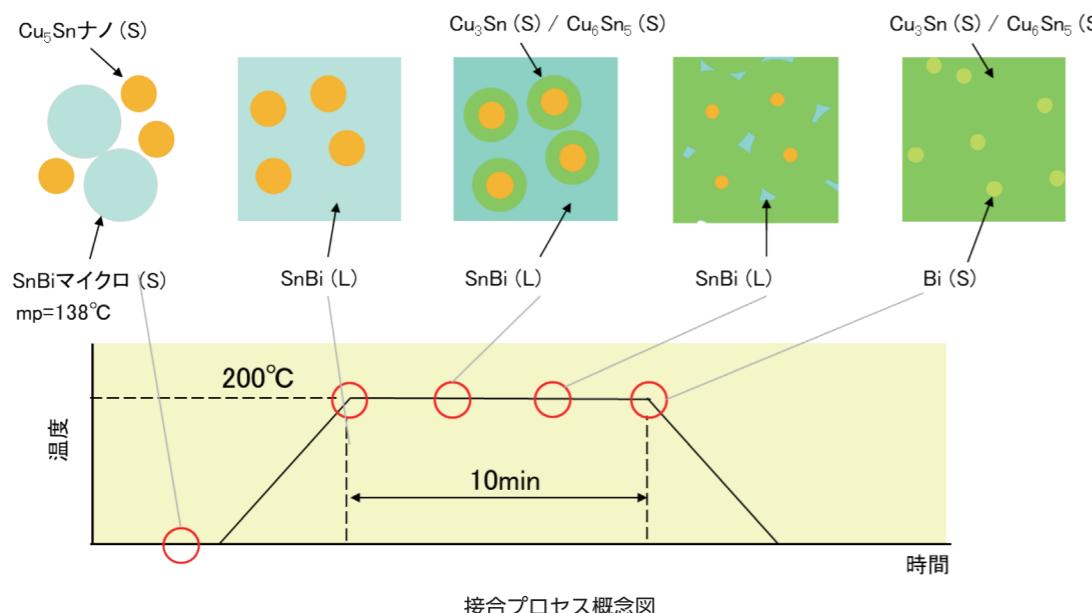
ナノソルダー接合材料は、低融点金属粒子と高融点金属粒子を組み合わせた固液反応を用いることで、低温・短時間プロセスでの接合と200°C耐熱を両立しています。さらに、金属粒子の製造には超音波キャビテーションを利用しています。これによって従来技術よりも少ないエネルギーで微細な金属粒子を得ることが可能であり、デバイスの組み立てプロセスのみならず、接合材料の製造プロセスのCO<sub>2</sub>排出量の削減も可能です。

ナノソルダー接合材料を使用することで焼結材料よりも低温・短時間でデバイスの組み立てが可能であり、パワーデバイスに必要な耐熱性も得ることができます。



パワーデバイス

ナノソルダー



## 成果

### ●低温・短時間プロセス

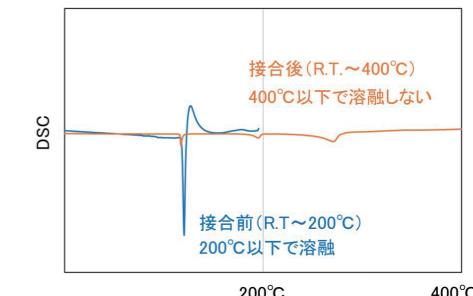
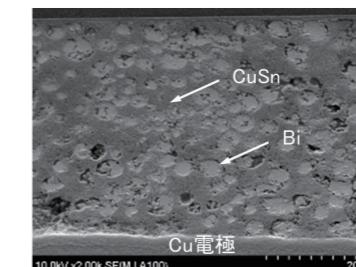
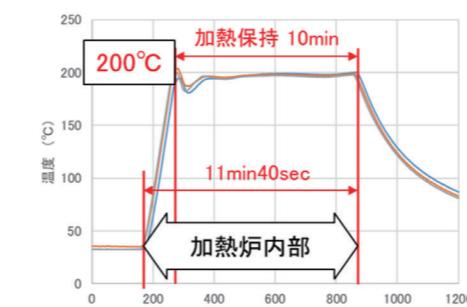
低温で溶融する液相の効果で固相の拡散速度が速くなり短時間で接合が完了します。接合後は銅とスズの高融点金属相をマトリクスとした耐熱性の高い構造体を形成します。

### ●接合構造体の耐熱性検証

2種類の金属粒子とフラックスを混ぜ合わせてナノソルダーペーストを作製しました。このペーストで組み立てた接合構造体は-40°C／200°Cの温度サイクル試験をクリアします。

### ●金属粒子の製造装置

超音波キャビテーションを利用して金属粒子を製造する装置を開発しました。この装置を用いることで、少ない消費エネルギーで効率的に金属粒子を製造することができます。



## 省エネ効果

2026年度：0.29万kL／年

2030年度：6.44万kL／年

ドラム缶：32.2万本分

## 今後の展望

ナノソルダー接合材料の特長を生かし、パワーデバイスや高周波デバイスへの展開を進めていきます。同時に、接合温度のさらなる低温化、金属粒子サイズと材料特性の調整による微細接合対応を進め、幅広い商品への展開を実現します。消費エネルギーの低減を通じて持続可能社会の実現に向けた企業活動を推進していきます。

## 希望するマッチング先

ナノソルダー接合材料は、接合後に融点が上昇するという特長を有しています。低温・短時間で接合できるため、デバイス組み立てプロセスの省エネルギー化とCO<sub>2</sub>排出量の削減に貢献できます。パワーデバイス用に開発ましたが、これ以外の用途にも適用可能です。

## 問い合わせ先

パナソニック ホールディングス(株)

マニュファクチャリングイノベーション本部 企画部

E-Mail : midpress@ml.jp.panasonic.com



プロジェクト実施期間：2018～2021年度

NEDOプロジェクト名：戦略的省エネルギー技術革新プログラム／ナノソルダー実用化による製造プロセス省エネ化技術の開発



# レーザーリソグラフィーと エレクトロフォーミング技術を用いて、 FPCフィルムをベースとして 世界最薄のMEMSコネクタを開発

プロジェクト実施者：(株)アルファー精工、(株)旭電化研究所、(同)シナプス

## 目的

従来実装用コネクタは、すべて金型技術で製造されるものでした。コネクタの薄型化及び小型化に限界がありました。

本開発では、レーザーリソグラフィーとエレクトロフォーミング技術を用いて、FPCフィルムをベースとして世界最薄のMEMSコネクタの開発を目的としました。

また今後6G通信で必要な、高周波伝送特性に優れるMEMSコネクタの開発を目的としました。

## 研究開発の概要

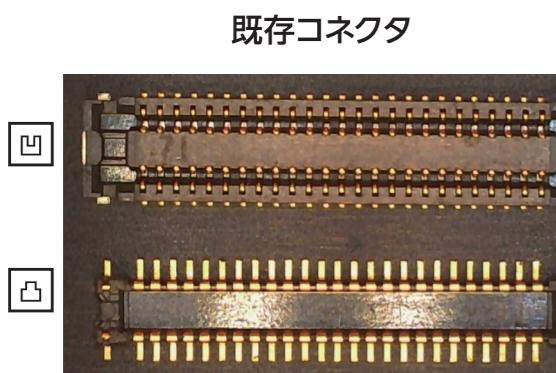
スマホを主とした通信分野では5G→6Gへと、高周波高速伝送の流れがあり、薄型で伝送特性に優れるコネクタが必要とされています。

従来MEMS技術はSi膜のエッティングなど主にセンサー素子の製造に利用されているのみでした。

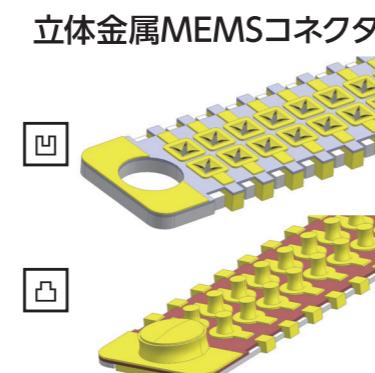
本開発では高精度のレーザーリソグラフィーとエレクトロフォーミング技術を用いることにより、世界最薄の勘合厚み0.3mm(従来1mm)のMEMSコネクタの開発に成功しました。MEMSコネクタは、250×500mmのFPCフィルムからスタートし、シート全面に約10,000個のコネクタを面付し、シート内製品位置ずれ精度±10μm以内の高精度での製品加工に成功しました。また既存製品レベルの低成本加工も可能となりました。

現在、ほぼ量産技術を完成し、海外大手スマホメーカーにPR中です。

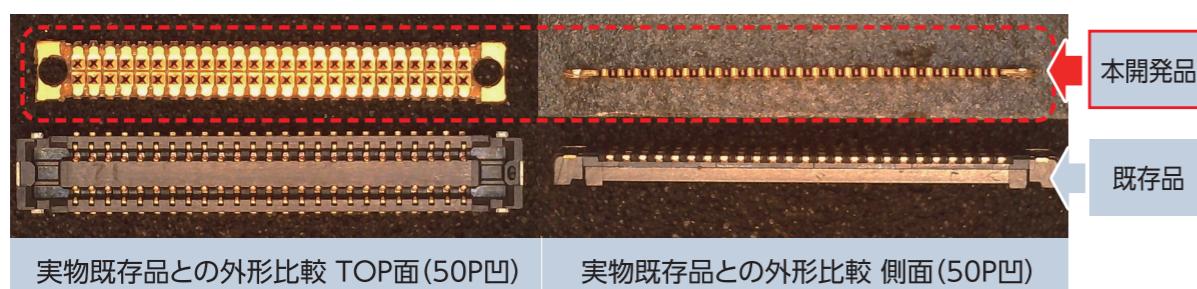
### 試作に成功した0.4mmピッチ 50P MEMSコネクタ



厚み1.0mm



厚み0.25mm

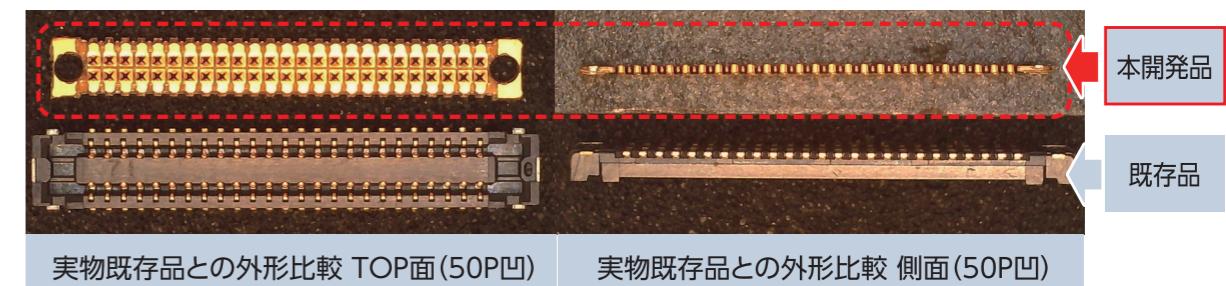


実物既存品との外形比較 TOP面(50P凹)

実物既存品との外形比較 側面(50P凹)

## 成果

- 従来MEMS技術はSi膜のエッティングなど主にセンサー素子の製造に利用されているのみでした。本開発では高精度のレーザーリソグラフィーとエレクトロフォーミング技術を用いることにより、世界最薄の勘合厚み0.3mm(従来1mm)のMEMSコネクタの開発に成功しました。
- MEMSコネクタは250×500mmのFPCフィルムからスタートし、シート全面に約10,000個のコネクタを面付し、シート内製品位置ずれ精度±10μm以内の高精度での製品加工に成功しました。
- また既存製品レベルの低成本加工も可能となりました。現在、ほぼ量産技術を完成し、海外大手スマホメーカーにPR中です。



実物既存品との外形比較 TOP面(50P凹)

実物既存品との外形比較 側面(50P凹)

## 省エネ効果

2024年度：4.7万kL／年

2030年度：71.0万kL／年

ドラム缶：355万本分

## 今後の展望

現在製品加工の歩留り90%程度を、100%程度まで向上させるとともに、製品自動検査技術、個片化加工技術、リール梱包技術など、実際の販売に必要な各種技術開発を行う予定です。

国内コネクタメーカーと共同で海外大手スマホメーカーにPRし、2023年には具体的な開発を決め2024年に量産できるようになります。

10年後の2032年には、既存の金型コネクタの2~5%を本MEMSコネクタで代替できることを目指し開発を進めます。

## 希望するマッチング先

スマホや小型薄型モバイル機器製造メーカー、小型各種電子機器製造メーカー、スマホ用コネクタ製造メーカーを希望。

## 問い合わせ先

(同) シナプス

TEL : 090-6023-1179

E-Mail : ryumaeda5635@ozzio.jp URL : synapse-2015.com



プロジェクト実施期間：2019～2022年度

NEDOプロジェクト名：戦略的省エネルギー技術革新プログラム／立体的金属／  
MEMS製法による、省エネ・省資源な電子部品の革新的製造方法の開発



# フッ素樹脂と金属の新たな高強度直接接合技術を開発 —土木・建築業界の土などの運搬効率向上による省エネへの貢献—



プロジェクト実施者：(株)ヒロテック

## 目的

土木建築業界が慢性的に抱えている問題として、ダンプカーによる土砂運搬時の荷台への付着残土による運搬効率の悪化があります。このことは過剰な燃料消費や残土除去作業における転落事故発生の要因となっています。そこで、高い滑り性を有するフッ素樹脂に着目し、当社が長年取り組んできたレーザーを活用した異種材料接合による問題解決を考えました。

## 研究開発の概要

フッ素樹脂は難接着材料であり、他の材料との接着・接合は極めて困難でした。これまでにもさまざまな表面処理技術が試されました。そこで、当社では超難接着材料であるポリテトラフルオロエチレン(PTFE)などフッ素樹脂と金属の高強度直接接合を可能とする金属表面処理技術を開発しました(図2)。金属表面にナノレベルの酸化物粒子をクラスター状に構造配置し、これを金属触媒として樹脂の最表面を理想的な化学状態に分解し、金属酸化物粒子と樹脂表面を化学的に結合させてフッ素樹脂と金属の高強度直接接合技術を創出しました。

さらに自社開発した加熱と加圧を同時に進行する接合装置により、樹脂に対し環境負荷の高い化学的な表面処理を行うことなく、従来技術と比較して非常に高い接合強度を実現(図3)し、接合速度も1分あたり1,000mm以上という高速接合を可能にしました。

また氷点下30°C～175°Cの幅広い温度環境で接合強度が維持されることを確認しました。

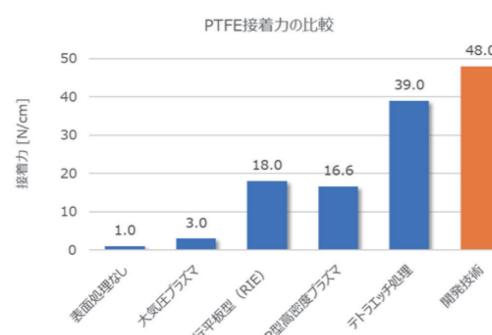


図1 従来技術(接着剤)によるPTFEの接着強度(剥離強度)

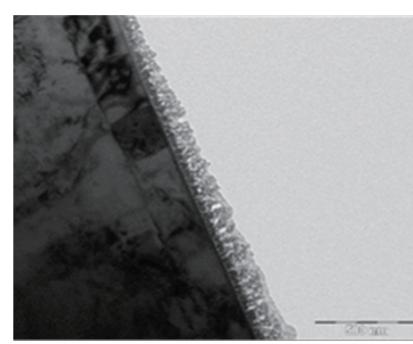
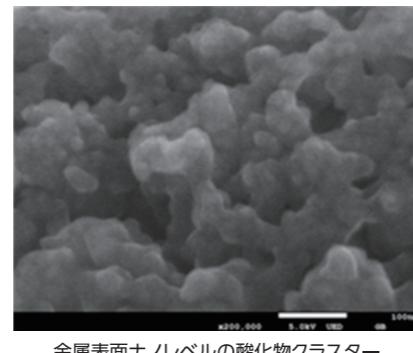


図2 自社開発した金属表面処理による酸化物粒子概要と接合断面

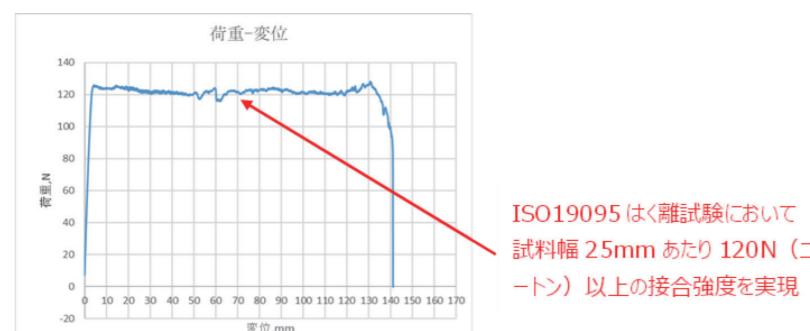
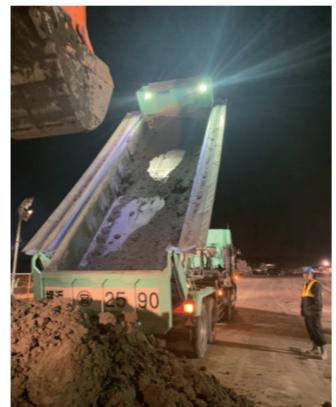


図3 フッ素樹脂と金属の直接接合による剥離強度

## 成果

- 超潤滑・高強度でありながら難接着・難接合材料であるフッ素樹脂とステンレス鋼板との直接接合について、レーザーを用いた新たな表面処理と接合技術を開発しました。また、氷点下30°C～175°Cと幅広い温度環境下でも接合強度が維持されることを確認しました。
- 本技術を活用した製品をダンプカー荷台に設置することで、土砂の付着防止または付着残土の大幅な削減を可能にし、運搬効率の向上による省エネルギーを実現します。ダンプカー荷台に積載量の5%の土砂が付着するとして試算すると、年間3百万台分の過剰な稼働を防止でき、従来比5%の使用燃料削減が可能になります。
- また、荷台への土砂の付着を防止することにより、荷台の清掃作業の負担が軽減され、清掃時の転落事故などのリスクを低減することができます。



設置前：大量の付着残土



フッ素樹脂とステンレス鋼板の接合品を荷台に設置



設置後：付着残土を解消

## 省エネ効果

2030年度：9.38万kL／年  
(市場普及想定数：6万台)  
ドラム缶：46.9万本分

## 今後の展望

今後も営業体制の強化と取付け拠点の整備を進め、より多くのダンプ事業者に活用いただくことで運搬効率の向上による省エネルギー効果の拡大を図ります。また、本技術の他用途への活用として、豪雪地域での堆雪運搬用ダンプカーへの設置や同地域に向けた屋根材への適用など、同技術の適用範囲拡大に向けた取り組みを重ねます。

## 希望するマッチング先

土木・建築業界に限らず、あらゆる業界からのお話を伺います。まずはご相談ください。  
土砂の付着に困っている、フッ素樹脂と金属を簡単に接着したいなど、お気軽にお問い合わせください。接着強度を確認するためのテストサンプルの製作も承ります。

## 問い合わせ先

(株)ヒロテック  
TEL : 082-941-7809  
E-Mail : tahara.s@hirotec.co.jp  
URL : <https://www.hirotec.co.jp/index.html>



当社紹介



お問い合わせ

**HIROTEC**

プロジェクト実施期間：2019～2021年度

NEDOプロジェクト名：戦略的省エネルギー技術革新プログラム／土砂等貨物の運搬効率を飛躍的に向上させるフッ素樹脂と金属板の直接接合技術によるダンプカー等荷台設置部材の開発



# コーチェネレーション用 革新的高効率ガスエンジンの 技術開発

プロジェクト実施者：(株)サステナブル・エンジン・リサーチセンター、ダイハツディーゼル(株)、(一社)日本ガス協会

## 目的

副室式ガスエンジンの発電効率向上のために、業界の共通課題である正味平均有効圧力 ( $P_{me}$ ) 向上につながる普遍的な要素技術の確立を目的としました。また、原理試作機による実証によって、目標効率の達成と耐久性の評価を行うことも目的としています。

## 研究開発の概要

### 【要素技術開発】

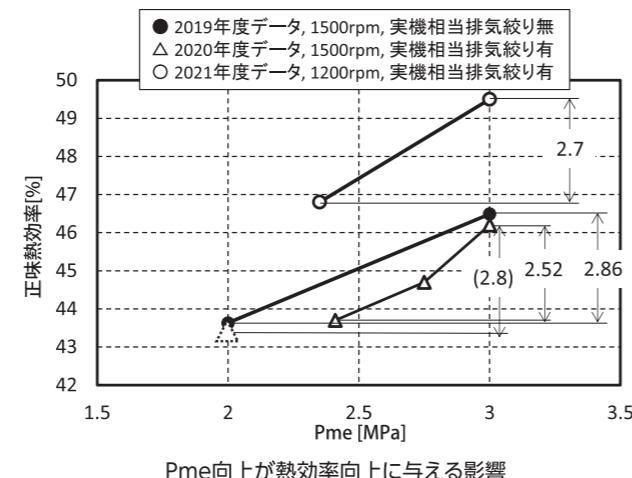
- コージェネレーション用天然ガスエンジンの高効率化のため、エンジンのさらなる高出力化（負荷上昇）を目指しました。その結果、**世界最高レベルの超高負荷運転 ( $P_{me}=3\text{MPa}$ ) を実現しました**。また、 $P_{me}=3\text{MPa}$ 運転時の正味熱効率は、**現製品機仕様 ( $P_{me}=2\text{MPa}$ )** に対して**2.8Pt%-LHV以上向上する見通しを得ました**。
- 予測精度の高い副室式ガスエンジン用1D・3Dシミュレーションモデル開発を行い、これらを用いた**エンジン燃焼現象の相似性に関する基礎的な知見**を獲得しました。

### 【実用化開発】

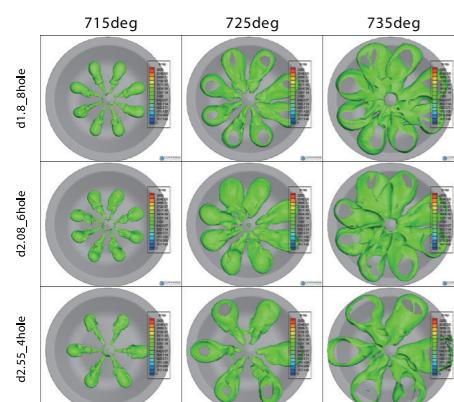
- **2.0～3.0MWクラスの国内最高発電効率の達成を目標**に、新設計の「リーンバーン副室」「異常燃焼制御装置」などにより、従来機対比+2.8Pt%-LHV以上の効率改善を実現し、負荷率100%時の**発電効率を48%-LHVを達成しました**。



单気筒試験機



高温ガス噴流の発達過程



2MWクラス実証試験機(6気筒)

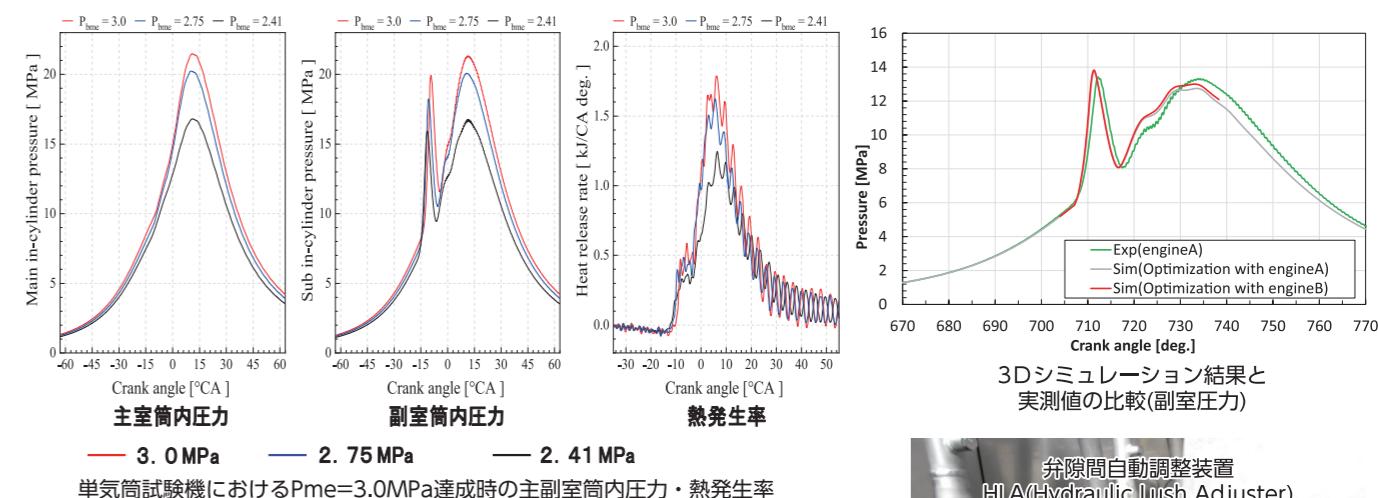
## 成果

### 【要素技術開発】

- 超高負荷運転を実現するため超高過給副室点火リーン燃焼方式を採用し、主副室の燃焼室形状の最適化により異常燃焼を回避することで、**単気筒試験機において $P_{me}=3\text{MPa}$ での安定運転を達成しました**。これにより、現製品機仕様 ( $P_{me}=2\text{MPa}$ ) に対し、**発電効率2.8Pt%-LHV以上向上する見通しを得ました**。
- 予測精度の高い副室式ガスエンジン用1D・3Dシミュレーションモデル開発を行い、これらを用いた解析において、**サイズ違いのエンジンにおいてもモデルパラメータの普遍性が確認されたことから、エンジン間の燃焼現象の相似性があることを推測しました**。

### 【実用化開発】

- 2.0～3.0MWクラスの実証試験機において、発電効率を従来機対比+2.8Pt%-LHV以上改善し、実証試験機において**国内最高クラスの発電効率48%-LHVを達成しました**（負荷率100%）。
- 新開発の異常燃焼診断装置や弁隙間自動調整装置などを採用することで、高 $P_{me}$ 運転における実用性を大幅に向上しました。



## 省エネ効果

2027年度： 2.6万kL／年

2030年度：10.0万kL／年

ドラム缶：50万本分

## 今後の展望

- 本開発の要素技術成果（ガスエンジンの正味平均有効圧力を向上する普遍的技術）を、ガスエンジン実験やシミュレーション等による技術支援を通じて、国内の企業・団体を中心に広く普及していく予定です。
- 実用化開発で先行するダイハツディーゼル（株）では、実証試験機を発電設備として利用し、動弁機構の32,000hrs無調整化などを信頼性の見極めを推進します。

## 希望するマッチング先

本開発の要素技術成果「ガスエンジンの正味平均有効圧力を向上する普遍的技術」に関するシミュレーションおよびガスエンジン実験に関心のある国内の企業・団体とのマッチングを希望します。

## 問い合わせ先



(株) サステナブル・エンジン・リサーチセンター



DAIHATSU



ダイハツディーゼル(株)



一般社団法人  
日本ガス協会

(一社) 日本ガス協会



プロジェクト実施期間：2017～2022年度

NEDOプロジェクト名：戦略的省エネルギー技術革新プログラム／コーチェネレーション用革新的高効率ガスエンジンの技術開発



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー部  
〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町 1310 ミューザ川崎セントラルタワー  
Tel 044-520-5180 Fax 044-520-5186  
<https://www.nedo.go.jp>