

く損失低減チーム> 排気エネルギー有効利用グループ* 機械摩擦損失低減グループ** 早稲田大学 大聖 泰弘(チームリーダー. グループリーダ*) 東京都市大学 三原 雄司(グルーフ゜リーダーー**)







□各要素に関わる現象解析と詳細数値シミュレーションモデルの構築 □サイクルシミュレーションに利用可能な1Dモデルの開発

BRIDGE

へ関府







各要素のモデル化とサイクルシミュレーション

- □ターボ脈動・摩擦/ 伝熱モデル 定常特性/3D非定常モデル からの補正で1Dモデル化 (早大/千葉大/名城大)
- (□燃料改質器モデル) 実測値を使用(早大))
- □熱電モデル

Inno

- 伝熱特性、温度差-電力カー ブの実測値(理科大/早大)
- □摩擦モデル 実測値/ストライベック線図 に基づくモデル(都市大/早大)
- □上記モデルをガソリンTと ディーゼルTに提供 (千葉大/早大)



6







大聖(早大)







ターボチャージャの効率向上と 伝熱、摩擦損失、空力損失を考慮した モデルの作成



クラスター大学(1)早稲田大学 宮川和芳・中村 揚平 クラスター大学(2)千葉大学 森吉 泰生・窪山 達也







	効率向上	個別 進捗度	全体 進捗度
C1	総合効率64%の高効率ターボチャージャの提案・検証	100%	
C2	ガソリンエンジンのPMEPを11.67kPa改善	100%	100%
C5	ディーゼルエンジンのPMEPを56.89kPa改善	100%	
	モデル化		
C1	空力損失モデルを提示・検証, 1Dサイクルシミュレーションへの統合	100%	
C2	伝熱モデルを提示・検証, 1Dサイクルシミュレーションへの統合	100%	100%
C2	軸受けモデルを提示・検証, 1Dサイクルシミュレーションへの統合	100%	100 /0
	脈動流影響の調査		
C1	非定常損失モデルの提示・検証, 1 Dサイクルシミュレーションへの統合	100%	
C1, C2	脈動影響の実験評価と準定常モデル検証	100%	100%
	内閣府	TZ	BRIDGE 10

SIP革新的燃焼技術 Innovative Combustion Technology bridging to						
	◆ タービン効率	🔶 コンプレッサ3	効率	◆ 軸受効率	◆ 総合効率	
ガソリン	82.9%	84.8%		95.0%	<mark>66.8%</mark> (目標66.4%)	
ディーゼル	85.9 %	84.9%		95.0%	<mark>69.3%</mark> (目標64.0%)	
 ○ SIPターボチャージャ実証試験 > ガソリン用SIPコンプレッサの実証試験をAICE 機関ベンチにて実施 CFDの高い予測精度を確認、SIPターボチャー ジャの開発ツールとして適用可 ○ びびびびのしません。 ○ SIPターボチャージルッサの実証試験をAICE 機関ベンチにて実施 ○ ボリン用気がのの見たいのののでは、SIPターボチャージャの開発・シールとして適用可 ○ びびびのののののののののののののののののののののののののののののののののの						
実証機形状	(ポスターセッショ)	ンにて展示中)	0		0(g/s) 1	





Simulation conditions

IMEP	Engine Speed	λ	EGR	CA50
(MPa)	(rpm)	(-)	(%)	(deg.ATDC)
1.0	1800, 2000, 2400	1.5, 2.0, 2.5	0.0	

IMEP = 1.0 MPa, Ne = 2000 rpm, λ = 2.0



PMEP -24.43 kPa → -15.31 kPa → -12.76 kPa

IMEP = 1.0 MPa, Ne = 2000 rpm, λ = 2.0 のもと ポンプ損失:11.67 kPa 低減を達成





Simulation conditions

IMEP (MPa)	Engine Speed (rpm)	λ (-))		EGR (%)		
1.442	2250	1.7	'9	1	.0.03		
	排気	損失%	40.	51		40.95	
	de la companya de la comp	表損失%	6.3	3		5.84	
		ノ 頂 大 70	2.9	0	-2.19%	0.70	
	図示	熱効率%	50.3	27	+2.24%	52.51	
			市販タ	ィーボ	Ň	SIPターボ	
	PN	1EP -	75.08	kPa	\rightarrow	-18.19 kPa	Э
IMEP = 1.4 MPa, Ne = 2250 rpm, λ =1.79, EGR = 10 % ポンプ損失: 56.89 kPa 低減を達成							





・脈動流では同一流量でも増速時と減速時では効率に差がある。

・GT標準モデルの準定常効率(微小時間は定常効率で近似)ではこの差を表現できない。 →非定常損失モデルが必要
23

SIP革新的燃焼技術 Innovative Combustion Technology bridging to	脈動流	下でのタービン内部流れ計測 タービン出口の内部流れを計測
タービン	コンプレ	ッサ
脈動発生装置		
タービン試験装置仕様		
入口圧力 kPa	112	A A A A A A A A A A A A A A A A A A A
出口圧力 kPa	101.3	
入口温度 K	322.8	$\varphi_{ave}/\varphi_{B,E,P}=1.0$
回転数 rpm	29650	$\frac{\psi}{\psi_{B.E.P.}} = 0.7$
質量流量 kg/s	0.093	定常流下 脈動流下
動翼枚数 枚	10	影我大大子也也为了中国之
静翼枚数 枚	8	脈 動 流 ト じ は 定 吊 流 と は 異 な り 、
チップクリアランス mm	0.3	小さな渦を有する複雑な流れ場を
比速度 rpm·m ³ /s m ⁻¹	44	構成 46



S I P Innovati	^{革新的燃焼技術} ターボチャージャの ^T ve Combustion Technology bridging to	Eデル化要素
要素	モデルの役割	従来の課題
タービン	排気ガスからタービンにより仕事を取り出す	外挿精度低い
軸受	タービンの仕事をコンプレッサに伝達、軸受フリクションの推定	高回転トルク計測
		油種未考慮
コンプレッサ	軸受から得た仕事で吸入空気を圧縮する	低圧力比で実測精度低
熱移動	タービン→吸気・オイルへの熱移動量推定	未考慮
その他	不安定現象のモデル化(定常・準定常モデルで対応困難)	現象解明(タービン・サージ)







物理モデルを用いて、広い条件での精度を確保 ③軸受のモデル化 ④熱輸送のモデル化











熱電変換システムの開発



東京理科大学* 早稲田大学 飯田 努*





実施体制と役割分担

素子・モジュール作製 実証試験 機械的特性 モジュール性能評価

伝熱解析 モデリング 熱効率寄与度算出







【Mg2Siの複合材料化による破壊靭性値向上と熱電発電特性の両立】



性能指数(規格化) ZT, ZT° /ZT^m

熱電発電特性





高靭性化Mg₂Si素材で高耐久かつ 高出力密度を有する発電素子開発

【作製した基本モジュール構造の耐振動性】

振動試験条件(JIS D 1601)





iology ridging to.... 排気系実装と熱効率寄与評価

熱電発電モジュールの

【ガソリン】





【ディーゼル】









熱電発電モジュールの 排気系実装と熱効率寄与評価 【GT-POWERモデル構築】



_



熱電発電モジュールの 排気系実装と熱効率寄与評価

【GT-POWERモデル構築】









【熱電システム配列の検討】

7×8:欧州実績サイズ

(以下の図はガソリンで実施した検討の例)





熱電発電モジュールの 排気系実装と熱効率寄与評価

【熱電モジュール発電量向上への取組み】

<u>動作温度域考慮の熱電発電ユニット直列型タンデム構造</u>



Delta T @Tc=80 (Degree C)

タンデム配列構造での熱電システム評価モデルを新規に構築





熱電WG 成果のまとめ

発電素子開発:

従前にはない熱電変換材料初の第2相の導入複合材料化プロセスを新規開発 初の複合材料化で、結晶中の分布形態制御による機械特性と熱電特性の両立手法を新規確立

熱発電モジュール:

中温度域用Mg₂Siおよび低温度域用BiTe熱発電モジュールを車載用として新規開発

熱発電システム実証試験:

作製した熱発電モジュールを用いエンジン排気系シミュレータ(ブロワー) による熱発電実証試験を実施

熱発電システム伝熱精密解析:

取得した伝熱特性を詳細に解析して精密な1D伝熱モデルを作製し 排気系熱発電システムの新規解析法を明確化

GT-POWER熱発電モデル構築と熱効率寄与度算出:

作製した熱発電1D伝熱モデルをエンジンシステム全体モデル(ガソリン・ディーゼル) に組込み、産業界で利用可能なシミュレーション環境を構築

今後の継続性と展開:

車載実証へ向けた要素技術開発の推進を引き継ぎ、早稲田大と東京理科大で連携実施





エンジン摺動面の低摩擦要素の提案と 実機エンジンを用いた効果の実証

機械摩擦損失低減グループSG1 クラスター大学(7)東京都市大学 三原雄司















IP 革新的燃焼技術 Innovative Combustion Technology bridging to....

組合せによる摩擦低減の相乗効果 -なじみ低張力リングとディンプルライナ-

水準	シリンダライナ	ピストンリング	オイル
1	STD	STD	0W-8
2	STD	なじみ低張力9N	0W-8
3	ディンプルライナ	なじみ低張力9N	0W-8





ディンプルライナ

2000rpm / IMEP 800MPa









ピストンスカートの低摩擦化 -AI合金への固体潤滑剤の埋込み (表面塑性加工)による低µ化-







産と連携しハイスピードな 製造プロセス開発を実現









内関府



摩擦・摩耗・焼付きが予測できる マルチスケールトライボシミュレータの構築

機械摩擦損失グループSG2 クラスター大学(13)九州大学 八木和行











Y. Matsuzaki, K. Yagi and J. Sugimura, Tribology Letters, 66 (2018) 142.

高温度検知可能な近赤外線 高速度カメラを用いた直接観察





焼付き時に起こる発熱現象



エンジンオイルの添加剤がどのように発熱を抑制してい るのかを詳細に観察することに成功











1600億自由度でのすべり軸受の弾性流体潤滑解析

九州大学





すべり軸受潤滑解析結果 カ州大学



任意形状の取り込みに成功 (コンロッドモデル)





BRIDGE 58

(JST

内閣府

任意形状を持つ数十億自由度での すべり軸受の弾性流体潤滑解析に成功



極めて高い並列性能

従来ソルバ(AVL EXCITE 千自由度)の一億倍の自由度 最薄油膜厚さ 数nmでの厚さ変化 0.1µsでの動解析











摩擦低減を支えるオイル消費低減 技術/解析 SG3



損失低減チーム サブグループ3 東海大学 落合 成行









1420rpm

6000rpm







回転数の影響で、流れに明瞭な差が見られる







2ndランドのオイルはトップリング溝に流入する. トップリング溝内のオイルが合口部から流出し,オイル消費となる





SG3の成果の発展性

今後の展開

- ・更なる精度向上
- ・解析と実験の比較検証
- ・他用途への応用

進行中(予定)のプロジェクト

- ・壁面付着燃料膜、軸受油膜の 可視化(AICE,日独)
- ・TM等の油膜移動計測

・測定装置の製品化







