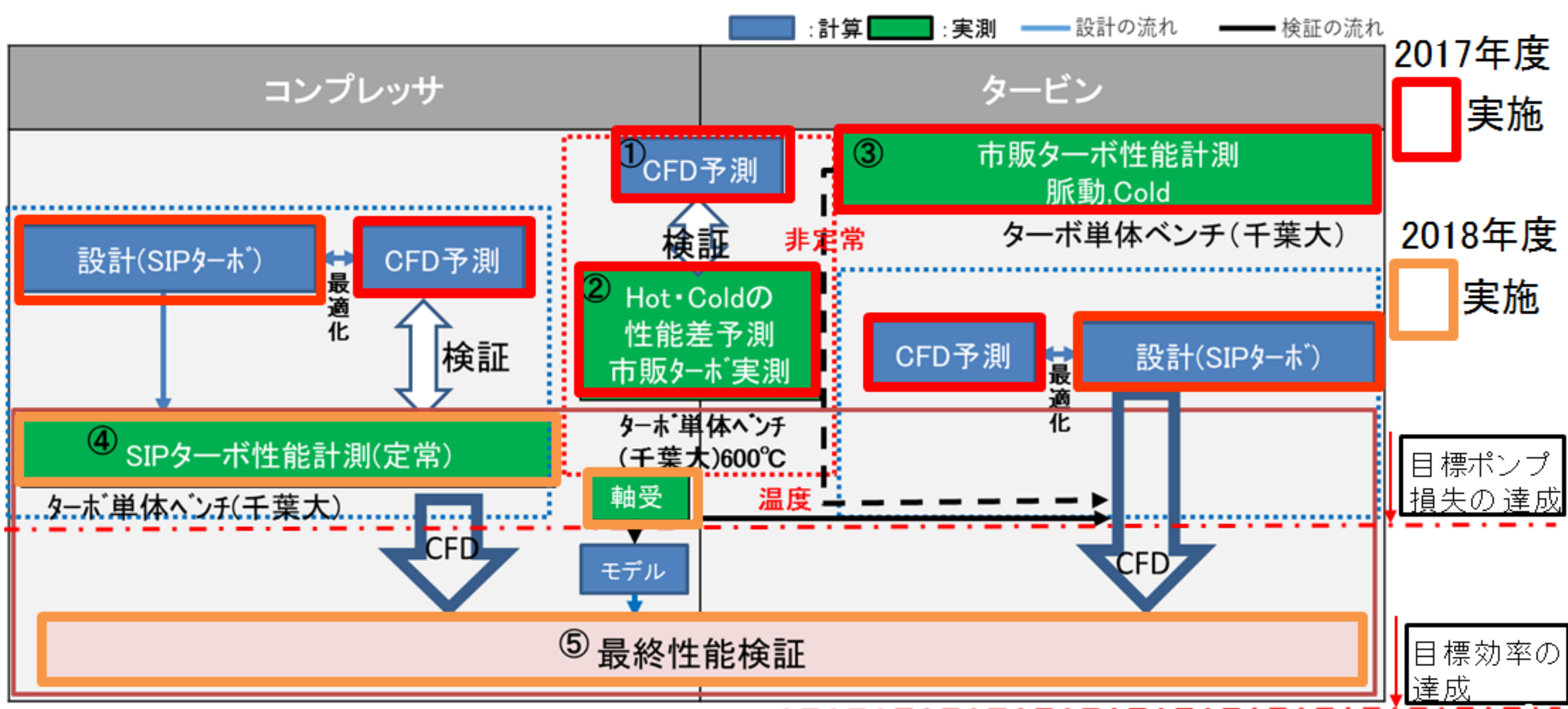


テーマ名 (タイトル)	排気エネルギーの有効利用と機械摩擦損失の低減に関する研究開発
SIPチーム	損失低減チーム リーダー大学: 早稲田大学 大聖 泰弘 教授
AICE分科会	排気エネルギー活用分科会 摩擦損失低減分科会
目的	ターボ過給機の性能向上による排熱回収技術の開発を通じて排気エネルギーを低減する。従来は経験則に基づいていた摩擦損失メカニズムを解明し、大幅低減を狙う。

テーマ名 (タイトル)	ターボ過給システムの性能予測手法の開発
クラスター大学	早稲田大学 宮川 和芳、滝沢 研二
目的	各要素の内部流れと干渉流れの非定常性や三次元性を考慮して検討し、過給機システム全体の性能向上を図る。
目的達成のための構想	●タービン、コンプレッサ等の非定常性に基づく動特性モデルを実験・解析により構築。
アピールポイント	●エンジンとのマッチングを考慮したタービン、コンプレッサの最適設計手法を構築。

## SIPターボチャージャ効率評価フロー

- 市販ターボの形状計測、CFD解析を実施
- ターボベンチ(千葉大)で市販ターボの性能検証を実施
- CFDによる脈動下のタービン性能予測精度を脈動試験装置(千葉大)で確認
- 定常条件下でのSIPターボコンプレッサの性能計測
- 精度を検証したCFDによるSIPターボの最終性能確認
- G/Dチームへのマップ提出

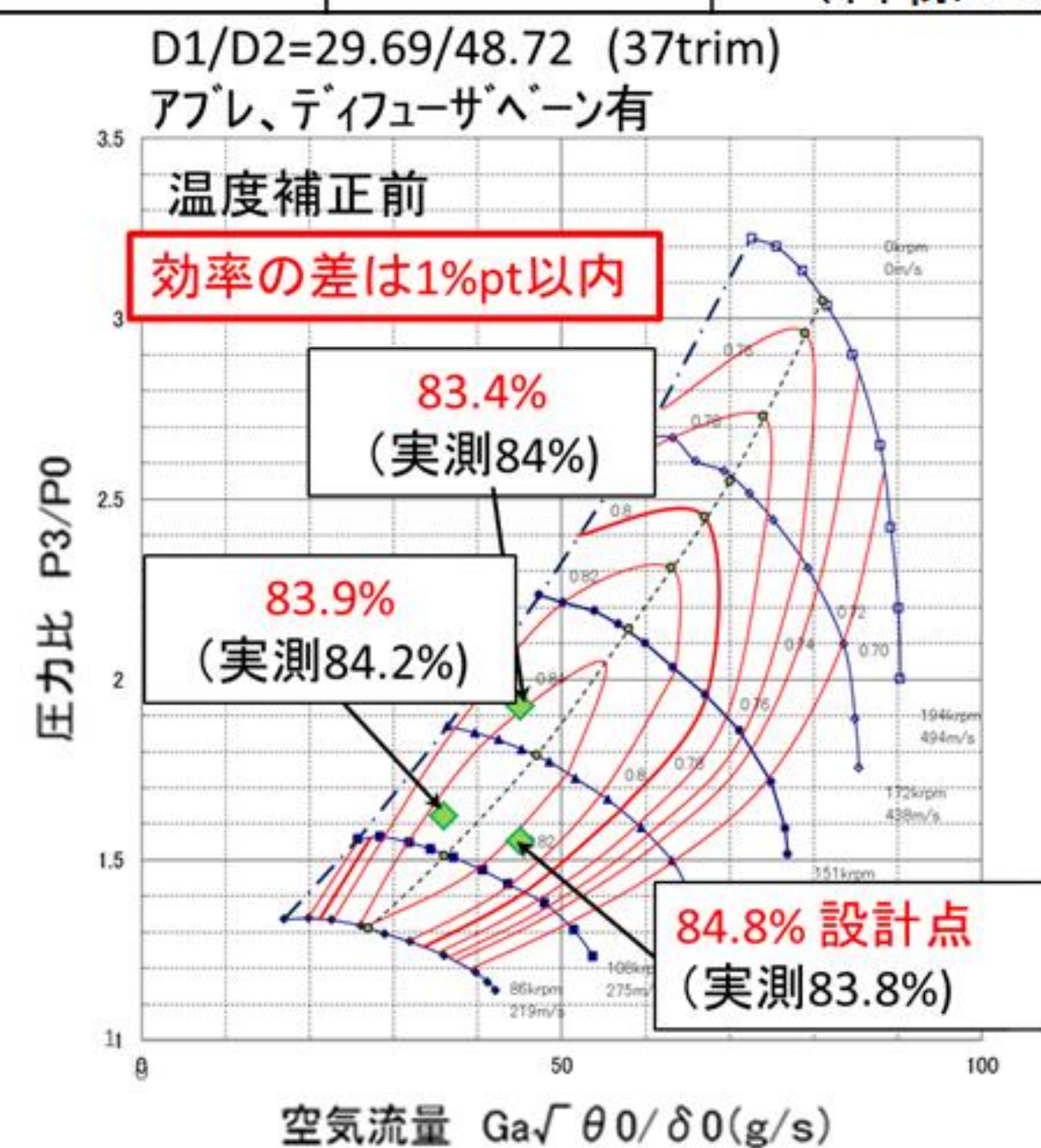


## SIPターボ効率

	タービン効率	コンプレッサ効率	軸受効率	総合効率
ガソリン	82.9%	84.8%	95.0%	66.8% (目標66.4%)
ディーゼル	85.9%	84.9%	95.0%	69.3% (目標64.0%)

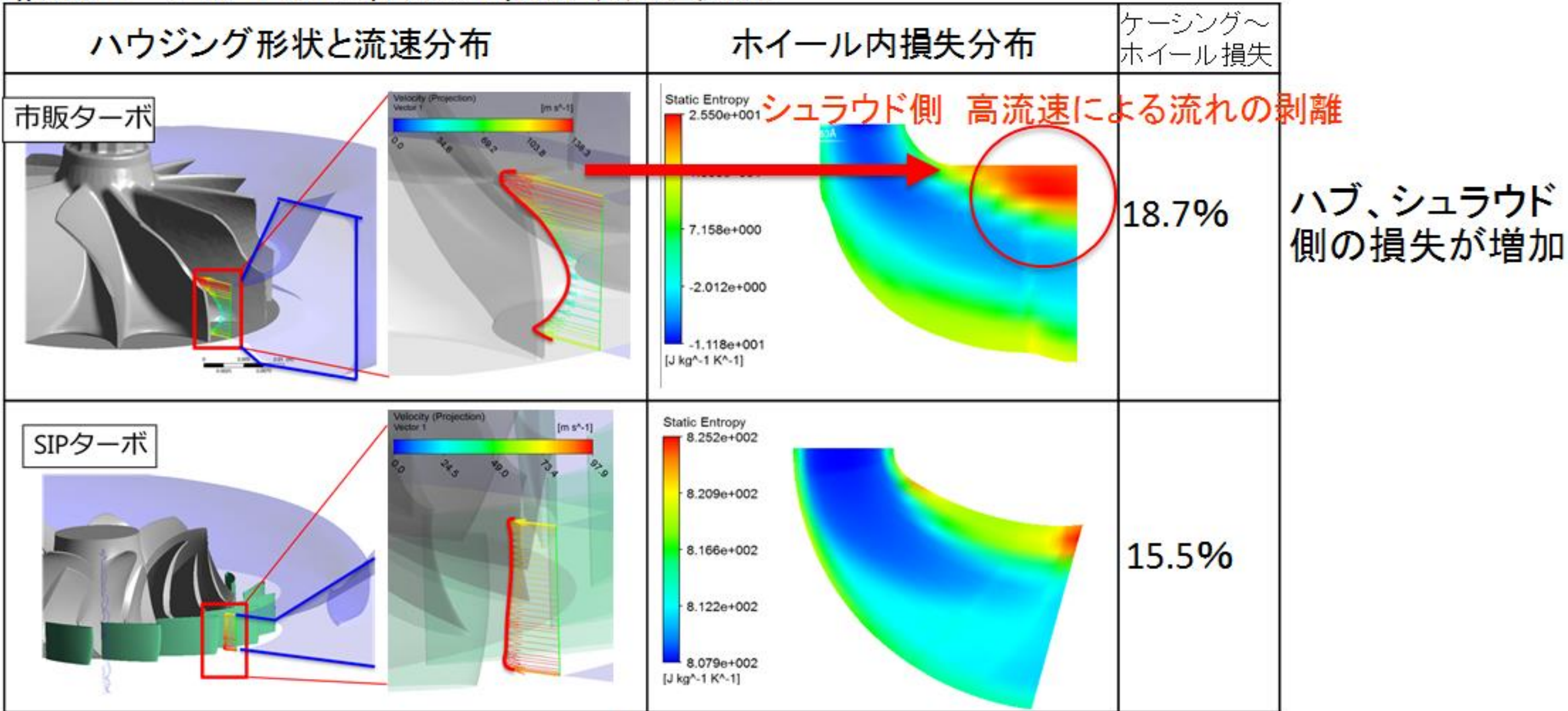
■ SIPターボチャージャ実証試験  
 > ガソリン用SIPコンプレッサの実証試験をAICE機関ベンチにて実施

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



## タービン効率向上の技術内容

構成パーツの干渉に着目して設計改良を実施



- 流れの急な転向によりケーシング出口に分布が発生 → ケーシング下流のホイールの流れに悪影響を及ぼす **3.2%の損失減**
- ケーシング断面形状をすり鉢形状に変更 → ホイール入口における速度分布を対称に変化

## コンプレッサ効率向上の技術内容

- 翼面圧力分布の検討  
 インペラではシユラウドからの流れによる渦が損失領域を形成 → 入口側の負荷が小さい
- ハウジング損失低減手法  
 ● 減速流れは不安定であり、二次流れ等によるロス発生につながる  
 ● ポリユート入口、出口における角運動量の比により損失量の違いを整理  
 ● ポリユートにおける損失が極小となるデフューザ出口角度は35~40[deg]

シユラウド側圧力分布

拡大大管損失

$$\Delta P = \xi \frac{\rho(v_1 - v_2)^2}{2}$$

減速による複雑な内部流れ

デフューザ出口角度

損失係数

角運動量比  $\gamma$

## ポンプ損失の低減

ガソリン				ディーゼル			
IMEP (MPa)	Engine Speed (rpm)	$\lambda$ (-)	EGR (%)	IMEP (MPa)	Engine Speed (rpm)	$\lambda$ (-)	EGR (%)
1.0	1800, 2000, 2400	1.5, 2.0, 2.5	0.0	1.442	2250	1.79	10.03

損失項目	市販ターボ	SIPターボ	SIPターボ (2.2L適合)
排気損失%	35.26%	35.31%	35.33%
熱損失%	16.56%	16.47%	16.45%
ポンプ損失%	1.15%	0.73%	0.61%
図示熱効率%	47.03%	47.49%	47.61%

ディーゼル

損失項目	市販ターボ	SIPターボ
排気損失%	40.51	40.95
熱損失%	6.33	5.84
ポンプ損失%	2.90	0.70
図示熱効率%	50.27	52.51

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

ガソリン IMEP = 1.0 MPa, Ne = 2000 rpm,  $\lambda$  = 2.0 のもとポンプ損失: **11.67 kPa** 低減を達成

ディーゼル IMEP = 1.4 MPa, Ne = 2250 rpm,  $\lambda$  = 1.79, EGR = 10% ポンプ損失: **56.89 kPa** 低減を達成

## タービン脈動流下解析

> ガソリンタービンの脈動流下解析を実施

	定常流下	脈動流下
効率	82.9%	81.2%

-1.7%

タービン入口流量と効率 (流量はGT-Powerより算出)

タービン効率 %

流量 kg/s

クラック角度 deg

増速

減速

同一流量

- 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