

ガソリン燃焼チーム クラスター大学14（冷却損失低減班）

明治大学 理工学部 中別府修, 出島一仁, 中村優斗, 土屋智洋

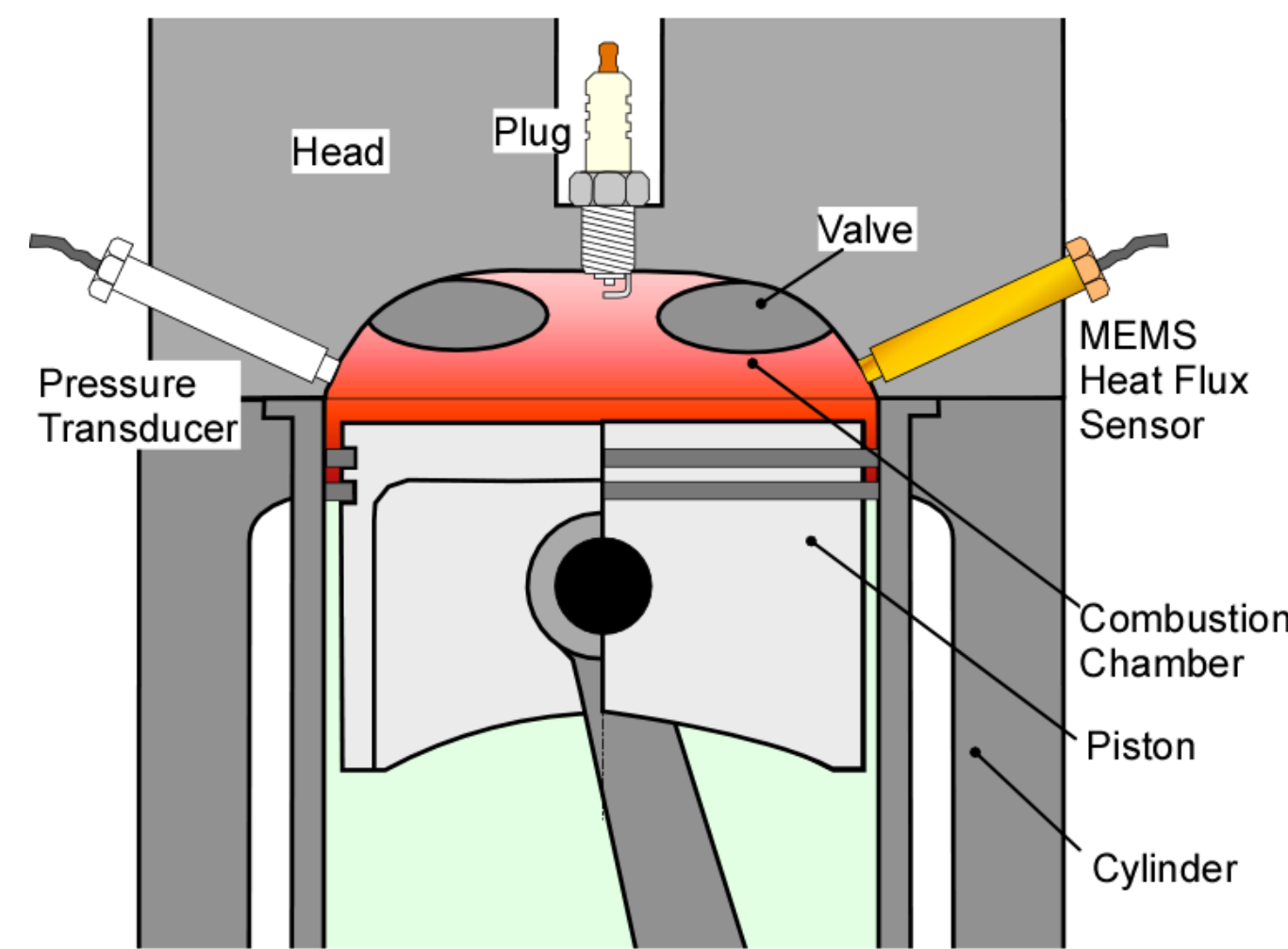
MEMSを用いた高空間分解能熱流束センサの開発

目的

- エンジンの冷却損失の把握と低減技術の開発のため、エンジン壁面への定量的な熱流束計測技術の開発
- MEMS技術を用いたエンジン用多点熱流束センサの開発
- HINOCA検証用熱流束実験データの提供

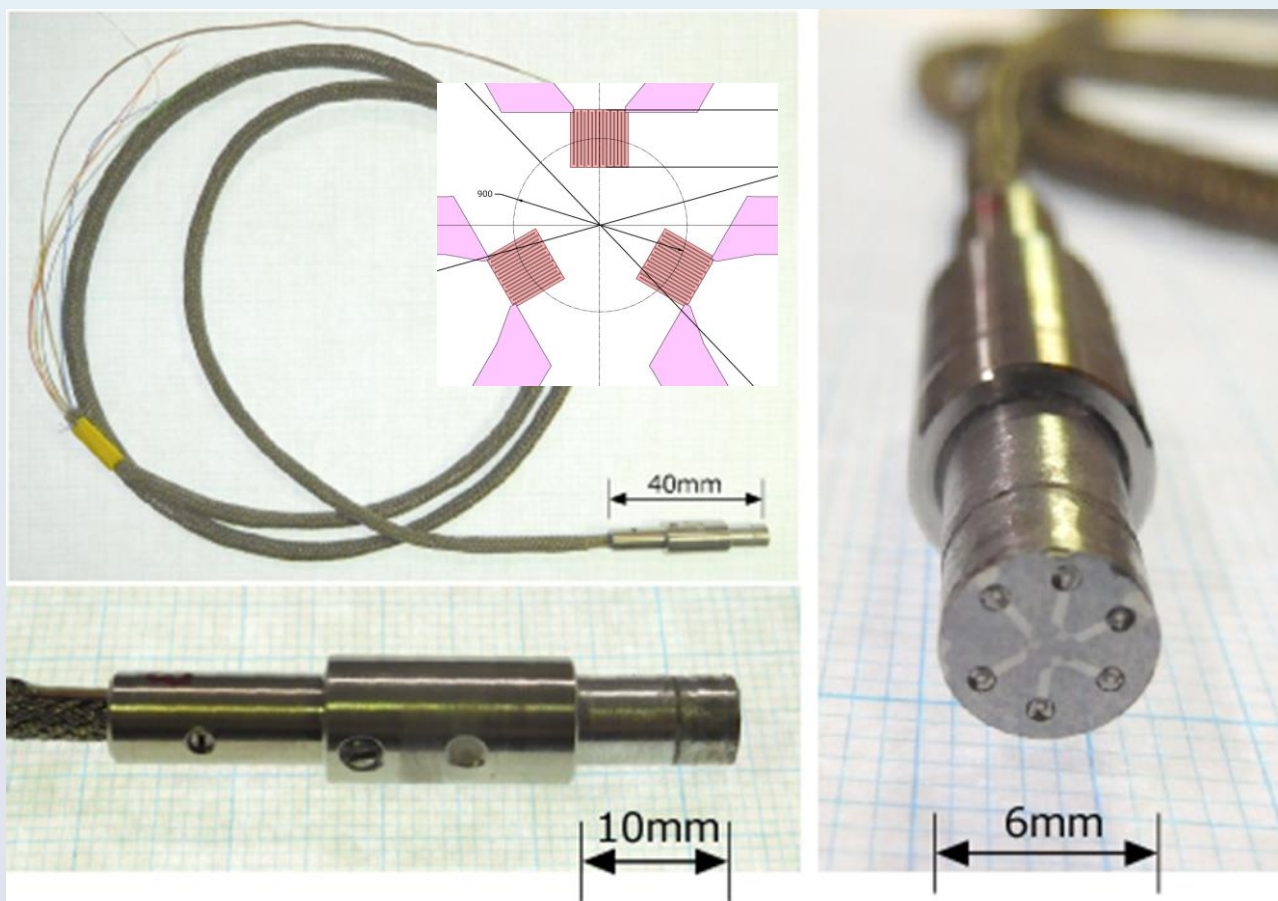
研究方法

- 隣接3点熱流束センサの開発
センサ制作, 較正方法, 解析方法, 可視化方法の開発
- 共用エンジンにおける熱流束計測と熱伝達特性の解明
HINOCAへの局所熱流束に関する位相平均データ, 瞬時データの提供
熱伝達特性（非定常局所ヌッセルト数, 時空間変動特性, 気相側計測との相関）

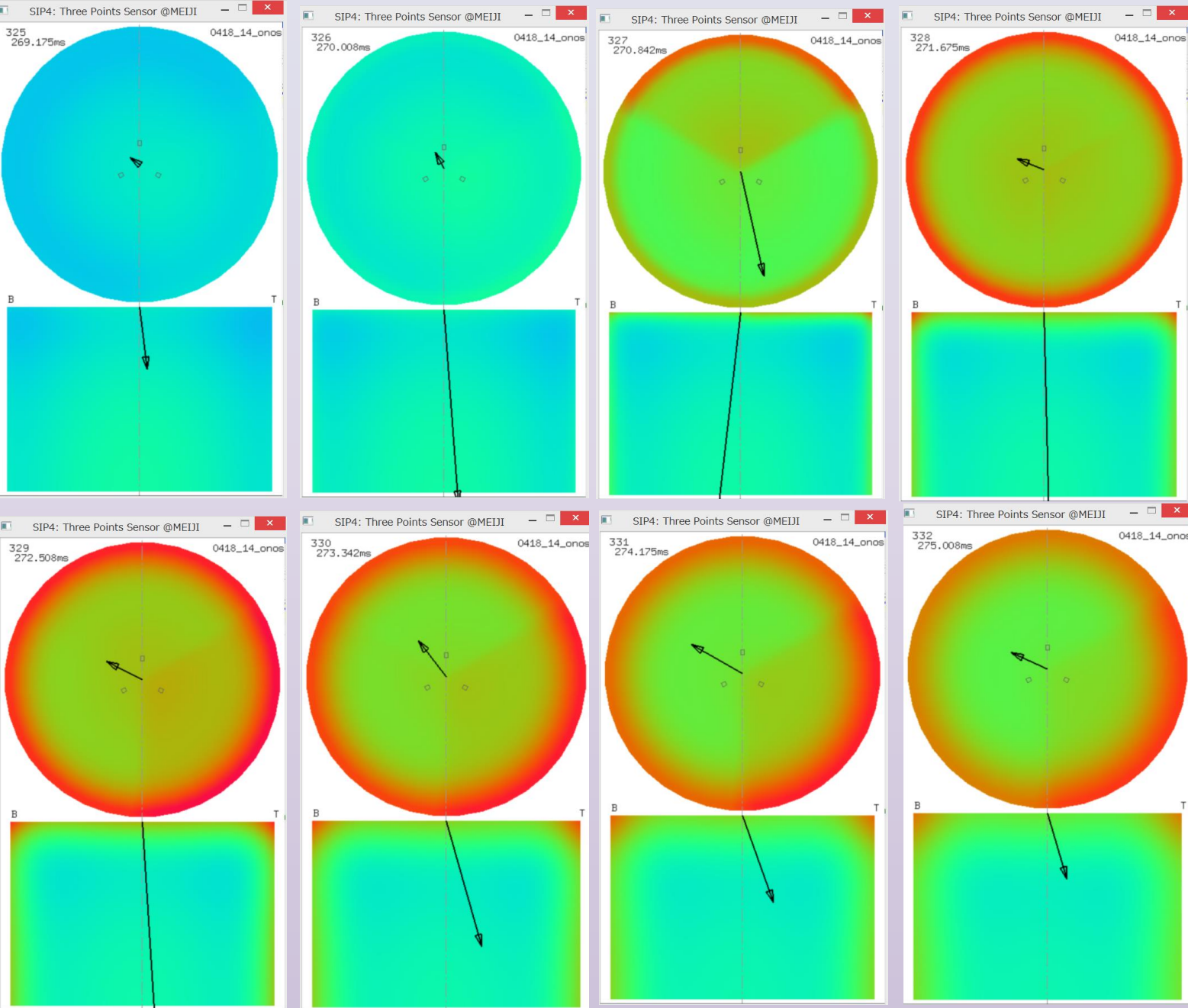


主な成果

- エンジン用3点熱流束センサの開発



MEMS3点熱流束センサ (RTD type)

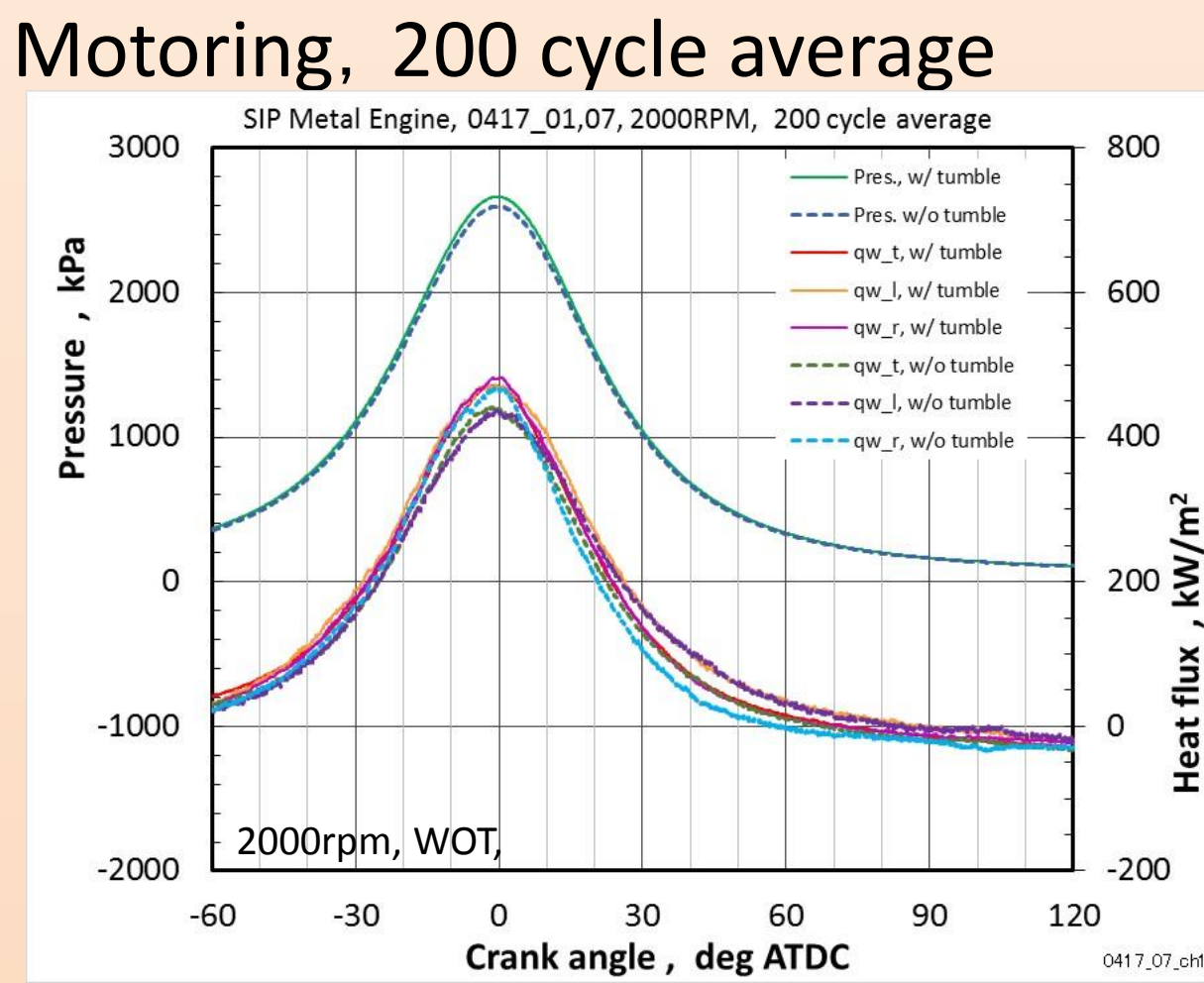


燃焼時のセンサ温度分布と熱流束ベクトル
Onosokki SIP ME, $\Phi=0.8$, IMEP=400kPa, w/o tumble port,
(20170418_14) $\Delta t=0.833\text{ms}$, $\Delta\theta=10\text{deg}$

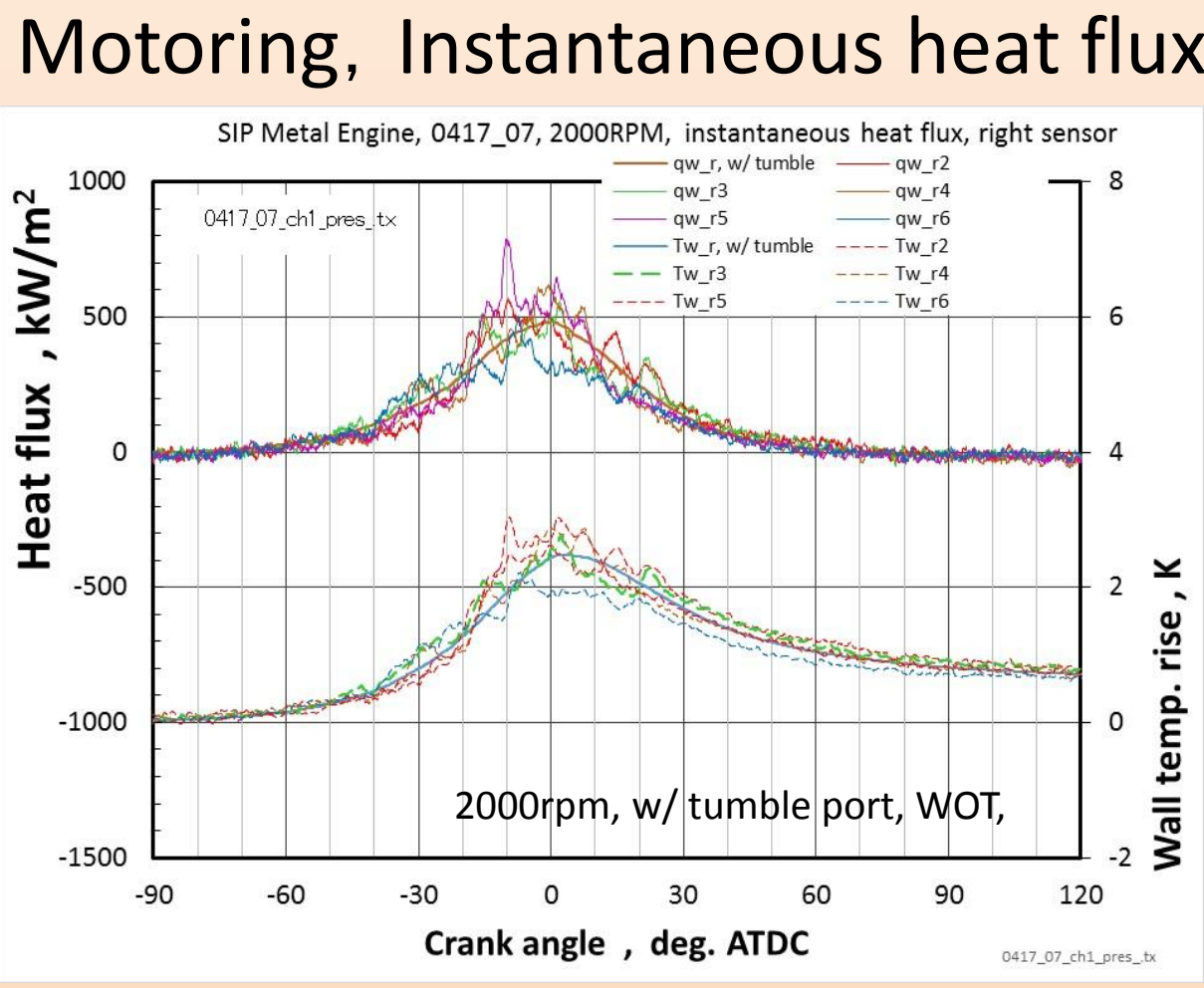
センサ特性

応答性: 10kHz Cut off
空間分解能: 300 μm ~600 μm
熱流束レンジ: 5 kW/m²~20MW/m²
耐熱性: ~200 $^{\circ}\text{C}$
耐圧性: ~10MPa (ノック条件対応)
形状: Medtherm compatible shape
基板: AC8A (Al alloy, engine metal)

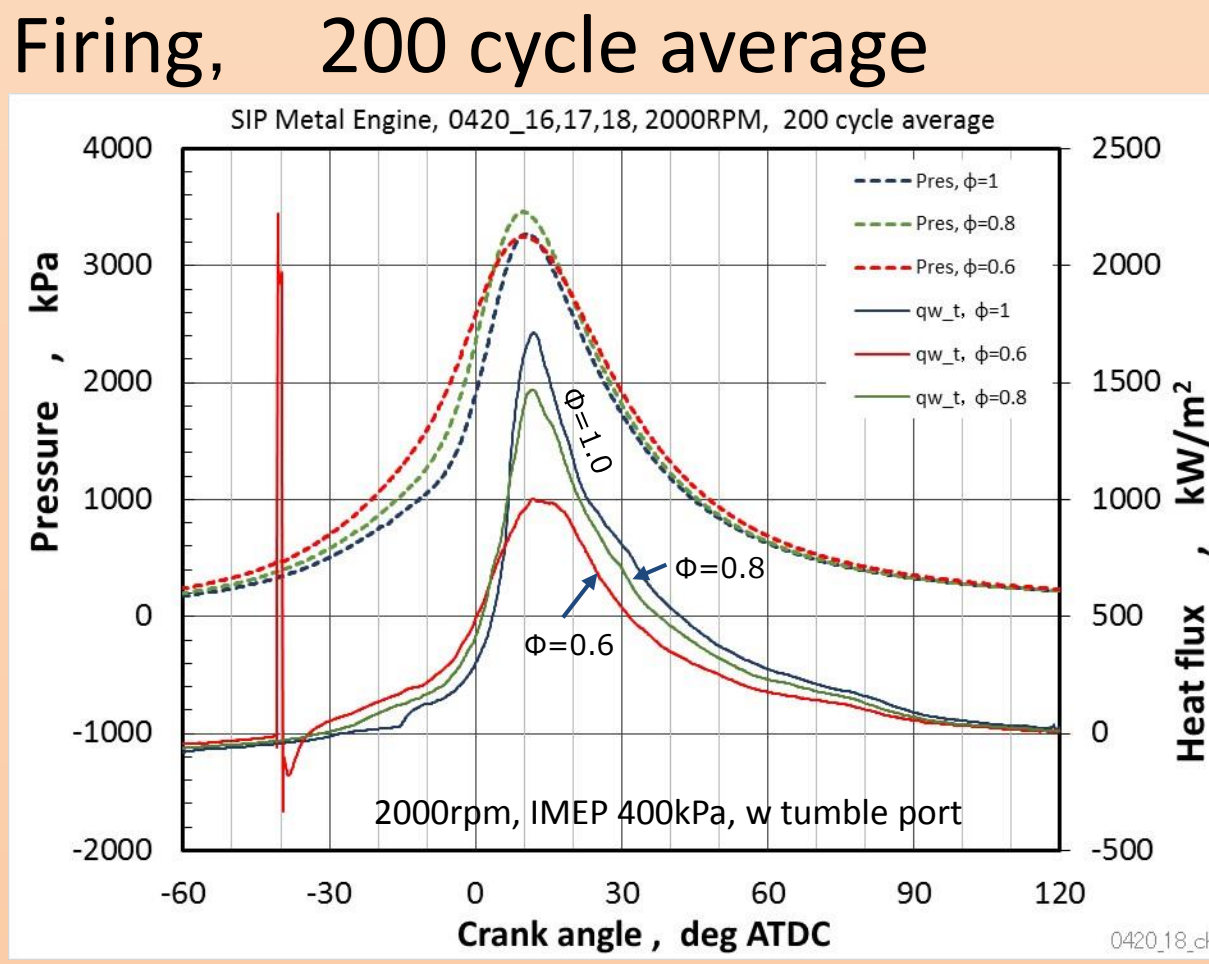
- 共用メタルエンジンでの熱流束計測



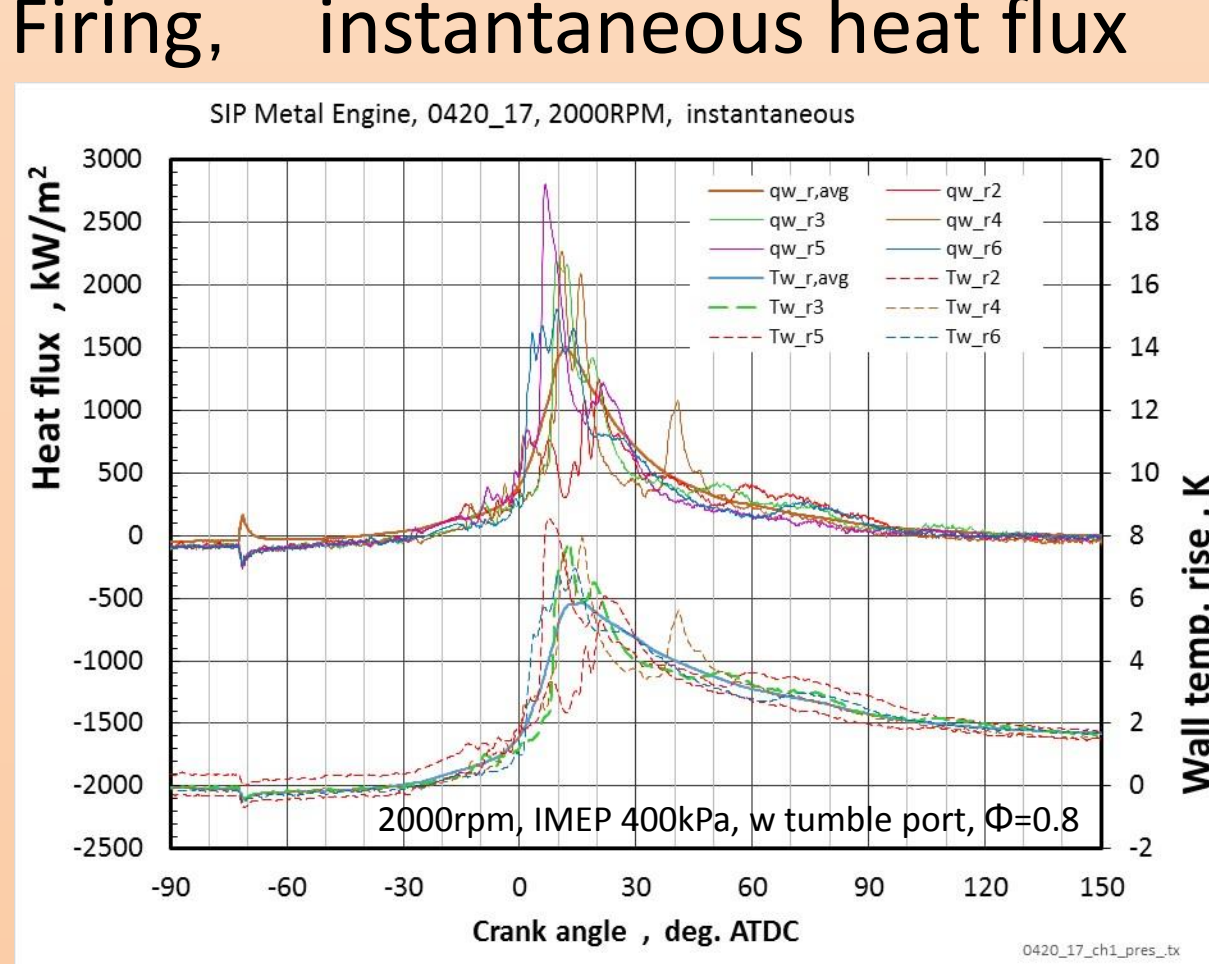
タンブルポートにより僅かに熱流束ピークが上昇
Tumble port slightly increases wall heat flux peaks.



瞬時熱流束にはkHzレベルの変動がみられる。
サイクル間変動が大きいことが分かる。
Instantaneous variation was clearly captured. Several kHz oscillation is detected.
Difference among cycles is noticeable.

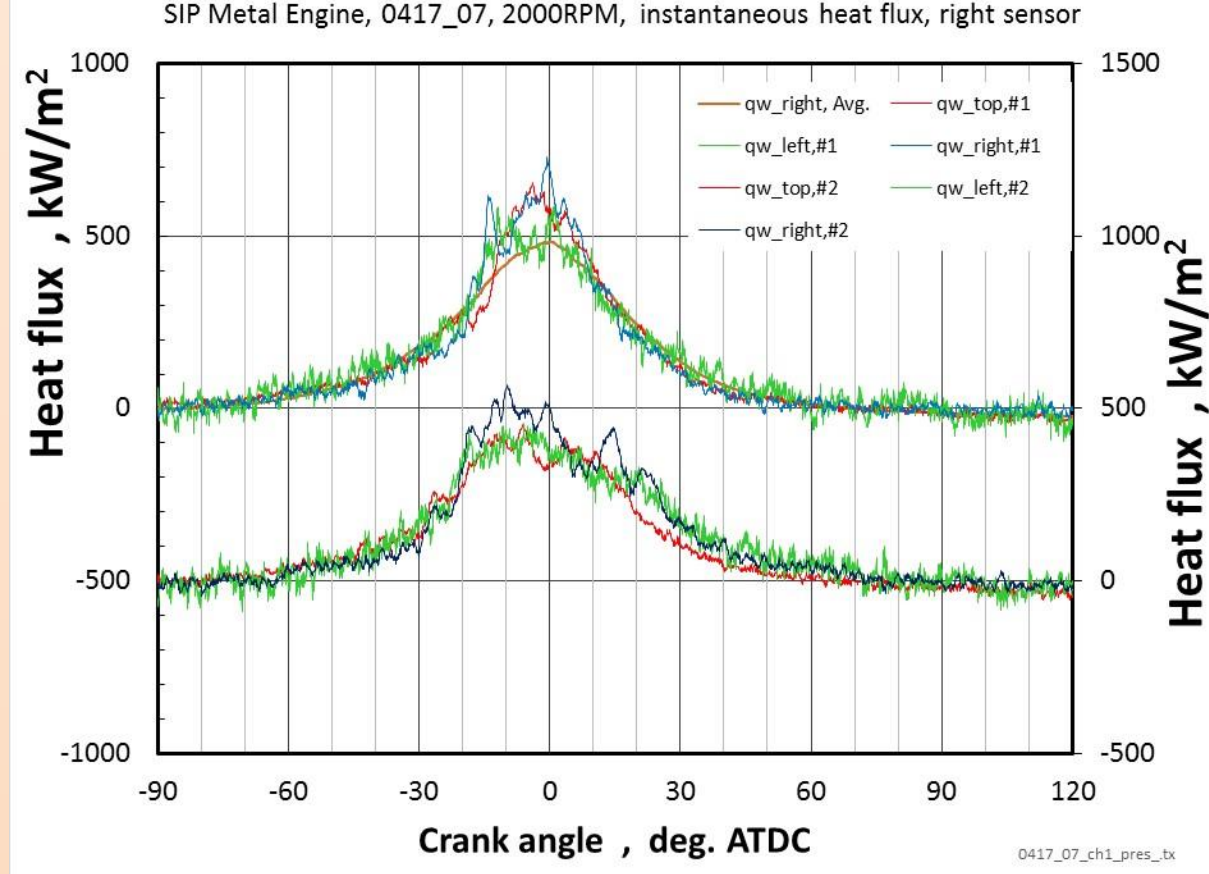


同一IMEP条件下で当量比を変えた実験。
希薄燃焼により熱損失が低減
Test varying equivalence ratio under same IMEP condition.
Wall heat flux reduces under lean burn condition.



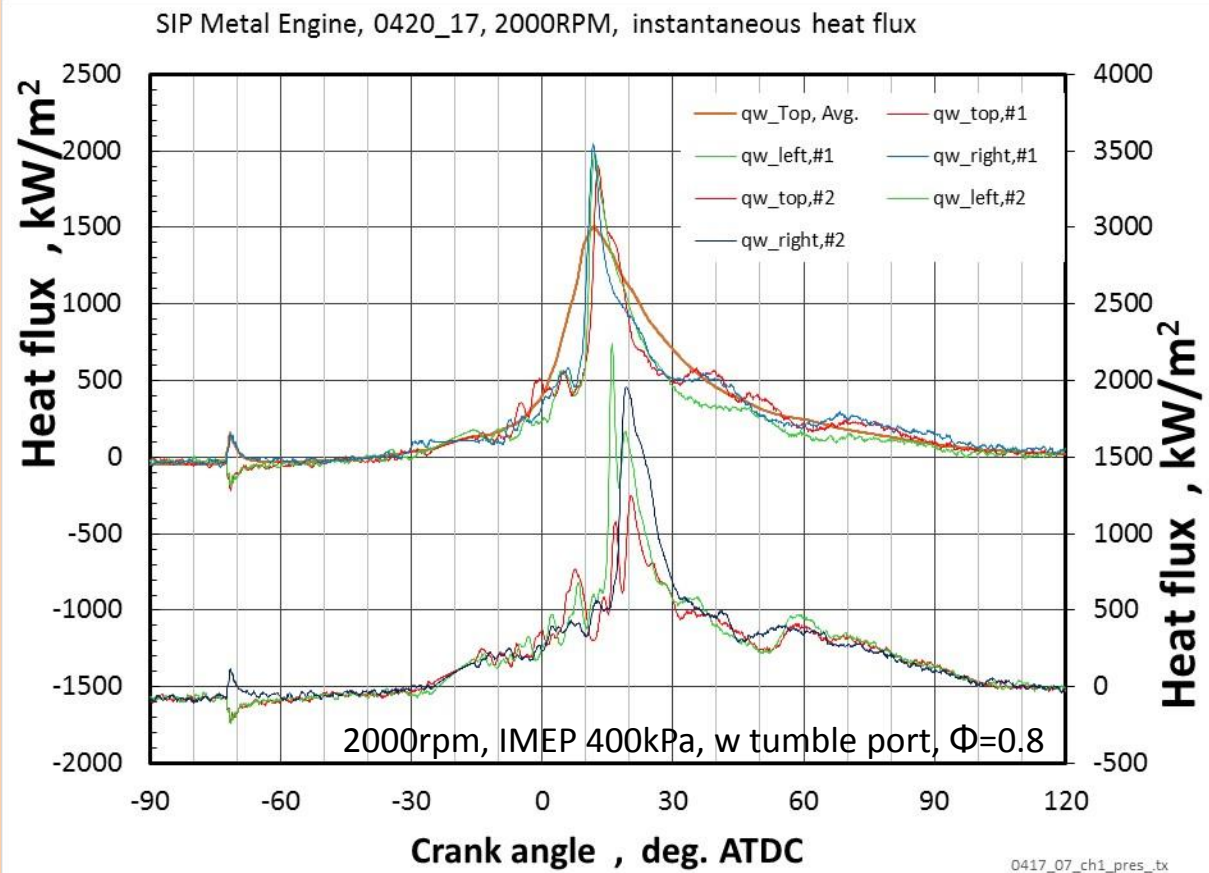
瞬時熱流束のピーク形状は、平均熱流束より鋭い。
熱流束ピークには1~4kHzの変動が含まれている。
サイクル間の変動が大きい。
Instantaneous heat flux has sharper peak than averaged one, and includes oscillation of 1~4 kHz during in combustion process. Fluctuation among cycles is significance.

Motoring, Spatial distribution (3 points measurement)



隣接3点のセンサには、位相が異なる変動が捉えられた。連続2回のサイクルで波形が有意に異なる。
The three sensors in 900 μm diameter circle showed heat flux trends with different phase oscillations. Two series cycle showed significant different trends.

Firing, Spatial distribution



隣接3点のおおまかなトレンドは共通だが、位相の異なるピークが見られる。時空間の変動スケールの特定が必要。
Coarse trends are common, however, different phase peaks were observed in the simultaneous three points measurement. Spatiotemporal scale in heat transfer is required to be solved.

まとめ

- 隣接3点計測によるエンジン用壁面熱流束ベクトルセンサを開発
- 共用メタルエンジンにて、燃焼時の瞬時壁面熱流束計測(10kHzカットオフ)に成功
- 900 μm スケールの隣接3点計測では、各センサに位相の異なる変動が見られた
- HINOCA用の詳細な局所熱流束データを提供可能

今年度の取組

- エンジンの熱流束データの取得
- センサ改良による熱伝達変動スケールの特定
- 熱伝達モデルの構築
- DC型熱流束センサの検討
- コンタミの影響・検出方法の検討

研究計画

2014	2015	2016	2017	2018
MEMS熱流束センサの構想・開発	金属基板MEMSセンサの開発 プラグ型センサの開発 RCEMでの計測試験	多点センサの開発 供用メタルエンジンでの熱流束計測 熱伝達モデル検討	多点センサの改良・発展 運転条件と熱損失 熱伝達モデルの構築	多点センサの改良・発展 熱損失評価 熱流束計測による熱損失低減策の評価

