

# SIP「革新的燃焼技術」の 基本思想と全体像

2015年6月30日 公開シンポジウム  
サブ・プログラムディレクター(サブPD)  
古野 志健男  
(株式会社 日本自動車部品総合研究所 専務取締役)

1. SIP革新的燃焼技術 (SIP燃焼) の背景
2. 実施体制
3. 各チームの研究概要と進捗
4. まとめ: 運営の工夫と今後に向けて

# 1. SIP燃烧の背景

## ～社会ニーズから～

# 燃焼技術の位置づけ

## ■ 重要性

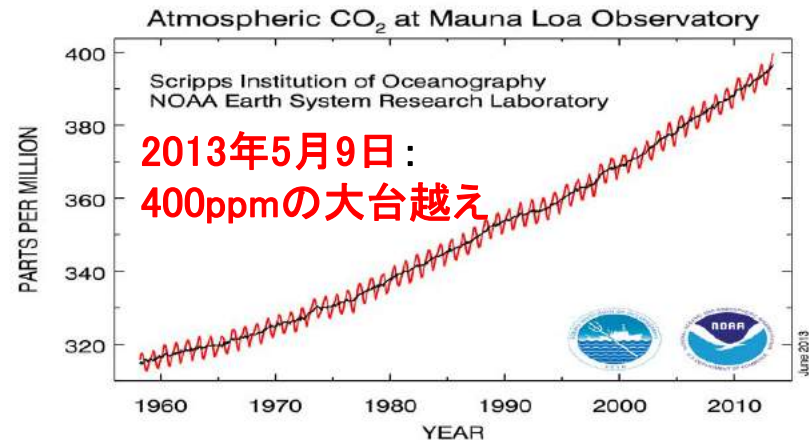
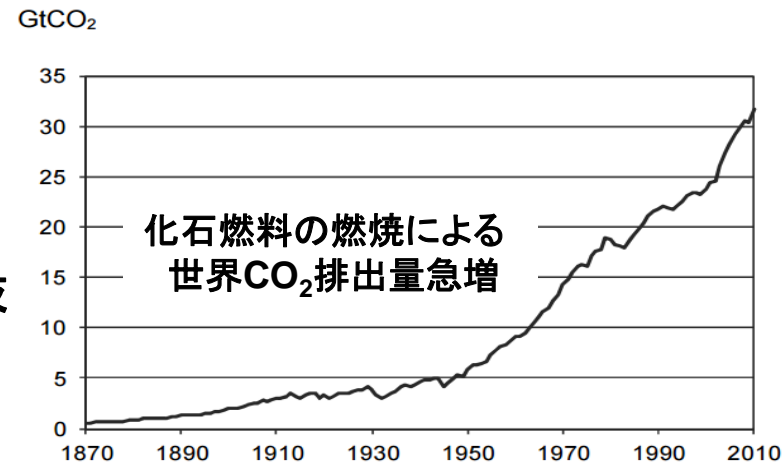
- 化石燃料などのエネルギー変換技術
- 発電、ボイラー、航空、自動車等活用は多岐

## ■ 社会的インパクト

- エネルギー枯渇問題（化石資源の消費）
- 地球温暖化問題（CO<sub>2</sub>排出削減）

## ■ 科学的側面

- 燃焼現象は複雑で未解明な部分も残存
- 効率向上には更なる科学的知見が必要

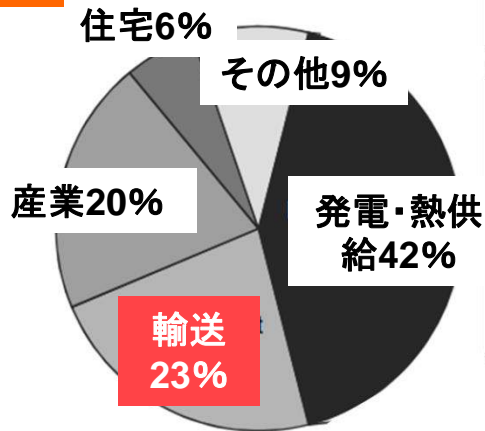


燃焼への高度化要求は世界レベル、基礎からの研究開発が必須

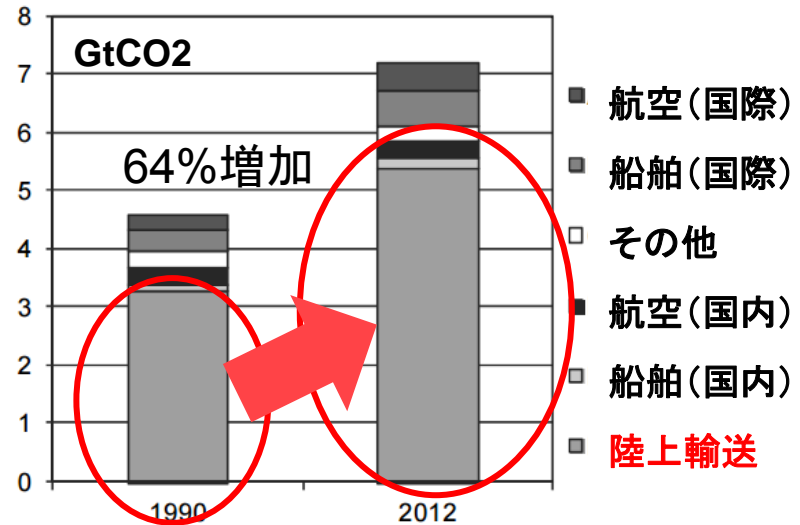


# 輸送・乗用車のCO<sub>2</sub>排出量と石油消費量

## CO<sub>2</sub>排出量

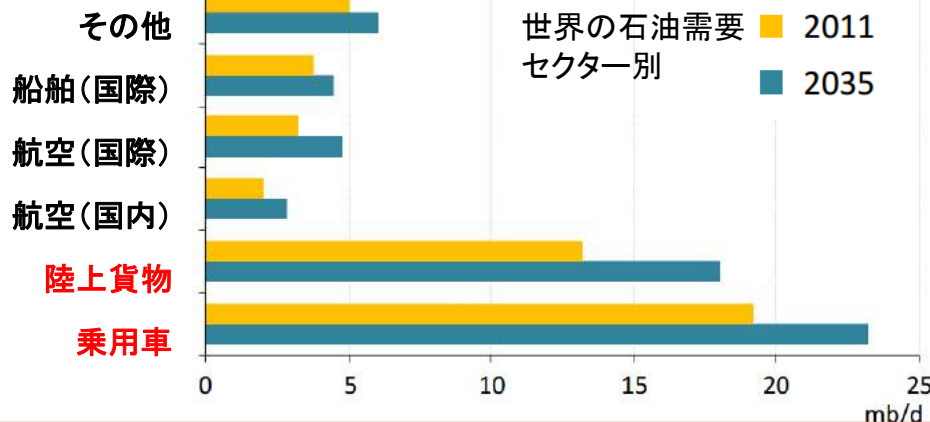


世界CO<sub>2</sub>排出量セクター別 (2012)  
(総量 320億トン)



世界CO<sub>2</sub>排出量輸送部門の内訳

## 石油消費量



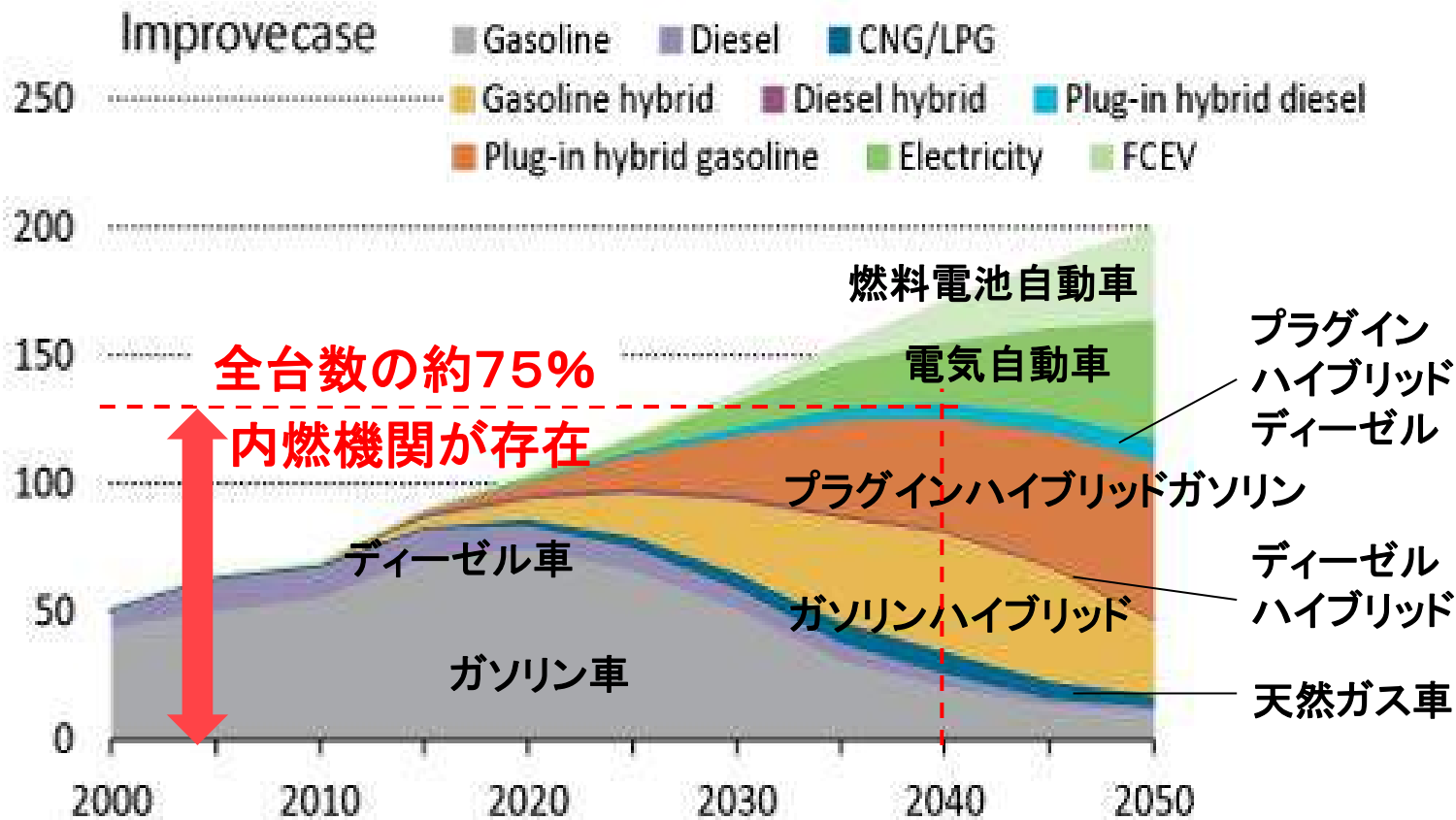
## 輸送・乗用車による

- CO<sub>2</sub>排出量
- 石油消費量

膨大かつ増加傾向

まず、乗用車用  
内燃機関から！

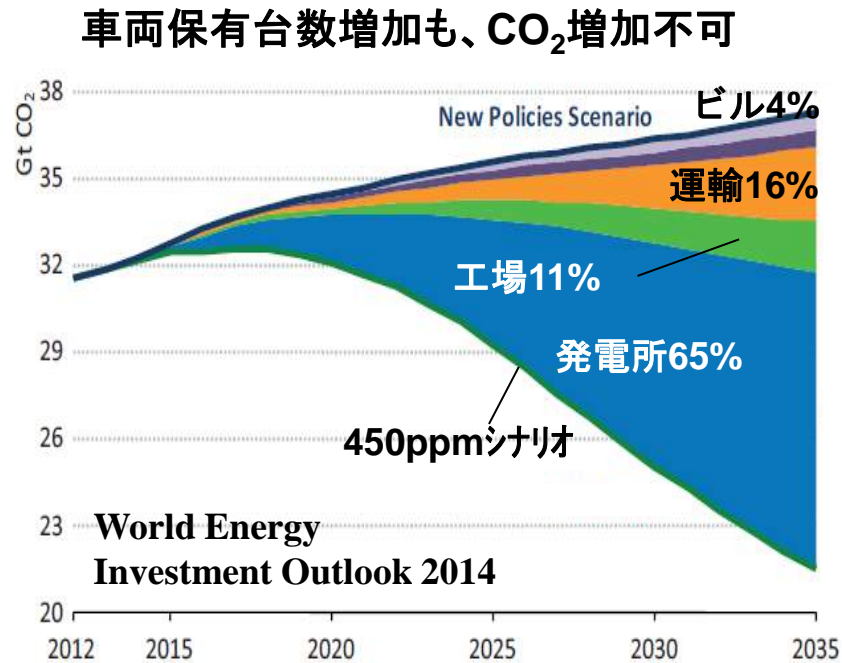
# 乗用車のパワートレイン別普及予測



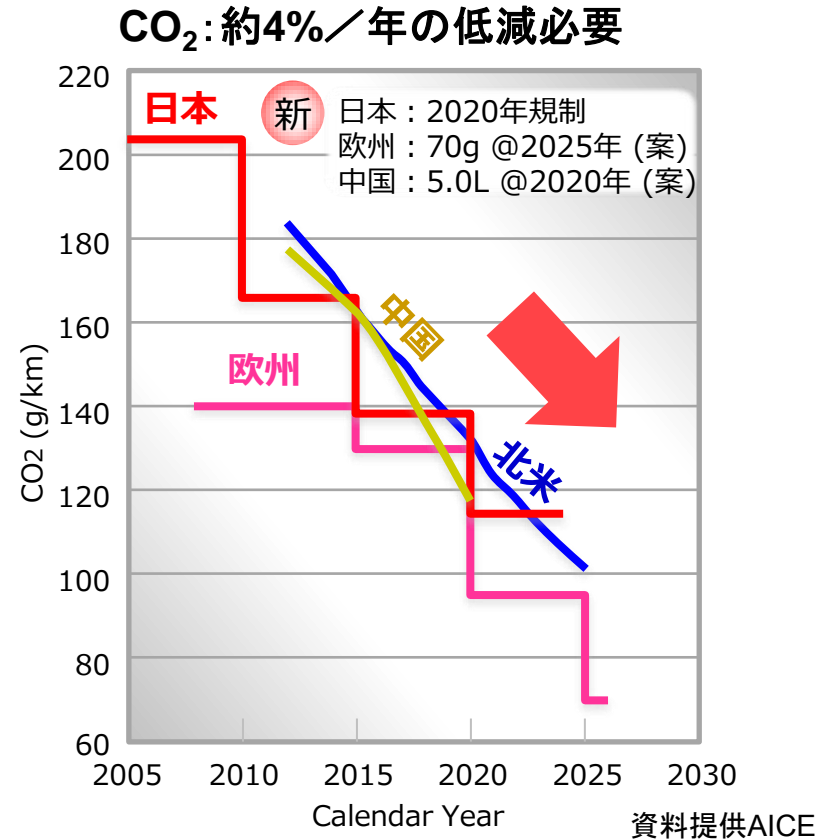
内燃機関のクルマは2040年頃まで増加し、約75%も存在する



# 世界的なCO<sub>2</sub>低減要求レベル



CO<sub>2</sub> 450ppmへの低減シナリオ



自動車のCO<sub>2</sub>排気規制の年推移

注: 各国で試験条件などが異なるため数値の比較はできない

車両CO<sub>2</sub>低減 = 熱効率向上なくして産業競争力は維持できない

# SIP革新的燃焼技術の目標

地球温暖化と  
エネルギー枯渇問題の解決へ

日本の産業競争力の強化へ

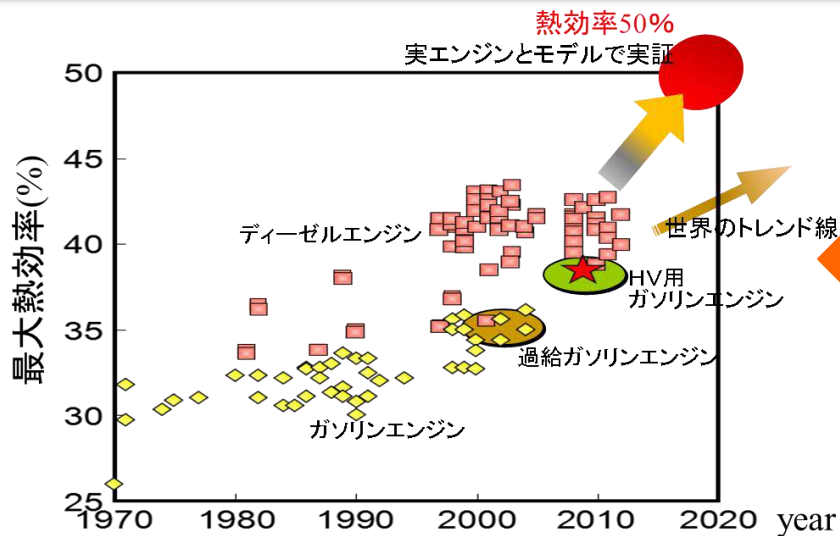
CO2排出量とエネルギー消費量の  
低減に寄与

日本の自動車産業の  
競争力の強化

産学連携のモデルケー  
スとして他分野に展開

乗用車用内燃機関の**最大熱効率を50%に**  
(現状:39%)

持続的な**産学連携体制の構築**  
世界トップレベルの**内燃機関研究者の育成**



産⇒学: 産の共通ニーズを提示  
学⇒産: 基礎的知見の提供  
学⇄産: 持続的な人材・ニーズ・シーズの行き来へ

SIP燃焼の産学連携を  
表すロゴも作りました!

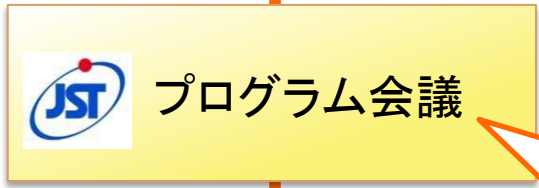
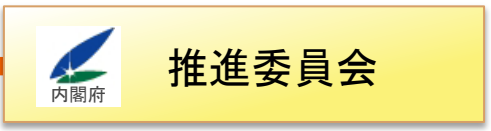
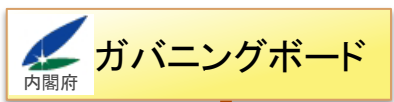
オールジャパンの産産学学連携によって革新的燃焼技術を推進



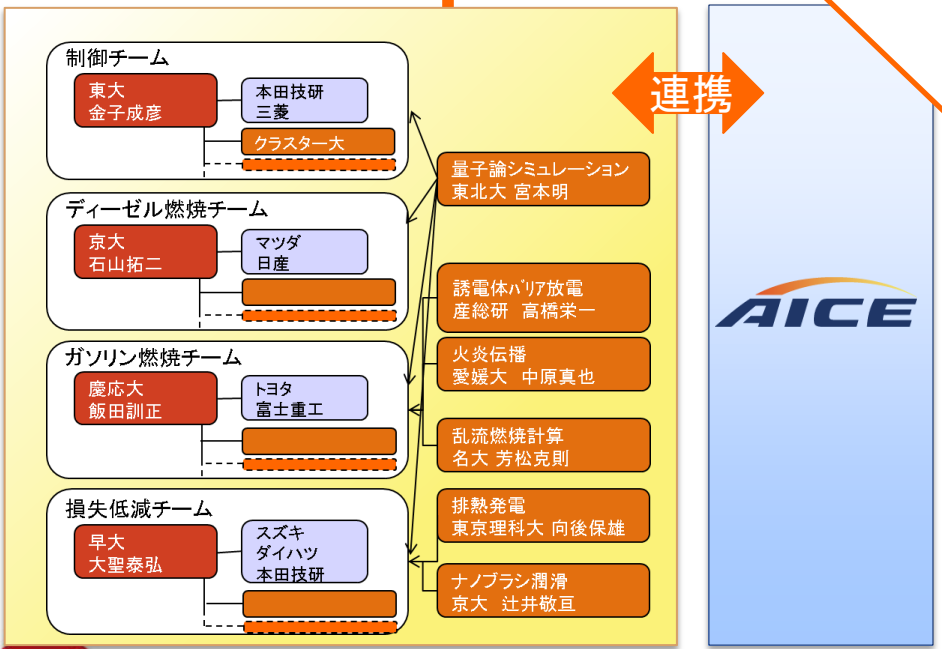


## 2. 実施体制

# SIP燃焼 研究推進体制



研究マネジメント(評価、研究費配分、進捗管理など)



(五十音順)

PD 杉山雅則 (トヨタ)

サブPD 古野志健男 (部品総合研究所)

石塚悟 (広大)

工藤俊治 (JST/元トヨタ)

越光男 (大学評価・学位授与機構)

長弘憲一 (元ホンダ)

野波健蔵 (千葉大)

村中重夫 (元日産)

森誠之 (岩手大)

# SIP燃焼 AICEとの連携



## SIP燃焼研究実施体制

4つのチームと、6つの革新的要素技術で構成

### 制御チーム

東大  
金子成彦

AICEディーゼル燃焼  
分科会、CAE分科会  
トヨタ、本田

クラスター大

### ディーゼル燃焼チーム

京大  
石山拓二

AICEディーゼル燃焼  
分科会  
マツダ

クラスター大

### ガソリン燃焼チーム

慶応大  
飯田訓正

AICEガソリン燃焼分科会  
トヨタ

クラスター大

### 損失低減チーム

早大  
大聖泰弘

AICEガソリン燃焼分科会  
摩擦損失低減分科会  
スズキ、ホンダ

クラスター大

2015年1月  
連携協定を締結

支援

量子論シミュレーション  
東北大 宮本明

誘電体バリア放電  
産総研 高橋栄一

火炎伝播  
愛媛大 中原真也

乱流燃焼計算  
名大 芳松克則

排熱発電  
東京理科大 向後保雄

ナノブラシ潤滑  
京大 辻井敬亘



## 燃焼研究委員会

CAE  
分科会

ディーゼル  
燃焼分科会

ガソリン  
燃焼分科会

摩擦損失低減  
分科会



# SIP燃焼にとってのAICEとの連携の意義と期待

## 産学を繋ぐ重要なプラットフォーム

使われる成果へ  
～確実かつ迅速に  
成果を社会還元へ～

### ◆ 技術課題

産が学に期待する、サイエンスから解くべき技術課題の提供。

### ◆ 強い特許

競争力のある特許を出すための知恵。

企業ならではの情報提供  
～産で培ってきた  
知恵と工夫のシェア～

### ◆ 実験設備や部品

最先端の設備導入や運用、入手困難な部品、設計・試作などのハードウェアの支援。

### ◆ 安全確保

実験環境づくり支援。  
ノウハウの提供。

研究推進の支援  
～エンジン研究特有の  
多種多様な成果の統合～

### ◆ マネージメント

チームマネージメント方法の支援。例えば、研究計画、成果の受け渡し、進捗管理など。

### ◆ 人材交流

企業から大学への派遣

産学の力の相乗効果で、  
成果創出の質と速さが大幅アップ



# 3. 各チームの研究概要と進捗



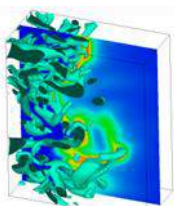
# 4チームの研究の概要

最大熱効率 50%

## ガソリン燃焼

### スーパーリーンバーン

- ① 点火システム
- ② 火炎伝播
- ③ 冷却損失低減
- ④ ノッキング制御



タンブル流の最適化による  
火炎伝播の促進

## 制御

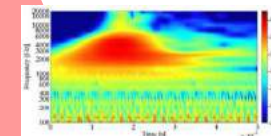
### 燃焼制御システム

- ① 高速3D計算ソフトウェア
- ② 着火・燃焼・排気ガスマデル
- ③ 高口バスト制御
- ④ 制御モデルの定数最適化

## ディーゼル燃焼

### クリーン&高効率な燃焼

- ① 混合気制御
- ② 後燃え低減
- ③ 冷却損失低減
- ④ 高圧噴射PCCI
- ⑤ 放射音抑制

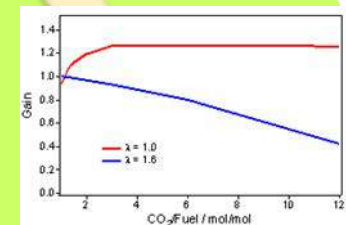


表面振動周波数特性の  
時間変化

## 損失低減

### 排気エネルギー&機械摩擦

- ① ターボ過給システム
- ② 排気熱燃料改質と燃焼改善
- ③ 摩擦損失の評価・低減
- ④ 損失を含むサイクル計算



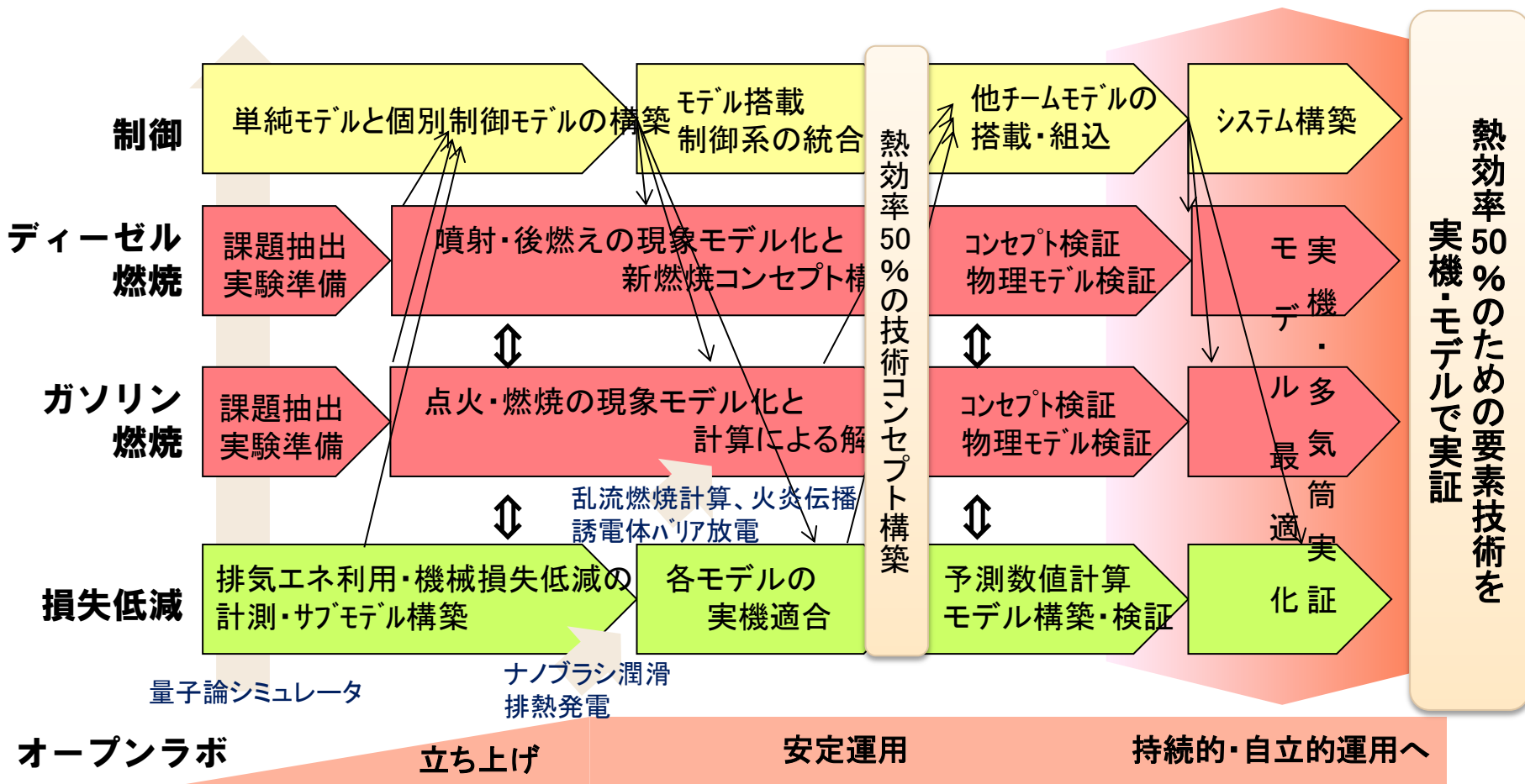
エネルギー回収率と排ガス条件

4チームが成果を受け渡ししながら、オールジャパンで目標達成へ



# 5年間の工程表

FY	2014	2015	2016	2017	2018
----	------	------	------	------	------



# 各チームの研究進捗の例

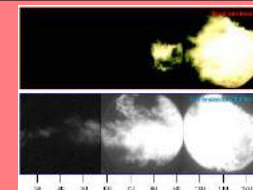
着実に  
立ち上げ中

## 制御

- 制御モデルのフレームワーク
- 燃焼室内のピストン移動時のガス流動計算
- PM核形成プロセスと前駆体

## ディーゼル 燃焼

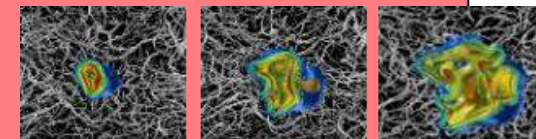
- 後燃え現象解明のための紫外時発光計測
- LESによる燃焼・流動・熱損失計算
- 熱発生率の双峰化による燃焼騒音の低減



紫外自発光・輝炎  
の同時撮影

## ガソリン 燃焼

- 希薄限界付近の火炎核形成挙動の把握
- 末端ガスの圧力発生機構の解析  
ノック抑制へ



火炎核形成モデル

## 損失低減

- Al 合金・境界潤滑で、 $\mu$  0.02以下 ( $\leftarrow$ 0.1) を実現
- 脈動流下でのターボ動特性の把握と向上
- 改質成分による燃焼速度改善





# 研究拠点(オープンラボ)の形成

## 損失低減チーム

2015.10稼働予定

早稲田大 西早稲田キャンパス



次世代自動車研究機構  
Research Organization for Next Generation Vehicles



## 制御チーム

一部試運転完了  
順次導入中

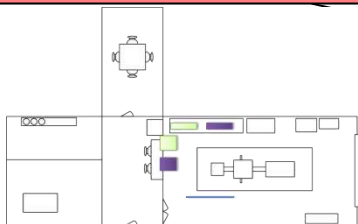
東大 本郷キャンパス



## ディーゼル 燃焼チーム

2015年度末開所予定

レンタルラボ(京都市 **HORIBA**)



## ガソリン燃焼チーム

4/16 オープン

レンタルラボ(横浜市 **ONO SOKKI**)



SIP参画の大学やAICEの研究者・技術者が集結し、  
現地現物で実験・議論を重ねる研究拠点へ。



# 4. まとめ:

## 運営の工夫と今後に向けて

# 運営における6つのチャレンジと工夫

## ◆草の根活動

産学が互いを知る。  
腹を割った「会話」から！



## ①産学の融合

## ◆若手アワード

若手を盛り上げ、次のパワーに。

## ⑥若手の育成



## ②強い特許

## ◆これまでになく知財ポリシー

産は使いやすい、  
学は出しやすい特許へ。

## ⑤きめ細かなマネジメント

## ◆困りごと相談

? & !

PDがラボ訪問。困りごとに即対応。  
各チームには担当委員。

## ③学の活性化

## ◆エンジン研究地位向上運動

論文誌にどんどん投稿。  
相互引用でIFもアップ！



## ④環境の整備

## ◆良いエンジン研究は安全から

企業の工夫を  
学にシェア。



# 今後に向けて

- 日本の自動車産業の競争力向上のために、「熱効率50%」と「科学技術人材の育成体制」を実現すべく、持続的な産学連携で一体になって取り組んでいく。
- SIP燃焼を通して、新しい産学連携体制を築きつつあり、SIP燃焼終了後も持続していくものに成長させる。
- 上記の高い目標を越えるために、SIP内外の研究者・技術者皆様の前向きなご指導を戴きたい。