



革新的燃焼技術

- 日の丸内燃機関が世界を救う -

平成30年5月14日(月)

内閣府 プログラムディレクター

杉山 雅則



- 1 . 課題概要
- 2 . SIPの成果
- 3 . SIP後に向けた取組



- 1 . 課題概要
- 2 . SIPの成果
- 3 . SIP後に向けた取組



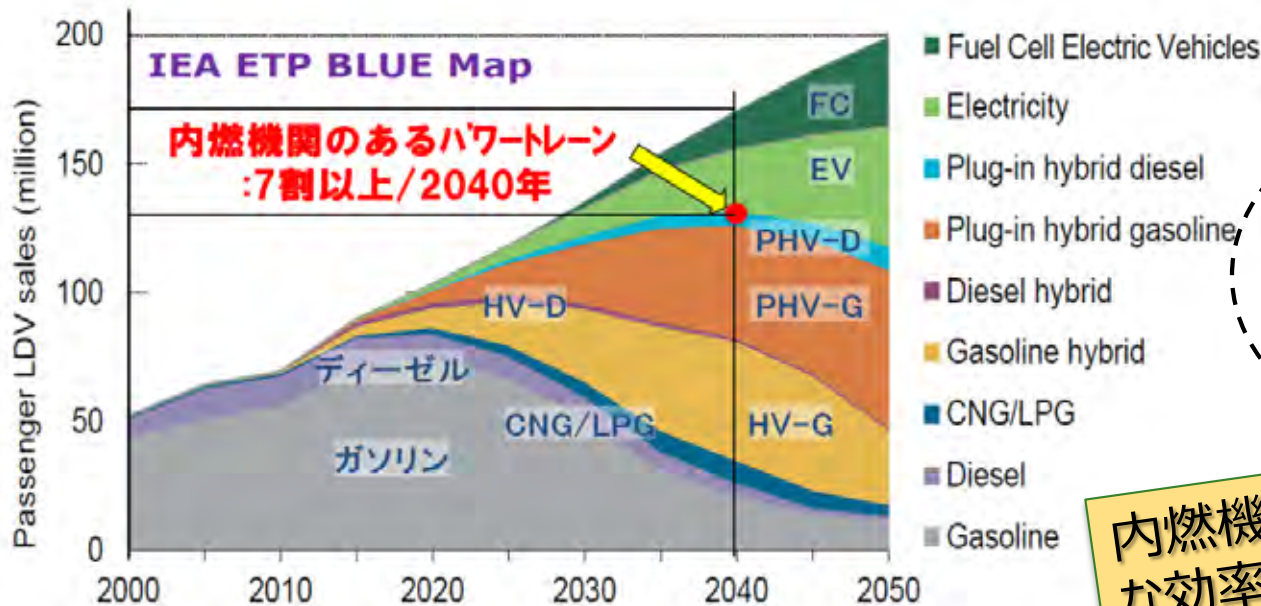
内燃機関の効率向上の必要性

燃焼技術の重要性と乗用車用内燃機関を出口としたねらい

燃焼は、石油・ガスなどのエネルギー源を使いやすく変換するための**幅広い重要な技術**。
燃焼効率向上に向け、その研究は世界的に競争中

革新的燃焼技術を世界に先駆けて確立することは、エネルギー源を効率よく利用でき、
エネルギー資源の枯渇や、地球温暖化等の課題解決に寄与できる

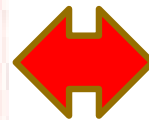
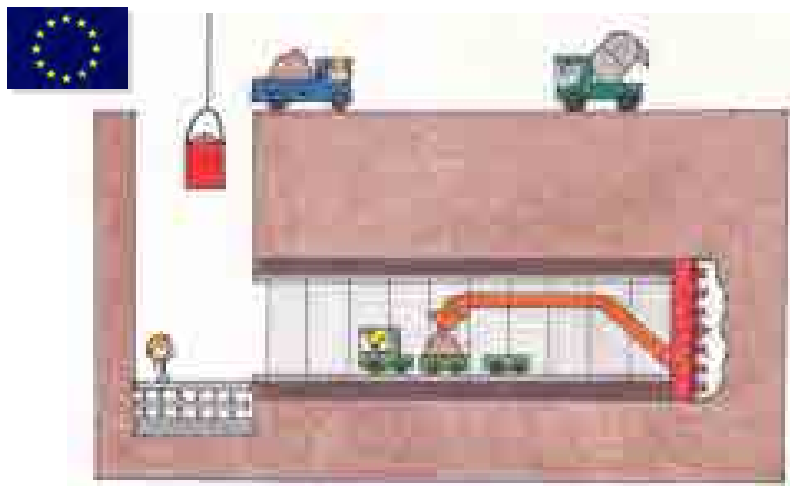
本テーマでは、まずは**世界で広く普及している乗用車用内燃機関を出口として設定**。
研究成果を地球規模の課題解決に結び付けると共に、その取組みをモデルケースとして、
その他燃焼技術や製造技術へ展開することを目指す



本テーマでは、
燃焼圧力を回転運動に変換する全ての技術を燃焼技術と定義

内燃機関の持続的な効率向上が必要

欧州では、国を挙げた産産学学連携で産業競争力を強化
国際競争力確保には、効率性・開発スピードに追い付くことが必須

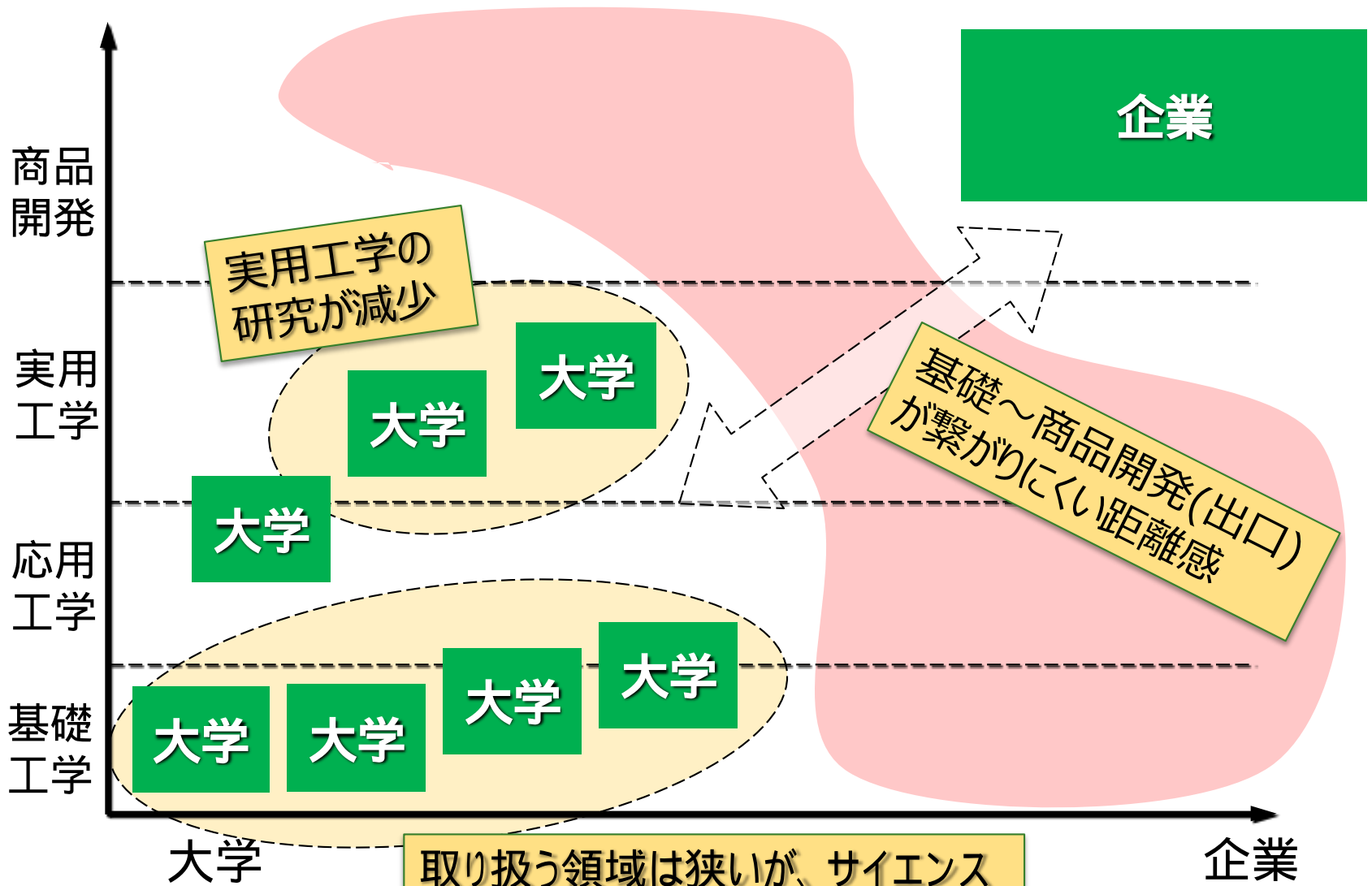


コンソーシアムでトンネル工事を開始した

山越えの専用道を各社で地道に作った

急激な熱効率の向上には、大学のイノベーションの力が必須

SIP以前の日本の産学連携の状態

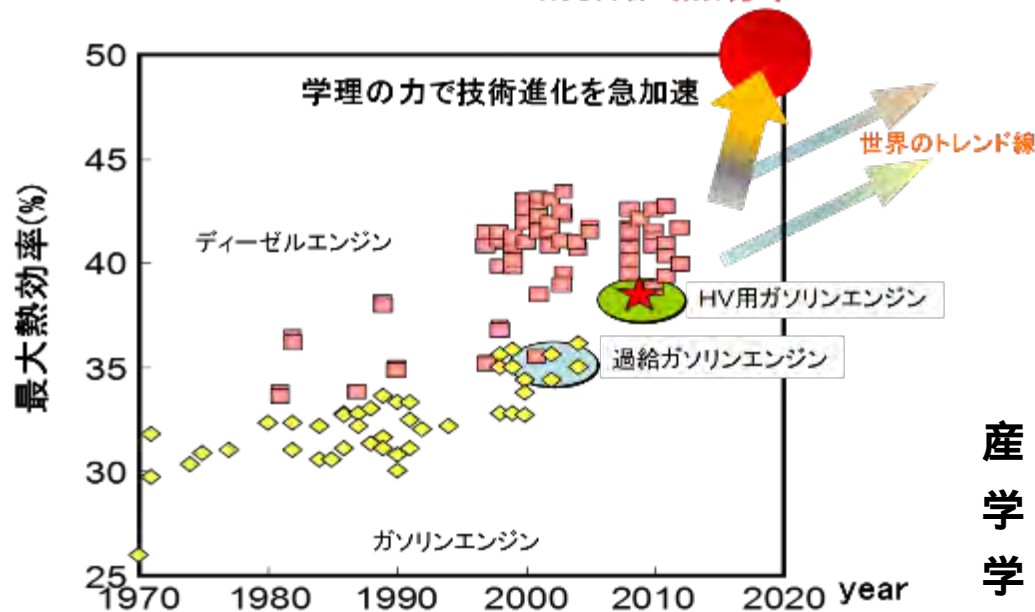


全体目標

アウトプット目標

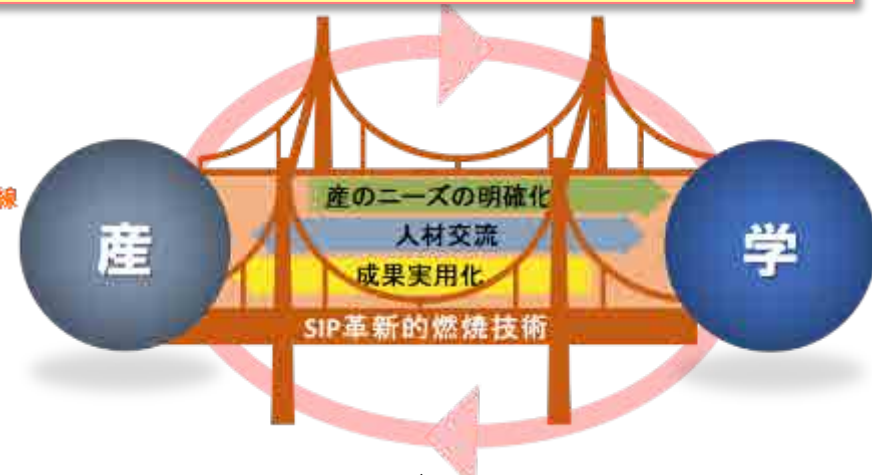
最大熱効率を50%

SIPの研究目標: 熱効率50%



アウトプット目標

持続的な産産学学連携の構築



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

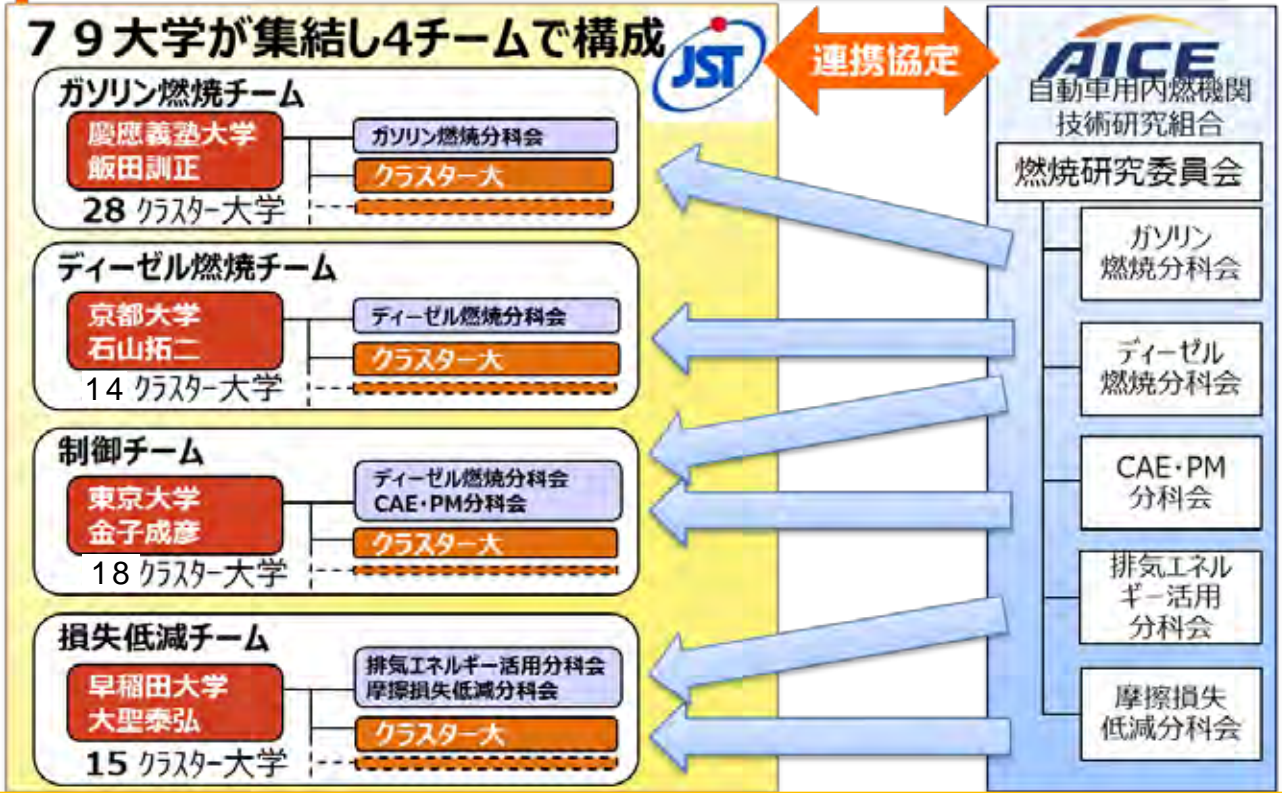
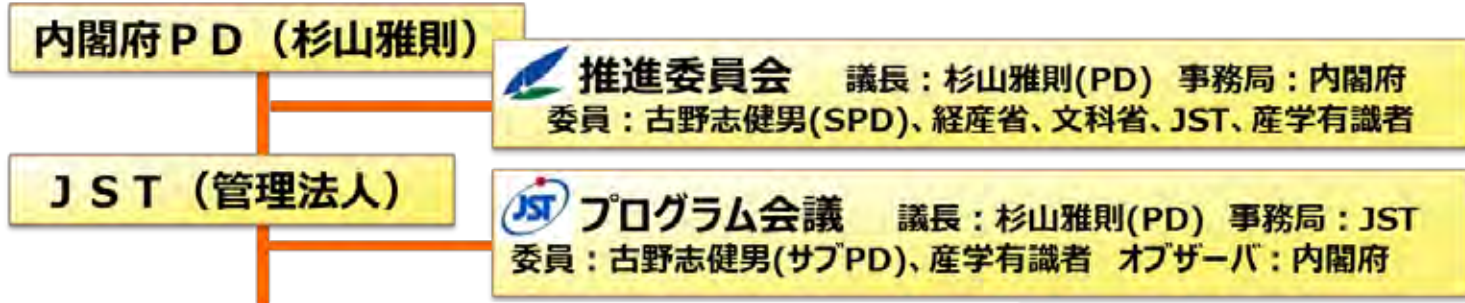
アウトカム目標

- 長期エネルギー需給見通しの実現に貢献
(原油換算1039万kL/年の省エネ)
- 温室効果ガス削減目標に貢献

アウトカム目標

産学連携のモデルケースとして展開し
産業競争力強化に貢献

研究体制



SIPで学と学が連携する研究体制を構築し、産業界の集合体が無償でバックアップ

オールジャパンでの研究体制

制御チーム
東大ラボ



損失低減チーム
早大ラボ



ONOSOKKI
小野測器 横浜テクニカセンター内
ガソリンチーム
SIPエンジンラボ



HORIBA

堀場製作所本社・工場内

ディーゼルチーム
京都エンジン実験
センター



赤字は実機ベース研究開発拠点

オールジャパン体制で挑む研究体制を構築！



産産連携体制（AICE）

自動車用内燃機関技術研究組合 AICE

The Research Association of **A**utomotive **I**nternal **C**ombustion **E**ngines

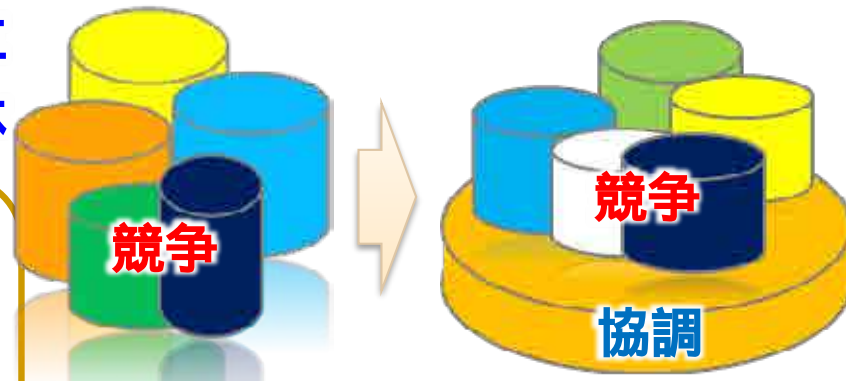


2014年4月 設立

現在、自動車会社 9 社と 2 団体

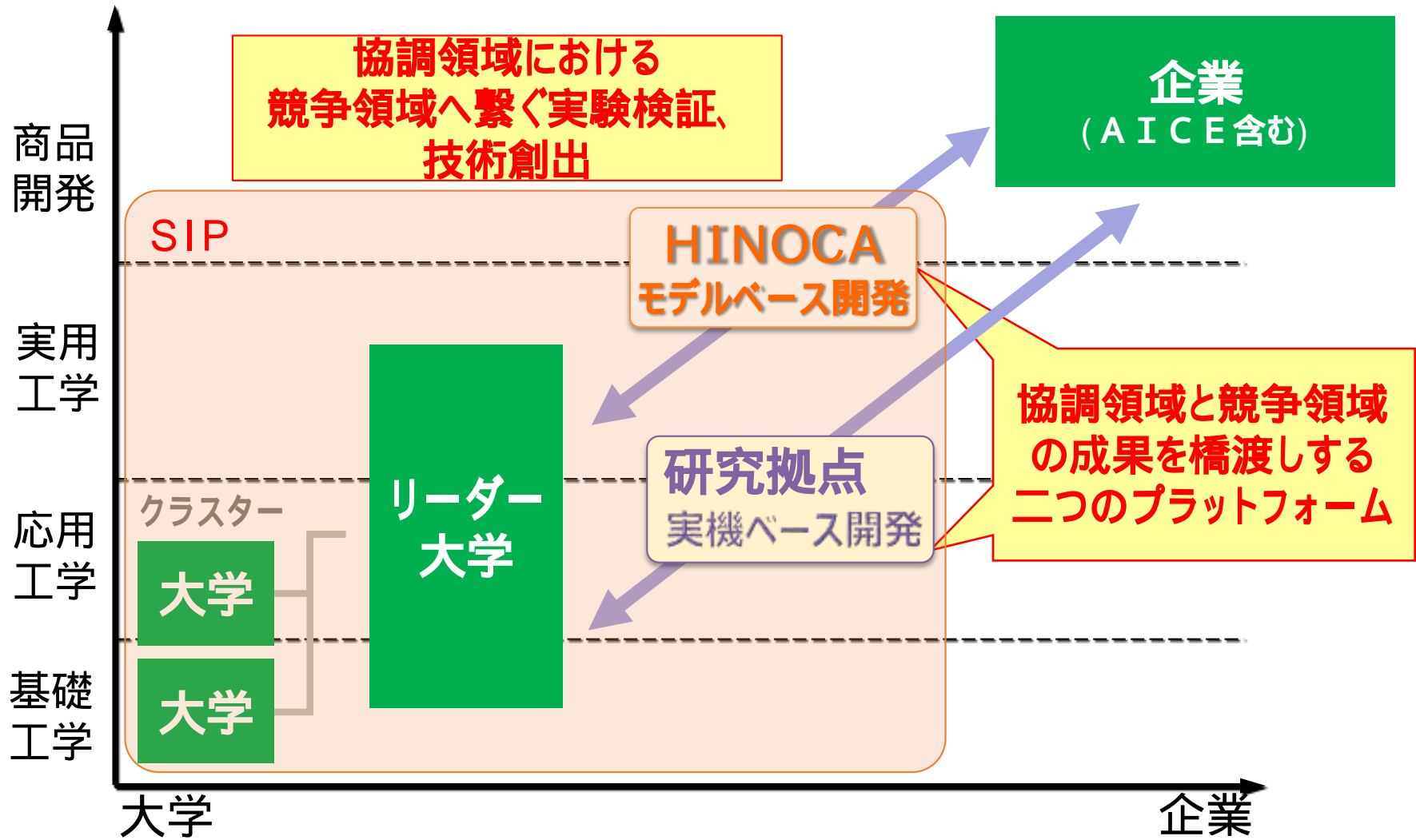
- 技術力向上と人材育成を理念とした活動
- 産の危機感より、各社の共同出資により運営
- ニーズ集約、協調領域の設定
- (ブラインドアンケート等)

【協調領域の拡大】
産の連合体を通じ、産業界の共通の悩み・課題を抽出して学へ提示
産のリソース活用を効率化
学の人材育成



産業界の共通の悩み・課題
「協調領域」をSIPで実施

SIPで実現した産産学学連携体制



SIPのリーダー大学を軸としたチーム研究により、基礎工学から実用工学まで**広範囲の協調領域をカバー**し、技術創出

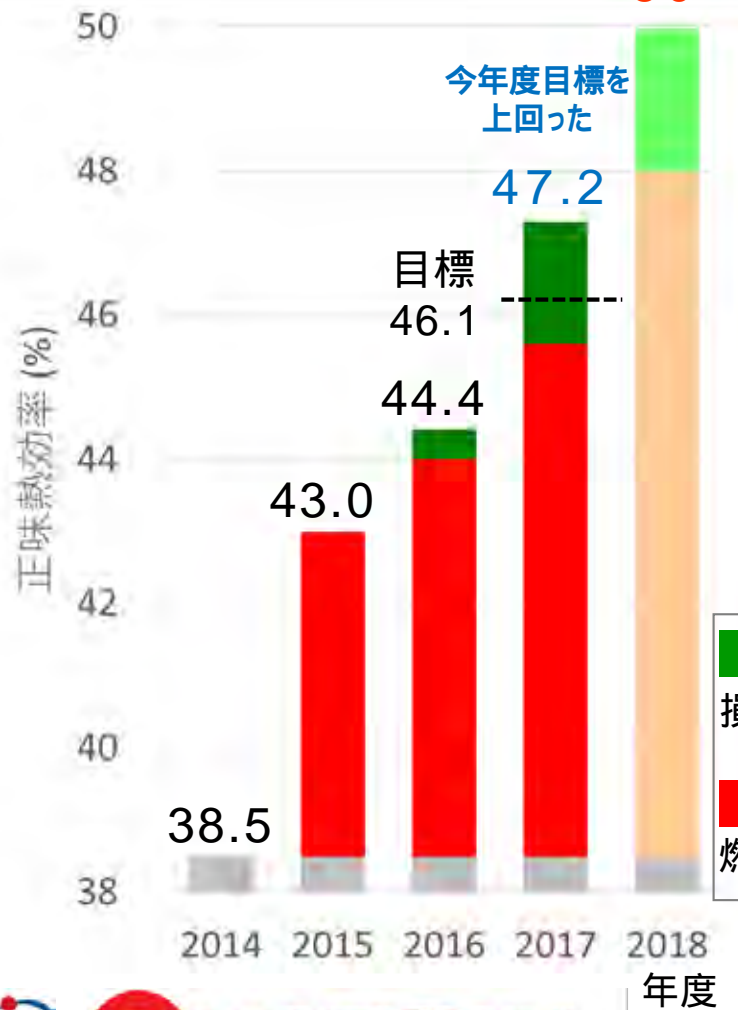
- 1 . 課題概要
- 2 . SIPの成果**
- 3 . SIP後に向けた取組



熱効率の達成状況

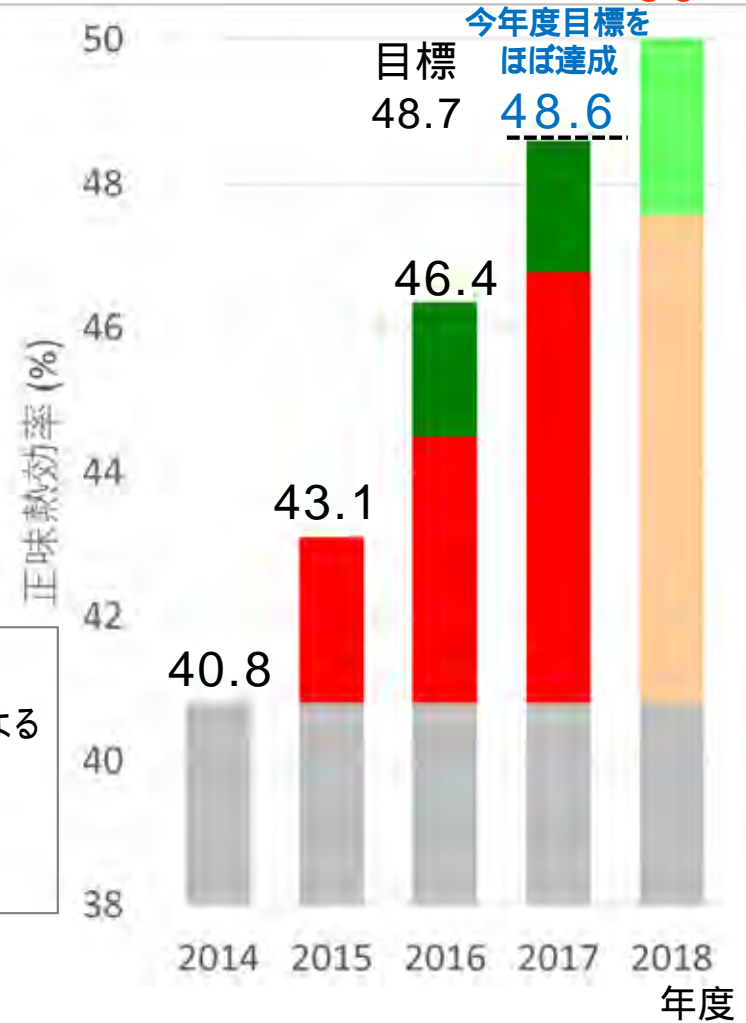
ガソリンエンジン

最終
目標
50



ディーゼルエンジン


最終
目標
50



チーム研究体制による成果（ガソリンチーム）

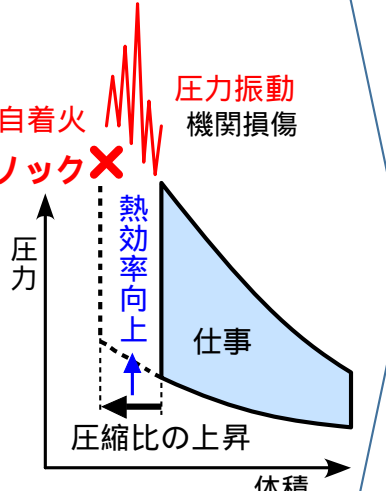
超希薄燃焼を妨げるノック：サイエンスの新発想でメカニズム解明 まったく新しい抑制技術への期待

火炎伝播



末端ガス 自着火
ノック

点火



自着火 ノック

圧力振動 機関損傷

熱効率向上

圧縮比の上昇

仕事

圧力

体積

産は経験則にて
**燃焼促進、
冷却強化**で抑制

化学反応論

自着火の反応機構

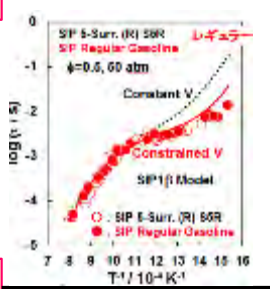
$$C_6H_5CH_3 + O_2 = C_6H_5CH_2 + HO_2 \dots$$

$$CYPDONE + O = CPDJONE + OH \dots$$

(広島大・福井大)

実験

着火遅れ時間
(上智大、茨城大、
阪府大)



数値実験

圧縮性ダイナミクス
(北大・日大)

産では出ない発想


着火の抑制技術

詳細反応計算による状態予測

温度・圧力の制御で
ノック抑制の可能性発見

外部刺激
(物理的・化学的)

世界にない新着眼



温度

時間

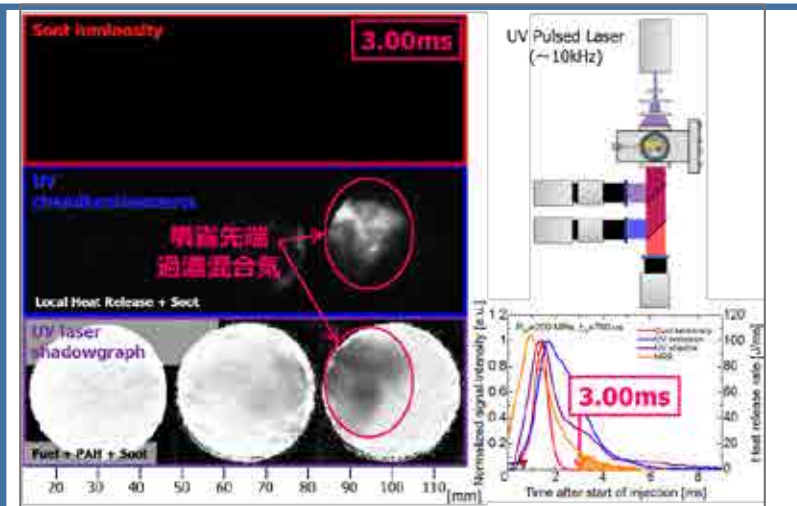
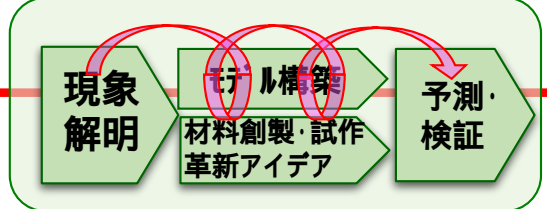
着火抑制

摂動 (噴射・放電)

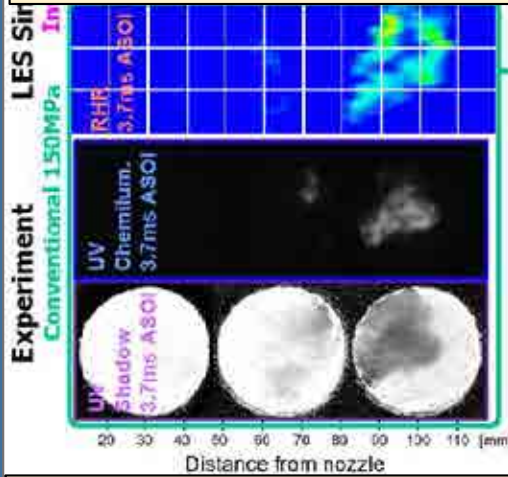
理論（化学反応論と圧力波振動）と実験で、メカニズムを解明。
アカデミア発ならではの、物理的・化学的的刺激による着火抑制技術へ。



チーム研究体制による成果（ディーゼルチーム）



先端的光学計測で後燃え現象を解明

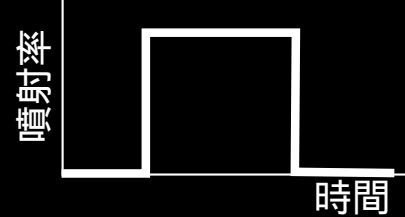


(明治大)

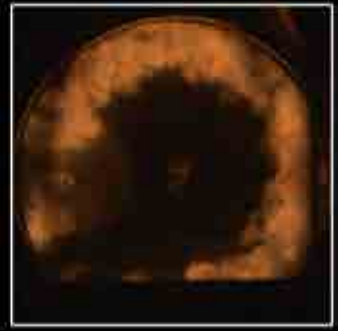
(早稲田大)

噴霧先端過濃混合気に着目し、
数値実験 燃烧短縮期間を予測

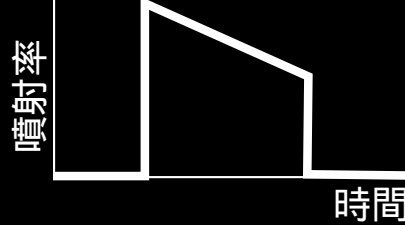
通常 矩形噴射



噴霧先端に濃い混合気が多い
ため、輝炎が長く続く



SIP “逆デルタ噴射”



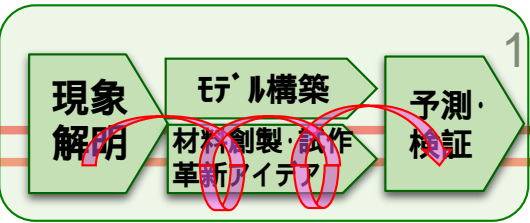
燃料噴射率を連続制御し、
濃い混合気の抑制に成功



(明治大)

現象解明に基いたコンセプトを実証
(逆デルタ噴射)

チーム研究体制による成果（損失低減チーム）



ピストン

表面塑性加工（ディンプル）による摩擦低減

今後、固体潤滑材 Sn-Zn+MoS2-Agを成膜し統合実証

低摩擦化・耐焼付き性（名城大）

Sliding distance, m	Nominal 0%	10%	40%
0	~0.020	~0.018	~0.015
500	~0.018	~0.012	~0.010
1000	~0.017	~0.011	~0.009
1500	~0.016	~0.010	~0.008
2000	~0.015	~0.009	~0.007

各成果を、4気筒エンジンで実証

（都市大）

今年度目標

ガソリン	1.1 %pt	(0.78)
ディーゼル	1.54 %pt	(1.33)

年度目標以上の熱効率を獲得

ピストンリング

超なじみリング
くさび効果による油膜形成
流体潤滑・低摩擦化
摩擦37%低減（都市大+企業）

シリンダ

表面プラトー加工（都市大+企業）

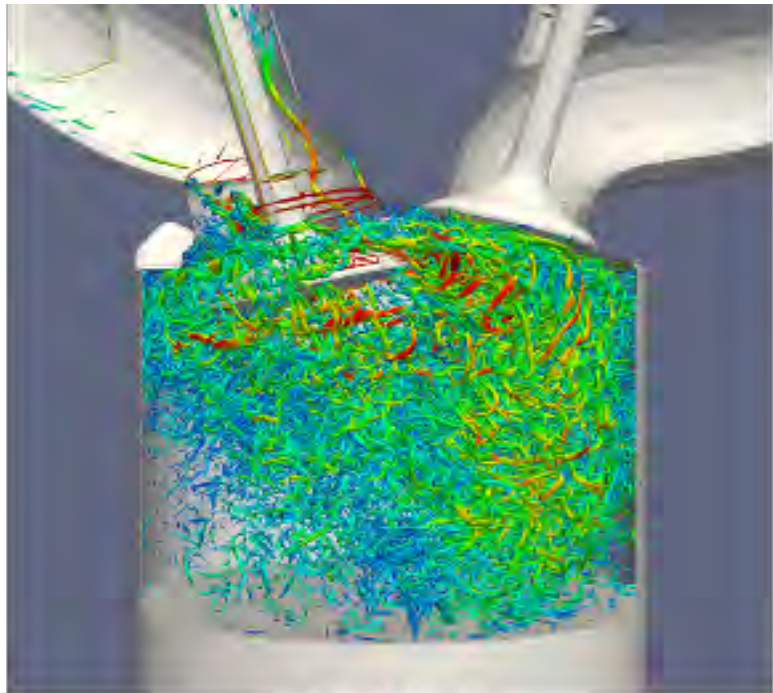
基礎ベースの成果

モリス細孔表面の極性基と摩擦の関係
（京大）

潤滑膜を形成しなじみを発現するテクスチャ
（東北大）

目標以上の熱効率を獲得。来年度は、基礎的知見を取りこんだ部材をそろえ、より多くの要素技術で統合実証し、摩擦50%以上の低減を狙う。

ガソリンチームとも連携し
汎用性の高い国産の3次元燃焼
シミュレーションコードを構築

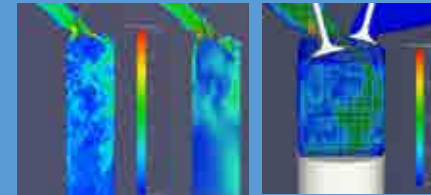


JAXA

SIP後のHINOCA研究の柱

AICE 委託

研究機関 (JAXA等)・大学・企業
さらなる高精度化・多機能化



JAXA

大学・研究機関・高専
研究ツールとしての活用
HINOCAを活用した1Dモデル開発



管理団体 (ソフト管理)

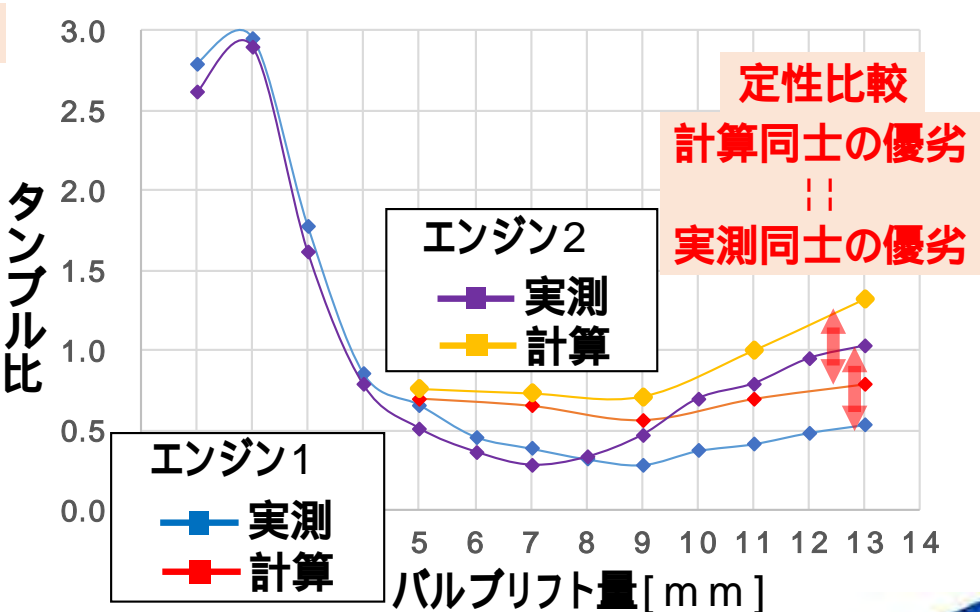
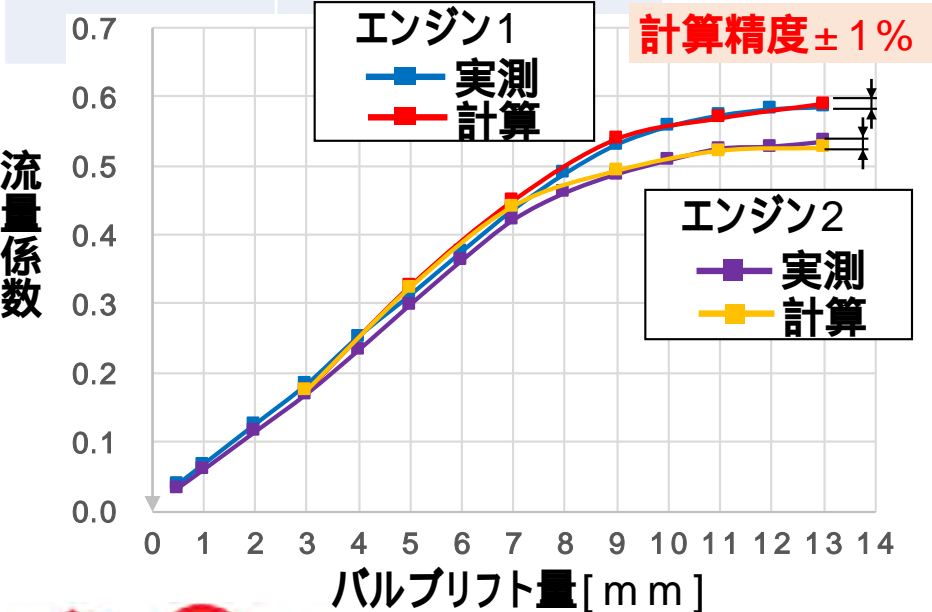
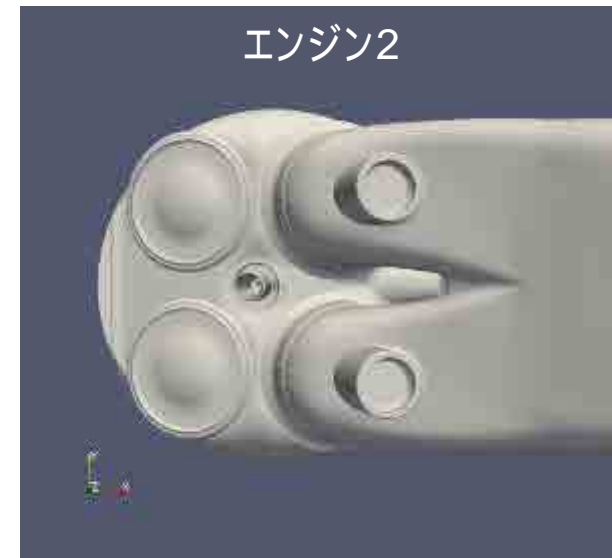
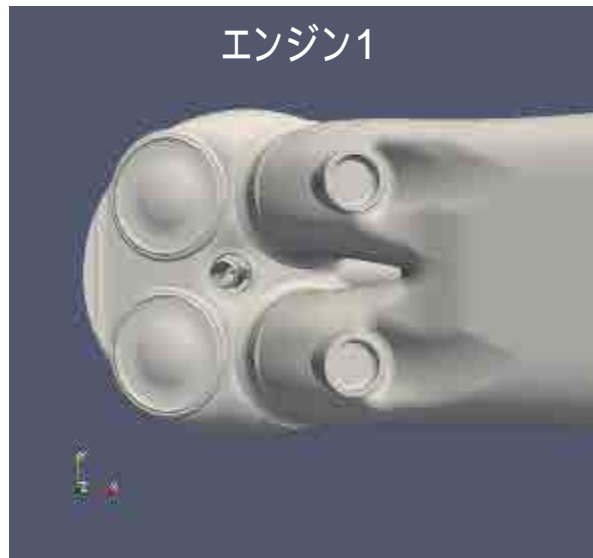
産学での活用をサポート

基礎研究から開発研究にまで適用可能

日本全国の大学・高専・研究機関・企業のネットワークを活用
燃焼シミュレーションを継続的に発展

HINOCAの実用化に向けた予測精度検証

内容	対象エンジン, 燃料噴射ノズル
ポート定常流	SIP、ホンダ、トヨタ
ポート定常流	スバル、いすゞ
筒内流れ	SIP、ホンダ
筒内流れ	スバル、マツダ
噴霧単体	ホンダ、スバル



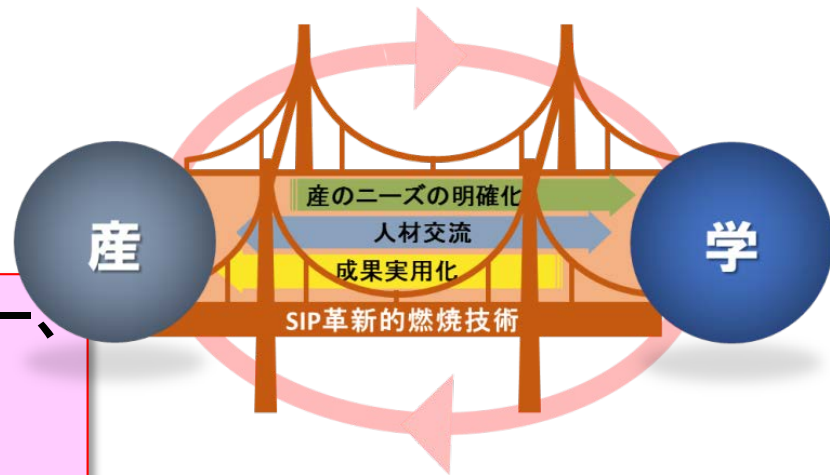
実用化に向けて産業界のエンジンデータで検証中

- 1 . 課題概要
- 2 . SIPの成果
- 3 . SIP後に向けた取組**

平成29年7月6日 第3回シンポジウム 開催
昨年同様 約500名の参加者

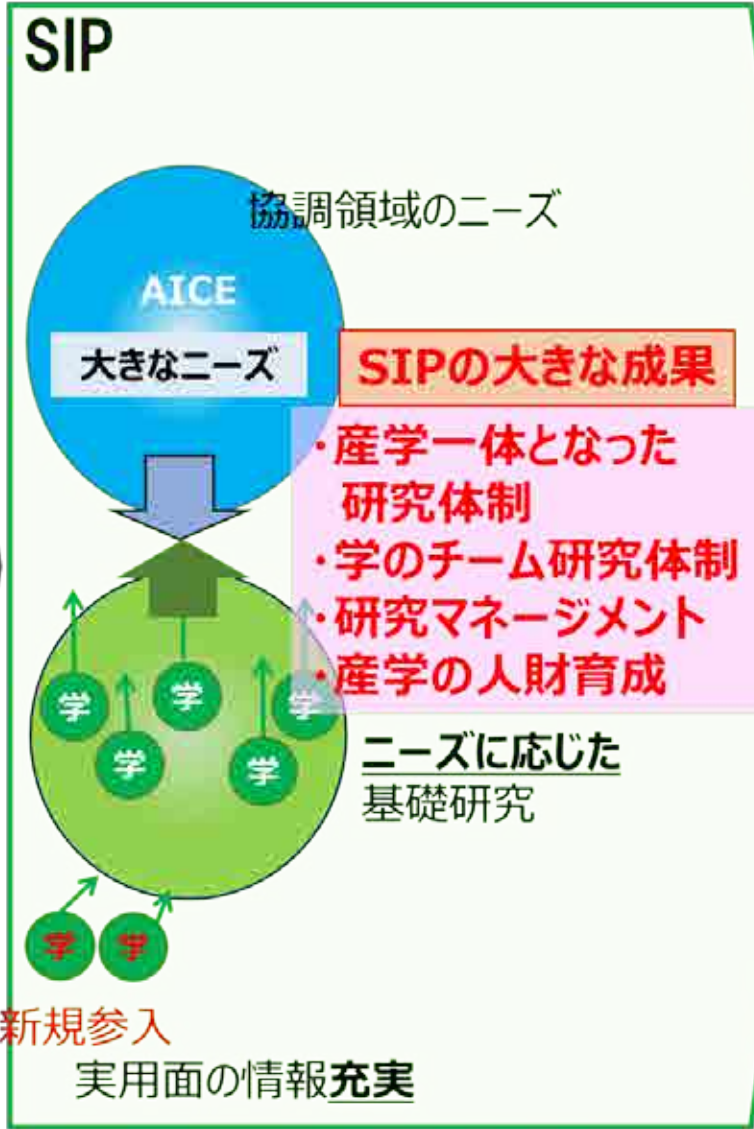
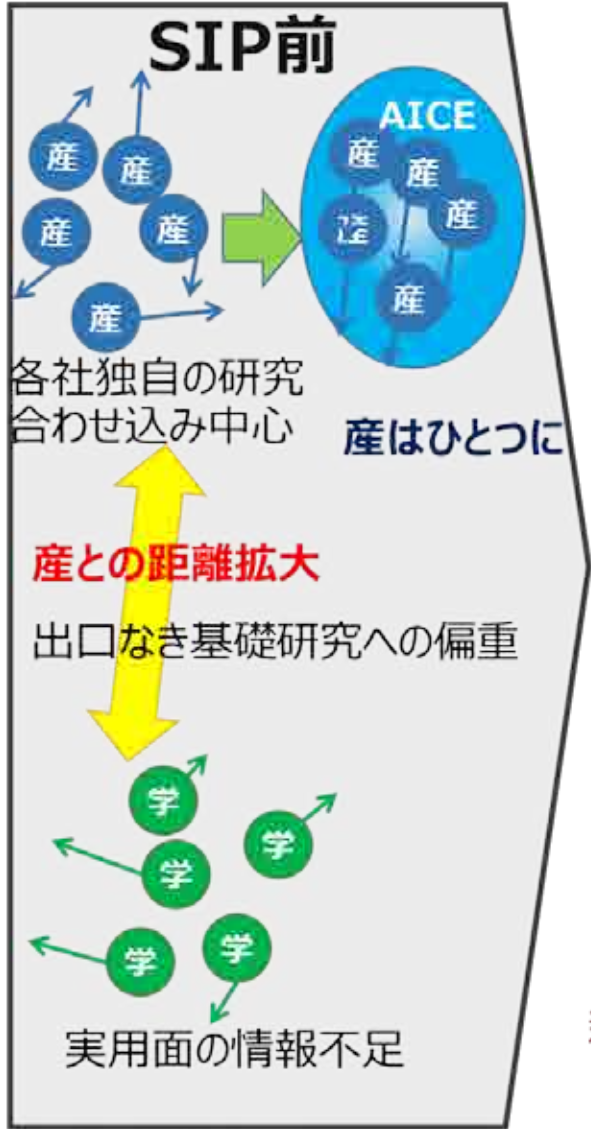


燃焼、流体、熱工学、機械工学、トライボロジー、
制御等の基礎～実用分野の学生・研究者・
技術者が一堂に会する場を提供



現SIPで産産学学連携を生み出した

学学連携の成果



SIP前はバラバラだった産学が、SIPで**研究体制、人財育成等で大きな成果を得た**
 SIP後も成果を生み出し続けるには、産のAICEに対応する**“学の連合体”**が必要

シーズ・研究提案・研究成果

ニーズ提示、人材

研究費

産の連合体

AICE

自動車用内燃機関
技術研究組合

委託
(ソフト管理など)

産学MBD
ツール
管理団体

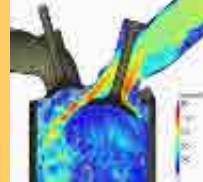
産学共通プラットフォーム

研究拠点



実機ベース開発

HINOCA



モデルベース開発

データベース(DB)

学の連合体の事務局として
コンソーシアムを設立！

学の連合体

内燃機関産学官連携
コンソーシアム

(平成29年6月30日設立)

事務局：産業技術総合研究所

産学共同研究提案

国
内閣府
経産省
文科省
..

研究費

内燃機関の高度化にかかる共通課題の研究を産業界、学（アカデミア）、そして官との連携を図りながら一体となって活動できる場として設立

○ サイエンスと実証の共創で、50%達成に向け成果創出中



- ・定期的な報告会等により産業界へ成果を引き渡し
- ・企業の競争領域で積極的に活用していく
- ・長期的に育てるべき学術的成果も出ている

○ 強力な産産学学連携体制を構築中

- ・産学の人財育成
- ・持続する将来像を具体化



- ・さらなる産学の人材輩出や、産学の連合体への新規参画、他分野での“産産学学連携体制構築”を期待！！

< 参考URL >

・管理法人 JSTホームページ

<https://www.jst.go.jp/sip/k01.html>

・AICE 賛助会員

<http://www.aice.or.jp/supportingmember/index.html>

・内燃機関産学官連携コンソーシアム

<https://unit.aist.go.jp/rpd-envene/ICEC/ja/membership/index.html>