日本機械学会エンジンシステム部門

Engine Systems

エンジンシステム部門ニュースレター　No.70 Aug.2023

https://www.jsme.or.jp/esd/

【目　次】

新旧部門長からのメッセージ・・・・1~2
第 101 期エンジンシステム部門組織図・・・3
部門企画行事,部門活動紹介・・・・・・・4~7
研究会活動紹介・・・・・・・・8~13
技術教育エッセー・・・・・・・・・・14~23
嶋本　譲先生　追悼・・・・・・・・・・24~25
行事カレンダー・・・・・・・・・・・・・26

新旧部門長からのメッセージ

第 100 期部門長退任のご挨拶

第 100 期エンジンシステム部門
部門長
津江 光洋
(東京大学)

新型コロナ感染拡大による様々な活動制限からようやく脱却しつつある状況下の 2022 年度に,エンジンシステム部門長に就任致しました．オンラインの非対面活動には慣れていましたが，大学の講義や各種会議などハイブリッドも含めた対面での活動が再開される中,部門活動をどのように進めていけば良いのかが悩ましいところでした．しかしながら，機械学会の方針がある程度確立されたこともあり，年次大会が富山大学で対面開催され，また当部門が主催する内燃機関シンポジウムも対面開催されるなどコロナ前と同様な活動に戻る一方，COMODIA がハイブリッドで開催され，部門の運営委員会や講習会などはオンライン開催を継続するという活動形態に落ち着きました．今後も対面とオンラインのそれぞれの特性を生かした開催形態が模索されるものと思います．COMODIA のハイブリッド開催が盛況のうちに実施されたことは大変喜ばしいことではありますが，個人的な意見としては，現状ではハイブリッド開催は準備が大変で，参加していてもなんとなく発言しにくい印象です．ただし，慣れてくればハイブリッド開催が主流になるかもしれないとは思いますが，懇親会は対面でお願いしたいです．

カーボンニュートラル社会の実現という課題に対して当部門がどのように寄与していくべきかという観点から，2021 年度に小酒元部門長を中心に部門将来検討委員会が設置され，中長期的な活動方針が議論されております．大学の立場から申し上げますと，研究活動（あるいは研究者）には多様性が必須であり，すべてが同じ方向を向いているのは不健全であるように思います．エンジンシステムという研究分野の基礎を維持しながら，自由に研究を行う部門構成員の緩やかな連携が部門（組織）全体の活性化，ひいては社会的課題への貢献につながるものと信じております．それが部門間連携から部門統廃合，新部門設立などの具体的な解決策となるのであれば，それはそれで良いのかもしれません．

最後に，部門長在任時に運営委員会活動にご協力いただいた総務委員会幹事の中谷先生をはじめ運営委員会委員の皆様，および部門構成員の皆様に改めてお礼申し上げまして，退任の挨拶といたします．

第 101 期部門長就任のご挨拶

第 101 期エンジンシステム部門
部門長
北川 敏明
(九州大学)

第 101 期エンジンシステム部門長を仰せつかりました．幹事の千葉大学 窪山達也先生，総務委員会，運営委員会のみなさまとともに部門の運営を進めます．エンジンシステムには，これまでもずっと熱効率向上，有害排気低減を課題とし性能の向上が進められてきましたが，二酸化炭素を排出するエンジンへは厳しい目が向けられ，カーボンニュートラルが最も重要な課題となっています．

カーボンニュートラル社会の実現を目指すなか，一次エネルギー構成比率なども含めエネルギーシステムさらには社会全体として具体的にどのような道筋をたどり，どのような形で目標を達成しようとしているのかは，立場や国・地域によってもまちまちであり依然として流動的でもあります．自動車についてはエンジン搭載車の販売禁止の動きもありますが，あらゆる分野の動力システムにおいて現時点ではエンジンシステムにはいくつもの優位性があり，これからも私たちの生活に欠かすことのできないものであると考えます．したがって，エンジンの高効率化，二酸化炭素排出量低減，カーボンニュートラル化を可能な限り推し進める必要があるとともに，それに対する社会からの要求も続くと考えます．COMODIA2022 や第 33 回内燃機関シンポジウムが盛会であったことは，現時点でのエンジンの必要性，期待の高さを物語っています．他の動力システムに画期的な革新があれば，エネルギー事情は一気に変わるかもしれませんが，エンジンシステムにも今後もいっそうの飛躍があると信じます．

燃焼をはじめとする要素技術，エンジンシステムとしてのハイブリッド技術，さらには，再生可能エネルギー由来の合成燃料などがあるなか，今後どのように高効率化，二酸化炭素排出量低減，カーボンニュートラル化を推し進めていくかは，自動車，船舶，航空機，定置用などの用途，また，国や地域などの状況に応じて，最適な組合せが選択されることになると考えます．そのためには，いうまでもなく，個々の技術のさらなる進展，新たな発想に基づく技術の創出が必要であり，エンジンシステムとしての研究が重要です．

日本機械学会では，2020 年から試行されていた新部門制が本年度から実施されます．ここでは，複数の部門間連携が重要です．これについては，本年度は，年次大会においてオーガナイズドセッションを，これまでの機素潤滑設計部門とのものに加え，動力エネルギーシステム部門とのセッションも設けています．また，熱流体計測技術に関する講習会を流体工学部門と連携して企画しています．部門活動が 3 年ごとに評価されるということもありますが，あらたな技術の創出に有用と考えられる他分野との連携を強化したいと考えます．

このようななか，いまから進路を決めようとしている学生，若いエンジニアにとって，エンジンシステムが夢や希望の抱ける魅力のある分野であり続けないといけません．

部門運営について，みなさまのお考えをお聞かせ願います．この一年間，微力ながら少しでも部門に貢献できるよう務めますので，どうぞよろしくお願いいたします．

日本機械学会・エンジンシステム部門・2023 年度（101 期）組織表

日本機械学会・部門協議会

エンジンシステム部門・2023 年度（101 期）代議員 30 名
（部門長より支部へ選任依頼の結果選出された部門代議員）
関東（0 区 14 名）：池原（日産自動車），今村（日大），浦田（本田技研工業），大倉（本田技研工業），窪山（千葉大学），小酒（東工大），齊藤（日大），志賀（太田工専），鈴木（サクション瓦斯），津江（東大），中谷（東大），森吉（千葉大），山口（国士舘大），山崎（東大）
東北（1 区 1 名）：浅川（八戸工大）
北海道（2 区 1 名）：小川（北大）
東海（3 区 5 名）：小林（岐阜大），髙田（トヨタ自動車），高橋（岐阜大），増田（豊田中央研究所），山本（名大）
関西（4 区 5 名）：川野（大産大），田中（大阪ガス），原（ダイハツ工業），渕端（近大），堀部（京大）
中国四国（5・6 区 2 名）：小橋（岡山大），山川（マツダ）
北陸信越（7 区 1 名）：大嶋（富山県大）
九州（8 区 1 名）：北川（九大）

エンジンシステム部門
部門登録会員
第 1 位登録　885 名
第 2 位登録　428 名
第 3 位登録　360 名
第 4 位登録　242 名
第 5 位登録　127 名
（計 2,042 名）
2023 年 2 月末

部門長
北川 敏明（九大）
副部門長
三上 真人（山口大）
幹事
窪山 達也（千葉大）

エンジンシステム
部門運営委員会
1　北川　敏明
2　三上　真人
3　窪山　達也
4　河崎　澄
5　大倉　康裕
6　瀬尾　健彦
7　高橋　周平
8　堀部　直人
9　山口　恭平
10　津江　光洋
11　小林　佳弘
12　琵琶　哲志
13　山崎　由大
14　森吉　泰生
15　今村　宰
16　小酒　英範

学会事務局
部門事務担当
渡邊賢太

総務委員会：エンジンシステム部門の業務遂行，IM 配信（一般）
委員長：北川　敏明　（九州大学）　副委員長：三上　真人　（山口大学）　幹事：窪山　達也　（千葉大）　委員：今村　宰（日大）

広報委員会：ニュースレター発行，HP 管理，IM 配信（行事）
委員長：河崎　澄　（滋賀県立大），幹事：片岡　秀文(大阪公立大)

技術委員会：研究会および分科会の統括
委員長：大倉 康裕（本田技研），幹事：中谷　辰爾　（東大）

部門将来検討委員会：部門の中長期的な課題を議論
委員長：小酒 英範（東工大），幹事：相澤 哲哉（明大）

学会表彰・年鑑委員会：学会表彰，機械工学年鑑
委員長：瀬尾　健彦(近畿大)，幹事：松本　雅至(日本自動車研究所)

部門賞委員会：エンジンシステム部門賞
委員長：高橋 周平（岐阜大学），幹事：小林 芳成（岐阜大学）

講習会企画委員会：部門講習会の企画と実施
委員長：堀部 直人（京都大），幹事：堀 司（大阪大学）

基礎教育講習会委員会：基礎教育講習会の企画と実施
委員長：山口　恭平　（国士舘大），幹事：伊藤 慎一郎（トヨタ）

内燃機関シンポジウム委員会：シンポの企画と実施
委員長：津江 光洋（東大），副委員長：北川　敏明　（九大）
幹　事：中谷　辰爾(東大)，今村　宰(日大)，

年次大会企画委員会：年次大会の企画
委員長：小林　佳弘　（電機大），副委員長：中原　真也　（愛媛大）

スターリングサイクル委員会：企画活動の総括
委員長：琵琶　哲志　（東北大学），　幹事：松口 淳（防大）

エンジンリサーチ誌編集委員会：編集業務
委員長：山崎　由大　（東大），幹事：境田　悟志　（茨城大）

国際企画委員会：国際会議等の統括
委員長：森吉　泰生　（千葉大），幹事：長澤　剛　（東工大）

ロードマップ委員会：ロードマップの作成
委員長：今村 宰（日大），幹事：高橋 栄一（日大）

研究会
A-TS 07-21（～2028/3）
エンジン先進技術の基礎と応用研究会
主査 渕端学（近畿大），幹事 原　徹陽（ダイハツ工業）
A-TS 07-32（～2024/3）
西日本エンジンシステム研究会
主査　河原伸幸（岡山大），幹事　小橋好充（岡山大）
A-TS 07-43（～2025/3）
九州先進エンジンテクノロジー研究会
主査　森上修（九大），幹事　安藤詩音（九大）
A-TS 07-47（～2025/3）
先進内燃機関セミナー研究会
主査　水嶋教文（産総研），幹事 衞藤邦淑（やまびこ）
A-TS 07-50（～2025/3）
北海道新エンジンシステム研究会
主査 金子友海（苫小牧工業高専），幹事　北川浩史（北科大）
A-TS 07-58（～2024/3）
広域融合による次世代エンジンシステム研究分野の創生研究会
主査 山田裕之（電大），幹事 小橋好充（岡山大）
A-TS 07-59（～2024/3）
高効率エンジン燃焼技術の高度化研究会
主査　飯島晃良(日大)，幹事　桂拓未(SUBARU)
A-TS 07-60（～2025/3）
ゼロ CO_2 エンジン研究会
主査　澤田大作(元東海大)，幹事　町井輝男(元東海大)
A-TS 07-61（～2024/3）
次世代 2 ストロークエンジン技術研究会
主査　畑村耕一（畑村エンジン研究事務所），
幹事　西田　恵哉（広島大）
A-TS 07-62（～2024/3）
カーボンニュートラル達成に向けた内燃機関の高熱効率化技術を議論する研究会
主査　芹澤毅（ダイハツ工業），幹事　小野泰久（ダイハツ工業）
A-TS 07-63（～2027/3）
スターリングサイクル機器の性能向上・用途拡大に関する調査研究会
主査　原村嘉彦（神奈川大），幹事　平塚善勝（住友重機械工業）・琵琶　哲志（東北大）

シンポジウム
実行委員会

JSME, I Mech E, SAE
（SAGE）

部門企画行事のお知らせ

第 25 回スターリングサイクルシンポジウムのご案内

第 25 回スターリングサイクルシンポジウム
実行委員会　委員長
齊藤　剛（明星大学）

経緯と趣旨：

スターリングエンジンは、19 世紀初めにスコットランドの牧師である Robert Stirling により発明されてから 200 年を超えました。スターリングエンジンは外燃機関であるため、その熱源には無限の可能性があります。特に SDGs が叫ばれる現代では、環境負荷を低減できる熱源の利用が求められています。しかし、用途開発の段階では経済性により熱源が制限され、さらにはその熱源の特性によって熱交換機器は制約を受けるためエンジンシステムとする場合に様々な機器とのマッチングを確認しなければなりません。このように様々な問題をはらむスターリングエンジンの研究開発においては議論を多く交わす場が必要となります。また、最近はスターリングサイクルで作動する音響エンジンの研究が進んでまいりました。本シンポジウムは熱音響エンジンに関する議論も大きな議題の一つとなります。さらには逆サイクルであるスターリング冷凍器、パルス管冷凍機等も一部実用化されてはいるものの、さらなる効率アップが求められております。

本シンポジウムは第 1 回の 1997 年より数えて 25 回目の開催となりました．3 年前は新型コロナ感染症の影響で中止、一昨年前はオンライン開催、そして昨年度からやっと対面で開催されるようになりました。新型コロナ感染症も今年の 5 月から感染症分類で 2 類から 5 類相当になり本格的に討論し交流しあえる場は整いつつあります。またポストコロナ社会に必要な環境整合性、分散型電源の一つとしてスターリングサイクル機器が求められることは間違いないと思われます。

我が国におけるスターリングサイクル関連機器・技術のより一層の発展のため，数多くの方々にご参加いただけますよう，ご案内いたします．

■開催日 2023 年 12 月 2 日（土）(予定)

■会場：明星大学日野キャンパス
（東京都日野市程久保 2-1-1）

■参加登録料

正員 7 , 000 円，会員外 11 , 000 円

学生員 2 , 000 円，一般学生 3 , 000 円

■協賛学協会(予定)：自動車技術会，日本太陽エネルギー学会，低温工学・超電導学会，日本設計工学会，日本マリンエンジニアリング学会，日本冷凍空調学会，日本燃焼学会，日本熱物性学会，日本伝熱学会，エネルギー・資源学会，日本産業技術教育学会

■予想規模：発表講演論文数 40 件，参加者数 80 名

■学術講演：スターリングサイクル機器等の外燃機関および関連要素と応用システム，熱交換器および燃焼等，構成要素機器の基本特性ならびに機器性能との関連，パルス管冷凍機，熱音響機器および関連要素と応用システム，トピックス(研究速報，技術ノート，用途開発など)，模型エンジン・冷凍機ならびに教材用熱音響機器

■特別講演：濱口和洋先生(明星大学名誉教授、日本スターリングエンジン普及協会理事長)による 講演「スターリングエンジンの世界情勢」を予定しています。

■模型展示：主にシンポジウムに参加する研究者による模型の展示を予定しています．模型になりますが実物と接してスターリングサイクル機器の理解の促進にお役立てください．

■実行委員会：委員長：齊藤 剛(明星大)

委員：市川泰久（海技研），上田祐樹（東京農工大），大髙敏男（国士舘大），香川 澄（防衛大），加藤義隆（大分大），鈴木伸治（サクション瓦斯機 関），関谷弘志（早稲田大），竹内 誠（サクション瓦斯機 関製作所），戸田富士夫（TODA 技研），長谷川真也（東海大），平田宏一（海技研），平塚善勝（住友重機械），琵琶哲志（東北大学），星野 健（JAXA），松口 淳（防衛大）

第３４回内燃機関シンポジウム
燃料多様化社会における内燃機関

第 34 回内燃機関シンポジウム
実行委員会 委員長
津江　光洋（東京大学）

実行委員会 幹事長
中谷　辰爾（東京大学）

カーボンニュートラル社会実現に向けた動きが加速する中，自動車をはじめとする移動手段（モビリティ）を取り巻く環境も大きな変革期を迎えています．ハイブリッド技術の高度化や電気自動車，燃料電池車の開発はもとより，エネルギー戦略とも関連して持続可能な燃料として注目されている水素，バイオ燃料，e-fuel，アンモニアなどの新燃料の製造・供給インフラ整備を進めるとともに，これら新燃料の適用を見据えたうえで内燃機関の永遠の課題である高効率化・低エミッション化を追求する技術開発に加え，電動化との連携，持続性のある燃料開発など，内燃機関に関連する新たな技術課題に取り組むことが求められていると思われます．

第 34 回内燃機関シンポジウムは自動車技術会を幹事学会として，単独開催としては４年ぶりに対面で開催いたします．一般講演のほかに，特別企画として基調講演および燃料多様化をテーマにしたフォーラムの開催を予定しております．自動車用内燃機関のみならず航空機用ガスタービン，舶用，汎用の各種内燃機関を対象として，企業・大学・研究機関に所属する研究者・技術者・学生が，基礎から応用に至る最新の研究および技術開発を発表し，意見交換を行うことで，課題解決に向けた挑戦的な研究・技術開発を創造できる場を提供したいと存じますので，多くの方の参加をお願いいたします．

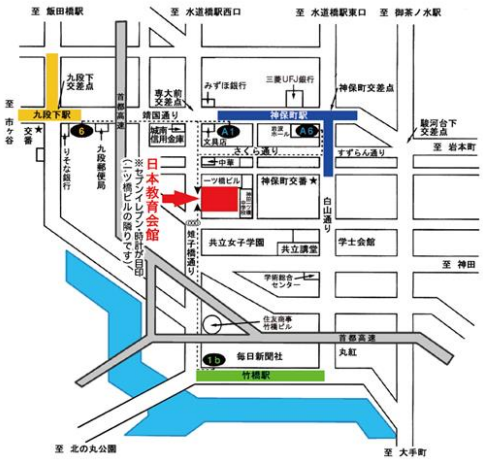
【シンポジウムサイト】
https://www.jsae.or.jp/assoc/event/inter-congresses/ice/sympo2023/

【開催日程】
2023 年 12 月 5 日（火）～7 日（木）

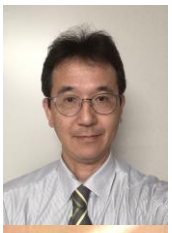
【開催場所】
日本教育会館　(https://www.jec.or.jp/index.php)
〒101-0003 東京都千代田区一ツ橋 2 丁目 6-2
地下鉄都営新宿線・東京メトロ半蔵門線神保町駅（A1 出口）下車徒歩 3 分　他

【参加登録費】
＊講演論文ダウンロード，アブストラクト集を含む．
＊参加申込受付は 8 月 10 日から開始．
＊日本機械学会，協賛学協会は会員扱い．

会員資格	早期参加登録： 2023 年 11 月 15 日迄	参加登録費： 2023 年 11 月 16 日～当日
正会員	13,000 円（税込）	16,000 円（税込）
一　般	28,000 円（税込）	31,000 円（税込）
学生会員	4,000 円（税込）	6,000 円（税込）
学生（会員外）	8,000 円（税込）	10,000 円（税込）



部門賞贈賞報告



第 100 期部門賞委員会
委員長
高橋　周平（岐阜大学）

幹事
小林　芳成（岐阜大学）

2022 年度（第 100 期）エンジンシステム部門の部門賞が決定いたしましたので，ご報告いたします．エンジンシステム部門には部門賞として，功績賞，研究業績賞，技術業績賞が設けられております．功績賞は，部門に関連する学術，技術，国際交流などの分野における業績ならびに部門活動への貢献度が，特に顕著であった個人に，研究業績賞は，部門に関連する学術分野での業績が顕著であった個人に，技術業績賞は，部門に関連する技術分野での業績が顕著であった個人に，それぞれ贈られます．2022 年度も例年どおり，部門の代議員，運営委員会委員長，部門所属分科会，研究会主査の方々から候補者をご推薦いただき，部門賞選考委員会において選考を行いました．その結果，以下のように 3 名の方が受賞されます．

１．功績賞
中国職業能力開発大学校
校長　冨田 栄二　氏
「エンジンシリンダ内燃焼現象の計測・診断技術に関する功績」
（1979 年 京都大学工学部精密工学科卒業　1981 年 京都大学大学院機械工学専攻修士課程修了　1981 年 三菱自動車工業（株）　1982 年 岡山大学工学部助手　1990 年 京都大学工学博士　1994 年 カリフォルニア大学バークレー校客員研究員　1998 年 岡山大学工学部教授　2014 年 岡山大学工学部長 2019 年 岡山大学自然科学研究科長　2020 年～現在 岡山大学名誉教授 中国職業能力開発大学校校長）

２．研究業績賞
明治大学
教授　相澤　哲哉　氏
「可視化及び電子顕微鏡解析によるエンジン筒内・火炎内すす生成・酸化過程の解明とディーゼル熱効率向上のための噴射率制御燃焼コンセプトの研究開発」
（1994 年 東京工業大学工学部機械工学科卒　1995 年 米国 UC Berkeley 文部省国際学生交流制度奨学生　1996 年 東京工業大学大学院理工学研究科機械工学専攻修了　2000 年 東京工業大学大学院理工学研究科機械工学専攻博士後期課程修了　2000 年 東京工業大学大学院助手　2007 年 東京工業大学大学院助教　2008 年 明治大学理工学部専任講師　2012 年 明治大学理工学部専任准教授　2020 年～現在 明治大学理工学部専任教授）

３．技術業績賞
マツダ株式会社
執行役員　中井　英二　氏
「熱効率因子の理想化を追求したガソリンの圧縮着火リーンバーン・ディーゼルの低圧縮比予混合・大排気量の商品化，CN への可能性の提言などによる，内燃機関技術発展への功績」
（1985 年 早稲田大学理工学部機械工学科卒業 1985 年 マツダ株式会社入社　2007 年 信州大学工学系研究科情報工学専攻博士前期課程修了　2011 年

功績賞
冨田 栄二　氏

研究業績賞
相澤　哲哉　氏

技術業績賞
中井　英二　氏

エンジン性能開発部長　2014 年 走行・環境性能開発部長　2015 年 パワートレイン開発本部副本部長 2017 年 パワートレイン開発本部長　2019 年 執行役員 パワートレイン開発本部長　2020 年 執行役員 パワートレイン開発・統合制御システム開発担当　2023 年～現在 執行役員 パワートレイン開発・技術研究所担当）

また，エンジンシステム部門では，部門に関連するシンポジウムなどで優れた講演発表を行った 35 歳以下の会員を対象に，「ベストプレゼンテーション表彰」を行っております．同時に，2023 年 4 月 1 日現在で 26 歳未満の会員を対象に，「日本機械学会若手優秀講演フェロー賞」の選考を行いました．2022 年度は，以下の 6 名の方が選ばれました．

１．ベストプレゼンテーション表彰
東北大学　伊原　健人　氏
題目：「Running-in for Low Friction between Silicon-containing Aluminum Alloy and Bearing Steel in Engine Oil」
（COMODIA2022）

東京電機大学　福本　哲夫　氏
題目：「非定常プール火炎から排出される燃焼ガスおよび PM に及ぼす初期炉内温度の影響」
（2022 年度年次大会）

マツダ株式会社　大澤　駿　氏
題目：「高圧縮比エンジンにおけるピストントップリングの挙動解明とガスシール性の向上」
（第 33 回内燃機関シンポジウム）

マツダ株式会社　松尾　建　氏
題目：「ディーゼルエンジンの高熱効率化のための噴霧予混合気の空間制御による新燃焼コンセプト」
（第 33 回内燃機関シンポジウム）

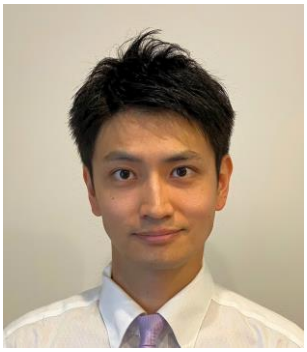
東京農工大学　村上　祐大　氏
題目：「プラズマアクチュエータを用いた急拡大管における音響マイナーロス低減」
（第 24 回スターリングサイクルシンポジウム）

２．日本機械学会若手優秀講演フェロー賞
明治大学　木下　浩行　氏
題目：「ディーゼル噴霧火炎衝突壁面の赤外高速度サーモグラフィ～噴射・雰囲気・壁面条件が赤外放射筋状パターンに与える影響～」
（第 33 回内燃機関シンポジウム）

なお，部門賞，ベストプレゼンテーション表彰，日本機械学会若手優秀講演フェロー賞の贈賞式は，2023 年度年次大会（9 月 4 日，東京都立大学）エンジンシステム部門ワークショップ会場内において執り行われます．

ベストプレゼンテーション賞
伊原　健人　氏

ベストプレゼンテーション賞
福本　哲夫　氏


ベストプレゼンテーション賞
大澤 駿　氏

ベストプレゼンテーション賞
松尾　建　氏

ベストプレゼンテーション賞
村上　祐大　氏

若手優秀講演フェロー賞
木下　浩行　氏

ATS 07-21
エンジン先進技術の基礎と応用研究会

主査
渕端　学（近畿大学）

幹事
原　徹陽（ダイハツ工業）

1．エンジン先進技術の基礎と応用研究会

本研究会は，関西支部の内燃機関懇話会を母体として 2001 年に設立された．研究会設立の趣旨は，エンジンの先進技術の基礎と応用を研究し，エンジンの発展に寄与することである．現在会員数は約 50 名で，構成は教育研究機関関係が約 30 名，企業関係が約 20 名となっている．燃焼懇話会も兼ねている会員も存在し，燃焼懇話会との共催を含めて年 5 回を基本とした講演会を主催している．研究会の際には企業の見学会が同時に行われることも多く，毎回活発な議論が行われている．最近はコロナ禍の影響でオンライン開催が主となっていたが，2023 年以降は対面式でのイベントも企画しており，設備見学や懇親会による知見の拡大や会員間交流を進める計画である．以下，直近 3 年間の活動を紹介する．

2．直近 3 年間の活動内容

第 112 回 研究会 （内燃機関懇話会・燃焼懇話会の共催）	
開催日	2020 年 7 月 20 日(月)
場所	オンライン開催
話題提供	**経験的シリンダー内自着火予測方法の改良を突き詰めて －着火遅れ時間総括式と誤差補正式を用いた遡り型 Livengood-Wu 積分－** 桑原 一成 氏（大阪工業大学）

第 113 回 研究会
日本機械学会関西支部 「第 21 回 秋季技術交流フォーラム」にて企画したが中止となった．

第 114 回 研究会 （内燃機関懇話会・燃焼懇話会の共催）	
開催日	2020 年 12 月 18 日(金)
場所	オンライン開催
話題提供	**三菱パワー最新ガスタービン技術** 谷村 聡 氏（三菱重工業） **アンモニアの基礎燃焼特性と混焼への展開** 林 潤 氏（京都大学）

第 115 回 研究会 日本機械学会関西支部 「第 96 期 定時総会講演会」にて開催 （内燃機関懇話会・燃焼懇話会の共催）	
開催日	2021 年 3 月 17 日(水)
場所	オンライン開催
セッションテーマ	多様化する燃料の燃焼と装置設計
話題提供	**【基調講演】 Fuel Design Approach for Spray Combustion Control Related to Flash Boiling Spray** 千田 二郎 氏（同志社大学）

第 116 回 研究会 （内燃機関懇話会・燃焼懇話会の共催）	
開催日	2021 年 6 月 23 日(水)
場所	オンライン開催
話題提供	**Fuel Design Approach for Spray Combustion Control Related to Flash Boiling Spray** 千田 二郎 氏（同志社大学）

第 117 回 研究会 日本機械学会関西支部 「第 22 回 秋季技術交流フォーラム」にて開催 （内燃機関懇話会・燃焼懇話会の共催）	
開催日	2021 年 10 月 16 日(土)
場所	オンライン開催
セッション テーマ	脱炭素社会に向けた アンモニア燃料利用の取組み
話題提供	**アンモニアを燃料とする レシプロエンジンの燃焼特性** 小池 誠 氏（豊田中央研究所） **舶用機関におけるアンモニア・軽油 混焼利用に関する研究進捗** 仁木 洋一 氏 （海上・港湾・航空技術研究所）

第 118 回 研究会 日本機械学会関西支部 「第 97 期 定時総会講演会」にて開催 （内燃機関懇話会・燃焼懇話会の共催）	
開催日	2022 年 3 月 17 日(木)
場所	オンライン開催
セッション テーマ	燃焼技術
話題提供	**【基調講演】 Kawasaki CO_2 Capture: 排ガスおよび大気からの CO_2 除去技術** 沼口 遼平 氏（川崎重工業）

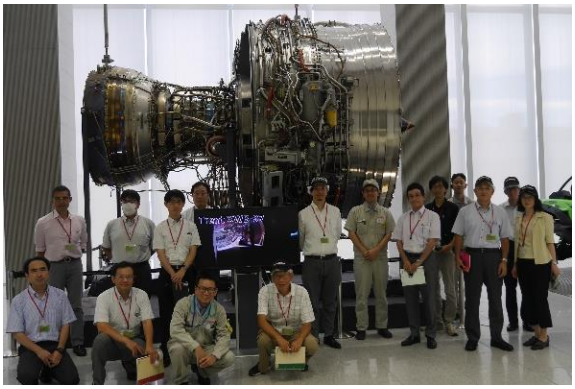
第 119 回 研究会 （内燃機関懇話会・燃焼懇話会の共催）	
開催日	2022 年 7 月 15 日(金)
場所	オンライン開催
話題提供	**軽油-水エマルジョン燃料の分散 水滴径がディーゼル機関の運転 特性に及ぼす影響** 渕端 学 氏（近畿大学） **熱効率 50%を超える発電用大型 4 サイクル天然ガスエンジンの開発** 宮本 世界 氏（川崎重工業）

第 120 回 研究会 日本機械学会関西支部 「第 23 回 秋季技術交流フォーラム」にて開催 （内燃機関懇話会・燃焼懇話会の共催）	
開催日	2022 年 10 月 22 日(土)
場所	兵庫県立大学
セッション テーマ	持続可能な社会を実現する 合成燃料の最新動向
話題提供	**カーボンニュートラル液体合成燃料の 内燃機関の利用に向けた取り組み** 岡本 憲一 氏 （石油エネルギー技術センター） **SOEC メタネーション技術革新による グリーントランスフォーメーション への挑戦** 大西 久男 氏（大阪ガス）

第 121 回 研究会 日本機械学会関西支部 「第 98 期 定時総会講演会」にて開催 （内燃機関懇話会・燃焼懇話会の共催）	
開催日	2023 年 3 月 17 日(金)
場所	京都工芸繊維大学
セッション テーマ	サステナブルな社会に資する燃焼の ありかた
話題提供	**【基調講演】 脱炭素社会構築に貢献する日立造船の Power to Gas 技術** 安田 俊彦 氏（日立造船）

以下は，今年度の活動内容である。2023 年度からは，対面式でのイベント開催を増やす方針で，2020 年のコロナ渦により実施できていなかった「見学会」を 3 年ぶりに実現できた.

第 122 回 研究会 （内燃機関懇話会・燃焼懇話会の共催）	
開催日	2023 年 7 月 27 日(木)
場所	川崎重工業 明石工場
話題提供	**Development of the FX820V air-cooled V-Twin engine for lawn mowers** 小林 靖卓 氏（カワサキモータース）
見学会	モーターサイクル生産ラインなどの見学



第 122 回 研究会の様子

３．おわりに

近年の環境志向により脱炭素社会の実現が求められる中，本研究会でもカーボンニュートラル燃料や電動化技術との組合せに関する研究が活発となっている．電源構成の脱炭素化がなかなか進まない我が国の現状に鑑みると，ドロップインで利用可能なカーボンニュートラル燃料による内燃機関の運転が，直近の産業活動およびカーボンニュートラル社会の実現までの総 CO_2 排出量の最小化に寄与すると考えられる．本研究会を通して，日本全体のカーボンニュートラル技術に関する研究を活性化させ，この分野で世界をリードする未来が実現できることを願う．

また，新型コロナウィルス感染拡大の影響が収束に向けて動き出す中，今後は対面式のイベントを増やし，会員間の交流を増やしていく計画である．22 年間続く本研究会を持続的に発展させ，内燃機関を取り巻く業界全体の発展に寄与することを願う．

A-TS 07-47
先進内燃機関セミナー研究会

主査
水嶋　教文（産業技術総合研究所）

幹事
衞藤　邦淑（やまびこ）

本研究会は学生や若手研究者・技術者の研究と論文発表の活性化を図ることを目的に故 神本武征先生が2009 年度に設立した研究会であり，2023 年度で記念すべき 15 周年目を迎えます．次ページ以降に 2022 年度までの活動内容をまとめてみましたが，表 1 の開催実績の通り次回は通算で 28 回目の研究会となります．また，表 2 は過去に話題を提供して頂いた皆様とタイトルの一覧ですが，学生も含めた産学の幅広いバックボーンをもつ皆様から，これまでに多種多様な内容での話題提供を頂いております．運営体制の直近の変化としましては 2022 年度まで主査を務めていた千葉大学窪山達也先生のご推薦で，設立当初に主査 神本先生の下で幹事として学会活動を学ばせていただいた水嶋が今年度から主査を務めさせていただくことになりました．

ご存じの通り内燃機関はグローバルな燃費，排出ガス規制強化による開発負荷の増大が共通課題になってきた経緯もあり，2014 年に乗用車メーカ各社と一般財団法人日本自動車研究所，国立研究開発法人産業技術総合研究所が集結し，共通課題について共同で研究を推進する自動車用内燃機関技術研究組合(AICE)が発足しました．昨今では企業における CASE (Connected, Automated/ Autonomous, Shared & Service, Electrification) 技術開発に投入する経営資源の増大に伴い，内燃機関の研究開発が縮小傾向にあります．このためより一層，技術研究組合やコンソーシアムなどの連携が重要になってきます．

今年度の研究会は，研究会の本来の目的に加え，技術研究組合やコンソーシアムなどの連携活動で中核的な役割を担っている研究機関の業務や，内燃機関研究に関する組織間連携の事例を学生や若手研究者・技術者の皆様にご紹介し，これらを題材に議論を深めることを計画しています．今年度第 1 回(通算第 28 回)研究会は 8 月 22 日(火)に独立行政法人自動車技術総合機構交通安全環境研究所にて開催し，若手研究者や学生による内燃機関の先進的研究事例の話題提供・議論の他，交通安全環境研究所の紹介，国土交通省プロジェクトによる研究所と大学との連携事例に関する話題提供，環境シャシダイナモ試験室など先進的な研究施設の見学会を行います．第 2 回以降については，茨城大学で今年度新たに発足しましたカーボンリサイクルエネルギー研究センターや，国立研究開発法人産業技術総合研究所などの研究機関での開催を計画中です．

このような活動を通して社会全体で取り組むべき内燃機関の研究課題がまだまだ多く存在すること，これらを解決するためには企業，大学，研究機関の各組織それぞれが役割を持って密に連携することが大切であることを，学生や若手研究者・技術者の皆様に知っていただく，さらには興味を持っていただくことを期待しています．

なお，本研究会はその設立趣旨に鑑みまして，委員のみならず大学研究室や企業にご所属の委員以外のどなたでも参加することが可能です．関心のある方はお近くの委員もしくは幹事(衞藤：etou@yamabiko-corp.co.jp)までご連絡ください．

表1　開催実績

回	開催日	場所	参加者数
1	7/29/2009	早稲田大学	53
2	10/23/2009	早稲田大学	32
3	1/28/2010	早稲田大学	24
4	5/27/2010	早稲田大学	19
5	8/6/2010	本会会議室	54
6	10/18/2010	早稲田大学	41
7	4/23/2011	東京工業大学	67
8	6/25/2011	群馬大学	48
9	10/29/2011	千葉大学	44
10	1/12/2012	早稲田大学	50
11	4/14/2012	日本工業大学	37
12	6/30/2012	日本大学	80
13	10/13/2012	東京都市大学	39
14	1/8/2013	日本自動車研究所	55
15	7/19/2014	東京工業大学	16
16	10/6/2014	JALエンジニアリング	50
17	12/17/2014	慶應義塾大学	28
18	3/9/2015	海上技術安全研究所	21
19	9/19/2015	千葉工業大学	17
20	12/5/2015	東京電機大学	31
21	3/1/2016	大阪ガス	19
22	6/4/2019	千葉大学	36
23	10/26-27/2019	やまびこ	38
24	8/2/2021	オンライン	98
25	11/16/2021	オンライン	41
26	3/16/2022	オンライン	37
27	8/5/2022	オンライン	70
28	8/22/2023	交通安全環境研究所	未定

表2　話題提供者と話題一覧

窪山　達也 千葉大学	低温プラズマ繰り返し放電によるガソリン機関の燃焼安定限界の拡大
後藤　俊介 千葉大学	ブローダウン過給システムを用いたガソリン HCCI 機関の運転領域拡大
草鹿　仁 早稲田大学	現象論的 Soot モデルによるディーゼル燃焼におけるすすの生成・酸化過程の考察
皆川　友宏 司測研	2 色法によるシリンダ内すす生成・酸化過程の研究
代田　大祐 慶應義塾大学	温度および当量比の層状化による HCCI 燃焼時の圧力上昇率低減効果に関する研究
小酒　英範 東京工業大学	雰囲気の酸素濃度と温度の分布がディーゼル燃焼に及ぼす影響
加藤　英朗 早稲田大学	1 次元反応シミュレーションによる尿素噴射制御の解析
中谷　茂 堀場製作所	窒素化合物の計測技術の最新動向
鈴木　央一 交通安全研究所	自動車から排出される亜酸化窒素の排出傾向と今後
村山　義保 新潟原動機	光散乱法による DPF すす堆積量の推定
長島　慶一 本田技術研究所	点火プラグ座型力センサによる図示平均有効圧の計測
水嶋　教文 交通安全研究所	LPG-SI エンジンの燃焼特性の把握に基づく高効率化に関する研究
大聖　泰弘 早稲田大学	エンジンの高効率化の可能性について
青柳　友三 新エィシーイー	高過給・広域多量 EGR の単気筒ディーゼルにおける圧縮比アップの燃費向上効果
島崎　直基 いすゞ中央研究所	将来ディーゼル機関の熱効率向上に向けた取り組み
榎本　良輝 東京都市大学	DI ディーゼル機関の燃焼室壁面における熱損失について
首藤　登志夫 首都大学東京	内燃機関における冷却損失低減および廃熱回収による熱効率向上について
森吉　泰生 千葉大学	ブローダウン過給ガソリン HCCI 燃焼による熱効率改善
小酒　英範 東京工業大学	ディーゼル燃料噴射ノズル内摩耗に関する研究
近藤　謙次 堀場製作所	微粒状物質中のSoot計測技術について
店橋　護 東京工業大学	乱流燃焼の多次元多変量光学計測とDNSの進展
新井　雅隆 群馬大学	自動車から排出される微粒子低減の研究動向
座間　淑夫 群馬大学	ディーゼル噴霧の内部流動
山田　智海 トヨタ自動車	ハイブリッド用ディーゼルエンジンシステムの研究
窪山　達也 千葉大学	ブローダウン過給を用いたHCCIガソリン機関に関する研究
三藤　祐子 日産自動車	新型I3 1.2Lスーパーチャージガソリンエンジンの燃焼性能設計
青柳　友三 新エィシーイー	大型ディーゼル機関のPmax向上による高熱効率化
鈴木　泰政 早稲田大学	モデルベース制御のためのディーゼルエンジン構成要素のモデリング
金原　雅人 慶應大学	HCCI機関の回転速度およびEGR率が着火燃焼過程に及ぼす影響
中野　道王 日本工業大学	非平衡プラズマによるラジカル生成と自着火促進効果の数値シミュレーション
畑村　耕一 ｻｽﾃﾅﾌﾞﾙｴﾝｼﾞﾝﾘｻｰﾁｾﾝﾀｰ	ダウンサイジングエンジンの効率向上ポテンシャル
石原　卓哉 IDAJ	GT-SUITEを利用した設計支援システム構築事例のご紹介
飯島　晃明 日本大学	混合燃料を用いた過給HCCI機関における多段熱発生メカニズム
鈴木　正剛 畑村エンジン研究事務所	二輪エンジンのUp Sizingコンセプト
長田　英朗 新エィシーイー	ボアスコープによる高過給・広域多量EGRのディーゼル火炎の観察
山根　公高 東京都市大学	水素エネルギーと内燃機関
望月　和矢 東京都市大学	燃費・排ガスとトライボロジー(オイルリングのシリンダボア追従性に関する研究)
山本　博之 マツダ	冷却損失低減による内燃機関の図示熱効率向上
大輝　祐一 豊田中央研究所	高温高圧水噴射エンジンシステムの検討
島田　一昭 新エィシーイー	単気筒エンジンによるエネルギー収支解析手法

神本　武征 東京工業大学	2014 SAE World Congress Report
横森　剛 慶應義塾大学	燐光体を利用したガス流温度計測
佐竹　晃 東京工業大学	ディーゼル燃料噴射ノズル内部の変形とデポジットに関する研究
森　創一 東京工業大学	ディーゼル微粒子の構造に与える機関運転条件の影響
岩本　薫 東京農工大学	乱流境界層の摩擦抵抗低減を目的とした生物規範型制御
阿部　泰英 日本大学	過給HCCI燃焼の発光・吸収スペクトル解析
Pramod Shankar Mehta インド工科大学	Phenomenological Basis of Modeling Diesel Engine Processes
近藤　克文 明治大学	ディーゼル噴霧火炎内すす粒子のレーザー計測および電子顕微鏡解析
坪井　翔馬 慶應義塾大学	ディーゼル燃焼の簡易ダイナミクスモデルとモデルを用いたフィードバック制御系の検討
佐藤　進 東京工業大学	HC-SCRシステムのＮＯx還元改善に関する研究
高木　正英 海上技術安全研究所	低着火性燃料の燃焼・排気に関する実験的解析
佐々木　洋士 千葉工業大学	多段燃焼を行う予混合圧縮着火機関の研究
青柳　友三 新エィシーイー	高効率・クリーンディーゼルが求めるエンジン要素のブレークスルー
新井　雅隆 東京電機大学	噴霧輪郭の定義と計測
小濱　彰博 東京電機大学	ベンゼン層流拡散火炎に金属メッシュを挿入した時に排出されるPMの特性
竹内　正樹 東京電機大学	ディーゼルエンジンの排気管内を流れる排気PMの計測
久米　辰雄 大阪ガス	水素エネルギーは低炭素社会を構築し明るい未来を切り開けるか
金野　満 茨城大学	低級アルカン類の共存がn-ヘプタンの自着火に及ぼす影響
内田　登 新エィシーイー	高熱効率ディーゼルエンジンを考える
保木本　聖 ｻｽﾃﾅﾌﾞﾙｴﾝｼﾞﾝﾘｻｰﾁｾﾝﾀｰ	可視化エンジンを用いた光学計測に基づくガソリン機関のサイクル変動解析
衛藤　邦淑 やまびこ	小型2ストロークエンジンの高回転数で発生する異常燃焼
畑村　耕一 畑村エンジン研究事務所	近年の世界的エンジン技術トレンドと歴史およびHCCI対向ピストンエンジンの紹介
参加学生と 企業技術者より	ショートプレゼンテーション8件(微粒子計測関連2件，HCCI燃焼2件，その他6件)
森吉　泰生 千葉大学	自動車からのCO2排出規制に対する内燃機関の技術動向
金元　海斗 東京都市大学	ピストンリング回転に関する研究
飯田　航平 東京電機大学	簡易型ブレーキ排出粒子評価装置の開発
加藤　雄大 マツダ	ディーゼルエンジンの熱勘定解析
上田　浩矢 本田技術工業	二輪市場ニーズとそれに応える簡素なタンブル生成技術
申　鉄龍 上智大学	エネルギー効率向上のためのパワートレイン制御手法

松田　大史 茨城大学	SCR触媒の水熱劣化メカニズムの解明と劣化モデルの構築
久地樂　昌紀 関東学院大学	廃プラスチックの有効活用およびLCA手法を用いた環境影響評価
志村　渉 交通安全環境研究所	燃費規制におけるオフサイクルクレジット
畑村　耕一 畑村エンジン研究事務所	カーボンニュートラル走行の実現に向けた自動車用パワートレインの技術動向
水戸　真志 日本大学	着火性の異なるガス混合燃料の自着火及び燃焼特性に関する研究
北島　康祐 東京電機大学	OpenModelicaを用いた自動車エミッション予測モデルの開発
劉　金茹 法政大学	多段対向噴霧方式による不均質燃焼場での燃焼特性に及ぼす噴射タイミング及び燃料特性の影響
八房　智顯 広島工業大学	マルチイオンプローブによる過渡運転状態にあるエンジン内の火炎伝播計測
佐々木　洋士 元千葉工業大学	逆デルタ噴射率ディーゼル燃焼の燃焼観察
中込　匠 日本大学	レーザー誘起ブレイクダウン分光法(LIBS)による当量比計測技術に関する研究
木下　浩行 明治大学	ディーゼル噴霧火炎衝突壁面の赤外高速度サーモグラフィ
加藤　真亮 SUBARU	運輸部門のPtXに関する技術動向調査と実証実験

武蔵工大の水素自動車開発史の中間点をバトンリレーした研究体験記　第２編

武蔵５号で積み重ねた技術を６号に投入し僅か半年で開発、WHEC-5 から招聘、出展

福間　隆雄
（トヨタ自動車　主査）
（早稲田大学　客員教授）
（同志社大学　客員教授）

1　はじめに

今から 50 年前に地球温暖化を危惧し自動車用水素エンジンの理想像を追求し自動車に搭載して実用性を実証する大学の研究室があった。そこで学ぶ学生は水素エンジンが呈する自然現象に接し、仮説検証を繰り返しながらメカニズムを理解してうまく利用することを覚えた。私はトヨタ自動車の東富士研究所で長くディーゼルエンジンの燃焼・排気後処理・電子制御の研究開発に従事したが、エンジニアとしての論理性に加えて情熱や粘り強さはその研究室で経験した失敗や挫折を乗り越えた経験が大きく役立っている。

第 1 編（NL69 号，2023 年 3 月発行）では、武蔵工大（現在の東京都市大）での水素自動車開発史の概略、私が修士課程に進学して数か月で経験した武蔵 5 号の立ち上げとアメリカで開催された第 4 回世界水素エネルギ会議（WHEC-4）での走行展示の様子を紹介した。圧縮 TDC 付近で 6MPa の水素ガスを直接噴射し熱面点火する新しい燃焼方式は、バックファイヤやノッキング、プレイグなどこれまで古濱研が長年苦しんだ異常燃焼からの解放をもたらしたが、原因不明の出力不足の問題を抱えたまま WHEC-4 での走行展示をなんとかやり遂げた体験を紹介した。

今回はその後取り組んだ性能改良、博士課程への進学決意、僅か半年で開発した武蔵 6 号とカナダ WHEC-5 での走行展示までの 2 年間を紹介する。当時から大きく時代は変化し世界がカーボンニュートラルに向けて加速している今、学生諸君への期待はとても大きい。ご自身の状況に合わせて少しでも参考になればと思う。

2　驚愕の性能向上

パサデナから帰国してさっそく低出力性能の解析に取り組んだ。東急自動車学校の練習コースで最高車速が屈辱 60km/h しか出ない振り返りだ。まずは当初仮定した図 1 に示す燃焼コンセプト『単噴口で噴射した水素が熱面で着火しながら球形ピストン燃焼室の中で良好な混合気を形成しながら燃焼』を検証した。そのため図 2 のようにピストン燃焼室に対して幾つか噴射方法を試した。噴口径は既定の噴射期間で必要な噴射量が得られるように計算している。初期形状 A に対し、B では熱面には小噴流で点火を確保しつつ主流はステンレスパイプをチャンバ下方に導き、その底部で 4 方向

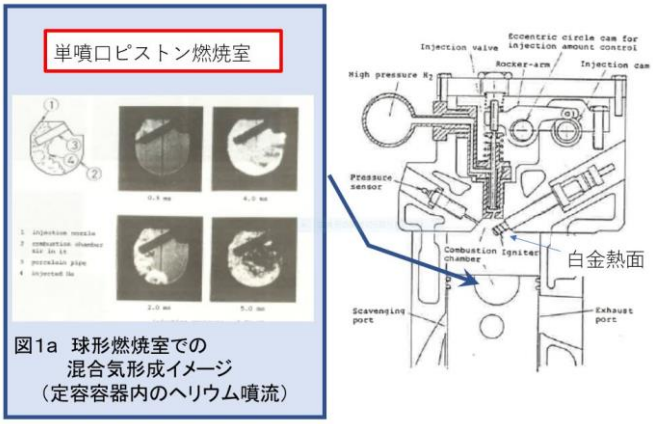


図１　ピストン燃焼室で始めた研究

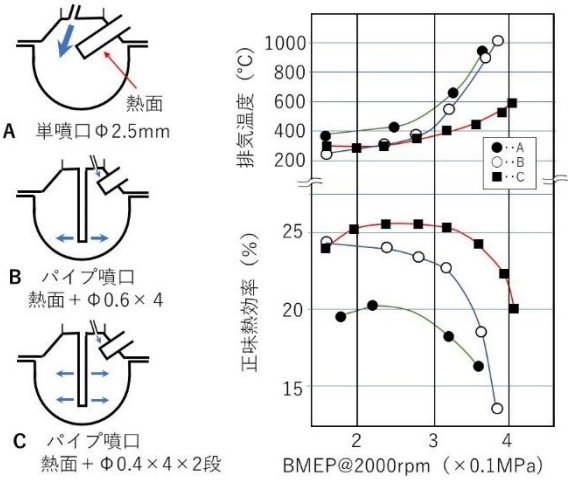


図２　水素噴射方法の影響

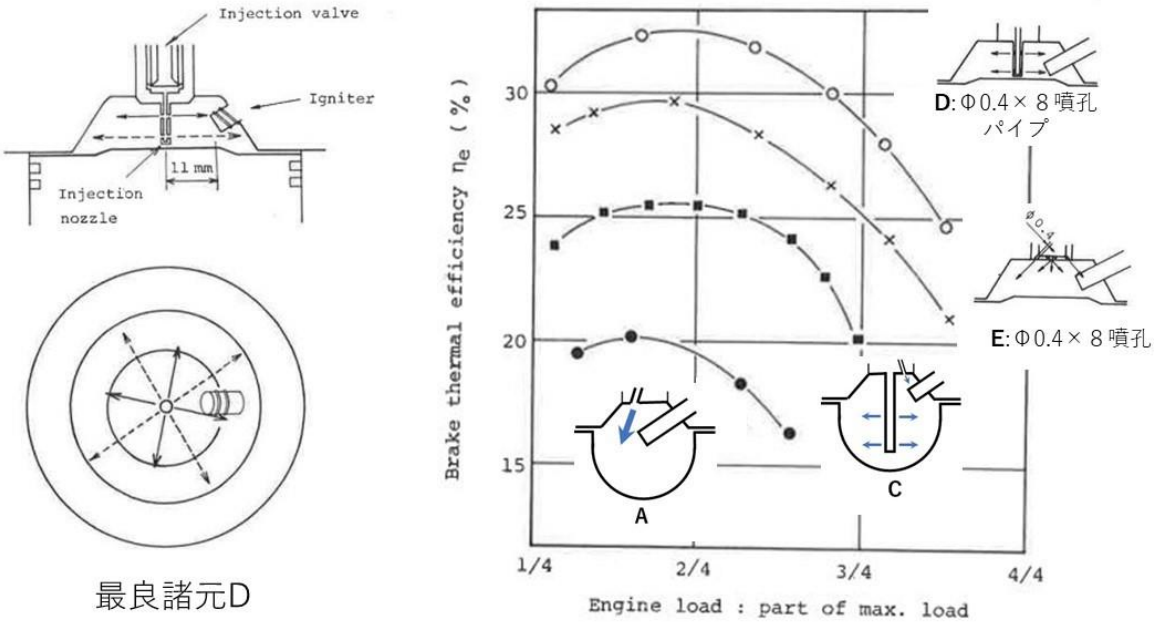


図３　ピストン燃焼室への変更と性能向上

に噴き分けたもの、C はパイプ長の途中にも噴口を設け、上下 2 段で 4 方向に噴き分けたものである。正味熱効率は目に見えて改善し裏付けるように排気温度も明確に低下した。C では高負荷域でも高い熱効率を維持しより多くの空気が燃焼に使われているのを実感した。C は直径 0.4mm のステンレスへの穴加工に苦労したため、高い熱効率の維持を確認した時は仲間と喜び合った。この実験を通して、水素が燃焼室の中で気持ち良く燃えるためにはどのように噴けばよいのか、初めてエンジンと会話できた記憶がある。

しかしここで驚愕の事態が発生した。ボンと内にこもる音を発してエンジンが止まったのだ。分解するとピストンチャンバに亀裂が入っていた。混合気生成改良による出力向上でピストン熱負荷が高まり、元々ガソリンエンジンのピストンに対しチャンバ（肉厚 8mm 位）を溶接していた部分が亀甲状に裂けたのだ。そこで図 3 のように燃焼室をピストンからシリンダヘッド側に設けて実験を続けた。すると予想外にも更に性能向上が見られ、2000rpm における正味熱効率はパサデナ仕様の 20%から 32%にまで改善した。最大トルクはベースのガソリンエンジン比 65%から 87%（空気過剰率 λ=1.5 で水素噴射量増加を制限）まで増加した。この改善理由として掃気効率改善、燃焼室温度低下による吸気効率改善、水素噴射パイプ長短縮による残留水素

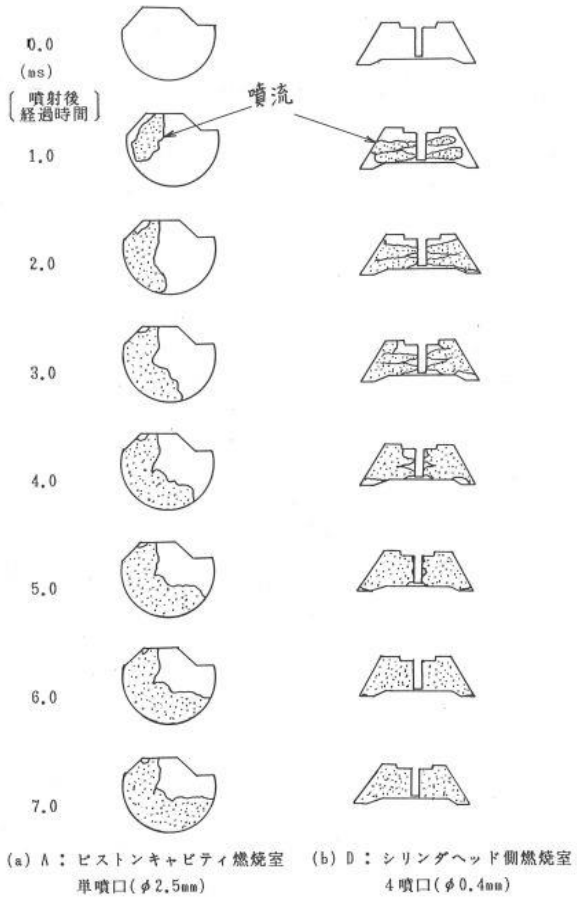


図４　シュリーレン観察による考察

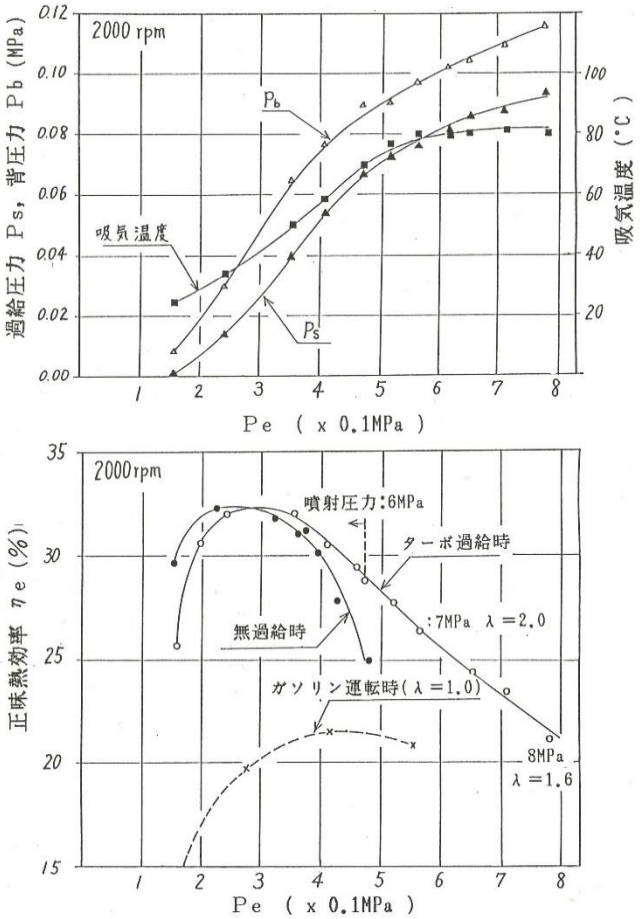


図５　動圧ターボ過給の適用

仕様	最大トルク Nm/2000rpm	ガソリン比 (%)
ベースガソリン	191	100
パサデナ仕様	125	65
NA改良	166	87
ターボ過給	288	151

図６　ターボ過給適用した武蔵５号改

低減などが考えられるが深追いはしていない。図 4 は燃焼室を 2 次元断面に見立てシュリーレンによる可視化映像をスケッチしたものだ。これによれば単噴口で噴射したヘリウム（水素に近い物性で安全性が高いため、研究初期に使用していた）はチャンバー内を旋回することなく半回転しない内に停止している。これに対し上下 2 段で左右に噴射するとチャンバ全体にヘリウム噴流が行き渡る様子が見て取れる。これは比重が 15 倍ある空気に対し水素を小さい多数の噴口から高速で飛ばさないと混合が進まないことを示唆していた。

このように熱効率は飛躍的に向上したが最大トルクはベースガソリンより低く、ディーゼルエンジンの様に混合気生成時間が律速して残りの 25%の空気が使えていなかった。2 ストのシュニューレ掃気ではスワールなど吸気流動の効果は期待できない。そこでターボ過給による性能向上を試みた。過給が適用できるのも異常燃焼が発生しない本燃焼方式の特典といえる。排気の運動エネルギを有効にタービンに伝えるために動圧過給を試み、排気ポートからタービンまでの容積を 73%削減しストレートな流路を持つエキマニを設計した。図 5 は 2000rpm における正味平均有効圧力に対する正味熱効率を示す。トルクは 151%まで増加(λ=1.6)増加し、適正な噴射期間で噴射量を確保するために水素噴射圧を 6 から 8MPa まで増やす必要があった。

さてこの成果を早速武蔵 5 号に適用しデモ走行の機会を得た。車の走りは見違えるように改善し低速からトルクフルで発進時に注意しないとホイールスピンするほどだった。今までの苦労が一挙に報われ、実車で性能向上を皆で味わい喜んだ。しかし幸せは長く続かなかった。インタークーラを装着してさらに性能向上を検討している時に事件は起こった。3200rpm 付近でトルクを増加中にピストンが焼付いた。相当の熱負荷が作用してピストン変形が起こったと思われ、焼付きが決まって発生するピストンの側面の箇所を中心にプロフィールをやすりで削っては試すが一向に治らない。それに初めて聞くピストン焼付き音『キーッ！』は学生全員の心を折った。

3　研究の節目

この時点で研究は節目を迎えていた。本来の研究目的は水素直接噴射熱面点火エンジンの将来ポテンシャルの提示だった。実際の研究では、混合気生成改良の重要性の発見と共に性能向上に伴う自家製ピストン燃焼室が壊れ、ターボ過給の適用性の確認と共に出力向上に伴いエンジンが焼付いた。総括すればエンジン強度と戦いながらも従来の障壁であった数々の異常燃焼から解放され、空気との混合気形成を工夫すれば良好な効率を呈し、ターボ過給により十分な出力が確保できるという当初の研究目的は達成したのだ。

そこで次の研究視点の議論になった。①ユニフロー掃気方式の空気流動による混合気生成改良　②火花点火方式による燃焼システムの簡素化の 2 点である。そして課題が明確であった①に注力することを選択し実験エンジンを試作し火入れまで行うが後述する WHEC-5 参加で研究は中断する。

これは私が修士 2 年の中頃で、大学院の同僚はすでに就職を決めていた。私は古濱教授から博士課程への進学を勧められた。『人の脳は 20 歳代までしか発達しない』と今でも真偽を疑う言葉とともに。私が進学を決めた必要条件は何であったか。①未だ誰もやっていない世界が注目する技術に取り組み、論理的な仮説立案と検証を通して新事実に至る研究の楽しさ追求。②新しい知見を自動車に適用して実用性を世に問う攻めの生き方追求...しかし最大の理由は、研究活性化と裏腹に武蔵 5 号の未完成度を感じ、後輩にバトンを渡すには後ろ髪を引かれる思いが強かったことだ。

4　意気に感じろ！

こうして進学を決めた修士 2 年の冬に世界水素エネルギ会議の主催者から WHEC-5（カナダトロント）への参加要請が舞い込んだ。前回パサデナでの我々学生チームの振る舞いが好評とのこと。「会議支給のロゴ入り T シャツを着た我々が水素自動車を操り懸命に説明する様子が会議を盛り上げたので次回も是非参加してほしい！水素自動車の輸送や学生数名の渡航費用は会議で持つ」との熱いコールに我々の心は強く動いた。

そこで古濱教授と可能性を探った。武蔵 5 号ターボかそれとも新車両の製作かの決断を迫られた。武蔵 5 号ターボは完成の域にあったが、ピストン信頼性や 2 スト特有の潤滑油混燃による排気 HC 白煙のイメージが悪い。ユニフロー方式は乗用車用のベースエンジンが存在しない。最終的に武蔵 5 号の燃焼コンセプトを 4 ストエンジンに適用する案に絞られた。候補車両としては日産自動車製の英国向け（右ハンドル）ブルーバード U11。これに搭載されるエンジン型式は LD20T といって 2 リットル 4 気筒の IDI ディーゼルターボ。これを水素化するには水素噴射弁と熱面点火栓の配置が必要だが、シリンダヘッドに大幅に手を入れれば実行

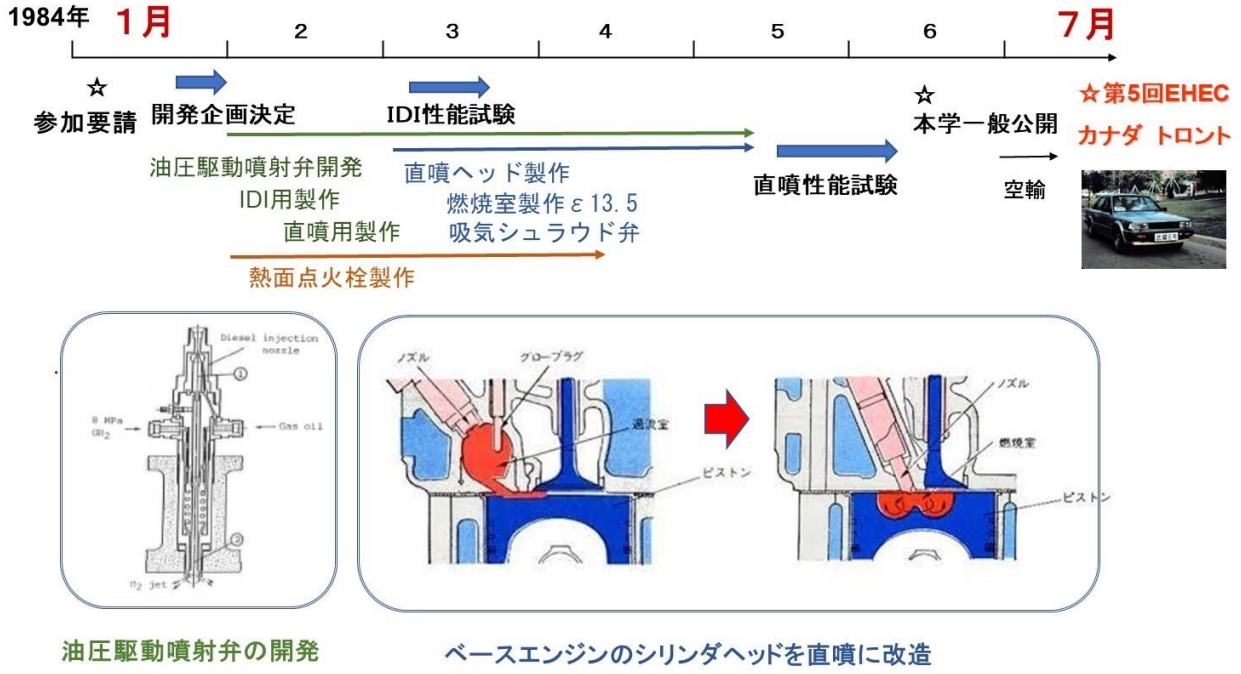


図７　超短期開発期間の武蔵６号

可能な感触だった。水素噴射装置は10年前の先輩が開発したディーゼル噴射ポンプを駆動装置とする油圧駆動方式が候補に挙がった。開発戦略が見えてくると早速古濱教授は日産自動車の役員の方に電話して車両とエンジンの提供およびエンジン改造支援を取り付けてしまった。

問題は開発期間だった。1984年1月に開発着手してWHEC-5はその年の7月。6月の日本での一般公開には僅か半年足らずだった。図7に実際のエンジン開発の日程を示す。技術面では油圧駆動水素噴射装置の試作と直噴用シリンダヘッド試作は全くの白紙だったが、基本燃焼コンセプトは武蔵5号で構築できていたのが心の支えだった。そんな折に研究室で開発キックオフが開かれ、先生方から『意気に感じろ』との激励を頂いた。海外の水素研究者から我々への大いなる期待に意気を感じ、是が非でもやり抜こうとの決意と団結心を共有する新しいチームが発足した。人事面では担当学生8名に対して当分の間は休日返上の承諾を得た。また彼らの就活や進学の面倒は全て古濱教授にお願いした。その他ブルーバードの水素コンバージョンには、水素供給配管や液体水素タンク設置のための車両改造もあった。耐久性を向上させる白金熱面点火栓の製作もある。電源システムの設置もある。このようなマルチ作業を短期間で計画するのは初めてだったのでプロジェクト全体を確実に進める手法を探したところ、自動車産業にいた父がアメリカの軍隊で大規模な開発に使われた危機管理マネジメント手法である PERT（Project Evaluation and Review Technique）を教えてくれた。これを参考に複数の項目が同時進行するプロジェクトをフローチャートで単純化し、最も律速する項目をクリティカルパスとして見える化し全員と共有した。多くの学生を使い休日まで返上してくれた彼らの努力が水泡に帰すことのないように全ての作業の進捗を見える化し迅速に作業をこなしていった。

新方式の噴射弁の開発は直噴ヘッド完成を待っていられないので、まずはベースエンジンの圧縮比を21から13程度に下げ、軽油噴射弁から水素噴射弁に換装して実機エンジンを使った噴射システムの機能確立に取

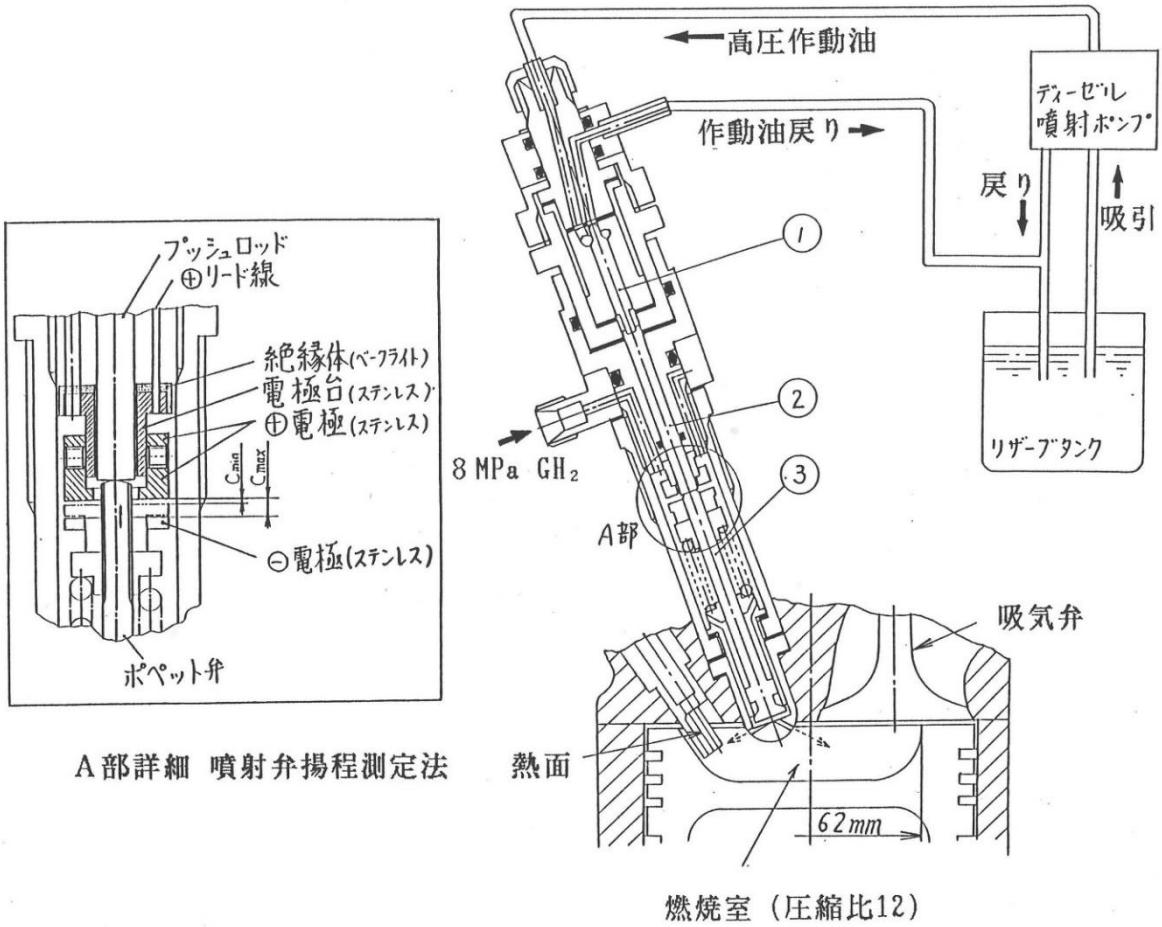


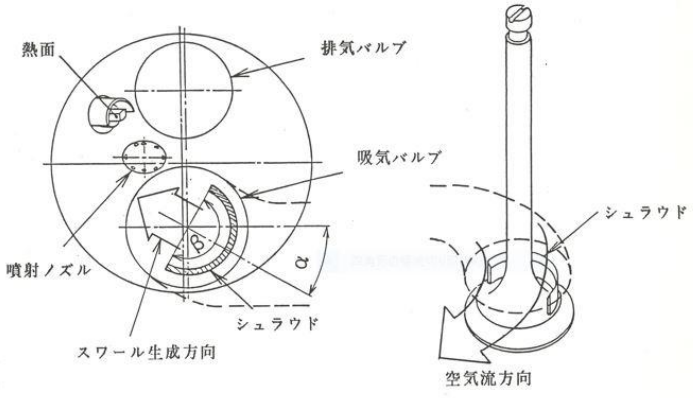
図8　油圧駆動水素噴射弁

り組んだ。

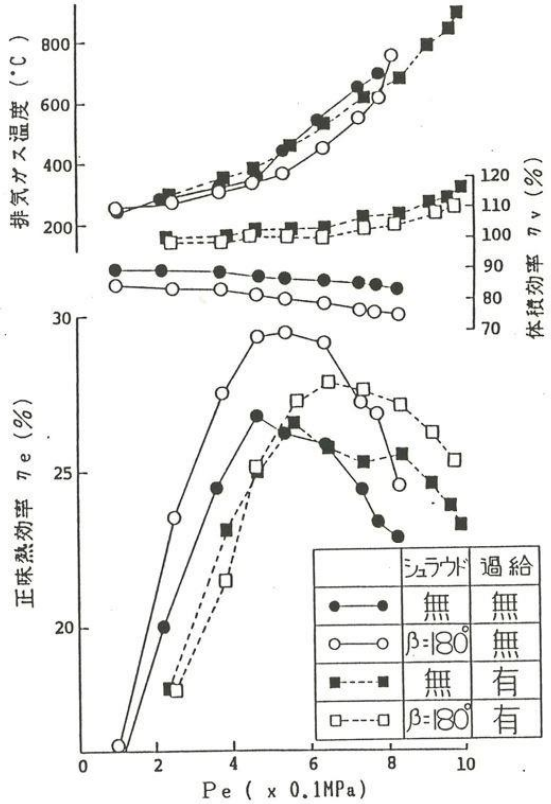
直噴ヘッドの製作は今でも記憶に新しい。日産自動車からシリンダヘッド図面の青焼きを提供いただき、私の机背面の壁全面に貼り付けた。これを睨みながら噴射弁の取付けのための鋳鉄肉付け部分を割り出した。そして横浜の日産ヘッド鋳造工場の昼夜勤務入れ替えの休憩時間に学生数名と入り込み、肉付け部分に相当するヘッドの砂型中子の一部を削って 20 個鋳造してもらった。これは工場長である卒業生の先輩が現場を仕切ってくれたので容易に実行できた。

直噴ヘッドに水素噴射弁を取り付ける穴の加工図面も苦労した。投影図法を学び噴射ノズルや熱面点火栓を僅か±0.1mm 以内の誤差で燃焼室に配置させるための設計製図を徹夜でやった。それでも日産自動車の技術担当者の方から、(当時浸透し始めた) CAD で調べると図面指示値が間違っているとの指摘を頂き、悔しくも感謝しながら修正した。そうして機械加工を施し水圧試験をパスした直噴ヘッドが日産自動車から僅か 2 か月余りで納入された。

水素噴射弁は図 8 に示すようにベースエンジンの軽油噴射ポンプであるＶＥポンプを使い、高圧作動油を噴射ノズル先端受圧部に導く。これによりノズル①がリフトして作動油は噴射されリザーブタンクに戻り循環して使われる。一方ノズル①のリフトが作動力になってプッシュロッド②を介し水素外開弁③を開閉する方式だ。最適な水素噴射弁の開弁期間やリフト量を得るには頭部にある軽油のノズル①の先端形状の調整が必要で、これは当時のヂーゼル機器 (株) から数種類の試作ノズルを供給頂いた。また図 8 左は自作の静電容量型のノズルリフトセンサで、噴射弁内部に組込み噴射時期や期間を計測する必需品だ。これと共に燃焼圧センサーも着火・燃焼状態把握には必須で、複雑な 4 ストヘッドへピンポイントで装着した。4 ストの吸気弁には図 9 に示すシュラウドをつけ、吸気スワール生成による混合気生成促進を図った。図 9b はトロント帰国後に調査した結果だが、シュラウドによるスワール生成は熱効率向上に寄与が大きく、噴射ノズルと空気流動による混合気生成の設計が燃焼の良品条件である。武蔵 6 号には遮蔽角度 β180° を搭載した。図 10 にエンジン出力性能を示す。3000rpm を超えるとターボ過給の



(a)吸気シュラウド弁によるスワール生成



(b) 2000 rpm

図９　吸気シュラウド弁によるスワール生成と性能への影響

場合に出力増加が弱まるが、それでもベースの量産ディーゼルエンジン（定格 58kW/4400rpm）に遜色ない性能が得られた。

話は前後するが、渦流式チャンバで初めて油圧駆動式を試したところ着火は安定していたがトルクが出なかった。圧縮比を 13 まで下げるのにピストン側の主室で空間を確保したが、副室から噴射した水素リッチな火炎が主室に噴出した後の空気との混合に問題がありそうなことは 2 ストの経験から予想できた。そこで本命の燃焼方式は当初の狙い通り筒内直噴に絞った。

直噴ヘッドの完成品が日産から納入されてエンジン試験を開始したのが 5 月後半だった。さすがにその頃のことは記憶に薄い。毎朝古濱教授が出勤される。徹夜続きで研究室の廊下にまで溢れて寝ている我々学生の隙間を縫って自室に入るやいなや進捗報告せよと言われ飛び起きるがまだ夢の中で、他の学生を呼びに行きながら覚醒したことは新鮮に覚えている。とにかく 4 気筒分の水素噴射弁や熱面点火栓を予備も含めて全て自前で用意するのは体力勝負であったが、根本的な技術課題の遭遇は少なく、まさに「企画良ければ終わりよし」だった。

今回は基本燃焼コンセプトが武蔵 5 号で構築済みであったことが幸いだった。2 ストの時のようなピストン焼付きの懸念も少ない。気持ちよくエンジンは始動するしターボ過給との相性も悪くない。しかも圧縮比が低いためベースのディーゼルエンジンよりエンジン騒音も静かで気持ちよくトルクフルに走る。1995 年頃からコモンレール直噴ディーゼル乗用車のブームが起こるが、まさにあの静かでトルクフルなドライバビリティを先取りして経験していた。更に水素噴射作動装置の VE ポンプの電気 SW を切れば噴射が止まるのでエンジン停止もスムーズだ。こうやってあっという間に日

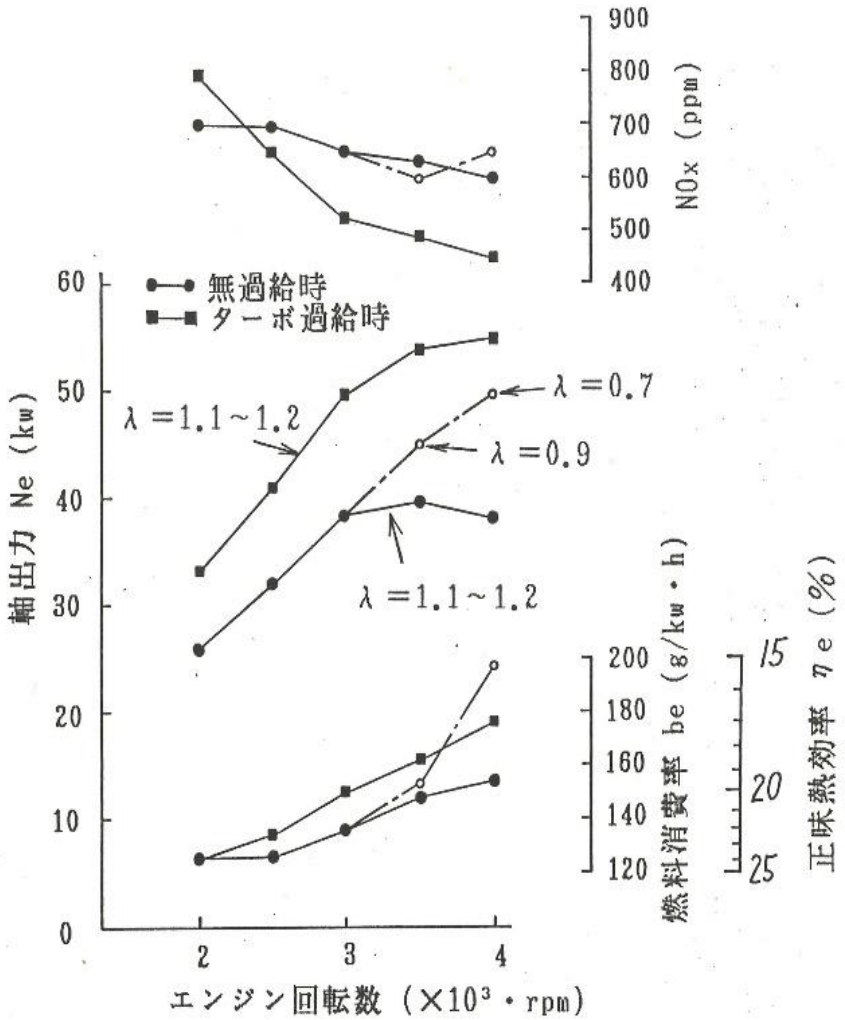


図１０　武蔵６号に搭載した水素エンジン性能

本での一般公開が終了し、いよいよカナダに向けて武蔵 6 号を送り出した。輸送は当時のカナディアンパシフィックエアーで費用は会議持ちなので気分が良かった。約束通り我々学生数名分の渡航費も持ってくれたのだ。

5　WHEC-5 での武蔵 6 号展示走行

カナダは水力資源が豊富で水素利用への研究投資が盛んな国だ。WHEC-5 は 1984 年 7 月 15－19 日でカナダのトロント大学で開催された。宿舎は大学の寮を与えられ現地の学生 1 名を運転手兼専属スタッフとして付けてくれた。市内はごみ一つ落ちていない清潔さで、酒やタバコへの課税が高く隣国アメリカのネガな要素の流入を防いでいると聞いた。したがって当時の我々学生には少し馴染むのに時間が掛かった。

郊外の IHS 研究所（Institute Hydrogen System）が水素自動車の事前調整とプレス公開の場に与えられた。我々が唯一遭遇した立ち上げのトラブルは、事前の連絡不足により現地の液体水素供給タンクと我々の車載タンクを接続するパイプ直径の不整合だった。そこで、自分でグラインダーを使って切削バイトを準備して、現地の旋盤を拝借しサスの嵌合パイプを作成することで、数時間遅れで無事水素を充填した。現地の人は対応の早さに驚いていたが手慣れた作業であった。

翌日からドイツや米国から水素自動車が続々と集結した。そこで BMW2 号車に出会う。パサデナに出展した 1 号車から液体水素タンクの断熱性を一段と向上させたとのことで、確かに液体水素タンクは美しかったが我々の前を颯爽と走行する姿は残念ながら記憶にない。BMW は開発を続け 2001 年にクリーンエネルギーワールドツアーを敢行し Hydrogen 7 を公開し、私も同乗した。

トロントで初の液体水素の充填　　左が筆者

奥から歴代 BMW 水素自動車　出展：BMW
《最奥はパサデナで　２台目がトロントで》

会議出席者が武蔵６号を囲む

武蔵６号と BMW２号車

会議出席者を後席に乗車させて試走

BMW 横を通過するダイムラー水素自動車

質問対応する筆者

トロント市内をデモ走行

水素トラクターに和む学生たち

会議場での展示

さて IHS でのデモの風景やトロント大学構内でのデモの写真を紹介する。会場では後部座席に多くの参加者を試乗させ開催期間を通して満足のいくデモと技術説明ができた。そして今回も特定期間中の市内運転許可証が発行されたのでトロント市内での走行ビデオ撮影を行い、前回のパサデナとは違う抜群の安定感で会期を終了した。

開催期間中の息抜きは、近隣にあるナイアガラの滝、会議終了後は皆でカルガリーに飛びバンフ、レイクルイーズといったカナディアンロッキーの絶景に囲まれたドライブを楽しんだ。革製品も種類豊富で安価、私は革のベストを入手した。

トロントでの人脈形成は後の活動の広さに繋がった。帰国後に夢のような企画相談が幾つも米国から寄せられた。セスナに搭載するライカミングエンジンを水素化する話、カナダの豊富な水資源から水力発電で製造

したスペースシャトル用の液体水素をフロリダのケネディスペースセンタに運搬するための GM 製ディーゼル機関車の水素エンジン化など。結局規模が大き過ぎ具体化には至らなかったが、日本の中では得られない水素ネットワークに参加したことになる。今思えば北米に就活や留学の機会を求めれば沢山あっただろうし、今とは異なる人生が待っていたかもしれない。後にドイツ ZDF の TV 番組の取材が本学に来て武蔵 6 号を取材しドイツで放映された写真を友人が送ってくれたこともある。それだけ我々の活動は世界にインパクトを与えたのだった。実際 2 年後にはカナダのバンクーバで交通万博に招待され、後輩の開発部隊が武蔵 7 号（3.5 トントラック）で参加するのだ。こうして私の博士課程 1 年目の夏はあっと言う間に過ぎていった。

その後私は博士論文構築に集中していく。これまで紹介した水素自動車開発に連動した研究結果に加えて、この燃焼方式で発生する特有の燃焼圧力振動の解析がメインテーマだ。この現象はオシロスコープの燃焼指圧波形で観察できるが、微妙な熱発生率を比較するには振動除去が必要なほど定量的に無視できないレベルだった。今後の水素燃焼性能を進化させるうえで燃焼圧力解析は基本であり、そこに立ちはだかる特異な燃焼振動現象は私の代で解決すべき後進へのバトンと判断した。その成果は後に武蔵 9 号（フェアレディ）に採用した水素噴霧への火花点火方法構築に役立ったので悪くない判断だったようだ。またの機会があれば紹介したい。今回はここまでとする。

最後に..

武蔵 5 号開発での休日返上で体力勝負のような取り組みに抵抗を覚えた学生も少なくないだろう。しかし限られた時間で高い目標を達成するには必ず痛みを伴うものだ。しかも学生として教育だから経験出来たと今にして思う。これほどの苦労はそれ以降の会社人生で経験がないと誰もが異口同音に言う。優秀な技術者は失敗を学習し未来を予測し開発リスクを極力下げる行動が取れる。それゆえ皆さんには学生の内に自分の目標を出来るだけ高く設定して立ち向かってほしい。失敗していい！失敗した理由を解析し次に活かす経験こそが大切で、必ず貴殿の能力を高め更なる高みに向かう自信と勇気をくれることだろう。

苦労を分かち合った仲間と　ご褒美のカナディアンロッキードライブ

嶋本　譲　先生　追悼

嶋本譲先生を偲んで

滋賀県立大学工学部
教授
山根　浩二

嶋本譲先生が去る令和5年2月8日に91歳で亡くなられました．謹んでご冥福をお祈りします．

先生は，昭和34年に京都大学大学院工学研究科博士課程を修了し，昭和34年から35年まで京都大学工学部講師，昭和35年から40年まで同助教授，昭和40年から55年までは岡山大学工学部教授，そして昭和55年から京都大学工学部教授として戻られ，平成7年の定年までお勤めされました．その後，新設の滋賀県立大学に着任され，平成14年3月の定年までの7年間勤められました．先生は，開学前の平成4年から本学開設準備委員会専門委員として開学に携わり，開学時から2年間学科長に，また平成11年から2年間工学部長に就き，大学院博士後期課程の設置認可に至るまでご尽力されました

先生は，平成2年に京都で開催されたCOMODIA90の実行委員長を務め，一方，平成4年には日本機械学会関西支部長を務められました．平成7年に京都大学，平成8年に岡山大学，平成14年に滋賀県立大学からそれぞれ名誉教授の称号を授与されております．

研究業績として，昭和43年にはSAE Colwell賞，昭和39年には日本機械学会論文賞，平成7年には自動車技術会学術貢献賞，平成8年には日本機械学会関西支部功績賞，平成14年には日本ウォータージェット学会論文賞をそれぞれ受賞されています．また，教育研究功労者として，平成22年春の叙勲では，瑞鳳中綬章を授与されております．

嶋本先生と私とは，私が昭和63年4月に京都大学工学部機械工学科の故池上詢先生（当時燃焼研）の助手として赴任したときに，同じ学科で内燃機関の研究室の教授であった嶋本先生にあいさつのため訪問してからの縁です．部屋を訪ねると，まず先生から「村山さん（北大の故村山正教授）の弟子かあ～，ところであなたの研究は何かね（中略）これが山根の研究だと言える柱をしっかり持ちなさい」と言われ，その研究テーマでは，先駆者であり，自身をもって誰にも負けないものを一つ持ちなさいと言われたように思います．

嶋本先生は，平成7年4月から私も助教授として先生とともに「エネルギーと動力」研究室を立ち上げるため京都大学から異動してきました．私が知るこれまでの嶋本先生のエピソードをひとつご紹介します．

本学の第二期工事で，CAD室を整備することになっていましたが，計画当初はCAD室設置ではなく，全学共通の情報処理演習室を使えと大学開設準備室から言われていたそうです．しかし，先生は断固として反対され，工学部建屋にCAD室を設置し，1学年の学生人数分の専用PCを要求して一歩も譲らなかったそうです．これがのちのち「名前は“譲”だけど，“譲らず”先生だ」と，開設準備にあたった初代学長の故日高敏隆先生や当時の事務局長の口癖になったと聞いています．それ以降，大学の事務方からは，大学運営においてなかなか手強かったと聞いています．

嶋本先生の研究は，若い頃は実験主体であったそうですが，その後ソフト主体となり，主な研究テーマは，吸・排気系内のガス交換過程や圧力波伝播の挙動を，二重格子を用いた特性曲線法によって一次元数値シミュレーションで解き明かすことでした．このテーマで本学に着任しても，しばらくは研究を続けておられましたが，先生のテーマで修論を書いた一人を最後に自身での研究をやめて，大学運営に専念するようになりました．それもあって，私に研究室の実験設備の整備や研究室運営など，すべてを任せていただきました．「山根さん，やりたい事をやっていいよ」と言ってもらったことや，若くして教授に推挙していただいたことなど，感謝しても感謝しきれません．

写真は，私が内燃機関懇話会の主査をしていたときに，滋賀県・長浜にあるヤンマーミュージアムで開催した懇話会に平成28年6月14日に来ていただいと時のものです．まだまだ元気だった当時を思い出します．

YANMAR MUSEUM
日本機械学会関西支部　第201回内燃機関懇話会
ヤンマーミュージアムにて
2016年6月14日(火)

行事カレンダー

●日本機械学会 2023年度 年次大会
開 催 日：2023/9/3 – 6
東京都立大学（南大沢キャンパス）
https://confit.atlas.jp/guide/event/jsme2023/top

●2023 Powertrain, Energy and Lubricants International Meeting
開 催 日：2023/8/29 – 9/1
京都テルサ
https://2023pel.jp/

●(公社)自動車技術会 2023年秋季大会
開 催 日：2023/10/11 – 13
名古屋国際会議場
https://www.jsae.or.jp/2023aki/

●第25回スターリングサイクルシンポジウム
開 催 日：2023/12/2
明星大学（日野キャンパス）
https://www.jsme.or.jp/conference/Stirling2023/

●第34回 内燃機関シンポジウム
開 催 日：2023/12/5 – 7
日本教育会館
https://www.jsae.or.jp/assoc/event/inter-congresses/ice/sympo2023//

●第61回 燃焼シンポジウム
開 催 日：2023/11/15 – 17
秋田アトリオン
http://www.combustionsociety.jp/sympo61/

●第32回 微粒化シンポジウム
開 催 日：2023/11/27 – 28
同志社大学（今出川校地新町キャンパス）
https://www.ilass-japan.gr.jp/activity/sympo_index/

第 101 期広報委員会： 委員長 河崎 澄 （滋賀県立大学，kawasaki[AT]mech.usp.ac.jp）
幹 事 片岡 秀文 （大阪公立大学 hkataoka[AT]omu.ac.jp）

当ニュースレターでは，皆様からの自由な投稿を歓迎します．筆がむずむずしている方はぜひ広報委員までご連絡下さい

発行年月日:2023 年 8 月 25 日（アップロード）
発行者：〒162-0814 東京都新宿区新小川町 4 番 1 号 KDX 飯田橋スクエア 2 階
一般社団法人日本機械学会エンジンシステム部門 TEL(03)5360-3500 FAX(03)5360-3508
(c)著作権：(2023)日本機械学会エンジンシステム部門