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
http://www.jsme.or.jp/esd/
No.57 Feb.2017
目次は p.2 に掲載

部門企画行事のお知らせ

日本機械学会 2017 年度年次大会 エンジンシステム部門　企画行事のご案内

2017 年度 年次大会企画委員
金野満（茨城大学）

2017 年度年次大会が，2017 年 9 月 3 日（日）から 6 日（水）までの 4 日間にわたり埼玉大学（さいたま市桜区下大久保 255）を会場として開催されます．今回の大会は「120 年の伝統と革新の調和～より広く，より深く，より豊かに～」をキャッチフレーズに，「エネルギー・環境」，「超高齢社会を支える技術」，「オープンイノベーション」をテーマとしています．

エンジンシステム部門では例年通り，基調講演，先端技術フォーラム，ワークショップを企画いたしました．基調講演では，2017 年度エンジンシステム部門長の同志社大学・千田二郎先生より「噴霧－混合気制御によるディーゼル燃焼過程の人為的制御」と題して，先生が同志社大学で精力的に研究を進めておられます種々の噴霧モデリングならびに燃料設計コンセプトに関する研究事例についてご講演を賜ります．

先端技術フォーラムでは「モビリティエネルギーを考える」をテーマに，経済性，LCA，エンジン・EV 技術，排気・燃費計測技術の観点から，それぞれ第一線の専門家の方に 2030～2050 年のモビリティ社会を念頭に置いた展望を語っていただき，エンジンシステム部門で今何をすべきかについて皆様とともに考えていきたいと思います．ワークショップでは「エンジン性能を支える化学反応」というタイトルで，SIP や AICE 研究で活躍されている講師の皆様から，化学反応を専門としない機械屋が燃焼や後処理のために化学反応を扱うときの注意点，基本事項，反応メカニズムに基づくシミュレーション等についてわかりやすく解説していただきます．また，部門の一般セッションに加え，機素潤滑設計部門と合同の「省エネルギーに貢献するエンジンシステム技術」セッションが企画されております．部門賞贈賞式および部門同好会は 9 月 4 日（月）に行う予定です．講演申込締め切りは 3 月 10 日，原稿提出締め切りは 7 月 24 日です．大会の詳細，講演申込については，年次大会 Web サイトに順次掲載されます．

（ https://www.jsme.or.jp/event/nenji2017/ ）

多くのご講演申込をお待ちしております．

会場の埼玉大学へは，JR 京浜東北線「北浦和駅」，JR 埼京線「南与野駅」，東武東上線「志木駅」からそれぞれバス利用で 10～25 分，東京中心部から 1 時間ほどでアクセスできます．

（ http://www.saitama-u.ac.jp/access/accessmap/ ）

今回の年次大会では，小川部門長の指名により，北関東括りでいずれも茨城県在住の産総研の小熊様，茨城大学の田中光太郎先生と金野が企画を担当しています．全国都道府県別魅力度ランキングによれば，常に最後尾を争う北関東 4 県ですが，その中で今年一気に順位を上げた埼玉（46 位→39 位）を 4 年連続魅力度最下位（47 位）の茨城がサポートするというやや捻じれた体制ですが，企画委員一同しっかりと取り組んで参ります．エンジンシステム部門のメンバーにおかれましては是非とも奮ってご参加頂けますよう，ご案内申し上げます．

第 20 回スターリングサイクル シンポジウムのご案内

第 20 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
斎藤　剛（明星大学）

経緯と趣旨：

スターリングエンジンが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，昨年 200 年を迎えました．これまで，多くの国々でスターリングエンジンの開発並びにその逆サイクルであるスターリング冷凍機の開発が行われ，一部は量産化並びに商品化されております．しかしながら，外燃機関であるスターリングエンジンは理論的に熱源を選びませんが，用途開発の段階では経済性や環境問題により熱源が制限され，その熱源の特性によって熱交換器は制約を受けるため，エンジンシステムとしては様々な機器とのマッチングの確認が求められております．また，外燃機関として構造が簡単な熱音響エンジンも，本シンポジウムの重要なテーマであり多くの研究開発が期待されております．

スターリングエンジン，スターリング冷凍機，熱音響機器及びその周辺機器の技術発展，用途開発のため，本シンポジウムを開催いたします．本シンポジウムは第 1 回の 1997 年より数えて 20 回目の記念大会にあたります．スターリングエンジンの歴史に比べれば桁違いですが，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：2017 年 11 月 25 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：正会員 7,000 円(予定)
(講演論文集を含む)
会員外 10,000 円(予定)
(講演論文集を含む)
学生員無料/一般学生 1,000 円(予定)
（講演論文集無し）

■協賛学協会(予定)：自動車技術会，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
東京都立産業技術センター
■予想規模：発表講演論文数 50 件，参加者数 150 名

■学術講演：スターリングエンジン，スターリングエンジンを用いたバイオマス燃焼発電システム・廃熱発電システム・コージェネレーションシステム，熱音響エンジン，スターリング冷凍機，パルス管冷凍機，関連要素，各種用途開発，関連教材用熱機器

■機器展示：関連機器の展示，並びにポスター展示

■工学教育展示：関連機器の理科教育及び工学教材の展示，ポスター展示
■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(農工大)，大高 敏男(国士舘大)，香川 澄(防衛大)，加藤 義隆(大分大)，篠木 政利(福島高専)，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)，戸田 富士夫(宇都宮大)，濱口 和洋(明星大)，原村 嘉彦(神奈川大)，平田 宏一(海技研)，平塚 善勝(住友重機)，琵琶 哲志(東北大)，星野 健(JAXA)

【目　次】

部門企画行事のお知らせ・・・・・・・1～6
連載企画：実験装置紹介その 3・・・7～8
部門活動紹介・・・・・・・・・・・・・9
研究論文紹介，研究エッセー・・・・・10～16
行事カレンダー・・・・・・・・・・・・・17

第 28 回内燃機関シンポジウムのご案内

ー磨き上げられるエンジンシステム技術ー

第 28 回内燃機関シンポジウム実行委員会
委員長
村瀬　英一（九州大学）

内燃機関シンポジウムは，車両をはじめとする各種パワートレインの健全な発展を図るために，エンジンシステムの先進技術に関する情報交換の場を提供することを目的として，自動車技術会と日本機械学会の共催により 1979 年から開催されている国内最高峰の内燃機関関連のシンポジウムです．2017 年度は第 28 回となり，自動車技術会が主担当となり開催いたします．

エンジンの熱効率の向上と排出ガスの有害成分低減の両立という困難な命題に挑戦し続けるエンジンシステム技術について，企業，大学，研究所等に属する研究者，技術者，学生の交流を図りエンジンシステム技術の発展に貢献すること，また次世代を担うエンジニアを育成することを目指しております．エンジンシステム部門の皆様におかれましては，奮ってご参加くださいますようお願い申し上げます．

■開催日：

2017 年 12 月 6 日(水)～8 日(金)（3 日間）

■開催場所：

福岡リーセントホテル（福岡県福岡市東区箱崎 2-52-1）

■共催学会：

公益社団法人　自動車技術会（幹事学会）

一般社団法人　日本機械学会 ES 部門

■協賛予定：

可視化情報学会，石油学会，日本液体微粒化学会，
日本エネルギー学会，日本ガス協会，
日本ガスタービン学会，日本トライボロジー学会，
日本内燃機関連合会，日本燃焼学会，
日本マリンエンジニアリング学会，日本陸用内燃機関協会

■主要日程：

【2017 年 4 月】論文募集開始

【2017 年 7 月下旬】講演申込(アブストラクト提出）締切

【2017 年 9 月下旬】講演原稿提出締切

■内容：

【学術講演】

ガソリン燃焼，予混合圧縮着火，着火・燃焼，ノッキング，混合気形成，ディーゼル燃焼，噴霧，排気，排気後処理，ガスエンジン，代替燃料，燃料電池，新型エンジン，冷却・伝熱，潤滑，振動・騒音，各種計測・診断などエンジンシステムに関連する技術一般

その他に，基調講演，フォーラムを予定しています．

COMODIA2017 開催のご案内

COMODIA2017 実行委員会
委員長
冨田栄二（岡山大学）

前号でもお知らせしましたように，2017 年 7 月 25 日（火）～28 日（金），岡山コンベンションセンターにて The 9th International Conference on Modeling and Diagnostics for Advanced Engine Systems (COMODIA2017), 第 9 回先進エンジンシステムのモデリングと診断に関する国際会議を開催いたします.

COMODIA は日本機械学会が主催する内燃機関の国際集会であり，1985 年に始まり今回で第 9 回目を迎えます. 当初は燃焼に関するレーザ計測・診断技術とモデリングに的が絞られていましたが, エンジンを取り巻く環境も大きく変わり, 熱効率の向上や排気浄化以外にも解決の必要な課題が山積しています. また種々の新規燃料の利用も具体化し, 燃料から排気系まで内燃機関に関する工学と技術を総合的に議論する新たな枠組みが必要になってきました. そこで COMODIA の名称はそのままとし，第 7 回会議よりその本質を従来の International Symposium on Diagnostics and Modeling of Combustion in Internal Combustion Engine から International Conference on Modeling and Diagnostics for Advanced Engine Systems に発展させ, これに対処することにしています. COMODIA 2017 は，内燃機関におけるさまざまな燃焼技術，化学反応，モデリングや診断技術に加えエンジン制御を含めた広い話題に関する最新情報を携えた技術者や研究者が世界各地から集い，討論を重ね，結果として世界をリードする新たな情報を生み出そうとする国際会議です.

200 件弱と非常に多くのアブストラクトを申し込み頂き，ありがとうございました. 多くの質の高い発表が見込まれますので，みなさま，是非，COMODIA 2017 へご参加ください，

今後, 新しい情報は下記ホームページに適宜アップいたします.

http://www.jsme.or.jp/conference/comodia2017/

Call for Papers

THE 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON MODELING AND DIAGNOSTICS FOR ADVANCED ENGINE SYSTEMS

COMODIA 2017

25th – 28th July 2017

Okayama Convention Center in Okayama, Japan

- July 25 Registration and Welcome party
- July 26 Opening, Keynote Speech 1, Technical Sessions
- July 27 Keynote Speech 2&3, Technical Sessions, Banquet
- July 28 Technical Sessions

Organized by The Engine Systems Division
The Japan Society of Mechanical Engineers

http://www.jsme.or.jp/conference/comodia2017/

Key Dates for Abstract, Draft and Final Submissions

- Abstract Deadline ---------- January 27, 2017
- Acceptance Notification (First step) ------ February 17, 2017
- Full-paper Draft Deadline ---------- March 31, 2017
- Acceptance Notification (Second step) --- April 28, 2017
- Final Paper Deadline ---------- May 19, 2017

Abstract of proposed contributions should be submitted to the website at:
http://www.jsme.or.jp/conference/comodia2017/

Use agreement obtained through Mazda Motor Corporation, reproduction and diversion strictly prohibited

Topics and Subjects of the Conference

Keynote Speech

Prof. Norimasa Iida
Keio University, Japan

Prof. Per Tunestål
Lund University, Sweden

Mr. Mitsuo Hitomi
Mazda Motor Corporation, Japan

Organized Sessions for Special Topics (Organizers)

OS-1 Modeling for engine simulation

(Yasuo Moriyoshi – Chiba Univ., Tsutomu Hori – Kobe Univ., Makoto Nagaoka – Toyota Central R&D)

OS-2 Heat transfer measurement and analysis

(Hidenori Kosaka – Tokyo Institute of Technology, Hiroyuki Yamashita – Mazda Motor)

OS-3 Chemical reaction analysis

(Kotaro Tanaka – Ibaraki Univ., Yasuyuki Sakai – Fukui Univ., Kotaro Hashimoto – Honda R&D)

OS-4 Novel measurements

(Nobuyuki Kawahara – Okayama Univ., Tomonori Urushihara – Mazda Motor)

OS-5 After treatment

(Takao Fukuma – Toyota Motor, Jin Kusaka – Waseda Univ., Masaru Ogura – Univ. of Tokyo)

[General Subjects for Presentation]

- Diesel Combustion
- SI Combustion
- HCCI/RCCI/PCCI Combustion
- Spray and Spray Combustion
- Combustion, Thermal and Fluid Science
- Measurement and Diagnostics
- Modeling and Simulation
- Exhaust Emissions and Measurements
- Fuels
- Gas Engine
- Lubricants, Engines and Engine Components
- Engine Control
- Thermal Management

Notice

Selected papers will be invited to submit it to the COMODIA 2017 special issue of International Journal of Engine Research (IJER).

Official Language and Units

The official language is English, and SI units should be used.

Registration Fee

Member/Speaker 50,000 JPY, Non-member 55,000 JPY, Student/Speaker 15,000JPY,
Non-member student 20,000 JPY (Registration: before May 31, 2017), Banquet 10,000 JPY
See Website. http://www.jsme.or.jp/conference/comodia2017/

Conference Venue

The conference will be held at Okayama Convention Center in Okayama, Japan. It is located only 3 minute walk from JR Okayama station or 30 minutes away from Okayama Airport by bus. Okayama is 600 km to the west of Tokyo and is located between Hiroshima and Osaka.

Contact Chair: Eiji Tomita, Email: etomita@okayama-u.ac.jp Secretary: Toshiaki Kitagawa, Email: toshi@mech.kyushu-u.ac.jp

TAIZAC(直列２弁瞬時切替駆動式)インジェクタの紹介

相澤　哲哉（明治大学）

明治大学相澤研では，2014 年 10 月より SIP「革新的燃焼技術」に参画し，担当テーマの 1 つとして，ディーゼル燃焼チームにおける後燃え低減の研究を実施している．これまで容器や RCM を用いた光計測を中心に研究してきてエンジン実験の経験が不足していた筆者であるが，2015 年 6 月からはディーゼルエンジンのエキスパートである嶋田泰三先生(三菱重工コンサルタント)にも共同研究員として参画頂き，明大生の元気の良さに支えられながら奮闘の毎日を送っている．

これまで実施してきたディーゼル燃焼の光計測の結果から，後燃えの主要因は噴霧先端に滞留する過濃混合気であることがわかっている．この噴霧先端過濃混合気の生成を抑制するための方法として，現在，噴射率制御に着目している．従来とは逆の発想となる「逆デルタ」噴射により，後燃えが低減できるのではないかと考え，実証の準備を進めてきている．本稿では，この逆デルタ噴射を実現するためのハードウェアの 1 つとして新たに開発した，直列 2 弁瞬時切替駆動式(TAndem Injectors Zapping Activation : TAIZAC)インジェクタを紹介する．現在までに試作，単体試験での動作確認，容器での単発燃焼実験，エンジンでの連続燃焼実験へと展開し，特許出願も済ませている．

図 1 に TAIZAC の概念図を示す．図 1 右の波形に例示したように，下側インジェクタを閉弁したまま上側を開弁し，インジェクタ内の燃料をレール圧まで昇圧する．次に上側インジェクタを閉弁しレール圧の供給を遮断したうえで，下側インジェクタを開弁すると，インジェクタ内の与圧で燃料を噴射することになり，噴射期間中に燃料圧力が降下する逆デルタ噴射が可能となる．

図 2 に実際に製作した TAIZAC の写真を示す．上下のインジェクタは逆ねじを加工したナットで接続する．下側インジェクタの適切な位置に歪ゲージを設置し，燃料に静圧をかけながら校正すると，噴射期間中の燃料圧力変化を簡便に計測できる．

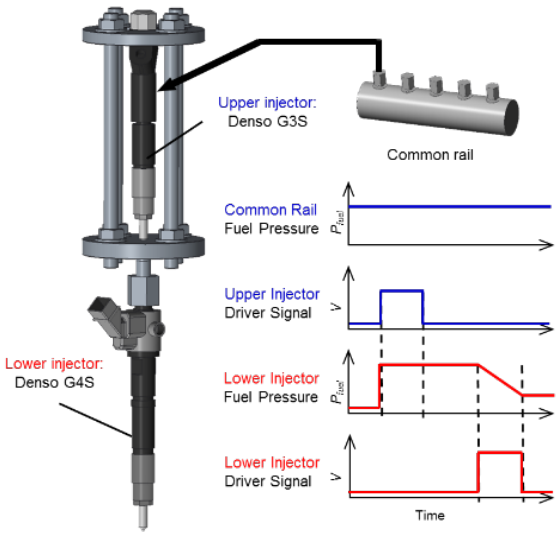


図 1　TAIZAC 概念図

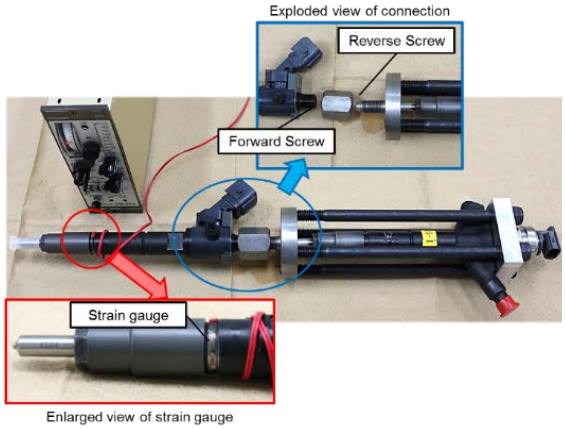


図 2　製作した TAIZAC の外観

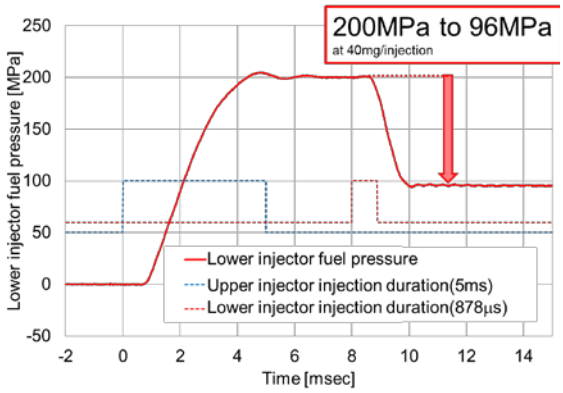


図 3　上下インジェクタ駆動パルス及び歪ゲージにより計測した逆デルタ噴射中の噴射圧力降下の様子

図 3 に上下インジェクタの駆動パルスと, 歪ゲージにより計測した逆デルタ噴射中の噴射圧力降下の様子を示す. 開弁時の 200MPa から，噴射期間 1ms 程度の間に，閉弁時の 96MPa まで圧力降下できていることがわかる.

インジェクタにインジェクタを挿すという一見突飛に見えるアイデアで簡便に逆デルタ噴射を実現できるこの TAIZAC は，嶋田泰三先生の御発案で，特許は相澤との連名で出願させて頂いている．嶋田先生とはこれまでに「逆デルタ噴射を簡便に実現したい」,「噴射率制御は絞り制御と圧力制御に大別できる」,「市販のインジェクタを上手く使ってなんとか実現できないか」,「インジェクタへの供給圧をカットして与圧で噴射すればよいのでは」,「Zeuch 式噴射率計の体積弾性率の式で与圧の降下を試算してみては」と議論を重ね，2 人で協力して開発を牽引してきたという想いがある. このインジェクタに名前を付けようということになった時,「我々2 人の名前をインジェクタの名前に織り込めないか. ちょっと恥ずかしい面も無いではないが・・・いや，こういうところこそしっかり楽しまないといけない」と考えた.

以前から，大事なメールを自分に cc:で転送するためにアドレス(taizawa@...)を入力しようとすると，メールソフトの予測変換で嶋田先生のアドレス(taizo_shimada@...)が必ず候補に挙がることに気づいていた．“taiz”までの 4 文字が共通なのだ. いつか何かに使いたいものだと思っていた．そこで，T から始まる単語で今回開発したインジェクタの特徴に通じるものを辞書で探すと，「tandem」が目に留まった．tandem とは元々，「前後に二頭の馬を並べて」牽引する直列二頭立の馬車のことを指す.「前後に二本のインジェクタを並べて」直列で駆動するという装置の様態を形容してくれると同時に, 嶋田先生と 2 人で開発を牽引してきたという想いにもぴったりである．同様に，Z から始まる単語でインジェクタの特徴に通じるものを辞書で探すと，「zapping」が目に留まった．zapping とは元々，テレビのチャンネルなどを素早く切替えることを指す. テレビのチャンネルほどに簡単にはいかないだろうが，2 本のインジェクタを瞬時に繰返し切替えて理想の噴射率波形を追及する，遊び心をくすぐるネーミングではないか. 以上のような経緯で, 当該インジェクタを TAIZAC と命名することにした.

ところで，TAIZAC の開発は明大生の元気の良さ，特に現在相澤研に所属する修士 1 年生の遠山義明君と，学部 4 年生の猿渡蒼周君の 2 人の活躍なしには実現しなかっただろう．二頭の馬とは，本当は彼らなのではないか．すると，嶋田先生は馬を巧みに操るベテラン御者，私は馬車に乗り目的地を告げるだけの乗客だろうか. 目的地が間違っていないと良いのだが.

部門活動紹介

北信越エンジンシステム研究会活動紹介

主査
榎本　啓士　（金沢大学）

幹事
大嶋　元啓　（富山県立大）

北信越エンジンシステム研究会を紹介する．新潟，長野，富山，石川，福井を中心に，北陸信越地区の内燃機関関係者が集まって意見交換している．年間 2 回から 3 回の研究講演会を企画，国内の主だった研究者から情報提供いただいている．2016 年度は以下の活動を行った．

1.　第 16 回研究会

日時　　2016 年 5 月 16 日

場所　　金沢大学角間キャンパス

講師　　松浦　一哲様　（JAXA 航空本部）

演題　　低 NOx ジェットエンジン燃焼器の開発

概要

民間ジェットエンジンの低燃費・環境性能向上の研究動向，排出ガス規制動向，低 NO x 燃焼技術（RQL 方式,希薄燃焼方式）の各手法の特徴と最新の動向について概説いただいた．

2.　第 17 回研究会

日時　　2016 年 8 月 30 日

場所　　金沢大学角間キャンパス

講師　　坂口　大作様　（長崎大）

演題　　遺伝的アルゴリズムおよびニューラルネットワークによるターボチャージャーの多目的最適化設計

概要

ディープラーニングの手法を用いた過給機設計に関する講演をいただいた．Google に代表される情報検索技術に通じるもので，相応の計算リソースが求められるが，費用対効果を適切に予測するツールとして大変強力である．

この講演に先立って，金沢大学に設置されている木質バイオマスガス化発電装置の見学と，「エンジシステム制御開発とガスエンジンシステムの特徴(長沼　要，金沢工大)」および「木質バイオマス由来シンガスによる内燃機関稼働時の熱勘定(榎本　啓士，金沢大)」の講演を実施した．

3.　第 18 回研究会

日時　　2017 年 1 月 10 日

場所　　金沢大学角間キャンパス

講師　　新城　淳史様　（島根大）

演題　　流体数値シミュレーションの基本とその活用－基礎事例から最新の噴霧燃焼まで－

概要

数値シミュレーションは様々な分野で活用されている．ソフトの中身を知らなくても使える場合も多いが，その本質は使う人間側の設定・考察にあり，やはり数値シミュレーションの中身に対する理解が重要．ここでは，流体数値シミュレーションの基本を簡単な例を通して紹介，最近の熱流体工学（特にエンジン燃焼）関連の話題を紹介された．なお，この講演は金沢大学サステナブルエネルギー研究センターと共催であった．

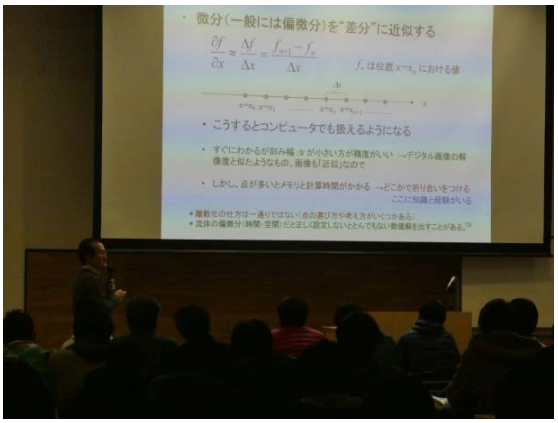


図　第 18 回研究会の様子

エンジンリサーチ(IJER)誌からの最新情報

Co-editor
神本　武征（東京工業大学名誉教授）

2016 年後半に発行された IJER 誌から注目すべき 2 篇の論文を選んで紹介する．ひとつは東大山崎先生らのモデルベース燃焼制御法の提案，二つ目は北海道大学小川先生グループのディーゼル着火インデックスの提案である．いずれも新しい着想に基づく提案であり，研究開発と実機への応用が可能な有益な研究である．

Diesel combustion model for on-board application

Kazuma Yasuda, Yudai Yamasaki, Shigehiko Kaneko,Yusuke Nakamura,
Norimasa Iida and Ryo Hasegawa
2016, Issue7, pp.748-765

ディーゼルエンジンでは吸気系，燃料噴射系，EGR 系などのハードウエアを制御して燃費と排気の最適化を図るが，多くの実験データに頼る従来のマップ制御法では過渡特性の精度の確保に困難を来たしている．本研究ではモデルを ECU に直接組み込み車載でエンジンを制御するモデルベースド制御(Model Based Control)を実現すべく，可能な限り物理に基づく制御モデルを提案し，逆モデルによる feed forward 制御の実現と，制御モデルを用いることによる様々な制御理論の適用（feedback 制御機器設計）を目指している．Model Based Control は様々な運転条件やほかのエンジンへの適用可能性が広がる利点がある．

本研究では図 1 に示すように，筒内圧を EVC から始まり IVO で終わる 6 点の特徴あるクランク角度における離散点で予測する．すなわち吸入，圧縮，着火，燃焼，膨張，排気の 6 行程を数式化する．モデルの出力は図示仕事，最大筒内圧および，その時期を表すクランク角度である．本モデルを一般的な PC で MATLAB でコーディングして計算時間を調べたところ 0.013 ms/cycle であり，ECU の計算速度に鑑みても十分リアルタイムでのエンジン制御が可能であることを確認した．

図 2 はエンジン回転速度 1500 rpm において，例えば噴射量については 20 mm3 を基準点として噴射量を 10 mm3 から 30 mm3 まで変化させて最大筒内圧の予測値と実測値が良く一致することを例示している．噴射時期とブースト圧を変化させた場合についても予測値と実測値がほぼ一致することを示している．

図 3 は構築した制御モデルの逆系とする feed forward controller（図では minor feedback controller と称する）と，制御モデルを元に最適制御理論とカルマンフィルターを適用して設計した LQG (Linear- Quadratic-Gaussian) 制御器を feedback 制御器として組み合わせて，エンジンのステップ応答をシミュレートした例である．過渡の応答速度と目標値への収束を同時に満足する結果が得られている．

なお本研究の一部は 2014 年度からスタートした内閣府 SIP「革新的燃焼技術」の成果として初めて本誌に掲載されたものである．

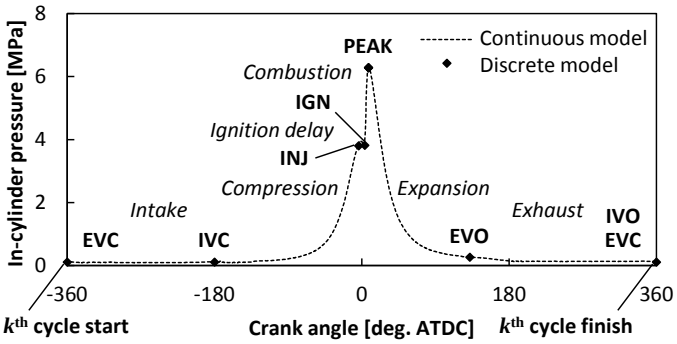


図 1　Outline of the discrete diesel combustion model.

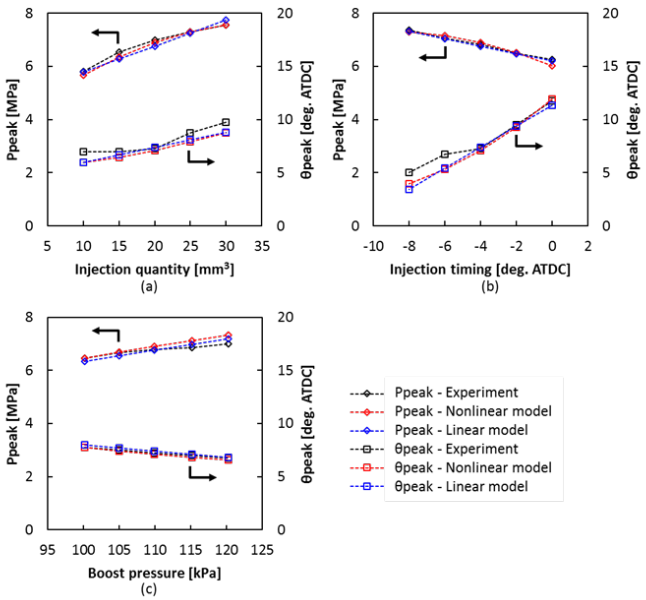


図 2　Evaluation of the linear plant model at static conditions: (a) peak pressure and its phase for various injection quantities, (b) peak pressure and its phase for various injection timings, and (c) peak pressure and its phase for various boost pressures.

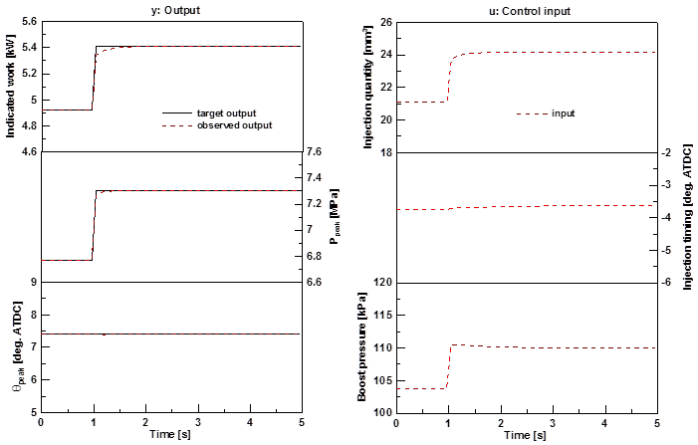


図 3　Example of multi-input/multi-output control in simulation (with both minor feedback controller and major feedback controller).

Predicted diesel ignitability index based on the molecular structures of hydrocarbons

Hideyuki Ogawa, Hideyuki Nishimoto, Akihiro Morita and Gen Shibata

2016 Issue 7, pp.766-775

CFR エンジンを用いて CN を決めることは一般的に困難なため, 代わりに燃料の密度と蒸留温度の関数として計算される Cetane Index が広く使われている．しかし Cetane Index は高圧噴射，高ブースト，高 EGR の運転条件下では着火遅れとの相関が悪い. これは着火性を燃料の化学特性ではなく間接的に密度と蒸発特性という物理特性で表現しているところに問題があると考えられる．

本研究では, 炭化水素系燃料中の炭素原子が燃料の構造の中のどの位置に存在するかを数量的に表現して着火性の指標 Predicted diesel ignitability index とすることを提案している．10 個の carbon structure parameter を選んでいるが図 1 は 6 種類の燃料の構造パラメータの例を示している．例えば直鎖の炭素数は CM, 単一ベンゼン環中の炭素は C1A, 5 分子より長い側鎖中の炭素は CSL などで表現している．この 10 個のパラメータのうち互いに相関性の低い 7 個のパラメータを用い下記のような PDI Iindex の式を重回帰分析により作成した．

PDI=3.95CM+0:99CSL- 3.99C1A- 3.31C2A - .2.56CNA- 2.15C1N- 0.96C2N+25.7

図 2 の PDI index と Cetane index との相関では相関係数 R2=0.82 が得られている．燃料の種類別にみると，ノルマルパラフィンは相関が高く，2 環ナフタレン，2 環芳香族などは相関が低い．

図 3 は直径 x 行程= 110 mm x 106 mm, 圧縮比=16.0：1 のコモンレールエンジンを用いて 31 種類の燃料に対して測定した着火遅れと PDI index および Cetane Index との相関をそれぞれ示したものである．3 種類の吸気中の酸素割合について着火遅れに対して PDI index の方が相関は高い. 今後バイオ燃料のような含酸素燃料の PDI index の提案が期待される．

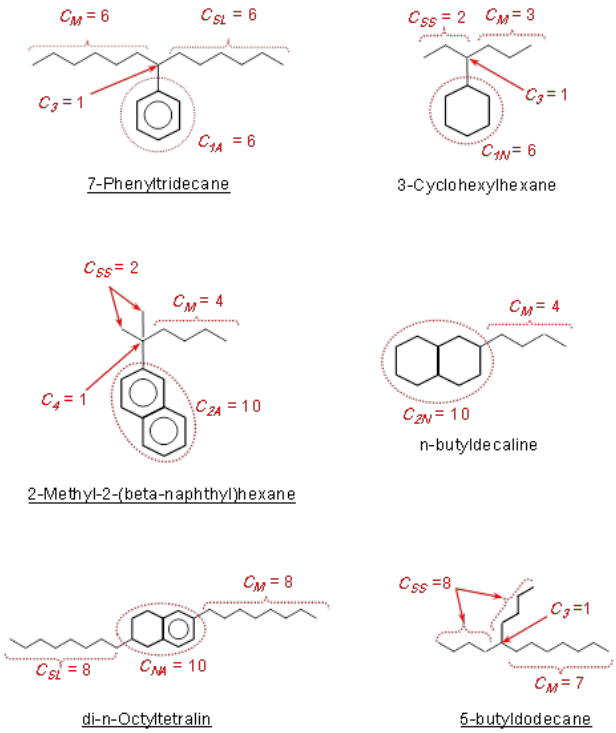


図 1　Examples of details of the classification of carbon atoms in hydrocarbons for the PDI index.

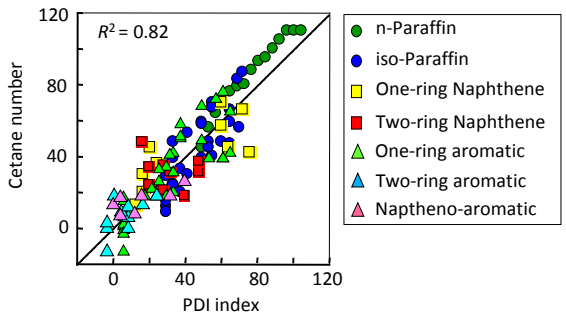


図 2　Correlation between the cetane number and the PDI index calculated with equation (2).

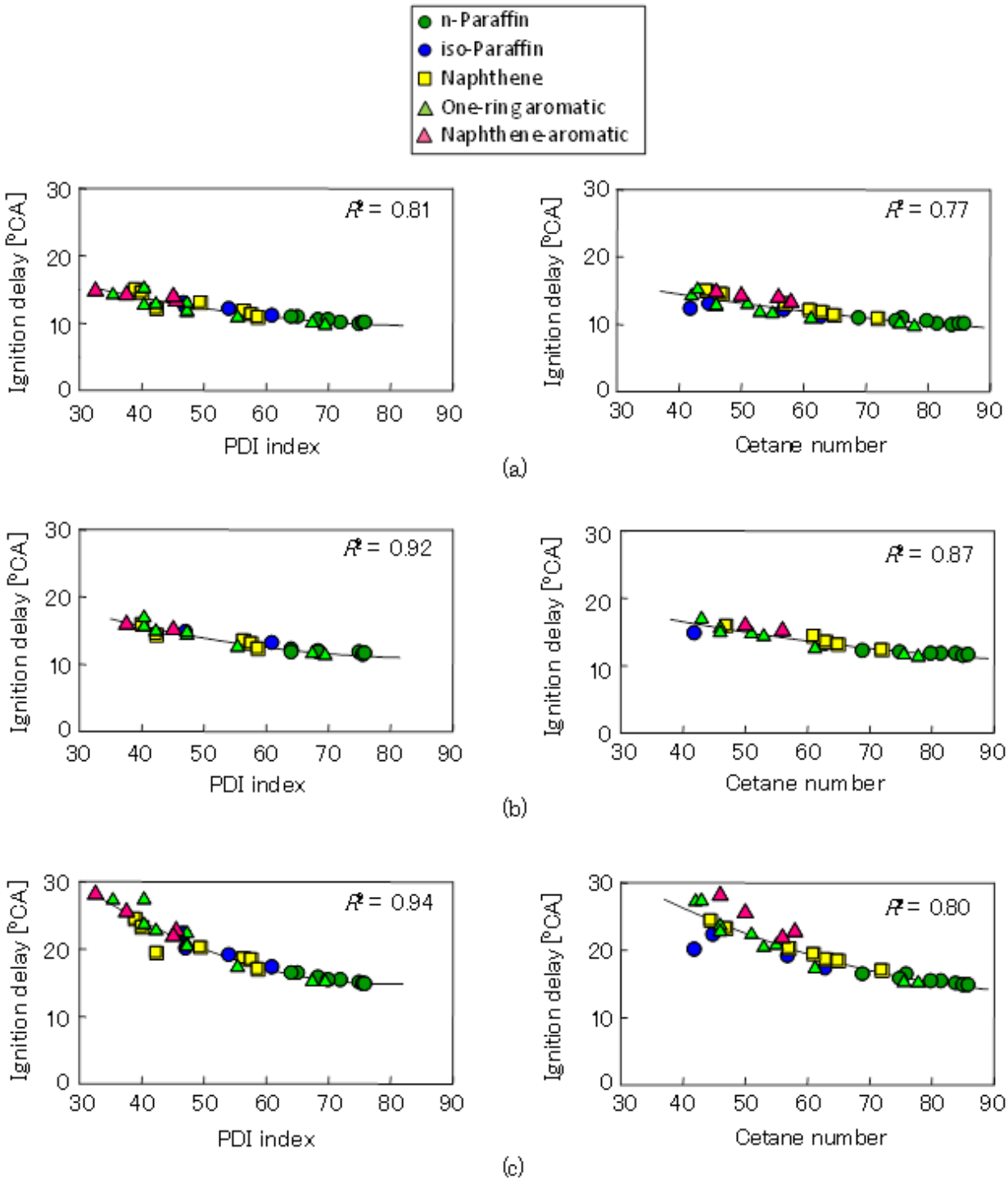


図 3　Correlations between the measured ignition delays and the PDI indexes (left) and the cetane numbers (right) for three intake oxygen concentrations (1380 r/min, IMEP: 0.5 MPa): (a) intake oxygen: 21%, (b) intake oxygen: 18%, and (c) intake oxygen: 15%.

IJER では常時投稿を受け付けています．投稿希望の方は次へリンクしてください．

To see the manuscript guidelines, please visit the Manuscript Submission link at *http://jer.sagepub.com*

研究エッセー①　American creativity that Japan can learn

有賀　進（ARIGA TECHNOLOGIES, DBA）

著者の紹介（神本武征）

40 代の初め，1 か月かけて米国の大学と研究機関を訪ねて歩いたことがある．SwRI は Tom Ryan 氏（後の SAE 会長）を訪ねたが，その時 SwRI に勤務する有賀氏に空港でのピックアップを含めていろいろ世話になった．SwRI を訪問した日本人の多くは彼の世話になったらしいので，彼を知る年配者は少なくないであろう．

彼は 1998 年に 19 年間務めた SwRI を退職し，エンジン技術関連のコンサルティングを始めると共に，1994 年以来，年 4 回発行してきた Engine Technology Progress in Japan （ETPJ）と言う日本のエンジン技術を紹介する英文レポートを継続した．当時日本のエンジン技術は世界に先駆けて多くの新技術を導入していたので，欧米の OEM から注目されたようである．しかし，その後のドイツ勢のダウンサイジング攻勢に対して我が国 OEM の新技術開発の勢いは衰えており，ETPJ の価値観が少なくなったことから残念ながら 2015 年を以って廃刊となった．耳の痛い話である．

話は変わるが，私はここ 10 年近く勉強していた OBD soot sensors の展望記事を書いて昨年 12 月に IJER 誌に投稿した．米国の査読者 4 名から多くのコメントをもらって構成と内容を修正したが，ひとりの査読者から英語が一部 problematic であると指摘された．内容の良く分かりかつ英文が達者な有賀氏に英文校閲をお願いしたところ，快く引き受けていただいた．丁寧な校閲のお陰で論文 A review of soot sensors considered for OBD application は 2016 年 9 月に受理され，すでに OnLine で公開されている．

彼は 2014 年以来 Washington 州の Bremerton 市（Seattle 市の隣）に住んでいる．今年の 8 月，私はシアトルの Lake Washington で開催された SeaFair における米海軍の Blue-Angels のアクロバット飛行，Safeco-field stadium における Seattle Mariners の岩隈投手のピッチング，Flying heritage 博物館における 0 戦などを見るため 9 日間シアトルに滞在した．その折，英文校閲のお礼をしに彼のお宅を訪問した（と言ってもホテルまで迎えに来てもらい，さらにドライブの途中で洒落たランチまでご馳走になってしまった）．

写真はレストランでのショットで私の右側は奥様．午後は海辺の邸宅で寛いで歓談，その中で彼の米国での長い経験と感想を本 Newsletter に英文エッセーとして執筆してもらえないかと依頼した．ご快諾いただき届いた原稿がこれから数回にわたって連載するエッセーの第 1 回目である．英語の勉強を兼ねて米国人のものの考え方，行動の仕方などを学びたいと思います．

最後に有賀氏の略歴を紹介します．1976 と 1979 年にそれぞれ武蔵工大と Weber 州立大学で学士号を取得，そのご 1980 年から 1998 年まで SwRI においてエンジン研究に従事，その間 SAE paper を多数発表，また SwRI の final report 41 篇の執筆も担当しています．2000 年には母校の武蔵工大から工学博士号を取得しておられます．現在は ARIGA TECHNOLOGIES, DBA でコンサルタントをしています．

左から有賀進氏，神本武征氏，有賀氏の奥様

有賀氏宅の居間から眺めたデックと Dyes 湾

American creativity that Japan can learn

ARIGA, Susumu（ARIGA TECHNOLOGIES, DBA）

Chapter 1 - Dream & Entrepreneurship

Everyone has a dream or two in their life. Having a dream, whether large or small, motivates people and helps them feel good. Most people see the U.S. as the land of opportunity regardless of social class or circumstance of birth. Every individual is given a chance to make their own dream come true and improve their self-esteem. This is true and there is much evidence to prove it.

In the last couple decades, Steve Job, Bill Gates, and Michael Dell changed the world we live in when they introduced Apple computer hardware and software, Microsoft software, and personal computers (PCs) sold by mail order. A couple decades ago, big corporations like International Business Machine (IBM) did not have the vision of PCs as any part their future business. Yet consumers were captivated by owning a PC, and the number of purchases steadily increased over a relatively short time. Consequently, IBM lost ground despite thousands of intelligent employees working in research, engineering, and business, and they were later forced to participate in the PC business. Now, three decades hence, it's nearly inconceivable to live without a PC for business and personal use.

Jeff Bezos founded AMAZON, an on-line merchant of books and later a wide variety of products, and has become the one of the most successful internet business entrepreneurs who capitalized on internet commercialization in the U.S. AMAZON has changed the nature of retail business which has consequently threatened traditional retail store business, sadly, causing top retailers to close a significant number of physical stores at shopping malls. However, most people are enjoying this convenient and thrifty shopping experience.

Bezos has another dream. "I've been obsessed over rockets, rocket engines, and space flight since I was five years old," [1] he said. He has been pouring part of his fortune into his rocket company, Blue Origin. Wealthy players like Richard Branson and Elon Musk as well as Jeff Bezos have invigorated the space industry. All seem to see the high cost of space exploration as a critical factor in further space-related development. Blue Origin has launched and landed its rocket which is reusable with cleanup mostly consisting of sanding the toasted areas and reapplying thermal protection. The engine is never removed from the rocket for maintenance. Affordable space tourism may not be so far away from the reality.

Elon Musk, the South African entrepreneur, laid out his master plan to establish Tesla Motors in 2006. Musk's dream is to build an electric car priced for the mass market with driving range, styling, and performance that can compete against some of the world's best-regarded carmakers. He was co-founder of PayPal and poured the profits into launching Tesla. More than 115,000 people placed pre-orders for Tesla brands. Recently, Musk announced the annual sales target of 500,000 by 2020. Musk also has the dream of colonizing Mars, an impossible dream to most people, but he has mobilized the project to launch a reusable rocket with Space X.

Following the PC and internet, mobile devices and information technologies have most recently been changing people's lifestyles through the sophisticated network and cloud computing systems. Computational processing power for digesting information and operating devices in various applications has been increasing through the Internet of Things (IoT). The Internet of Things (IoT) is a system of interrelated computing devices, mechanical and digital machines, objects, animals or people that are provided with unique identifiers and the ability to transfer data over a network without requiring human-to-human or human-to-computer interaction.

Kevin Ashton, cofounder and executive director of the Auto-ID Center at Massachusetts Institute of Technology, first mentioned "the Internet of Things" in a presentation[2] he made to Procter & Gamble. Although the concept wasn't named until 1999, the IoT has been in development for decades, and the practical applications of the IoT technology can be found in many industries today, including precision agriculture, building management, healthcare, energy, and transportation. The first internet appliance, for example, was a Coke Machine at Carnegie Melon University in 1982[3]. The programmers could connect to the machine over the internet and check the status

[1] The Space Symposium in Colorado Springs, Colorado April 12, 2016

[2] Kevin Ashton, "That 'Internet of Things' Thing", RFID Journal, 22 June 2009.

[3] "The Only Coke Machine on the Internet," Computer Science Department, Carnegie Mellon University, 1982.

of the machine to determine whether or not the machine would need to be refilled with cold drinks.

The IoT has increasingly emerged as a feature in the automotive world in recent years. Google has devoted resources to develop autonomous cars (or self-driving cars) that would allow people to take road trips without paying attention to driving. It's a dream for a driver who wishes to sleep, watch a movie, eat a full course meal, or do otherwise while traveling by car. It's also a dream for the regulators who have been struggling to reduce the number of fatal traffic accidents involving motor vehicles.

Parallel to the creation of the self-driving vehicles, Uber has changed the traditional approach of transporting people on demand. The technology platform Uber developed uses is a smart phone application to connect driver-partners and riders through networks that take advantage of the internet and information technology. Uber is currently talking about the ride-sharing company's business model and its vision for a future filled with robots and self-driving cars. In September 2016, they initiated a pilot program to test a self-driving Uber in streets of Pittsburg, Pennsylvania.

An automobile is a product integrated with various components, and mechanical functions in the engine will be increasingly important to accomplish the intended interaction between automobile and human. Engine component technologies may have to be developed based on the logic of synergy with IoT technology, for example, to maintain precision and failsafe operation of each component ideally with no requirement of regular maintenance. Engines will not only need to meet exhaust gas emissions standards and achieve high brake thermal efficiency, but they will likely require functionality equivalent or superior to an electric motor and perform communication with a human through artificial intelligence as part of automotive function.

As has occurred in the financial and retail industries, the transportation industries are believed to be in a transitional phase that is leading into a new era in conducting business. People who have educated themselves to be part of automotive industries are no longer the only professionals who can change the automotive world. Those who have a dream and vision of future transportation have begun to take on serious automotive business and execute complex development of technologies applicable to automotive products that consumers would appreciate. Also, future technologies are no longer only developed by a system consisting of government agencies and corporations. With dreams to improve people's lives, individuals (or entities) with resources can take on the challenge and gather experts in multiple disciplines of science and technology to mobilize projects that contribute to innovative transportation goals.

In the U.S., a logical explanation about how to create a product is often enough to generate respect and attention when someone talks about an innovative idea with clear objectives and approaches. If the idea sounds valid and provides a reasonable approach for both the technological challenge and the business plan, the idea captures people's attention, and people start talking about the idea. Talk then becomes reality when investors begin to see opportunity for capital investment. Eventually, money flows in, and sufficient capital makes it possible for an individual to take on something bigger than they could do alone. Those with an idea and who can earn serious interest from investors become entrepreneurs like Steve Job, Bill Gates, Michael Dell, Jeff Bezos, Elon Musk, Mark Zuckerberg, and thousands more.

The individual's freedom and independence that most American people respect are the foundation of the bottom-up innovation system—in contrast to a top-down system. This seems to have created environment for anyone to become an entrepreneur, which may be the strong asset of the U.S. in the creation of globally sound ideas.

研究エッセー②　地球にやさしい自動車用パワートレインとは？

畑村　耕一（㈱畑村エンジン研究事務所）

異常気象の頻発など，地球温暖化の影響が表に出始めて，70 年代のローマクラブの「成長の限界」が改めて話題に取り上げられている．筆者の学生時代はこの本を読んで，地球に優しい自動車を作るのをライフワークにしたいと思っていた．大学での専攻は「あわび」のように動き回るロボットの研究というシステム（生物）工学だった．

そんなわけで当時 CVS（Computer Controlled Vehicle System）と呼ぶ新交通システムを開発していた東洋工業（現マツダ）に入社して，その部署に配属された．石油ショックの不況のために新交通システムのプロジェクトが廃止になってエンジン設計に移動になるまでの 3 年間，電気自動車やハイブリッドなどの電動車両の研究を行った．軽トラックの荷台下に目一杯の鉛蓄電池を搭載して非力な駆動モーターを積んだ電気自動車の試作車を運転したとき，その走りの快適さに感激したのが，その後の私の自動車エンジンの考え方の土台になった．

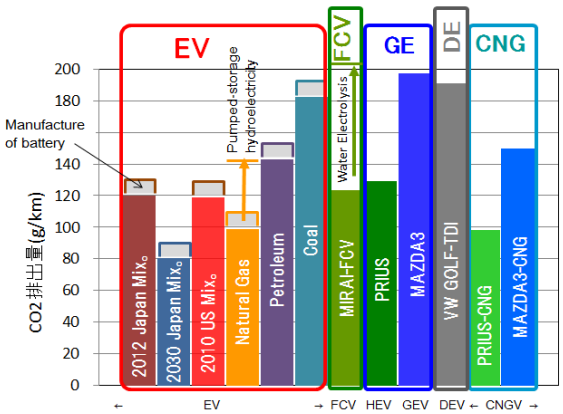
それから 40 年，地球にやさしい車として電気自動車の量産が本格的に開始され，燃料電池車も実用化されたが，現実はどうなのか．電動モーターは高トルクと等馬力カーブという理想のトルク特性を持つため，理想に近い走りは得られるが，筆者が思い描いていた地球にやさしい理想のパワートレインと言えるのだろうか．二次エネルギーである電気を作るところも理想であって初めて，電気自動車が理想のパワートレインになる．

電気自動車は排ガス（有害物質と CO2）を出さないことから地球にやさしいとみなされ，世界中で普及策がとられている．それらの政策決定には，様々な発電所からの平均の CO2 排出量を算出して得られた電気自動車の CO2 排出量がエンジン車より少ないという結論が使われている．その一方で，発展途上国や日本で石炭火力発電所の増設が計画されている．自動車と発電の政策決定は別々の機関で行われて，それぞれの目標に向かって政策を実行すれば CO2 の排出量は減少すると誰もが思い込んでいる．ここではシステム工学的に地球全体の立場で考えてみる．するとまた違った結論が見えてくる．

電気自動車の充電は夜間に行われることが多いが，その時間帯はベースロード電源として石炭火力が主要な発電を担っている．もし電気自動車の普及を抑制した場合を考えると，余った電力（2030 年の日本の計画では全電力の 2%程度）分は石炭火力を減少することで調整できる．電気自動車（EV）と燃料電池車（FCV）の CO2 排出量は JARI ほかで計算結果が公表されているが，実用燃費と乖離が大きい 10-15 と JC08 のモード走行燃費値を使ったものが多い．実用燃費と近い米国のコンビ燃費（電費）のラベル値を使って市販車のライフサイクルの CO2 排出量を算出した筆者の試算結果を図に示す．電気自動車の充電に使う石炭火力発電の CO2 排出量は最新のエンジン車の CO2 排出量とほぼ同等である．従って，電気自動車の代わりにハイブリッド車を普及させて，同時に石炭火力発電所を削減すれば，その方が CO2 排出量を減少できるという結論になる．

自然エネルギーで発電して電気自動車を充電すれば CO2 排出はほとんどゼロだという主張もあるが，自然エネルギーが主要電力になる時代に初めて適用できる考えに過ぎない．2050 年ころまでの現実を総合的に考えると，自然エネルギーから得られた電力は電力系統に供給してその分の石炭火力を減少した方が CO2 排出量を減少できる．同様に，太陽光発電から水素を作れば燃料電池車からは CO2 を出さないという主張も全体を見ない結果である．水素製造と燃料電池の効率を考えると電気自動より大量の CO2 を排出するというのが現実だ．

科学技術と社会システムが進歩して来ると，人々はそれぞれ専門に特化して全体が見えにくくなる．このあたりでローマクラブの「成長の限界」に戻って，地球全体の視野で自動車の理想のパワートレインを考えていきたいものだ．するとエンジンの熱効率の向上がいかに大切なものかが見えてくるはずだ．



出典：「次世代環境対応車としての小型天然ガス自動車の可能性」（第 27 回内燃機関シンポジウム（2016）講演番号 No.16）

行事カレンダー

●SAE 2017 World Congress & Exhibition

開 催 日：2017/4/4 – 6
開催場所：Cobo Center (Detroit)
http://www.sae.org/congress/cfp/

●(公社)自動車技術会 2017年春季大会

開 催 日：2017/5/24 – 26
開催場所：パシフィコ横浜（横浜市）
http://www.jsae.or.jp/2017haru/

●COMODIA 2017

開 催 日：2017/7/25 – 28
開催場所：岡山コンベンションセンター（岡山市）
http://www3.jsme.or.jp/conference/comodia2017/

●(一社)日本機械学会 2017年度年次大会

開 催 日：2017/9/3 – 6
開催場所：埼玉大学（さいたま市）
http://www.jsme.or.jp/conference/nenji2017/

●(公社)自動車技術会 2017年秋季大会

開 催 日：2017/10/11 – 13
開催場所：大阪国際会議場（大阪市）
http://www.jsae.or.jp/2017aki/

●SAE 2017 International Powertrains, Fuels & Lubricants Meeting

開 催 日：2017/10/16 – 19
開催場所：北京，中国
http://www.sae.org/events/pfl/

●JSAE/SAE, The 23th Small Engine Technology Conference & Exhibition

開 催 日：2017/11/15 – 17
開催場所：Jakarta, Indonesia
http://www.setc-jsae.com/

●第20回 スターリングサイクルシンポジウム

開 催 日：2017/11/25（予定）
開催場所：明星大学日野キャンパス（日野市）

●第28回 内燃機関シンポジウム

開 催 日：2017/12/6 – 12/8
開催場所：福岡リーセントホテル（福岡市）

第 94 期広報委員会：委員長　北川　敏明　（九州大学，toshi[AT]mech.kyushu-u.ac.jp）
幹　事　河崎　澄　（滋賀県立大学，kawasaki[AT]mech.usp.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：2017 年 2 月 12 日（アップロード）　組版：晴耕製作所
発行者：〒160-0016　東京都新宿区信濃町 35（信濃町煉瓦館 5 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：(2016)日本機械学会エンジンシステム部門