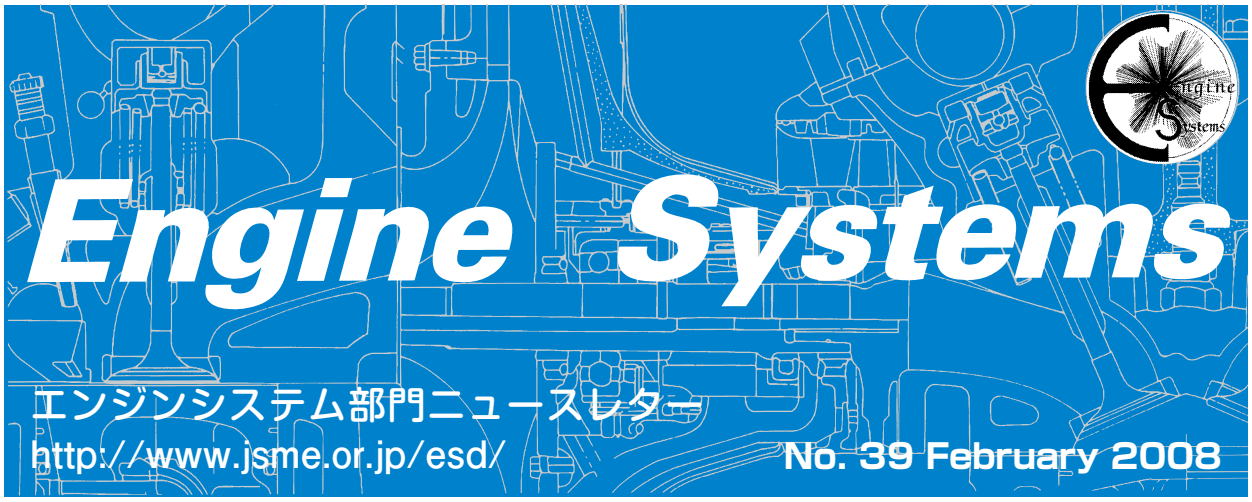
日本機械学会エンジンシステム部門 ISSN 1340-6663



お知らせ

年2回発行のニュースレターは、紙媒体の号とウェブ掲載のみの号を交互に発行しております。今号39号はウェブ掲載のみです。次号40号は紙媒体でお届けする予定です。皆様からのご意見、ご要望、記事のご投稿をお待ちしております。(末尾、広報委員会まで)

部門活動紹介

青柳　友三（新エィシーイー）、森吉　泰生（千葉大学）「A-TS 07-36　圧縮着火燃焼技術の高度化研究会」(p. 2)
平田　宏一（海上技術安全研究所）「A-TS 07-42 工学教育に用いるスターリングサイクル機器に関する研究会」(p. 2 − 3)

SAE Fellow 認定の報告

志賀　聖一（群馬大学）「群馬大学　小保方　富夫　教授“SAE Fellow”認定」(p. 3)

会議報告

川那辺　洋（京都大学）「日本機械学会2007年度年次大会講演会報告」(p. 3 − 4)
香川　澄（防衛大学校）「第13回国際スターリングエンジン会議（ISEC2007）報告」(p. 4 − 7)

会議参加記

和田　勝治（本田技術研究所）「2007 JSAE/SAE International Fuels and Lubricants Meeting 参加報告」(p. 7 − 8)
荒木　幹也（群馬大学）「ICE 2007 参加報告」(p. 9 − 11)
松口　淳（防衛大学校）「第13回国際スターリングエンジン会議（ISEC2007）参加報告」(p. 11)
篠木　政利（福島工業高等専門学校）「第13回国際スターリングエンジン会議(ISEC2007)報告記」(p. 11 − 12)
Matheu Laures（Special Military School of SAINT-CYR）「Report on the 13th International Stirling Engine Conference（ISEC 2007）」(p. 13 − 15)

海外滞在記

八房 智顕（徳島大学）「モントリオール市マギル大学に滞在して」(p. 16 − 17)

外国人研究者の目

陳　之立（東海大学）「外国籍教員から見た大学の基礎学力教育」(p. 17 − 18)

研究エッセー

西脇　一宇（立命館大学）「フリーピストンエンジン」(p. 18 − 20)

技術教育エッセー

中村　成男（同志社大学・㈱堀場製作所）「学生フォーミュラ大会：ものづくりはひとづくり」(p. 20 − 22)

刊行物案内

エンジンリサーチ誌購読について（p. 22)

行事カレンダー

講演会（p. 23)

編集後記

A-TS 07-36
圧縮着火燃焼技術の高度化研究会

主査
青柳　友三（新エィシーイー）
幹事
森吉　泰生（千葉大学）

本研究会は2001年9月から2007年8月までの6年間で合計26回の委員会を開催し、圧縮着火燃焼に関する議論を行ってきました。圧縮着火はディーゼルエンジンだけの現象ではなく、HCCIやノッキングなどガソリンエンジンでも見られる現象です。そこで、ディーゼルとガソリン両方の研究者が集まって議論する場を設けたことが、この研究会の一番の特徴です。また、大学と企業の両方から、多くの若手の研究者に参加して頂き、互いに多くを学ぶことが出来ました。毎回の委員会では、3〜4件の話題提供を御願いしてきました。ディーゼル燃焼では常識とされていることがガソリン燃焼では初耳であったり、またその逆もあり、今後幅広く燃焼制御を行ってゆく必要があることを考えると、このような会はとても有益と感じました。また、日本機械学会の年次大会でオーガナイズドセッションも行いました。参加されている委員からの評判もよく、引き続き2007年9月からは「予混合圧縮着火燃焼技術の高度化研究会（A-TS-07-45）」として、研究活動を継続しています。エンジン燃焼に関する情報交換の出来る方であればどなたでも参加できますので、参加を希望される方は声をかけて下さい。

A-TS 07-42
工学教育に用いるスターリングサイクル機器に関する研究会

主査
平田　宏一（海上技術安全研究所）

原理や構造が簡単なスターリングサイクル機器は、工学や工業の技術的な観点から大変興味深い機械です。高性能熱機関の一つですので熱力学教材として有効なのはもちろん、模型機器の設計・製図や機械加工の実学は初学者に対してとても有効な教育効果を期待できます。より実用的な機器を題材とすれば、熱・流体の高度な解析技術や耐熱・耐圧の材料技術や強度設計技術、さらには環境工学やエネルギー工学など、極めて幅広い分野を網羅できます。本研究会は、工学教育機器としたスターリングサイクル機器の有効活用方法を見出すことを目的として2005年に設置されました。年に3〜4回の研究会を開催し、研究者、技術者および教育者同士の意見交換を行いながら、教材としてのスターリングサイクル機器の重要性、さらには広範囲な工学教育全般を題材として活発な議論をしています。

本研究会では、話題提供の内容を取りまとめて一つの工学教材を完成させるために、インターネットを利用したオンライン資料の作成に取り組んでいます（http://www.isec-info.org /jp/edu/）。現在のオンライン資料は、第1章「スターリングサイクル機器の概要と力学」、第2章「エンジン設計と製作の要点」、第3章「スターリングエンジンの性能評価」、第4章「工学教育とスターリングサイクル機器」、第5章「教育実施例／展示･実演会」、第6章「地球環境とスターリングサイクル機器」から構成されて

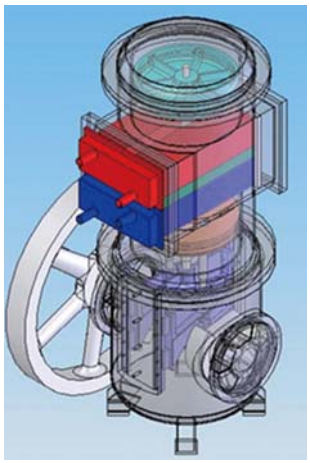


図1　エンジンのCAD画面

図2　排熱利用スターリングエンジン

います。図１～図３はオンライン資料に掲載している画像の一例です。図１のCAD画面は機械設計教材からの抜粋です。また、図２は環境工学教育の題材とした内燃機関の排熱を利用するスターリングエンジン、さらに図３はより実務的な設計教育のための製作図面です。現在の資料は機械設計やものづくりをキーワードとした内容がやや多くなっていますが、今後は機械工学教育全般を網羅できる幅広い教材作成を目指していきたいと考えています。

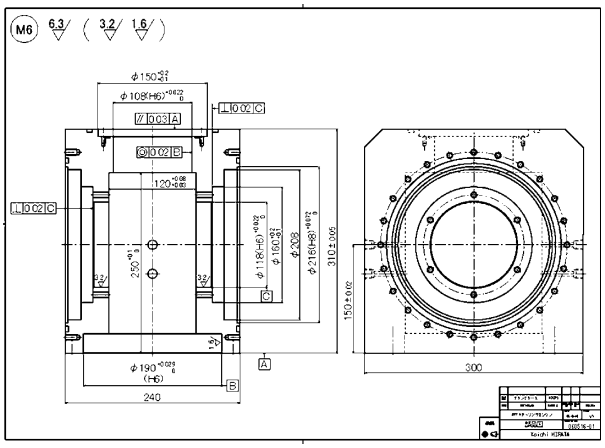


図３　排熱利用エンジンのクランクケース

SAE Fellow 認定の報告

群馬大学　小保方 富夫 教授 “SAE Fellow”　認定

志賀　聖一（群馬大学）

SAE International は、群馬大学大学院工学研究科機械システム工学専攻の小保方富夫教授をSAE Fellow に認定した。よく知られているように、SAE は会員数９万人を超える機械系で最大の国際的な学会であり、Fellow には毎年新しく約 20 人が認定され、1975 年以来、故人を含めると 600 人弱がこの資格メンバーになっている。日本の大学関係者では 15 人目であり、群馬大学関係者では、大学発足当時の熱及熱機関講座（後の熱工学講座、現在のエネルギーシステム工学分野第二研究室）の浅沼強教授（東大名誉教授、エンジンの吸・排気管効果の解析など）、大学第一回卒業生の八木静夫博士（本田技術研究所社友、CVCC エンジンの開発など）に続き３人目である。

本会員資格は数名の推薦者による申請書に基づき、Fellow 委員会で選出されるもので、Fellow 資格は、研究、技術革新、創造的なリーダーシップを通して自動車技術の発展に顕著な影響を与えた個人の業績を認め、名誉を与えるものであり、小保方先生の長年の地道な努力が認められたものである。

推薦代表者は先生の古い友人でもあるインド工科大学の Babu 教授であり、推薦理由には、①レーザー流速計によるエンジン内流れの実時間計測のパイオニア、②層流型流量計や LDA 噴射率計などの計測器の開発、③国際エネルギー機関、日本機械学会、日本学術振興会などを介したエンジンの燃焼改善とエネルギーセキュリティに関する国際研究協力活動、④JABEE 認定推進など日本の技術者教育改善への貢献、などが挙げられている。また、同時に小保方先生は日本機械学会創立 110 周年記念式典において功労者表彰を受けられた。合わせて報告し、研究室一同とともに喜びを分ち合いたい。

小保方 教授

会議報告

日本機械学会 2007 年度年次大会 講演会報告

84期年次大会企画委員長査
川那辺　洋（京都大学）

日本機械学会 2007 年度年次大会が、去る９月９日～12 日に大阪府吹田市にある関西大学キャンパスにて開催されました。この大会においてエンジン関連のセッションがエンジンシステム部門によって企画され、基調講演、先端技術フォーラム、ワークショップ等の特別企画に加えて、学術講演セッションは「エンジンシステム」では２セッション、11 講演、「エンジン燃焼の基礎」では１セッショ

ン、7 講演、「エンジンにおける計測およびモデリング」では 2 セッション、9 講演、「燃焼制御と排出物低減技術」では 2 セッション、8 講演、「燃料および潤滑技術」さらに熱工学部門・動力エネルギーシステム部門との合同セッションの「噴霧による混合気形成および燃焼」では 2 セッション、9 講演が行われました。

まず、基調講演としては立命館大学の西脇一宇教授の「エンジンの燃焼のモデリング」と題して、主にエンジンシリンダ内の乱流火炎伝播過程をフラクタル火炎モデルによって記述した結果と、予混合圧縮自着火燃焼について、ラージエディシミュレーション（LES）を適用した例について紹介されました。つぎに、先端技術フォーラムでは鳥取大学の大澤克幸教授の企画で最新のエンジン開発環境に関する話題提供が 5 件なされました。まず、トヨタ自動車㈱の大畠明氏は「自動車エンジン制御のモデルベース開発」と題して講演がなされました。これは近年ますます複雑化するエンジン制御システムの開発に対して、モデルベース開発の重要性を述べられたものでありました。次に日立の鈴木邦彦氏は「ガソリン機関におけるモデルベース点火時期適合手法の開発」、㈱シーディー・アダプコ・ジャパンの山田敏生氏は「CAE と最適化― HCCI エンジン開発での活用例―」、シーメット㈱の上野高邦氏は「ラピッドプロトタイピングによる製品開発」、また、㈱明電舎の菅家正康氏より「エンジン評価のための車両レス試験システム」と題してそれぞれ講演がなされました。

ワークショップでは私自身の企画により、エンジントータルシミュレーションに適合する各種の燃焼モデルについて 4 件の話題提供がなされました。まず、豊田中研の稲垣和久氏より「サイクルシミュレーションによるディーゼル燃焼の過渡性能予測」と題して講演がなされ、いすゞ中研の港明彦氏は「パッケージ燃焼モデルを用いたトータルエンジンシミュレーションシステムの構築とその活用」、日産自動車の野田徹氏は「エンジンサイクルシミュレーションによるノッキング予測」、最後に京都大学の石山拓二教授より「確率過程論にもとづく不均一燃焼モデル」と題して講演がなされました。

一般講演においても上述の通り総計 44 編の論文講演がなされました。本大会として準備された講演会場は 50 以上であり、エンジンシステム部門はそのうち 1 部屋でありましたが、数多くの人が訪れ、活発な討論がなされていました。また、同好会では、部門賞の表彰などが行われ、部門としての結びつきを一段と強める良い場になったかと思います。

いずれの企画も活発に運営がなされていたかと思います。この会議で得られたことがご参加いただいた皆様に有益なものとなれば幸いです。最後になりましたが、ご参加いただきました皆様、各企画をお願いしましたオーガナイザ、講師の皆様にこの場をお借りしまして御礼申し上げます。ありがとうございました。来年度の年次大会は 2008 年 8 月 3 日㈰～7 日㈭に神奈川県横浜市にある横浜国立大学で行われる予定です。

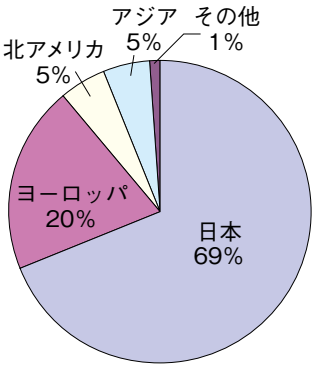
第 13 回国際スターリングエンジン会議（ISEC2007）報告

実行委員長
香川　澄（防衛大学校）

京都議定書とスターリングエンジン

京都議定書の発効およびポスト京都議定書に関する関心の高まりにより、高効率で環境に優しいスターリングエンジンおよびスターリング冷凍機、いわゆるスターリングサイクル応用機器が注目されている。その中、日本機械学会エンジンシステム部門の主催により第 13 回国際スターリングエンジン会議が 9 月 23 日から 26 日の間に早稲田大学国際会議場で開催された。3 日間の学術講演会に海外および国内参加者は併せて 164 名が参加した。日本での開催としては 1988 年、1995 年に続き 3 回目であるが、今回は海外からの参加者（51 名 20 カ国）が多かったことが特長の一つとして挙げられる。これは、欧米を中心にスターリングエンジンおよびスターリングサイクル応用機器の実用化が始まったためと考える。

なお、日本国内でもスターリングエンジンおよび冷凍機が注目され、発電機、バイオマス発電、排熱回収、コージェネレーション、宇宙用発電機、ノンフロン冷凍機、宇宙用冷凍機用として外国製のエンジンや冷凍機が導入されてシステムの開発が進められている。さらに、日本の市場性が重視され、国産エンジンおよび冷凍機の開発、実用化に対する海外からの要望もある。



地域別参加者数の割合

第13回国際スターリングエンジン会議の論文数および参加者数

講演関係	
講演申込数	85
論文提出数	76
講演発表数	65
参加者数	261
講演参加（有料）	169
（うち　学生）	(32)
同伴者（有料）	3
パネルおよび機器展示（無料）	34
テクノラリー（無料）	55
ウエルカムパーティー	70
晩餐会	125
学生懇親会	12
見学会	30
イベント関係	
パネルおよび機器展示数	22
テクノラリー参加台数	49
ミニサイズクラス（公式競技）	29
人間乗車クラス（参考展示）	7
宙返りコース（参考競技）	13

国別論文数および参加者数

国名	論文数	参加者数
日本	42	113
米国	5	8
英国	3	5
イタリア	3	4
イラン	3	
中国	2	4
オーストリア	2	2
オランダ	2	2
タイ	2	1
ロシア	2	
ドイツ	1	4
スウェーデン	1	3
デンマーク	1	1
ノルウェイ	1	1
ブラジル	1	1
ウクライナ	1	
スイス	1	
台湾	1	
チェコ	1	
チェニジア	1	
スペイン		6
オーストリア		2
ニュージーランド		2
アラブ首長国連合		1
カナダ		1
クロアチア		1
フィリピン		1
フィンランド		1
（合計）	76	164

開会式

初日の23日に開会式、Ivo Kolin教授の追悼式、そしてリーガロイヤルホテルに場所を移してウエルカムパーティーが開催された。日曜日にもかかわらず開会式および追悼式には約60名が参加した。小職が開会を宣言した後、本年1月に他界されたクロアチアのIvo Kolin教授の追悼式を行い、親友である東京工業大学　一色尚次　名誉教授より言葉を頂き、コリン夫人よりIvo Kolin教授の遺稿となった著書（世界エネルギーと経済の相関式に関する本）の紹介が行われた。

ウエルカムパーティーは、約70名もの参加者によりその会場が一杯になるほど活況で、1時間半の短い時間であったが参加者は親睦を深めることができた。

講演会

会議前までの講演申込数は84件であり、そのうち76件の講演論文が提出され、これらが論文集（プロシーディングス）にまとめられ、参加者に配布された。このうち65件が会議において発表された。セッションはエンジン（論文26編）、冷凍機（同10編）、熱音響（同10編）、教材（同7編）、エンジン応用システム（同27編）の5つに大きくに分けられ、3室でパラレルセッションが行われた。各室では30から60名の聴講者がいて、各発表20分の後、10分間の活発な討論が行われた。このうち優秀な内容の論文を6件が選定され、晩餐会において表彰された。また今回の優れた講演論文の中で、十数件の講演論文の著者に対して学術論文誌への投稿を促す予定である。

2日目と3日目には特別講演があり、電力中央研究所　渡辺隆夫氏および松下電器産業（株）波東雄治氏により大規模および小規模クラスの燃料電池に関する研究開発に関する紹介がそれぞれ行われた。燃料電池はスターリングエンジンの将来的なライバルである一方、これらを組み合わせてコンバインドサイクルとする基礎研究が行われているため、本会議でも関心を引くテーマであり、おおよそ60から80名の聴講者がいた。

機器展示およびポスター展示、テクノラリー

会議開催期間中は、企業や大学による機器展示やポスター展示が22件(海外3件を含む)あった。今回の会議への参加者の目的の一つであった日本国内のスターリング機器に関する動向調査、その結果にもとづいて研究開発、市場開発を行うことに貢献した。また、企業、研究機関の間で国際協力の場を提供し、今まであった国際的な関係を一層深めた。

また、2日目には会場前の広場でスターリングエンジン駆動ミニ四駆自動車によるテクノラリーを行い、47台の参加による競技、人間乗用車一般のデモ運転が行われ、参加者の注目を集めた。このテクノラリーでは国内および海外からの参加を募集し、海外からの問い合わせに対して関連する国内情報提供を行ったが、残念ながら海外からの参加者はなく、日本が最も進んでいる分野であ

講演会場風景（初日）

機器展示・ポスター展示

晩餐会での Henrik Carlsen 教授挨拶

新丸の内地区冷暖房システム見学会

ることが確認できた。しかし、小学生から大学生までの将来技術者の候補者に対して、スターリング機器の作動原理、特長を広めることになり、これからの実用機の早期普及に貢献することが期待される。また、将来的には国内外の若年層の興味を得ることができるので、エネルギー変換工学への国際的な教育効果に期待できる。なお、テクノラリー、機器展示およびポスター展示は一般に公開され､これらに併せて約 90 名が一般参加者（無料）として登録し参加した。したがって、講演会参加者(有料)と合わせて 260 名もの登録者があったことになる。

晩餐会と閉会式

3 日目の夕刻にリーガロイヤルホテル開催された晩餐会では、国際スターリングエンジン会議評議員会を代表してデンマーク工科大学の Henrik Carlsen 教授からの挨拶、そして早稲田大学所国際部長　大野高裕教授、群馬大学　新井政隆教授（前エンジンシステム部門長）の方々の挨拶を頂戴し、最優秀論文の表彰、国際スターリングエンジン会議評議員の紹介を行った。120 名ほどの参加者があり、その 2 時間は盛会となった。早稲田大学グリークラブによる合唱も印象的であり、用意されていた曲の中にクロアチアの民謡が挿入されていたことは偶然であったが、亡きコリン教授の追悼になった。

最終日には、講演会の締めくくりとして「エコとスターリング技術」と題するパネルディスカッションが行われ、4 名のパネラーと 4 名のコメンテータのスターリングエンジンの実用化に関する発表に対して、約 60 名の参加者によって多くの討議が行われた。このあと閉会式を行い、4 日間の会議を無事終了した。なお、閉会式終了後、㈱三菱地所設計　稲田達夫氏のご好意により希望者 30 名で新丸の内地区にある統合的な大規模冷暖房システムを見学することができた。

今回の国際会議により、欧米が保有する学問的情報および応用技術を導入し、国際的な協力体制を強めてスターリングエンジンの実用化を目指すことができた。スターリングエンジンおよび冷凍機に関する学問的および工学的な情報交換はやや局所的かつ限定的であり、情報内容に地域差が生じているので、今回の国際会議のように各国の情

閉会式を終えて

報を交換することは学問上および工学的に意義がある。したがって、地球温暖化などの環境問題を効果的に緩和するためにも、本国際会議を継続すべきであると思われる。このためにも、次回2009年にオランダで開催する予定になった第14回の国際スターリングエンジン会議を成功させることが重要になる。

最後に、今回は国際会議の運営援助のため、井上科学振興財団、スズキ財団、中部電力基礎技術研究所、花王芸術・科学財団から助成を頂き、また、早稲田大学から会場の提供を賜りまして、深く感謝致します。また、エンジンシステム部門および日本機械学会事務局ご担当者からは格段のご配慮を賜り、この場をお借りしてお礼申し上げます。また、本国際会議開催のためご尽力頂きました会議工—ディネーター宮沢淑子氏、㈱JTBグローバルマーケッティング＆トラベルご担当者そして29名の国内委員からなる実行委員会および13名の外国研究者で構成された国際委員の方々にこころより感謝致します。

会議参加記

2007 JSAE/SAE International Fuels and Lubricants Meeting 参加報告

和田　勝治（本田技術研究所）

2007年7月23日から26日の4日間にわたり、京都において開催された、2007 Fuels and Lubricants国際会議に参加した。会場となった京都テルサは、JR京都駅から徒歩で10分程度の位置にあってアクセスもよく、開催場所としては良好であった（ただし大変な猛暑でした）。

初日である23日は開会式および基調講演から始まり、上田建仁氏（トヨタ自動車）、V. Sick氏（Michigan大）、F. H. Palmer氏（International Fuel Quality Center、Leeds大）、塩路昌宏氏（京大）、斉藤明彦氏（デンソー）らのスピーチにつづき、茅陽一氏（RITE）、B. Johansson氏（Lund大）、L. Bardin氏らの講演があり、地球温暖化やHCCI燃焼、将来燃料動向などについて発表が行われた。

Technical Sessionは初日の23日から3日目の25日にわたり、200以上の論文が発表された。自分の業務テリトリーの関係から、主にエンジンの燃焼や排出ガスの後処理技術に関連する発表を拝聴させていただいたのだが、この2つに関する論文は発表数が多いだけでなく、どの会場でもほぼ満席の状態であった。特にHCCI燃焼をはじめと

国名	参加	発表	国名	参加	発表
日本	424	80	スウェーデン	8	6
アメリカ	64	37	ギリシャ	3	5
イギリス	31	18	韓国	12	4
フランス	20	12	タイ	6	3
中国	6	10	カナダ	2	3
ポーランド	5	9	インド	4	2
ドイツ	15	8	デンマーク	3	2
イタリア	10	8	その他	22	10
			合計 （無料含む）	635 820	217

する排出ガス低減技術や、DPF などのディーゼルエンジン用後処理装置に関する発表では、最後の質疑応答に用意された時間が足りなくなり、講演後の会場外などで個別に発表者に質問を投げかけたりする場面も多々みられ、この分野に対する関心の高さが伺えた。

おなじく初日から3日目の期間にかけて Technical Work Shop が開催され、こちらは Clean Light-Duty Diesel Vehicle、Injector Deposit、Diesel Engine Oil for Stringent Emissions Regulations、Hydrogenated Biodiesel Fuels の4つテーマに関する発表が行われた。前述の Technical Session と同じ時間帯で開催されたにもかかわらず、会場には多くの参加者がみられ、活発な質疑応答が交わされていた。また会場での参加者も、他の国内の会議とは違い、非常に国際色豊かであったことが印象的であった。

3日目の全論文の発表終了後、大会参加者の交流の場として Banquet が催された。スピーチの後の鏡割りのほか、途中舞妓さんによる踊りなど日本文化にちなんだ余興が披露されると、欧米からの参加者がデジタルカメラを片手に、舞台間際に大集結する一幕もみられ、昼間の白熱した論議とは違う、和やかな雰囲気のまま楽しい時間を過ごした。

最終日の26日には Executive Panel Session が催され、Future for Automotive Fuels、Future for Bio Fuels、Future for Automotive Technologies、Total Discussion の4つに分けて、発表およびパネリストによる討議が行われた。朝一番の時間帯こそ参加者はまばらだったものの、昼前には大勢の参加者が会場の詰め掛け、最終日にもかかわらず盛況であった。以上のような日程で本会議は終了した。

個人的には論文の発表内容もさることながら、その後の質疑応答、もしくは会場外での他参加者との情報交換ができたことが非常に有意義であった。特に発表者との個別のやりとりの中から、論文や PR 用の資料には含まれていない、生の情報を得る機会は、実際に会場に足を運ばなければ得られないものである。この点において、本会議では参加者が世界各国から集まっていることもあり、地域ごとに異なるそれぞれの見解、意見の相違などが本音で語れる機会が多く、自らが日頃取り組んでいる研究内容の位置づけを把握するという意味においても、非常に有意義な会議であった。

最後になりましたが、論文発表にあたりお世話になった関係者の方々へ感謝致しますとともに、若手の研究者の方々が、このような機会に積極的に参加されることを強くお勧めしたいと思います。

ICE 2007 参加報告

荒木　幹也（群馬大学 大学院工学研究科）

2007 年 9 月 16 日～9 月 20 日、イタリア・カプリ島にて ICE 2007（8th International Conference on Engines for Automobile、主催：SAE Naples Section、SAE International）が開催された。流れ・燃焼解析、エンジン制御技術、排気、燃料、駆動系など、自動車エンジンとその周辺技術に関する多岐にわたる研究発表が行われた。基調講演 8 件、一般講演約 130 件と盛会であり、ヨーロッパ独自の国際会議にかける意気込みが感じられた。群馬大学から、小保方富夫教授、志賀聖一准教授、石間経章准教授、荒木幹也助教（本報告著者）の 4 名が参加し、3 編の論文発表を行った。会議には、ヨーロッパ・アメリカを中心に、日本、韓国、中国、インドなどアジア各国からも多くの参加があった。日本からは、神本武征教授（東海大学）、榎本良輝教授（武蔵工業大学）グループ、池田裕二社長（イマジニアリング）グループ、本田哲也様（三菱電機）、木戸口善行教授（徳島大学）、川野大輔様（交通安全環境研究所）など、自動車エンジンの関する国内の有力な研究者の参加があった。会期中は、国際学会であることを忘れるほど大変にお世話になった。

カプリ島は、地中海に浮かぶリゾート島である。ナポリから、フェリーで 1 時間弱の距離にある。会場となった Hotel La Palma は風光明媚なカプリ島の中心街にあり、世界中からの観光客であふれかえっていた。会期中は晴天に恵まれ、空の青と、地中海の青と、石造りの町並みの白とが美しく調和し、およそ仕事（学会発表）とは無縁な夢のような場所であった。会議会場よりも、むしろ港やバーなどで会議参加者と遭遇する機会が多かったことは言うまでもない。

カプリ島内の移動はもっぱらバスである。島内の狭く曲がりくねった道を、猛スピードで駆け抜ける。カプリ島はほとんど山である。がけっぷちを全力疾走するバスに、高所恐怖症の志賀准教授は気絶寸前であったと聞く。運賃は、どこまで行っても 2 ユーロ。為替相場のユーロ高もあり、非常に高く感じられた。観光地のため物価も高く、イタリア人の説明では、イタリア本土の 1.5 倍が相場とのことであった。

会議 2 日目に、群馬大学の 3 講演が行われた。志賀准教授は、超過膨張サイクルと過給との組み合わせによるガソリンエンジン熱効率向上に関する報告を行なった（SAE 2007-24-0089、“A Study on Optimization of an Over-Expansion Cycle Gasoline Engine with Late-Closing of Intake Valves”）。吸気弁遅閉じと高圧縮比ピストンにより、超過膨張サイクルを実現する。これにより、図示熱効率 50%での運転が可能であることが示された。遅閉じカムの条件設定や、実験で用いた外部コンプレッサによる過給と、実際のターボチャージャーとの違いなど、かなり突っ込んだ質問があった。

図 1　空と海と町並みが美しいカプリ島

石間准教授は、ピストンリングとシリンダライナ間の潤滑油膜の厚さおよび速度の LIF・PIV 同時計測に関して報告を行った（SAE 2007-24-0001、“PIV/LIF Measurements of Oil Film Behavior on the Piston in I.C. Engine”）。潤滑油に蛍光色素を混入し、YAG レーザで励起する。蛍光強度から潤滑油膜の厚さを計測し、その移動量から速度を計測する。潤滑油膜は、片方はピストンリング、もう片側はシリンダライナという固体壁で拘束される。固体壁面上の潤滑油速度は、当然ながら固体壁の移動速度と同じ値になる。LIF・PIV で計測された潤滑油膜速度が、油膜内のどの位置の速度に対応するのかといった鋭い質問があった。

著者は、気体燃料噴射弁の噴射率計に関する報

図 2　会場となった Hotel La Palma

告を行った(SAE 2007-24-0008、"A Measurement of Instantaneous Flow Rate of An Automotive Gaseous Fuel Injector")。液体燃料に用いられてきたボッシュの長管法を気体燃料に応用したもので、一次元・圧縮性・非粘性・断熱流れを仮定することで、管内静圧変化から噴射率を求めるものである。管内の衝撃波の発生と、それが計測精度におよぼす影響などについて、質問があった。会議全体を通して見てみると、質問のレベルはかなり高く、また活発な質疑が行われているという印象を受けた。先にも述べたように、この会議にかけるヨーロッパの強い意気込みが感じられた。

会議3日目に、会場を少し抜け出して、「青の洞窟」見学に向かった。いわずもがな世界的観光地である。断崖絶壁に地中海に向かって開いた小さな洞窟に小船で入る。太陽光が海底の砂で散乱され、洞窟内には青く幻想的な光景が広がる。はずであったが、あいにく海が荒れており小船が出せず、洞窟内に入ることはかなわなかった。仕方なく、洞窟の目の前で記念写真を撮り、会場に戻った次第である。

会期中、8件の基調講演が行われた。ここでは、そのいくつかを紹介する。会期初日、General Motors Powertrains Europe の Giovanni Cipolla 教授の基調講演が行われた（SAE 2007、"Hybrid Automotive Powertrains：the GM Global approach"）。ハイブリッド自動車の研究・開発に関しては、世界的にトヨタ自動車が先行している。その中で、GM の世界戦略について講演が行われた。GM では、ハイブリッド自動車の展開より前に、代替燃料（バイオ燃料など）エンジン開発を推し進めること、ハイブリッド自動車以降は、水素燃料電池自動車を検討していることなど、日本の自動車産業とは異なる戦略が注目された。

図３「青の洞窟」の目の前で肩を落とす著者（左端）ら

会期2日目、Sandia National Laboratories の John E. Dec 教授の基調講演が行われた（SAE 2007、"Advantages of Charge Stratification in HCCI Engines"）。HCCI エンジンに注目が集まって久しい。現在 Sandia National Laboratories では、混合気の温度成層・濃度成層が燃焼に及ぼす影響について、詳細な検討を行っている。講演中用いられていた "SCCI（Stratified charge compression ignition）" という用語も、いつか一般的に用いられるのかもしれない。毎回驚愕させられることであるが、詳細かつ緻密にエンジン内可視化を行っており、同研究所の、計測分野での確固たる地位を改めて感じさせられた。

会期4日目、MIT の J. B. Heywood 教授の基調講演が行われた（SAE 2007、"Matching Future Fuels and Engine Technologies"）。教授は言うまでもなく自動車エンジン研究の第一人者であり、著者も、教授の教科書をバイブルとして愛用している。基調講演会場は満員となり立見もでて、多くの質問が飛び交った。明瞭な発音、明確な内容の講演で、著者のつたない英語力でも大変分かりやすいものであった。発表とはこのように行うべきである、ということを痛感した次第である。自動車エンジンの過去・現在・未来について、大変分かりやすく講演が行われた。現在注目されているバイオ燃料、アルコール混合燃料の説明に対しては、多くの質問が寄せられた。これらは、どちらかというと南北アメリカやアジアで研究が盛んなイメージがあったが、ヨーロッパでも大いに注目されていることが伺われた。

会期中には、石間准教授が日本人カップルの盗難被害の調書作成に大活躍するという珍事もあった。ナポリ周辺はスリ・盗難が多い。カプリ島に新婚旅行に来た日本人カップルが、時計の盗難にあう被害があった。現地警察は、日本語が分からない。日本人カップルはイタリア語、英語が分からない。そこで、警察署近くに宿泊していた石間准教授が呼ばれ、臨時の通訳となったのである。無事調書は完成し、大変に感謝されたと聞く。小さな島で、地域のコミュニティーが息づくカプリ島ならではのエピソードである。

最終日、小さな船で地中海を渡り、イタリア本土のソレントにてバンケットが開催された。やはりラテンの血が騒ぐらしく、バンドの生演奏にあわせて皆で踊る姿は圧巻であった。日本のカラオ

ケとは違うラテン文化は、著者には衝撃的ですらあった。帰りは海が大いに荒れ、桟橋が落下するのでボートでびしょ濡れになって渡船するなど、遭難寸前の状態であった。小さな船で大海を渡るため、木の葉のように翻弄される。気分が悪くなる参加者や十字をきって祈る姿も見られた。欧米人もアジア人も、人種に関係なく同様に気分が悪くなるのを見て、やはり同じ人間なのだなと感じた次第である。

最後に、本報告の写真は、日本から会議に参加された、三菱電機 本田哲也様によるものです。会議期間中、著者ら群馬大学グループが大変お世話になりました。紙面を借りて深く感謝申し上げます。

第13回国際スターリングエンジン会議（ISEC2007）参加報告

松口　淳（防衛大学校）

2007年9月23日から26日にかけて、早稲田大学（東京）において、第13回国際スターリングエンジン会議（International Stirling Engine Conference、以下ISEC）が開催された。ISECはその名の通り、スターリングエンジンおよびクーラーと関連技術に関する国際会議で、1982年の初開催から2〜3年おきに世界各国で開催されている会議である。数年前から私もスターリングエンジンに関する研究に携わっていますが、今回初めてISECに参加させていただきましたので、印象に残った事項について簡単に報告させていただきます。

会議は特別講演と一般講演によって構成され、一般講演用には3室用意され3セッションが並行的に進行する形であった。一般講演には各室50〜60席が用意されており、会場の広さと聴講者数のバランスがとても良いように感じた。また、各講演には30分が割り当てられており、質疑応答に対しても充分な時間があり、聴講者と講演者との白熱した討論もしばしば見られた。かくいう私も発表を行いましたが、私の拙い英語にもかかわらず熱心に聞いていただき、戸惑ってしまうほど多くの質問があり驚かされてしまった。

一般講演で特に印象的であった物をいくつか挙げると、Stirling Engine 3-Development & Evaluation(3)での低温度差1kW級α+タイプスターリングエンジンに関する研究、Stirling Engine 5-Design & Analysis(2)での多気筒メガワット級フリーピストンに関する研究、Stirling Engine 6-Design & Analysis(3)でのβ型スターリングエンジンのリンクバー機構の最適化に関する研究など、新しい機構の提案、シミュレーションによる運動機構の解明などが特に興味深かった。また、Stirling Engine 9-Heat Transferでの熱伝達における剥離現象の効果に関する研究のように美麗なアニメーションを利用したプレゼンテーションも多く見られ、自分の地味な資料も一考が必要であると感じた。

最終日・最終セッションとしてInternational Membersによるパネルディスカッションが開催された。パネラーによって各国でのスターリングエンジンの適用例、問題点などが紹介されていたが、いずれもマーケットの開拓やコスト削減が問題であると認識しているようであった。

今回はこのような素晴らしい国際会議が国内での開催であったので、初めての私にとっても参加しやすく、大変幸運であった。次回はオランダでの開催予定であるが、再度参加できるように研究を進めていきたいと思います。

第13回国際スターリングエンジン会議（ISEC2007）報告記

篠木　政利
（福島工業高等専門学校）

高効率で環境に優しいスターリングエンジンおよびその応用システム、そしてスターリング冷凍機に代表されるスターリングサイクル機器に関する注目が高まり、欧米を中心に実用化が始まっている。このような中、国際スターリングエンジン会議が2年おきに開催されているが、本年度は早稲田大学の国際会議場でThe 13th International Stirling Engine Conference（ISEC2007）が9月

23日から26日にかけて行われた。 ISEC2007では80件にも及ぶ論文講演やポスター・機器展示に加えて、スターリングエンジン駆動自動車（模型、乗用）によるInternational Stirling Techno-Rallyも開催したことで、多数の研究者・技術者・学生が参加し、大盛況のうちに幕を閉じた。本会議ではスターリングエンジンに関して9セッション、熱音響エンジンに関して3セッション、冷凍機に関して3セッション、アプリケーションに関して8セッション、モデルと教育に関して3セッションの計26セッションが開かれたが、以下に私が参加した各セッションの簡単な報告記を記した。

Application 1, 2 （Biomass Energy（1），（2））

この2つのセッションでは主に木質系バイオマス（ウッドチップ、ペレット、パウダーなど）のスターリングエンジンへの適用について計6件の講演があり、活発な議論が交わされた。講演は大きく分けて、木質系バイオマスの燃焼器に関するものとシステム設計に関するものがあった。燃焼器に関してはウッドパウダーを燃焼させるバーナーについての発表が多く、高い燃焼温度と良好なヒーター温度分布が示された。問題点としては伝熱性能を低下させるヒーター表面の付着物が挙げられ、これらに関して様々な議論がなされた。システム設計については小型のペレットストーブに1kW$_e$のスターリングエンジンを組み合わせたものから大型の55kW$_e$のプラントまで様々な講演があったが、これらの中には既に研究フェーズを終え、実証試験や長期テストに入っているものも多く見受けられた。

Stirling Engine 3（Development & Evaluation（3））

このセッションでは低温度差スターリングエンジンに関する講演が3件あり、そのうち2件はα^+型スターリングエンジンに関するもので、もう1件が機械効率が性能に及ぼす影響について解析したものであった。いずれも活発な議論がなされたが、面白かったのはα^+型スターリングエンジンに関するものであった。α^+型スターリングエンジンは一般的なスターリングエンジンに比べて作動流体が通過する再生器面積を大きくとれるため、厚みを抑えて流動損失を軽減できる特徴を持ち、これが低温度差スターリングエンジンには有効であるとの説明がなされた。実際に10kWの出力を300K弱の温度差で達成できるプロトタイプが設計・製作されており、このプロトタイプが会場において展示されていた。この講演後に装置を見学している研究者も多かったように思われる。

Stirling Engine 5, 6（Design & Analysis（2），（3））

この2つのセッションでは新しいスターリングエンジンのデザインや数値解析、さらにβ型スターリングエンジンに適用する新しい往復振動機構についての講演があった。メガワットクラスのスターリングエンジンのデザインに関する講演では6つのシリンダーとリニア発電機を組み合わせたエンジンについて説明があり、そのシミュレーション結果が示された。リニア発電機を用いてコンパクトにし、6つのシリンダーの位相差により振動を打ち消しているのが特徴であったが、メガワットクラスのスターリングエンジンを実現するためにはシリンダー径が非常に大きく、実用化に関しての議論がなされた。数値解析に関する講演はCFDを用いた燃焼室の燃焼シミュレーション、サイクル計算、水スターリングエンジンと様々であったが、いずれもその有効性について多くの質問がなされた。新しい往復運動機構ではロンビック機構に代わるオイルフリーで動作可能なクランク機構が示された。実際にクランク機構が動作している動画も示され、会場の注意を惹いていた。

Stirling Engine 9（Heat Transfer）

このセッションではスターリングに特有の基礎的な熱伝達の問題に関して2件の講演があった。1件は私自身が発表した振動流場の熱伝達に関する講演でもう1件はディスプレーサーの動きによって生ずる噴出・吸引効果が熱伝達に与える影響に関する講演であった。現象に関する議論だけでなく、前者は感温液晶、後者は熱流束センサを計測に用いており、これらの計測法についても質問が多かった。

以上でISEC2007に参加した報告記を終わるが、いずれのセッションも聴講者が非常に多く、活発な議論がなされたため、各研究者も得るものが多い充実した国際会議になったのではないだろうか。

Report on the 13th International Stirling Engine Conference (ISEC 2007)

Matheu Laures
(Special Military School of SAINT-CYR, France)

Introduction

Succeeding to the 12th ISEC which was held in Durham University in UK, the 13th ISEC took place in Waseda University in Tokyo, from September the 23rd to September the 26th. Organized by the Japanese Society of Mechanical Engineers, this international conference gathered more than 160 persons coming from 20 countries. Although most of these participants were scientist in activity, here it appears important to notice that an increasing number of students followed the whole conference: efforts done to develop the interest of young people about Stirling engine, such as the Stirling techno rally, are reaching their goals. The conference really started with the opening ceremony, a beautiful reception hold in a famous hotel in the center of Tokyo. There, all participants have discovered some forms of the local culture and have spoken to each other.

Information got during panel discussions

As the topic of my study is the regeneration in a Stirling engine, I have decided to attend to all the speeches which were linked with my future work. A schematic way to represent a Stirling engine can be considered to set where the regeneration happens. (Fig. 2) Having a look at this scheme, it is obvious that heat

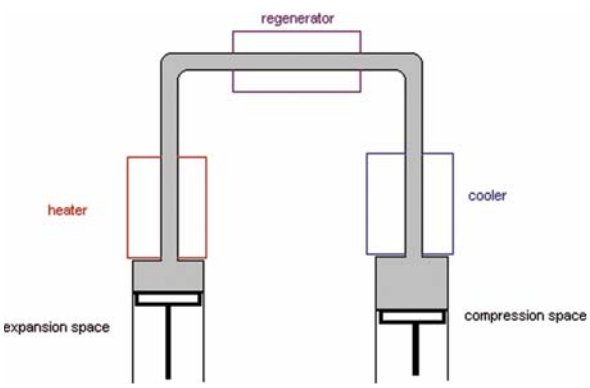


Fig. 2

Fig. 1 Author

transfer is not only located in the regenerator but also in the heater and cooler. As a consequence, the first panel discussion which has caught my attention was the design of Pin-fin arrays heat exchangers to replace the complicated network of pipes usually used.

The experimental study of atmospheric Stirling engines using Pin-fin arrays' heat exchangers

The heat exchangers consist of aluminum alloy circular disk with large scale Pin-fin arrays carved into the surface. Two engines have been designed to be run with Pin-fin arrays. (Fig. 3) Although improvements have to be done to match the performance of a conventional Stirling

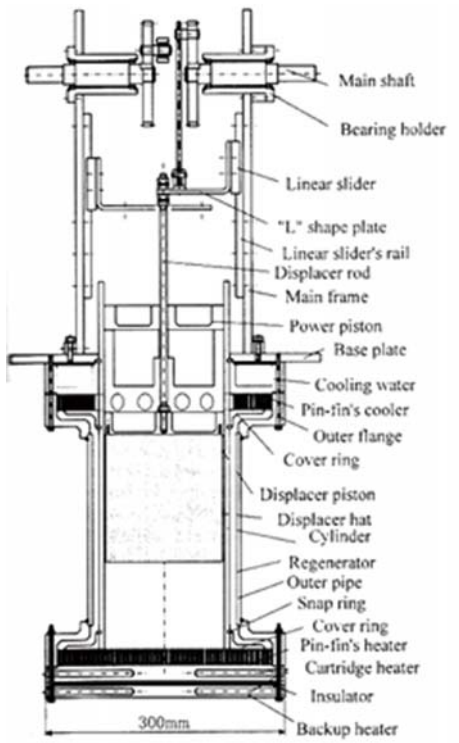


Fig. 3 Cross-sectional veiw of β type large pin-fin Stirling engine

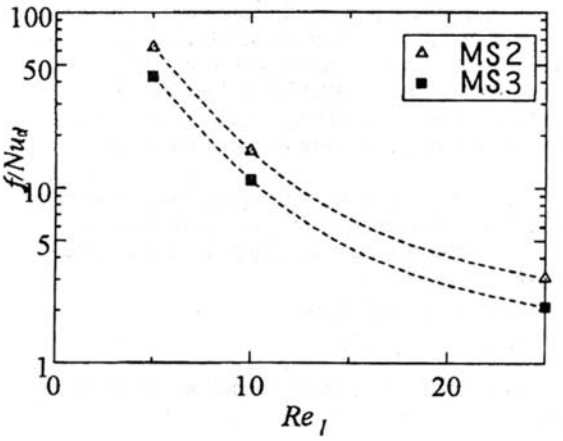


Fig. 4 Calculated performance balance of MS2 and MS3 by FEM

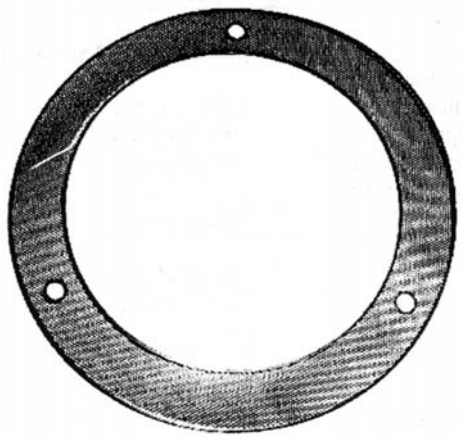


Fig. 5 Mesh sheet (MS)

engine, I think this scientific approach closely follows the engineer work's aim: it is important to keep in mind that not only the performances obtained are essential, but also the price of the product and the time to make it.

Development of a compact 3kW Stirling engine generator

Focusing on the regeneration, Pr. Kagawa has presented the new type of engine he developed called SERENUM 5 for Super Energy Regenerative (Stirling) engine with Unique Mechanisms. Serenum's regenerator is made of mesh sheet, thin metal sheet built by etching technology. The performance of mesh sheet depends on the way you stack it and is evaluated by using the friction coefficient, the Nusselt and Reynolds numbers. Figure 4 compares calculated performance of mesh sheet number 2 and number 3 (MS2 and MS3), two different types of mesh sheet with different grid, by using the finite-element-method fluid analysis program. MS3 (Fig. 5) is more efficient than MS2. Indeed for a same Reynolds number (Re), that is to say for a same speed of the working fluid, the friction coefficient (f) is lower and Nusselt number (Nu) is higher. f/Nu decreases when Re increase as the growth of Nu is faster than friction number's one.

If we fix Re,

$$\left(\frac{f}{Nu}\right)_{MS3} < \left(\frac{f}{Nu}\right)_{MS2}$$

That means that MS3 permits a better heat transfer with lower losses. This is very interesting as the regenerator is one of the most important items to realize high performance engines.

The regenerator has to be designed to foster heat transfers with the expansion space in its upper side and with the compression space in its lower side. One of the difficulties to consider is that the density of the working fluid changes during compression and expansion inside the engine. This is the reason why, in my opinion, mesh sheets' modifiable structure is indispensable.

3-D Numerical Analysis of Thermal characteristics of mesh structures as heat regenerators

A three dimensional numerical analysis has shown the importance to find the right balance between a large contact area offered by the regenerator structure to the working fluid and sufficient space not to reduce dramatically the working fluid flow speed.

By adopting such design (Fig. 6), thermal efficiency of the regenerator with incorporated longitudinal wires is increased. However, pressure drop becomes larger in each periods of heating and cooling.

Personal comments on the Stirling techno rally

Japanese students' education in the engineering field presents important differences with the French educational system. A lot of hours are devoted to develop manual skills, even for future engineers, to increase the interest of young people about mechanic studies. The results obtained are very satisfying: more than

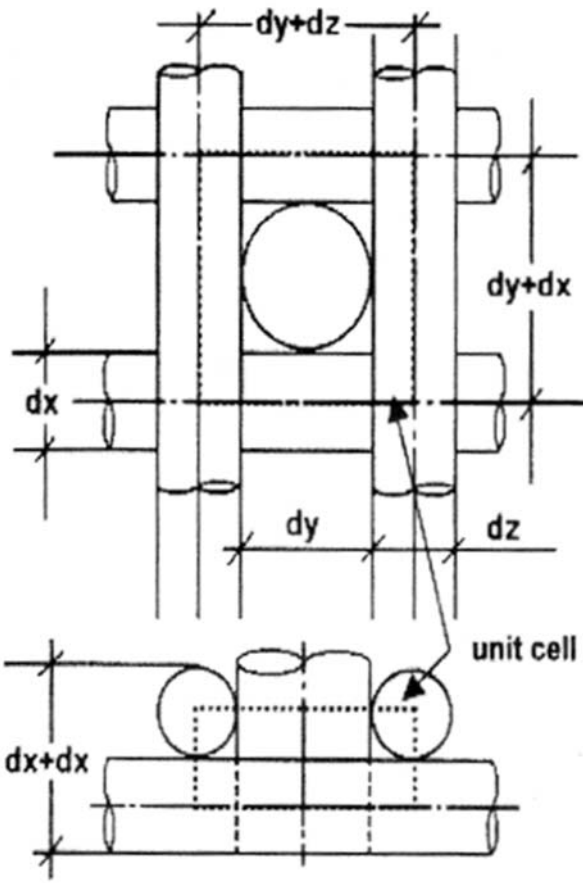


Fig. 6　3-D stacked weave unit cell

Fig. 7　The V6 Stirling-Beta car, winner of the Stirling techno rally race

Fig. 8

150 students have participated at this contest running their own engine they designed by themselves. (Fig. 7)

Figure 8 is one of the small vehicles designed by students and powered by an alpha-type Stirling engine. The piston is a glass syringe which permits to limit frictions losses. Balls play the role of a displacer, leading the air to the hot top or to the cold bottom of the glass tube. A hood-winked wire of steel is used as regenerator. By heating the top of the tube with a burner and pushing the back of the small car, the successive compression and expansion of the piston drive the vehicle.

Conclusions of the closing ceremony

All the scientist have shared their ideas to draw a conclusion about the state of the Stirling engine development and the means we have to use to foster the marketing of devices powered by Stirling technology.

Four principles seem to be essential:

1. To focus on the areas of application where the Stirling engine has obvious advantages.
2. To design rather than to invent.
3. To lean on knowledge, not on belief.
4. To experiment financial challenges more than technical ones.

"We have the technology the world needs but nobody knows that!" and "We have to build useful things and integrate Sitrling engine powering systems on existing devices belonging to brands people use to buy" are two sentences pronounced which justify the previous principles.

In my opinion, to counterbalance with the growing threat of global warming, governments have to take measures in favor of the development of Stirling engine driven products.

海外滞在記

モントリオール市マギル大学に滞在して

八房　智顕
（徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部）

平成18年度海外先進研究実践支援プログラムにより、2006年7月20日から2007年3月13日の間、カナダ・モントリオール市のマギル大学に滞在しました。マギル大学はモントリオール市内にある4つの英語系大学の1つで、大学内では主に英語が使われています。ホストになって頂いたJohn H.S. Lee教授は、デトネーションを中心とした燃焼分野について長年に渡り研究を続けており、現在でも実験研究と教科書の執筆活動を精力的に行われています。今回の滞在において、Lee教授およびHiggins准教授が率いる衝撃波物理研究室（Shock Wave Physics Group：SWPG）における研究の進め方と考え方、学生への指導方法などを学ぶことが、当初の私の目標でした。

日本の大学と比較して多くの方が感じることだと思いますが、最初に感じたのは学生が自立しているということです。研究室内で毎週1回開かれるゼミで、研究の現状などが報告されますが、学生はLee教授と考えが対立した場合にも物怖じすることなく討論します。私などは最初のゼミで相当にやっつけられて参ってしまいましたが、後から学生が「誰も最初はあんな感じだから気にすることはないよ」とフォローしてくれました。討論が白熱し、これは喧嘩なのかと思うこともありましたが、直後は後腐れも何もありません。これまで話に聞いてはいましたが、自己主張を強く前に出さなければ埋もれてしまう社会であることを改めて実感しました。

SWPGの研究は、研究資金のほとんどが外部資金によって賄われています。研究資金提供元は、あるレベル以上の試験結果を期限付きで求めてくる場合が多く、締め切り期限が近づいてくると研究室内には緊張感がみなぎって来ます。求められる結果を次々に出していく中で、そこに存在する物理に注目し、新たな研究の芽を見つけていく研究スタイルは、単なる研究下請け先にはなっていないのだと感じました。

半期だけですが、大学院の授業も受けてみました。まず感じたことは、授業が非常に良く準備してあることです。他に、一般企業からの非常勤講師が行う授業も受講しましたが、こちらも良く準備がしてありました。いずれも相当に時間をかけて授業を準備しているのだろうと想像されます。授業を受講する学生も、非常に良く授業に集中しています。授業で頻繁に出される宿題は、難易度が高く時間がかかるものが多いため、学生はいつも多くのレポートを抱えて必死にこなしています。欧米の大学が入学は比較的容易でも卒業が難しいと言われる所以がこのようなところにあるようです。

次に、モントリオールについて少し書かせて頂きます。モントリオールのあるケベック州は公用語がフランス語で、一時はカナダからの独立運動も起こったことはご存知かと思います。モントリオールはパリに続いて世界で2番目に大きい、フランス語を公用語とする街です。ただ、使われる言葉が完全にフランス語のみという訳ではなく、街の中心を南北に走るサンローラン通りから東がフランス語圏、西が英語圏に分かれています。モントリオールに住む、若い世代（私の感覚だと約50歳以下）は、高い確率で英語とフランス語の

マギル大学（撮影時の気温は－20℃）

オールドポートから見たモントリオール

オールドポートのウインターフェスティバル

ロレンシャン高原にて

バイリンガルです。移民も多く、フランス語が話せない人も少なくありません。グローバリゼーションによってモントリオールでは英語が使われることが徐々に増えているようです。ケベック州政府もこの事態に危機感を抱いているようで、様々な方策でフランス語を守ろうとしています。モントリオールでは芸術的な催し物が多く、芸術文化を愛する市民が多いことを感じます。しかし英語圏に囲まれた小さな島のようなフランス語圏のモントリオールが、英語勢力に徐々に侵食されてきているのは間違いのない事実で、言葉と一緒に文化も失われてしまうのではないかと危惧します。日本では気づきにくいのですが、このようなグローバリゼーションによる文化と言葉の喪失は、世界の至る所で起こっていると聞きます。

最後にカナダの自然について書かせて頂きます。カナダはロシアに次いで世界で２番目に広い国ですが、カナダの地図を広げるとカナダの主要な街はアメリカ国境に近い南部にのみ帯のように点在していることが分かります。これよりも北部は、寒冷な平原や湿地帯、湖などがツンドラの極地方まで続きます。人間の視点から見ると不毛の大地ですが、別の視点から見れば手付かずの自然がそのまま残されています。モントリオールから北に車で２時間ほど、自然保護区のロレンシャンまで来るとケベック北部の大自然の一旦を垣間見ることができます。ケベック州北部の極地方の自然と先住民族の暮らしに触れてみたかったのですが、2,000km 以上と遠い上に交通機関が未整備なため、訪れることはできませんでした。何年先になるかわかりませんが、機会があれば今度こそはケベック州の極地方を訪れることができないかと考え中です。

外国人研究者の目

外国籍教員から見た大学の基礎学力教育

陳　之立（東海大学）

筆者は４年前に東海大学工学部動力機械工学科に着任し、専門分野ディーゼルエンジンの新燃焼法および新燃料で、最近燃料電池の研究にも取り組んでいる。

東海大学は学生数約 23,000 人を有する総合大学である。工学部は広い湘南キャンパスに位置し、最近話題になっているパイロット養成コースを新設した宇宙航空工学科を含む 13 の学科がある。工学部動力機械工学科は浅沼先生、神本先生など有名な先生がおられた伝統のある学科で、特に神本先生は現在も特任教授として学生を指導している。また、林義正先生が率いる研究室は今年のル・マン 24 時間耐久レースの出場を予定している。

本題に移るが、学力とは身に付いた知識の量と新たに知識を学習する能力のことである。大学では基礎学力を養成する学府であって、もの作りを学び、その喜びを感じてもらうだけで終わる場所ではない。しかし、学生は必ずしもこのような認識を持っていない。近年、情報社会の急速の発展によって、学生が先生という情報源以外、テレビ、雑誌やインターネットから多岐にわたって情報を仕入れることができるようになった。先生は学力が大事だと言っても学生は自分の価値観で、損得を計算の上行動するので、なかなか勉強してもらえない。

一方、先生の認識も様々である。少子化による

18 才人口の減少やゆとり教育で大学の新入生の学力は年々低くなってきた。偏差値の極端に低い学生に熱力学、流体力学、材料力学、機械力学（4力と呼ばれている）など専門科目を教えるのに大変苦労している。座学だけではやる気が出ないので、勉強の意欲を高めるためにものを作ってもらったりするのはやむを得ない。むしろ、基礎知識や理論がどのように実践することを教えることは重要である。しかし、一部の先生のような、もの作りを教えるだけでよい、或いは概論的な解説だけで授業を構成するのは賛成できない。学生が大学を卒業してから会社に入り、だれももの作りのプロに目指すが、基礎学力のない人は真のもの作りのプロにならない。そのため、大手企業の採用過程では、SPI 試験を実施し、人物重視としている面接を何回もやる、結局採用された学生の中、学業優秀なものが多い。筆者は本学科の最近 3 年の学科卒業生計 600 名あまりの 3 年生までの学業成績（トータル GPA）と就職先を比較した。自動車 8 メーカ、大手部品メーカ、3 重工など超一流と言われている企業に就職した約 70 名学生のほとんどは成績上位者で、特に 4 力学の成績との相関は強かった。

筆者は中国の西安交通大学動力機械系内燃機関専攻（系は日本の学部、専攻は学科に相当）卒業で。当時学科の学生定員は 60 名であった。3 年目の前期のカリキュラムに 4 週間の工場実習が組み込まれ、この 4 週間に他の授業はない。旋盤、フライス盤、鍛造、鋳造、溶接、仕上げをそれぞれ数日間の実習をさせられ、旋盤は 1 週間もやったのは印象に深かった。3 年目の後期には全員参加のインターンシップがあった。60 名は数人の先生に引率され、汽車に乗り込み遙々 2,000km あまり離れる無錫市（上海の近く）にあるエンジンの工場とディーゼル噴射ポンプ・インジェクターの工場に行った。これも 1 ヶ月であった。これだけの実習とインターンシップのプログラムがあることから、中国の工科大学がどれ程もの作りに重視しているのかを読み取れる。一方、基礎学力が教育の根幹とされている。例えば半期 18 週間授業制度は昔から続いている。また例えば、数学などの基礎科目や 4 力学などの専門基礎科目の定期試験問題はすべて外注で、授業担当教員が事前に知らされてなく、学生の学習成果を検査すると同時に先生の授業効果もチェックされる。中国と日本の大学は基礎学力に対する認識の差があるように感じる。

研究エッセー

フリーピストンエンジン

西脇　一宇
（立命館大学 客員教授）

図 1 をひと目見てフリーピストンエンジンがどういうものかを直ちに思い浮かべることのできる人は今となっては極めて限られているのではないかと思われる。実は、私が 4 回生の卒業研究（1962 年度）のために京大工学部機械工学科長尾研究室に配属され、最初に取り組んだのがこのフリーピストンエンジンであった。

このエンジンは対向ピストン二サイクルディーゼルエンジンの形を持つ燃焼筒とそれぞれのピストンに直結して圧縮と反動の役割を持つピストンを有している。掃気方式はユニフロー型である。排気口から排出されたガスはタービンに導かれ動力が外部に取り出される。この実験ではタービンのかわりに等価な絞り弁を設けている。対向する二つのピストンは全く対称的な運動をするので振動をほとんど生じない。コンロッドークランク機構を持たないので、圧縮比は燃料噴射量によって変化する。また、フライホイールを持たないので、往復速度はピストンの質量と反動室の圧力で決ま

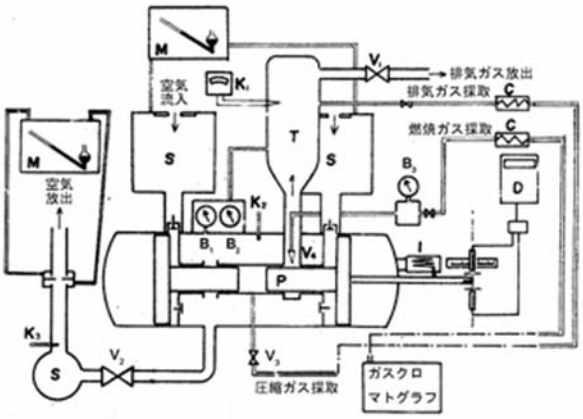


図 1　フリーピストンエンジン
（長尾、志田、倉本、寺田、西脇、日本機械学会前刷集 No. 98、1963-10、第 41 期全国大会）

る。シンプルな構造であるためコンパクトで軽量である上、ピストン側圧はほとんどないから、摩擦損失が少ない利点もある。

この形式のエンジンは1934年にPescaraによって特許が出された。1950年代に内燃機関の研究分野ではフリーピストンエンジンに興味が持たれ、国内では、京大、日立造船、日本鋼管および日産自動車（プリンス）で研究開発が行われていた。実用機としては日本鋼管が貨物船の動力に使われていた例がある。国外では、ヨーロッパおよび米国で数社が生産しており、資料によれば発電用、ポンプ用、圧縮機用、舶用、中には機関車用にも使われていたようである。その当時の雑誌のニュース記事で、数台のフリーピストンを並べたタービン発電設備がシンガポールに設置された写真を見た記憶がある。圧縮機用およびポンプ用ではガス発生機としてではなく、直線往復運動を動力として利用する。1984年に訪ねたシカゴのMuseum of Science and Industryに、第2次大戦時のドイツの小型潜水艦Uボートが展示されており、それに搭載されていたフリーピストンエンジンによる圧縮機が艦内からはずして展示されていた（図2参照）。

1960年代に入って研究開発、生産があまり行われなくなったので、エンジン分野の人でも私の年代以降の人はよく知らないのが普通と思っている。

私が研究に携わったときは、研究室でのフリーピストンエンジンそのものの研究開発と解析は終了しており、このエンジンを掃気効率測定の方法として実験を行った。このエンジンの運動は燃焼による膨張仕事と圧縮仕事＋摩擦仕事が一サイクルごとに釣り合って作動するので、燃料噴射を止めればそのサイクルで掃気後のガスを閉じ込めたままピストンは瞬時に停止する。この特性により、掃気後のガスをほぼ全量採取でき、これと排気ブローダウン時に採取した燃焼ガスとを分析して信頼できる掃気効率が求められる。私が最初に与えられた役割は運転中にあるサイクルの燃料噴射が終わったときに、燃料ポンプのプランジャを固定して次のサイクルの噴射を止める方法を考えろ、というもので、予噴射用の手動ハンドルにばねを取り付けピストン運動に連動してプランジャを固定する機構を考え目的を果たした。

このような思い出話をするのは実はわけがある。2004年にToulouseで開催されたSAE F&LでHCCI sessionのchair personを務めていたとき、スウェーデンの大学院生がフリーピストンエンジンを用いた発電機のアイデアについて理論解析を行った結果を発表した。フリーピストンの直線往復運動を利用して永久磁石をピストンと一体に組み込み、その周りに固定コイルを巻けば極めてコンパクトな発電機になる。この発表に対して聴衆はあまりよくわからないといった表情で質問が出なかったので、私は古い経験を思い出し、そのアイデアをほめるとともに、負荷変動に対する制御が難しいと思うから今後検討してくださいとコメントした。

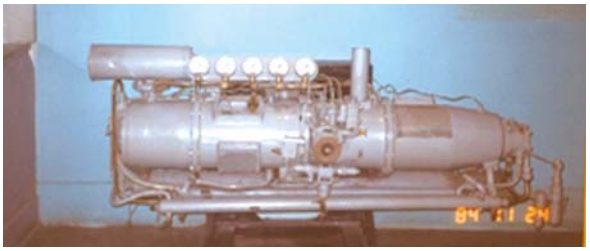


図２　Ｕボート搭載のフリーピストン圧縮機,
Museum of Science and Industry, Chicago,　撮影：西脇

これがきっかけとなって、その後フリーピストンエンジンの研究が最近どうなっているのかを調べ始めたところ、米国、スウェーデン、フィンランド、オランダではこの10年間にかなり活発な研究と製品開発が行われていることに気が付いた。我が国でも少数であるが行われているようである。フリーピストンエンジン研究開発のリバイバルである。

最近のフリーピストンの応用では、インターネットで探してみた結果では、かつてのガス発生機としてタービンを回す例は皆無のようで、構造のシンプルさとコンパクトである特徴を生かして、発電用、空気圧縮機用、油圧発生用などの利用が開発されている。油圧発生によりフォークリフトや建設機械の駆動するアイデア、なかには油圧モータを使った自動車のアイデアもあり、燃費が相当良くなるとのことである。燃焼方式はディーゼル燃焼に限らず、条件設定次第で圧縮比を調節できるのでHCCI燃焼を試みている例も見られる。ヨーロッパでは、フリーピストンエンジン発電機は燃料電池と競合できるとして研究開発が進められているとの記事もある。何れも、軽量、コンパクト、低公害、高効率を狙ったアイデアに満ちており、夢を誘うが、克服せねばならない問題も挙げられており、多くは負荷変動に対する安定性を図るための制御に関わっている。

もう忘れられていると思っていたフリーピストンエンジンが、エネルギーの効率的利用と低公害性を念頭にとくにヨーロッパを中心に若い研究者

が再び研究開発を盛んに行っていることは、ヨーロッパでは忘れられていなかったということであり、そのような継続性がどのような形で社会に存在するのか不思議な気がしている。そのような意味で、我が国の若い人にフリーピストンエンジンを知ってもらおうとしてこの小文をしたためた。興味を持った人のために、日本機械学会関係の論文を下に示す。

＊長尾、大塚、日本機械学会論文集、22-116, p. 266, 1956; および 22-124, p. 913, 1956.

＊白石、日本機械学会誌、62-486, pp.87-97, 1959.

＊出口、星野、中山、日本機械学会誌、70-581, 1967.

技術教育エッセー

学生フォーミュラ大会：「ものづくりはひとづくり」

中村　成男

（同志社大学・㈱堀場製作所）

このエッセーではエンジンを利用した技術教育を書かなければいけないのかもしれないが、ここでは「学生フォーミュラ大会」の活動を通じて、エンジンの勉強だけでなく、車作り、資金集め、はてはプロジェクトマネージメントまでの勉強をしている様子を、2006 年と 2007 年の大会への参戦記を通じて紹介したい。

同志社大学は、第 1 回学生フォーミュラ大会より参加してしたが、回を重ねるごとに順位が下がり、第 3 回目に至っては、3 日間かかって車検が通らず、泣く泣く帰ってきた状態であった。近くで見ていた私は、これはたいへんはずかしいと感じていたところ、アドバイザになってもらえぬかと要請された。学校では、機械研究会が発展して Doshisha University Formula Project：DUFP を組織して毎日活動していたが、このメンバと毎週に会うことによって、少しづつ活動の様子がわかってきた。コンセプトは立派で、理想的な車を作ろうと意気盛んではあったが、作るべきものが見えず、予定が見えず、エンジンはまわらず、お金もない状態であった。また、前年は走行できていないため、有効な部品や設計が引き継がれておらず、さあ、どうしようかの心境であった。

しかし、学生諸君の毎日活動する、徹夜もいとわない努力によって、春休みには徐々に形を現し、車らしくなってきた。ここで、次の変化が起きた。大学では日本で始めて、「プロジェクト科目」と称する授業を取り入れることになった。この科目は、Project Based Learning で「学生が主体であり教師は助言者」の方針のもと、座学ではなく能動的な活動を通じて、問題発見能力や問題解決能力の養成をすることが期待されていた。このことより、この科目に DUFP の活動は最適であると認められて、この活動そのものが授業となった。文学部、経済、情報・・とほぼ全学からの応募があり急に活動人員が増え、組織体としての運営が必要になって、またリーダの苦労が増えた。

当初、学生諸君は今年の車は軽く作るんだと意気込んでいたのだが、どうも理想は高いが実力が伴わず、「エンジンに馬力を出してもらうから、今は軽量化まで言うな、まず車検に通る車をめざせ」とアドバイスしたので、横綱級の重量車となってしまった。

ここでエンジンに話は飛ぶが、規定によりエンジンの吸気口には直径 20mm の吸気制限装置を

走行中の車

燃料タンクのアルミ溶接

旋盤作業

静的審査の発表

装着することが義務づけられている。よって、最新の4気筒4スロットル、電子制御のエンジンを入手しても吸気不足のまま初期設定の燃料を噴射する状態で、簡単には回らないのである。我々は、まずエンジンが大切と力を注いだので何とか回るようにはなったが、車体に関する技術は不足で旋回性能が今一歩であった。学校の駐車場での試走、練習を繰り返して今年こそは全種目に出場して点数を稼ぐぞと勇んで大会に参加した。しかし、最後の耐久走行中、あと4周の18周目にスピンしてセルモータが破損、そして、それ以上走れなくなってしまった。

皆はしょげ返るかと思ったのだが、意外に元気で、「やるべきことはやった」の心境で心の中で完走していた。昨年を経験したメンバは大満足で、昨年の35位と今年の34位は中味が全然違う、気持ちが全然違う来年こそはだ、と言ってくれた。満足感を持った若き学生諸君を見ていると、こちらも元気が出てきて、またやろうとの気持ちとなって帰ってきた。

ここで、年度が変わり、2006年10月より、また第5回大会に向けて体制・組織を作っての再出発となった。まず、組織を作り、スケジュールを立てて作業分担するのだが言うは易くで、学生諸君にとっては、組織の作り方、スケジュールの立て方などを勉強した経験はないのである。私も1年、このプロジェクトに対する学生諸君の行動を見てきて、やっと、いろいろアドバイスが出来るようになり、リーダ、技術部長、総務部長の3役からなる組織を作れ、言葉だけきれいな無理なコンセプトを立てるべきではない、ベンチマークの設定を、設計を確実に、デザインレビューを、総務組織の活動が重要、支援企業の獲得をとアドバイスできるようになってきた。学生たちの技量も昨年の経験より、車重は軽く、重心は低く、車重に合ったタイヤを、エンジンの冷却、空燃比の適正化と見違えるように進歩してきてきた。相変わらずスケジュールが明確でない中であっても、技術部と総務部の、ものづくりと支援の両輪の組織が動き出した。

私は、この大会の主旨である、「主役は学生である」と、プロジェクと科目が言っている「学生が主体であり教師は助言者」を実践することを心がけて、いろいろアドバイスはするのが、決して「このように作れ」とは言わないようにした。そして、その設計では、・・の問題が起こる恐れが高い、このようにしたほうが良いとは思うが、あくまで判断は貴方たちの会議で決めてほしいといい続けた。学生諸君はチャレンジ精神が旺盛であり、新しい技術や、カッコよいことの採用には熱心であるが、全体をまとめて「最適化」を計るとの考え方はなかなか実行されなかった。気持ちが先行して図面が完全でないまま製作に進んだりで、部品がそろってくると、そのツケが回ってきて組立てられず、真っ青になって一つ経験を積む繰り返しであった。

車が走り出して空燃比の調整、塗装、カウルの製作、静的競技用の準備、走行練習・・といそがしい夏休みを過ごして、十分準備をしたつもりで9月の大会に参加した。しかし、それでも車検は一発で通過できず、現地での改造を余儀なくされた。何とかすべての項目をクリアして最後の耐久レースに参加した。これは、ほぼ1kmのコースを11週して3分以内にドライバーが交代して再度11周走行する競技である。ドライバー交代もスムースに行って計22周を走りきり、観客席の我々は飛び上がるばかりに喜んで1年間の疲れが飛んだと思った。しかし、喜んで記念写真をとっていた最中に、ドライバーがコースを間違っていて多くのスラロームを無視したため、この耐久走行は失格と連絡が入り、34位の結果となった。

現場での最後の集会で、私は「1年間、苦しい

授業風景

思いをしてきたが、たいへん悔しい結果になった。しかし、君たちが若い年代で、このような貴重な経験ができたことは、これからの人生に大いに役立つと思う。この活動の目的は君たちを育てることであり、それは実現できた。」と挨拶した。続いて、リーダーは全員に1年間のお礼を述べたが、お礼を言われたメンバーの目にも涙があったのが印象的であった。

この2年、このプロジェクトを見てきたが、車を作ること、走らせることはいかにも奥が深く、一つのドアを開けたらもう次のドアがあり、自ら勉強して考えないと先にいけないことを経験した。途中でなぜこれほど次から次へと問題が生じるのかと言い出すが、車が走り出した途端に苦労を忘れ、喜びのみが残る活動であった。この活動に参加したメンバは、「ものつくり」は当然のこと、目標の立て方、仕様の決定、工程管理、設計、試作、実験、購買、出張管理、組織管理、その上に問題解決力、お金の使い方まで、教室ではできない産業界での行為のすべてを経験して、大きく育ったと感じている。最後に、「ものつくり」といわれている、このプロジェクトに「ひとをつくる」と言う言葉を付け加えたいと思っている。

刊行物案内

International Journal of Engine Research 2008

英国機械学会印刷局発行
（本会会員のみの特価販売）

英国機械学会印刷局発行のInternational Journal of Engine Research誌は、本会エンジンシステム部門のなかに編修委員会を設置し、編修協力をしております。

2008年発行分は50,000円の年間購読料で本会が代行販売をいたします（本価格は国内送料込みです。為替レート、本体価格等が大幅に変更された場合は購読料の改訂があります）。

定期購読を希望される本会会員は書面で、氏名、送付先、会員番号、電話番号・FAX番号を明記の上、本会出版・販売グループへお申し込み下さい。なお、本誌は隔月に年6冊発行され、購読は1年単位となります。

本誌の概要は、英国機械学会Webサイト（下記URL）にてご覧いただけます。

http://journals.pepublishing.com/content/119772/

【申込先】社団法人日本機械学会出版・販売グループ
〒160-0016 東京都新宿区信濃町35番地、
信濃町煉瓦館5階
電話 03-5360-3501 FAX03-5360-3508
E-mail：hamatani@jsme.or.jp

行事カレンダー

講演会

●14th Annual Fuels & Lubes Asia Conference
開催日：2008/3/5-7
開 催 場 所：Grand Hyatt Seoul, Seoul, South Korea
http：//www.flasia.info/

●2008 SAE World Congress
開催日：2008/4/14-17
開催場所：Cobo Center, Detroit, USA
http：//www.sae.org/congress/

●自動車技術会 2008 年春季大会
開催日：2008/5/21-23
開催場所：パシフィコ横浜 , 横浜
http：//www.jsae.or.jp/2008haru/

●日本機械学会第 13 回動力エネルギー技術シンポジウム
開催日：2008/6/19-20
開催場所：北海道大学 , 札幌
http：//www.jsme.or.jp/pes/Event/symposium.html

●7th International Conference on Modeling and Diagnostics for Advanced Engine Systems（COMODIA 2008）
開催日：2008/7/28-31
開催場所：北海道大学 , 札幌
http：//www.e-convention.org/comodia/

●32nd International Symposium on Combustion
開催日：2008/8/3-8
開催場所：McGill University, Montreal, Canada
発表申込締切：2008/4/21（Work-in-Progress Posters）
http：//combustion2008.mcgill.ca/

●日本機械学会 2008 年度年次大会
開催日：2008/8/4-6
開催場所：横浜国立大学 , 横浜
発表申込締切：2008/3/3
http：//www.jsme.or.jp/2008am/

●FISITA 2008 World Automotive Congress
開催日：2008/9/14-19
開催場所：Munich, Germany
http：//www.fisita2008.com/

●第 7 回日韓熱流体国際会議（The 7th JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference）
開催日：2008/10/13-16
開催場所：北海道立道民活動センター , 札幌
http：//www.e-convention.org/tfec2008/

●自動車技術会 2008 年秋季大会
開催日：2008/10/22-24
開催場所：名古屋国際会議場 , 名古屋
発表申込締切：2008/4/25

編集後記

今年度より津江委員長のもと広報委員会幹事を務めさせて頂いております九州大学 森上です。志賀前委員長、三上前幹事よりの完璧な引継ぎのお蔭で未熟ながらなんとか任に当たらせて頂いております。広報委員会では年 2 回発行のニュースレターとともに、部門 Web サイト（http://www.jsme.or.jp/esd/）を通じてなるべくリアルタイムに情報をお届けすることを心懸けております。Web サイト運営、ニュースレターについてご意見、ご要望がございましたら広報委員会までお知らせ下さい。皆様からの記事も募集しております。

第 85 期広報委員会：委員長　津江　光洋（東京大学、tsuem@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp）
幹　事　森上　　修（九州大学、moriue@mech.kyushu-u.ac.jp）

発行年月日：2008 年 2 月 25 日（アップロード）　　組版：三美印刷株式会社
発　行　者：〒 160-0016　東京都新宿区信濃町 35（信濃町煉瓦館 5 階）
㈳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：(2003) 日本機械学会エンジンシステム部門