



COMPUTATIONAL MECHANICS

計算力学部門ニューズレター No.30

April, 2003



部門長就任にあたって

宮崎則幸
九州大学 大学院工学研究院 化学工学部門

計算力学部門は1988年に機械学会に部門制が発足したのと同時に設立され、今年で16年目を迎えました。計算力学という分野は、まだ数は少ないものの、現在ではその名を冠した講座・研究室が大学にできていますが、設立当時はその認知度は低く材料力学、流体工学等の伝統的な機械工学分野の一部と考える傾向が強かったのではないのでしょうか。しかし、当部門の現在の登録者数は約5400名で、流体工学、材料力学、熱工学、機械力学・計測制御といった伝統的な諸分野の部門に続いて全20部門中で5位に位置しています。このことは設立に携わった方々の先見の明と歴代の部門長の努力の賜と考えます。

機械学会全体の会員数、および各部門の登録者数が減少しているなか、計算力学部門の登録者数はここ5年ほど5400名前後で推移しています。部門を運営していくにはお金が必要ですが、機械学会からの部門交付金は部門登録者数だけでなく、部門活動の活性化度も考慮されるようになってきています。そこで、今年度、部門長に就任するに当たり部門の現状を把握し、今後の部門運営に反映させるため当部門の活動状況を点検してみました。

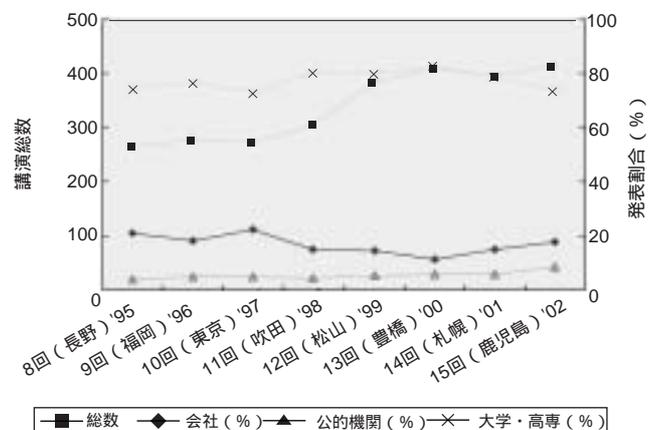
このための参考になる資料として「日本機械学会支部・部門活性化委員会」から出された「部門活動の評価の経緯と評価結果について」があり、学会誌の今年の1月号に掲載されています。ここでは、部門活動の評価項目として

- 学術普及・発展活動： 学術普及・発展活動の実績、
 独自の学術成果公表・普及活動、 当該学術の育成・支援活動
 対外的部門活動： 国際交流の実績、 関連学協会・他

部門等との連携活動、 社会貢献、地域・支部との共同事業

部門活性化活動： 登録会員へのサービス、情報提供、会員増強、財政健全化活動、 将来戦略、新領域開拓活動の3項目があげられています。これらの評価項目を点検した結果、当部門は総合評価としてA、B、Cの三段階評価でAが与えられています。

さて、前記の評価項目を参照して、これまでの活動を自己点検してみたいと思います。まず、学術普及・発展活動ですが、これの中心は部門講演会（計算力学講演会）です。これの最近8年間の動向を下図のようにまとめてみました。



発表講演総数は増加傾向にあります。また、この種の講演会では、大学関係者の発表ばかりで、企業の方の発表が少ないとよく言われますが、その発表割合は、講演総数が増加し

た11回から13回までは低下しましたが、その後次第に増加し10回以前の水準に戻りつつあります。これは、たとえば13回の「ソフトウェアデモンストレーション」、14回の「設計・開発における計算力学」等、企業の方が発表しやすいオーガナイズドセッションのテーマ設定によるところも大きいと考えられます。機械学会の中で企業の方が占める割合は非常に大きいので発表割合が20%でもまだ小さいくらいで、今後とも企業の方の研究発表がしやすいテーマ設定等の努力は怠るべきではないでしょう。

次に対外的部門活動についてですが、計算力学部門は本質的に部門横断的な性格を持っていますので、これまで機械学会の年次大会、講習会等も積極的に他部門と連携して行ってきました。今後もこの路線は継承していくべきでしょう。また、機械学会としても新しい学問分野は境界領域にあるとの認識に立ち、部門の活性度を点数化する際にプレミアをつけるなどして、各種講演会等において部門横断型の企画を奨励するような方策を採るべきであることを当部門としては主張していく必要があると考えます。計算力学に関連する学問領域は機械工学だけでなく、土木、建築、航空、船舶海洋、化学工学（筆者自身の大学での所属も機械工学ではなく化学工学です）、情報工学、電子・電気工学等あらゆる工学分野に関連しています。実際に計算力学講演会には機械工学以外の分野からの参加も少なからずあります。5400名の登録がある当計算力学部門は、理工学における計算力学分野で大きな求心力を持つ存在であることは間違いありません。当部門が核になってこのような他の理工学分野の方々を取り込む企画をするとともに、機械工学の枠にとらわれずに他の学協会に積極的に協力し、計算力学全体の発展に貢献していこうではありませんか。

次に国際交流について検討してみましょう。ASMEとのJoint Conferenceなど定期的に開催可能な国際会議を持っている部門もありますが、当部門ではこのような国際会議を持っていない点の一つの弱点となっています。しかし、不定期に開催する国際会議としてISAC (= International Symposium on Advanced Computing) というものを持っています。1993年に齋藤武雄先生（東北大）がお世話をされて、計算力学一般を対象として仙台で第1回目を開催、第2回目は白鳥正樹先生（横浜国大）を中心として電子デバイス/電子機器にはたす計算力学の役割をテーマとして幕張で1994年に開催されています。また、第3回は松本洋一郎先生（東大）がお世話して混相流の数値解析のテーマで1997年に東京で開催されています。計算力学に関する国際会議としては、世界規模のもとしてWCCM (=World Congress on Computational Mechanics)、アジア-太平洋地区のものとしてAPCOM (=Asian-Pacific Congress on Computational Mechanics)、ヨーロッパ地区のものとしてECCOMAS (=European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering)、米国地区のものとしてUSNCCM (=US National Congress on Computational Mechanics)があり、いずれかが毎年どこかで開催されている状況にあります。したがって、計算力学全般に関する国際会

議を部門として立ち上げるのは困難ですので、ISACを活用してテーマを絞った中小規模の国際会議を不定期に開催することと、上記のような国際会議に積極的にコミットしていくことが必要と考えます。ISACについては1997年以降途絶えていますので来年開催くらいの予定でテーマを募集したいと思っておりますので、皆様方の積極的なご提案をお願いいたします。

社会貢献、地域・支部との共同事業に関してですが、前記の日本機械学会支部・部門活性化委員会の評価委員の当部門に対するコメントでは、このような共同事業がないということが記され、改善が求められています。この点については最近改善の方向に向かっていくと考えます。当部門の社会への貢献の最たるものとして「計算力学技術者認定事業」への貢献があげられます。現在、この事業は学会の工学教育センター直轄となっていますが、その基礎固めを行ったのは吉村忍先生（東大）が委員長を務めて2001年に発足した当部門の技術委員会「計算力学教育認定検討委員会」であり、現在もこの認定事業実施のための「計算力学技術者基準と認定に関する検討委員会」では、吉村先生が委員長を務められているほか、計算力学部門推薦の委員が多数参加してこの事業を軌道に乗せるために努力されています。当部門としては本事業の成功のために今後も貢献が求められています。次に、地域・支部との共同事業ですが、九州地区では2年前に九州地区計算力学研究会を発足させ、地域に根ざした計算力学の普及活動を始めています。これがモデルとなって他地区へ広がることを期待します。

最後に部門活性化活動ですが、登録会員へのサービス、情報提供に関してはcmd-listによる情報の提供に早くから取り組み、機械学会の枠にとどまらず計算力学関連の多様な情報がこれによって提供されています。しかし、cmd-listに登録されていない計算力学部門登録者も多いかと思えます。まだ未登録の方は、下記のホームページより簡単に登録することができますので是非ご登録ください。

<http://www.jsme.or.jp/cmd/Mailinglist/Index.html>

将来戦略、新領域開拓活動は、既存の機械工学の狭い枠にとらわれないことにつきると思います。計算力学という理工学の広い領域にまたがる特性を生かしていけることが当部門最大の強みです。毎年開催される計算力学講演会でも機械学会会員以外の他の理工学分野の方々を巻き込めるような新規なオーガナイズドセッション等を企画し、今以上に外に開けた講演会としていく必要があると考えます。そのことが新領域開拓、会員増強につながると思います。

以上、学会誌の1月号に掲載された「部門活動の評価の経緯と評価結果について」に関連して若干の所見を述べさせていただきました。ここに書いたことを参考にして、計算力学部門が皆様方に有益なものになるよう部門長としてこの1年努力してゆく所存ですので、皆様のご協力を宜しくお願いいたします。



部門長退任にあたって

矢部孝

東京工業大学 大学院理工学研究科 機械物理工学専攻

部門長をおおせつかり1年があつと言う間に過ぎてしまいました。色々な企画を実現するにも、学会誌に載せる期限などとの関係で、どうしても1年という期間で何かを仕上げることの難しさを痛感いたしました。ホームページの充実、競技会表彰の新設なども、まだ形だけしか出来上がっておりませんので、次期部門長の宮崎先生によるしく御願ひするしかございません。ですから、退任に際して、こんなことをやったと誇れるほどのことはなく、ただ精一杯頑張りましたというだけです。

この1年の任期中につくづく感じたことは、多くの先輩達

によって築き上げられた計算力学部門の活気あふれる雰囲気は、これからも大切に守って行かねばならないということです。計算力学講演会も確固たるものとなり、皆様の心の中で、1年のうち最も力を入れて講演をなさる会議となっていると確信しております。退任はいたしますが、これからも積極的に計算力学部門に貢献して行きたいと思っております。

最後ですが、本年は計算力学部門の15周年ということもあり、計算力学の黎明期に活躍され、多大な貢献をされた方々を表彰し、そのご業績をたたえたいと考えております。次の20周年、30周年に向け、皆様と共に頑張りましょう。

部門賞



2002年度計算力学部門賞贈賞報告

田中正隆

表彰担当委員会委員長 / 信州大学 工学部 機械システム工学科

計算力学部門では、1990年度より部門賞として功績賞、業績賞を設けています。功績賞は、学術、技術、教育、学会活動、出版、国際交流などで計算力学の発展と進歩に幅広くまた顕著な貢献のあった個人を、業績賞は、計算力学の分野で顕著な研究または技術開発の業績を挙げた個人をそれぞれ対象とするもので、2001年度までに功績賞21名、業績賞23名の方々がそれぞれ受賞なさっています。歴代受賞者の一覧は、部門ホームページ <http://www.jsme.or.jp/cmd/> に掲載されています。

2002年度の部門賞については、当ニューズレター No.28 に推薦依頼のご案内を掲載し、2002年6月28日までに推薦のあった候補者の方々に選考委員による慎重かつ厳正な審査を行った結果、9月26日の部門拡大運営委員会において次の方々が受賞者に決定されました。

功績賞 Stanley Osher 教授

(米国 University of California, Los Angeles, Department of Mathematics)

業績賞 大林茂 助教授 (東北大学 流体科学研究所)

業績賞 山崎光悦 教授 (金沢大学 工学部 人間・機械工学科)

業績賞 北村隆行 教授 (京都大学 大学院工学研究科 機械物理学専攻)

これを受けて、第15回計算力学講演会(鹿児島大学)の会期中の11月3日に部門賞授賞式を開催し、これらの方々に英文表記された記念の楯をお贈りしました。

以下に、受賞者の方々をご紹介します。

Stanley Osher 先生は、圧縮性流体の高精度双曲型解法である TVD 法をさらに安定かつ高精度にした ENO (Essentially Non-Oscillating) 法の提案者であり、液体・気体等の表面を記述する Level Set 法の生みの親としても知られています。二つの全く異なった領域でこのような大きな提案を行っておられます。後者の応用範囲は非常に広く、液滴の表面張力や固体表面の記述はもとより、氷の結晶形成や、イメージプロセッシングなどにも使用されてきています。このように国際的に、非常に大きな影響力を持つ一つの証として、先生の仕事は、Level-Set の論文の被引用件数 536 件を始めとする多くの引用を受けておられます。また、下記のような国際的なメディアによっても取り上げられておられます。

Science News(1999) Die Zeit (1999), SIAM News (2002) 他先生のご略歴は次の通りです。

1966年 New York University (J.T. Schwartz, thesis advisor) 卒業、Ph.D.

1968年 Assistant Professor, University of California Berkeley

1970年 Associate Professor, SUNY, Stony Brook

1975年 Professor, SUNY, Stony Brook

1977年 Professor, UCLA, 現在に至る

大林茂先生は、数値流体力学の分野において、先駆的で実用的な多数の業績を挙げられました。先生は、圧縮性ナビ

エ・ストークス方程式をいかに早くかつ精度良く解くかという数値計算法に関する研究と、その応用としての3次元大規模計算の研究、CFDをベースとした流体機械の形状最適設計法、逆解法の応用と最適化、流体と構造の連成問題等の幅広い分野で活躍されておられます。最近、進化的計算法を用いた多目的最適設計や、高次精度CFDを用いた空力・構造・飛行力学の統合シミュレーションに関連する研究で国内の研究をリードしておられます。先生のご略歴は次の通りです。

- 1982年 筑波大学第1学群自然科学類数学主専攻卒業
- 1987年 東京大学大学院工学系研究科航空学専攻博士課程修了・工学博士
- 1987年 米国国立研究審議会客員研究員（米国航空宇宙局エイムズ研究所）
- 1989年 エムキャット研究所（MCAT Institute）上級研究員
- 1994年 東北大学工学部助教授
- 1995年 東北大学大学院工学研究科に配置換え
- 2000年 東北大学流体科学研究所に配置換え、現在に至る

山崎光悦先生は、計算固体力学の分野において、多くの設計理論の構築、シミュレーション手法の開発など、先駆的で実用的な多数の業績を挙げてこられました。先生は、構造最適設計問題や接触解析、適応構造制御に関して数理的基礎研究を中心に一連の研究を行い、関連する計算力学分野の確立とその設計分野への応用に多大の貢献をなされました。特に、計算力学のシミュレーション機能をフルに活用した非線形構造応答の最適化、動的圧潰解析法を利用した衝撃吸収の最適化に関する研究業績は卓越しており、高く評価されておられます。また、東アジア地区における構造最適化分野の国際交流と同分野の発展に顕著な貢献をな

されてこられました。先生のご略歴は次の通りです。

- 1974年 金沢大学工学部機械工学第二学科卒業
- 1976年 金沢大学大学院工学研究科機械工学専攻修士課程修了
- 1976年 金沢大学助手（工学部機械工学科弾性工学講座）
- 1982年 大阪大学 工学博士
- 1983年 金沢大学講師（工学部機械工学科）
- 1985年 金沢大学助教授（工学部機械工学科）
- 1994年 金沢大学教授（工学部機械システム工学科）、現在に至る

北村隆行先生は、計算材料強度学の分野において、先駆的で実用的な多数の業績を挙げてこられました。高温疲労において、多数の微小亀裂が微視組織下で成長する挙動を、モンテカルロ法を用いて解析する手法を提案し、高温機器の寿命評価法の発展に寄与されました。また、格子拡散クリープおよび粒界拡散クリープにおけるキャビティ成長挙動を明らかにするとともに、LSI配線で大きな問題となっているストレスマイグレーションやエレクトロマイグレーションによる欠陥成長について先駆的な研究を行ってこられました。さらには、原子構造体の強度についても、第一原理解析や分子動力学法による先進的研究を展開し、電子デバイスの強度に関連する国内の研究をリードしておられます。先生のご略歴は次の通りです。

- 1977年 京都大学卒業
- 1977年 京都大学大学院修士課程入学
- 1979年 同上修了
- 1979年 電力中央研究所入所
- 1984年 同上 退所
- 1984年 京都大学工学部（1996年より大学院工学研究科）
- 1987年-1988年 NASA Lewis 研究所 招待研究員
- 現在に至る



Osher 教授からのメッセージ

Stanley Osher
University of California

I was deeply honored to be named the recipient of the Computational Mechanics Award from the Japan Society of Mechanical Engineers. I have visited Japan several times and have always been very impressed with the level of scientific research being done in this area by Japanese researchers. I also regret that I was not able to attend the November 2 meeting, but look forward to visiting again soon.

Again, I view this award as a great honor and I am very happy to accept it.



部門業績賞をいただ

大林茂
東北大学 流体科学研究所

この度は、計算力学部門業績賞をいただき、大変光栄に存じます。このような栄えある賞をいただけたのも、これまでご指導頂いた諸先生先輩方、切磋琢磨しあった研究仲間や後輩の皆さんと巡り会えたおかげであり、この場をお借りして厚くお礼を申し上げます。また、大学院時代からこれまでの研究歴は、スーパーコンピュータの発展なくしては語れないものであり、スパコンの開発・導入・利用環境の整備にご努力いただいた諸氏に深く感謝の意を表したいと思っております。

さて、今回の受賞の対象となった数値流体力学（CFD）の研究ですが、自分の研究を一言で表せば「大規模流体計算」につきると思います。大学院時代には、宇宙研の桑原邦郎先生の元で様々な計算をさせていただきました。また、現在宇宙研の藤井孝蔵先生と当時開発中であったFujitsu VP400を

工場へ行って夜間利用し、当時としては計算機の性能を使い切るような3次元翼まわりの計算を行いました。博士課程修了後7年間過ごしたNASA Ames 研究所では、CRAY XMP・2・YMP・C90と更新された歴代のスパコンを利用し、特に後半は空力弾性を含む3次元非定常 Navier-Stokes 計算を行い、トップユーザの一人となりました。ある時は、Convex の5 GB のディスクを2週間借り切って、C90で計算した非定常流れの動画を作成したりしました。

帰国後は東北大学工学部に採用となり、東北大流体研 C90、東北大大型計算機センター NEC SX-4、航空宇宙技術研究所数値風洞 (NWT)、理化学研究所 VPP700 などを利用させていただき、ほんの数回の CFD 計算で形状が設計できる逆解法から、数千回の CFD 計算を必要とする進化的計算法まで、いろいろなアプローチで Navier-Stokes 計算に基づく形状最適化の研究を行いました。東北大流体研に配置替えとなった3年前より流体研の SX-5・SGI ORIGIN2000 を利用し、最近では東北大情報シナジーセンター SX-7、航空宇宙技術研究所の NWT III も利用させていただいております。

超音速翼の多目的最適化では、ORIGIN2000 を利用しておよそ9000回の3次元 Navier-Stokes 計算を行いました。多目的最適化ではトレードオフを表すパレート集合が解となります。この9000回の Navier-Stokes 計算で、およそ760個の近似パレート解を得ることができました。9000という数には驚かれる方も多いかもしれませんが、この計算にかかった費用をスパコンの年間レンタルから割り出すと、航空宇宙分野で利用される大型風洞の1日の使用料のわずか数分の一に過ぎません。計算費の心配より、760個の設計データから如何に有用な情報を抽出するかが重要といえましょう。今後は大規模計算からの知識発見に力を注ぎたいと思っています。

これまで、多くの方々のお力添えがあって研究を進めていくことができました。今後の計算力学の発展のためには、さらに分野を越えた研究者の協力による相乗効果が不可欠だと思います。様々な分野の研究者が集まる計算力学部門の皆様のご指導・お力添えをもちまして、微力ながら計算力学の発展に尽くしていきたいと思っておりますので、今後ともよろしく願い申し上げます。



業績賞を受賞しての 雑感

山崎光悦
金沢大学 工学部 人間・機械工学科

この度、計算力学部門より業績賞を頂いたことを大変光栄に思っております。私は30年近くにわたって主に構造最適設計法に関する研究に従事してきました。思い起こせば、大学院修士課程の学生であった折に尾田十八先生の導きで形状最適化のテーマに取り組んだのが、構造最適設計との最初の出会でした。当時は応力解析が弾性論に基づく数値解析から有限要素解析 (FEM) に移りつつある時代で、身の回りのコンピュータ容量、処理速度も今に比べるとはるかに貧弱で、現在のように十分な精度で有限要素解析できるほど要素数も取れない状況でした。したがって、FEMをベースに要素の

大きさを膨らませたり、収縮させたりして、応力基準の最適形状決定を試みるというのはかなり斬新ではありましたが、今から考えてみると精度上かなり怪しい結果でもあったように思います。

その後、機械学会の材料力学分野では破壊力学全盛時代を迎え、最適設計の研究は国内では余り見られなかったため、接触解析などに夢中になった時もありました。しかし故瀬口靖幸先生のいろいろなアドバイスや先生の研究グループの活動が支えとなって、お陰でなんとか最適設計のテーマを捨てることもなく今日に至りました。その頃、米国、欧州を中心に着々と設計手法の開発や応用研究が進んで、それに触発されて骨組構造や薄板殻構造の補強リブ形態の設計問題に細々とですが取り組みました。1980年代から1990年代前半は、欧米では大規模設計問題を効率良く解くための近似法や、それを利用する際に必ず必要となる設計感度解析法の開発が主流でした。当時、土木学会をフィールドに長年、コツコツと最適設計に取り組んでおられた室蘭工業大学 (当時) の杉本博之先生との出会いが自分の最適設計法研究の一つの転機になったように思います。杉本先生の紹介で、カリフォルニア大学サンタバーバラ校の機械・環境工学科教授であった Vanderplaats 先生に師事する機会を得、近似法をはじめ実用的な設計法開発に目を向けるようになりました。

構造解析手法として境界要素法 (BEM) が FEM にとって代わりそうな勢い (FEM が予想以上に浸透していたことや、BEM では大規模問題の行列の縮小ができないことが原因で、実際にはそうはならなかった) にあって、最適化のための境界形状の変更に伴う要素形状のゆがみをどうやって自動的に調整すればよいのか悩んでいた折、境界形状のみ要素分割すればよい BEM は形状最適化に取り組んでいる者にとって極めて魅力的でした。そのため BEM による設計感度解析や三次元形状最適化に取り組んだのもその頃です。

その後、エッセン大学 Rozvany 教授の提唱で、構造及び複合領域の最適化世界会議 (WCSMO: World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization) が1995年に始まり、その後から最適化に関する国際的な研究交流にも頻繁に参加するようになりました。中国や韓国をはじめ東アジア諸国の構造最適化研究者との交流を促進するためにジョイントシンポジウムを始めたのもこの頃です。最近では、日中韓の3国を中心に構造及び機械システムの最適化シンポジウム (CJK-OSM) を隔年で定期的開催するようになりました。2004年には第3回シンポジウムの日本での開催を予定しています。

ここ数年は主に非線形構造応答の設計感度解析や最適化、適応構造制御などの研究に力を注いできました。最適設計分野では、均質化法や密度法による形態最適化研究が一段落し、最適設計環境支援ソフトウェアの普及に助けられて、構造最適化に止まらず、各種シミュレーションをベースにした熱流体問題や電磁場問題、それらと構造の複合問題の最適化研究や、その実用設計への応用が進みました。遺伝的アルゴリズム (GA) をはじめとする進化的アルゴリズムの最適設計への応用研究も今日の同分野の特徴でしょう。一方、CAE や最適設計法が普及して設計業務に取り入れられるようになりつつありますが、それを手放して喜べる訳ではないようです。つまり、ソフトを使えば設計解は得られますが、それがどうして最適なのかの事後分析をしないため、設計に関する知識や経験、ノウハウが若手技術者に残らないことが新たな問題と

なっています。今後、それを解決する支援法の研究が必要ではないかと考えています。科学技術創造立国を標榜するわが国のモノ造り復権を目指した設計支援の研究や、生物に学ぶバイオニックデザイン研究など、最適設計の新旋風を日本から巻き起こすために、決意を新たにして微力ながら今後も邁進したいと考えております。関係諸兄の叱咤激励、ご指導を切に願います次第です。



再起

北村隆行
京都大学 大学院 工学研究科

生きていることは不思議なことであり、その中で何かに意欲を持つということはもっと不思議なことであると思う。

6年前に遡るが、予想もつかぬ凶事の連続発生があり、全力で対処したが事態の好転を得ることはできなかった。そのとき、研究に対する意欲を完全に失ってしまった。「失われた10年」という言葉があるが、私にとっては「失われた6年」である。病気によって舌を1/3切除した家内が、「チョコレートも石鹸も同じ味」と言っていたのと同じ感覚を初め

て実感することになった。研究を行うために最も重要な要素が「感性」であることを知るとともに、その機微を味わうための感覚器官を喪失したことを明確に認識した。

それ以来、長い冬眠生活を送ってきたように思う。時間に追われることを望み、日々の浪費を目指していたようにも感じる。しかし、昨年あたりより自分の深いところで小さな暖かみの発生を感じるようになってきていた。それまで無感覚だっただけに、「感性」の蠢動には言葉にならない喜びがあった。周囲の若い研究者の「意欲」と家族の成長が、凍りを溶かす熱源としての機能を発揮したように思う。

今回の講演会が開催された「鹿児島」は学生時代より何度も訪れた地であり、そのときからの友人も住んでいるとても気に入った土地である。また、家内が病に倒れる3ヶ月前に、子供達が少し大きくなったからと言い訳をして、2人で旅行に出かけた場所でもある。講演会に先立って友人との再会を準備したりして、再訪問に心浮き立つものを感じていた。そのときに、計算力学部門より「業績賞」の受賞をお知らせいただいた。自分の軌跡を考えて不相応とも考えたが、「新たな意欲を育てよ」という天の意思と理解して、心より感謝していただくことにした。この受賞を契機として、若い研究者の「感性」と「意欲」を養成できる環境を作ってゆきたい。

研究室のメンバーをはじめとして冬眠生活を辛抱強く支えていただいた多くの人々や家族とともに、この喜びを分かち合いたい。

トピックス



タイヤのハイドロプレーニング現象と計算力学

小石正隆
横浜ゴム株式会社

1. はじめに

まずは下図をご覧ください。これは水しぶきを上げながら回転しているタイヤの流体・構造連成現象、すなわち、ハイドロプレーニング現象の数値シミュレーションを可視化したものである。



図1 ハイドロプレーニング現象の計算結果

普段は自動車に対して格別の思い入れがない人にとっても、例えば、雪道をドライブされる場合はタイヤ性能（雪上および氷上性能）の重要性を認識されるのではないかと。タイヤは自動車を構成する数多いパーツの中の一つではあるが、路面と自動車との相互作用を直接支配する重要なパーツであるため、数年前の米国を中心としたSUVの安全問題を引き合いに出すまでもなく、安全性にとっても重要な役割を担っている。ここで紹介するハイドロプレーニング現象も、タイヤと路面との間に水膜が介在することにより操縦性や制動性の低下を招くという安全性に関わる重要な問題である。

安全性はもとより、タイヤには以下の基本性能が求められる。

- * 荷重支持機能
- * 制動・駆動機能
- * 緩衝機能
- * 進路保持機能

これ以外にも多岐にわたる性能が要求され、各性能間には二律背反性が多く、タイヤの設計ではトレードオフ問題を如何に克服するかが課題となっている。タイヤ開発の現場では、多目的（複合領域）最適化問題におけるパレート解探索と多

目的意思決定という、最適化研究のホットな話題と日々格闘している。その中で、タイヤ開発の方法論に合理性を与え、尚且つ開発期間を短縮するために、FEMに代表されるCAEツールの導入が早くから進められてきた。本トピックスでは、流体・構造連成をキーワードとして計算力学という視点でタイヤについて紹介したい。

2. タイヤモデリングの特徴

乗用車用タイヤの構造を紹介しながら、計算力学の立場からみたタイヤモデリングの特徴について触れてみたい。外観上、タイヤは黒いゴムのトロイダル形状をした一種の压力容器である。しかしながら、図2に示すように、タイヤの内部構造は複雑で、ゴム単体の部材と有機繊維やスチールコードなどで補強された繊維強化ゴムを複数組み合わせた複合構造物であることがお判りいただけるだろうか。図中のCap Tread、Side Wall、Bead Filer、Inner Linerはゴム単体の部材、また、Belt、Carcass、Beadは繊維強化ゴム部材であり、大きく撓みやすい構造となっている。そのため、数値シミュレーションにおいても、充填空気圧による変形追従力(荷重剛性)、路面との接触や大変形を考慮する必要がある。

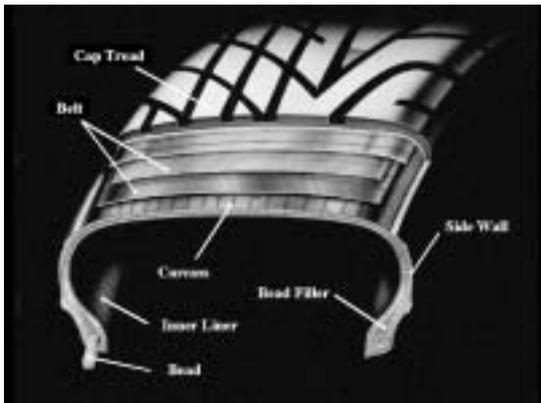


図2 乗用車用ラジアルタイヤの構造

先に述べたさまざまな要求項目において所望の性能が発現されるよう、タイヤ表面の溝デザイン(トレッドパターン)やタイヤ形状と共に、各部材の配置や材料特性を定めることがタイヤの設計である。ゴムは、カーボンやシリカなどの補強用フィラーと共に、各種配合剤を調合することで目的に応じて力学的性質を変化させることが可能であり、各部材ごとに力学特性の異なるゴムを配置している。ゴム材料は応力とひずみの関係が逆S字型の非線形関係を示す超弾性材料であることが知られているが、フィラーを添加したゴムは載荷・除荷の繰り返し過程で生じる軟化現象(Mullins効果)やひずみ速度依存性を有しているため、ゴムの数値シミュレーションでは目的に応じた材料モデル(構成方程式)の選択と物性評価技術が非常に重要となる。

このように、タイヤの解析では線形問題として簡単化できる場合がほとんど無いことがわかる。整理すると、タイヤの数値シミュレーションでは以下に示す項目が要求される。

- * 大変形
- * 材料非線形(超弾性、粘弾性、軟化、劣化)
- * 回転接触(定常、非定常)
- * 複合問題(流体・構造連成、音響・構造連成)

さらに、ハイドロプレーニング現象など特定の数値シミュ

レーションではトレッドパターンのモデル化が不可欠となるが、そのモデル化も厄介な問題である。

3. タイヤのハイドロプレーニング現象

弊社テストコースでのハイドロプレーニング性能評価試験の様子を図3に示す。ハイドロプレーニング現象とは、雨の日などに水膜で覆われた路面を高速で自動車を走行させた際に、タイヤと路面間に溝膜が介在してタイヤの摩擦力が失われる現象である。すなわち、水から受ける動圧がタイヤの接地圧力よりも高くなるためタイヤと路面間に水膜が侵入してタイヤの摩擦力が失われる弾性流体潤滑現象である。多くのトライボロジーの分野では、摩擦低下は望ましい方向ではあるが、タイヤの場合は逆に好ましくない。



図3 ハイドロプレーニング性能評価試験

ハイドロプレーニング発生過程のタイヤ・路面間は、いわゆる混合潤滑状態にあり、次の3つの領域(図4)として考えられる。

- * 領域A: 完全ハイドロプレーニング領域
- * 領域B: 部分的ハイドロプレーニング領域
- * 領域C: 完全固着領域

領域Aは、水がタイヤ表面に衝突した時の動圧によってタイヤが路面から浮き上がっている領域である。領域Bは、タイヤと路面の間に薄い水膜が介在しタイヤが部分的に浮き上がっている領域、領域Cは、タイヤと路面が完全に固着している領域である。自動車がごく低速で走行している場合には、タイヤと路面の間に水膜が介在しない領域Cが支配的であるが、自動車の速度が上昇するにしたがい、水膜によって生じる動圧が上昇してタイヤが浮き上がる領域Aが支配的となり、ついにはタイヤが完全に浮き上がってしまう。

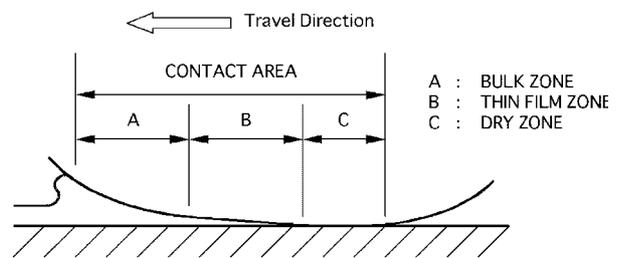


図4 ハイドロプレーニング発生過程

4. ハイドロプレーニング現象の数値シミュレーション

タイヤのハイドロプレーニング性能の良し悪しはトレッドパターンの排水能力に大きく依存する。従って、ハイドロプレーニング現象の数値シミュレーションではトレッドパター

ンの溝デザイン（配置及び寸法）を考慮しなければ実用上意味がない。このトレッドパターンはタイヤの顔であり、多分に意匠デザインとしての側面がある。タイヤを開発する際には、デザインの意匠性にタイヤ性能を加味して最終的なパターンを決定している。一度、身近なタイヤのトレッドパターンをご覧になればお解り頂けるが、大小さまざまな溝で構成され非常に複雑な形状をしたものが少なくない。

複雑な曲面をなすタイヤ表面上に配されたトレッドパターンをメッシュに分割、しかも、実用的に意味のある計算精度を得るためには六面体要素で分割しなければならない。また、ソルバーとして陽解法コードを利用するため不必要な微小要素は除外したい。人手に頼った力任せのモデリングでは効率が悪いので、市販の六面体要素自動分割ツールをいくつか試用してみたが、満足いくものは無く、最終的にはタイヤトレッドパターン専用の六面体自動要素分割ツールを自社開発するに至った。また、所定の速度で回転しているタイヤの接地形状や接地圧分布を精度良く安定して得るための工夫も必要となり、ここで得られたノウハウは他のタイヤ性能シミュレーションへと発展していった。このように、ハイドロプレーニング現象のシミュレーション技術開発は、我々にとって一種のランドマークプロジェクトとして、さまざまなシミュレーション技術開発を伴って結実した。

ハイドロプレーニング現象のシミュレーションでは、ラグランジュ的なFEMで離散化したタイヤモデルが回転しながら水膜に覆われた路面上を走行するため、流体・構造間の界面が時々刻々と変化していく。そのため、流体と構造との界面で整合性のとれたメッシュを必要とするカップリング手法では、タイヤの踏み込み側と蹴り出し側で流体メッシュの生成・消滅を繰り返す必要が生じ取り扱いが厄介となる。そこで、ハイドロプレーニング現象の解析では、独立した構造メッシュと流体メッシュをオーバーラップさせ、構造メッシュの幾何情報を利用して界面をトラッキングしている。流体領域のシミュレーション手法として、有限体積法[1]や、Multi-Material ALEで定式化した有限要素法[2]が利用されている。かつては、ほとんど夢物語とも思えたシミュレーションであるが、今日では、タイヤ回転速度の上昇と共にハイドロプレーニングが発生する過程を直接計算でき、タイヤ開発にとって有用な情報が得られるようになってきた。

しかしながら、これまでの手法には、

- * 狭い溝デザインの検討には膨大な流体メッシュが必要
- * 非定常な流体軌跡を直接計算できない
- * ボイド領域にもメッシュが必要
- * 可視化した計算結果（水の動き）にリアリティーが無い

といった問題点があげられる。最後の項目は技術的な要求というよりも商品コマーシャルサイドからの要求である。それらの問題点を解決するため、我々はハイドロプレーニング現象のシミュレーションにSPH（Smoothed Particle Hydrodynamics）[3,4]を適用している。

5. SPHを適用した数値シミュレーション

SPHは粒子情報のみを利用するラグランジュ的な離散化手法であるが、歴史的には、メッシュを必要としないメッシュフリー法のトップバッターとして捉えることができる。その後、RKPMと称する手法へと改良を施され、高精度化された[5]。SPHによる場の近似では離散的に完全性を満足しな

いため数学的な収束性が保証されていないものの、バックグラウンドセルという隠れたメッシュを利用する他のメッシュフリー法とは異なり、全くメッシュ情報を必要としない。とりわけ、SPH領域に対して境界条件を課さないハイドロプレーニング現象の解析は、SPHの良い適用例ではないか。

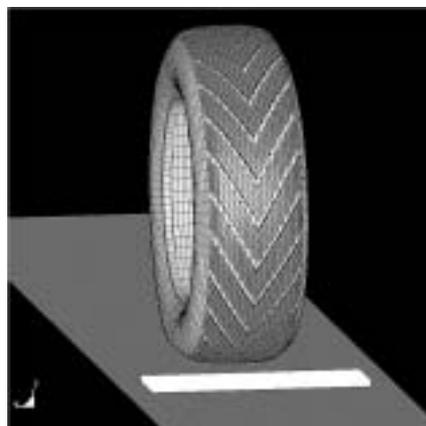


図5 シミュレーションの設定

以下、SPHを適用したハイドロプレーニング現象のシミュレーション事例について紹介する。問題設定を図5に示す。ここで、まずタイヤはFEMでモデル化し、流体（水）をSPHでモデル化している。タイヤに所定の内圧と荷重を付与し、剛表面でモデル化した路面上に接地させる。次に接地変形したタイヤを所定の走行速度まで加速し、その後一定速度で接地回転しながら水膜（SPH粒子）上を通過させることで、排水性能を予測する。

初めに、V字型の溝形状（方向性パターン）を有するタイヤの回転方向が排水性能に与える影響について解析した結果を示す。図5に示すタイヤの進行方向は手前であるが、このときの回転を正転、逆向き回転を逆転と称する。正転とは排水性能が良い回転方向（装着方向）という意味である。

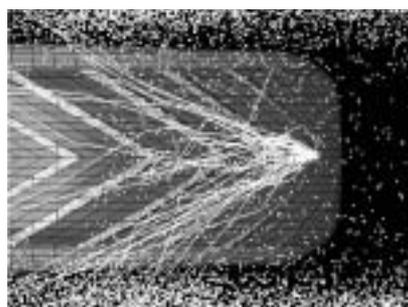


図6 路面下から見たタイヤ中心部の粒子軌跡（正転時）

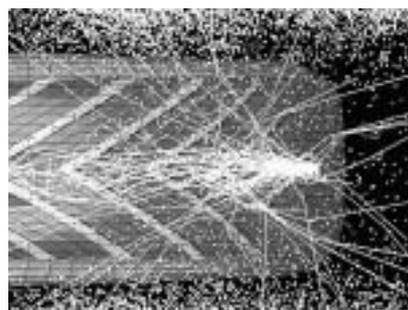


図7 路面下から見たタイヤ中心部の粒子軌跡（逆転時）

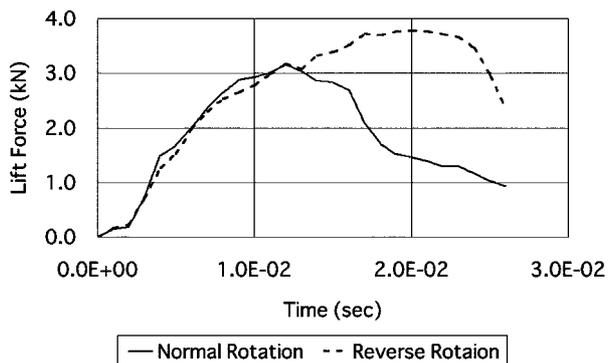


図8 リフトフォースの時刻歴

図6と図7に正転時と逆転時それぞれの場合について、路面下から見たタイヤ中心部の粒子の移動軌跡を黄色線で示している。なお、進行方向は左であり、図は水膜上を通過した状態を示している。この結果より、正転時には、タイヤ接地面中央に位置する水は、溝に沿った方向に効率良く排水されている様子が確認できる。一方、逆転時にはタイヤ接地面中心部の水は四方八方に移動しており、この溝配置では良い排水効果が得られないことが分かる。さらに、タイヤが受けるリフト力の時刻歴グラフを図8に示す。このグラフからも、正転時ではリフト力が低く排水性能に優れることが確認できる。これらの結果から、排水性能に優劣が生じるメカニズムを容易に知ることが可能となる。この数値シミュレーションで得られた排水性能指数は、実車試験（図2）との比較から、定量的にも良く一致していることを確認している。

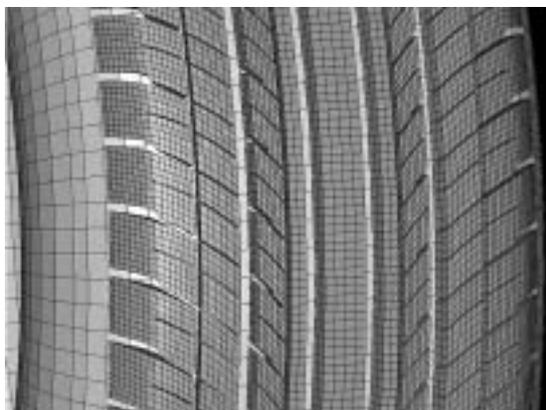


図9 タイヤFEモデル(トレッドパターン)の拡大図



図10 路面下から見た排水状態と粒子軌跡

以上示したV字型溝を有するタイヤはシミュレーション検証のために特別に作成したものであり、図5に示すように、トレッドパターンは比較的太い溝のみで構成されている。そのため、溝内部を流れる粒子の計算も比較的容易である。しかしながら、一般の市販タイヤ、特にNV性能を重視するカテゴリーのタイヤでは細い溝を多用したデザインが少なくない(図9)。そこで、SPH粒子が細溝内部にも流れていくかどうかを確認した。ここでは、タイヤを約14万要素の有限要素で、水を約15万のSPH粒子でモデル化している。水しぶきを上げながら水膜上を通過する様子の計算結果を図1に示す。図10は、路面下から見た排水状態と共に、タイヤの回転走行に伴う水粒子の軌跡を黄色線で示したものであるが、細い溝の内部にもSPH粒子が流れていることが確認できる。このように、細溝を多用したトレッドパターンの排水性能検討にもSPHは有用であると考えられる。

6. おわりに

ハイドロプレーニング現象を中心に、タイヤにまつわる計算力学の一端を紹介してきた。ここで紹介したシミュレーション技術は学術的な観点からは確かに完成されていないものの、企業にとっては利用価値の高いアウトプットを得るに至っている。

最近では、高速で安価なコンピュータ、効率的な並列計算技術、高度化された計算手法を背景とした複雑で大規模な計算が日常化し、企業での数値シミュレーションも以前とは隔世の感がある。膨張を続ける宇宙のように、シミュレーション技術者の大規模計算に対する欲望はますます膨らみそうだ。確かに、大規模で、詳細な計算モデルで得られる計算結果が一種の美しさを放っていることは否定できない。また、これまで計算できなかった複雑現象の数値計算を実現していく過程は、困難さ以上の醍醐味に溢れている。しかしながら、そのようなダイナミズムに溢れた現場に身を置きながらも、力任的な大規模計算の対極としてエレガントな計算力学の道もあるのではないかと考えてしまう。

それはさておき、腕に覚えのあるみなさん、今をときめくナノテクでもバイオテクでもないけれど、まだまだ困難な課題が眠っているタイヤ解析にチャレンジしてみませんか。

参考文献

- [1] Okano, T. and Koishi, M., Tire Science and Technology, Vol.29, 2001.
- [2] Koishi, M. and Olovsson, L., 1st MIT Conference on Computational Fluid and Solid Mechanics, June 12-15, 2001.
- [3] Monaghan, J.J., Annu. Rev. Astron. Astrophys., Vol. 30, 1992.
- [4] Lacombe, J.L., FEA Information International News, October & November, 2001.
- [5] Liu, W.K., Jun, S. Li, S. Adee, J. and Belytschko, T., Int. J. Numer. Methods Eng., Vol.38, 1995.

特集 連成問題 (Multi-Physics)



The Development of General Purpose Finite Element Programs for Multi-Physics

Pedro V. Marcal
PVM Corp.

Introduction

The writer was previously engaged in the development of a general purpose program for Structural Mechanics.[1]. The general framework defined then for a general purpose program served as a blueprint for the development of the MARC program and in turn concepts of general purpose programs were extended and clarified by the developments in the program. In this discussion we consider the effects of introducing a fluid finite element based on the Eulerian frame of reference and its insertion into what was previously a Lagrangian frame of reference world. The discussion will be given specificity by considering how the concept applies to the Finite Element Visual Analysis (FEVA) general purpose program.

Interface Between Fluid and Solid Elements.

In FEVA the fluid element is based on the optimal Least Squares Finite Element Analysis (LSFEA) [2] method. Each node has 7 degrees of freedom, namely 3 velocities v_i , 3 vorticities w_i and a pressure degree of freedom. The solution of the fluid flow equations are based on the solution of the total degrees of freedom of v , w and p . On the solids side we have only the three displacements u_i . The formulation on the Lagrangian solids is made in terms of nonlinear incremental analysis and is cast in terms of an increment in time so that the degrees of freedom solved for are effectively the velocity, $D_0 u_k$. Where the subscript D_0 denotes differentiation in time in the Lagrangian frame. The velocity of a moving particle in the fluid domain is given by $v_d j u_k + d_0 u_k$. Where d_j denotes partial differentiation w.r.t. the coordinate directions and d_0 denotes partial differentiation w.r.t. time in the Eulerian Frame. A fluid particle that is now at the fluid solid interface (ie a common node) may be thought of as having a zero value of v as well as $d_j u_k$ in the solid volume so that at the interface we have $d_0 u_k$ and $D_0 u_k$, and since this is the same particle, we can equate the two Eulerian and Lagrangian degrees of freedom. The coupling is automatic and we will term this Automatic Eulerian Lagrangian coupling (AEL) in similar fashion to the more popular ALE methods. Finally we note that this method allows us to couple the degrees of freedom directly in what is generally referred to as strong coupling. This allows us to better handle the highly nonlinear interactive effects between the fluid and solid interaction.

Heat Transfer

Heat Transfer occurs in both the Fluid and the Solids field. The formulations must be made in different frames of reference for the two domains. In the Eulerian frame, the rate of change of temperature of a particle is given by the material rate of change

$$T' = v d_j T + d_0 T.$$

In order to capture the temperature field in a rapidly moving fluid field we must include the $d_j T$ ie the flux terms. We have found that when the conservation equations are solved without introducing the flux terms we converge to a wrong answer. This is particularly evident in the solution of natural convection problems. In fluid flow terminology the solution of the heat transfer problem is called a species or a transport problem. In these transport solutions diffusion and other exchanges are allowed to take place in the moving velocity streams. Many technologically important problems are handled by species degrees of freedoms such as multi-phase mixing, k-epsilon formulation for turbulence and etc.

Eigenvalue problems in Fluid fields

The fluid flow equations give rise to two forms of eigenvalue equations that parallel the eigenvalue problems in solids.

We write the fluid equations in matrix form as

$$M \{d_0 v\} + [C(d_j v_k)] \{v\} + [K] \{v\} = \{P\}$$

From this we obtain the buckling eigenvalue problem for the steady state.

$$[K] \{v\} + \lambda [C] \{v\} = 0$$

assuming linear variation of the Convective Matrix C w.r.t. $d_j v_k$.

For more accuracy we may adopt the in situ buckling procedure where the solution is calculated near the buckling point. Note that this equation clearly tells us that there is a limit on the laminar flow. The instability evidences itself in formation of vortices which are then shed in an unsteady flow.

and for the next eigenvalue problem we have the modal equation

$$\omega [M] \{d_0 v\} + ([C+K]) \{v\} = 0$$

Note that the convective matrix C plays the same role here as the geometric stiffness matrix in the equivalent formulation of the natural frequency analysis of solids.

The General Purpose Concept.

In the general purpose concept, we describe our features as components of several libraries. It is the developer's responsibility to see that these libraries are consistent and interface correctly with each other as well as within each library. The inclusion of multi-physics results in a Domain Library. FEVA's Domain Library is currently given by the following:-

Domain Library

1. Stress Continuum field, Lagrangian frame.
2. Fluid Flow field, Eulerian frame
3. Heat Transfer field, Eulerian .

4. Heat Transfer, Lagrangian frame
Analog fields as subset of above,
5. Harmonic field (electro-static, seepage)
6. Biharmonic field (electro-magnetic)

Also in the solution of the resulting nonlinear FE equations it is convenient to introduce a library of solvers where we can mix direct solutions and iterative solutions in various phases of the problem solution. In terms of the accuracy of the solution, it is important to introduce a library of adaptive control functions where limits are placed on the acceptable error norms. FEVA's adaptive control library is given by the following

Automatic Adaptive Control Library

1. Adaptive geometry, meshing control.
2. Adaptive loading, time stepping control
3. Adaptive tangent arc loading, Riks and Crisfield methods
4. Adaptive field error control.

Because the program can measure the respective errors at any stage of the analysis, it is incumbent on the program to protect the user from any possible causes of error such as mesh size and placement and loading increments. All the user needs specify is the level of error that can be tolerated. The commonly used error norms for the field solutions such as those used by Zienkiewicz and Zhu[3] are often based on local measures. It has been found useful to weigh these error norms in terms of important variables such as equivalent stress. This gives it a global character and saves refinement effort where the solution is of little interest. In the adaptive control of field errors, the writer has found that the subdivision of tetra meshes into hex meshes results in considerable improvements in accuracy.

Note on the material Library.

The material behavior is the area in which the interdependence of material and state variables such as (temperatures, equivalent stress and etc.) result in explosive growth of possible combinations. In FEVA we handle this by formally introducing a multiplier function where the multiplier is a function of any of the state variables. In a multi-physics environment, we have observed the need for at least two multiplier functions that may be combined either as a sum or a multiplication sequence.

We summarize the traditional libraries with the components that make up each of them.

Multi-Physics Program Libraries

- Domain Library (5 components)
- Adaptive Library (4 components)
- Function Library (11 components)
- Element Library (21 components)
- Material Library (30 components)
- BC Features Library(15 components)
- Geometric Entities Library from solid model (16 components)
- Solvers (4 components)

Now we are able to estimate the number of different types of

problems that can be solved by a general purpose program. Reasoning as before, we may select 3 components (6 for material library because of multiplier functions) from each library and combine them in a consistent manner. We obtain.

Solution types=5C3 * 4C3 * 11C3 * 21C3 * 30 C6 * 14C3 * 14C3 * 4C2 =1.06 E 20

Where the notation mCn means a combination of m components in any of n choices.

This can be compared to the number of analysis types of 1.0 E 12 found for MARC.

Graphical User Interface (GUI)

The documentation and training assistance for such a feature rich program presents a large challenge. The answer to this challenge lies in a systematic organization of the GUI to present the Library choices in clear and unambiguous form. This is enhanced by context sensitive help backed up by electronic documentation. The goal of the GUI design is to enable a user, familiar with just the outlines of the menu system, to complete an FEA model without having to read a manual. Such a goal of GUI design is achieved in programs such as Microsoft Excel and Microsoft Word. The majority of users of such programs do so without having read any detailed documentation. Though such programs do not rival the FEVA program in technical difficulty, their feature rich options are just as challenging in GUI design. The secret to their success is that they adhere to the Windows standards and conventions for GUI design and use so that all users within the Windows OS community have become quite comfortable with their use. The development of FEVA's GUI has also adhered strictly to these design standards and conventions and the same benefits are obtained from its use..

References

1. Hibbitt, H.D., Levy, N.J. and Marcal , P.V. "On General Purpose Programs For Nonlinear Finite Element Analysis", Proceedings of Symposium on General Purpose Finite Element Computer Programs, American Society of Mechanical Engineers Programs, Edited by Marcal, P. V. , November 1970.
2. Jiang, B.N. "The Least-Squares Finite Element Method",Springer-Verlag,Berlin,1998.
3. Zienkiewicz, O.C. and Zhu, J.Z. "A Simple Error Estimator and Adaptive Procedure for practical Engineering Analysis" , Int. J. Num. Meth. Eng.,24,335-57 , 1987.





CFD/CAE の実用性向上

複合物理/複合工程への対応

熊井規 (左)、トバグス・ノーダル・ハエダール (右)
株式会社 計算力学研究センター (RCCM)

1.はじめに

1956年に産声を上げ、60年代アポロ計画推進とともに大発展を遂げた有限要素法 (FEM) を中心とする構造解析、まだ電子計算機の存在しない時代に生まれた有限差分法 (FDM) に軸足を置いて発展してきた流体解析等の「数値解析」の存在意義・適用範囲は、近年における計算機の発達にも支えられて、急速に高まり、広がっている。実モデルに近いところでの測定が可能であるという長所を有する「実測/観測」は、若干の例外を除いて、比較的少数の離散点での限定された状態量が測定可能であり、全体分布の把握に対しては相当の熟練を前提としない限り、極めて難しいという弱点を本質的に持つが、「CFD/CAE」は丁度、長所/短所が「実測/観測」のそれを補完する関係にある。今後、この実計測と「CFD/CAE」の相互補完性を強く意識してシステムを強化していくことにより、H/Wの更なる進歩とあいまって、「CFD/CAE」は大きな発展を遂げると考えられる。

以下に、従来からの解析的な手法に代わって、また、「実測/観測」との協力の中で、その実用性を高めつつある数値解析 (CFD/CAE) の現状/動向を概観し、現状と方向性を示している事例を紹介して、今後のCFD/CAEの可能性を示す。

2. CFD/CAE の現状 / 動向

工業界での使用を中心としてのCFD/CAEの歴史的な発展は、使い勝手の向上 (Ease of Use) と並んで、“単純から複雑”への方向性でなされている。例えば、構造解析で考えると、

70年代の部分 (品) 若しくは2次元モデルを対象とした線形解析から

80年代の低次非線形性を含むモデルでの中規模モデル解析、

90年代に入って、かなりの高次非線形解析、実形状に近い複雑な形状モデル (3DCAD) に対する大規模解析、

更に、ここ数年で顕著になりつつある、構造力学以外の力学・反応U-1などの影響を含む連成的な解析や前工程での状態の評価精度を高める (解析精度の向上が達成されて、初期条件の設定精度が解析結果に大きな影響を与える段階に達した) 必要から複合工程全体を対象とした解析が行われるようになってきている。

今後は、経年劣化等、経時的変化を含む系や製造時/使用時の動き (編隊飛行シミュレーション等) を考慮した系に対する4次元解析にもその適用範囲を広げ、実用性をますます獲得すると予測される。

3.適用事例

3.1 流体-構造連成 (FSI) 解析事例

FSIは、成果を挙げた例では、古く80年代初頭の磁気テープとヘッド間流体の2次元モデルによる流体挙動とテープ変形挙動の相互連成挙動 (EHL: Elasto-Hydrodynamic - Lubrication) 解析*もあるが、単独の解析に比して、非線形性が大きく増大すること、リメッシングを必要とすることなどによって、CPU負荷が飛躍的に増加するので、その多くは、S/WおよびH/W、双方の発達を待って、90年代後半になって、実施されてきている。代表的なものとして、3次元モデルによるパラシュートの落下時の挙動[1996年の{SAM-CEF MECANO (柔構造非線形解析)*^{U-2}とNS3D (非圧縮粘性流体解析)}]および1998年のUS Army^{R-1}解析や航空機などのフラッター現象 (翼の自励振動) の直接解析*^{R-2}等、画期的でアトラクティブな事例もあるが、ここでは、より身近なレース用自動車のショックアブソーバ設計での商業CFDパッケージFidap8.5*の適用事例を示す。

Fidap8.5 (Fluent社、USA)*は、1999年にFSI機能を内蔵したFEMベースのCFDコードである。(1993年にMARCとのI/Fによる非内蔵型FSI解析機能装備)

ヨーロッパ委員会のISTプログラムによって援助されているプロジェクトSHOCK (IST-1999-20370)^{U-3}は、レース用自動車のダンパー設計/設置の適用性を高めるために、既存の粘性減衰要素が変化した時の内部流体の動的な挙動を単一コードでシミュレートできるFidap8.5を用いて、FSI解析を行っている。これによりショックアブソーバの設計時間の低減、ダンパーの設置時間の低減 (ベンチ、路上試験の低減) 設計時におけるプロトタイプ最適化、そして自動車レース場における正しいサスペンションをできるだけ早く見つけることを図った。

Fidapによる解析は、3DCADソフト UNIGRAPHICSからのPARASOLIDファイルによって、形状をインポートし、GAMBITを用いてメッシュを作成し、実施されている。図1にダンパーカートリッジモデル断面を、図2に圧縮過程の予備試験のためのメッシュおよび境界条件を、図3に流速コンター、図4に応力および歪のコンターを示す。



図1 ダンパーカートリッジモデル断面

文献R-3時点では、予備試験のための計算が終了している。本プロジェクトSHOCKは、CFDを用いることにより、設計過程全体の20%のコストおよび時間削減の実現を目指している。

* RCCM 開発/取り扱いコード

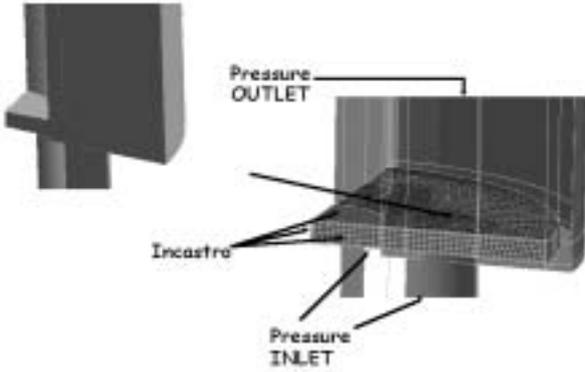


図2 圧縮過程の予備試験のためのメッシュおよび境界条件

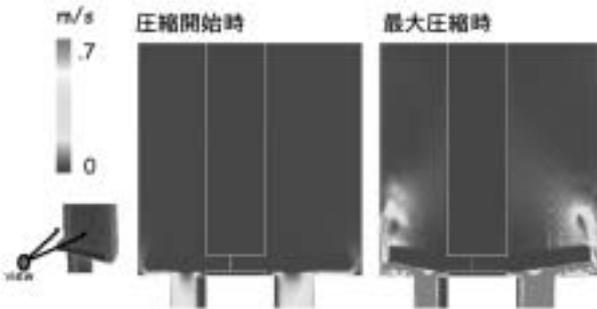


図3 流速カウンター

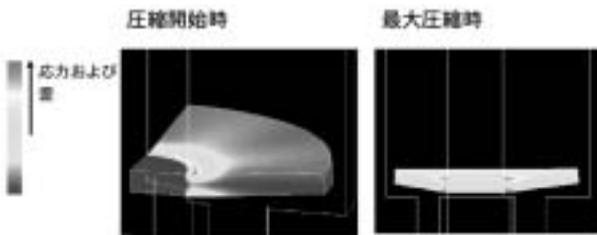


図4 応力および歪のカウンター

3-2 全体工程解析事例 U-4

PET ボトルのスクリュウ押し過程、パリソン成形過程 + ブロー成形過程 (図5) を連続的に Polyflow (Fluent 社)* を用いて熱流動解析し、それによって得られた肉厚分布 (図6) を反映したモデルでの LUSAS (FEA 社 UK)* による構造解析の事例を示す。

図7に応力の解析結果を示す。図8にブロー成形後の薄い部分とピンチング直前の対応部のトラッキング例を示しているが、これにより、より望ましいパリソン押し時肉厚分布等、上流工程での条件の実現が図れることが判る。

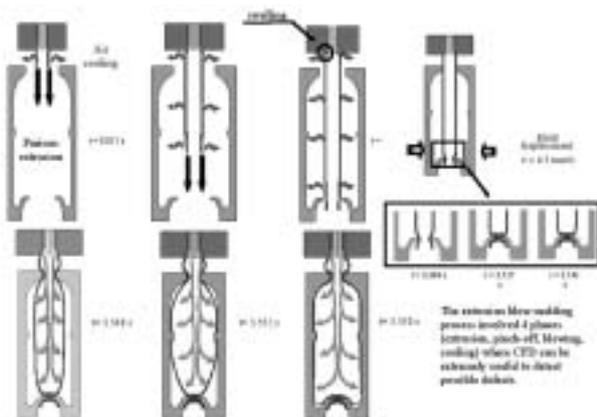


図5 ブロー成形

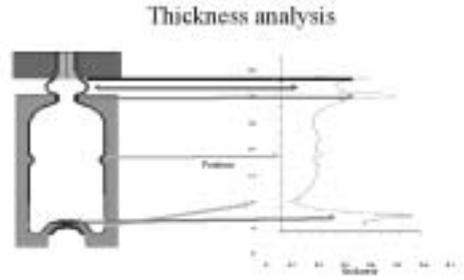


図6 肉厚分布 (ブロー成形後)



図7 ペットボトル底端部相当応力カウンター

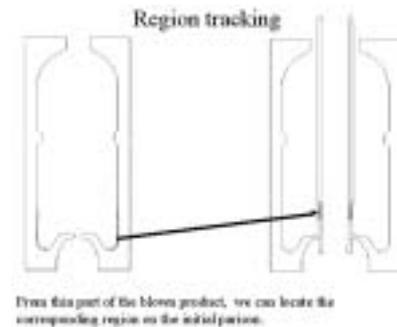


図8 成形前後の対応部

3-3 動き/配置を考慮した解析事例 U-5

NASA Ames 研究所で開発された CFD ソルバーとメッシュ生成ソフト ICEM CFD (Ansys 社 USA)* の統合システムである。Cart3D (Ansys 社) は、概念・基本設計フェーズで有用なツールである。複数の航空機とヘリコプターを同時に考えた場合の動きを伴うシミュレーションの例を示す。Cart3D 全体 (メッシュ生成 + 解析工程) 工程の効率を向上させるために、コンポーネント・ベースと呼ばれる部品 (分) 毎にメッシュの生成・修正・合成が容易に行えるメッシュ生成手法を採用し、又、計算の効率化のために、領域分割法に基づく並列化 (64cpu 並列計算機で 56 倍以上の効率向上実現) と FAS (Full Approximation Storage) 多重格子法による加速法を装備している。図9にメッシュ図を示す。

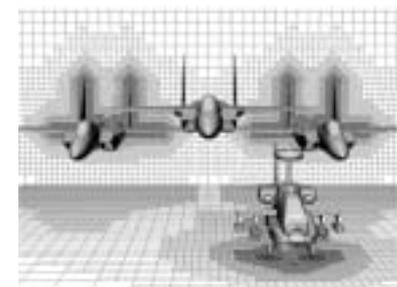


図9 メッシュ図

4. おわりに

CFD/CAEの実用性が複雑性・複合性・4次元性を通じて、高まりつつあることを示している事例の一部を概観した。実用性を高めるために、使い勝手を向上させ、3DCADからの形状インポートに伴う手間の削減等、非自動化部の削減や作業効率の向上を更に進めて行く事、複合的な現象解析やより精度の高いモデル（数理モデル、形状モデル等）を用いた解析で要求されるCPU負荷の飛躍的な増大に対応した強力な求解システムの開発など、解決していかなければならない課題は、数多く存在するが、現状でも対象範囲をうまく設定すれば、相当なレベルでの実用性を獲得する可能性が広がっている。今後、実測値の利用を積極的にオンラインで図るCFD/CAEシステムを実現して、より一層、実用性を高めることが比較的間近に可能であると予感している。

参考 URL

- U-1 <http://www.gtt-technologies.de/>
- U-2 <http://www.samtech.fr/>
- U-3 <http://spring.bologna.enea.it/shock/>
- U-4 <http://www.rccm.co.jp/fsi/>
- U-5 <http://www.icemcfd.com/cart3d/>

参考文献

- R-1 Stein, K.et al.(1998) Parachute Fluid-Structure Interactions: 3D Computation, Proc. 4th Japan-US Symp. on FEM in Large-Scale CFD.
- R-2 ケイランデイシュ ハミドレザ他(1999) Simulation of A Flexible Aircraft Dynamics, 航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム '99.
- R-3 Fidap ユーザー会議予稿集(2001)

ANSYS 連成解析の最新機能

中山史生

サイバネットシステム株式会社 メカニカルCAE 技術部

1. はじめに

汎用有限要素法プログラム ANSYS は、1970 年に開発されて以来、機械業界・自動車業界・電気業界・航空宇宙や医学分野にいたる幅広い分野で多くのユーザーの方に使用されてきました。その大きな理由の1つとして、構造解析、伝熱解析、電磁場解析、CFD 流体解析といった多くの物理現象を1つのプラットフォームでシミュレートできることに加えて、これらの物理現象を複数組み合わせた連成解析を行えることが挙げられます。

ANSYS ではこれらをマルチフィジクスと呼び、早い時期から開発に力を注いできました。

今回は、ANSYS の最新連成解析機能である「流体 構造連成解析」と「圧電 電気回路連成解析」及び「静電場 構造連成解析」機能を紹介します。

2. 流体 構造連成解析

ANSYS ではこれまで流体 構造連成解析を行うことが可能でしたが、この連成解析手法では過渡問題を解くには煩雑で精度も見込めませんでした。そこで ANSYS では、FSI (Fluid-Solid Interface) という機能を導入しました。FSI は流体 構造連成のみならず、流体 伝熱や流体 圧電連成も行うことができます。

2-1 FSI の特徴 - ALE

流体の境界が移動したり流体内部で構造物が移動するような問題においては、時間とともに流体領域を変化させたり、移動境界の境界条件を満足させる必要があります。これを可能にするのが ALE 要素定式です。

2-2 FSI の特徴 - 境界の不整合メッシュ

FSI では流体領域のメッシュと構造部のメッシュを独立させることができます(図1)。このことは他方の有限要素モ

デルのメッシュ密度に、もう一方のメッシュ密度が引きずられることがないため、非常に合理的な有限要素モデルを作成することが可能であることを示しています。

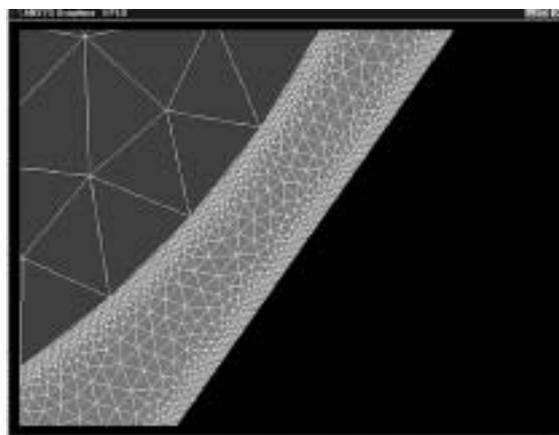


図1 FSIのメッシュ例(左が構造要素、中央が流体要素)

2-3 FSI の特徴 - 構造非線形

ANSYS の構造解析では、材料非線形、幾何学的非線形、接触要素等の要素非線形を取り扱うことができますが、FSI 解析においてもこれら全ての非線形を取り扱うことが可能となっています。

2-4 管内脈動流解析

管内に脈動流が流れることにより管壁への影響をシミュレートすることができます。例えば、医学分野では脈動する血液が血管壁にどのような影響を及ぼすかが解析の対象となります。図2は弾性管内の脈動流を解析した例です。

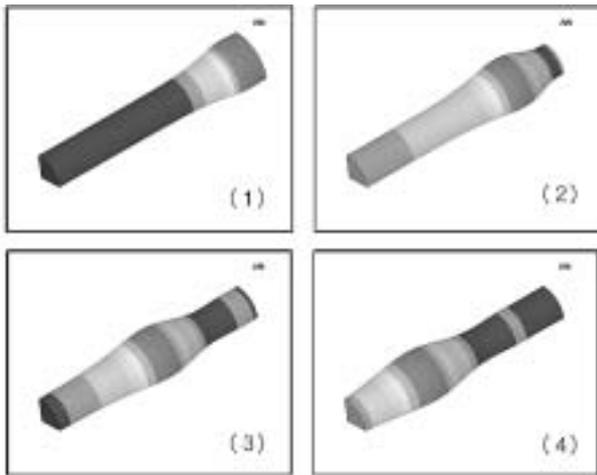


図2 脈動流の圧力コンターと弾性管の膨張 (1 2 3 4)

2-5 圧電マイクロポンプ

圧電マイクロポンプはプリンタのインクジェット機構に用いられ、体内に埋め込まれたりする非常に小さなポンプデバイスです。圧電材は電圧を与えると歪みが発生する材料で、デバイス構造が単純化でき小型化に向いています。図4はマイクロポンプの圧電層に電圧を印加したときの解析例です。このような解析により電圧と吐出量の関係などのデバイスの特性を得ることが可能です。



図3 圧電マイクロポンプ



図4 マイクロポンプ解析結果

2-6 その他

その他にも流体の圧力によって可変するバルブや粘性流体による減衰装置などが解析対象として考えられます。

3. 圧電 電気回路連成解析

圧電材は上述の通り、電圧を与えると歪みが生じ(逆圧電効果) 歪みが生じると電荷が誘起される(順圧電効果) 材料です。この特性を利用してアクチュエータやジャイロ스코ープ、共振器など様々なデバイス素子として幅広い分野で利用されています。

3-1 圧電と回路

圧電デバイスはその性質から電気回路を含んでおり、デバイスの特性を得るには、有限要素法で圧電解析を行い等価回路定数を算出し、これを組み込んだ全体回路網から求めることになります。よって、有限要素解析で電気回路を組み込むことができれば、回路計算を行うことなくデバイスの特性を得ることができるようになります。

3-2 圧電解析用回路素子

最新の ANSYS に導入された圧電用回路素子の種類は、抵抗・インダクタ・キャパシタ・電流源・電圧源の5種類です。電流源と電圧源は図5のような入力波形とすることができます。

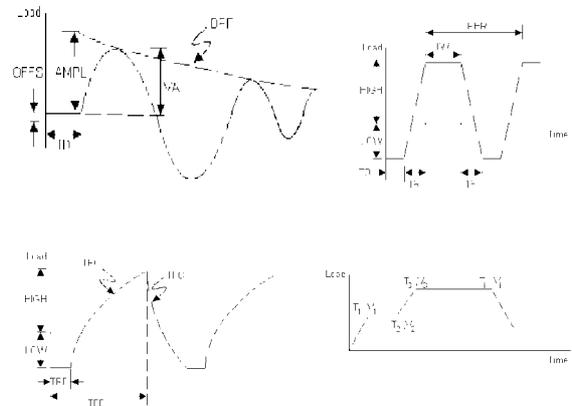


図5 電流・電圧源の入力波形

4. 静電場 構造連成解析

静電場 構造連成は主に MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) の分野で使用されています。マイクロミラーやスイッチなどの駆動力として静電力が使用されるためです。今までの ANSYS では静電場解析と構造解析を交互に計算する方法と、静電場解析の代わりに静電容量と極板ギャップの関係式から構造変位を計算する方法がありました。新たに導入された方法は、静電場解析と構造解析を1つのモデルで一様に解く方法です。

4-1 櫛歯構造デバイス

櫛歯構造のデバイスは、アクチュエータや加速度センサーとして使用されています。

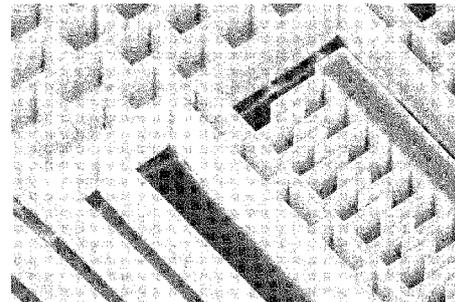


図6 櫛歯型デバイス

図7は櫛歯型ドライブの一歯分をモデル化し、計算した結果です。左側の櫛歯を右に押し込んだ時の電位分布です。この結果より静電容量も求めることが可能です。



図7 櫛歯型ドライブの有限要素法モデル

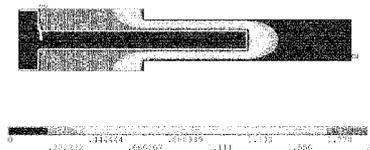


図8 変形後の櫛歯型ドライブの電位分布

5. おわりに

ANSYS の連成解析に関する 3 つの最新機能を紹介してきました。今後益々複雑化するデバイスの開発において、連成解析は必要不可欠なものになってきています。ANSYS は今後もマルチフィジクス機能の積極的な強化を図り、設計や開発に携わる方々をサポートしていきます。

部門からのお知らせ



第 15 回計算力学講演会報告

宮崎則幸
九州大学 大学院工学研究院 化学工学部門

第 15 回計算力学講演会を、昨年 11 月 2 日(土)~ 4 日(月)の 3 日間にわたり、鹿児島市の鹿児島大学工学部にて開催させていただきました。遠方の地での開催という地理的な条件の悪さから、これまでのような講演数、参加者を確保できると心配いたしました。講演数 412 件、参加者 516 名というように盛会のうちに終了することができました。実行委員会一同、皆様方のご協力の賜物と感謝しております。南国の鹿児島ということで 11 月でも暖かいであろうと期待しておられた方も多かったのではないかと思います。しかし、会期中は寒風と雨という観光にはあいにくの天気にはなりましたが、おはら祭りが丁度開催されており、天文館界限にくりだされた方も多かったのではないのでしょうか。

今回の講演会は、特別講演 2 件、ビデオ特別講演 1 件、基調講演 4 件、オーガナズドセッション (OS) 27 件、フォーラム 6 件、機器展示 2 社、カタログ展示 4 社という内容でした。また、今回は OS の他に一般セッションを 9 セッションもうけ、合計 43 件の講演がありました。さらに、今回新しい試みとしてビジュアライゼーションコンテストを実施しました。事前に募集したコンピュータ画像を展示し、講演会参加者に投票していただき、3 点の優秀作品を選ぶというものです。今回の応募作品は 9 点でしたが、今後、このコンテストが定着し、応募作品も増えることを期待します。

特別講演は第 1 日目に東京大学の矢川元基教授から「メッシュレス法の現状と将来」と題する計算力学に関連した講演をしていただきました。また、2 日目には鹿児島大学の原口

泉教授から「幕末薩摩の技術革新 工業化の情報革命」と題して、日本の近代工業の曙期における薩摩藩の取り組みに関する興味深い講演をしていただきました。さらに、3 日目には平成 13 年度の計算力学部門功績賞の受賞者である米国 Los Alamos National Laboratory の F. H. Harlow 博士による "History of Computational Fluid Dynamics" と題するビデオ特別講演を行いました。これは講演会場で DVD により同博士の講演を放映したものです。また、これに用いた DVD は有料で頒布され 25 枚を売り上げることができました。

基調講演、オーガナズドセッション、フォーラムの内容の詳細は省略させていただきますが、オーガナイザー等関係者のお骨折りに感謝いたします。また、本講演会を財政面から支えることに貢献した機器展示、カタログ展示出展各社に厚く御礼申し上げます。

2 日目の夕刻に学内の教育学部食堂で部門賞授賞式および懇親会を開催いたしました。あいにくの雨にもかかわらず、200 名を超える多数の参加者がありました。部門賞については、表彰担当技術委員会の田中正隆委員長の方からの報告がありますのでそちらに譲ります。会場を提供いただいた鹿児島大学の矢野利明工学部長から挨拶の後、現地実行委員の方が手配された貴重な銘柄物の焼酎を手にしながら懇親の実をあげることができました。

以上、本講演会に参加された方々および本講演会の実行、運営等に参加、協力を頂いた方々に感謝の意を表して、講演会の報告を終わらせていただきます。



第15回計算力学講演会優秀講演表彰

矢部孝

第80期計算力学部門長

2002年11月2日(土)～4日(月)の間、鹿児島大学工学部で開催された第15回計算力学講演会において、優秀な講演を行った一般講演者および学生講演者に対して、座長および参加者の意見を尊重して表彰選考委員会において選考を行った結果、以下に示すように、優秀講演表彰3名、優秀技術講演表彰3名、学生優秀講演表彰3名、ビジュアリゼーション優秀表彰3件(5名)の方々を表彰することとなった。

表彰状を本人に送付するとともに、本誌上に公開してお祝い申し上げたい。

優秀講演表彰

孫智剛君(理化学研究所)

「眼網膜剥離手術シミュレーションのための3次元FEMプログラムの改良と組織同士接触処理機能の導入」

飯村伊智郎君(熊本大学)

「オブジェクト共有空間を用いた並列遺伝的局所探索による巡回セールスマン問題の研究」

田中正隆君(信州大学)

「防音壁の最適形状決定へのセルオートマトン法とBEMの適用」

優秀技術講演表彰

櫻井英行君(清水建設)

「EFGM不整合メッシュを利用したCAEシステム」

桜木卓也君(YKK)

「CIP法並びにCIVA法による大規模鋳造解析」

横井俊昭君(東芝インフォメーションシステムズ)

「エンターテイメントのための数値流体力学」

学生優秀講演表彰

伊東聡君(東京大学大学院)

「フリーメッシュ法によるエッジトーンのフィードバック機構解析」

田中美帆君(東京工業大学大学院)

「電気抵抗変化法を用いたCFRP知的はく離検出の同定精度向上」

近藤理良君(日本大学)

「確率過程を用いた最適化問題の近似解法」

ビジュアリゼーション優秀表彰

青木尊之君(東京工業大学)

「舞い落ちる枯葉と名刺落下のはためき」

白山晋君(東京大学)

「限界流線表示にもとづいた回転楕円体まわりの流れ場の階層的可視化」

政家利彦君(大阪大学)

中谷彰宏君(大阪大学)

北川浩君(大阪大学)

「球状介在物を横切る転位線の動力学シミュレーション」

優秀講演表彰



孫智剛君



飯村伊智郎君



田中正隆君

優秀技術講演表彰



櫻井英行君



桜木卓也君



横井俊昭君

学生優秀講演表彰



伊東聡君



田中美帆君



近藤理良君

ビジュアリゼーション優秀表彰



青木尊之君



白山晋君



政家利彦君



中谷彰宏君



北川浩君



第16回計算力学講演会のご案内

富田佳宏
神戸大学 大学院自然科学研究科 システム機能科学専攻

開催日 2003年11月22日(土)-24日(月)
会場 神戸大学工学部共通講義棟
(神戸市灘区六甲台町1-1)

前回の計算力学部門ニュースレター(No.29)でもご案内いたしましたように、第16回計算力学講演会を上記の日程で、神戸大学で開催いたします。神戸大学安達泰治助教授を実行委員会幹事とし、実行委員の皆様のご協力によって、講演会プログラムならびに会場の準備を進めております。これまでに、計算力学に関連した広範な分野から合計33テーマのオーガナイズドセッションが提案されております。また、オーガナイズドセッション以外にもこれまで通り一般セッションも設けます。他に、フォーラムならびにワークショップも数多くご提案いただいております。これらにつきましては、自由度をもって企画いただけるよう講演時間ならびに形式を企画者で自由にお考えいただけるようにいたしております。加えて、複数の特別講演ならびに会員以外の方々へのご理解を頂くために市民フォーラムの企画も進行中であり、会誌の4月号に講演発表申し込みのための会告を掲載致しておりますのでご覧ください。開催までの大まかなスケジュールは下記の通りです。

- ・発表申込締切 2003年7月18日(金)
- ・プログラム編成 2003年8月中旬

- ・採否通知 2003年8月下旬
- ・原稿提出締切 2003年9月19日(金)
- ・開催案内 会誌10月号

会誌4月号の会告をご覧いただき、7月18日までに多数の方々から講演発表の申込をされますよう、実行委員会を代表して皆様方へお願い申し上げます。また、今回は優秀講演表彰、優秀技術講演表彰、学生優秀講演表彰に加え、前回からはじめましたビジュアルイノベーション優秀賞を設ける予定です。企業の方々、次世代を担う若い学生の方々からも多数の講演申込を期待しております。

なお、本講演会の最新情報は下記の講演会ホームページ

<http://solid2.scitec.kobe-u.ac.jp/~cmd2003/>

に掲載致しますのでご覧ください。なお、このホームページは機械学会のホームページ(<http://www.jsme.or.jp/cmd>)からもアクセスできます。

連絡先：富田佳宏

神戸大学大学院自然科学研究科

システム機能科学専攻

657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1

TEL: 78-803-6125 FAX: 078-803-6155

E-mail: tomita@mech.kobe-u.ac.jp

URL: <http://solid.mech.kobe-u.ac.jp>



2003年度年次大会部門関連特別行事の企画

山田勝稔
徳島大学 工学部 機械工学科

2003年度年次大会が徳島大学工学部を会場に平成15年8月5日(火)から8日(金)にかけて開催される予定で準備が進められています。計算力学部門が関連しますオーガナイズドセッションについてはニュースレターの前号で既に報告しました通りです。現在、講演募集が行われていますが、詳細は<http://www.jsme.or.jp/2003am/>をご覧ください。また、計算力学部門に関連した先端技術フォーラムが3件、ワークショップが3件企画されております。会員諸兄の積極的なご参加を期待しております。

先端技術フォーラム1

題目：計算力学からみた次世代CAD(計算力学部門、設計工学・システム部門合同企画)

企画者：萩原一郎(東工大)

講師：企画中

先端技術フォーラム2

題目：生物に学ぶ最適化手法(計算力学部門、バイオエンジニアリング部門合同企画)

企画者：尾田十八(金沢大)

演題・講師：

- 1) 生物から何を学ぶか - バイオニックデザインの意味 - / 尾田十八(金沢大)
- 2) 生物システムに学ぶコミュニケーション創発 / 下原勝憲(NTT)
- 3) 脳神経回路の適応 / 大西 昇(名古屋大)
- 4) 遺伝的アルゴリズムとその応用 / 小野 功(徳島大)
- 5) 生物細胞の働きに学ぶ形態形成法について / 坂本二郎

(金沢大)

先端技術フォーラム3

題目：最適設計の最前線（計算力学部門、設計工学・システム部門合同企画）

企画者：山崎光悦（金沢大） 荒川雅生（香川大）

演題・講師：

- 1) 多目的最適化 / 荒川雅生（香川大）
- 2) First Order Analysis における最適設計 / 西脇眞二（京都大）
- 3) 形態最適化研究の現状 / 大熊政明（東工大）
- 4) 信頼性最適設計 / 小木曾 望（大阪府立大）
- 5) 非線形最適化 / 弓削康平（成蹊大）
- 6) 生物に学ぶ最適化 / 山崎光悦（金沢大）
- 7) 航空分野における多目的最適化 / 大林 茂（東北大）
- 8) 最適化とグローバル環境 / 吉村忍（東大）

ワークショップ1

題目：大域的最適化法の新手法（設計工学・システム部門、計算力学部門合同企画）

企画者：荒川雅生（香川大） 山崎光悦（金沢大） 北山哲士（金沢大）

講師：企画中

ワークショップ2

題目：シミュレーション技術の単結晶育成への応用 - 分子動力学、熱流体から固体力学まで - （計算力学部門企画）

企画者：宮崎則幸（九州大学）

演題・講師：

- 1) 分子動力学シミュレーションによるシリコン結晶成長および欠陥形成過程の可視化 / 本岡輝昭（九州大）
- 2) シリコン結晶製造プロセスのナノ、ミクロ、マクロスケール数値計算 / 柿本浩一（九州大学）
- 3) 電磁効果を考慮した単結晶育成装置内の流動シミュレーション / 棚橋隆彦（慶應義塾大学）
- 4) 酸化物単結晶育成プロセスの数値シミュレーション / 塚田隆夫（東北大学）
- 5) 半導体単結晶育成過程の転位密度評価シミュレーション / 宮崎則幸（九州大学）

ワークショップ3

題目：計算転位力学は超微細粒メタルのマテリアルデザインにどのように貢献できるか？（計算力学部門、材料力学部門合同企画）

企画者：志澤一之（慶応大学）

講師：企画中

2003 年度日本機械学会計算力学部門賞（功績賞・業績賞）募集要項

本部門では、計算力学分野の進展を図るため、平成2年度より2種類の部門賞を設置しております。

本年度も下記の要領で受賞候補者を募集しますので、数多くのご応募をお願いします。

1. 対象となる業績

A. 功績賞

学術、技術、教育、学会活動、出版、国際交流などで計算力学の発展と進歩に幅広くまた顕著な貢献のあった個人。

B. 業績賞

計算力学の分野で顕著な研究または技術開発の業績を挙げた個人。

2. 受賞者数

部門賞通則第5項に従う。本部門は5名以内（但し、2003年8月末日の部門登録者数が5000名以上、6000名未満の場合）。

3. 表彰の方法、時期

時期審査の上、2003年11月22日～24日に予定されている第16回計算力学講演会において、楯の贈与をもって行う。

4. 募集の方法

公募によるものとし、他薦とする。

5. 提出書類

推薦には、A4サイズ用紙1～2枚に（1）推薦者氏名、（2）推薦者所属・連絡先、（3）被推薦者氏名、（4）被推薦者所属・連絡先、（5）AかBを明記し、（6）推薦理由を記入の上、提出するものとする。なお、提出された書類は返却しない。

6. 提出締切日：2003年6月30日（金）

7. 提出先

〒160-0016 東京都新宿区信濃町35番地 信濃町煉瓦館5階
日本機械学会計算力学部門 [担当職員：野口明生]
TEL: 03-5360-3500 FAX: 03-5360-3508
E-mail: noguchi@jsme.or.jp



計算力学技術者認定事業のパイロットスタディー

吉村 忍
 東京大学大学院新領域創成科学研究科
 計算力学部門「計算力学教育認定検討」技術委員会委員長
 工学教育センター「計算力学技術者基準と認定に関する検討委員会」委員長

ちょうど1年前の本部門ニュースレター No.28 で紹介しました計算力学技術者認定事業がようやく動きはじめました。本年4月18、19日に下記の内容の「固体力学分野の有限要素法解析技術者（初級）の認定試験および付帯講習会」が試行されます。本試行では当初実技講習会実施上の制約から50名の定員を予定していました。しかし、反響が大きく、1月10日の申し込み受け付け開始早々から申し込みがはじまりわずか10日の間に100名を超える方からの応募がありましたので、急遽定員を80名に増やして、実施することにしました。この80名の方には、今回新たに編集した認定試験のガイダンスとなる問題集を配布し、試験に向け勉強してい

ただいています。今回申し込み受け付けをできなかった方には、この場を借りてお詫び申し上げます。本原稿を執筆時点ではまだ開催されていませんが、本試行を通して、本格実施に向けた様々な情報を得ることができると期待しています。

今後は、平成15年末に行われる予定の「固体力学分野の有限要素法解析技術者（初級）認定試験」の本格実施に向けて準備を進めていきます。また、その後は、順次種類やレベルを拡充していく計画です。本部門は、本事業に最も関係が深く、中心的な役割を果たすことが期待されていますので、会員皆様のご支援を何卒よろしくお願い致します。

開催（実施）日時、会場、内容

	認定試験	付帯講習会（知識編）	付帯講習会（技能編）
開催日時	2003年4月19日（土） 14:00～17:00	2003年4月18日（金） 10:00～17:20	2003年4月19日（土） 9:00～12:30
会場	慶應義塾大学矢上キャンパス インフォメーションテクノロジーセンター		

付帯講習会（知識編）プログラム

10:00-10:20	本認定事業のねらい	吉村 忍 (東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻教授)
10:20-11:00	コンピュータの基礎	辻 知章 (静岡大学工学部機械工学科助教授)
11:00-12:00	固体力学の基礎	森 孝男 (富山県立大学工学部機械システム工学科助教授)
12:00-13:00	休憩・昼食	
13:00-14:00	有限要素法の基礎	野口裕久 (慶應義塾大学理工学部システムデザイン学科教授)
14:00-14:40	数値計算法の基礎	吉田有一郎 (東芝インフォメーションシステムズTCI事業部長)
14:40-15:00	休憩	
15:00-15:40	問題の定義と要素の選定	渡辺隆之 (鶴岡高専制御情報工学科教授)
15:40-16:40	モデリングの基礎	長嶋利夫 (上智大学理工学部機械工学科助教授)
16:40-17:20	有限要素法の実務と落とし穴	岡本旦夫 (IHIエネルギーシステム事業部システム開発Gr部長)

付帯講習会（技能編）オプション1 プログラム（使用ソフト：ADVENTURE システム）

9:00-10:00	ソフトウェアの起動、利用、停止	講師：吉村 忍 (東大新領域創成科学研究科教授) 講師：河合浩志 (東大インテリジェントモデリング ラボラトリー研究員)
10:00-12:30	解析実習 (1) 解析の基礎 (2) 要素選択 (3) メッシュ生成 (4) 境界条件設定 (5) 解析と結果の確認 (6) 解の信頼性確認	講師：三好昭生 (インサイト社長)

付帯講習会（技能編）オプション2 プログラム（使用ソフト：GeoFEM/Web システム）

9:00-10:00	ソフトウェアの起動、利用、停止	講師：奥田洋司 （東大工学系研究科助教授／高度情報科学技術研究機構特別招聘研究員） 講師：和田義孝 （諏訪東京理科大学システム工学部講師）
10:00-12:30	解析実習 (1) 解析の基礎 (2) 要素選択 (3) メッシュ生成 (4) 境界条件設定 (5) 解析と結果の確認 (6) 解の信頼性確認	



JACM (Japan Association for Computational Mechanics) 設立のお知らせ

矢部孝
JACM 会長

国際学術講演会（WCCM, APCOM, ECCOMAS, USNCCM）を運営する IACM (International Association for Computational Mechanics) より、計算力学におけるアクティブな研究者を多数抱える日本の現状に見合った国際的な活動・貢献を行う組織を設立するよう要請がありました。

これを受けて、日本の計算力学関連学会に所属する研究者を広くカバーする組織としての JACM (Japan Association for Computational Mechanics) が 2002 年 12 月 17 日に設立されました。今後は、当計算力学部門をはじめとする多数の国内学会組織との連携を深めながら、国際的な活動を行ってまいりますので、よろしくご協力を御願います。

ホームページは

日本語

<http://www.mech.titech.ac.jp/~ryuutai/jacmjp.html>

英語

<http://www.mech.titech.ac.jp/~ryuutai/jacmeng.html>

です。登録ご希望の方は、矢部までご連絡ください。

yabe@mech.titech.ac.jp

JACM の使命および組織

- (1) JACM は、IACM とつながりを持つ日本国内組織とし、IACM 主催の国際学術講演会（WCCM, APCOM, ECCOMAS, USNCCM）の企画（オーガナイズドセッションの企画など）に参画する。
- (2) 同会議における招待講演、基調講演の提案を行う。
- (3) JACM は、国内の計算力学研究者が個人で参加する任意団体（友好団体）とし、国内の既存の学会とは独立した、一種のアンプレラ組織とする。
- (4) 主として、ネットワーク、HP を活用して、コミュニケーションを図る。また、国内講演会やジャーナル発行などの活動は行わない。
- (5) JACM としての登録料は無料とする。
- (6) IACM 登録希望者には登録料納入を代行する。

計算力学部門ニュースレター No.30: 2003 年 4 月 10 日発行

編集責任者：広報委員会委員長 宮崎則幸

ニュースレターへのご投稿やお問い合わせは下記の広報委員会幹事までご連絡ください。

広報委員会 幹事 工藤啓治

エンジニアス・ジャパン株式会社 マーケティング・テクニカルサポート

〒222-0033 横浜市港北区新横浜 2-5-5 住友不動産新横浜ビル

TEL: 045-477-3300 / FAX: 045-477-3301 / E-mail: kudo@engineous.co.jp