



COMPUTATIONAL MECHANICS

計算力学部門ニュースレター No.24

March, 2000



部門長就任にあたって

宮内敬謙
東京工業大学工学部機械宇宙学科

計算力学部門が1988年に設立されて以来12年間、歴代部門長の先生方のご尽力により、本部門は分野横断的部門としての特色を生かし、他部門に負けない活発な活動を続けてまいりました。21世紀を間近に控えたこの時期に部門長を仰せつかる事となりましたことを、光栄に感じると共に、重責で身の引き締まる思いが致します。

近年計算力学部門の成熟化が問題となり、創成期に感じられた様な熱気が感じられなくなったという意見を聞くことがあります。このような状況を打破し、計算力学部門の益々の発展を図るために、第二の創成に向けて新たな取り組みを行うべきではないでしょうか。そのためには、計算力学の深化と展開を図る必要があると思われまふ。

幸い日本は米国と並んで計算機資源に恵まれた国です。この恵まれた環境を十分に活用して、世界的に最先端の計算力学を発展させる必要があります。日本でも地球シミュレーター等先駆的計算を行おうとする試みがありますが、地球環境問題だけではなく、計算力学の各分野でも同様な先駆的計算を行う必要があると思われまふ。逆説的に言えば、このような先駆的計算なしに開発・設計に必要な新しいツールの開発は不可能であるということです。

計算力学の深化と並んで重要な点は、計算力学の展開です。ここで言う展開とは、単に実用基への応用だけではなく、研究者間の広がりの意味します。昨年9月に米国で開催された国際会議に出席したところ、日本では2-3の研究室でしか行われていない乱流境界層の直接数値計算が米国の研究者の間では普通に使われる手法になりつつある事が分かりました。CHEM-KIN

等に代表されるように、米国の大学・国立研究所等は計算手法の普及・汎用化に最大限の努力を払っており、これが米国のみならず世界における研究・開発の進展に多大な貢献を成しているように見受けられます。翻って日本の状況を省みまふと、このような観点からの努力に若干欠ける点がある様に感じられまふ。有用要素法、流体解析などに関してはこのような意味での展開が比較的スムーズに行われてきたのではないかと考えられまふが、非線形力学、非平衡系などの分野における展開は今後の課題ではないでしょうか。また、分子動力学計算を実際の設計・開発に役立つものとするためにも今後の努力が必要であると考えられまふ。さらに、ネットワーク環境下での計算力学の在り方について考えることも、今後の検討課題であると思われまふ。

このような課題を検討するために、北川前部門長ご提案の下、計算力学部門内に将来構想検討委員会を設置することとなりました。皆様のご協力を頂き、21世紀における計算力学の在り方を検討していきたいと思ひますので、ご協力、ご支援の程、よろしくお願ひ致します。





部門長退任に際して

北川 清

大阪大学大学院工学研究科知能・機能創成工学専攻

Y2K問題は大した混乱もなく克服できた（できそうである）ものの、相変わらず将来を見送せないままで新千年紀を迎えました。このような困難な時期でありながら大過なく任期を終えることができたことは、ひとえに部門活動を支えていただいた皆さまのおかげであり、まずもって厚く御礼申し上げます。

本年度は、これまでの技術委員会をすべて解散し、新たに構築し直すという大変革に始まりました。そのために、事業の継続性や活動内容のバランスなどの面でご迷惑をおかけしたことと思います。細部を見れば、財政的に課題を残した事業があったことなど問題があったものの、新しくシンポジウムが企画されるなど、全般的には活発な部門活動が行われました。特に、最大の行事である計算力学講演会は、記録的な講演数と参加者のもと大成功裏に行われました。委員長岡部先生をはじめとする実行委員会の方々のご努力の賜であり衷心よりお礼を申し上げます。

第二世紀の活動期に入った機械学会では、新たな将来構想を描いて大改革が進行中です。しかしながら、技術に対する依頼

感を根幹から突き崩してしまうような（信じられない！）事故がそこそこ噴出してはいる昨今の事態を見ると、自ら基幹工学を持って任じてきた機械工学の基盤が育まれて断れつつあるように思われ、とても生半可な改革で将来が切り開かれるとは考えられません。

そんな中において、創設されて10年が過ぎた部門制も、今や学会活動の中軸と位置づけられているものの幾多の問題が生じてきており、分野を再編成することや独立性を高めつつ学会運営にさらに（財政的に！）寄与できる態勢にすることなどの改革が求められています。計算力学部門は、苦しい活動が活発になされている模範的な部門の一つではありますが、活動の歴史が浅いが故に学会の基幹部門とは必ずしも見なされていないという問題を抱えています。明確な理念を持った将来構想を立てて改革に取り組まなければならないように思われます。

幸いにも、次年度は、宮内先生、田中先生を中心とする強力な運営体制が取られることになっていきます。引き続きご支援をいただきたくお願いいたします次第です。

1999年計算力学部門賞贈賞報告

藤井孝義

表彰担当技術委員会委員長 / 宇宙科学研究所宇宙送研究所

本部門では1990年度より功績賞および業績賞の2つの部門賞を設け、計算力学分野で優れた功績、業績をあげられた個人を対象に贈賞を行っている。功績賞は、計算力学における学術、教育、学会活動など幅広い功績に対して、業績賞は計算力学分野での顕著な研究・技術開発における貢献に対して与えられるものである。今年度の部門賞選考の結果を以下に報告する。

部門賞候補者として推薦のあった方々について、選考委員による慎重審議の結果、功績賞2名、業績賞3名を選出し、運営委員会に送り了承を得た。

功績賞は、金沢大学工学部の尾田十八教授と英国ウェールズ大学（University of Wales Swansea, Department of Civil Engineering）のOljgod C. Zienkiewicz名誉教授（五十音順）の2人、業績賞は、米国シガン大学機械工学科のNoboru Kitachi（菊池昇）教授、George Mason大学計算情報工学科のR. Löhner教授、および東京工業大学総合理工研究科の矢部孝

教授（五十音順）のお三方に贈られた。

尾田十八教授は、材料力学、設計工学、バイオメカニクスの分野で数多くの業績を挙げられ、さらに最適化、最適設計法などに関する数多くの著書も執筆されている。また、機械学会の理事や評議員、各種委員会の運営委員をはじめ、1997年には計算力学部門の部門長も務められているなど、計算力学における学術、教育、学会活動の広きにわたって多大な貢献をされた。

Zienkiewicz教授は有限要素法のパイオニアの一人として広範囲にわたる工学においてその技術の可能性を示すとともに数多くの論文、著書を記されている。1960年代後半、1970年代前半に書かれた有限要素法に関する書籍は今でも標準的な文献として利用されている。また計算力学を専門に扱う学術雑誌としてInternational Journal of Numerical Methods in Engineeringを1968年に創設、現在でも主要編集者の地位にある。70名にも及ぶ博士論文を指導、彼らの多くは現在世界各地で計算力学

分野において主導的な立場にあるなど筆舌に尽くしがたい貢献をされている。

Kikuchi教授は構造解析分野を中心にCAEとしての計算力学の発展に寄与されている。自動メッシュやメッシュ再分割を組み込んだ有限要素法解析、弾性体の形状最適化、さまざまな複合材解析などに加え、最近ではパラメトリックな形状定義からイメージベースの形状定義という新たな概念に基づく効率的な構造解析、流体解析の統合技術（VOXELCON）を提案し、CADと直結した解析技術の確立に多大な貢献をされている。

Löhner教授はドイツの生まれで、英国ウェールズ大学でZienkiewicz教授の薫陶を受けた後、米国に渡って以後航空宇宙分野を中心に有限要素法に関連した数多くの研究成果を挙げられている。特に圧縮性流体への有限要素法の利用、格子形成法、さらには有限要素法プログラムの並列化技術などに優れた成果を挙げられる一方、その実用化に尽力された。最近では、流体、構造、破壊などの連成問題を手がけて、その可能性大なることを示している。

矢部孝教授は長年にわたり核融合、レーザー関連から天体物理に至るまで幅広く流体関連の研究をされているが、計算力学の面では特に10年ほど前に提唱されたCF法の開発者として高く評価されている。CF法はその後の改良もあって現在では気体、液体、固体のすべてを簡単に扱える統一的解法として広く支持を集めている。

表彰式は愛媛県松山市で開催された第12回計算力学講演会中に行われ、残念ながら欠席された方を除き、受賞者氏に記念の匾が北川部門長より手渡された。

以下に受賞された方々の略歴を紹介する。

尾田十八教授略歴

- 1965年 金沢大学工学部機械工学科卒業
- 1967年 金沢大学大学院修士課程修了
- 1972年 東京大学工学博士
- 1978年（カリフォルニア大学バークレイ校客員研究員）
- 現在：金沢大学工学部人間・機械工学科教授

Zienkiewicz教授略歴

- 1943年 英国ロンドンインペリアルカレッジ卒業
- 1948年 同工学博士
- 1949年 エジンバラ大学講師
- 1957年 米国ノースウェスタン大学土木工学科教授
- 1961年 ウェールズ大学土木工学科教授
- 現在：ウェールズ大学名誉教授、および数値計算工学研究所長

Kikuchi教授略歴

- 1974年 東京工業大学土木工学科卒業
- 1975年 テキサス大学オースティン校応用力学修士課程修了
- 1977年 同博士課程修了
- 1979年 同助教
- 1980年 ミシガン大学工学部助教授
- 1985年 同機械工学科教授 現在に至る

Löhner教授略歴

- 1962年 西独プラウンシュバイク工科大学卒業
- 1965年 英国ウェールズ大学博士課程修了
- 1965年 米国海軍研究所研究員
- 1968年 米国ジョージワシントン大学土木機械環境学科学科教授
- 1993年 米国ジョージメイソン大学計算情報科学研究科助教授
- 1995年 同教授 現在に至る

矢部孝教授

- 1973年 東京工業大学工学部機械物理工学科卒業
- 1973年 同助手
- 1976年 大阪大学レーザー核融合研究所助手
- 1979年 同講師
- 1985年 同助教授
- 1988年 群馬大学工学部電気電子工学科教授
- 1995年 東京工業大学大学院総合理工学研究科教授 現在に至る



日本機械学科計算力学部門功績賞をいただき

尾田十八
金沢大学工学部

今度、計算力学部門より功績賞を頂き、光栄に存じますと同時に大変恐縮致しております。また私を選出していただきました関係各位に厚く御礼を申し上げます。

さてこのような機会ですので、私と計算力学との関わりを少し述べさせていただきます。まず私が、いわゆるデジタルのコンピュータと関わりを持つことになったのは、大学院修士課程

の時でした。その研究テーマは3次元弾性論の問題で、難解な解析解を導出した後の数値検証のために当時（昭和38年）金沢大学に初めて導入されたNEAC2230というコンピュータを利用したことにあります。手回しのタイガー計算機が主流であった時代で、今のパソコンにもはるかに及ばないものでしたが、その利用した時の能力のあまりの大きさに、若い小生が受けた

印象は強烈なものでした。そして一方、その頃このようなコンピュータに対応した数値力学的手法としてのFEMも日本で紹介されはじめであり、コンピュータやそれを用いた計算力学の時代の来ることを予感しました。このことをさらに強く意識させたのは、私が修士課程を修了し、次の段階としての学位論文指導を受けていた、東京大学の宮本博先生やその研究室の方々の最新の研究内容や種々のアドバイスをでした。そこで、勞多し劇に実設計にあまり役立たない解析解導出の研究は学位論文の取得を機会にやめ、FEMを中心とした構造数値解析法や、それを用いた最適設計法に関連した研究を行うようになりました。この研究は現在も継続されており、対象物が単なる構造物

ではなく、生物やマイクロマシン等に變化して来ていることと、用いる手法もFEMのみではなくDEMや最適化の手法も単なる数値計画法ではなく、各種の進化的手法を開発、利用するという状況になっています。これらはすべて計算力学と切っても切れないものであり、また長い間、当部門の多くの先生方に御指示、御支援をいただいたことと今日の私の研究があり、このような苦難を乗り越えることになったと思っております。ここに改めて皆様へ厚く御礼申し上げ、当部門がさらに発展されることをお祈りし、御礼の言葉とさせていただきます。ありがとうございました。



Thank you to my friends in Japan

Emeritus Professor O. C. Zienkiewicz
Department of Civil Engineering, University of Wales Swansea

I am deeply honored to receive your society's computational mechanics award which arrived safely on my desk in Swansea. I am also very sorry that my various commitments as well as my advancing age have prevented me from receiving this award personally which I would have liked very much to do. It is now more than 32 years since 1968 when I first visited Japan to deliver two lecture courses summarising the whole subject of finite elements as it then stood. The first of these courses was presented in Tokyo and the second in Osaka. But the first one for ever remains in my memory. It started with a dinner at which I met many famous Japanese professors some of whom I have already known and with whom I have spoken at various meetings. The names which came to my mind instantly are those of Prof. Washizu, Prof. Yamada and Prof. Kawai. These three were retained my very special friends for many many years and when Prof. Washizu passed away after being retired from Tokyo, I felt as if I had lost my brother.

I am not mentioning the names of the all the professors present at my first meeting. I am sure that there must have been altogether a dozen. Each of these was responsible for introducing my lecture on diverse topics. Each day I gave four lectures of an hour and half duration and I continued this performance for three days running.

It was a marathon, but being much younger all this was taken in my stride and I was so happy to encounter in Japan the great enthusiasm of many students who were attending the course at that time.

It was also at that time my first book which was published in UK became translated into Japanese under the leadership

of Prof. Yagawa. I know that many others participated and I mentioned two already but of course Prof. Yamamoto and Prof. Miyamoto and many others contributed largely to this effort. After that small beginning I had many visits in Japan and indeed not only gave many lectures there but received numerous students in my research school at Swansea. Many of these remained to this day my good and close friends. Among them I am proud to include Dr. Shohai Nagazawa in California (the original director of the finite element factory), Dr. Tadabiko Shiomi who works for the Takanaoka and who was responsible for producing with myself the joint code developed for dealing with earthquake engineering and in particular with soil liquefaction. Indeed that work was so satisfactory that it formed a basis of a book which has been since published by Willeys and which we believe maps the way to the final solution of problems in which soil liquefaction occurs.

Other students remain scattered over many Japanese universities and various Japanese industries. I can not simply mention all names. However when my age came to 68 which is the official retiring age here, all my Japanese collaborators gave me a wonderful party in Tokyo and presented me with a print which did not follow the classical Japanese art but which was produced in the present era. The artist name is G. Sekino, 1981. The wood cut itself was chosen by myself which shows an old tree surrounded by many young trees symbolizing the old teacher and his many students.

Dr. Kawai certainly proved over many years to be a very great support to my activity and indeed to the activity of our journal on numerical methods in engineering.

Our paths cross not very frequently but certainly we meet at each of the big congresses of the international association of the computational mechanics. To much of my regret I was not able to attend the last one in Tokyo as at the same time I had a sever operation which fortunately was successful. May be I will be able to visit Tokyo on an another occasion.

One of the professors with whom I have developed a close contact is Prof. Matsuo Kawahara. He came to the first fluid mechanics conference run in Swansea in 1974. At that time he was totally unknown to me. However his papers were outstanding and immediately were selected to appear in a special volume which was published subsequent to the conference. Many years his activity has been of great help to the conferences on finite element in fluid mechanics which have taken place in many parts of the world. Though the next one in April 2000 is going to be in Texas, the one following it is being organized by Prof. Kawahara in Japan and I hope very

much to be able to attend it. My age is increasing which certainly is much better than the alternative as remarked by Bernard Shaw. However I still managed to do some active research and indeed I am just in the last stages of finishing the finite element fifth edition. The previous, the fourth edition which was published in 1990 was translated to Japanese by Prof. Yagawa and his team. I hope the fifth edition now in three volumes will find this way to your language as I believe it is optimal. It is my pleasure always to sort out difficult matters and to write clearly about problems from which a student can easily find the next step. I hope that my life will permit me to maintain strong contact with my old friends and to make new ones. Once more I thank you profoundly for the award which you have presented me which shows that the interaction of Swansea and of Japan was to the large extent successful.



日本機械学科計算力学部門業績賞をいただいて

菊池 昇
ミシガン大学工学部機械工学・応用力学

1972年にFEM(有限要素法)に出会って以来、FEMに関連した計算力学分野で仕事をし来たものとして、このような賞を頂いたことは非常に光栄です。FEMに出会った頃はプログラムを書けるって言うだけで興奮し、プリ・ポストのプログラムから渡過流解析まで川原先生(中央大学)のご好意でIBMや日本電子計算のコンピュータを使って書けたことが嬉しく、女友達を計算機センターに案内しては褒められてしまったことも思い出の一つ。出会いの始めから業務としてのFEMでしたので、後にOden先生(テキサス大学)のちんぷんかんぷんな数学もどきのFEM理論に関する論文を手渡されたときは、うーん、学問だな、と感心してしまいました。

大学(東京工大)では市田先生がしきりに藤津先生の変分原理がFEMの大本だと言うし、だったらそれを教えてくれと学部二年生の学生が苦ったものだから、単に馬鹿かと思われたに違いありません。それで他人格者ですから苦心惨状、課外授業をやってくれたように思います。解らないことが山のようにあると言うだけで驚き楽しい時期だったので、FEMに出会えたことや計算機センターでプログラムと格闘することは素晴らしいこと。FEM以外の世界はバツ、と言う調子でしたので見事に大学院入試に失敗。はっ、これでFEMの会社をやれる、なんて思っていたら、なんの因果かOden先生の所へ留学することに人生が暗転。女友達(今の妻)がOden先生ってハンサムだし、会議で自分の噂をしていると言うので、テキサスへ行こうと……承知はしたものの、英語も話めないし、

数学も解らないし、一人こっそり泣いてしまいました。それにしても何故Oden先生の所へ留学することになったのか、今でも不思議です。

テキサスへ行ったら、アラバマから移ってきた先輩達が僕に会う度にゲンキ、ゲンキと言って、ゲンキを知っているか、と聞くものですから、元気のこことか思っていたら矢川先生(東京大学)の事。その上Zienkiewicz先生を数学者のLions先生と勘違いして、うーん、世界一頭の学者ともなれば数学も力学も工学も留断してしまうのだ、と思い込み、変分不等式にチャレンジしてみたり、接触問題、摩擦の理論、均質化法、位相最適設計など、工学では未開拓の分野をFEMで切り込むことをこれまで勝手にままにやってきました。勘違いと思い込み、それに興奮症を武器に、結構好きだけこうした新しい分野をやらせて貰ったものだから、そして今FEMはCAEへと大きく発展したことを踏まえ、これからは初心に戻り、業務としてのCAEがどうあるのか的を絞って、計算力学・工学を社会へお返し出来るような研究や教育に励みたいと思っています。





Thank you from Washington, D.C.

Prof. Rainald Löhner
Institute for Computational Sciences and Informatics, George Mason University

I would like to take this opportunity to express once more my deep gratitude for the Computational Mechanics Achievement Award presented to me by the ISME. It is one of the truly great joys of life to know that one's work is appreciated by others. This is particularly so for developers in Computational Mechanics, who often spend countless solitary hours devising, debugging and testing new ideas, only to find that many of them will not bear fruits in the years to come.

When we started to work with unstructured grids for field

solvers fifteen years ago, our results were met with disbelief and skepticism at scientific meetings. Today, all commercial CFD codes use unstructured grids.

This is a message we all should pass to the younger generation: know why and what you are doing, be self-critical, and if convinced, persevere against all external criticism.

Again, many thanks for the award, and best wishes to the Computational Mechanics Division of ISME. *Domus arigato.*



業績賞をいただいて

矢部 孝
東京工業大学大学院総合理工学研究科

この度は、業績賞をいただき誠に光栄に存じます。機械学会には新参者でしたし、CFD法は少数派でまだ評価が確定していませんから、業績賞をいただけるのは夢にも思っておりませんでした。審査委員の方々改めて御礼を申し上げます。

私は東工大の機械系を卒業してから、レーザー核融合の研究に従事してきました。途中、阪大レーザー核融合研究センターに10年ほど身を置き、計算コードの作成と実験解析を行い、世界最高の中性子発生を記録した実験の提案とシミュレーションによりレーザー学会賞をいただきました。このときの研究からCFD法が生まれました。密度差が非常に大きく、物体表面が大きく変形する状況で、しかも相転移を起こすという数値計算屋泣かせの状況が実は私には幸いしたと言えます。「固体・液体・気体の統一解法」というキャッチフレーズで売り出したCFD法ですが、機械関係の方には目新しいこの考え方もレーザー核融合では当然の課題でした。

レーザー核融合が理論屋には面白い世界でなくなり、むしろCFD法という計算法にのみり込み始めた私は、阪大を飛び出る道を選び、目の黒く、群馬大に移りました。40歳にも満たない機械出身の私を、電気系教授として向かえてくださった群馬大の先生方には今も感謝しております。1988年のことです。CFD法をご存知の方は、これから3年後の1991年に現在の手法の種が提案されたことをご記憶でしょう。

この時期から機械学会と縁が出てきたのですが、慶応・櫻井先生、東大・松本、鈴木先生、東工大・鈴木先生、京大・

藤坂先生を始めとする数多くの方のご支援により、次第に学会に現れることになりました。産業界からも「日本で生まれた手法を自分たちで育てなければ」と、経済的なご支援を厭わない沢山の支援者を得ました。この方法を広めるために、1991年にCFDユーザー会を設立、ソースコードを無料で公開いたしました。最初10数人でスタートしたこの会も現在では550名にも上る立派なものに成長し、CFD Journalに特集号も組ませていただきました。非常に幸運だったのは、ユーザー会の方々が、CFD法の応用の領域をどんどん広げてくださったということです。最近、若い学生から完全保存するセミラグランジュエの新CFD法が提案され、CFD法の第2発展期を迎えようとしています。今回のこの受賞は、こうした皆様のご支援によるものと感謝しております。



トピックス



守倉清之
 通産省工業技術院先端情報計算センター長

工業技術院における計算力学への挑戦

1. 外部の背景

我々は、ベクトル計算機から並列計算機へと、最先端でのスーパーコンピュータの進歩を目の当たりにしてきた。一方、パソコンあるいはPCと略称されているものの進歩はもっと目覚ましいと云ってもよいかも知れない。計算機の進歩は20世紀における最も顕著な出来事の一つと考えていいだろう。計算機の進歩自身が科学技術の進歩のおかげであると同時に、計算機が科学技術一般の進歩に多大の貢献をしており、その傾向は今後一層強くなると期待される。21世紀のこの動きに関して、我々がどのような対応をすべきかを改めて考える必要がある。我が国で製造販売されてきた計算機は、汎用機の時代からベクトル計算機に至るまで、米国に勝るとも劣らない水準を保ってきたが、並列計算機をはじめとする情報産業の最近の状況は、筆者のような必ずしも専門家でもない者にも、好ましいものではないように映っている。一方、ソフトウェアの分野の状況は以前から一貫して、我が国の専与の乏しさが言い続けられている。上に述べたように、計算機の活用は今後の科学技術の進歩に欠かせないものであるとすると、こうした状況を打開することの重要性は、言うまでもないことである。こうしたことは、かなり以前から言われてきたのであろうと思われるが、一般的に筆者のような研究者のレベルで、これでは困ったことになるのではないかと深刻に捉えられるようになったのは、残念ながら実はごく最近のことである。筆者の専門分野においては、1985年にCarとParrinelloによって導入された第一原理分子動力学法は、物質における電子の振る舞いを量子力学によって扱い、その上で原子に働く力を計算し、それを用いて分子動力学計算を行う。この手法は、従来の電子状態の計算手法と比較して非常に高効率であり、化学反応を伴う原子・分子の動的振る舞いのシミュレーションを可能とした。また、この計算の基礎となっている密度汎関数法という理論の開発は1964年にさかのぼるものであるが、1988年のノーベル化学賞の対象となったことは記憶に新しい。これらの発展の過程で高い学術的貢献は殆どが欧米に負っていること。また、それらの手法のプログラムパッケージについても、商用・非商用を問わず、日本まで含めて世界に広く流通しつつあるもの大部分がやはり欧米を起源とするものである。これでは困るという意識は最近とみに強くなり、それを反映して若い研究者の間では、抜群的な計算手法の開発に取り進む傾向が見えてきつつある。同時に、組織的な動きも最近はいくつも見られるようになった。

関連の具体的な動きとしては、日本学術振興会の未来開拓学術研究推進事業の一つの分野として「計算科学」があり、現在

5件の課題が走っている（そのうちの 하나가、「設計用大規模計算力学システムの開発」でリーダーは吉村忍東京大学助教授）。ここでは新しい計算機の構築から、計算手法の開発、ソフトの開発などがいくつかの研究分野について進められている。科学技術振興事業団においても、計算科学技術活用型特定研究開発推進事業が進められている。理化学研究所の計算機センターや、原子力研究所の計算機センターにおいても、種々のプロジェクトを進めようとしておられると聞いている。もっと大々的な動きとしては、地球シミュレータ計画がある。また、特許に計算手法の開発やソフトウェア開発を奨励したプロジェクトが通産省の産業科学技術研究開発制度のもとに進められている。

2. 内部的背景

我々が進めようとしているプロジェクトも、こうした時代の背景のもとでは至極自然なものである。筆者は1994年3月までは東京大学物性研究所に所属していたが、アトムテックノロジープロジェクトという大規模な国家プロジェクトに関わることとなって、工業技術院に移った。このプロジェクトの旨いぶんと恵まれた研究環境において、これまでに既に数年間にわたり、十数名からなる理論グループで研究に関わってきた。プロジェクト全体としてナノスケールでの電子現象の探索と解明を主目的としているので、理論グループの主な活動もミクロの現象を量子力学的に解き明かすことである。従って、ここには、工業技術院でのミクロの理論研究を行うグループがあることになる。

一方、このプロジェクトの研究に携わりつつ、少しづつ工業技術院における計算科学的研究の全容を知ることになった。工業技術院の研究所の主体はつくばにあるが、北は北海道から、南は九州まで、いくつかの都市にも分散して存在しており、全部を合わせると15研究所になる。研究者の数は2500人程度である。その中で、計算科学的研究に専念しているという人の数は、物質科学の分野だけでも100名を超えている。量子化学計算、分子動力学法、モンテカルロ法など、典型的な計算手法の専門家か殆どそろっている。上述の我々のグループも加えて全体を見れば、潜在的には非常に強力な研究集団と見なすことができる。

欧米の強力な研究グループは強大であり、20名から30名の研究者を擁していることがある。そこでは、方法論の開発から、プログラム開発、それらを用いての応用まで、包括的な視野のもとでの研究が遂行されている。そうした状況を知り、これまでの我々の研究のやり方に反省も込めて考えることは、計算科

学的研究をより高度に進めるためには、より組織的に系統的な研究が必要であるということである。

3. 最近の動向

工業技術院における計算科学的研究に従事する研究者の横の連携を強くし、簡くば、共同作業としてまとまった力を発揮するきっかけを作ろうということとなり、筆者の所属する産業技術融合領域研究所（通称、融合研またはNAIR）が世話役となつて、「計算科学における融合的アプローチ」というプロジェクトを1999年4月に発足した。これには、工業技術院研究所の14研究所からの参加者があり、現時点では約30名がメンバーである。プロジェクトの意味は、空間スケールや時間スケールが異なる問題に関わっている研究者が、それぞれに開発してきた方法やプログラムを融合させ、それまでは扱えなかったような問題に対応できるようにしようということである。「マルチスケール」「マルチフィジックス」は、計算科学における重要課題である。このプロジェクトの発足と同時に、融合研の中に計算科学グループが作られた。これはアトムテクノロジープロジェクトの理論グループとは別の組織である。もう一つ重要な組織が工業技術院には存在する。それは、強力な計算センターである。1982年に開設された「情報計算センター（通称、RPS）」は、工業技術院内の研究者に計算機資源を提供してきた。それが、1999年4月に名称を「先端情報計算センター（英語名：Tsukuba Advanced Computing Center, 通称、TACC）」と改め、ピーク性能の総和が約1テラフロップスにもなる新計算機システムのもとで、より挑戦的な運算方針での運営がスタートすることとなった。ここにおいて、融合研が世話役をしているプロジェクトだけでなく、工業技術院におけるより広範な計算科学、情報科学の横断的課題の支援が具体的に進められるようになった。重要課題として29件の「促進課題」が採択され、挑戦的でありかつ汎用性のあるソフトウェア開発の課題が2件採択されている。促進課題は数も多いので、ここでは説明を省略する。ソフトウェアの開発には、開発費が3年間の予定でつけられている。採択された2件の課題の名称は以下の通りである。

- 大規模汎用分子動力学計算に関するソフトウェア開発
- 離散化数値解法のための並列計算プラットフォームに関するソフトウェア開発

この2件のうち、a)は融合研が世話役をしているプロジェクトグループが主として担当しており、b)については機械技術研究所の研究グループが責任を負っている。以上、いろいろと仕組みが入り組んでいるので、図1に模式的に図解した。

TACCでのソフトウェア開発の課題のうちa)には筆者も関係しており、以下でその内容について説明を加えておきたい。これは、統合分子動力学法パッケージともいえるべきもので、上述の第一原理分子動力学法（量子分子動力学法ということも可）と古典分子動力学法の統合システムである。図2は、Simulationの部分だけを明示した全体の構成の概念を示す。既に述べたように、量子分子動力学法と古典分子動力学法の部品は揃っているため、それらに置きかえた上で、統合しようということである。



図1

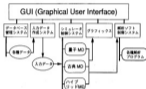


図2

これによって、原子スケールのマイクロ現象から、マイクロオーダーのメソスケールの現象までを統一した環境で扱うようにしようと考えている。これは融合研でのプロジェクトの一部（ただし、主要部分）をカバーしている。これに有用要素法などによる連続体を扱うマクロの部分が続ければ、マイクロからマクロまでつながることになる。ただし、メゾとマクロの接続部分は後述の土井プロジェクトの主たるターゲットとして既に本格的に取り組まれており、それと相補性を保つことを考慮して、我々の主たる狙いはマイクロとメゾの接続である。また、プログラムパッケージとしては、物理量の解析（赤外吸収、核磁気共鳴、熱伝導など）ソフトウェア的に標準化しなくてはならない。これらの作業が進行しつつある。

我々のこうしたプロジェクトは、産業科学技術研究開発制度のもとで動いている土井プロジェクト（リーダー：土井正男名古屋大学教授）とは強い関連がある。また、同制度の先導研究である平尾プロジェクト（リーダー：平尾公彦東京大学教授）との関連は一層強い。このような事情から、化学技術戦略推進機構を仲介として、3つのプロジェクトの連携の可能性の検討が行われている。

4. 今後

工業技術院の15研究所は改組され、2001年の4月からは産業技術融合研究所という一つの組織として運営される。まだ100%確定という訳ではないが、計算科学領域という研究グループがその中に作られる予定である。ただし、計算科学とか計算工学という研究は、本来の目的が「科学」や「工学」を行う

ことであり、研究者はそれらの具体的な課題の遂行のために実験グループとの強い連携が期待される。従って、計算科学領域には、方法論の開発、プログラム開発、分野に限定されない体系的計算機シミュレーションの実行、などに意欲のある研究者が専任で所属することになると思っている。これまでは、工業技術院内での計算科学プロジェクトが、マイクロからメソの領域における物質科学に重点を置いてきたが、そのスコープを広げて、よりマクロな系の研究が加わることが期待される。一方、特定の研究課題に強い関心があり、それに対して計算科学的取り組みをしようという場合は、その研究課題に最適な研究グループに所属することも考えられる。ただし、その場合でも、計算科学領域には併任してもらうことを希望している。このように、計算科学の研究を推進する研究者の組織は、計算科学領域という集中部分があり、一方で、多くの他の研究グループに所属して集中部分と連携してくれる分散部分があるというのが自

然な姿である。

計算科学の推進には、冒頭に述べたように計算機そのものに関わる問題、更にはネットワークやデータベースに関わる問題がある。これらは情報処理という研究領域で主として扱われる。また、最近の話題である遺伝子情報等の研究を行う、バイオインフォマティクス研究センターでも、計算科学的研究は非常に重要な役割を果たす。計算科学領域は、これらとの間に特に緊密な連携を持ちたいと考えている。

TACC は産業技術総合研究所における、情報計算科学研究の全般を支援するとともに、計算科学領域、情報処理領域、バイオインフォマティクス研究センター等の間の連携を実現する舞台としての役割も果たすべきである。更に言えば、情報計算科学と関連の強い産業界との交流の促進も重要課題である。21世紀における情報産業において、TACC が重要な発信源として活躍するような状況を実現したい。



第12回計算力学講演会報告

黒部 永年
愛媛大学工学部

第12回講演会を四国愛媛松山市の総合コミュニティーセンターにて11月24日(水)～26日(金)の3日間に亘り開催させて頂き、極めて盛況の中に終了できましたことを、実行委員長として、先ずは、関係各位の皆様へ厚く御礼申し上げます。

ご周知のように、日本機械学会計算力学部門の本講演会は、広く他部門に跨る分野での研究発表・討論会でもあり、近年、着実に発展を遂げながら、毎年開催されております。このような計算力学講演会を四国愛媛松山で開催する企画を、実行委員長としてお引受けすることは極めて光栄でもあり同時に、重責も感じた次第でありました。

しかし、日本機械学会中国・四国支部ならびに愛媛大学地域共同研究センターのご協力を頂けることになり、意を強くすると共に、不安ながらも、従来規模以上の講演会を努力目標として、収容能力と財政の両面において開催可能な会場選びに奔走し、松山市総合コミュニティーセンターを確保いたしました。

オーガナイズド・セッションの募集では、多数の会員のご協力のおかげで、26件のオーガナイズドセッションと1件のフォーラムの申込みがありました。件数の面では、従来規模以上のオーガナイズドセッションにはなったものの発表件数がどの程度になるかが、とても気がかりでした。しかし、発表件数の面でも最終的に300件も集まり、8会議室によるパラレル講演会となりました。そのため、プログラム作成の際にはいろいろな面での調整で四苦八苦もしましたし、講演論文集も厚くなってしまいました。動画シミュレーションのCD-ROMへの収録依頼も7件ほどあり対応いたしました。

また、特別講演も、第1日目は実験流体力学の世界的に著名な大塚英樹教授に、第2日目はドイツからご招きした遠成

問題の権威者であるProf. R. Libnerに素晴らしいご講演をして頂くことができました。いずれの特別講演も、多くの皆様のご関心を引くところまで、極めて盛況でありました。

今回の講演発表では、セッション単位での演題プロジェクトによる発表も多くなり、5台の装置を準備し対応するという状況でした。今後の講演会はこの傾向が、益々強まると思われます。発表内容の面では、従来に比べて実験研究ベースの方々の参加もかなり増え、この計算力学分野の今後の発展に繋がる契機になると期待できると考えられます。

財政面では、カタログ展示/解析ソフトのデモ展示(有料による資金援助)を多くの企業にお誘いし12社のご協力を頂きましたし、また、講演論文集への広報掲載も7社のご協力を頂きました。これは、ひとえに、本部門委員の方々のご厚情によるご協力の賜でございました。日本機械学会中国・四国支部からは、共催として特別講演へのご援助を賜りました。このようにして、財政面での問題も何とか皆様のおかげで克服でき、収支決算でも黒字にできましたことを、関係各位に厚く御礼申し上げます。

講演会における重要なイベントの一つである懇親会には、約150名という沢山の皆様にご参加いただき、和気藹々としたご懇話の中に極めて盛大にできました。実行委員一同、大変嬉しく存じております。

最後になりましたが、この度の四国愛媛松山の計算力学講演会が極めて成功裏に終了できましたことに対して、北川浩部門長をはじめ、運営面や財政面などの側面よりご指導ご鞭撻頂いた多くの委員の皆様へ感謝の意を表し、ご報告とさせていただきます。

第12回計算力学講演会優秀講演表彰

北川 浩
計算力学部門長

1999年11月24日(水)～26日(金)愛媛県松山市総合コミュニティセンターにて開催された第12回計算力学講演会において、優秀な講演を行った一般の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て選定を行った結果、以下に示すように、優秀講演者1名、学生優秀講演者4名の方を表彰することになった。

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ます。

優秀講演表彰



越塚誠一君(東京大学)
題目
「弾性体の粒子モデルに対するシンプレクティックスキームの適用」



広橋 謙君(東京工業大学)
題目
「空間発展自由せん断流の流出境界条件」



横田秀大君(理化学研究所)
題目
「3次元内部構造顕微鏡を用いた生体の3次元デジタル化」

学生優秀講演表彰



遠藤雅和君(東京工業大学)
題目
「クラスタリングとGAを利用したニューラルネットワークにおける学習の効率化」



桑水流 理君(東京大学)
題目
「平織複合材料の二次元有限要素モデリング」



崎山幸紀君(東京大学)
題目
「CVDプロセスにおける気相反応のDSMCシミュレーション」



藤倉立雄君(東京大学)
題目
「動的柔軟構造の最適設計モデル」

特集



特集：機構解析ソフト

鈴木 昌彦

石川島播磨重工業株式会社基盤技術研究所

先号および先号号においては「出そろったスーパーコンピューター」特集として、ベクトルおよびスカラ並列方式のスーパーコンピューターのハードウェアの紹介を行いました。これからの号号においては、ソフトウェアの特集を行います。

その第1番目といたしまして、今回は機構解析ソフトの紹介を行います。今回取り上げた機構解析のソフトは、現在広くユーザーから支持されている3つの代表的なソフト、すなわち、ADAMS、DADS、MSC Working Modelsです。

さて、よく言葉は一見にしかずと言いますが、この機構解析ソフトを動かしてみると、まさにその感に打たれます。筆者も昭和30年代の終わりから40年初頭にかけて、大学において機構学の講義を受け、カム、リンク、歯車などの運動を習いましたが、3次元的な想像力に欠けていたため、なかなかその運動が頭に入らぬとこなく、深いところまでの理解ができなかったことを思い出します。ところが、この機構解析ソフトの助けを得

れば、昔の機構学で扱ったよりはるかに複雑で、かつ、多数の部品が、相互作用を及ぼしながら、しかも荷重を受けることによる自身の変形も考慮に入れて、3次元空間の中で運動する様子を目の当たりにすることができます。このニュースレターの中では、静止画像しかお伝えできませんが、ソフト会社のホームページにアクセスすることにより、動画を見ることができ、運動の様子はいっそう明瞭に理解できることでしょう。学問としての機構学は永遠に不滅でしょうが、筆者が講義を受けた頃にこのような機構解析ソフトを用いることができれば、機構学に対する理解ももっと真になったものになったであろうと、文字通り隔世の感が致します。

以下には、ソフトウェア供給会社による紹介が行われておりますが、それぞれの特徴をよく理解し、ソフトウェア選択の助けとなれば幸いです。



ADAMS

大西 正寛

株式会社電通国際情報サービス、製造システム事業部 SS 部機構解析グループ

ADAMSは、Mechanical Dynamics, Inc. (本社：米国ミシガン州)が開発した、世界中で最も利用されている機構解析プログラムです。

自動車をはじめとして建設機械、電機精密機器など、あらゆる機械システムの“動き”をシミュレーションすることができます。

ADAMSを利用することにより、実機による試作・試験を減らし、製品開発の期間・コストを削減することができます。

Mechanical Dynamics, Inc. は、1999年秋に新バージョンADAMS10.0をリリースしました。ADAMS10.0では、より高度なシミュレーション技術や、設計者・解析担当者が簡単に利用できる機能や、開発チーム全体で解析結果を効率的に利用するための機能が追加されています。

また、より広範囲のシミュレーションに対応するために、新プロダクト、ADAMS-Postprocessor、ADAMS/Hydraulics、ADAMS/Engineをリリースしました。

ここでは、ADAMS10.0の新機能とADAMS Postprocessor、ADAMS/Hydraulics、ADAMS/Engineについて紹介します。

1. ADAMS10.0新機能

・2次元接触機能の強化

ADAMS10.0の2次元接触機能は、曲線と曲線の接触および摩擦を定義できます。

これにより、カムやスロット機構など接触によって動作するメカニズムを容易にモデリングすることができます。またCADで定義したギヤ形状に対し、直接接触要素を定義することができます。

・解析機能の向上

より高度な積分機能を持つ512積分器を追加しました。これは、従来のGSTIFF(ギヤ積分法)を基本に作られていますが、速度および加速の計算精度を向上させることにより、積分計算

の安定性が向上し、高周波の現象を安定かつ精度良く計算することが出来ます。



図1. 千ヶ歯歯車モデリング機能

・ソリッドモデリング機能の強化

ADAMS/Viewは、ソリッドモデリングのカーネルプログラムとして、パラソリッドを採用していますが、ADAMS10.0では、パラソリッド形状の入出力が可能になりました。

パラソリッド形式で取り込んだ形状を用いて、ADAMS/View上で質量の計算や形状の編集（ブーリアンなど）を行うことができます。

・Excel、Webベースのパラメータ計算

ADAMSで実行したパラメータスタディ計算の結果を多項式データに変換し、Microsoft ExcelまたはHTMLフォーマットに出力できます。

解析担当者が、あらかじめ解析モデルのパラメータスタディ計算を実行しておけば、設計者は、設計変更にもなう影響をExcel上で簡単に計算できます。

またHTML形式で配信することにより、Web上で幅広いユーザが設計の検討に利用することが出来ます。



図2. パラメータ計算

2. 新プロダクト

・ADAMS/Postprocessor

ADAMS/Postprocessorは、解析結果評価のためのアニメーションおよびプロット表示プログラムです。ADAMS/Postprocessorは、ADAMSの標準プリポストプログラムADAMS/Viewのポスト機能部分を単独で利用できるようにしたもので、簡単にかつ直感的に解析結果を評価・検討できます。

一連の結果出力手順をノートブックに登録することにより、条件を変更して解析した結果を、登録された形式にしたがって順時に出力します。

解析結果データは、tif、jpeg、xpm、bmpなどの画像ファイルやVRML形式のファイルに出力することができます。VRMLはモデルの3次元形状とアニメーションの情報を持つファイルで、Netscapeなどのブラウザ上でモデルを任意に回転・移動・拡大表示しながらアニメーションで動きを評価することができます。ADAMSを持っていない部署や、顧客、関連メーカーの担当者へ解析結果や製品の学動を配信することができます。

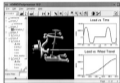


図3 ADAMS/Postprocessor



図4 VRML

・ADAMS/Hydraulics

ADAMS/Hydraulicsは、油圧回路のモデリングおよび計算プログラムで、重機や自動車用のブレーキ、ステアリング、航空機のランディングギアなど、油圧機構により駆動・制御されるシステムの学動を正確にシミュレーションすることができます。30種以上の油圧要素のライブラリが含まれており、これらを組み合わせて油圧回路のブロック図を作成します。

作成した油圧回路から計算された力を油圧シリンダを介して機構モデルに結合し、全体の学動をシミュレーションします。またユーザが作成した要素をライブラリに追加することも可能です。

・ADAMS/Engine

Mechanical Dynamics, Inc. は、ADAMSの汎用機構解析技術

に製品のノウハウを組み込んだ、アプリケーションに特化した解析ツールを提供しています。

これらのアプリケーション専用ツールは、設計者が専用メニューから必要な操作を入力するだけで、自動的にモデル作成・解析・結果出力を行い、結果を評価できます。

またこれらのツールは、共通のアーキテクチャをベースに構築されていますので、モデルや特性データを、共通のデータベースとして管理したり、個々のツールで作成したユニットを、サブシステム単位または全体システムとして組み立ててシミュレーションすることができます。



図5 ADAMSHydraulics

ADAMS Engine は、エンジンメカニズムの設計やテストなど、パワートレインの設計に特化したプログラムで、パワートレインの個々の要素やサブシステム、さらにはエンジン全体のパフォーマンスを最適化することが可能です。

ADAMS Engine は以下の4つのモジュールから構成されています。

- ・バルブトレイン（カムシャフト、スプリングなど）
- ・タイミングメカニズム（チェーン、ギヤなど）
- ・アクセサリ（ベルト、プーリなど）
- ・クランクピストン（クランクシャフト、コンロッド、ピストンなど）

ADAMS10.0では、バルブトレインの解析モジュールをリリースします。バルブトレイン解析モジュールは、カムシャフトのねじり振動、ベアリング荷重、カム圧力、スプリングの振動などを解析することができます。その他の解析モジュールについても順次リリースする予定です。



図6 ADAMS Engine

構造解析プログラムDADSの紹介

土田行貞

サイバネットシステム株式会社 MCAE 部

1. はじめに

DADS(Dynamic Analysis and Design System)は、機械システムすなわち多体拘束系についての動きや力などの運動学的あるいは動力学的な動作特性を予測・評価する汎用の機構解析プログラムです。特に、部品が弾性体であるシステムや制御系・油圧系を組み込んだ機構あるいは摩擦・衝突・がたのある非線形性の強い機械システムが精度よく解析できるという特徴もっています。

DADSは、広範なモデリング機能と高い解析精度で、自動車、航空宇宙、防衛、産業機械、精密機械、ロボットなど様々な分野の機械システムの設計・改良に使用されています。また、数多くの大学でも、DADSの理論マニュアルを利用して教材として使用されるようになってきました。以下に、DADSの機能概要について紹介いたします。

2. DADSの概要

DADSは、機構の解析データとアニメーションデータとを同時に作成するDADSModel、解析を行う2次元と3次元のソルバーおよびグラフ処理を行うDADSGraphに大きく分けられます。その他、有限要素法ソフトやCADとのインタフェースや、線形化モジュール、エンジンモジュールなどの様々な解析オプションが利用できます。

・モデル化

モデル化から解析の実行、結果の評価までをGUI化された操作環境のもとで行うことができます(図1)。DADSには、機構のモデル化に必要なジョイント、力、拘束の機械要素とアナログ、デジタル、油圧の制御要素とに分類されたライブラリが用意されています。DADSModel上では、簡単なポイント・クリック操作で各要素と物体とを組み合わせて機械システムをモデル化していきます。



図1 DADSModelの操作環境

・解析オプション

縮立解析、静解析、運動学解析、動力学解析、逆動力学解析、予荷重解析があります。内部では、並進と回転の微小変化に対する仮想仕事の原理から変分形式のNewton-Euler運動方程式を得き、Lagrange乗数によって拘束方程式と結合させています。これらの方程式で作成される微分代数方程式を最新のアルゴリズムを使って解析していきます。なお、3次元の物体の変動表現はOpenGLにも使用されているオイラー/クォータニオンを使用し座標変換行列の特異点を回避するように工夫されています。

・ポスト処理

各物体ごとの位置、速度、加速度とポテンシャルエネルギーやジョイント反力などの情報が時間ステップごとに出力されます。DADSGraphでは、これら各変数に対するグラフ表示や演算処理あるいはFFT処理などの定量的な評価ができます。アニメーション機能では、複数のウィンドウで多角的な視点からの挙動評価、運動の軌跡の表示、干渉チェックなどがおこなえます。テクスチャマッピングによりリアルなアニメーションも可能です。

3. DADSの特徴

・接触・衝突の解析

接触現象をHertzの接触力などで定式化した接触力要素でモデル化し、不連続の現象を精度良く解析できます。接触要素ではヤング率と反発係数、面の形状、接触時の動摩擦係数などを設定します。このほか動摩擦、静摩擦を考慮した摩擦要素も用意されています。接触・衝突現象は、ブレーキやドアのラッチ機構、歩行ロボット（地面と脚の力関係）などのモデル化の際に重要になります。がた（隙間）のある機構にも利用されています。

・弾性体を含む機構の解析

弾性体を含む機構の解析をコンポーネントモード合成法(Craig-Bampton法)を用いて解析します。弾性効果のある部品に対しては、予め有限要素法ソフトウェアで動的モードと静的モードとの情報を用意しておきます。弾性体を含む機構の挙動

を高精度で効率よく解析できます。DADSでの解析結果を基に有限要素法で応力分布を求めることが可能です(図2)。

・制御系を含む機構の解析

制御系CADプログラムMATLAB/Simulinkとのダイレクトインタフェースができます。DADSの機構モデルに様々なセンサーや制御されたアクチュエータを簡単に取りつけることができます(図3)。また、非線形な機構モデルをSimulinkを使って線形化でき、その結果とMATLABの制御系設計Toolboxが提供する様々な解析・設計機能とを併せて最適なコントローラを設計することが可能になります。解析は、Simulink内でDADSの解析ルーチンを読み込み、Simulinkの積分器を使用して行われます。

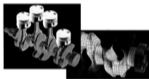


図2 弾性体も考慮したクランクシャフトの解析例

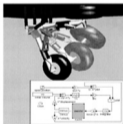


図3 MATLAB/Simulinkとのインタフェース例

・メカニカルCAE/CAD環境への統合化

CATIA、Pro/ENGINEER、I-DEASなどのCADシステムとのダイレクトインタフェースが利用できます。各部品の質量特性、ジョイント・拘束・力要素などの位置、アニメーションのための形状などのデータがCADシステムからDADSのデータに自動的に変換され、CADシステムの操作環境から離れることなく機構システムの性能評価を行うことが可能です(図4)。

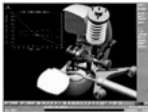


図4 CATIAとの統合化(CAT/DADS)の例

4. おわりに

DADSはLMS International社の一部門であるLMS CAESIが

MSC.Working Model シリーズのご紹介

百條清文

日本エムエスシー株式会社国内事業本部技術本部

1. はじめに - 製品概要

Working Model は主に3DCADを使用する設計エンジニアを対象とした製品であり、3DCAD データを直接利用し、機構解析や構造解析を行なうことができます。高度なシミュレーション機能に加え、最新のCG技術を活用したプレゼンテーション機能を合わせて持っています。使用環境はWindows 95、Windows 98 およびWindows NTです。

Working Model プログラミングファミリーは、次の5つから構成されています。

Working Model FEA	: 構造解析ツール
Working Model View	: ビューワーツール
Working Model Studio	: CG ツール
Working Model Motion	: 機構解析ツール
Working Model 4D	: 機構解析 + 構造解析ツール

Working Model FEA はCAD環境で使用できる有限要素法解析ツールです。CADで作成したソリッド形状に有限要素モデルを作成し、MSC.Nastran ソルバーで解析を実行します。解析終了後は、材料の強度、最大許容応力、最小安全率などの基準に基づいて結果を評価します。Mechanical Desktop、Solid Edge、SolidWorksの最新バージョンをサポートし、解析機能は、応力、振動、圧縮、伝熱、形状最適化、位相最適化解析機能があります。

Working Model View は、Working Modelで作成したファイ

ルを開き、表示の調整、注記の記入、寸法書き込みなどができます。また、MSC.Nastran出力(XDB)ファイルを読み込み、変形図や応力カラー図などを簡単に表示することができます。

Working Model Studio は、Viewの機能に加えてレンダリング機能を利用して写真画質のアニメーションを作成することができます。複数のカメラ、光源の追加、テクスチャマッピング、パーツの分解表示機能をサポートし、製品のプレゼンテーションや、展示会用のデモンストレーションビデオの作成に応用することができます。

Working Model Motion は、Studioの機能に加えて高度な機構解析機能が利用できます。CADアプリケーションで作成された形状データを利用でき、またアセンブリ情報からジョイントを自動作成しますので、簡単に運動シミュレーションを実行することができます。計算されたパーツの位置やジョイントの反力等のさまざまな値をメーカー出力することができます。

Working Model 4D は、MSC.Working Knowledgeが提供する最先端のシミュレーションプラットフォームです。Working Model MotionとFEAの解析機能が1つのシステムに統合され、中間ファイルや他のプログラムを介せずに機構解析と有限要素法解析の両方を実行することができます。機構解析で計算された荷重が、自動的にアセンブリのジョイントを通じ

参考

<http://www.cybernet.co.jp/products/dads/>

<http://lmscadi.com/>

て他の部品に伝わるため、より正確なFEA解析が可能です。また、STEP、Parasolid、ACIS、IGES、STL ファイルの読み込みが可能であり、これらのファイルをサポートするCAD から形状の読み込みが可能です。Working Model 4D には、MSC Working Model プロダクトファミリーのすべての機能が含まれています。

2. 主な機能

以下に Working Model FEA、Motion、4D について製品の主な機能について述べます。

1) Working Model FEA の機能

Working Model FEA は CAD 統合型の解析ツールで、応力、振動、変位、伝熱、および最適化解析を実行することができます。以下にその特徴をまとめます。

MSC Nastran ソルバー

ソルバーにはデファクトスタンダードとして知られる MSC Nastran ソルバーを採用しており、信頼度の高い解を得ることができます。

使いやすさを重視

解析の操作手順をガイドする解析ナビゲータ機能や、効率的な操作を可能にするツールバーが CAD のインターフェイスに組み込まれています。まったくの初心者であっても数時間で操作を覚えることができます。

デザインドクター

デザインドクターとは、解析結果を検証および評価するためのツールです。検証結果をユーザーに通知する他、必要に応じて解析データの修正を行います。



図 1-1 デザインドクターダイアログ

形状最適化解析機能

形状最適化とは、デザインを改良するための解析機能です。最小許容応力などの制約条件を遵守しながら設計パラメータ（たとえば寸法値）を変更し、最適なデザインを見つけます。形

状最適化解析は、質量の最小化など最適化する特性を指定できるモデルに対して効果を発揮します。

位相最適化解析機能

位相最適化解析とは、有限要素解析を用いて概念設計を行なうための解析機能です。初期形状から与えられた荷重条件や拘束条件に対して適切な形状を導き出します。

2) Working Model Motion の機能

Working Model Motion は、下記に紹介する機能以外に Studio の全機能を兼ね備えています。

測定機能

時間、速度、加速度、位置、運動量、方向、角速度、角加速度、力、トルク、摩擦係数、接触力等を測定し、グラフにて表示できます（図 1-2）。ユーザー定義のメーターを作成するには式を入力します。

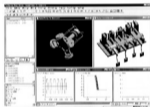


図 1-2 Working Model Motion の画面

単位系

SI、English、CGS、ユーザー定義の組み合わせを含むあらゆる単位系を使用できます。単位系はいつでも変更可能です。

座標点のデータ計測

座標点を配置し、任意の場所の位置、速度、加速度、方向、角速度あるいは角加速度などの物理量を測定できます。

データのエクスポート

グラフデータをタブ区切りテキスト形式で出力し、表計算アプリケーションで利用することができます。

Nurbs ベースの衝突検出

Nurbs 曲面を利用してボディ間の衝突を検出することができます。この機能は丸みのある形状をもボディを正しくトレースできるので、カムなどの接触問題に特に有効です。

3) Working Model 4D の機能



図 1-3 Working Model 4D の画面

Working Model 4Dには、Motionの機能に加えて以下の機能が含まれています。

機構、構造解析機能

任意のボディを「FEAパーツ」として定義し、機構解析と構造解析を合わせて実行することができます。機構解析の実行に合わせて全フレームについて応力解析を実行するか、あらかじめ計算された機構解析の計算結果から選択した特定のフレーム

について応力解析を実行することができます。

自動可変転送機能

Working Model 4Dでは、自動可変転送 (ALT) 機能によってジョイント部の反力が応力解析の可変に自動変換され、パーツの面に与えられます。また、ボディの加速度も構造解析で使用されます。この2つの機能により、実現象をより簡単にかつ正確にシミュレーションすることができます。

メッシュ、ソルバーの有効利用

Working Model では、機構解析と構造解析を同時に実行する際にFEAソルバーが効果的に使用されます。ボディの拘束条件やジョイントに変更のないフレームについてはフルに解析を実行しません。最初のフレームについてのみ構造解析をフルに実行し、その後はMSC Nastranのリスタート機能を使用するため、解析スピードが非常に速くなります。

3.むすび

Working Model シリーズは最新のシミュレーション技術を、非常に使いやすい環境で設計エンジニアに提供するために開発されています。合理的で高度な設計に必須のツールとご支持をいただけるよう今後とも開発を続けていきます。



第13回計算力学講演会のご案内

【日本機械学会計算力学部門、東海支部 共同企画】

竹園茂男
豊橋技術科学大学機械システム工学系

開催日：2000年11月28日（火）～30日（木）

会場：豊橋技術科学大学

（愛知県豊橋市天伯町菅ヶ丘1-1）

今年の計算力学講演会（第13回）は豊橋で開催されます。豊橋は、東に浜名湖、西に蒲郡、南に伊良湖、北の奥三河には黒山など風光明媚な景勝の地に恵まれています。また豊橋地方は養魚地、史跡、温泉ばかりでなく、海からとれる新鮮な魚、うまい酒、情こまやかな女性に恵まれ、夜も昼も楽しめる講演会の開催地には打って付けのところですよ。

既に、計算力学拡大委員会の皆様のご協力により、各分野のオーガナイズド・セッションのテーマが決定され、会誌平成12年4月号に掲載される予定です。もちろん一般セッションも多数用意されています。これを御覧頂き、積極的な講演申込をお願いいたします。講演内容は何でも結構です。未完成あるいは研究途上ならは問題提起や事例報告だけでも結構です。計算力学分野の会員相互の楽しい交流の場になりたいと思います。

実行委員一同、多数の皆様のご論文発表とご参加を多に

期待しております。

連絡先：竹園茂男

豊橋技術科学大学機械システム工学系

〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町菅ヶ丘1-1

Tel:0532-44-6663

Fax:0532-44-6661

e-mail:takemoto@mech.tn.ac.jp



2000年度年次大会部門関連特別行事企画

森西洋平

名古屋工業大学 機械工学科

2000年度年次大会が名城大学（名古屋市）において平成12年8月1日から8月4日にかけて開催される予定です。オーガナイズドセッションについてはニュースレター前号および学会誌の講演募集（1999年10月号、巻412頁）で既に公表されているとおりですのでご参照下さい。また計算力学部門に関連した特別行事として、基調講演が1件、先端技術フォーラムが2件、ワークショップが3件企画されておりますのでご報告致します。

[1] 基調講演

- 講演題目：分子動力学の剛性強度評価への応用（岩崎富生）
企画者：北村雅行

[2] 先端技術フォーラム

- 題目：計算力学に関する大型プロジェクト（パート4）
企画者：矢川元基、吉村忍、奥田洋司
講演1：生体シミュレータ（堀野隆太郎）
講演2：ADVENTURE プロジェクト（吉村忍）
講演3：固体地球シミュレータGeoFEM（奥田洋司）
講演4：RWCPにおける計算機クラスタ技術（佐藤三久）
講演5：High Performance Fortranの現状と将来（妹尾義樹）
- 題目：進化的計算手法とその応用の新展開
企画者：尾田十八、三木光範
講演1：進化的計算手法の現状と将来（伊庭直志）
講演2：進化的計算手法と創発的設計（上田克次）
講演3：進化的計算手法による最適構造の創生（尾田十八）
講演4：進化的計算手法の並列計算機への実装（三木光範）

[3] ワークショップ

- 題目：メッシュレス法の3次元問題への応用
企画者：矢川元基、野口裕久
講演1：メッシュレス法の現状と動向（野口裕久）
講演2：Element Free Galerkin法（奥田洋司）
講演3：有限被覆法（鈴木克章）
講演4：粒子法（越塚誠一）
講演5：Free Mesh法（矢川元基）
- 題目：エンジニアリングソフトウェアの使いやすさ
企画者：矢川元基、三好昭生、辻 知章

講演1：ユーザビリティとエンジニアリングソフトウェア（黒須正明）

講演2：設計者から見た使いやすさIGAEソフト（西脇真二）

講演3：CADおよびCAEソフトの使いやすさの検証（三好昭生）

講演4：3次元CAD教育とその設計教育への活用について（望月達也）

講演5：ここまで進んだ世界の3次元CAD教育（太田幹郎）

- 題目：PCを使ったハイパフォーマンス計算は可能か
企画者：堀野隆太郎、藤井孝藏

講演1：企業におけるPCクラスターの導入-低コスト流体計算に向けて-（小川隆伸）

講演2：研究室レベルのPCクラスターによる数値シミュレーション（月 録）

講演3：PCクラスターでのハイエンドベクトル計算機の置き換え可能性（黒川源生）

講演4：9Core型クラスター（石川 裕）

- 題目：全線形有限要素法の使い方と使われ方
企画者：大野信忠

講演1：高速増幅設計における非弾性解析（高橋由紀夫）

講演2：電子部品のはんだ接合部の非弾性解析（飯塚）（川上 崇）

講演3：半導体、コンピュータにおける非弾性解析（斎藤直人）

講演4：自動車衝突解析の現状と課題（安本 剛）

(*は部門横断企画)

上記特別行事に関して各企画者には多大なるご尽力を賜りました。この場をお借りして御礼申し上げます。

新設技術委員会の紹介

総務委員会

本部門は研究分野横断的性格を有しており、研究領域を代表する技術委員会を設置しております。下記の既設技術委員会

- 電子材料、電子・情報機器関連技術委員会
- 境界要素法技術委員会
- パソコンの利用技術委員会
- 計算固体力学技術委員会
- 熱工学関連技術委員会
- ネットワークコンピュータ技術委員会
- 最適設計技術委員会
- 計算力学教育技術委員会

に加えて、新たに2つの技術委員会が設置されることになりました。以下にご紹介いたします。

流体と構造の複合問題の技術委員会

- 委員長 大林茂（東北大）
- 幹事 大田世樹（北海道工大）

活動概要 流体工学や構造力学などの各分野の支配方程式に基づくシミュレーション技術が整備されつつあるが、これ

らを真に設計に役立つ手法として発展させるためには、各分野のシミュレーション技術の統合が不可欠である。このために本委員会では、(1)流体・構造各分野ならびにそれらの統合化技術の調査・研究、(2)講演会他行事の企画、(3)技術動向、(4)訳語の統一やソフトウェアの企画調査、などを行うものとする。

流体工学技術委員会

- 委員長 荒川忠一（東大）
- 幹事 松尾昭一（教技研）

活動概要 計算力学部門における流体工学関連分野の研究支援のための活動を行う。本分野に根ざした新しい領域の開拓を積極的に行う。コンピュータグラフィックス、アート、あるいは物理モデルとアニメーションメントの融合といった新しい活動を積極的に行い、従来の流体工学研究との学際的な発展も図るものとする。

2000 N x @ [@ B w v z ` w i E ` j W v

本部門では、計算力学分野の進展を図るため、上記2種類の部門賞が平成12年度に設置されました。

本年度も下記要領で募集いたします。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を対象とする。

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を対象とする。

当該年度の受賞人数は、部門賞通則第5項に基づく人数以内を遡考するものとする。

(部門賞通則からの抜粋)

当該年度の受賞者数は、当該部門の登録者数(1~3位の合計)に応じて以下のように定める。

4000名未満5名以内

5000名未満4名以内

以下登録会員1000名につき受賞者を1名追加

登録者数は毎年8月末日時点による。

2. 表彰の方法、時期

審査の上、2000年11月28日~30日に予定されている第13回計算力学講演会において、賞の贈与をもって行う。

3. 募集の方法

公募によるものとし、他薦とする。

4. 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、カ、E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。

5. 提出締切日：2000年6月30日(金)

6. 提出先

〒160-0016東京都新宿区信濃町35番地信濃町5階5号
日本機械学会計算力学部門【担当編集：野口明生】

電話03-5360-3500 FAX03-5360-3508

E-mail: noyachi@jmsc.or.jp

No.00 | 27

最適化シンポジウム2000 (OPTIS 2000)

【機械力学・計測制御部門（制御部門） 計算力学部門、設計工学・システム部門、バイオエンジニアリング部門 合同企画】

開催日：2000年10月6日(金)、7日(土)
会 場：東京工業大学（東京都目黒区大岡山キャンパス）
募集分野

最適化に関する基礎分野から応用までのすべてのテーマ（ただし応用分野でも理論的な側面を含むこと）
最適設計、同定問題、逆問題、再解析、感度解析、最適制御、最適化手法（数値計画法、ファジイ理論、ニューラルネットワーク、遺伝的アルゴリズム、人工知能、等）最適化に関する諸問題（多目的最適化、構造・制御同時最適化、複合領域、コンカレントエンジニアリング、信頼性、汎用ソフトウェアにおける最適化機能、他）

発表形式

1994年、96年、98年に引き続きの第4回となる開催です。本シンポジウムの目的は、最適化に関する研究について深く議論する場を提供することで、その中から世界にむけて先導的な研究を発信するきっかけを作るのが目的です。このためシンポジウムのセッションとして、特別講演と基調講演で約10件、および講演時間20分の一一般講演40件程度を予定しています。一般講演は公募として、アブストラクト審査により採否を

決定します。

申込締切 2000年 5月 19日（金）必着
原稿締切 2000年 7月 18日（火）必着
論文原稿 講演が採択された後に原稿執筆要領をお送りします。なお原稿用紙は、A4版用紙4枚です。

申込方法

講演内容の一部はすでに発表されたものでも構わないが、最近の研究に属すること。一般講演の申込希望者はA4版の講演申込用紙（表題として「最適化シンポジウム講演申込」と書き、代表連絡者の氏名、所属、住所、電子メールアドレス、電話番号、FAX番号を記載したもの）を、A4版2ページのアブストラクト（題目、著者名、所属、1000字程度の本文、代表的な図表）と一緒に、下記の申込先まで郵送してください。なお一般講演の採否については実行委員会が決定し、6月中旬に連絡します。

申込先

〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-2
東京工業大学 機械科学科 萩原一郎
電話：(03-5734-3555)、FAX：(03-5734-3555)
E-mail：hagiwara@mech.titech.ac.jp

談話室



ゲームの理論

情報が完全に開示され偶然の入り込む要素が全くないゲームを完全情報確定ゲームと呼ぶ。利害の相反する2つのプレイヤーが存在し、一方の利益がそのまま他方の損失になるようなゲームを2人用ゼロ和ゲームと呼ぶ。したがって、将棋、囲碁、チェスなどは、完全情報確定2人用ゼロ和ゲームと呼ぶことができる。完全情報確定2人用ゼロ和ゲームにおいて、強い対戦プログラムを作ることが困難である条件は次の2つの要素を満たしていることが知られている。

- (1) 場合の数十分に大きい
 - (2) 局面の評価が難しい
- 将棋、囲碁、チェスはいずれも上記2つの条件を満たしている。したがって、その強い対戦プログラムを作るのが難しいゲームであるといえる。

場合の数というのは、一局面における着手の総数の平均と平均手数のべきで計算され

る。チェスの場合には一局面における着手の総数の平均は25手であり、平均80手程度で終局することが知られているので、

$$25^{80} \approx 10^{160}$$

になる。将棋の場合も、一局面における可能な着手数は50～100手程度でパラツキが大きいことが知られている。平均75手とし、終局まで120手程度がかと想定すると、場合の数は、

$$75^{120} \approx 10^{180}$$

となる。囲碁の場合も、 10^{180} といわれている。場合の数が小さいゲームは、終局近くまでゲームの末を作る手が可能なので、局面の評価が難しくても、比較的強いアルゴリズムを作ることが可能になる。

一局面の可能な着手が25手程度であれば、そのすべてを探索し、ある程度先読みをすることが可能であるが、50手を超すようだと実用時間内（2時間程度）では不可能になる。そこで、ある程度着手を絞り（前向き視列）可能な着手の1/2から3/4程度を切り捨てざるを得ない。このとき最善手を捨ててしまふ危険性が生じることになる。この前向き視列を続けて先読みをするわけであるが、2手先以降を前の7割程度に絞り込むものとす

れば、将棋の場合で、9手の先読みをするものとするれば、

$$30(1手先) \times 20(2手先) \times 15(3手先) \times 10(4手先) \times 7(5手先) \times 5(6手先) \times 3(7手先) \times 2(8手先) \times 2(9手先) = 3750000$$

の局面が設定できる。この局面のそれぞれに、あらかじめ設定した静的評価関数を用いて評価値を割り当てる。

局面の評価が難しいというのは、静的な静的評価関数を作ることが困難だということである。ゲームソフトを作るプログラマーが最も苦労するのがこの部分であり、経験に基づいて試行錯誤を繰り返しながら作るのが普通である。

局面の評価ができたならばミニマックス法により、読み最深部から逆向きに最上層（一手先）まで送り、その評価値が一番大きい手が次の着手となる。ミニマックス法とは、読み手を逆向きに送る際、相手の着手にはその下の自分の着手の最も評価値の小さい（ミニ）値を、自分の着手にはその下の相手の着手の最も評価値の大きい（マックス）値を当てはめながらこれを行う方法である。

さて、将棋、囲碁、チェスなどのゲームのコンピュータソフトはどのくらい強いのかである

うが、

チェスマシンディープブルーが人間のプレイヤードを極めて最優のレベルにあることは良く知られている。チェスより場合の数の多い将棋においては、最優のプログラムで2-3段程度というのが一般的評価である。ただし、コンピューター将棋の得意な人知っている人の顔から見ると結構な差もみられている。一方、将棋より場合の数が多い囲碁の場合は、これよりもっと弱くて、1989年の日本棋院の規定では、最優のプログラムが2級と判定されている。囲碁の場合は、石の形や効率、確定地の数、碁石の存在、模様、厚み、味などの様々な要素が複雑に組み合って、静的評価関数の設定が非常に難しいというのもその理由である。

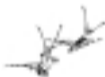
参考のため以下にプログラム同士の対戦結果の一例を示す。

参考：南雲賢彦, "将棋のアルゴリズム", 科学セミナー, 1984-10(1994)22.

	将棋プログラム	囲碁プログラム (日本での名称)
	第9回コンピューター将棋選手権 (1999年3月, コンピューター将棋協会)	第1回CGS将棋コンピューター囲碁大会 (1999年7月, コンピューター囲碁フォーラム)
1位	金沢将棋	Go4++ (最優の囲碁2), 美
2位	YSS 9.0	Haruka (囲碁一書2・最優碁), 日
3位	SHOTEST v3.0	Goemate (手配対碁III), 中
4位	発音名人	FanGo, 韓
5位	IS将棋	Wulu (最優), 中

部門行事予定

会議名	開催日	会場	備考
日本機械学会 2000年度年次大会	2000年 8月1日(火) ~ 4日(金)	名城大学 (名古屋)	本文 20頁
最適化シンポジウム 2000	2000年 10月6日(金) ~ 10月7日(土)	東京工業大学 (東京)	本文 23頁
第13回計算力学講演会	2000年 11月28日(火) ~ 30日(木)	豊橋技術科学大学 (豊橋)	本文 18頁



《各行事の問い合わせ、申込先》

日本機械学会計算力学部門担当 野口明生

〒160-0016 東京都新宿区信濃町35番地 信濃町ビル5F TEL: 03-5360-3500 FAX: 03-5360-3508

計算力学部門ニュースレター No.24: 2000年3月15日発行

編集責任者: 広報委員会委員長 宮内敬雄

ニュースレターへのご投稿やお問い合わせは広報委員会幹事までご連絡ください。

広報委員会 幹事 鈴木草彦

〒135-8732 江東区豊洲3-1-15 / 石川島播磨重工業株式会社基礎技術研究所構造部

TEL: 03-3534-3343, FAX: 03-3534-3348, E-mail: akahiko_suzuki@ih.co.jp