



COMPUTATIONAL MECHANICS

計算力学部門ニュースレター No. 26

March, 2001



部門長就任にあたって

田中正隆
信州大学 工学部 機械システム工学科

計算力学部門は1988年に設立されて以来、歴代部門長の先生方のご尽力により、機械工学の学際分野に位置するという特徴を十分に生かし、他部門に負けない活発な活動を続けて来ました。その部門の21世紀最初の部門長を仰せつかることとなり、光栄に思うと同時に重責で身の引き締まる思いがします。新世紀における計算力学部門のあり方を見極めつつ、部門のかじ取りに微力ながら取り組む所存です。宜しくご支援をお願い申し上げます。

計算力学は、機械工学の種々の分野を力学を縦系にコンピュータを横系にしてつなぐ横断的な研究分野と言えます。計算力学のこれまでの発展において、最大の原動力はコンピュータの発展にあることは疑う余地はありません。スーパーコンピュータという最先端に位置するハードウェアのピーク性能がその黎明期の1980年ごろから、ほぼ5年ごとに約10倍ずつ演算性能が向上してきています。演算速度がギガ(10⁹)からテラ(10¹²)さらにはペタ(10¹⁵) FLOPSというとても高速コンピュータが出現してきています。一方において、さまざまな形態のパーソナルコンピュータを含むハードウェアの多様化やネットワークの拡充にも対応して、開発すべき応用ソフトウェアが拡大の一途をたどっているといえます。産業界における計算力学への多様な要求を満足する必要に迫られており、この解決を通じて計算力学が、新しい産業革命の担い手となるITに深いかわりをもって発展を続けて行くことが出来ると考えられます。

21世紀はインターネットに接続した端末から、さまざまな形でサービスが個人に提供される時代になるものと思われま。通信インフラの整備がさらに進むと、インターネットに接続す

る端末がパソコンから携帯電話に代表されるモバイル端末になり、知識の共有化がさらに進展することになるでしょう。当然ながら、計算力学というフロンティア領域で開発された応用ソフトウェアも、このネットワーク時代のサービスのコンテンツとして幅広く提供され、利用が極めて汎用化する可能性を秘めています。したがって、計算力学での先駆的な解析ソフトウェアとそれに基づく設計の新しいツールの開発だけでなく、ネットワークを通じたサービス・コンテンツとして提供するための周辺技術を充実させることも計算力学分野に属する重要な研究対象となります。計算力学部門の21世紀の重要課題は、計算情報工学と呼ぶべきITに係わる幅広い技術分野を視野に入れた発展につなげることにあると言えます。

ところで、工学技術者に対してはグローバルスタンダードに則った技術者教育のレベルアップと品質保証が求められ、それを受けて1999年11月に日本技術者教育認定機構(JABEE)が設立され、日本機械学会においても2001年より「工学教育に対する具体的な認定作業」が始まろうとしています。また、ITが次なる産業革命の担い手として脚光を浴びる中で「情報処理技術者」の役割も増大しており、「情報処理技術者試験」がその品質を保証する上で重要な役割を果たしています。

このような動きの中で、力学とコンピュータを融合した計算力学の専門家である計算力学エンジニアは、社会的な重要性が増しているにも係わらず、必ずしも社会的に十分に認知され客観的な評価を受けているとは言えない状況にあります。敢えて言えば、旧来の伝統的な分類に従う4項目(材料と機械の力学、エネルギーと流れ、情報と制御、設計と生産)に分断され、力学と情報(計算)を融合した横断分野である計算力学

は、適切な評価を受けられる状況にはないと言えます。当然のことながら、情報処理技術者試験においては機械工学の基礎知識である力学に関する知識は一切問われません。現在、計算力学関係の教員は全国のあらゆる大学の様々な学科で教育に従事していますが、いずれの大学においても単独で「計算力学教育」を適切に認定するだけの存在にはなっていない状況にあります。

計算力学部門は、部門登録者5500名を有する国内における計算力学分野のリーディング機関として、積極的に「計算力学教育」の整備を推進し、「計算力学専門技術者（技術士）」の

教育・認定作業にたいして、計算力学の普及に努めていくべきであると考えます。本年度はその実施へ第一歩を踏み出すべく積極的に部門活動を推進したいと思っています。幸いにして、昨年度から「計算力学教育認定検討技術委員会」（吉村忍・委員長）が発足しましたので、この委員会を通じて、社会的なニーズの把握、認定すべき知識・技能の範囲の明確化、その認定方式などについて詳細な検討をしていただき、具体策を立案・実行して行くつもりであります。ご支援をよろしくお願い申し上げます。

.....



部門長退任に際して

宮内敏雄
東京工業大学 大学院 理工学研究科 機械宇宙システム専攻

21世紀を迎え、日本は大きな変革を迫られています。同様な変革を日本機械学会も迫られており、2001年度から財政制度が大幅に変更されます。要点は（1）直接交付金の増額および直接交付金への部門活動度の反映、（2）学会事務局の無償業務代行サービスの減額です。直接交付金は増額されますが、無償業務代行サービスが減額されるため、部門裁量分が増えるわけではありません。また、部門活動度が直接交付金の配分額に反映されるため、部門の活動実績を継続して上げていく必要があります。

この他の計算力学部門を巡る環境の変化として、計算力学部門のカバーすべき領域の拡大を挙げるすることができます。機械工学と計算機の接点が従来のシミュレーション中心から、コンセプトデザイン、開発と製造のインターフェースデザイン、プロ

ダクションプロセスデザインと多岐に亘るようになってきました。今後ともシミュレーションを中心とした分野が計算力学部門の活動の主要な部分を占めることは確かですが、それ以外に上記の分野を取り入れていく必要があります。そのためには、企業の協力は欠かすことのできないものであり、企業の方々の協力を得て、21世紀における計算力学分野の拡大と進展を図っていく必要があると思われまます。

このような変革期に大過なく任期を終えることができますことは、ひとえに部門活動を支えて下さった皆様方のお蔭であり、厚く御礼申し上げます。また、次年度は田中先生、矢部先生を中心とした運営体制が取られることになっておりますので、引き続きご支援、ご協力のほどよろしくお願い申し上げます。

.....

2000年度計算力学部門賞贈賞報告

北川 浩
表彰担当技術委員会委員長 / 大阪大学 大学院工 学研究科

本部門では1990年度より功績賞、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、学会活動などの幅広い功績に対して、業績賞は計算力学の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。今年度の部門賞の選考経緯と結果を以下に報告する。

両部門賞授賞候補者として推薦が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、

運営委員会に諮り了承を得た。

功績賞は、宇宙科学研究所宇宙輸送研究系の藤井孝蔵教授と、英国ポーツマス大学(Wessex Institute of Technology, University of Portsmouth)のCarlos Alberto BREBBIA教授（五十音順）のお二人に、業績賞は、慶應義塾大学理工学部の中橋隆彦教授、東北大学大学院工学研究科の中橋和博教授、東京大学大学院新領域創成科学研究科の吉村忍教授（五十音順）のお三方に贈られた。

BREBBIA教授は、計算力学分野での国際的な貢献、とくに、

境界要素法を中心として、有限要素法、固体・流体のモデリングと数値シミュレーション、環境関連のシミュレーション等についての40年以上に亘る研究と教育を通じて、300編以上の研究論文、20編あまりの専門書を著すことにより輝かしい学術的な貢献をされ、英国ポーツマス大学に計算力学研究所を設立して、我が国の研究者・技術者十数名を含む多くの人材を育成してこられた。

藤井孝蔵教授は、高速流体力学、数値流体力学、流体数値シミュレーション手法から可視化後処理などの研究を通じて、航空宇宙分野における流体力学の分野で多大な貢献をされた。それと共に、1994年から1996年にかけて計算力学部門第9技術委員会委員長、1999年からパソコン利用技術委員長として、計算力学の発展普及に顕著な功績を残され、1997年副部門長、広報委員長、1998年部門長、総務委員長、1999年表彰担当技術委員長として、計算力学部門の運営に多大の貢献をされた。

棚橋隆彦教授は、長年に亘って数値流体力学分野の研究に優れた業績を上げてこられた。とくにGSMAC-有限要素法を提案され、それによる数値解析法を実用性の高い流れ場の解析手法として確立された貢献は大きい。

中橋和博教授は、圧縮性流体の数値計算において、格子生成の分野で早い時期から独創的な研究を行い、解適合格子法、FDM-FEM領域分割法、非構造格子法などにおいて顕著な貢献をなされた。とくに、非構造ハイブリッド格子によるナビエ・ストークス計算・表面格子生成法・渦中心解適合格子・非構造オーバーセットなど、オリジナリティのある研究成果を上げて世界をリードしてこられた。

吉村忍教授は、破壊力学、非弾性構成方程式、構造工学分野での自動要素分割、大規模並列処理、設計最適化、逆問題解析など、計算力学の広い分野に亘って顕著な研究業績をあげられ、力学、数値計算一辺倒であった旧来の計算力学に対して、知的情報処理、数理・数値解析技術、大容量・高速計算機・ネットワーク技術の有機的な結合のもと、知的シミュレーションと名付けてきた新たな分野を提唱し、開拓してこられた。

以下に、今回受賞された方々の略歴を紹介する。

BREBBIA 教授略歴

University of Litoral, Argentina 卒業
1968年 University of Southampton, England にてPhDを取得
1969年 University of Southampton 講師
1975年 Princeton University 客員準教授
1979年 University of California, Irvine 教授
1986年 Wessex Institute of Technology, Southampton 所長
1992年 University of Portsmouth 教授

藤井孝蔵教授略歴

1974年 東京大学工学部航空学科卒
1977年 東京大学大学院工学系研究科航空学専修修士課程終了
1980年 東京大学大学院工学系研究科航空学専修博士課程修了
1981年 NASA エイムス研究所 NRC 研究員
1984年 東京大学工学部航空学科助手
1984年 科学技術庁航空宇宙技術研究所空気力学第2部研究官

1986年 同主任研究官
1986年 NASA エイムス研究所 NRC シニア研究員
1988年 文部省宇宙科学研究所宇宙輸送研究系助教授
現在 同教授、東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻教授併任

棚橋隆彦教授教授略歴

1966年 慶應義塾大学大学院工学研究科機械工学専攻修士課程修了
1969年 慶應義塾大学大学院工学研究科機械工学専攻博士課程修了
1970年 カリフォルニア工科大学客員研究員
1975年 慶應義塾大学工学部専任講師
1977年 慶應義塾大学工学部助教授
1985年 慶應義塾大学理工学部教授、現在に至る

中橋和博教授略歴

1974年 大阪府立大学工学部航空工学科卒業
1976年 東京大学大学院工学系研究科航空学専攻修士課程修了
1979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（東京大学）
1979年 航空宇宙技術研究所角田支所
1983年 NASA エイムス研究所 NRC 研究員
1886年 航空宇宙技術研究所原動機部主任研究員
1988年 大阪府立大学工学部助教授
1991年 NASA エイムス上級研究員
1993年 東北大学工学部教授、現在に至る

吉村 忍教授略歴

1981年 東京大学工学部原子力工学科卒業
1987年 東京大学大学院工学系研究科原子力工学専門課程博士課程修了、工学博士（東京大学）
1987年 東京大学工学部講師
1989年 同 助教授
1992年 東京大学人工物工学研究センター助教授
1994年 ドイツ・シュツットガルト大学材料試験研究所（MPA）客員研究員
1995年 東京大学大学院工学系研究科助教授
1999年 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授、現在に至る





JSME Acceptance Remarks

Carlos Alberto BREBBIA
英国ポーツマス大学 (Wessex Institute of Technology, University of Portsmouth)

It is always a great honour for any Engineer to receive such a prestigious award as the JSME medal. In my case, however, the honour is compounded by coming from a country which I have learned to love and respect since my first visit twenty or so years ago.

Every visit to Japan has been, for me, a source of delight in discovering new aspects of its culture and new demonstration of the warmth of its people. Their continuous receptivity to new ideas and acceptance of other peoples' cultural values has been instrumental in ensuring the success of Japan in terms of Engineering inventions. Few areas have been more fruitful in this regard than the development of Engineering Science in the last few years, in particular Boundary Elements.

I am proud of my association with my Japanese colleagues

and, in particular, of seeing the quality of their work, and the many developments pioneered by these colleagues and friends who have been through our Wessex Institute of Technology.



.....



部門功績賞をいただいて

藤井孝藏
宇宙科学研究所 宇宙輸送研究系

この度は、計算力学部門功績賞を頂き、大変光栄に思っております。これまでご指導いただいた諸先生方、議論を交しともに研究を行ってきた研究者の方々、そして私の研究室の卒業生など多数の方々に感謝するとともに、今回の授賞選考にあられた関係各位に厚く御礼申し上げます。

功績賞は学術・教育・学会活動など計算力学発展への寄与が対象ですので、今回の受賞は、正・副部門長としての貢献が特に評価されたものと認識しております。当時20近くあった技術委員会を全廃し、新たに提案型の技術委員会方式に変更したり、ネットによる部門運営委員会の審議を行うなどかなり乱暴なことをやらせていただきました。幸い、北川先生、宮内先生など後を引き継いでいただいた部門長が規則などの整備をしてくださり、当時の改革はそれなりに定着しつつあると思っております。学会の組織改革の中、次期田中部門長を中心に、今後も計算力学の発展につながる部門運営が行われるものと確信しております。

さて、私の研究分野は数値流体力学 (CFD) に属します。計算プログラムや大型計算機との私の出会いは1974年の春、はじめて宇宙研に来たときにさかのぼります。指導教官の辛島桂

一先生からいきなりプログラムを渡され、修正して計算するように言われました。超幾何関数を利用した理論展開による計算でわけがよくわからないまま計算をしました。自分で定式化し、自らプログラムを組んだのはその後のことです。この分野、特に高速流体力学分野のCFD研究者には多くの宇宙研出身者がいます。特に私が在籍していた頃は1つの時代だったかも知れませんが、多くの優秀な方々の中で大学院生活を送れたことがその後の研究生生活の基礎となったことは言うまでもありません。

その後の研究活動につきましては3年前、部門業績賞をいただいたときにこのニュースレターに書かせていただきました。ちなみに2度のNASAエイムス研究所滞在時代にさまざまな教えを受けた方々の多くはすでに職を辞されています。1981年最初にNRC(National Research Council) 研究員として訪ねたときのアドバイザー Paul Kutler 氏もこの1月に30年にわたるNASAでの生活に別れをつけました。私の代表的な研究成果の1つであるデルタ翼、ダブルデルタ翼の前縁剥離渦のシミュレーションは彼が与えてくれたテーマです。研究テーマは衝撃波-境界層干渉だったのですが、最初に彼の部屋を訪ねたとき、机の上にあったF16戦闘機のプラモデルをとりあげ、こういう流れはま

だ誰もやったことがないが興味はないかと言われ手をつけたものです。自分の論文でもないのに忙しい中をつきつきりで添削してくれた私の尊敬する J. L. Steger 氏は7年前に U. C. Davis の教壇で倒れ、帰らぬ人となってしまいました。

一度目の渡米からの帰国後は航技研で遷音速輸送機を対象としたシミュレーションを数多く行いました。当時、東大航空の大学院生だった現東北大流体研の大林茂先生らとの研究です。自由になるので、夜中に大型計算機の運転まで自分たちでやりながら、3次元ナビエ・ストークスコードのバグとりをし

ました。再び渡米の後、日本に戻り、古巣宇宙研へ今度は職員として帰ってきたのが1988年です。その後、一緒に研究を行った方々の中にはすでにみなさまよくご存じの若手研究者も多数います。

このような多くの方々との出会いも今回の受賞の大きな要因の一つであると思っております。今回受賞させていただいたことを励みに、今後も微力ながら計算力学の発展に努めていきたいと考えております。

.....



計算力学部門の業績賞をいただいて

棚橋隆彦
慶應義塾大学 理工学部 機械工学科

学部の卒論ではじめてシミュレーションの楽しさを味わったのは今から35年程前のことです。それ以来、連続体の力学・計算工学の分野で仕事をして来た者として、このような賞を頂いたことは誠に光栄です。

使用可能な計算機は時代と共に、手回し計算機 電動計算機 K1 計算機（慶應義塾大学で開発された第1号電子計算機） TOSBAC3400 IBM7090 CRAY T90 富士通 VPP700 NEC SX5 へと大容量化・高速化され計算機の種類もどんどん進歩しています。最初は差分法で翼列の計算を行っていました。K1 計算機の記憶容量は16K で今のパソコンよりずっと劣っていました。しかし、その大きさは小部屋を専有していました。プログラムはマシン言語であり、0と1の数字列を紙にパンチして、テーブリーダーに読ませていました。虫とり操作も難解であり、修正も紙の切り張りで苦労していました。しかし、完成したプログラムは再利用が可能であり、パラメータを変えるだけで色々な計算ができたことは大きな喜びでありました。N-S 方程式を直接コンピューターで解いているとのホットな話題も大学院生の頃でありました。

FEM（有限要素法）で流れの計算を始めたのは今から15年位前のことでありました。すでに海外ではFEMによる流体解析がかなり盛んで相当進んでいました。何故、日本では普及しないのか、良く分かりませんでした。有限要素法は汎用性に富んでいますから、差分法の高速度性をカバーする手法が完成すれば、いずれ世の中は構造解析のみならず流体解析も有限要素法になってしまうだろうとの期待でありました。開発の合言葉は“差分法に追いつけ、追い越せ”でありました。

差分法の分野ではアメリカのロスアラモス研究所で有名なMAC系のコードの開発が終わっていました。そのなかでもHirtの開発したSOLAコードでありました。そのコードをFEM化するのが最初の仕事でありました。SOLA法は別名HSMAC法とも呼ばれています。HSMAC法はHighly Simplified Marker and Cell Methodの省略形でありました。この手法の中には非常に多くの

示唆に富むアイデアが含まれています。何とかこの一部がFEM化できたので何か名前をつけて世にデビューさせようと思しました。最初はHSMACの一般化でGHSMACと名前を付けてみましたが6文字もあり長すぎました。そこで、Hを省略しGSMACと命名しました。その頃はまだHの持つ意味を本当に理解しておらず、FEM化もされていなかったものでこれで丁度良かったのかもかもしれません。これが1985年のことであります。

次の仕事はPatanker Spaldingの開発したSIMPLEコードのFEM化でありました。このコードの特徴はセルReynolds数の安定条件を完全に克服していることであります。このアイデアをFEM化し、GSMAC法に吸収するには新しい形状関数の開発が必要でありました。どうにか開発できたのが10年後の1995年でありました。エレメントGreen関数がこの手法のキーワードであります。そして世にHibrid GSMAC法として世におくることができました。

第三の仕事は矢部先生のCIP法のFEM化であります。CIP法はSemi Lagrange法の一つであり、クーラン数の制限除去として安定に解析する手法であります。これをFEM化して発表したのがGSMAC CIP法であり最近の話題であります。流体解析の有限要素法はだめと言われながら、地道に一步一步研究を続けたのが力となり今回の業績賞の受賞になったのかと思っております。私の人生も残り少なくなって参りましたが、皆様のご支援を受けながらGSMAC法によるより良い実用解析コードを目標に、計算力学の研究と発展に寄与したいと思っております。





計算力学部門の業績賞をいただいて

中橋和博
東北大学 大学院 工学研究科

この度は計算力学部門業績賞を頂き、誠に光栄に存じます。私は航空宇宙分野の数値流体力学（CFD）研究を行ってききましたが、この分野の多くの素晴らしい先輩諸氏や研究仲間のお陰でこのような名誉な賞を頂くことができましたと感謝しております。少し過去を振り返りますと、学生時代に再突入体周りの化学反応流計算を行っていたのがきっかけで、航空宇宙技術研究所にてロケットノズル内の流れの解析とノズル設計を行うことになりました。次にNASA Ames 研究所に滞在する機会を得、ロケット排気の計算を行いました。その際、ジェットと外部流の間のせん断層や衝撃波を精度良く解析しようと解適合格子を始めたのがきっかけで、その後は何かと計算格子にまつわる研究をすることになりました。

現在の主な研究テーマである非構造格子法は、昨年の業績賞を受賞されたLohner氏と1984年の国際会議で知り合ったのがきっかけです。Lohner氏は衝撃波を伴った流れを有限要素法で解く内容の発表をされましたが、構造格子の生成なり制御の難しさを思い知らされていた私にとって、格子自由度の大きな非構造格子法に非常に魅力を感じたものです。ただ、そのころの有限要素法はNavier-Stokes計算に使うには時間がかかりすぎ、結果の質も差分法とは比べものにならない程悪いものでした。

そのため、高い精度が要求される境界層領域に差分法、残りの領域には有限要素法というハイブリッド法を提案したのが非構造格子法を始めるきっかけです。その後、非構造格子と構造格子の間を行きつ戻りつ3次元実形状周りの流れを効率良くかつ精度良く解こうとして今日に至っています。15年前に有限要素法で2次元Euler方程式を解いていた頃と比べると、3次元Navier-Stokes方程式を非構造格子上でさほど困難もなく解けるようになった現状は想像以上の進展です。

航空関連のCFDは、アルゴリズム開発としてはほぼ成熟期に入ったとも言われています。確かにいろいろなアイデアを試せた80年代とは異なっています。しかし、3次元実形状周りの流動計算が比較的簡単に行えるようになったのもごく最近であり、CFDの威力を本当に試せるのはこれからでしょう。例えば、次世代旅客機では胴体と翼を一体化した形状が検討されていますが、その3次元曲面の空力設計には3次元CFD無くしては困難です。様々な流体機械を始め、我々の身近な流れ問題でもCFDの活躍が楽しみな時期でもあります。CFDだけでなく、計算工学、計算科学の飛躍的展開が始まろうとしています。それに少しでも貢献できるよう研究と教育にいつそう努力していきたいと考えております。

.....



部門業績賞を受賞して

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

この度は、「知的シミュレーションの開発と応用」という研究内容に対して、栄えある計算力学部門業績賞を受賞させていただき、大変光栄に存じます。私の研究分野は、計算力学を中心として破壊力学・非弾性構成式・構造工学分野から自動要素分割・大規模並列処理、さらに設計最適化・逆問題解析まで、さらに応用分野も原子力から自動車、マイクロマシン、環境に至るまで多岐にわたっているのですが、この機会に、私の研究の視点を少しご紹介させていただきたいと存じます。

そもそも大学院時代は、東大や留学先のジョージア工科大学において電磁力効果や動的効果と材料非線形効果の相互作用に注目した破壊現象追及型の実験及び数値解析研究を行っていたのですが、1987年に博士課程を修了し、講師として大学に残った直後に、大学院時代の指導教官でもあった教授から今後の新規有望分野である人工知能（AI）と計算力学について

サーベイをして欲しいと依頼されたことをきっかけとして、私の新しい研究がスタートしました。最初は、当時ぼつぼつと始めた有限要素法解析支援のようなAIの応用事例をサーベイしていたのですが、半年ほどして、オブジェクト指向技術が核融合構造機器のような複合現象を考慮する設計プロセスの合理化に役立つのではないかと、またファジィ推論が自動要素分割の要素サイズ制御に役立つのではないかと、という2つの着想を得て具体的な研究をスタートしました。その後、研究を続けるうちに次第に、材料力学、構造力学、計算力学、構造設計等において様々なノウハウや知的プロセスが内在し、しかもそれらがそれぞれに極めて重要な役割を果たしていることに気がつきはじめ、こうしたノウハウや知的プロセスを顕在化させ、知的情報処理手法を用いてモデル化し適用することによって、従来の伝統的な手法だけでは解決が困難であった様々な課題をうま

く解くことができるのではないかという着想に至りました。今になって考えてみると、なぜこれほどノウハウや知的プロセスの重要性に興味とこだわりをもったかと言えば、木工職人であった父の技に身近に触れながら少年時代を過ごしたからかもしれません。この発想は1992年～1995年に設立当初から所属した東京大学人工物工学研究センターにおける人工物工学研究の中でより洗練され、これを知的シミュレーション (Intelligent Simulation) と名付けました。対象世界をその世界の基本法則 (微分方程式など) に則ってモデル化するシミュレーション技術は、理路整然とした理論やアルゴリズムに脚光が当たりがちですが、現実にはそれを開発するのにも利用するのにも人であり、その人のノウハウや知的プロセスが最終的なシミュレーションの性能に大きく影響を及ぼします。また、破壊現象を例にとれば、構造機器の破壊プロセスは物理であり、その理論として破壊力

学がありますが、現実には破壊現象を防止するのにも引き起こすのも人 (設計者や運転者) の役割りが極めて重要です。したがって、人の知的役割にも焦点をあて適切にモデリングを行ない、従来の理論やアルゴリズムと統合化することによって実現する知的シミュレーションこそシミュレーション本来の姿であろうと考えています。

1999年4月に、東京大学に新設された大学院新領域創成科学研究科環境学専攻に再度移ったのを期に、これまで培ってきた知的シミュレーションに関する研究をベースとしつつ、これまで以上に人間や社会そのものをモデリングの対象として取り込みながら、21世紀社会の最大の課題である環境問題解決に向けた研究を本格化させていきたいと考えています。今後とも皆様のご指導ご鞭撻をよろしくお願い申し上げます。

トピックス



機構解析

児玉勇司
株式会社 計算力学研究センター

1. はじめに

一般的に「機械」というものは、複数の機械要素の組み合わせによって成り立っている。その機械要素の組み合わせが生み出すしくみを、「機構」という。機構解析とは、機械要素間の相互作用を解析することであり、機械の基本的動作を理解するための手法の一つである。

機構解析は、そのような基本的解析方法であるが、実際に「機構解析」という言葉を聞いて、はっきりとしたイメージを持たれる方はいったいどれほどいるのであろうか？その言葉自体を知っていても、その分野に携わった研究者や設計者以外の方で、その内容を把握している方は少ないのではないかと思います。「構造解析」、「熱・流体解析」、「機構解析」のそれぞれのキーワードで、適当なWeb検索を実行すると、「機構解析」は、他の2つのキーワードに比較し、桁違いにヒット件数が少ない (ただし、構造解析でヒットする件数には、分子構造解析も含まれる) ことから、解析方法の中では、少数派の解析分野といえる。

しかしながら、後で述べるように、より統合化された解析手法を作り上げていく上で、機械の運動部分の解析を受け持つことになる機構解析の重み性は大きい。ここでは、機構解析の実際を紹介し、今後トレンドを述べたい。

2. 機構解析とは

機構解析の専門は、複数の要素 (部品) からなる機械システムにおいて、各要素の運動とそのシステムの動作を解析することである。自動車を例にとると、エンジンで発生したトルクが、ギアボックス シャフト タイヤの順で伝わる一連の力や、それら要素の運動特性の解析などが、機構解析の領域である。も

ちろん、ハンドル、ラック・ピニオンや、サスペンションなどの複数の部品が局所的に集まった機械要素の特性を評価する場合にも用いられる。

機構解析では、熱・流体や構造解析とは異なった解析方法を用いることが一般的である。熱・流体や構造解析では、連続体の支配方程式 (熱伝導方程式、ナビエ-ストークス方程式、剛性方程式など) を解析空間に適当な関数を用いて離散化し、各メッシュにおける物理量を算出する。しかし、機構解析では、各要素が大きな変位や回転を伴う。また、各要素は、連結されていることもあれば、分離されていることもある。このような各要素の大規模な並進・回転を取り扱うため、ある拘束された条件下での質点の運動をニュートンの運動方程式を用いて解くことになる。

まったくフリーな物体の運動を解く場合を除き、何らかの拘束条件が加わると、運動方程式は、大回転を考慮した座標変換行列によって表わされる代数方程式となる。したがって、各質点の座標・速度・加速度は座標変換行列によって記述され、その離散化状態は、連続体の離散解法とは大きく異なる。また、物体の数や拘束の数が変わると、その運動を記述する代数方程式も変わってしまうため、ある機構を解析しようとした場合、その機構に特化した解析モデルを構築しなければならない。さらに、各要素の運動範囲が非常に広く、一般的に要素数も多いため、非線形性が強い方程式となり、数値的安定を充分考慮した解析が必要とされる。これらの事情により、機構解析コードの汎用化は他の数値解析法と比較すると遅れていたが、一般の機械設計にも充分利用可能な汎用機構解析コードが近年多く市場に出回るようになってきた。

3. 機構解析の実際

従来の機構解析は、慣性質量、慣性モーメントを持つ剛体の運動およびダイナミクスを解析するものであった。しかし、近年、簡易構造要素も取り扱うことができるようになり、最近では、非線形構造解析との連成解析により、構造弾性を考慮した機構や、超柔軟な物体を含む機構解析も汎用ソフトウェア上で可能となってきた。

汎用の機構解析ソフトウェアでは、剛体、スプリング、ダンパー、ジョイント、スライダ、ギア、プーリーなどの機械要素の他、線形材質梁、ケーブルなどの簡易構造要素やクーロン摩擦などを考慮した接触要素も使うことができる。これらの要素を上手く組み合わせることにより、様々な機械システムをモデル化することができる。

また、解析モードとして、静解析、キネマティック解析（運動解析）、ダイナミック解析（動力学解析）が行える。機構の静的な釣り合いを解析する場合 C 方程式は幾何学的代数式のみとなるが、キネマティック解析では、速度依存の内外力を代数式に加える必要がある。ダイナミック解析では、慣性力、遠心力、コリオリ力などを考慮するため、慣性項をさらに方程式に付け加える。

では、機構解析で何が分かるのか、実際の解析例を見てみよう。なお、この解析においては、汎用機構解析ソフト「SAMCEF-MECANO」を用いている。

図1は、解析対象となる簡単なプレス機の概略である。この機構は、2つリンクにより形成されており、それぞれのリンクはヒンジ要素で結合されている。左リンクの左端は、スプリング・ダンパー要素によりモデル化されたショックアブソーバーに固定されている。右リンクの右端には、簡易弾性要素によりモデル化されたスタンプが連結されている。この機構は、2つのリンクの結合部に変位を与えることにより駆動し、スタンプが剛体壁へ接触することでプレス圧を発生させる。

機構解析を行う上で、まず順当な方法は、リンク部を剛体とし、キネマティック解析とダイナミック解析を行い、その後、リンク部をビームなどの簡易構造要素として解析する方法であろう。

図2は、それぞれの解析方法において、2つのリンクの結合部に発生する反力を示している。リンクが剛体の場合のキネマティック解析 (rigid-kinematic) では、スタンプと剛体壁が衝突する0.39秒までは、ほとんど反力が発生していないが、衝突と同時に、反力は急増する。ダイナミック解析 (rigid-dynamic) では、モデル各部の慣性力が働くため、運動初期から反力が生じており、スタンプと剛体壁との衝突の後、振動が発生している。このように、モデルの中に急激な加速度が生じる箇所がある場合、運動自体は似通っていても、「力」を調べると違いが際立つことがわかる。特に、構造的な振動が発生する場合、静解析結果より大きな力が短時間に発生する傾向があるため、設計時には注意を要する。リンクを簡易構造要素であるビーム要素とし、ダイナミック解析を行った場合 (beam-dynamic)、初期反力は更に大きくなるが、スタンプと剛体壁が衝突した後の振動は、ある程度ビームに吸収されるため、その振幅は小さくなることわかる。

キネマティック解析結果は、「準静的」な結果とも言え、ス

タンプと剛体壁が接触した後の平均的な入力などを調べる時に威力を発揮する。また、一般的に、ダイナミック解析より解が得られるまでの時間が短い。

ダイナミック解析は、キネマティック解析の中に質量マトリックスが入ってくるため、計算量が多くなる。しかし、モデルによっては、質量が数値粘性の効果を持つ場合もあり、キネマティック解析で収束が得られない場合（拘束条件が足りないなど）は、ダイナミック解析を行い解を得ることも行われる。

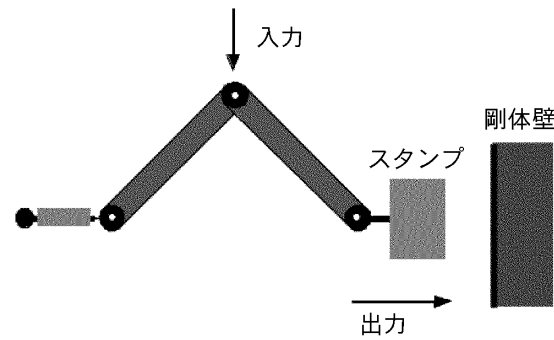


図1. 解析モデル

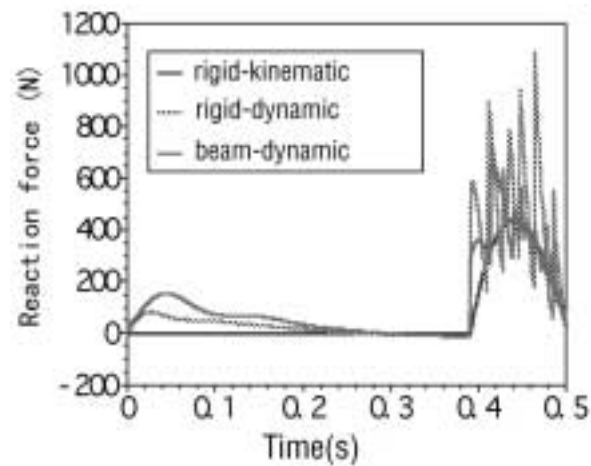


図2. 変位入力位置における反力

4. 構造解析との連成解析

このように、対象とする機械システムをモデル化し、簡易構造要素を用いて動力学解析を行えば、設計に必要な情報が得られるように思われる。しかし、各部品を設計する者にとっては、ヒンジなどの結合要素では、モデル化が粗すぎる場合が少なくない。また、リンクを実際の形状に戻して考えた場合、リンクのどの部分に応力が集中するのか詳しく調べておくことは、振動や疲労の抑制防止の観点から重要になる。このような場合、簡易構造要素を一般の構造解析で用いる「メッシュ」を有する要素でモデル化し、非線形構造解析とカップリングさせた機構解析を行う必要がある。構造解析との連成方法には以下のような方法がある。

1. 機構と構造を個別に計算する。(連成解析ではない)
2. 構造変形を微小(線形変形)と考え、構造の静・動的モード解析を行い、機構拘束を満足する解を算出しながら解析を行う。(モード合成法、スーパーエレメント法)
3. 構造要素の節点などに拘束条件を与えることで機構要素

を表現し、その拘束条件の下で構造解析を行う。

1の方法は、機構解析から得られた機構要素部の位置、速度、力の情報を境界条件としてFEMによる構造解析を行うものである。構造と機構の連成解析を行っていないので、モデル各部の相互作用に起因する振動や変形は正確には表現できない。しかし、機構運動の代数方程式と構造変形の剛性方程式を満足させるための繰り返し計算を必要としないため、短時間で解析ができ、機構運動による構造変形の大体のオーダーを知りたい場合は有効である。

2の方法は、機構拘束を与えた場合の構造の静的変形状態とその状態での固有振動モードを解析する。そして、拘束条件に合うような固有モードの重ね合わせより、構造の動的運動状態を表わすものである。この方法では、構造の大変形に伴う非線形性を再現することは難しいが、構造の大変位と大回転に伴う非線形性を取り扱うことができる。

3の方法では、大変形、大変位、大回転対応の構造解析ソルバーの中に、機構要素による機構拘束を境界条件として与える。つまり、構造解析と機構解析をFEMによりダイレクトカップリングする方法である。この方法で機構拘束条件を満足させるためには、強力な繰り返し計算が必要で、他の方法と比較し、計算コストがかかる。しかし、柔軟な物体がモデル内に存在する場合、その物体を構造要素でモデル化でき、かなりの大変形も取り扱えるのが利点である。この方法によれば、構造の材料並びに幾何非線形性を自然な形で取り扱うことができる。先ほどの解析で使用したSAMCEF-MECANOはこの手法を用いている。

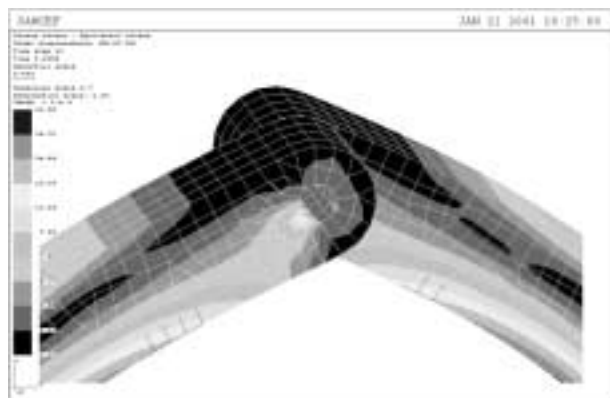


図3．リンク継手部における機構・構造連成解析結果

図3は、図1に示したリンクプレスモデルにおいて、リンク継手部を3次元弾性体の構造要素でモデル化し、その継手付近の相当応力を示したものである。これは、前述の方法3の構造・機構FEMのダイレクトカップリング法によって得られた結果である。なお、この計算では、連結用ピンは剛体である（この汎用ソフトでは、ピンも構造要素にすることが可能）。

最近では、フィルムや紙などの薄い物体を取り扱うコピー機や紙搬送機の普及に伴い、その機構の効率化が重要となってきている。そのような「薄い」物体を取り扱う機構解析の重要性も増してきた。

図4は、A4程度のフィルムの搬送状態を機構解析により解析した例である。この解析では、フィルムは構造要素によりモデル化されおり、フィルム内に発生する応力を解析することが

できる。このようなフィルムは、ローラー部の摩擦によってその搬送方向が変化し、また、フィルム面内の応力も変化する。安定搬送のためのパラメータスタディには、このような機構解析が必要不可欠となる。

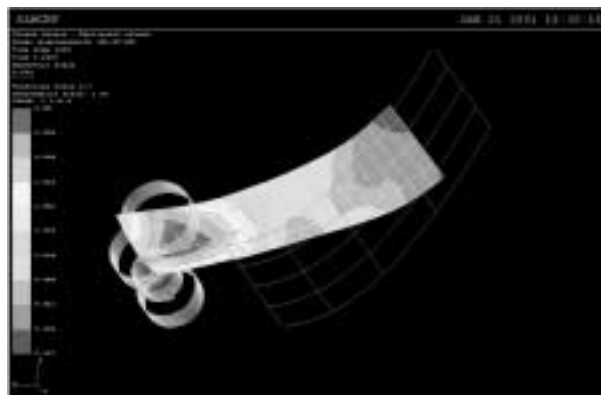


図4．フィルム搬送機構解析例

5．解析の「コンカレント」化

機械システムは、機構・構造・熱・流体が発生する力を巧みに利用・制御したものである。数値解析は、あらゆる機械システムに適応できる解析方法が望ましいことは言うまでもなからう。機械システムの一部の解析手法として熱・流体、構造、機構などの解析が各用途別に用いられてきたが、最近の設計工程では、企画開発時から、より最終的な機械システムの動作評価を要求されるようになり、それぞれの解析分野の境界を統合した新しい解析の試みが始まっている。たとえば、タービン型コンプレッサーなどの設計においては、従来は、面圧などを仮定して羽根の構造計算を行い、適当と思われる形状を選択し、その形状における熱伝導解析を行った。また、タービンを含む空間における流体の流れ場を計算し、各部の圧力や熱伝達の様子を解析により再確認した。しかし、より統合した解析環境では、熱・流体・構造・機構を同一モデルで表現し、現状に近い物理的状況での結果を得ることを目的としている。コンプレッサー内をぐるぐると回るタービンまでも構造と機構要素によりモデル化し、タービンが動的に動く時のコンプレッサー各部の流体の流れ、それと相互作用するタービンの応力、必要なトルクなどが計算できる環境である。このような解析の「コンカレント」化を推進する動きが各分野で活発化してきている。弊社においても、自動車の空力特性、剛性、運動特性をといった「特性」を一つのシミュレーターで求める試みを進めている。

6．おわりに

キネマティック・ダイナミック機構解析の基礎的解析例から、構造解析との連成といった最近のトレンドを紹介してきた。解析分野の中でも比較的少数派である機構解析も、構造解析との連成で、より多くの情報を解析から引き出せるようになってきたこと、そして複雑な機械システムの設計に耐え得るようになってきたことがご理解いただけたかと思う。今後期待される、より統合化された機械システムの設計を実現できるように、機構解析分野の研究設計者の方々はもちろん他の解析分野の方々にもご参考にしていただければ幸いです。

弊社ホームページ www.rccm.co.jp



2000年度のCFD国際会議印象記

藤井孝藏
宇宙科学研究所

最初にこの原稿は某学会誌の掲載記事を加筆修正したものであることをお断りしておく。さて、世紀末の2000年夏には多数のCFD関連会議が開かれた。その中で筆者が参加した4つのCFD国際会議は米国航空宇宙学会AIAA Fluids 2000 (CFDトピック、Denver、6月)、シンポジウムCFD in Future III (Half Moon Bay、6月)、第1回ICCFD (International Conference on CFD、京都、7月) 国際会議、シンポジウムCFD for 21st Century (京都、7月) である。CFD in Future IIIはスタンフォード大学R. W. MacCormack教授の60歳の、CFD for 21st Centuryは京都工芸繊維大学里深信行教授の60歳を祝う集まりで、どちらの方もCFDの発展に多大な貢献をされたのは言うまでもない。いずれも20数名程度の招待講演からなるワークショップ形式の会議であった。写真はCFD for 21st Centuryのパーティー会場でのものである。



談笑する里深信教授とMacCormack教授(京都にて)

4つの会議のうちICCFDは新たに発足した国際会議である。CFDにおいて最も伝統があるのは1960年代後半創設の通称ICNMFD (International Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics) である。代表的な陰解法やTVD法の代表であるRoe法をはじめ多くの数値計算法がここで提案された。一方、もう1つ大きな国際会議にISCFD (International Symposium on CFD) がある。この会議は1985年に日本で創設され、上記ICNMFD会議と隔年で開催されてきた。昨今のCFDがらみの会議数の増加、また新規話題の減少などを受け、これら2つの会議は統一の方向へと話がまとり、開催されたのが今回の1st ICCFD会議である。今後、最も注目すべきCFDの会議となるだろう。

さて、前置きが長くなった。以下、個々のシンポジウムについては述べず、全体の印象をまとめて述べる。会議の性格からして航空宇宙分野の話が中心となること、また多分に私見があることをお断りしておく。

何と言っても目立つのはいわゆる数値計算法の話が少なくなったことであろう。80年代はじめは圧縮性流れの陰解法に関する話題が、80年代なかばから90年代はじめは、TVD法に代表される空間の離散化法や効率的時間積分法など、また広い意味で非構造格子か構造格子かといった議論が華やかであった。最近はこちらに対する一定の理解が定着し新しい話題が少ない。計算法の開発はある程度踊り場状態になったと思われる。

CFD in Future III会議の中でスタンフォード大学のJameson教授は1.6KgのソニーのVAIOノート505を利用した講演を行い、ルンゲクッタ法を利用して翼型まわりの遷音速非粘性流れが10秒で解けること、さらに3次元翼の最適化問題(圧力分布を与えて実現する翼の断面形状を計算する)が10分で解けることを示した。ちなみにCFD分野では彼をはじめ海外でもVAIOノートの愛好家が少なくない。非構造格子はその圧倒的な形状適合性と自動格子生成能力から市販のソフトウェアのほとんどが採用するに至っている。重合構造格子の利用は、その効率性とNASAのサポートもあって、道具立てを整えることで誰でもできる環境を整える努力がなされている。幅広いアプリケーションに対応するソフトウェアとしては非構造格子が、限定されたアプリケーションに対応する効率的で高精度なソフトウェアとしては重合構造格子が利用されていくといった分化が進むと思われる。もちろん、直交等間隔の格子を利用する方法も話題の1つである。いずれにしてもCADなどの形状定義データから表面格子を生成する過程を自動化、効率化する統一的手法が望まれている。

計算法がある程度確立したことを受けて、注目の的は何と言っても空力設計である。逆問題解法よりも遺伝的アルゴリズムなどを利用した最適化法が話題の中心であり、ワンポイントの最適化からマルチポイントの最適化、さらには空力最適化から多目的最適化へと広がりを見せている。

計算法絡みでは、DNSやLES、さらに非線形音響などのシミュレーションを意識した高精度解法に関するものだけが残っているという印象であった。位相誤差の少ないコンパクト法の利用が進んできた。別の話題としてLattice Boltzmann法が注目を集めている。現状のものはいわばDNS的なシミュレーションであり、現実的な高レイノルズ数流れへの適用になると計算メモリ、計算時間など課題は多く残されている。しかし、その可能性は注目していく必要があるであろう。

もう1つ注目されているのは多分野融合問題の実用化である。10年くらい前から注目されつつも遅々として進まなかったが、流体だけのシミュレーションではもはや話題性がないことなどの理由から数年前からやっと現実的な問題として認識されはじめた。

米国をはじめとしてほとんどの国でスカラー計算機の並列利用は避けて通れない課題と理解され、MPIなどによるスカラー並列化は当たり前となっている。こうして多くのソフトウェアが並列化されたため手軽に巨大計算ができる土壌ができあがってきた。その結果、計算規模は数百万、数千万の格子点を利用した計算も当たり前になってきた。国内の状況を見ると、その圧倒的な計算機パワーに頼っており、並列化のハードルが高いと感じているのが実状である。ある意味、日本は恵まれた計算機環境に支えられて優れた成果が出ているともいえる。計算機動向は明らかにスカラー並列へ向かっており、部門でも今後積極的にSMPやPCクラスターを利用した並列化の普及を目指す活動が望まれる。

これらの会議は世界的に見ると航空宇宙分野の研究によってリードされてきた。従って、航空宇宙の予算が減りSST開発など多くの話題プロジェクトが尻込みになった結果、近年会議全体も非活性になった印象は否めない。一方、国内の数値流体力学シンポジウムは相変わらず活発で200件以上の講演、500名以上の参加者を集めている。今後の参加者増は見込めないにしても、これだけの研究者が一同に会するのは他に例を見ない。これは同シンポジウムが個別分野に偏らず、機械、建築、航空、土木、天文、化学など広い適用分野に渡っていることに起因している。こういった土壌を活かして異分野間の交流を維持し、さらなる研究の進展を図っていきたいものである。

.....



第13回計算力学講演会

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

第13回計算力学講演会を昨年11月28日(火)～30日(木)の3日間に亘り、ホテル日航豊橋で開催させて頂きました。当初、豊橋技術科学大学を会場に予定しておりましたが、交通の便、空調のことなどを考えて、8月頃、財政面の見通しが付いたので、急きょホテル日航に変更しました。初めの会告を見て、大学の方へ行かれた方が2、3名おられました。大した混乱もなく、講演数411件、参加者数574名と極めて盛会の中に会を終了することができました。皆様の御協力の賜物と、実行委員一同感謝しております。

今回の講演会は、特別講演2件、基調講演4件、オーガナイズドセッション(OS)27件、フォーラム4件、また、機器展示6社、カタログ展示8社、講演論文集広告掲載7社という内容でした。学術講演は、一般セッションを設けず、全てOSとしました。このため、一般セッションに応募された講演者をOSに振り分けてしまい、御迷惑をおかけしたことをお詫びいたします。

特別講演は、講演会第1日目にNorthwestern大学のTed Belytschko教授にNonlinear Finite Elementsについて専門性の

高い講演を、また3日目には豊橋技術科学大学の金子豊久教授に「恐竜のデジタル復元とCG技術の進展」と題して非常に興味ある講演をして頂きました。

基調講演4件とOS27件の詳細は省略いたしますが、いずれも最先端の熱のこもったものでした。展示・広告に関しては、これらに参加され、財政面で御貢献頂いた各社に対し厚く御礼申し上げます。

講演会の開催中に、例年通り部門賞の表彰式と懇親会を行いました。部門賞については、表彰担当技術委員会の北川浩委員長から別に報告がありますので、省略させて頂きます。本講演会は東海支部との合同企画ということで、懇親会では、藤田秀臣東海支部長の御挨拶を頂きました。懇親会には、約160名の参加を得、和気あいあいの中に懇親の実を上げることができました。

最後に、皆様の御協力によって、この度の豊橋での講演会が極めて成功裏に終了したことに感謝し、御報告とさせて頂きます。

.....

第13回計算力学講演会優秀講演表彰

宮内敏雄
計算力学部門長

2000年11月28日(火)～30日(木)の間、愛知県豊橋市ホテル日航豊橋で開催された第13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、優秀講演者2名、学生優秀講演者3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ます。

優秀講演表彰



琵琶志朗君（名古屋大学）
 題目
 「一方向強化複合材料における超音波減衰スペクトルの数値評価（微分スキームによる高繊維密度系の解析）」



古川雅人君（九州大学）
 題目
 「大規模縦渦構造の崩壊による翼列の失速現象」

学生優秀講演表彰



金田 章君（横浜国立大学）
 題目
 「シェル形状板の振動放射音に関する研究」



佐々木大輔君（東北大学）
 題目
 「領域適応型多目的GAによる超音速翼設計」



長山暁子君（九州工業大学）
 題目
 「高温領域の水の凝縮係数に関する分子動力学的研究」

特集 最適化・設計支援システム



複合領域最適化システム SIGHT のご紹介
 自動化、統合化、最適化、そしてシックスシグマ・クオリティへ

宮田 悟志
 エンジニアス・ジャパン株式会社

1. iSIGHT とは何か

iSIGHT は米国エンジニアス・ソフトウェア社が開発・保守を行う、複合領域問題のための自動化・統合化・最適化システムです。米国 GE(General Electric) 社の複合領域最適化システム構築プロジェクトであった Engineous プロジェクトに由来し、タービン設計など GE 社内の各種製品開発への適用で高い実績を持っています。当時開発の中心人物であった Dr. Siu Tong(現エンジニアス・ソフトウェア社会長)の提唱した、「ソフトウェアロボット」という概念が、iSIGHT の基礎となっています。当時 GE のタービン設計部門では、構造解析・熱解析・空力解析・疲労解析等の各解析分野にまたがる数十のソフトウェアが利用されており、それらの入力データ生成・実行・計算結果の収集等の作業に、エンジニアは膨大な時間を費やしていました。「ソフトウェアロボット」はエンジニアの替わりとなりこれらの機械的作業を代行し、エンジニアはロボットが集めた結果を分析・利用するという、より生産性の高い仕事に専念す

べきだというのが、基本的な発想であり目的でした。このソフトウェアロボットの概念の上に複合領域最適化や信頼性最適化・ロバスト最適化等の機能を積み重ねる形で構成されているのが今の iSIGHT です。

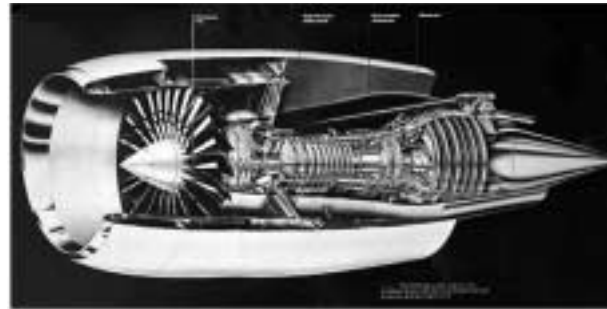


図1 GE90 ジェットエンジン
 GE 社内での iSIGHT のサクセスストーリーの一つ。要求仕様を満たす設計を従来の 1/2 の期間で達成した。

2. 自動化と統合化をベースとした最適化

プログラムを自動実行する目的は、例えば解析実行を所定の手続きで実行する様な簡単な場合もありますが、より一般的には、複数のプログラム間・解析領域間でデータの授受と依存関係を伴った、複合領域・マルチレベル問題（図2）をその最終形態と考えることが出来ます。これらの構築をiSIGHTでは「統合化」と呼んでいます。

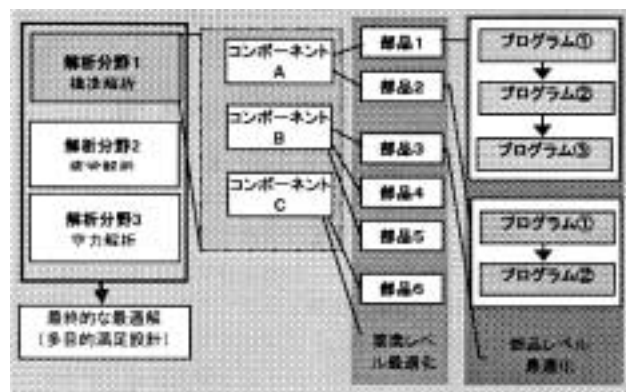


図2 複合領域・マルチレベル問題のイメージ

そして統合化された問題を自動実行し、ユーザの繰り返し作業の最も少ない状態で、設計案の検討・創出・最適化等を行うのが、iSIGHTのソフトウェアロボットとしての役割です。図2のイメージをiSIGHTのGUI上で定義したものが図3です。図1のGE90のタービン設計では200以上の設計変数と数10の制約条件と解析プログラムが使用されましたが、これはiSIGHTが、これらの大規模問題も十分に記述できるキャパシティを有していることの一つの証明でもあります。



図3 iSIGHTのGUI上で複合領域・マルチレベル問題

3. 最適化を遂行する為のツール群

最適化というと数理計画法がまず連想されますが、iSIGHTではそれ以外に、実験計画法や近似手法、品質工学手法等の手法も最適化を遂行する上で重要な技術として位置付けています。

3.1 実験計画法

例えば、ある設計変数の値を変えた場合に応答値の変化はど

うなるのかといった、いわゆる「感度」を知りたいという要求は、モノ作りの過程で必須の欲求と言えます。あるいは複数の変数が1つの応答値に寄与する時、各設計変数の寄与の割合（寄与度）を知りたいという要求も存在します。実験計画法はこれらの感度や寄与度を評価する一般的な方法です。また通常最適化では、何故最適になるのかの理由が示されることはあまりありませんが、実験計画法は定性的な見通しを与える有効な手段となります。

3.2 近似手法

工学問題の最適化の特長として、応答値を得るのにかなりの時間を要する問題が少なくないということが挙げられます。例えば衝突解析や流体解析では1つの解を得るのに要する時間が1日を超える問題も珍しくはなく、鍛造解析では更に長い時間を要します。それにもかかわらず最適化の需要は高く、かつ一方では、短い開発サイクルの中で結果を出すことが求められている今日では、設計検討に費やせる時間がまず決められ、その時間内に解を出すことが要求されます。その為最適化に要求される時間を短縮する技術、あるいは許容可能な範囲で解の劣化・誤差を認めつつ、時間短縮を行なう技術が実用上必須となります。これが近似手法です。

3.3 品質工学手法

設計された製品が完成するまでの間には、寸法公差、材料物性のばらつき、製造条件のばらつき等々、製品を設計仕様から引き離そうとする多くの要因が存在します。iSIGHTでは、これらバラツキが引き起こす問題を設計初期段階において予測・解決する手法を総称して品質工学手法と呼んでいます。例えば最適解の探索では、所与の条件で最も目的関数値の良くなる設計点を探しますが、発見した最適点での不確定性の影響は考慮されていないのが普通です。最適解を設計上の一つの理想として終わらせない為には、バラツキという概念を定量化し目的関数に組み込むことで、バラツキの影響を受けにくい最適解を探索することが重要となります。これを行なうのが品質工学機能です。



図4 最適化手法の選択アドバイザー機能

3.4 最適化手法

ユーザが抱える問題は非常に多様です。例えば設計変数の個数、制約条件の有無、変数は連続変量なのか離散変量なのか、問題の線形性・非線形性、設計可能領域の大きさ等、多くの問題の特徴づける要件を挙げることが出来ます。現状、全ての

問題に対応できる万能薬的な手法が無い以上、汎用の最適化ツールとして位置付けるなら、これらの多様な問題に答えきれるだけの手法を用意し、それらを使い易い形で提供することが必要です。iSIGHTではアドバイザー機能を用意することで、ユーザが問題に応じた最適化手法を簡単に選択出来る様になっています。

4. 手法の組み合わせによる発展

上述の手法群は、単独で用いるだけではなく、組み合わせることを前提に作られています。例えば、始めに実験計画法を行い感度や寄与度を評価し、第1次近似で最適解を求めておき、次のステップとして最適化手法を用いてパラメータの細かいチューニングを行なう、あるいは発見された最適解の周りで、品質工学手法を用いてバラツキに対するロバスト性を評価する等は典型的な例です。また同じ実験計画法と最適化手法との組み合わせでも、実験計画法の結果を元に、設計変数のスクリーニングを行い、より少ない設計変数で最適解探索を行ない最適解探索精度の減少を最小限に止めつつより高速に最適解を探索するという方法も考えられます。強力なツール群を自在に組み合わせられることは、ユーザに、大きな作業の自由度と設計改良の可能性を提供します。

5. 最後に - シックスシグマ・クオリティへ -

iSIGHTは、マルチレベル・複合領域問題を表現する機能と、その問題を解決する為の強力なツール群の2大要件を合わせ持つ最適問題記述・ソリューション環境と位置付けることが出来ます。またそれに加え最適解のロバスト性に対する取り組みを積極的に支持している点も大きな特徴といえます。その一つの成果として最新バージョンであるiSIGHT6.0から採用されたシックスシグマ機能を挙げる事ができます。シックスシグマは、General Electric社の成功物語で有名な設計改善の方法論で、バラツキによる不良品発生率を100万分の1以下の確率に抑えることが出来るロバストなシステムを達成することにあります。iSIGHT6.0のシックスシグマ機能は、ロバストな最適設計をより身近なものにする為にGeneral Electric社の依頼により開発された使い勝手の良いツールです。今後の最適化・ロバスト設計ソリューションの一つの方向性として、重要な位置をしめる機能といえます。

最後に、この文章をお読みになった読者の方がiSIGHTへ興味をお持ち頂ければ幸いです。

弊社ホームページ www.engineous.co.jp

.....



最適設計支援プログラム「OPTIMUS」の紹介

倉光俊喜雄
サイバネットシステム株式会社 メカニカルCAE 第2技術部

1. はじめに

LMS OPTIMUSはLMS International社(本社:ベルギー)により開発された最適な製品設計をスタディ(Analysis & Synthesis)するための設計支援プログラムです。OPTIMUSは工学問題に限定されず、物理・化学・生物・社会・製造・経営・金融等、およそ入力と出力が定義できるシステムであれば分野を問わず使用できます。OPTIMUSはGUIによる簡単な問題定義と多彩なポスト処理機能で現実的な最適設計を効率よく支援し、ユーザを機械的な作業から解放いたします。

2. OPTIMUSの機能と概要

OPTIMUSは上記のモジュール群より構成され、ユーザのニーズに合わせて、

① 入力から出力までの解析プロセスのグラフィカルな定義とその自動実行。

② 実験計画法(DOE: Design Of Experiment)による設計変数の組み合わせの決定。

A DOEにより決定された応答曲面から各設計変数の評価。

B 数値解法による最適解の算出。

などが可能です。

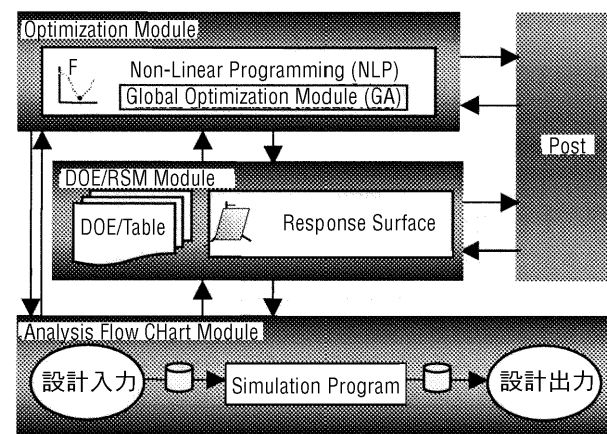


Fig.1. LMS OPTIMUS modules, function and data flow

Analysis Flow Chart Module

Fig.1の最下段に位置する『Analysis Flow Chart Module』は、ユーザの使用するアプリケーションプログラムの実行方法とその際の入出力情報(設計入力、設計出力、関連するファイル群等)を定義し保存する機能を受け持ちます。OPTIMUSはASCII

形式の入出力フォーマットで記述できるものであれば、あらゆる問題に適用でき、プロセスの手順をFig.2のブロックダイアグラムで容易にモデル化することが出来ます。この際、アプリケーションプログラムや、設計入力、設計出力は幾つ存在してもかまいません。ここで定義される、設計入力(Design Input) アプリケーション(Simulation Program) 設計出力(Design Output)の流れを『解析シーケンス』と呼びます。この解析シーケンスを必要に応じて実行することで、OPTIMUSはユーザが指定する最適化や実験計画を行います。

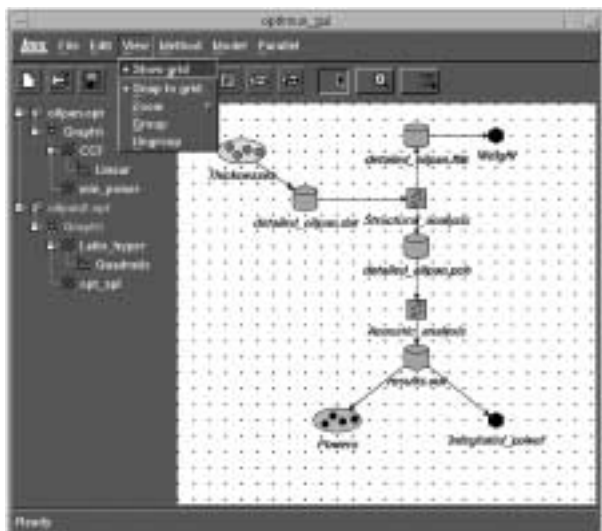


Fig.2. LMS OPTIMUS main dialog

DOE/RSM Module

Fig.1の中段に位置する『DOE/RSM Module』では、解析シーケンスを実行する実験計画の指定と、応答曲面モデル(RSM)の作成機能を受け持ちます。実験計画(DOE)は、誤差の影響を極力避け、少ない実験回数でより多くの情報を引き出す目的で、設計変数が持つ値の組み合わせによる実験点を決定するための手法で最適化の問題に対して問題分析を行なう機能です。Fig.3のような配置の他に Central Composite, Box-benhken, Taguchi など15種類を用意しています。

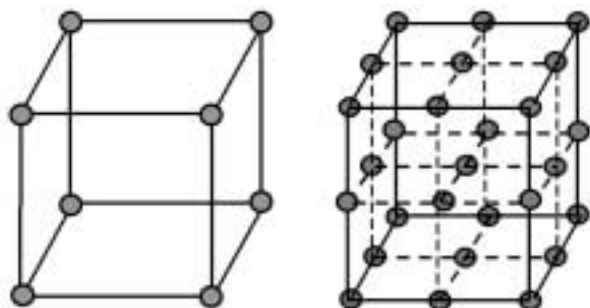


Fig.3. Full Factorial Designs

応答曲面の作成は対象となる出力値と入力値の関係を推定した数学モデルとして代数多項式を用います。また、推定の方法としては最小二乗法による回帰を行ないます。2次のテイラー級数を近似関数として使用した場合は次式ようになります。

$$\hat{y} = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i + \sum_i \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i<j} \beta_{ij} x_i x_j$$

y : 応答曲面から算出される応答値

x : 設計変数の値

最小二乗法は、実験で得た応答値で定義される残差の2乗を最小化する係数の組み合わせを決定します。この決定した係数を評価することで、直接的に

? 応答に対して最も影響の大きい設計変数は何か?
 @ 各設計変数は応答に対してどのような寄与をするのか?
 A 重要度の低い設計変数はどれか?
 B 複数の応答の同時最小化(最大化)は可能か?

といったことを知ることが可能となります。

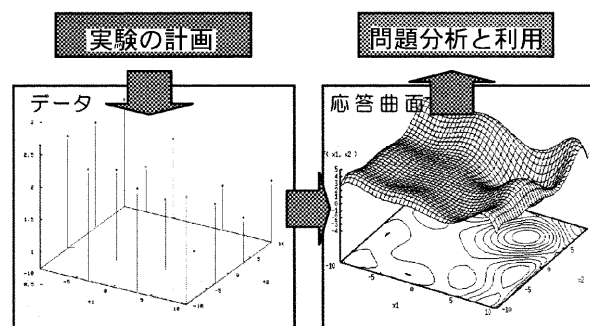


Fig.4. Process of the RSM

Optimization Module

Fig.1の最上段に位置する『Optimization Module』では、数理計画法に基づく最適化のソルバー機能を受け持ちます。このソルバー機能が、『Analysis Flow Chart Module』で定義される解析シーケンスを呼び出すことにより、任意種類・任意個数のアプリケーションプログラムにまたがる最適化の計算を遂行します。このソルバーには2つのアルゴリズム、勾配法によるものや遺伝的アルゴリズムによるものが利用できます。

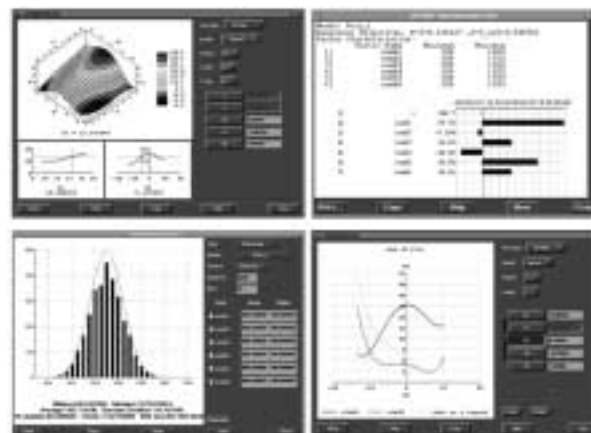


Fig.5. Plot

Post Process

3次元応答曲面図とその断面を表す2次元グラフやコンター図が表示できます。また、作成された応答曲面モデルとデータ

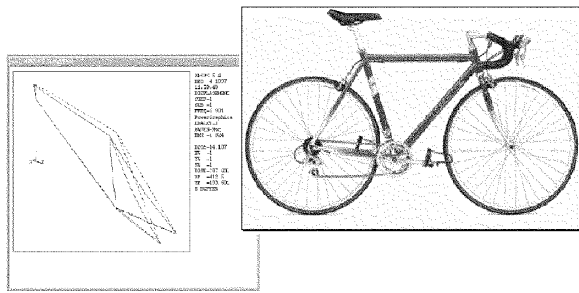
の一致を見るために、寄与度図、散布図、残差図、ヒストグラムを表示できます。寄与度図は、ある設計入力設計出力にどの程度影響を及ぼすのかを示し、因子のスクリーニングに有効です。また、作成した応答曲面と実験との一致度を判断する決定係数の情報も表示されます。散布図はデータ点1つ1つについて一致の度合いが分かるのが特徴です。

3. OPTIMUS の解析事例

以下にOPTIMUS による適用例を簡単に示します。

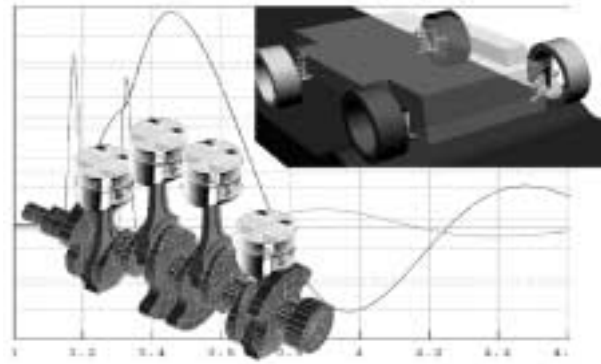
振動の最適化

一定の寸法・重量・強度を保ちつつ、部材各部の寸法を変えることで共振周波数や振動モードを最適化する問題。CAE はモーダル解析。



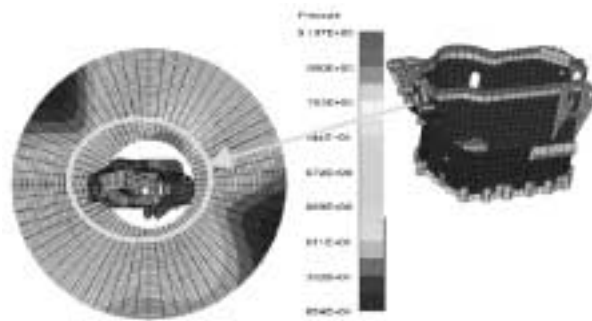
動力学的挙動の最適化

各パーツの寸法・重量等をパラメータとし、反力や運動特性を最適化する問題。CAE は機構解析。



振動音響問題の最適化

製品重量と強度を満たしつつ振動騒音を最小化する問題。CAE は振動解析 + 音響解析。



4. おわりに

工学問題の最適化、特にCAE に限定したものは、前提となるCAE 解析の成功の上に成り立っているため、他の分野の最適化に比べると困難になることは否定できません。OPTIMUS は、「誰でも簡単に...」というかわりに、ユーザが確実に問題を解決できる道具と方法を提供します。

<http://www.lmsintl.com>

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

.....



統計的設計支援ソフトウェア「DesignDirector」の概要

山本秀夫
日本発条株式会社 研究開発本部 第三開発室

大競争時代に生き残るため、近年ますます製品の開発期間の短縮、コスト低減、品質の向上などが求められている。開発効率を上げる1手法として実験計画法があるが、この度弊社が開発した「DesignDirector」はこの実験計画法を出発点として最適化計算まで含めた総合的な設計・製造支援を行うことができる。

すなわち、実験計画法が終点ではなく、実験計画法により特性に影響を及ぼす要因を明らかにした後、特性の推定式を自動

作成し、その推定式をベースに設計あるいは製造に必要な定量的な情報を提供することができる。

「DesignDirector」は非線形問題の最適化を実用的に行うことができるシステムとして注目されている統計的設計支援システム^{1)~2)}をWindows用にソフト化したものである。

1. 「DesignDirector」の概要

「DesignDirector」は影響度解析、感度解析、再解析、ばらつ

きの評価、および最適化計算の5つの機能から構成される。特性に影響を及ぼす要因 (x_1, x_2, \dots, x_n) の関数として自動作成した特性の推定式 F (応答曲面) を軸に各機能を体系化している (図1)。以下に5つの機能の概要を説明する。

1-1. 影響度解析

直交表を用いた実験計画法の分散分析で特性に影響を及ぼしている設計要因を明らかにすることができる。分散分析では、特性に対する設計要因の影響度を、多項式の成分に直交分解して評価する方法を用いているため、特性に対する詳細な要因の影響度を評価することができる。特性の推定式作成には Chebyshev の直交多項式を使用している。

なお、「DesignDirector」では2水準系から5水準系までの代表的な直交表を用意している。

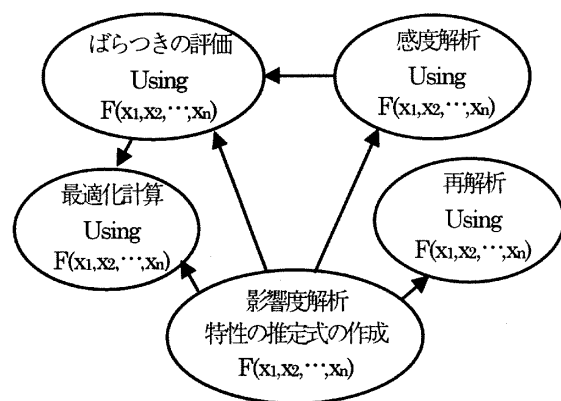


図1 「DesignDirector」の機能概念図

1-2. 感度解析

設計要因を変化させた時、特性値がどの程度変化するかを知ることが設計、製造を行うにあたり重要である。感度は設計要因が単位量だけ変化した時の特性変化量を表しており、特性に対する設計要因の定量的な影響度を知ることができる。「DesignDirector」では特性の推定式 F を多項式で求めているため、その推定式 F を設計要因 x_i で偏微分することにより式(1)で示される感度式 $S(x_i)$ を簡単に求めることができる。ここで m は有効設計要因数である。

$$S(x_i) = \frac{\partial F}{\partial x_i} \quad (i=1, 2, 3, \dots, m) \quad (1)$$

1-3. 再解析

任意の設計要因値に対する特性値を知りたい場合、「DesignDirector」では影響度解析により求めた推定式 F を使用して特性値を推定することができる。これを再解析と呼んでおり、要因値が変化した時の特性を知りたい場合に、再び解析や実験を行う必要がない。

1-4. ばらつきの評価

設計要因はばらつきを持つ場合が多い。設計要因がばらついたとしても満足する特性を得ることが設計では重要である。「DesignDirector」では特性の推定式 F に一次近似二次モーメン

ト法を適用して、設計要因のばらつきにより発生する特性のばらつき推定式を作成する。その式を用いて設計要因がばらついた時の特性のばらつき評価を行うことができる。

1-5. 最適化計算

一般の最適化問題の定式化は、式(2)のように表される。

$$\begin{aligned} \text{制約条件} \quad & g_i(x) \leq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, k) \\ & h_j(x) = 0 \quad (j = k+1, k+2, \dots, l) \end{aligned}$$

のもとで目的関数 $f(x)$ を最小 (最大) (2)

「DesignDirector」では式(2)の $g_i(x)$ 、 $h_j(x)$ あるいは $f(x)$ に特性の推定式やばらつきの推定式を使用する。これらの式は簡単な多項式であるため、最適化計算を効率良く行うことができる。また、ユーザーが独自に設計要因の関数として作成した関数式も制約関数あるいは目的関数に使用することができ、設計要因は連続変数と離散変数の取り扱いができる。

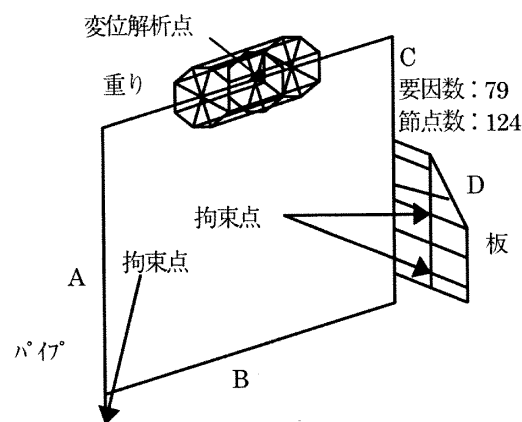


図2 解析モデル

2. ロバスト設計

設計値や製造条件のばらつきによる特性の変動を最小限に抑え、安定した特性を得ることを目的としたロバスト設計に対しても本ソフトウェアは対応することが可能である。

設計者が制御できる要因のばらつきに関しては、「ばらつきの評価」機能で得られるばらつき推定式を目的関数に設定後、最適化計算で最小化すれば良い。

また、設計者が制御できない誤差要因に関するロバスト設計は、田口メソッドと同様に設計要因を直交表の内側に割り付け、誤差要因を直交表の外側に割り付ける。直交表の一つの組み合わせに対して設定した n 水準の誤差要因に対して特性値を求め、それらの標準偏差をその組み合わせの特性値として標準偏差の推定式を求める。この標準偏差の推定式を目的関数に設定後、最適化計算で最小化すれば誤差要因によるばらつきを抑える設計を行うことができる。

3. 適用例

自動車の衝突時において、シートフレームの構成部材が衝突応答に与える影響度を定量的に求めること、フレームの材料コストを最小とすることを目的とした適用例を示す²⁾。

3-1. 要因と水準値

フレーム(図2)を構成するA~Dの4部材の各肉厚(板厚)と各降伏応力を要因とした(8要因)、水準数は7性を二次式で表すことができる3水準とし、各水準値を表1に示す。なお、直交表はL27を用いた。

表1 各設計要因の水準値

	水準1	水準2	水準3
肉厚(板厚)	1.2mm	1.4mm	1.6mm
降伏応力	196MPa	245MPa	294MPa

3-2. 特性値の取得

解析モデルの拘束点に加速度を負荷したFEM解析を直交表の要因組み合わせで行い、重り部の最大変位、最大加速度、およびフレーム上部の最大左右変位差を特性として取得した。



図3 「DesignDirector」の分散分析表画面

3-3. 分散分析と特性の推定式

最大変位の分散分析表画面を図3に示す。C部の降伏応力、C部の肉厚が最大変位に大きく影響することが分かる。

また、最大変位の推定式を式(3)に示す。ここで、部材の肉(板)厚をt、降伏応力をσとし、添え字で部材を示す。

$$\text{最大変位} = 870.24 - 333.63 \cdot \sigma_c + 98.96 \cdot \sigma_c^2 - 33.62 \cdot t_c$$

$$\begin{aligned} & -1.33 \cdot \sigma_c + 2.07E-03 \cdot \sigma_c^2 - 22.04 \cdot t_c - 0.972 \cdot A \\ & + 1.715E-03 \cdot A^2 - 14.51 \cdot t_B - 3.218E-02 \cdot B \\ & - 0.6605 \cdot D + 9.746E-04 \cdot D^2 \end{aligned} \quad (3)$$

3-4. 最適化計算

(1) 目的関数: 材料コストはFEM解析の特性値ではないためユーザー定義式で関数を設定した。

$$\begin{aligned} \text{材料コスト} = & 0.012331 \{ (25.4t_A - t_A^2) (A/4.9 + 70) \\ & + (25.4t_B - t_B^2) (B/4.9 + 70) + (25.4t_C - t_C^2) \\ & (C/4.9 + 70) \} + 0.109272 t_D (D/4.9 + 70) \text{ (円)} \end{aligned}$$

(2) 挙動制約条件: 最大加速度 310m/sec²
最大変位量、最大左右変位差 50mm

(3) 側面制約条件: 板厚 (1.0mm ≤ t ≤ 1.8mm)
降伏応力 (147MPa ≤ σ ≤ 344MPa)

(4) 最適化計算結果

(2)、(3)で設定した制約条件の元、(1)の材料コストを最小にする計算を行った。計算結果を以下に示す。

t_A = 1.0mm、t_B = 1.0mm、t_C = 1.4mm、t_D = 1.0mm、σ_A = 281MPa、σ_B = 201MPa、σ_C = 290MPa、σ_D = 339MPaの時、材料コストの最小値、141.8円を得ることができた。

4. おわりに

統計的設計支援システムの各機能を一体化したWindowsソフトウェア「DesignDirector」³⁾を用いることにより、従来の実験計画法の適用範囲を超えて、最適な設計・製造条件の決定まで効率的に行うことができる。ソフトウェア操作は非常に簡単に行うことができ、価格も低価格である。

1999年4月にソフトをリリースし現在50社を超えるユーザーの方々に利用していただいている。2001年5月には機能アップした拡張版をリリースする予定であり、このソフトウェアが皆様の業務において、開発の効率アップなどに役立てば幸いである。

5. 参考文献

- 1) 柏村孝義、白鳥正樹、于強: 実験計画法による非線形問題の最適化 - 統計的設計支援システム -, 朝倉書店 (1998)
- 2) 柏村孝義、白鳥正樹、于強: 実験計画法による非線形問題の最適化、機械の研究、Vol50、No7、p.724 - 734 (1998)
- 3) URL: <http://www.nhkspg.co.jp/DD/>



広告1
エンジニアス・ジャパン



第14回計算力学講演会のご案内

[日本機械学会計算力学部門]

工藤一彦

北海道大学 大学院 工学研究科 機械科学専攻

開催日 2001年11月28日(水)～30日(金)

会場 北海道大学 学術交流会館(北海道札幌市北区北8条西5丁目)

今年の計算力学講演会(第14回)は北の都札幌で開催されます。北風(カナダ風?)の町のたたずまい、各家の屋根のストーブ用の煙突にも北の町の情感が漂います。会期は例年どおり11月末です。この時期の札幌は雪は(多分?)まだ積もってはいませんが、駅前通りの街路樹にホワイトイルミネーションの明かりが一斉に灯もされ、キラキラとした北国のクリスマスの雰囲気です。こんな中で、うまい食べ物と酒に講演会後の長い夜を楽しんでいただけるものと思っております。

準備のほうは、計算力学拡大運営委員会の皆様にご協力いただきまして、現在各分野のオーガナイズド・セッションのテーマを鋭意選定中でございます。会誌の4月号には募集会告とともに掲載される予定です。一般セッションも含め、多数の皆様

様の積極的な講演申込を期待いたしております。特に実用的な事例、経験、問題提起によって、ノウハウ、知識、問題点、開発の方向性等の情報の共有化がはかられ、計算力学的手法の実用化と普及が進むことを期待しております。

熱、流体、材力と目的別の部門が多い中で、計算力学という手段を切り口に集まった横断的な部門ですので、是非多くの分野からのご講演の申し込みをいただき、活発な交流と討論の場として行いたいと考えております。実行委員一同、多数の皆様のご論文発表とご参加をおおいに期待いたしております。

連絡先:

工藤一彦

北海道大学大学院工学研究科機械科学専攻

〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目

Tel. 011-706-6376、Fax 011-706-7889

E-mail: kudok@eng.hokudai.ac.jp

.....



2001年度年次大会部門関連特別行事の企画

山崎光悦

金沢大学工学部

2001年度年次大会が福井大学・福井工業大学を会場に平成13年8月27日(月)から30日(木)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ズ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/2001am/>

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1件、ワークショップが6件、企画されています。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: 計算力学の最前線/胎動(計算力学部門企画)

・企画者: 山崎光悦(金沢大)

・演題・講師:

1) 次世代CIP法の新たな挑戦/矢部孝(東工大)

2) メッシュレス法/粒子法の最前線/野口裕久(慶應大)

3) 分子動力学法の最前線 - 固体系マイクロシミュレーションとその周辺 - /中谷彰宏(阪大)

4) 最適化法の最前線/山崎光悦(金沢大)

5) 並列計算と設計の最前線/三木光範(同志社大)

ワークショップ1

題目: メッシュレス/粒子法とその関連技術(計算力学部門企画)

・企画者: 矢川元基(東大) 野口裕久(慶應大)

・演題・講師:

1) 粒子法とCG/未定

2) 代用電荷法とCG/鈴木克幸(東大)

3) Free Mesh法とCAD/矢川元基(東大)

4) EFGMとCAD/奥田洋司(東大)

5) EFGMとアダプティブ法/萩原世也(佐賀大)

6) XFEMとシステム化/長嶋利夫(三菱総研)

広告2
富士通

ワークショップ2

題目：非平衡開放系における複雑性と自己組織化（計算力学部門、材料力学部門、流体力学部門、機械力学・計測制御部門合同企画）

・企画者：志澤一之（慶應大） 渋谷陽二（阪大） 棚橋隆彦（慶應大） 吉沢正紹（慶應大）

・演題・講師：

- 1) 生命現象における自己組織化 / 黒木義彦 (Sony Frnt. Sci. Lab.)
- 2) 自動触媒化学反応系における自己組織化 / 朝倉浩一 (慶應大)
- 3) 界面ダイナミクスと樹脂状結晶成長 / 齋藤幸夫 (慶應大)
- 4) 市場価格変動に関する自己組織化 / 尹熙元 (慶應大) 棚橋隆彦 (慶應大)
- 5) 非線形ダイナミクスとカオス振動 / 永井健一 (群馬大)
- 6) 岩盤・土壌における空間パターンニング / 池田清宏 (東北大)
- 7) セルラ・オートマトン法を用いた構造物の自己組織化 / 伊能教夫 (東工大)
- 8) FCC 結晶における集団転位の自己組織化 / 志澤一之 (慶應大) 渋谷陽二 (阪大)

ワークショップ3

題目：樹脂材料の大変形塑性解析に関する実験およびモデリング・シミュレーション（計算力学部門、材料力学部門合同企画）

・企画者：小林誠一（日産） 黒田充紀（山形大） 志澤一之（慶應大）

・演題・講師：

- 1) 分子鎖の絡まり効果を考慮した樹脂材料の大変形塑性解析 / 富田佳宏 (神戸大)
- 2) 樹脂材料の塑性変形に関する真応力-真ひずみ関係の測定 / 金子堅司 (東京理科大)
- 3) 樹脂材料の熱的・機械的諸物性に関する測定 / 藤井昌浩 (宇部興産)
- 4) 静水圧応力依存性を考慮した樹脂材料の塑性変形解析 / 佐野村幸夫 (玉川大)
- 5) ゴム架橋ブレンドポリマーに関するポイド進展および大変形粘塑性解析 / 黒田充紀 (山形大)
- 6) クレーズ進展を考慮した樹脂材料の損傷大変形粘塑性解析 / 小林誠一 (日産) 志澤一之 (慶應義塾大)

ワークショップ4

題目：構造-人体系モデル化の最前線（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：山崎光悦（金沢大） 坂本二郎（金沢大）

・演題・講師：

- 1) LS-DYNA の最新人体モデルとその応用 / 大下文則 (日本総研)
- 2) RADIOSS ダミーモデルおよび解析機能紹介 / 田井秀人 (メカログジャパン)

3) MADYMO による人体衝突シミュレーション / 田口幸良 (TNO-AUTOMOTIVE ジャパン)

4) コンピュータマネキン Jack の最新動向 / 松本裕作 (電通国際情報サービス)

5) 対話型筋-骨格モデリングソフト EエアSIMM / 坂本二郎 (金沢大)

ワークショップ5

題目：IT時代における機械工学の果たすべき役割（電子実装を中心として）（計算力学部門、材料力学部門、熱工学部門合同企画）

・企画者：宮崎則幸（九州大） 熊沢鉄雄（秋田県立大） 石塚勝（富山県立大）

・演題・講師：

- 1) 日本機械学会における研究活動の紹介・エレクトロニクス実装における信頼性設計に関する研究分科会 / 宮崎則幸 (九州大)
- 2) 日本機械学会における研究活動の紹介・マイクロデバイス設計・製造・実装に関する研究会 / 堀江三喜男 (東工大)
- 3) 材料力学と電子・情報機器に関するロードマップ / 川上崇 (東芝)
- 4) はんだの引張および低サイクル疲労に関する材料学会標準試験法 / 坂根政男 (立命館大)
- 5) 放熱冷却技術の動向とヒートパイプの応用 / 難波研一 (古河電工)
- 6) 電子実装設計におけるCAEの活用 / 三浦英生 (日立)
- 7) 電子実装設計におけるCAEツール・Coolitによる電子機器内の熱流動解析 / 鈴木弘仁 (CRC 総研)
- 8) 電子実装設計におけるCAEツール・MSC.Marc によるはんだの強度信頼性評価 / 立石源治 (日本MSC)

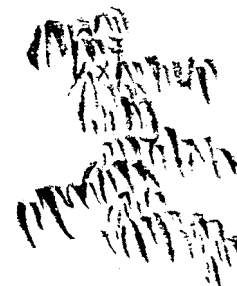
ワークショップ6

題目：「数値流体力学の未開拓分野」（計算力学部門企画）

・企画者：矢部孝（東工大）

・演題・講師：

- 1) はじめに / 矢部孝 (東工大)
- 2) 大学から見た未解決問題 / 松本洋一郎 (東大)
- 3) 出来そうで出来ない難問は？ / 青木尊之 (東工大)
- 4) ソフトウェア開発から見た未解決問題 / 三橋利玄 (富士総研)
- 5) 数値天気予報における課題 / 露木義 (気象庁)
- 6) 企業から見た未解決問題 / 室田知也 (日立)



2001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又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、2001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、時期審査の上、2001年11月28日～30日に開催

予定の第14回計算力学講演会において、盾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 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)功績賞・業績賞の別、(6)推薦理由を記入し、提出する。なお、提出された書類は返却しない。

6. 提出締切日:2001年6月29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]
電話 03-5360-3500 FAX03-5360-3508E-Mail:noguchi@jsme.or.jp

.....



「計算力学教育認定検討」技術委員会

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

計算力学部門が発足してすでに10余年が経過しましたが、その間に、廉価で高性能なコンピュータと良質の計算力学ソフトウェアが普及し、計算力学の裾野は大きく拡大しています。一方、超並列計算機の登場や、実用レベルの複雑な機器の解析・設計最適化のニーズの高まりとともに、計算力学解析の精度や効率、設計最適化といった観点から、新しい技術開発が進められています。

これまで当計算力学部門では、講演会や講習会の企画を通して、新しい知識の集積と普及という立場から計算力学の発展に重要な役割を果たしてきました。しかし、周囲を取り巻く最近の状況を見ますと、工学技術者に対してはグローバルスタンダードに則った技術者教育のレベルアップと品質保証が求められ、それを受けて1999年11月に日本技術者教育認定機構（JABEE）が設立され、日本機械学会においても2001年より「工学教育に対する具体的な認定作業」が始まろうとしています。また、ITが次なる産業革命の担い手として脚光を浴びる中で「情報処理技術者」の役割も増大しており、「情報処理技術者試験」がその品質を保証する上で重要な役割を果たしています。

このような動きの中で、力学とコンピュータ（IT）を融合した計算力学の専門家である計算力学エンジニアは、社会的な重要性が増しているにも関わらず、必ずしも社会的に十分に認知され客観的な評価を受けているとは言えない状況です。たとえば、上記の技術者教育認定制度によれば、機械工学の主な習得分野は、「材料と機械の力学」、「エネルギーと流れ」、「情報と制御」、「設計と生産」という、敢えて言えば旧来の伝統的な分類に従う4項目に分断され、力学と情報（計算）を融合した横断分野である計算力学は、適切な評価を受けられる状況にはありません。また、もちろん、情報処理技術者試験においては力学に関する知識は一切問われません。

現在、計算力学関係の教員は全国のあらゆる大学の様々な学科で教育に従事していますが、いずれの大学においても単独で「計算力学教育」を適切に認定するだけの存在にはなっていないと思います。当計算力学部門は、国内における計算力学分野のリーディング機関として、積極的に「計算力学教育」の整備にあたり、「計算力学専門技術者（技術士）」の教育・認定作業にあたり、計算力学の普及に努めていくべきであると考えます。ただし、その活動に当っては、社会的なニーズの把握、認

定すべき知識・技能の範囲の明確化、その認定方式などについて詳細な検討が必要です。

以上のことを背景として、本技術委員会では計算力学教育認定においてどのような実施形態が最も相応しいのか鋭意検討を進めているところです。昨年度、当部門メーリングリストを通して実施したアンケートにおいては、回答者のほとんどすべて

から賛同が得られましたが、その実施形態や内容に関しましては様々の有益な御提言をいただきました。

以上のようなことから、会員の皆様からも積極的なご意見をいただけましたら幸いです。

なお、ご意見は吉村 (yoshi@q.t.u-tokyo.ac.jp) までお送りください。

.....



材料強度のマルチスケールアナリシスに関する調査研究分科会(P-SC322)活動報告

主査：北村隆行（京都大学 工学研究科）(写真)
幹事：渋谷陽二（大阪大学 工学研究科）

本研究分科会では、年に4、5回程度、結晶塑性論に関する分科会と分子動力学に関する研究会を開催してマルチスケール・シミュレーションについての勉強を積極的に行っている。また、後者については日本材料学会分子動力学部門委員会（委員長：北村、総括幹事：上原（京大））と連携して活動している。さらに、年次大会や計算力学講演会におけるオーガナイズドセッション等の企画にも積極的に加わるとともに、他学会の同様の分野との連携もはかっている。主な活動は下記のとおりである。

結晶塑性論に関する研究会

- (1) 1999年10月16,17日（北海道津別町）
- (2) 2000年8月2日 名城大学天白キャンパス

分子動力学に関する研究会

- (1) 1999年9月17日 工業技術院大阪工業技術研究所

- (2) 2000年3月3,4日 熱流体系および固体系のマイクロシミュレーションに関する合同シンポジウム

静岡大学浜松キャンパス

- (3) 2000年4月19日 日本材料学会会議室
- (4) 2000年5月 北海道大学学術交流会館
- (5) 2000年9月19日 東京大学工学部
- (6) 2000年12月18日 川崎市産業振興会館
- (7) 2001年3月27日予定) 日本材料学会会議室

来年度も活動の計画が進んでおり、前者については長谷部委員がアメリカ留学中であるため、アメリカでの分科会開催を含めて検討中である。また、後者では講習会等の開催を検討している。

本分科会の活動にご興味のある方は、
北村(kitamura@kues.kyoto-u.ac.jp)、または、
渋谷(shibutani@mech.osaka-u.ac.jp) までご連絡ください。

《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 信濃町煉瓦館5F TEL 03-5360-3500 FAX 03-5360-3508

計算力学部門ニュースレター No.26: 2001年3月5日発行

編集責任者: 広報委員会委員長 田中正隆

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 川上 崇

〒212-8582 川崎市幸区小向東芝町1番地 / 株式会社東芝 機械・システム ラボラトリー

TEL: 044-549-2375、FAX: 044-549-2383、E-mail:takashil.kawakami@toshiba.co.jp