



COMPUTATIONAL MECHANICS

計算力学部門ニュースレター No. 27

November, 2001



部門のさらなる活性化に向けて

田中正隆
第79期部門長／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生かしながら、他部門に負けない活発な活動を続けて今日に至っています。しかしながら、部門設立から十数年経過した現在においても、計算力学がまだ学際領域の新しい分野ということで、伝統ある他部門とは異なり不利な立場になることも時としてお起こりえます。そのような状況も視野にいれつつ、計算力学部門のさらなる活性化に向けて日頃感じていることを述べてみたいと思います。

まず、計算力学部門を中心に活躍する研究者が論文を投稿する場合を考えてみましょう。本学会では論文集がA編（材料力学、材料など）、B編（流体工学、流体機械、熱工学、内燃機関、動力など）、C編（機械工学、計測、自動制御、機械要素、潤滑、工作、生産管理など）に分類されているために、このいずれかの範疇に狙いを定めて投稿することになります。これらの論文集は伝統ある部門が運営の中心を担っていますので、計算力学部門中心に活躍している立場からはこの「見えない壁」を打ち破りにくいという感触があります。また、計算力学に焦点を当てた自信作の論文を投稿して掲載されたとしても、それ以外の論文との相乗り掲載となりますので、そのテーマに関心ある関係者へのインパクトは低減されることは否定出来ません。幅広い活動範囲を持つ研究者はそれを嫌って、別の専門誌

に投稿先を変更するようなことはよくあることと考えて良いでしょう。このような状況をブレイク・スルーするには、計算力学部門で論文集を編集・発行する必要があるように思います。いまはインターネットを活用すれば迅速で経費もあまりかからない編集が可能ですので、部門でこの種の新しいチャレンジが出来ることが望ましいと考えています。これが実現するには、登録者が十分に多い実力ある部門に論文集の編集・発行を許容する枠組みが必要ですので、学会理事会での前向きな検討をぜひよろしくお願い致します。

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。力学と情報（計算）を融合した学際分野で活躍する計算力学エンジニアの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ているとは言えない状況にあります。計算力学部門は部門登録者約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いえます。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・認定作業に協力してゆくべきだと考えます。本部門では「計算力学教育認定検討委員会」（吉村忍・委員長）を発足させ、社会的なニーズの把握と認定すべき知識・技能の範囲の明確化、その認定方式などについて検討をしてきました。この結果をふまえて、学会全体の認定作業にかかわる動き

の中でのすり合わせが行われています。この流れのなかから、近い将来には部門のさらなる進展に寄与する新しい動きが生ずることを期待しています。

いま日本は10年余り続く長い不況の中で喘いでいます。企業を始めほとんど全ての組織でリストラが漸行されています。このような状況下でエンジニアが転職するときは、自分がすでに持っているか新しく習得した技術や知識・技能を客観的に証明する根拠が必要になります。人材不足で困っていたバブル膨張のころは、基礎知識がそこそこの人材を採用できれば必要な技術者教育は自社内で行うという、自信たっぷりな企業がかなり有りました。しかしながら、この不況下ではそのような経費は節約しなければならず、技術者教育は大学等の高等教育機関や専門学校等に任せる必要に迫られていると言えます。学会には技術者教育に長けた専門家が多数所属していますので、このための手助けを組織的に行うことはそれほど困難なことではありません。計算力学といういわば特殊な分野での技術者教育とその認定は、一つの大学では専門家が少なすぎて実施困難なことが有るかもしれませんが、計算力学部門が主導して行えば比較的容易に実現できるはずです。それに関連する活動が本部門のみならず学会の重要性を再認識させることになり、活性化につながるものと信じています。

周知のように、部門主催の計算力学講演会は毎年場所を変えて開催しています。それぞれの実行委員会の懸命なご努力のおかげで、講演会では多数の研究発表が行われ部門の活動を支える最も重要な行事です。しかしその内容を子細に眺めてみますと、研究発表のほとんどが大学関係者のもので、企業関係者の研究発表はかなり少ないという状況が続いています。この状況を改善することを願って、部門一般表彰規定をこのたび改定し今年度の第14回計算力学講演会（北大・札幌）から、企業の優れた技術発表を部門で表彰する「最優秀技術講演表彰」を新設することになりました。新設の最優秀技術講演表彰が企業からの参加者を増加させる引き金として機能してくれることを願っています。一方では、学生会員の活動を激励する目的で、部門賞の中に学生優秀講演表彰を設けて講演会ごとに毎年表彰しています。部門運営には部門登録者の数に応じて学会本部から交付される金額が大きく影響しますので、登録者数を増やす努力を続けています。そのための準備の一つとして、部門発足当時に決めた登録用のキーワードを見直し、時代に対応したキーワード群に改めました。何らかの効果が現れることを願っています。

さて、国際会議や国際シンポジウムの積極的な開催が部門の活性化につながることは間違いありません。英文で編

集された国際会議論文集がタイミングよく出版されワールドワイドに頒布されるなら、全世界への情報発信が出来ますので、部門だけでなく学会全体のステータスが向上します。そのため、積極的に国際会議の企画と実行を部門として進めて欲しいと願っています。計算力学部門の登録者の中には国際会議を開催するポテンシャルを十二分に持ち合わせた方がかなりいますので、ご協力いただけるものと確信しています。しかしながら、客観的に評価して成功裏に開催できたJSME主催の国際会議はこれまで見たたらないのが不思議です。テーマが興味深くトピカルな「おいしい」国際会議は他の組織主催で開催され、本学会や計算力学部門主催で開催するのはインターナショナルとは名ばかりの国際会議しかないのでは？ との厳しい指摘も耳にします。また、たとえば米国機械学会（ASME）と共催の国際会議を開催しても、ASME主催のイベントに会員扱いで参加出来るという程度のメリットしかなく、日本からの参加者の登録費などはASMEに吸い上げられるという方式で運営されています。このような国際会議に参加協力するのは比較的簡単ですが、JSME会員としてはかなりの不満が残ります。

このような状況を打破し、情報を聞きつけて参加者が自然に集まってくるような興味深い国際会議を企画・実行する必要があります。学会主催でこのような国際会議が開催出来ないものかどうか考えてみましょう。このような国際会議のほとんどでは、論文集は世界的な販路をもつ出版社から刊行されています。当然ながら、出版社にとって売れそうな論文集の出版はビジネス・チャンスなので積極的に支援してくれるはずですが、JSME主催で開催する国際会議ではこれが可能でしょうか？ 学会で作成している国際会議開催マニュアルを拝見しますと、いろいろと細かい規定がありまして、私の判断するところ論文集には学会の講演論文集の番号が割り当てられ、それをJSMEの出版物の一つとして取り扱うということになっているようです。私見では、この枠組みが、参加するのにわくわくするビビッドな国際会議を学会主催で開催するのを躊躇させる主な原因のように思われます。JSMEの主体性を失うことなく運営委員会の意向を尊重し、世界に情報発信できる国際会議開催が積極的に企画・実行されるために、若干の規制緩和が望まれるところです。

部門のさらなる活性化に向けての活動方針を、JSME批判ともなりかねないきわどいことも含めて述べてみました。計算力学部門の活性化に向けて今後ともいろいろなことを企画・立案するつもりですので、引き続き宜しくご支援をお願い申し上げます。



Review of Unsteady Aerodynamic Methods for Turbomachinery Aeroelastic and Aeroacoustic Applications

Debasish Biswas

Toshiba Corporation, Research and Development Center, Kawasaki, Japan

Introduction

The unsteady aerodynamic analyses intended to turbomachinery aeroelastic and aeroacoustic predictions must be applicable over a wide range of blade row geometries and operating conditions and unsteady excitation modes and frequencies. Also because of the large number of controlling parameters involved, there is a stringent requirement for computational efficiency. To date these requirements have been met only to a limited extent. As a result, aeroelastic and aeroacoustic design predictions are for the most part still based on the classical linearized unsteady aerodynamic analyses.

During the past decade, significant advances in unsteady aerodynamic prediction capabilities have been achieved. In particular, researchers have developed efficient linearized analyses that account for the effects of important design features, such as real blade geometry, mean blade loading, and operation at transonic Mach numbers, on the unsteady aerodynamic response of the blading to imposed structural and external aerodynamic excitations. The improvements in physical modeling that such linearizations allow are motivating their current implementation into aeroelastic and aeroacoustic design prediction systems. Also, considerable progress has been made on developing time accurate Euler and Navier-Stokes simulations of non-linear unsteady flows through blade rows. Although not yet suitable for design use, such analyses offer opportunities for an improved understanding of the unsteady aerodynamic processes associated with blade vibration and noise generation. These, recent advances in the theoretical and computational modeling of turbomachinery unsteady flows are reviewed in the present survey.

Blade vibration and noise generation are both undesirable consequences of the unsteady flow processes that occur within an axial flow turbomachine and are, therefore, important concerns to the designer. Of the two, vibration problems have received more attention because they can lead to structural failure of the blading and, possibly, extensive damage to the engine. Although excessive noise can be disturbing, the associated pressure fluctuations rarely threaten structural integrity.

Aerodynamically induced blade vibrations are usually classified into two categories: flutter and forced vibration. In the former, the aerodynamic forces that sustain the blade motion are regarded as being dependent solely on that motion, whereas in the latter, the aerodynamic forces that excite the blade motion are independent of that motion. In both circumstances the vibratory motion of the blading can lead to fatigue failure. In modern fans and compressors flutter can be encountered over a wide range of operating conditions. The common types have been designated as classical supersonic (un-stalled) flutter, sub-sonic/transonic high incidence (or stalled) flutter, supersonic pos-

itive incidence flutter, and negative incidence or choke flutter. Classical supersonic flutter can occur at design operating conditions; the other occur at off-design conditions, with subsonic/transonic positive-incidence flutter having the highest frequency of occurrence.(1-3) Because of performance trends toward higher flow velocities, turbine flutter has also become an important concern. Destructive forced vibrations can occur in fan, compressor, or turbine blading when a periodic aerodynamic excitation, with frequency close to a structural system natural frequency, acts on the blades in a given row. Such excitations are usually generated at multiples of the engine rotation frequency and arise from a variety of sources, including inlet and exit flow non-uniformities and the aerodynamic interactions that between a given blade row and neighboring blade rows or structural supports that move at a different rotational speed. The two principle types of such interaction are usually referred to as potential flow and wake interaction. The former is associated with pressure variations that impinge on a given array from upstream and/or downstream and is of serious concern when the axial spacing between neighboring blade rows are small or flow Mach number or excitation frequencies are high. Wake interaction is the effect on the flow through a given row of the wakes shed by one or more upstream rows and can persist over considerable axial distances.

Unsteady Aerodynamic Problem

A typical example of a two-dimensional cascade is shown in Fig.1.

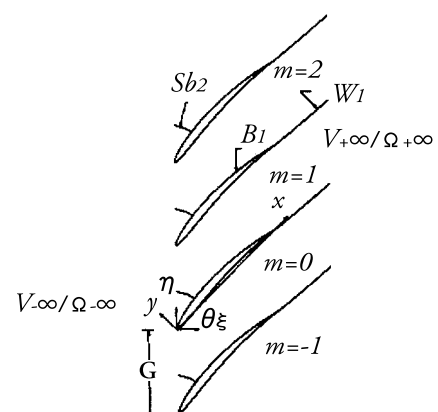


Fig.1 Two-dimensional Transonic Compressor Cascade

The unsteady fluctuations in the flow arise from one or more of the following sources: blade motions, upstream total temperature and total pressure disturbances, and upstream and/or downstream static pressure disturbances that carry energy toward the blade row. In the absence of unsteady excitation, the flow far upstream from the blade row is assumed to be at most a small steady perturbation from a uni-

form free-stream. If the underlying mean flow is essentially uniform, then any arbitrary unsteady aerodynamic excitation of small amplitude can be represented approximately as the sum of independent entropic, vortical, and acoustic disturbances that travel toward the blade row, as indicated in Fig.2.

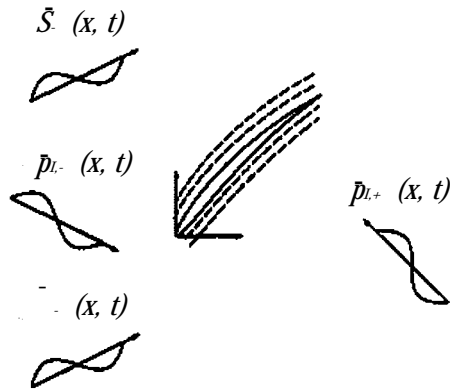


Fig.2 Unsteady Excitations

The mean or steady state positions of the blade chord lines coincide with the line segments,

$$\eta = \zeta \tan\theta + mG, 0 \leq \zeta \leq \cos\theta, m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots,$$

where ζ and $d\eta$ are coordinates in the axial flow and cascade circumferential directions, respectively, m is a blade number index, θ is the cascade stagger angle, and G is a cascade gap vector that is directed along the η axis with magnitude equal to the blade spacing. The entropic, $\tilde{s}_{-\infty}(x,t)$, vortical, $\tilde{v}_{-\infty}(x,t)$, and acoustic, $\tilde{p}_{l,m\infty}(x,t)$, excitations, where the subscripts $-\infty$ and $+\infty$ refer to regions far upstream and far downstream from the blade row, respectively are also prescribed functions of x and t . The conditions at inlet and exit must be compatible with the fluid dynamic field equations, and the prescribed pressure disturbances must be of the type that carry energy toward the blade row

Numerical Simulations

Extensive research has been conducted in recent years to develop time accurate Euler and Reynolds-averaged N-S solution procedures for unsteady flows through turbomachinery blade rows. These procedures build on schemes developed earlier for steady flows in which a sequence of iterative solutions are marched forward in "pseudo-time" until a converged steady state is determined. The calculations for periodic unsteady flows are marched forward in real time from an initial steady state to a converged periodic unsteady state. Existing algorithms invariably treat the conservative forms of the non-linear field equations in which the unknown variables are ρ , ρv and ρE . The field equations are solved subject to boundary conditions at the blade surface, e.g., the no-slip conditions for viscous flows or the flow tangency conditions for inviscid flows. However, shock- and wake-jump conditions are usually not imposed in inviscid calculations. Instead, shock and wake phenomena are "captured" by approximating the conservative forms of the field equations across surfaces of discontinuity. This tends to smear shock and wake behavior but

considerably simplifies the numerical effort. The governing equations are approximated using finite volume, finite difference, or finite element spatial discretizations, and the numerical solutions are advanced in time using single or multistage explicit or implicit time-marching procedures. Explicit schemes are favored for inviscid flows and implicit schemes for viscous because the high mesh densities required impose stringent constraints on the stability of explicit time marching schemes. To simulate blade motion, the meshes are made to deform so that the computational boundaries coincide with the physical blade boundaries at all instant of time. In viscous flow calculations the effects of turbulence are represented by the inclusion of a turbulence model.

For unsteady flows the incoming disturbances must be prescribed as a functions of x and t that are compatible with the non-linear equations of motion. The inlet and exit conditions must also allow disturbance waves that leave the solutions domain, i.e., pressure response waves, and entropy and vorticity waves at exit, to pass through the boundaries without producing artificial reflections. At present, linearized, one-dimensional, characteristic theory is usually applied to provide inlet and exit conditions for non-linear unsteady flow conditions. In general, the unsteady flows produced by circumferentially and temporally periodic unsteady excitations must be computed over many, and in some cases all, blade passages. The number of passages needed depends on the inter-blade phase angle $\sigma = \kappa_{\eta} G$ of the excitation. However, because multi-passage calculations involve enormous computing times, a restrictive assumption is usually introduced to limit the computational domain to a single passage. Most investigators impose a phase-shifted periodicity condition. This condition implies that an unsteady excitation at wave number $\kappa_{\eta} = \sigma G^{-1}$ and frequency ω will produce a response at the same wave number and frequency, which is a valid consequence only for linear systems.

In the present review work the results reported by Giles is used as an example. Giles applied a time-marching Euler analysis to predict the response of a flat-plate cascade to a sinusoidal wake (vortical) excitation. This cascade has a gap-to-chord ratio G of 0.5 and a stagger angle of 30 deg and operates at an inlet Mach number of 0.7 and flow angle of 30 deg. The frequency of excitation is 13.96 and inter-

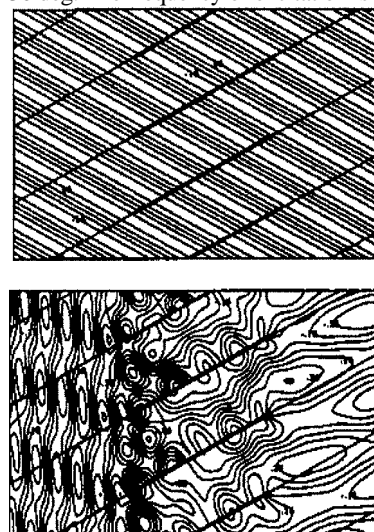


Fig.4 In-phase components of the first-harmonic unsteady vorticity and unsteady pressure

blade phase angle is -400 deg, corresponding to an incident wake to blade count ratio of $10/9$. The complex amplitudes Δp of the first harmonic, unsteady pressure differences, i.e., $\Delta \tilde{p} = \text{Re}\{\Delta p \exp(i\omega t)\}$, acting along the reference blade surface, as determined by the classical linearized analysis are shown in Fig.3. The real and imaginary parts of Δp represent the pressure differences that are in and out of phase, respectively, with the normal component of the vortical gust velocity at the leading edge of the reference blade. Excellent agreement was achieved between the numerical predictions determined using 1-D non-reflecting, inlet and exit boundary conditions, and the classical theory prediction shown in Fig.3.

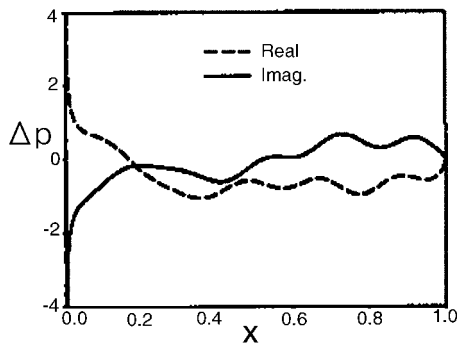


Fig.3 Complex amplitude of the first-harmonic unsteady pressure difference

Contours of the in-phase components of the first harmonic unsteady vorticity and the unsteady pressure for this example, as determined using the linearized analysis are shown in Fig.4. The vortical gust is convected, without distortion, by the uniform mean flow through the flat-plate blade row, but the interaction of this simple vortical field with the blading gives rise to a very complicated pressure (acoustic) response. The latter contains two propagating acoustic waves, at inter-blade phase angles of -40 and 320 deg that persist in both the far upstream and the far downstream regions of the flow. The strongest of these four waves travels upstream in a direction, that is approximately normal to the inlet boundary. The others travel away from the blade row in directions, that are approximately normal to or parallel with the inlet and exit boundaries.

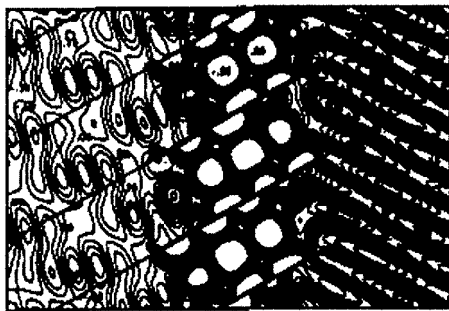


Fig.5 In-phase components of first harmonic pressure

It is easy, however, to construct a more difficult test case. For example, consider the same flat-plate cascade configuration, but with an incident disturbance to the blade count ratio of 1.2 , so that the

excitation frequency and inter-blade phase angle are 15.08 and -432 deg, respectively. The velocity contour pattern for this example is similar to that indicated in Fig.4. Contours of the in-phase component of the first harmonic unsteady pressure response are shown in Fig.5. Very high unsteady pressure gradients occur within the blade passages, and three acoustic response disturbances at $\rho = 74, -288,$ and 648 deg persist far upstream and far downstream of the blade row. The far downstream disturbance at $s = 648$ deg is quite strong, and its wave number vector, $\kappa = (\kappa_{\xi}, \kappa_{\eta})$, is inclined at an angle of 64 deg measured counterclockwise from the axial flow direction. Because of the high unsteady gradients within the blade passage and the strong, oblique, propagating, pressure response downstream of the blade row, the resolution of this "relatively simple" unsteady flow would pose a very serious challenge to current time-marching, unsteady, fluid dynamic analyses.

Recent Applications

In spite of the present limitations, very sophisticated, time-marching, non-linear, unsteady aerodynamic analyses technique have been developed and applied to realistic single and multiple blade-row configurations. Procedures for isolated cascades of vibrating blades have been developed for fan and compressor flutter applications. In these analyses, the Euler or N-S equations are solved on grids that deform with time to account for the blade-motion. Since strong inviscid/viscid interaction effects are important in fan and compressor flows, Reynolds averaged N-S solutions procedure has been developed to accurately account for the effects of viscous-layer separation on the aerodynamic response to compressor blade vibrations. Perhaps the most well-known solutions for coupled blade rows are those reported by Rai for stator/rotor interactions in 2- and 3-D. The results of such computations helped to have a good understanding about the propagation and reflection of the shocks that originate at the trailing edge of the upstream stator. This effect can produce a 40% variation in the lift on the downstream rotor. The above mentioned time-accurate non-linear analyses have also been applied to very challenging fan, compressor, and turbine flows. Reasonable unsteady flow predictions that are in qualitative agreement with experimental measurements have been determined.

Concluding Remarks

A very encouraging sign, at present is that good agreement is being achieved between the results of the non-linear time-marching and linearized frequency domain analyses for cascade flows driven by small amplitude excitations. Therefore it is essential to continue research to provide time accurate numerical solutions for fully non-linear unsteady flows. With the advancement of parallel computation technique, in near term, research work need to be directed towards providing a reliable "numerical test facility for unsteady flows.

References

- Fleeter, S., "Aeroelasticity Research for Turbomachine Applications," *Journal of Aircraft*, Vol.16, No.5, 1979, p.320-326.
- Giles, M.B., "Calculation of Unsteady Wake Rotor Interaction,"

Journal of Propulsion and Power, Vol.4, No.4, 1988, p. 356-362.
 Giles, M. B., "Stator/Rotor Interaction in a Transonic Turbine,"
 Journal of Propulsion and Power, Vol.6, No.5, 1990, p. 621-627.
 Giles, M. B., and Haines, R., "Validation of Numerical Method of
 Unsteady Flow Calculations," ASME IGTC, Paper91-GT-271,
 1991.
 Lewis, J. P., Delaney, R. A., and Hall, E. J., "Numerical Prediction of
 Turbine Vane-Blade Interaction," AIAA Paper 87-2149, 1987.
 Rai, M. M., "Navier-Stokes Simulation of Rotor-Stator Interaction

Using Patched and Overlaid Grids," Journal of Propulsion and
 Power, Vol.3, No.5, 1987, p. 387-396.
 Rai, M. M., "Three-Dimensional Navier-Stokes Simulations of
 Turbine Rotor-Stator Interaction; Pt. 1- Methodology, Pt.2 -
 Results," Journal of Propulsion and Power, Vol.5, No.3, 1989,
 p.305-319.
 Rai, M. M., and Dring, R. P., "Navier-Stokes Analyses of the
 Redistribution of Inlet Temperature Distortions in a Turbine,"
 Journal of Propulsion and Power, Vol.6, No.3, 1990, p. 276-282.

特集：可視化マシン



計算力学における可視化の動向

青木尊之
 東京工業大学・学術国際情報センター

計算力学では数値データとして大量の計算結果が生成され、我々はこれらを可視化することによって理解するのが一般です。ただ、日本では可視化に費やされる労力や可視化の成果に対する評価は余り高いとは言えません。数値シミュレーションの規模は益々大きくなり、可視化の重要性はこれまでも増して高くなると思います。欧米の状況と比較して物事を判断するのは良くないと思うのですが研究スタイルなどを見ると、日本では個人や少人数のグループでコード生成から可視化までの全てを行うのに対し、米国の研究所などでは豊富な研究（人的）資源を背景に、計算モデル、アルゴリズム、コーディング、可視化（プレゼンテーション）を分担し、それぞれの専門家が担当していることが多いようです。当然、可視化に対する評価も相当のものが与えられなければ担当する人はたまりません。可視化は研究成果に対する最終的な評価を左右しますから、より解かり易く説明し易い可視化をすることの重要性は極めて高いと感じています。

可視化とは、基本的に計算結果の数値に応じて色を付け、画像化するものです。数値データを眺めるのに対し色情報は視覚に直接訴えるため、画像データからは短時間で多くの情報を理解することができます。従って、コード開発におけるデバッグ・ツールとしても適しています。2次元計算に対する可視化は単純で、配色（パレット）の自由度が残るだけです。しかし、多くの人が使う虹色（赤→緑→青）の配色は好ましくありません。256階調の値に対して256色の色を割り当てるだけですが、このパレットの選び方で結果から受ける印象が大きく異なります。計算力学の分野では余り使われていないようですが、従来から256色のさまざまなパレットが作成されていて、Hot Metal, Morning Gray, Rave wave, Seismic, Rainbow-banded, ……などの名前が付いています。この名前が象徴する通り、Hot Metal というパレットを用いると、値が大きくなるにつれて黒→赤→黄→白の色変化をします。温度分布を表現するときなどに有効で、高温の領域からはまさに熱そうな印象を受けます。また、Rave wave や Rainbow-banded は、配色に変調が効いてあり、虹色の変化に加えて等高線も自動的に

含まれるので、非常に便利です。

3次元計算の可視化になると、立体感を出すためにシェーディングや光線反射も描く必要があります。これらの3次元空間のジオメトリ計算は莫大であるために計算機のCPUで処理させるのは困難になり、グラフィクス・カードや画像処理カードに搭載された専用ハードウェアで処理させるのが一般的です。さらに、可視化にはインタラクティブ性が重要で、より高精細、大規模、高速表示がハードウェアに求められています。本特集の可視化マシンというタイトルはここから来ています。3次元の可視化は2次元の場合よりも自由度がありそうですが、手法としては断面や表面に色を付けるサーフェイス・レンダリングと煙のような場合に有効なボリューム・レンダリングが使われる場合が殆どです。ここでもパレット選択の重要性は同じであり、可視化アプリケーション開発の際には検討をお願いしたいところです。

高性能なゲーム機や高度なCGテクニックを駆使したゲームソフトの登場で計算力学の可視化に対しても新しい流れが出始めています。リアリティのある可視化はより正確な現象の理解や深い洞察につながります。計算力学の場合には数値計算の時間が長いので可視化に要する時間は余り問われません。私の場合には、デバッグや計算結果の確認にはOpenGLによる可視化を行い、プレゼンテーション用にはアンチ・エイリアスをかけたレイトレーシング手法で画像を作成し、高ビットレートのMPEG2アニメーション・ファイルを作成します。

インターネットが普及したおかげでwebデザインなど画像への関心は急激に高くなってきました。しかし、計算結果の可視化に関するアドバイスはなかなか受ける機会が少なく、可視化アプリケーション・ソフトを使いこなすのも大変です。そこで、私の所属する大学では「動画像処理研究会」を発足したり、日本機械学会・計算力学部門には今秋から「CGの手法を活用した計算力学の可視化研究会」(A-PS01-16)を創設して頂きました。ご興味のある方は、是非ご参加下さい。



マルチ・チャネル表示装置に求められる機能

矢部 充

日本SGI株式会社製品技術本部スケーラブル・グラフィックス・テクノロジー・センター

1. はじめに

航空機などのシミュレータ、多面スクリーンで構成された没入型VR環境、ウォールタイプのスクリーンを用いたリアルサイズ・デザインレビューや、コラボレーション表示環境など、3次元グラフィックスを、大規模可視化システムとして使用するには、複数のグラフィックス処理装置とマルチ・チャネル表示機能を有し、それらを正確に制御することが出来るハードウェアが求められます。この目的において、SGI Onyx ハイエンド・グラフィックス・シリーズが世界最高のマルチ・チャネル画像生成機能を実現しています。一方、PCをベースとした汎用グラフィックス・カードの性能が近年急速に進歩してきており、この汎用グラフィックス・カードを利用して、より低コストに多面表示を行うという新たなソリューションが注目を浴びています。具体的には、複数台のPCをイーサネットなどの外部の通信媒体を利用して相互接続し、個々のPCで生成した画像を、タイミングを合わせて表示させるものです。SGIも独自のテクノロジーを採用したグラフィックス・クラスタを新たに製品ラインナップに加えました。そこで今回は、マルチ・ノードのグラフィックス・クラスタを導入する上での課題と、そのためにどんな機能が必要であるかをご紹介します。

2. クラスタ・アーキテクチャの課題

グラフィックス・クラスタは、計算目的のコンピュータ・クラスタとはその目的が異なります。コンピュータ・クラスタは大きい問題を取り込み、より小さい要素に細分化し、それぞれのタスクをクラスタの各ノードに振り分けて処理を行います。

一方、グラフィックス・クラスタは、1つのビジュアル・データ・セットに対し、複数の視点を与えることを目的としています。グラフィックス・クラスタでは、各ノードがそれぞれデータ・セット全体にアクセスする必要があり、割り当てられたビューイング・フラスタムから、各々のノードがそのデータ・セットのどこを表示するかを決定して、その部分だけを描画します。その際、個々のノードに分散しているビジュアル・コンポーネントを統一させ、シームレスかつ連続的な表示を提供しなければなりません。さらに、グラフィックス・クラスタ・アプリケーションでは、すべてのインタラクティブ・タスクを数ミリ秒以内で処理する必要があり、レイテンシ（遅延）も課題となります。

このように厳しい制約の中でクラスタ全体の同期を取らなければならないことが、グラフィックス・クラスタにおける最大の課題となります。これらを解決する上で、各ノードにおいて3つのレベルの同期が必要になります。

- ① 画像信号の同期
- ② ダイナミック・データの同期
- ③ フレームの同期



図1 各チャネルで画像の同期が取れていない状態

2-1. 画像信号の同期

すべてのコンピュータのグラフィックス・システムは、ディスプレイ・システムへの出力を発生させる、シグナル・ジェネレータを備えています。この信号は、目に見える画像を生成するだけでなく、ディスプレイ機器の同期を直接制御します。この信号とそれにより制御される同期は、アプリケーション・ソフトウェアから制御できるものではなく、ハードウェアを直接制御することで行うことができません。

ここでの重要な要素は、リフレッシュ・レート、ブランク時間、ピクセル・レートです。リフレッシュ・レートは、1秒間にディスプレイまたは画像が更新される回数の中で、ヘルツで表します。ブランク時間は1つのフレームが描かれてから次のフレームが開始するまでの時間です。ピクセル・レートは、画面上の各ピクセルが更新される速度です。

グラフィックス・システムは画像（フロント・バッファまたはディスプレイ・バッファ）を表示しながら、隠れた場所（バック・バッファまたはドロウ・バッファ）に次の画像を描画します。これらのバッファは、次フレームのピクセルを保存して、現在のフレームのピクセルを表示している最中に、その次フレームのピクセルが描かれないようにするために使用します。この方式をダブル・バッファリングと呼びます。また、スワップ・バッファ（SWAPBUFFERS）は、これら2つのバッファを入れ換える時に使用する用語です。最近の汎用グラフィックス・カードでは、ディスプレイ・デバイスのブランク時間にスワップ・バッファを発生させています。

2-1-1. シームレスな画像

マルチ・チャネル表示において、シームレスな画像を実現するためには、以下の条件を満たす必要があります。

- * 各チャネルが同じデータ・セットを描画すること
- * 各チャネルのピクセル・レートが同一であること
- * 各ディスプレイは新しい画像を同時に描画すること
- * 各グラフィックス・システムが同じブランク時間内にスワップ・バッファを行うこと

グラフィックス・クラスタには、クラスタ内の各ノードがそれぞれ独立したグラフィックス出力を行うという性質があります。各グラフィックスの出力は同じリフレッシュ・レートで行うよう

にしますが、実際には個々に動作タイミングが異なるため、各チャンネル間のリフレッシュ・レートとピクセル・レートがズレ、画像が相互にズレることになります。

そのため、強制的に各ノード間の同期を取らないと、すべての画像の開始時間が異なることになり、リフレッシュ・レートやピクセル・レートが同じでも結果的に同期が取れていないことになります。

そして、これら一連の動作は、最後のステップであるスワップ・バッファ (SWAPBUFFERS) コマンドの同期を行う前までに、正確に行われている必要があります。これらが実現できてはじめて、複数の表示チャンネル間に渡って完全にシームレスな画像となります。

2-1-2. Genlock と Framelock

マルチ・チャンネル間で画像同期を取る最も正確な方法は Genlock です。この方法は、ピクセル・レベルでの完全な同期を保証しますので、各ピクセルについて位相が調整されたピクセル・レートを得ることができます。一方、Framelock は Genlock より精度が低く、ブランク時間の最後に、フレームごとに1回同期を取る方法です。

Genlock は Framelock より短い時間で同期を取るため、Framelock に比べ技術的に高度になりますが、エッジ・ブレンディング、ターゲット・プロジェクション、ビデオ・キャプチャなどの、ハイエンド・アプリケーションや専門的なアプリケーションに最も適した同期方法として認められています。ただ、Genlock は技術面やコストの面で、汎用グラフィックス・カードには搭載されていません。

2-2. ダイナミック・データの同期

マルチ・チャンネルのグラフィックス・アプリケーションでは、フレーム毎に変化する、2種類のダイナミック・データを考慮しなければなりません。1つは、各ノードや各チャンネルが何を描画するかを決定するための制御情報であり、もう1つは、画像の更新に必要なダイナミックなデータ・セット情報(視点、モデルの移動、特殊効果のためのテクスチャの変化、データベースの更新など)です。これらのダイナミック・データ情報を各ノード間で共有し、いかに同期をとるかが重要です。たとえば、処理の方法によってはデータを送信している間にデータを失ってしまうこともあり、その場合あるチャンネルが永久的に他のチャンネルと同期が取れない深刻な状態に陥る可能性があります。

2-3. フレームの同期

すべてのノードに渡って完全に一貫した画像を完成するためには、さらにもう1つのタスクが残っています。各チャンネルは異なった画像を描いているため、各チャンネルの作業量と、終了する時間は異なり、あるチャンネルが他のチャンネルよりかなり早く作業を終了する可能性があります。ここでこのチャンネルが SWAPBUFFERS コマンドを呼ぶと、そのチャンネルが、他のすべてのチャンネルが終了する前に画像を更新してしまい、同期が取れていない画像を表示することになります。

そのために、各ノードで他のすべてのノードが準備できるまで相互に待機させる必要があります、SWAPBUFFERS の直前でバリアをかけることでこれを行います。この方法をスワップ・バリア同期と呼び、このための専用ハードウェアをスワップ・レディと呼びます。

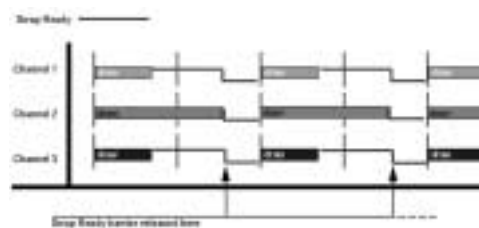


図2 各チャンネルで完全に画像の同期が取れている状態

3. SGIのグラフィックス・クラスター・ソリューション

SGI Graphics Cluster は、これまでに述べてきたマルチ・ノードのグラフィックス・クラスターの課題をすべて解決しています。SGI Graphics Cluster の目標は、市販の汎用グラフィックス・カードを搭載したシステムをクラスター接続した上で、ユーザおよびプログラマにとって、ほとんど単一のシステムと同様に使用できるようにすることにあります。マスタ・ノードはキーボードとマウスが接続され、すべての外部入力デバイスと外部通信機器が接続され、アプリケーションをコントロールします。チャンネル・ノードはグラフィックス処理専用となり、グラフィックス・パイプと同様な動作をします。

画像同期の問題を解決するため SGI ImageSync テクノロジーを搭載しました。これは、汎用グラフィックス・カードに画像信号の同期とフレームの同期のための機能を直接付加し、ハードウェアによる正確な画像同期を提供します。SGI ImageSync は、汎用グラフィックス・カードの開発元との密接な協力によって開発されており、基準となるクロックをクラスター内のすべてのグラフィックス・カードに送ることにより画像同期を実現しています。これにより、すべてのグラフィックス・カードが同じピクセル・レートに同期し、出力ピクセルが完全にロックされた状態になることを保証しています。さらに、フレーム・レベルの同期を取ってピクセルが完全に揃うようにし、最悪の場合でもレイテンシが3マイクロ秒以内に収まり、数ピクセル以内のズレになります。

その結果、Framelock よりも優れた、ほぼ完全な画像ロックを実現し、精度は Genlock に近くなります。さらに、SGI ImageSync テクノロジーは、スワップ・バリアをハードウェアで提供し、アプリケーションは GLX_SwapBarrier エクステンションによりスワップ・バリアを行います。

ダイナミック・データの同期の信頼性を確実にさせる機能としては、SGI DataSync という API をバンドルし、シングルシステムに近い、容易なアプリケーション開発環境を提供します。

4. まとめ

SGI Onyx はシングル・システムであり、Genlock をはじめ、複数のグラフィックス・パイプやマルチ・チャンネル間の同期と、データ同期は完全に保証されますので、アプリケーションの開発が容易です。一方マルチ・ノードのグラフィックス・クラスターでは、注意すべき点と克服すべき課題が非常に多く内在します。ただし、これを解決できる適切なハードウェアを選択し、アプリケーションを対応させることで、グラフィックス・クラスターは、その手軽さを武器に、そこそこの画像クオリティと、PCアーキテクチャで処理できる範囲内のデータ量のアプリケーションにとって、非常に魅力的なソリューションとなります。

<http://www.sgi.com/visualization/>

http://www.sgi.com/visualization/graphics_cluster/index.html

<http://www.sgi.com/onyx3000/>



PC & 3D グラフィックスの性能向上と今後の役割について

児玉清美

日本ヒューレット・パッカード株式会社

1. はじめに

HPが、1997年に本格的なジオメトリアクセラレータを搭載したPCワークステーション用のグラフィックスカードを発表したとき、PCベースのテクニカル・ワークステーションの世界に新しい機能とパフォーマンスを与えました。それまでのジオメトリアクセラレータを搭載しないグラフィックスカードと比べて数倍の性能をもち、当時のUNIXワークステーションに搭載されていたハイエンドのグラフィックスシステムに匹敵するものでした。現在では安価になったPC用のジオメトリエンジン付のグラフィックスカードも、ここから歴史が始まったといっても過言ではないでしょう。

2. PC用グラフィックカードの驚異的な性能の向上

PCワークステーション用のグラフィックスカードはその後毎年率2倍を超える性能の向上を続け、グラフィックス単体の性能では、高価なUNIXワークステーション用のハイエンドのグラフィックスシステムを凌ぐところまでできています。

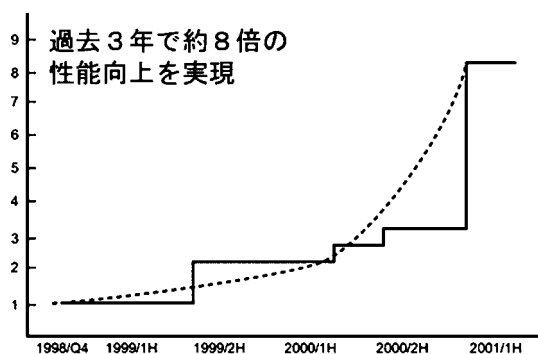


図1 グラフィックス性能のトレンド

SPECopc (SM) SPECviewperf (TM) 6.1.2のAWavds-03 (本データセットはAlias Wavefront社の3Dアニメーションシステムで使用されるデータを基に作成されました)。のベンチマーク結果では、現在のハイエンドのグラフィックカードは、1998年に出荷された、グラフィックカードに比べて、約8倍の性能を持っています。また、グラフィックスカードの性能は一定の角度で性能が上がるのではなく、ブレークスルーになる要素が開発されて、急激に向上する傾向があります。今後もこの傾向は続くものと思われ、ブレークスルーになる要素が開発されるまでは、ジオメトリエンジンのクロックアップや各種回路の最適化などで、緩やかな性能の向上が行なわれていくものと思われる。

また、nVIDIA社、ATI社に代表されるコンシューマ向けグラフィックカードも、年を追うごとに性能の向上と機能の拡充を図り、ジオメトリエンジンの性能では、プロフェッショナル向けグラフィックカードと遜色のない性能を実現させています。

3. プロフェッショナル向とコンシューマ向けの違い

プロフェッショナル向けグラフィックスとコンシューマ向けグラフィックスの一番大きな違いは、プロフェッショナル向けのグラフィックスでは、業務で使用するCADあるいはCGのアプリケーション用に最適化されていることです。アプリケーションの最適化には、アプリケーションの速度の向上だけではなく、アプリケーションを安定して動作させるための機能やドライバのチューニングが含まれます。現在の一般的なコンシューマ向けグラフィックスとハイエンドのプロフェッショナル向けグラフィックスの違いを図2にまとめてみました。1つ1つとれば小さいことであっても、それがまとまることにより、アプリケーション上のパフォーマンスや安定度に違いがでできます。

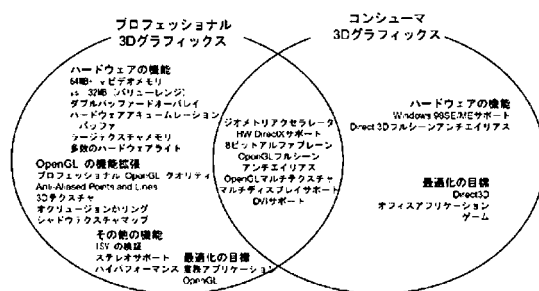


図2 グラフィックカードの機能の違い

但し、今後はコンシューマ向けのグラフィックスも、徐々にこれらの機能を実装していく方向にあります。従って機能を実装する上でのコスト問題が解決すれば、何れプロフェッショナル向けとコンシューマ向けのグラフィックスの違いがなくなる可能性もあります。しかし、それまでの間はコンシューマ向けグラフィックスとプロフェッショナル向けグラフィックスの差異が存在するため、使用する目的とアプリケーションを熟慮した上でのグラフィックスの選択が必要となります。

3. 現状のプロフェッショナルグラフィックの性能

前節のベンチマークで使用した、SPECviewperf (TM) は、OpenGLのグラフィックス性能を測定するプログラムとデータセットになります。従って、使用されるデータセットの大きさも十分に大きくないため、必ずしも実用的な環境とは言えません。HPが顧客にヒアリングした結果、対話処理を行なう場合は最低でも10フレーム/秒以上の性能が望ましいことがわかりました。これは、テレビジョンで放映されているアニメーションでも、オープニングのように比較的滑らかに表示されている部分に相当します。また、リアリステックな表示を行なうためのデータの大きさは、車のドアで1000万個以上、エンジンでは1億以上、車全体にいたっては、100億個以上の三角形の描画が必要になることがわかりました。

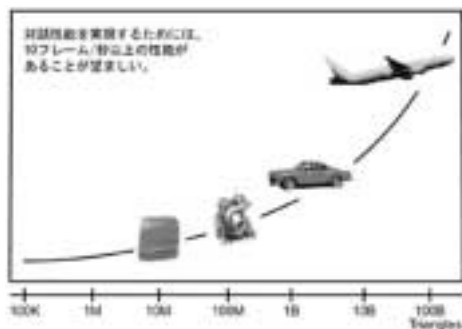


図3 モデルの大きさと必要なトライアングルの数

それに対してグラフィックスの性能は、実際のグラフィックスの性能を調査すると、最新のグラフィックカードでは2800万弱の三角形を描画する能力を持っています。(OpenGLの即時描画モード、Z, 3D, smoothを使用した場合) これは、ハイエンドUNIXワークステーションを凌駕するほどのジオメトリ処理能力になります。

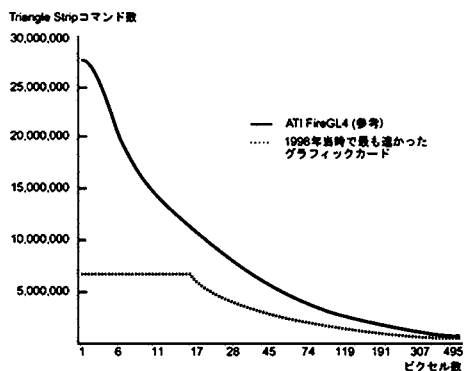


図4 OpenGLの性能曲線

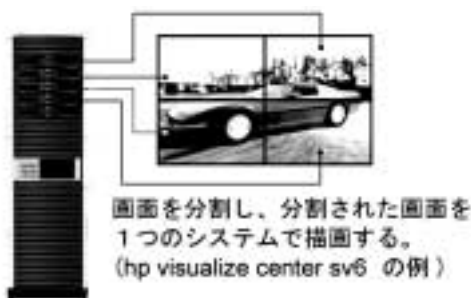


図5 スケーラブル可視化システムの例

更に、アプリケーションがデータを描画する場合は、三角形の辺のサイズが1ピクセルの長さのデータはほとんど存在しません。また、30ピクセル以上のサイズもほとんど存在しません。HPが解析したアプリケーションのワークロードでは、ほとんど場合、平均的な三角形のサイズは最大で25ピクセル以下になります。シーンのデータセットには、もっと大きなデータが存在していますが、実際の描画時には三角形の集合体でサーフェースを近似するため、小さな平均サイズになります。従って、有効な1秒間の三角形の描画性能は1000万から2000万個の間になります。また、1秒間に10フレームを描画する必要がある場合、描画できる三角

形の数には100万個から200万個の間になります。この数値は、先のモデルの大きさから考えるとドアのデータでも性能が不足していることになります。

更に実際にはマイナスの要因として、アプリケーションの実行速度や加わり更に性能は低下します。そのため、現在のシステムでは、ディテールの質感が落ちた状態（フォトリアリスティックな表示）での表示や、更に巨大なデータは大規模可視化システムを使って表示させています。大規模可視化システムでは、複数のシステムをクラスタリングすることにより、1つのシステムで描画する領域を小さくすることによって、より巨大なデータをスムーズに動作させることを実現しています。

4. まとめ —今後のグラフィックシステムの要件

今後のPCワークステーションで使われる、ハイエンドグラフィックスシステムは、単体での描画性能の向上だけではなく、スケーラブルな可視化システムへの対応や、描画品質の向上が求められてくると考えられます。

描画品質の向上に関しては、よりフォトリアリスティックな品質が実現されていくものと考えられます。この半年でHP社をはじめ複数の会社が、テクスチャを利用した、よりリアルな画像をつくり出す研究結果を発表しています。今後、これらの研究所で開発された技術がグラフィックスカードやアプリケーションに実装されることにより、リアルタイムでリアリスティックな画像を表示できるものになっていくと考えられます。



図6 HP社のpolynomial texture mappingの例

また、スケーラブルな可視化システムに関しては、ロサンゼルスで開催された米国計算機学会主催のSIGGRAPHで、Linuxクラスタを使った可視化システムが発表されました。まだ、現段階ではPCアーキテクチャを使った専用システムで構成されていますが、PCアーキテクチャで実用化のレベルまで来ていることを示しています。今後、PCのサイクルで高性能化と低価格化が進み、更には、描画品質の向上と加われれば、今までは考えられなかった分野や業務での普及が期待できます。

最後に、この文章を読んだ方が、PCアーキテクチャのグラフィックスに興味をもち、今後の業務で使われるシステムの中にPCアーキテクチャのグラフィックスシステムを選択肢の一つに入れていただければ幸いです。

弊社ホームページ www.hp.com/jp
 製品情報ページ www.jpn.hp.com/go/workstation



PCによるボリュームビジュアライゼーション

加藤 一

三菱プレジジョン株式会社 シミュレーション・画像システム事業部

1. はじめに

ボリュームビジュアライゼーション技術は、物体の内部構造を可視化する用途、例えば医療の分野では、X線CT (Computed Tomography) やMRI(Magnetic Resonance Imaging)でスキャンした人体の断面画像による画像診断に広く利用されています(図1)。また、サイエンティフィックビジュアライゼーションの分野では、3次元スカラ場の可視化に利用されています(図6)。

ボリュームビジュアライゼーションの方法には、①ボリュームデータの断面を表示する、②特定のボリューム値が存在する領域を等値面として抽出しポリゴン表示する、③ボリュームデータを視線方向と直交するスライスに分割し合成表示する、④視点からボリュームデータの内部へ投射した仮定の光線に沿って光学計算を行い表示する(レイキャスティング法、などがあります。ボリューム全体を直接レンダリングするボリュームレンダリング(上記③と④)は、高度の3Dグラフィックス能力や演算能力を持つ高価なマシンでのみ利用可能でしたが、プロセッサ、3DグラフィックスともにPCの性能が飛躍的に向上したことから、PC上でパーソナルに利用できる環境が整ってきました。

3Dテクスチャ機能を利用する上記③の方法については、数社からこの方法によるボリュームレンダリングを利用可能なPC用3Dグラフィックスボードが販売されています[1]。

高画質の画像が得られるレイキャスティング法では、専用LSIを搭載し256×256×256(以降、2563と表記する)のボリュームデータをフォンシェーディングでリアルタイム表示するPCIアクセラレータボードVolumeProTM 500が1999年に発表され[2]、注目を集めました。2001年秋には性能、メモリ容量など大幅に向上し、ポリゴンをボリュームに埋め込み表示できる第2世代のモデルVolumeProTM 1000の発表が予定されています。以下、米国TeraRecon社のVolumeProTM 500とVolumeProTM 1000を中心に、ボリュームレンダリングの概要、表示例などを紹介します。

2. ボリュームレンダリング

ボリュームレンダリングは、3次元物体の表面だけでなく、内部属性(濃度、温度、密度など)が3次元で定義された実測データやシミュレーションデータを可視化する手法です。これらのデータを、ボクセル(Voxel:Volume Element)と呼ぶ格子点上のフィールド値に離散化し、このフィールド値に対し色とオパシティー(不透明度)を割り当て、擬似的な光学計算を行って表示します。

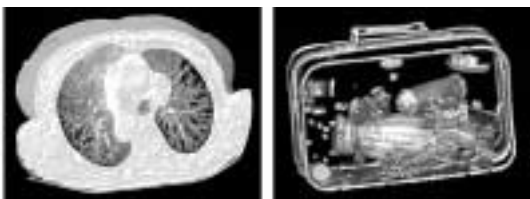


図1 表示例(左:人体胸部、右:スーツケース)

レイキャスティング法では、投影面からボリュームに対して光線を投射し、一定間隔でサンプル点を取り、その点でのカラー値とオパシティー(不透明度)からカラー値の混合計算を繰り返して投影面上のカラー値を合成します(図2)。

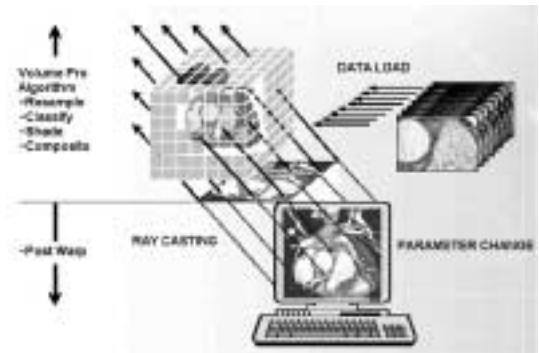


図2 レイキャスティング法 (VolumeProTM500)

レイキャスティング法をハードウェア化したVolumeProTM 500は、5123(12ビット/ボクセル)のボリュームデータをボード上のメモリに格納でき、2563のボリュームデータを平行投影でリアルタイム表示します。複数の光源によるフォンの照明モデルに基づくシェーディング(陰影付け)、断面表示、クロッピング(部分表示)、カラー/オパシティー変更といった機能を備え、各種の変更操作に対しリアルタイムに画像更新します。

VolumeProTM1000は、64ビット/66MHz対応のPCIフルサイズのボードです。2GBのメモリを搭載したモデルでは1K3(16ビット/ボクセルのとき)を扱え、ボクセル当たり最大32ビット、4チャンネルまでのマルチボリュームに対応します。1Gボクセル/秒のレンダリング性能に加えてアーリーレイターミネーションなどの高速化技術を適用し、最大5123までのデータをリアルタイム表示します。また、2組のデプスバッファを内蔵しており、ポリゴンデータをボリュームデータに埋め込んで合成表示できます。例えば、CADで作成した3DモデルとX線CTでスキャンしたデータを同時に表示することにより、人工関節の手術シミュレーションなどの応用が可能になります。

3. レンダリング表示例

X線CTでスキャンしたエンジンブロックなどの表示画像例を示しながら、VolumeProTM500及びVolumeProTM 1000の機能を紹介します。

フォンシェーディング

複数の光源によるフォンのモデルに基づく照明計算をリアルタイムに行い、拡散反射に加えて鏡面反射の表現が可能です。立体感のあるリアルな画像が得られます(図3)。ハードウェア処理のため、光源を増やしてもレンダリング性能は低下しません。

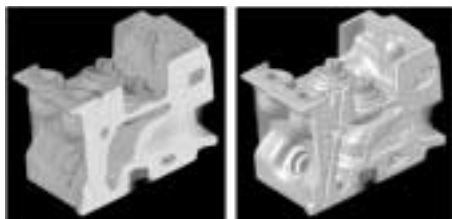


図3 シェーディングなしの表示 (左) とフォンシェーディングによる表示 (右)

断面表示、クロッピング

任意の位置、角度のカットプレーンによる断面を表示します (図4左)。カットプレーンの位置、角度の変更操作に対して、リアルタイムに表示を更新できます。クロッピング機能は、X、Y、Zの座標軸に垂直な6個の平面で指定する領域を部分表示します (図4右)。



図4 カットプレーンによる表示断面 (左)、とクロッピング (右)

クラシフィケーション

ボリューム値に割り当てられたカラーとオパシティ (不透明度) を調整することにより、関心のある部分領域を色付けて強調し透明度を変えて複数の領域をオーバーラップして表示したり (図5左)、部分領域のみを選択的に表示します (図5右)。

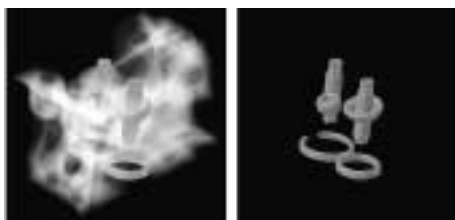


図5

アニメーション

時間とともに変化する事象の時々刻々のボリュームデータをVolumeProTM500のメモリに格納しておき、順次データを切り替えてアニメーション表示します (図6)。アニメーションと同時に視点変更、断面表示、オパシティ変更などの操作が可能です。

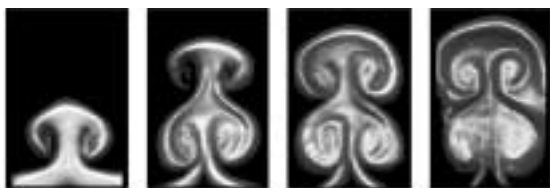


図6 煙の動的なシミュレーション

ポリゴンの埋め込み表示

VolumeProTM1000では、半透明または不透明のポリゴンとボリュームをシームレスに合成表示できます (図7)。



図7 ポリゴンとボリュームの合成 (Image courtesy of TGS, TeraRecon)

4. PC クラスタ技術による大規模ビジュアライゼーション

当社は、独立行政法人産業技術総合研究所殿との共同研究により、PC クラスタ技術とボリュームグラフィックス技術を統合し大規模なボリュームデータの可視化とリアルタイムシミュレーションを可能とするVG クラスタを開発しました (図8) [3]、[4]。スケーラブルな構成であり理論上最大512並列の構成が可能です。



図8 VG クラスタの外観 (プロトタイプ)

VolumeProTM500 を組み込んだ PentiumTM III ベースのPC を8台構成で並列動作させた場合、5123のボリュームデータをリアルタイム表示できます。今後、1K3のデータをリアルタイム表示できるシステムを目指して、VolumeProTM 1000 対応の開発を進める予定です。

5. 参考文献

[1]例えば、http://www.ati.com/na/pages/resource_centre/dev_rel/sdk/RadeonSDK/Html/Tutorials/Radeon3DTexturing.html
 [2] H. Pfister, J. Hardenbergh, J. Knittel, H. Lauer, and L. Seiler. "The VolumePro Real-Time Ray-Casting System." In Computer Graphics, SIGGRAPH 99 Proceedings, pages 251-260. Los Angeles, CA, August 1999.
 [3] S. Muraki, M. Ogata, K. Ma, K. Koshizuka, K. Kajihara, X. Liu, Y. Nagano and K. Shimokawa: "Next-Generation Visual Supercomputing using PC Clusters with Volume Graphics Hardware Devices," will be appear on Proceedings of SC2001: The Supercomputing Conference, Denver, Colorado, November 2001
 [4] http://unit.aist.go.jp/vg/index_j.html
 [5] <http://www.terarecon.com>
 [6] <http://www.mpcnet.co.jp>

講演会



第14回計算力学講演会

[日本機械学会計算力学部門、北海道支部合同企画]

工藤一彦
北海道大学開催日：2001年11月28日(水)～30日(金)
会場：北海道大学 学術交流会館・クラーク会館

札幌市北区北8条西5丁目

電話：011-706-2141 (学術交流会館事務室)

* JR札幌駅北口から徒歩5分、北大正門を入ってすぐ左

* 千歳空港から札幌駅まではJRの快速で約30分(1040円)

講演会最新情報：学術講演プログラム、宿泊等の最新データは下記ホームページで公開しておりますのでブックマークして定期的に確認をお願いいたします。なお、ホームページの閲覧が困難な方は、80円切手を貼付した返信用封筒を同封の上、学会事務局までお申込ください。

講演会HP <http://net-me.eng.hokudai.ac.jp/~cmd/>

講演・討論時間

一般講演:15分(講演10分、討論5分)

特別講演

日時：11月28日(水) 13:00～14:00

講演題目："In search of an efficient methodology for domain integration in BEM"

講師：Prof. C.A. Brebbia

Wessex Institute of Technology, Univ. of Portsmouth, UK

日時：11月30日(金) 13:00～15:00

講演題目：「電子波で見るミクロの世界」(北海道支部合同企画)

講師：外村 彰氏 (㈱日立製作所フェロー)

フォーラム

F01 計算固体力学の最前線 第6室

11月28日(水) 9:30-11:40、萩原(東工大)

F02 変形を伴う複雑界面を含む流体力学 第6室

11月28日(水) 14:10-18:30、青木、矢部(東工大)

F03 タグチメソッドと最適化の展開 第7室

11月28日(水) 14:10-18:30、轟(東工大)

F04 パソコンはどこまで速くなったのかー流体シミュレーション 第6室

11月29日(木) 9:00-11:55、姫野(理研)、藤井(宇宙研)

F05 広域分散ネットワークを利用した協調研究環境 第7室

11月29日(木) 9:00-10:50、藤岡(電中研)、奥田(東大)

F06 進化的計算法による多目的最適化の新展開 第6室

11月29日(木) 14:10-18:30、大林(東北大)、廣安(同志社大)

F07 計算力学教育と技術者認定を考える 第6室

11月30日(金) 9:00-11:55、吉村(東大)

F08 格子ガス法、格子ボルツマン法による熱流動および複雑流体のシミュレーションの現状と課題 第6室

11月30日(金) 15:10-17:50、稲室(京大)、鳶原(神戸大)

F09 材料強度のマルチスケールアナリシス 第7室

11月30日(金) 9:00-11:30, 15:10-17:30、北村(京大)、渋谷(阪大)、志澤(慶応大)

チュートリアルセッション

T01 メッシュフリー法の基礎と応用 第7室

11月29日(木) 11:00-12:00, 12:50-17:50、野口(慶応大)、萩原(佐賀大)、宮崎(九大)、矢川(東大)

オーガナイズドセッション

(1) 電子デバイス実装・電子材料と計算力学

宮崎則幸(九大)、于 強(横浜国大)

11月29日(木) 9:00-17:05 第4室

(2) シェル構造のシミュレーションと設計

成田吉弘(道工大)、大滝誠一(道工大)、山田聖志(豊橋技科大)、吉田聖一(元甲陽建設)

11月29日(木) 9:00-11:25 第2室

(3) ネットワークコンピューティング

吉村忍(東大)、奥田洋司(東大)、中島研吾(高度情報科学技術研究機構)

11月29日(木) 13:55-17:55 第3室

(4) 界面と接着・接合の力学

池田徹(九大)、古口日出男(長岡技科大)

11月30日(金) 10:25-17:35 第1室

(5) 電子・原子シミュレーションに基づく材料特性評価

北村隆行(京大)、渋谷陽二(阪大)、東健司(大阪府立大)

11月28日(木) 9:30-17:00 第4室

(6) 材料の微視組織とその形成過程のモデル化とシミュレーション

富田佳宏(神戸大)、仲町英治(大阪工大)、中曾根祐司(東京理科大)

11月28日(木) 9:30-11:40 第1室

(7) 塑性に関するマルチスケールモデリングとシミュレーション

- 大橋鉄也 (北見工大)、長谷部忠司 (同志社大)、渋谷陽二 (大阪大)、志澤一之 (慶應大)
 11月29日 (木) 10:40-17:50 第1室
- 基調講演 1.多結晶モデルの変遷と問題点/高橋寛 (山形大)
 基調講演 2.分子動力学および離散転位動力学によるき裂先端近傍場の転位の力学挙動の検討/中谷彰宏 (阪大)
- (8) 境界要素法とその周辺技術
 田中正隆 (信州大)、松本敏郎 (信州大)、天谷賢治 (東工大)
 11月30日 (金) 9:00-16:10 第2室
- (9) 逆問題解析手法の開発と最新応用
 田中正隆 (信州大)、久保司郎 (阪大)、井上裕嗣 (東工大)
 11月29日 (木) 13:00-17:50 第2室
- (10) 混相流のモデル化、数理解析、シミュレーション
 藤川重雄 (北大)、井小萩利明 (東北大)、辻本良信 (大阪大)
 11月28日 (水) 17:00-18:30 第5室
- (11) 計算バイオメカニクス (バイオエンジニアリング部門との合同企画)
 和田成生 (北大)、伊能教夫 (東工大)、大島まり (東大)、安達泰治 (神戸大)
 11月28日 (水) 10:25-17:20 第3室
- (12) 材料の塑性挙動の構成式のモデル化とシミュレーション
 長岐滋 (東京農工大)、渡部修 (筑波大)、山田貴博 (東京理科大)、今谷勝次 (京大)
 11月28日 (水) 14:10-16:50 第1室
- (13) 非線形現象の解析とシミュレーション
 小林幸徳 (北大)、吉村浩明 (早大)
 11月28日 (水) 14:10-18:30 第2室
- (14) 最適化の理論と応用 (最適化の新展開と応用)
 三木光範 (同志社大)、山崎光悦 (金沢大学)、吉村忍 (東大)、廣安知之 (同志社大学)
 11月29日 (木) 9:00-13:45 第3室
- (15) 最適化の理論と応用 (流体と構造の最適化)
 大林茂 (東北大)、太田佳樹 (道工大)、轟章 (東工大)
 11月30日 (金) 9:00-11:55 第4室
- (16) 流体- (マイクロ) 構造物における干渉とその制御
 望月修 (北大)、ムレイティ ジュキ (神戸大)、萩原一郎 (東工大)、金子成彦 (東大)
 11月29日 (木) 16:05-17:20 第5室
- (17) 感性領域のデジタル化技術
 萩原一郎 (東工大)、高田一 (横浜国大)、松岡由幸 (慶大)
 11月28日 (水) 17:30-18:30 第3室
- (18) 気液および液液界面を含む流れの数値シミュレーション
 功刀資彰 (京大)、小森悟 (京大)
 11月30日 (金) 10:10-11:40 第5室
- (19) 固-液相変化を伴う移動現象の数値シミュレーション
 笹口健吾 (熊大)、廣瀬宏一 (岩手大)
 11月30日 (金) 15:10-17:20 第5室
- (20) 非ニュートン流体流れの数値解析
 河合秀樹 (室蘭工大)、太田光浩 (室蘭工大)
 11月30日 (金) 15:10-16:55 第4室
- (21) 計算熱工学における新しいアプローチ (新領域および新

- 手法)
 稲室隆二 (京大)、中部主敬 (京大)、黒田明慈 (北大)
 11月28日 (水) 14:10-16:50 第5室
- (22) 粒子法 (格子気体法、格子ボルツマン法など) による熱流動解析
 松隈洋介 (九大)、瀬田剛 (静岡産業大学)、阿部豊 (筑波大学)
 11月28日 (水) 9:30-11:40 第5室
- (23) 熱工学における分子シミュレーション
 岩城敏博 (富山大)、小原拓 (東北大)
 11月29日 (木) 13:00-14:15 第5室
- (24) メッシュレス/粒子法
 野口裕久 (慶大)、萩原世也 (佐賀大)、長嶋利夫 (上智大)
 11月30日 (金) 9:00-17:50 第3室
- (25) エネルギー問題におけるシミュレーション
 菱沼孝夫 (北大)、花村克悟 (岐阜大)
 11月28日 (水) 17:10-18:25 第4室
- (26) 火炉内の伝熱・燃焼シミュレーション
 工藤一彦 (北大)、円山重直 (東北大)
 11月29日 (木) 14:25-15:55 第5室
- 拡大運営委員会
 11月29日 (木) 12:00 ~ 13:30
 技術委員会委員長・研究会主査会議
 11月30日 (金) 12:00 ~ 13:00
 部門賞表彰式
 11月29日 (木) 18:00 ~ 18:40
 懇親会 (登録者無料)
 11月29日 (木) 18:50 ~ 20:45
 (北大北部食堂)
- 参加登録
 参加登録の手続きは当日受け受けで行います。登録料は以下のようになっています。
 会員 10,000 円、会員外 15,000 円、学生員・准員 2,000 円、会員外学生 3,000 円。ただし、学生・准員は講演論文集を含みません。
- 講演論文集
 会員・登録者特価 5,000 円、定価 8,000 円
 講演論文集の残部がある場合、講演会終了後にも頒布します。
- 宿泊・航空券の予約
 前記講演会ホームページをご参照下さい。
- 講演会に関する問合せ先
 日本機械学会計算力学部門担当 野口明生
 電話 (03) 5360-3500 / FAX (03) 5360-3508
 E-mail noguchi@jsme.or.jp





第15回計算力学講演会のご案内

[日本機械学会計算力学部門]

宮崎則幸

九州大学大学院工学研究院化学工学部門

開催日 2002年11月2日(土)～4日(月)

会場 鹿児島大学工学部共通講義棟

(鹿児島市郡元1-21-40)

今年の第14回計算力学講演会は北国・ポプラ並木の美しい北海道大学で開催されますが、来年の第15回計算力学講演会は札幌から西南に1500kmあまり離れ、噴煙を上げる桜島を望み、南国特有のヤシやソテツの見られる鹿児島大学郡元キャンパスで開催されます。昼間の講演会出席の疲れを温泉につかって癒し、天文館界隈で焼酎と郷土料理で南国の夜を楽しむことができます。また、市内および近郊に観光地も多数ありますので、そちらに足を延ばすのお勧めです。全国主要都市から航空便も整備されていますので、学会出席の足に不便は感じないと思います。

準備の方は、開催日、会場が決まり、実行委員会が立ち会った状態です。鹿児島大学現地の準備は同大学の岡田 裕先生に、

また講演会プログラム関係は佐賀大学の萩原世也先生に担当していただくことになりました。今後、フォーラム、オーガナイズドセッション等の企画を皆様をお願いいたします。また、研究発表募集に際しては多数の方々からのお申し込みを期待しております。実行委員一同、計算力学にかかわる皆様の交流と有益な討論の場となるよう準備を進めてまいります。皆様のご支援とご協力のほど宜しくお願いいたします。

連絡先：

宮崎則幸

九州大学大学院工学研究院化学工学部門

〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1

Tel. 092-642-3526, Fax. 092-642-3531

E-mail: miyazaki@chem-eng.kyushu-u.ac.jp

.....



2002年度年次大会部門関連企画

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

2002年度年次大会が東京大学本郷キャンパス(東京都)において2002年9月25日(水)～27日(金)の日程で開催される予定です。今回、当部門からは下記の8つのオーガナイズド・セッションが企画されています。奮ってご投稿いただきますようよろしくお願い致します。

また、基調講演、先端技術フォーラム、ワークショップなどの特別行事に関しては、2001年12月25日まで企画を募集中ですので、よい提案がありましたら、吉村(yoshi@q.t.u-tokyo.ac.jp)までご連絡ください。

オーガナイズド・セッション及びオーガナイザー

JT-01 設計高度化のためのアナリシス

長嶋利夫(上智大学)

小島芳生(豊田中央研究所)

(設計工学・システム部門と共同企画)

JT-06 エレクトロニクス実装工学

川上 崇(東芝)

石塚 勝(富山県立大学)

堀江三喜男(東京工業大学)

于 強(横浜国立大学)

(材料力学部門、熱工学部門と共同企画)

JT-07 第一原理分子動力学法による材料強度評価

渋谷陽二(大阪大学)

北村隆行(京都大学)

泉 聡志(東京大学)

(材料力学部門と共同企画)

JT-09 CAEソフトウェアの運用・応用

谷口伸行(東京大学)

吉村 忍(東京大学)

(流体工学部門と共同企画)

JT-10 流体情報学の構築に向けて

大林 茂(東北大学)

寺坂晴夫(東北大学)

早瀬敏幸(東北大学)

(流体工学部門と共同企画)

JT-17 設計高度化のための最適化

荒川雅生(香川大学)

廣安知之(同志社大学)

(設計工学・システム部門と共同企画)

ST-01 多相および複雑系のシミュレーションと可視化
 矢部孝 (東京工業大学)
 青木尊之 (東京工業大学)

ST-02 ネットワークコンピューティング

吉村 忍 (東京大学)
 奥田洋司 (東京大学)

.....



総務委員会からのお知らせ

畔上秀幸
 総務委員会幹事 (豊橋技術科学大学・助教授)

部門評価への対応

昨年度の大幅な部門運営要綱の改訂を受けて。本部門においてもそれに即した変革が求められています。最も気になるところは、部門交付金の計算方法が変更になることです。表1のような部門評価の算定基準が導入されました。この基準に照らして、本部門の活動が正当に評価されるように、次のような対策を取ることになりました。

1. 部門ミニ企画や講習会として行われる事業に関しては、案内を学会誌の会告に掲載する (評価点を得るための条件)。
2. 公募により設置した部門技術委員会を研究会 (A-TS) に移行していただくよう呼びかける。

その結果、1.に関しては、次の3事業が会告に掲載された上で実施されました (9月までの情報)。

- 1) ミニ企画「Multidisciplinary Lecture Series 3」(流体と構造の複合問題の技術委員会、委員長 大林茂)
- 2) 講習会「はじめてのバラレル有限要素法」(ネットワークコンピューティング技術委員会、委員長 吉村忍)
- 3) ミニ企画「計算力学の歴史を語る会」(計算力学の歴史年表編纂技術委員会、委員長 矢部孝)

2.に関しては、次の4研究会が技術委員会から移行しました (9月までの情報)。

- 1) 「流体と構造の複合問題研究会」(主査 大林茂)
- 2) 「境界要素法研究会」(主査 田中正隆)
- 3) 「CGの手法を活用した計算力学の可視化研究会」(主査 青木尊之)

事業名	事業評価点	参加件数点	参加者数点
国際会議(国内及び海外)	150	1.5×発表数	1.5×参加者総数
国内研究発表講演会	100	1×発表数	1×参加者総数
競技大会	100	1×参加数	0
講習会	100	0	1×参加者総数
見学会	10	0	1×参加者総数
特別講演会	10	0	1×参加者総数
年次大会企画 OS	10×企画数	1×発表数	0
同 特別プログラム	10×企画数	0	0
会誌(小) 特集号企画	100	0	0
論文集・英文誌特集号企画	100	5×掲載論文数	0
単行本・学会基準案作成	100	0	0
分科会, 研究会保有	10×保有数	0	0

- 4) 「マルチスケール計算固体力学研究会」(主査 渋谷陽二)

新設の「感性領域のデジタル化推進研究会」(主査 萩原一郎)を加えて、9月から部門所属の研究会が10になります。

引き続き、講習会や研究会の積極的な提案をお待ちしております。総務委員会幹事(畔上)までご連絡をお願い申し上げます。

部門登録用キーワードの見直し

部門協議会において、部門登録の際に利用されているキーワードについて、情勢の変化に応じた見直しの機運が高まっていることを受けて、本部門においても見直すことにしました。運営委員会に諮り、9月の部門協議会において、次のような見直しを申請することになりました。

現在のもの： 数値解析法の基礎理論、設計工学、材料力学、機械力学、熱工学、流体工学、生体工学、モデリング技術、連成問題 (構造・流体連成など)、逆問題、最適問題、CAD/CAM/CAE、エキスパートシステム、AI、計算機利用技術、スーパーコンピュータ、パラレルコンピュータ、エンジニアリング・ワークステーション、パーソナルコンピュータ

見直し案： 有限要素法、境界要素法、差分法、数理解析手法、粒子法、分子動力学、数理モデル、要素分割、モデリング技術、シミュレーション技術、可視化技術、弾性力学、熱弾性力学、弾塑性力学、粘弾性力学、計算固体力学、流体力学、熱力学、伝熱工学、計算熱流動工学、生体工学、連成問題 (構造・流体連成、電磁・構造連成など)、複雑系解析、逆問題、最適問題、進化的計算法、CAD/CAM/CAE、エキスパートシステム、AI、ニューラルネットワーク、セルラーオートマトン、計算機利用技術、スーパーコンピュータ、パラレルコンピュータ、エンジニアリング・ワークステーション、パーソナルコンピュータ、ネットワーク・コンピューティング、コラボレーション・システム、コンピュータ・グラフィックス

ご意見ご要望がございましたら、総務委員会幹事(畔上)までご連絡をお願い申し上げます。

分科会・研究会の報告



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 報告)

北村隆行：主査（京都大学大学院工学研究科機械物理工学教室）
 渋谷陽二：幹事（大阪大学大学院工学研究科機械システム工学専攻）

本分科会は、1999年9月に発足し、予定した2年の活動を終えて2001年8月末に終了することになった。本分科会は、従来行われてきた連続体力学のみで立脚した材料強度に関する実験・解析研究に満足しない者が集い、分子動力学に代表されるマイクロレベルからのアプローチをも視野に入れた将来の材料強度学について検討することを目的としてきた。とくに、マイクロマシンや電子デバイスのように機能の集積に伴って全体構造そのものが微小な部材が作成・使用されるようになってきていることを勘案して、材料強度を解析する手法として、連続体力学の枠組みから、量子力学、非平衡非線形力学へといった広がりをもつ枠組みに翼を広げることを探索してきた。マイクロ系へは、並列計算機の著しい性能向上を背景に、第一原理計算手法によって粒界や界面といった不均一な局所構造の材料特性やナノチューブやナノコンタクト等の原子レベル構造体の強度特性を直接シミュレーションによって明らかにしようとする試みについて検討してきた。一方、マクロ系へは、原子レベルの解析を支点として、離散転位動力学

法、結晶塑性論、ひずみ勾配塑性論、セルラーオートマトン法といった自己組織化を記述しうる手法を導入しようとする展開について積極的に意見交換を行ってきた。とくに、定期的に結晶塑性論に関する研究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きた。また、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（OS）等の企画にも積極的に加わり、この分野の最先端研究の紹介に務めてきた。本年度の計算力学講演会においては、OSを企画するとともにワークショップを開催して、本分科会の最終報告にさせていただこうと考えている。

本分科会は規定によって終了することになったが、本課題の将来性・重要性を考慮して、渋谷本分科会幹事を中心に、幅広い固体力学現象をとらえた「マルチスケール計算固体力学研究会（仮称：A-TS研究会）」に発展させる構想が進められている。この発展にご支援を賜るとともに、研究会に参加していただくことを切に願っている。

.....



九州地区計算力学研究会 (A-TS01-13) 活動報告

宮崎則幸：主査（九州大学工学研究院）(写真)
 萩原世也：幹事（佐賀大学理工学部）

本研究会は計算力学部門所属の研究会として本年4月に発足し、2006年3月までの活動が認められた。コンピュータの飛躍的な性能向上に伴って、計算力学は固体力学、流体力学、熱工学などの機械工学の分野で学問的地位を確立するとともに、CAEという形で産業界に大きく貢献している。本研究会は九州地区で活動している計算力学に関係している大学等の研究者、企業のCAE関連実務担当者が固体力学、流体力学、熱工学、等の枠を越えて研究会を組織し、九州地区の計算力学のポテンシャルを向上させるとともに、九州地区の産業界のCAE化を支援することを目的としている。

第1回目の研究会を6月13日の午後、九州大学ベンチャービジネスラボラトリーセミナー室で、日本學術振興会未来開拓學術推進事業で開発が進められている設計用大規模並列有限要素法解析システムADVENTUREを主題として下記のような内容で実施した。参加者は研究会委員他50名ほどであった。

(1) 九州地区計算力学研究会の発足にあたり：

- 宮崎則幸（九州大学）
- (2) ADVENTURE システム概要と開発計画：
吉村 忍（東京大学）
 - (3) 階層型領域分割法による大規模並列有限要素解析：
塩谷隆二（九州大学）
 - (4) ADVENTURE システムにおけるI/O及びモジュール間連携手法：
中林 靖（東京大学）
 - (5) ADVENTURE システム実行環境設定、インストール、コンパイル及び実行：
中林 靖（東京大学）、萩野正雄（九州大学）
- 地域密着型の研究会は計算力学部門では初めての試みであり、年に2回程度の会合を持ちながら息の長い研究会活動を続けて行くつもりである。今後ともご支援をお願いしたい。

本研究会の活動にご興味のある方は、宮崎 (miyazaki@chem-eng.kyushu-u.ac.jp)、または萩原 (hagihara@me.saga-u.ac.jp) までご連絡下さい。



マルチスケール計算固体力学研究会 (A-TS01-15) 発足のお知らせ

渋谷陽二：主査（大阪大学大学院工学研究科機械システム工学専攻）
志澤一之：幹事（慶應大学理工学部機械工学科）

計算力学部門の中でこれまで活動をしてきた2つの会を統合させて、題目の研究会を発足させることになりましたのでご紹介します。一つは、「材料強度のマルチスケールアナリシス」P-SC322分科会（主査：北村隆行（京都大学））で、1999年9月から2001年8月までの2年間活動をしてきました。この分科会では、連続体力学のみで立脚した材料強度に関する実験・解析研究に満足しない者が集い、分子動力学法に代表されるミクロレベルからのアプローチも視野に入れた将来の材料強度学について検討することを目的として、マルチスケールのアプローチの調査研究を行ってきました。

もう一つは、計算固体力学技術委員会（委員長：渋谷陽二（大阪大学））で、主として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や研究会などを企画提案してきました。今回、両者に共通するマルチスケールの視点からの固体力学や材料強度学のさらなる展開のために、この研究会（A-TS）を発足させることになりました。

従来より、固体力学や材料強度の分野の現象にはスケール依存性のあることは予想されていましたが、スケールパラメータを持ち合わせていない連続体力学に基づく両者では、いずれにしてもその依存性を予測し得ることは困難でした。近年の計測技術の進歩がナノオーダー事象を捕らえるようになったことから、にわかに

スケール依存性がクローズアップされ、例えばひずみ勾配塑性論や離散転位法がホットな話題になっていくことは事実です。ただ、その背景には、分子動力学法（MD）の導入により、原子オーダーから固体力学現象を解析することができるようになり、ミクロな視点での重要性が認知された土台があったことは否定できません。

これまで、常に欧米主導型でモデル化の提案が進められているこの分野において、日本がイニシャチブを取る分野を成長させるためには、とてもかなわない潜在的な研究者層の拡大ではなく、実験や解析といった垣根や、分野を問わない柔軟な研究交流の促進に基づく新規なアイデアの創出以外にないと思います。これまで活動してきましたP-SC322分科会の活動成果を引き継ぎ、金属材料のみならず高分子材料などに見られるマルチスケール、さらには非線形力学挙動に見られる集団化現象におけるマルチスケールといった幅広い視点からの調査研究を目的に、本研究会を進めていきたいと考えています。

入会は随時募集していますので、ご興味をもたれた方はぜひご参加いただき、議論の輪を広げたいと考えています。

渋谷陽二 sibutani@mech.eng.osaka-u.ac.jp

志澤一之 shizawa@mech.keio.ac.jp

.....



流体と構造の複合問題の技術研究会 (A-TS01-17)

大林茂
東北大学流体科学研究所

計算力学の発展に伴い、流体力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、企業でもパソコン上で実行可能なソフトとして広く実用化されつつある。しかし、これらを単に便利な解析ツールにとどまらず、真に設計に役立つ手法として発展させるには、各分野のシミュレーション技術の統合が不可欠である。このような考え方はmultidisciplinary design problemと呼ばれ、早くから一部の研究者の間でその重要性が指摘されてきた。

欧米ではこうした研究が国家的なプロジェクトとして推進されており、その成果が具体的なソフトウェアとして企業側に提示されつつある。特にヨーロッパでは、全ヨーロッパ的なプロジェクトとして、INGENET（遺伝的アルゴリズムと進化戦略による産業デザインと制御のネットワーク）が進行中であり、FRONTIER（複合領域最適設計システム開発プロジェクト）はプロジェクトを

終了し商用コードとして発売されている。アメリカでもMDO（複合領域最適化）については、1994年度からNASAを中心に組織的な研究活動を開始している。フロリダ大・コロラド大などに大学側の研究拠点がある。またNASAにおいて、開発対象物のライフサイクルシミュレーションを介して先端技術や開発者の統合を図るISEプログラム（知的統合環境プログラム）が2000年度予算からスタートした。

流体と構造の複合問題は、構造体の破壊という危険な現象を含んでいるため、流体機械や航空の分野では盛んに研究されてきた。また、このような問題は、何も大規模構造物特有の問題ではなく、我々の体内における血管と血液でも毎日起きている。しかし、流体を含む連成問題に対して、解析的にアプローチするには流体問題が複雑過ぎるし、実験的にアプローチするにはコストや安全性が問題となるため、早くから数値計算によるアプローチが

模索されてきた。それでも、3次元の複雑形状の非定常計算を高精度に行えるようになったのは、ようやく最近のことである。そこで21世紀初頭にあたりこれまでの研究を総括して一気に加速し、我が国でも統合化シミュレーションの技術を主要な計算技術の一つとして花開かせるために、特に流体と構造の複合問題に関する研究会を設置した。

本研究会では、技術委員会での活動を引き継ぎ、それぞれの分野の専門家が他分野の専門家に対して入門的な講義で互いに教育しあうミニ企画「Multidisciplinary Lecture Series」を年2～

3回実施する。これまで、北海道工大A東工大、航技研、と実施し、活発な意見交換が行われている。今回は部門講演会の日程にあわせてニセコ温泉で実施予定である。活動の詳細は、研究会のHP (www.ifs.tohoku.ac.jp/cmd/) に掲載している。

複合問題に興味を持つ研究者や技術者は多いが、自分の専門分野以外では初歩的な言葉や概念が分からず足踏みをしてしまうことが多い。各分野の専門家が、専門家としてのプライドを排し、一緒に基礎的な問題を問いただすことで、複合問題の本当の問題点が明らかになることを期待している。

新刊書紹介

パソコンで見る流れの科学 数値流体力学入門

矢川元基編著
講談社

2001年7月、360頁、定価:1,700円(税別)
(ISBN4-06-257337-7)

本書は、おなじみ講談社ブルーバックスシリーズの一冊として出版されたものである。

サブタイトルに「数値流体力学入門」とあるように初学者を対象とした書として、とかく敬遠されがちな数値流体力学について食わず嫌いにならないよう、より多くの人に親しみやすく効果的に学んでもらうことを意図して編まれている。

第1章(矢川元基、白崎実:執筆者名、敬称略、以下同様)で数値流体力学へいざない、第2章以下、翼まわりの流れ(矢敷達朗)、円柱構造のインライン振動(山口彰)、キャピティ流れのリアルタイム可視化(矢川元基、白崎実)、粒子法シミュレーション(越塚誠一)、三次元水面変形(米山望)、格子ボルツマン法(蕪木英雄、清水大

志、鈴木惣一郎)、マントル対流(松原聖、江口孝雄)、地下鉄駅構内の流れ(奥田洋司)を切り口として、テーマ別にシミュレーション方法と計算結果がコンパクトながらも充実した内容で示されている。各執筆者は、通常、論文や教科書で数式などを用いて説明される所を、極力平易に具体的に語ろうと努力し、難しいイメージを払拭すべく工夫されている。適用分野も、航空機、原子力発電プラント、津波・洪水、地球内部構造、地下建築構造などと幅広く、興味に応じてどの章から読み始めても理解を深められるような構成となっている。

特筆すべきは360頁にわたる本文で説明されている計算結果を実際にWindows(98/ME/2000)搭載パソコンで実行できるプログラムや、動画として見ることが出来るムービーファイルを含むCD-ROMが添付されていることである。計算プログラムの一つでは、二次元翼型まわりの流れにおける迎角や速度を自由に变化させて計算でき、これはまさに流体のイメージを具現化し、数値流体力学を体感できる最良な教材といえる。読者は、まず実際にCD-ROMの中のプログラムを動かしたり、動画を見たりすることから始めてみるのも良いだろう。見てから読むか、読んでから見るかは各自の裁量次第である。

何はともあれ、一度手に取り目を通して見ていただきたい。そして数値流体力学へ第一歩を踏み出した者たちへの啓蒙の書として、広く薦めてみてはどうかだろうか。

(上智大学理工学部機械工学科 長嶋利夫)

新刊書籍

**CAIシリーズ
有限要素法入門 for Windows**

体裁:電子出版物・A4判マニュアル付き[会員特価41000円(税込)、定価52500円(税込)(送料各々1500円)]

本書(プログラム)の趣旨・特色

有限要素法は今や機械工学における研究、設計などの分野においてなくてはならぬものとなっており、計算力学の主要分野であります。本書は、有限要素法が研究・設計のツールとして多くの方々にご利用されている現状を踏まえて、パーソナルコンピュータによる有限要素法の解析を内容として記述されており、Windowsに対応するとともに、使用機能を拡大し、実用的な問題の解析も可能にしたものであります。

プログラムの機能、解析モデルの規模・機能

1. プログラムの機能:
弾性解析??平面応力問題、平面歪問題、軸対称問題
2. 解析モデルの規模:()内は現行
節点数 800 (300)、要素数 800 (300)

剛性マトリックスの大きさ(一次元配列) 180 000 (20 000)

3. 機能一覧:
プリプロセッサ、要素、境界条件、荷重条件、ポストプロセッサ、数値出力、その他(出力の選択、板厚変化など)

お申し込みについて

会員特価で購入の場合は、本会へ直接お申し込み下さい。ご購入はA4判用紙に、会員No.、氏名(ふりがな)、送付先、電話番号、「有限要素法入門-Windows版」購入の旨を明記し、代金(会員特価に送料を加算)を添えてお申し込み下さい。

◎申込先:日本機械学会

〒160-0016 東京都新宿区信濃町35番地、信濃町煉瓦館5階
電話 (03) 5360-3500 / FAX (03) 5360-3507

~~~~~  
\*特価販売として、2002年2月末日までの期間に限り、30部以上の学校関係のまとめ買いの場合、1部26000円(税込)(送料 実費:申込時にご相談下さい)で販売いたします。この機会を是非ご利用下さい。

\*既購入者を対象にバージョンアップ版も販売いたしますので、現在お持ちのFDに記載してありますシリアルナンバーを明記の上、上記にならぬお申し込み下さい。

バージョンアップ料:

会員特価 8400円(税込)、定価 10500円(税込)(送料各々500

部門役員名簿

|                     |       |                  |                       |
|---------------------|-------|------------------|-----------------------|
| 部門長                 | 田中正隆  | (信州大学)           | 計算力学講演会担当委員会 (2002)   |
| 副部門長                | 矢部 孝  | (東京工業大学)         | [委員長] 宮崎則幸 (九州大学)     |
| 幹事                  | 畔上秀幸  | (豊橋技術科学大学)       | [幹事] 岡田 裕 (鹿児島大学)     |
| 運営委員会委員             |       |                  | 表彰担当委員会               |
|                     | 黒田明慈  | (北海道大学)          | [委員長] 宮内敏雄 (東京工業大学)   |
|                     | 中橋和博  | (東北大学)           | [幹事] 井上裕嗣 (東京工業大学)    |
|                     | 竹園茂男  | (豊橋技術科学大学)       | 計算力学企画・普及委員会          |
|                     | 渡辺 崇  | (名古屋大学)          | [委員長] 矢川元基 (東京大学)     |
|                     | 徳田正孝  | (三重大学)           | [幹事] 白鳥正樹 (横浜国立大学)    |
|                     | 滝 佳弘  | (名城大学)           | 将来問題検討委員会             |
|                     | 渋谷陽二  | (大阪大学)           | [委員長] 矢部 孝 (東京工業大学)   |
|                     | 中川知和  | ((株) 神戸製鋼所)      | [幹事] 井上裕嗣 (東京工業大学)    |
|                     | 中部主敬  | (京都大学)           | 計算力学教育認定検討委員会         |
|                     | 森西晃嗣  | (京都工芸繊維大学)       | [委員長] 吉村 忍 (東京大学)     |
|                     | 富田佳宏  | (神戸大学)           | [幹事] 長嶋利夫 (上智大学)      |
|                     | 尾崎公一  | (岡山県立大学)         | 電子材料、電子・情報機器関連技術委員会   |
|                     | 阿部武治  | (岡山大学)           | [委員長] 宮崎則幸 (九州大学)     |
|                     | 池田 徹  | (九州大学)           | [幹事] 于 強 (横浜国立大学)     |
|                     | 赤星保浩  | (九州工業大学)         | 境界要素法技術委員会            |
|                     | 鈴木章彦  | (石川島播磨重工業 (株))   | [委員長] 田中正隆 (信州大学)     |
|                     | 坂田信二  | ((株) 日立製作所)      | [幹事] 松本敏郎 (信州大学)      |
|                     | 松本洋一郎 | (東京大学)           | パソコンの利用技術委員会          |
|                     | 横野泰之  | ((株) 東芝)         | [委員長] 藤井孝蔵 (宇宙科学研究所)  |
|                     | 萩原一郎  | (東京工業大学)         | [幹事] 姫野龍太郎 (理化学研究所)   |
|                     | 吉村 忍  | (東京大学)           | 計算固体力学技術委員会           |
|                     | 山本 誠  | (東京理科大学)         | [委員長] 渋谷陽二 (大阪大学)     |
|                     | 佐藤和浩  | (富士重工業 (株))      | [幹事] 志澤一之 (慶應義塾大学)    |
|                     | 井上裕嗣  | (東京工業大学)         | 熱工学関連技術委員会            |
|                     | 姫野龍太郎 | (理化学研究所)         | [委員長] 稲室隆二 (京都大学)     |
|                     | 松尾裕一  | (航空宇宙技術研究所)      | [幹事] 中部主敬 (京都大学)      |
|                     | 奥田洋司  | (東京大学)           | ネットワークコンピューティング技術委員会  |
|                     | 斉藤直人  | ((株) 日立製作所)      | [委員長] 吉村 忍 (東京大学)     |
|                     | 宮地英生  | ((株) ケイ・ジー・ティーン) | [幹事] 奥田洋司 (東京大学)      |
| 総務委員会               |       |                  | 最適設計技術委員会             |
| [委員長]               | 田中正隆  | (信州大学)           | [委員長] 三木光範 (同志社大学)    |
| [幹事]                | 畔上秀幸  | (豊橋技術科学大学)       | [幹事] 多田幸生 (神戸大学)      |
| 広報委員会               |       |                  | 計算力学教育技術委員会           |
| [委員長]               | 田中正隆  | (信州大学)           | [委員長] 白鳥正樹 (横浜国立大学)   |
| [幹事]                | 川上 崇  | ((株) 東芝)         | [幹事] 三好俊郎 (東海大学)      |
| [幹事]                | 辻 知章  | (静岡大学)           | 流体と構造の複合問題の技術委員会      |
| 事業企画委員会             |       |                  | [委員長] 大林 茂 (東北大学)     |
| [委員長]               | 矢部 孝  | (東京工業大学)         | [幹事] 太田佳樹 (北海道工業大学)   |
| [幹事]                | 松本敏郎  | (信州大学)           | [幹事] 轟 章 (東京工業大学)     |
| 年次大会担当委員会 (2001)    |       |                  | 流体工学技術委員会             |
| [委員長]               | 山崎光悦  | (金沢大学)           | [委員長] 荒川忠一 (東京大学)     |
| [幹事]                | 山部 昌  | (金沢工業大学)         | [幹事] 松尾裕一 (航空宇宙技術研究所) |
| 年次大会担当委員会 (2002)    |       |                  | 計算力学の歴史年表編纂技術委員会      |
| [委員長]               | 吉村 忍  | (東京大学)           | [委員長] 矢部 孝 (東京工業大学)   |
| [幹事]                | 長嶋利夫  | (上智大学)           | [幹事] 萩原一郎 (東京工業大学)    |
| 計算力学講演会担当委員会 (2001) |       |                  |                       |
| [委員長]               | 工藤一彦  | (北海道大学)          |                       |
| [幹事]                | 黒田明慈  | (北海道大学)          |                       |

《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.27: 2001年11月1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