

工学研究科機械物理工学専攻 機械現象形態工学講座

— 機械現象のグラフィックスコミュニケーションの未来を目指して —



研究室紹介

稲葉武彦*, 齋藤賢一**

Morphology in Machine Phenomena Laboratory, Department of
Mechanophysics Engineering : Aiming at the future of Graphics
Communication on Machine Phenomena

Key Words : Computational Mechanics, Graphics Communication,
Scientific Visualization, Morphology, Molecular Dynamics

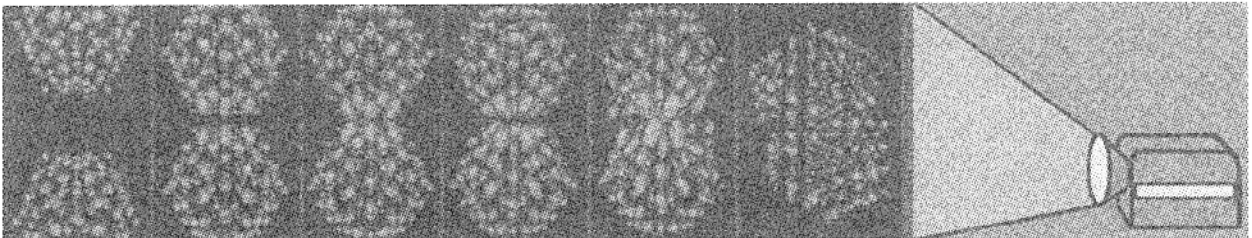


図1 これはどう見えますか？

1. はじめに

私たちの研究室に掲げられている機械現象形態工学という名称は、機械現象と形態工学の融合を目指した研究を行なうことを意味します。

*Takehiko INABA
1944年9月20日生
1972年大阪大学大学院・工学研究科・
機械工学専攻博士課程単位取得退学
現在、大阪大学大学院工学研究科、
機械物理工学専攻、教授、工学博士、
流体工学・形態工学
TEL 06-879-7267
06-850-5826
FAX 06-879-7255
06-850-5829
E-Mail inaba@mech.eng.
osaka-u.ac.jp



**Ken-ichi SAITOH
1968年5月7日生
1997年大阪大学大学院・工学研究科・
機械工学専攻博士後期課程修了
現在、大阪大学大学院工学研究科、
機械物理工学専攻、助手、博士
(工学)、計算力学・形態工学
TEL 06-879-7251
FAX 06-879-7255
E-Mail saitou@mech.eng.
osaka-u.ac.jp



形態工学は大雑把に、生物や機械、建築物、自然にあるものなど、人間の目に写る『もの』の形を研究する分野と言えます。一方、機械現象はそのような『もの』に人間が直接的にも間接的にも関わって生じている物理現象として捉えられます。工学では機械現象を解明・理解し、利用するプロセスを繰り返してきました。実験を行ない、また最近ではシュレーションを取り入れることにより、理解を深めてきました。五感のどれかをを用いざるを得ない人間は、中でも得られる情報量が最も多い視覚によって画像を通じて理解するのが効率的だと言われていいます。そのため、数値シュレーション結果の場合にはとくに、何らかの可視化処理を施さなければ認識できないわけです。サイエンティフィックビジュアライゼーションと呼ばれる分野が近年注目されてきている理由は、人間が『もの』をどのようにすれば視覚的に理解し易いかということに、これまで案外と注意を払ってこなかったからではないでしょうか。

本研究室では、機械工学分野を土台として、工学的視点からのシミュレーションとビジュア

リゼーションに関わる技術を融合的に発展させることを大きな目的にしています。

機械現象のシミュレーション

コンピューターが発達している現代では、機械の設計から生産までそれに頼っていないところがないと言えは嘘になります。液体や気体などの流体として扱えるものの流れを数値的に解いて予測を試みる数値流体力学の有効性は言うまでもありませんし、有限要素法による構造解析なども設計には欠かせません。本研究室で行なっている機械現象に関わる数値シミュレーションをいくつか紹介します。

人間が入ることのできない細い管内の流れを調べています。図2は流体脈動を利用して拡散を促進し、高い熱輸送特性などを実現するドリームパイプと呼ばれる装置です。同時に数値シミュレーションにより解析した熱輸送量の脈動振幅依存性を示しています。また、断面形状を工夫することでさらに輸送性能が向上します。管という『もの』の形態(形状)が流体という『もの』にどのような影響を与えるのかを探っています。

一方、流体や固体を構成している『もの』は微視的に見れば分子または原子です。総体的な挙動の把握や数理的扱いの有効性から、ものを連続体として取り扱うシミュレーションがなされてきたわけですが、機械がどんどん高性能か

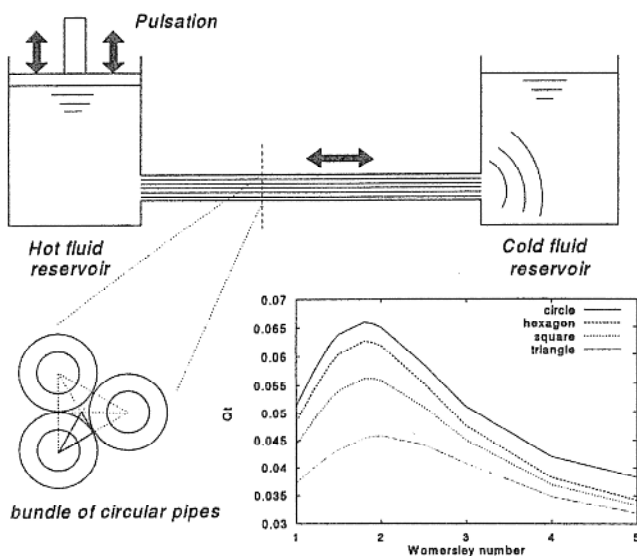


図2 流体脈動による拡散促進の数値シミュレーション

つコンパクトになり、非常に微小な領域の『もの』の挙動を知る必要が出てきました。これはすなわち分子/原子を離散的に扱う必要性を意味します。問題となっている機械現象が生じている場所は、良く調べると界面などの不均質な領域であることが多く、そこに的を絞って適切なモデル化をすることで有効な知見が得られます。図3は筆者の一人が大学院博士後期課程の研究として行なった、アルミニウムの結晶粒界での破壊を分子動力学法で解析した結果です。以下は、まだ研究遂行中ですので詳細は検討中ですが、工学的に重要な水分子の非平衡過程を調べたり(図4)、固・気・液相に分類されない

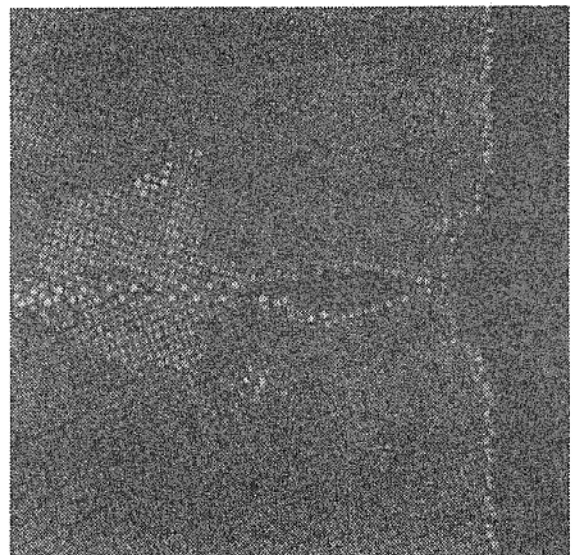


図3 アルミニウム結晶粒界破壊の分子動力学シミュレーション(表面と粒界の会合部の解析)

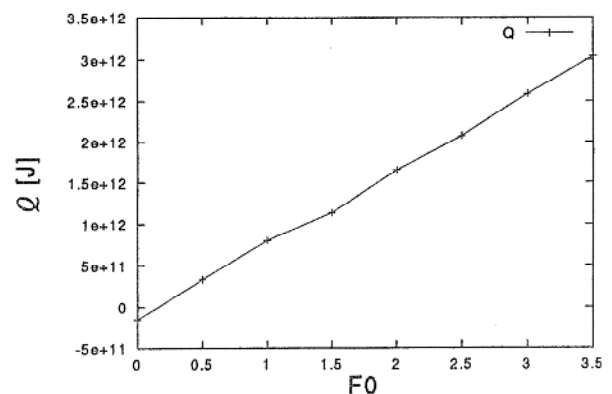


図4 非平衡分子動力学法による水分子系の熱伝導率評価(摂動力と熱流束の関係)

状態にある金属原子の微小集合体(クラスター)の相互作用を調べたりしています(前出の図1はその原子応力の可視化の様子を模式的に表わした結果です)。分子動力学法という微視世界の実験道具を取り入れ、私たちは『もの』そのものの(機械)現象も見始めています。

シミュレーションと グラフィックスコミュニケーション

数値シミュレーションの技術はここ数十年で格段に発達しました。今後、さらにたくさんの技術が必要になると考えられます。中でも、シミュレーション結果を人間が理解し易いように表現する手法の確立が重要な課題として挙げられます。私たちは、それを(機械現象の)グラフィックスコミュニケーションとして位置づけています。その中心になるのがサイエンティフィックビジュアライゼーションの技術です。“サイエンティフィック(科学的)”という語が単なるコンピュータグラフィックス(CG)技術に留まらないことを意味します。

数値シミュレーション結果を2次元のグラフやプロット図などで表示する方法がこれまで多く利用されてきました。しかし、表現できる情報量の制限があったと思います。研究者による判断によって切り取られ済みの情報が呈示されていたわけです。そのため、一般の人はもちろんのこと、その分野に精通していない場合には非常に理解しにくい表示になっていたことは否めません。教育的な観点からも、まだ知識が十分でない学生などにとっては難解なものでした。

しかし、シミュレーションを不特定多数の人が利用するといった状況や、専門家においても生じている現象を短時間に判断しなければならないという状況が作られています。そこで、CGを援用した3次元(時間方向も含めると4次元)的な表示を実現する技術を利用することが行なわれています。リアルでありかつたくさんの情報量を持った表現をわれわれが享受することが技術的に可能になろうとしています。その際、リアルさ、物理的(科学的)な意味、情報量、どれも必ずしも両立するとは限りませんので、有効な方法を今後確立していく必要があ

ります。私たちの研究室ではその方法を模索し始めています。まずは、“人間がわかり易いように表現する”を合い言葉として掲げています。

研究室、はじめの一步

本研究室は、スタッフに流体力学を専門とし共通教育機構において図学系講義の担当でもある稲葉教授に、固体力学研究室出身の齋藤助手が加わるという現在の形に平成9年度からなりました。機械工学分野に欠かすことのできない“力学”というキーワードを手掛かりに、前述の形態工学およびサイエンティフィックビジュアライゼーションの新分野へ乗り出そうとしているところです。

これから、研究室としても、計算力学、幾何学、CG、流体力学、連続体力学、マイクロダイナミクスなどの様々な科学/工学の勉強をじっくりと積み重ねていくとともに、研究・教育活動を通じて他の機械系研究室との協力をさらに深めていく必要があると考えております。

最近の学生(本研究室には現在、博士前期課程5名および学部4年生8名在籍)は、コンピューターに対する抵抗が少なく、自由な発想が実現できる環境を提供できれば、今後とても有効な表示方法を生み出してくれるかも知れません。しかし、そのアイデア表現の根本になるのはやはり力学的な『もの』の見方、広く見て科学的な見方に違いないというのが私たちの意見であります。

著者(S)自身も大学院時代からの興味の一つである“界面に生じる力学的な非平衡現象”の数値シミュレーションの研究(分子動力学を用います)に磨きをかけつつ、同時にどのようにしたらわかりやすくシミュレーション結果をお見せできるか、についても努力していきたいと思っております。

今後の本研究室の成果に御期待下さい。

なお本研究室にはウェブページ(<http://www-gcom.mech.eng.osaka-u.ac.jp>)が用意されていますので、研究内容の詳細などお知りになりたい方はどうぞ御覧下さい。