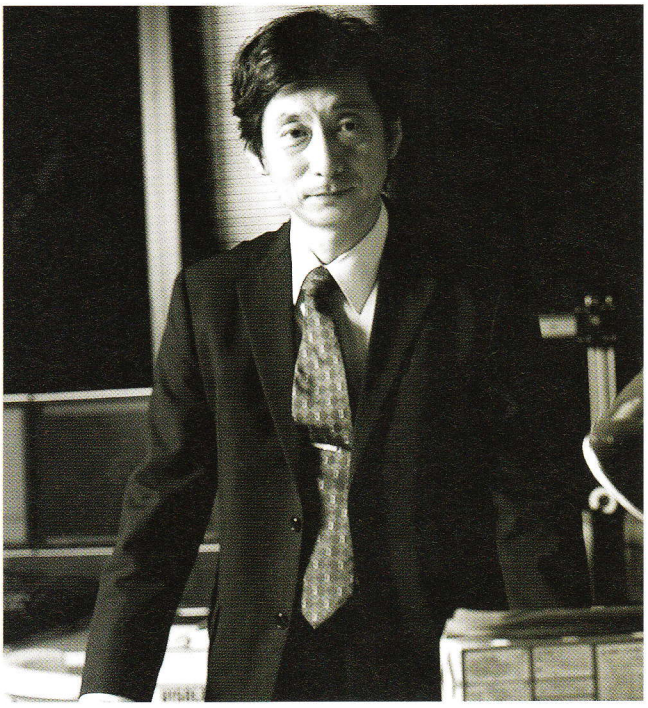
超高速コンピュータが医療を飛躍的に発展させる



――現在ペタコンピュータ（1秒間に1,000兆回の計算が可能）と呼ばれる次世代のスーパーコンピュータが開発されていますが、これが出現すれば医療技術は飛躍的に進歩すると期待して良いと思います。血流ということで言えば、ペタコンピュータが先進的計測技術と結合することで、人体の血流をリアルタイプで3次元的に見ることが可能になります。

――40年ほど前に「ミクロの決死圏」という映画が作られ、そのなかでは縮小した人間が人体の中を縦横に探検したのですが、それと同じことがスパコン上で出来るようになるのです。計測装置と一体化したペタコンピュータは生体内の3次元映像を提供しますから、病因部を縦横斜めから観察できますし、その映像は過去のものではなくリアルタイムの映像なのです。循環器系の病気の診断と治療に、飛躍的な前進がもたらされます。脳動脈瘤の破壊によるくも膜下出血や、動脈硬化による心筋梗塞などの循環器疾患の死亡率は激減するのではないでしょうか。

ライフサイエンスクラスターで行われているその他の研究

推進している二つのプロジェクト

――ライフサイエンスクラスターでは、「健康」に関わる流れの研究を推進するため、二つのプロジェクトを推進しています。

――「健康のシミュレーションと制御」プロジェクトでは、「健康」をシミュレーションのターゲットとして、生体力学、生化学、および疾病の機序の総合的研究により、計算モデルに基づく健康状態のシミュレーション（予測）と制御（治療、予防）の実現により医療の革新を目指しています。主な研究項目は以下の通りです。

・磁気粘性流体を用いた生体内流動制御の基礎研究
・血液流動におけるマルチスケール問題
・瘤や梗塞における血流動態とこれらの発生機序の解明
・健康状態が血液物性および血流に与える影響
・複雑生体情報のモデルベースドアクティブセンシング
・大気圧低温プラズマ流による滅菌システムの開発

――「生体機能システムの創成」プロジェクトでは、生体におけるイオンから流体まで各種スケールの輸送機能・エネルギー変換機能に学び、高効率あるいは新しい機能をもつ流体機械システムの創生を目指しています。主な研究項目に、バイオミメティクス熱流体機械のミクロ・マクロ流動があります。

PVA-Hを用いた血管モデルの開発

――血管と血流の状態を、人体の外で再現するのが血管モデルです。我々は脳動脈をポリビニルアルコール-ハイドロゲル（PVA-H）という水分を大量に含んだ特殊なゲルを使って再現・製作することに成功しました。これまでの血管モデルはほとんどシリコーン樹脂で作られていたのですが、柔軟度、抵抗度、粘度などあらゆる機械力学的性質で、PVA-Hのほうが生体軟組織である血管にはるかに類似しているのです。このPVA-H内部に、血液類似の流体を流して実験を行っています。

――医師はこの血管モデルを使って、カテーテルを脳動脈に通す治療の練習ができます。また、治療法をあらかじめ検討したりすることもできます。精密な血流測定を詳細に行ったりすることもできるのです。PVA-Hを用いた血管モデルの開発は、脳動脈瘤の治療法確立に大いに貢献しています。なお、この研究はジュネーブ大学病院などとの国際共同研究として行われています。

毛細血管内の化学刺激因子が白血球の通過に与える影響の研究

――体内で炎症が発生すると化学刺激因子が発生します。それを信号として白血球が凝集し、細菌を攻撃して炎症を修復しようとします。しかし特に肺において、凝集した白血球が毛細血管の血流を阻害することもあると考えられています。この研究では、コンピュータを用いて毛細血管網での白血球の挙動や血流分布を解析しています。肺における免疫反応の予測、疾患治療のための基礎技術を提供することが、この研究の目的です。