

「巨視的・微視的 NMR イメージング及び

スペクトロスコピックイメージングの新しい試み」

ポール・クリスチャン・ラウターバー博士

「・・・まったくの白紙から調べるなど論外である・・・一般的に科学における問題を解く鍵は素質と環境因子の割合を正しく記述することであり、つまり、効率よく調べられるようにするにはどれだけの表示を前もってしておかなければならないかを把握することである。」

パッジョとジロシ

核磁気共鳴画像はすべての画像法と同様に、いわゆる「インバース問題」に対する解を見つけることで行われる。ある物体の何らかの特徴を表すデータは、研究室あるいは脳の中でその物体を表す使いやすい表示に変換されなければならない。通常、そのような問題の解を見つける時には、無数の無関係な解を除去するために制約をつけることが必要である。NMR 画像においては、インバース問題が非常に単純であるが故に、どのような制約が使われているか、また他に考えられる制約にはどのような利点があるかが長い間ほとんど注目されてこなかった。しかし今、重複する情報を測定する必要を最小限に抑え、データ収集のスピードアップを図る道具として、その制約の重要性が高まっている。このことが、形の上で、高品位テレビなどの分野と似通った難しさがあるのは興味深い。高品位テレビではデータを帯域幅の限られた雑音の多いチャンネルの中を高速で送らなければならない。NMR 画像では核スピンの物体から取り出す情報量が比較的少ない上、その情報は熱雑音やその他の揺らぎで一杯の中を送られて再構成装置、表示装置へとたどり着き、科学者や物理学者の前に映し出されるのはあたかも完全な画像のように見えて実はその幻影でしかない。

一方、顕微鏡 NMR 画像の場合、問題はかなり異なる。解像度が生物の細胞の大きさに近づくに連れ、そのような体積の小さな物体からの信号は極めて微弱になり、同時に分子拡散が画像をぼかし、分かりにくくする。「2人の敵がいる時は、1人を味方につけよ」と言った人がいたが、微小な物体を明視化し、わずかな部分からの信号を強めるために、この拡散を使う新しい技術が開発された。これを利用すれば、解像度を数桁単位で向上させることも可能であろう。

"Novel Approaches to Macroscopic and Microscopic NMR Imaging and Spectroscopic Imaging"

Dr. Paul Christian Lauterbur

"...learning from a tabula rasa is out of the question...in general, the scientific problem lies in characterizing the right mixture of nature and nature, that is, in characterizing how much pre-existing representation is needed in order to be able to learn effectively."

Poggio and Girosi

Nuclear magnetic resonance (NMR) imaging depends upon finding solutions to what are called "inverse problems", as do all imaging methods. Data representing some features of an object must be converted, in the laboratory or in the brain, into a useful representation of that structure. In practice, all solutions to such problems require the imposition of constraints to eliminate an infinite number of irrelevant solutions. The very simplicity of the inverse problem in NMR imaging has long made the nature of the constraints and the usefulness of different ones almost invisible. They are now becoming increasingly important as means to increase the speed of data acquisition by minimizing the need to measure redundant information. There is an interesting formal resemblance to problems in high-definition television (HDTV) and other areas in which rapid transmission of data over a noisy band-limited channel is required. In NMR imaging, the nuclear spins can sample relatively little information about an object, and must transmit it through a thicket of thermal noise and other fluctuations to reconstruction and display devices that present the illusion of a complete image to the scientist or physician.

Microscopic NMR imaging faces a rather different set of problems. As resolution approaches the scale of biological cells, the signals from those small volumes become very weak, and at the same time molecular diffusion blurs and weakens the images. Someone must once have said "If you have two enemies, make one your ally." New techniques have been developed that use diffusion to help visualize small structures and to enhance the strength of signals from small regions, potentially improving resolution by several orders of magnitude.