

重イオンビーム照射で生成するプラズマ、熱膨張、自己組織化と生命医科学

森林健悟¹

¹量研

重イオンビームの理論・シミュレーション研究は 100 年ほど前から始まったが、理論研究では入射イオンの軌道付近にプラズマが発生するのに対して、シミュレーション研究では、プラズマは発生しない。この相違が 2 種類の動径線量分布を普及させるなど、矛盾を生じさせている。本研究では、最新のコンピューターを有効利用したシミュレーションモデルを開発し、シミュレーションでもプラズマが発生することを実証した。このモデルでは、重イオンビームの細胞照射では軌道付近に大きなエネルギーが付与されるのに対して、他の放射線は、空間にほぼ一様にエネルギーが付与されることに注目した。このシミュレーションにより(i)プラズマの生成量等と入射イオン衝突電離断面積との関係及び、(ii)プラズマ効果による軌道付近の動径線量(軌道からの距離の関数としての局所線量)の増加量を明らかにした[1]。この増加により熱膨張が起きると考えた[1]。

さらに、熱膨張は、大きな温度勾配や濃度勾配を生じさせることが期待できる。このような大きな温度勾配、濃度勾配、密度勾配等は、非平衡開放系を形成し、散逸構造、自己組織化を生じると考えられている[2]。自己組織化により新しい秩序を形成するが、これは細胞に影響する可能性がある。また、自己組織化は、生命誕生の謎にも関連しており、生命医科学の分野で重要になる可能性がある。様々なイオン種、エネルギーの重イオンビームを使えば、系統的に自己組織化を解明できる可能性がある。

図1に熱膨張により自己組織化がどのように起きるかの仮説を示す。熱膨張が起きると熱膨張している領域の密度は減り、周りの密度は高くなり、あるところ収縮が起きる。すると、収縮した領域が低密度となり、もう一度、熱膨張を起こす。

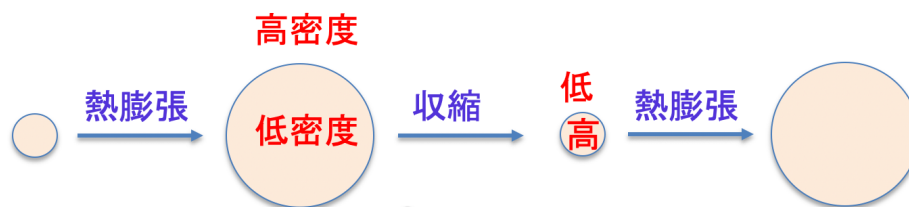


図1 熱膨張による自己組織化形の仮説

参考文献

[1]. K. Moribayashi, J. J. Applied Phys. **59** SH0801 (2020)

[2]AMP マーフィ他、「生命とは何かーそれからの 50 年」、培風館(2002)