

フラーレンの生成

東京大学工学部機械工学科

○丸山茂夫

はじめに

すでに1970年にその構造モデル[1]が予言されていたC60であるが、1985年に質量スペクトルで実験的に発見されるまでは[2]、ほとんど知られざる存在であった。そして、1990年に化学的実験を行うに必要な量のC60、C70が入手できるような生成法が発表されて[3,4]、フラーレンの研究は量的にも質的にも大きく変わった。しかしながら、現在のところ、より大量に材料を必要とする実験は困難な状況にあるとともに、金属内包フラーレン[5,6]、より大きなサイズのフラーレン[6,7,8]、バッキーファイバーと呼ばれる筒状のフラーレン[9]に関してはようやく原理的な分離生成が可能となったところであり、僅かな量の生成に限られた研究グループでなされているにすぎない。そこで、C60、C70についてはさらに大量に効率のよい生成方法、金属内包や巨大フラーレンについては実用的な量的生成方法の確立が重要な課題となっており、これにはフラーレン生成のメカニズムの解明と、それに基づくより実用的な装置のエンジニアリングが必要となる。

一旦蒸発した炭素原子が自ずとC60のような幾何学形状に凝縮する過程に関しては、阿知波ら[8]のRing Stacking Modelが提案され、Smalleyらの"5角形は互いに隣合うことを避ける"というルールと組み合わせ一部の実験事実を見事に説明している。また、SmalleyはSP²の3本の"手"のある原子が集合して自然に形成されると主張している。これらのモデルからフラーレンの生成条件を最適化するための情報を得ることは現段階では困難であり、逆に定量的な実験事実を積み上げてモデルを見直す段階であろう。

実験

実験装置の概要を図1に示す。原理的にはSmalleyら[4]が考案し多くの稼働例がある

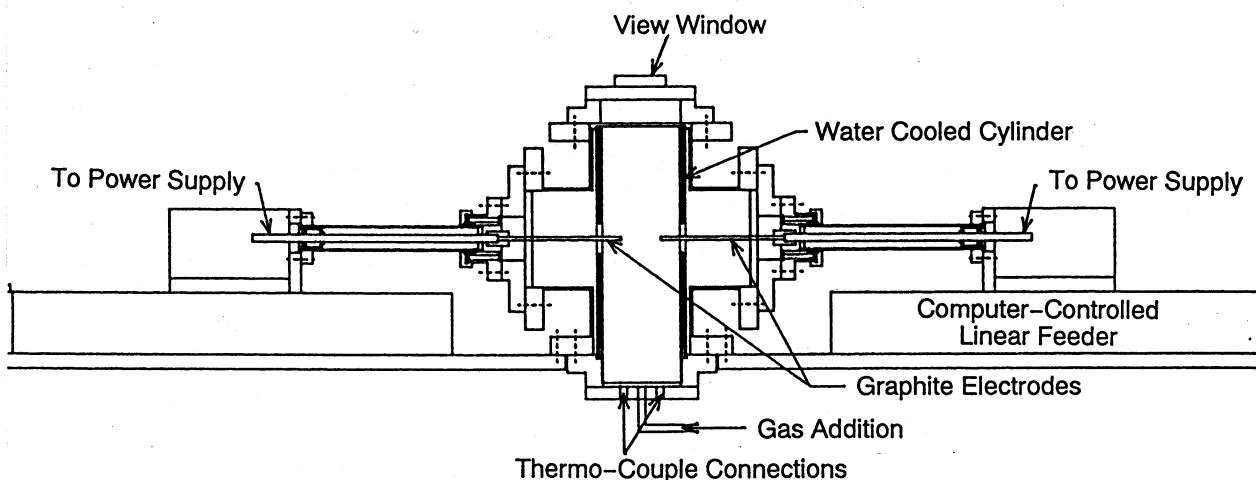


図1. フラーレン生成装置の概要

アーク放電方式であり、広範囲の実験条件を再現性よく実現できるように工夫した。比較的高真空に耐えられる容器中に各種の緩衝ガスを導入して溶接器 (Max 200A) を電源として炭素棒間でアーク放電をさせる。炭素電極はコンピュータ制御のステッピングモーターで駆動する。放電部分は水冷円筒で囲まれ熱的な境界条件を簡単にしたうえでガス温度の計測を行う。緩衝ガスの種類と圧力、ガス流の有無、放電電流、直流と交流、炭素棒の寸法、炭素材料の差異等によるフラーレンの生成率の変化を検討している。これらのパラメータの直接の影響を受けるのは蒸発した炭素原子が経験する温度履歴であると考えられるが、特にバッキーファイバーについては電場の影響を強く受けることから[10]、これらの条件の関係を整理する必要がある。

謝辞

最後に、実験に御協力頂いた東京大学の望月巖雄君、高木敏夫君と井上満氏、本研究で用いたフラーレン生成実験装置の設計・製作に御協力頂いた(株)長野計器製作所の山野上洋祐氏、(株)ナガノの丸山一仁氏をはじめとする方々に感謝致します。

参考文献

- [1] 大沢映二: 化学 25, 854 (1970).
- [2] H. W. Kroto, J. R. Heath, S. C. O'Brien, R. F. Curl, and R. E. Smalley: *Nature* 318, 162 (1985).
- [3] W. Krätschmer, L. D. Lamb, K. Fostiropoulos, and D. R. Huffman: *Nature* 347, 354 (1990).
- [4] R. E. Haufler, Y. Chai, L. P. F. Chibante, J. Conceicao, C. Jin, L.-S. Wang, S. Maruyama, and R. E. Smalley: *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.* 206, 627 (1991).
- [5] Y. Chai, T. Guo, C. Jin, R. E. Haufler, L. P. F. Chibante, J. Fure, L. Wang, J. M. Alford, and R. E. Smalley: *J. Phys. Chem.* 95, 7564 (1991).
- [6] H. Shinohara, H. Sato, Y. Saito, M. Ohkohchi, and Y. Ando: *J. Phys. Chem.* 96, 3571 (1992).
- [7] S. Maruyama, M. Y. Lee, R. E. Haufler, Y. Chai, and R. E. Smalley: *Z. Phys. D* 19, 409 (1991).
- [8] T. Wakabayashi and Y. Achiba: *Chem. Phys. Lett.* 190, 465 (1992).
- [9] T. W. Ebbesen and P. M. Ajayan: *Nature* 358, 220 (1992).
- [10] R. E. Smalley, "From Dopyballs to Nanowires": *Materials Science and Engineering B*, (1993) to be published.

連絡先

〒113 東京都文京区本郷3-7-1 東京大学工学部機械工学科 丸山茂夫

TEL: 03-3812-2111 (内線6421) FAX: 03-5800-6983

E-Mail: maruyama@mech.t.u-tokyo.ac.jp