

## フラーレン生成用カーボンアークからの放射スペクトル

正員 滝川 浩史 (豊橋技科大)  
 学生員 松尾 廣伸 (豊橋技科大)  
 学生員 飯嶋 浩和 (豊橋技科大)  
 正員 榊原 建樹 (豊橋技科大)

### Radiation Spectra from Carbon Arc for the Production of Fullerenes

Hirofumi Takikawa, Member, Hironobu Matsuo, Student Member, Hirokazu Iijima, Student Member, Tateki Sakakibara, Member (Toyohashi University of Technology)

キーワード：フラーレン生成条件下，カーボンアーク，He 雰囲気，放射スペクトル，陽極・陰極近傍

C<sub>60</sub>, C<sub>70</sub> といった炭素の球殻状分子（フラーレン）は、1970 年大澤により予言され、1985 年 Kroto や Smalley らにより発見された。フラーレンの生成には、回転グラファイト円盤へのレーザー光照射加熱あるいはグラファイト棒の高周波誘導加熱などのほかに、グラファイト電極によるアーク放電、いわゆるカーボンアーク法が利用されている。最近では、このカーボンアーク法を用いてナノチューブも生成されている<sup>(1)</sup>。しかしながら、フラーレンやナノチューブの生成機構は未だ不明のままであり、またフラーレンの生成効率はずか少数以下である。カーボンアーク法によるそれらの生成機構の解明や生産性の向上のためには、カーボンアークの放電特性を理解することが重要である。

フラーレンは陽極からの蒸発粒子から形成されるとされており、またナノチューブは陰極表面に成長すると報告されている。そうであれば、放電の様相が、陽極近傍と陰極近傍とでは異なるものと考えられる。本研究では、これを確かめるために、陽極および陰極近傍のプラズマ空間からの放射スペクトルを計測したので報告する。

図 1 にフラーレン生成用カーボンアーク装置および放射スペクトル計測システムを示す。カーボンアーク装置は、直径 200 mm、長さ 300 mm の SUS 304 製真空チャンバ内に、10 mmφ のグラファイト電極を水対方向に配置したものである。両電極をあらかじめ接触させ、電流を流しておき、可動電極をモータ駆動で開極してアークを点弧させた。電源には、溶接用インバータ直流電源（最大電流：300 A、無負荷電圧：65 V）を用いた。

電極近傍のプラズマ空間からの放射スペクトルをとらえるため、観測領域を図 1 の拡大図に示すように、固定電極近傍の 0.25 mm×10 mm の空間とし、電源の極性を切り換えることにより、固定電極を陽極または陰極とした。放射スペクトルの計測には、マルチチャンネル検出器を備えたモノクロメータを用い、計測波長領域は、200～750

nm とした。実験条件は、アーク電流：150 A、ギャップの長さ：2～20 mm、雰囲気ガス：He、圧力：10<sup>3</sup>～10<sup>5</sup> Pa とした。なお、この条件下におけるフラーレンの生成速度は、25 mg/min 以下であった。

計測結果から同定したスペクトルを表 1 に示す。従来、カーボンアークからは C, C<sup>+</sup> および C<sub>2</sub> (Swan 系, Deslandres-d'Azambuja 系) の放射スペクトルが確認されていた<sup>(2)</sup>が、今回、新たに C<sup>++</sup>, C<sub>2</sub>Mulliken 系, He, He<sup>+</sup> および連続放射スペクトルを確認した。同表に示すように、陰極近傍のプラズマ空間では、陽極近傍のプラズマ空間よりも、多くの輝線スペクトル (C<sup>+</sup>, He, He<sup>+</sup>) が見られる。

次に、スペクトルの放射強度に関する計測結果の一例として圧力：10<sup>3</sup> Pa、ギャップの長さ：4 mm の場合の C<sub>2</sub>Swan

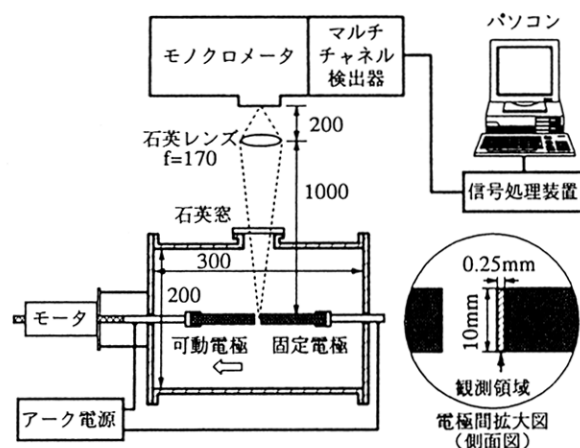


図 1 フラーレン生成用カーボンアーク装置  
および放射スペクトル計測システム

Fig. 1. Carbon arc apparatus for the production of fullerenes and measurement system of radiation spectra from the arc.