

ダイヤモンドの魅力はいまさら言うまでもないが、硬度、熱伝導率、光や電磁波の透過性など究極の物性値をいくつも有することである。人類がダイヤモンド合成に成功したのは約 50 年前、天然を模した高温高压（約 5GPa、1300 以上）の合成方法による。現在天然ダイヤモンドは宝石用と工業用がそれぞれ年間約 10 トン程度産出しているのに対し、高温高压合成ダイヤモンドは年間約 90 トン生産され、工業用に用いられているダイヤモンドはその大部分が人工合成と言って良い。

高温高压法の成功から 30 年経過した 1980 年代、日本の研究グループがダイヤモンドの気相合成に成功し脚光を浴びることとなった。熱フィラメントやマイクロ波プラズマにより炭化水素ガスを分解してダイヤモンド結晶を成長させる気相合成法は、巨大なプレス機を用いる高温高压法と比べて画期的な低コストを実現できると期待された。しかしその後四半世紀が経過した現在も、残念ながら気相合成ダイヤモンドは大きな市場を開拓できない状況にある。その主たる課題は、意外なほど製造コストが下がらないことである。

ダイヤモンドの気相合成を CVD と呼ぶのは誤解を招きやすい。堆積（Deposition）と言われると、プラズマ中で活性化した化学種が次々と降り積もってダイヤモンド層が形成されるように思われる。炭化水素をプラズマで分解して降り積もらせると、実際には結晶のダイヤモンドではなく、水素を含んだアモルファス炭素膜となる。これはダイヤモンドライクカーボン（DLC）と呼ばれ、様々な分野で実用的に用いられている材料であり、場合によってはこれをダイヤモンド膜と略称している場合もある。しかし真に結晶性のダイヤモンド膜を得るには、プラズマで分解、励起した活性種の中で『結晶成長』をさせなければならない。この結晶成長の速度が 1 時間に高々数  $\mu\text{m}$  程度であるため、実用的な膜厚を得るには長い合成時間を要し、高い製造コストにつながっている。

気相合成ダイヤモンドの『結晶成長』は、炭素膜の堆積と非ダイヤモンド成分のエッチングのバランスであると考えられている。成長速度を向上しようと炭素を過剰に供給すればバランスが崩れてダイヤモンドにはならない。炭素を多く供給するとともに、それとバランスする程度に非ダイヤモンド成分のエッチングも活性化しなければならない。最初の気相合成成功以来、様々な合成条件が試みられたが、結局当初のガス組成、基板温度から大きくはずれる条件を見出すことができないでいるのは、このバランスを維持することが難しいためである。最近になってプラズマ源を工夫することで従来と比べて 1 桁以上の高速成長が報告されるようになった。特に高気圧で高密度のプラズマを生成し、非ダイヤモンド成分の除去効果が高い原子状水素を多量に生成することが鍵と考えられる。

ダイヤモンドのさらなる高速成長に向けて、新しいプラズマ源、特に高気圧で高密度のプラズマ源開発にプラズマ研究の貢献が期待されている。