

## (19) 衝撃波による高密度炭素・鉄・準結晶材料の研究

研究代表者 理学部 三浦保範

### 研究目的

高速ビームを固体物質へ照射して、ターゲットの固体物質を構造的にも組成的にも変化させる技術は、工業的にはすでにグラファイト炭素のマイクロダイヤモンド炭素の形成などに使われている。これらのアイデアは、20世紀初頭の米国アリゾナ州でのバリンジャー隕石衝突孔からの、高圧型・高密度炭素の発見から始まり、共存したニッケル元素などを混入させて米国で静水圧型ダイヤモンド合成の特許取得の原動力となった。しかし、バリンジャー隕石衝突孔からの静水圧型ダイヤモンドは、1世紀経過しても発見されず、反射顕微鏡で等軸型ダイヤモンドと六方型ダイヤモンド状炭素が観察されたが構造的にはクリフトナイト低圧型炭素で、地球外の小惑星内の高圧下で形成されたものであるとこれまで欧米の研究者間で解釈されている。しかし、当研究室でバリンジャー隕石衝突孔の炭素鉄混合団塊からこの炭素を化学処理して回収したところCVDマイクロダイヤモンド炭素とよく似た六八面体をしたマイクロダイヤモンド骸晶炭素であることが分かった。また、多量の炭素の起源として地球内のターゲットの石灰岩であることが、それらの組成と組織データから指摘されている。

隕石衝突で鉄の高圧型構造 Fe-Ni 系物質が、米国バリンジャー隕石衝突孔などからは発見されていないのは急減圧で低圧相に変化したと推定されている。しかし、隕石の衝突反応でできたと考えられる世界の各地に衝突で微細粒として飛散した衝突性球粒（スフェルール）物質から、新しい多角形（五角形と六角形）巨大分子からなるフラレン状の形状をした Fe-Si 系組成物質が当研究室の分析走査型電子顕微鏡観察で見つかり、そのキャラクタリゼーション解析と工業的な応用が期待されている。

また、準結晶は今世紀物質科学分野で最大の発見の一つといわれ、単結晶では見られない五回対称性

を持ち、二種以上の遷移金属が混合した物質で、フラレン状の多角形をしている。準結晶は工業的にプラズマ照射で合成されているが、大規模な衝突反応では多様な準結晶が期待されている。

これらの高圧型・高密度炭素、高圧型鉄そして準結晶物質は、いずれも大規模な衝突反応で形成されたものであるが、プラズマ条件と回収方法の工夫により実験的により効率的な合成技術を作りあげることが期待されている。衝突衝撃波反応の解析とこれらの新しい衝突変成物質材料の合成が本研究の主な目的である。

### 研究成果

以下のようにまとめることができる。

- 1) 衝突衝撃波反応は、秒以下の瞬間的で動的な気体—液体—気体 (VLS) 反応が起こり、VL 反応であることは双方混合組成と組織から区別できる。
- 2) 衝突衝撃波反応においてプラズマ密度を計算した。バリンジャー隕石衝突孔における多量の炭素団塊は、プラズマ密度が  $1.3 \times 10^{26} (\text{m}^{-3})$  となり核融合反応 ( $10^{15} \text{m}^{-3}$ ) より莫大に大きい数値であることが解析できた。
- 3) ターゲットの石灰岩に高速物体 (Al, 7 km/sec) を衝突させると、粗体破片、中型破片、細粒破片そして超微細粉体に分かれる。グラファイト結晶は超微細粉体の中にしかなく、X線回折ではわずかに存在するが、マイクロダイヤモンド結晶は形成されていない。
- 4) 石灰岩からできるグラファイト結晶は、密封チャンバー内では多重衝突して初めに形成されたマイクロダイヤモンド結晶体が壊れた。衝突して放出する方向に氷塊を置くと、その前に衝突して急冷され、多量のグラファイト結晶体が確認できた。回収方法を工夫すると多量の炭素

が得られる。

- 5) バリンジャー隕石にPCR樹脂を衝突させると、Ni元素が鉄と組成分離して8倍に濃縮し、衝突反応は確認できたが、鉄の高压型構造Fe-Ni系物質は見られなかった。しかし、鉄球を花崗岩に衝突させるとFe-Si系の新物質が形成された。多角形巨大分子の形状のFe-Si系物質の組織ではなかった。
- 6) 準結晶を衝突衝撃波合成をするために、Al-Fe-Cuの粗粒固体と微粉末をターゲットとしてPCR樹脂を衝突させた。組成的に準結晶に近いものができたが、組織やX線回折データは目的の準結晶物質には相当しなかった。

#### 産業技術への貢献

衝撃波によるコストの安い石灰岩からのマイクロダイヤモンド炭素の生成技術開発を進め、また新しいFe-Si系物質と準結晶の合成に関する産業界への貢献を続けている。

#### 研究発表

- 1) Y.Miura, S.Fukuyama and A.Gucsik : Impact metamorphosed compositions of the Fe-Si-Ni-S system ; Materials Proc. Tech., **85**, p.188-191, 1999.1.
- 2) Y.Miura, S.Fukuyama and A.Gucsik: Compositional changes by multiple impacts ; Materials Proc. Tech., **85**, p.192-193, 1999.1.
- 3) Y.Miura and M.Okamoto ; Reduction materials formed by vapour-liquid-solid impact reaction ; Proc.2nd Int.Conf. Solvothermal Reactions, p.161-164, 1997.3.
- 4) Y.Miura, S.Fukuyama, H.Kobayashi, A.Gucsik ; Composition of spherules by shock wave ; Symp. Shock Waves Japan '97, p.441-444, 1997.3

#### グループメンバー

氏名	所属	職 (学年)
三浦 保範	理・地球科学	助教授
ケドベッシュ・ミクロッシュ	理・地球科学	非常勤講師
福山誠二郎	理・地球科学	M2
小林 浩之	理・地球科学	M2
グチック・アーノルド	理・地球科学	M1

#### 連絡先

TEL/FAX : 0839-33-5746

E-mail : yasmiura@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp