

## 溶液中レーザーアブレーションによる新規ナノ材料の創製(平成13年度 機能研所長リーダーシップ経費(若手奨励研究)による研究の紹介)

辻, 正治  
九州大学機能物質科学研究所

辻, 剛志  
九州大学機能物質科学研究所

<https://doi.org/10.15017/7954>

---

出版情報：九州大学機能物質科学研究所報告. 16, pp.19-20, 2002. 九州大学機能物質科学研究所  
バージョン：  
権利関係：

# 溶液中レーザーアブレーションによる新規ナノ材料の創製

辻 正治・辻 剛志

## Preparation of new nano-materials by a laser ablation technique in solution

Masaharu TSUJI and Takeshi TSUJI

### 1. 序

物体に高出力のレーザー光を照射したときに起こる物質のプラズマ化や加熱による噴出は、レーザーアブレーションとして知られている。現在レーザーアブレーションは薄膜、微粒子作製、材料加工や医療など様々な分野で利用されており、ナノテクノロジーを支える基礎技術の一つとしてさらなる発展が期待される。

レーザーアブレーションは真空中や気相中で行われることが一般的である。しかしながら最近、レーザーアブレーションを溶液中の物質に応用した例が報告されている。液相アブレーションでは、溶媒という要素が新たに加わることにより、冷却やプラズマ閉じこめ効果による高圧の発生など、気相アブレーションとは異なった興味深い反応場が作り出されることが予想される。さらに、溶媒の光化学反応も材料合成に積極的に利用することも可能であろう。我々も、液相中のレーザーアブレーションを新規ナノ物質の作製法として注目しており、液相アブレーションを用いた新規炭素材料のワンポット合成やナノサイズ金属微粒子の作製に取り組んでいる。ここでは、液相アブレーションに関する研究として、「平成13年度九州大学機能物質科学研究所所長リーダーシップ経費による若手奨励研究費」に採択された以下の2つの課題の計画を紹介する。

①溶液中レーザーアブレーションによる新規炭素化合物の創製

②光音響法による固-液界面のレーザーアブレーション現象の解析

以下、それぞれの申請課題の概要を述べる。

### 2. 溶液中レーザーアブレーションによる新規炭素化合物の創製

#### 2-1 背景・目的

グラファイト微粒子のレーザーアブレーションによる新規炭素化合物の創製を目指した先駆的研究を行う計画である。これまでの予備実験の結果、次世代の分子電子素子の素子間を繋ぐ導電性 "ナノワイヤー" としての応用が期待されている直鎖アセチレン系分子(ポリイン)が高選択的に生成し、溶媒によりポリインの重合度が変化することを見出した

(図 1)。本研究は、この研究成果を更に発展させ、液相レ

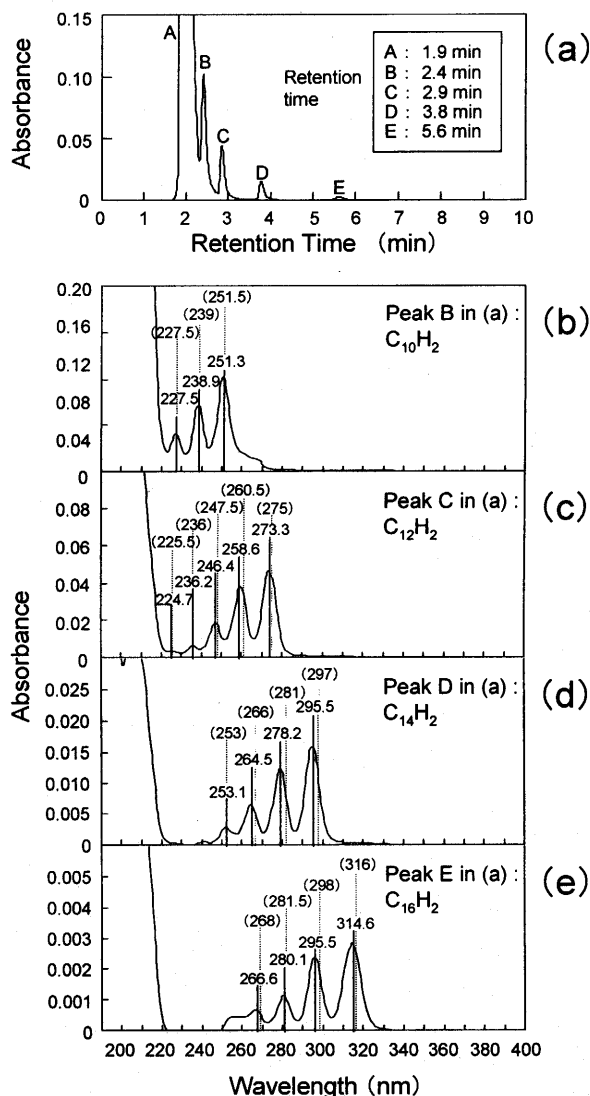


図1. トルエン中のグラファイトのレーザーアブレーション(355 nm)で生成した物質の(a)HPLC、(b)-(e)UV 吸収スペクトル。括弧内は文献値。

ーザーアブレーション法を新しいポリイン製造法として確立すること及び気相法では生成しない新規な炭素化合物を創製することを目的とする。なお本研究は素子開発部門・機能制御分野を中心に、分子組織分野及び物質合成部門・光機能分子分野の協力を得て行う計画である。

受理日 2002年9月26日

## 2-2 研究計画

- 1) レーザー波長とその照射強度や溶媒を変化させ、高効率のポリインの生成条件を探す。
- 2) 溶媒に K や金属を共存させることにより  $C_{16}$  以上の重合度の高いカルピンの合成を目指す。

## 2-3 将来性、予想される成果、その波及効果

- 1) 直鎖アセチレン系分子(ポリイン)は次世代の分子電子素子を繋ぐ導電性 "ナノワイヤー" としての応用が期待されている。本研究により現在使用されている多段階のステップや有害なハロゲン化水素の脱離を伴わない簡便なポリイン類の新規液相合成法が確立できれば幅広い応用が期待でき、特に分子デバイスの開発分野での大きな貢献が期待できる。
- 2) 気相合成法では生成しない新規な物性を有する新規炭素化合物の製造に成功すれば、この分野でのブレークスルーの達成が期待でき、その波及効果は極めて大きいと考えられる。

## 2-4 奨励金による購入品目

- ・レーザー光学系 (レンズ、プリズム、位置変換システム)
- ・溶液攪拌機
- ・第二高調波(266 nm) 発生用結晶

## 3. 光音響法による固-液界面のレーザーアブレーション現象の解析

### 3-1 背景・目的

水などの溶媒中に設置した金属のターゲットにレーザー光を照射するとナノサイズのコロイドが生成する(図 2)。これまで我々は様々な作製条件とアブレーション効率、コロイド粒径との関係を系統的に調べ、コロイド粒子のそれらの特性はレーザーの照射条件(波長、照射密度、パルス幅)によって大きく変化することを見だし、溶液中に特有の因子によって支配される現象であることを明らかにしている。これらの結果はコロイド作製だけではなく、固-液界面のアブレーション現象の機構を解き明かす上でも有用である。

これまで、液相アブレーションによる金属コロイド作製についての解析を進める上で大きな問題となっていたのは、生成効率の測定に生成コロイド溶液の吸光度しか用いることができなかつた点である。吸光度を測定するためには測定可能な濃度のコロイド溶液を用意する必要があるが、これには、「作製に時間がかかる」、「高濃度の溶液ではコロイドによるレーザー光の遮蔽が大きくなり、レーザー光とターゲットの間の相互作用によって定義される真のコロイド生成効率が得られない」という問題がある。これらの問題を解決するために本研究ではコロイド生成効率を光音響法によって求めることを試みる。

### 3-2 研究計画

- 1) システムの構築: 図 3 に測定システムの概略を示す。ターゲットを設置しているセルにピエゾマイクロフォンを貼り付け、アブレーションによって生じる音を電気信号に変換する。精度

良くアブレーション効率を測定するためのセル形状、マイクロフォン位置、ターゲット設置方法などを調べる。図 4 に予備実験で得られた音響信号の一例を示す。振幅が吸光度によって得られたアブレーション効率とすることを確認した。

- 2) 照射条件によるアブレーション効率の比較: コロイドによる遮蔽が影響を与えていた系における真のアブレーション効率を音響信号を用いることによって明らかにし、アブレーション機構の解明に役立てる。

### 3-3 将来性、予想される成果、その波及効果

- 1) 液相でのアブレーション効率を簡便にかつ迅速に測定するシステムが構築でき、この分野の発展に寄与する。
- 2) 吸光度では解析できなかったアブレーション効率に関係する因子を明らかにすることにより、コロイド生成機構の解明に貢献する。

### 3-4 奨励金による購入品目

- ・レーザー光学系 (レンズ、プリズム)
- ・レーザー光位置決め装置
- ・マイクロフォン、セル、ターゲット

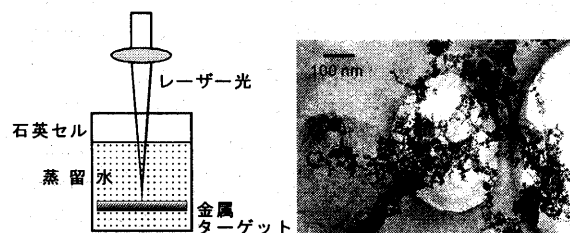


図 2. 金属コロイド作製のためのシステムと生成した銀コロイドの TEM 像

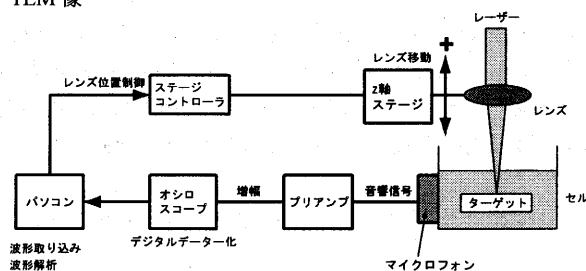


図 3. 光音響信号測定システム

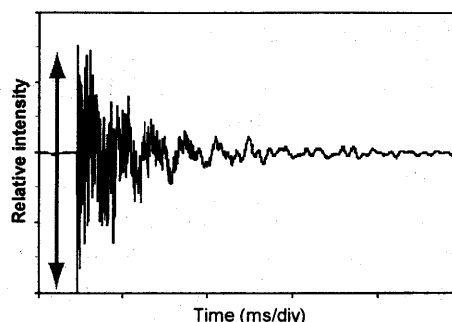


図 4. 銀ターゲットを照射した際に得られた音響信号の一例