

## 顕微鏡で反応を見る話

近 藤 保 (化学)

電波天文学等の新しい方法を用いて、宇宙空間の興味ある現象が調べられつつあります。宇宙人の通信かもしれない等と少年雑誌やSF小説でさわがれているパルサーや、一度入ったらもう決して戻って来られないブラックホール等々日常の話題を提供しています。またある種の星雲の中では、水素が非常に高い励起状態になっていることがわ

かっています。どの程度高いかと云いますと、主量子数 ( $n$ ) で表わすと、250にもなります。このような原子を高励起リードベルグ原子と云います。このような原子では、原子のイオン芯のまわりをはるかに遠く離れて電子がまわっており(リードベルグ電子)、その距離は小さなバクテリアぐらいにもなります。そんなに大きいものなら普

普通の顕微鏡でも見ることはできるのではないかと  
も考えられます。原子を光学顕微鏡で見るとは  
普通には不可能ですので、もし可能ならばノー  
ベル賞ぐらいはもらえるのではないかと思っ  
て古い顕微鏡を持ち出しはしたのですが、もう  
一度良く考えなおして、この愚かな試みを中  
止することにしました。高いエネルギー状態  
にあるリードベルグ電子は大きな軌道半径を  
持っていますが、それ以外の電子は普通の原  
子と同じように原子核とともにイオン芯を形  
成しており、リードベルグ電子とイオン芯の  
間には大きなすき間があります。したがって  
普通の顕微鏡ではどうにもなりません。

このように、リードベルグ電子とイオン芯と  
の距離が大きいので、お互いがクーロン力で  
引きあう力が弱く、一旦励起されるとなかな  
かもとに戻りません。つまり、高励起リード  
ベルグ原子は寿命が長いということになりま  
す。寿命は  $n^3$  に比例して長くなり、 $n$  が  
150 ぐらいでは、 $10^{-3}$  秒にもなりま  
す。ただしこの寿命は他の原子や分子との  
衝突がない場合であり、衝突があるともっと  
寿命が短くなります。電場や磁場などの影  
響でも寿命が縮まります。リードベルグ電  
子はイオン芯から遠く離れているために、  
小さな外部のじょう乱によりすぐ飛び去る  
性質を持っています(イオン化)。イオン化  
のエネルギーは、 $n$  が 150 ぐらいですと、  
0.5 meV となります。すなわち高励起水  
素原子 1 モルをイオン化するのに 100 W の  
電球を 0.5 秒点燈するだけのエネルギーが  
必要です。一方、基底状態にある水素原子を  
イオン化するには、同じ電燈を 3 時間 20  
分点燈するだけのエネルギーが必要で  
す。また軌道上をまわるリードベルグ電子  
の平均速度は、同じ  $n$  で  $10^6$  cm/s と大  
変おそくなっており、低速電子の“線源”  
として利用できるのかもしれませんが。

何か奇妙な化学種があると、すぐそれを他  
の分子と反応させて、何か新しいものを合  
成し、ひと

儲けしようとたくらむのが化学屋の常です  
(他の同業者はちがうかもしれませんが、私  
の常としておきます)。高励起リードベルグ  
原子を実験室中で作るには、宇宙空間と似  
た条件を作り、何らかの方法で原子や分子  
を励起すればよいわけです。そのために、  
ステンレス容器を真空ポンプで排気し、  
 $10^{-7}$  -  $10^{-9}$  torr 程度の真空度  
にします。我々は低速の電子線を用いて励  
起しています。高励起原子が出来ているか  
どうかを確認するには、これが弱い電場で  
イオン化されるという性質を利用します。  
 $n$  は 20 - 40 ぐらいに分布しています。

さてどんな新しい反応が起きたでしょう  
か? 残念ながら現状では、これまで合成さ  
れたことのない新物質の合成には成功して  
いません。しかし、反応の仕方は大変特徴  
的です。他の原子や分子が高励起リード  
ベルグ原子と反応する仕方は大まかに云  
って 4 通りです。(1) リードベルグ電  
子と反応分子とが衝突し、電子がどこかに  
飛び出す。このとき、イオン芯は傍観し  
ている。(2) 反応分子がそのイオン芯と  
衝突して反応し、リードベルグ電子はこ  
の反応にあまり大きな影響を与えない。イ  
オンと分子の反応に似ている。しかし、 $n$   
が小さくなってくると、この反応過程に  
影響をおよぼすようになる。(3) リー  
ドベルグ電子は低速の電子と考えられる  
ような場合もある。そのため負イオンを  
作り易く、例えば  $\text{SF}_6$  と衝突して  $\text{SF}_6^-$   
が生成する。 $\text{CH}_3\text{CN}$  との衝突では、普通  
の方法では作りにくい  $\text{CH}_3\text{CN}^-$  ができ  
ると云われている。(4) 反応分子が、高  
励起リードベルグ原子を通り抜けて何ら  
影響を与えない過程もある!?

実験室にある古い薬品棚から手あたり  
次第に薬品を取り出し、高励起リードベル  
グ原子に衝突させてみるつもりです。ど  
んな薬品でも結構です。もし気化でき  
るものがあれば御一報下さい。