

コロナ放電ノズルを用いたペニングイオン化法の開発と応用

(九大院理) ○佐藤 徹典、原田 賢介、田中 桂一

【序論】

イオン種やラジカル種などの不安定分子種の発光分光では、放電や電子衝撃などの方法で短寿命種を生成し、その励起状態からの遷移に伴う発光を観測している。特に発光の微弱な短寿命種において、よりよいスペクトルを得るためには、これらの短寿命種を効率よく生成することが必要である。我々の研究室ではペニングイオン化を用いたイオンの発光分光をおこなってきた。

コロナ放電は陽極が針状、陰極が板状の電極間で起こる高電圧・低電流の放電であり、ラジカル種やイオン種の発光観測に応用されている。⁽¹⁻⁵⁾コロナ放電を用いれば希ガスの準安定状態も効率よく生成されるのでこれを用いることにより効率よくペニングイオン化を行うことができると思われる。今回コロナ放電ノズルを用いたペニングイオン化法を開発したので報告する。

【実験】

今回の実験では Engelking らによってつくられたコロナ放電装置⁽⁶⁾をもとにコロナ放電ノズルを作成し、これをペニングイオン化に応用する装置の開発をおこなった。

(図 1、図 4)

まず、図 1 のコロナ放電ノズルを直接用いて N_2 ガスを放電し発光を観測した。図中の A より N_2 と He (1:1) の混合ガスを押し圧 2 atm で導入しガラス管ノズル中のタングステン製針状陽極の先端と、下方に設置したステンレス製の筒状陰極との間でコロナ放電させた。コロナ

放電ノズルの先端の発光をフーリエ変換分光器 (Bruker IFS 120HR) に導入し、色ガラスフィルターとノッチフィルターを通して光電子増倍管で検出した。このとき観測さ

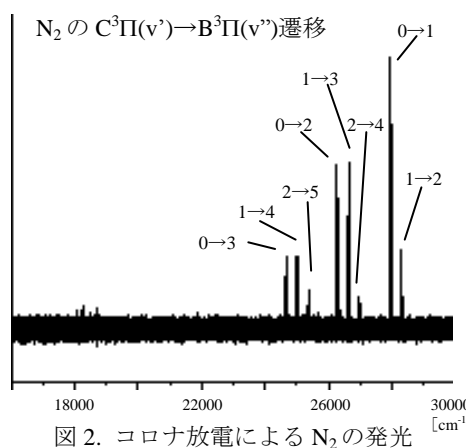


図 2. コロナ放電による N_2 の発光

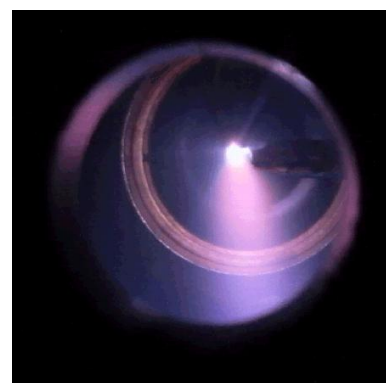
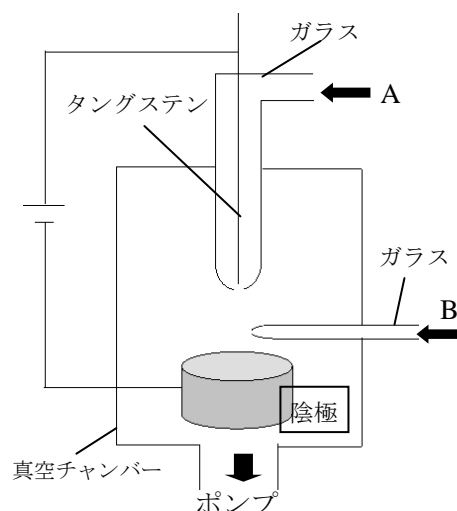


図 3. コロナ放電による N_2 の発光

れたスペクトルを図 2 に、発光の様子を図 3 に示す。 N_2 分子の $C^3\Pi \rightarrow B^3\Pi$ の遷移が図 2 のように観測された。しかし、 N_2^+ イオンの $B \rightarrow X$ バンドの発光 (25500 cm^{-1}) は観測されなかった。図 2 において N_2 の $0 \rightarrow 0$ 遷移が観測されていないのは観測に用いた色ガラスフィルター (C-40-C) の遮光領域に $0 \rightarrow 0$ 遷移があるためである。

次に、コロナ放電ノズルにより He の準安定状態を生成し、それを用いてペニングイオン化する実験をおこなった。図 1 と図 4 の装置、そして図 1 の装置の陰極を円盤状に変えた装置の 3 つの装置を用いて実験をおこなった。どの装置においても図中の A から He ガスを押し圧 1.5 atm で吹き出し、B のガラス管からサンプルを吹き出した。このときの実際の発光の様子を図 5 に示す。(図 1 で円盤電極を用いて観測した N_2^+ の発光) また、観測したスペクトルを図 6 に示す。図 6 では 25500 cm^{-1} 付近に N_2^+ イオンの B→X 遷移の発光スペクトルが観測されている。この実験で得られた

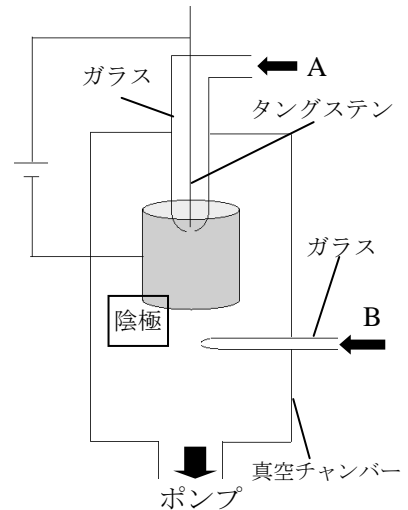


図 4. コロナ放電装置②

スペクトルの S/N と、従来のペニングイオン化法で得られていた N_2^+ イオンのスペクトルの S/N は同程度であった。

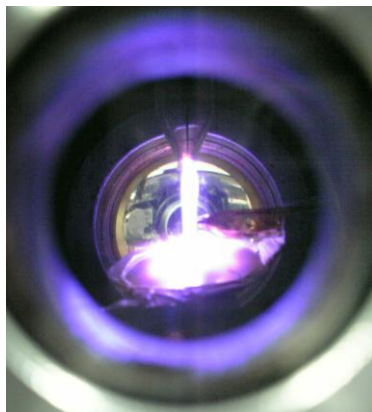


図 5. コロナ放電ノズルを用いたペニングイオン化による N_2 の発光

コロナ放電ノズルを用いたペニングイオン化を他の分子の発光観測に応用した。実験は図 4 の装置を用いておこない、A の

ガラス管から He を押し圧 1.3atm で吹き出し、B のガラス管から ICN ガスを吹き出した。このとき図 7 に示すような黄緑色の発光が観測されたが、 ICN^+ イオンのスペクトルは得られなかった。また ICN^+ イオンの発光を観測する際に通常強く観測される CN の A→X 遷移のスペクトルも大変弱くしか観測されなかった。現状ではコロナ放電の放電部とサンプルの吹き出し口が近いいためコロナ放電の影響で ICN が壊れている可能性がある。コロナ放電の影響を受けずにペニングイオン化がおこなえるように放電部とサンプルの吹き出し口の間に十分な距離がとれるよう装置を改良する必要がある。

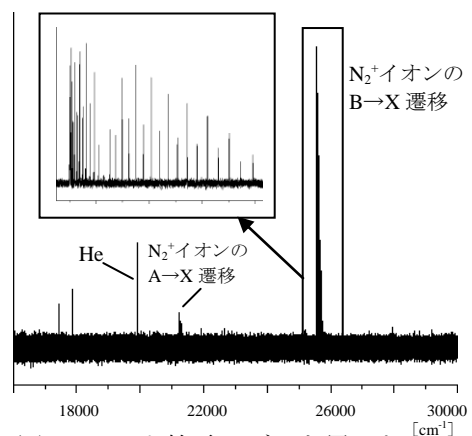
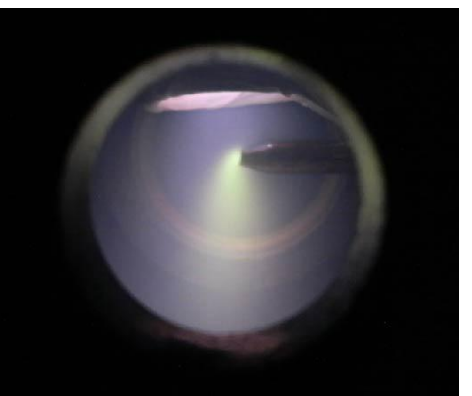


図 7. コロナ放電ノズルを用いたペニングイオン化による ICN の発光

図 6. コロナ放電ノズルを用いたペニングイオン化による N_2 の発光



ICN^+ イオンなどの短寿命分子の観測が従来のグロー放電によるペニングイオン化法より効率よく行えるように現在装置の改良を進めている。

- 1 P.G.Carrick, and P.C.Engelking, J.Chem.Phys., 81,1661 (1984)
- 2 S.K.Lee, Bull.Korean.Chem.Soc., 14,340 (1993)
- 3 N.Oliphant, A.Lee, P.F.Bernath, and C.R.Brazier, J.Chem.Phys., 92,2244 (1989)
- 4 I.W.Milkman, J.C.Choi, J.L.Hardwick, and J.T.Moseley, J.Chem.Phys., 86,1679 (1987)
- 5 D.C.Hovde, and R.J.Saykally, J.Chem.Phys., 87,4332 (1987)
- 6 A.T.Droege, and P.C.Engelking, Chem.Phys.Lett., 96,316 (1983)