

キャピラリー電気泳動(Capillary Electrophoresis)

千葉事業所 微量科学グループ 飯川 玲子

歴史

今から200年近くも前の1808年に、F.F.Reussが、粒子の入った溶液に直流電圧をかけると、粒子が移動する「電気泳動」の現象を発見しました。その後、Tiseliusが電気泳動装置を考案し、これを用いた多くの研究により、1948年にノーベル化学賞を受賞しています。

キャピラリー電気泳動装置は、古い歴史を持つ電気泳動の優れた分離メカニズムと、クロマトグラフィーの自動化技術が結合して生まれました。これが市販装置として利用できるようになったのは1988年のことで、更に普及してきたのはここ数年のことです。当社でも現在、新たな分離定量装置として、様々な分野で活用しています。

用語

キャピラリー電気泳動：Capillary Electrophoresisは、「CE」と略され、この単語の意味を調べると、Capillaryは「毛管(現象)の、毛細管」、Electroは「電気、電気による」、Phoresisは、「運ぶこと」という意味を持ち、CEは、毛細管の中で行われる電気泳動ということになります。クロマトグラフィーの用語と比較して説明するために、図1に電気泳動によって検出されるデータの一例を示します。ここで、クロマトグラムに対するものをエレクトロフェログラム、溶出時間に対するものを移動時間といえます。

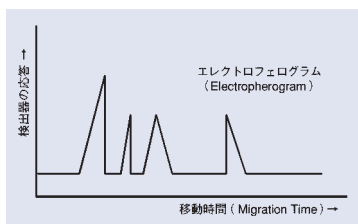


図1 CEによる検出データの模式図

装置構成

CEは、図2に示すような、単純な機器構成となっています。キャピラリーは、通常内径100 μm以下の中空石英製のものを用います。キャピラリーの両端に緩衝液を入れたバイアルを置き、キャピラリー内は緩衝液で満たします。バイアルの中にはキャピラリーに高電圧を印加するための電極があります。試料注入は、キャピラリーから緩衝液バイアルを外して試料バイアルに置きかえ、圧力を加えるなどして行います。キャピラリーに緩衝液バイ

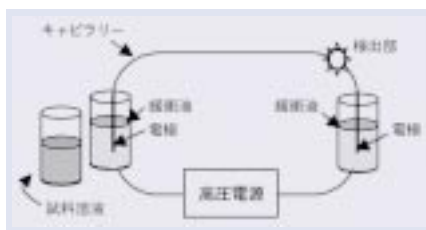


図2 キャピラリー電気泳動システム構成図

アルを戻した後、電圧を印加すると分離が始まります。分離された成分は、試料注入側と反対側の端でキャピラリー壁を通して光学的に検出されます。

分離原理

CEの分離ファクターとして、主に電気泳動と電気浸透流が挙げられます。これらの制御により、様々な化学種の分離を行います。

1. 電気泳動

キャピラリーに電圧を印加したときに生じる、荷電物質の移動

度差により分離します。移動速度は、化学種の電荷と形と大きさに依存して決まります。

2. 電気浸透流

電解質溶液中で、キャピラリー内壁表面は負電荷を帯びています。ここに対となる陽イオンが電荷のバランスをとるため、内壁表面に引き寄せられ、電気二重層を形成します。電圧をキャピラリー両端に加えると、陽イオンは陰極に流れ、電気浸透流(EOF)となって、キャピラリー中の液全体の流れが生じます。電気浸透流は電荷に関係なく、ほとんどすべての化学種を同じ方向に移動させることができます。

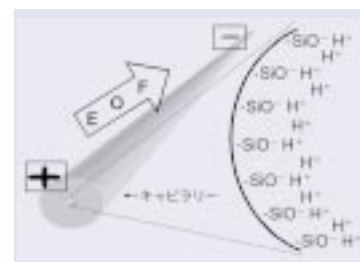


図3 電気二重層と電気浸透流

特徴

多様な分離モードと、理論段数：10⁵~10⁶段/mの高い分離能を持ちます。また極少量の試料で測定が可能で、実際にキャピラリー内に入る試料量はpL(10⁻¹²L)のオーダーです。このpLの量を再現性良く注入する技術が、装置メーカーによって開発されたことよって、定量精度の改良が進み、最近では、精度の高い定量装置という特長も加わりました。

測定例

当社では、CEを電子材料や薬品、環境試料や医薬品の評価など、様々な分野で活用しています。多くのアプリケーションの中から、高感度で高い分離能の特長を生かした測定例を示します。図4は、純水中の1~10pg/dm³濃度のアミン類標準溶液を測定したエレクトロフェログラムです。27成分のアミン類が30分以内で分離できました。

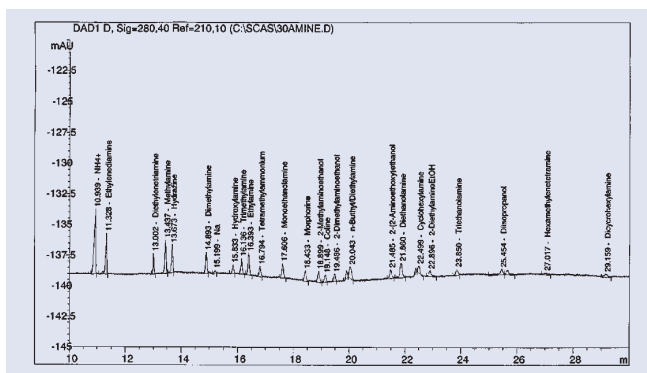


図4 アミン類の一斉分析のエレクトロフェログラム



飯川 玲子
(いしかわ れいこ)
千葉事業所