

膠 質 の 世 界

(通 俗 講 演)

堀 場 信 吉

私は今日「膠質の世界」と題して 吾人が膠質(Colloid) と稱するものは如何なる範圍のものか、又そのものが如何に吾人の日常生活に關係があり、化學工業に重要なものなるかを御話し様と思ふ。

今迄の講演は皆研究報告でありました。此の如き講演を御傾聴の化學に造詣の深い聴衆の皆様に 私の様な通俗の講演を致す事は 實に失禮と思ひます。然し私が今日此の題をえらびましたのは、次の様な理由である。

今日吾が國の化學の研究は非常に進歩した。歐米各國に比しその業績、數に於ても又質に於ても 遜色の無いまでに進歩したのであります。而して 化學の各方面の研究が盛んでありますが、其中最も等閑に附せられてゐるのは 膠質の化學の研究でなからうかと思はれます。

獨、米、佛各膠質化學の研究の専門の雑誌が出版されてゐますし、又大學には膠質化學の専門の講座があり、又専門の研究室もあります。日本に於ては未だ大學に膠質化學の研究に對して 一つの専門の講座も存在してゐないのであります。大阪の工業試験所には 膠質化學の専門の研究室がありますが、他の研究所には 見ない様であります。従つて膠質化學専門に研究する人も極めて少ない。

私自身も大學で物理化學の講座を擔當してゐる關係上 其研究の一部 膠質化學上の研究を致してゐますが、未だ専門に従事する様に周圍の事情はなつてゐません。

化學研究所に於ける私の研究室は 數年來膠質の研究並に その應用の方面を研究してゐますが、未だ開始以來日も淺く 且つ微才で 思ふだけの結果を擧げては居りません。此は實にお耻しい事です、兎に角日本に於て 化學の研究上 最も等閑に附せられてゐるのはコロイドの研究でないかと思ふ。

然かも 其のコロイドの學たるや 吾人の日常生活に密接の關係のある事が多く、且

つ各種の化學工業にも關係があり、其研究の原野も廣く且つ大である。

私は日本ももつと多くの膠質の化學の研究者が出來 専門の講座も出來 そして多くの専門の研究所も出來る事を希望してやみません。

其の意味に於て 本日はさゝか膠質に關して述べて見度いと思ひます。

一體 吾人化學の研究の對象物は物質である。物質が分子から出來てゐて 分子は原子から 原子はプロトンとエレクトロンから出來てゐる事は 今日誰れも知つてゐる事である。

分子の考は二千五百年の昔 ギリシャの Democritus が考へてゐた。此は勿論坐つて考へてゐた。立つて實驗して 學術的に實驗の材料から分子、原子の考を導いたのは Dalton と Avogadro の時からです。

近來に至つて 物理學の方面の理論的では量子論の發達から 實驗的には Spectrum の研究 X ray spectrum の研究から急激な進歩をして 原子の構造や分子の構成に就て理論的にも實驗的にも驚くべき進歩がとけられたのであります。分子の大きさの Order は一般に 10^{-8} cm 即 1 cm の一億分の一、電子は水素の分子の $1/1800$ の程度の小さいものであります。かゝる世界を 吾人は microcosmos と云ひます。

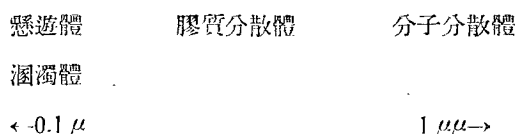
普通 吾人が實驗室で各種の物質の性質や物質間の反應の研究を致しますが、かくの如き分子や原子を一つ一つわけて取りあつかはない。分子の集團として扱つてゐます。1 gr の水をとりましたが、その分子の数は 3×10^{23} 程度の非常に多數のものを扱つてゐる。かゝる集團を 吾人は macrocosmos と云ひます。化學が macrocosmos のものを取り扱つて microcosmos の分子や原子の問題に入れるのは、其の物質間の變化を研究するからであります。物質間の變化 即ち化學反應の研究以外には 中々 microcosmos の問題には入れない。

普通 吾人の取り扱ふ物質 氣體、液體、固體 皆 macrocosmos で 氣體は microcosmos の分子が自由自在に運動してゐるもの 固體は各分子がある定つた位置を中心として運いてゐるもの 液體はその中間 皆てその macrocosmos をいかなる強力の顯微鏡で見た處で microcosmos は見えない。

現代の Science は 此の macrocosmos も microcosmos も共に非常に研究が進歩

してゐるが、比較的永く等閑にされた Dimension のものがある。其が又 吾人の日常生活に最も關係の深い Cosmos である。此がコロイドの世界である。

今一つの同體例へば金を取る。それを細分し細分して行けば つひには金の分子にまで分散せしめ得る理由である。この細分した粒子を顯微鏡で見ると。顯微鏡で見える範圍は 顯微鏡を見る光の波長の $1/2$ の大きさを限度とします。可視光線の波長は約 $800\mu\mu$ — $400\mu\mu$ の間として 假りに $600\mu\mu$ の光で見たとすると $300\mu\mu$ 以下の粒子は見えない。たとへ紫外線を用ひて寫眞に取つた處で $100\mu\mu$ 近くが限りである。 10^{-8} cm 即ち $0.1\mu\mu$ 分子の大きさの程度までには大部隔りがある。然し分散の程度に別にギャップはあり得ない。顯微鏡には見えない 然し分子分散の程度には至つてゐないものがある理由である。此の範圍が所謂膠質の世界である。(幻燈)



かくの如く分散されたものは コロイドと稱して特別の性質がある。

かく申せば かくの如き分散體は特別のものにて 吾人の日常生活には直接關係が無い様に思はれるが、實際はさうでない。分子の Order は前にも述べた如く 10^{-8} cm 即ち $0.1\mu\mu$ であるが、有機物質の分子の中には中々大のものがあつて、特に天然の有機物質にはその分子又は分子の結合體の粒子の大きさが、このコロイドの大きさの範圍の中に入つて來るものが多い。例へば蛋白質、澱粉、ゼラチン、寒天の如き 又セルローズの如き、然る時吾人の衣類、羊毛も綿糸も又紙でも木材でも皆コロイドの範圍である。

そして衣服を染める染料も分子が大きく コロイドの中に来るものが多い。其れのみか人體を構成してゐる物質は大多數コロイドである。又 吾人の食料品も又コロイドに屬し、石鹼もインクも亦コロイド、無機物質でも粘土がコロイドなれば、現代文明の建築の必需品セメントもコロイド、硝子の色つけもコロイド、グラファイトもコロイド、電燈のフィラメント タングステンもコロイドにして作る。かく數へ來れば限りがない。此の講演室も見渡す限りコロイドの世界である。

偕て かくの如く顯微鏡でも見えない小さい分散の世界も Ultramicroscope (限外顯

微鏡)ではその粒子の存在が認められる。それは太陽の光線が室内にさしこむ時 小さい埃の粒子が見える如く、又膠質溶液に暗室で強光をあたへるとチンダル効果が見える。この効果を普通の顯微鏡で見ると 粒子自身は見えなくても光つた粒子が見える。(幻燈)

これは暗夜に遠方の星の視えると同様の理由である。星は吾人の視角では見えない遠方にあるものも 星自身が光つてゐるから見える。(幻燈)

此の粒子が不規則のヒヨロヒヨロとした運動をする。Brownian Motion と云ふ。(幻燈)

此の運動は分子 Kinetic energy の表はれである。限外顯微鏡の測定で コロイドの粒子の大きさが解る。吾人の研究室で 此のコロイドのブラウン運動が 其のコロイドの光を吸収する事によつて變化する事を見出した(揚學士、歸山學士)。未だ詳細の發表はしてないが、此は分子の運動論上 重要な問題を提供するものと思ふ。又ブラウン運動は膠質溶液の滲透壓の一原因である。(コロイドの滲透壓には 非常に複雑な問題が入つて来るが) 其滲透壓も光で變る事を見出した。(馬場助手)此も又コロイドの性質に就て重要な事であるが、今は此を詳述する暇が無い。併て かゝるコロイドがある安定の状態を保ち得るは如何。粒子はブラウン運動で動き 互に衝突する。衝突すれば表面張力で粒子が集り 凝縮する理由である。然るに こゝにコロイドは一般に電荷を持つてゐる。正の電荷のものもあれば 負のものもある。(幻燈)

かく表面張力で凝固し様とする力と 電荷にて相反撥し様とする力とが平衡して ある安定度が保たれる。然し 極めて安定の系ではない電荷を 電解質のイオンでとれば凝縮する。(實驗)

又 こゝにコロイドが少しの電解質で凝固せぬものがある。ゼランチンの溶液の如きこれはアルコールで凝固させられる。ゼラチンの如きは水溶液では水化してゐる。それでアルコールで水化をのぞくと不安定となる。前者のコロイドを即ち僅の電解質の添加で不安定となるものを Lyophobic Colloid 後者を Lyophilic Colloid と云ふ。

コロイドの性質で最重要の事は Surface の問題である。今 1 cm の邊を持つ立方體を 10^{-4} の邊をもつ立方體に分割すると考へる。然る時は 10^{18} 個の立方體となり

其の表面積は百萬倍になる。表面の作用がコロイドにて極めて重要な事 此の一例で明かである。

コロイドのかくの如き性質のものであるとき、それが廣く各化學工業に關係があつて いかに重要な問題であるかが解る。よつて今此處にコロイドの特性に關して 化學工業上に現はれたる諸問題を簡單に指摘して見様と思ふ。

(1) 分散度の問題

ある工業的の藥品が出来ても 其の分散度が適當でない時 此れが實用にならない場合がある。水、油の中に懸遊體とする農業用除蟲劑の如き、又白粉のごとき その他塗料の如き 皆適當の分散度を有して始めて實用に供せられる。又顔料の如き 陶磁器の原料の粘土の如き 單に粒子の平均の大きさを知る事のみで不満足で 粒子の大きさの分配度まで知る必要がある。此れ皆コロイド化學に屬する問題である。物質を細分するには器械的方法もあるが 非常に大きい動力が必要になる。こゝに適當なる解膠作用 (Peptisation) を起さしめる物質の選擇が問題となる。又適當の保護膠質添加の必要も生じる。

又膠質は分散度によつて色を異にする。硝子の金屬による着色は此の問題である。金が分子分散では黄、コロイドの小さい粒子では赤、粒子が大きくなれば青色になる事は人の知つてゐる處である。合金の性質も亦粒子の分散が問題になる。同じ化學的組成でも その物理的性質の大に異るのは 粒子の分散度による事が多い。合金に現はれる固溶體に就ても 分子分散體と膠狀體とがある理由で これが合金の性質に大なる影響があるわけである。

(2) 吸着の問題

既に述べた如く 膠質體の粒子の表面は非常に大きいものである。その大なる表面上に配列せられてゐる分子は ある程度の不飽和の化學原子價を有してゐる理由で これが化學的の吸着を行ふ。又 膠質的微細粒子間の間隙は 毛管凝固を行はしめる多くの可能性を有してゐる。此等の性質が活性炭、シリカゲル等の吸着作用の原因で これを利用して 脱色、清澄が工業的に行はれ、又毒瓦斯の豫防や溶媒の回収に利用せられる。又工業上の色々の操作の中 染色や皮のなめし、彈性ゴムの硫化等 皆吸着作用が問題

となる。

尚ほ吸着作用が重要な役目をするのは、接觸觸媒の作用である。この接觸觸媒は現代の化學工業に極めて重要なもので、この應用によつて色々新しい工業が生れつゝある事は周知の事である。昨年の本講演會で、李博士はこの接觸觸媒の理論に關して極めて重要な研究を發表した。これ亦コロイド化學と密接の關係のある問題である。

其の他浮遊撰鑛の理論、又 減摩油の理論の如き、吸着作用並に固體表面の粘着力の問題であつて、等しくコロイド化學の問題である。

(3) 電氣的性質

コロイドの電氣滲透は、水の精製や物質の脱水に工業的に用ひられてゐる。染色の操作の中には、コロイドの電氣的性質が大に關係がある。エロゾル(瓦斯中のコロイド)の凝固には電氣的脱塵法、所謂コトレルの方法が、用ひられてゐることはよく知られてゐる。

(4) 膠質の凝固法

人造絹糸、再生絹糸はコロイドをまづ解膠して、後膠固せしめる方法に他ならない。彈性ゴムのラテックスの凝固、又鞣皮法の際など、コロイドの凝固が問題となる。

其の他食用品の化學、日常食物の調理、肉、ミルク、バター等の問題は皆膠質化學上から研究すべき問題である。

斯くの如く列記せば、コロイド化學が如何に現代の化學工業に密接の關係があり、且つ日常生活に關係の深い學問であるかが解る。

現在の吾が國に於て、膠質化學研究の不振は實際方面にたづさはつてゐる方々が、膠質化學の立場から考察すべき問題を氣づかず、色々經驗の上から研究してゐられる事も極めて多いだらうし、又膠質化學の研究者が實際上の面白い問題を知らない事が多いのでなからうかと思ふ。吾々は、今後益々膠質化學の研究が、わが國に於て盛大になる事を希望してやまない次第であります。

(本講演の終りに、化學研究所堀場研究室で研究した膠質化學の立場から作つた、活性炭の性能、新しく特許を得た金屬オルガノゾル、鹽類オルガノゾルの製造法による製品、即ち新しき膠質醫藥、新船底塗料等に就て話したが、此れ等の發表は次の機會に譲ることとする)