

## 1. 3. 3 空気を分離する方法

## 1. 3. 3. 1 主な分離法

産業用の酸素ガスや窒素ガスは、合成や分解によって作られるのではなく、空気を分離することによって作られており、その方法は、電気化学的な反応ではなく、気液平衡という物理化学的な性質を利用した蒸留分離、あるいは、吸着材がガス分子を選択的に吸着する性質を利用した吸着分離で行われている。

表 1-3-5 に、主な 3 種類の工業的空気分離法と製品の関係を示す。

なお、酸素、窒素、アルゴンの順に並べているのは、産業ガス分野で取り扱いが始まった順序で、口語的には、酸素・窒素・アルゴンと続けて言われることもある。

酸素の製造装置、窒素の製造装置があり、酸素と窒素を同時に生産するのは深冷分離法だけである。

表 1-3-5 工業的空気分離の方法（製造プロセス）

製品	酸素	窒素	アルゴン	主な用途・備考
吸着分離法 (PSA 法)	○	○		小型装置、燃焼用、医療用 小型装置、船舶用
膜分離法	○			医療用小型酸素濃縮器、 GTL 用酸素富化膜
		○		小型窒素発生装置
蒸留分離法 (深冷分離法)	○			小型装置
		○		半導体産業用窒素製造装置
	○	○		中型空気分離装置
	○	○	○	中大型空気分離装置、鉄鋼、 化学

吸着分離法には、主に 2 種類の方法があり、ひとつは平衡吸着量の違いを利用してひとつの成分を濃縮する方法で、吸着されにくい成分あるいは吸着されやすい成分を濃縮する方法であり、もうひとつは、平衡吸着量はあまり変わらないが、吸着速度が異なることを利用した方法である。

平衡吸着とは、ある分圧のガス分子が吸着材に一定の量、吸着されて平衡

になっている状態であり、その時のガス分子の吸着量はガス種、吸着材、温度によって決まる。一般的には、一定温度で分圧を変えていった時の平衡吸着量を吸着等温線として示して吸着材とガスの物性としている。

たとえば合成ゼオライトは、窒素分子をよく吸着するので、これを利用して窒素や酸素の濃縮ができる。

吸着分離法では、吸着材に一旦吸着されたガス分子を追い出して吸着材を再利用するが、これを「脱着」と呼び、圧力を高くして吸着、圧力を低くして脱着を行うと、吸着材が繰り返し使用できるので、これを繰り返して吸着分離を行う方式であるため、圧カスイング法（プレッシャー・スイング法、pressure swing adsorption、PSA）と呼ぶ。産業ガスの業界では、通常、PSA法あるいは単にPSAと呼ぶ。なお、省略形が短く、一般的には、PSA検査やフランスのPSA（ブジョー・シトロエン・グループ）の方が知られているため、検索する時は「PSA吸着法」「PSA方式」などとするとよい。

PSA法には、成分による平衡吸着量はあまり変わらないが、吸着速度が異なる性質を利用して吸着と再生の切り替え時間をうまく選んで製品を濃縮する方法がある。

たとえば分子ふるいカーボン（CMSまたはMSC）は、空気中の酸素を吸着する速度が窒素を吸着する速度よりも速いため、これを利用して窒素ガスを濃縮することができる。

PSA法以外の再生方法には、TSA法（thermal swing adsorption）がある。これは、吸着時よりも脱着時の温度を上げて再生を行う方法である。一般的に、温度が高い時の方が、温度が低い時に比べて飽和吸着量が小さいため、吸着材の温度を上げると一旦吸着したガスが放出（脱着）され、再使用が可能になる。脱着成分を追い出すために「再生ガス」が必要となる。

加熱と冷却に時間がかかるので、吸着量が大きく、吸着時間が長い場合に用いられる。空気中の水分や二酸化炭素を除去する装置などガスの予備精製に用いられることが多い。

膜分離法は、分離膜を隔てた上流側と下流側のガス成分の分圧の差を利用して、膜の選択性を利用して分離を行うものであるから、いずれかひとつのガスの濃縮にしか使用できず、また上流側の分圧が下流側の分圧に近づくとそれ以上分離ができないため、収率や製品純度に制限がある。

原料空気を中空糸の中に流し、水分、二酸化炭素、酸素などが膜を通して二次側に透過、出口側で窒素が濃縮されるという装置が実用化されている。

完全な選択性はなく、アルゴン、メタン、一酸化炭素などが透過しにくいいため、比較的純度の窒素（95～99.9%）の製造に用いられている。

深冷分離法は、蒸留法を用いる。

設計によっては、空気を窒素、酸素、その他の排ガス（廃ガス）の3に分けることができるので窒素と酸素を同時に生産できることが特長である。

深冷分離法では、少しプロセスは複雑になってくるが、アルゴンを分離濃縮する蒸留プロセスも追加できるため、酸素製造装置、窒素製造装置、酸素と窒素を同時に製造する装置、酸素と窒素とアルゴンを同時に製造する装置とすることができる。

蒸留が行われる運転条件では、原料空気に含まれる水分や二酸化炭素が凝固してしまうため予め除去する予備精製あるいは「前処理」が行われる。前処理には吸着法が用いられるのが一般的なので、深冷空気分離装置は、厳密には吸着分離と深冷分離を組み合わせたプロセスである。

PSA 法、膜分離法、深冷分離法のいずれも、空気を原料とする空気分離装置であるが、歴史的な経緯もあって、深冷空気分装置だけを「空気分離装置」と呼び、吸着分離装置は、「酸素 PSA 装置」、「窒素 PSA 装置」、膜分離装置を「窒素分離膜モジュール装置」と呼ぶことが多い。

### 1. 3. 3. 2 蒸留分離と気液平衡

酸素は、水の電気分解ではなく空気の蒸留分離で製造されている。

しかし、ここまで分かっている、この先に、しばしば大きな誤解が生じることがある。

「沸点差で分ける」、「沸点の違いで分ける」、「液体空気を作ってこれを分離して液体酸素と液体酸素に分ける」、等といった実際の空気分離の仕組みとは異なる説明を見かけることがある。確かに、最初に空気の蒸留分離が行われた時、わずかな量の液体空気が製造され、それを原料として酸素が製造されたが、それは実験室規模のごく少量の生産、まだ空気の中に窒素と酸素の他に何が入っているのかを調べていた時の話である。およそ 120 年前、酸素や窒素が工業的に生産されるようになってからは、液体空気を原料としているのではなく、気体の空気を原料として気体の酸素と窒素を製品として取り出すのが、空気の蒸留分離である。比較的、正確と思われるウィキペディア日本語版ですら、「液体空気を分留して液体酸素と液体窒素に分ける時に

アルゴンが製造される」(2015年8月現在)とあり、工業的なアルゴンの製造方法を正しくは説明していない。

実際の空気分離は、気体の空気を原料に、混合物(空気)の気液平衡を利用しているが、これを簡単に説明するのが難しいと感じ、酸素や窒素の沸点の違いで説明しようとする人がいる。このような説明も、状況によっては、やむを得ないと思うこともあるが、さすがに酸素と窒素の「沸点差」で分けるというのでは、気体混合物の液化の仕組みや空気分離のプロセスを誤解させる。ひどい説明であり、これを Gas Professionals が行くと、根本的に間違った説明が広がることになる。

圧力 1atm の時の酸素の沸点が 90K、窒素の沸点が 77K であるが、この二つの物性値の「沸点差」13K には物理的な意味がなく、これを利用することもできなければ、これで分離の仕組みを説明することもできない。酸素や窒素だけでなく、異なる物質の「沸点」を引き算することはできない。

物質によって沸点が異なるという物性、「沸点の違い」は、昔から知られており、おそらく混合物になった時にも、低沸点のものの方が蒸発しやすいのではないかと考えると、なんとなく分離できそうなので「沸点の違い」を利用する分離の説明はありうと思う。石油の蒸留塔の説明では、しばしば、沸点の違いによる説明をみかける。「沸点差」というありえない言葉でごまかしていないだけ、まだ真面目に説明していると思う。それぞれの物質の沸点が異なるからといって、それが混合物の分離に利用できる訳ではなく、全く分離できない場合もあるので、正しい説明ではないが、混合物中の沸点が低い成分「低沸成分」は、沸点が高い成分「高沸成分」よりも気相中に濃縮しやすい傾向があるので、あながち間違っているとは言えない。

「蒸気圧の違い」を利用するという説明は、もう少し正解に近いと感じるが、実在する物質の説明としては正しくない。理想溶液に関する「ラウールの法則」があり、これは「混合溶液の各成分の蒸気圧は、それぞれの純液体の蒸気圧と混合溶液中のモル分率の積で表される」というものである。同じ温度の窒素の蒸気圧は酸素の蒸気圧よりも高いので、ラウールの法則が成り立てば、混合液体の蒸気は、蒸気圧比で分配されるということになり気相中の窒素濃度が高くなり、これを利用して蒸留分離ができる。しかし液体空気は、理想溶液ではなく、低温空気も理想気体ではないので分圧という概念も成り立たないので、ラウールの法則の適用外である。

液体窒素が「速く蒸発」し、液体酸素は「蒸発が遅い」とするという説明も気液平衡の説明としては間違っている。蒸発が速いか遅いかは、周囲の環境との間の熱の移動に伴う輸送現象の結果である。それぞれの物質の物性が異なり、伝熱、物質移動の結果、蒸発する速度に違いが生じている。混合物である液体空気を放置すると、窒素が速く蒸発し、残った液体中には酸素が濃くなっていくが、蒸発の速度が気液平衡を説明しているのではなく、気液平衡と物質移動の結果、濃縮が進むのであって、原因と結果が逆である。これで蒸留分離や気液平衡を説明することはできない。

空気が蒸留によって分離できるのは、気体と液体が共存し平衡にある時、気液の組成が異なるという性質(物性)「気液平衡」が利用できるからである。

ある物質が気体あるいは液体の状態にある時、分子の状態は、分子間力を用いて説明されなければならない。したがって、窒素ガスであれば、窒素-窒素の間の分子間力、酸素ガスであれば、酸素-酸素の分子間力で説明され、液体窒素中の窒素、液体酸素中の酸素も同じように分子間力で説明される。

空気は、酸素-窒素-アルゴンの混合物であり、それぞれがある濃度で含まれているものを全てを「空気」と呼んでいる。大気の最下層にある空気(対流圏)は、酸素が21%、アルゴンが9300ppm、残りが窒素と大まかに組成が決まっているが、空気の蒸留装置の中の空気は、酸素の濃度がゼロに近いところから純粋な酸素に近いところまで様々である。空気の中の酸素分子の周りには、同じ酸素分子があることも、窒素分子やアルゴンがあることもある。気体が液体になるということは、分子間力が大きくなって、分子が動きにくくなる状態であるから、空気が液化するときの分子間に働く力は、窒素分子、酸素分子、アルゴンが交じり合った状態での相互作用である。したがって、窒素だけ、酸素だけの気体の分子間力と空気の分子の分子間力は全く異なっているということが理解できる。たとえば、液体窒素中の窒素分子と液体空気中の窒素分子では、その周囲にある分子が異なり、挙動が全く異なるので、液体空気は液体窒素の物性を受け継いではいない。1atmの窒素ガスは、77Kにならないと液化しないが、空気は、これよりもはるかに高い温度で液化し、その液体空気の中には、窒素分子も含まれている。

要するに、空気を液化してできるのは(平衡組成を持つ)液体空気であって液体酸素ではない。もし、空気を冷却した時に窒素に関係なく酸素だけが液化するのであれば、非常に簡単に酸素が製造できるので今のような空気分離装置は必要ない。

非常に困ったことに、高校の理科や大学の実験テキストなど、それなりにまともな教育現場でも、「空気を冷やすと酸素だけが液化する」という説明を見かけることがある。

「沸点」という専門用語を使っているため「沸点差で分ける」という説明は、もっともらしく聞こえてしまい、「沸点差」という専門用語があるかのようであるが「化学工学用語事典(1967年版)」にはそのような項目はない。「沸点差」は、「マイナスイオン」のような販売を目的として造られた言葉ではないが、いかにもありそうな造語である点は似ている。流通してしまうと、誤解を解くのはとてもやっかいである。

気液平衡は、熱力学における平衡のひとつであり、気体と液体が共存して平衡状態にある時に、気相と液相では組成が異なるという現象が多いということがよく知られている。これを利用して目的成分を分離濃縮するのが蒸留(蒸留操作、蒸留分離)である。

一般的には、「純物質の沸点が低い方が混合物中에서도蒸発しやすく」、「純物質の沸点が高い方が混合物中에서도液化しやすい」傾向にあるので、それぞれ「混合物中の低沸成分」、「混合物中の高沸成分」と呼ぶので、蒸留とは、混合物を沸点が異なることを利用して分離する操作であるという説明が多くなる。しかし、系とその条件によっては、気液平衡状態において気相と液相の組成が等しくなる「共沸」という現象も知られている。

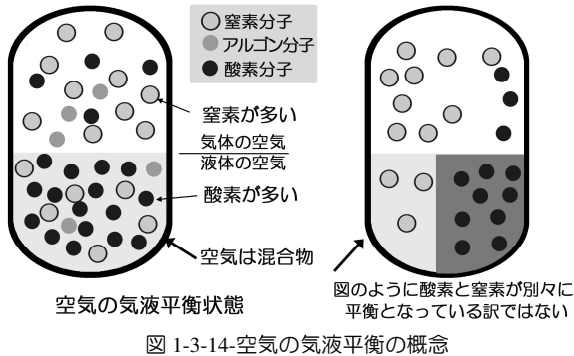
よく知られる例では、水-エタノール系がある。標準気圧における沸点は、水が100℃、エタノールが78.3℃であるから、エタノールの方が「蒸発しやすい」と思われるが、ある濃度になると液相中と気相中のエタノールの濃度は等しくなる。蒸発しやすいはずのエタノールと蒸発しにくいはずの水が同じ挙動を示すため、それ以上の濃縮ができなくなり、96wt%以上のアルコールを含む蒸留酒は製造できない。水-塩化水素系にもこのような混合物があり、これらは共沸混合物と言われ、各成分の沸点が異なっているにもかかわらず、蒸留では分離できない。

「気液平衡」は、熱力学で取り扱われるが、化学工学(蒸留工学)のテキストでもよく取り上げられるので、用語としてはよく知られている。しかし、実務的には、蒸留装置の設計者や物性の研究者でなければ、気液平衡の詳細まで知る必要がないため、工業一般では、あまり議論されることはない。

ここでは、空気の場合について、考え方を示すことにする。

図1-3-3-1に、気液平衡の概念を示す。容器の中に液体空気と気体空気があ

り、平衡状態にあるとする。厳密な相平衡を定義するには、化学ポテンシャルあるいはフガシティ（実在気体を取り扱いやすくするために導入する仮定の圧力）で表現しなければならないが、ここでは、「系全体の温度、圧力が等しく、気液の量、それぞれの組成が変化しない、熱力学的な平衡状態」にあるとする。



分子は運動しており、液体は蒸発し、気体は液化しているが、それぞれが等しく釣り合っているため、見かけ上は何の変化もない「平衡」状態にある。

実際の容器では、容器の上と下では圧力が異なり、温度も一樣になることはほとんどないので、気液が接触しているところ（気液界面）だけを気液平衡と考えるのが正しいが、ここでは、容器全体が同じ温度、圧力、平衡であるとする。

なお、実際の低温液化ガスの貯槽では、容器の上部と底部は圧力が異なり、この圧力差を用いて液面の高さを測定している（液面計の実体は差圧計である）。

図の左側の容器が、正しい気液平衡の様子を示している。図中の分子の数が密度を表しており、気相の方が液相よりも密度が小さいので分子の個数が少ない。図中の各分子の個数の割合が濃度を表しており、気相中に窒素が、液相中に酸素が濃縮している。

空気の各成分の標準沸点は、窒素 77K、アルゴン 83K、酸素 87K であるが、これらの混合物である空気の場合、各成分はこの順に蒸発しやすい。窒素が最も蒸発しやすく、酸素が最も蒸発しにくくアルゴンはその中間になる。ここで、「窒素の方が蒸発しやすい」というのは「気相中の窒素濃度が高くなる」という意味である。

右の図は、（同じ温度の）酸素と窒素が別々に平衡になっていて、それぞれ

の蒸気圧が異なる様子を示しているが、正しくは左の図のように、混合物である空気の各分子の周りには、空気を構成する分子があり、混じり合っている。右の図のように窒素と酸素が別々に存在するのであれば、混合物ではないし、そもそも分離する必要がない。

空気の気液平衡では、特定の成分が選択的に蒸発したり凝縮したりして濃度が100%になることがないので、それぞれ目的の濃度の製品を得るために、気液平衡を何度も利用しており、これを蒸留塔（蒸留装置）と呼んでいる。空気の場合、気相と液相の組成が全く同じになることはない（共沸混合物を作らない）ので、蒸留塔の片側で酸素が、反対側で窒素が高濃度に濃縮される。計算上は無限に長い蒸留塔があれば100%に濃縮される。

アルゴンは気相中に濃縮される場合と液相中に濃縮される場合がある。したがって、蒸留塔の中間部で気相中にも液相中にも濃縮されない点があり、濃度のピークが生じ、高濃度のアルゴンは得られない。別途アルゴン濃縮専用の蒸留塔があり、詳しくは後述する。

ここで、気液平衡を考えないで、「沸点差や沸点の違いで分けることができる」と考えると、図1-3-13のような空気の冷却による空気分離法にたどりつくという例を示す。30年位前の日本の特許公報にあった「新しい空気分離プロセス」の発明を思い返して図にしてみた。

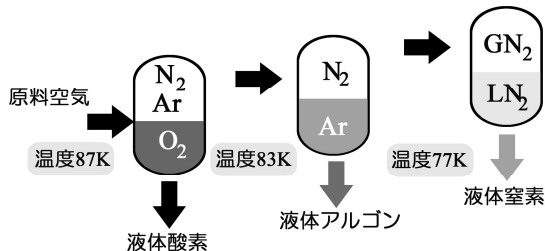


図 1-3-15-気液平衡を考えない「沸点の違いを利用した空気分離」

発明者の主張は、次のようなものである。

酸素の液化温度（沸点）は（大気圧で）87K であるから、空気を冷やしていくと、この温度で「酸素が液化」し液体酸素ができるので、この液体を分離すれば酸素が得られる。この時、気相中には窒素とアルゴンがあるが、それぞれの沸点は 83K と 77K なので「液化はしない」。その気体をさらに冷却すると今度は 83K でアルゴンが液化して分離される。これによって酸素とアルゴンが分離され、残りが窒素となる。従来の空気分離では大きな蒸留塔を



必要としたが、精密な温度制御によって容易に空気が分離できるようになる、というものである。発明者は、世界ではじめて空気を分離したという発明を主張するのではなく、従来技術である空気の蒸留分離装置を引き合いに出し、従来技術である空気分離装置は巨大で複雑で効率がよくないものであり、この発明はそれを超えるものであると主張している。誰も勘違いや間違いはあるが、従来技術である蒸留塔を否定し、気液平衡という概念を無視した特許であったためよく覚えている。誰も異議を申し立てしなかったが、その後、実用化されたという話しも聞かない。この例を示したのは、このような発明を申請した発明者を非難しているのではなく、少なくともガス屋（Gas Professionals）であれば、このような間違いはしてはならないということを示したためである。この発明は、蒸留という技術や空気分離という産業そのものを否定しているようにみえる。

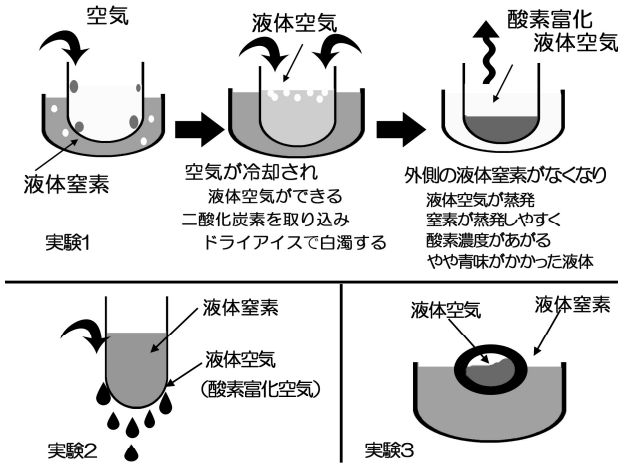
一方、物性が大きく異なり、沸点や凝固点が極端に異なる系では、これに近いことが起こる。たとえば、空気を冷却していけば、空気中の水蒸気は、ほぼ選択的に結露し、さらに温度を下げると凝固して氷になり（約 273K）、分離・除去することができる。さらに、空気の温度を下げると、二酸化炭素が昇華（固化）する（約 195K）のでこれも除去することが可能である。この時、空気に含まれる他の成分、酸素や窒素は、水や二酸化炭素とは物性が大きく異なるため、厳密に空気の成分と水分との間の平衡を考慮しないのが普通である。水や二酸化炭素の液化、昇華はほぼ選択的に起こる現象と考えることができる。

昔の深冷空気分離装置では、原料空気中の水分と二酸化炭素を蒸留装置の前で予め除去するための装置（前処理装置という）に冷却・除去法を採用していた。蓄冷器方式あるいは可逆式熱交換器方式の前処理である。原料空気を熱交換器で冷却する過程で熱交換器の伝熱面に水や二酸化炭素が選択的に凝固し、氷やドライアイスができるので、この現象を利用して予備精製を行うものである。昔はこの方法でも十分であったが、水分や二酸化炭素を完全には除去できないこと（氷やドライアイスの蒸気圧が残る）や、熱交換器の再生に用いる再生ガスのロスが大きく製品量の制約があることなどから、空気分離装置により高性能（低減単位、高収率、高純度）が要求される現在では、効率のよい吸着方式の前処理に全て置き換えられている。

空気の気液平衡をもう少し考えるために、図 1-3-16 のような液体窒素を使った理科の実験を考える。

実験 1：液体窒素を容器にいれ、その中にもうひとつの空の容器を置く。

液体窒素の容器は開放されているので、窒素は、ぼこぼこと沸騰し、大気圧であれば、温度は、およそ77K になっている。周囲は普通の空気なので、中の容器の内側には水滴のようなものがつき、徐々に液体が溜まっていく。これが「液体空気」である。液体酸素は薄い青色であるが、液体空気もわずかに青く見えるかも知れない（濃度による）。この時、空気中の二酸化炭素が取り込まれ、固化しドライアイスになるので、液体窒素も液体空気も白く濁る。



液体窒素を使った「理科の実験」の例

液体窒素の周囲では簡単に液体空気ができてしまうので注意!

図 1-3-16-液体窒素を使った「理科の実験」

外側の容器の液体窒素が蒸発して減ってくると中の液体空気も外気によって加熱され蒸発していくが、この時、窒素の方が多く蒸発し、早く減り、残った液体空気の酸素濃度が徐々に高くなっていく。

この実験によって体験できるのは、空気も低温になれば液体になるということ、できた液体空気に少し色がついたように見えたら、おそらく液体酸素は青いであろうと想像できること、二酸化炭素は固化してドライアイスになること、などである。

実験2：これは、アルミ缶に液体窒素を入れ、周りの空気が冷やされて液滴ができるという実験である。この液滴に火のついた線香を近づけて勢いよく燃えるという実験であり、液体空気も酸素のような支燃性があるということが分かる。

高校の理科の実験を紹介するウェブサイトにも、この実験で空気中の酸素が液化して液体酸素ができるという記述があった。しかし空気が液化してできるのは液体酸素ではなく液体空気である。

この実験は、前述の閉じた系での気液平衡ではなく、周囲の空気との間の物質移動や伝熱を伴う現象であるから、できた液体空気の組成を予測するのは簡単ではないが、可燃物が非常に燃えやすくなっているため、おそらく酸素濃度は30%程度になっていると想像する。

空気中の酸素が選択的に液化するというのではないので、この方法では酸素富化液体空気はできるが、液体酸素は作れない。前述のような特許出願ともなるとさすがに珍しいが、空気が冷えると酸素が選択的に液化している人は、時々いる。「液体窒素を満たした冷却トラップを大気開放のまま放置すると、液体酸素がたまる」といった説明をみかけることもある。空気が冷却されてできる液体は、液体空気であって液体酸素ではない。結露した液体が酸素であるという証拠を見たことがないが、不正確というよりも完全な嘘であり、混合気体の液化や空気の気液平衡のことを全く理解していない実験である。

実験3：これは液体窒素の中に風船を入れると、風船がしぼんでしまい、中に液体空気が出来るという実験である。温度が下がると気体の体積が小さくなるということと、空気も液体になるということを示す実験である。ただし、液化温度領域は理想気体から大きく離れるので、シャルルの法則の説明には使えない。

これらの実験が示しているのは、低温にすると空気も液化するということが重要であって、空気を液化して液体酸素を作るということではない。

気体の液化や気液平衡に関する誤解を説明するために紹介したが、このような実験を推奨している訳ではなく、液体窒素を取り扱っているときに、液体空気ができてしまうことがあるので十分に注意してほしいということを伝えたい。

技術開発現場や実験室では、液体窒素が使用されることが多い。液体窒素は比較的入手が容易な寒剤としてよく利用されているが、安全上守るべき基本的な注意点を述べる。

1 つめは凍傷である。液体窒素や液体空気のような低温の液化ガスは、粘度や表面張力が小さく、繊維に浸み込みやすく布製の手袋は危険である。作業には革製の手袋が必要である。液体窒素は比熱が小さいため、触れてもあまり危険ではないと思われがちであるが、絶対に触れてはならない。目や皮膚

を凍傷から守るための防具は必要であり、われわれの現場でも、デュワー瓶に液体窒素を充填する時は、シールド付のヘルメットと革手袋の使用を義務付けている。

2 つめは、酸欠である。液体窒素は周囲が室温であれば、常に沸騰・蒸発している。蒸発直後の窒素は、まだ温度が低く、周囲の空気よりも重く、空気とよく混ざっていないので、局所的に酸素欠乏空気が発生することがある。蒸発しているところを覗き込んだり顔を近づけたりしてはならない。狭い実験室で使用する時は、酸欠の危険があるので酸欠モニターが必要である。特にエレベータのような狭い密室に液体窒素を持ち込むことは非常に危険である。容器の転倒や停電による不測の閉じ込めなどのリスクを考えると、液体窒素の容器持ってエレベータに乗るのではなく、面倒でも、載せる階と降ろす階の外に人が立ち会い、人は同乗しないようにすべきである。

3 つめは、液体空気の持つ高い支燃性に注意することである。高濃度酸素が持つ高い支燃性とその危険性はよく知られているが、液体空気は酸素富化空気になりやすく、放置しておけば酸素濃度が高くなるので、支燃性に関しては、高濃度酸素と同等に扱うべきである。

酸素を取り扱う時の器具は十分な脱脂が必要であり、ゴム、ビニール、プラスチックなどの可燃物との接触は避けなければならない。これはガス屋の常識であるが、液体空気も危険性としては、酸素や液体酸素とほぼ同じものだと考えておいた方がよい。液体窒素のまわりには液体空気ができる可能性が高い、入手が容易な液体窒素であるが、中途半端な知識で取り扱うのが最も危険である。

カール・フォン・リンデは、火薬の材料不足を補うために液体酸素爆薬(LOX、Liquid Oxygen eXplosive)を発明し、これは50年ほど前までは鉱山で使用されていたが、取扱いが難しいため今は使われていない。液体酸素は、使い方によっては爆薬の代わりもなるものである。簡単に取扱うことができる安全な物質ではない。専門知識と十分な準備、安全に配慮した取扱いが必要である。現在では、液体酸素を供給源とする医療用酸素供給装置が開発され手軽に利用できるようになっているが、これはガソリンで動く自動車が普及しているのと同じようなもので、物質としては安全なものでも、安全な装置で正しい取り扱いがなされれば、日常生活の中で使えるということである。ガソリンをコップに入れて机の上に放置する人はいないと思うが、液体酸素もピーカーに入れて放置できるほど手軽なものではない。