

## 4. 危険物（ガス）・ドライアイス

### 4.1 一般的心得

近年、特殊材料のガスが使用され、それらの中には爆発性や毒性の強いものが多い。ここでは基本的な危険ガスの取扱いについて述べる。しかし、爆発性や毒性などがない安全であると思われる窒素ガスなどの不活性ガスによる酸欠事故の報告もあるので、併せて不活性ガス・液化ガスおよび都市ガス等の取扱いについても述べる。

ガスの分類としては以下ようになる。

1. **爆発性ガス**：可燃性ガスと支燃性ガスの混合ガス。シラン類、アルキルアミン類、金属水素化物、有機金属などのガス。これらは空気との混合だけで爆発する。
2. **可燃性ガス**：水素、一酸化炭素、アンモニア、硫化水素、メタン、プロパン、都市ガスなど
3. **支燃性ガス**：空気、酸素、オゾン、塩素、一酸化炭素、二酸化窒素など
4. **不活性ガス**：窒素、二酸化炭素、ヘリウム、アルゴンなど。これらはそれ自身は無害であるが、酸欠を起こす危険性がある。
5. **液化ガス**：液体窒素、液体ヘリウム、ドライアイスなど。これらは凍傷、酸欠に注意する。
6. **有毒ガス**：塩素、フッ素、塩化水素、硫化水素、シアン化水素、アルシン( $\text{AsH}_3$ )、ホスゲン、シラン類、オゾンなど。
7. **腐食性ガス**：塩素、塩化水素、オゾン。これらは金属、ゴム、プラスチックなどを腐食する。

### 4.2 爆発性ガスの取扱い

1. 可燃性ガスと支燃性ガスがある割合で混合すると爆発ガスになる。空気との混合が一般的であるが、その爆発限界を別表 4.1 にまとめてある。混合ガスを使用するときはそれぞれの混合限界を調べておく。
2. 混合ガスの爆発の発火源には裸火だけでなく、加熱、静電気火花、衝撃、微粉金属などがなるので留意する。
3. 室内の換気には注意し、ガスが漏れた時でも爆発限界に入らないように留意する。
4. 特殊ガスを取り扱う場合は性質を調べたり、経験者に相談する。

### 4.3 可燃性ガスの取扱い

可燃性ガスを扱う場合、爆発を防止するには、以下の2条件を守ることが必要である。

1. 燃焼性混合ガスの組成が爆発範囲（別表 4.1 参照）内に入らないようにすること。
2. 発火源（裸火）電気火花、静電気火花、煙草の火、金槌等による衝撃火花、摩擦、高

温表面からの熱放射等）に接触しないようにすること。

別表 4.1 主なガスの空气中爆発限界（1atm, 常温）  
（数字は可燃性ガスの体積％）

ガス	下限界	上限界	ガス	下限界	上限界
アセチレン	2.5	81.0	硫化水素	4.3	45.0
ベンゼン	1.4	7.1	水素	4.0	75.0
トルエン	1.4	6.7	一酸化炭素（湿気あり）	12.5	74.0
シクロプロパン	2.4	10.4	メタン	5.0	15.0
シクロヘキサン	1.3	8.0	エタン	3.0	12.4
メタノール	7.3	36.0	プロパン	2.1	9.5
エタノール	4.3	19.0	ブタン	1.8	8.4
イソプロピルアルコール	2.0	12.0	ペンタン	1.4	7.8
アセトアルデヒド	4.1	57.0	ヘキサン	1.2	7.4
エーテル	1.9	48.0	エチレン	2.7	36.0
アセトン	3.0	13.0	プロピレン	2.4	11.0
酸化エチレン	3.0	80.0	ブテン-1	1.7	9.7
酸化プロピレン	2.0	22.0	イソブチレン	1.8	9.6
塩化ビニル	4.0	22.0	1,3-ブタジエン	2.0	12.0
アンモニア	15.0	28.0	四フッ化エチレン	10.0	42.0
二酸化炭素	1.2	44.0			

#### 4.4 支燃性ガスの取扱い

支燃性ガスとは、他の物質を燃焼させることができるガスのことをいい、このガスを扱う際には、次の事項に注意する必要がある。

##### a. 酸素ガス・空気

1. 空気中に比べ酸素中では爆発限界（特に上限界）が広がる。
2. 酸素ガスは油、油脂、有機物の断熱材などと接触すると発火する危険性がある。
3. 液化酸素の取扱い時は、防護眼鏡および凍傷防止のための革手袋を着用すること。
4. 液化酸素が衣服に触れると、液状やガス状の酸素が衣服にしみ込むので、煙草や火気に近づくと着火することがある。
5. 液化酸素が衣服にかかったときは、できるだけ早く衣服を脱ぎ、皮膚を凍傷から守ること（液化酸素の時も同様である）。

##### b. ハロゲンガス

塩素、臭素、フッ素等のハロゲンガスは支燃性があり、例えば塩素と水素、塩素と炭化水素（メタン、エチレン、アセトン等）ガスは爆発性混合ガスをつくり、激しく反応して爆発を起こすことが多く、点火はもちろん、日光の照射によっても爆発的に反応するので注意する必要がある。

#### 4.5 不活性ガスの取扱い

不活性ガスを取り扱う際、次の事項を注意する必要がある。

1. 大量のガスを取り扱う場合には酸欠に注意すること

大気中の酸素濃度は 21%であるが、酸素濃度の低下に伴って次のような症状が表れる。

- 18%以下 : 頭痛やめまいが起きる。
- 15%以下 : 酸欠状態となり意識がなくなる
- 7%前後 : 短期間で意識不明・呼吸停止となる。
- 0% : 一息で意識不明

##### 酸欠者を発見したときの対処

救助者も酸欠になる二次災害を念頭に置いて適切な判断が要求される。まず、大声で人を呼び、呼吸を止めて酸欠者を屋外に引っ張り出す。酸素マスク等の使用を必要とする場合もある。酸欠の危険がある施設では酸素マスク、酸素濃度計を設置する。

2. 二酸化炭素は空気より重いから、地下室に貯蔵するとガス漏れにより窒息を招きやすい。

#### 4.6 液化ガスの取扱い

液体窒素および液体ヘリウム等の寒剤は、火傷や急激な膨張による爆発、窒息等の重大な事故につながる恐れがあり、その使用に関しては十分な注意が必要である。以下に、低温液化ガスを取り扱う際の一般的注意事項を挙げる。

取り扱いの際は、地域連携推進センター低温室主催の寒剤利用講習会を受講しなければならない。

表1 寒剤の主な性質

	$^3\text{He}$	$^4\text{He}$	$\text{N}_2$	$\text{O}_2$
沸点(K)	3.19	4.21	77.35	90.19
融点(K) He 以外は 1 気圧	3.2 28.9 気圧	4.2 150 気圧	63.14	54.36
液体密度(g/cc)	0.059	0.13	0.81	1.14

##### 1. 酸欠

窒素ヘリウムともに無味無臭であるため、部屋にガスが充満しても気づきにくく、少量の寒剤でも窒息の危険がある。このため、寒剤を利用するときはドアを全開に開けるなどして、換気すること。

エレベーターや自動車での運搬は非常に危険であるので、同乗しないこと。

## 2. 低温火傷（凍傷）

凍傷は通常の火傷より深部の組織まで破壊（直りにくい）される。特に目などの弱い器官への影響は重篤である。

寒剤を取り扱うときは革手袋や安全めがね等を装着すること。軍手などの布製の手袋は液がしみ込み危険である。特に靴下等、衣服に寒剤が接触した場合はすぐに脱ぐこと。

## 3. 爆発

### a 寒剤の気化による爆発

容器を密閉状態で放置すると、気化したガスで圧力が上昇し容器の爆発事故につながる。

容器を密閉状態で放置しないこと。

表2 液化ガスが気化したときの膨張率

He	700倍	N <sub>2</sub>	647倍	O <sub>2</sub>	797倍
----	------	----------------	------	----------------	------

### b 酸素による爆発

液化窒素を開放容器で使用する場合、酸素(90K)は酸素(77K)よりも沸点が高いため、容器内で窒素と酸素が置換される。これを防ぐためには容器の口に逆止弁を取り付ける、アルミ箔で覆うなど空気と触れないようにすること。容器付属のふたがあればそれを使用する。

### c 空気中の水分による閉塞現象

液体ヘリウムを注入すると液体窒素が冷却され、外部の空気と水分が液体窒素表面で凍結する。その結果液体窒素の気化を妨げ、閉塞状態になり爆発する。また、ヘリウムの出口を回収系につないでおかないと、液体ヘリウムの上に氷が張る危険性がある。

これを防ぐには、複数の窒素の出口のうち、1つに逆止弁、他の出口に栓をする。このことで内部の圧力を若干高め、外部からの空気の侵入を防ぐ。

## 4. 容器の取り扱い

寒剤の容器は魔法瓶のように真空断熱容器で、衝撃を受けると壊れやすいため衝撃を与えないこと。容器外側に霜がつく場合は、真空断熱層が劣化している可能性があるので使用しないこと。

常温の容器への注入、物体の投入などにおいては液化ガスの飛散、沸騰に注意を必要とする。

#### 4.7 都市ガスの取扱い

都市ガスは 0.1%の漏れでも人間が感知できるように臭い物質（一般的にはブタンチオール）が混入されている。空気より軽い（比重：0.67）ため、ガス漏れに気づくのが遅れる場合がある。ガス漏れに対する対策が必要である。

1. 安全なガス器具を使用し、古い器具やゴムホースの点検を行う。使用には注意が必要である。
2. 立ち消え安全装置付き器具を使用。また、ガス漏れ警報機の設置。
3. ガス器具の安全な使用と器具の周りの清掃。
4. 都市ガスの主成分は水素、メタンであるが、一酸化炭素（CO）も 4.4%含まれている。不完全燃焼により CO ガスがさらに発生すると危険である。また CO ガスは無色、無臭なので気づくのが遅れる場合がある。不完全燃焼には十分注意が必要である。

#### 4.8 有毒ガスの取扱い

有毒ガスは微量でも大きな事故となるので、取扱には細心の注意と別表 4.2 に示す毒性の許容範囲の知識が必要である。また、吸い込んだ場合の解毒剤・応急処置法については検討しておく。使用ガスの事前調査、中和剤、漏れ感知・警報機の設置を心がける。（2.5, 2.6, 2.7, 2.8 参照）

別表 4.2 有毒ガスの許容範囲

ガス名	許容範囲(ppm)	ガス名	許容範囲(ppm)
アンモニア	25	一酸化窒素	5
一酸化炭素	5	オゾン	0.1
二酸化炭素	5000	ホスゲン	0.1
塩素	1	リン化水素	0.3
フッ素	1	二酸化硫黄	5
臭素	0.1	アセトアルデヒド	100
酸化エチレン	50	ホルムアルデヒド	5
塩化水素	5	ニッケルカルボニル	0.001
硫化水素	10	アクリロレイン	0.1
シアン化水素	10	メチルアルミン	10
臭化メチル	15	ジエチルアミン	25

#### 4.9 ドライアイスの取扱い

ドライアイスは炭酸ガスを固化成形したマイナス 79° C の極低温の固体で、周囲から熱を奪いながら直接気化して炭酸ガスを発生する。ドライアイスを注文すると発砲スチロールの箱に入った状態で、または新聞紙等にくるまれた状態で配達される。ドライアイスが到着したらすぐに容器のまま毛布などに包んで保存し、換気の十分できる所で保管して欲

しい。保管箱の中に新聞紙やタオルなどで詰め物をするとう長持ちするが、とにかく使用する直前までドライアイスの保管箱を開けずに冷気を逃がさないようにするのが保管上のこつである。なお換気のできない室内などで保管すると、酸欠の原因になる。またビンなどの密封容器で保管すると容器が破裂して大変危険。ドライアイスを取り扱う場合には、必ず次の注意事項を守るこつ。

- (1) ドライアイスはよく乾いた軍手か厚手の保護手袋で取り扱う。素手で触れるとその箇所が凍傷を起こす危険があるので、決して直接手で触れてはいけぬ。特に濡れた手でドライアイスを直接接触するのは非常に危険。
- (2) ドライアイスは二酸化炭素を出すので、取り扱いの際の酸欠を防ぐために、実験室の窓やドアを必ず開けておくようにする。地下室や換気のない部屋では絶対にドライアイスを取り扱ったり保管したりしてはいけぬ。
- (3) ドライアイスを車で運ぶ場合にはトランクなどに入れて運搬する。運転手や乗客のいる場所に置くと酸欠の原因になる。
- (4) ビンやペットボトル等にドライアイスを入れて密閉してはいけぬ。容器が破裂して大変危険。保管には専用のコンテナ、または発砲スチロールの箱や段ボール箱が適している。
- (5) ドライアイスをはけて口の中などに入れない。またドライアイスは食品添加物ではないので、食品や飲料に直接入れてもいけぬ。さらに子供の手の届く場所には絶対にドライアイスを置かないこつ。
- (6) 不要になったドライアイスは風通しのよい場所に放置して自然消滅(気化)させる。