

高圧ガス・寒剤取り扱い安全講習会  
寒剤(液体窒素)の取り扱い

大阪大学大学院工学研究科  
技術部 安全技術Gr / 低温センター

安全講習内容

- 低温液化ガス(特に液体窒素)の取り扱い
  - 液体窒素の性質
  - 大気暴露による事故例
  - 容器の取り扱いと事故例
- 低温センターの紹介
- 寒剤利用の手引き
  - 汲み出しおよび運搬における注意事項
  - 事故例
  - 凍傷について
- その他

大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

液体窒素の性質

表 常用液化ガスの物理的諸性質

	沸 点 K	蒸 発 熱 kJ ℓ <sup>-1</sup>	液体密度 kg ℓ <sup>-1</sup>	気体と液体の 体 積 比	三 重 点 K	到達下限 K
CO <sub>2</sub> (固体)	194.7 (昇華)	236.2	1.56	790		
O <sub>2</sub>	90.19 (-183 )	300	1.14	875	54.36	~50
N <sub>2</sub>	77.35 (-196 )	161.3	0.81	650	63.15	~50
n-H <sub>2</sub>	20.40	31.6	0.07	780	13.96	~10
e-H <sub>2</sub>	20.28				13.81	
He	4.22	3.1	0.125	780		~1

大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

液体窒素 と 液体酸素



液体窒素と液体酸素

- N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>混合系 気・液相平衡

気液界面で、大気との  
長時間暴露

液体窒素が大気中の  
酸素を取り込む

酸素の濃縮液化

窒素が気化して残るのは  
液体酸素

可燃物と火種で劇的燃焼

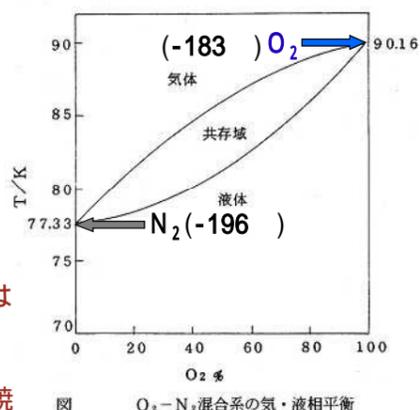


図 O<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>混合系の気・液相平衡

大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

燃焼事故について



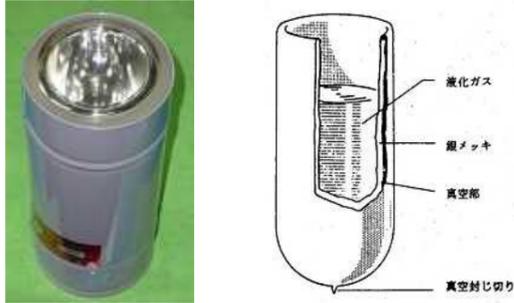
「わら」に液体酸素を含ませて点火  
衣服でも同じことが起きるかも・・・

真空ラインのコールドトラップでも爆発の例あり

大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

### 液化ガス(液体窒素)の貯蔵 1

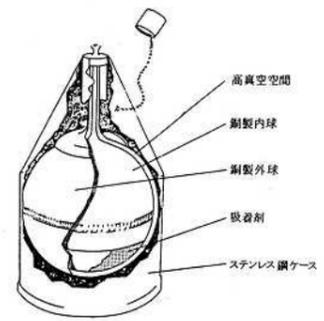
- デュワー瓶  
隙間を真空にした2重壁ガラス瓶



大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

### 液化ガス(液体窒素)の貯蔵 2

- 金属製断熱容器
  - 乱暴な扱いで真空度低下 → 蒸発量増加



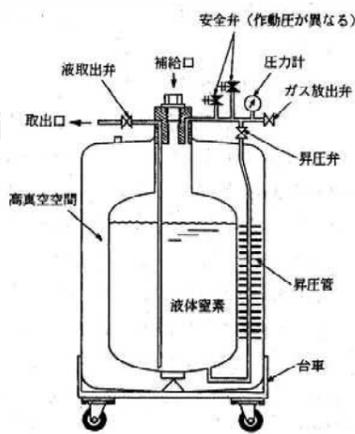
大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

### 液化ガス(液体窒素)の貯蔵 3

- 貯蔵デュワー
  - 自加圧型容器が主流  
高圧ガス容器に該当  
3年ごとの耐圧検査



液体窒素100リットル用  
で容器の重量は約80kg  
満タンなら総重量160kg



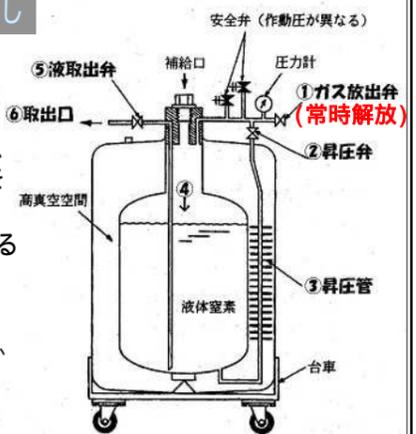
大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

### 液化ガス(液体窒素)の貯蔵 4

#### 貯蔵デュワーからの汲み出し

- 汲み出し手順
- ガス放出弁を閉じ、
  - 昇圧弁を開き、液体窒素を昇圧管に導入し気化させて、液体窒素上部空間のガスを加圧し、液取出弁を開けて取出口から汲み出しができる

- 汲み出し後は、
- 昇圧弁と液取出弁を閉じ、
  - ガス放出弁を開けて、容器内の圧力を逃がすこと
  - ガス放出弁は**常時解放**



大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全WG / 低温センター

### コールドエバポレーター(CE)の事故例

- 安全弁の元弁が閉止 → 内圧の上昇 → 爆発



破壊時推定内圧70気圧

北海道石狩町食品工場液体窒素タンク破裂事故(1992年8月28日)  
(<http://shippai.jst.go.jp> 失敗知識データベース - 失敗百選 より引用)

大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

### 低温センター (吹田地区)

- 液体窒素および液体ヘリウムの供給
- 液化ガスのプロ
- 寒剤に関する相談



大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

### 【トピック】 液体ヘリウムの値段

容器持込時： 140円/リットル  
容器なし時： 220円/リットル

**いまどきのガソリンよりも安価**

低温センターでは

ヘリウムガス → 回収高純度化 → 液化

ちなみに

市販品の液体ヘリウムのお値段は1400円/リットル以上

**液体窒素**のお値段は 45円/リットル **安価!**  
でも無駄遣いはやめて

大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター



### 寒剤利用の手引き(液体窒素) 1

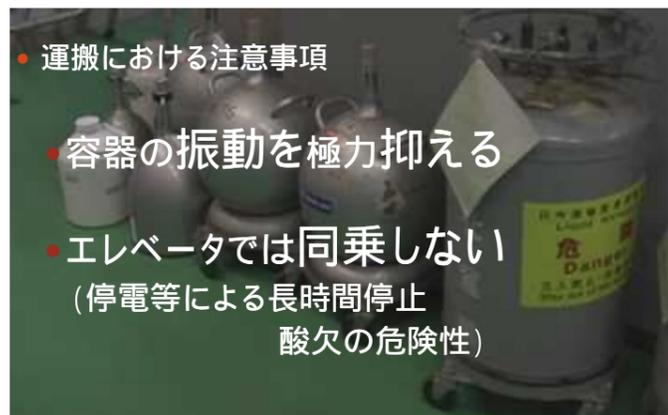
- トラブルが発生したら、  
早急に低温センター職員に連絡する



大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

### 寒剤利用の手引き(液体窒素) 2

- 運搬における注意事項
- 容器の振動を極力抑える
- エレベータでは同乗しない  
(停電等による長時間停止  
酸欠の危険性)



大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

### 液体窒素搬送用警告カード



大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

### 液体窒素の事故例 1

- 事故例  
汲み出し時にガラス製デュワー瓶が破裂  
(対策: 金属製の液体窒素用容器を使用)
- 事故例  
濡れた革手袋でバルブの開閉作業  
→ 凍傷  
(対策: 乾いた革手袋を着用する)



大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

## 液体窒素の事故例 2

事故例  
液体窒素散布 (酸素欠乏) 2名が窒息死

**H大学工学部窒息死事故(1992年8月10日)**

低温実験室(-2~-1)において、**停電**のため室内の温度を下げようとして**液体窒素**をばらまき、そのため**液体窒素**が気化して室内に**充満**し、**酸欠状態**になり呼吸不全のため助手と大学院学生の**2名**が死亡した。

**注意!**

瞬間、無酸素状態のガスを吸引  
失神 転倒 大ケガ(or 死)

大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

## 凍傷について

- 皮膚の温度が、-4以下で凍傷
- 傷害部が **赤色**、**青色**、**黒色**に変色
- 血管が傷害 → 壊疽(えそ)を生じて  
患部切断の可能性

- 自覚症状  
→ ピンが針で突つかれたような感覚  
→ しびれ  
→ 白色で冷たく硬くなり → 感覚がなくなる

大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

## 事故の対策

- 容器の取り扱い方法の熟知  
→ 蒸発気化による高圧の危険性 → 密閉しない  
→ 容器の安全弁等、安全機器の点検
- 凍傷の予防(乾いた革手袋の使用)  
→ めるま湯15分措置 → 医師の診断
- 室内あるいは窪地での酸欠事故予測  
→ 液体窒素の流出・漏洩予防  
→ **酸素計**の準備

事故が起きたら担当教職員に通報すること

大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

## まとめ(液体窒素による危険性の認識)

- 圧力 (破裂) 
- 温度  (凍傷)
- 気化膨張 (酸欠) 

- 受講の成果を実務に応用する方法
- 常用液化ガスの性質の熟知
- 先読み行動

大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

## 自分の身は自分で守る

- 特殊ガス 省略
- 特殊ガスの爆発による学生2名死亡事故
  - 利用者は教職員の指導の下、十分に**ガスの特性**や**装置の構造**を理解した上で、実験に望むように!
- 正しい情報・知識をもとに**安全に配慮された装置類**の使用 **安心して実験!**
- **自分の身は自分で守る**ことを基本に、卒論研究(大学生活の締めくくり)に取り組みを!

大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター

## 問い合わせ先

- 高圧ガス 技術部 藤谷(内線 7496:マテリアル生産科学) フジタニ
- 寒剤 技術部 牧山(内線 7985:低温センター) マキヤマ
- その他、技術的な相談  
技術相談窓口(内線 7807:技術部技術室)  
**相談受付時間 平日 13:15~17:00**

大阪大学大学院工学研究科 技術部 安全技術Gr / 低温センター