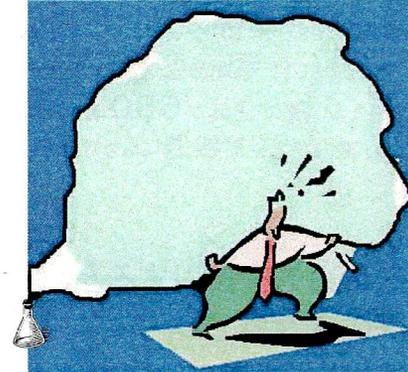


高圧ガス保安・安全講習会
寒剤(液体窒素)の取り扱い

大阪大学大学院工学研究科
 技術部 安全技術GR

液体窒素の性質

液化ガス	沸点	蒸発潜熱 kJ l ⁻¹	液体密度 kg l ⁻¹	気体と液体 の体積比	三重点 K	到達下限 K
N ₂	-196°C	161.3	0.81	650	63.15	~50



低温の液体
 ↓
 思わぬ凍傷
 気化で大きな体積に
 ↓
 閉鎖された空間で窒素が
 充満する可能性有り

2

液体窒素と液体酸素

• N₂-O₂混合系 気液平衡

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(酸素が濃縮液化)
 ↓
 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

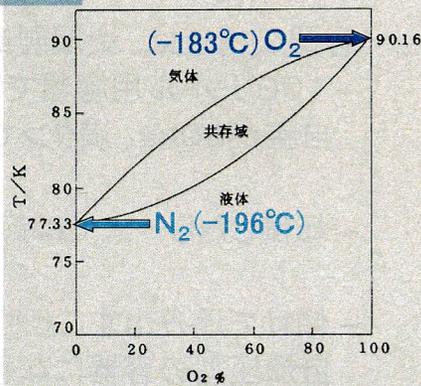
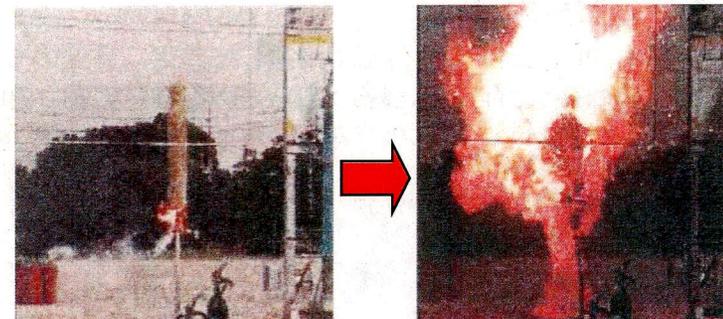


図 O₂-N₂混合系の気・液相平衡

3

液体酸素による燃焼事故について



「わら」に液体酸素を含ませて点火 → 爆発的燃焼
 (衣服に液体酸素が染みこむと、同じことが起きるかも...)

(平成19年度 工学研究科 高圧ガス保安・安全講習 大陽日酸 資料より引用)

4

液体窒素による酸欠事故について

★事故例

室内への大量の液体窒素散布で、2名が窒息死

H大学工学部窒息死事故(1992/8/10)

低温実験室(-2~-1°C)において停電があり、室内の温度を下げようとして液体窒素をばらまいた。液体窒素が650倍の体積に気化して室内に充満したため、室内が酸欠状態になり呼吸不全のため教員と院生の2名が死亡した。

注意!

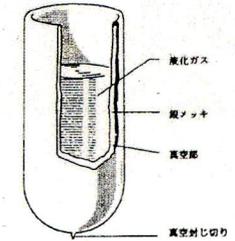
短時間でも、無酸素状態のガスを吸引すると、失神、転倒、頭部打撲等の大ケガ
時間が長くなると酸欠による死に至る

5

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重壁ガラス瓶小さな試料
- 試料の冷却やガスのトラップなどの実験で使われている
- 一部を銀メッキせずに光を透過させることで、低温での光学実験などにも使われている

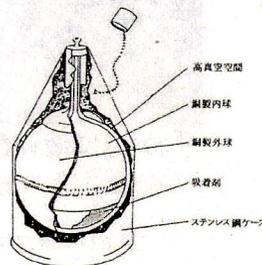


6

液化ガス(液体窒素)の貯蔵 2

• 金属製断熱容器

- 基本的に、上部口金付近で溶接した真空二重壁のもの
- 口金部分での片持ち構造になっているので乱暴な扱いをすると口金付近でクラックが入るなどして真空が悪くなり、蒸発量が増加する



7

液化ガス(液体窒素)の貯蔵 3

• 貯蔵デュワー

【豆知識】高圧ガス容器に該当、3年ごとの耐圧検査が必要

- 容器の構造は、金属製断熱容器と同じ
- 100リットル用容器では、自重が80kg、満タンで160kgに!
- 転倒したら一人では起こせない
- 傾けて汲み出すことができないので、自加圧型の容器になる



8

液化ガス(液体窒素)の貯蔵 4

貯蔵デューワーからの汲み出し

- ①ガス放出弁は常時解放
- 汲み出し手順: ①ガス放出弁を閉じ、②昇圧弁を開き、液体窒素を③昇圧管に導入し気化させて、液体窒素上部空間の④ガスを加圧し、⑤液取出弁を開けることで⑥取出口から汲み出しができる
- 汲み出し後は、②昇圧弁と⑤液取出弁を閉じ、①ガス放出弁を開けて、容器内の④圧力を逃がすこと(常時解放)

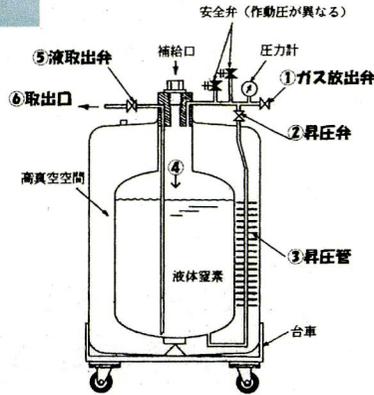


図 自加圧型液体窒素容器

液体窒素貯蔵・供給タンク コールドエバポレーター(CE)の事故例

- バルブの扱いにミス: 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** マイクロバスの屋根がめくれ上がっていることからその破壊力が想像できる
北海道石狩町食品工場液体窒素タンク破裂事故(1992/8/28)

(<http://shippai.jst.go.jp> 失敗知識データベース - 失敗百選 より引用) 10

低温センター吹田分室の紹介

• <http://www.ltc.osaka-u.ac.jp/home.ja.html>

- 液体窒素
汲み出し利用時間
平日 9:30
|
17:00
- 内線 7985



寒剤利用の手引き(液体窒素) 1

汲み出しにおける注意事項 1

- 皮手袋を着用
- 適合した供給パイプ選択
- 供給バルブはゆっくり開
- 最初は低温ガスのみ
- 低温ガスで容器を冷却
- 液体窒素を必要量供給
- バルブを確実に閉める
- 容器専用のキャップをする



液体窒素供給場所

寒剤利用の手引き(液体窒素)2

・ 汲み出しにおける注意事項 2

－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

- － 供給場所の南側
建家の南に廻る
南壁中央に
出入口



低温センター吹田分室全景

13

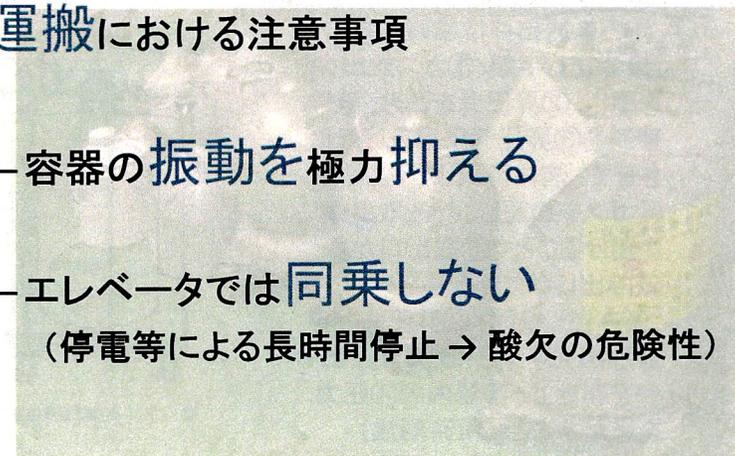
寒剤利用の手引き(液体窒素)3

・ 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)



14

液体窒素の事故例

★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)



15

凍傷について(1)

- ・ 皮膚の温度が、 -4°C 以下で凍傷

・ 自覚症状

ピンか針で突つかれたような感覚

しびれ → 白色で冷たく硬く

→ 次第に感覚がなくなる

16

凍傷について(2)

- 傷害部

- 赤色 → 青色 → 黒色に変色
- 焼けるような痛み

- 傷害が血管におよぶと

- 傷害は不可逆的なもの
- 壊疽(えそ)を生じて患部切断の可能性

17

事故の対策

- 容器の破壊

- 液体窒素の大量流出 → 凍傷や酸欠の危険
- 至急退避

- 室内あるいは窪地での酸欠事故

- 救援者の酸欠(二次災害) → 酸素計の準備

- 凍傷

- ぬるま湯15分措置のあと医師の診断

いずれの場合も担当教職員に通報すること

18

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)



19