

安全の講習

佐藤 憲昭 (M研)

実験(研究)は危険と隣り合わせ

例: 電気、高圧、寒剤、放射線・放射性物質 etc.

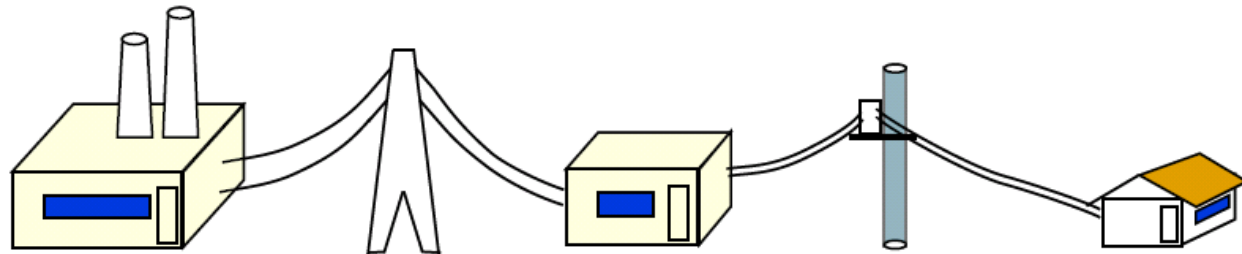
身を守るためには、

正しい知識と注意深い実験

§ 1. 低圧電気の取り扱い

電圧の種別(安衛則第36条)

	直流	交流
低圧	750 V 以下	600 V 以下
高圧	750 V を越え7000 V 以下	600 V を越え7000 V 以下
特別高圧	7000 V を越えるもの	



低圧感電死亡災害

	平成8年	9年	10年	11年
低圧	20 人	18 人	24 人	16 人

感電と人体反応

(1) 感電の危険因子

- 人体に流れた電流の**大きさ、時間、経路**

(2) 人体反応

- 感知(知覚)
 - 感知電流 = 0.5 mA (通電時間に無関係)
- 手の固着(手が痙攣して離せなくなる)や全身にわたる痙攣
 - 離脱電流(自分の意思で離すことができる) = 10 mA (通電時間に依存)
- 心拍停止(心室細動:心室の各部が無秩序に収縮を繰り返す)
 - 心室細動電流(左手 → 両足) = 10 ms で 500 mA、1s で 50 mA
- 驚きによる反射的な動作による転倒・墜落などの2次災害

(3) 安全電圧 (人体に危険とならない程度の電圧)

皮膚の抵抗 = 濡れ具合などによる、人体内部の抵抗 = 500 Ω (手 ↔ 足間)

ドイツ・イギリス: 24V、オランダ: 50 V

日本: 通常の状態 = 50 V 以下、

著しく濡れている状態 = 25 V 以下、大部分が水中にある場合 = 2.5 V 以下

水濡れに注意!

短絡と漏電

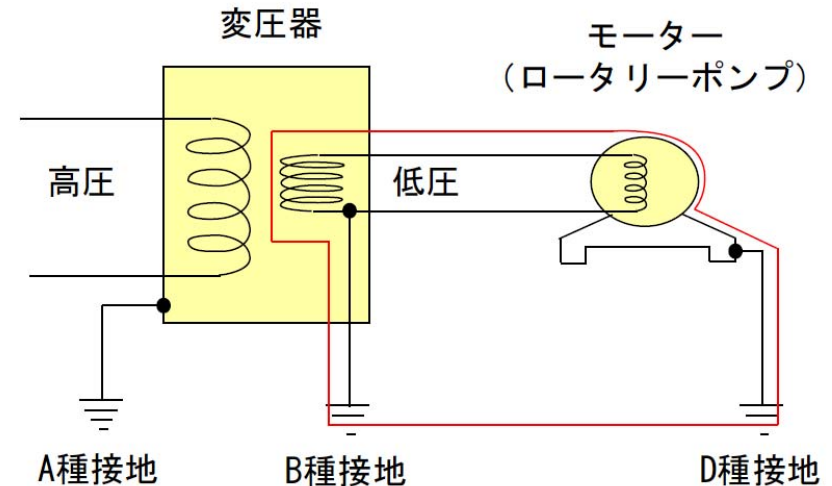
(1) 短絡による災害と対策

- 絶縁被覆の焼損・火災、電路に設置された油入り遮断機の爆発、アークによる電気火傷
 - 絶縁被覆の劣化、ヒューズの取替え中にドライバーなどによる短絡、
モーターの過負荷や欠相(3本の電線のうち1本がはずれた状態)
- **絶縁状況の確認**、モーターの運転状態の確認、**短絡・過電流遮断機**の設置



(2) 漏電による感電の防止対策

- 漏電している電気機器の金属ケースに接触すると、身体を通して漏れ電流が流れる
- **保護接地(アース)の設置**、保守・点検、**漏電遮断機**の設置



その他の注意(電気関係)

(1)半田

- 火傷に注意
- 防護メガネを着用

(2)その他

§ 2. 寒剤（液体窒素・ヘリウム）

一般的な注意

(1) 凍傷の危険性

- 素手で触らない（軍手も危険）

(2) 窒息の危険性（空気中の酸素濃度が18%程度を下回ると、人体に危険）

- **エレベータに寒剤容器と同乗しない**（事故例あり？）
- 狭い部屋に液体窒素を撒かない
事故例：'92北海道、'90神奈川

(3) ガラス・デュワーの破損・破裂

- 機械的・熱的ショックを与えない
- ガラス・デュワーの縁は歪みが大きく冷却で破損しやすいので、容器を傾けたりしない。（事故例あり）
- 割れた場合に備えてテープ・カバー等を巻く



その他の注意(寒剤)

- 低温になる部分の配管には、銅、ステンレス鋼などの「低温脆性」を起こさない材料を用いる。
(低温脆性を起こす材料を使うと、二次災害の危険性がある。)
- 混合・圧縮爆発を起こすことがあるので、液体酸素 - 油脂などの混入を避ける。
- 爆発的に気化することがあるので(例: 超伝導マグネット使用時のクエンチなど)、安全弁を付け、また万が一に備えて逃げ場を確保しておく。
- 液化ガスを密閉容器に入れたり、出口(逃げ口、回収口)を塞いではならない。
安全弁などがある場合にも、それらの末端に空気中の水分や炭酸ガスが凍結凝固して詰まっている場合があるので、正常に機能することを確認する。
- 長時間使用した液体窒素中には酸素が濃縮されている可能性があるため、有機物の冷却に用いてはならない。

§ 3. 高圧(ガス)

一般的な注意

(1) 高圧ガスボンベ

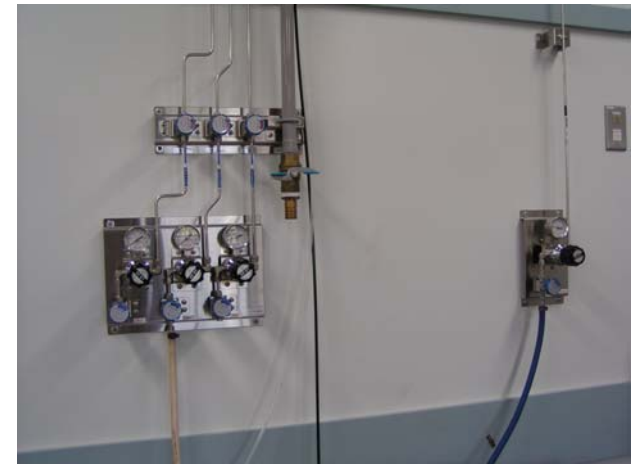
- ボンベの固定(新棟では集中配管)
- レギュレータを付けた状態で、元バルブを開けること(鼓膜損傷、火災)(事故例あり)

(2) 寒剤容器

- 密封しない(液体ヘリウムが気化すると700~800倍に膨張)(事故例あり)
- 回収ラインの確保、実験終了後のチェック

(3) 高圧実験

- 防護壁などの安全対策
- 周囲の実験者に声をかける



その他の注意(高圧ガス)

(1) 高圧力による危険性

- ボンベ: 15 MPa ~ 150 気圧 ~ 1500 m の深海の圧力 ~ 150 kgf/cm² ~ 力士を指1本で支える際にかかる力
- 事故例: CEの破裂(安全弁を締め切ったため)により半径150m以内の建物等に被害

(2) 可燃性による危険性

- 水素、アセチレン(広い爆発限界、低い下限) 多くの事故あり
- 新棟では、水素濃度の検出器が設置されている。

(3) 支燃性による危険性

- 酸素(空気)が可燃性物質と化合して燃焼
- 酸素中では金属を含むほとんど全ての物質が燃える。燃焼に必要な熱には摩擦熱、静電気なども含まれる。
- 事故例: 高圧酸素治療室の爆発
- 事故例: 圧縮酸素を別の容器に移し替えている最中に、バルブ口金部が溶融し炎が噴出した。口金部に油脂類の汚れが付着していたために燃焼。
- 事故例: 空気を用いた気密試験に際して、脱圧時に出口配管が破裂。断熱圧縮、ワックス着火。気密試験には不活性ガスを使用すべき。

(4) 窒息による危険性

- 寒剤のところで紹介した事例参照(空気中の酸素濃度が18%程度を下回ると、人体に危険)

§ 4. 放射線・放射性物質

X線、放射性物質・核燃物質、(加速器、原子炉)

(1) 正しい知識を持ち、むやみに怖がらない

- 事故例: X線を「目(肉眼)で見ない」
- 事故例: JCO事故

(2) 人体に対する影響

- (i) 身体的影響と遺伝的影響
- (ii) 急性障害と晩発障害
- (iii) 確率的影響と非確率的影響(閾値の有無)

(3) 防護

- 放射線防護の3原則
 - (a) 線源と人体の間に遮蔽物を置く
 - (b) 線源と人体の距離を大きく取る
 - (c) 放射線を受ける時間を短くする



最後に

ちょっとした注意が身を守り、
ちょっとした不注意が災いをもたらす。

正しい知識を持ち、
実験中、互いに声を掛け合い、
問題を見つけたら互いに注意し合おう！