

## ●報告

## 山梨厚生病院高気圧酸素治療装置爆発事故原因調査報告書

## 日本高気圧環境医学会事故調査委員会

## 1. まえがき

平成8年2月21日15時05分、山梨厚生病院高圧治療室において、高気圧酸素治療中に第1種高気圧治療装置（米国Sechrist社製、輸入元大同ほくさん、以下、装置と略記）が爆発し、治療中の患者 N.R.氏（74歳）ならびにその妻、N.N.さん（70歳）と装置の操作に当たっていた臨床工学技士 K.A.氏（43歳）が死亡、同僚の N.T.氏（27歳）および同室していた医療機器関連企業社員 S.T.氏（39歳）の2名が重軽傷を負った。

この事態を深刻に受けとめた学会理事長は同月23日に、学会担当理事を事故現場に派遣するとともに3月8日に理事会ならびに安全対策委員会を招集し、学会内に独自の事故調査委員会（委員名簿は後出）を組織して真相解明を指示した。

これを受け事故調査委員会は、山梨厚生病院副院長 S.T.医師および高気圧治療室長である U.H.医師（学会会員）、山梨県警本部科学捜査研究所および刑事部鑑識課、Sechrist 社側代表および大同ほくさん担当者、死亡患者の入院先である塩山病院院長ならびに担当医師らから事情聴取、情報収集を行うとともに病院、関連業者には必要な資料の提出を求めた。さらに委員会ではこれらの資料を現場検証の実態と突き合わせ、真相究明と同時に事故の再発防止対策についても検討を行い、その結果を答申することとした。

なお答申を導くにあたり、本委員会ならびに学会として独自に、労働省産業安全研究所田島泰幸物理工学安全部長（日本静電気学会会長）および本委員会委員である駒宮功額氏らに事故解明のための基礎実験を委嘱し、その多大なる努力により本報告に至ったことを付記する。

## 2. 発火爆発に関する事故調査委員会の見解

患者自身が装置内へ持ち込んだ使い捨てカイロ（表1）が高気圧酸素環境下で自然発火し、同様に装置内へ持ち込まれた毛布などに引火、燃焼し、その高熱の火炎により装置本体容器素材であるアクリル樹脂（ポリメタクリル酸メチル樹脂、メタクリル樹脂、PMMA などとも呼ばれている）シリンダーのガス化が起り瞬時に爆発に至ったものと推定された。

なおこれまで、発火原因としての可能性が常に示唆されていた静電気による着火の可能性は極めて小さいことも実験により証明された。

## 3. 爆発の概要

事故当時の現場は図1のように、アクリルシリンダーは飛散し、裏蓋は窓を破って階下駐車場まで約25mの距離を飛んで落下した。表蓋は壁を破って患者の妻に当たり即死させたのち、さらに廊下を飛び越えて装置管理医待機室の壁を破壊した。治療室内は散乱し、隣室（病室）の壁、天井は爆風により崩壊しており爆発の激しさを示した（図2）。

装置の表裏両蓋を支える4本の支持丸棒（タイロッド）のうち、1本はネジ山手前で振切れており、1本は中央で破断し、他の2本は蓋から引き抜かれていた（図3）。ストレッチャーの金属台にはそこに敷かれていた発泡ウレタン樹脂様物質の一部が付着し、患者の右側腹部および左側肩関節部に相当する2カ所に燃焼の痕跡を認めた。またアクリル樹脂シリンダーの一部は茶褐色に変色していた。架台の下には燃焼の残骸と思われる毛布と肌着らしいものが残っていた。

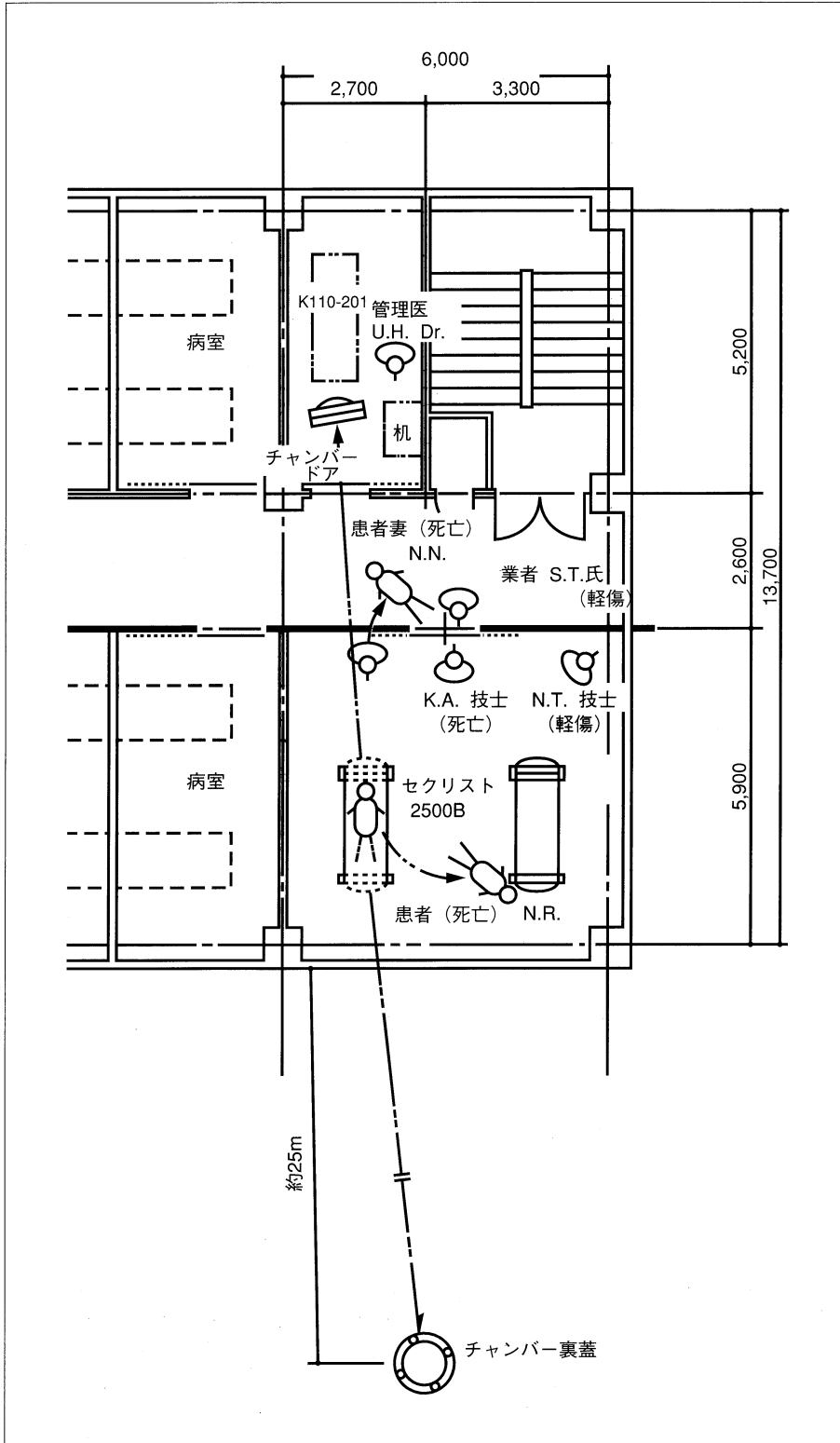


図1 山梨厚生病院 事故状況図

表1 使い捨てカイロ等の種類について

(平成8年2月25日時点)

購入場所	商品名	メーカー名	原材料名	仕様	
山梨厚生病院	院内売店	カイロ無し			
	周辺薬局	オンボックス	マイコール(株)	鉄粉、水、木粉、活性炭、パーミキュライト、食塩	最高温度68℃、持続時間18時間 平均温度54℃、135×100mm
		はるミニ・オンボックス	マイコール(株)	鉄粉、水、活性炭、パーミキュライト、食塩、高吸水性樹脂	最高温度60℃、持続時間10時間 平均温度50℃、96×70mm
		トクホンエース	(株)トクホン	L-メントール dlカンフル、チモール、ハッカ油、サルチル酸グルコール、ノニル酸ワリニルアミド	8.2×5.6cm
塩山病院	院内売店	カイロ無し			
	周辺スーパー	貼れるホッカイロミニ	(株)白元	鉄粉、水、活性炭、パーミキュライト、塩類	最高温度60℃、持続時間10時間 平均温度50℃、96×70mm
		ホッカイロミニ	(株)白元	鉄粉、水、活性炭、パーミキュライト、塩類	最高温度67℃、持続時間8時間 平均温度53℃、93×55mm
		ホッカイロえんおむすび	(株)白元	鉄粉、水、活性炭、パーミキュライト、塩類	最高温度66℃、持続時間8時間 平均温度58℃、70×70mm
		くつ用ホッカロン貼るタイプ	ロッテ電子工業(株)	鉄粉、水、活性炭、粉末真珠岩、食塩	最高温度41℃、持続時間5時間 平均温度38℃、88×66mm
		ホッカロンさんちやく君	ロッテ電子工業(株)	鉄粉、水、木粉、活性炭、ゼオライト、食塩	最高温度66℃、持続時間7時間 平均温度58℃、変形60×50m

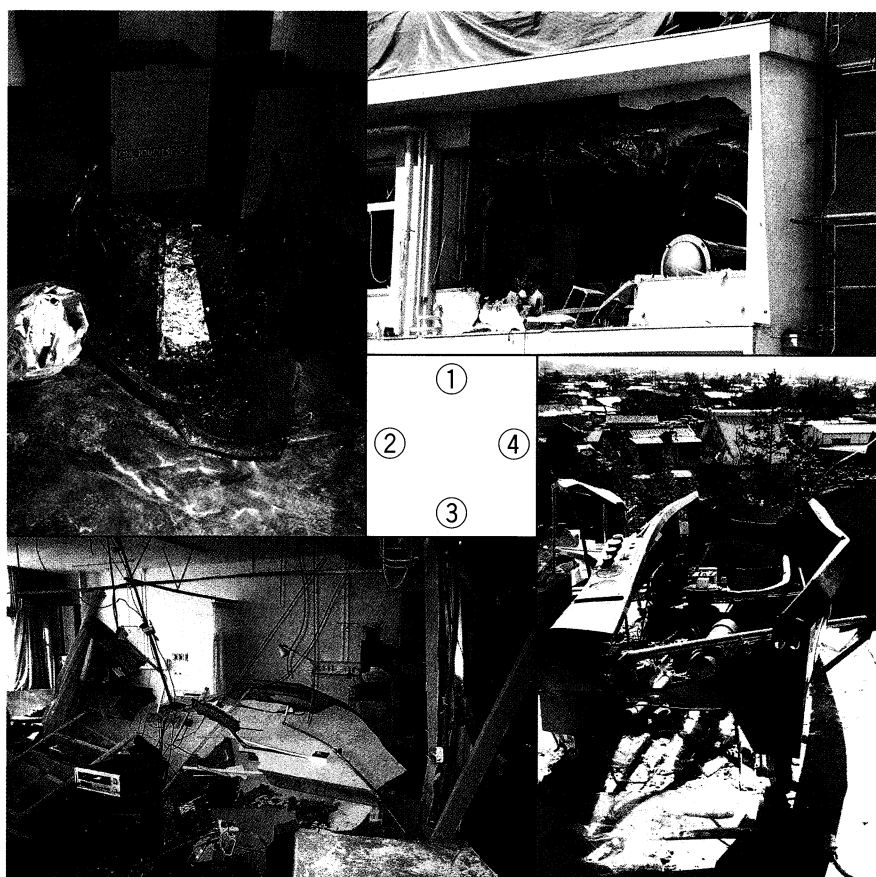


図2 爆発事故現場の概要

- ① 爆発した治療室の概要
- ② アクリル樹脂シリンダーの破片
- ③ 爆発した治療室内の概要
- ④ 爆発した第一種装置の架台

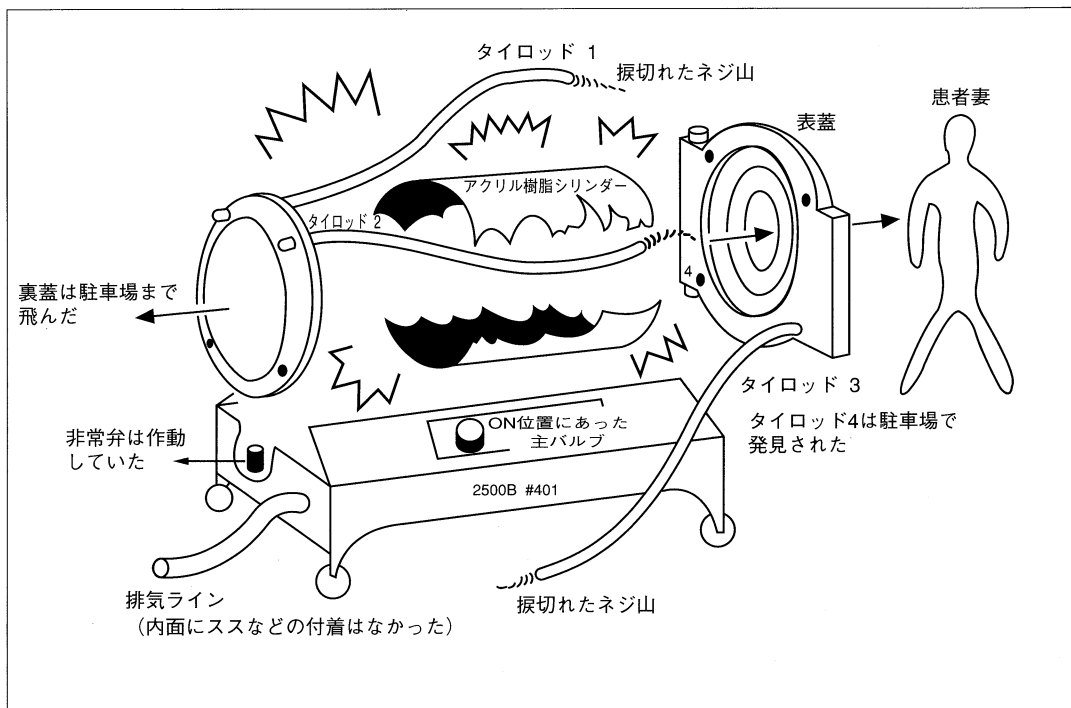


図3 破壊された第一種高気圧治療装置

以上の状況から、毛布、肌着などが燃焼したことは明瞭になったが、火災の点火源が何であるのか、またこれらの物質の燃焼後に爆発を引き起こしたガスの発生源が何であるのかを解明することが当委員会の課題となった。

#### 4. 爆発の条件

爆発には次の3要素が同時に存在しなければならない。

- (1) 点火源：爆発の引金
- (2) 可燃物：爆発被害に関与
- (3) 空気：同上〔ここでは酸素2.7ATA (0.27MPa；表現方法は労働省高圧則に準拠)〕

##### 4-1. 点火源の推定

点火源は静電気放電、電気系統の過熱・短絡、カイロ、その他が考えられるのでこれらを1つずつ論証した。

##### A. 静電気説

静電気はアクリル製毛布や患者の着衣などにより発生し放電するものである。過去の酸素治療装

置、酸素テント内での火災事例には原因として含まれていない。しかし、静電気放電火花による着火の有無を明らかにする目的で田島泰幸氏の下で実験を行い以下の結論を得た。

##### A-1. 目的

高気圧純酸素雰囲気中（2.7 ATA）に存在する繊維製品（アクリル毛布、ゆかた状混紡布製病院衣、脱脂綿）が、模擬帯電物体から発生した静電気放電火花（電荷を蓄電したキャパシタからの放電）によって着火するかどうかを実験によって確認すること。また、着火した場合は、そのエネルギーを求めること。

##### A-2. 実験方法

1) 図4に示す着火試験容器内の放電電極（直径1mmの錫製針状電極、放電ギャップ：2mm）の電極間に、一定量のサンプルを風綿状にほぐして、電極間にブリッジを作るようにセットする。ただし、病院衣はカットした布片をそのまま電極間にセットする。

2) 着火試験容器内の空気を、真空ポンプによ

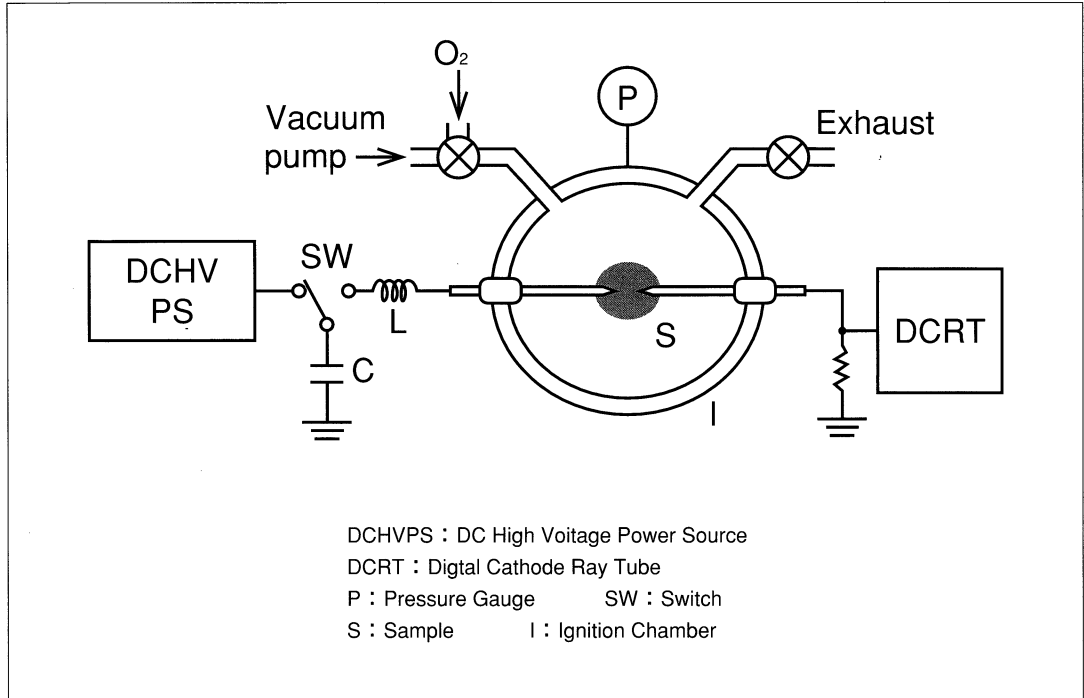


図4 静電気放電による着火試験回路図

ってほぼ真空まで排気し、その後ドライの純酸素を供給、着火試験容器内の圧力を 2.7 ATA に保持する。

3) 直流高電圧電源 (DCHVPS) によってキャパシタ C に電荷を充電した後、スイッチ SW を切り替えて電極間で火花放電を起こし、サンプル S への着火の有無を目視により判定する。

メモ：・キャパシタ C からの放電は、放電の持続時間をインダクタンス L (L = 0.94 mH) の有無によって制御する。

・着火の有無は、着火による圧力上昇が小さいため、覗き窓からの目視により、サンプルが燃焼すれば、着火と判定する。

4) 着火の有無に拘わらず、放電によって電極間で消費されたエネルギー W を次式によって計算する。

$$W = CV^2 / 2 \quad C: \text{キャパシタの容量 (F)}, \\ V: \text{キャパシタへの充電電圧 (V)}$$

メモ：キャパシタに充電された電荷は、放電によって全て電極間で消費されることが確認済み

表 2 最小着火エネルギー測定結果

サンプル	重量	最小着火エネルギー	備考
アクリル毛布	5 mg	60 (300)mJ	
病院衣の生地 S	42 mg	120 (>560)mJ	重量一定で実験
病院衣の生地 W	42 mg	20 (240)mJ	重量一定で実験
脱脂綿	5 mg	30 (60)mJ	

注) 最小着火エネルギーの数値はL=0.94mHの場合、( )内の数値は、L=0mHの場合である。Sは生地を一重で、Wは二重で電極間にセットした。

である。

5) 実験は、サンプルおよびその容量 (重量) をパラミータにして、同一の放電条件 (C および V を一定) で 5 回繰り返して実験を行い、着火しない場合は、放電条件をアップ (C あるいは V を上昇) して、着火するまで実験を行った。

A-3. 実験結果の一例

実験によって着火した場合のエネルギーを求めたが (図 5), 本実験から得られたサンプルの最

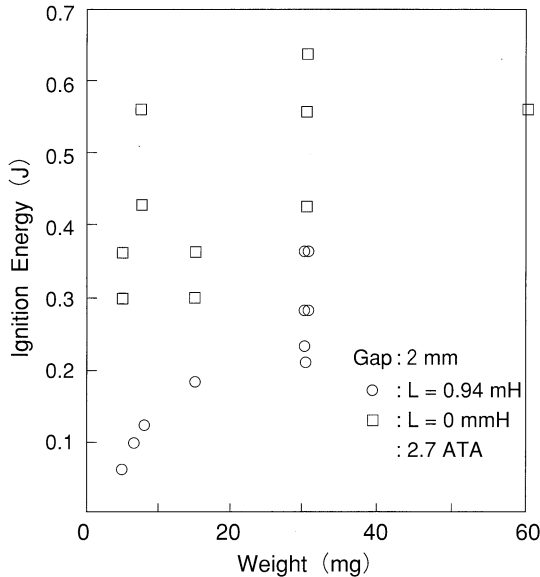


図5 実験により得られた着火エネルギー

小着火エネルギーは、以下の通りである（表2）。

メモ：・アクリル毛布および脱脂綿においては、最小着火エネルギーがサンプルの重量に依存し、それは、重量が小さいと小さくなる傾向である。

・サンプルは、いずれも着火すると、純酸素中であるため、炎を伴って一瞬の内に激しい燃焼を起こした。

#### A-4. 静電気着火の危険性の検討

実験結果によると、サンプルは、放電エネルギーが20～30 mJ程度であると着火し、激しい燃焼を引き起こしている。換言すれば、サンプルの着火には、少なくとも10 mJ以上の放電エネルギーが必要であると推定される。

以下、本実験から得られた結果をもとにして、静電気放電によるサンプルの着火の条件および着火の可否について検討する。

1) 一般に10 mJ程度のエネルギーを持った放電は、通常の絶縁物の帯電では発生する確率が極めて小さい。また、10 mJ程度のエネルギーを持った放電の発生確率は小さいものの、このような大きなエネルギーの放電は帯電した絶縁物よりも、通常は帯電した導体あるいは静電誘導を受け

た導体から発生する確率が高い。したがって、本事故におけるサンプルの着火源としては、帯電した絶縁物よりも帯電あるいは静電誘導を受けた金属物体あるいは人体等の導体に絞られるであろう。

2) 放電エネルギーが10 mJ程度に達する強力な放電が、帯電した金属あるいは人体から起こるには、

a. 帯電物体の電位が少なくとも1,000 V以上であり、帯電電荷密度が $10^{-5}$  C/m<sup>2</sup>という最大帯電電荷密度に達し、帯電物体の表面積が1 m<sup>2</sup>以上でなければならない。

b. 帯電物体の電位が少なくとも1,000 V以上であり、帯電物体の対地静電容量が10,000 pF以上でなければならない。あるいは、帯電物体の対地静電容量が数100～1,000 pFで、帯電電位が3,000～50,000 V以上でなければならない。

これらaあるいはbの条件は実現できなくもないが、これらの条件は、一般に、接地されていない固定式の大タンク等の大型構造物が最大帯電をした場合に限られている。

以上の結果、本爆発事件におけるサンプルの着火源としては、帯電物体の面からも、着火エネルギーの面からも、静電気の放電火花である確立は

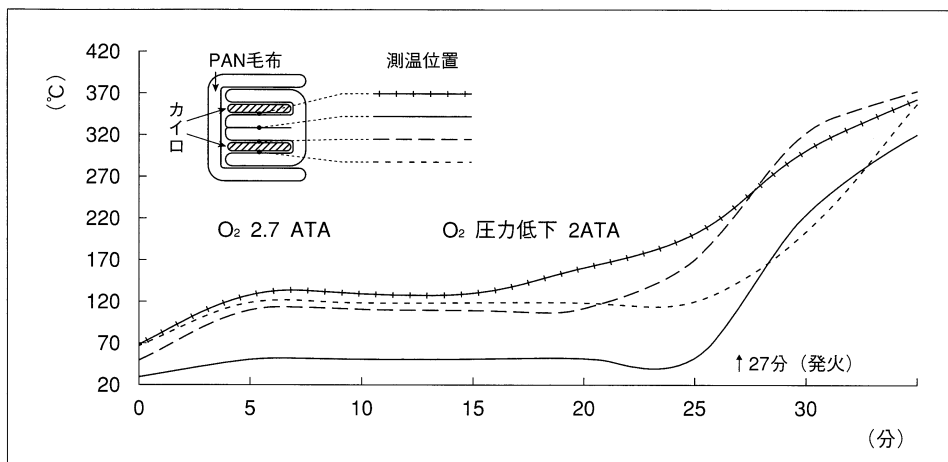


図6 使い捨てカイロの発熱曲線

使い捨てカイロは2.7ATA酸素下では暴露27分後に発火し、発火30秒後には220℃、5分後には420℃以上に急激な温度上昇することが確認された。

極めて小さいと推定される。

#### B. 電気説

電気系統では1969年4月4日東大の事例及び1967年1月27日アポロ宇宙船の事例（1.1 ATA, 0.11 MPa, 100% O<sub>2</sub>, 3人死亡）がある。しかし本事故においては治療室内に電気配線はなく、否定される。

#### C. カイロ説

カイロは木灰カイロ、ベンジンを燃料とする白金カイロが酸素治療装置ばかりでなく、酸素テントや保育器の火災事例にも点火源として断定されている。本事故では白金カイロ等の持ち込みはなかった。

#### D. 使い捨てカイロ説

使い捨てカイロは表1にも示されているように大気圧空気下ではカイロ表面から供給される酸素が大量に浸透して高温化しないように成分、量、カイロ表面の膜構造等を調節し、最高温度は60～70℃の範囲、平均温度は50～60℃の範囲内にとどまるように工夫されている。しかし、各メーカーに問い合せても高濃度酸素下での実測実験は検討されておらず、まして高気圧環境下でのデータは皆無であった。この為、2.8 ATA 90% 酸素下では、カイロ温度がどこまで上昇し、果して発火

点のレベルを超え、燃焼するのかの疑問点を解決しなければならなかった。

このため実験系を組み、事故当時発見された同一商品である毛布を利用して果たして発火するかどうかを調べた。

図6で明らかなように事故発生時の高気圧酸素治療開始27分後とほぼ同一時間経過で発火することが証明され、かつ短時間の中に燃焼に伴う温度上昇が生じ、420℃以上に達した。

このことから、本事故発生時の直接原因として、使い捨てカイロがその発火源として有力であるのではないかと考えられた。

また、死亡された患者N.R氏の残存された着衣から、当時使用していたと考えられる使い捨てカイロと同一成分の、鉄粉、木粉が検出されたとの山梨県警科学捜査研究所の鑑定結果も、使い捨てカイロ説を疑わしめたといえる。

#### E. その他の説

その他、放火、アクリル円筒の太陽光による集斂火災なども考えられるかもしれないが、可能性は低い。

#### 4-2. 点火源の推定根拠

可燃物は胴体のアクリル樹脂、アクリル製毛布、（主成分はポリアクリロニトリル、PAN、とも呼ば

表3 高圧熱分析による各種プラスチックの発火温度等

名称	DTA (°C)		TG (°C)		その他
	発熱温度	発火温度	減量開始温度	発火温度	
PC	348	466	375	460	燃焼
POM	246	264	250	264	ガス化燃焼
PVC	245	426	254	429	2 段分解
難 PVC	239	432	264	430	〃
HIPS	191	486	282	481	〃
難 PS	207	377	~ 310	368	爆燃
ABS	199	397	310	382	〃?、スス
発 PS	232	293	264	281	爆燃
PAN	~ 200	~ 350	~ 282	~ 346	燃焼
FRP	~ 240	317	290	306	爆発?、スス
難 FRP	253	337	294	322	〃
PE	208	224	224	224	燃焼
PUR	~ 200	284	261	275	爆発
難 PUR	~ 200	265	246	260	〃
PP	192	203	208	208	燃焼
PMMA	255	ナシ	255	ナシ	ガス化
UF	246	473	191	456	燃焼
PF	190	429	296	400	〃
木材	123	237	80	232	〃
PTFE	~ 466	502	489	498	〃

O<sub>2</sub>11ATA, 昇温速度20°C/min, 数mg, アルミ容器, ~

れている), ストレッチャー上の塩化ビニル(PVC)に包まれたウレタンフォーム(ポリウレタン, PURとも呼ばれている)。綿肌着, シーツなどが考えられる。

アクリル樹脂は光線透過度 90~92% で無機ガラスに勝り, 耐候, 耐水性に優れ有機ガラスとして航空機の窓ガラスに使用された。しかし無機ガラスより耐衝撃性は高いが, 耐熱性, 耐炎性に弱い特性がある。また熱分解により単量体のメタクリルを容易に回収することができる。この主成分であるメタクリル酸メチルの発火温度は 421°C (大気圧空気下) であり, 同じく爆発限界は 2.1~12.5% である。高圧酸素下で加熱した同一条件でテストした各種プラスチック中でアクリル樹脂は唯一, 爆発しなかった。この原因は熱分解温度が約 250°C で, ガス化したメタクリル酸メチルの発火温度以下のためと思われる。

この他のアクリル樹脂の熱的性質などの説明は省略する。

ウレタンフォームは, ベッド, マクラなどのク

ッションや断熱材に用いられている。冷蔵倉庫の火災では, ウレタンフォームが爆発する事故も発生した。アクリル樹脂と同じようにウレタンフォームも高圧酸素下で加熱したときに, 発火とともに爆発現象を認めた。

アクリル製毛布は大気圧下での酸素指数 26 以上の自己消火性に分類されている。高圧酸素下で加熱したときには約 430°C で発火したが, 他のプラスチックと異なり, 完全に燃焼せず約 10% の残渣を残した。また窒素中で加熱すれば, 炭素繊維を作る原料としても知られている。

この他の加熱物を含め 11ATA(1.10 MPa) の高圧酸素下の燃焼特性を表 3 に示した。

金属カイロのような明瞭な点火源が否定されたこと, 患者周辺の状況から当該患者が使い捨てカイロを装置内に持ち込んだことが判明したことなどから, 果たして使い捨てカイロが点火源となり得るかどうかの検討を行い, これが証明された。A 項で記載されたように静電気説は否定されたが使い捨てカイロに関する実験の結果, 2.7 ATA



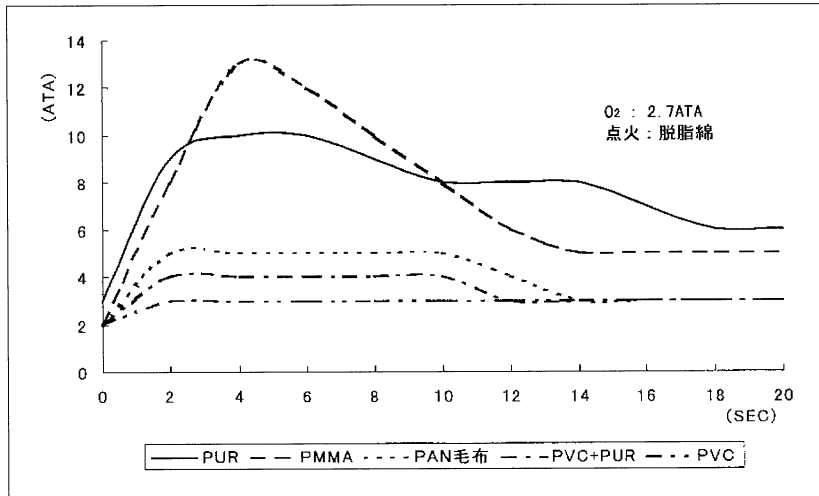


図7 燃焼時の圧気上昇曲線

2.7ATA下でカイロが発火することが確認されたので、この爆発事故時に可燃性物質である高気圧治療装置本体ならびに内部に持ち込みが確認されている毛布等の燃焼時の圧力上昇曲線を求めた。

これらは発火から1～5秒以内に燃焼ガス化して最大圧力に達することが証明された。

PMMA：アクリル樹脂，PUR：ポリウレタン，PAN：アクリル製毛布，PVC：塩化ビニール

(事故発生時の治療圧) 90% 酸素環境下では、患者が装置内へ持ち込んだと思われる同型カイロが自然発火し毛布等に延焼する可能性のあることが証明された。さらに被災者である治療中の患者N.R.氏の残存衣類からは表1に示す原材料である鉄粉、木粉等の残渣が検出され、この成分はN.R.氏が入院中のベットに残した空き袋の使い捨てカイロの成分と一致していた。また、図6に示したように2.7ATA酸素下27分後に発火した実験による実測値と実際の事故発生までのHBO治療時間とが一致していた。つまり、2.7ATA下放置27分後に使い捨てカイロが自然発火し、これが周囲のアクリル毛布等に引火燃焼を生じ、温度が急激に上昇した。

以上の結果から点火源は使い捨てカイロであるとの推定に至った。

##### 5. 爆発に関する推定

治療装置内に存在した可燃性物質は装置本体のアクリル樹脂 (PMMA) シリンダー、ストレッチ

ャー上に敷かれたマット材 (ウレタンフォーム (PUR) と塩化ビニル (PVC))、アクリル毛布、綿肌着ならびに合成繊維混紡下着 (病院支給の難燃性寝間着の下にいわゆる股引きを着用していた) などであった。

アクリル毛布数gのO<sub>2</sub>、3ATA(0.3MPa)下の燃焼実験では、燃焼時間は約2秒で容器内圧力は1.2倍しか上昇しなかった。したがって、アクリル毛布の急速な炎上では、装置を破壊することはないと思われる。

ウレタンフォームはその量が不明であるが発火すれば条件により爆発する可能性が認められる。そこで、実験により爆発時の発生圧力の測定が必要である。

アクリル樹脂はアクリル毛布などの燃焼のため装置内温度が上昇し、メタクリルモノマーガスが発生して酸素と混合して爆発する可能性がある。そこで実験により発生ガス量や、爆発可能な爆発圧力の測定が必要である。

ウレタンフォームとアクリル樹脂によるガスの

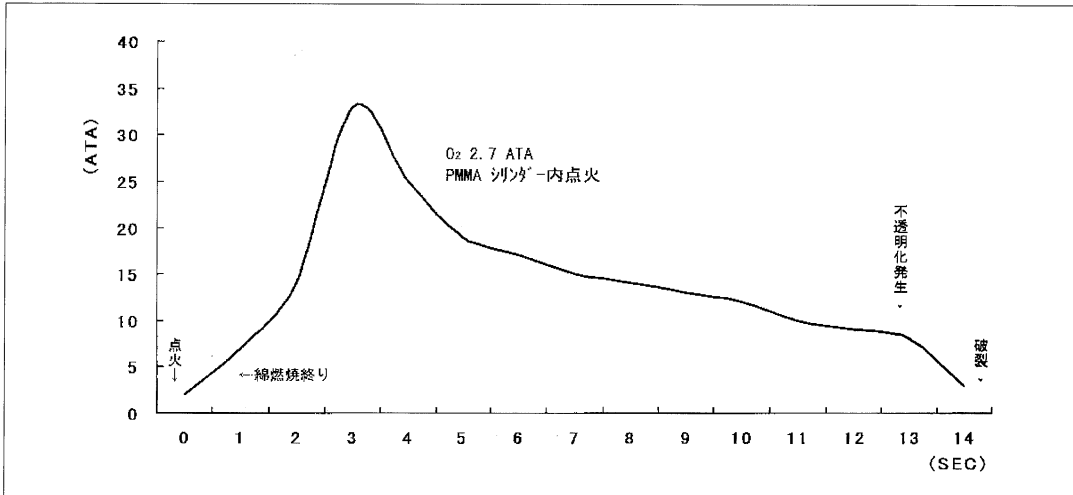


図 8 モデル容器 (PMMA) の燃焼時の圧力曲線

PMMA (シリンダー本体) の発火試験においては2.7ATA酸素下では点火3.5秒後に34ATAに室内圧が上昇し、温度上昇と相俟って14秒後に破裂した。

表 4 焼け跡より採取された重量よりみた仮定される燃焼量

樹脂名	使用場所	初期重量	仮定する燃焼量
アクリル繊維	持ち込まれた毛布	1.5 Kg	0.8 Kg
塩ビシート	マットレス表面	1.0 Kg	0.7 Kg
ウレタンフォーム	マットレス内部	2.1 Kg	1.5 Kg

表 5 計算式から求められる生成ガス量の予測量

樹脂名	仮定された燃焼量	樹脂1g当たりの生成ガス量*1	仮定に基づく生成ガス量(1,550℃)*2
アクリル繊維	0.8 Kg	1.90 L	10,150 L
塩ビシート	0.7 Kg	1.25 L	5,880 L
ウレタンフォーム	1.5 Kg	1.95 L	19,500 L

\* 1 各樹脂の分子式から、含有する炭素、窒素、水素が酸化したときの生成ガス量を求めた。

- ・アクリル繊維：  $(C_3H_3N)_n$  0.0119 mol/g
- ・塩化ビニル：  $(C_2H_3Cl)_n$  0.0189 mol/g
- ・ポリウレタン：  $(C_{13}H_{16}O_4N_2)_n$  0.00379 mol/g

\* 2 ボイル・シャルルの法則から、ガス温度が 1,550℃ になったとして生成ガス体積を求めた。

爆発圧力は、アクリル円筒の破壊現象を説明するため重要な実験項目である。

これらの物質に関し実験の結果、2.7 ATA の酸素環境下で上記物質が発火すると、その燃焼速度は速く、毛布、下着などが燃焼してアクリルシリンダー内壁からメタクリルモノマーガスが発生し、酸素と混合して爆発したであろうことが証明された (図 7, 8)。2.7 ATA 下での PMMA 以外の材料による燃焼実験では、最高の実験装置内圧を示した PAN 毛布でもその値は 5.7 ATA (図 7) であり、17 ATA とされるタイロッド (支持丸棒) などが当該治療装置の耐圧力には達せず装置破壊の恐れは認められなかった。また茨城県における事故 (1993年12月29日、アクリル樹脂製の缶体を有する同タイプの装置で起こった装置内火災・

死亡事故) を想定し、当時の治療圧 2 ATA 下で PMMA を用いて行った実験では、実験装置内圧力上昇は 8.7 ATA にとどまり、装置の表裏蓋支持丸棒は安全と考えられ、このことが茨城県の場合、装置破壊に至らなかったことを窺わせた。しかし、これらの実験とは別途にアクリル樹脂シリンダーの事故装置を縮小したミニチュアモデルにより行った 2.7 ATA 下の実験では、33.6 ATA ものシリンダー内最高圧力が記録された (図 8)。PMMA シリンダー (缶体) の耐圧力は 41 ATA [chamber 内圧力に対して 39.9 ATA (3.99 MPa)] とされ

ているが、内部温度上昇によるアクリルシリンダーのガス化と軟化に伴う強度低下を生じ、その減少された耐力を超えて爆発・破断に至ったことが明らかとなった。

また、アクリル毛布・塩ビシート・ウレタンフォームのみによる燃焼重量からシリンダー内圧の増大を計算式より求めてみた。

HBO 内部の各樹脂（アクリル繊維、塩ビシート、ウレタンフォーム）のそれぞれ一部が燃焼によって分解、完全に酸化された場合の体積膨張について算出する。

各樹脂はアクリル毛布が約2分の1残り、マットレスが一部ストレッチャーに付着したり、縮んでいたことから、毛布2分の1とマットレスは燃焼した内7割が完全燃焼したものと仮定した。それらの重量等を表4に示す。

各樹脂は、安定剤などの組成、熱分解の温度、周囲の気流や酸素濃度など、多くの条件によってまったく異なる生成物を生じるが、ここでは上記のように仮定した量が完全に酸化されたとして、その生成ガス（二酸化炭素、水蒸気等）の体積を求める。又、HBOの排気ポートについているステンレス製の網が溶けていることから、内部温度は少なくともそのステンレスの融点である1,550℃以上には上昇したと考えられるので、上記生成ガスの到達温度を1,550℃と仮定する。

このような仮定の下に表5に生成されたと仮定されるガス量を算出した。

これらの生成ガスに加え、供給の続く酸素も同様に1,550℃まで上昇するので、その体積は6.2倍（2,030L→12,600L）に達する。

したがって、これらの仮定に基づくならば、HBO シリンダー内部の気体全てを合わせると48,130Lにもなり、HBO シリンダーの内容積（約700L）から、圧力にして約68.8ATAがかかったことになる。

このような仮定を踏まえると、シリンダー内圧は33.6～68.8ATAの範囲まで膨張し、容易に破損することが予想される。

以上の調査ならびに実験には日数を要したが、これら一連の考察から、使い捨てカイロでも高気圧高濃度酸素下では十分に発火の危険を有し、条

件さえ整えば、爆発の危険もあることが証明された。

## 6. その他の問題点

事故調査委員会においては次のような事項が討議された。

### 1) 装置内暖房の件

装置内に暖をとるために白金カイロや使い捨てカイロが持ち込まれ、それが装置内火災事故の原因となっているのはわが国特有の現象と思われる。このことはわが国の文化、伝統に根ざす問題でもある。なぜなら室内暖房が十分に普及している北米、北欧の国々ではこの種の事故発生を聞かない。またわが国でも北海道などの寒冷地に同種事故の発生がないのは、高気圧酸素治療中に局所暖房を取る必要がないことによるかもしれない。今回の事故を契機に高気圧酸素治療を受ける患者から入室前に発火源を除去させることを徹底するためには、手術室あるいはICUにおけると同様の患者管理を行う必要性も生じ、そのためにも第1種高気圧酸素治療装置内温度の調節は重要な問題となる。何らかの技術的な方法による解決が待たれる。

### 2) 医学的適応および治療管理の件

本件の場合、高気圧酸素治療の適応としての妥当性に疑念を抱かざるを得ない。患者N.R.氏は、平成8年2月11日、右上下肢の筋力低下を訴えて塩山病院を受診した。CT Scanにて頭蓋内出血を認めず、脳梗塞とTIAの疑いで入院した。入院後2月13日の所見（塩山病院提出の病状経過報告による）では、右三叉神経運動枝、右顔面神経および右舌下神経の不全麻痺、右上肢完全片麻痺および右下肢不全麻痺があり、2月14日撮影のCT Scanで右被殻部に低吸収域を認めたことから脳梗塞症と診断された。その後の経過は順調であったが、本人およびその家族は入院後4日目から高気圧酸素治療を強く希望していた。病院側は、急性期を過ぎると高気圧酸素治療の効果はあまり期待できないことを説明したが、本人と家族から再度の強い要請があり2月19日に山梨厚生病院に高気圧酸素治療を依頼、2月20日に第1回目の治療を通院で行った。事故に遭遇したのは2回目の通院治療時である。つまり、発症から第9病日を経

過してからの高気圧酸素治療の開始であり、外来通院させてまで HBO をしなければならなかったかの疑問が残る。

さらに本例の場合、装置内へ患者を収容する前に行うべき更衣、所持品チェック等が行われていなかったことも明らかである。また、本実験でも明らかのように 2.7 ATA 下で温度上昇の末、発火するまでに 27 分間を要しており、この間の温度上昇に伴う苦痛の為、患者は体動などの不自然な動きや熱さに対する何らかの反応を示していたはずであり、技士が常時患者を観察していれば、その異常に気が付き、HBO を中止、減圧すれば予防できたかも知れず患者管理が十分であったのかどうかの疑問が残る。

急性期を脱し適応外と思われる症例に敢えて高気圧酸素治療を施した医師の倫理的責任と同時に、日本高気圧環境医学会が定めた基本的な安全対策を無視した医療機関としての管理責任が厳しく問われるべきである。

## 7. むすび

これまでわが国で生じた第 1 種高気圧酸素治療装置の火災事故は、いずれも高気圧酸素治療管理の基本を失念したいわば人為的事故であった。従

来とは異なり今回の事故は、世界でもまれな装置の爆発事故であることがわれわれに大きな衝撃を与えたが、調査によりその全容が明らかになるにつれ、従来の事故同様、今回も治療を担当する管理者のマニュアル運用違反という結論に到った。事故再発防止のため委員会の席上では、ハード面の安全強化策として装置に用いられる素材の強度向上、搬入禁止品探知のための金属探知機あるいは赤外線センサーの導入などの可能性も論じられたが、どのような策を取ろうといったん点火源が装置内へ持ち込まれれば、高気圧酸素環境下では例外なく装置火災あるいは爆発をもたらす、患者は死亡に至ることを再確認するにとどまった。すなわち基本的には装置および治療を管理する「人」の問題であることが改めて浮き彫りになったのである。適応の選択を含め安全基準に定める事項が励行されていたならば今回の事故は起こり得なかったであろうと思われる。その遵守徹底に関し学会会員の注意を改めて喚起したい。

本報告をまとめるに当たり関係各方面から賜った多大のご協力、ご助言に深甚なる謝意を表する。

(文献については報告書の性質からこれを割愛した)

以上

### ●日本高気圧環境医学会事故調査委員会

M系：太田保世（東海大学）・恩田昌彦（日本医大）・○眞野喜洋（東京医科歯科大）  
毛利元彦（JAMSTEC）

E系：荻原義光（中村鉄工）・小村一雄（川崎 E）・羽生田義人（羽生田）・渡辺 肇（アムコ）

専：池田玉治・駒宮功額・中島太郎（大和酸器）

(注) 専：専門知識保有者／○印：委員長