

特別寄稿： 二酸化炭素ボンベ誤用事故 —何故まだ繰り返されるのか— その経緯(2)

佐藤 暢

前回報告までの問題点

新設移転したばかりの神戸市立医療センター中央市民病院で、2011年7月13日の夜に腹部大動脈瘤の切迫破裂で緊急手術を受けた老人が、術後の移送に際して人工呼吸に使う小型酸素ボンベの代りに、誤って同サイズの二酸化炭素ボンベを使って心停止を起し、一旦は蘇生には成功したもの、重態で治療中の報道が同年7月21日にあってから、すでに2年間近くが過ぎようとしています。

当病院は、外部委員3名を含む8名からなる事故調査委員会を設置して、事故の発生状況とその原因を検証するため、同年8月1日と9月2日の2回委員会を開き、その結果は「事故調査委員会報告書(CO₂誤換気事故)」に纏められて9月30日に病院長に提出され、当病院のホームページで「CO₂誤換気に関する事故調査委員会からの報告について」と題して同日に公開されました。

それまでに報道された3回のCO₂誤吸入事故でも、二酸化炭素のボンベの塗色が酸素の色として親しまれた緑色と同じであった故に誤認にも気が付かず誤用した事情は同じですが、神戸の事故では医療用CO₂ボンベの接続口はYoke式バルブでガス別特定化されていたのが特徴です。つまり、ボンベとレギュレータとの間は誤接続ができないような対策が採られていたのに誤用事故が起きたことは、新しい事態として注目されます。担当の麻酔科医2名が、緑色のCO₂ボ

ンベを同じサイズの酸素ボンベと誤認して、それを取ってきて Ambu bag に繋いで吸入させてしまい、患者が急変してからも、同じ手術室に居た医師5名、看護師4名の誰一人としてほぼ1時間にわたり CO₂ ボンベの誤用が原因だと気がつかなかったのはなぜなのでしょうか。それは緑色が酸素の色として広く医療現場に浸透しており、緑色のボンベを見て違和感もなく酸素ボンベだと思ったのに、実は緑色のボンベは大変危険な CO₂ ボンベであったのが致命的事故の第一の誘因であったと見るのが常識ではないでしょうか。本邦での特殊事情として CO₂ ボンベの緑色が医療用酸素の識別色と同じである限り、このような誤認事故はいつまた起っても不思議ではないと感じ、1年前にかなり批判的な論文を本誌に書きました¹⁾。なぜならば、「事故調査委員会報告書」には、肝心なボンベの色について“酸素は黒、二酸化炭素は緑”などと具体的な記述はなく、「事故の背景にあると考えられること」にも CO₂ ボンベの緑色が医療用酸素の識別色と同じであるから誤認し易いことに触れておらず、また第1回委員会での討議項目に「O₂ ボンベと CO₂ ボンベの見分けについてのスタッフの認識度」があるのに、その結果についての記載が全く見えないので、ボンベの塗色に触れることをタブー化したような不自然を感じて納得いかなかったからです。

その後、この事故については、事故の報道直後に東京から現地へ駆けつけて密着取材した朝日新聞の出河雅彦編集委員が、2012年2月3日

の Astand (Web-magazine) Asahi Judiciary で書いていますが、このような誤認事故を招いた背景として、医療用ガスの識別色の不統一を指摘しています。ここでの不統一を具体的に言えば、酸素ボンベは黒色であるのに、それ以外の医療機器、医療設備の機材の上で広く使われている酸素の識別色は緑色であり、他方で二酸化炭素ボンベは緑色であるのに医療用二酸化炭素の識別色は橙色であるというように、ボンベの色と麻酔器などの医療機器、医療ガス配管設備などでの医療ガスの識別色とが違う点です。その点、諸外国では医療用ガスボンベの識別色をもとにして医療ガスを使う機器や設備の機材の上の識別色を統一していますので、不統一は本邦だけの特殊な事情なのです。

CO_2 ボンベの緑色が、医療用酸素の識別色として麻酔器などの医療機器、また医療ガス配管や連結ホースなどの医療設備で広く使われている緑色と同じである上に、緑色は工事の安全色、交通信号の進行色、 CO_2 を吸って新鮮な酸素を出す森や樹木の色とのイメージからの健康色として社会的にも親しまれているので、ついうつかりと酸素ボンベと誤認しやすいのは当然でしょう。

このようなヒューマン・エラーを避けるためには、現法令に抵触しない範囲で CO_2 ボンベの塗色を工夫して、一目で見分けられるようにする対策を優先して実施することが必要です。このような観点から、本邦でのボンベの色と医療ガスの識別色に関する不統一の経緯を振り返りながら、前回の論文¹⁾ 以後に認識した関連事項を纏めて報告します。

医療用酸素の色は緑の歴史

本邦で医療におけるガスの識別を色で行うことを公式に決めたのは、1976年に日本麻醉学会と日本医科器械学会とが協力して JIS T 7201「麻酔器」の改正を日本工業標準調査会 (JISC) において行ったのが最初です。そこでは酸素は緑、笑気は青などと公式に決めています (表 1)。

表 1 吸入麻酔剤の色分け

吸入麻酔剤の種類	使用色
酸素ガス	緑
笑気ガス	青
ニードル	紫
ハローセン	赤
サイクロプロパン	黄赤(だいだいいろ)
空気	白/黒

表 1. JIS T 7201-1976 「麻酔器」の 12 ページから医療ガスと吸入麻酔剤の色分け表を示す。

当時は、揮発性麻酔剤を使う気化器の色分けも医療ガスと一緒に示したが、種類が増えるに従って別系統となり、揮発性麻酔剤の識別色は気化器のみならず、薬剤のピンと薬液別注入装置 (bottle adaptor) にも使われている。

当時は笑気麻酔 (GOE, GOF など) が盛んに行われる一方で、酸素と笑気間の誤用事故を防ぐための識別が急務であり、当時日本麻醉学会の麻醉器規格委員長を務めていた私が JISC の委員会長も兼ねて麻醉器の JIS を改正しました。その JISC の名簿には、初代委員長であった山村秀夫先生、2 代目を務められた佐藤光男先生を始め、渡部美種、川田繁、浅山健、村山良介先生や、麻酔器の国産、輸入の代表的会社の社長さんらの名前が見られます。当時は米国で麻酔を研修されて帰国されたばかりの麻酔科医が多く、麻酔器も米国製が圧倒的に多かったこともあって、1976 年よりも相当前から麻酔器や配管端末器の上では緑は酸素の色として親しまれてきたので、米国式に緑色を酸素に適用することに反対は全くなかったよう記憶します。当時は、医療用 CO_2 については、麻酔器での使用を考えず、識別色を決めませんでした。

ちょうど ISO 32 : Gas cylinders for medical use-Markings for identification of content が、欧州主導で 1977 年に制定される前年のことであり、ISO では酸素が白になりそうなことは知つてはいましたが、日本では評価されませんでした。しかし、酸素以外は ISO に準拠しました (表 2)。そのうちで、後年サイクロプロパンが医薬品から消えたので、本邦ではその橙色を医療用

8-74.

**GENERALLY USED COLOURS - MEDICAL GAS CYLINDERS
COMPRESSED GAS ASSOC. INC.**

MEDICAL GAS		GENERAL USE COLOURS - MEDICAL GAS CYLINDERS											
W. INDIES		BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL
W. GERMANY		GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR
VENUEUELA		YE	YE	YE	YE	YE	YE	YE	YE	YE	YE	YE	YE
U.S.A.		WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH
URUGUAY		GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR
THAILAND		BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL
SWITZERLAND		WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH
SWEDEN		GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR
SPAIN		BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL
NORWAY		BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL
MEXICO		GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR
JAPAN		GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR
HOLLAND		WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH
FRANCE		BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL
FINLAND		BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL
ENGLAND		BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL
ECUADOR		BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL
DENMARK		GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR
COLOMBIA		WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH
CHILE	*	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR	GR
CANADA		WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH
BRAZIL		WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH	WH
AUSTRIA		BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL
AUSTRALIA		BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL
ARGENTINA		OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR	OR
ISO-R32		BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL
* NO REQUIREMENT PROBLEMS UNDER CERTAIN SITUATIONS													
NOTE: INDICATED COLOURS NORMALLY APPLIED TO CYLINDERS.													
NOTE: SHOULDER - BALANCES OF CYLINDERS MAY BE A DIFFERENT COLOR - DUE TO COLOR SEGMENTS OR BANDS VISIBLE FROM VALVE END GRAY SOMETIMES SILVER OR ALUMINUM.													

表 2. 1975 年頃に米国で作られた医療用ガスボンベに一般的に使われている各国の識別色の表。

ISO 32-1987 が発刊される前であり、当時は西ドイツを中心にスイス、オランダ、オーストリアは酸素に青を当てていた。ところが国際的に笑気を青に統一しようという話し合いが進み、英國、フランス、北欧諸国、カナダ、オーストラリア、アルゼンチンなどが採用していた白を酸素に当てる方式を ISO 32 で採用しようという動きが進んで、全欧洲で酸素は白となつた。一方で、米国、メキシコ、ブラジルなどの中南米諸国、タイは酸素に緑を当てている。以上は、医療用ガスボンベの識別色であり、それを基に麻醉器などの医療機器、医療ガス配管などの医療設備の上でも機材の医療ガスの識別色として適用されるが、日本では医療ガス用ボンベを含めて全てのボンベの色を法令で、酸素は黒、二酸化炭素は緑、その他はすべて灰色と決めている。これでは、医療ガスの識別に役立たないので、ボンベ以外の医療機材の上では、酸素は緑、治療用空気は黄色と米国式に、その他の医療ガスは国際的な亜酸化窒素の青もあるが、ボンベとは別の色を医療ガスの識別色に使うことになってきた。

CO₂ に適用しました。また、医療用空気を成分(酸素を白と窒素を黒)の2色で示す ISO 方式は、ボタンや摘み、接続金具など小さい機材の上でデザインしにくいので、後年米国式の黄色に変えました(JIS T 7201-1990 および JIS T 7101-1993 で)。もっとも、ISO 32 は、1977 年に ISO TC(technical committee) 58: Gas cylinders に

よって改正されたときに日本が関与した形跡はみられないし、それ以来長年放置されたままです。そして、麻醉器・呼吸器や医療ガス配管の国際規格を担当している ISO TC 121 とは無関係に運営されているので、様子は全くわかりません。ただし、ISO TC 58 (ISO 5145: Cylinder valve outlets for gases and gas mixtures) でも

米国 CGA でもボンベ・バルブのガス別特定接続の規格は全てのボンベを対象としており、医療用ボンベとの区別は塗色によっている点で、医療用の N₂O と CO₂ 大型ボンベに限り A₂ 弁を採用した日本の現状とは違う方向に進んでいます。つまり、ボンベ・バルブのガス別特定接続は全てのボンベについて同様に重要な課題であり、充填設備までを医療用と区別するのが目的ではないからです。

ボンベの色だけは酸素は黒、 炭酸ガスは緑

その後、医療の現場では、緑は酸素を表す色として医療機器、医療設備の上で広く浸透してきましたが、JIS T 7101「医療ガス配管設備」の制定で、配管設備での酸素の色を緑と決めたのは 1993 年です。酸素の緑を医療ガス配管の色のように言う向きもありますが、配管の色そのものは配管工事では重要でも、日常臨床の場で見えるわけではなく、配管端末器や連結ホースなどでは見慣れていますが、実際にはもっと広く酸素吸入用機器(レギュレタや流量計など)や人工呼吸器、麻醉器などの医療機器や医療配管設備に附属する機材の上で酸素の識別色として長年間使われています。唯一ボンベの色だけが例外で、経産省令・高圧ガス容器保安規則により酸素は黒、CO₂ は緑なのが、ボンベ誤認事故を招く第一の誘因となっています。80 名の ICU 看護師に「酸素ボンベは何色か」を筆記テストした結果、黒の正解は 57.5 % に過ぎず、不正解は殆ど緑であったとの報告がありますが²⁾、診療の現場で慌てた時にはつい無意識のうちに緑色ボンベを酸素と間違えることがあっても不思議ではないでしょう。現に、今までに報道された CO₂ ボンベの誤用事故は、4 回とも麻醉前・後の患者移送時に、予期に反して携帯用の小型酸素ボンベの準備がなかった、または空であった時に慌てて起きています。しかも誤認した本人(医師、看護師)が間違いに全く気付いてない点

が特徴です。

この単純な事象を行政やガス業界が直視せず、適切に対応していないのが現状ではないかと、私は大変危惧しています。臨床の現場で急いだ時、慌てた時、疲れた時などに重大事故の誘因となりやすい緑色の CO₂ ボンベの問題を放置したままでは、ボンベのバルブの接続をガス別特定化するなど色々な対策を探ったとしても、緑の同色による誤認というヒューマン・エラー防止の基本的解決にはならないと考えるからです。

医療ガス問題検討委員会での議論は 活かされなかった

この件については、厚生省の意向により(財)医療機器センターにおいて 1993 年 6 月から下記の構成で医療ガス問題検討委員会が発足しています。委員長 佐藤暢、委員 与五澤利夫、新井豊久(以上 3 名は日本麻酔学会)、中島太郎(医療ガス協会)、佐藤雄一(高圧ガス保安協会)、塩川隆喜(日本医用機器工業会)、百村明徳(日本医用機器工業会)、谷川廣治(日本医用光学機器工業会)、佐藤進(日本高圧ガスバルブ工業会)、富田文四郎(日本炭酸ガス工業会)の 10 名でした。その議事録が私の手元にないのは残念ですが、当委員会が済んでから日本麻酔学会準機関誌「麻酔」に私が報告を掲載し³⁾、その後半に医療用炭酸ガスボンベについての問題を論じています。

諸外国のように医療ガスの識別色をボンベにも統一して使うには、高圧ガス保安法の省令である容器保安規則の表示の部分(別紙 1)を改正するか、高圧ガス保安法を改正して医療用ボンベを(航空機備え付けの酸素ボンベは日本でも米国式の緑色のように)適用除外する他ありませんが、現法令内でもボンベ表面の半分以下を、医療ガスの識別色にすることで解決できます。つまり、医療用亜酸化窒素ボンベで、その他のガスに当るねずみ色の上に青色を重ねて成功しているように、“医療用二酸化炭素ボンベでは緑色の

上のバルブ側に近い部分をオレンジ色とする方針を出した。ところが、酸素ボンベの黒色に緑色を一部使う提案は、緑色が炭酸ガスと紛らわしいとして反対された。”との記載が見られます。

その結果は、厚生省にも報告され、実施されることを期待しましたが、医療ガス協会側は、医療用二酸化炭素ボンベの口金をガス別特定化することで、機械的に誤接続をなくすことができるとして、その実施に専念しました。厚生省の通知も、もっぱらボンベのガス別特定接続の徹底に傾注しており、ボンベの誤接続を不可能にすることだけでボンベ誤用事故は根絶されるとの安全神話を生んだ感があります。

なお、私は本邦特有の医療ガスボンベの色の問題もいつかは解決しなければならない重要課題であると捉えて、1998年日本医療ガス学会のシンポジウムで講演し⁴⁾、また「医療ガスボンベの識別色について—医療ガス業界への提言」と題して詳しく解説しています⁵⁾。また、2008年8月に福岡県八女市において「酸素と誤りCO₂投与 重体患者2名死亡」の報道がなされた折には、「またもボンベ誤用事故一失われた16年間」と題した時論を書きました⁶⁾。1992年6月に帝京大病院で、「炭酸ガスを吸わされ死亡、医師ら酸素と間違え」の報道があつてから、16年間全く対策が進んでおらず、その時は非特定化接続の緑色CO₂ボンベで取り違え事故を起こしたのに、それでもミスに気付かずに次の症例にも再び酸素の代わりに同じCO₂ボンベを使って、その結果2名とも死亡しています。

医療ガス業界団体はボンベの色での識別を諦めた？

一方で、平成21年の日本産業・医療ガス協会－医療ガス部門(JIMGA-MD)(旧日本医療ガス協会)の「医療ガス容器表示基準」改定1では、“液化炭酸ガスの容器表面積の全体(と下線をつけて)「緑色」と決めています。さらにその基準の中で，“取り違え事故防止の基本 医療ガス

は医薬品であるので、ガス名すなわち医薬品の名称は薬事法で規定される医薬品ラベルで確認する。容器の色で、ガス別の種類を識別することは危険であり、取り違え事故を招く恐れがある。その理由として、高圧ガス保安法で規定される容器の色(強制規格)と、JIS及び公共標準仕様書において容器に接続する医療ガス配管の色(任意規格)が異なることによって生じる取り違えのおそれがある。特に酸素について注意が必要である。”としています。強制規格で決められているのは、容器表面積の1/2以上であるので、残部を活用して医療用ボンベを識別する手法を、同じ基準の中で医療用液化亜酸化窒素ボンベでは“容器の肩部は「青色」、他は「ねずみ色」と採用しながらも、なぜ医療用CO₂ボンベでは強制(法定)規格の枠を超えてまで表面全体を緑色にして、産業用CO₂ボンベと塗色で区別する手段を自ら放棄したのでしょうか。理解できない上に、最後の1文では、危険なのは酸素ではなくて、“特に二酸化炭素について注意が必要である。”ではないでしょうか。私には、取り違え事故防止の基本のところで、(強制規格)の重圧に囚われる余り、自己撞着に陥っているとしか思えません。

ガス協会の表示基準によるボンベで起きた緑色ボンベ誤認事故

その翌年に神戸で起きたボンベ誤認による前述のCO₂ボンベ誤用事故は、この表示基準に拠ったヨーク弁医療用CO₂ボンベで起きています。深夜に及んだ緊急手術がやっと済んでほつとした時、予期していた移動用酸素ボンベがなかった、そこで眼に入ったのは緑色のボンベなので、つい酸素と勘違いして持ってきて、誰もが違和感さえ持たずに直接吸入させてしまったという単純な人為的認識ミスです。私は、同年9月30日に公表された神戸市立医療センター中央市民病院事故調査委員会報告書を読んだ上で、「二酸化炭素ボンベ誤用事故一何故また繰り返される

のかーその経緯」¹⁾を書きました。幸いにして「麻酔・集中治療とテクノロジー」誌の編集部から「医療担当者は誰でももっと高圧ガスに関する専門的知識を持ち、常に細心の注意をもってヒューマン・エラーを避けねばならないという不可能な責任を追及するよりも、もっと徹底的にフルプルーフ・フェイルセイフの途を追求すべきであり、その第一歩が医療ガスの識別色の統一であるとする著者の主張に本誌編集部は共感し、参考図を付して解説を深めることにした。」と支持されました(引用文献1の35p、参考図Aの説明下部)。

医療ガスの識別色をボンベにも統一して使うという筋を貫くには、米国のように医療用酸素の緑色を医療用酸素ボンベにも塗らねばなりませんが、本邦では二酸化炭素のボンベの緑と同色になるので実行は難しいと判断して、酸素ボンベは従来のままにしておいて、医療用二酸化ボンベの方だけを緑色ボンベの上部約1/3に橙色を塗る方法を探ることにしたのが今回の提案です。これならば法令内の改善であり、医療用N₂Oボンベの2重塗色と同じ手法です。CO₂の橙(オレンジ)色は、N₂Oの青色と同じく、容器保安規則のボンベ塗色の表で指定された色(別紙1)には含まれてないので、紛らわしいといわれる懸念はありません。

医療用二酸化炭素ボンベを 二重色塗りにと新しく提案

そこで、以前から親交のあった名古屋の医療ガス専門業者(株)エバに相談しますと、早速に鮮やかなオレンジ色が目立つ2色ボンベが送られてきました。この案については、地元の有力ガス業者などとも相談して、ボンベの塗装・検査場や充填作業を見た上で、もっとも実効性が高いと判断して、ガスレビューに寄稿した結果、医療ガス専門の業界紙2012 Gas Medicina(Vol.17.14-15頁)に特別寄稿「医療用二酸化炭素ボンベの誤認事故防止への緊急提案」と題して掲載さ

れています(別紙2)。

この提案については、寄稿前から公益社会法人日本麻酔科学会 多田事務局長に直接しっかりとお願いしております。また、JIMGAの豊田会長には、印刷公表前の段階で提案書をお渡しましたが、その結果、「貴殿のお考えはごもっともです。当協会としては、現状を踏まえ、学会、業界などの意見を聞きながら、前述の「医療ガス容器表示基準」改定1の内容を検討して参りたい。」との回答を戴いています(昨年10月15日付け文書)。ところが、当基準の見直しは大幅に遅れ、未だに着手した形跡すらありません。もともと現行法令内で工夫した便法であり、関連JISにも準拠した対策なので、賛同する業者が自発的に実行する分には、医療用N₂Oボンベの前例もあることですし、問題がないことは各方面に確認済です。現に(株)エバを始め、賛同する数社は年度が変わると本確的に塗り替えに着手するでしょう。通常は5年毎のボンベ定期検査前にボンベの塗り替えを先取りして、できるだけ早く新デザインの医療用CO₂ボンベに揃える作業に入る予定と聞いています。ですが、JIMGAの「医療ガス容器表示基準」の見直し・再改定が遅くなるほど、現状のままの全体緑色CO₂ボンベが多く残り、誤認の危険性は長いこと解消されないばかりか、新旧間の混乱による危険も心配され、好ましいことではありません。

医療事故防止の推進は 行政と業界の責任

日本全国で足並みを揃えて新デザインができるだけ早く徹底して実施するように指導して、同様の事故再発予防に最善を尽くすのは、行政や公益法人の仕事ではないでしょうか。そして、JIMGAは、神戸の事故を防ぎえなかつたCO₂ボンベの緑色の問題を放置せず、できるだけ早く「医療ガス容器表示基準」を見直して、医療用CO₂ボンベの緑色による酸素との誤認対策を徹底することは社会的義務でないでしょうか。これまで

のポンベ誤認事故では、文字による表示はすべて見逃された事実があり、これは重い鋼製のポンベ取り扱い上の特質なのではないでしょうか。換言すれば、注射用アンプルのように軽くて小さいものでは、直接手にとって目を近づけて文字を読むことが習慣づけられているのに、重いポンベでは遠方から眼で見て判断する習慣があるので勝手が違うものと思われます。CO₂ポンベの緑色を見ていない筈はないのに、それが無意識のうちに誤用を招いたことが問題なのです。

色々な対策を積み重ねて万全を期す

今迄に取られてきた色々なCO₂ポンベ誤用事故防止対策は、いずれも有効なものでしょう。でも、いずれも欠点があります。ガス別特定化は、ポンベのバルブ(充填口=排出口)の接続には有効であっても、今回神戸の事故でのAmbu bagに繋ぐような外気圧近くまで減圧した気流に使う柔軟性のある管の接続では、推し込み式のアダプタが一般的で便利に使われており、実用的ではありません。CO₂ポンベを中心(10L)型にして携帯用小型O₂ポンベと区別する方法は、もともと小型ポンベを付けるように設計されている気腹装置などには不向きですし、改造、買い替えは不経済な話です。理想的と思われる医療ガス配管も、CO₂の場合ほとんどの気腹器など医療機器はポンベ直結用に造られており、配管圧ではうまく作動しないとか、配管端末器からのホースに繋がる構造になっていないとか、また医療機器の改造の許可を得るのは困難などが重なって実用性に乏しい面があります。それでも、医療ガス配管に接続して使える気腹器が市販されているので、高価なCO₂配管工事をしてみたものの、局方CO₂の使用量がそんなに多くない施設では、ガス源である40L(30kg)の大型CO₂ポンベの回転が過ぎて効率が悪いと敬遠する向きも見られます。

さらに、ポンベにレギュレータを付けたらそ

のままポンベが空になるまで使うのが一般的な使い方なのに、“使用時のポンベとレギュレータを接続し、保存時にはポンベからレギュレータを外すことを徹底する”との指導(平成23年7月25日医政総発725第3号、薬食安発0725第1号「酸素ポンベと二酸化炭素ポンベの取り違えに起因する健康被害の防止対策の徹底について」一留意事項2)には、大変困惑を感じました。ポンベにレギュレータを取り付ける作業には、うまく適合してガス漏れが起きないこと、ポンベに充分残量のあることを確認するなど前もって安心して使えるように準備しておくことが求められ、慌てて緊急に取り付けると故障や事故になりやすいので、術前には他の準備に先行して準備・配置しておく方が利便性と安全性が高いからです。そこで、緊急即応性が要求される救急車や移送車に載せる携帯用酸素ポンベは言うに及ばず、気腹器に付けるCO₂ポンベでも一度確実に取り付けたら使い切るまでは外さないのが常識的ではないかと考えます。高压ガスポンベの取り扱いには常に危険が伴うもので、頻回の取り付け、取り外しは、パッキンなどの機密性と安全性を損ないやすい上に、時間と労力とガスの無駄が多くなる事情も無視できません。特に、配管集合装置(マニホールド)などに取り付ける予備のポンベは、常に所定の位置(使用側の反対側バンク)に取り付けておくだけでなく、バルブを開けておいて常時自動切り換えできるように備える必要があるので、使用時ののみの接続が一般的に可能とは理解されないでしょう。

ポンベの緑色による誤認は二重色にして防ぐのが第一歩

かようにポンベの誤用事故防止対策は、それぞれ現場の状況に合わせて適宜色々な安全対策を何重にも積み重ねて万全を期する必要がありますが、緑色のCO₂ポンベを酸素と誤認するヒューマン・エラーを防ぐには、CO₂ポンベを

2色塗りにして容易に識別できる工夫が第一であることには異論の余地がないと思います。そして、容器保安規則で決められた緑色の上に医療用CO₂の橙色を約1/3表面積だけ重ねて、医療用酸素の緑色と容易に識別できるようにすることで、現法規内で比較的簡単に解決できます。これを緑色によるCO₂ポンベ誤認事故防止の基礎として、その上に色々な手段・工夫を組み合わせて職場の安全性向上を果たそうではありますか。

引用文献

1. 佐藤 暢：二酸化炭素ポンベ誤用事故一なぜまだ繰り返されるのかーその経緯。 麻酔・集中治療とテクノロジー 2011 p26-37, 麻酔・集中治療とテクノロジー学会 京都, 2012.
2. 磨田 裕, 大塚将秀：NP-25 それでも酸素ポンベは緑色ですか? 日本集中治療医学会雑誌 15 Suppl. 第35回学術集会抄録集: 290, 2008.
3. 佐藤 暢：医療ガス問題, 最近の話題。 麻酔 43(9):1406-1411, 1994.
4. 佐藤 暢, 石部裕一：ガス別特定接続とくにバルブの特定化について. Medical Gas 1(1): 132-136, 1998.
5. 佐藤 暢: 医療ガスポンベの識別色についてー医療ガス業界への提言. 日本医事新報 No.3891号 76-78, 1998.
6. 佐藤 暢: またもポンベ誤用事故ー失われた16年間. 日本医事新報 No.4413号 75-78, 2008.

別紙 2

ガスマディキーナ 17巻 (2012年10月31日発行) の14~15pに掲載された特別寄稿は発行元((株)ガスレビュー, 大阪)の許可を得て全文を掲載。

Key Words:

医療用二酸化炭素ポンベ, 高圧ガス保安法, 容器保安規則, 医療ガス識別色, 日本産業・医療ガス協会, 医療ガス容器表示基準, 誤認, 二酸化炭素ポンベ誤用事故, ガス別特定接続

別紙1

容器保安規則 (昭和41年5月25日 通産省令第50号)

最終改正:平成二四年三月二八日経済産業省令第一八号

高圧ガス取締法(昭和二十六年法律第二百四号)に基づき、および同法を実施するため、容器保安規則を次のように制定する。

第四章 容器の表示(表示の方式)

第十条 法第四十六条第一項 の規定により表示をしようとする者(当該容器を譲渡することがあらかじめ明らかな場合における容器の製造又は輸入をした者を除く。)は、次の各号に掲げるところに従って行わなければならない。

一 次の表の上欄に掲げる高圧ガスの種類に応じて、それぞれ同表の下欄に掲げる塗色をその容器の外面(断熱材で被覆してある容器にあっては、その断熱材の外面。次号及び第三号において同じ。)の見やすい箇所に、容器の表面積の二分の一以上について行うものとする。ただし、同表中で規定する水素ガスを充てんする容器のうち圧縮水素自動車燃料装置用容器及びその他の種類の高圧ガスを充てんする容器のうち着色加工していないアルミニウム製、アルミニウム合金製及びステンレス鋼製の容器、液化石油ガスを充てんするための容器並びに圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器にあっては、この限りでない。

高圧ガスの種類	塗色の区分
酸素ガス	黒色
水素ガス	赤色
液化炭酸ガス	緑色
液化アンモニア	白色
液化塩素	黄色
アセチレンガス	かつ色
その他の種類の高圧ガス	ねずみ色

二 容器の外面に次に掲げる事項を明示するものとする。

イ 充てんすることができる高圧ガスの名称

ロ 充てんすることができる高圧ガスが可燃性ガス及び毒性ガスの場合にあっては、当該高圧ガスの性質を示す文字(可燃性ガスにあっては「燃」、毒性ガスにあっては「毒」)

三 容器の外面に容器の所有者(当該容器の管理業務を委託している場合にあっては容器の所有者又は当該管理業務受託者の氏名又は名称、住所及び電話番号(以下この条において「氏名等」という。)を告示で定めるところに従って明示するものとする。ただし、次のイ及びロに掲げる容器にあってはこの限りでない。

犠牲になるばかりでなく、穴に落ちた人も大変傷つきます。このような落とし穴を取り除いて安全な環境で働くようになると、ガス業界の責任でもあると考えて、この際積年の矛盾解決を急ぐよう提案する次第です。

これこそ、当時の厚生省が健政発第410号(昭和63年7月15日)で「機材をガス別に特定、表示し、容易かつ確実に判断することを可能にするとともに、非互換性を確保すること」を具体化する第一歩です。

高压ガス保安法の容器保安規則では、ポンベの色は「容器外表面の見やすい箇所に、容

器の表面積の1/2以上に付けて」液化二酸化炭素では緑色にすると決められています。

ので、医療用CO₂ポンペと区別するのに残りの半分以下

の表面積の色を違えて使うことができます。

ポンベ上部を橙色にすることで誤認を防ぐ

そこで思いついたのは、医療用CO₂ポンペの色を、緑色の上に医療用二酸化炭素の識別色である橙色を重ねて区分すれば、酸素ポンペは現状のままであっても、それと識別できるのはもちろん、医療

用酸素の緑色ともはつきりと違うし、産業用の液化炭酸ガスポンペとの区別も判然とする方法です。

医療用CO₂ポンペの数は限られていますので、良いデザインさえ業界で採用して貰えば、医療用CO₂ポンペの特徴として比較的容易に普及して、医療用CO₂ポンペの誤用問題を解決でき

る期待して、綺麗に目立つようなデザインを提案したい

と思います(前頁の写真はその例です)。鮮やかな橙(オレンジ)色で、これは変わっている、酸素ではないぞ!と気付くだけ目的は達せら

れる筈です。

この方法は、医療用亜酸化窒素(笑気、N₂O)のポンペで以前から使われています。

医療用亜酸化窒素の識別色は青色ですが、高压ガス保安

法の容器保安規則では、「その他のガス」に含まれる液化

亞酸化窒素のポンペは鼠(灰色)で、空気、窒素、アルゴン、減菌用の酸化エチレンなど多くのガスや混合ガスと同じな

で、この調査の結果は不明

現在この調査の結果は不明

吸入麻醉中の酸欠事故を防ぐためには、麻酔器の内外で

ボンベの識別色について」で

詳しく述べました。

また、医療ガス協会(当時)の機関誌「医療/ガス・機器」のNo.325号の12ページには、第152回総務委員会(1999年7月8日)の議事録のなかで、医療用二酸化炭素容器弁特化(除くヨーロッパ)準備委員会の件の最後に

「尚、これらの準備をしてい

る際、平成5年の本件に関する資料が見つかり、この中に

はすでに気腹器にはヨーク弁

の通達があつて、医療用二酸化炭素容器がオレンジ色と緑

色のツートンカラーになつておれば、(事故当時同じ手術

室に居た医師5名、看護師4名のうち)誰もが違和感さえ

なつてゐるとの記事があるの

で、事務局にて当時の事情を

調査するよう指示があつた。」と記載されています。

そこで思いついたのは、医療用CO₂ポンペの色を、緑

色の上に医療用二酸化炭素の識別色である橙色を重ねて区

別すれば、酸素ポンペは現状

のままであっても、それと識別できるのはもちろん、医療

用酸素の緑色とともに差別化され、このように安全な環境で働くようすることは、ガス業界の責任でもあると考えて、この際積年の矛盾解決を急ぐよう提案する次第です。

これこそ、当時の厚生省が健政発第410号(昭和63年7月15日)で「機材をガス別に特定、表示し、容易かつ確実に判断することを可能にするとともに、非互換性を確保すること」を具

して貰えば、医療用CO₂ポンペの特徴として比較的容易に普及して、医療用CO₂ポンペの誤用問題を解決でき

る期待して、綺麗に目立つようなデザインを提案したい

と思います(前頁の写真はその例です)。鮮やかな橙(オレンジ)色で、これは変わっている、酸素ではないぞ!と気付くだけ目的は達せら

れる筈です。

この方法は、医療用亜酸化窒素(笑気、N₂O)のポンペで以前から使われています。

医療用亜酸化窒素の識別色は青色ですが、高压ガス保安

法の容器保安規則では、「その他のガス」に含まれる液化

亞酸化窒素のポンペは鼠(灰色)で、空気、窒素、アルゴン、減菌用の酸化エチレンなど多

くのガスや混合ガスと同じなので、灰色の上に青色を重ねて医療用液化亜酸化窒素のポンペを区別してきました。で

、この調査の結果は不明

吸入麻醉中の酸欠事故を防ぐためには、麻酔器の内外で

ボンベの識別色について」で

詳しく述べました。

また、医療ガス協会(当時)の機関誌「医療/ガス・機器」のNo.325号の12ページには、第152回総務委員会(1999年7月8日)の議事録のなかで、医療用二酸化炭素容器弁特化(除くヨーロッパ)準備委員会の件の最後に

「尚、これらの準備をしてい

る際、平成5年の本件に関する資料が見つかり、この中に

はすでに気腹器にはヨーク弁

の通達があつて、医療用二酸化炭素容器がオレンジ色と緑

色のツートンカラーになつておれば、(事故当時同じ手術

室に居た医師5名、看護師4名のうち)誰もが違和感さえ

なつてゐるとの記事があるの

で、事務局にて当時の事情を

調査するよう指示があつた。」と記載されています。

そこで思いついたのは、医療用CO₂ポンペの色を、緑

色の上に医療用二酸化炭素の識別色である橙色を重ねて区

別すれば、酸素ポンペは現状

のままであっても、それと識別できるのはもちろん、医療

す。

ちなみに、橙色や青色は容

器保安規則のポンペ塗色に指

定されていないので、紛らわ

しい色との懸念はあります

。しかし、医療用二酸化炭素

ボンペの容器弁の接続をガス

別特定化すれば、機械的に酸

素用減圧器と接続できなくな

る事故は無くなるとの安全神話

によって、業界は専ら医療用

二酸化炭素ボンペを誤用する

ので、酸素ボンペの代りに

二酸化炭素容器のバルブのガ

ス別特定化に取り組んで来ま

したが、医療用二酸化炭素

ボンペをオレンジ色と緑色

のツートンカラーに塗る方

は、特定のデザインを決めず、

1/2以下の範囲で適宜橙色

にすれば法令には違反しない

ので業者の自主性に委ねたた

めに、結局普及しなかつたも

のと推察されます。

もし、当時厚生省から前記

の通達があつて、医療用二酸

化炭素容器がオレンジ色と緑

色のツートンカラーになつて

おれば、(事故当時同じ手術

室に居た医師5名、看護師4

名のうち)誰もが違和感さえ

なつてゐるとの記事があるの

で、事務局にて当時の事情を

調査するよう指示があつた。」と記載されています。

そこで思いついたのは、医療用CO₂ポンペの色を、緑

色の上に医療用二酸化炭素の識別色である橙色を重ねて区

別すれば、酸素ポンペは現状

のままであっても、それと識別できるのはもちろん、医療

けだし、医療用二酸化炭素

ボンペの容器弁の接続をガス

別特定化すれば、機械的に酸

素用減圧器と接続できなくな

る事故は無くなるとの安全神話

によって、業界は専ら医療用

二酸化炭素ボンペを誤用する

ので、酸素ボンペの代りに

二酸化炭素容器のバルブのガ

ス別特定化に取り組んで来ま

したが、医療用二酸化炭素

ボンペをオレンジ色と緑色

のツートンカラーに塗る方

は、特定のデザインを決めず、

1/2以下の範囲で適宜橙色

にすれば法令には違反しない

ので業者の自主性に委ねたた

めに、結局普及しなかつたも

のと推察されます。

もし、当時厚生省から前記

の通達があつて、医療用二酸

化炭素容器がオレンジ色と緑

色のツートンカラーになつて

おれば、(事故当時同じ手術

室に居た医師5名、看護師4

名のうち)誰もが違和感さえ

なつてゐるとの記事があるの

で、事務局にて当時の事情を

調査するよう指示があつた。」と記載されています。

そこで思いついたのは、医療用CO₂ポンペの色を、緑

色の上に医療用二酸化炭素の識別色である橙色を重ねて区

別すれば、酸素ポンペは現状

のままであっても、それと識別できるのはもちろん、医療

けだし、医療用二酸化炭素

ボンペの容器弁の接続をガス

別特定化すれば、機械的に酸

素用減圧器と接続できなくな

る事故は無くなるとの安全神話

によって、業界は専ら医療用

二酸化炭素ボンペの塗色の工夫が

普及することにより、関係法

令の改正を待つことなく、日

本中でCO₂の誤吸人による

悲惨な事故(2001年7月、神戸)は避けられたと思

うと残念でなりません。人々、

今回このような医療用二酸

化炭素ボンペの塗色の工夫が

普及することにより、関係法

令の改正を待つことなく、日

本中でCO₂の誤吸人による

悲惨な事故を根絶できること

を祈りながら提案する次第

です。(2012年9月10日)

色での誤認防止は第一歩

吸入麻醉中の酸欠事故を防ぐためには、麻酔器の内外で

10段階ほどの種々な安全機構

が働いています。CO₂ボ

ンペの誤用事故を防ぐために

も何重にも安全対策を重ねて

フルブルーフ・フェイルセ

イフを目指すべきで、その後

一步がポンペの塗色を活用し

て誤認を避けることです。

ポンペの刻印、ラベル表示や添付文書を読んでの確認、ガス別特定接続による正しい接続などは、その後に続く安

全対策です。とくに、CO₂

の直接誤吸入による劇症急性

呼吸性酸血症では、患者さん

に装着しているバルスオキシ

メーターに低酸素の警報が出

る前に、心停止を来たす程度非

常に早く劇的な変化が全身の

細胞で起こると考えられ、絶

対に避けねばならない致命的

事故なのです。

今回このような医療用二酸

化炭素ボンペの塗色の工夫が

普及することにより、関係法

令の改正を待つことなく、日

本中でCO₂の誤吸人による

悲惨な事故を根絶できること

を祈りながら提案する次第

です。(2012年9月10日)

別紙2

特別寄稿



伤寒名醫教授



上部を橙色にした
サンプル容器

小型の酸素ボンベは、救急車や医療施設などで患者を移送中の酸素吸入に使われるほか、在宅酸素療法での移動用、緊急用など広く日常的に使われている医療に不可欠の高圧ガス容器です。

その塗色は、わが国においては、法令（高圧ガス保安法による経産省令・容器保安規則）により黒色と決められており、二酸化炭素（液化炭酸ガス、CO₂）のボンベは、緑色と

黒色は、わが国においては、法令（高圧ガス保安法、社団省令、容器保安規則）により黒色と決められ、炭素（液化炭酸ガス）のボンベは、緑色と

返されて います。

この種の事故は、CO₂ボンベが手術室で使われるようになつた1992年頃から起きたようになり、新聞で報道された重大事故は4回でしたが、「Heinrichの法則」を従までもなく、ヒヤリ・ハートや未然の事故（インシデント）は相当に多いものと思われます。なぜならば、ボンベ以外では、同じ緑色が医療器具の識別色として病院内では広く浸透しているからです。

で用へおシツ待す報らよの

素の性
療ガス
本工業
年医病
親しま
CO₂
木や
また空
全色る
るなど
ついこ
べを確
ず、吸
と思ふ
つま

識別色として麻醉器や医療用酸素の識別色として森林のイメージであり、工事現場で安全を広く使われていますから、とつさの場合によつかりして緑色のボンベを誤認しても気付かず吸入させてしまうからだ

も、用がとくにうなうかりうにうべの護師かりういといす。

ところが実際には、「医療用ボンと産業用ボンの区別がどうあること」の規制があつて、一見して区別ができるような色分けが一番に必要だと思ふます。

護師、薬剤師などの正リキュラムで、酸素ガス黒色、二酸化炭素ボン色と教えると聞いたことりませんが、臨床現場必要から関係者を指導しても、殆ど的人は今去つてしまい、酸素は認識に馴れて仕舞うところではありますか。

この様な現状は、粗すい落とし穴を放置して、そこで日常忙しくいる人が、疲れたときなどとき、何か予期せぬ

正規のカ
ンベは
ノベは緑
ことはあ
で働く
守したと
心頭から
は緑との
人が多い

小型の酸素ボンベは、救急車や医療施設などで患者を輸送中の酸素吸入に使われるほか、在宅酸素療法での移動用、緊急用など広く日常的に使われている医療に不可欠の高压ガス容器です。

決められています。ポンベに充填されているガスの種類を見分けるには、ポンベの色だけが一番に役立つ筈なのに、実際にはこの色分けが役に立たず、酸素の代わりに誤ってCO₂を吸収させた事故が繰

日本 医工

だけの特殊事情

省管轄の高圧ガス保安法（容器保安規則）の適用を受けますが、そこでは医療用の区別はありません。

見えながら、日本の現状は歪んでいると痛感してしまった。

前日本工業標準調査会麻醉器専門委員会、医療ガス配管設備専門委員会、

二〇一〇年十一月

鳥取大學名譽教授 佐藤 哲

日本だけの特殊事情

→を除去

医療用二酸化炭素ボンベの誤認事故防止への緊急提案

が、病院内で見慣れた酸素の色と紛らわしいどころか、同じなのですから、緑色は酸素ではない日本だけの特殊事情があります。

色が医療用酸素の識別色として広く用いられている緑色と同じである事が誤認の誘因となります。私は、米国の病院を訪問する度に緑色の酸素ボンベが使われているのを見

ところが實際には、「医療用ガスボンベのみを医療に使用すること」の規制があつて、肝心な医療用CO₂ボンベの緑色が産業用CO₂ボンベの色と同じですから、ボンベの色は医療用と産業用との区別に役立たません。

すい落とし穴を放置しておいで、そこで日常忙しく働いている人が、疲れたとき、急いだとき、何か予期せぬ異常があつたときに、同色で隠されていた穴につい落ちてしまうようなものではありませんか。担当看護師や医師が思わず穴に落ちると、患者さんが