

〔 解 説 〕

# 爆発予防と防護の考え方と合理的方法論

## < EN1127-1 とその意義 >

NPO安全工学研究所 加部 隆史  
Takashi Kabe

### はじめに

可燃物としての可燃性ガス・蒸気等或いは粉塵等が存在し、可燃性物質と空気との混合濃度が爆発限界内の状態である爆発性雰囲気においては、これら可燃性物質の確定的危険源に着火源としての電気火花等及び空気或いは酸素が結合すると第1図のベン図に示す爆発の3要件が揃い、危険状態となる。これを放置すれば、爆発が誘発され、危害が生じる。

1939年にドイツのヒルレブランドが出版した防爆電気機器原論<sup>(1)</sup>によると、ドイツでは1930年代を中心に、可燃性雰囲気における爆発の予防と防護につき、多くの研究が行われていた。その研究成果がドイツ電気規格VDE0171：ガス蒸気爆発に関する安全規格として纏められ、構造規格については日本の防爆指針及び構造規格に多大な影響を与えた<sup>(2)</sup>。文献<sup>(1)</sup>では、爆発要件を生成させない予防方策の内容が9割を占め、それでも危険が除去されない際に適用する防爆電気機械器具の構造については1割程度しかのべられていない。日本に定着している爆発防止の概念とは、その比率が逆になっている。本稿で紹介するEN1127-1：爆発性雰囲気での爆発の予防と防護－基本概念と方法論<sup>(3)</sup>はこのヒルレブランドの思想が基になっており、爆発要件を成立させない予防を実施し、それでも危険が除去できない場合に防護（防爆電気機械器具などの

安全装置の適用）するという順番になっている。

別の表現をすると、爆発性雰囲気での換気などにより予防が実現できれば、防爆電気機械器具は不要となり、経済的にも大きな効果が期待できる。

本稿では、第2章でEN1127-1を概説し、第3章でこの体系的な方法論の背景を理解し、第4章で日本での適用の際の課題を考察し、第5章をまとめとしている。本稿で用いる用語については、ISO/IEC Guide 51<sup>(4)</sup>、及びIEC60079-0<sup>(5)</sup>に従うものとする。

### 1. EN1127-1 での予防と防護

EN1127-1の特徴は、防護に関するIEC規格に対し、機械類の安全分野で定着しているリスクアセスメント原則（ISO14121<sup>(6)</sup>）及び安全な設計に関する一般原則（ISO12100<sup>(7)</sup>）が大枠として適用され、リスク低減については、以下が優先順位順として定められている事である。

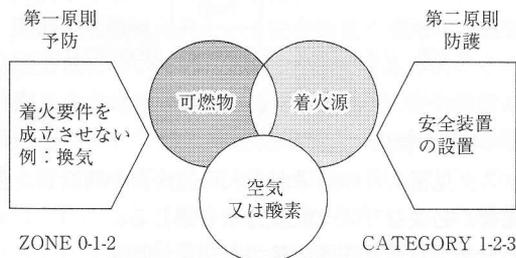
- |  |
|--|
| 第一原則：予防（prevention）<br>（爆発生成要件を成立させない方法）<br>第二原則：防護（protection）<br>（爆発ありきで安全装置による防護） |
|--|

すなわち、危険性及び有害性を事前に調査し、その結果に基づき優先順位順に方策を講じるものとしている。

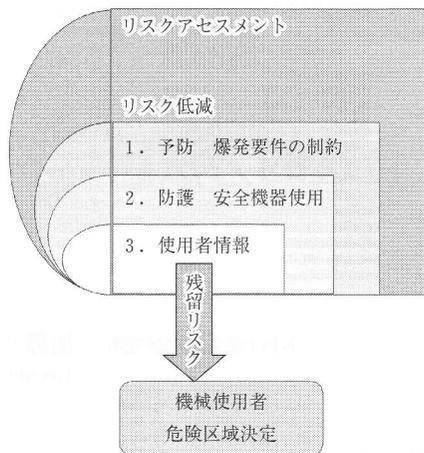
以下に、EN1127-1の爆発の予防と防護－基本概念と方法論を概説する。

#### 1-1 リスクアセスメント

機械安全の分野で定められているリスクアセスメントのプロセスを第3図に示す。その手順は、機械の使用目的の制限－危険源同定－リスク評価－リスク見積－使用者への情報提供の順番が示され、リスク見積もりに基づきリスク低減を実施する。又、このリスク



第1図 爆発の3要素と予防及び防護の関係



第2図 リスクアセスメントとリスク低減

アセスメント及びリスク低減のプロセスは、受入可能なリスクが達成されるまで繰返すものとする。

爆発性雰囲気におけるリスクアセスメント及びリスク低減の概要は以下の通りである。

- ① 危険の識別
    - 物質が可燃性でありかつ着火しやすいかの判断
  - ② 爆発性雰囲気生成の可能性及びその量の確定
  - ③ 着火源発生の有無の確定
  - ④ 爆発がもたらす影響の確定
  - ⑤ リスク評価
  - ⑥ リスク低減方法の考察
- (1) 危険の識別

物質の安全に関する特性には、

① 燃焼特性 ② 着火要件 ③ 爆発反応があり、危険源として13の着火源を以下の通り列挙している。

- ① 高温の表面
- ② 火炎と高温ガス
- ③ 機械によるスパーク
- ④ 電気機械器具
- ⑤ 迷走電流及びカソード防食
- ⑥ 静電気
- ⑦ 雷
- ⑧  $10^4$  から  $3 \times 10^{12}$  Hz の無線周波数 (RF) 電磁波
- ⑨  $3 \times 10^{11}$  から  $3 \times 10^{15}$  Hz の電磁波
- ⑩ イオン放射
- ⑪ 超音波
- ⑫ 断熱圧縮と衝撃波
- ⑬ 粉塵の自己着火を含む発熱反応

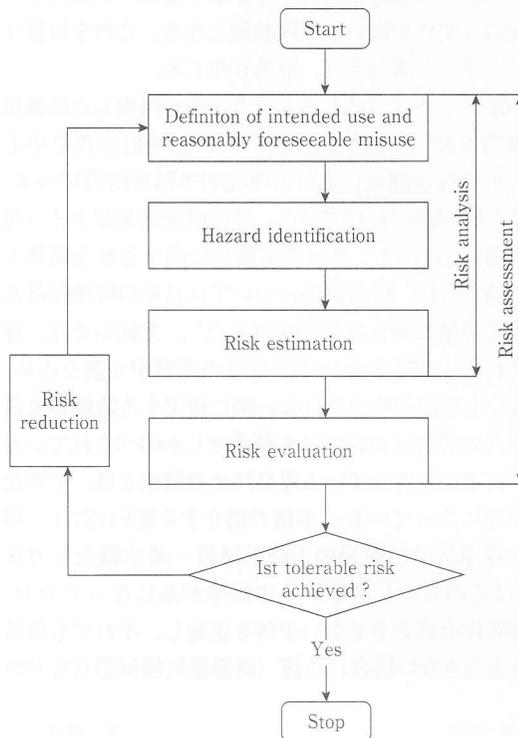
(2) リスクの見積

爆発による影響 (危険事象) として次の5つがある。

- ① 火炎
- ② 熱放射
- ③ 圧力波
- ④ 飛散破片
- ⑤ 物質の危険な放出

さらにその結果として、次の6つがある。

- ① 可燃性物質の化学的、物理的特性
- ② 爆発性雰囲気生成の程度と封じ込め
- ③ 周囲状況
- ④ 容器及び支持構造の強度
- ⑤ 危険環境にある人が身につけている防護装置
- ⑥ 危険環境にあるものの物理的特性



第3図 リスクアセスメントプロセス (ISO14121)

(3) リスク評価

リスク見積もりの結果が受入可能か否か判断し、否の場合、必要なリスク低減方策を講じる。

1-2 リスク評価に基づくリスク低減

リスク低減の順番はISO12100における3段階方式

と呼ばれ、以下の通りで、同時にこれが安全設計の優先順位を示している。

第1段階：機械的な本質安全設計（爆発性雰囲気の場合は例えば可燃性ガスの希釈の適用による予防）

第2段階：追加的保護方策（爆発性雰囲気の場合は防爆電気機械器具等の使用による防護）

第3段階：使用者への情報提供

EN1127-1では、予防を第一原則、防護を第二原則として、これを優先順位としている。すなわち、可燃性ガス雰囲気等で、いきなり防護としての防爆電気機械器具を適用する前に、換気・通風等により爆発要件を成立させない手法を考える事が第一義的に要求されている。

第一原則：予防（ISO12100の第1段階）  
爆発雰囲気の回避、リスク低減については、

3つのプロセスパラメータ  
(物質の置換・量の低減、濃度の希釈、不活性化)の変更と、  
3つの設計・構造  
(可燃性物質放出の最小化、換気による希釈、粉塵堆積の回避)による方策がある。  
爆発を誘発する潜在的危険要因として第1図に示す可燃性ガス等が、漏洩又は放出に起因する空气中の濃度が爆発限界内の値を保持したまま滞留する存在条件を、例えばガスの希釈或いは集塵機等により粉塵堆積を排除又は回避する本質的アプローチである。

第二原則：防護（ISO12100の第2段階）

予防措置を講じても、危険が残る場合、以下の方法がある。

防護は着火源要因発生への対応：防爆構造等による安全装置の適用で、爆発性雰囲気に対して着火源になりえると予測されるエネルギーを特定の構造要件により抑制するという概念で構造依存方式である。

防爆電気機械器具という安全装置を適用する追加的防護方策については、EN1127-1では具体的にその保護構造までは言及していない。因みに安全装置の保護構造については、耐圧防爆構造、安全増防爆構造等と呼ばれる Type of protection “d”、“p”、“o”、“e”、“i”、“n”、“m”、“q” 等が存在する。防爆計装システム並びに保護構造についての詳細は防爆指針及び参考文献(8)~(10)に譲る。

## ●ゾーンとカテゴリ

更に、着火源を回避する為に必要な対策の程度を決定する為に、ゾーン((zone)危険区域)を設定し、EN13237<sup>(11)</sup>により定められたカテゴリ (category) に適合した装置を適用することにより、防護を達成する。カテゴリに応じ、機械安全分野では周知のフェールセーフ性或いは冗長性が制御機器に求められ、計測制御システムの原則はISO13849-1<sup>(12)</sup>が引用されている。

爆発性雰囲気、確定的危険源の発生状況に発生確率(リスク)を加味し、その発生確率を定性的にリスク表示した危険区分及び、安全設計へのカテゴリの概念が、ここでは導入されている。

ゾーン(危険区分(zone))区分は欧州防爆指令ATEX<sup>(13)</sup>付属書Bによると、以下の通りである。

ゾーン0(0種場所):爆発性雰囲気が可燃性物質と空気の混合が、ガス、蒸気或いはミストの状態連続的、又は長期間或いは周期的に存在する場所。

ゾーン1(1種場所):爆発性雰囲気が可燃性物質と空気の混合が、ガス、蒸気或いはミストの状態が通常の運転において時々起こりえる場所。

ゾーン2(2種場所):爆発性雰囲気が可燃性物質と空気の混合が、ガス、蒸気或いはミストの状態が通常の運転において起こりにくい或いはもし起きてても短時間のみ所。

ゾーン20、21、22は粉塵爆発の為に区分けで、同様に0-1-2場所によりゾーン区分がされている。

カテゴリ(category)区分は、リスク回避に関する区分で、機械類の安全に適用されている考え方であり、同様に欧州防爆指令ATEXでは以下の基準による。

カテゴリ3(3G/3D):連続又は頻りに(装置、保護システム及びコンポーネントの常時運転中)発生しうる着火源は回避されねばならない(G=gas、D=dust以下同じ)。

カテゴリ2(2G/2D):カテゴリ3で指定された着火源の回避に加え、稀な状態(例、装置、保護システム及びコンポーネントの機能不全)で起こりうる着火源も、回避されねばならない。

カテゴリ1(1G/1D):カテゴリ2で指定された着火源の回避に加え、非常に稀な状態(例、装置、保護システム及びコンポーネントの非常に稀な機能不全から生じる)でのみ起こりうる着火源も、回避されねばならない。ゾーンとカテゴリの関係を第1表に示す。

該当する危険度区分に応じ、現在国際規格により定

第1表 カテゴリとゾーンの関係

カテゴリ	爆発雰囲気の種類	ゾーン	適用可能なゾーン
1G	ガス/空気の混合 蒸気/空気混合 ミスト/空気混合	0	1 及び 2
1D	粉塵/空気混合	20	21 及び 22
2G	ガス/空気の混合 蒸気/空気混合 ミスト/空気混合	1	2
2D	粉塵/空気混合	21	22
3G	ガス/空気の混合 蒸気/空気混合 ミスト/空気混合	2	-
3D	粉塵/空気混合	22	-

められている安全装置（防爆電気機械器具）が適用される。

#### (4) 使用情報の伝達（ISO12100の第3段階）

これらの安全防護策を講じて、リスクはゼロにならない為に、リスク低減後の残留リスクを使用者情報として、機械の全ライフサイクルに亘り機械設計者より機械使用者へ適切に表示・情報伝達する必要がある。

## 2. 体系的的方法論

このように体系化された予防と防護の概念と方法論を示すEN1127-1の意義を以下に考察する。

### 2-1 工学的な体系的的方法論

従来国内で思われがちな、防爆電気機械器具ありきではなく、広範囲にわたる工学研究の成果として、先ず可燃性物質の着火要件が成立しない条件作りをする予防を第一原則として定め、それでも危険が残る場合に初めて第二原則として、防爆電気機械器具等を使用する防護を適用するという思想は、合理的である。

### 2-2 IEC規格との関連

国際間での貿易障害を除去する為のWTO/TBT協定により、規格の国際標準化とその認証制度の整合が目的とされている。爆発予防と防護にかかわるEN並びにIEC規格の一覧を第2表に示す。これらは、EN1127-1で述べられている基本概念と方法論を補完し安全な設備を構築する上では必要不可欠なものである。粉塵や機械的着火源が可燃性ガス・蒸気等と同等に扱われている点に着目したい。

この表から明らかになる事は、大部分の規格が当初EN規格として策定され、その後にIEC規格として成立している事で、その時間差は大方10～20年程度ある事。更に、IEC規格として日本工業規格JISに制定

されるまでも数年以上の時間差がある。又、IEC規格の中でJISに採用されていないものが多々ある。

EN-IEC規格が示す最新の科学及び技術の知見（state of the art）と日本の現状には大きな開きが存在している。これは、研究者並びに産業界にとり非常に不利な状況となる。

### 2-3 欧州規格EN1127-1の背景

工学的に体系化された欧州規格EN1127-1を理解する為には、その位置付け及び背景を理解する必要がある。労働安全衛生の事項を規定する欧州協定137条に基づく爆発性雰囲気における使用を意図した装置及び保護システムに関する指令1999/92/EC（欧州防爆指令ATEX）、並びに欧州域内の貿易障害を除去する為の欧州協定100a上に基づく欧州指令94/9/EC（欧州防爆指令ATEX）の2つの欧州指令が、欧州域内では加盟国の国内法として施行される安全規制である。

1980年代半ばに機械安全に関し、欧州委員会はニューアプローチ決議及びグローバルアプローチ決議を行い、基本的に本質的な安全要件を満たしたものに限り、その製品の欧州域内の流通を許容するという事になった。

欧州域内での自由貿易を確保する為のCEマーキング制度は製造者が自らの製品の安全性を宣言し、それを製品に表示するものである。又適合性評価についても、将来的にone stop testingを目標とし、その為の規格並びに認証制度がISO/IECガイド或いは規格として整備されている。

爆発性雰囲気での電気機械器具については、国際相互承認制度IECEXのスキームが現在準備されている。しかしながら、日本では国の技術基準とIEC/JIS規格のダブルスタンダードが存在している為に、本スキームを積極的に推進しようとする風潮は見受けられない。

これら一連の社会制度が、予防概念の適用を促し、そこでもかかない切れないところを防護するという思想である。欧州の場合の防爆電気機械器具への表示例を第4図に示す。

### 2-4 経済性

予防：第一原則の予防を適用し、十分な換気或いは通風を施す事により、そこは爆発性雰囲気が生成されないあるいは、生成されても爆発リスクが低いとなると、第二原則の防護による防爆電気機械器具の設置は必ずしも必要と無くなる場合がある。防護が不要となる事で経済的にも多大な利点が生じる。

防護：石油化学などのプラント設備では、可燃性が

第2表 EN-IEC-技術基準一覧

		*以下は JIS 未対応	翻訳	注釈	技術基準
Equipment Group II Category 1G/Zone 0	IEC60079-26 : 2006 EN50284 : 1999 (w)	カテゴリ		カテゴリのリスク概念	×
Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO) and fieldbus non-incendive	IEC60079-27 : 2008 IEC60079-27 : 2005 (w) IEC TS 60079-27 : 2002	フィールドバス用本質安全のコンセプト (FISCO) とノンインセンディブ (FNICO)		フィールドバス防爆	×
Detectors for flammable gases	IEC60079-29-1 : 2007	ガスディテクタ			×
Electrical resistance trace heating	IEC60079-30-1 : 2007 IWC62086-1 : 2001 (w)	電気ヒートとレース			×
Explosion prevention and protection Basic concepts and methodology	EN1127-1 : 2007 EN1127-1 : 1997	爆発性雰囲気: 爆発の予防及び防護 - 基本概念と方法論	2009	日本規格協会日本語版有り リスクアセスメントの実施 ATEX 指令の論理的裏付け	× △
Explosion prevention and protection Basic concepts and methodology for mining	EN1127-2 : 2002	爆発予防と防護基本概念と方法論 (炭坑用)			
Special protection (Exs)	HSE SFA 3009 : 1985 HSE SFA 3009 : 1972				
Non-electrical equipment for potentially explosive atmospheres : General Requirements	EN13463-1 : 2001	爆発性雰囲気用非電気機械器具への一般要求事項		非電気品	×
Non Electrical Equipment Constructural Safety Protection by control of ignition source " b "	EN13463-5 : 2003 EN13463-3 : 2005				
Non Electrical Equipment Liquid Immersion Group 1 Category M1 Equipment Electrostatic hand-held spraying equipment	EN13463-8 : 2003 EN50303 : 2000 EN50050 : 2006				
Electrical Apparatus for use in dust atmospheres General requirements	IEC61241-0 : 2004	粉塵雰囲気での電気機械器具への一般要求事項		粉塵	△
Luminaire-Specificaion for general requirements and tests	IEC60598-1 : 2007 IEC60598-1 : 1989 (w)				
Electrical equipment for measurement, control and laboratory use Safety requirements	EN61010-1 : 2001			大学含む研究室・研究所等での安全要求事項	
Mechanical cable glands Requirements and test method Cable glands for electrical installations	BS6121 : Part 1 : 2005 BS6121:Part 1:1987 (w) EN50262 : 1999				
対象	規格 : EN → IEC	JIS 表記	制定	JIS 対応国際規格	技術基準
General requirements	IEC60079-0 : 2007 IEC60079-0 : 1998 (w) EN50014 : 1977 (w) VDE0171 (w)	JIS C 60079-0 爆発性雰囲気で使用使用する電気機械器具 第0部: 一般要件 IEC60079-0 AMENDMENT 1 2000	2004	IEC60079-0 1998	△
Flameproof enclosures "d"	IEC60079-1 : 2007 IEC60079-1 : 1971 (w) EN55018 : 1977 (w)	JIS C 60079-1 爆発性雰囲気で使用使用する電気機械器具 第1部: 耐圧防爆構造 "d"	2008	IEC60079-1 2003	○
Pressurised apparatus "p"	IEC60079-2 : 2007 IEC60079-2 : 1983 (w) EN50016 : 1977 (w)				○
Powder filling "q"	IEC60079-5 : 2007 IEC60079-5 : 1977 (w) EN50017:1977 (w)				○
Oil immersion "o"	IEC60079-6 : 2007 IEC60079-6 : 1968 (w) EN50015 : 1977 (w)	JIS C 60079-6 爆発性雰囲気で使用使用する電気機械器具 第6部: 油入防爆構造 "o"	2004	IEC60079-6 1995	○
Increased safety "e"	IEC60079-7 : 2006 IEC60079-7 : 1990 (w) EN50019 : 1977 (w)	JIS C 60079-7 爆発性雰囲気で使用使用する電気機械器具 第7部: 安全増防爆構造 "e"	2008	IEC60079-7 2001	○
Type of protection "n"	IEC60079-15 : 2005 IEC60079-15 : 2001 (w) BS EN50021 : 1999 (w) BS6941 : 1988 (w)	タイプ n			○

(つづく)

第2表 EN-IEC技術基準一覧(つづき)

対象	規格: EN → IEC	JIS 表記	制定	JIS 対応国際規格	技術基準
Encapsulation "m"	IEC60079-18: 2004 IEC60079-18: 1992 (w) EN50028: 1987 (w)	タイプ m			○
Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 10: Classification of hazardous areas	IEC60079-10	JIS C 60079-10 爆発性雰囲気で使用される電気機械器具 第10部: 危険区域の分類	2008	IEC60079-10 2002	○
Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Intrinsically-safe circuits Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 14: Electrical installations in hazardous areas	IEC60079-11	JIS C 60079-11 爆発性雰囲気で使用される電気機械器具 第11部: 本質安全防爆構造"i"	2004	IEC60079-11 1999	○
Intrinsically safe electrical systems	IEC60079-25: 2003 EM50039: 1980 (w)	JIS C 60079-25 爆発性雰囲気で使用される電気機械器具 第25部: 本質安全システム	2008	IEC60079-25 2003	×

規格: 欄の説明: 年号のみは最新版, (w) は withdraw (廃止) で IEC 規格になる前の欧州規格などの初案の年号。

技術基準は、日本の国が定めたもので、○は該当、△は部分的に該当、×は被害等を示す。

その他関連 EN 規格:

Group II engines for flammable dust atmospheres, Industrial Trucks, Metering pumps and dispensers, Automatic nozzles for fuel dispensers,

Metering pumps, Safe breaks, Shear valves, Swivels, LPG equipment for automotive filling stations, Flame arrestors

Functional safety IEC61508-1:1998. Potentially explosive atmospheres. Application of quality systems EN13980:2002.

Environment Agency MCERTS scheme EA CEM Standard Version 3.1, July 2009.

原表の引用: Schedule of Accreditation issued by United Kingdom Accreditation Service, www.ukas.org (latest accessed 01.10.2009) に本表は筆者が加筆したもの。

スガ敷地の至るところに発生する危険が多い。従来はそこに設置される電気機械器具は基本的に、危険区域の度合いにより防爆電気機械器具が設置されてきた。国際的には1980年代にこれらプラントの大部分は第2種場所であることから、通常の電気製品と構造的の殆ど差異のないIEC60079-15で定めるType "n"が策定され、プラントで設置される防爆電気機械器具の主流を占める電動機と照明器具を主体として実際の海外プラントで適用されてきた。これは、経済的観点から新たな規格が策定された例でもある。

同様に樹脂モールド方式のType "m"は、同様の樹脂モールド方式で稼働部のあるType "d"のスイッチ或いは整流器等で実用化され、それにより通常の電気部品とほぼ同じ寸法で防爆構造が達成できる利点を有している<sup>(14)</sup>。

### 3. 日本の安全規制の課題

爆発性雰囲気における危険の除去或いはリスク低減については、欧州の場合と異なり、リスクベースとなっていない日本の安全規制は必ずしも体系化されておらず、数々の問題を内蔵している。

#### 3-1 予防と防護

先ず第2章で述べた爆発性雰囲気での予防と防護—基本概念と方法論が体系化されていない。労働安全衛生法第28条の2はリスクアセスメントを求めているが、これには罰則規定がなく、あくまでも推奨の位置

付けである。労働安全衛生規則第261条は、本来EN1127-1が述べる予防の概念、又第280条は防護の概念を定めてはいるが、果たしてここに示される優先順位が実践されているかは大いに疑問が残る。

#### 3-2 国の技術基準と性能規定化

とりわけ問題となるのは、国際規格が直ぐに反映できない国の技術基準であり、実質的にダブルスタンダードが撤廃されていない。これは日本が批准しているWTO/TBT協定に合致しないもので、かつ第2条8項が定める性能規定化に則っていない。又、state of the artを反映できない技術基準は、産業界に取り不利益をもたらす源となる。

#### 3-3 検定・認証制度

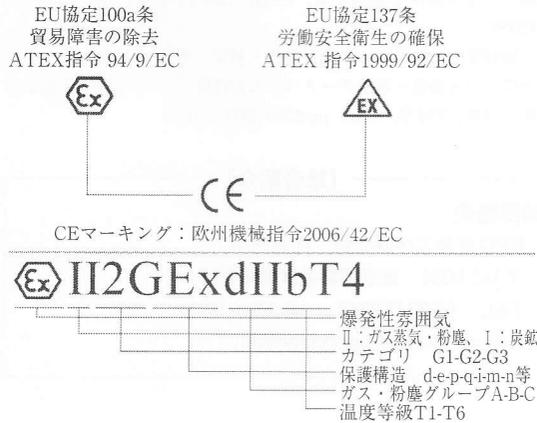
機械等検定規則により、防爆電気機械器具の検定はあくまで、国が作った古い技術基準に基づくが、検定を定める機械等検定規則は、あくまでも技術基準に依存する。

日本の場合、国が作った技術基準の呼び名は、構造規格、技術的基準とあり、そのほかに防爆指針は推奨基準とされ、実際の検定はこの内容に基づいている。

例えば、2008年の告示第88号で新たに追加されたType "n"やType "m"は、第2表が示す通り、欧州規格はその20年前に成立し、欧州企業は当時から既にこれらに適合する製品を市場に流通している。又、新たに危険区域(ゾーン)の概念が導入されたが、これもリスクベース社会の欧米では数十年前から既知の

概念であった。かつこれらは第2表が示す通り最新の国際規格の水準とは整合しておらず、この説明を明確に出来る人は皆無に等しい。結果、企業の国際競争力へ影響を与える。

この告示でめされた技術基準には、カテゴリの概念が欠落している為に、グローバルなリスクベース社会においては、安全の妥当性証明が必ずしも実施しきれない可能性が残る、と同時に第4図の表示が出来ない。



第4図 欧州防爆電気機械器具の表示例

### 3-4 専門家 (competent person)

防護を適用するには、適切な防爆電気機械器具を選択し適用する事により、リスク低減が達成可能であるが、予防を実践するに当たっては、物質の安全に関する特性として、燃焼特性、着火要件、爆発反応等の専門的な工学的知識が要求されてくる。かつ、予防概念の適用は機械設備の使用者がシステムエンジニアリングの観点から、爆発性雰囲気の生成要件の判定、ゾーン及びカテゴリの決定等を実施する事が必要とされ、それには専門家 (competent person) が必要とされてくる。欧米の場合は、第三者認証機関に、分野別に専門家が存在しており、機器検定、ゾーン及びカテゴリの適切な選別、判断そして総合的に当該設備のリスク低減が実現されたかの安全性判断を実施している。

日本の場合、機械類の安全についてのこれら専門家は、国際的に通用する認証機関とそれに伴う人材育成がこれまで不十分の為、高度な工学的知識並びにシステムエンジニアリングの経験を求められる予防概念の実践をしようとしても、この問題が残ってしまう。

### 3-5 縦割省庁

爆発性雰囲気の方策につき、工場の敷地内は労働安

全衛生法の所轄である厚生労働省、同じ工場内でも防爆電気機械器具の配線については電気事業法・電気設備の技術基準を所轄する経済産業省、日本では現在全て撤廃されたが炭鉱防爆は鉱山保安法を所轄する経済産業省、船舶については船舶安全法を所管する国土交通省、設備の稼動については総務省・消防庁による立会い検査と、同じ予防と防護について4つの異なる省庁が関連する。更に、基本的人権に基づく安全は内閣府の所轄となる。

この省庁の役割分担から、例えば日本では接続箱はIEECに基づく炭鉱防爆では検定対象となっているが、工場防爆の分野では、法の解釈により防爆電気機械器具に該当せず、検定の対象外となっている。すなわち、着火滅としての端子台を含む接続箱は検定対象外で、同様の機能を有する制御機器などの端子箱は、検定対象となるという技術的矛盾を抱えている。

日本の法制度は、責任及び権利の概念が希薄であると共に、日本は矛盾容認社会である為に、制定された法律が必ずしも遵守されないという現状がある<sup>15)</sup>。

爆発の危険を除外し、リスクを低減し、人権を守るという安全の要求を満たし、健全な産業発展を支えて行く為には、これら安全規制の時代にあった社会制度の適合性、合理化並びに最適化が必要不可欠であろう。

### おわりに

危険源から因果的決定論により演繹される危害は、予防概念に則り、その方法論としてのリスクアセスメントを適用することにより予見可能であり、リスク低減の実施により結果回避可能である<sup>16)</sup>。

日本で主流を占めてきた防爆電気機械器具の適用は、リスクベースの概念では、リスク低減第二原則：防護に該当するもので、本来はその前にリスク低減第一原則：予防を適用し、爆発する条件を位相空間上で成立させない事が望まれる。

この予防と防護に係わる体系的な方法論を適用する事により、合理的な技術的並びに経済的解決が図られる。更に、防護に関する防爆電気機械器具に係わる技術の基準につき、欧州規格或いは国際規格の動向と日本の現状には、大きな隔たりが存在し、工業先進国の主導的立場にある日本として、国際協定を遵守し、労働安全衛生に関するILO条約及び、貿易障害の除去に関するWTO/TBT協定の主旨に基づき、安全に係わる社会制度を見直す必要がある事を記述した。筆者は爆発予防の専門家である鈴木健二の多大なご協力を

賜り、ここに謝辞を述べると共に、爆発の予防と防護に係わる重要な規格であるEN1127-1の日本語訳を完成し、この概念を国内で普及させるべく出版した<sup>(3)</sup>。今後本稿で述べた合理的な予防概念が日本国内で普及する事を切望する。

<参考文献>

- (1) D. M-ヒルレブランド：“防爆電気機器原論・付録：独逸防爆電気機器規定VDE 0170/0171 第二草案”，コロナ社（1944）
- (2) 田中隆二：“防爆電気設備の基礎知識”，オーム社（2007）
- (3) EN1127-1：爆発性雰囲気－爆発の予防と防護，第1部：基本概念と方法論，日本規格協会（2009）
- (4) ISO/IEC Guide 51：1999 Safety aspects - Guidelines for their inclusion in standards（1999）
- (5) IEC60079-0：2004, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres -General requirements（2004）
- (6) ISO14121：1999,Safety of machinery - Principles of risk assessment（1999）
- (7) ISO12100-1,-2：2003, Safety of machinery - Basic concepts of general principles for design（2003）
- (8) 鈴木健二：“防爆電気・計装ガイド”，オーム社（1991）
- (9) 鈴木健二：“防爆－国際化対応に備えて”（社）日本電設工業協会（1993）
- (10) 加部隆史：“防爆計装”，計測技術，98-9，日本工業出版（1998）

- (11) EN13237：2003.Potentially explosive atmospheres. Terms and definitions for equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres（2003）
- (12) ISO 13849-1, Safety of machinery - Safety-related parts of control systems Part1:General principles of design（2006）
- (13) Directive 94/9/EC（ATEX）：Equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres（1994）
- (14) 加部隆史：“電気防爆の国際化とコストスタディのポイント”，計装，工業技術社，Vol.30, No.9（1987）
- (15) 加部隆史・梅崎重夫・杉本 旭：“機械の確定的危険源に関する安全規制についての基礎的考察（労働安全衛生規則が定める危険源）”，日本機械学会論文集，75巻，755号，C編，pp.1902-1910（2009）
- (16) 加部隆史・田中絃一・染谷美枝・杉本 旭：“予防策としての安全設計の有効性－事故データベースの解析－”，日本機械学会論文集，73巻，734号，C編，pp.2796-2804（2007）

【筆者紹介】

加部隆史

NPO安全工学研究所 代表理事  
〒167-0054 東京都杉並区松庵3-39-8  
TEL：03-3247-2262 FAX：03-3247-2294  
E-Mail：kabe@safetylabo.com