

厚生労働科学研究費補助金

労働安全衛生総合研究事業

国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究

令和2年度 総括研究報告書

研究代表者 大塚 輝人

令和 3 (2021) 年 5月

## 目 次

A. 目的 .....	1
B. 研究概要 .....	1
C. 研究結果 .....	2
1. ガス検知機とインターロックの利用による EPL（防爆性能）評価・運用方法 .....	2
1.1 ニーズ調査 .....	2
1.2 リスク評価(危険箇所の同定) .....	4
1.3 リスク評価(インターロック) .....	8
1.4 リスク評価の主体 .....	10
2. IECEx スキームにおける認証の信頼性確保方法 .....	11
2.1 新規検定における遠隔監視による立会試験 .....	11
2.2 多重試験の解消 .....	13
3. 検定制度によらない安全確保措置と我が国での適用可能性 .....	15
3.1 携帯式／パーソナル電気製品 (PEP, portable or personal electrical product) .....	15
3.2 ATEX における生産者自身の宣言による認証スキーム .....	17
4. 新たな手法による防爆性能の評価方法 .....	18
4.1 ドローン等高高度からの落下試験 .....	18
4.2 砂詰防爆構造 .....	19
D. まとめ .....	20
E. 健康危険情報 .....	20
F. 研究発表 .....	20
G. 知的財産権の出願・登録状況 .....	20

資料 1 液体漏洩時の蒸気拡散挙動

資料 2 遠隔監視による新規検定における立会試験に関する提言

資料 3 31J-300-NP（非公開）

資料 4 ATEX 指令 2014-34EU Annex VIII

資料 5 IEC60079-5:2015 砂詰防爆（非公開）

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）  
総括研究報告書

国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究

研究代表者 大塚輝人 （独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所  
化学安全研究グループ 首席研究員

研究要旨 R2 年度研究項目 4 点について検討した結果は以下のとおりであった。

(1)ガス検知機とインターロックの利用による EPL（防爆性能）  
評価・運用方法

利用に関してのニーズは存在するものの、定量的リスク評価に至っていないため、安全性の比較ができていない。機能安全の考え方に基づいて、換気に関して換気有効度の概念を定量化するとともに、そのレベルに応じた SIL を選ぶことで同等の安全性を確保しつつ、利用できる可能性はある。

(2)IECEX スキームにおける認証の信頼性確保方法

新規検定における遠隔監視による立会試験として、IECEX に準じた試験が可能であるよう提言を行った。また ExTR についての考察を行い、我が国で受け入れ可能となる条件について整理した。

(3)検定制度によらない安全確保措置と我が国での適用可能性に係る提言

現在 IEC TC-31 で議論されている、PEP についての情報を入手し検討した。現状リスクの担い手に関する情報が不明であり、我が国での導入は時期尚早である。

(4)新たな手法による防爆性能の評価方法と提言

ドローン等、高高度での運用に対応するための試験方法について検討を行った。また、我が国で未導入である砂詰め防爆に関する情報を整理した。

研究分担者

遠藤 雄大

独立行政法人労働者健康安全機構  
労働安全衛生総合研究所研究員

富田 一

独立行政法人労働者健康安全機構  
労働安全衛生総合研究所特任研究員

牧野 良次

国立研究開発法人産業技術総合研究所・安全科学研究部門・主任研究員

野田 和俊

国立研究開発法人産業技術総合研究所・環境管理研究部門・主任研究員

久保田 士郎

国立研究開発法人産業技術総合研究所・安全科学研究部門・研究グループ長

燃性物質を扱うような場所では、爆発性の混合気が発生する可能性があり、デジタルデバイスを構成する電子機器は潜在的にその着火源になる。そのため、労働安全衛生法では、そういった場所で労働者が働く場合に、着火源とならないための何らかの措置を施した電気機械器具、すなわち防爆電気機械器具のみが利用を認められている。先に述べたように、IoT に用いられるようなデジタルデバイスは、開発サイクルが極めて短く、防爆品として開発利用することが困難である。防爆技術自体は可燃性物質の隔離、消炎に関する既往の研究を踏まえて、確立されているが、その限界に対する尤度については未だ検討の余地がある。国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission: IEC) では、Technical Committee-31 (TC-31) での検討を踏まえて、IEC60079 シリーズとして着火性能を有さないことを示すための試験方法を提示している。我が国においても、電気機械器具防爆構造規格によって IEC の提示する防爆規格を受け入れている。本研究では、我が国での安全性を損じることなく、IEC との整合性を高めるための調査研究を行う。

## A. 目的

Internet of Things (IoT) 技術を受け、生産活動を補助する機器が発展を続けている。デジタルでの記録は、物理的な制約を受けづらいため、収集間隔を短く設定することが可能であり、記録を長期さかのぼることも容易になっている。また、深層学習を用いた AI 技術によって、推移の予測を含めてより生産活動を効率的に行うことができるようになってきている。また、作業者を補助するための、マニュアルや通信をデジタルデバイスに置き換えることは、単に資料量を多くするというだけの意味ではなく、検索技術や映像からの判断といった新たな切り口によって情報提供が可能になる。一方可

## B. 研究概要

本研究では、以下の 4 項目についての調査研究を行っている。

### (1) ガス検知機とインターロックの利用による EPL (防爆性能) 評価・運用方法

諸外国の防爆規制の状況を踏まえて、ガス検知機とインターロックの併用による機能安全の考え方の適用方法についての検討を行う。機能安全の

考え方に立脚したリスク低減等を考慮した運用の評価について、事例の収集と整理をおこなう。

#### (2) IECEx スキームにおける認証の信頼性確保方法

国際規格に基づく認証制度（IECEx スキーム）を取り入れて独自の検定制度を持たない国（オーストラリアなど）や、今後防爆機器認証制度を導入しようとしている国（マレーシアなど）で実施や検討がなされている、検定制度によらない安全確保の方策についての調査を行う。それらの調査を踏まえた上で、安全性確保と新技術導入に関連する事例の収集と分析を EU、米国等の独自の検定制度を運用している国についても調査し、その良い点と課題について明確にする。

#### (3) 検定制度によらない安全確保措置と我が国での適用可能性に係る提言

(2)で調査した結果を踏まえて、検定制度によらない安全性確保措置を我が国の検定制度に適用する可能性について提言を行う。

#### (4) 新たな手法による防爆性能の評価方法と提言

IEC での規定があるものの国内未導入の規格、例えば砂詰め防爆等についての問題点や、除電器等高電圧を利用するため一般的な防爆試験になじまない機器に関しての防爆試験法を検討する。

初年度である令和 2 年には、(1)について先行して行った研究の結果を再構成するとともに、論点整理を行った。令和 2 年度は、COVID-19 の影響もあり、(2)として IEC のスキームである遠隔監視による立会試験について、

優先して委員会形式をとって検討した。(3)については、IEC へ新規提案された portable or personal electrical product の考え方について、我が国の現状に鑑み検討考察を行った。(4)については、ドローンに見られるような高高度からの墜落試験についての調査を行った。

### C. 研究結果

#### 1. ガス検知機とインターロックの利用による EPL（防爆性能）評価・運用方法

##### 1.1 ニーズ調査

昨今の IoT 機器の性能・機能性向上を受けて、電子機器の利用が様々な業種で可能となっている。しかしながら、危険箇所が存在するプラントサイトでは着火の危険性があることから、防爆の電子機器しか持ち込むことはできない。一方、諸外国を鑑みるに、防爆機器で賄えない状況下では、インターロックを用いることで非防爆機器を持ち込む制度が整備されている。我が国でも、インターロックを用いた解決方法を整備する上で、プラント現場で働く方々のニーズを調査した。コンビナート地区で操業する企業を対象として質問紙調査を実施した。移動（可搬）式と定置式の電気機器に分けて整理した。

以下は移動式および定置式の機器例と用途である。

##### 移動式の機器：

タブレット端末、スマートフォン、デジタルカメラ、ドローン、モバイル PC、ヘッドマウントディスプレイ、モバイルルータ、3D スキャナー、ファン付作業着（バッテリー式）、IP 無線機、検査機器（非破壊検査機器等）

## 移動式機器の用途：

日常点検、日常点検・状況記録、パトロール・計器作動確認、手順書・要領書等確認、連絡、体調管理、現場作業支援、事象撮影、配管などの 3D スキャン、蒸留塔（ドローン）、屋根上状態確認（ドローン）、工事計画・設計、災害時状況確認

## 定置式の機器：

各種センサー（温度、振動、音響）、Wifi ルータ、分析機器、レーザー式通信装置、鳥害対策機器

用途：腐食管理、運転監視（機器の予兆保全に活用、放熱監視、腐食監視、動機器振動監視）、電波の中継、鳥対策

以下に自由回答を示す。

- 弊社での危険エリア設定では、道路以外の場所は全て危険エリア(2種場所以上)の設定となっています。
- ゾーン2エリアの見直しを検討している。新ガイドラインに沿った見直しになるが、コンビナート各社が、最低ラインの共通認識の下、実施していく必要があると思っている。各社が足並みを揃えた見直しを実施していくためにも、ガイドラインに沿った行政の内規のような判り易い要領書のようなものを示して欲しい。
- 非防爆機器毎で充電部の露出度合いが異なる為、一律に可燃性ガスに対する危険度は評価できないと思われる。防水性を有する非防爆機器、等、気密性能に応じた、危険性の考え方を見直すような調査・検討を将来のテーマとしてお願いしたい。
- 防爆エリアの細分化は可能である

と考えるが、現場内での管理面が問題である。※ゾーンの視覚化(色分けやライン)は出来ても、実作業時に作業者が行き来する場合、安全側の対応が必要である。よって結局は現状と同等の対策が必要となる

- 利用したい機器には海外防爆検定品しかなく、国内防爆に合致していないものが多い。国内防爆の規制を緩和するのが一番の近道にも思われる。
- インターロックを組み合わせる場合、その仕組みを構築するために費用が掛かるので、国内防爆品を購入したほうが早いという考え方もある。

具体的に導入テストなどを行ったものとして下記の回答があった。

- 熱中症対策の為、ファン付作業服(バッテリー式)を火気使用基準に沿った形で使用可としたが、使用条件を厳しく設定している(ガス検知器携帯等)為、着用率は低い。
- 動機器の振動診断：①非防爆の無線通信式振動計を非防爆エリアに設置、②防爆対応の無線通信式振動計を防爆エリアに設置

以上の調査結果から、現場での IoT 機器利用としては、スマートフォンなどの情報端末の使用要求が高いことが分かった。また、海外防爆検定合格品の直接購入と利用についても要求が高いことが分かった。このようなことから、他の事業所等での要求も調査し、特に強い要求内容についてはさらなる調査とその対応の必要性が高いと考える。

1.2 リスク評価(危険箇所の同定) 同定となる。プラント等における危険  
 防爆を考える際に、リスク評価は不 箇所の設定基準は、厚生労働省平成 20  
 可欠である。その第一歩は危険箇所の 年 9 月 25 日基発第 0925001 号通達に

表 1 危険度区域分類表  
 (厚生労働省平成 20 年 9 月 25 日基発第 0925001 号通達 参考の表)

放出 等級	換気度						
	高換気度			中換気度			低換気度
	有効度 「良」	有効度 「可」	有効度 「弱」	有効度 「良」	有効度「可」	有効度「弱」	有効度 「良」、「可」 又は「弱」
連続 等級	非危険 箇所	第二類 危険箇 所	第一類 危険箇 所	特別危 険箇所	特別危険箇 所(当該箇 所と非危険 箇所との間 は第二類危 険箇所)	特別危険箇 所(当該箇 所と非危険 箇所との間 は第一類危 険箇所)	特別危険箇 所
第一 等級 a)	非危険 箇所	第二類 危険箇 所	第二類 危険箇 所	第一類 危険箇 所	第一類危険 箇所(当該 箇所と非危 険箇所との 間は第二類 危険箇所)	第一類危険 箇所(当該 箇所と非危 険箇所との 間は第二類 危険箇所)	第一類危険 箇所(条件 によっては 特別危険箇 所) <sup>c)</sup>
第二 等級 b)	非危険 箇所	非危険 箇所	第二類 危険箇 所	第二類 危険箇 所	第二類危険 箇所	第二類危険 箇所	第一類危険 箇所(条件 によっては 特別危険箇 所) <sup>c)</sup>

注 a) 第一等級の放出源の付近に連続等級の放出源がある場合には、第一類危険箇所及び第二類危険箇所を広めにとること。  
 b) 第二等級の放出源の付近に第一等級又は連続等級の放出源がある場合には、第二類危険箇所を広めにとること。  
 c) 換気的能力が非常に低く、爆発性雰囲気を実質的に連続して存在する場合、特別危険箇所となる。

よって、令和 2 年 3 月現在 JIS C60079-10:2008 によることとされている。表 1 に通達に付随する危険箇所の分類に用いる別表を示した。JIS C60079-10:2008 の付属書 B に換気の種類と、その換気から得られる仮想容積  $V_z$  の算出方法についての記載がある。算出には、爆発下限界濃度、放出源からの単位時間当たりの放出率、また放出さきとなる屋内の単位時間当たりの換気回数を用いて安全率を含んだ形で、爆発下限界濃度に達し得る最大容積を仮想容積としている。この仮想容積が十分小さい場合に、爆発によって受ける被害が無視し得る範囲 (Negligeble Extent=NE) として考えることができ、その状態が継続することを換気有効度で判断した上で、非危険箇所と判断することも可能となる。JIS C60079-10:2008 での閾値は  $0.1 \text{ m}^3$  であり、仮想容積がこの値よりも小さい場合には、換気度を表 1 における高換気度と解釈して、放出源と換気有効度によっては、非危険箇所と分類できる。一方屋外の場合には、換気回数が定義できないが、同付属書 B では前記仮想容積とは別に、一辺 15 m の仮想の立方体空間を仮定して、風速  $0.5 \text{ m/s}$  に対しての換気回数を  $0.03 \text{ s}^{-1}$  と計算している。以下に、その該当部分を引用した。(以下斜字体で示したものは文献からの引用であることを示す)

#### B. 4. 2. 3 屋外

屋外設備の場合、非常に遅い風速であつても換気回数は非常に多い。例えば、屋外の一辺が 15 m の仮想の立方体空間について考察する。この場合、約  $0.5 \text{ m/s}$  の風速でも  $3400 \text{ m}^3$  の容積  $V_0$  に対して単位時間当たりの新鮮な空気との置換回数、つまり換気回数は  $100 / \text{h}$  ( $0.03 / \text{s}$ ) を超える値となる。

以降、屋外の場合で、この  $0.03 \text{ s}^{-1}$  を用いた計算が JIS C60079-10:2008 に例示されている。しかし、この  $0.03 \text{ s}^{-1}$  は風速  $0.5 \text{ m/s}$  を仮想の立方体の一辺 15 m で除した値であり、この一辺の値の根拠は与えられていない。

また、放出等級が第二等級であるものの例として、通常の運転での漏えいの可能性がないもの、例えば配管継手等が想定されている。当然、プラント等の設置者としても当該箇所からの漏洩は、極めて異例であり、したがって漏洩量の見積もり自体が非常に困難である場合が多い。もちろん、配管への加圧試験の繰り返しによって実測することは可能であるが、プラント等において継手の数は膨大であり、かつ継ぎ方も様々であることから、その全てに対応できる試験方法を確立することも同様に困難である。

労働安全衛生総合研究所 TR-No. 44 「ユーザーのための工場防爆設備ガイド」参考資料 11 では、JIS C60079-10:2008 の基となった IEC60079-10:2002 の検討当時の最新版である 2015 年版 (IEC60079-10:2015) を利用して、定量的に具体的に決定する方法を記載しており、令和 3 年 2 月 18 日基安発 0218 第 1 号「引火性の物の蒸気又はガスが爆発の危険のある濃度に達するおそれのある箇所の分類の方法及び範囲の判定の方法に関する運用について」によって、「危険箇所の分類の方法及び範囲の判定の方法について、JIS C 60079-10 によるほか、技術指針によることとして差し支えない。」として指定された。

TR-No. 44 参考資料 11 作成に用いた IEC60079-10-1:2015 から、換気度判定のための図を図 1 として示した。図の



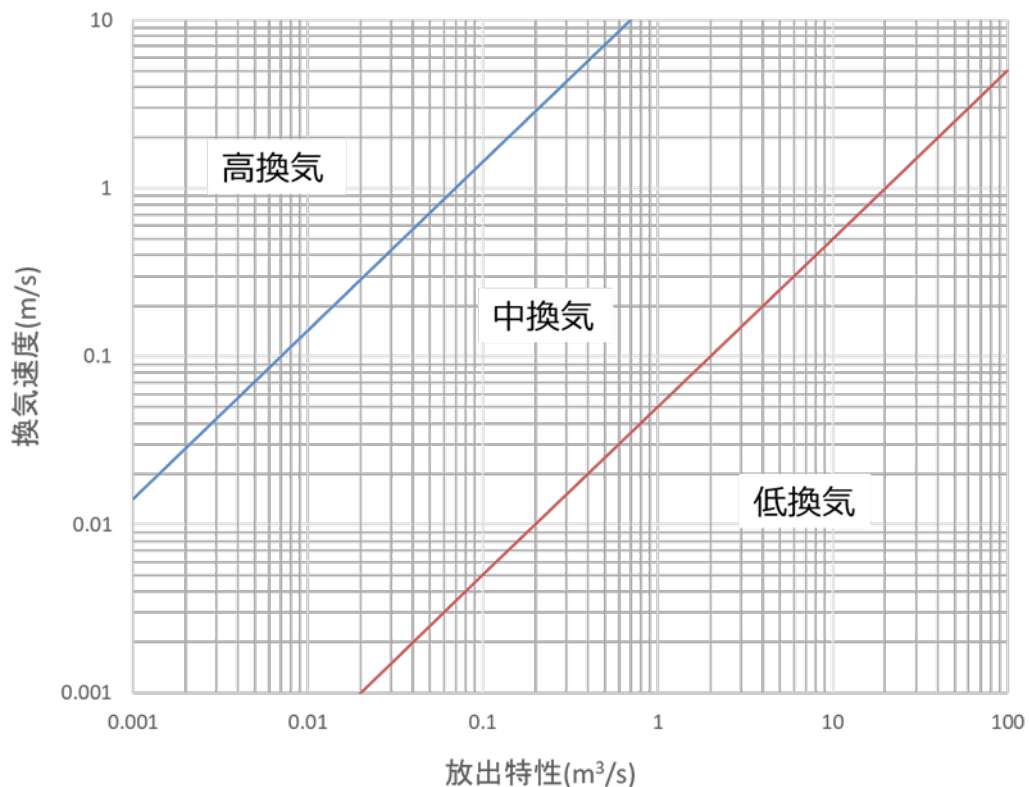


図1 放出特性と換気速度との関係と換気度（高・中・低）  
 (IEC 60079-10-1:2015 Figure C.1を翻訳)

横軸に取られている放出特性は、時間当たりの可燃性物質の放出率  $W_g$  [kg/s]、ガスの密度  $\rho_g$  [kg/m<sup>3</sup>]、爆発下限界 LFL [vol/vol] 及び、爆発下限界の不確かさによる安全率  $k$  を用いて以下のように表せる。

$$W_g / (\rho_g \times k \times LFL) \quad (1)$$

換気速度を  $U_w$  m/s として、爆発下限界となる仮想容積を図2のような状況として考える。赤で示した仮想容積の一辺を  $L$  m とすると、単位時間当たり仮想容積内に入る風と、放出率とで、爆発下限界濃度となることを仮定すれば、

$$\frac{W_g}{W_g + \rho_g U_w L^2} \approx \frac{W_g}{\rho_g U_w L^2} = k \times LFL \quad (2)$$

となり、仮想容積  $V_z$  との間に以下の関係が成り立つ。

$$V_z = L^3 = \sqrt{\frac{W_g}{\rho_g \times k \times LFL \times U_w}}^3 \quad (3)$$

ここで  $V_z$  が一定である場合には根号の中身も一定となり、放出特性と風速とが一定の比となる。図1の高換気と中換気の境界について、仮想容積を考えた場合、式(1)、(2)から  $V_z = 0.018$

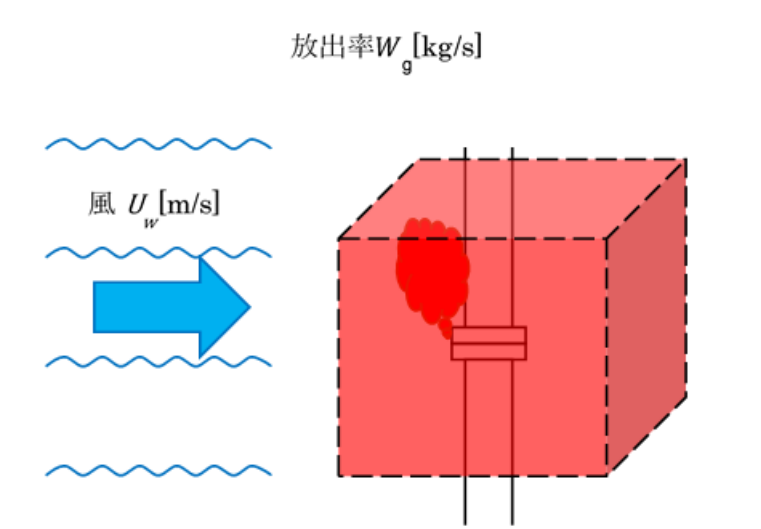


図2 IEC60079-10-1:2015に基づく仮想容積

$\text{m}^3$ に相当することがわかる。JIS C60079-10:2008での高換気と中換気の境界を示す $0.1 \text{ m}^3$ と照らし合わせれば、安全率の比 $f/k$ (ここで $k$ は濃度の不均一さに起因する安全率、 $f$ は換気阻害要因に起因する安全率)として5程度を取った場合に対応する。したがって、IECを用いた方法とJIS C60079-10とに齟齬はない。

以上の危険箇所の判定で、非危険箇所として判断され場合には、使用できる電気機械器具に制限はない。ただし、上記で述べたように、これは爆発性混合気が形成されないことを示してはならず、TR-No. 44 参考資料 11 では $0.018 \text{ m}^3$ の爆発下限界の爆発性混合気存在を認めており、着火の可能性が残る。この残留リスクの提示を含んだ形で運用することを推奨するため、TR-No. 44 には自主行動計画例として参考資料 12 が掲載されている。危険箇所の同定については、API のRP505 には、年間に発生する危険な状態の時間として区分する方法も掲載

されており、TR-No. 44 にも引用されている。その内容を以下に示す。

2.2.1 ガス蒸気危険箇所の種別関係  
危険箇所は、爆発性雰囲気存在する時間と頻度に応じて次の三つに分類する。

— 解説 —

①API RP505 では、爆発性雰囲気の生成時間が年間1,000 時間を超える場合を特別危険箇所に、1,000 時間から10 時間の場合には第一類危険箇所に、10 時間から1 時間の場合には第二類危険箇所に相当するという目安を示している。

この時間的な考え方は、次節のインターロックに強く結びついている。

なお、IEC60079-10-1 は2020 年に更新されており、その中でプールからの蒸発速度式(B.6)について、係数が $6.55 \times 10^{-3}$ から $18.3 \times 10^{-3}$ と、およそ3 倍程度に変更されている。この変更

にかかわる考察行い、第 53 回安全工学研究発表会で発表した際の予稿を資料 1 として添付する。この推算式の基となっている文献<sup>1</sup>は、0 次元近似によって蒸発速度をクメンと水の蒸発実験の結果に合うようにパラメータを決めたものであり、精度が高いものではないことは、注意する必要がある。

### 1.3 リスク評価(インターロック)

インターロックの利用を考える必要があるのは、上記で危険箇所と判断された場合である。労働安全衛生総合研究所の前身となる産業安全研究所の TR-No. 39「工場電気設備防爆指針」にはガス検知器とインターロックによる、一般電気機械器具の利用についての記載があるが、利用方法の詳細が示されておらず、また、法令上はインターロックによる例外を認めていない点から、現時点では利用できない。IEC を防爆の基準として用いている国々では爆発防止の手段として、ガス検知とインターロックを認めている例があるが、今後我が国でも利用可能とするのであるならば、その方向性と必要な前提条件を整理する必要がある。以下に産業安全研究所の TR-No. 39「工場電気設備防爆指針」のインターロック関連の部分を抜粋する。

#### 1550 電気設備の防爆対策の特例

##### (1) 換気装置とインターロックを持つ防爆対策の特例

建家の内部は、換気の程度によって、爆発危険箇所の範囲が狭くなるか、より危険度の低い爆発危険箇所となる

か、あるいは非危険箇所となる。したがって、全体強制換気又は局所強制換気を活用して爆発危険箇所の種別及び範囲を低減するとともに、換気装置とインターロックをもたせることにより、一般の電気機器を使用することも可能となる場合がある。

##### (2) ガス検知器とインターロックをもつ電気設備

爆発性雰囲気存在する範囲が狭く、持続時間も短い場合は、放出源の周囲の環境をガス検知器で検知し、爆発性ガスの濃度が爆発下限界の 25% 以下の場合に限り、ガス検知器とインターロックをもたせることにより、一般の電気機器を使用することも可能である。

(1) に示された換気装置については、強制換気に言及したものであるが、換気装置の動作監視にも言及しており、これは換気有効度とも解釈できる。以下に TR-No. 44「ユーザーのための工場防爆設備ガイド」の換気有効度の記載部分を抜粋する。

##### 換気有効度

換気有効度は、可燃性雰囲気の存在若しくは形成に影響し、また危険箇所の分類にも影響する。換気の有効度及び信頼性が減少すると、通常、危険箇所の分類結果は危険側になる。換気の有効度及び信頼性を確保するための手法として、モニターを設置することが重要である。したがって、モニターの設置状況も考慮し、換気有効度を、評価する。

##### — 解説 —

換気の等級の概念と有効度の水準を組み合わせることで、危険箇所の種別の定量的評価が可能となる。

<sup>1</sup> Donald MacKay and Ronald S. Matsugu, "Evaporation Rates of Liquid Hydrocarbon Spills on Land and Water," Canadian Journal of Chemical Engineering, August 1973, p. 434.

換気有効度の水準は、次の3種類に分類される。

良 …換気が実質的及び連続的に行われている。モニターを二重に設置し、換気の有効度及び信頼性を確保する。

可 …換気が、通常運転中に行われるが、稀に短い期間で換気が停止することがあり得る。モニターを一重で設置し、換気の有効度及び信頼性を確保する。

不可 …良若しくは可の基準に達しない換気を行っている。ただし、長期間換気が停止することは許されない。モニターが設置されていない。

有効度が不可の場合は、危険箇所決定の際に換気がないものとみなす。

以上から(1)は、上記換気有効度に関してモニターすることと同等であると考えられる。この場合強制換気で高換気度を保ち、換気有効度が可であるならば、表1に従って第二等級放出源については非危険箇所とみなすことが可能であり、一般の電気機器、すなわち非防爆電気設備を利用することに問題はない。

一方(2)については、ガス発生を前提としており、持続時間の短さを問うていることから第二類危険箇所内での利用を想定しているものと考えられる。残念ながら、本条項は2006年の防爆指針の改定時に導入されたものであり、その際の議論の経緯は残されていない。そのため、どのような形で(2)のガス検知器とインターロックを利用した、一般の電気機器の使用が可能なのか、示されていない。ガス検知器の利用は合理的ではあるものの、一点での測定からガスの濃度勾配を知ることはできない。したがって用いている電気機器の着火能力を失わせるまでに必要な時間に対して、どの程

度の余剰時間があるかは不明である。そのため、熱などの緩和しにくいエネルギーに対しての要求事項、すなわち使用温度が発火点を超えないことは必須である。また、電気機器の多くは内部回路に着火可能なエネルギーが蓄えられていることが多く、そのエネルギーの処理についても何らかの規定が必要である。

防爆の考え方は着火可能性を低減することが目的である。その背景として科学的な知見があり、原理的に着火の可能性がない状況と論理を作り上げることが前提となっている。その上で誤作動の確率を低減することで着火可能性を低減している。ただし、現状の我が国の防爆規制においては、機能安全的な考え方は、ほとんど導入されていない。国際整合指針として我が国でも取り入れつつあるIECEXにおいても、機器保護レベルや、換気有効度の考え方に想定される故障について言及する部分は存在するものの、定量的な考え方とは言えない。

1.2節で提示した、危険箇所の爆発性混合気の発生時間による区分は、機能安全の考え方による危険側故障によるダウンタイムの考え方と親和性が高く、例えば換気に関するインターロックについて、年間の爆発性雰囲気生成時間を満たすように安全装置系を組むことができれば、危険箇所を最終的に決定するための表に沿って、換気設備の換気有効度を機能安全の考え方に従って、定量的に紐づけることができる。

ガス検知器と電源遮断を組み合わせたインターロックシステムにも、同様の考え方をを用いることが可能であることから、同等のリスク低減策となるのであれば、利用は可能であると考えられる。

#### 1.4 リスク評価の主体

定量的な誤作動の発生確率評価としては機能安全的な考え方が不可欠である。当然ながら、リスクに対して利益が存在し、そのバランスが利益側に傾くことから、当該防爆品を利用したの生産活動につながっている。逆に見れば、リスクの引き受け手は受益者であるべきである。我が国でもリスク評価が義務化され、受益者たる企業側がリスク評価の主体となることが期待されている。

近年、プラント等の危険性についての制度を再構築しつつあるシンガポールを見てみると、Ministry of Manpower (MoM) の一部局である、Occupational Safety and Health Division の Major Hazard Department (MHD) の指導の下、Major Hazard Installations (MHI) の登録、Safety Case の受付と保持を行っている。MHD は、2011年の火災災害を受けて、2016年に MOM、NEA(環境)、SCDF(消防)が協力して作られた組織であり、Safety Case は、企業が規制当局に提示する文書で、MHI が特定の動作環境、特定の用途に対して、包括的かつ有効な安全性を持つこと示す、明確な体系によって支えられた構造化された文書である。Safety Case には、主な潜在的な事故、起こりえる結果の推定などが含まれており、Safety Case には、適切な制御手段や、非常時の手続きが示されている。もととなる考え方として、法で利用許可条件を決めるわけではなく、安全性を企業側が示すことで利用を許可する形をとっている。ただし、安全性を示すとは、一定の国際規格に従う、もしくは国際規格と同等であることを示しうる他国の国家規格に従うことを示すことであり、企業独

自の判断は採用されない。この考え方の下、日本独自の防爆規格である構造規格による検定合格品の使用も認められている。リスクの評価に関しては、国家資格となる Professional Engineer (PE) によるものであるが、通常 Engineering, Procurement, and Construction (EPC) を請け負う会社内で、PE が職責を担うことから、EPC を請け負う会社への訴追となっている。Professional Engineer によるリスク評価の制度と Safety-Case の利用は、米国でも行われており、リスクベースの考え方によって利用できる技術を考える制度としては重要な考え方である。

IECEX では防爆機器に保護レベルを設定し、故障耐性に応じて機器保護レベル (EPL, Equipment protection level) を割り当てており、ガスに関しては、Ga, Gb, Gc の三段階に分かれており、以下に労働安全衛生総合研究所防爆指針 TR-No. 46-1:2020 での定義を抜粋引用する。

##### 3.33.3 EPL Ga

極めて高い保護レベルをもつ機器であって、爆発性ガス雰囲気で使用し、通常運転中、想定内の機能不全時又は稀な機能不全時でも点火源とはならないもの。

##### 3.33.4 EPL Gb

高い保護レベルをもつ機器であって、爆発性ガス雰囲気で使用し、通常運転中又は想定内の機能不全時でも点火源とはならないもの。

##### 3.33.5 EPL Gc

強化した保護レベルをもつ機器であって、爆発性ガス雰囲気で使用し、通常運転中は点火源とはならず、かつ、ランプの故障などのように通常想定される機能不全時にも着火源とはな

らないための何らかの追加の保護が講じられているもの。

Ga, Gb, Gc の各々が、Zone0, 1, 2 への設置に適しているとされている。無論 Ga を Zone1, 2、Gb を Zone2 に設置することは問題ないが、IECEX ではさらに踏み込んでリスクベースの考え方に基づいて、Zone1 へ Gc の機器を利用するような、一般に要求されるよりも低い EPL を許可する場合もありうると、IEC60079-14:2013 には記載がある。欧州の防爆指令である ATEX のガイドラインには、AnnexI に”workplace”指令 1999/92/EC で詳細なリスクアセスメントによって、同様に機器保護レベルと、設置する Zone との対応を異ならせることを認めているとの記載がある。

上記のとおり、リスクアセスメントの結果への対応について、IEC と欧州では弾力的な運用を認めている。一方我が国では、構造規格に対して同等以上の安全性を持つものとして導入されている国際整合規格に関連する通達、「平成 30 年 3 月 28 日通達電気機械器具防爆構造規格第 5 条の規定に基づき、防爆構造規格に適合するものと同等以上の防爆性能を有することを確認するための基準等について」別紙 2 に示される表には上記 IEC や ATEX のような注記はない。構造規格として EPL を導入していないことから、防爆の方式による利用可能な危険箇所の場合分けはあるものの、EPL に即した場合分けは存在しない。危険箇所と防爆電気機械器具の要求事項は、あくまでも発生可能性について言及したものであり、被災の規模に関する知見は、Negligeble Extent を利用した非危険箇所としての判定以外、含まれていない。被災規模について、リスクアセス

メントによって情報が得られる場合に、その情報を反映できるよう、弾力的な運用を我が国でもできるように考えていくことが望ましい。

## 2. IECEX スキームにおける認証の信頼性確保方法

### 2.1 新規検定における遠隔監視による立会試験

新規検定に際して現品の運搬が著しく困難である等、特別の事情がある場合には、機械等検定規則第七条に基づき、申請者の希望する場所での検定が認められている。この際、登録検定機関は、検定員を立会人として申請者の希望する場所へ派遣し、試験を見届けることで検定の試験を確認する。立会試験と呼ばれる手続きである。

2020 年、COVID-19 の感染拡大防止の観点から、感染のリスクを減らすため人と人との接触を極力低減させる対策を講じるよう求められるようになってきている。前記立会試験についても、IECEX の機器認証スキームで導入されている Remote witness testing (OD024 の 6.6) 同様の対応を行うことで、感染リスクの低減のみならず、弾力的な試験実施が可能になると考えられる。

本節では、2020 年度に設立した防爆に関する遠隔監視による新規検定検討委員会での検討について述べる。なお、検討結果を受け、取りまとめた遠隔監視による新規検定における立会試験に関する手続きについての提言を資料 2 として添付した。

立会試験は、申請者側の試験設備を用いて、検定機関の検定員立ち合いの下、その指示に従い申請者側の人員が設備の操作を行い、検定員が設備、試験方法、結果を確認することで実施する試験である。立会試験の結果には、

使用した計測器のリストも付属する。その際、試験方法が間違っている場合、検定員は改善を求めるが、もし、その場で改善できない場合は、改めて日程を調整して、立会試験をやり直すこととなる。また、前提として基発第0401035号「登録製造時等検査機関が行う製造時等検査、登録個別検定機関が行う個別検定及び登録型式検定機関が行う型式検定の適正な実施について」には、「検定則第8条第1項第2号イからニまでの設備等を有することを書類審査及び実地調査により確認する」とあり、この確認によって試験が適正に行えるかどうかを判断している。この通達の実地調査に関連して、委員会では遠隔監視による試験を行う場合の前提条件として、申請者に新規検定申請において遠隔監視によらない方法での合格実績がある、または同等の試験実績があることを求めることが提案された。これは、検定則第8条第1項第2号イからニまでの確認がなされているものとして取り扱えることを期待したものである。また、試験において十分な速度での通信が行えることの確認が必要であるが、この点は申請者と検定機関との事前打ち合わせの中で、背景音等含めて確認することとした。IECのOD24では、このような要件は課されていないが、防爆機器の製造に係る品質システムの審査結果として有効なQAR(Quality Assessment Report)を保持していることが別途製造者に課されているところ、同等の質を担保する趣旨で追加することが提案されたものである。これらの運用上の取扱いについては、安全性の確保に一定の疑義が生じた場合等に適宜見直すべきである旨のご意見も頂戴した。

なお、遠隔監視による新規検定の実

際の手続き自体は、IECのIECEX OD24(Edition 3.1 2019-11)の6.6に準じたものとし、詳細は資料2の提言を参照されたい。提言内では表1に検定の対象となる機械等に係る試験等を挙げてあり、資料2、3.2.1に同表a)外観検査とb)現品による試験に関して、手順がa)-i)として示した。OD24には長期の試験での電力と湿度のデータ入手に関しての規定があるが、現時点では長期の試験については遠隔監視の対象としないこととされたため、当該規定については採用しないこととされた。また、遠隔監視による試験を導入することが初めてであることから、我が国独自の手続きとしてトレーサビリティを確保するため、試験等の録画及び検定機関における保管等を求めることとした。記録の保持については、カメラ数や録画時間に依存し、膨大な量となる可能性もあるが、近年の記憶媒体であれば十分に対応可能であると考えられる。

資料2提言内の表1c)に示された製造・検査設備、工作責任者、検査組織、検査のための規程の確認は、資料2提言内の表1a)、b)の検査、試験に先立って必要になる。事前確認であることから、資料2の3.2.1のa)-i)の手続きをさらに簡素化し、資料2の3.2.2に示したa)-g)によることとした。また、校正記録については、トレーサビリティの確保を目的としているもので、現在の立会試験で利用されているのと同様、申請者側の管理番号等での代替を許容することを想定している。

以上の手続きをもって安全性の維持したまま、遠隔監視によって新規検定に関する試験を行うことが可能であると考えられる。なお、遠隔監視による立会試験の選択は、特別の事情のある場合において、申請者並びに検定

機関の合意に基づくものである。

委員会では、申請者並びに検定機関の合意に関連して、以下の要望も頂戴した。

- ・通信機材の選定について、検定機関からの貸与含めて検討してほしい。
- ・遠隔監視による新規検定における試験によって検定業務(検定機関、生産者含め)の効率化につなげてほしい。
- ・通常の立ち合い試験に比して、事前準備が増加することは避けたい。
- ・リモート監査を施行した結果時間が1.5倍～2倍程度かかった事例がある。レベルも少し足りない。ただ、試行回数を増やしていくことで慣れていくものと思われる。カメラ台数やセッティングについてわかりやすい具体的な指示があると良い。

上記4点の他に、マニュアル化も検討してほしい旨の意見もあったが、試験機関側からマニュアルで判断がつかない点も出てくると考えられる旨の意見もあった。試験自体が正しく行われることが重要であり、現行法規上はケースバイケースで考える必要がある。

## 2.2 多重試験の解消

現在わが国では、防爆機器の製造・販売者が検定を申請する際、防爆性能試験を行い、あらかじめ行った試験結果として申請に添付することが前提となっている。その後、申請を受けた登録検定機関は、再度の試験を行って防爆性を検証し、合格証を発行する。すなわち2重の試験が前提となった制度となっている。一方 IECEx の機器認証スキームでは、1種類の規格(原則

IEC規格)と1種類の試験・認証の仕組みを用いて、

- One Test
- One Certificate
- One Mark

という認証制度による防爆機器の国際取引の促進を目標としている。わが国では IECEx を取り入れているが、同一型式の考え方や、Ex コンポーネントなどについて差異が存在する。IECEx では、そうした状況も想定して各国の防爆規制の差異(National Difference:ND)を許容したうえで、試験の重複を避け追加の試験のみで、Fast Track Process を設けている。図3に IECEx 機器認証スキームを示した。一般に試験の結果は、ExTR として作成される。Fast Track Process では、他機関が作成した ExTR を受け入れるものである。我が国では、平成29年基安発0106第3号「防爆構造電気機械器具に係る型式検定の新規検定における申請の手続きについて」での指定外国検査機関制度によって、指定外国検査機関として登録された機関が発効した ExTR であれば、あらかじめ行った試験結果の代わりとして受け入れることができる。また、令和2年基安発0305第1号「防爆構造電気機械器具に係る型式検定の申請の手続きについて」によって、諸条件がつくものの、EUの防爆指令(ATEX)に従って発行された ExTR に準拠した報告書を、やはりあらかじめ行った試験結果の代



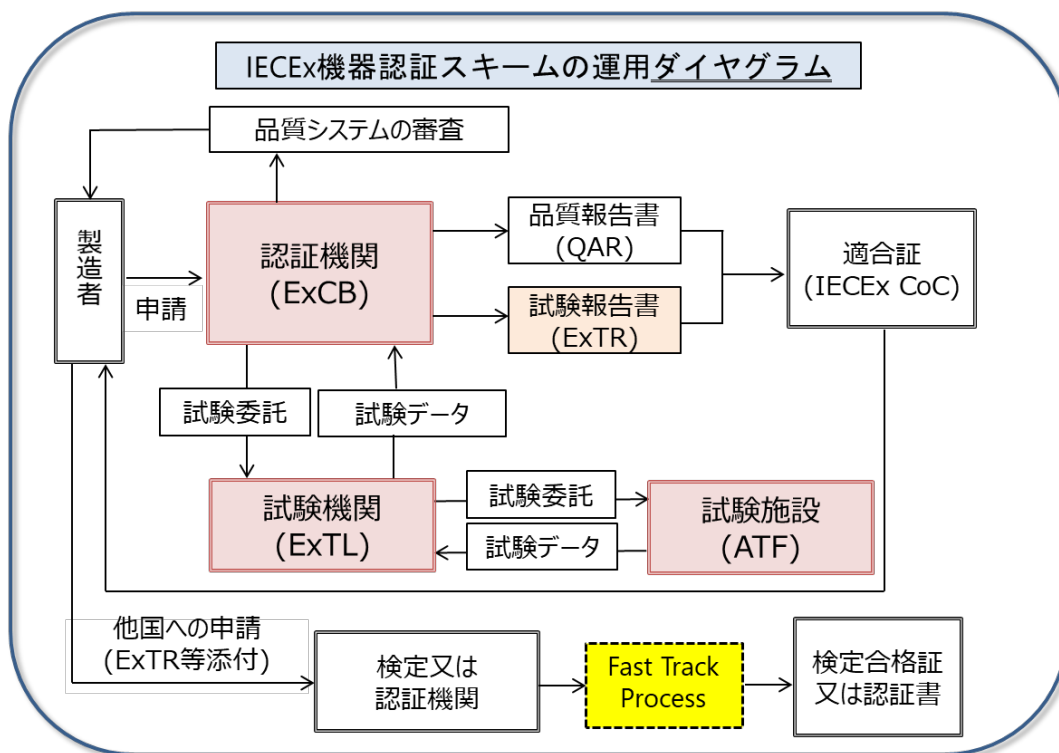


図3 IECEX 機器認証スキームのダイアグラム

わりとして受け入れることができる。誤解を防ぐために、以下に令和2年基安発0305第1号を引用しておく。

防爆機器に係る型式検定の新規検定における検定の申請者から提出のあった新規型式検定申請書に、IEC 防爆機器規格適合性認証制度(IECEX)に基づく認証機関(ExCB)がATEX指令に基づく認証機関(NB)を兼ねている場合に認証機関(NB)として発行した試験結果報告書(発行の日付が認証機関(ExCB)の認証及び認証機関(NB)の認証の有効期間内であるものに限る。)が添付されている場合であって、次の(1)から(4)までが確認されたときは、当該報告書を検定則第6条第1項第4号に定める「当該型式の機械等につい

てあらかじめ行った試験の結果を記載した書面」として取り扱うこととして差し支えないこと。

- (1) 試験結果報告書は、申請のあった型式に係るものであること。
- (2) 試験結果報告書は、ATEX指令に基づき適正に発行されたものであること。
- (3) 試験結果報告書の記載事項がIEC 防爆機器規格適合性認証制度(IECEX)に基づき適正に発行される試験報告書(ExTR)の記載事項を網羅していること。
- (4) 試験結果報告書は日本語若しくは英語で記載されている又は日本語若しくは英語が付記されているものであること。

ただし、いずれの通達によっても、あらかじめ行った試験結果の代わりという位置づけであり、登録検定機関による再度の試験が必要である。防爆機器の開発に関して、この点が負担であることは否めない。より直接的に ExTR を受け入れることが可能であれば、Fast Track Process が十全に利用できるようになる。

### 3. 検定制度によらない安全確保措置と我が国での適用可能性

#### 3.1 携帯式／パーソナル電気製品 (PEP, portable or personal electrical product)

現在、防爆に関し要求される機器保護レベル (EPL) が高くない危険場所において、非防爆の携帯式／パーソナル電気製品 (PEP、portable or personal electrical product) を使用するための手引きを作成することを目的として、31J/300/NP が IEC へ新規提案されている。

以下では、この新規提案について概略を記し、我が国での防爆規制へ導入する際の課題を考察する。現在の提案内容については資料 3 (非公開) に翻訳したものを添付した。

新規提案では、PEP を、a) 手で持ち歩き可能又は個人の身体に付けて用いる、b) 一体型 (self-contained) で低出力の機器として定義されており、その例として、バッテリー、太陽電池及びピエゾデバイスによって給電される装置が挙げられている。PEP は、PEP1 と PEP2 に細分化され、PEP 1 は、身体に装着するパーソナル電気製品で、皮膚に直接接触させて用いられることが意図され、通常条件下では着火を生

じることがないものとして、PEP2 は、携帯式機器で、通常条件下では着火を生じることがないとみなされるものでキャリーケースなどの追加的方法によって、身体に装着して使用されるアイテムを含むものとして、それぞれ定義されている。

この新規提案は、認証されていない機器の利用を推進するものではなく、認証機器が入手可能な場合、これを常に用いることが望ましいとされている。また、認証機器が使用可能となるように業務を修正できる場合、非認証機器の使用を、例えば、ソフトウェアの機能をサポートするための選好の問題として正当化するために用いることは望ましくないとされ、安易に入手不可能性を認めるものではない。

PEP として利用するためには、一般要求事項として、無線周波のエネルギー伝送が制限値以下であり、強制換気がなく、通常運転時に火花を発生せず、通常運転中に外部表面温度が 60 °C 以下で、モータを備えず、静電気リスクを管理でき、超音波の発生が制限され、クラス 1 光源以外の光放射がないことが定められており、更に、PEP1、PEP2 各々について、危険箇所では求められる機器保護レベルに対応するよう、追加要求事項が定められている。

EPL Gc 及び Dc で使用する PEP 1 に対しては、直流 4.5 V 以下及び電流容量 350 mAh 以下の電源であることに加えて、懸念される可燃性ガスがグループ IIIC (水素、アセチレン等) の場合は、露出した端子 (バッテリー充電端子など) がないこと、グループ IIIC 以外の場合は、露出した端子 (バッテリー充電端子など) について事故による端子の短絡によって生じる放電を防止する手段を備えていることが、それぞれ追加要求事項である。電流容量制限

は、代表的なスマートウォッチのバッテリー仕様を基にしたものである。

EPL Gb 及び Db で使用する PEP 1 に対しては、露出した端子がないこと、軽合金構造でないこと、150 mAh を超える充電可能セルがないこと、一次セル・バッテリー容量 300 mAh 以下が追加要求事項である。これらの例として、ベーシックな電子腕時計、及び耳に挿入する補聴器がある。

EPL Gc 及び Dc で使用する PEP 2 に対しては、直流 3.7 V 以下及び電流容量 8,827 mAh 以下の電源から給電されること、追加の落下試験に合格すること、危険場所において、外部電気接続部又は有線アクセサリを使用しないこと、露出した端子（バッテリー充電端子など）は、事故による端子の短絡によって生じる放電を防止するため、凹形とするか、ダイオードで保護すること、バッテリー電流を直接遮断する接点をもつ電源スイッチがないこと、高エネルギー機能部がないことが追加要求事項である。これらの例として、携帯電話及びタブレットが挙げられる。以上に挙げた要求は、これを満たせば、EPL Gb や Gc を要求する危険箇所で見えるという意味ではなく、認証品が手に入る場合、そちらを利用することが前提となっている。PEP 相当と考えられるものについて、例示が資料 3 の付属書 A に示されているが、例示されたものの大部分について、認証品が入手可能である旨も同時に表内に示されている。同表から認証品の入手が困難で、かつ PEP として指定可能と考えられているものを以下に抜粋し整理した。

#### PEP1

・補聴器インイヤード又はオーバーイヤード

・腕時計標準品  
・腕時計スマート／フィットネスウォッチ（GPS 付き又はなし）

#### PEP2 に指定可能

・デジタルカメラ（デジタルズーム、半導体メモリ）

・携帯式／パーソナル GPS  
・パーソナルモニター装置  
・補聴器皮膚に接触しないもの  
・リモコン

・インスリンポンプ  
・スマートタイプページャー、双方向

・腕時計ページャー内蔵型  
・腕時計電卓内蔵型  
・腕時計懐中時計  
・デジタルレコーダー  
・電熱服

上記 PEP に指定可能とされる機器の中にも、その機能（の一部）を認証品で代替可能な場合がある。例えば、デジタルカメラ、GPS、スマートタイプページャー、デジタルレコーダーに関しては、スマートフォンで一部機能の代替が可能であり、新規提案では、スマートフォンは認証品が入手可能とされている。また、補聴器、リモコン、腕時計標準品、腕時計電卓内蔵型については、我が国では、平成 27 年基発 0831 第 2 号「電気機械器具防爆構造規格第 5 条の規定に基づき、防爆構造規格に適合するものと同様以上の防爆性能を有することを確認するための基準等について」の 3（9）で規定されている 1.5V、0.1A、25mW を超えない機器として利用が可能なものが存在する。以上を考慮した上で、新規提案で PEP に指定可能とされている機器のうち我が国での使用が考えられるものとして、パーソナルモニター装置、

インスリンポンプ、腕時計スマート／フィットネスウォッチ（GPS 付き又はなし）、電熱服があるが、その需要が大きいとは言い難い。

一方、PEP は主に電圧と電流容量によってエネルギー制限が課されているが、電流量自体への制限がなく、短絡まで考えれば、例えば 1.5V の乾電池であっても着火源となる可能性は否定できない。電源を持つ電気機械器具について、インターロック機構が組み込まれているとしても、電源自体が持ち込まれていることの問題について考慮される必要がある。

さらに、新規提案では、PEP が一般要求事項を満たすことを試験により検証することまでは必要とされておらず、製造者の宣言書又は仕様書によることができる旨記載されている。欧州の防爆指令である ATEX では、ある条件で利用する機器について生産者自身の宣言による適合性の認証を可能としているが、我が国ではそういったスキームもないため、PEP に関する IEC 規格（31J/300/NP）が発効したとしても、そのまま利用することは難しい。自己宣言のスキームについては、次節で詳細を述べる。

また、先に挙げた PEP1/2 の例示の中で、インスリンポンプと電熱服以外は、当該機器で代用が可能であることは述べたとおりであるが、本年度購入した、第一類危険箇所対応の Android 携帯と、ヘッドマウントの Android 端末では、両者ともマイクロソフトの Teams を利用することが可能であった。Teams による画面共有も可能であったことから、制御室で指示を行うボードマンと、現場において計器の確認、バルブの開閉やポンプの起動などを行っているフィールドマンが連携するような使い方であれば、任意の資料を

ボードマン側から提示できる。また、Teams がサポートされ続けるのであれば、アプリケーションのアップデートについては、ボードマン側の端末に集約して、防爆端末側はその閲覧とデータ転送に徹するという使い方も考えられる。二つの Android 端末ともに MicroSD による記録にも対応しており、動画を記録したとしても容量は十分に確保できる。Android 携帯の方は、SIM フリー機であり、日本の現時点での移動体通信事業者 4 社の SIM のいずれを指してもデータ通信が可能であった。無論プラントサイト等で、基地局が無い場合も想定しうるが、その場合には 1.2 節の考え方に基づいて、WiFi 基地局などを設置していくことが考えられる。

### 3. 2ATEX における生産者自身の宣言による認証スキーム

ATEX では、グループとカテゴリに基づいて認証手続きが異なる。グループとカテゴリは、ATEX 指令 2014/34/EU の Annex 1 にその詳細が記されている。グループには I、II が存在する。

グループ I には鉱山の地下部分で使用することを目的とする機器及び、そのような鉱山の地上設備で、爆発性メタンガス及び/又は燃焼性粉じんによって危険になりえる場所で使用されるものが含まれる。グループ I はさらにカテゴリ M1 と M2 に分かれている。カテゴリ M1 では、2つの独立した保護手段が講じられていること、または、2つの故障が互いに無関係に生じても安全性を担保されることに加え、爆発性雰囲気が存在するときでも、機器へのエネルギー供給が継続され機能し続けることが求められている。カテゴリ M2 では、通常運転及び厳しい動作条件

に適していることのほか、該当する場合には、頻繁に発生する障害又は通常考えられる故障があっても安全性を担保できることが求められている。加えて、爆発性雰囲気認められた際には、機器への電源を遮断することが求められている。

グループ II には、爆発性雰囲気によって危険になりえる、グループ I が使用される場所以外での使用を意図した機器が含まれている。現在の労働安全衛生法が対象とするのはグループ II の機器である。グループ II には、カテゴリ 1、2、3 が存在する。カテゴリ 1 では、グループ I のカテゴリ M1 と同様、2 つの独立した保護手段が講じられていること、または、2 つの故障が互いに無関係に生じても安全性を担保されることが、カテゴリ 2 では、頻繁に発生する障害又は通常考えられる故障があっても安全性を担保できること、カテゴリ 3 では、通常運転に適したものであることが、それぞれ求められている。

上記に記したグループ II の各々の保護レベルは EPL と対応している。具体的には、カテゴリ 1、2、3 に対し、EPL Ga、Gb、Gc の各々が同等の保護レベルを要求している。

グループ II のカテゴリ 3 に対しては、ATEX 指令 2014/34/EU の Annex VIII に記載されている内部生産管理 (internal control production) によって、適合宣言書と適合認証書を発行できる。ATEX 指令 2014/34/EU の Annex VIII の翻訳を資料 4 として添付した。Annex VIII 中の「国家当局の裁量の下」の管理については、追加の調査が必要であるが、試験ルーチンを省くものではなく、テクニカルドキュメンテーションによって、設計と記録と試験の報告書が適切に作成され、保管されるこ

とが大前提となっている。

また、宣言自体は防爆電気機械器具の製造者自身が行うものであり、ユーザー側が判断するものではない点も重要である。この意味で適合性のリスクの引き受け手は防爆電気機械器具の生産者側であるべきであるが、爆発火災災害がひとたび起きた場合にその補償等々について、どのような形で担保されているのかは引き続き調査が必要である。

#### 4. 新たな手法による防爆性能の評価方法

##### 4.1 ドローン等高高度からの落下試験

化学プラント等においてドローンを活用することにより、高所からの撮影が容易になり、塔類等の高所や大型石油貯槽タンク等の日常点検や、災害時の迅速な点検を行うことが可能になり、プラントの保安力向上や労働災害撲滅に繋がるのが期待されている。一方、ドローンの飛行はプラント設備への落下等、安全に活用されなければ重大な事故に至る可能性があり、一部のプラントにおいて実証実験は行われているものの、本格的な実用には至ってはいない状況にある。また、労働安全衛生規則第 280 条により、「引火性の物の蒸気又は可燃性ガスが爆発の危険のある濃度に達するおそれのある箇所」で使用する電気機械器具については、労働安全衛生法に基づく型式検定に合格したものとする必要があるが、ドローンの防爆性能に係る技術的要件や試験方法は確立しておらず、現時点で型式検定に合格したドローンは存在しない。

防爆指針において電気機器の落下のリスクに関する評価は、1 m 以上の高さから、水平なコンクリート製の床

の上に4回落下させる試験によって行われる。ただし、試験の対象は、携行形電気機器又は人体装着式の電気機器となっており、ドローンのように数m~150mのように高い高度からの落下リスクを想定したものではない。したがって、現状の試験では落下時の衝撃等によっても防爆機能が維持されるかどうかを評価できない。具体的にどのような試験を実施すべきかが検討課題である。

そこで、一定の試験条件下で繰り返し可能な衝突試験設備を用いた模擬防爆ドローンに対する衝撃試験について検討した。高所からの落下試験を実施する代わりに、150m相当の高度からの落下を想定し、ドローンは治具を用いて所定の位置に吊るしておき、そのドローンに対して十分に質量の大きい台車を衝突させる内容を検討した。衝突速度は落下時の最高速度に設定することで落下による衝撃を模擬した試験である。試験後、防爆機能を保持していることが防爆ドローンの要件になる。防爆機器を評価する方法の一つとして、下記を行う方法としてのリスク評価は妥当と考える。

- 再現性のある機器の利用（均一な条件設定）
- 衝撃条件を変化させて、試験対象機器に対する実際の衝撃試験（異なる条件下における機器評価）
- 試験後にその製品の外観検査の実施（実態の確認）

#### 4.2 砂詰防爆構造

IECEXの防爆の構造で、IEC60079-5で示されている powder filling(砂詰)については、わが国では導入されていない。導入が見送られた理由としては、湿度の高さが挙げられたとのことで

ある。令和3年度、本件についての検証を行う予定であるが、本節ではIEC60079-5:2015を簡単にまとめておく。なお、翻訳したIEC60079-5:2015を資料5として添付した。

砂詰防爆構造は、その名のとおり不燃性の粉体を詰めることにより、内部の空間を最大安全隙間未満として、火炎の伝播を阻止する構造である。充填物として、「固体石英又は個体ガラスの粒体」が指定されており、基本的にSiO<sub>2</sub>による。このことから、本構造では、粉≒砂が分かる。砂は、ISO 2591-1に規定する乾燥粉(dry materials)に対する手順に従って決定した上で、

- ・ ISO 3310-1 又は ISO 3310-2 に従い、公称目開き 1 mm
- ・ ISO 3310-1 に従い、公称目開き 500 μm

のふるいサイズ以下の粒子径である。また、詰める砂には耐電圧試験を課す。

砂を詰める容器のことをコンテナ(container)と呼んでおり、このコンテナが恒久的に密閉する場合と、修理のために開くことを意図する場合とで、要求事項が変わってくる。コンテナが外部容器を兼ねる場合もあるが、外部容器に対して、基本的に保護等級IP54以上が求められており、水の侵入試験に対して、目視できる水の侵入があってはならない。容器の保護等級は、IEC 60529に指定する方法に従って検証する。コンテナに対する圧力試験は、水圧試験で行い、50kPaを10sかけることで行われる。プラスチックフィルムコンデンサ、ペーパーコンデンサ又はセラミックコンデンサ以外のコンデンサを内蔵し、充填物の体積がコンデンサの体積の8倍未満しかない呼吸用又はガス抜き用の開口部をもたないコンテナに対しては、内圧 1.5 MPa

を 10 s 以上印加する圧力型式試験にかける。他に、電流、温度、絶縁距離に関する要求事項が記載されている。

#### D. まとめ

R2年度研究項目4点について検討した結果は以下のとおりであった。

##### (1) ガス検知機とインターロックの利用による EPL (防爆性能) 評価・運用方法

利用に関してのニーズは存在するものの、定量的リスク評価に至っていないため、安全性の比較ができていない。機能安全の考え方に基づいて、換気に関して換気有効度の概念を定量化するとともに、そのレベルに応じた SIL を選ぶことで同等の安全性を確保しつつ、利用できる可能性はある。

##### (2) IECEx スキームにおける認証の信頼性確保方法

新規検定における遠隔監視による立会試験として、IECEx に準じた試験が可能であるよう提言を行った。また ExTR についての考察を行い、我が国で受け入れ可能となる条件について整理した。

##### (3) 検定制度によらない安全確保措置と我が国での適用可能性に係る提言

現在 IEC TC-31 で議論されている、PEP についての情報を入手し検討した。現状リスクの担い手に関する情報が不明であり、我が国での導入は時期尚早である。

##### (4) 新たな手法による防爆性能の評価方法と提言

ドローン等、高高度での運用に対応するための試験方法について検討を行った。また、我が国で未導入である砂詰め防爆に関する情報を整理した。

#### E. 健康危険情報

なし

#### F. 研究発表

##### (1) 論文発表

- 1) 北條理恵子, 大塚輝人, 堀智仁, 菅間敦, 崔光石, 労働安全衛生総合研究所における諸外国の最新の動向を踏まえた労働安全研究の推進、労働安全衛生研究、Vol. 13No. 2、151-155、2020
- 2) 牧野良次, 久保田士郎, プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドラインについて、安全工学、59 巻 3 号、146-152、2020

##### (2) 発行した関連書籍

- 1) ユーザーのための工場防爆設備ガイド(追補資料 11, 12)、労働安全衛生総合研究所、2020、278-304
- 2) 工場電気設備防爆指針 (国際整合技術指針)、労働安全衛生総合研究所、2020、1-128
- 3) 工場電気設備防爆指針 (国際整合技術指針)、労働安全衛生総合研究所、2020、1-20
- 4) 工場電気設備防爆指針 (国際整合技術指針)、労働安全衛生総合研究所、2020、1-33

#### G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

## 液体漏洩時の蒸気拡散挙動

(独)労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所

○大塚輝人

## Vapor Diffusion Behavior at Liquid Leakage

Teruhito Otsuka

National Institute of Occupational Safety and Health, Japan

キーワード：IEC60079-10, 危険箇所, 液体漏洩, 蒸気拡散

Keywords：IEC60079-10, hazardous area, liquid leakage, vapor diffusion

## 1. はじめに

爆発性混合気が存在する場所で、電気機械器具を使用した場合、着火爆発する危険性がある。したがって爆発性混合気が発生する可能性のある場所をあらかじめ同定し、そこでの電気機械器具の利用を避けることは、プラントを安全に運転する上で重要である。日本では労働安全衛生法の下、可燃物、酸素、着火源の、いわゆる燃焼の3要素の中で、酸素は大気中に存在し、排除することが困難であることから、この爆発性混合気の危険箇所を可燃物の放出を元に判定し、その危険箇所へ持ち込める電気機械器具を防爆構造電気機械器具と呼んで、着火源の着火性を下げることによって安全性を担保している。したがって、危険箇所の同定とは、可燃物がプラントの運転上意図的に、あるいは意図せず放出される位置と、その放出量を推定すること等価である。気体の場であれば、放出された気体量と爆発下限界が分かれば推算が可能であるのに対して、液体の場合はそれに加えて蒸発量を想定しなければならない。本研究では、液体が漏えいした際の空気との混合挙動について、IECの規格に示された液体蒸発速度について検討・検証を行ったので報告する。

## 2. IECにおける液面からの蒸気拡散評価式

日本における危険箇所の同定法は、厚生労働省通達<sup>1)</sup>によってJIS C60079-10が指定されている。このJIS C60079-10はIEC60079-10を基にした規格であり、現在IEC60079-10は気体と粉体各々についてIEC60079-10-1とIEC60079-10-2とに分かれて更新されている。このうち気体による危険箇所を同定するための規格IEC60079-10-1では、気体漏洩時の見積り他に、液体漏洩量時の見積り方も記されている。最新版である2015年版では、液体漏洩量を以下のベルヌーイの定理で評価している。

$$C_d S \sqrt{2\rho\Delta P} \quad [\text{kg/s}] \quad (1)$$

しかる後、漏洩した液体によって形成されるプールからの蒸発を評価する、以下の式が示されている<sup>2)</sup>。

$$\frac{6.55 \times 10^{-3} u_w^{0.78} M^{0.667} A_p P_v}{R \times T} = \frac{0.0025 u_w^{0.78} (18/M)^{1/3} M A_p P_v}{R \times T} \quad [\text{kg/s}] \quad (2)$$

ただし、現行のIEC60079-10-1で(B.6)式として示されているこの式で、 $P_v$ の単位が[kPa]となっているが、同IEC内において、この式についてのみ[Pa]の方が正しい。この式は、クメンの蒸発の実験結果を再現するよう数値的に最適化を行った参考文献<sup>3)</sup>を引用したものとされており、式(2)中の $0.0025 u_w^{0.78} (18/M)^{1/3}$ で示されている物質移動係数は次式で表されている。

$$0.0292 U^{0.78} X^{-0.11} S c^{-0.67} \quad [\text{m/h}] \quad (3)$$



式(3)の中の係数 0.0292、指数 0.78 と -0.11 は実験結果に対して最適化された値で、0 次元的な扱いによる液体と気体との間の熱と物質の授受を計算したものである。最終的にはシュミット数と液面風速、液面サイズに依存する値となっている。文献では前提として不純物の無い液相で、したがって液体内の拡散を考える必要がなく、蒸発は無限大の速度で当該温度における蒸気圧分を気体側へ供給するものし、実質蒸発した物質の拡散による律速のみを考慮している。 $U=3600u_w$  であり、(3)式の単位を[m/s]に直せば、以下の式が得られる。

$$0.00482u_w^{0.78}X^{-0.11}Sc^{-0.67} \text{ [m/s]} \quad (4)$$

さらに、考える系では空気が主成分であるため、動粘性係数は大きく変化しないものの、拡散係数は蒸気分子の速度に影響を受ける。温度一定、すなわち運動エネルギーが一定であるとするれば、分子の速度は分子量の $-1/2$ 乗に比例することになる。この考えに基づいて、シュミット数も分子量の $1/2$ 乗に比例するとして、ここで空気中における水蒸気の拡散に関するシュミット数が 0.7 であるとするれば、

$$0.00482(0.7)^{-0.67}u_w^{0.78}X^{-0.11}(18/M)^{0.67/2} = 0.0061u_w^{0.78}X^{-0.11}(18/M)^{0.67/2} \text{ [m/s]} \quad (5)$$

を得る。この物質移動係数の液面サイズ依存について、指数の絶対値が小さいことから無視できるものとするれば、式(2)の  $0.0025u_w^{0.78}(18/M)^{1/3}$  と直接比較することが可能となり、係数 0.0025 と 0.0061 がその違いのほぼ全てである。その結果、IEC の式では漏洩量を過少に見積もることとなり、危険側の誤判断が発生する可能性がある。

#### Nomenclature

$Cd$ : 放出係数（無次元）であり、放出開口部の性質並びに乱れ及び粘性を示す。とがったオリフィスでは 0.50～0.75 と、丸みのあるオリフィスでは 0.95～0.99 となる。

$S$ : 液体が漏れる開口部（穴）の断面積[m<sup>2</sup>]

$\rho$ : 漏洩する液体の密度[kg/m<sup>3</sup>]

$\Delta P$ : 漏れが生じる開口部の圧力差[Pa]

$M$ : 漏洩する液体の分子量[kg/kmol]

$A_p$ : プールの表面積[m<sup>2</sup>]

$P_v$ : 温度 T における液体の蒸気圧[Pa]

$u_w$ : 液体プールの表面上の風速[m/s]

$R$ : 気体定数 8314 J/kmol K

$T$ : 液体、ガス又は蒸気の絶対温度[K]

$U$ : 液体プールの表面上の風速[m/h]=3600 $u_w$

$X$ : 液体プールのサイズ[m]≐ $A_p^{1/2}$

$Sc$ : シュミット数（無次元）

#### 参考文献

- 1)平成 20 年 9 月 25 日厚生労働省基発第 0925001 号
- 2) U.S. Environmental Protection Agency, Federal Emergency Management Agency, U.S. Department of Transportation, Technical Guidance for Hazard Analysis – Emergency Planning for Extremely Hazardous Substances, December 1987.
- 3) Donald MacKay and Ronald S. Matsugu, "Evaporation Rates of Liquid Hydrocarbon Spills on Land and Water," Canadian Journal of Chemical Engineering, August 1973, p. 434.

遠隔監視による新規検定における  
立会試験に関する提言

令和3年3月31日

(独)労働者健康安全機構  
労働安全衛生総合研究所

## 目 次

1. 目的 .....	1
2. 立会試験の現状について .....	1
2.1. 立会試験 .....	1
2.2. 関連法規・規格 .....	1
3. 遠隔監視の適用 .....	3
3.1. 立会試験に遠隔監視を適用する要件 .....	3
3.2. 遠隔監視による試験等の方法 .....	4
3.2.1. 表 1a)及びb)について .....	4
3.2.2. 表 1c)について .....	5
4. その他 .....	5
5. 防爆に関する遠隔監視による新規検定検討委員会名簿 .....	6

## 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究 資料2

## 1. 目的

登録検定機関における新規検定について、現品の運搬が著しく困難である等、特別の事情がある場合には、機械等検定規則第七条に基づき、新規検定申請者の希望する場所での検定が認められている。当該検定試験は、検定機関からの検定員が立会人として申請者の希望する場所へ赴き、試験を見届けることで実施され、立会試験と呼ばれている。

2020年、新型COVID-19の感染拡大が進み、感染防止の観点から政府から緊急事態宣言が出され、感染のリスクを減らすため人と人との接触を極力低減させる対策を講じるよう求められるようになった。このような背景の下、昨今のインターネット関連技術の進歩により、対面によるコミュニケーションの多くが、インターネットを經由した遠隔的な対応に置き換わっている。前記立会試験についても、IECEXの機器認証スキームで導入されているRemote witness testing (OD024の6.6)同様の対応を行うことで、今回の感染リスクの低減のみならず、弾力的な試験実施が可能になると考えられる。

本提言は、立会試験を遠隔監視の下で行う際の手続きを、防爆に関連した法令が定める保安レベルを低下させることなく明確化することを目的とする。

## 2. 立会試験の現状について

## 2.1. 立会試験

検定試験に際し、申請者は「予め行った試験の結果」の作成のために事前に試験を実施する。立会試験は、その試験を検定機関の試験として再度実施するものである。ただし、試験実施自体は、申請者側の機材と申請者側の人員によって行われ、実際に立ち会う検定機関の検定員は、機材、試験方法、結果を確認するものである。以下に立会試験の手順を示す。

- ・申請品の現品、試験設備及び計測器は、全て申請者が準備し、試験のセッティングを行う。
- ・試験は、申請者が行う。検定員（1名）は、試験の現場に立ち会い、測定結果の記録を行う。
- ・立会試験の結果は申請者が作成し、立ち会った検定員は、その内容（立会試験の内容と相違ないか）を確認する。立会試験の結果には、使用した計測器のリスト（校正有効期間を含む）も付属する。
- ・立会試験の方法が間違っている場合、検定員は改善を求める。もし、その場で改善できない場合は、改めて日程を調整して、立会試験をやり直す。

## 2.2. 関連法規・規格

- ・機械等検定規則第七条、第八条

（新規検定の場所）

第七条 新規検定は、次の各号に掲げる機械等の区分に応じ、当該各号に掲げる場所において行う。

## 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究 資料2

ただし、第一号に掲げる機械等の新規検定は、現品の運搬が著しく困難である場合その他特別の事情がある場合には、新規検定申請者の希望する場所において行うことができる。

一 令第十四条の二第三号から第六号まで及び第九号から第十三号までに掲げる機械等型式検定実施者の所在する場所

二 令第十四条の二第一号、第二号、第七号及び八号に掲げる機械等 新規検定申請者の希望する場所

## (型式検定の基準)

第八条 法第四十四条の二第三項の厚生労働省令で定める基準は、次の各号に掲げるとおりとする。

一 型式検定を受けようとする型式の機械等の構造が、法第四十二条の厚生労働大臣の定める規格に適合すること。

二 型式検定を受けようとする者が、次に掲げる設備等を有すること。

イ 型式検定を受けようとする型式の機械等の製造に必要な製造のための設備及び別表第二の上欄に掲げる機械等の種類に応じて、それぞれ同表の下欄に掲げる要件に適合する検査のための設備

ロ 別表第三の上欄に掲げる機械等の種類に応じて、それぞれ同表の下欄に定める資格を有する工作責任者

ハ 型式検定を受けようとする型式の機械等が、法第四十二条の厚生労働大臣が定める規格を具備しているかどうかを検査することができる検査組織

ニ 型式検定を受けようとする型式の機械等に係る検査の基準、検査の方法その他検査に必要な事項について定めた規程

2 型式検定を受けようとする者であつて、随時他の者の有する作動試験用のゴム、ゴム化合物若しくは合成樹脂を練るロール機、法別表第二第一号第二号に掲げる機械等の作動試験機、作動試験用のプレス機械若しくはシャー（ポジティブクラッチ付きのものを除く。）、爆発試験設備、防じん試験設備、振動試験設備、加速度測定設備、作動試験用のジブクレーン、作動試験用の移動式クレーン、排気弁の作動気密試験設備、二酸化炭素濃度上昇値試験設備、騒音試験設備、漏れ率試験設備、ぬれ抵抗試験設備、面体の気密試験設備又は公称稼働時間試験設備を利用することができるものは、前項第二号イの規定の適用については、これらの設備を有する者とみなす。

・基発第 0401035 号「登録製造時等検査機関が行う製造時等検査、登録個別検定機関が行う個別検定 及び登録型式検定機関が行う型式検定の適正な実施について」(H17/4/1)

## 型式検定に係る検定の方法等

## 1 新規検定

(1) 新規検定は、検定則第 8 条の基準に基づき、各型式検定対象機械等の構造について、

以下の表1から表13までにより確認するほか、検定則第8条第1項第2号イからニまでの設備等を有することを書類審査及び実地調査により確認すること。

- ・ IECEx OD 024(Edition 3.1 2019-11)の 6.6

#### 6.6 Remote witness testing

##### 6.6.1 When remote witness testing may be used

*Remote witness testing may be used only where, based on past experience and prior site assessment, ExTL and ExCB staff have confidence in the ability of the persons performing the tests and the test equipment used. Confidence is based on the following conditions:*

- a) The test facility shall have successfully demonstrated their capability by way of similar tests witnessed by an ExTL; and*
- b) The ExTL and ExCB shall have a process to demonstrate that the necessary level of trust and confidence is maintained through the periodic witnessing of testing by the ExTL.*

##### 6.6.2 Procedure for remote witness testing

*Where remote witness testing is carried out, the following procedure shall be followed:*

- a) All test equipment calibration records requested by the witnessing entity shall be made available and correlated with the designations shown on the test equipment used;*
- b) Details of the test plan and test set-up (including for instance placement of thermocouples, required photos, etc.) and testing date shall be discussed and agreed upon prior to commencing testing;*
- c) The ExTL may require that “live” viewing in real time of the test set-up using a video camera be available to check the set-up prior to testing, and may require on-site examination of the test setup, including camera(s);*
- d) The actual testing shall be witnessed live by the ExTL using an electronic medium such as a live video conference feed via video camera;*
- e) Acceptance of tests and related data witnessed shall be determined by ExTL staff;*
- f) Test samples used shall be distinctly marked;*
- g) The ExTL or ExCB may request that test samples are provided for additional review; and*
- h) In case of long-term testing and heating tests, data obtained by application 6.4 h) and i) shall be provided.*

### 3. 遠隔監視の適用

#### 3.1. 立会試験に遠隔監視を適用する要件

立会試験に遠隔監視を適用するにあたって、以下を条件とする。

- ・遠隔監視による試験等について、申請者に新規検定申請において遠隔監視によらない方法

## 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究 資料2

での合格実績がある、または同等の試験実績があること。

- ・同一の申請者について、初めて遠隔監視による試験等を実施する場合は、あらかじめ予行演習を行って問題がないことが確認されていること。
- ・同一の申請者について、2回目以降の遠隔監視による新規検定の実施については、前回の遠隔監視による新規検定において、特に問題が見られなかったこと

## 3.2. 遠隔監視による試験等の方法

2.1 に記したとおり、立ち会う検定員の作業は確認のみであることから、その確認に支障がない限り、遠隔監視に移行したとしても差はほとんどないと考えられる。2.2 に示した OD24 に準じて、遠隔監視による新規検定については、申請者と検定機関の間で事前に合意が得られていることを前提とし、表 1a)及び b)と、c)に対して以下に定める方法によって実施するものとする。

表 1 遠隔監視による検定の対象となる機械等に係る試験等

遠隔監視の対象とする試験等	関係法令等
a) 外観検査（現品と図面との照合）	基発第 0401035 号別紙 3 1 の(1)
b) 現品による試験	機械等検定規則 第八条第 1 項第一号
c) 以下を確認する実地調査（型式検定） <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 機械等を製造し、及び検査する設備の確認</li> <li>・ 機械等の工作責任者</li> <li>・ 機械等の検査組織</li> <li>・ 機械等の検査のための規程</li> </ul>	機械等検定規則 第八条第 2 項イからニ

## 3.2.1. 表 1a)及び b)について

- a) 申請者はすべての試験に使用する計測機器の校正記録を事前に準備し、検定機関から確認を得る。
- b) 試験等の計画、試験等の準備（測定箇所、条件等）、試験日について、申請者と協議する。
- c) 試験等に先立ち、試験等の準備状況を写真又はビデオなどで確認する。可能であれば、又は必要に応じて、試験等の準備を、検定員が、動画で実況確認する。
- d) 実際の試験等は、双方向動画（音声付）中継で検定員が、確認する。
- e) 試験等の最中は、検定員が申請者に遠隔指示することにより、必要なデータ等を確認する。
- f) 現品は、製造番号などで識別して確認する。試験等が複数日に渡る場合は、現品に識別のマークなどを付けて同じものであることが容易に確認できるようにする。
- g) 必要に応じて、検定員は、試験等の後日、現品を再確認することとする。
- h) 試験等の動画は録画して、記録として検定機関が保管する。

## 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究 資料2

i) 遠隔監視により実施した試験等の記録は、遠隔監視によらないものと区別できるよう識別することとする。

2.2 に示した OD24 の h) は長期の試験での電力と湿度のデータ入手に関する規定であるが、当面、長期の試験については遠隔監視の対象としない。上記 h)、i) は独自の規定である。記録の保持については、カメラ数や録画時間に依存し、膨大な量となる可能性もあるが、近年の記憶媒体であれば十分に対応可能であると考えられる。

## 3.2.2. 表 1c) について

製造・検査設備、工作責任者、検査組織、検査のための規程の確認は、表 1a)、b) の検査、試験に先立って必要になる。試験自体を行わないことから、OD24 をさらに簡素化して以下のとおりとする。

- a) 現地調査の計画、実施について、申請者と協議する。
- b) 現地調査は、双方向動画（音声付）中継で検定員が、確認する。
- c) 現地調査の最中は、検定員が申請者に遠隔指示することにより、設備等を確認する。
- d) 設備等は、製造番号などで識別して確認する。
- e) 必要に応じて、検定員は、現地調査の後日、設備等を再確認することとする。
- f) 現地調査の動画は録画する必要はない。
- g) 遠隔監視により実施した現地調査の記録は、識別することとする。

## 4. その他

本資料に示した遠隔監視による試験は、立会試験の代替であり、従来の立会試験の運用について何ら影響を与えるものではない。遠隔監視による立会試験の選択については、申請者並びに検定機関の合意に基づくものとする。

また、遠隔監視による立会試験は、COVID-19 感染をきっかけに提案されたものであるが、申請者と検定機関の利便性を鑑み、特段の期間的な制限を行わない。ただし、運用状況によって、遠隔監視による新規検定の頻度を増やすことが求められる場合、または、安全性の確保に一定の疑義が生じた場合に、厚労省と協議して、上記内容を見直すこととする。

IECEX OD24 は、国際整合規格(Ex2015、Ex2018、Ex2020)の基となる IECEX における運用指針であるが、本資料に示した手続きについては、国際整合規格を適用した検定試験に限定するものではなく、構造規格を適用した検定試験についても適用しうるものとする。



## 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究 資料2

## 5. 防爆に関する遠隔監視による新規検定検討委員会名簿

区分		氏名	所属
学識経験者		<sup>ノダ</sup> 野田 <sup>カズトシ</sup> 和俊	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 環境管理研究部門 環境計測技術研究グループ
工業 会 等	一般社団法人日本 電機工業会	<sup>シンド</sup> 宍戸 <sup>タケハル</sup> 丈晴	株式会社 日立インダストリアルプロダクツ 電機システム事業部 ドライブシステム本部 電機プロダクト設計部 電動機第一設計 (EM1)グループ
	一般社団法人日本 照明工業会	<sup>カワイ</sup> 河合 <sup>タカシ</sup> 隆	星和電機株式会社 取締役執行役員 生産本部 照明事業部長
検定機関		<sup>コガネ</sup> 小金 <sup>ミナリ</sup> 実成	公益社団法人 産業安全技術協会
		<sup>クボ</sup> 久保 <sup>ヒロフミ</sup> 博史	エヌ・シー・エス 株式会社
行政参加者		<sup>マスオカ</sup> 増岡 <sup>ソウイチロウ</sup> 宗一郎	厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課
(事務局)		<sup>オオツカ</sup> 大塚 <sup>テルヒト</sup> 輝人	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 化学安全研究グループ
		<sup>トミタ</sup> 富田 <sup>ハジメ</sup> 一	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 研究振興・国際センター
		<sup>エンドウ</sup> 遠藤 <sup>ユウタ</sup> 雄大	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 電気安全研究グループ

## ATEX 指令 2014/34/EU Annex VIII

(株式会社エス・ディ・シー、ATEX 指令 2014/34/EU に関するガイドライン英日対訳版より指令部分を抜粋して再構成)

## モジュール A：内部生産管理

1. 「内部生産管理」は、製造者が項目 2、3 及び 4 に定める義務を果たし、当該製品がそれに適用される本指令の要求事項を満たしていることを確実にし、自らの責任において宣言する適合評価手順である。

## 2. テクニカルドキュメンテーション

製造者は、テクニカルドキュメンテーションを作成するものとする。テクニカルドキュメンテーションは、関連要求事項への製品の適合評価を可能にするものでなければならず、またリスクの適切な分析及びアセスメントを含んでいなければならない。

テクニカルドキュメンテーションは、適用される要求事項を特定し、評価に係する限りにおいて、当該製品の設計、製造及び運転を取り扱わなければならない。テクニカルドキュメンテーションには、少なくとも以下の要素を含めるものとする。

(a) 製品の一般的記述

(b) 概念設計及び製造図面と、構成部品、サブアセンブリ、回路などの線図

(c) 上述の図面や線図及び製品の操作を理解するために必要な記述及び説明

(d) 参照番号が欧州連合官報に公表済みの、すべて又は一部を適用した整合規格のリスト。整合規格を適用していない場合には、本指令の健康及び安全に関する必須要求事項を満たすために採用した解決策(これには、適用した他の関連技術仕様のリストを含む)に関する記述。整合規格を部分的に適用している場合は、テクニカルドキュメンテーションに、適用した部分を特定するものとする。

(e) 実施した設計計算、検査等の結果、及び

(f) 試験報告書

## 3. 製造

製造者は、製造工程及びその監視が、製造された製品の項目 2 に定めるテクニカルドキュメンテーション及び製品に適用される本指令の要求事項の適合を確実にするように、あらゆる必要な措置を講じるものとする。

## 4. CE マーキング、EU 適合宣言書及び適合認証書

4.1. 製造者は、本指令の適用される要求事項を満たしているそれぞれの製品(部品を除く)に、CE マーキングを貼付するものとする。

## 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究 資料3

4.2.製造者は、製品(部品を除く)のモデルごとに書面による EU 適合宣言書を作成し、テクニカルドキュメンテーションと共に、当該製品(部品を除く)が市場に置かれてから 10 年間、国家当局の裁量の下に保持するものとする。EU 適合宣言書には、その対象となる製品のモデルを特定するものとする。

部品を除く各製品には、EU 適合宣言書のコピーを伴わせるものとする。

4.3.製造者は、各部品ごとに書面による適合認証書を作成し、テクニカルドキュメンテーションと共に、当該部品が市場に置かれてから 10 年間、国家当局の裁量の下に保持するものとする。適合認証書には、その対象となる部品を特定するものとする。各部品には、適合認証書のコピーを伴わせるものとする。

## 5.代理人

項目 4 に定める製造者の義務は、代理人が、製造者に代わって製造者の責任の下で、果たすことができる。但し、それらが委任状に明記されていることを条件とする。

「国家当局の裁量の下」の管理については、追加の調査が必要であるが、試験ルーチンを省くものではなく、テクニカルドキュメンテーションによって、設計と記録と試験の報告書が適切に作成され、保管されることが大前提となっている。

また、宣言自体は防爆電気機械器具の製造者自身が行うものであり、ユーザ側が判断するものではない点も重要である。この意味で適合性のリスクの引き受け手は防爆電気機械器具の生産者側であるべきであるが、爆発火災災害がひとたび起きた場合にその補償等々について、どのような形で担保されているのかは引き続き調査が必要である。

## 研究成果の刊行に関する一覧表

## 書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
第二類危険箇所の定量的判断基準等	資料11, 12	大塚輝人	ユーザーのための工場防爆設備ガイド	労働安全衛生総合研究所	東京	2020	278-304
防爆指針改正委員会	総則	大塚輝人	工場電気設備防爆指針（国際整合技術指針）	労働安全衛生総合研究所	東京	2020	1-128
防爆指針改正委員会	第8編 非点火爆構造 “n”	大塚輝人	工場電気設備防爆指針（国際整合技術指針）	労働安全衛生総合研究所	東京	2020	1-20
防爆指針改正委員会	第11編 光放射を用いる機器及び伝送システムの保護 “op”	大塚輝人	工場電気設備防爆指針（国際整合技術指針）	労働安全衛生総合研究所	東京	2020	1-33

## 雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
北條理恵子, 大塚輝人, 堀智仁, 菅間敦, 崔光石	労働安全衛生総合研究所における諸外国の最新の動向を踏まえた労働安全研究の推進	労働安全衛生研究	Vol. 13No. 2	151-155	2020
牧野良次, 久保田士郎	プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドラインについて	安全工学	59巻3号	146-152	2020

令和3年 5月31日

厚生労働大臣 殿

機関名 独立行政法人労働者健康安全機構  
労働安全衛生総合研究所  
所属研究機関長 職名 所長  
氏名 梅崎 重夫

次の職員の(元号) 年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 労働安全衛生総合研究事業
2. 研究課題名 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 化学安全研究グループ・首席研究員  
(氏名・フリガナ) 大塚 輝人・オオツカ テルヒト

## 4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名 称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

## その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

## 5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

## 6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和3年 5月31日

厚生労働大臣 殿

機関名 独立行政法人労働者健康安全機構  
労働安全衛生総合研究所  
所属研究機関長 職名 所長  
氏名 梅崎 重夫

次の職員の(元号) 年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 労働安全衛生総合研究事業

2. 研究課題名 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 研究推進・国際センター・特定有期雇用職員

(氏名・フリガナ) 富田 一・トミタ ハジメ

#### 4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名 称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

#### その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

#### 5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況 受講  未受講

#### 6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定 有  無  (無の場合はその理由: )

当研究機関におけるCOI委員会設置の有無 有  無  (無の場合は委託先機関: )

当研究に係るCOIについての報告・審査の有無 有  無  (無の場合はその理由: )

当研究に係るCOIについての指導・管理の有無 有  無  (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和3年 5月31日

厚生労働大臣 殿

機関名 独立行政法人労働者健康安全機構  
労働安全衛生総合研究所  
所属研究機関長 職名 所長  
氏名 梅崎 重夫

次の職員の(元号) 年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 労働安全衛生総合研究事業

2. 研究課題名 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 電気安全研究グループ・主任研究員

(氏名・フリガナ) 遠藤 雄大・エンドウ ユウタ

#### 4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名 称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

#### その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

#### 5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況 受講  未受講

#### 6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定 有  無  (無の場合はその理由: )

当研究機関におけるCOI委員会設置の有無 有  無  (無の場合は委託先機関: )

当研究に係るCOIについての報告・審査の有無 有  無  (無の場合はその理由: )

当研究に係るCOIについての指導・管理の有無 有  無  (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

「厚生労働科学研究費における倫理審査及び利益相反の管理の状況に関する報告について  
(平成26年4月14日科発0414第5号)」の別紙に定める様式(参考)

令和3年 4月20日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立研究開発法人産業技術総合研究所

所属研究機関長 職 名 理事長

氏 名 石村 和彦

次の職員の(元号) 年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 労働安全衛生総合研究事業

2. 研究課題名 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 安全科学研究部門・主任研究員

(氏名・フリガナ) 牧野 良次・マキノ リョウジ

#### 4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入(※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査(※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他(特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

#### 5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

#### 6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。



令和3年 4月20日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立研究開発法人産業技術総合研究所

所属研究機関長 職 名 理事長

氏 名 石村 和彦

次の職員の(元号) 年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 労働安全衛生総合研究事業

2. 研究課題名 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 環境創生研究部門・主任研究員

(氏名・フリガナ) 野田 和俊・ノダ カズトシ

## 4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名 称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

## その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

## 5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

## 6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和3年 4月20日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立研究開発法人産業技術総合研究所

所属研究機関長 職 名 理事長

氏 名 石村 和彦

次の職員の(元号) 年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 労働安全衛生総合研究事業

2. 研究課題名 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 安全科学研究部門・研究グループ長

(氏名・フリガナ) 久保田 士郎・クボタ シロウ

## 4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名 称: )	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

## その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

## 5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

## 6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: )
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: )
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: )

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。  
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。