

The background of the image shows an industrial facility, likely a power plant or refinery, with several tall smokestacks emitting plumes of white smoke. The facility is situated near a body of water, which is visible in the lower portion of the frame. The entire scene is overlaid with a semi-transparent pinkish-purple filter. A large, stylized white arc is visible in the upper left corner.

広告企画

現場の安全を支える

# 防爆 電気設備

# 災害事例からみる防爆電気機器の 必要性と関連規格

山隈 瑞樹

電気機器の中には、構造上高熱になる部分があるものや、コンセントの抜き差し、スイッチのオンオフのように電気火花が発生するものがある。このような電気火花または高熱は、可燃性ガス・蒸気または粉じんが存在する場所で着火源となることがあり、実際に多くの爆発・火災事例がある。

ここでは、過去に発生した事例をもとに防爆の必要性について解説を行う。

## 1. はじめに

可燃性ガス・蒸気または粉じんが空気と混合し、その濃度が爆発する恐れがある状態のことを「爆発性雰囲気」という。国内においては、労働安全衛生法および労働安全衛生規則により、爆発性雰囲気で使用される電気機器は防爆構造としなければならないこととされている。そして、その構造は、電気機械器具防爆構造規格（昭和44年労働省告示第16号。以下「構造規格」）に規定されており、認可を受けた検定機関において検定を受け、合格した機器でなければ、流通も設置もしてはならないと定められている。

## 2. 電気機器に関連した爆発・火災事例

災害事例データ（1970年～2004年）<sup>1)</sup>を基に、電気機器に関連して発生した爆発・火災について分析した結果を紹介する。

図1に爆発・火災の発生数の推移を示す。折れ線グラフは爆発・火災の総数を、棒グラフは、そのうち、電気機器に起因するものを示す。これによると、概ね1984年以前では総数と電気機器に起因する件数の年平均値はそれぞれ、130件に対して11.3件であったものが、1985年以降では78件に対して4.7件に減少している。これは、労働災害防止の努力の成果と考えられるが、いま



図1 爆発・火災の発生件数の推移（1970年～2004年）

だに年に数件は不適切な電気機器の取り扱いによる災害が発生しており、実態としては危険な状態での電気機器使用および可燃性物質の取扱いはかなり多いものと推測される。

図2は、電気機器に起因する爆発・火災の発生場所(1970年~2004年、事例数263件)を示したものである。これによると、可燃性物質を多く取り扱う化学工場での数が多いことはもちろんであるが、その他の工場でも多数発生していることがわかる。工場での発生件数は全体の約半数を占める。また、工事現場、造船所、店舗など、爆発・火災の対策もおおざりにされていると推測される場所での災害も顕著に多いことにも注目すべきである。

今後、さらなる災害の減少を図るうえで、一層

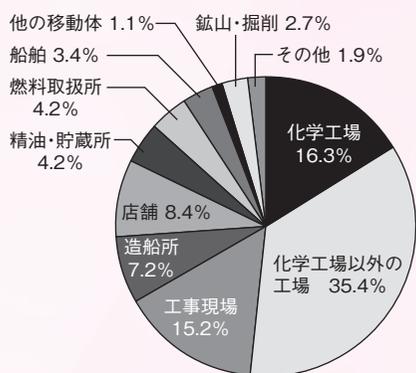


図2 爆発・火災の発生場所の分類

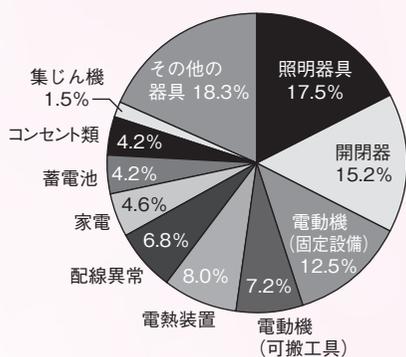


図3 爆発・火災の着火源となった機器類

の注意喚起および啓発活動が必要と思われる。なお、造船所では塗装時の爆発・火災がほとんどを占める。これは塗料に含まれている有機溶剤(トルエン、キシレン等)が着火したものであり、温度上昇によって揮発性が高まり、爆発性雰囲気を形成しやすい夏場に集中している。このように周囲の環境によって爆発性雰囲気が形成されることがあることにも配慮する必要がある。

図3に、爆発・火災に直接関与したと考えられる電気機器等について分析結果を示す。これによれば、照明器具が最も多く、着火源は管球や口金の熱、または灯体の破損による高熱部分の露出や地絡時の電気火花が多い。次に電気回路の開閉器が多いが、この場合は電源投入および遮断時に生じる電気火花が着火源となっている。電動機はスリップリング、ブラシなど大きな電流が流れる接触部分での火花が常に生じており、この部分に可燃性物質が侵入して着火・爆発する。

そのほか、電気火花を発生する物体としては、配線類(断線、絶縁不良などによる地絡、混触による火花や熱の発生)、コンセント(抜き差しにともなう電気火花の発生)、および蓄電池(電極の乖離または短絡時の火花)が多いことがわかる。ほとんどが非防爆機器で生じているが、少数ながら防爆機器であっても、不適切な取り扱いをしたため発火した事例もある。例えば、内圧防爆構造の

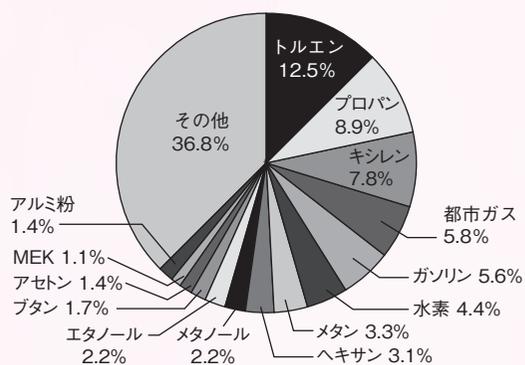


図4 爆発・火災の原因物質

配電盤を開けたまま使用して内部の非防爆機器により着火した、安全増防爆構造の携帯形投光器が経年劣化により内部で漏電火花を生じたケースなどが代表的なものである。

図4に、爆発・火災を生じた物質を示す。有機溶剤として使用されるトルエン、キシレン、ヘキサンの引火性液体が多くを占めるが、プロパン、都市ガス、ガソリンなどの燃料として使用される物質も多い。前者は、工場または工事現場で、後者は、店舗、燃料取扱所などでよく使用されている。一方で、グラフ中で「その他」の占める割合が多いことからわかるように、着火した物質は非常に多岐にわたっており、意外なもの（例えば、スプレー缶の噴射剤、汚泥から発生したメタン、蓄電池から漏れた水素）が爆発性雰囲気を形成する場合があるので注意が必要である。

## 3. 電気機器の防爆構造に関する規格

### (1) 防爆構造の種類

前述の事例からわかるように、爆発性雰囲気中

で使用する電気機器には、爆発・火災が生じないように対策を施す必要がある。現在、電気機械の防爆構造は、次のいずれかの原理によっている。

- ① 電気機器の火花または高熱部を、可燃性物質が侵入しないように、または接触しないように隔離する。
- ② 電気機器の内部に可燃性物質が侵入し、着火したとしても、その火災が外部に漏れて、爆発性雰囲気に伝播しないように、爆発に耐え、かつ、火災を漏らさないすき間を持つ堅牢な容器内に収容する。
- ③ 電気機器から放出される放電エネルギーおよび温度を、爆発性雰囲気に対して着火性を持たないレベルまで抑制する。

防爆電気機器は、使用される期間（通常10年以上）にわたって、故障または外乱要因が発生したとしてもその防爆構造を維持することが要求される。したがって、機械的強度、耐腐食性、耐光性、静電的特性なども使用する現場によって適宜要件として追加される。このため、防爆機器と非防

表1 わが国における防爆構造の種類と防爆原理

防爆構造	防爆原理
耐圧防爆 <sup>1</sup>	内部で発生した爆発に耐え、かつ、火災を外部に伝播しない特殊な容器の中に、着火源となる電気機器を収容した構造
内圧防爆 <sup>1</sup>	着火源となる電気機器を容器に収容し、その容器内部に空気、窒素などの不燃性ガスを所定の圧力で封入または流通させ、可燃性物質の侵入を防止する構造
油入防爆 <sup>1</sup>	着火源となる部分を絶縁油内に浸し、外部の爆発性雰囲気と分離する構造
安全増防爆 <sup>1</sup>	通常の動作・運転中には着火源（電気火花、高温部）を生じないように電気回路を工夫し、構造を強化したもの
本質安全防爆 <sup>1</sup>	電気回路から発生する電気火花が、周囲の爆発性雰囲気に対して着火性を持たない程度のエネルギーに制限する構造
樹脂充填防爆 <sup>1</sup>	着火源となる部分を絶縁性コンパウンド（熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、エポキシ樹脂またはエラストマー材料）の中に封入した構造
非点火防爆 <sup>1</sup>	電気機器の通常の運転時および特定の故障時に着火源とはならない機器について、防爆性能を高めたもの
粉じん防爆 <sup>2</sup>	粉じんが電気機器の内部に侵入しない工夫をした構造
容器による粉じん防爆 <sup>3</sup>	粉じんの侵入しない容器の内部に電気機器を収容する構造
特殊防爆 <sup>2</sup>	新しい原理による防爆技術、新しい構成・材料等の進歩を取り入れた防爆技術等に基づく構造であって、試験によりその防爆性が確認されたもの

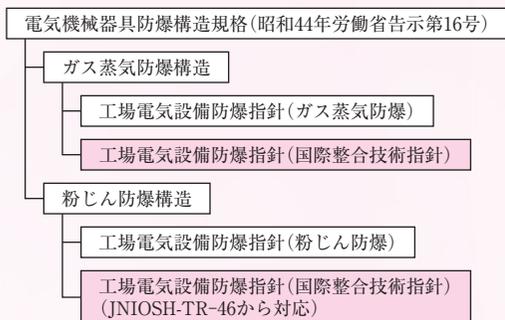
(注) 表1において、1は構造規格、国際整合防爆指針のいずれでも、2は構造規格でのみ、3は国際整合技術指針でのみ検定できることを意味する。

爆機器では外見上も非常に異なることが多い。

現時点では、国内で検定対象になっている防爆構造は表1に示すとおりである。

## (2) 防爆規格の体系

国内で防爆機器を使用する根拠法令は、労働安全衛生法および労働安全衛生規則であり、その構造は、構造規格に規定されている。建前上は、構造規格に従って製造し、かつ、検定を受けることとされているが、構造規格は基本的な要件しか規定していないため、実際には、図5に示すように、労働安全衛生総合研究所(以下「安衛研」という)が発行する工場電気設備防爆指針が実質的な技術基準として長く使用されている。これらの指針のうち、「国際整合技術指針」とは、国際電気標準会議(IEC)が作成・発行している国際規格(IEC 60079シリーズ)をベースに作成されたものである。IEC規格は、構造規格とは、同じ防爆構造であってもほとんど互換性はない。しかし、海外ではIEC規格に準拠した防爆機器が多数製造・使用されていることから、外国で製造または認証された防爆機器に対して貿易上の非関税障壁とならないように、国際整合技術指針を作成し、IEC規格とほぼ同等の技術基準で国内検定を行うことを可能としている。



(注) 構造規格では、ガス蒸気防爆構造および粉じん防爆構造について規定しているが、基本的要件を定めているだけで実際の検定基準とするには不十分である。これを補うため、安衛研において防爆指針を発行し、これが実際の検定基準として使用されている。したがって、防爆指針は構造規格と同等の効力を持つ。

図5 構造規格と防爆指針の対応関係

## 4. おわりに

上記のように、国内には、防爆機器として純粋な国内規格によるものと国際規格によるものの2種類があり、同一の防爆構造名称であっても、防爆技術および防爆性能の水準も若干異なっていることに注意が必要である。現場への防爆電気機器の導入には、まず、使用されている可燃性物質の種類および危険場所の区分を知り、それに合った機器とする必要がある。危険場所の区分は、国や地域によって違いがあり、また時代によっても変化してきたが、国内では現在、表2の方法が用いられている。詳細については参考文献<sup>2)</sup>を参照いただきたい。

表2 爆発危険場所の分類方法

分類	定義	時間/年
特別危険箇所(ゾーン0)	ガス、蒸気またはミスト状の可燃性物質と空気との混合物で構成する爆発性雰囲気、連続的に、長時間または頻繁に存在する区域	>1000
第1類危険箇所(ゾーン1)	ガス、蒸気またはミスト状の可燃性物質と空気との混合物で構成する爆発性雰囲気が、通常運転中でもときどき生成する可能性のある区域	1000~10
第2類危険箇所(ゾーン2)	ガス、蒸気またはミスト状の可燃性物質と空気との混合物で構成する爆発性雰囲気が、通常操作中に生成する可能性がなく、生成しても短時間しか持続しない区域	10~1

(注) カッコ内は、国際整合技術指針での呼称。

### 参考文献

- 1) [https://www.jniosh.go.jp/publication/houkoku/houkoku\\_2013\\_03.html](https://www.jniosh.go.jp/publication/houkoku/houkoku_2013_03.html)
- 2) 労働安全衛生総合研究所技術指針 ユーザーのための工場防爆設備ガイド JNIO SH-TR-No.44 (2012)

((公社)産業安全技術協会 常務理事)

## プラグイン薄型サージ保護、リモート表示用防爆シンククライアント

株式会社ピーアンドエフ

PA部 TEL : 045-939-7802(代表)

<https://www.pepperl-fuchs.com/japan/ja/index.htm>

## ●M-LB-5000サージプロテクタ

防爆インターフェイスのエキスパートとしてのバックグラウンド、そして20年以上に及ぶ雷サージ保護の経験に基づいた、6.2mm幅の薄型プラグイン式サージプロテクタ(信号ライン用)がリリースされる。落雷が避けられない地域では、雷によるサージが信号ループに悪影響を及ぼすことがあり、深刻な場合は機器の破損に至ることもあり得る。

サージによる機器への影響を抑える目的でサージプロテクタが設置されるが、それらの多くは「バリスタ」と「ガスチューブアレスタ」で構成されている。新製品のサージプロテクタ「M-LB-5000」(写真1)は、サージプロテクタ本体は着脱可能なプラグインモジュールとなっており、交換時に端子台における配線作業が不要である。そのうえ、モジュールベース(DINレールマウント)には、プラグインモジュール交換時でも断線せずに、通電状態を保持できる構造を有するモデルも用意されている。サージプロテクタの重要部品のひとつであるガスチューブアレスタは、サージを受けるたびに放電し劣化が進行する。そのため、サージからの保護を確実なものにするためには、適切な交換時期を把握する必要がある。



写真1 新製品「M-LB-5000」本安サージプロテクタ

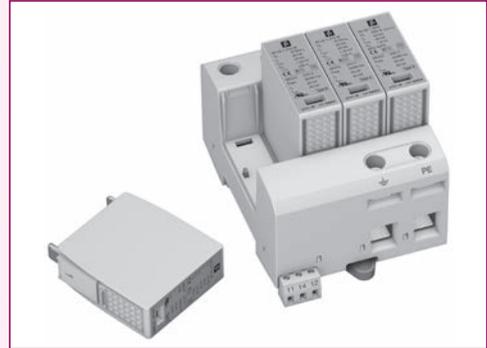


写真2 電源ライン用サージプロテクタ

ある。しかしながら一部の製品を除いて、サージプロテクタの状態を適切に診断する手段が提供されていることは少なく、タイムベースで決められた時期に交換する例が多い。

もしガスチューブアレスタの劣化度を診断し、最適な交換時期を判定できれば、サージによる被害を最小限に抑えながら、効率的なメンテナンスが可能である。「M-LB-5000」のプラグインモジュールは、専用診断バスが設けられており、サージプロテクタの診断結果から、プラグインモジュールの交換時期をアラームで制御室に知らせるため、安全かつ適切な運用を実現した。さらに防爆アプリケーションに対応するため、本質安全防爆仕様のモデルが用意されており、本安バリアと組み合わせた使用に最適である。なお信号ライン用サージプロテクタのほかにも、AC100V・200V電源ライン用途の各種プラグイン式サージプロテクタ(写真2)が既にリリースされている。

## ●産業用シンククライアント(Zone 2)

監視制御システム画面の表示や入力操作を行う場合、サーバ・ワークステーションのグラフィック出力と、ローカル入力デバイスを利用できるシンククライアント(画面表示と入力操作インターフェイスのみに機能を限定した産業用のクライアント専用コン



写真3 Zone 2 防爆シンクライアント「BTC01」正面



写真4 Zone 2 防爆シンクライアント「BTC01」背面

コンピュータ)があれば、サーバの設置場所から離れた所からイーサネットを經由し、HMI (Human Machine Interface)として画面表示や入力操作が可能になる

遠隔表示の手段は、シンクライアントのほかにもKVM<sup>\*1</sup> (Keyboard, Video and Mouse)を利用する方法がある。しかし、KVMの煩雑な切り替え操作と最大延長距離を考慮すると、システム規模が大きくなるほどシンクライアントを利用したほうが管理は容易になる。実際のプラントでは塵や埃が多い環境や高温(40℃以上)の環境など、リモートの設置環境はさまざまである。そのようなコンピュータにとって好ましくない環境で、もし一般のオフィス用コンピュータを使用すれば、環境要因による不具合の発生や、製品寿命が短くなることは避けられないリスクとなる。さらにリモートHMIのためのツールはほとんど提供されておらず、RDP(マイクロソフト社のリモート・デスクトップ・プロトコル)などの接続環境設定では、1台ずつマニュアル操作が求められる。

産業用シンクライアントは、一般的なコンピュータに比べて過酷な環境条件にも耐え得る設計になっているが、Zone 2 防爆エリアにも設置可能な要件



写真5 RM Shell 4.x

を満たした製品が、Pepperl+Fuchsの防爆シンクライアント「BTC01」(写真3、4)である。

堅牢なアルミニウム製コンパクト筐体に最新テクノロジーを集約し、防爆性能を取り込んだうえで各種通信プロトコルをサポートする組み込みOSで動作する。ハードディスクや冷却ファンといった可動部品を徹底して排除し、電力消費を低く抑えながらディスプレイ出力(VGA、DVI、HDMI)を最大4ポート設けられる。制御システム画面の表示が求められるあらゆるシーンに対応しつつ、耐用年数および信頼性を重視したシステムであり、さらにZone 2 防爆タイプの液晶モニターや入力デバイスと組み合わせれば、防爆性能が求められる環境でもフル活用できる。またサーバへの接続リモートプロファイルは、RM Shell 4.x(写真5)を用いることで簡単に作成できるので、素早いリモート接続環境の構築が可能になる。さらにWindows上で動作するHMIのコントロールセンタ「VisuNet<sup>\*2</sup> CC」を利用すれば、同じネットワークドメインに存在するRM Shell 4.x搭載のすべてのHMIに対し、リモートアクセス設定、接続プロファイル作成、メンテナンスを一括した遠隔管理を提供できる。「VisuNet CC」の導入により、HMIの管理を一挙に取り扱える環境が整うため、システムの効率的なセットアップやメンテナンスのための有効な手段として、今後活用が期待される。

\*1 KVMエクステンダは、入出力ハードウェアの切り替え装置

\*2 VisuNetはPepperl+FuchsのHMI製品ブランド名

【EXシリーズ】— 世界でもっとも信頼されている耐圧防爆用コネクタ —

アンフェノールジャパン株式会社

第二営業部  
横浜：045-473-9219 滋賀：077-553-8503

www.amphenol.co.jp/industrial

●防爆コネクタを使う利点

危険箇所、ケーブルとケーブルあるいはケーブルと電気機器を接続するとき、一般的には、耐圧防爆構造の接続箱や端子箱を用意します。耐圧防爆用コネクタを使うことで、これらの箱の設置を不要にしたり、作業工数を大幅に軽減することができます。アンフェノールの【EXシリーズ】耐圧防爆用コネクタは、世界標準の防爆規格に適合しており、電源、信号、同軸、光ファイバ、イーサネット、USBをワンタッチでつなげる使い易さに加え、世界の過酷な現場で長年使用されてきた豊富な実績があります。

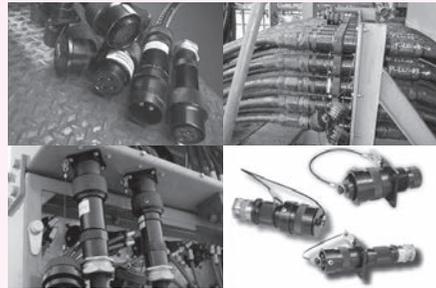
●Star-Line EX：防爆コネクタ

ATEX指令：ゾーン1-IIc 保護構造：IP68  
防爆性能：EEx d IIc T6及びEEx de IIc T6  
主な特長：8種類のシェルサイズ、1芯から143芯まで

豊富なインサート配列、大電流(最大500A)、絶縁耐力1800V、耐熱性397℃、最大300PSIの気密性、125℃の継続動作、塩水噴霧300日、耐油、耐酸、耐アルカリ性

●Amphe-EX：小型防爆コネクタ

ATEX指令：ゾーン1-IIc 保護構造：IP68  
防爆性能：EEx d IIc T6及びEEx de IIc T6  
主な特長：7種類のシェルサイズ、2芯~79芯、コンタクトサイズAWG8~22Dの豊富なインサート配列、信号、電源、同軸、光ファイバ、イーサネット(1000Base-T)、USB2.0接続可、耐熱性397℃、耐油、耐酸、耐アルカリ性



Amphenol



世界標準の耐圧防爆用コネクタ

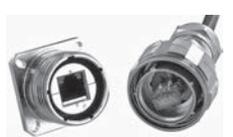
第一類危険箇所ではケーブルを接続するときは、防爆構造の接続箱が必須だと思いませんか？ アンフェノールの耐圧防爆用コネクタを使えば、箱の設置が不要になるうえに、作業工数が大幅に軽減されます！



Star-Line EXシリーズ  
電源、信号用、ゾーン1適合



Amphe-EXシリーズ  
信号、同軸、光用、ゾーン1適合



RJFTVXシリーズ  
イーサネット、USB用、ゾーン2適合



EFPシリーズ  
高気密用、ゾーン1適合

アンフェノールジャパン株式会社 産業機器カンパニー

TEL : 077-553-8503  
Mail : info@amphenol.co.jp  
〒520-3041 滋賀県栗東市出庭471-1

www.amphenol.co.jp/industrial

# セーフティベーシックアセッサ (SBA-Ex) 防爆電気機器安全分野 資格試験

日本認証株式会社

SA事業部 TEL : 06-4807-3337

<http://www.japan-certification.com/certifying-examination/saftibasicasessa/sba-ex/>

✉ [sba@j-cert.com](mailto:sba@j-cert.com)

## ● 防爆安全資格の取得により安全で的確な業務の遂行を可能に!!

可燃性ガス、引火性液体を扱う工場・プラントでの爆発火災事故は依然として増加している。その原因として設備の経年劣化やベテラン経験者の減少が挙げられており、防爆電気機器についての正しい知識習得による安全確保が重要となっている。

“セーフティベーシックアセッサ 防爆電気機器安全分野 (SBA-Ex)” は、このような防爆電気機器を使用する現場設備の安全パトロールや点検を行う設備運用者や管理者、オペレータ、保全関係者等にとって最適な資格である。一般社団法人日本電気制御機器工業会が制度化し、日本認証株式会社が運営している。

講習会と試験を1日で実施するプログラムとなっており、防爆電気機器に対する正しい基礎知識の習得とその保有の証明となる資格取得が可能である。

試験は年2回(春期/秋期)の定期試験と、企業・団体からの申込により都度開催する団体試験がある。

### < 講習/試験内容 >

- 防爆とは
- 耐圧防爆構造の電気機器の点検について
- 安全増防爆構造の電気機器の点検について
- 内圧防爆構造の電気機器の点検について
- 本質安全防爆構造の電気機器の点検について
- 防爆電気機器の配線
- 防爆電気設備の点検項目

# 防爆安全

## 防爆電気機器の正しい理解と知識習得で実現!

可燃性ガス、引火性液体を扱う工場・プラントでの爆発火災事故を未然に防ぐ!!

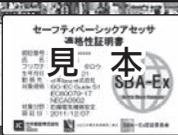
防爆電気設備運用者・管理者・オペレータ・保全関係者の『安全で的確な業務遂行』は“セーフティベーシックアセッサ”資格取得で実現できます。



## 防爆電気機器安全分野 資格試験

### セーフティベーシックアセッサ(SBA-Ex)

- ◆ 国際整合防爆指針
- ◆ IEC Ex
- ◆ EPL
- ◆ ゾーン
- ◆ 防爆構造
- ◆ リスクアセスメント



試験と講習が1日で完了

定期試験：年2回開催(春期/秋期) 東京/大阪/北九州

団体試験：都度開催

◆ 詳細は [日本認証 SBA-Ex](#) [検索](#)

〒532-0004 大阪市淀川区西宮原2丁目7番53号

TEL : 06-4807-3337 e-mail : [sba@j-cert.com](mailto:sba@j-cert.com)



**日本認証株式会社**  
JAPAN CERTIFICATION CORPORATION