

## 汎用型火炎検知器「I-FRD」

飯田 弘幸<sup>\*1</sup>  
Iida Hiroyuki

## 1. はじめに

ここ数年で日本の電力供給に関する状況は、さまざま変わりした。東日本大震災を機に原子力発電の割合がほぼゼロにまで減少した。これに伴い、電力供給を補うため火力発電の比率が高まり、震災前は約6割だった電力供給が、現在では約8割まで増加している。

また、電力供給を目的とした電気事業者（電力会社）の事業用ボイラとは、別に小規模ながら自社工場などの電力供給を目的とした産業用ボイラ（火力発電施設）を持つ企業も少なくない。これらより、今後も火力発電の火炎監視システムとして火炎検知器の需要は増えると考えられる。

当社は、これまでに電力会社の事業用ボイラ向けの火炎検出器「μFR」で約2000台以上の販売

実績があり、これまで培ってきた技術や経験をもとに、機能の汎用化と小型軽量化を実現し、産業用ボイラ向けに製品化したのが、汎用型火炎検知器「I-FRD」（以下、I-FRDとする）である（図1参照）。

火力発電の基本的なしくみは、石油や石炭など燃料を燃やして水を熱し、高温高圧の水蒸気を作り、その蒸気を利用しタービンを回転させることで発電する（図2参照）。I-FRDは、ボイラを安全に運転するため、燃焼している火炎を常に監視するものである。この検知器は、バーナの不着火や失火が発生した場合には素早く火炎の有無を判定し、燃料流入を早期発見し、製品の品質と設備に対する防災対策に寄与する機器となる。

ここではI-FRDの特徴や機能について紹介する。



図1 汎用型火炎検知器「I-FRD」

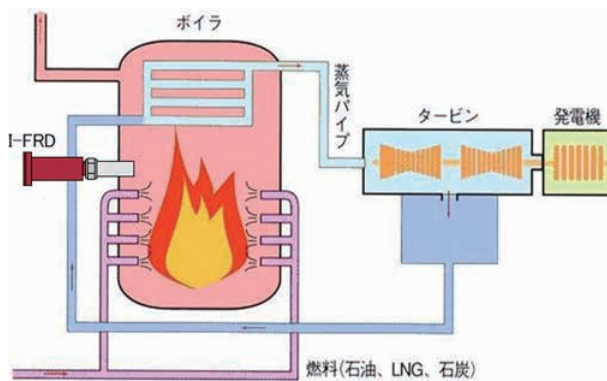


図2 火力発電のしくみ

\*1: 制御システム事業部 エンジニアリング部 制御システムグループ

## 2. 特徴

I-FRD には、主に以下の特徴がある。

### (1) 汎用性

さまざまな監視対象に対応できるようにセンサには赤外線式を採用し、重油・石炭・天然ガス・プロパンガス・オイルコークス・木質ペレット等の燃焼火炎に適用できる。

### (2) 設置が容易である

さまざまな監視場所に対応できるように小型・軽量化を図り、新規導入やリプレース時に

は省スペースでの設置が可能。また IP65 規格に準拠した構造で屋外の設置も可能である（図 3、図 4 参照）。

### (3) 簡単に操作できる

設定値は、前面パネルのスイッチ操作で簡単に変更が可能。また前面パネルの電圧表示で簡単に火災信号を確認できる。

### (4) 信頼性・安全性

自己診断機能を装備しており、常に装置異常を監視するのでプラントの安全運用が可能である。



図 3 設置例



図 4 耐水試験

### 3. 検知原理

#### 3.1 火炎の検知波長

燃焼火炎は紫外線、可視光、赤外線とさまざまな光を放射している。燃料種によって、放射される光の強度に違いはあるものの、**図 5** に示すように各燃料で共通するのは燃焼する過程で、少量の紫外線と多量の赤外線が放射していることである。各燃料の燃焼火炎は、900nm 以上の波長で高い放射強度を示していることから I-FRD のセンサには近赤外域を受光する InGaAs PIN フォトダ

イオード（受光波長範囲：900～1700nm）を採用した（**図 6** 参照）。

#### 3.2 火炎の検知原理<sup>(1)</sup>

燃焼火炎から放射されている光は、絶えず明るさが変化している。それは人間の目で確認できるものから、およそ肉眼では捉えきれないものもある。この変化は、燃焼火炎が不規則に揺らぐことや燃料と空気の混合時に起きる乱流が要因とされており、「ちらつき」または「フリッカ」現象と称されている。

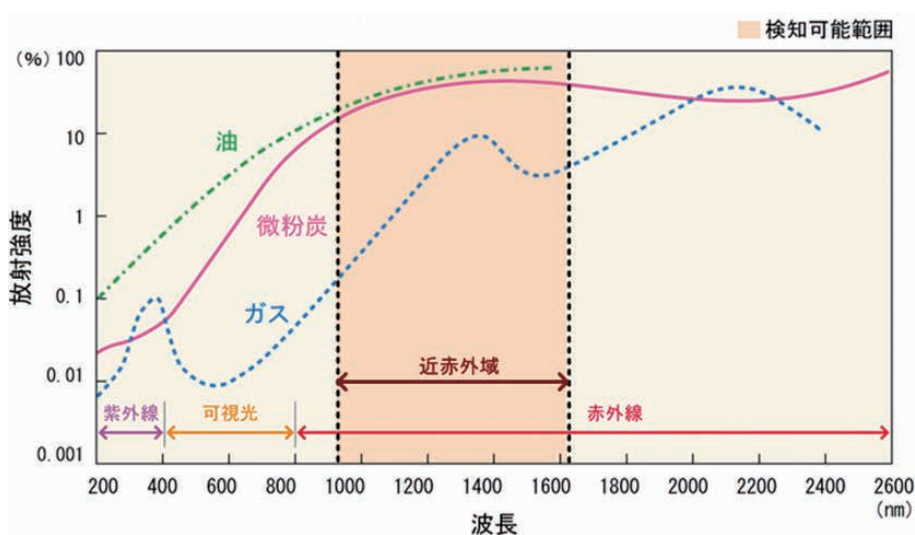


図 5 火炎の放射スペクトル

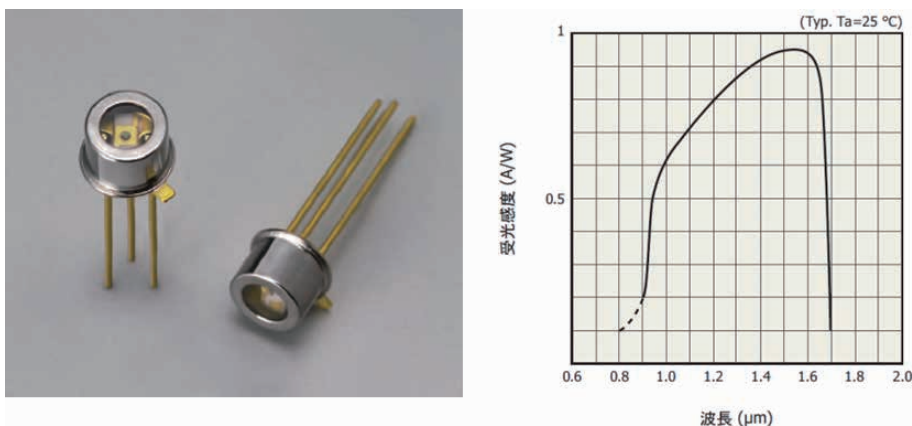


図 6 InGaAs PIN フォトダイオードの受光波長範囲

I-FRD では、燃焼火炎が放射する近赤外域の波長範囲にある光を受光し、光電変換器により電気信号に変換、その電気信号から「ちらつき成分」を抽出する。ちらつき成分は微弱な電圧のため、ゲインで実効値が0.0～9.9Vの範囲になるように増幅し、その実効値（火炎信号）の電圧と火炎判定しきい値（初期設定2.5V）を比較して火炎の有無を図7のように判定する。

#### 4. 機能と性能

##### 4.1 火炎の個別監視

基本的に I-FRD は 1 台／バーナで設置される。

発電ボイラでは複数のバーナが同時に燃焼しており、I-FRD は自バーナと他バーナの燃焼火炎を区別し監視することを要求されるが、隣接するバーナの燃焼火炎から少なからず干渉を受けてしまう。個別監視においては、赤外線ちらつき現象の特性を活用することで対処している。赤外線ちらつき現象は図8のように数Hzの低周波から1000Hzの高周波まで連続的に存在しており、その強度 [dB] は高周波になるほど小さくなっていく。また、図9のように同じ周波数帯でも自火炎と他火炎ではセンサまでの距離の違いにより、強度 [dB] に差が生じるため個別監視が可能となる。

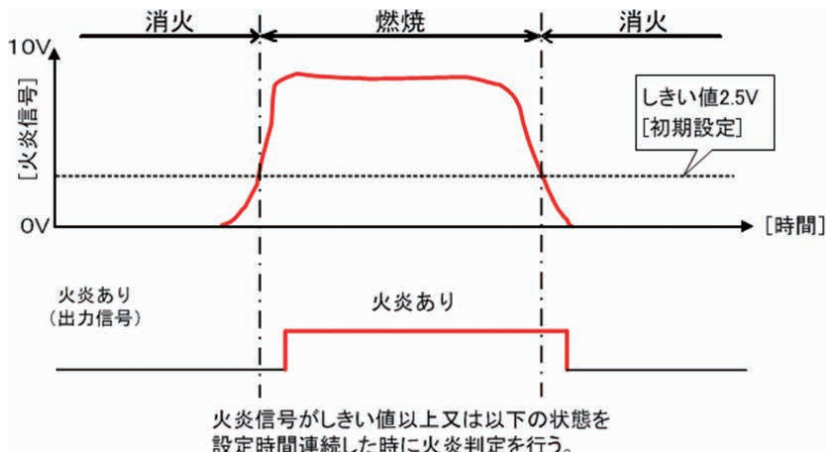


図7 火炎判定タイムチャート

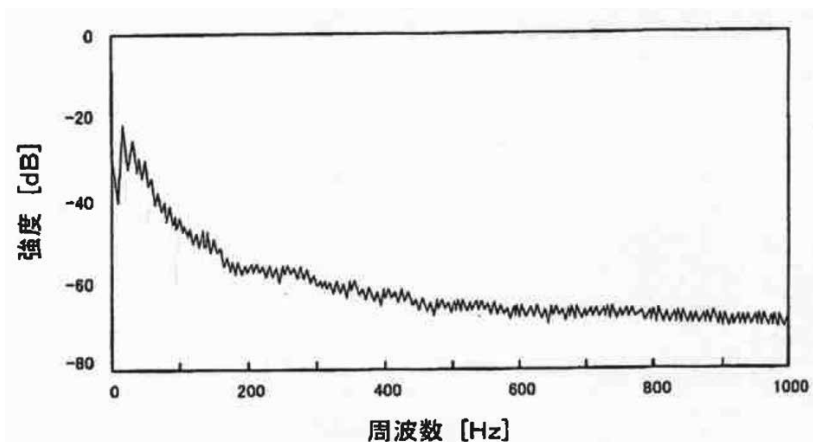


図8 赤外線ちらつき現象

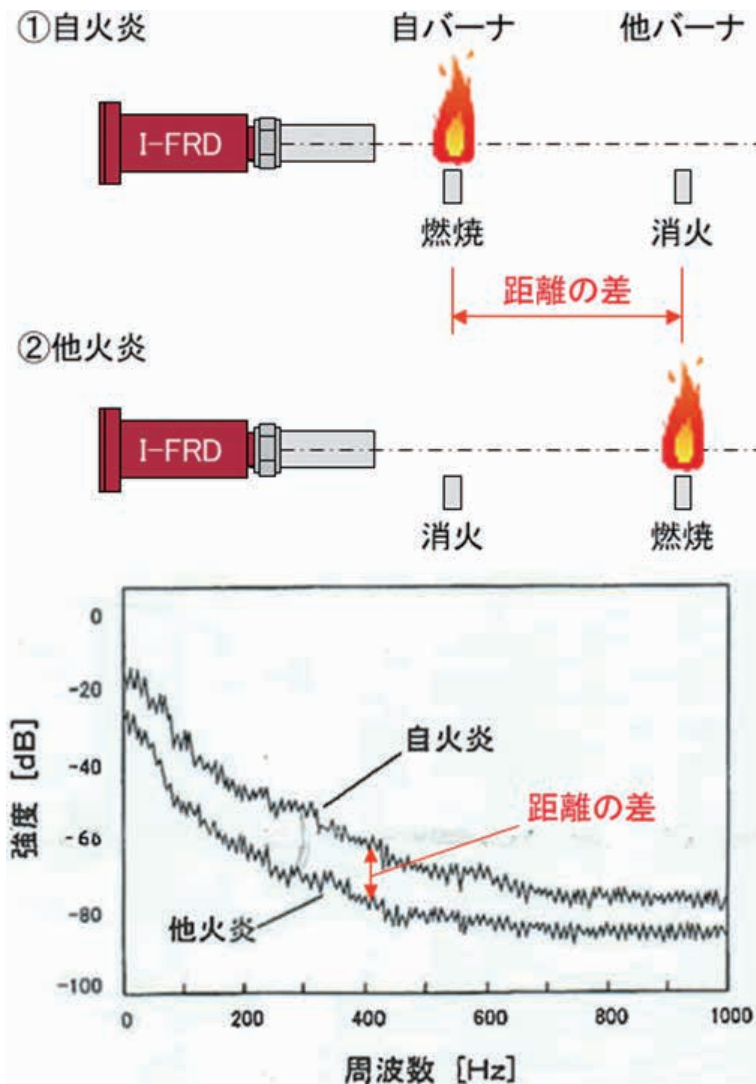


図9 自火炎と他火炎の火炎距離と強度

#### 4.2 ガス火炎の検知<sup>(2)</sup>

1960年代ごろの赤外線式センサは紫外線式センサと比較し、火炎識別能力が劣っていたので紫外線式センサが広く採用されていた。しかし、近年の赤外線式センサは火炎識別能力が向上し、紫外線式センサよりも優れているため、油および石炭火炎においては赤外線式センサが採用されている。ガスに対しては、ガス火炎自体が紫外線を放射することから紫外線式センサを採用するものが多くある。I-FRDはさまざまな監視対象に対応で

きるように赤外線式センサを採用しているが、一般的なLPガス、プロパンガス、メタンガスなどの火炎であれば赤外線式センサでも安定した検知が行える。

ガス火炎で赤外線が検知できるしくみは、ガスが燃焼するとガスに含まれる水素(H)と酸素(O)が反応し二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)と水蒸気(H<sub>2</sub>O)が発生する。水蒸気は燃焼火炎によってすぐに蒸発することで赤外線が放射する。ガス火炎はこの赤外線を検知している(図10参照)。



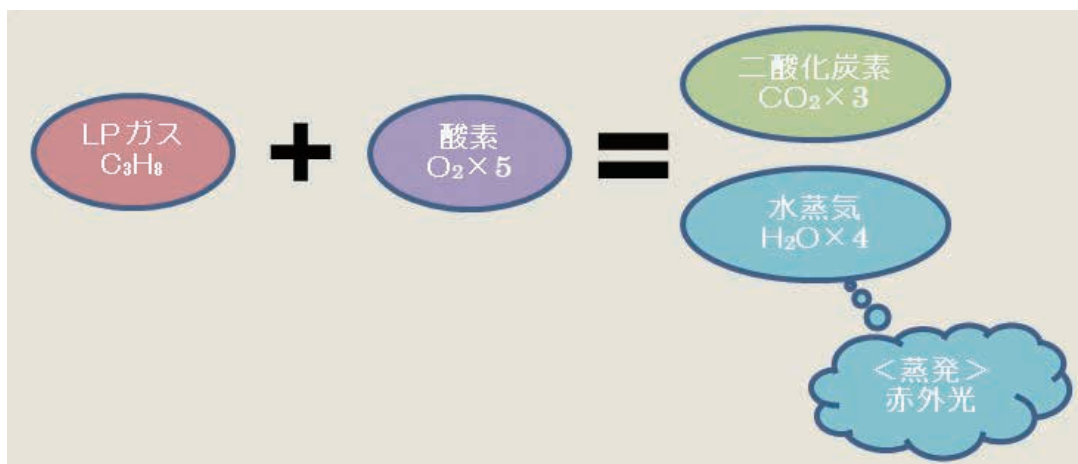


図 10 ガス火炎の赤外線検知

## 5. おわりに

今後は製鉄所、石油プラント、化学会社向けの産業用ボイラやコークス炉などの市場に展開し販売につなげる。また、お客様の設備を守る監視システムとして製品の品質維持および向上を図り、安全・安心を提供できるように努めていく。

## 参考文献

- (1) 星野輝男、宮前茂広、須藤健次：新型火炎検出器（New-mFR）の開発と実機適用、石川島播磨技報、Vol.39、No.1、1999、pp.10-11
- (2) ECS-K005-804：火炎検出器仕様選定根拠について、IHI、2005



制御システム事業部  
エンジニアリング部  
制御システムグループ  
飯田 弘幸

TEL. 042-523-8313  
FAX. 042-523-8320