

## AI 火花検知システムを用いた防火対策と見える化による効果の検証

(株)イーアイアイ 常務執行役員 小林 均

(株)イーアイアイ 代表取締役 胡 浩

(株)イーアイアイ 企画営業部長 米原 直輝

早稲田大学理工学術院大学院環境・エネルギー研究科教授 小野田 弘士

## 0. はじめに

リチウムイオン電池の破碎等に伴う防火対策の強化を目的に、AI 画像認識を用いた火花検知システム (Spark Eye) を開発し、実際の処理現場で導入し、①感度調整と、②システム (警報発出、通報、コンベヤ停止、自動散水等) の制御調整を行い、③検知状況の見える化の検証を行った。

多摩清掃工場 (2021 年 4 月～実証)、産業廃棄物処理業 A 社において導入後の火花検知及び防火対応の状況を示すとともに、他に、プラスチック、小型家電等の多様な導入検討を踏まえて、処理施設における早期検知+見える化による防火対策の効果を把握した。

(※) 利用設備 ; Spark Eye (AI 火花検知システム) \_ (株)イーアイアイ製

## 1. 廃棄物の処理現場におけるリチウムイオン対策の課題

近年、リチウムイオン電池等に起因する発火、火災が増加。原因となるリチウムイオン電池、電子タバコ、モバイルバッテリーの廃棄物中の混入は、行政による混入防止の呼びかけにも関わらず生じており、その結果、処理設備における除去対応や、「火災が起こる前提での防火対策」が必要不可欠となりつつある。

廃棄物処理施設におけるリチウムイオン電池等の発火は、その特徴として、①電池内の引火性溶液により発火の勢いが強く、②廃プラ等の引火性が高い廃棄物の存在、③ベルトコンベヤによる常時移動、④破碎後の廃棄物が目視できない (コンベヤ覆蓋等) ため、火の位置が容易に確認できず、移動しながら火が大きくなる結果、大火に至るなどとなっている。

従来の廃棄物処理施設では、人による ITV 監視に加えて、防火対策として①ガスボンベ、ライター等の可燃性ガスを考慮した防爆区画整備、②ごみピットの熱検知や散水対策等が施されているのみであり、「リチウムイオン電池等の発火の特徴」を踏まえた防火対策としては不十分と言わざるを得ない。

## 2. 火花検知システムの特徴と設置方法

## (1) 火花検知システムの特徴

今回の火花検知システムは、画像認識 AI の技術を活用し、カメラ映像から火花を自動検知 (0.05 秒) し、アラート発報 (自動散水連携) することで火災を未然に防ぐシステムである。プラントの制御盤や消火設備、管理者への通知システムに連動させることで、施設に適応した運用が可能になるとともに、他のセンサー系消防機器には見られない 3 つの機能を有している。

1) 画像認識 ; 設置場所に応じた最適な感度調整 (9 段階) で、誤検知を抑止。

2) 誤作動制御と防火システム制御

・防火システムを起動するフレーム数の下限値設定で、金属反射、粉塵等による誤検知制御が行える。

・警報、自動散水、ベルトコンベヤ停止指示は、自由に設定 (フレーム数) して、制御できる。

3) 可視化 (見える化)

・24 時間リアルタイム監視機能 (※) を併せ持ち、かつ、検知情報 DB を蓄積し、発火状況の確認 (データのつなぎ合わせ映像化)、操業診断、安全性解析等にビッグデータとして活用できる。

※ONLINE-クラウドシステム利用の場合 (メール通報、24 時間監視が可能)

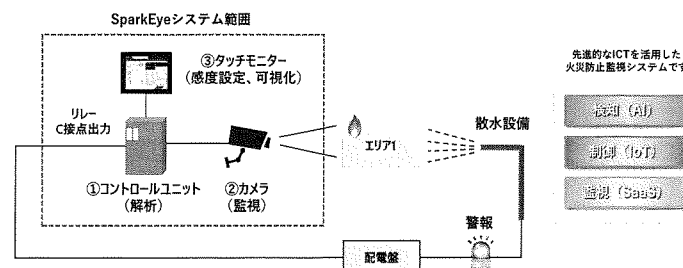


図1 Spark Eye のシステム構成

本システムは、消防法の規定外の任意の設備であるが、防火対策の実効性を高めるため導入検討がされている。以下、清掃工場等における設置方法と、見える化による効果などについて概説する。

## (2) 処理施設における設置方法

多摩ニュータウン環境組合 (※) の運営する多摩清掃工場において、2021 年 2 月に本システムの設置

を行い、感度調整及び効果の検証等を行った。同工場は、不燃・粗大ごみの破碎処理と、可燃物の焼却処理を行っている。従前、リチウムイオン電池等の火災に対応するため、破碎機後段の破碎物搬送コンベアにおいて、炎検知器（紫外線センサー）及び散水設備を保有しているが、より早い検知と、消火対策により実効性を伴う更なる対策の一環として、設備の設置を行うこととした。

※多摩ニュータウン環境組合；八王子、町田、多摩の3市で構成される一部事務組合（特別地方公共団体）

設置場所は、破碎後の防爆区画を出た破碎物搬送コンベアをめがけて Spark Eye による監視を行うこととした。既に ITV の監視範囲とほぼ同等となるが、人による常時監視を代替するものである。

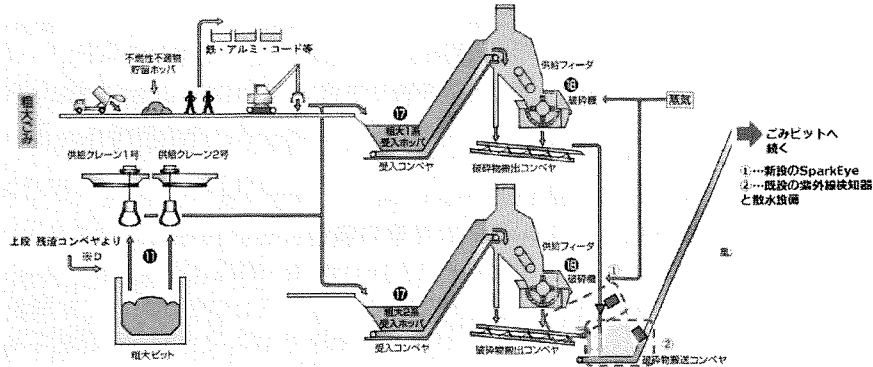


図2 Spark Eye の設置場所

### 3. 見える化による効果の検証

#### (1) 見える化による検証結果

Spark Eye の設置は、現場の火花検知状況を踏まえて、①感度レベルの調整及び②フレーム数の最適下限値の設定が必要になるが、その検証内容について下図に示す。

表1 感度レベルの調整及びフレーム数の最適下限値の検証結果

感度レベル	検証期間	1日当たりの平均誤検知数	誤検知時の最大フレーム数	発火検知時の最小フレーム数	結果
8	2021年4月中旬～5月中旬	8.9	8	発火なし	誤検知が多い
4	2021年5月中旬～6月初旬	検知なし	検知なし	発火なし	検知なし
6	2021年6月初旬～6月中旬	6.3	10	2	やや誤検知が多い
5	2021年6月中旬～現在	2.4	2	29	最適設定

(注) 感度レベルは9段階あり、1（明るい場所）が最も感度が低く、9（暗い場所）が最も高い。

まずは感度レベルの調整だが、それ以前に Spark Eye がそもそも検知するか否か確認する必要があるため、感度レベルを高め「8」として検証を進めた。この結果、検知自体に問題はなかったが、1日当たりの平均誤検知数が8.9回と多かったため、1ヶ月程度経過観察したのち「4」に変更した。

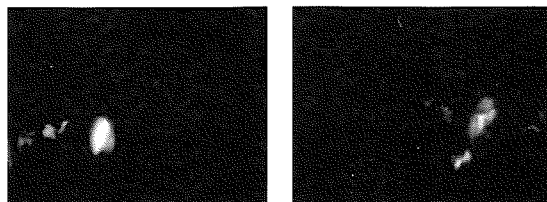


写真1 Spark Eye による誤検知の様子

感度レベル「4」で約2週間経過観察するが、今度は感度が低すぎたせいか何も検知をしないため、「6」へと変更した。感度レベル「6」でも約2週間経過観察をしたが、1日当たりの平均誤検知数は6.3回であり、「8」の時よりは改善したものの依然として誤検知は多く、まだまだ最適設定であるとは言い難い。そこで感度レベルを更に「5」へと下げ、再度経過観察することとした。すると感度レベル「5」では、1日当たりの平均誤検知数に大きな改善が見られ2.4回に改善した。感度レベル「5」にて4ヶ月以上経過観察するが、誤検知数の大きな乱れがないことから、本環境下での最適感度レベルは「5」であるといえる。

また、フレーム数の最適下限値は、「誤検知時の最大フレーム数<発火検知時の最小フレーム数」であることが望ましく、「誤検知時の最大フレーム数=フレーム数の最適下限値」とすることが最適設定である。前述の通り、誤検知数における最適感度レベルは「5」であり、その際の誤検知時の最大フレーム数は

「2」、発火検知時の最小フレーム数は「29」であることから、フレーム数の下限値を「2」と設定することで、2フレーム以下の誤検知による散水設備の誤作動を防ぐことができる。

このような検証結果から、多摩清掃工場の設置場所における最適感度レベルは「5」、フレーム数の最適下限値は「2フレーム」であるといえる。

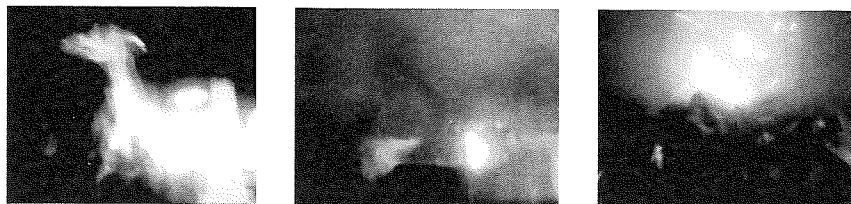


写真2 Spark Eyeによる火花検知の状況（※映像は参考情報に掲載）

今回の感度レベルとフレーム数の下限値の検証を通じて、多摩清掃工場における Spark Eye の最適設定の調整が完了した。今後は、早期消火体制の構築に向け、Spark Eye の検知信号を既設の制御盤へ接続し、散水設備と連動することで、発火検知から消火までの全自動システムの構築を進める予定である。本システムが完成することで、人では見落とす可能性がある火種でも AI で判断できるようになるため、工場火災を未然に防ぐこと出来、防災対策にとっても効果的であると考えている。

## （2）産業廃棄物処理施設における見える化事例

産業廃棄物分野では、容器包装プラスチック、事業系プラスチック、RPF 製造、建設混合廃棄物、金属複合物・小型家電を取扱う処理施設に、リチウムイオン電池等の混入に伴う火災リスクがある。周囲には、引火性の高いプラスチックがあり、延焼規模も大きい。設置済の 10 基程度の内訳をみると、Spark Eye による監視場所は、現場状況を踏まえて、破碎機下、ベルトコンベヤ上部（流れ方向、尻側）、ごみピット出口となっている。各施設の感度レベルは、「5」、「6」、「9」と様々で、各処理現場で異なる。また、フレーム数の最適下限値は、「20」としており、1～2 秒程度に相当している。

火災検知の事例は、下図のとおり、ごみピット（破碎直後の排出口）、切断機（ギロチン）、破碎機内部などがある。いずれも、火花を鮮明に捉えており、自動散水装置との連動で、初期消火が遅滞なく行われるなど、火災延焼を未然に防止するシステムとして情報共有されている。

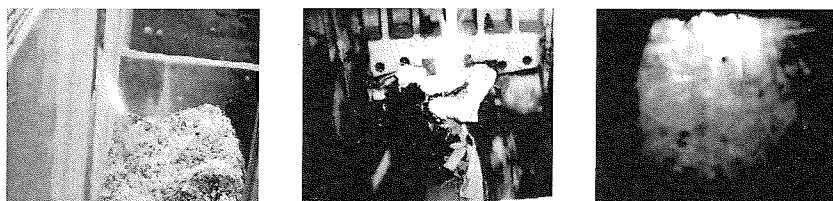


写真3 検知状況/ ごみピット 切断機（ギロチン） 破碎機内部

## 4. まとめ

近年、リチウムイオン電池等による火災リスクを多くが認識しているが、従来のセンサー系の火災検知機器では、【「破碎行為」に照準】×（現場条件を考慮）×（誤検知を制御）する条件に対し、十分な対応はできてこなかった。一方、Spark Eye の利用現場では、既に、火花検知や誤検知抑止はもちろん、現場ニーズに応じた「火災検知後に現場従業員へ警報を通知」、「警報と同時に自動散水システムを作動」、「人が駆けつけ機械停止を判断（破碎機、ベルトコンベヤ）」等の運用といったアクティブな防火マネジメントの対応に移行している。

さらに、見える化の活用法として、火花検知の蓄積データを用いて、火災原因である異物の混入元を特定し、廃棄物の排出元との間で情報共有が図れれば、取引先における分別・選別の意識向上や、その結果として火災予防対策の精度向上に役立つとともに、地域における安定した廃棄物のリサイクルに結びついていくものと考えられる。

AI 火花検知システムは、人による常時監視を代替し、火災延焼リスクをゼロに近づけ、様々な形で安心した事業マネジメントに結びつく。今後は、引き続き処理現場から寄せられる更なる技術ニーズに応えるべく、クラウド型のオンラインシステムの構築や、5G アクセス環境への対応、利用シーンの拡大に伴う製造工場、文化財等への利用に向けて引き続き取組みを進める予定としている。

（参考情報）

- ① 火花検知の状況（振動コンベヤ上） <https://www.youtube.com/watch?v=NyIoV5h0Pro>
- ② 環境技術会誌（2021年4月号No.183） [https://eii-net.co.jp/images/jaem\\_sparkeye.pdf](https://eii-net.co.jp/images/jaem_sparkeye.pdf)
- ③ （一社）東京都産業廃棄物資源循環協会「とうきょうさんばい」（2021年11月1日第374号）  
[https://eii-net.co.jp/images/tokyosanpai374\\_sparkeye.pdf](https://eii-net.co.jp/images/tokyosanpai374_sparkeye.pdf)