

損害保険会社と連携した SparkEye[®] の定量評価と AI 煙検知の実用化

胡 浩

(株)イーアイアイ
代表取締役



原 英之

三井住友海上火災保険(株)
ビジネスデザイン部



1. はじめに

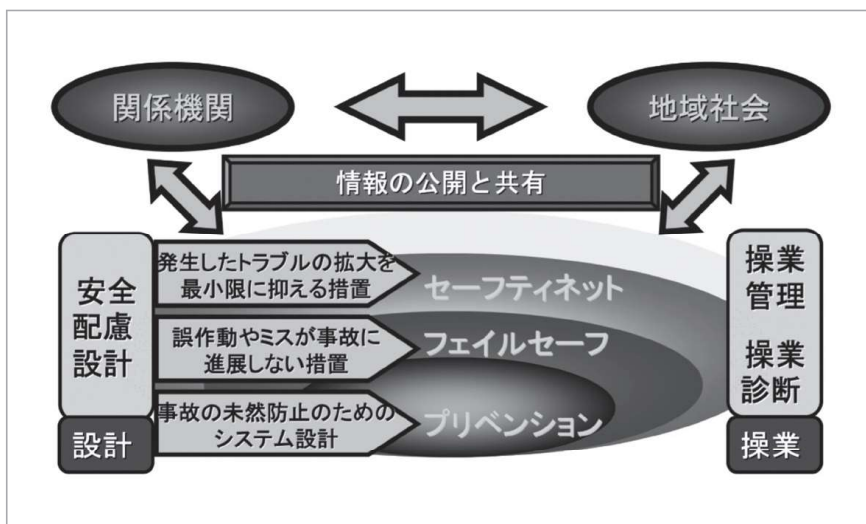
近年、廃棄物処理施設におけるリチウムイオン電池による火災事故が急増し、新たなソリューションを用いた対策を講じることが重要な課題となっている。国や自治体が、リチウムイオン電池の分別回収を徹底するよう呼びかけているが、小型電気製品の普及拡大に伴って、ヒューマンエラーや分別ミスにより、回収段階で完全に分別することは困難と考えられる。

静脈施設における安全・安心を実現させるためには、多重防護の考え方が重要であり、①プリベンション（事故の未然防止のための措置）、②フェイルセーフ（誤動作やミスが事

故に進展しない措置）、③セーフティネット（発生したトラブルの拡大を最小限に抑える措置）の3段階で、「安全配慮設計」を行うことが重要である（図1）。

本事業は、フェイルセーフ段階（リチウムイオン電池が静脈施設の処理ラインに混入しても事故に進展しない措置）における火災対策として、大栄環境との共同開発に

図1 静脈施設における多重防護の考え方



(出典：早稲田大学システム安全安心研究会資料)

よりAI火花検知システム（SparkEye[®]）とAI煙検知システム（SmokeScanner 商標登録中）の2つのソリューションの開発と普及拡大に取り組んでいる。本誌では、それぞれの効果と取り組み状況について紹介する。

2. SparkEye[®]の概要

SparkEye[®]は、火や火花の発生を瞬時（最短0.05秒）に検知し、警報、または消火設備と連動して自動消火する、延焼防止に効果的なシステムである（図2）。リチウムイオン電池に対する火災対策として、2019年より大栄環境と共同開発を進め、2021年に実用化・販売開始したもの（特許取得）である。

2022年に経済産業省IT導入補助金の対象ツールに認定され、これまでに全国で30台以上の導入実績を有している（写真1）。主な特徴を以下に示す。

- ・画像認識AIを用いた火災延焼防止システム
- ・0.05秒で火や火花の発生を自動検知
- ・ガラス・アクリル越しでの検知が可能
- ・検知日時、画像等の情報を可視化
- ・設置現場の環境に合わせた感度調整が可能
- ・警報や消火設備と連動可能

3. 損害保険会社と共同実施によるSparkEye[®]の定量評価

3.1 目的

本事業では、産業廃棄物処理事業者における火災発生リスク軽減を目的として、三井住友海上火災保険（以下、三井住友海上）と共同でSparkEye[®]を活用した取り組みの検討を進めている。

三井住友海上・ビジネスデザイン部・Safety Solutionsユニットでは、先進的なデジタル技術・データを活用した防災・減災ソリューションに取り組んでおり、そ

図2 SparkEye[®]のシステム構成図

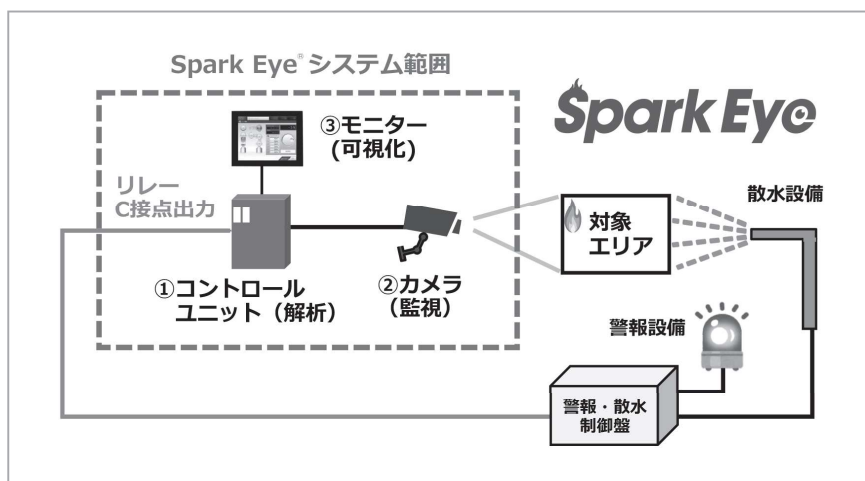


写真1 検知実績（例）





写真2 オペレーターによる目視での監視（イメージ）

の一環としてSparkEye[®]の効果を定量的に評価するため、リサイクル事業者の施設（破碎機直下）に実機を導入し、共同で実証実験を行っている。

3.2 実証実験の方法

(1) 実験期間

2023年12月に現場にSparkEye[®]を設置し、2024年1月8日より実証実験を開始した。本稿は2024年1月8日から3月1日までの実験結果を報告するものである。

(2) 比較対象

今回実証実験を行っている事業者では、人（オペレーター）がシュレッダーの運転をしながら、同時に、監視カメラのモニターで常時監視を行っており、発火を検知した場合にシュレッダーを停止、安全確認を行った上で運転を再開し、発火日時を業務日誌に記録するオペレーションを行っている（写真2）。

SparkEye[®]の役割は、人の代わりにAIカメラが火や火花の発生を24時間自動監視することである。その効果を明らかにするため以下に示す方法を用いて、SparkEye[®]と人の監視における発火検知精度につき、定量的に評価・比較を行う。

- ・オペレーターの目視用監視カメラが設置されている場所にSparkEye[®]を設置す

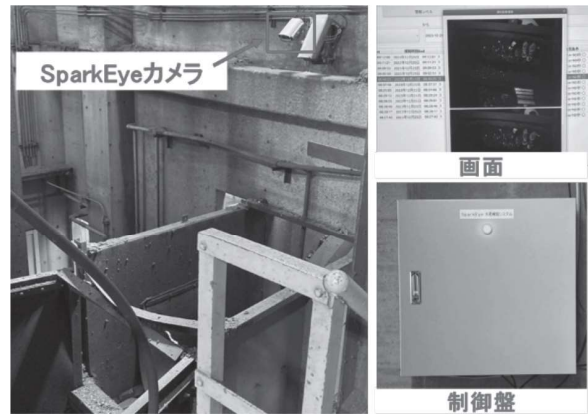


写真3 SparkEye[®]の設置状況



写真4 SparkEye[®]の検知画像（例）

る（写真3）。

- ・オペレーターはSparkEye[®]の情報を見ずに通常のオペレーションで作業し、発火を検知した場合、業務日誌に発火検知時刻と点検完了時刻を記録する。
- ・SparkEye[®]が発火を検知した記録画像を確認し、発火ありor発火なしを判定する（写真4）。
- ・SparkEye[®]の検知結果とオペレーターの業務日誌記録を対象として各々混同行列を計算し、適合率（誤検知の少なさ）・再現率（見逃しの少なさ）を評価指標として、定量的に評価・比較を行う。

(3) 評価指標

SparkEye[®]とオペレーターの発火検知精度を定量的に評価するため混同行列を算出、適合率と再現率の2つの指標で定量的に評価を行い、比較・検証を行う。評価指標と算出方法を図3と図4に示す。オペレーターの業務日誌記録の例を表1に、Spark

図3 SparkEye[®]の評価指標と算出方法

項目		SparkEye [®] による検知	
		発火あり	発火なし
実際	発火あり	TP1 = 正常検知	FN1 = 見逃し
	発火なし	FP1 = 誤検知	—

※実際の発火あり・発火なしは、SparkEye[®]の検知記録画像を確認し判定する。
 ※FN1は、オペレーターの業務日誌記録を基に判定する。

適合率 (SparkEye[®]) = $\frac{TP1}{TP1 + FP1} \times 100$ 100%に近いほど誤検知が少ない

再現率 (SparkEye[®]) = $\frac{TP1}{TP1 + FN1} \times 100$ 100%に近いほど見逃しが少ない

図4 オペレーターの評価指標と算出方法

項目		オペレーターによる発見	
		発火あり	発火なし
実際	発火あり	TP2 = 正常停止	FN2 = 見逃し
	発火なし	FP2 = 誤停止	—

※実際の発火あり・発火なしは、SparkEye[®]の検知記録画像を確認し判定する。

適合率 (オペレーター) = $\frac{TP2}{TP2 + FP2} \times 100$ 100%に近いほど誤検知が少ない

再現率 (オペレーター) = $\frac{TP2}{TP2 + FN2} \times 100$ 100%に近いほど見逃しが少ない

表1 オペレーターの業務日誌記録 (例)

稼働日	2月12日	2月13日	2月14日	2月15日
運転時間	12:45~16:45	8:00~12:00	10:00~12:00 12:45~16:45	8:00~12:00 14:00~16:45
火を発見した時間	無し	無し	10:07	無し
点検完了時間	無し	無し	10:16	無し

Eye[®]の検知結果の例を表2に示す。

SparkEye[®]は設置現場の環境に合わせて、発火検知の感度(13段階)を調整することが可能である。そこで本実験ではSpa

rkEye[®]の感度を表3に示す2パターン用意した。パターン①は感度が最も敏感な設定であり、この設定においてSparkEye[®]が発火を検知した全記録画像を目視確認し、その中で実際に発火を確認できた件数を全発火件数とする。パターン②はSparkEye[®]の感度を適切に設定したものであり、この設定においてオペレーターとの発火検知精度比較を行う。

3.3 実証実験の結果

2つの感度パターンそれぞれの評価結果を表4と表5に示す。

感度パターン①(敏感設定)の結果では、実験期間中にSparkEye[®]が火を検知した回数が合計58回となった。検知画像記録から判定を行い、正常検知(実際に発火)した回数が47回、誤検知した回数が11回であることを確認した。

このことから、実験期間中の全発火件数は47回と考える。以上から、感度パターン①の適合率は81%と計算される(FNは0となるため、再現率は計算しない)。

次に、SparkEye[®]の感度を適切に設定した感度パターン②(適切設定)の状態、SparkEye[®]とオペレーターの発火検知精度を

比較する。感度パターン②では、SparkEye[®]の発報フレーム数と感度を現場の環境に合わせて適切に調整することで、SparkEye[®]の適合率は100%となり、オペレー

表2 SparkEye®の検知結果(例)

検知ID	検知開始時刻	検知終了時刻	検知画像	フレーム数(累計)	感度	警報レベル
1	20240108104405	20240108104407	20240108/104405-F08.jpg	22	3.95	2
2	20240108110455	20240108110456	20240108/110455-F17.jpg	1	1.95	1

ターの適合率と一致、誤検知を防ぐことができることを確認した。一方で、感度パターン①で判定した全発火件数を基に考えると、SparkEye®の方が再現率は高いものの、SparkEye®・オペレーター共に見逃しが発生する結果となった。ここで見逃しが発生した画像を確認すると、実際のオペレーション時には検知不要と考えられる一瞬で消える火花の画像が多く含まれていることが分かった。そこで実際の運用を想定して、一定サイズの火(感度パターン②の閾値以上で検知)について、SparkEye®とオペレーターの見逃しを比較すると、SparkEye®が検知した17回の発火のうちオペレーターが3回見逃していることが分かり(再現率82%)、この点でSparkEye®の有効性を確認することができた。

今回の実験において、感度パターン②の設定を行ったことにより検知を防いだ画像を写真5に示す。導入される現場の環境とオペレーションに合わせてSparkEye®の感度を調整することで、検知したい火のサイズを調整することが可能となり、感度調整の有効性を確認するこ

表3 SparkEye®の感度設定

項目	感度パターン①(敏感設定)	感度パターン②(適切設定)
発報フレーム数	1	2
感度(13段階)	0	1
備考	最も敏感な設定	現場環境に合わせた適切な設定

表4 感度パターン①(敏感設定)の評価結果

SparkEye®評価指標		
適合率(SparkEye®)		81%
再現率(SparkEye®)		—
TP1(正常検知)		47
FP1(誤検知)		11
FN1(見逃し)	検知不要な火	0
	検知必要な火	0

* 適合率: 100%に近いほど誤検知が少ない
* 再現率: 100%に近いほど見逃しが少ない

表5 感度パターン②(適切設定)の評価結果

SparkEye®評価指標		オペレーター評価指標			
適合率(SparkEye®)	100%	適合率(オペレーター)	100%		
再現率(SparkEye®)	36%	再現率(オペレーター)	30%		
TP1(正常検知)	17	TP2(正常停止)	14		
FP1(誤検知)	0	FP2(誤停止)	0		
FN1(見逃し)	検知不要な火	30	FN2(見逃し)	検知不要な火	30
	検知必要な火	0		検知必要な火	3

* 適合率: 100%に近いほど誤検知が少ない
* 再現率: 100%に近いほど見逃しが少ない

とができた。

3.4 まとめと今後の展開

今回の実証実験により、オペレーターとSparkEye®の発火検知精度を定量的に評

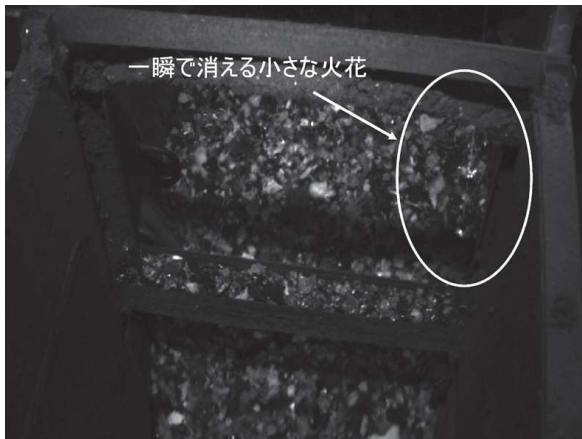


写真5 SparkEye[®] 検知結果 (敏感設定)



写真6 SmokeScannerのサーバーとカメラ

価・比較することができた。得られた結果を以下に示す。

- ・オペレーターによるモニターの常時監視と同じ環境で、オペレーターとSparkEye[®]の発火検知精度を比較した結果、適切な感度に調整した場合（感度パターン②）、SparkEye[®]の発火検知精度はオペレーターの発火検知精度を上回る結果を得た。
- ・SparkEye[®]の感度調整によって過剰な検知や誤検知を防ぐことができた。また検知したい火のサイズを調整することで現場の要望に応じた効果的な利用ができると考える。
- ・今回の実験は、オペレーターによるモニターの常時監視とSparkEye[®]の発火検知精度を比較検証したものであり、オペレーターによる常時監視をしていない場合には、より大きな効果を得ることができ

きると考える。

本実証実験は現在継続中である。実験により、実環境でのSparkEye[®]の導入効果を定量的に評価・検証し、三井住友海上との共同取り組みを推進することで、産業廃棄物処理事業者における火災発生リスクを軽減し、安全・安心な社会インフラ構築に貢献したいと考える。

4. AI煙検知システムSmokeScannerの製品化

4.1 SmokeScannerの概要

SparkEye[®]事業を展開する中で、同じくリチウムイオン電池への火災対策として、可燃物貯蔵ヤードにおける煙検知へのニーズが高まっている。このニーズに対応するため、2022年より大栄環境と共同でAIを用いた煙検知システム（SmokeScanner 商標登録中）の開発を進め、今年4月に販売開始を予定している。

この機器の特徴は、リアルタイム、かつ高精度でAIによる煙を検知すると同時に、現場オペレーションの実態に対応し、誤検知を回避する機能（感度調整、非検知エリアの設定、検知時間帯の設定）が複数搭載され、現場の実運用に応えることが可能なことである（表6、写真6）。

4.2 産業廃棄物処理事業者における導入実績と効果

2023年4月に産業廃棄物処理事業者の現場3カ所（①破碎済可燃物ヤード、②未破碎可燃物ヤード、③木くずヤード）にSmokeScannerを導入し安定運転を確認している。SmokeScannerには、煙検知の機能と同時にリアルタイムの監視カメラ機能があり、その画面を写真7に示し、煙検知の様子を写真8に示す。

5. おわりに

筆者らは、静脈施設における安全・安心

の実現を目指し、2019年よりAI・IoTを活用し、廃棄物処理施設に特化した火災防止ソリューションの開発と普及拡大に取り組んできた。

SparkEye[®]とSmokeScannerを中心に、AIによる検知の精度、システムの安定性、システム機能の実用性等に対して、日々研究開発を重ね、進化を続けている。現在は、SparkEye[®]とSmokeScannerを多くのユーザーに利用していただけるよう推進活動を行っている。

次のステップとして、クラウド型のAI火災検知管理プラットフォームの構築を予定している。SparkEye[®]またはSmokeScannerの端末をインターネットに接続し、IDとパスワードで、可視化ができるプラットフォームを構築する。これにより、多くのユーザーを遠隔で効率的に管理し、統計データの分析、原因調査の解析等を容易に行うことが可能となる。

将来的に、消防機関、警備会社、および保険会社と連携することで、「火災覚知」から「警備通報」、「消防連絡」、さらには「ユーザーの一元管理」まで、各現場ごとの点の火災対策から、対象地域全体に対する面の安全管理までを行うことが可能であり、安全・安心な社会インフラの構築に貢献できると考える。

表6 SmokeScannerの概要

検知対象物	煙
カメラ搭載台数	最大12台
システム機能	・ 検知結果可視化（映像データ付き）
	・ 警報レベル設定（感度調整）機能
	・ 非検知エリアの設定機能
	・ 検知停止・優先検知時間帯の設定機能
出力	・ 24時間監視・録画機能、7日間録画保存
	①警備会社受信機（セントラル警備保障株受信機との連携）
	②メール送信機能
	③工場内パトライト・散水設備の起動



写真7 SmokeScannerの監視画面

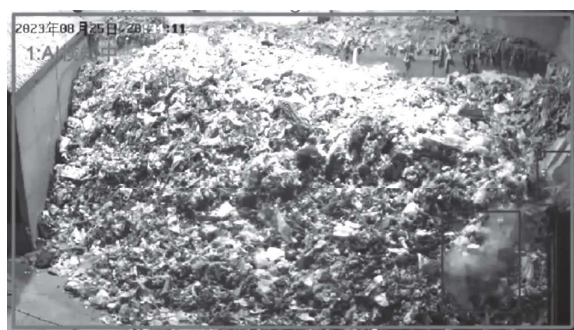


写真8 煙検知の様子

参考文献

- 1) 小野田弘士、AI・IoTの活用と資源循環、第17回「産業廃棄物と環境を考える全国大会」基調講演資料、2018.11.16

問い合わせ先

(株)イーアイアイ／担当部署：営業部

TEL:03-3518-9797

Mail:HYPERLINK "mailto:sales@eii-net.co.jp"sales@eii-net.co.jp