「差分演算」と「0補正」により環境に左右されない

早期火災感知システム

“Difference calculation” and “0 correction” do not affect the environment Early fire detection system

顧客製品の燃焼・消火実験で「一旦燃え始めると容易には消火出来ない」「火災初期の感知と消火活動が有効」であることが分かり、感知器の比較実験を通して複数の防災メーカーの中から初期火災を安定的に感知できる2つの感知器に絞り込み、その後のフィールド実証実験結果より粉塵が舞う工場内でも誤報がなく、確実に感知でき、世界各地へグローバル展開が可能なシステムを開発施工した。

From the customer's product combustion / extinguishment experiment, it turns out that "it can not be easily extinguished once it starts to burn" and "early fire detection and fire fighting activities are effective". We narrowed down to two detectors that can stably detect the initial fire, and developed and constructed a system that can be detected reliably without any false alarms in the factory where dust flies, and that can be deployed globally around the world.

100年をつくる会社 鹿島 KAJIMA CORPORATION
第18回 環境・設備デザイン賞
Environmental and Equipment Design Award 2019

1 知る 「どの様に燃え、どうすれば消火出来るのか？調べる」

開発のきっかけ

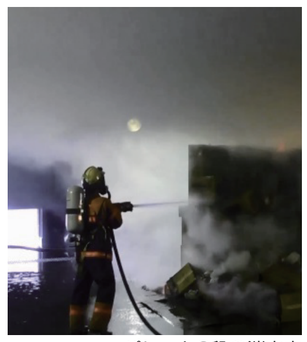
顧客の海外工場の全焼火災事故をきっかけに、顧客社内で火災感知の重要性が更に高まり、全世界中の工場へ展開可能なグローバル・スタンダードとなる火災感知システムの開発が急務となった。

燃焼消火実験

製品の燃焼と消火の特性を調べる（A社防災メーカーの実験室での燃焼・消火実験より）

・段ボール内部の製品に着火すると、火の回りが早く容易には鎮火出来ない。
・段数が高くなるほど、上段への火の回りが早く、火災がより大きくなる。
・火災が大きくなると、スプリンクラーのみの鎮火は厳しい。炎の勢いを弱め、人の避難誘導の援助程度であり、消火活動には莫大な煙とガスが発生する為、従業員での消火活動は厳しい。
・火災発生から5分以内の「くすぶり段階」での早期検知及び初期消火が有効。


パレット3段の燃焼中


パレット3段の消火中

2 探す 「多数の感知器から環境に合った感知器を探す」

センサー比較実験

主要防災メーカーでの感知器比較実験

A社の5種類の感知器を用いて、初期火災を想定した8ケースの感知時間を比較計測した結果、分離型超高感度煙感知器が安定して初期に感知することを確認し、一般の煙感知器と比べて10倍早いことがわかった。
続いて、B社の5種類の感知器を用いて、初期火災を想定した6ケースの感知時間を比較計測した結果、一体型高感度煙感知器が安定して初期に感知することがわかった。

火災ケース	煙感知器	炎感知器	3波長炎感知器	画像処理煙感知器	分離型超高感度煙感知器
1	×	×	×	×	37秒
2	×	×	×	37秒	26秒
3	×	×	120秒	×	38秒
4	274秒	×	×	149秒	26秒
5	295秒	×	×	149秒	22秒
6	×	×	×	×	95秒
7	×	×	×	260秒	30秒
8	×	×	100秒	×	45秒

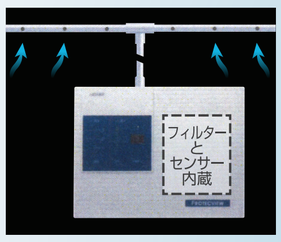
A社 感知器比較実験　検知までの時間

火災ケース	煙感知器	小型煙感知器	吸気ファン付き小型煙感知器	一体型高感度煙感知器	分離型高感度煙感知器
1	×	×	125秒	122秒	137秒
2	×	×	241秒	281秒	248秒
3	30秒	40秒	20秒	20秒	30秒
4	—	—	—	44秒	—
5	×	×	150秒	55秒	173秒
6	×	×	×	41秒	×

B社 感知器比較実験　検知までの時間

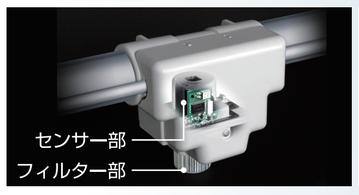
A 分離型超高感度煙感知器（A社製）

「煙吸引部」と「フィルター・センサー部」が分離されているのが特徴。「フィルター・センサー部」を自動ラック倉庫外部に設置することで、容易に人が近づき難い自動ラック倉庫にも設置し易い。

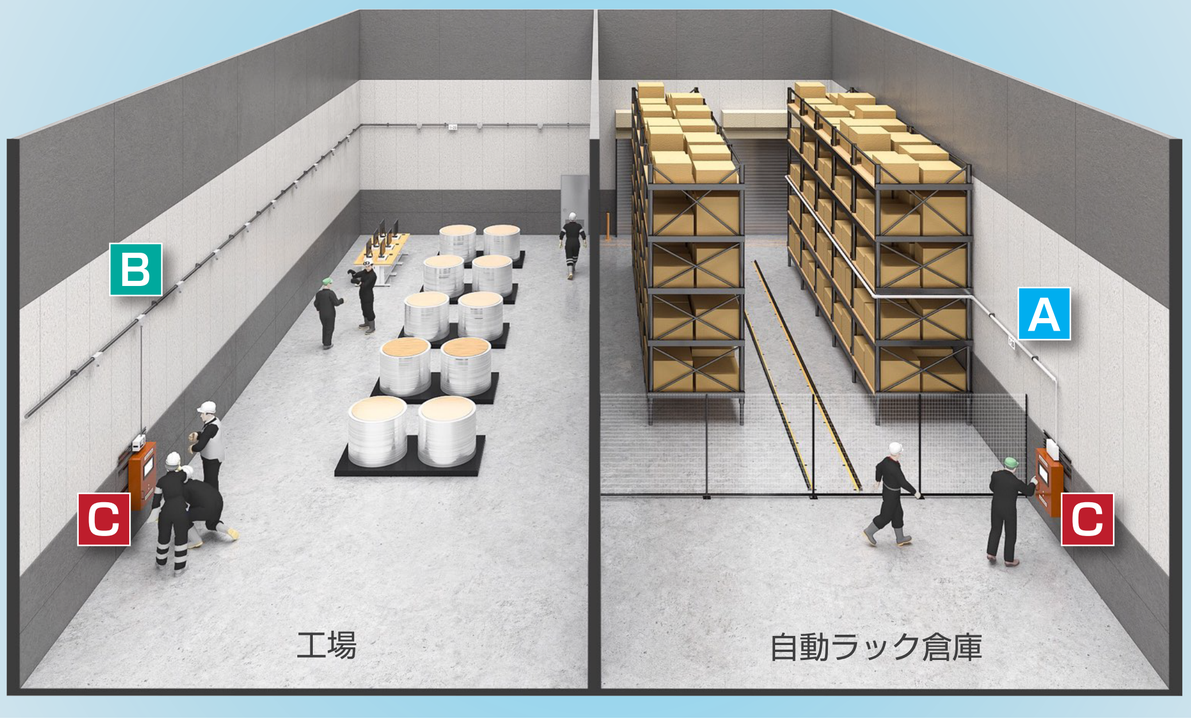


B 一体型高感度煙感知器（B社製）

「煙吸引部」と「フィルター・センサー部」が一体になっているのが特徴。吸煙箇所の細かい特定が出来る反面、メンテナンスの必要なフィルター・センサー部が複数に分かれている。「フィルター・センサー部」への寄り付きが容易であれば様々な場所に設置が可能。





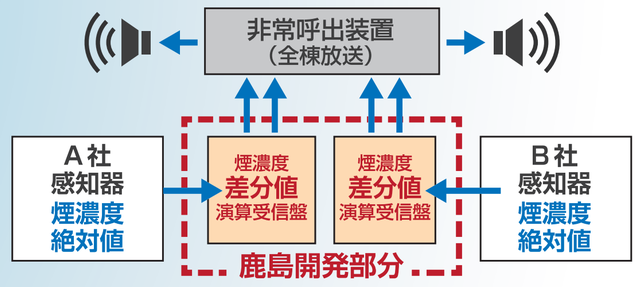


C 差分演算装置 鹿島開発



A社受信盤とB社受信盤に「差分演算装置」を追加。

A社とB社の感知器からの送られてくる煙濃度の絶対値を「差分演算」と「0補正」することで環境に左右されない早期火災を感知できる装置を開発した。



3 発見 「フィールド実証試験で決定的な違いを発見！」

フィールド実証実験で分かったこと

0補正＝かさ上げ値が必要

2つの感知器比較実験結果から、本件に向いていると考えられる2種類の感知器を実際に運用されている顧客の既存工場において約1週間のフィールド実証実験を行った結果、過度の誤報は出なかったが、作業粉塵やトラック排気等の影響で「このままでは誤報が出る可能性がある」ことを確認した。フィールド実証実験結果から、車の排気ガスや工場作業粉塵による誤報防止の為、その環境に合った「0補正＝かさ上げ値」が必要と判断。



A社製 分離型超高感度煙感知器のフィールド実証試験

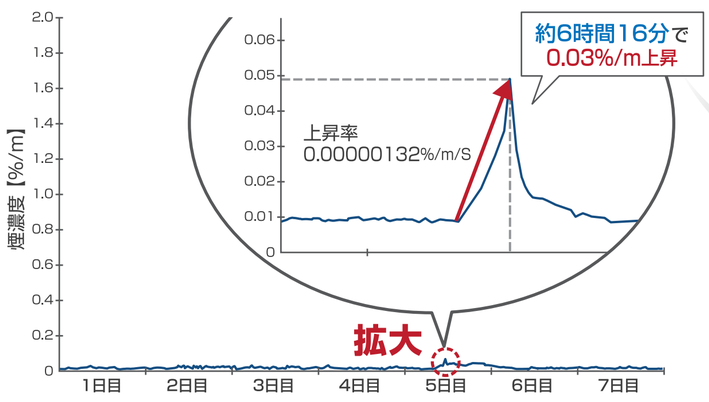


B社製 一体型好感度煙感知器のフィールド実証実験

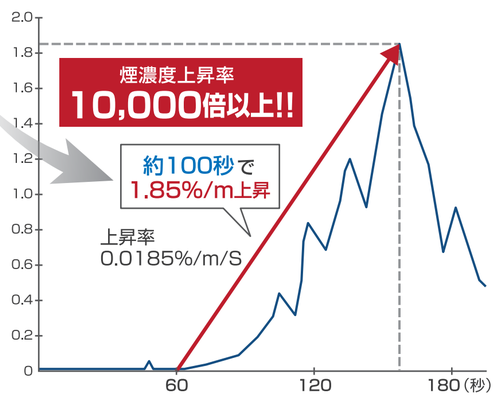
決定的な違いを発見

火災時の煙濃度上昇率は、通常の環境変化の10,000倍以上大きい

感知器比較実験とフィールド実証実験から、実際の火災の煙濃度上昇率は、通常の環境変化による煙濃度上昇率より10000倍以上大きいことが判明。



■A社フィールド実証実験時の一般環境での煙濃度変化



■初期火災を模したB社感知器比較実験の煙濃度変化

4 開発・施工 「粉塵の多い環境下でも誤報が出ないシステムを構築」

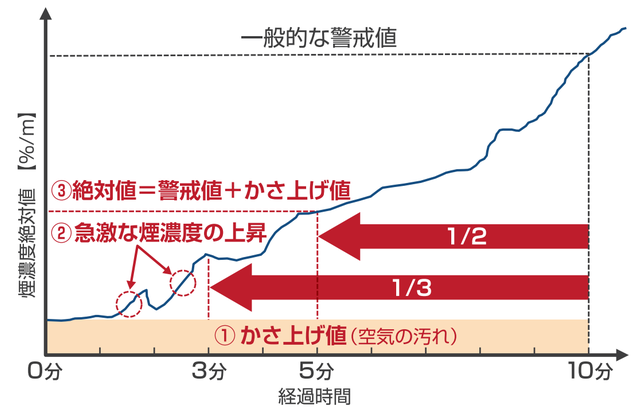
早期火災感知システムの鹿島開発ポイント

環境に左右されず、確実に早期火災を感知させる具体的な開発ポイントは以下の3点

①「0補正＝かさ上げ値」を設けることで粉塵の多い環境でも誤報を防ぐことが可能。
（通常時のモニタリング値から「かさ上げ値」の自動設定機能付き）

②初期火災の「急激な煙濃度上昇」を捕えることで、絶対値警戒より早く感知可能。
（例：規定した上昇率が1分間に2度超えると発報等、設定は自由に変更可能）

③第2の砦として、「絶対値（＝警戒値＋かさ上げ値）」でも警戒することで、より強固な警戒が可能。



今後の展開

技術の優位性

・日本国内で「差分演算」を取り込んだ煙感知システムの実用化は初。
・本システムの頭脳となる差分演算装置は骨格であり、肉付けとなる演算ソフトの警戒値は施設の特性に応じてカスタマイズが可能。
・竣工後の実際の煙濃度（＝環境粉塵濃度）データを元に、よりその施設の特性に合った警戒値にプログラムのブラッシュアップが可能。

汎用性

全世界で生産展開している顧客の世界各国の工場への展開も視野に入れている。
また、2017年の12日間燃え続けた大型物流センターの火災、2019年の沖縄首里城の火災等、一旦燃え始めると消火が困難ケースにも適した「早期火災感知システム」は、大型工場や物流センター、歴史的建造物に限らず、様々な施設、用途の建物へ展開が可能。

「早期火災感知システム」として特許出願中（2019年）

環境・設備デザイン 評価表

□評価項目		□特に重視したデザインの視点	□評価項目に対する設計者のデザイン意図（従前のデザインに比較し、優れている部分、卓越している部分に関して具体的に記述してください。）	□自己評価欄 普通 0	優れている ＋1	卓越している ＋2	小計
A.感性軸（造形） Form	01審美感		早期火災感知器の表示操作盤をオレンジに着色することで、常に注視されやすく配慮した。		○		1
	02調和性		工場内の作業性、メンテナンス性にも配慮した位置に設置した。		○		1
	03独創性	☆	日本国内で「差分演算」を取り込んだ煙感知システムの実用化は初。 「早期火災感知システム」として特許出願中（2019年）			○	2
	04象徴性		本システムの頭脳となる差分演算装置は骨格であり、肉付けとなる演算ソフトの警戒値は施設の特性に応じてカスタマイズが可能。		○		1
	05完成度		周囲環境と調和する完成度の高い煙濃度環境プログラムを採用した		○		1
B.機能軸（技術） Technology	06機能性	☆	「差分演算」「0補正」機能を有することで、市販の高感度煙感知器より早く、確実に火災を感知できる。			○	2
	07効率性	☆	粉塵が舞う工場内でも誤報がない			○	2
	08利便性		メンテナンス性に配慮した配置により、ストレスなく使用することができる。		○		1
	09安全性		人の健康に害する材料及びエネルギーを使用していない。		○		1
	10先導性	☆	早期火災感知器の表示操作盤をオレンジに着色することで、常に注視されやすく配慮した。			○	2

□評価項目		□特に重視したデザインの視点	□評価項目に対する設計者のデザイン意図（従前のデザインに比較し、優れている部分、卓越している部分に関して具体的に記述してください。）	□自己評価欄 普通 0	優れている ＋1	卓越している ＋2	小計
C.社会軸（環境） Environment	11環境負荷		早期に火災を感知・消火することで、消火設備のエネルギー削減が可能。		○		1
	12資源消費		早期に火災を感知・消火することで、火災による損失を大幅に軽減できる。		○		1
	13地域環境性		早期火災感知設備は、振動や騒音を発生させない。	○			0
	14ユニバーサル性	☆	世界各地へグローバル展開可能なシステム及び機器を採用。			○	2
	15先進性		大型化している配送センターや倉庫へ、防火対策強化の展開が可能。		○		1
D.経済軸（LCC） Life Cycle Cost	16イニシャルコスト		感知器部は市販の防災メーカー品を採用することで安価に早期火災感知システムを開発した。		○		1
	17ランニングコスト		早期火災感知システムのセンサー、ファン、表示盤による消費電力は1系統あたり約200～300ｗ程度と省電力。		○		1
	18維持管理		定期的なメンテナンスはフィルター清掃のみで容易。		○		1
	19耐久性	☆	採用する環境に合わせたプログラム調整が出来、時間経過と共によりその環境にフィットさせることが可能。			○	2
	20ＬＣＣ		煙吸入管にはビニールパイプを使用することで高耐久性及びイニシャルコスト低減に配慮した。		○		1

