



発電所外部火災の 早期検知技術に関する検討

原子力安全技術研究所 地震・津波・防災G

杉本 渉



1 | 背景・目的

【背景】

浜岡原子力発電所周辺における外部火災を早期に発見するため、現状、火災覚知モニタ画面を人間系で24時間監視しているが、監視カメラの台数が10台と多く監視の負担が大きい。

【目的】

① 新規カメラで火災を検知し、警報等の注意喚起までを自動で実施できるシステムについて検討する。

② 既存の監視カメラを活用したAI画像解析により、火災を自動判定し、警報により注意喚起するシステムの実現可能性について検討する。



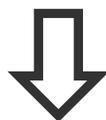
2 | 検証条件

(1) 検証条件

検知する火災の大きさは、既設火災覚知カメラ導入時の検討書より、**「約 1 km離れた場所における火災（約3m×3mの燃焼範囲、火炎の高さ6m程度）」**である。

- ・委託先の事務所近くにある千葉県九十九里浜で検証試験を実施

距離と火災の大きさを1/3で実施



縮尺を1/3

- ① **約300m離れた場所における火炎（約1m×1mの燃焼範囲、火炎の高さ2m程度）の検知（昼、夜）**

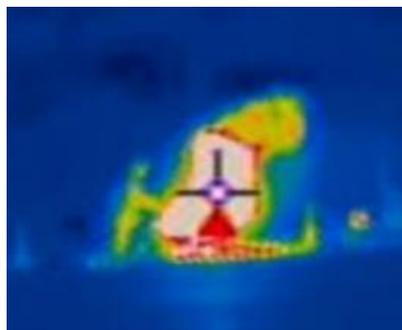
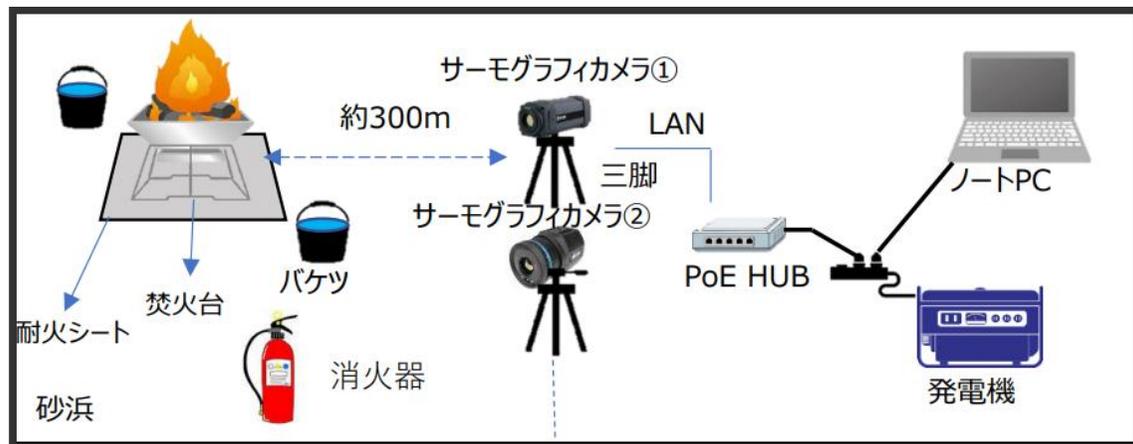
火災が発生する前の、さらなる早期の検知を目指して・・・

- ② 炎が発生していない熱源の検知
- ③ 煙の検知



3 | 火災検知試験状況 (千葉県 九十九里浜)

※火災を模した焚火をサーモグラフィカメラで撮像し、しきい値60℃以上でアラーム発令するよう設定。



4 | 検証結果一覧 (火炎、異常温度、煙)

サーモグラフィカメラ			① 1km先相当の火炎 L=300m (1×1×2m)	② 炎が発生していない熱源の検知	③ 煙
Aタイプ 解像度 320 × 240 画素	①	水平画角 6度	○ 日中、夜間	○ 日中、夜間	× 日中、夜間
	②	水平画角 25度	○ 日中、夜間	○ 日中、夜間	× 日中、夜間
	③	水平画角 45度	○ 日中、夜間	× 日中、夜間	× 日中、夜間
Bタイプ 解像度 640 × 480 画素	④	水平画角 24度	○ 日中、夜間	○ 日中、夜間	× 日中、夜間
	⑤	水平画角 42度	○ 日中、夜間	○ 日中、夜間	× 日中、夜間



・ 火災の検知について、サーモグラフィカメラは有効である。

ただし、誤検知が発生する可能性もある。その要因としては、サーモグラフィカメラの特性上、太陽の反射光（金属表面、水溜り等）や排熱部（煙突、排気口）等が考えられるが、カメラ側でのマスキング設定や、警報を出すしきい値温度の適切な設定等で対応可能であると思われる。



6 | 背景・目的

【背景】

浜岡原子力発電所周辺における火災を早期に発見するため、現状、火災覚知モニタ画面を人間系で24時間監視しているが、監視カメラの台数が10台と多く監視の負担が大きい。

【目的】

① 新規カメラで火災を検知し、警報等の注意喚起までを自動で実施できるシステムについて検討する。

② 既存の監視カメラを活用した AI 画像解析により、火災を自動判定し、警報により注意喚起するシステムの実現可能性について検討する。



(1) 検証条件

検知する火災の大きさは、既設火災覚知カメラ導入時の検討書より、**「約 1 km離れた場所における火災（約3m×3mの燃焼範囲、火炎の高さ6m程度）」**である。

距離と火炎の大きさを1/3で実施



縮尺を1/3

**①約300m離れた場所における火炎
(約1m×1mの燃焼範囲、火炎の高さ2m程度) の検知 (昼、夜)**

火災が発生する前の、さらなる早期の検知を目指して・・・

②煙の検知



○AI画像収集に使用するカメラ； （浜岡設置のカメラと同等品を使用）

- ・可視光カメラ
- ・赤外線サーモカメラ（温度表示機能なし）

○AIに使用するソフト

- ・ディープラーニングソフト「NAIT」



9 AIの検証

実際の火災をどれだけ取りこぼしなく回収できたかの確率

ケース	詳細	画像枚数			再現性	学習時間
		学習用	テスト用	合計		
1	第1回 可視光カメラ	20	8	28	84.63%	46分
2	第1回 サーマルカメラ	20	8	28	69.20%	7分
3	第2回 可視光カメラ	20	8	28	97.44%	2時間4分
4	第2回 サーマルカメラ	20	8	28	65.53%	12分
5	第3回 可視光カメラ	20	8	28	97.53%	2時間4分
6	第3回 サーマルカメラ	20	8	28	59.99%	12分
7	第1回、第2回 可視光カメラ	40	16	56	82.36%	44分
8	第1回、第2回 サーマルカメラ	40	16	56	89.83%	11分
9	第1回、第3回 可視光カメラ	40	16	56	93.62%	1時間58分
10	第1回、第3回 サーマルカメラ	40	16	56	93.60%	17分
11	第2回、第3回 可視光カメラ	40	16	56	92.43%	1時間41分
12	第2回、第3回 サーマルカメラ	40	16	56	88.86%	20分
13	第1回、第2回、第3回 可視光カメラ	60	24	84	92.69%	1時間36分
14	第1回、第2回、第3回 サーマルカメラ	60	24	84	93.56%	17分
15	その他画像（可視光カメラ）	160	64	224	90.84%	2時間56分
16	煙（可視光カメラ）	60	24	84	92.59%	6分

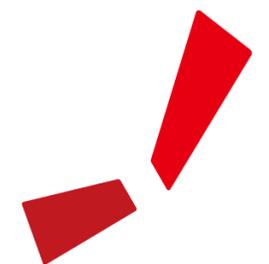
10 検証結果まとめ（A I）

- 今回の試験環境（砂浜）や天候（晴・曇り）においては、可視光カメラ、サーマルカメラのどちらにおいても、実際の火炎(焚火)を火災であると判定するための検知性能は約85～89%と高精度であった。
- 煙に関しては、可視光カメラで煙が視認できれば、93%と高精度で検知可能。（ただし、夜間等、煙が視認できない場合は検知不可）



- 次回の火災覚知カメラ設備更新時の一つの候補として、検討していただく予定





中部電力

