

AI を用いた作業員の安全装備確認システム「T-iSafety Protection」の開発

大成建設(株) 正会員 ○長峰 春夫

大成建設(株) 非会員 西山 恭平

1. はじめに

福島第一原子力発電所の事故で放出された放射性物質を取り扱う工事や放射線の影響を受ける作業では、除染電離則等に基づいた作業員の被ばく防止のための管理が必要となり、ヘルメット等の通常の安全装備に加え、防塵マスクや手袋の着用が必須となる。作業員が着用する安全装備の確認は、入場前の朝礼時に目視で確認しているものの、休憩等で一時的に退出し再入場する際には、安全装備の着用が疎かになる懸念があるため、監視員を別途配置する等の防止対策が必要となる。そこで省力化の観点から、AI を用いた画像処理技術と、現場での警報器を組み合わせた安全装備の確認装置の開発を行い、作業員の被ばくを防止すべく運用を行った。本発表では、開発技術のコンセプト、本技術の運用方法の紹介に加え、運用前後での安全装備着用状況を比較することで、実証試験における本開発技術の教育効果について紹介する。

2. 開発技術のコンセプト

安全装備の確認システム「T-iSafety Protection」を開発する際に考慮したコンセプト（図1）を以下に示す。

- ① 安全装備の着用状況を判定する際は、作業員が立ち止まる必要がない高速な判定とすること。
- ② AI による判定精度が監視員の目視確認に比べて遜色がないように、可能な限り検知精度を高めること。
- ③ 安全装備が不備な場合、リアルタイムに作業員に警告できること。その時の判定状況を事務所 PC 等で可視化・データ化できること。
- ④ ヘルメット、マスク等の複数の検知対象物を、状況に合わせて任意に選定できること。

3. 本開発技術の運用方法と特長

本技術は、画像取得用のカメラと AI 処理用のエッジ PC を設置（図2）し、撮影された画像から作業員が着用する安全装備を特定し、その不備を自動的に検知するものである。

高速に処理できる AI を構築したため、骨格検知で“ヒト”を把握してから物体認識による安全装備の判定までの時間は1秒以内であり、作業員が立ち止まることなく検知が可能となった。不備を検知した場合は、警告灯を点灯すると共に、具体的にどの安全装備の不備があるのかを音声にて警告発報する。現場で警告した発信履歴は、インターネット回線を介してクラウドサーバにアップロードされ、自動で統計解析される。不安全行動の頻度や発生推移をデータベース化・グラフ化することで、警告発報回数の増減の推移がひと目でわかり、対策の有効性の確認が可能となる。さらに、不備を検知した際に保存された画像や動画（図3）を、改善が見られない作業員への適切な指示や安全教育等に活用することができる。

キーワード AI、画像処理、物体認識、放射性物質、内部被ばく、安全装備

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社 原子力本部原子力土木技術部 TEL03-5381-5315

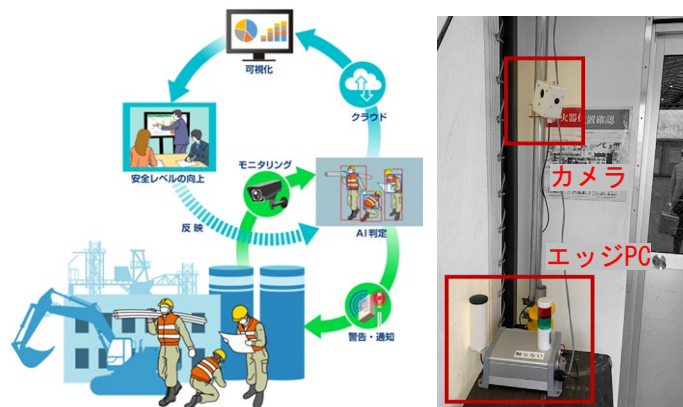


図1 「T-iSafety」の概念図

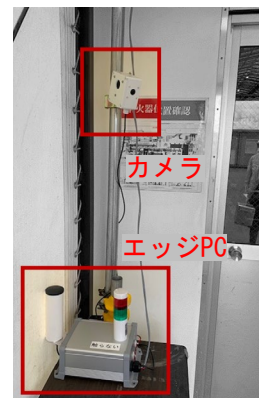


図2 AI カメラ設置



図3 アップロードされた画像とデータの統計解析

4. 実証試験における本開発技術の教育効果

実際の工事現場の入口にカメラを設置して、本技術の実証実験を行った。安全装備の検知対象は、手袋、マスク及び反射ベストとした。

4-1.安全装備の着用状況の把握

AI に学習させるデータを取得する、及び本技術導入前の状況を把握するため、入場箇所付近にカメラとエッジPC を設置し、撮影された画像から安全装備が不備である作業員を目視により見つけ出しカウントした。

4-2.AI カメラ設置による装備の検知

エッジPC に判定基準を教育し、AI を学習させつつ安全装備の検知結果に応じて警告灯を点灯（図4）した。

4-3.教育効果について

本技術を設置する前と後で、安全装備の着用状況を比較（図5）したところ、安全装備の不備の発生割合を約41%低減（14%→8%）できていることが判明した。この低減効果は、「カメラで安全装備の着用状況を監視中」と周知していることに加え、日々の警告発報による教育効果及び施工管理者による安全指導の複合的な要因による効果と考えられる。

また、カメラの下に AI による安全装備の検知状況（図6）を確認できるモニターを設置（図7）したところ、作業員自身が検知されている様子が興味を引き、より教育効果が高まった。

5. まとめと今後の課題

『AI を用いた画像処理技術と警報器を組み合わせた作業員の安全装備の確認』を行う本技術は、開発コンセプト通りの特徴を有し、その教育効果により、作業員の放射線被ばく低減に有効であることがわかった。特に、カメラを様々な複数の場所に長期間設置した場合は、多くの画像を基に検知エラーを逐次学習することで検知精度が上昇する特徴がある。本技術は、一般の建設工事作業所でも導入を行っており、検知精度も日毎に向上している。また、センサと違い画像データを保存して状況把握や教育に利用できること、監視員を常駐させる必要がなくなることも非常に大きな利点となった。現在の技術には、①設置箇所やカメラの画角が変更になるとAIの再調整が必要となる、②複数人が同時に入場してきた場合に死角が発生し同時に検知ができない、③保護メガネや墜落制止用器具（安全帯）等の検知可能な安全装備を増やす等の課題が存在する。今後、作業所のニーズに応じて、これらの課題に対応できる技術開発を行い、工事における作業員の安全確保に寄与したいと考える。

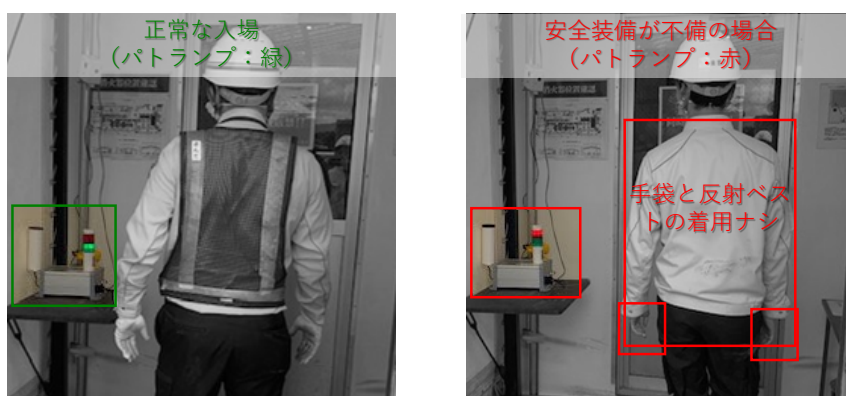
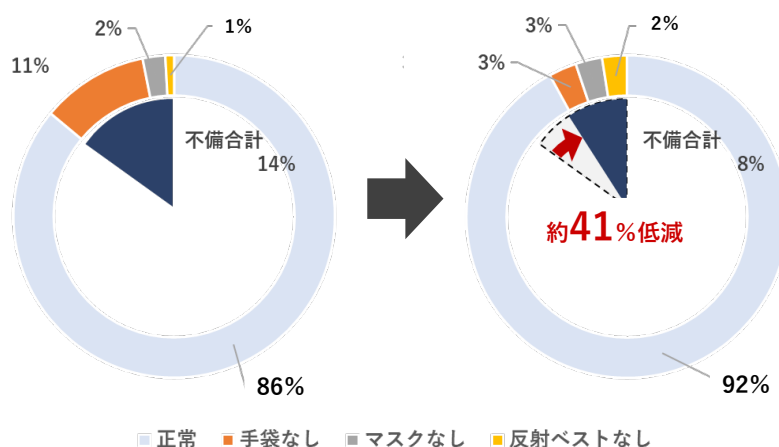


図4 安全装備の検知結果に伴う警告灯の点灯状況



AI カメラ実証前（現状）

AI カメラ実証中

図5 安全装備着用状況の検知数の比較



図6 AIによる安全装備の検知状況



図7 モニター設置状況（歩きながら検知を確認）