

## Techno Scope



最新の耐環境性カメラ。過酷な環境に耐え、災害や気象状況の高解像度な映像をリアルタイムで把握できることから、災害対策用として設置が増えている。

(写真提供：(株)ミカミ)

# 広がるカメラの用途と可能性

最近、街にはたくさんの防犯カメラが設置されている。自動車には車載カメラ、室内では育児や介護用の見守りカメラ、工場では数多くの監視カメラが操業に役立てられ、大災害が頻発するなか、気象状況をリアルタイムで捉えられるライブカメラは重要度が増している。カメラは今、人間の目となって、ありとあらゆる場所に設置され、その用途はますます広がりを見せている。

## あらゆる場所に設置が進むカメラ

以前はプライバシーの観点からカメラの設置に抵抗感を示す人も少なくなかったが、防犯意識の高まりや、自治体による助成等もあって、防犯カメラを設置する商店街や自治会などが増えている。警備会社の調査では多くの人々が近年、カメラが増えたという認識をもっている(図1)。また、相次ぐあおり運転によるトラブルや事故を受けて、ドライブレコーダの出荷台数が大幅に増加している(図2)。

このように社会的な不安感からカメラ設置による犯罪防止や検挙率向上が期待される他に、少子化に伴う労働力不足に対して、カメラによる省力化を期待するニーズも高まっている。例えば製造現場において、監視映像をシステム側が認識してアラートを上げることで、人による確認を省くことができる(詳細は後述)。これには画像解析やAI(Artificial Intelligence, 人工知能)によるディープラーニング(深層学習)の発展が寄与している。

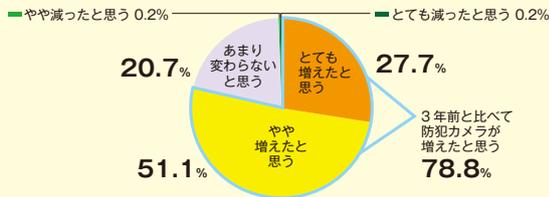
またマーケティングや販促支援として、カメラを利用する取り組みが進んでいる。ある量販店では大量のカメラを店内に設置し、例えば、飲料コーナーでカートを持っている人には買い物かごに設置されたデジタルサイネージに24缶入りのケースを表示したり、買い物カゴを持っている人には比較的軽い6缶パックを表示す

るなど、買い物行動に合わせた情報を提供する。他にも購買履歴から過去に購入した商品のクーポンを提示することもでき、販促支援にカメラが役立てられている(図3)。

さらに近年、頻発する自然災害への対策として、河川の水位カメラや津波観測用カメラ、活火山火口付近のライブカメラ、スキー場の雪崩対策用カメラなどの設置が増えている。災害発生時の初動をできるだけ早く、正確に行うことで被害を最小限に抑えられることから、災害や気象状況の高解像度な映像をリアルタイムで把握できるカメラへの期待は高い。このようなカメラは過酷な環境に曝されるため、防水性能や耐風速性能、耐振動性能等が求められる。従来は風速60 m/sに耐えられることが求められていたが、近年の台風は大型で強いものが増え、それ以上の性能が求められるようになり、最新の耐環境性カメラでは風速90 m/sまで引き上げられている。また災害時は水没しても現場に行けないため同製品は24時間水没しても浸水しないようになっている。また使用温度は従来マイナス5~10℃程度であったが、マイナス25℃を想定して設計されている。近赤外LED投光器が搭載され夜間でも撮影できたり、水平に360°、垂直に±110°スムーズに旋回でき、光学30倍ズームが搭載されるなど、遠隔操作で見たい場所を的確にとらえることが可能になっている(上写真)。筐体の材料は主にアルミ合金や樹脂が使用され

● 防犯カメラに関する意識調査(図1)

3年前と比べて防犯カメラが増えたと思いますか?  
(単数回答、回答者数:411人)



出典: ALSOK第2回防犯カメラに関する意識調査(2018年12月)より

● ドライブレコーダの国内出荷台数(図2)



出典: (一社)電子情報技術産業協会資料より作成

ているが、浄水場などの水中の観察に使用されるカメラは SUS304等のステンレス鋼が使用されている。

カメラの画質については、プラント施設等の監視カメラにも高解像度カメラの需要が高まっている。プラント施設等では、一般に普及しているハイビジョン対応のテレビやモニターが使用されているが、監視カメラはアナログカメラが主流のため、高画質なモニターを使用することで監視カメラの解像度不足が目立ってしまうからである。

ものづくりに活かされるカメラの目

製造現場においてもカメラの活躍の機会は増えている。例えば火力発電所やゴミ焼却炉のような燃焼室を有する高温雰囲気下において、火炎などの直接観察が不可能と考えられていたが、燃焼室内へ直接カメラを挿入し、燃焼室内部の映像をリアルタイムに観察することが可能な高温環境下監視カメラが導入されている(図4)。これまでは、状況把握と予測のために工場のオペレーターにより、監視穴などから定期的に監視されていたが、人の目視のみでは継続性や客観性に劣る問題があった。

JFEスチール(株)東日本製鉄所(千葉地区)で行われた実験では、40個の羽口にカメラを設置し(図5)、高炉の安定操業中にカメラによる画像を収集し、平均輝度を計算した。図6は目詰まりが発生した場合を示しており、色は輝度の大きさを表して

● カメラを利用した販促支援(図3)



店内では数多くのカメラが設置され、買い物行動をチェックしている。



買い物行動に合わせた情報がデジタルサイネージに提示される。

写真提供: (株)トライアルホールディングス

いる。10時~16時に輝度が変わっており、青色が続く部分は目詰まりを起こしていることがわかる。図7の矢印はオペレーターが気づいた時間であるが、これより早く異常が起こっていたことが検出されている。事故を未然に防ぐにはその兆候をできるだけ早く発見する必要があり、カメラによる監視が役立つことが確認されている。

カメラを製品の品質確保のために利用する試みも進んでいる。例えば自動車用部材は、品質保証要求が年々厳しくなっており、人の目視による検査では経験や能力にばらつきがあったり、見逃しも懸念される。そこで主にCCDカメラやレーザーキャナを利用して、外観検査の機械化が進められている。自動車部材は部材ごとに鍛造、鋳造、機械加工など、多様な工法で製造されており、起こりうる不良も多種多様である。そのため部材に合わせた装置や手法

● 高温環境下監視カメラ(図4)

高温環境下へカメラの一部を挿入して監視できる。空冷式モデルがあり、高温環境下での使用が可能となっている。筐体にはステンレス鋼が使用されている。

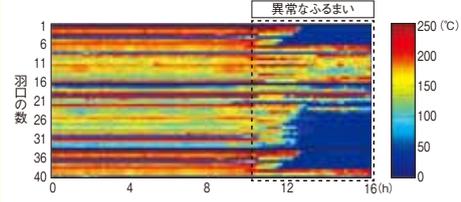


資料提供: (株)ミカミ

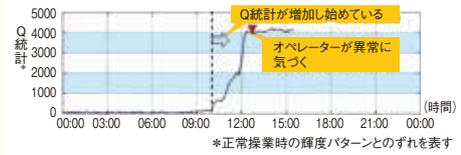
● カメラによる高炉内部の観察



■ 羽口の目詰まりが発生した場合の輝度 (図6)



■ 溶鉄の逆流による羽口の目詰まりが発生した期間のQ統計\*の変化 (図7)



出典: Naoshi Yamahira et al. Proc. of SPIE Vol. 9971 997113

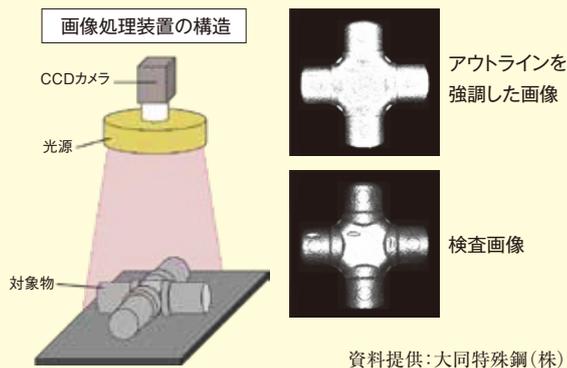
を選択することが重要となっている。一例として大同特殊鋼(株)では、鍛造部材の形状変化に伴う欠陥にはレーザを利用した3次元形状測定が、表面上の欠陥にはCCDカメラで撮影して画像処理を行う方法が適用されている。CCDカメラを利用した方法では、ショットブラストの細かい凹凸が撮影画像のぼらつきにつながるため、視認性に優れた照明を選択したり、また画像処理範囲を決定するために、部材の輝度を飽和させた画像を撮影してその輪郭を求める方法を採用するなどして、適切な照明の選択と画像処理により検査が行われている(図8)。

AIによるディープラーニングでさらに広がるカメラの可能性

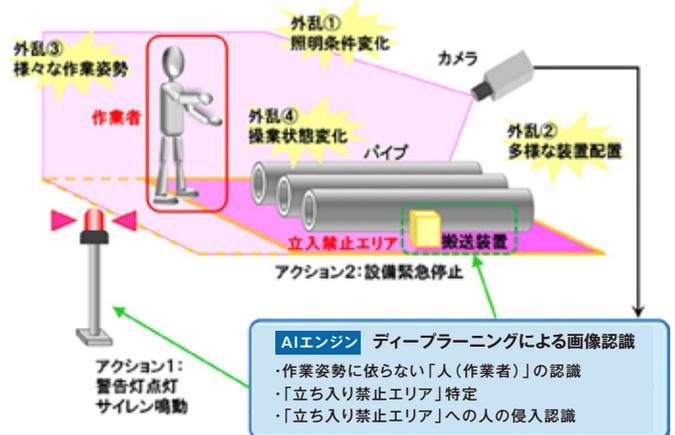
カメラによって撮像された大量の画像をAIによるディープラー

ニングを行うことで、これまで人が行っていた作業が自動化されつつある。近年、製鉄所では作業経験の少ない若手社員が増加しており、安全管理の徹底が重要になっている。これまでは人による監視を行ってきたが、製鉄所の工場内は場所によって照明条件が異なり、多種多様な装置が配置されていることに加え、作業も様々な姿勢で行うため、目視では人物検知そのものが困難であった。そこで、大量の人物画像をカメラで撮像してディープラーニングによって学習させることで、人物検知を実現した。また、条件によって立ち入り禁止エリアが変化する特殊な工場内においても、作業者が立ち入り禁止エリアに進入した場合は警報を発するとともに自動でラインを停止させるシステムを実現している。製鉄所における安全推進に関するAIを活用した画像認識技術の適用はJFEスチール(株)知多製造所の中径シームレス管工場が国内業界では初となり、有効性が確認でき

● CCDカメラを利用した鍛造部材の表面上の欠陥に関する検査 (図8)



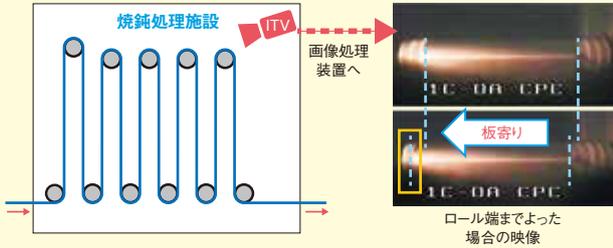
● AI画像認識による安全行動サポート (図9)



資料提供: JFEスチール(株)

● 画像認識にディープラーニングを活用した操業監視

■ 製品の搬送状態の異常の予兆検知 (図10)

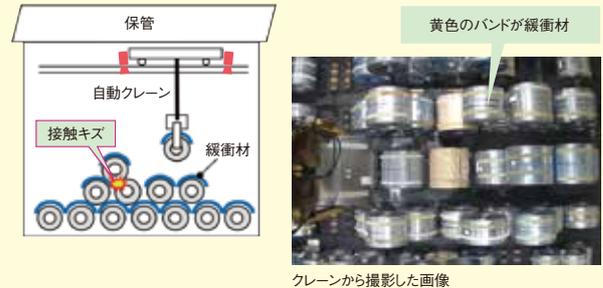


● 予兆検知

通板中の状態を監視し、板寄り発生3~5分前に予兆を検知できる。



■ 鋼板のコイル緩衝材の欠落検知 (図11)



● 撮影された画像

非常にバリエーションが多く判別が難しい



資料提供: 日本製鉄(株)

たことから、他の製鉄所にも展開予定となっている(図9)。

また、カメラによる画像をディープラーニングで認識し、操業監視に活用する取り組みも進んでいる。これまで直接センサーを取り付けることが難しい対象については、人による監視や非接触による計測が試みられてきたが、見逃しや判断のばらつきなどのリスクがあった。日本製鉄(株)九州製鉄所八幡地区の焼鈍処理施設に2018年に導入された新しいシステムは、製品の搬送状態の異常の予兆を自動で検知する。同施設内では板の形状が不均一な場合や操業条件によっては、通板方向に直角な方向への「板寄り」が発生し、最悪の場合、設備に衝突してコイルの破断につながる。これまではカメラ画像を人が監視し、板寄り発生時は通板速度を下げていた。そこで、カメラ画像を毎秒30枚の静止画に分解し、ディープラーニングにより板寄りの発生確率を予測し、予測結果をリアルタイム処理し、現場のモニタに表示する仕組みを開発した。これによって板寄り発生時の3~5分前に予兆を検知できるようになっている(図10)。

また、同社の名古屋製鉄所に導入された鋼板のコイル緩衝材の欠落検知システムも注目されている(図11)。倉庫内ではコイルを段積みして保管するが、クレーンによりコイルを移動させると緩衝材が欠落する場合がある。緩衝材が欠落し、コイル同士が接触すると傷が発生するおそれがある。2015年頃に自動車用鋼板の生産量が増加し段積み保管が増え、トラブルが目立ったことから開発が始まった。クレーンには12台のカメラが設置され、撮影した画像から緩衝材の有無を自動で検知する。しかし梱包したコイルの上におかれる緩衝材の撮影画像は、梱包に透明や

有色のビニルや紙が用いられたり、照明の違いや光の反射の有無等によって、非常に多くのバリエーションがあり、判別が難しい。そこで画像処理にディープラーニングを適用し、画像の特徴抽出と認識のアルゴリズムを構築した。異常状態である緩衝材が無い画像は枚数が少ないため、人工で画像を作成して追加し、検出率を上げていった。開発に半年、実施から調整に約10か月を経て、当初55%であった検出率は85%まで向上している。この他にも同社ではカメラ画像とディープラーニングの組み合わせによって厚板のID識別作業の軽減を図ったり、熱延鋼板の平坦度計測にカメラを活用して、あらゆる形状の鋼板の安定的な計測が実現している。さらには大量のデータの高速解析を実現するプラットフォームを構築しており、ディープラーニングをはじめとした高度技術をいち早く現場に導入するための整備を行っている。

製鉄所内では操業上の煩雑なトラブルが多数存在するが、人が監視してきた作業をカメラに置き換えることで作業の負担が軽減している。「今は「見る」という認識作業の置き換えにとどまっているが、これからは予測や制御、操作まで、省力化や自動化を図る技術が導入されていくだろう」と関係者は予測する。製造現場へのカメラの導入は近年積極的に進められているが、カメラで撮影された画像や動画の活用は今後、画像認識技術の進歩とともに本格化し、製品の品質向上や製造現場の安全性向上、操業安定化などに大きく貢献していくことが期待される。

- 取材協力 (株)ミカミ、日本製鉄(株)、JFEスチール(株)、大同特殊鋼(株)
- 文 藤井 美穂