

車両検知システムと遠隔監視 Web 動画カメラの開発 カーデル・カークルとジオスコープ

蜂谷 洋祐

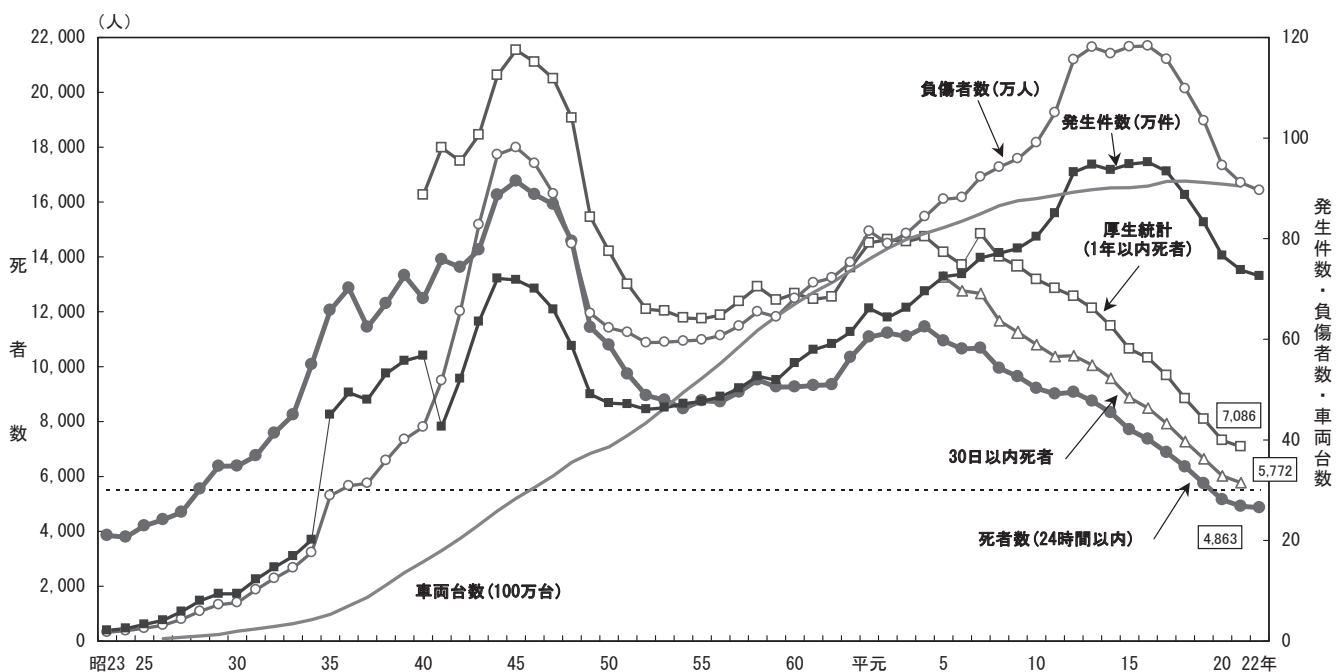
建設業は労働災害による死亡者数が依然として業種別最多となっており、事故原因の1割以上が交通事故となっているが、死角の多い建設工事現場付近での交通事故を未然に防ぐため、赤外線センサーを活用した車両検知システム「カーデル（以下「本出場車両警告システム」という）・カークル（以下「本往來物警告システム」という）」を開発し、市場導入した。また、建設業の経営環境は、公共事業予算の削減が続く中で、工事品質の維持・向上を図りながらコストの削減を進めなければならないという難しい舵取りを迫られる状況にあるが、遠隔監視 Web 動画カメラ「ジオスコープ（以下「本遠隔監視 Web 動画カメラ」という）」は、工程管理や安全対策のほか、コスト削減目的でも導入されている。本文にて、それぞれ詳細を紹介する。

キーワード：交通事故、赤外線センサー、ソーラーパネル、遠隔監視、工程管理、安全対策、コスト削減

1. はじめに

警察庁交通局の発表¹⁾によると、平成22年中の交通事故による死者数は4,863人で平成13年から10年連続の減少となり、昭和45年のピーク時16,765人と

比較して3割以下と着実に減少傾向にある（図-1¹⁾）。しかしながら、交通事故死者数の減少率は平成13年以降の10年間で最少の-1.0%にとどまっている。交通事故死者数の減少要因として、発表では「シートベルト着用者率の向上」、「事故直前の車両速度の低



注1 昭和34年までは、軽微な被害事故（8日未満の負傷、2万円以下の物的損害）は含まない。

注2 昭和40年までの件数は、物損事故を含む。

注3 昭和46年以前は、沖縄県を含まない。

注4 厚生統計は、厚生労働省統計資料「人口動態統計」による当該年に死亡した者のうち原原因が交通事故の死者数である。なお、平成6年までは自動車事故とされた者の数を、平成7年からは交通事故とされた者から道路上の交通事故ではないと判断される者を除いた数を計上。

図-1 交通事故発生件数・死者数・負傷者数の推移（昭和23年～平成22年）

下」,「悪質・危険性の高い事故の減少」,「歩行者の法令遵守」と運転手や歩行者らに関する要因を取り上げているが、究極的には交通環境の面において、事故の危険性があらかじめ察知できる整備を進め、事故そのものを未然に防げるようにすることが、事故防止対策として最大の課題であることは自明である。

一方で、厚生労働省労働基準局の発表²⁾によると、平成22年の労働災害による死亡者数は1,195人で、平成11年以来11年ぶりに増加に転じ、表一¹⁾のように、このうち建設業が最大の365人と依然として高い比率を構成している。建設業の死亡労働災害のうち、交通事故の占める人数は40人で、構成比は1割強だが、

表一 業種、事故の型別死亡災害発生状況(平成22年及び平成21年)

単位：人

事故 業種	墜落・転落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	はさまれ巻き込まれ	切れ・こすれ	踏抜き	おぼれ	高温・低温物との接触 うち熱中症	有害物との接触	感電	爆発	破裂	火災	交通事故(道路)	交通事故(その他)	動作の反動無理な動作	その他	分類不能	合計	
																							H22年
全産業	311	33	5	63	67	73	171	8	2	23	53	47	20	13	5	3	5	278	12	0	46	4	1195
	289	28	9	57	67	74	150	4	0	33	10	8	20	14	9	1	18	238	9	0	36	9	1075
製造業	40	6	0	14	14	13	68	1	0	3	12	9	5	6	2	0	0	18	0	0	8	1	211
	32	5	1	16	5	10	65	1	0	3	2	1	14	4	8	0	2	15	0	0	2	1	186
鉱業	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
	7	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
建設業	159	11	1	20	27	19	35	3	2	5	19	17	9	6	2	1	4	39	1	0	1	1	365
	147	9	3	21	41	26	40	1	0	10	5	5	2	8	0	1	8	39	5	0	3	2	371
交通運輸業	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	6	0	3	0	22
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	0	0	4	1	12
陸上貨物運送事業	12	3	1	11	6	7	12	0	0	0	2	2	2	0	0	1	0	88	0	0	9	0	154
	15	4	0	9	5	5	5	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	66	1	0	7	2	122
港湾荷役業	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	5	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
林業	12	1	1	6	11	19	2	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	59
	13	2	0	8	3	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	43
その他	84	10	2	12	8	13	50	1	0	15	19	18	4	1	1	1	1	121	5	0	24	2	374
	70	8	5	3	12	19	33	2	0	18	2	1	3	2	0	0	8	112	3	0	19	3	322

H22年
前年

業種欄「その他」の内訳

単位：人

事故 業種	墜落・転落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	はさまれ巻き込まれ	切れ・こすれ	踏抜き	おぼれ	高温・低温物との接触 うち熱中症	有害物との接触	感電	爆発	破裂	火災	交通事故(道路)	交通事故(その他)	動作の反動無理な動作	その他	分類不能	合計	
																							H22年
畜産・水産	4	1	0	0	0	1	6	0	0	7	1	1	0	0	0	1	2	4	0	1	0	28	
	2	1	1	0	2	1	2	0	0	4	0	0	0	1	0	0	2	2	0	1	0	19	
商業	23	3	0	1	2	1	13	0	0	0	3	3	2	1	0	1	0	60	0	0	7	1	118
	21	3	1	0	6	3	8	0	0	2	0	0	2	0	1	0	4	57	1	0	6	1	115
金融・広告	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	8
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	5
通信	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	6
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	6
接客・娯楽	10	1	1	1	4	1	3	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	30
	8	0	0	1	1	2	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	4	1	30
清掃・と畜	24	1	0	6	0	2	14	1	0	1	2	2	2	0	0	0	0	9	0	0	0	0	62
	16	1	0	1	2	4	14	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	1	0	45
農業	6	1	1	2	0	2	3	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	26
	5	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	13
警備業	1	1	0	0	1	3	7	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	14	0	0	2	0	31
	7	0	0	0	1	4	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	32
上記以外(教育研究 保健衛生等)	13	2	0	2	1	3	3	0	0	3	4	3	0	0	1	0	0	21	1	0	10	1	65
	9	2	3	0	1	4	2	1	0	9	1	0	1	0	0	0	1	18	0	0	5	0	57

H22年
前年

事故種別では墜落・転落に次いで多く、各企業や業界団体が主催する安全大会においても、交通事故対策が重点課題として取り上げられることが少なくない。

こうした背景もさることながら、仮囲いで覆われることが一般的な建設工事現場において、車両出入り口付近は死角が多く交通事故の危険性を多くはらんでいる実情にも対処すべく、人手によらず運転手や歩行者に車両の接近を通知し、事故の危険性を察知させる仕組みとして、現場付近を往来する一般車両や歩行者に対して工事用車両の出場を知らせる本出場車両警告システム（写真—1）と、現場を出場しようとする工事用車両の運転手に対して付近を往来する一般車両や歩行者の存在を知らせる本往来物警告システム（写真—2）の開発に至った。2章でその仕組みや特徴、活用事例を紹介する。

また、コスト削減が業界全体の大きなテーマの1つとなっている建設業において、従来の質の維持・向上を図りながら機械化を推進することは有効な選択肢として取り上げられるが、その点で、建設工事現場の遠



写真—1 本出場車両警告システム外観



写真—2 本往来物警告システム外観



写真—3 本遠隔監視 Web 動画カメラ外観

隔監視に対するニーズが、近年の遠隔監視カメラ市場の拡大とともに高まっている。そうした背景を受け、2008年にはソーラーパネル付きの無線遠隔監視カメラ「ミルモット（以下「静止画監視カメラ」という）」が市場導入されて好評を得ており、国土交通省の新技术情報提供システム（NETIS）においては設計比較対象技術にも認定されている³⁾。しかし、静止画監視カメラは静止画のみの遠隔監視技術であることから、動画にも対応した建設工事現場向け遠隔監視カメラの要望に応じるべく、無線通信の本遠隔監視 Web 動画カメラ（写真—3）を開発した。3章でその仕組みや特徴、活用事例を紹介する。

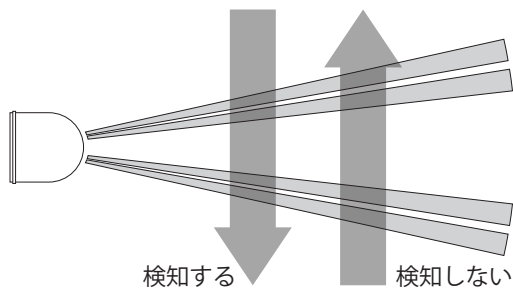
2. 本出場車両警告システム・本往来物警告システムの概要

以下に車両検知システムの概要を示す。

(1) 本出場車両警告システムの仕組み・特徴

赤外線の変化を検知することで信号を発信する仕組みという意味では、本出場車両警告システムも本往来物警告システムも同じだが、本出場車両警告システムは車両や人体から放出される遠赤外線（熱線）を捕捉するパッシブインフラレッド方式のセンサーで構成され、センサー自体は赤外線を照射していないという点で、後述する本往来物警告システムとの違いがある。

本出場車両警告システムは1台のセンサー内左右2方向に赤外線検知エリアを備え、左右の検知時間の差からセンサー前を横切る車両や人体の移動方向を判断することができる。この機能により、建設工事現場を出場する車両に対しては警報信号を発信し、逆に現場へ入場する車両に対しては信号を発しないという使い分けが可能となる（図—2）。



図一2 出場車両に対してのみ警報信号を発する

信号は無電圧接点により出力され、付属のブザー付き回転灯を作動させることで、周囲に車両の接近を通知できる。接点出力はブザー付き回転灯の取り付け位置や導入コストに応じて、特定小電力無線タイプもしくは有線タイプを選択できる。

また、車両の接近をより具体的に通知するため、オプション機能としてLED電光表示板と組み合わせるカスタマイズにも対応している。表示メッセージは要望に応じて個別対応もできる。

1つ注意点を挙げるならば、工所用車両の出場を周知するという目的においては、センサーの特性上、車両のみならず人体にも反応してしまうことを考慮し、車両以外はセンサー前（おおむね6m以内）を横切らないようにするという運用上の工夫が必要となる。

話を戻すが、機器の電源供給はセンサー、回転灯ともにソーラー独立電源システムにより行う。つまり本出場車両警告システムはセンサー、回転灯、そしてそれぞれに電源供給するソーラー独立電源システム2台が基本構成となっている。工事関係者しか立ち入らない仮囲い内に設置する前提に立てば、いたずらや盗難の可能性も低いことから、センサーはオプションの三脚に取り付けて仮置きするだけでも使用できる。こうした構成要件により、大掛かりな配線工事を必要とせ

ず、数分程度の短時間で簡単に設置できる点や、多くの現場環境に設置できる柔軟性も、同程度の機能を備えた既存類似品には見られない当製品の付加価値となっており、コストの削減にもつながる。

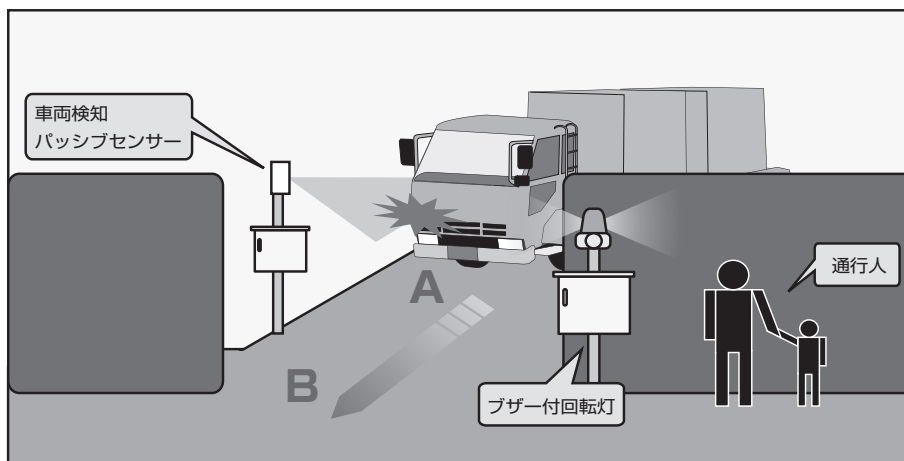
(2) 本出場車両警告システムの活用事例

本出場車両警告システムはその特性から、建設工事現場においては工所用車両出入り口の保安・安全用としての活用事例が多い。建設工事現場の多くは無用な立ち入りを防ぎ安全を確保する目的で仮囲いによって周囲を覆われているが、それがかえって死角となり、工所用車両出入り口付近を往来する一般車両や歩行者には危険が伴われる。従来は誘導員を配置し、現場を出場する工所用車両を先導して安全を確保しているが、創意工夫を加味して、付近を通行する一般車両や歩行者に向けて、現場を出場しようとする工所用車両が迫っていることを本出場車両警告システムで通知し、さらなる安全対策を図る（図一3）という目的での導入が進んでいる。

また、山岳部の工事等で、見通しの極めて悪い歪曲した狭隘な工所用道路において、車両の待避所近辺に本出場車両警告システムを設置することで、片側交互通行の円滑さの向上を図る目的での利用もできる。後述するが、姉妹製品の本往来物警告システムを使えば、より交通実態に即した離合管理も実現できる。その他、近隣の小学校等の協力を得て、児童の飛び出しが懸念される校門前等に本出場車両警告システムを設置し、工所用車両に対して注意を促す狙いで導入されることもある。

(3) 本往来物警告システムの仕組み・特徴

本出場車両警告システムの姉妹製品である本往来物警告システムは、近赤外線ビーム遮断方式（反射型）



図一3 本出場車両警告システムの活用事例

のセンサーで、赤外線照射器を備えたセンサーと専用反射板の対を2対、ブザー付き回転灯、そしてセンサー用、回転灯用のソーラー独立電源システム2台が主な構成となる。

車両や人体によって、センサーが照射する赤外線の反射経路が遮断されることで検知信号を出力する仕組みであるため、センサーと専用反射板は道路の両脇に正対させて設置する。ただし、1対だけでは移動体の進行方向を検知できないほか、鳥や舞い散る枯れ葉等にも反応してしまう可能性が高まるため、2対を付属の方向検知装置に連結して利用することを前提としている。これにより、誤作動の可能性を減らし、方向検知機能も付加される。

検知信号は無電圧接点出力により、特定小電力無線を介してブザー付き回転灯に伝達される。本出場車両警告システムと同様、オプション機能としてLED電光表示板と組み合わせるカスタマイズにも対応している。表示メッセージは要望に応じて個別対応もできる。

電源供給はソーラー独立電源システムを用い、センサー2台と方向検知装置に1台、ブザー付き回転灯に1台を割り当てる。本出場車両警告システム同様、大掛かりな配線工事が不要のため、設置に要する手間やコストを縮減でき、多様な環境に応じて設置することができる。

(4) 本往来物警告システムの活用事例

本往来物警告システムの特徴として、2対のセンサーを設置する間隔（連動ケーブル長の関係上、最大8m程度）によって、各センサーが反応する時差を移動体のスピードから調整できるという点で、ある程度高速に移動するものも検知できることから、本出場車両警告システムとは対照的に、これから現場を出場し

ようとする工事用車両の運転手に向けて、建設工事現場付近を往来する一般車両や歩行者が工事用車両出入り口付近に迫っていることを通知する（図-4）目的で導入されることが多い。

なお、詳細な仕様は割愛するが、本往来物警告システムが方向検知する条件は、方向検知装置の設定によって、片方のセンサーが反応してから何秒以内にもう一方のセンサーが反応するかを調整することで決定される。仮にそれを2秒以内と設定した上で、センサー連動ケーブルをカスタマイズし、28m間隔でセンサーを設置すれば、時速およそ50km以上の移動体のみを検知するといったことも不可能ではない（ $28 \times 60 \times 60 \div 1,000 \div 2 \div 50$ ）。ただし、2台のセンサー前を2秒以内で横切るという条件さえ整えば反応するため、異なる移動体がそれぞれのセンサー前を2秒以内に横切るといった場合でも検知されてしまう。スピード検知という目的に沿うならば、結果的にそれは誤作動となるため、通常の利用環境においてはスピード検知目的では使用せず、方向検知目的に限って1m程度の間隔でセンサーを設置する。本往来物警告システムでスピード検知するならば、設置場所は誤作動の要因がおおむね取り除かれている単線の自動車専用道路等に限られる。

また、本往来物警告システムでは(2)節で触れた離合管理を実現することもできる。その場合、最低でも待避所の数だけ本往来物警告システムのセットを用意し、それぞれが連動するように設定しなおした上で信号機とも接続する必要があるなど、大掛かりなカスタマイズが不可欠ではあるが、タイマー式の信号機と比べれば、より交通実態に即した離合管理が可能となる。

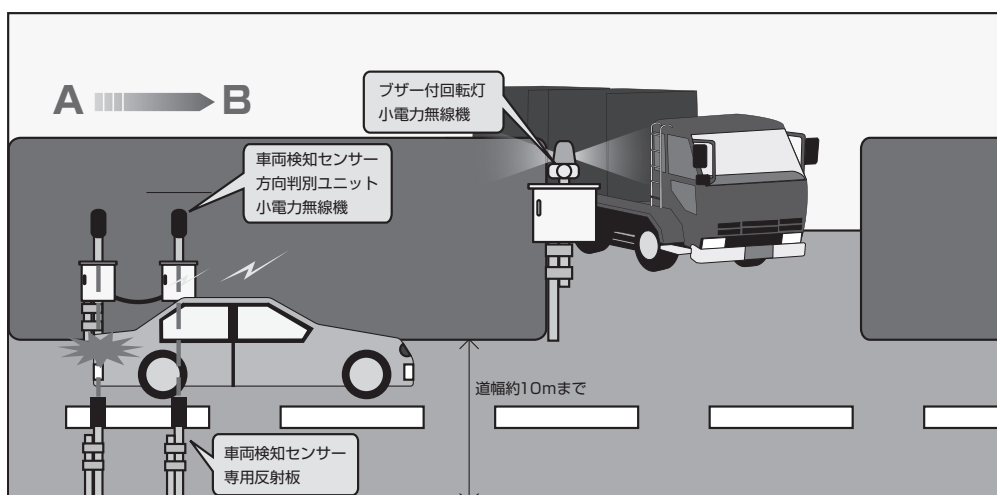


図-4 本往来物警告システムの活用事例

3. 本遠隔監視 Web 動画カメラの概要

以下に遠隔監視 Web 動画カメラの概要を示す。

(1) 本遠隔監視 Web 動画カメラの特徴

建設工事現場に動画対応の定点カメラを導入する場合、最低でも風雨に耐える屋外対応仕様であることが必須だが、映像をリアルタイムに遠方から確認するとすると、さらにカメラがインターネットの通信回線と接続されていることが不可欠となる。本遠隔監視 Web 動画カメラの開発時、市場にはすでに無線 LAN 対応の屋外型遠隔監視カメラが多数存在したが、一般に無線 LAN の電波が到達できる距離は好条件でも 100 m 程度⁴⁾であるため、実際に導入できる現場は限られていた。

1 章でも触れたように、市場にはすでに静止画対応の建設現場向け遠隔監視カメラが存在したが、その最大の特徴は携帯電話通信網を活用して、電波のサービスエリア内であれば基本的にどこからでもインターネット接続できる点にあった。本遠隔監視 Web 動画カメラはこの静止画監視カメラの特徴を引き継いだ動画対応カメラという点で、これまで限定的だった「建設工事現場における遠隔リアルタイム動画監視」という市場の拡大を可能にしたといえる。

ただし、静止画の定時撮影に比べて、動画撮影は消費電力がはるかに大きく、静止画監視カメラのような現実的なサイズのソーラーパネルと一体型とするには給電能力が物足りないことから、本遠隔監視 Web 動画カメラは商用電源による電力供給を前提としている。仮に大容量のソーラー独立電源システムを採用した場合でも、大人 1 人で持ち運べる程度のサイズのものであれば、大まかに見積もって給電能力は 3 日程度となる。

その他の機能に目を向けると、1 つには動体検知による静止画保存とメール通知機能が特徴的である。曜日や時間帯を指定して、通常は現場に人がいないときにこの機能を設定すれば、不審者等の侵入監視にも活用できる。また、音声相互通信機能を搭載しているため、例えば現場事務所にモニターとカメラを設置し、本遠隔監視 Web 動画カメラのリアルタイム映像を見ながら、カメラの前の作業員に対して口頭で指示したり、作業員の発言に応じるといったこともできる。この機能は通信回線速度の影響を受けやすいため、WiMAX 環境等の整った、高速無線通信が可能な現場での導入がより効果的である。

動画は基本的にライブストリーミングで常時録画し

ていないが、あらかじめカメラに SD カードを挿入しておくことで、録画画質と SD カード容量に応じた時間分の録画対応もできる。また、静止画の定時撮影に対応しており、クラウドサーバー上の本遠隔監視 Web 動画カメラ専用ページ内に撮影画像を保存できる。画像はいつでも遡って確認できるほか、手元のパソコン等に一括ダウンロードできるため、工程管理にも利用できる。確認ページはデザインの変更もでき、現場の様子を対外的に公表したい場合などに、利用者の要望に応じて企業ロゴを表示させるなどして、当該企業の Web サイトと見栄えを統一させるといったことも可能である。

(2) 本遠隔監視 Web 動画カメラの活用事例

前述のとおり、本遠隔監視 Web 動画カメラは主に現地の様子を確認（写真—4）したり、工程管理用の記録写真を撮影（写真—5）したりするのに利用されるが、以下のような用途でも導入が進んでいる。

(a) 水位等の遠隔監視とそれに伴う資機材管理

水位計と併用されることも多いが、本遠隔監視



写真—4 本遠隔監視 Web 動画カメラで現地の様子を確認



写真—5 工程管理用の記録写真を撮影

Web 動画カメラを水位標の見える位置に設置し、目視でも水位の変化を確認する目的で利用される。同時に水の濁り具合も目視確認できる。水位の上昇に伴い、資機材の水没が懸念される状況も遠隔監視できるため、早期対応により非常事態を未然に防止することができる。

(b) 積載量の目視確認

本遠隔監視 Web 動画カメラをあらかじめトラックの荷台が見える高さに設置し、動体検知機能を利用して、トラックが通過した瞬間を撮影する。撮影された静止画を分析し、トラックが過積載していないかどうかを確認・記録できる。

(c) 交通規制材等の稼働状況確認

交通規制のための保安設備が暴風などにより転倒していないかどうか、またいたずらや盗難に遭っていないかどうかといったことや、仮設信号等が正常に稼働しているかどうかといったことを遠隔監視する。動画の保存機能を活用することで、万一交通規制中の現場で事故が発生した場合には、保安設備の転倒や仮設信号の動作不良等が事故原因となっていないかどうかを記録映像から確認することもできる。

(d) 離島や山岳部等の現場の気象状況確認

建設作業時以外の滞在が難しい離島や山岳部といった場所が建設工事現場となっている場合、あらかじめ現場付近に本遠隔監視 Web 動画カメラを設置しておくことで、現場まで行けるかどうか、作業を進めることができるかどうかを事前に判断し、移動等に伴うコストの無駄を省ける。

4. おわりに

先に断っておくが、以下は筆者なりに世情を注意深く鑑みた考察でありながらも、多分に私見が混在していることをあらかじめご了承ください。

本稿では車両検知システム「カーデル・カークル」と、遠隔監視 Web 動画カメラ「ジオスコープ」について、その開発経緯と概要等について簡単に述べたが、建設工事の中心的な部分のみならず、それに付随する安全対策や工程管理といった部分にも機械化の概念を持ち込むことで、安全性や工事品質の向上、またコスト削減の推進等に一定の効果をもたらすことが可能である点を推察していただけたらと思う。

近年、WiMAX や LTE といった高速無線通信技術の発達やハードウェアの高機能化、さらにはクラウド

コンピューティングによる情報処理システムの高度化などに伴い、M2M (Machine to Machine) と呼ばれる機器間通信による機械の自動制御に関連した市場が急速に発展してきている。M2M 関連市場は現在、黎明期から普及期に移行しつつあるが、黎明期においては、既存のセンサーや自動制御の対象となる機器に通信機能を付加し、従来遠隔制御という概念の乏しかった機器に付加価値を与えることが市場を席巻する王道となっている。カーデル・カークルは言ってみればブザー付き回転灯にセンサー機能を持たせただけのシステムだが、それにより工事車両の誘導にさらなる安全性をもたらすという付加価値が加わり、大方好評を得ている。ジオスコープも、通信配線の難しかった場所をリアルタイムで遠隔監視できるという点が大きな魅力として受け入れられている。技術に明るく目の肥えた人からの評価の中には、これらを「昔からあるものを単純に組み合わせただけ」と、あまり価値を見出せないといった意見もあるが、その真意は視線がすでに普及期以降に向けられているということだと捉えている。既存の機器を M2M 化するという市場は今後も拡大すると筆者は見ているが、来たる普及期においては、M2M 機能が標準搭載された機器が時代の寵児となろう。しかし、それも部品に分解すれば既存の M2M 関連機器と大差はなく、評価の本質は一体化した際のデザイン性や付加価値の内容にあると分析できる。いち早く建設 M2M 市場に参入したメーカーのはしくれとして、今後ともこれまで以上に優れた製品を市場に送り出し、お客様の利益向上や、その先にある社会資本整備の推進に貢献できるよう、たゆまぬ努力を続けていく所存である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 平成 22 年中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取締り状況について (警察庁), 2010 年 1 月
- 2) 平成 22 年における死亡災害・重大災害発生状況等について (厚生労働省), 2010 年 5 月
- 3) NETIS ウェブページ (http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Search/NtDetail.asp?REG_NO=HK-090002)
- 4) IEEE ウェブページ (<http://www.ieee.org/>)

【筆者紹介】

蜂谷 洋祐 (はちや ようすけ)
エコモット(株)
営業企画課
課長

