

# 防犯用デジタルレコーダーへの 全方位監視機能搭載



株式会社 熊平製作所 製品開発部 映像グループ

茶之原 大輔

### はじめに

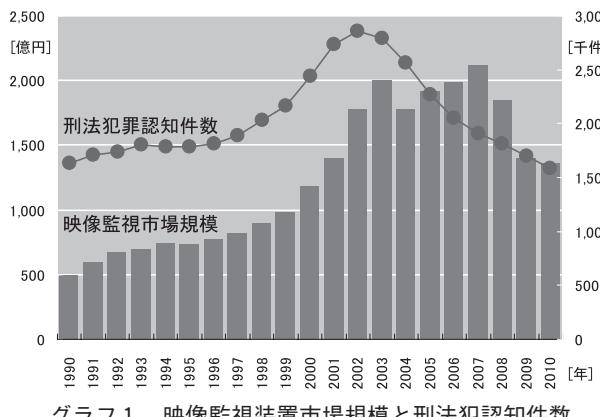
防犯用デジタルレコーダー（以下、デジタルレコーダー）はタイムラプスビデオの代替として、2000年前後から販売が始まった。録画画像の鮮明さとランダムアクセスによる瞬時検索が多くのユーザーに受け入れられ、発売からわずか10年ほどで市場を席巻して現在に至っている。

その間、デジタルレコーダーの主な機能(function)は「監視する」「録画する」「再生する」の三つであった。タイムラプスビデオと比較して性能(performance)は格段に向上しているものの、機能自体はほぼ同じ状態が続いていた。近年、メーカー各社はデジタルレコーダーに「第4の機能」の追加をめざし、顔認証などの様々な機能を搭載し始めている。

本稿では、弊社が「第4の機能」と位置づけて開発を進めた「全方位監視機能」について、開発コンセプトや技術動向、運用例などを紹介する。

### デジタルレコーダー設置の効果

日本防犯設備協会提供の映像監視装置市場規模と法務省提供の刑法犯認知件数を時系列にグラフ化す



グラフ1 映像監視装置市場規模と刑法犯認知件数

ると、映像監視装置の市場規模が大きくなるにつれて刑法犯の認知件数が減少していることがわかる。

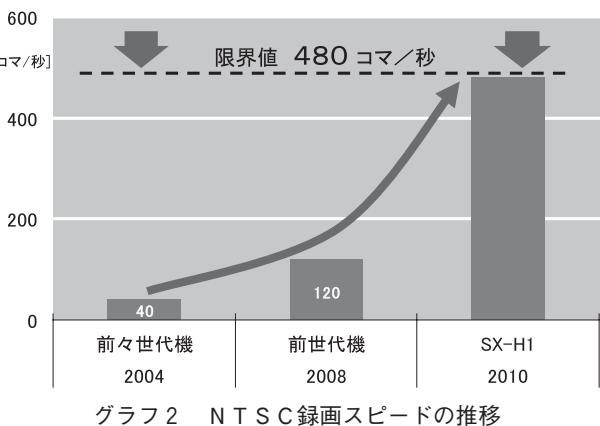
刑法犯の認知件数減少は、官民一体となった犯罪総合抑止対策の効果が大きいと思われる。そのなかで、映像監視装置メーカー各社もR B S S認定機種などの防犯性能の高い装置を開発し、犯罪総合抑止対策をサポートしている。メーカー各社はさらに防犯性能を高めた装置を開発して装置の新規設置や入替設置を推進し、さらなる安心・安全な社会作りを目指している。

### デジタルレコーダーの機能

デジタルレコーダーは、「監視する」「録画する」「再生する」の三つの機能を持っているが、実は昨今の技術発展により、これら機能は実質的な限界を迎えるつつある。

たとえば「録画する」性能について考えてみる。1台のN T S Cカメラが出力する画像は30フレーム／秒である。よって、16台のN T S Cカメラでは合計で480フレーム／秒となる。

弊社の最新モデルである「H.264ハイブリッドデジタル監視レコーダー ランガードS X-H1」（以



グラフ2 N T S C録画スピードの推移

下、ランガードSX）は、NTSCカメラを16台接続して最大480コマ／秒の録画が可能である。既に限界に達しているため、これ以上の向上はできない。

このように、デジタルレコーダーの性能を数値的に向上させることによって、防犯性能の向上を図るのは事実上難しくなってきている。そこで、弊社を含めたメーカー各社はデジタルレコーダーの防犯性能を飛躍的に向上させる「第4の機能」の搭載を摸索しつづけている状態である。

### 全方位監視の開発コンセプト

クマヒラグループは明治31年の創業以来、セキュリティの原点である「金庫」を中心にセキュリティ製品を提供しており、そのビジネススタイルは創業115年目にあたる現在も引き継がれている。映像監視装置においても1972年にスタートした「フィルム式防犯カメラSC-1」に始まり、最新モデルの「ランガードSX」まで、全国の金融機関様へ多数納入させていただいている。

フィルム式防犯カメラは、銀行強盗に代表される主に金融店舗の外側から来る脅威を抑制するための製品であった。フィルム式防犯カメラ発売から40年、金融店舗での防犯ニーズも変化した。デジタルレコーダーへのニーズは、金融店舗の外側からの脅威を抑制するだけではなく店舗の内側で発生する業務上トラブルの抑止、さらに窓口トラブルの解消にまで広がってきてている。これらの新たなニーズに対応するためには、金融店舗のロビーだけでなくバックオフィスや金庫室までも死角なく録画しなければならない。



図1 金融店舗での防犯ニーズ

死角なく録画するためには防犯カメラの設置台数を増やすのが最も簡単な方法であるが、カメラ台数の増加はカメラ本体分のコストアップを招くだけでなく録画容量の増加に直結する。録画に使用する記憶媒体（ハードディスク）の台数が増えることによって、さらにコストアップとなる。また、これらに比例してメンテナンスコストも増加する。最終的な導入コストは雪ダルマ式に増加し、結果として費用対効果が低いシステムとなる。

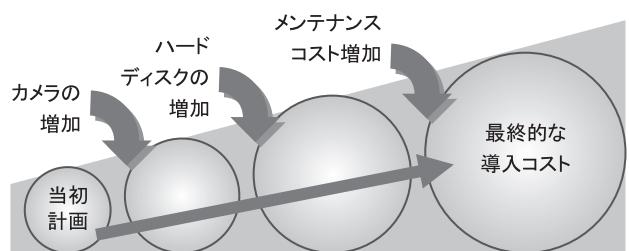


図2 コストアップのイメージ

弊社ではこれらの問題を一挙に解決する機能を「第4の機能」と位置付け、「少ないカメラ台数で広い範囲の監視が可能な機能」＝「全方位監視」という開発コンセプトが生まれた。さまざまな実現方法を検討した結果、魚眼レンズとメガピクセルネットワークカメラを利用した全方位監視可能なデジタルレコーダーを開発するに至った。

### 全方位監視の方式

全方位監視とは、監視カメラを設置した場所の周囲を360度ぐるりと見回すことのできる監視方法のことである。広い意味で言えばPTZカメラなども全方位監視に含まれるが、本稿では防犯用として有効なワンショット方式のうち、代表的なものとして次の三つの方式を紹介する。

表1 全方位監視の方式

方式	概要	メリット	デメリット
①マルチカメラ方式	複数カメラの画像を合成	全空間で均一な解像度が期待できる	・カメラが特殊 ・システム導入コストが高い
②曲面ミラー方式	曲面ミラーに反射した画像を画像補正	一般的なカメラを使用可	・死角があり ・設置場所が限定される
③魚眼レンズ方式	魚眼レンズで撮影した画像を画像補正	一般的なカメラを使用可	・レンズが高価 ・周辺解像度が低下

### ①マルチカメラ方式

マルチカメラ方式の全方位監視は、1台に複数の撮像素子とレンズを備える特殊なカメラを使用して撮影を行う。全空間で均一な解像度が期待できるが、特殊なカメラが必要なためシステム導入コストは高くなる。マルチカメラ方式は、GoogleのStreet View<sup>(※1)</sup>などの防犯目的以外の用途で広く使用されている。



図3 Point Grey Research Ladybug3  
(国内総代理店(株)ビュープラス)

### ②曲面ミラー方式

曲面ミラー方式の全方位監視は、曲面ミラーに反射した画像を撮影する。一般的なカメラが利用でき、安価に全方位監視を実現できる。テレビ会議や民生用途のパノラマ撮影など、今後の用途拡大が期待される方式である。しかし、曲面ミラー方式は必ず死角があるため、監視用途で使用すると設置場所が限られるなどのデメリットがある。



図4 (株)映蔵 SOIOS 55 CAM

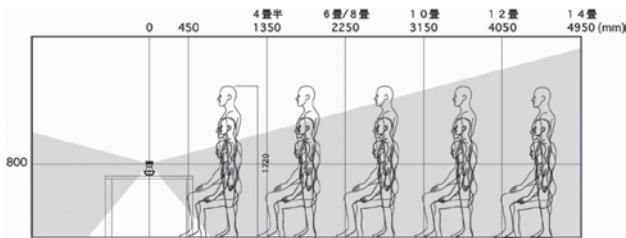


図5 曲面ミラー方式の撮影範囲 (株)映蔵ご提供

### ③魚眼レンズ方式

弊社が採用した魚眼レンズ方式の全方位監視は、レンズが比較的高価ではあるものの、一般的な監視カメラが利用できるなどのメリットがある。

魚眼レンズはR.W.Woodが1911年に出版した書籍“Physical Optics”<sup>(※2)</sup>で名付けたもので、Woodは「魚が水面から上を見る場合、空全体を有限球として捉える」ことからこの名前をつけたといわれている。また、イギリスBeck社が1924年に発売したもののが最初の魚眼レンズといわれている。

魚眼レンズで撮影した画像（以下、魚眼画像）は、仮想球面モデルを使用して画像補正する。図6に示す仮想球面モデル上の任意の点で接する平面をスクリーンに見立て、そのスクリーンに魚眼画像を投影することで、我々が通常見ている平面の画像を得ることができる。

具体的には、図6に示すように、魚眼画像撮影面をXY平面とし、魚眼レンズの中心軸をZ軸にとる。このXYZ座標系の原点Oに視点を置き、視線の中心を我々が通常見ている平面画像が投影される平面スクリーンの中央点Qと考える。この中央点Qに接するUV平面に投影される画像を得ることができれば、魚眼画像を画像補正して正しく表示できる（魚眼画像の補正に必要な計算式については本稿の趣旨とはなるため、画像処理専門書にゆだねることとする）。

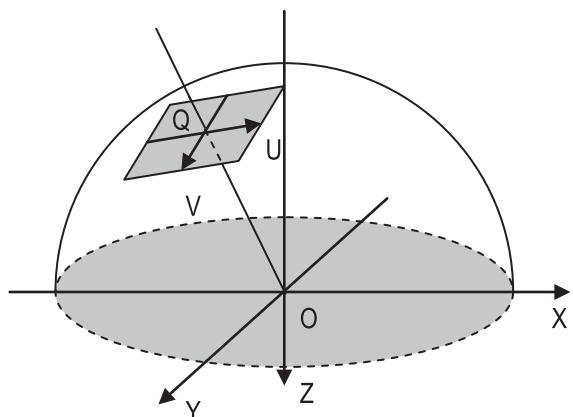


図6 魚眼画像補正のイメージ

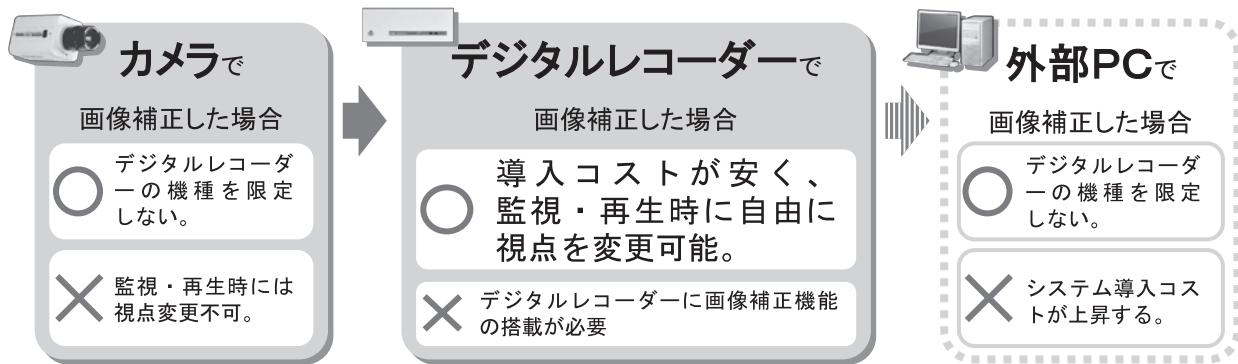


図7 画像補正を行う機器と特徴

### 全方位監視システムの構成

画像補正を行う機器という切り口で全方位監視システムを大別すると、図7の三つの方式が考えられる。

#### ①カメラで画像補正

カメラで画像補正する場合、出力される画像が既に画像補正されているため、デジタルレコーダーの機種を限定しないで全方位監視システムを構築できる。また、録画画像も画像補正済みのため、デジタルレコーダーの操作画面で補正された画像を表示できる。しかし、デジタルレコーダーの操作者が画像補正する視点を変更したい場合、カメラに対して視点を再設定しなければならない。当然、録画画像を再生するときには視点変更できない。

#### ②外部PCで画像補正

外部PCに専用の画像処理ソフトウェアをインストールして画像補正する場合、デジタルレコーダーは魚眼画像を通常の画像と同じように録画するだけであるため、デジタルレコーダーの機種を限定しないで全方位監視システムを構築できる。外部PC上の画像処理ソフトウェアで補正された画像を表示でき、画像補正する視点を任意に変更できる。しかし、デジタルレコーダーの操作画面では魚眼画像がそのまま表示され、外部PCと画像処理ソフトウェア分の導入コストの上昇が見込まれる。

#### ③デジタルレコーダーで画像補正

デジタルレコーダーで画像補正する場合、導入コストを増加させることなくデジタルレコーダーの操作画面から、自由な視点で監視・再生ができる。

このように全方位監視システムの方式の中で最も合理的かつコストメリットの出せるシステムは、「③デジタルレコーダーで画像補正」を行う方式であるといえる。

### 全方位監視対応ランガードSX

これらを踏まえて開発したランガードSXは、デジタルレコーダー内部に魚眼画像の画像補正機能を搭載している。魚眼レンズを搭載したメガピクセルネットワークカメラを接続して魚眼画像をH.264方式でハードディスクに記録し、デジタルレコーダー本体でマウスを使って自由に視点を変更しながら監視・再生が可能である。メガピクセルネットワークカメラ1台で従来のNTSCカメラ数台分の撮影範囲をシームレスに録画できる。さらに、カメラ設置部直下ではメガピクセルの高精細で録画可能である。

表2 ランガードSX 主要緒元

カメラ接続台数	
NTSCカメラ	16台
メガピクセルネットワークカメラ	16台
うち全方位カメラとして使用	8台
うちRBSSチャンネル	4台
うちRBSS高画素チャンネル	4台
総カメラ接続台数	合計で32台
録画スピード	
NTSCカメラ	480 [コマ/秒]
メガピクセルネットワークカメラ	128 <sup>(※3)</sup> [コマ/秒]
総録画スピード	608 <sup>(※3)</sup> [コマ/秒]



図8 ランガードSX 姿図

## 実際の全方位監視

それでは、実際にメガピクセルネットワークカメラに魚眼レンズを搭載して撮影した魚眼画像と画像補正の結果を紹介する。

SONY製メガピクセルネットワークカメラ「SNC-CH240」と弊社製ランガードSXを接続し、Quad-VGAにて14m×10mの室内を録画した魚眼画像が図9-1である。

画面左中央部の男性に視点を合わせ、画像処理を行った結果が図9-2である。人相、ネクタイの柄、襟章の有無まで判断できる。

また、同様に画面右端の受付に座る女性に視点をあわせ、画像処理を行った結果が図9-3である。

カメラ設置部分から距離が遠く、レンズの周辺で撮影しているために色収差が目立ち始めているものの、受付台上の物品の有無程度なら確認できる。

図9-4では人相の判断は付かないが、行動は判断できる程度の画質が得られている。

次に鉛直真下の録画性能を確認するため、ITE高精細度解像度チャートを同様に撮影した画像が図10-1である。この魚眼画像を画像補正し、拡大したものが図10-2である。チャート自体が魚眼レンズを想定して設計されていないため若干の誤差を含むと考えられるが、鉛直真下では画像補正後でも1200本程度の解像度が得られている。



図9-1 撮影された魚眼画像

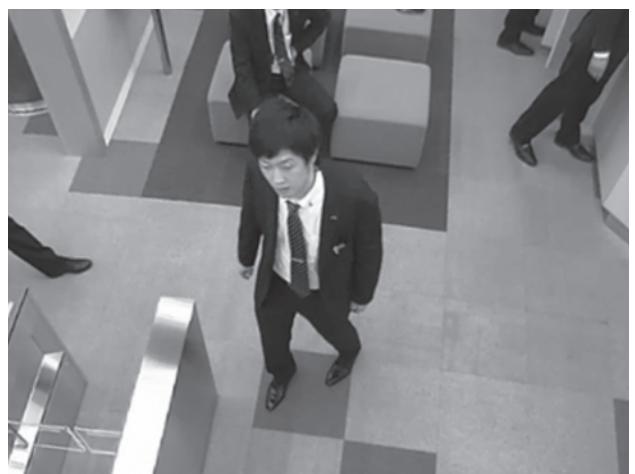


図9-2 補正画像1



図9-3 補正画像2



図9-4 補正画像3

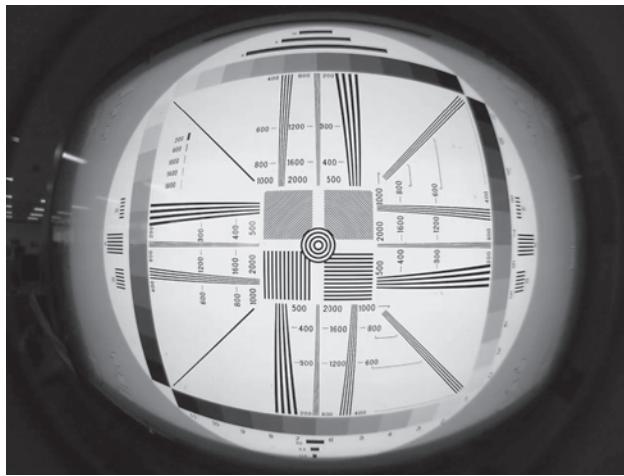


図10-1 ITE高精細度解像度チャート

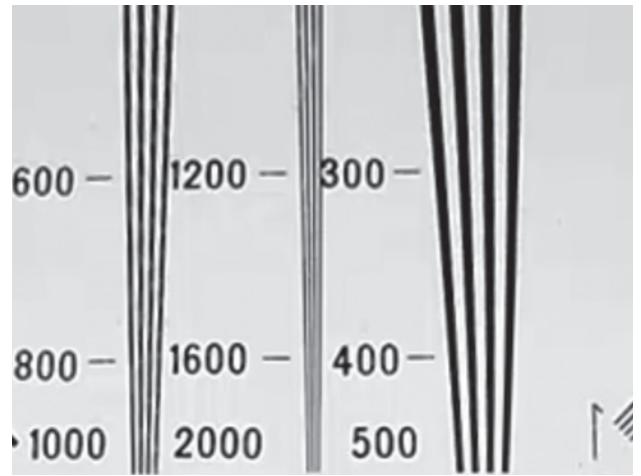


図10-2 拡大図

### 全方位監視対応ランガードSXの運用例

弊社のデジタルレコーダーを数多くご採用いただいている金融機関様をモデルとし、図11のようなハイカウンター3席／ローカウンター2席程度の中規模金融店舗にNTSCカメラが10台前後導入されている場合の運用例を紹介する。

弊社では、色収差が気にならない範囲の有効画角をH方向160度程度／V方向130度程度としている。例としてレンズ面を床面から3mの高さにメガピクセルネットワークカメラを鉛直下向きに設置した場合、およそ6m×15mの範囲を撮影範囲としてご利用いただくようお勧めしている。

想定した店舗の場合、新たに3台のメガピクセルネットワークカメラをカウンターラインやオープン出納機の上部に図11のように設置する。そのうえで既存のNTSCカメラでメガピクセルネットワークカメラと重複する画角のものは撤去するため、カウンターラインとロビーを監視していた5～6台のNTSCカメラは撤去可能と見込まれる。残ったNTSCカメラとメガピクセルネットワークカメラをランガードSXで録画すれば、金銭や伝票のやりとりをメガピクセルネットワークカメラで高精細に録画しつつ、店舗全体の状況をもシームレスに監視・録画できるシステムをローコストで実現できる。

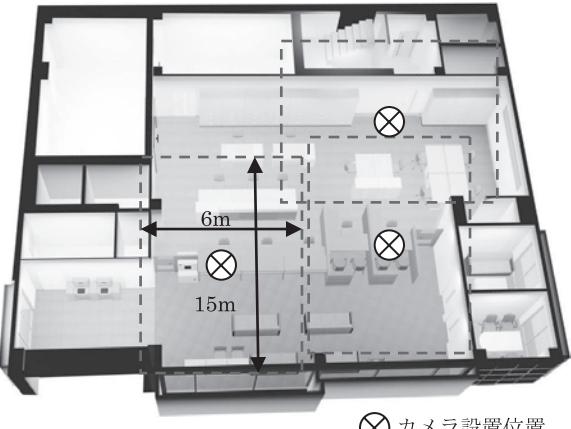


図11 金融店舗（中規模）における設置例

### おわりに

全方位監視機能は、新しく発生する脅威に対応するため変化・拡大してゆくユーザーの要望にこたえつつ導入コストダウンを実現する、デジタルレコーダーの「第4の機能」といえる。弊社は今後も全方位監視機能をベースとした防犯に役立つ機能を拡充し、安心・安全な社会作りをサポートする。

(※1) 「Street View」は米国Google inc.の商標または登録商標です。

(※2) 出展: R. W. Wood, 'Physical Optics', page 67. Macmillan, New York, 1911

(※3) ネットワークカメラの録画スピードはネットワーク環境に依存して変動する可能性があります。