

4Kカメラシステムの調査研究報告書

平成29年(2017年) 5月

公益社団法人 日本防犯設備協会

映像セキュリティ委員会

● はじめに

防犯カメラシステムの目としてカメラに求められるのは、「いかなる環境下でも、高精細な画像を撮影したい」という要求であり、様々な技術革新によってカメラの性能が向上してきた。環境においては暗い場所や極端に照度差があるような場面を撮影するために最低被写体照度は改善され、2シャッターワーク方式やマルチサンプリング方式など様々なワイドダイナミックレンジ機能が提案してきた。

高精細な画像という意味では、防犯カメラが従来のNTSC方式からデジタル方式に移行するにつれて年々高解像度化が進み、平成27年(2015年)国内でも4K解像度(3840×2160)をもつカメラが各社より発売された。8Kや4Kなど映像の高解像度化は放送や映像制作の分野で先行しているが、複数のカメラを同時にライブ閲覧し、さらに常時録画が求められる防犯カメラシステムに適用するには考慮しなければならない点が数多く存在する。

映像セキュリティ委員会では、高解像度4Kカメラを防犯セキュリティシステムに導入するにあたり、その市場性や用途、レンズに求められる精度、高精細映像を扱う上での技術的課題について調査研究を行なったので、その内容をここに報告する。

本報告書について

本報告書は、平成27~28年度(2015~2016年度)映像セキュリティ委員会の調査研究テーマ「4Kカメラシステム」をまとめたものである。

以下の3部から構成され、各部はそれぞれ映像セキュリティ委員会メンバーからなるWG(ワーキンググループ)にて調査・まとめを行った。

第1部 4Kカメラシステムの市場と用途 (WG1) ... 4

第2部 4Kカメラシステムのレンズ調査 (WG2) ... 21

第3部 4Kカメラシステムの技術課題 (WG3) ... 36

第1部：4Kカメラシステムの市場と用途

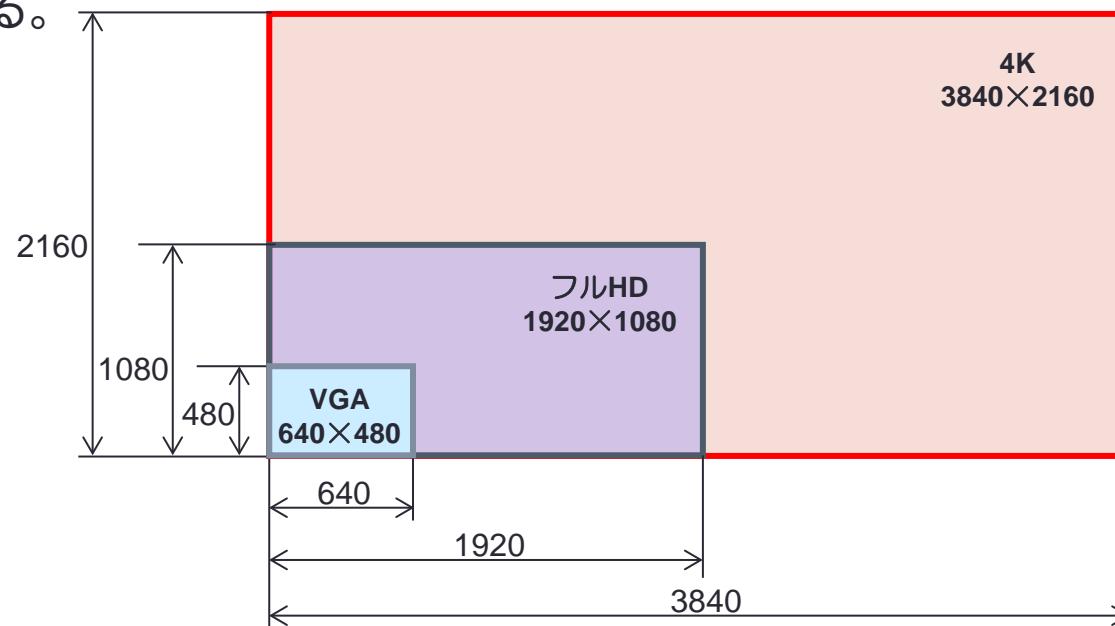
1. 4Kカメラの市場	
1-1 4Kカメラの定義(4Kとはなにか？)	…6
1-2 4Kカメラを取り巻く環境	…7
1-3 4Kカメラの市場規模	…8
1-4 4Kカメラの想定市場	…9
2. 4Kカメラシステムのメリット/デメリット	
2-1 映像監視における4Kカメラシステムのメリット/デメリット	…10
3. システム構成	
3-1 4Kカメラのシステム構成	…12
3-2 国内4K製品例	…14
4. 事例	
4-1 4Kカメラシステムの導入事例	…16
5. 海外事情と将来展望	
5-1 4Kカメラシステムの海外事情	…19
5-2 4Kカメラシステムの将来展望	…20

1. 4Kカメラの市場

1-1 4Kカメラの定義(4Kとはなにか?)

平成23年(2011年)テレビ方式が従来のNTSC方式から、より高精細なHD方式に切り替わったように、再びさらに高精細な4K方式の映像が普及を始めている。放送の世界では平成32年(2020年)東京オリンピックを見据えて、8K方式が提唱され試験放送が開始された。

そのような中、防犯カメラにもこの4K技術が展開され、フルHDの4倍の解像度をもつ4K映像(3840×2160)が実用化され、平成27年(2015年)から各社より4K防犯カメラの市場導入が開始されている。広範囲を高精細で撮影することが可能になり、ただ高画質なだけではなく全体の画角からの部分切り出しやメカレスのデジタルPTZなど、防犯用途ならではの様々な可能性が提案されている。



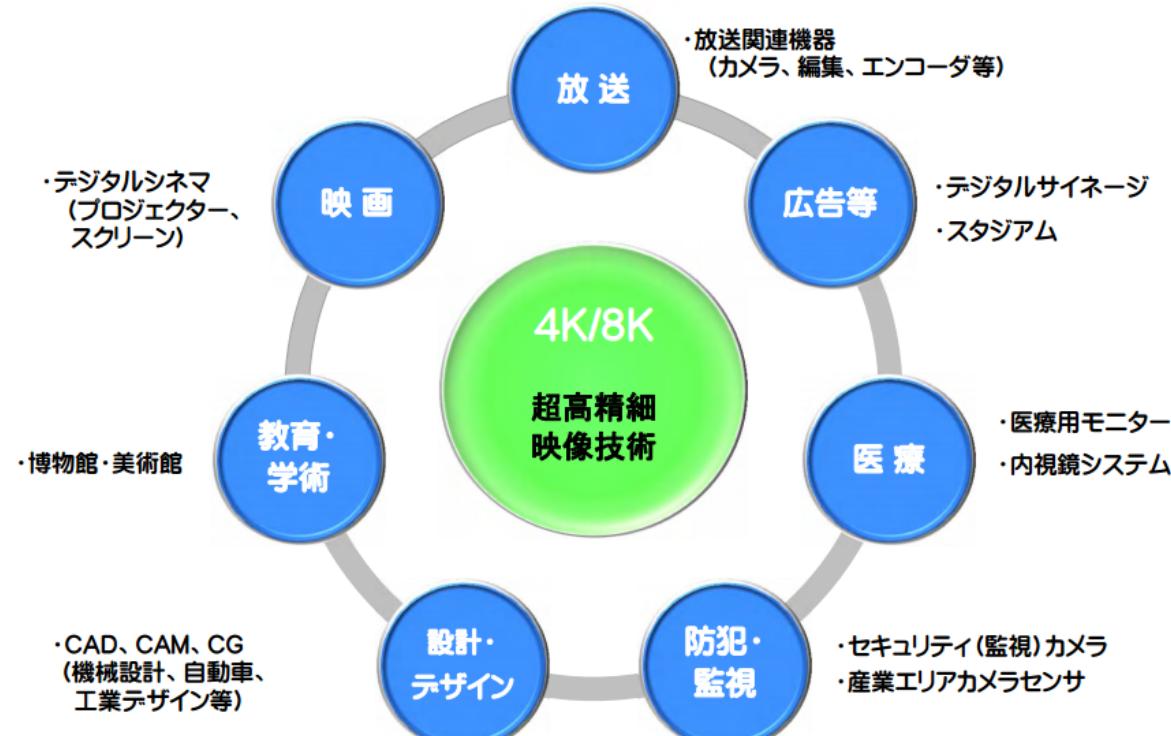
1-2 4Kカメラを取り巻く環境

日本国内では放送・医療・広告・工業用など他分野での4Kカメラ普及に伴い、防犯カメラ分野も比例して普及が進むと考えられる。

出典：総務省「4K・8Kの推進に関する現状について」

※【参考】超高精細映像技術(4K・8K)の活用可能性 http://www.soumu.go.jp/main_content/000276941.pdf

- 4K・8Kの超高精細映像技術は、放送分野のみならず、医療、設計・デザイン、設計等、産業用途(BtoB)も含めた幅広い分野への波及が予測。



1-3 4Kカメラの市場規模

4Kカメラの市場は立ち上がったばかりであり、平成28年(2016年)現在の市場規模はまだまだ小さく国内では11億円程度である。

しかしながら、東京オリンピックなどの官公需に後押しされ、市場は毎年1.5倍～2倍近いスピードで急速に成長、平成32年(2020年)には約50億円程度の市場を形成すると予想される。

一方、世界に目を転じると平成28年(2016年)現在の市場規模は百数十億円程度であるが、その成長性は非常に高く、平成32年(2020年)には平成28年(2016年)の約30倍、全世界あわせ5000億円以上の市場となることが予想されている。

国内4Kカメラ市場規模(株式会社テクノ・システム・リサーチによる)

単位:百万円

	2015 (実績)	2016	2017	2018	2019	2020
1Mピクセル未満	1,736	780	380	0	0	0
1.3Mピクセル	20,584	24,050	18,350	14,970	8,020	3,760
2Mピクセル	4,403	6,130	14,630	22,600	36,470	37,200
3Mピクセル	1,118	1,050	1,040	1,050	1,050	1,060
5Mピクセル	784	1,020	1,590	2,590	2,620	2,650
4K/8K	652	1,100	1,680	2,860	5,230	4,720
合計	29,277	34,130	37,670	44,070	53,390	49,390

※レンズ/レコーダ等は含まない。

1-4 4Kカメラの想定市場

市場		イメージ	ポイント
インフラ	空港、港湾、鉄道等 社会インフラ設備		<ul style="list-style-type: none"> テロ対策強化。(不法侵入防止) 不特定多数が出入する重要拠点の防犯対策。
流通	大規模物流センター、商業店舗		<ul style="list-style-type: none"> 天井高→4Kが有効に使える可能性がある。 カメラ台数減により、トータルコストの削減。
工場	工場・設備監視 計測器表示のメモリ、数値、 画像監視		<ul style="list-style-type: none"> 4Kの高精細が求められる。 部分拡大しても高精細。
イベント	スポーツ大会、屋外イベント、 コンサートの警備		<ul style="list-style-type: none"> 屋外大規模イベントの警備用途。 (2020年東京オリンピックへ展開) SDカードへのエッジ記録。 画像解析との連動
アミューズメント	顔認証との連動 死角のない常時録画		<ul style="list-style-type: none"> 高画質へのさらなる要求に応える。 必要な部分を切り出し(デジタルPTZ)。 再生時にデジタルPTZを有効に活用。 (メカ式PTZではできない提案)

2. 4Kカメラシステムのメリット/デメリット

2-1 映像監視における4Kカメラシステムのメリット/デメリット(1)

■ メリット

- ① 画像が鮮明で認識しやすい
- ② 広範囲を高精細で監視ができるためカメラ台数を減らせる
- ③ 高精細なため画像処理の認識精度が向上

■ デメリット

- ① データ容量が大きくネットワークと記録の負荷が増える
- ② 感度確保のため撮像素子のサイズが大きくなり、カメラ自体が大型化
- ③ 高精細なため歪などレンズ選択に注意が必要

広範囲画像の比較



VGA画像 (640 × 480)



フルHD画像 (1920 × 1080)



4K画像 (3840 × 2160)

2-1 映像監視における4Kカメラシステムのメリット/デメリット(2)

拡大画像の鮮明さ比較



フルHD画像(1920×1080)

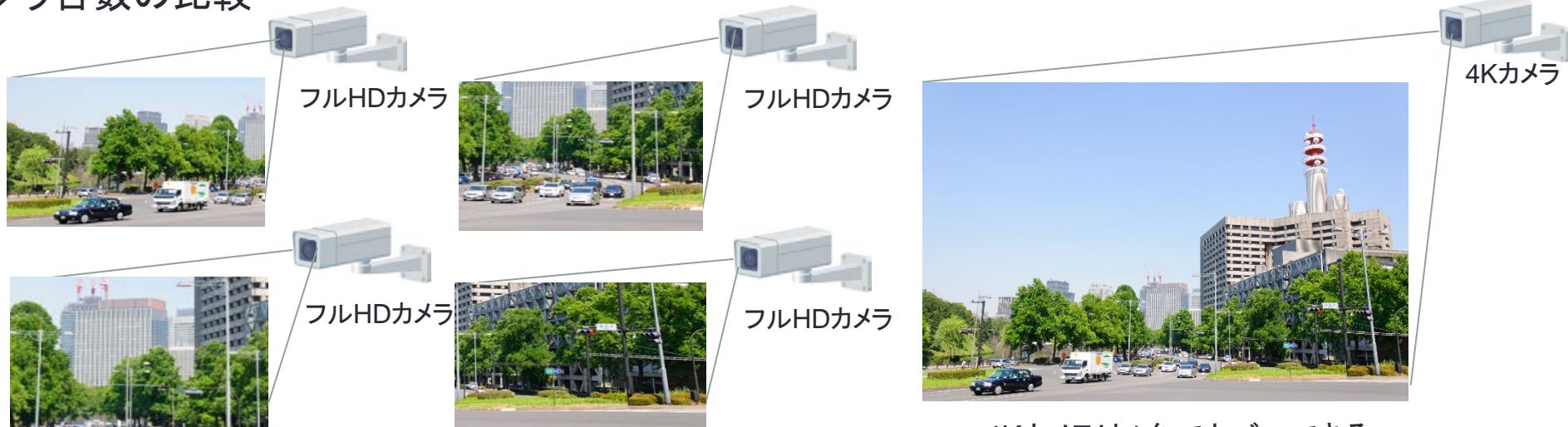


(公社)日本防犯設備協会
「防犯映像システム評価用チャート」を使用し撮影



4K画像(3840×2160)

カメラ台数の比較

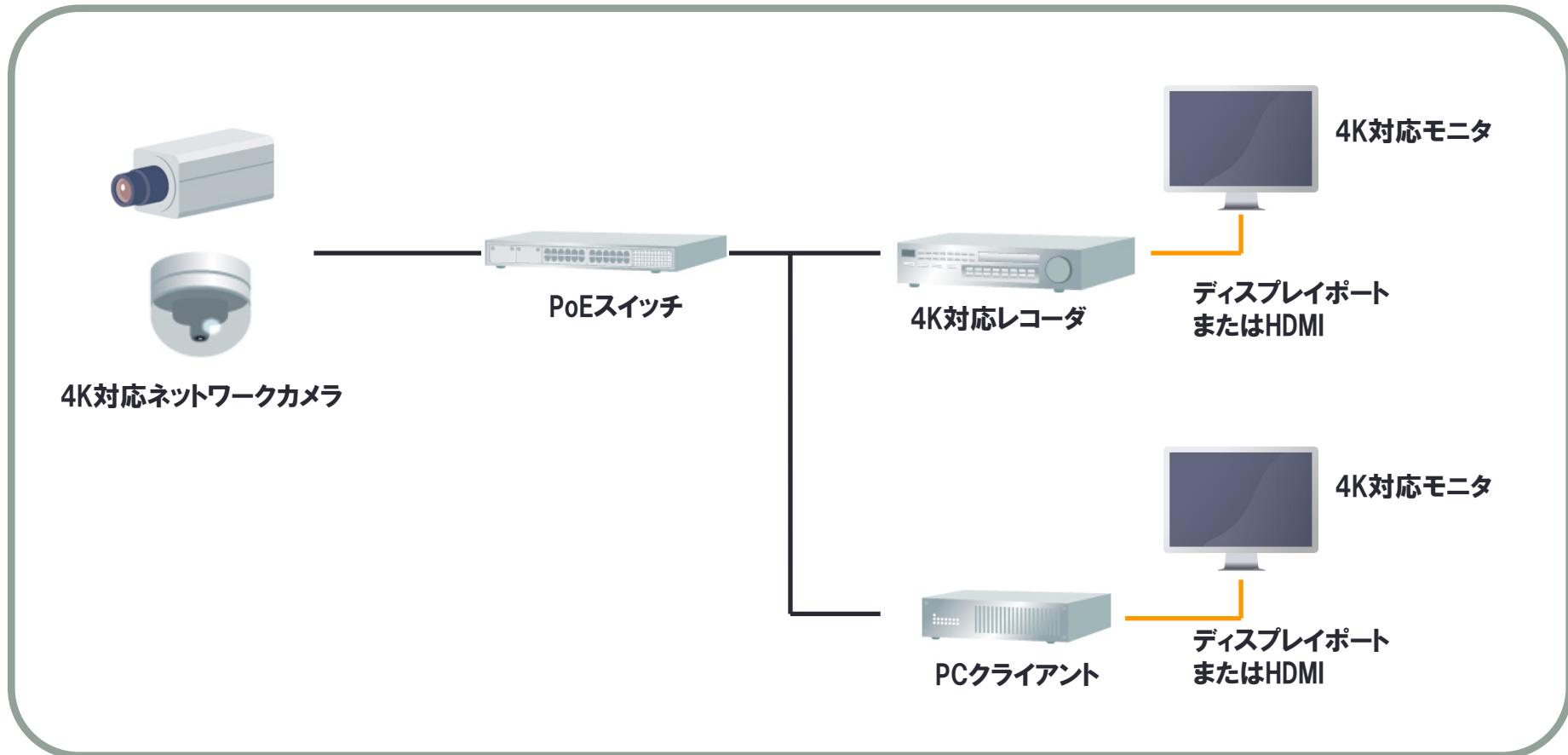


フルHDカメラでも複数台必要になる

4Kカメラは1台でカバーできる

3. システム構成

3-1 4Kカメラのシステム構成(1) : システム構成例



3-1 4Kカメラのシステム構成(2) : 主な構成要素

- ・4K対応ネットワークカメラ

4K解像度(3840×2160 ピクセル)での映像出力が可能なネットワークカメラ。

形状はボックス型、ドーム型などさまざま。

電源はPoE (IEEE802.3af) 対応のものが主流である。



- ・4K対応レコーダ

4K解像度での映像記録が可能なレコーダ。ただし、ローカルモニタのモニタ出力はフルHD解像度(1920×1080 ピクセル)までしか対応しないものが多く、そのような機種で4K解像度の映像を全画面表示するためには4K解像度でのモニタ出力ができるPCクライアントを使用する必要がある。



- ・4K対応モニタ

4K解像度での映像表示が可能なモニタ。4K対応のPCモニタ、家庭用テレビなども使用可能。4K映像を出力する場合はディスプレイポートまたはHDMIケーブルで接続される場合が多い。なお、HDMIケーブルについてはバージョン1.4以上のものでないと4K解像度には対応していないので注意が必要。

3-2 国内4K製品例(1) : カメラ

平成28年(2016年)10月現在

メーカー	JVCケンウッド	Panasonic	ソニー		
写真					
型式	VN-U78	WV-SFV781L	WV-SPV781LJ	SNC-VM772R	SNC-VB770
焦点距離	4.0mm~13mm ※タムロン製M118VG413IRCS使用時	4.2mm~25.2mm		8.8mm~25.7mm	レンズに依存
画角(16:9時)	水平27.0~85.0° 垂直15.2~46.9° ※タムロン製M118VG413IRCS使用時	水平17.0~96.0° 垂直9.3~54.0°	水平17.0~97.0° 垂直9.4~55.0°	水平27.5~70.7°	レンズに依存
撮像素子	1/2.3型裏面照射型CMOSセンサ	1/1.7型 MOSセンサ	1.0型プログレッシブスキャン Exmor R CMOSイメージセンサ	35mmフルサイズExmor CMOS イメージセンサ	
有効画素数	約1240万画素、4072(水平)×3046(垂直)	約1240万画素	約2000万画素	約1220万画素	
最低被写体照度(カラー)	0.9lx	0.3 lx (F1.6、最長露光時間: Off(1/30 s)、AGC: High) 0.02 lx (F1.6、最長露光時間: 最大16/30 s、AGC: High)※ ※は換算値	0.06ルクス(F1.8、1/30 秒、 30IRE【IP】)※ ※50IRE【IP】の場合、0.1ルクス (F1.8、1/30 秒)	0.004ルクス以下(30 IRE【IP】)	
最低被写体照度(白黒)	0.5lx(F1.6, 50%出力, AGC HIGH, 1/30)	0 lx (F1.6、最長露光時間: Off(1/30 s)、AGC: High、IR LED点灯時) 0.04 lx (F1.6、最長露光時間: Off(1/30 s)、AGC: High) 0.003 lx(F1.6、最長露光時間 : 最大16/30 s、AGC : High)※ ※は換算値	0ルクス(Night モード【ON】、 モノクロ、赤外線照射【ON】)	-	
ワイドダイナミックレンジ	アクティブガンマ方式(HIGH、MID、LOW、OFF)	有り	View-DR(90dB相当) ※View-DRは4Kマルチストリーミングモード時のみ使用可能。また、View-DR ONの場合、最大フレームレートは5fpsとなります。		
モニタ出力	NTSC(RCAピン)/OFF	VBS : 1.0 V[p-p] / 75 Ω、コンポジット信号、RCAジャック NTSCもしくはPAL出力可能(切換スイッチまたはソフトウェアで変更)	HDMI × 1		
対応SDカード	microSDHC/microSDXCカード(Class10以上)	Panasonic製(SDスピードクラス4以上)(miniSDカード、microSDカードは除く) SDXCメモリカード : 64 GB SDHCメモリカード : 4 GB、8 GB、16 GB、 32 GB SDメモリカード : 2 GB	SDHC/SDXCメモリカード対応		
内蔵マイク	付(フロントパネル部)	なし	なし		
画像圧縮方式	H.264(Main/High profile)/JPEG	H.264(Main/High profile)/JPEG	H.264(Main/High profile)/JPEG		
最大フレームレート	最大30fps(3840×2160)	最大30fps(3840×2160) 最大15fps(4000×3000)	30fps(3840×2160、2880×2160) 10fps(上記以外の解像度の場合)		

<参考>海外ではHIKVISION、Boschなどが製品をラインアップしている。

3-2 国内4K製品例(2) : レコーダ

メーカ	JVCケンウッド	Panasonic		ソニー	
写真					
型式	VR-X7100	WJ-ND400K	WJ-NV300	HAW-Sエディション	HAW-Eエディション
接続カメラ台数	16台、最大64台(ライセンス拡張時)	最大64台	9台、最大32台(ライセンス拡張時)	16台、最大40台 (ライセンス拡張時)	32台、最大100台 (ライセンス拡張時)
HDD容量	最大28TB(内蔵型+外付型HDD増設時)	最大216TB	最大80TB	最大24TB	最大32TB
RAID	RAID1/5/6/10(内蔵型HDD増設時)	RAID5/6	RAID1/5/6	RAID0/1/3/5/10/1E/30/50/6	RAID0/1/3/5/10/1E/30/50/6/60
モニタ出力	HDMI×1、D-sub15pin×1	–	HDMI×2、BNC×1	HDMI×1、VGA×1	Displayport×1、HDMI×1、VGA×1
消費電力	130W以下	170W	50W	不明	不明
外形寸法	幅440×高さ88.2×奥行400mm	幅430×高さ132×奥行400mm	幅420×高さ88×奥行300mm	幅400×高さ88.2×奥行391.2mm	幅446×高さ88.2×奥行410mm
質量	約9.5kg	12.5kg	6.7kg	7.5kg	8.6kg

<参考>

VMSでは、Milestone、Genetec等が4Kに対応
またR.O.Dなどが4Kレコーダをラインアップしている。

4. 事例

4-1 4Kカメラシステムの導入事例(1)

・トルコ国有鉄道

41台のドーム型4Kカメラを踏切監視用途として導入。

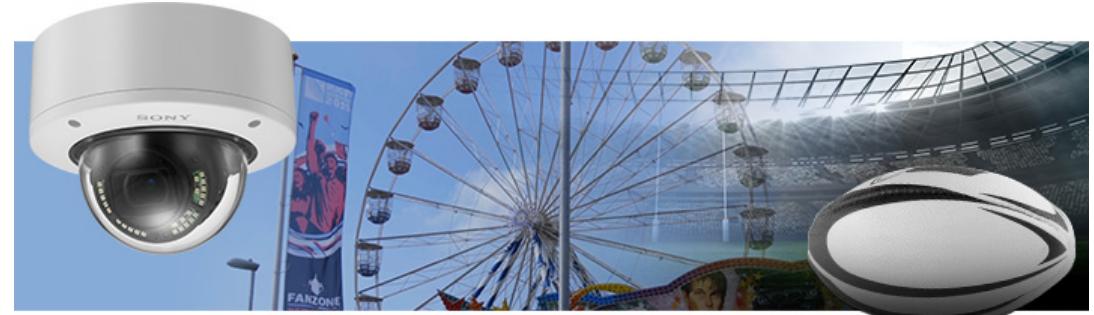
Axxonsoft社の画像解析により踏切付近の異常や危険を検知。

4K解像度を生かし、踏切全体を1台のカメラでカバーしている。



・ラグビーワールドカップ2015 ファンゾーン

平成27年(2015年)、イギリスにて開催されたラグビーワールドカップのファンゾーン(パブリックビューイングなどが可能なサブ会場)にてセキュリティ用に設置。4Kカメラながら高感度なカメラを使用することで、日中だけではなく夜間の防犯監視にも活用。



4-1 4Kカメラシステムの導入事例(2)

・SAKO(オーストリア鉄鋼会社)

3台のドーム型4Kカメラを鋼材積載場の監視用途として導入。

鋼材をトラックに積載する際の監視用途として、もともとフルHDネットワークカメラを使用していたが鋼材につけられたタグやパレットの数字を確認するために4Kカメラを追加導入。



・渋谷モディ

平成27年(2015年)、渋谷にオープンした商業施設渋谷モディに設置された街頭ビジョン上方に4Kカメラを設置。カメラで撮影した映像にデジタル処理を加えたものを街頭ビジョンに表示し、施設利用客への訴求に利用。

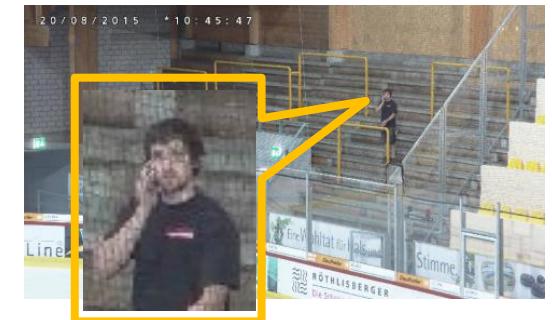


4-1 4Kカメラシステムの導入事例(3)

・アリーナスタジアム監視

4台のドーム型4Kカメラをアリーナスタジアムの監視用途として導入。

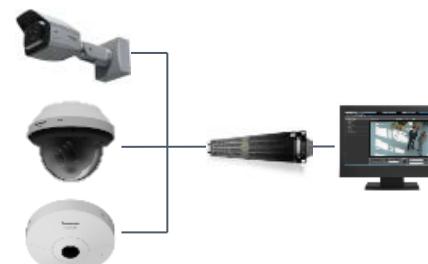
スタジアム内の注意すべきエリアを広範囲に監視しつつ、人物行動を詳細に記録する事が可能。PTZ一体型フルHDカメラとの併用で高いセキュリティを実現。



・商用ビルディング

商用ビルディングの監視用途として導入。

各フロアに設置された4K全方位カメラでフロア全体を監視。また、一階の天井に設置した箱形ドーム型4Kカメラでは吹き抜けの地下フロアまでを広い角度と高画質で監視することが可能。



5. 海外事情と将来展望

5-1 4Kカメラシステムの海外事情

■ 4K防犯カメラに関する海外の状況

- ・4KカメラまたはUHD(Ultra-HD)カメラの呼称で、4K/8Kカメラの開発が進んでいる。
- ・現状ではカメラ本体でデータ圧縮転送できるネットワークカメラが中心である。

■ 4K映像、UHD映像の試験放送等、積極的に取り組んでいる諸国

- ・防犯カメラ市場以外での4K映像が身近になれば、今後さらなる分野で4Kニーズを創出でき、防犯カメラ市場も拡大すると予想される。

欧米 : アメリカ、フランス、ドイツ、スペイン、ポルトガル、チェコ、スロバキア

アジア : 韓国、中国、香港、台湾、マレーシア、インド

■ 海外、特にアメリカなどではITを使った検索システムが発達、ビッグデータを使った犯罪予測、地域警戒システム(Domain Awareness System:DAS)など進んでおり、今後4K高画質カメラや分析/認証システムが進化することで、より効果的な治安対策となることが予想される。

5-2 4Kカメラシステムの将来展望

■今後の展望

(1) 新規設置ニーズの創出が広がる。

- ・遠くの対象物でも高画質の撮影ができるため、従来のフルHDカメラでカバーできなかつた広域や設置不可の環境を遠方から撮像できる。
例:高所からの広域撮影による防犯・テロ対策

(2) 画像解析や効率的な映像データ運用方法に大きく貢献が見込める。

- ・広範囲での高解像撮像を活かし、顔認証、車両No.認証、追尾システムなどと連動したビッグデータ活用が見込める。

例:交通機関や商業施設

歩行者の性別・およその年齢情報や動線データ活用

混雑検知、流れの調整、警告発信、警備員の配置、出店位置、展示物への見学者数を計測するなど

(3) 国内メーカーの製品拡充や海外メーカー製品の流通など競争が見込める。

- ・記録媒体と4K対応モニタのコストダウン、データ通信技術、圧縮技術の発達により普及が加速すると考えらえる

第2部：4Kカメラシステムのレンズ調査

1. 基本的注意点	
1-1 レンズ選定	…23
1-2 カメラとレンズの組合せ	…24
1-3 画像確認注意点	…25
2. レンズ性能実態調査	
2-1 対象レンズ	…26
2-2 撮影解像性能比較	…27
2-3 撮影画角比較	…29
2-4 撮影明るさ比較	…30
2-5 焦点距離測定	…31
2-6 画角測定	…32
2-7 Fナンバー測定	…33
2-8 周辺光量測定	…34
3. 4K対応レンズ撮影解像評価注意点	…35

1. 基本的注意点

1-1 レンズ選定

①4K対応レンズと明記されているレンズを選ぶこと。

②カメラメーカーの推奨レンズとなっているレンズを選ぶこと。

→推奨レンズの場合、カメラメーカーが正しく評価しているため。

海外メーカー製で焦点距離や画角、Fナンバーについてカタログ値と実測値の差が大きい製品が増加。

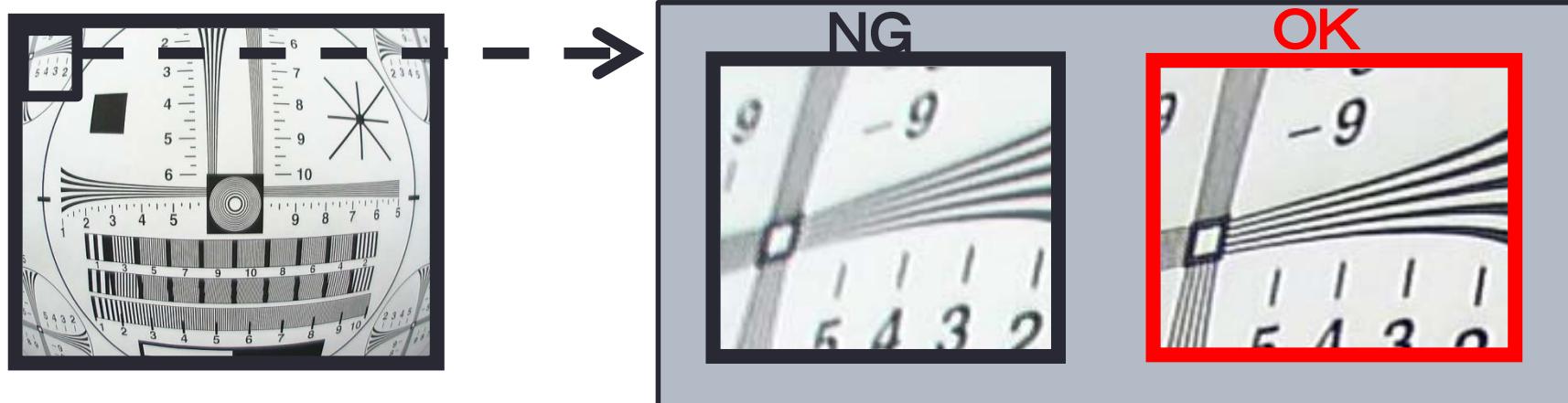
(P26～P34参照)

③防犯カメラとして使用する際に、中心部分のみでなく周辺性能も含めてバランスのよいレンズを選ぶこと。

→4K対応レンズでも、海外メーカー製の一部には周辺部分を全く考慮していないレンズもある。

(P26～P34参照)

画像の周辺部分までバランスを考えて設計/製造されたレンズを選ぶこと。



④同一メーカー同一レンズであっても、海外製の一部のメーカーのレンズでは焦点距離、画角、Fナンバー、片ボケのバラツキが大きいものがある。

画像を確認する場合、無作為に複数本を選び、同じ撮影結果になるかを確認するのがよい。

1-2 カメラとレンズの組合せ

- ①高性能レンズのみ購入しても、カメラ性能もふさわしくないと4K画質は得られない。
レンズ仕様のみで購入決定するのではなく、実際にカメラにレンズを取り付けて画像確認が必要。(レンズ一体型になっているカメラにおいても同様)
- ②4K(高解像)対応で明るいレンズ(Fナンバーが小さい)になると被写界深度が浅くなるため
HD、フルHDレンズよりピントの合う範囲が狭くなるケースもあるため注意が必要。



手前から奥までピントが合っている。



手前しかピントが合っていない。

1-3 画像確認注意点

①ピントを画面中央に合わせ、画面中央の画像を確認すること。

②ピントを画面中央に合わせたまま、画面4隅の画像を確認すること。

片側のみ、あるいは1個所のみ、画像が極端にぼけっていたり不鮮明になっている場合があるので、4隅の見え方のバランスに注意すること。

このとき、カメラから被写体までの距離が4隅とも同じような距離にすること。

③確認の際には、レンズの絞りの値を小さい数値側(開放側)にすると、片側あるいは4隅中の1個所における画像悪化度合いを顕著に表示できる。

④防犯カメラとして使用する場合、合わせたい画角(ズーム位置)、合わせたいピント位置での画像を確認すること。

⑤防犯カメラとして使用する場合、撮影したい場所の明るさにも注意が必要。

明るさが変化する場合(日中、夜などで)、明るくしたり、暗くしたりしながら画像を確認すること。

⑥画面の4隅と中央部の明るさに注意すること。極端に4隅が暗かったり、明るさが偏っている場合があるので注意が必要。明るさを確認する場合は絞りを変えながら確認すること。

⑦逆光のときの不要な光が画面上に現れ、目的の被写体がうまく映らない場合がある。

様々な方向から光を入れて確認すること。その際には絞り値も変えながら確認すること。

⑧ピントを合わせたい被写体までの距離やズーム位置、絞り値によって性能は変わるので、防犯カメラとして使用する場合は実使用に合わせた条件で確認すること。

2. レンズ性能実態調査

2-1 対象レンズ

海外A社
 $f = 3.6\text{--}10\text{mm}$
 F1.5

海外B社
 $f = 4.0\text{--}12\text{mm}$
 F1.4

海外C社
 $f = 3.8\text{--}16\text{mm}$
 F1.5

国内D社
 $f = 4.0\text{--}13\text{mm}$
 F1.5



評価内容



◆撮影による解像・画角・明るさ比較

<評価条件>

- ・フルHD用 RBSS A2チャートを4枚合わせ
- ・レンズ前玉～チャートの距離1m
- ・カメラ 国内 4K CSマウントカメラ

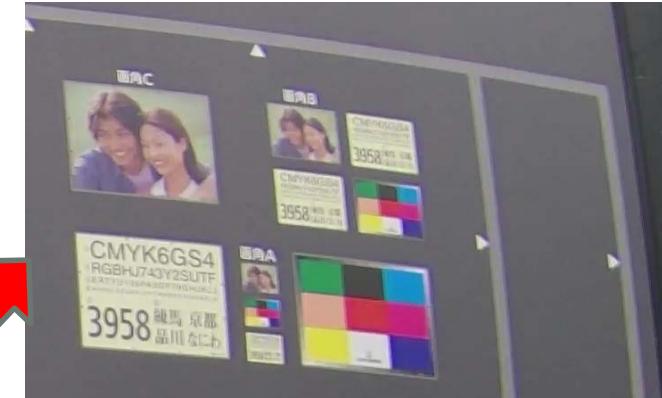
2-2 撮影解像性能比較(1)

フルHD用 A2チャートを4枚合わせ撮影解像で周辺解像性能確認。



この部分の男性の黒目、「3958」の8
の解像力を比較

この部分の文字の解像力を比較



2-2 摄影解像性能比較(2)

国内D社 $f=4.0-13mm$ F1.5



海外C社 $f=3.8-16mm$ F1.5



海外A社 $f=3.6-10mm$ F1.5



海外 B社 $f=4.0-12mm$ F1.4



解像良い順番:

D社 → C社 → A社 → B社

2-3 撮影画角比較

海外4K対応レンズについて撮影確認より画角が表記スペックと違う可能性有り。
(各海外レンズ3台/3台)
国内D社レンズが一番広角であった。焦点距離測定結果を31ページに記載。

広い

国内D社
 $f=4.0-13mm$
F1.5



狭い

海外 C社
 $f=3.8-16mm$
F1.5



同等

海外 B社
 $f=4.0-12mm$
F1.4



2-4 撮影明るさ比較

撮影確認より明るさの差は海外3社は同等。国内D社が一番明るいレンズと思われる。
Fナンバー測定結果を33ページに記載。周辺光量測定結果を34ページに記載。

国内D社 $f=4.0\text{--}13\text{mm}$ F1.5

海外B社 $f=4.0\text{--}12\text{mm}$ F1.4

全体的に明るい



全体的に暗い



2-5 焦点距離測定

	焦点距離 f [mm]	
	Wide端	Tele端
海外A社表記スペック	3.6	10
実測№1	4.35	9.55
実測№2	4.35	9.55
実測№3	4.40	9.50
海外B社表記スペック	4.0	12
実測№1	4.55	10.95
実測№2	4.55	11.00
実測№3	4.55	10.95
海外C社表記スペック	3.8	16
実測№1	4.15	14.90
実測№2	4.10	14.80
実測№3	4.10	14.90
国内D社表記スペック	4	13
実測№1	4.12	12.63
実測№2	4.13	12.59
実測№3	4.14	12.62

海外各社のレンズは表記スペックと実力の差が大きい。
 焦点距離の値が大きくなると画角が狭くなり撮影範囲が狭くなる。

2-6 画角測定

	水平画角 Wide端 [度]	水平画角 Tele端 [度]
海外A社		
実測№1	97	43
実測№2	98	43
実測№3	97	43
海外B社		
実測№1	99	38
実測№2	99	37
実測№3	95	40
海外C社		
実測№1	94	27
実測№2	93	27
実測№3	94	27
国内D社		
実測№1	104	33
実測№2	104	33
実測№3	104	33

海外レンズの焦点距離が短いレンズの方が画角は広いはずであるが、実測で国内D社レンズが一番広い画角となっている。
画角が広いと撮影範囲が広くなる。

2-7 Fナンバー測定

	開放Fナンバー	
	Wide端	Tele端
海外A社表記スペック	1.5	表示無し
実測№1	1.89	2.83
実測№2	1.86	2.83
実測№3	1.90	2.82
海外B社表記スペック	1.4	表示無し
実測№1	1.76	2.73
実測№2	1.76	2.70
実測№3	1.77	2.70
海外C社表記スペック	1.5	表示無し
実測№1	1.61	3.21
実測№2	1.60	3.19
実測№3	1.62	3.21
国内D社表記スペック	1.5	表示無し
実測№1	1.53	2.84
実測№2	1.53	2.83
実測№3	1.53	2.84

海外各社のレンズは表記スペックと実力の差が大きいものもある。
値が小さいほうが明るいレンズである。

2-8 周辺光量測定

	周辺光量比 [%] 像高10割	
	Wide端	Tele端
海外A社		
実測№1	36.1	74.4
実測№2	35.5	73.6
実測№3	35.1	72.6
海外B社		
実測№1	36.3	74.5
実測№2	37.3	81.8
実測№3	40.0	81.8
海外C社		
実測№1	43.7	88.5
実測№2	39.5	87.7
実測№3	36.0	88.3
国内D社		
実測№1	44.5	83.2
実測№2	45.0	83.4
実測№3	45.0	83.8

撮影評価から、海外メーカーのレンズは暗く感じたが、専用測定器の結果も同様で数字の裏づけが取れた。像高10割での周辺光量比の値が大きいと画面中心の明るさに対し、画面4隅の明るさ性能低下が少ない。Fナンバーと共に明るさ性能に影響する重要な項目である。

3. 4K対応レンズ撮影解像評価注意点

①評価チャート

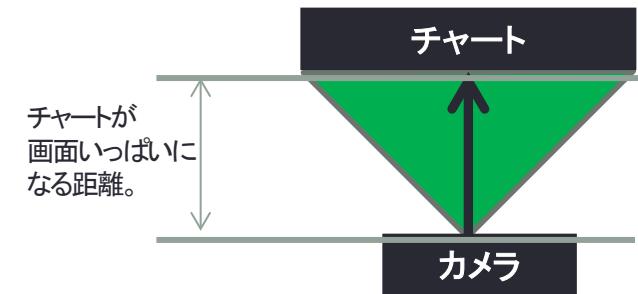
監視市場向けで最適な4Kチャートは存在しない。
本ワーキンググループで検討するため、右図の検討用チャートを作成した。今後4Kチャート運用方法を決めていく。



※検討中チャート

②評価基準距離

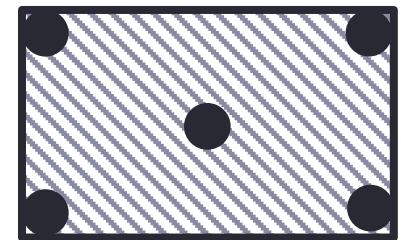
モニタ画面いっぱいにチャートが映るようなチャートとカメラの距離で評価を行う。



③周辺性能

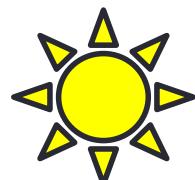
画面中心性能と画面4隅の性能を確認すること。

①の評価チャートが決まったところで性能判断ポイントを決定していく。



④評価照明

- ・画面の4隅と中央部の明るさは均一で評価すること。
- ・使用環境を想定し照明(可視光～近赤外)を選定し評価すること。



第3部：4Kカメラシステムの技術課題

1. 4Kカメラ撮像部、画像圧縮部における技術課題

1-1 IP-IF対応防犯カメラの構成	… 38
1-2 4Kカメラ 撮像部における技術課題	… 39
1-3 4Kカメラ 画像圧縮部における技術課題	… 45

2. 4Kカメラシステム構築時における留意点

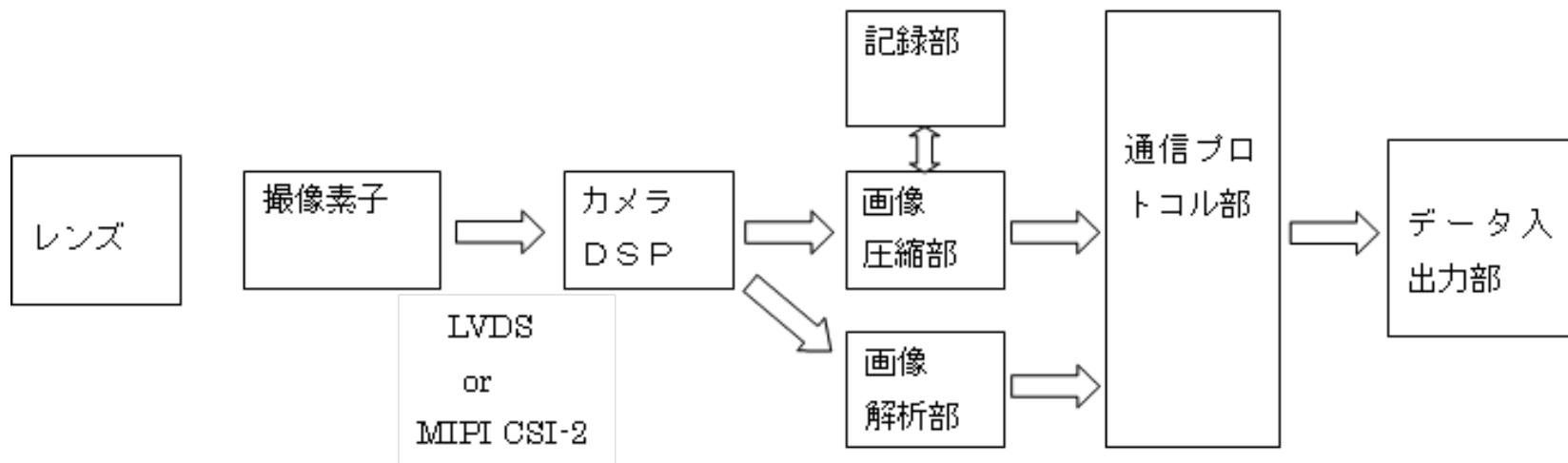
2-1 ネットワーク映像配信の前提知識	… 50
2-2 4Kカメラシステム構築時に注意すべき項目	… 51
2-3 画像伝送の遅延、ネットワークの使用帯域への注意	… 52
2-4 画像信号の圧縮/伸長時に生じる遅延	… 56
2-5 4Kモニタの選択について	… 57
2-6 使用するPCの環境について	… 60

1. 4Kカメラ撮像部、画像圧縮部における技術課題

1-1 IP-IF対応防犯カメラの構成

IP-IF対応防犯カメラの構成は、概ね以下のような構成となっており、4Kカメラにおいても同様の構成となっている。

本章では、4Kカメラにおける撮像部(レンズ、撮像素子で構成) および画像圧縮部の技術課題と各技術課題に対する解決方法等について述べる。



DSP : Digital Signal Processor

LVDS : Low Voltage Differential Signaling

MIPI : Mobile Industry Processor Interface

CSI-2 : Camera Serial Interface-2

1-2 4Kカメラ 撮像部における技術課題

1-2-1 撮像素子について

①4Kカメラの画素数は、フルHDの4倍と高解像度化

VGA(約31万画素)⇒フルHD(約208万画素)⇒4K(約830万画素)

②受光素子(フォトダイオード)の大きさを比較

撮像素子と同じサイズにした場合、VGA⇒フルHD⇒4Kと高解像度化すると、ひとつの受光素子(フォトダイオード)サイズは小さくなる。

画素数(画像サイズ)と1/3型相当撮像素子のフォトダイオードの大きさ(一例)の関係は、下表のようになる。

	VGA	フルHD	4K
画素数(H×V)	640×480	1920×1080	3840×2160
受光素子サイズ	6.0μm×6.0μm	2.75μm×2.75μm	1.55μm×1.55μm
			

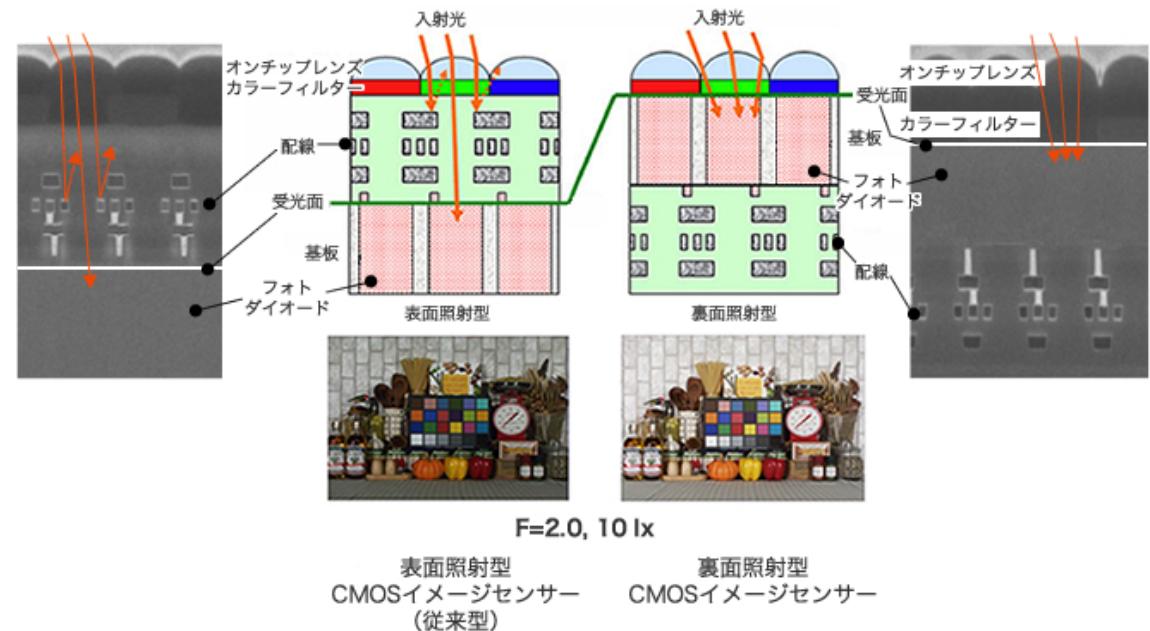
③従来と同じ感度を4Kカメラで得るためにには、

- (a) フォトダイオードの効率を高くする。
- (b) フォトダイオードの面積を大きくする。
- (c) 光をより多く、フォトダイオードに入るようとする。
- (d) 撮像素子などで発生するノイズを抑え増幅する。

などが必要となる。

④現在、裏面照射型撮像素子により、入射する光を有効にフォトダイオードに入るようにして、高感度化を図っているものもある。

また、撮像素子で発生するノイズを内部の信号処理回路で抑え、信号増幅して感度を上げる等の工夫をしているものもある。



ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社より引用
http://www.sony-semicon.co.jp/products_ja/IS/cmos_tech/index.html

1-2-2 撮像素子のサイズとレンズマウント(1)

- ①撮像素子のイメージサイズが多様化しており、レンズとの組合せには注意が必要。
メーカー推奨レンズを使用することが望ましい。
 - ②高感度タイプのカメラには、デジタルカメラで採用されている35mmフルサイズの撮像素子が採用されている。(受光素子サイズも大きい。)
撮像素子が大きいため、Eマウント^{*1)}やEFマウント^{*2)}が採用されている。
 - ③従来の監視カメラの高解像度対応として採用されている撮像素子は、1型、1/1.7型、1/2.3型、1/2.5型など複数のサイズがあり、概ね撮像素子サイズが大きいほど感度が高くなる。
レンズ交換可能な箱型タイプのカメラでは、C/CSマウント^{*3)}を継承している。
- 画角(視野角)については、カメラとレンズの組合せによって、異なる場合があるので
メーカーに確認することが望ましい。

1-2-2 撮像素子のサイズとレンズマウント(2)

*¹)Eマウント：ソニーが平成22年（2010年）に発表したバヨネットマウント方式の一つでAPS-Cまたは、フルサイズセンサー用。口径は約46mm、フランジバックは18mm。

*²)EFマウント：キヤノンが昭和62年（1987年）に発売した一眼レフカメラに採用しているバヨネットマウント方式の一つで、フルサイズセンサー用。
口径は54mm、フランジバックは46mm

*³)C/CSマウント：ねじ込み式マウントの一つで16mmシネカメラ用マウントで内径25.4mm、フランジバックは17.526mm。現在は防犯用カメラ等で使用されている。
CSマウントは、Cマウントのフランジバックを12.5mmと短くしたもの。

1-2-3 4Kカメラの被写界深度について

- ①VGAやフルHDに比べ、4Kカメラでは、焦点が合っているように見える範囲が狭くなる（被写界深度が浅くなる）。
特に、大型の撮像素子を使用しているカメラの場合には考慮する必要がある。
 - ②被写界深度は、次の要素により変わる。
 - (a) カメラの解像度
カメラの解像度が高くなると受光素子サイズが小さくなり、被写界深度は浅くなる。
 - (b) 撮像素子のサイズ
同じ解像度であれば、撮像素子サイズが大きいほど、同一画角を得るための焦点距離が長くなり、被写界深度は浅くなる。
 - (c) レンズの明るさ(Fナンバー)
明るいレンズ(Fナンバーの小さいレンズ)の方が被写界深度は浅くなる。
 - (d) レンズの焦点距離
望遠の方が被写界深度は浅くなる。
 - (e) 被写体との距離
被写体までの距離が近い方が被写界深度は浅くなる。
- ※(被写界深度に関しては巻末の<参考-1>についても参照のこと。)

1-2-4 各社4Kカメラの撮像素子とレンズマウント

メーカ	型名	撮像素子			レンズ マウント	参照URL
		サイズ	画素数	アスペクト比		
JVCケンウッド	VN-U78	1/2.3型	12.4M	4:3	CSマウント	https://www3.jvckenwood.com/pro/vnetworks/lineup/vn-u78/
Panasonic	WV-SFV781L	1/1.7型	12.4M	4:3	レンズ内蔵	http://sol.panasonic.biz/file.jsp?security/camera/ipro_hd/pdf/wv-sfv781l-spv781lj.pdf
	WV-SFV781LJ	1/1.7型	12.4M	4:3	レンズ内蔵	
ソニー	SNC-VB770	35mm	12.2M	3:2	Eマウント	https://www.sony.jp/snc/products/SNC-VB770/
	SNC-VM772R	1型	20M	5:4	レンズ内蔵	https://www.sony.jp/snc/products/SNC-VM772R/
Arecont Vision	AV08ZMD-400	1/1.7型	8.3M	16:9	レンズ内蔵	https://www.arecontvision.com/products/megadome_4k
Avigilon	8L-H4PRO-B	1/1.8型	8.3M	未記載	EFマウント	http://avigilon.com/products/video-surveillance/cameras/hd-pro-cameras/hd-pro-cameras/4k-8-mp-hd-pro/
Axis Communication AB	P1428-E	1/2.5型	8.3M	16:9	CSマウント	http://www.axis.com/jp/ja/products/axis-p1428-e
Bosch Security Systems	DINION IP ultra 8000 MP	1/2.3型	12M	4:3	C/CSマウント	https://jp.boschsecurity.com/ja/products_6/videosystems_6/ipcameras_2/hdmpfixedcameras_2/hdmpfixedcameras_2_441
CP Plus	CP-UNC-TD4K08L3 CP-UNC-VD4K08L2	1/2.3型	8M	16:9	レンズ内蔵	http://www.cpplusworld.com/product/7/7/17/1200/CP-UNC-TD4K08L3
Dahua	DH-IPC-HF812A0EN(-I)	1/1.7型	12M	4:3	CSマウント	http://www.dahuasecurity.com/en/us/pro_details.php?pid=1020
Hikvision	DS-2CD4085F-AP	1/1.7型	8.85M	未記載	C/CSマウント	http://www.security-d.com/hikvision/smart-ipc.html
Hanwha Techwin	PND-9080R PNO-9080R PNV-9080R	1/1.7型	12.4M	4:3	レンズ内蔵	https://www.hanwhasecurity.com/Wisenet-P-Series/4K-Wisenet-P-Series.aspx
Uniview	IPC568E-G	1/1.7型	12M	4:3	CSマウント	http://sgcdn.uniview.com/Products/Cameras/Box/4K/IPC568E-G/

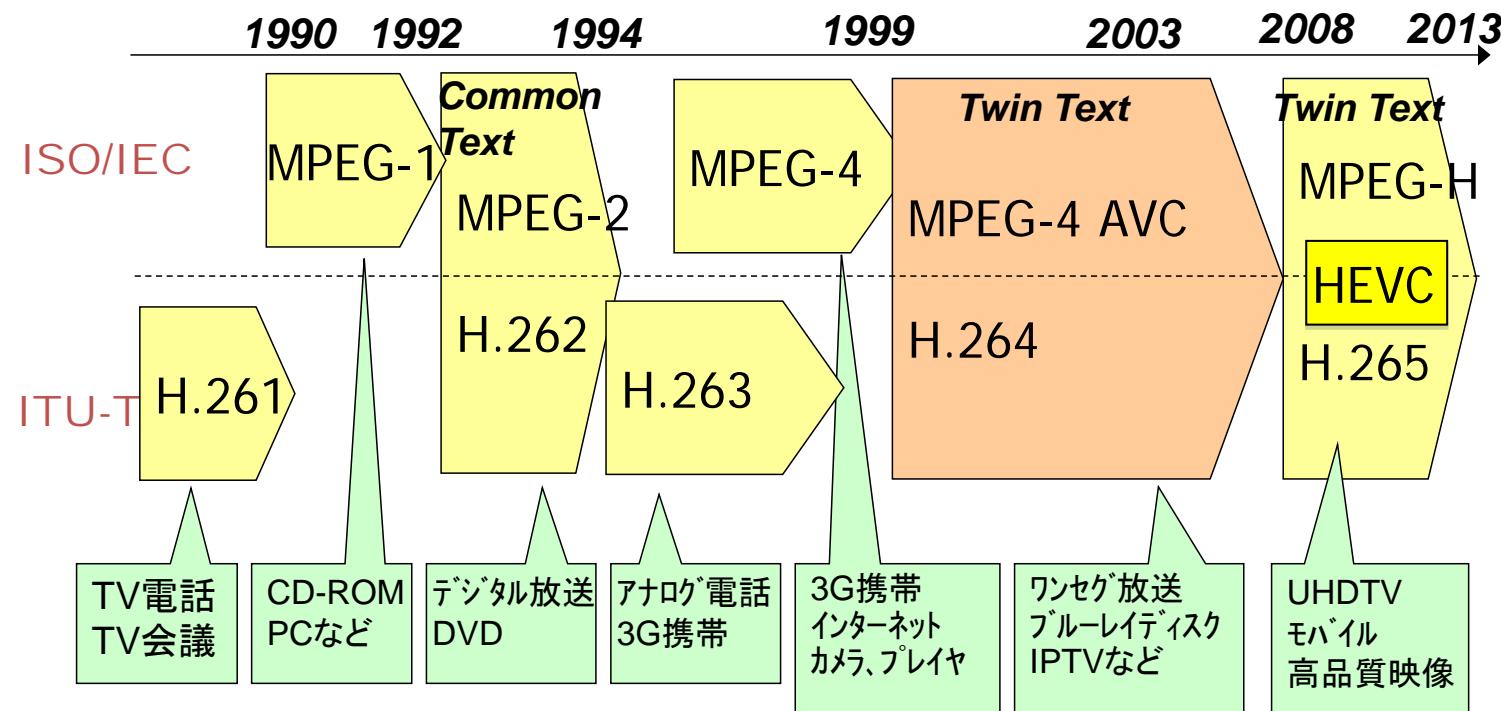
アスペクト比が4:3 の撮像素子を使用している場合は、16:9 に相当するエリアを使用しているため、撮像素子サイズと使用しているサイズが異なる場合がある。
機種によっては、4K以上の出力が可能。

1-3 4Kカメラ 画像圧縮部における技術課題

1-3-1 高圧縮方式の適用について

1-3-1-1 映像符号化方式の標準化の流れ

- ①4Kカメラにおける画像圧縮方式は、現在、AVC/H.264が主流であるが、映像符号化の国際標準としては、HEVC/H.265が平成25年(2013年)1月に基本規格の規格化が完了。
- ②映像の圧縮効率を高めることに対する産業界からの要求は依存として強く、平成32年(2020年)までに次の標準を目指す(MP2020)。



1-3-1-2 HEVC/H.265の概要

① HEVC = “High Efficiency Video Coding”

② 要求条件

(a) AVC(Advanced Video Coding)/H.264に対して、2倍の圧縮性能改善。
半分のビットレートで同等の主観画像品質。

(b) 広範な映像信号フォーマットへの対応(QVGA～8K×4K)

(c) モバイルからUHDTVまで(実現可能な演算量、並列化可能)

③ 符号化の概要

(a) MC^{*1)}+変換符号化^{*2)}+エンタロピー符号化^{*3)}

(b) 予測・変換ブロックサイズの拡張および適応化、予測モード数の拡大、
高精度な予測、新たな変換処理、新たなループフィルタの追加等

*1) MC: Motion Compensation:動き補償

*2) 変換符号化:周波数領域など他の座標軸にデータを変換してから圧縮を行う方法

*3) エンタロピー符号化:シンボル毎の出現確率に基づき異なる長さの符号語長を用いることで、情報源を効率的に符号化することを目的としたもの

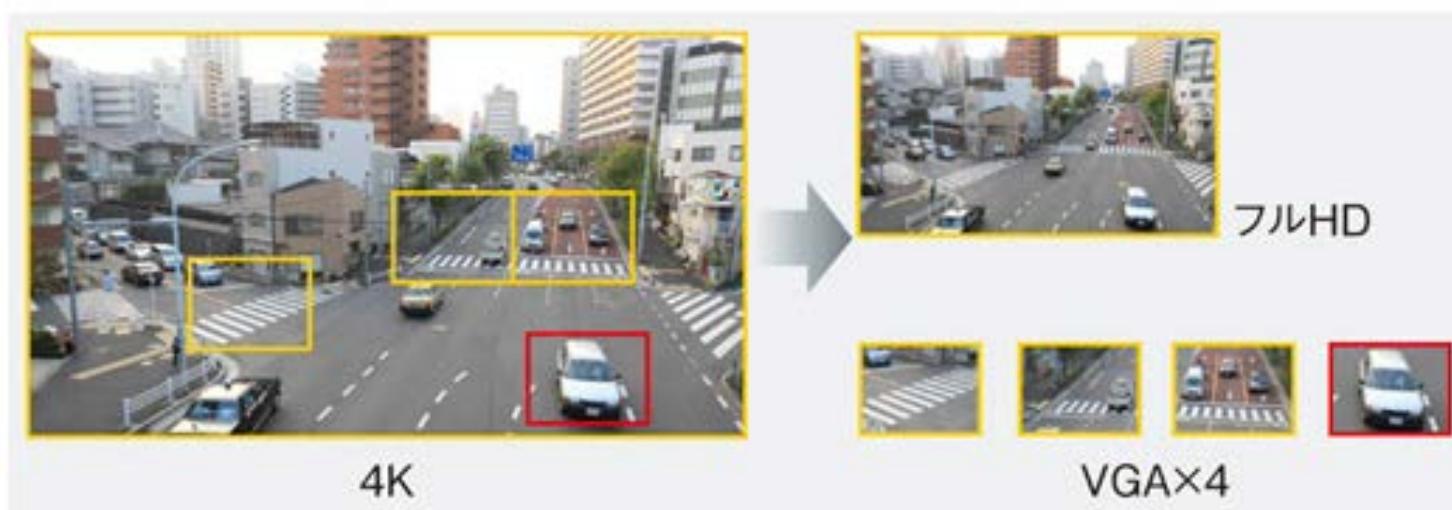
HEVC/H.265の機能ブロック図、特長等については巻末の<参考-2>を参照のこと。

1-3-2 帯域抑制機能

1-3-2-1 クロッピング機能(領域切り出し機能)

クロッピング機能:

撮影した画面内から、特に注目したい領域を指定し、切り出し配信する機能。
この切り出し映像とあわせ、全体の俯瞰映像をフルHDで取得すれば、画像全体を4Kで取得する場合に比べ帯域を抑制、記録容量も削減することが可能。

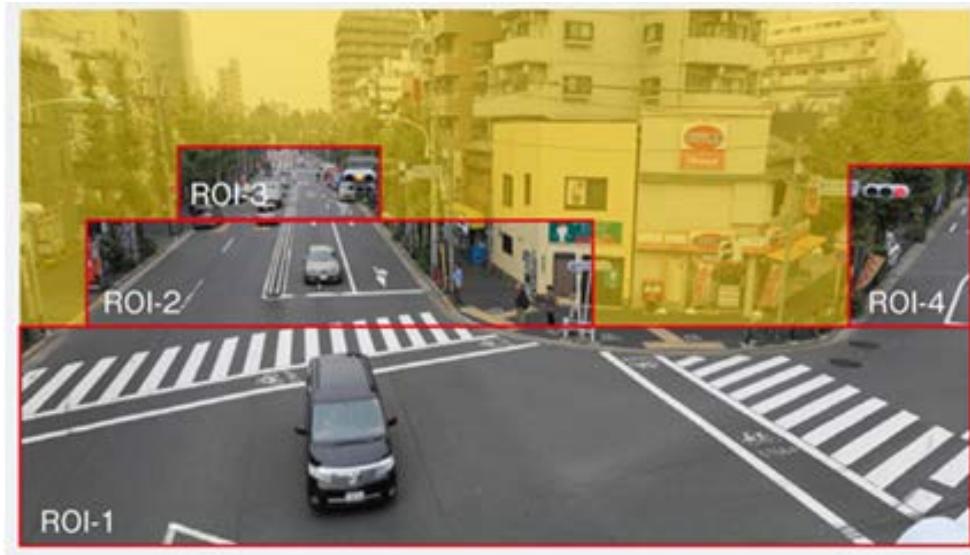


出典<http://www.sony.jp/snc/products/SNC-VM772R/feature_1.html>

1-3-2-2 ROI(Region Of Interest)

ROI(Region Of Interest):

指定した特定の領域(ROI:Region Of Interest)のみを高画質(低圧縮率)でエンコードし、それ以外の領域(下記図の網掛け部分)は低画質(高圧縮率)でエンコードすることにより、帯域を抑制する機能。



出典<http://www.sony.jp/snc/products/SNC-VM772R/feature_1.html>

1-3-3 各社4Kカメラの対応例

メーカー	型名	画像圧縮方式	クロッピング	ROI	参照URL
JVCケンウッド	VN-U78	H.264/JPEG	デジタルPTZ機能	特に記載なし	https://www3.jvckenwood.com/pro/vnetworks/lineup/vn-u78/
Panasonic	WV-SFV781L WV-SPV781LJ	H.264/MJPEG	VIQS ^{*)}	VIQS	http://sol.panasonic.biz/file.jsp?security/camera/ipro_hd/pdf/wv-sfv781l-spv781lj.pdf
ソニー	SNC-VB770 SNC-VM772R	H.264/JPEG	インテリジェント クロッピング	インテリジェント コーディング	https://www.sony.jp/snc/products/SNC-VB770/feature_1.html#L2_40
Arecont Vision	AV08ZMD-400	H.264/MJPEG	機能有	特に記載なし	https://www.arecontvision.com/products/megadome_4k
Avigilon	8L-H4PRO-B	H.264/MJPEG	HDSM ^{**)2.0}	特に記載なし	http://avigilon.com/products/videosurveillance/cameras/hd-pro-cameras/hd-pro-cameras/4k-8-mp-hd-pro/
Axis Communication AB	AXIS P1428-E	H.264/MJPEG	特に記載なし	特に記載なし	http://www.axis.com/jp/ja/products/axis-p1428-e
Bosch Security Systems	DINION IP ultra 8000 MP	H.264/MJPEG	機能有	機能有	https://jp.boschsecurity.com/ja/products_6/videosystems_6/ipcameras_2/hdmpfixedcameras_2/hdmpfixedcameras_2_441
CP Plus	CP-UNC-TD4K08L3	H.264/MJPEG	特に記載なし	特に記載なし	http://www.cpplusworld.com/product/7/7/17/1200/CP-UNC-TD4K08L3
Dahua	DH-IPC-HF812A0EN(-I)	H.264/MJPEG	特に記載なし	機能有	http://www.dahuasecurity.com/en/us/pro_details.php?pid=1020
Hikvision	DS -2CD4085F -(A)(P)	H.264/MJPEG	機能有	機能有	http://www.security-d.com/hikvision/smart-ipc.html
Hanwha Techwin	PN(O,D,V)-9080R	H.265/H.264/ MJPEG	特に記載なし	機能有	https://www.hanwhasecurity.com/Wisenet-P-Series/4K-Wisenet-P-Series.aspx
Uniview	IPC568E-G	H.265/H.264/ MJPEG	特に記載なし	機能有	http://sgcdn.uniview.com/Products/Cameras/Box/4K/IPC568E-G/

*1) Variable Image Quality on Specified area

*2) High Definition Stream Management

2. 4Kカメラシステム構築時における留意点

2-1 ネットワーク映像配信の前提知識

①ロウ(RAW)データ

映像・音声を圧縮する前の状態。

あまりに保存するための情報が大きいため、通常は“圧縮”する。

②コーデック

ロウデータを圧縮するための圧縮方法。また、圧縮データの伸長方法。

映像例: MJPEG、ProRes 422、H.264、H.265等

音声例: mp3、AAC、WMA等

③コンテナ

映像と音声は分かれて記録されている。それを1つにまとめるための“箱”(PCファイルの拡張子のようなもの)。コーデックと同名のものがあり、紛らわしいが別物である。

例: XXX.avi、XXX.mov、XXX.mp4等

④ビットレート

秒間どのぐらいの情報を保つかの指標。

2-2 4Kカメラシステム構築時に注意すべき項目

4Kカメラシステムの場合、カメラ1台あたりデータ量が大きくなるため、システム構築時には、下記①～⑧の注意が必要となる。

①画像伝送の遅延(2-3-1-1,2記載)

④4Kカメラシステム構築時の帯域計算について(2-3-2記載)



4K対応
ネットワークカメラ

②スイッチでの遅延
(2-3-1-3記載)



4K対応モニタ



⑥モニタの選択
(2-5記載)

ディスプレイポート
またはHDMI



4K対応レコーダ

③レコーダでの遅延
(2-3-1-4記載)



PCクライアント

⑧使用するPCの環境
(2-6記載)

⑤画像信号の圧縮/伸長時
に生じる遅延(2-4記載)

2-3 画像伝送の遅延、ネットワークの使用帯域への注意

IP-IF対応防犯カメラシステムの構築上注意すべきポイントを下記に示す。

4Kカメラシステム構築時についてはこの中で、

②画像伝送の遅延、③ネットワークの使用帯域への注意 が特に必要となる。

①機器の互換性

- ・メーカーが異なる場合のカメラとシステムの互換性は保証されない。

②画像伝送の遅延

- ・使用しているプロトコルがリアルタイム通信を保証していない場合、ネットワーク上で大量の画像データが発生すると遅延が起きる。ネットワークを流れるデータ量を考慮しカメラの接続台数を適正化することが必要。

③ネットワークの使用帯域

- ・複数のカメラの画像データが流れるため、データの欠落が発生しないようなネットワーク設計と管理が必要。

④秘匿性の確保

- ・情報の経路が共有されるため、特にオープンネットワークでは、秘匿性を確保する仕組みが必要。

⑤基幹系ネットワークとの共有

- ・基幹系ネットワークとは物理的に分離することを推奨。

2-3-1 画像伝送の遅延について

2-3-1-1 有線を使用する場合

- ・有線を使用する場合は遅延についてはあまり考慮する必要がない。(同建物に限る)

1[Gbps]のハブ(スイッチ)を使用する場合であれば、

$$1[\text{Gbps}] = 1024[\text{Mbps}]$$

$1024 / 15[\text{Mbps}]^{*1} \doteq 67[\text{台}]$ 程度が理論上の上限だと考えられる。

実運用においては性能差・パケットロスも考慮し70%程度の台数に減少すると考える。
つまり、 $67[\text{台}] \times 0.7 \doteq 46[\text{台}]$ が実運用のカメラ台数だと考えられる

*1)本資料においては、4Kカメラの出力データを15[Mbps](H.264、30fps)として計算を行う。本式には音声を含んでいない。建物内(ローカル)の環境であれば、映像で用いる[Mb]の単位から考えると音声の圧縮単位は[Kb]のためほぼ無視してもよい値となる。但し、インターネット環境においては上限が下がる(数Mbの環境となる)ため、計算に含める必要がある。

2-3-1-2 無線の使用について

- ・4Kカメラを含む防犯カメラシステムにおいて、無線の使用は、正常な伝送を行うために必要となる伝送帯域幅がこれまでのシステムと比較して大きくなることより、推奨をしない。無線を使用する場合には、システム構築時において、十分な事前検証が必要となる。

※(無線の使用に関しては巻末の<参考-3>についても参照のこと。)

2-3-1-3 ハブ(スイッチ)の連結による遅延

4Kカメラシステム構築時、ハブを何台も連結する場合、連結時の性能については利用する機器メーカーへの確認が必要となる。

- ・光ファイバーを通る、パケットの送信速度は約20[万km/s]。
したがって、同建物内であれば、有線の遅延は神経質になる必要はあまりないが、ハブを何台も連結する場合は機器メーカーへの確認が必要となる。
また、あまりファイバーを曲げるような配線を行うとパケットロスが発生しやすくなり、TCPの通信において無駄な通信量が増える。UDPではパケットが届かない場合がある。

2-3-1-4 レコーダでの遅延

4Kカメラシステム構築時、下記理由で4Kカメラ対応のレコーダの使用を推奨する。

4Kカメラシステムとなるとカメラあたりのデータ量が大きくなるため、レコーダ内の経路のどこかでボトルネックになる可能性がある。

①ネットワークポート部

現在デジタルレコーダで多く採用されている1Gbpsのネットワークポートではボトルネックになる可能性がある。10Gbpsの採用などレコーダ局数によって検討が必要となる。

②記録メディア送信部

SATA3.0では通信速度が6Gbpsであるが、ネットワークポートを10Gbpsとした場合こちらがボトルネックになる可能性がある。

2-3-2 4Kカメラシステム構築時の帯域計算について

- ・ネットワークカメラシステムにおいて、使用帯域を確保するために、その帯域計算においては、カメラのバーストラフィックなどを考慮し、そのネットワーク帯域幅の30～50%程度での使用帯域にて設計することが多い。

出典：「防犯カメラシステムネットワーク構築ガイド」日本防犯設備協会

4Kカメラのシステムとなれば、このバーストラフィックが大きくなる可能性もある。

この場合は

①パケットバッファの大きいスイッチングハブとの組み合わせ

②ネットワーク帯域幅の20～40%程度での帯域設計

など、より余裕を見た設計等の対応が必要になる。

また、機器を組み合わせた場合の性能は、利用する機器メーカーへの確認が必要となる。

2-4 画像信号の圧縮/伸長時に生じる遅延

2-3項では、4Kカメラシステム構築時の
「ネットワーク内の信号伝送時に生じる遅延」に対する注意点を記載したが、
「画像信号の圧縮/伸長時に生じる遅延」(システムによって異なるが0.5~2秒程度)
がシステム全体のボトルネックとなる可能性も高く、各機器(カメラ、レコーダ等)における
圧縮/伸長による遅延時間については、利用する機器メーカーへの確認が必要となる。

圧縮方式としては、H.264が一般的であるが、H.265よりも圧縮率は低い。
H.265、4Kをリアルタイム速度で処理できる製品は以下のものがある。
(参考; 主として放送用途で使用)

(1)NEC : VC-8150/VD-8100 H.265 (MPEG-H/HEVC) 4Kリアルタイムコーデック
<http://jpn.nec.com/bv/hoso/product/vc8150vd8100.html>

(2)Telestream : Vantage + LightSpeedServer(K80)
<http://www.telestream.net/lightspeed-live/lightspeed-live-stream.htm>

2-5 4Kモニタの選択について

2-5-1 モニタのインターフェースについて

4K画質の防犯カメラシステムを最大限に有効活用するためには4Kモニタでの表示が必要となる。

レコーダとモニタとの接続方法によっては本来の4K画質を損なう恐れがあるため既存規格の現状と将来性を見据えた上でのシステム構築が必要。

映像入出力インターフェースと主な仕様

ポート	信号	最大出力解像度	伝送速度	
DE-15(VGA端子)	アナログ	2048×1280	—	1980年代からある古い規格。アナログ信号であることや出力機器側がWSXGA程度の仕様で頭打ちとなっているため、2K以上の高画質には不向き。
DVI-D (デュアルリンク)	デジタル	3840×2400	7.4Gbps	1999年に策定された規格となりVGA端子の後継。デジタル信号をデジタルのまま転送できる。近年の規格更新はなし。
HDMI(2.0a)	デジタル	3840×2160	18Gbps	2002年に策定されたAV家電向けの規格。映像・音声・制御を1本のケーブルで伝送できる。2015年4月に2.0aに更新され、今後も更新が予想される。
DisplayPort(1.4)	デジタル	7680×4320	59.72Gbps	2006年に策定され、DVIやHDMIでは視野に入れていなかった超解像度での利用を視野に入れている。音声や汎用データを1本のケーブルで伝送できる。2016年3月に1.4に更新され、今後も更新が予想される。

2-5-2 モニタのサイズと視聴距離について

4K画質のモニタは従来のモニタと比べ高精細であるが、画面サイズと視聴距離を適切に保たなければその高精細さは損なわれてしまう。適切なモニタ選定の一例として、国内の家庭用テレビ市場における最適な視聴距離を記載する。

【2Kモニタ】適正視聴距離＝画面の高さの3倍（3H）

【4Kモニタ】適正視聴距離＝画面の高さの1.5倍（1.5H）

出典：NHK

【2Kモニタ】画面サイズに応じて3.9H～5.9H程度（24型で5.9H、65型で3.9Hなど）

出典：「薄型テレビの人間工学設計ガイドライン」薄型テレビの視聴に関する人間工学ガイドライン検討委員会

ただし上記はテレビに求められているような没入感や臨場感を重視した場合の指標であり、被写体（顔や手元、ナンバーなど）を肉眼で確認した際にどれだけ詳細な情報が入手できるのかが重要となる防犯カメラシステムには必ずしも当てはまるものではない。

しかし、高解像度の映像を小型モニタで表示してしまうと、肉眼で被写体を識別することが困難となるため、モニタサイズと現場設置スペースのトレードオフに注意してシステム構築をする必要がある。

2-5-3 レコーダとモニタとの互換性について

レコーダとモニタを接続して映像を表示させる場合、それぞれの出力解像度と入力解像度を合わせるだけでは正常に表示できない可能性がある。

映像の基本的な規格(レコーダ、モニタ、ケーブルの垂直周波数等)を統一させることが重要である。

- ①水平周波数…1秒間に表示できる水平走査線の数
- ②垂直周波数…1秒間に描写できる画面の数(リフレッシュレートともいう)

解像度の一例

解像度	俗称	水平周波数	垂直周波数
3840×2160	4K,2160p	135.0kHz 67.5kHz 53.95kHz	60Hz 30Hz 24Hz
1920×1080	フルHD,1080p	67.5kHz	60Hz
1920×1080	フルHD,1080i	33.8kHz	60Hz
1280×720	720p	45.0kHz	60Hz
1280×1024	SXGA	64.0kHz	60Hz
1024×768	XGA	60.0kHz 56.5kHz 48.4kHz	75Hz 70Hz 60Hz

ケーブルバージョンと伝送規格

接続	バージョンと4K対応状況
HDMI	<ul style="list-style-type: none"> ・～ver1.3a※4K未対応 1920×1080(30Hz/60Hz/120Hz)まで対応(色深度48bitまで対応) ・ver1.4&1.4a 3840×2160(30Hz)まで対応(色深度36bitまで対応) ・ver2.0&2.0a 3840×2160(30Hz/60Hz)まで対応(色深度36bitまで対応)
DisplayPort	<ul style="list-style-type: none"> ・ver1.0&1.1 3840×2160(30Hz)のみ対応 ・ver1.2 3840×2160(30Hz/60Hz)まで対応 ・ver1.3 3840×2160(30Hz/60Hz/120Hz)まで対応 ・ver1.4 3840×2160(30Hz/60Hz/120Hz/144Hz)まで対応

2-6 使用するPCの環境について

①PC+カメラ付属のソフトウェアを用い 4K映像をリアルタイム再生する場合には、
使用するPCの環境について、取扱説明書等に記載されているPCの環境を準備する
必要がある。

例)JVCケンウッド社 VN-U78

OS:Microsoft Windows 7(SP1)/8.1(32ビット/64ビット)、

CPU:Intel Core i5-3570 3.40GHz以上、

メモリー:4GB以上、HDD空き容量512MB以上、

画面解像度*:1920×1080ピクセル以上、

* 4K解像度で映像を表示する場合は4K対応のディスプレイ、ビデオカードの準備が必要。

True Color(4K解像度対応)

出典<<http://www3.jvckenwood.com/pro/vnetworks/lineup/vn-u78/>>

②PC+映像管理ソフトウェアを用い4K映像をリアルタイム再生する場合にも同様に、
使用するPCの環境について、映像管理ソフトウェアの推奨するPCの環境を準備する
必要がある。

例)Panasonic社WV-ASM200シリーズ

4Kカメラ(WV-SFV781L,SPV781LJなど)において3840×2160 以上の解像度で使用時

OS: Microsoft Windows Vista(SP2)/7 (SP1)/8/8.1/10 各64ビットOS 推奨

CPU: Intel Core™ i7 4790 以上推奨

メモリー: 8 GB 以上推奨(4 GB×2)

出典<<http://sol.panasonic.biz/security/software/asm200/spec.html>>

〈參考資料〉

<参考-1> 1-2-3 被写界深度について「補足説明」	…62
<参考-2> 1-3-1-2 HEVC/H.265の概要「補足説明」	
2-1 HEVC/H.265エンコーダの機能ブロック図	…63
2-2 AVC/H.264との比較(符号化複雑度)	…64
2-3 HEVC/H.265の特長	…65
2-4 主観画質評価例	…66
<参考-3> 2-4-2 無線の使用について「補足説明」	…67

<参考-1> 1-2-3 被写界深度について「補足説明」

撮像素子の大きさと、被写界深度の関係について

- ①1型の撮像素子と1/2.3型の撮像素子で同じ画角を得ようとするとき、1/2.3型の方が焦点距離が短くなる（図1）ため、被写界深度が深くなる。
- ②レンズのFナンバーが小さいほど、被写界深度は浅くなるため、Fナンバーの考慮も必要になる。
- ③1型の撮像素子と1/2.3型撮像素子を比較すると、受光素子サイズの大きさによる影響が無視できない場合があるので注意が必要。

被写界深度の計算式は下記の通り。

$$\text{被写界深度} = \frac{\delta \cdot Fno \cdot L^2}{f^2 - \delta \cdot Fno \cdot L} + \frac{\delta \cdot Fno \cdot L^2}{f^2 + \delta \cdot Fno \cdot L}$$

δ :許容錯乱円径

（=撮像素子の受光素子サイズ）

Fno:レンズのFナンバー

L:被写体までの距離

f:レンズの焦点距離

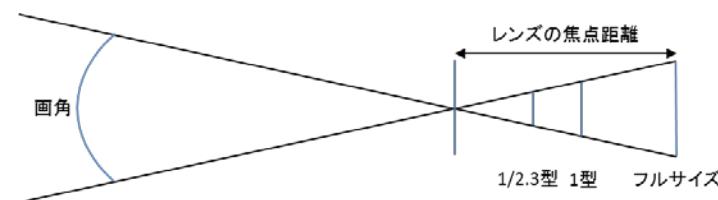


図1.撮像素子の大きさによる焦点距離の違い

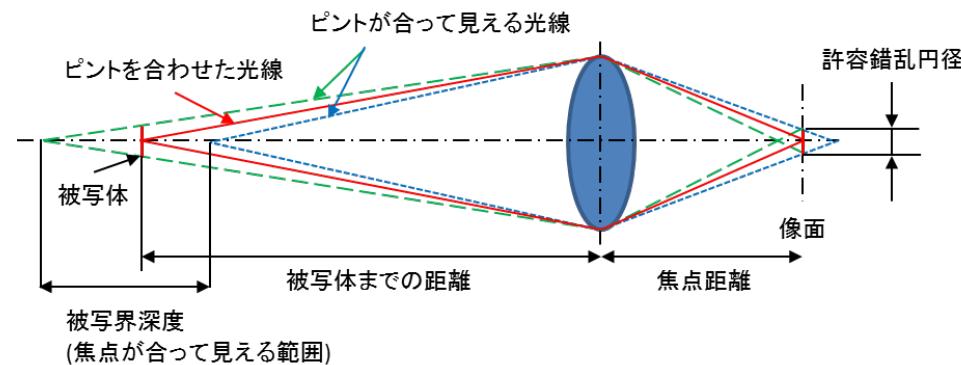
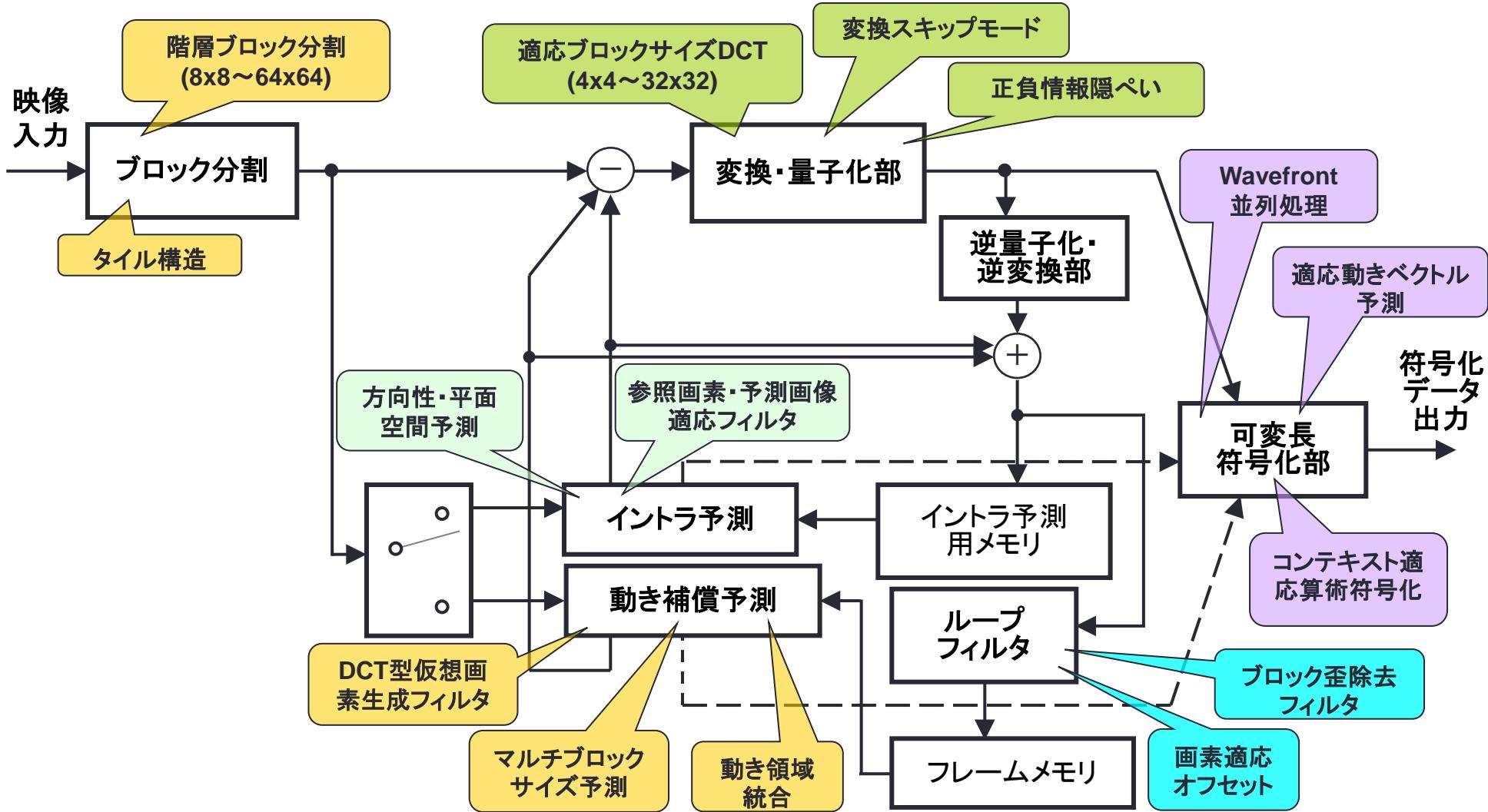


図2.被写界深度について

<参考-2> 1-3-1-2 HEVC/H.265の概要「補足説明」

2-1 HEVC/H.265エンコーダの機能ブロック図



<参考-2> 1-3-1-2 HEVC/H.265の概要「補足説明」

2-2 AVC/H.264との比較(符号化複雑度)

	予測 ブロック サイズ	動き ベクトル 精度	参照 ピクチャ 数	イントラ 予測	変換 ブロック サイズ	エントロピー 符号化	ループ フィルタ
MPEG-2	16x16	半画素	2以下	DC予測	8x8	二次元VLC	—
MPEG-4	8x8, 16x16	1/4画素 (8tap, mirror)	2以下	AC/DC 予測	8x8	三次元VLC	—
AVC/H.264	4x4～16x16 & 水平・垂直分 割	1/4画素 (6tap)	5(通常)	9モード 空間予測	4x4, 8x8 整数変換	CABAC ^{*1} CAVLC ^{*2}	デブロッキング フィルタ
HEVC/H.265	4x4～64x64 & 水平・垂直分 割& AMP ^{*3}	1/4画素 (8&7tap)	5(通常)	35モード 空間予測	4x4～32x32 整数変換	CABAC	デブロッキング、 画素適応 オフセット

圧縮性能への寄与が大きい要素

- ・予測・変換ブロックサイズの階層化・多様化
- ・コンテキスト適応化^{*4)}による徹底的な近傍相関の活用

出典:「高効率映像符号化技術HEVC/H.265とその応用」村上 篤道 他、オーム社

*1)CABAC:Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding:コンテキスト適応バイナリ算術符号化

*2)CAVLC:Context-based Adaptive Variable Length Coding:コンテキスト適応可変長符号化

*3)AMP:Asymmetric Motion Partitioning:非対象動きブロック分割

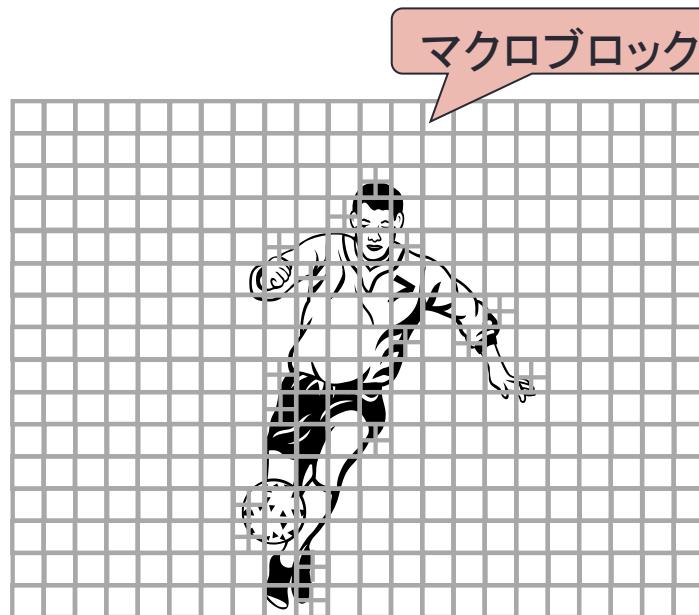
*4)コンテキスト適応化:符号化されるパラメータの局所変動に対する追随性を高める技術

<参考-2> 1-3-1-2 HEVC/H.265の概要「補足説明」

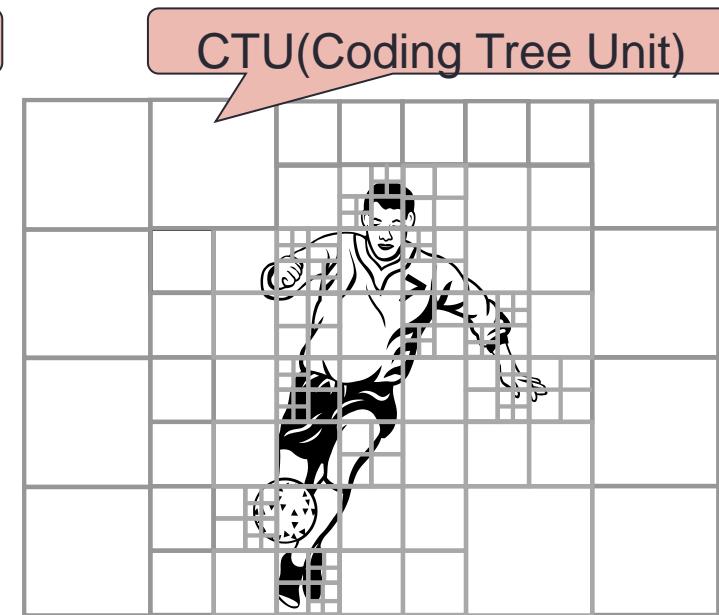
2-3 HEVC/H.265の特長

階層符号化ブロック分割:HEVC/H.265が優れた圧縮性能を実現できるポイント

- ・符号化処理の単位となるブロック(CTU:従来のマクロブロック相当)のサイズを最大 64×64 に拡張し、内部を 8×8 まで階層的に分割
 - －動きベクトルなどの予測パラメータの符号化を効率化



AVC/H.264

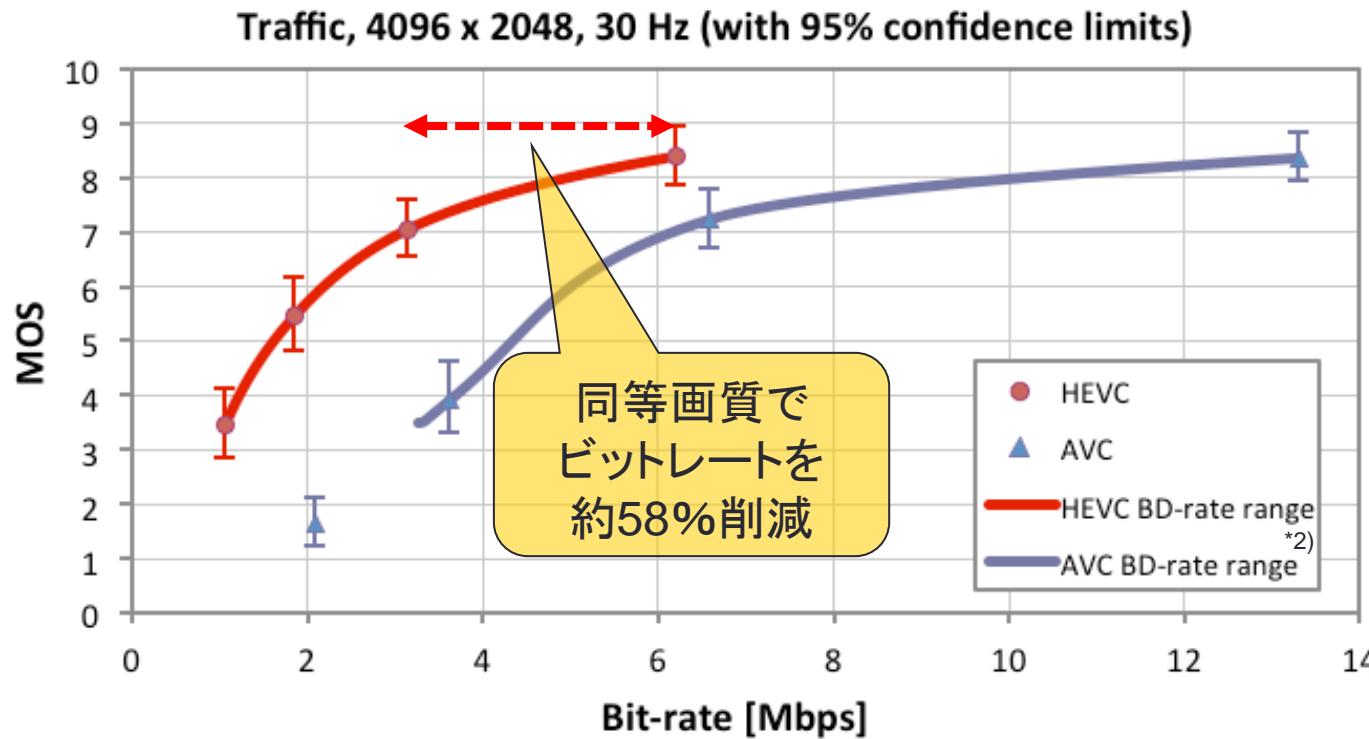


HEVC/H.265

<参考-2> 1-3-1-2 HEVC/H.265の概要「補足説明」

2-4 主観画質評価例

”Traffic”(JCT-VC標準画像)を用いたHEVC/H.265とAVC/H.264主観画質評価の一例
同等画質でビットレートの約58%の削減(MOS値7^{*1})以上でのビットレートの差)



”Traffic” (JCT-VC^{*3}標準画像)

出典: TK Tan, et.al., “HEVC verification test results”, JCTVC-Q0204, March 2014.

*1)MOS: Mean Opinion Score: 平均オピニオン評定、値が大きいほど画質が良いことを示す。MOS値7はgoodに相当。

*2)BD-rate range: ビットレート以外の符号化条件を同一とした場合の、ビットレートの異なる4点のMOS値の範囲

*3)JCT-VC: Joint Collaborative Team on Video Coding

<参考-3> 2-4-2 無線の使用について「補足説明」

無線を使用する場合かつTCP(HTTP等)を使用する場合は、遅延によりスループットが低下する、また同時ストリーム数の上限に制限がかかる(下記表を参照)。現在速度が出るといわれている無線方式、IEEE802.11acを使用しても同様。1フレームのデータを配信するのに往復33[ms]より大きい遅延が生じるようであれば、いくらネットワーク機器が整っても理論上はリアルタイム伝送が出来なくなる。

遅延とTCPスループット(理論値) (4Kカメラの出力データを15[Mbps](H.264、30fps)として算出

遅延(往復) [ms]	スループット [Mbps]	リアルタイム転送 可能なカメラ台数	遅延(往復) [ms]	スループット [Mbps]	リアルタイム転送 可能なカメラ台数
0.5	1024.00	68	10	51.20	3
1	512.00	34	20	25.60	1
2	256.00	17	30	17.07	1
3	170.67	11	40	12.80	0
4	128.00	8	50	10.24	0
5	102.40	6	60	8.53	0
6	85.33	5	70	7.31	0
7	73.14	4	80	6.40	0
8	64.00	4	90	5.69	0
9	56.89	3	100	5.12	0

なお、UDP(例えば、RTP等)によるストリーム配信を使用する場合であれば遅延は緩和される。
但し、UDPを使用する場合のパケットロスによる映像欠落が発生する等のリスクが生じるので、注意を要する。

作成・編集 映像セキュリティ委員会

委員長 難波 剛
副委員長 武藤 幸博

株式会社JVCケンウッド・公共産業システム
アイホン株式会社

WG1 4Kカメラシステムの市場と用途

リーダー 野村 幸司
田伏 正明
壺井 智浩
難波 剛
鈴木 卓哉
石川 泰典

ソニービジネスソリューション株式会社
池上通信機株式会社
グローリー株式会社
株式会社JVCケンウッド・公共産業システム
株式会社日本防犯システム
ホーチキ株式会社

WG2 4Kカメラシステムのレンズ調査

リーダー 井澤 哲
上原 司
川井 大次郎
大田和 久雄
三澤 賢洋

株式会社タムロン
キヤノン株式会社
パナソニック システムネットワークス株式会社
株式会社日立産業制御ソリューションズ
公益社団法人日本防犯設備協会

WG3 4Kカメラシステムの技術課題

リーダー 上田 幸治
武藤 幸博
加地 泰祐
三坂 和広
中村 太功
芳野 雅美
大原 崇寛

三菱電機株式会社
アイホン株式会社
株式会社ケービデバイス
株式会社セノン
TOA株式会社
東芝テリー株式会社
株式会社日立国際電気

事務局 関根 晨貴

公益社団法人日本防犯設備協会

4Kカメラシステムの調査研究報告書

発 行 平成29年(2017年)5月

編 集 公益社団法人日本防犯設備協会 映像セキュリティ委員会

本書は、著作権法で保護対象となっている著作物で、下記行為を無断で行うことを禁じています。

- ・本書の内容を複写し、他に転用すること
- ・本書の内容を全部又は一部を転用すること
- ・本書の内容を変更し転用すること

お問い合わせは、下記へお願いします。

公益社団法人日本防犯設備協会
〒105-0013 東京都港区浜松町1-12-4(第2長谷川ビル)
TEL:03-3431-7301 FAX:03-3431-7304