

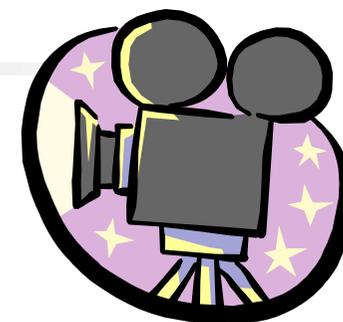
---

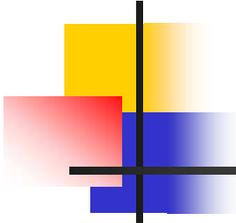
次世代防犯カメラ技術研究専門委員会

# 4Kカメラの歴史

2016年4月25日

東京都市大学  
藤井 哲郎



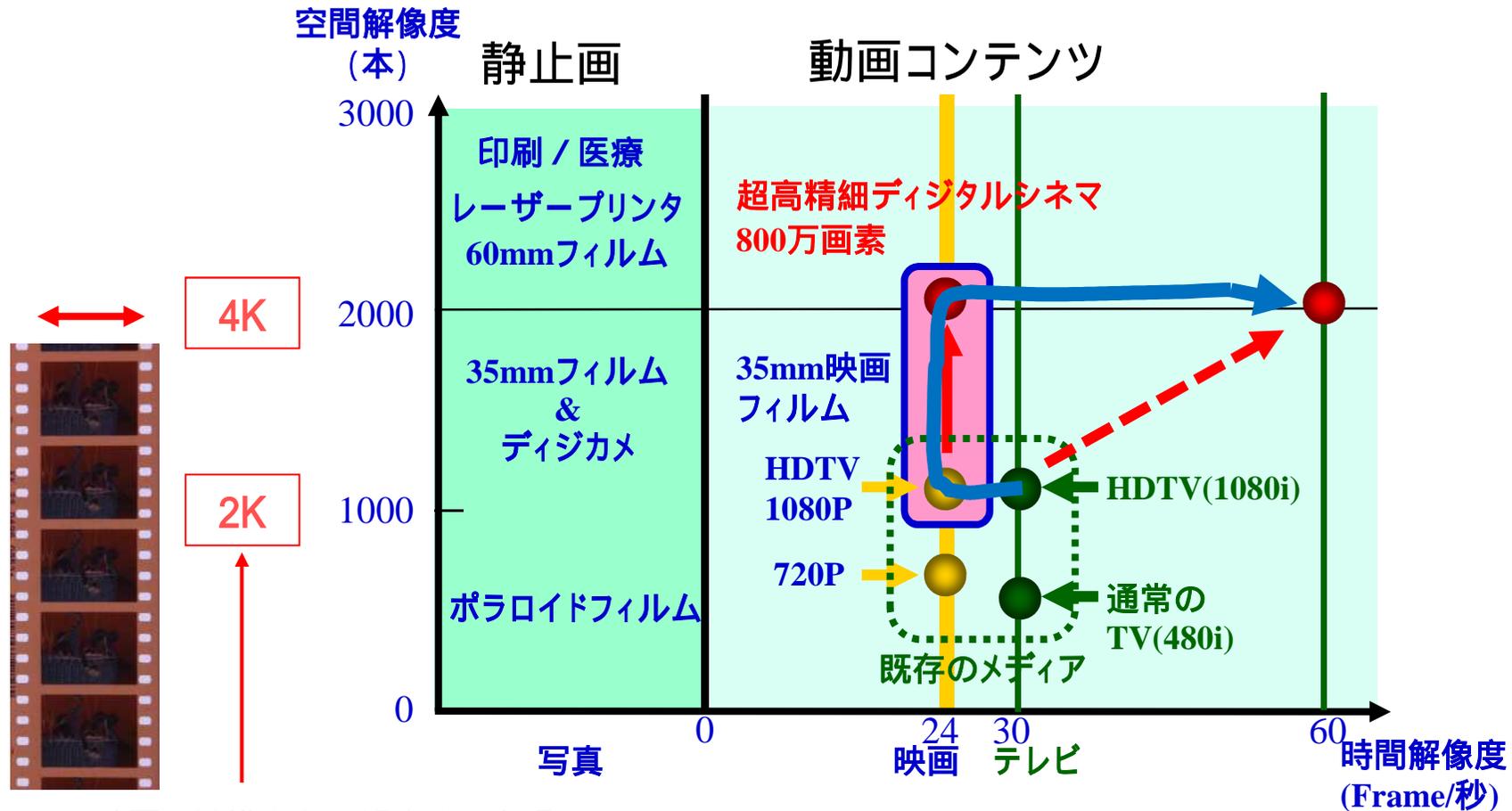


# 超高精細(SHD)画像開発の経緯

---

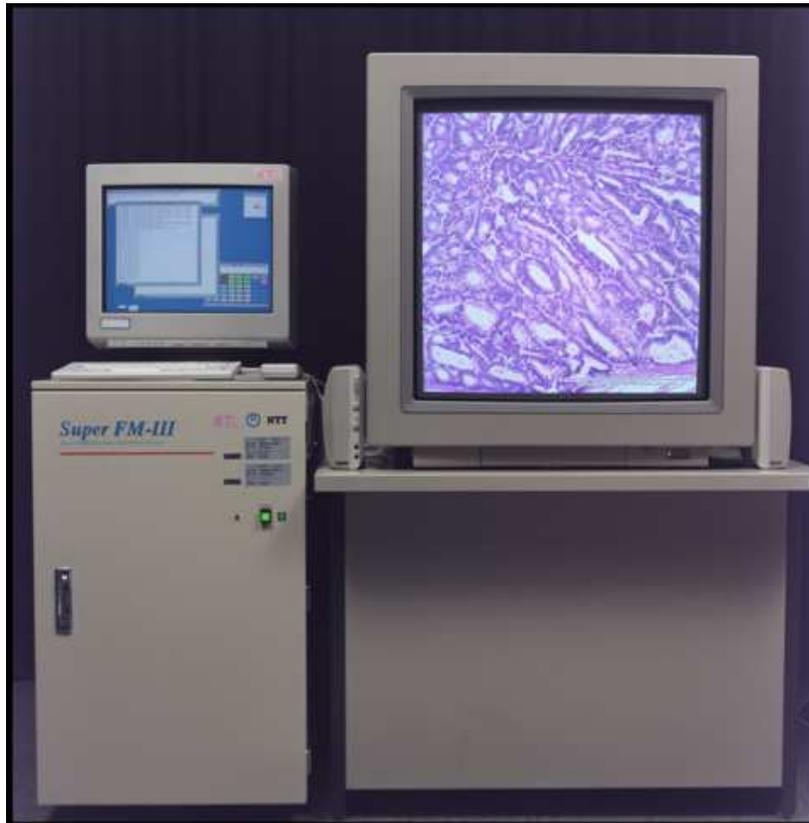
- 研究開始!!
  - 1989年に国際学会(ISCAS89)で発表
  - 1991年に最初の動画SHDシステムを試作
- 次世代高品質画像メディアの定義
  - 解像度2000本以上(60mm以上のフィルム)
  - プログレッシブスキャン、正方格子状サンプル
  - 完全デジタルシステム
- 応用分野
  - プロフェッショナルをターゲット
    - 医療、デザイン、印刷、博物学、美術
  - リッチでリアルなビジュアル通信

# 超高精細(SHD)映像の特徴(1990年)



映画では横方向の解像度で表記  
 映画の4k=2000本の走査線  
 映画の2K=1000本の走査線(HDTV)

# 超高精細画像の医療への応用



超高精細映像システムによる  
病理画像(顕微鏡画像)の高速伝送



デジタル顕微鏡



ATM  
長距離伝送網

高速伝送：1秒で伝送



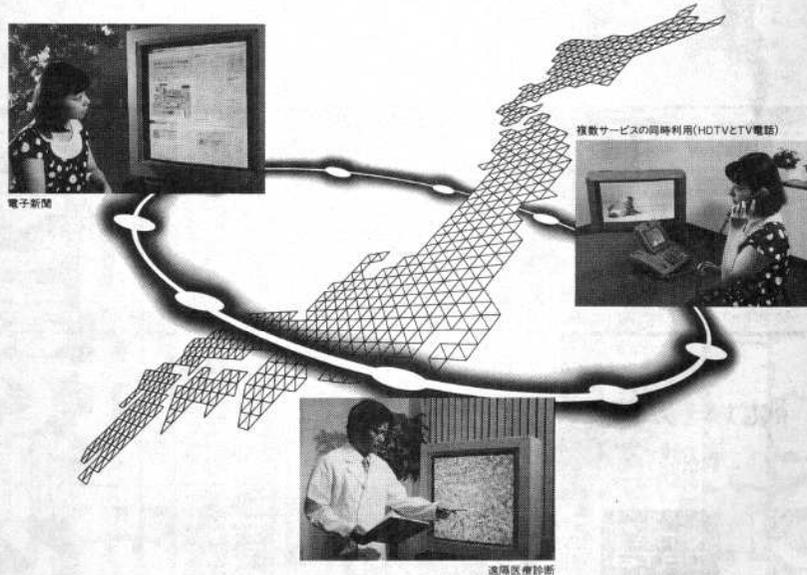
超高精細画像  
ステーション

# NTTがマルチメディア実験を開始(1994年)

- マルチメディア実験の中で超高精細画像システムが活用、NTTの広告にも登場
- 慶應大学とMM実験

光通信ネットワークによる  
マルチメディア社会を、  
一步一步着実に創造します。

**NTT** 



電子新聞

複数サービスの同時利用(HDTV&TV電話)

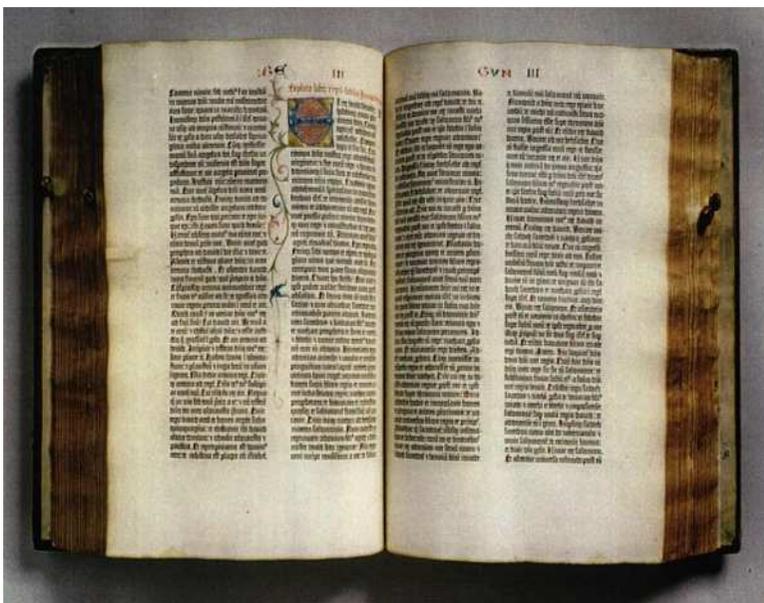
遠隔医療診断

マルチメディアサービスの共同利用実験を通じて、  
皆さまとともに、豊かなコミュニケーションを形にしていきます。

全国に広がるNTTの光ファイバ網、その総延長はすでに約10万9千キロメートル。  
21世紀の新しいインフラストラクチャとして、着々と整備を進めています。NTTでは本年秋より、この光ファイバ網を利用して、  
皆さまとともに、マルチメディアサービスの共同利用実験プロジェクトをスタートさせます。  
高速・広帯域の光ファイバネットワークによる「高速コンピュータ通信利用実験」をはじめ、  
電子新聞などの各種データベースサービスを想定した「一般利用向けマルチメディアネットワーク利用実験」、  
そして住宅向けの「CATV映像伝送等の利用実験」に取り組みます。  
これまでNTTが積み上げてきた光通信網のハード・ソフト両面にわたるノウハウをベースに、皆さまと相互に連携しながら、  
より高度でより身近なマルチメディアの環境づくりとその創造力を、一緒に育ててまいりたいと考えます。  
限らない可能性を秘めて、日本全国で環境整備が進むNTTのマルチメディアネットワーク。  
それはもう「未来」ではなく、「明日」へ始動しています。

# SHD画像を撮影可能なデジカメの登場

- オリンパス社が開発：400万画素デジカメ
  - デジカメ流数え方では、1,200万画素
  - 顕微鏡写真撮影用、稀覯書のデジタル化

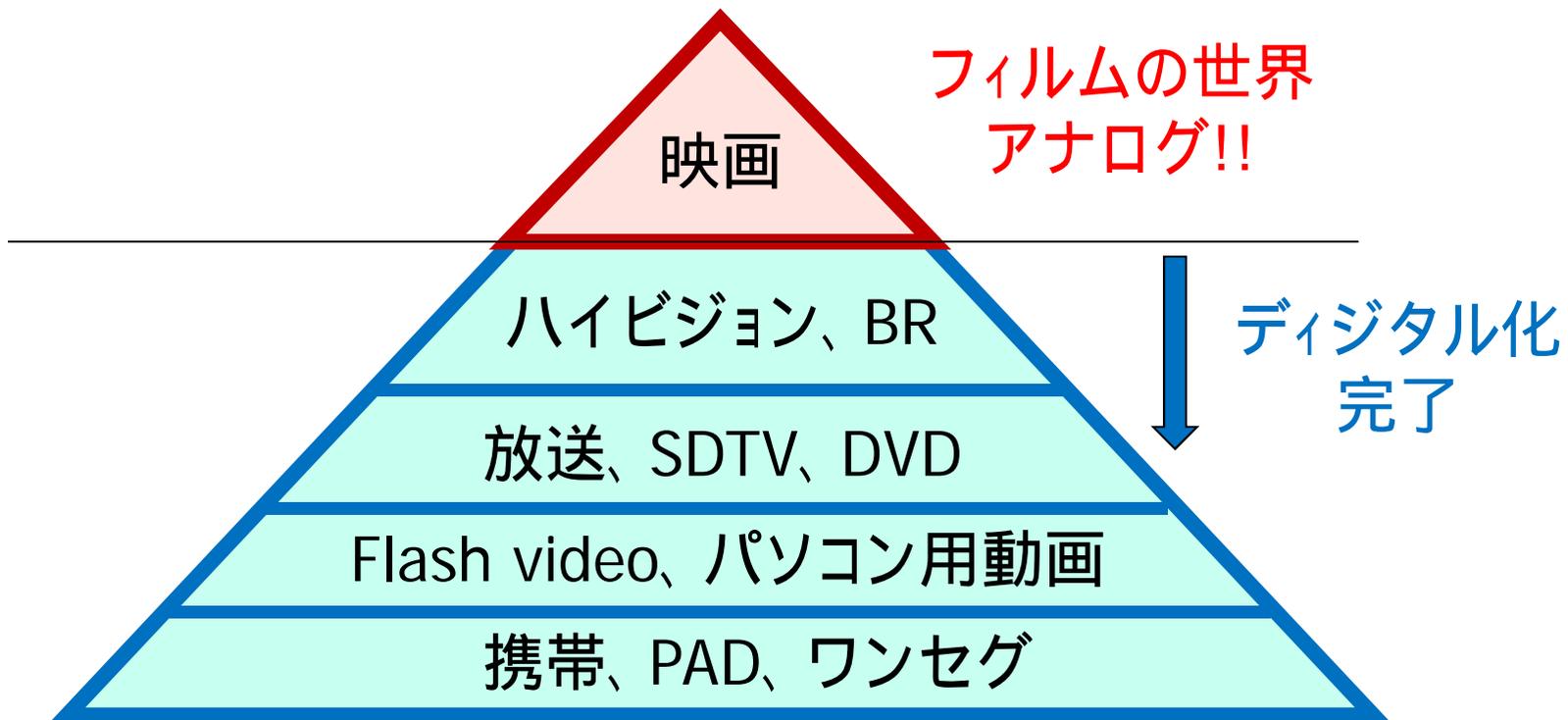


SHDイメージを撮影可能な400万画素  
ワンショットデジタルカメラ



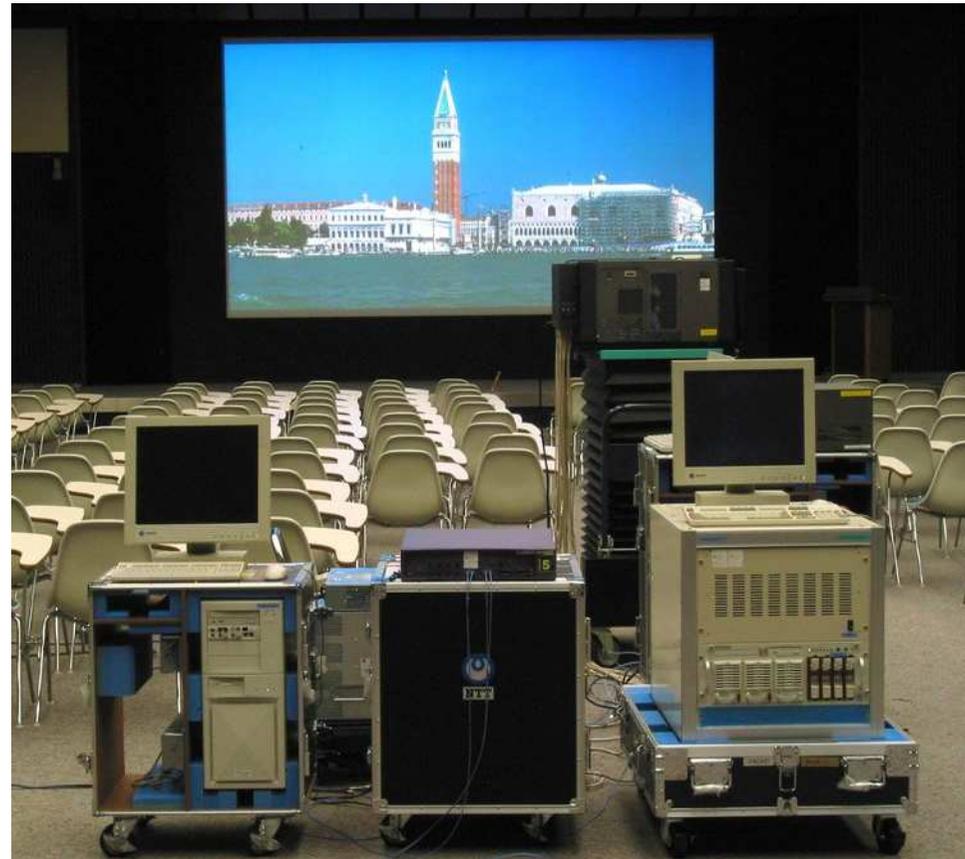
# 2000年当時の映像メディアのピラミッド

- 映像メディアの王様は映画
  - 圧倒的な臨場感と豪華さ
    - 解像度、視野角、色深度、明るさ、
  - まだフィルム中心!!

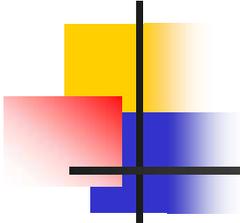


# 4Kデジタルシネマ配信システム

- 1990年より研究開始
  - 2001年映画にたどり着く
- 800万画素動画像
  - 映画
    - 4096 x 2160画素、24フレーム/秒
  - 超ハイビジョン
    - 3840 x 2160画素、30フレーム/秒
- IPによる高速ストリーム配信を実現
  - 約300Mbpsで伝送



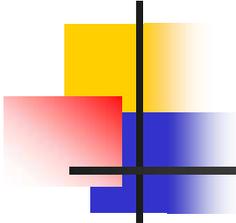
2001年に開発した最新デジタルシネマ配信システム



## ハリウッドの状況(2000年あたり)

---

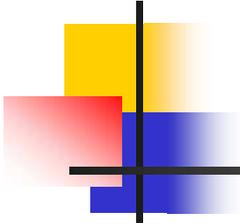
- 1998年、米国FCCが digital HDTV を規格化  
その中に1080p/24
- ジョージ・ルーカス監督 : Star Ward – Episode  
フィルムレスで映画制作
- 2000年、SMPTEに委員会DC28を設置  
Committee on Digital Cinema Technology
- 2002年、DCIが発足(ハリウッド6大スタジオ)
  - オープンアーキテクチャの構築
  - Filmと同様に100年変わらない方式
  - 同じパッケージで、世界中の全ての映画館で上映可



# ハリウッドの3本柱

---

- Filmと同様に100年間変わらない方式!!
  - 映像品質の向上
    - アンサープリントを映画館で上映!!
  - セキュリティの向上
    - 輸送の途中でコピーされる、映画館での盗撮
  - コスト削減
    - デジタルだと、ディスクは再利用可
- でもどうやればよいか解らない??



# 日本発の4K映像技術

---

- 2001年1月、DCCJが発足
  - Digital Cinema Consortium of Japan
  - 35mm映画フィルムの品質を完全にカバーできる4K映像によるデジタルシネマの実現を推進し、その普及をめざす。
  - 日本の4K映像技術に関わる関係者の集まり
    - NTT、ビクター、オリンパス、三菱、シャープ、SONY、IMAGICA
  - 第1回のデジタルシネマ・サミット(@NAB)に参加
- 2001年8月、世界初の4KデジタルシネマのデモをSIGGRAPH 2001で実施

# 世界初の4Kカメラ

- オリンパスが生中継用4Kカメラを試作
  - 2002年のハリウッドの評価実験の際展示



## ハリウッドでの評価実験(1) – パラマウント映画

- パラマウント映画(配給会社)からの招待
  - 2002年6月にParamount Theaterで実施
    - ハリウッドParamount Studio内の施設
    - 配給前の作品の最終チェック用映画館
    - 600インチスクリーン & 豪華な椅子が582席

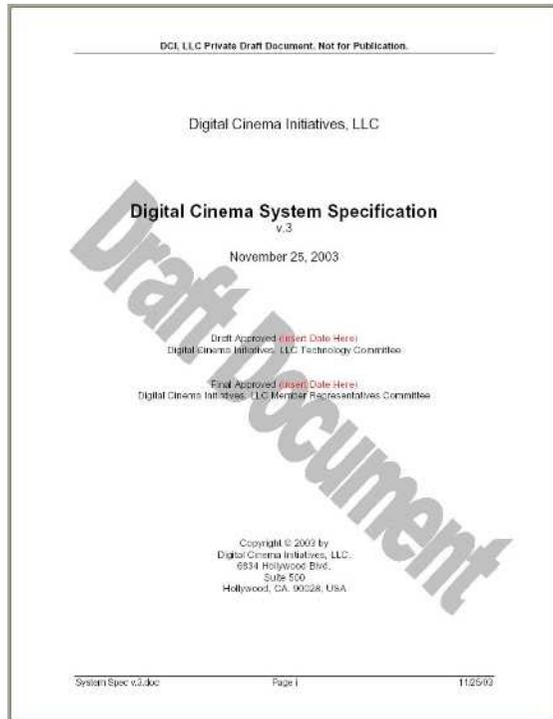


## ハリウッドでの評価実験 (2) - ETCでの評価実験

- デジタルシネマ標準評価機関 ETC (Entertainment Technology Center)
  - 南カリフォルニア大学の研究機関として1993年に設立
- ETC (Entertainment Technology Center) で評価実験を実施
  - 2002年10月30日にETCのCharles Swartz教授とパラマウント映画Garret Smith氏の指揮の下に実施
  - 7大スタジオから約100名、アメリカ撮影監督協会から17名参加

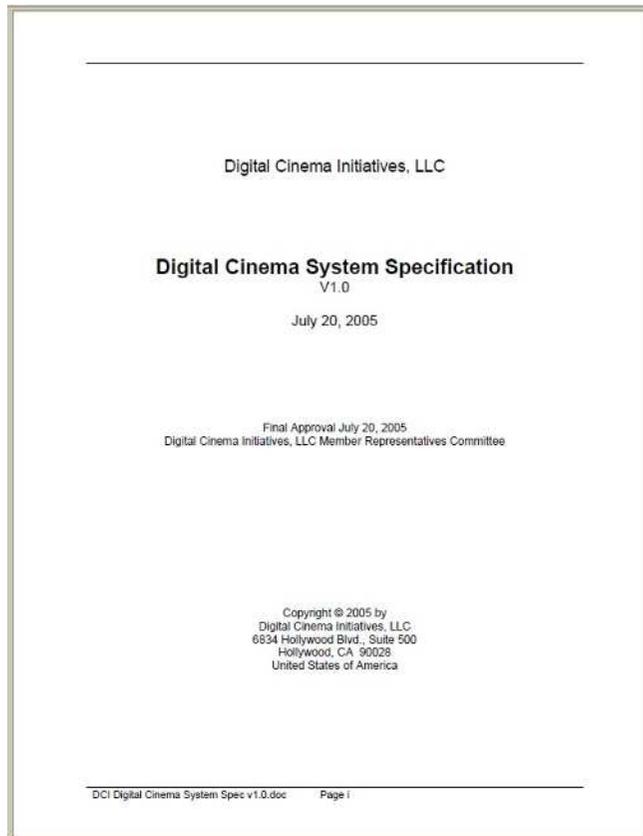


# ハリウッドから標準化案の正式な提示



- Digital Cinema System Specification
  - November 25, 2003にV.3.
  - Digital Cinema Initiatives, LLCより公表
    - ハリウッド7大スタジオがデジタルシネマ標準化のために設立した組織
  - 4K & 2Kの解像度を定義
- 反応
  - 画像のフォーマット等に関しては世界的に合意がとれた
  - セキュリティ&劇場運営に関してNATO(米国映画館主組織)から質問状。これに関する検討が今後進められる。

# デジタルシネマの新しい世界標準規格



- Digital Cinema System Specification
  - Digital Cinema Initiatives (DCI), LLC
    - ハリウッド7大スタジオの連合
  - V1.0、2005年7月20日
- 画質の仕様
  - 4K & 2K の解像度を定義
  - SMPTE XYZを色座標として採用
  - JPEG2000を圧縮方式として採用
- DCPのパッケージ化 - MXF
- セキュリティの仕様
  - 暗号方式: AES128bit CBCモード
  - 複数の電子透かしを組み込むこと



# 上映した封切り映画

- *Tim Burton's "Corpse Bride"* (WB) October, 2005
- *Harry Potter and the Goblet of Fire* (WB) November, 2005
- *V for Vendetta* (WB) April, 2006
- *The Da Vinci Code* (SPE) May, 2006
- *Poseidon* (WB) June, 2006
- *M:i:III* (Paramount) July, 2006
- *World Trade Center* (Paramount) October, 2006
- *007 Casino Royal* (SPE) December, 2006
- *Charlotte's Web* (Paramount) December, 2006
- *THE DEPARTED* (WB) January, 2007
- *Déjà Vu* (Buena Vista) March, 2007
- *Spiderman 3* (SPE) May, 2007
- *Pirates of the Caribbean 3* (Buena Vista) May, 2007
- *Harry Potter and the Order of the Phoenix* (WB) July, 2007
- *Ocean's Thirteen* (WB) August, 2007



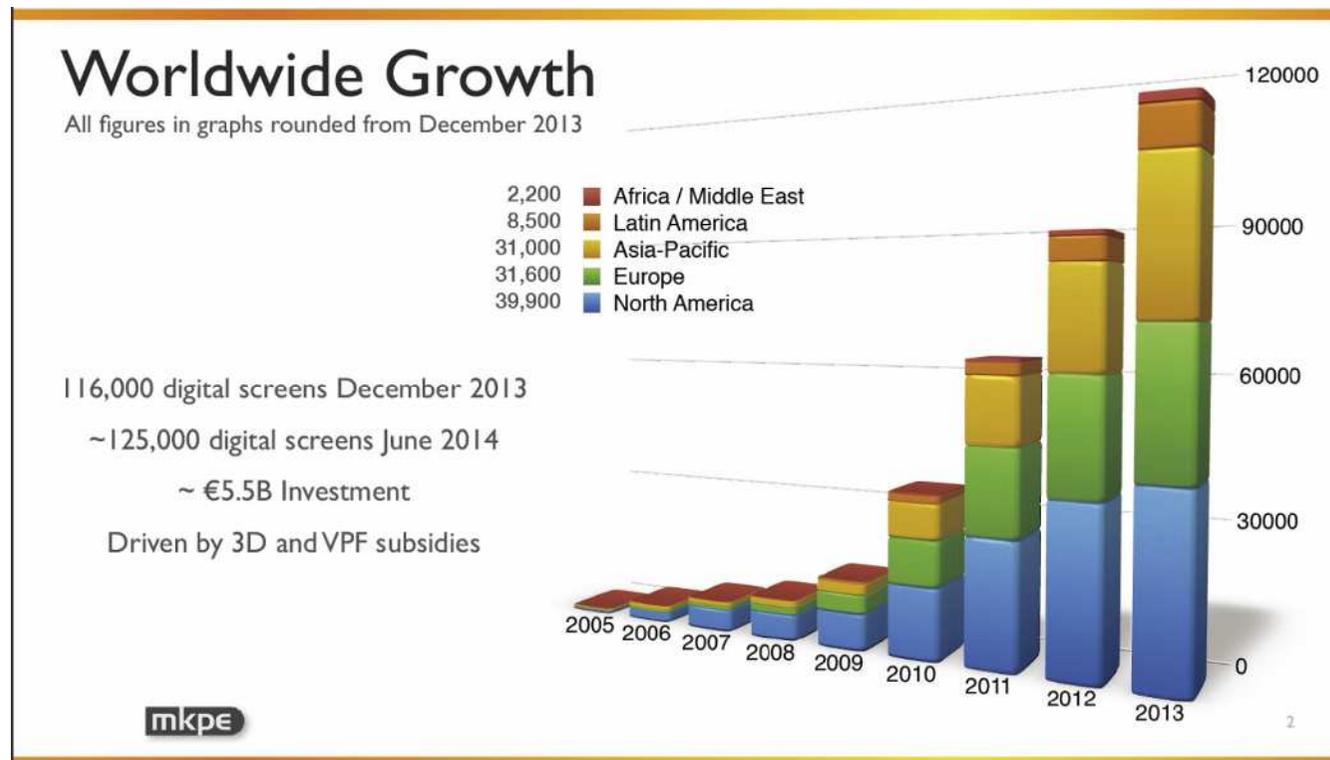
"The Da Vinci Code"  
© 2006 Sony Pictures Entertainment (J) Inc.

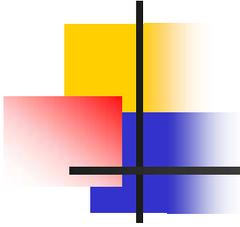


"Pirates of the Caribbean: At World's End"  
© 2007 Disney Enterprise, Inc. All Rights Reserved.

# Deployment of Digital Cinema

- 125,000 digital screens around the world
  - 普及率90%、その殆どがDCI仕様
- 映画館のデジタル化は完了!!(ハリウッド見解)

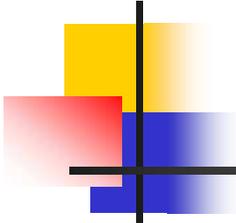




# 日本におけるデジタルシネマの進展

---

- 日本映画製作者連盟の発表  
(2015年12月末)
  - 総スクリーン数3,437スクリーン
  - デジタル設備が3,351スクリーン
    - 1052スクリーンが3D立体デジタル対応



# デジタルシネマの新たなアプリケーション展開

---

- デジタルシネマばかりでは無い
  - Show Biz Contents
    - コンサート、スポーツ、演劇、etc.
  - 遠隔教育、医療
  - 高臨場感テレビ会議
    - 究極の双方向TV会議

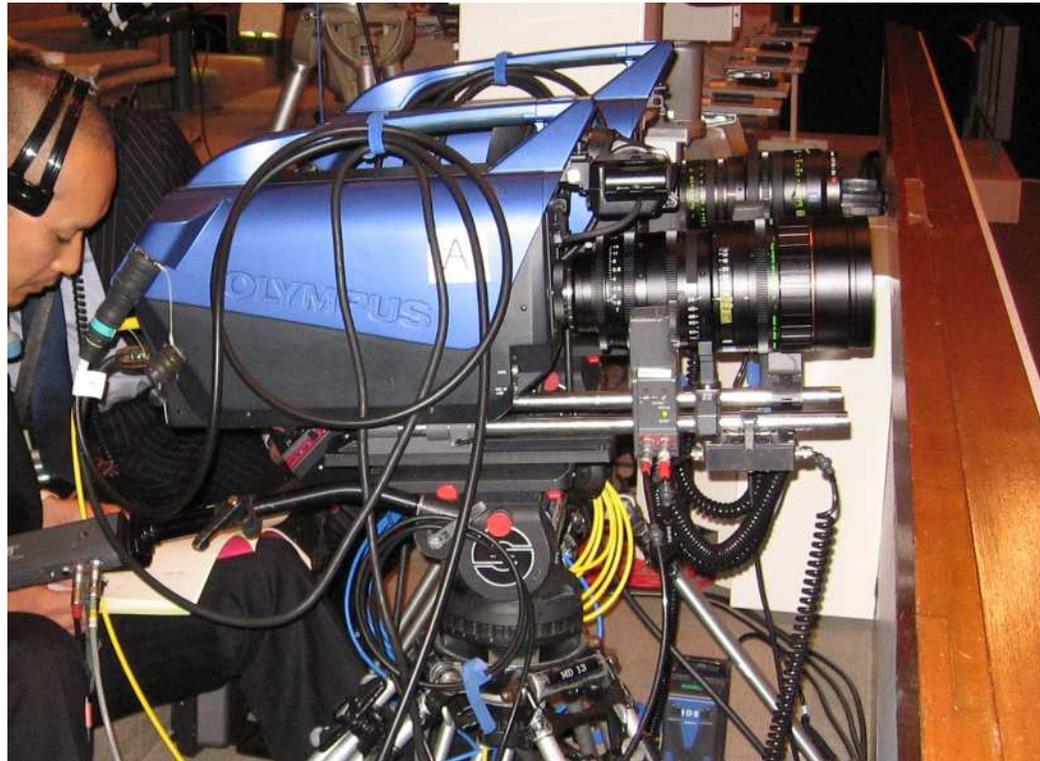


ODS

(Other Digital Stuff 又は Online Digital Source)  
超高精細映像のシネマ以外への利用

# 世界初の商用4Kカメラ

- オリンパスが世界初の商用4Kカメラを開発
  - 2005年のCineGrid2005でデビュー



# 4K超高精細映像ストリーミングシステム

## システム緒元

符号化方式	JPEG 2000
映像信号IF	HD-SDI (SMPTE 292)x 8(最大)
対応解像度 及び 対応フレームレート	<u>SMPTE 274M, 372M</u> <b>1920x1080:24p - 60p</b> <b>3840x2160:24p - 60p</b> <u>DCDM-SDI (SMPTE 428)</u> <b>2048x1080:24p,24PsF</b> <b>4096x2160:24p,24PsF</b> 各1/1.001クロック対応
カラースペース 及び色深度	RGB 4:4:4 / 12bit YCbCr 4:4:4 / 12bit YCbCr 4:2:2 / 10bit
外部同期信号	BB , HD3値 , HD-SDI
OS	Linux kernel 2.6.x
オーディオIF	Embedded Audio ( SMPTE 299M )
オーディオ フォーマット	非圧縮PCM 44.1 / 48KHz, 16 / 24bit, 最大32ch
配信プロトコル	TCP/IP, UDP/IP(マルチキャスト可) 誤り訂正機能付き



システム前面



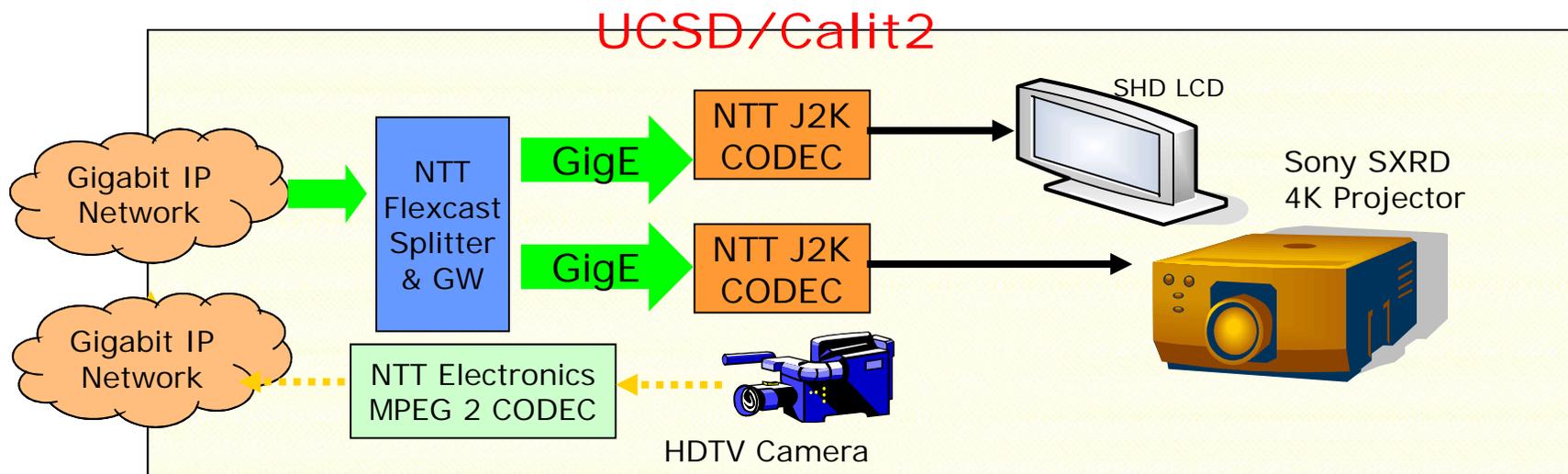
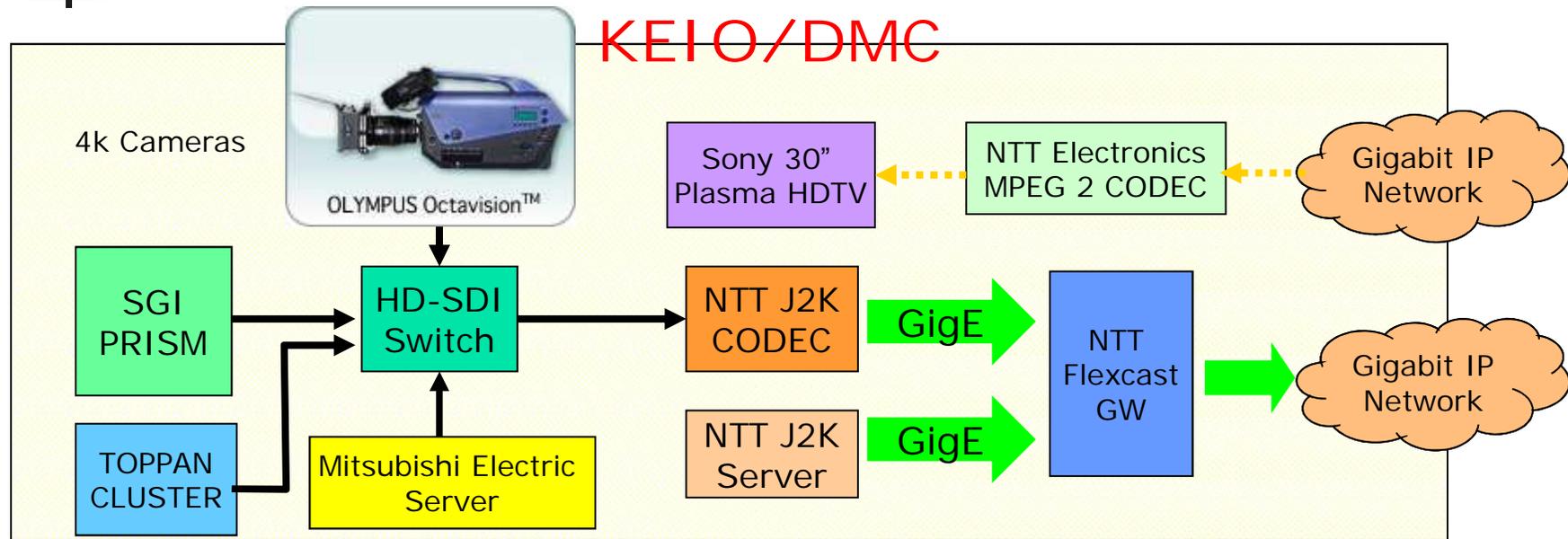
システム背面

# iGrid - 4Kデジタルシネマクラス映像の配信

- ODS (Other Digital Stuff) 或いは LSDI (Large Screen Digital Imaginary)のパイオニア的実験
- 4K 映像のIP配信による太平洋横断実験 (世界初)
  - JPEG2000 圧縮技術を用いたライブ映像IP伝送
  - フレックスキャスト技術を用いた多地点配信
  - 総計6時間の4K デジタルシネマクラス映像コンテンツを上映
- iGRID 2005 (2005年9月26日から29日)
  - 参加組織
    - 慶応大学, NTT, PII
    - イリノイ大学シカゴ校
    - カリフォルニア大学サンディエゴ校
    - 東京工科大学, USC, UCSD, NICT, 凸版, オリンパス, SGI, 三菱電機, etc.
  - 後援
    - DCTF及びDCCJ



# 世界初の4K映像生中継



# 映画用4Kカメラの登場

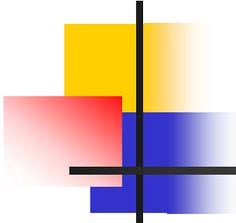
- 2007年に4Kカメラが次々と登場
  - RED ONE、SONY F23等



RED ONE Cinema Camera



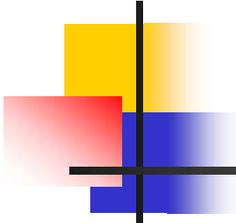
SONY F23 Cinema Camera



# デジタルシネマ用4Kカメラの特徴

---

- logで画像データを表示
  - 映画はフィルムをスキャンし、デジタル化  
Cineonフォーマット:10ビットlogガンマ
  - センサーのRAWデータを16ビット化(SONY F65)
    - SONY:S-Log、Panasonic:P-10Log、Canon:8bitのCanon-Log
- 色の表現範囲が大幅に拡大
  - 放送は、UHDTVの色域規格BT.2020を制定
- 大型単板のセンサー
  - Super 35mmフィルムの置き換え
    - フィルム用レンズを流用できる。

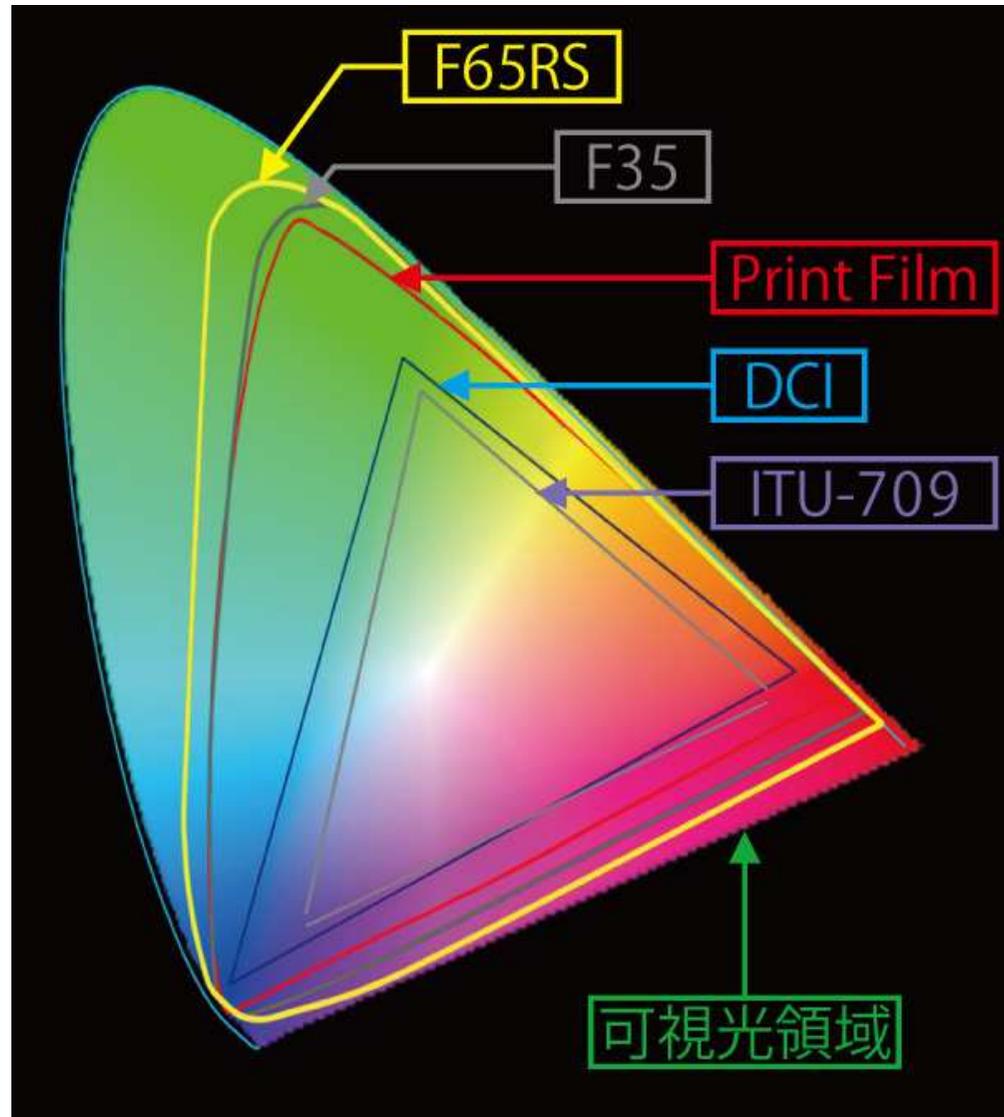


## HDRが新しいターゲット

---

- ドルビーが先駆け(4K Blu-ray用)
  - 「モアピクセルからベターピクセルへ」
  - HDR (High Dynamic Range)、ハイコントラスト

# SONY デジタルシネマカメラF65の色域



## コモディティ化する4K映像

- 4Kハンディカムの登場(2014年)
  - SONY FDA-AX100、163,786円で登場
- 4Kテレビはあたりまえ
  - 50インチ以上の薄型TVの88%
  - VIERA 4K TH-50CX700、50インチTVが148,000円
- パソコン用4Kモニタ
  - Amazonで28インチモニタが41,490円から
- ネットで4Kストリーミング放送
  - YouTube、ぷららから光TV、Amazon、Netflix



## アクションカムにも4K登場

- GoProからHero 4登場(2014年9月)
  - ウェアラブルカメラ
  - 4K/30p、1080/120pなどの撮影が可能
  - 水深40m防水
  - 64,000円

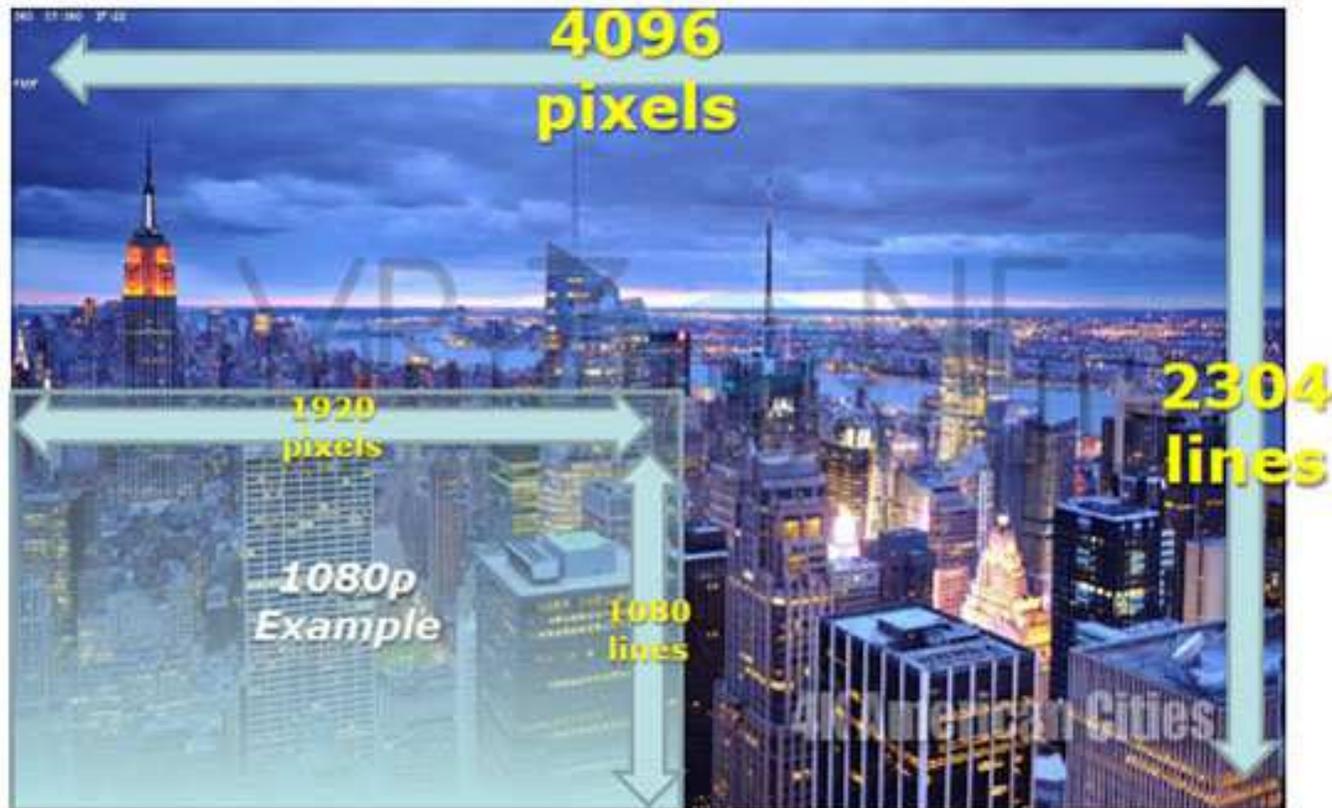


# Intel: Ivy Bridge GPU to support 4K resolutions

By Dante Cesa  posted Sep 19th 2011 8:26PM

## Supporting 4K HD Video

- What's beyond HD (1080p)?



[http://www.youtube.com/watch?v=DD\\_YOvNUVc4](http://www.youtube.com/watch?v=DD_YOvNUVc4)

**IDF2011**  
INTEL DEVELOPER FORUM

# 汎用PCによる4K/60p映像の再生

## 検証用PCの構成

OS	Microsoft Windows 7 Professional
CPU	Intel Core i7-4770 3.4GHz
GPU	SAPPHIRE HD7850 2G
メモリ	8.00GByte
モニター	SHARP PN-K321 ・ DisplayPortのDualモード接続



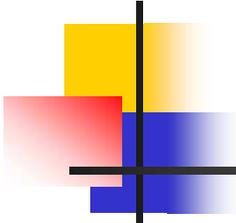
4Kモニター(32インチ)  
SHARP製 PN-K321  
3840 × 2160画素、60fps

## 評価映像の仕様

解像度	3840*2160 pixel
符号化方式	MPEG4(H.264/AVC)
フレームレート	60fps
ビットレート	10,25,50,100Mbps
色深度	ハイプロファイル 8bit

映像素材: PXW-Z100で撮影した映像

編集ソフト: Cyber Link PowerDirector12、SONY Vegas 12



# H.265 / HEVCを用いた4K / 60p映像再生

フレームレート(fps)	60P		
	25 Mbps	50 Mbps	100 Mbps
ビットレート(Mbps)			
Media Player Classic HC	A	A	B
Media Player Classic BE	A	A	A
DVD Fab(無料版)	B	B	B
GOM player	B	B	B
VLC Media Player	B	B	B
Windows Media Player	B	B	B
DivX Player	A	A	A
S Player	C	C	C
SM Player	B	B	B

H.265/HEVCで圧縮した4K60P映像による再生品質評価

(A: 再生される、B: 再生されるが、コマ落ちまたはスロー再生、C: 再生不可)

# AXIS社からの防犯用4Kカメラ

- P1428-E ネットワークカメラ
  - 高解像度画像を実現する、コンパクトで費用対効果に優れた4K Ultra HD監視
  - フルフレームレートで4K Ultra HD/8.3メガピクセルの解像度
  - デイナイト機能
  - エッジストレージ
  - H.264 と Motion JPEG



# Panasonic社からの防犯用4Kカメラ

## ■ 監視カメラ WV-SFV781L/SPV781LJ

12メガピクセル 屋外対応ネットワークカメラ  
4K Ultra HD Engine、赤外線照明(IR LED)を搭載。

ベース金具無し

**i-PRO SmartHD**

アイプロシリーズ  
4K 屋外対応ネットワークカメラ

**WV-SFV781L** (PoE受電方式 DC12V)

**WV-SPV781LJ** (PoE受電方式 DC12V)

各本体希望小売価格 410,000円(税抜)

**TRUE 4K**

**ONVIF | S G**

**親水コーティング**

WV-SFV781L

WV-SPV781LJ

<赤外線照明(IR LED)を搭載><光学6倍ズームレンズ><カメラ取付金具 付属><WV-SPV781LJ: 取付金具 別売>※レンズ交換不可。  
PoE対応HUBを使わない場合別売ACアダプターWV-PS16 本体希望小売価格 8,000円(税抜)が必要です。

# SONYからの防犯用4Kカメラ

- IPERA: SNC-VM772R
  - 防犯用ネットワークカメラのフラッグシップ機
  - 高解像度と高感度の両立を実現し、広範囲の監視に適した4K対応ネットワークカメラ
  - インテリジェントコーディングを搭載
  - 希望小売価格358,000円 + 税



# ASKからの防犯用4Kカメラ

- CEPSA
  - 4K対応 8MP Ultra HD IR バレットカメラ
  - 8MP Ultra HD Network Camera
  - H.264/MJPEG画像圧縮方式対応
  - リモート監視プログラム(SmartPSS)



# 全方位映像監視を目指す4Kカメラの登場

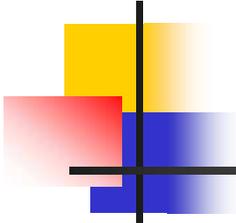
## ■ 全方位カメラ(フィッシュアイ)の登場



Panasonic社から



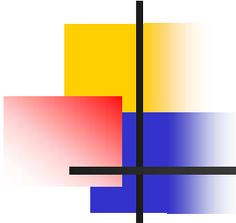
シャープ社から



# 防犯用4Kカメラ登場により変わること

---

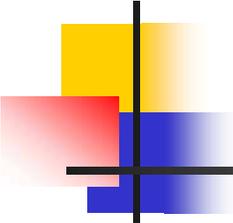
- 解像度が増えることで
  - 伝送時に必要なネットワーク帯域が3～4倍
  - 録画機器も高いCPUの能力と、保存容量
  - 使用するレンズも重要
- 高付加価値をどのようにつけるか
  - 画像解析や効率的な運用方法
  - 録画時の課題となるネットワーク帯域やストレージの圧迫を、H.265による高圧縮技術を用いて対応



# 4K防犯カメラの普及について

---

- 4Kカメラに適した設置場所とは
  - 屋外監視から：スタジアム、空港、市街地、道路監視等
  - 複数台カメラで監視していた場所を4K対応カメラ1台
  - 複数の監視ポイントを1台で全てカバー
  - 警察、防衛、広域警戒などの行政主導の領域から
- これからの課題
  - 暗所での撮影を可能にする性能アップ
  - 伝送・蓄積のコスト低減
  - 高付加価値をどのように実現するか
- 2020年の東京オリンピックに期待!!



## 次回の予定

---

- 次回は映像伝送について
  - 伝送方式
    - CAT 5 or 6, Ethernet, IP
  - 符号化方式
    - JPEG, JPEG2000, H.264, H.265