


## 先端情報工学概論(3) デジタル画像データ圧縮 -MPEG処理概要-

ファイヤー和田 知久

[wada@ie.u-ryukyu.ac.jp](mailto:wada@ie.u-ryukyu.ac.jp)

琉球大学・工学部・情報工学科 教授

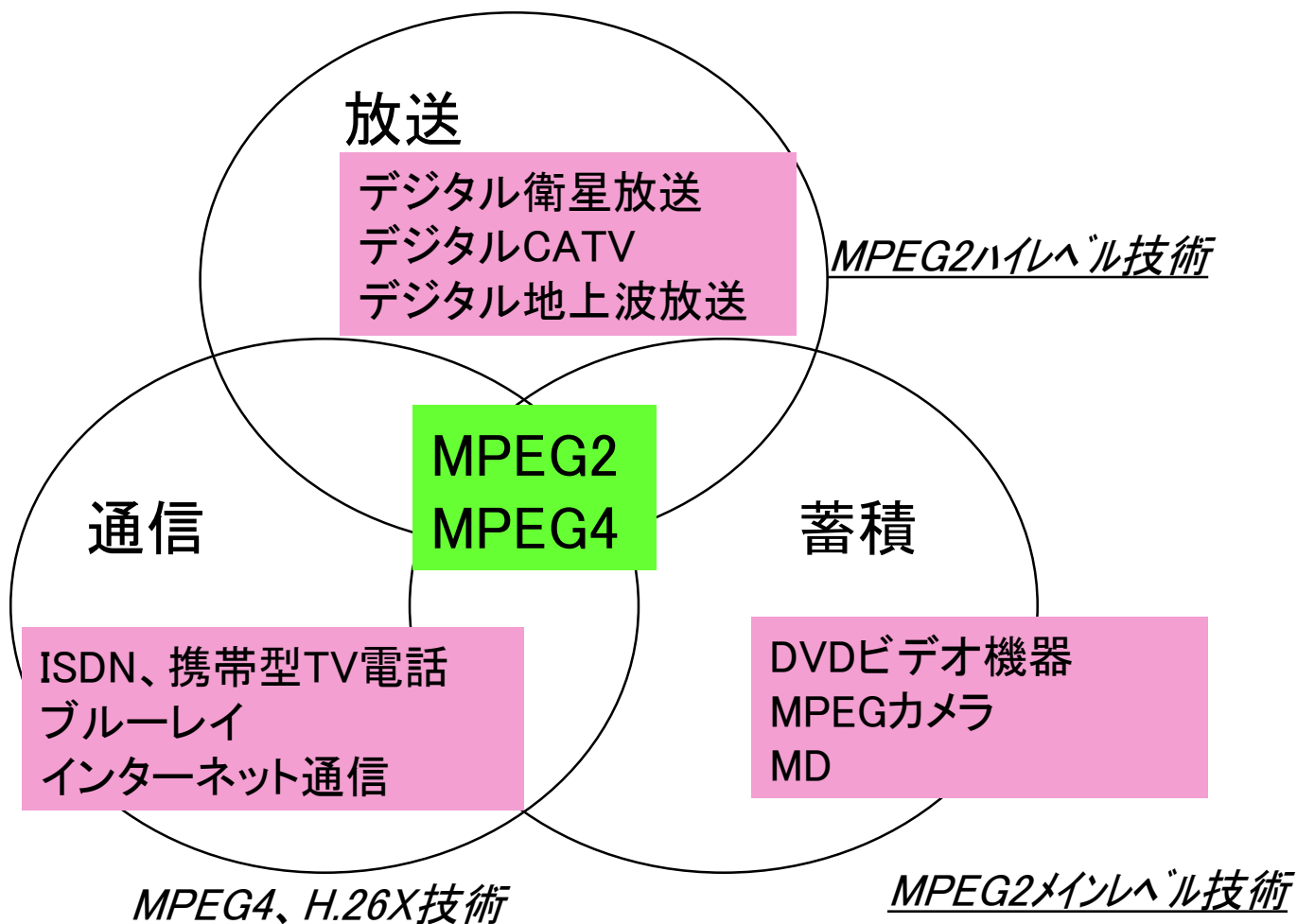
<http://www.ie.u-ryukyu.ac.jp/~wada>

- 
1. MPEG応用システム
  2. 画像圧縮アルゴリズム
  3. LSI例

# 1. MPEG応用システム

画像圧縮技術が応用されたシステム

# MPEG技術のマルチメディアへの応用



# 放送における画像圧縮の必要性

- テレビ1コマ 700KByte  
1秒間 30コマ  
1秒間のデータ 21MByte → 約170Mbps (bit/second)
- 1チャンネルの衛星波でのデジタルデータ伝送量  
→ 約30Mbps～50Mbps
- 画像圧縮技術により5Mbps程度までにテレビ画像のデータ圧縮が可能
- 衛星放送の多チャンネル化が可能
- HDTV画像なら、20Mbpsまで圧縮して、放送。

# デジタル放送システムの方式比較

		日本			米国(ATSC)	
ベースバンドレイヤ (ピクチャレイヤ)		1080 I ... 1920[画素] × 1080[ライン], 30 I 480 I ... 720[画素] × 480[ライン], 30 I 480 P ... 720[画素] × 480[ライン], 60 P (720 P..1280x720, 60P, 1080 P 条件付)			1080 I/P(24P,30P/I) 720 P (24/30/60P) 480 P (24/30/60P) 480 I (30I)、等	
情報源符号化レイヤ (ビデオ、オーディオ)		MPEG-2 ビデオ	MPEG-2 オーディオ (衛星・地上波はAAC)		MPEG-2 ビデオ	ドルビー AC-3
多重化レイヤ		MPEG-2 トランスポートストリーム				
伝送レイヤ	情報レート	52.2Mbit/s	23.4Mbit/s	29.2Mbit/s	19.39Mbit/s	
	外符号	RS (204,188)			RS (207,187)	
	内符号	トレリス符号/ 畳込み符号	畳込み符号	—	トレリス符号	
	変調	PSK	OFDM	QAM	VSB	
	伝送帯域幅	34.5MHz	6MHz	6MHz	6MHz	

衛星(BS)

地上波

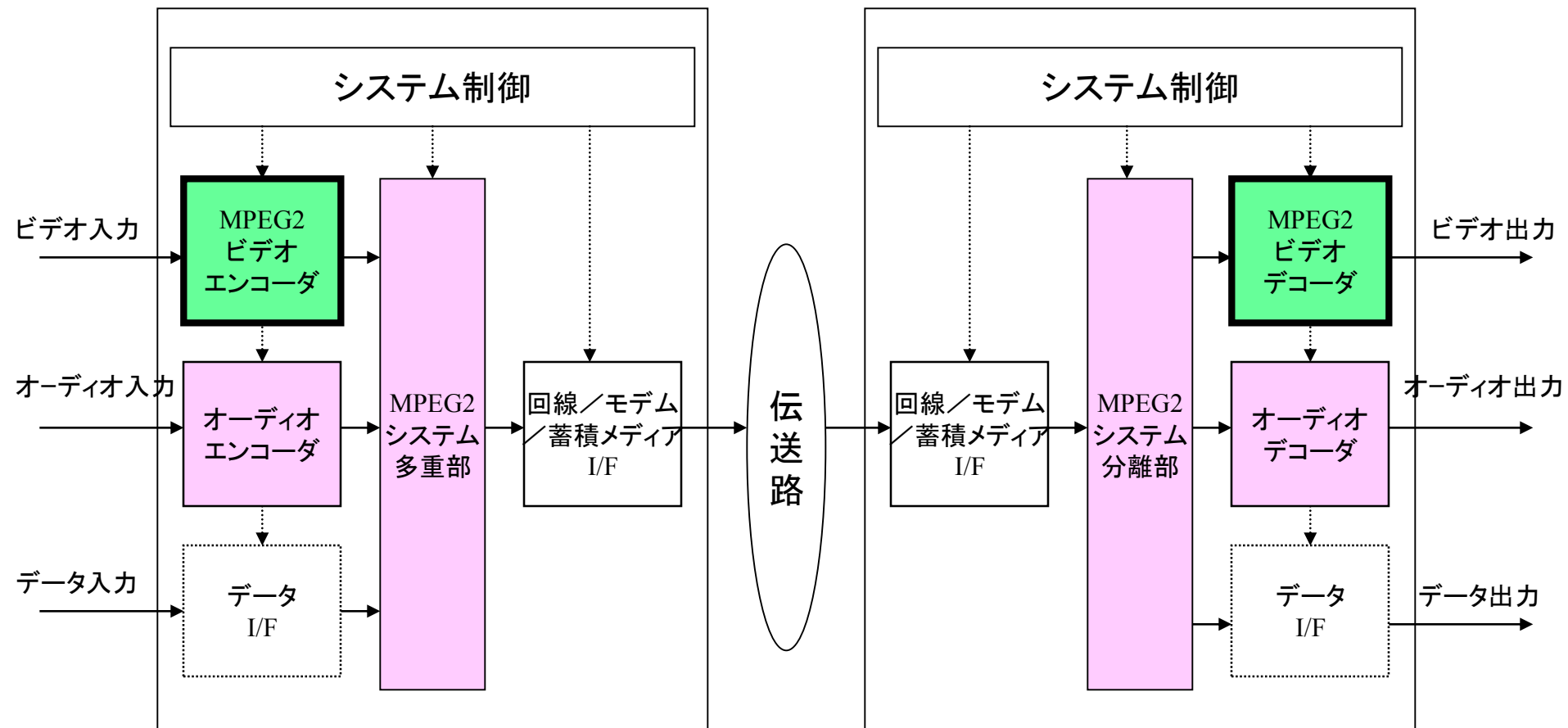
ケーブル

地上波

# デジタルTV送・受信機ブロック図

送信機

受信機



# 蓄積メディアにおける画像圧縮の必要性

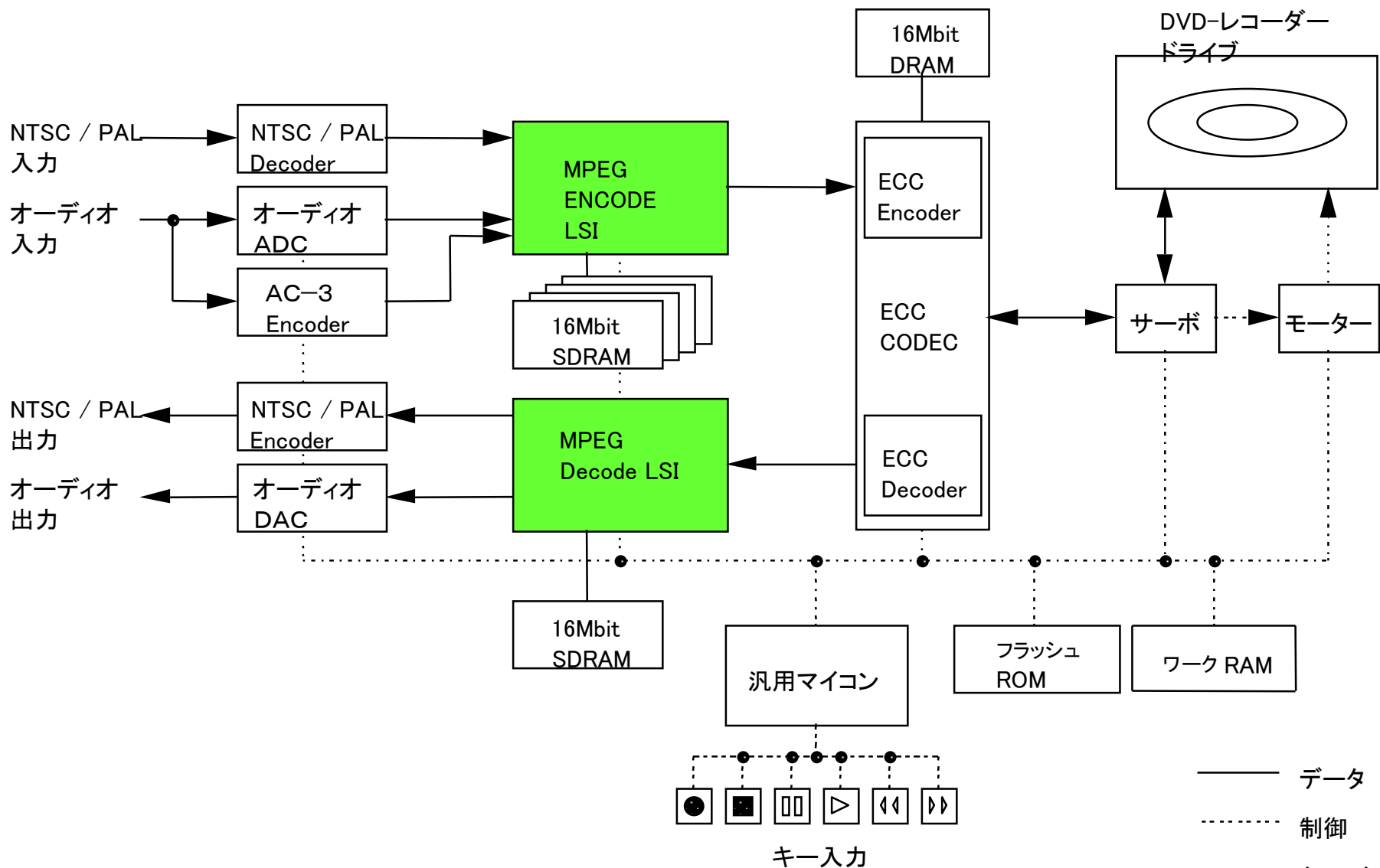
- 5～6Mbpsまで圧縮することで、映画2時間分をDVDに記録できる。

DVD-RAMの容量: 4.7GB

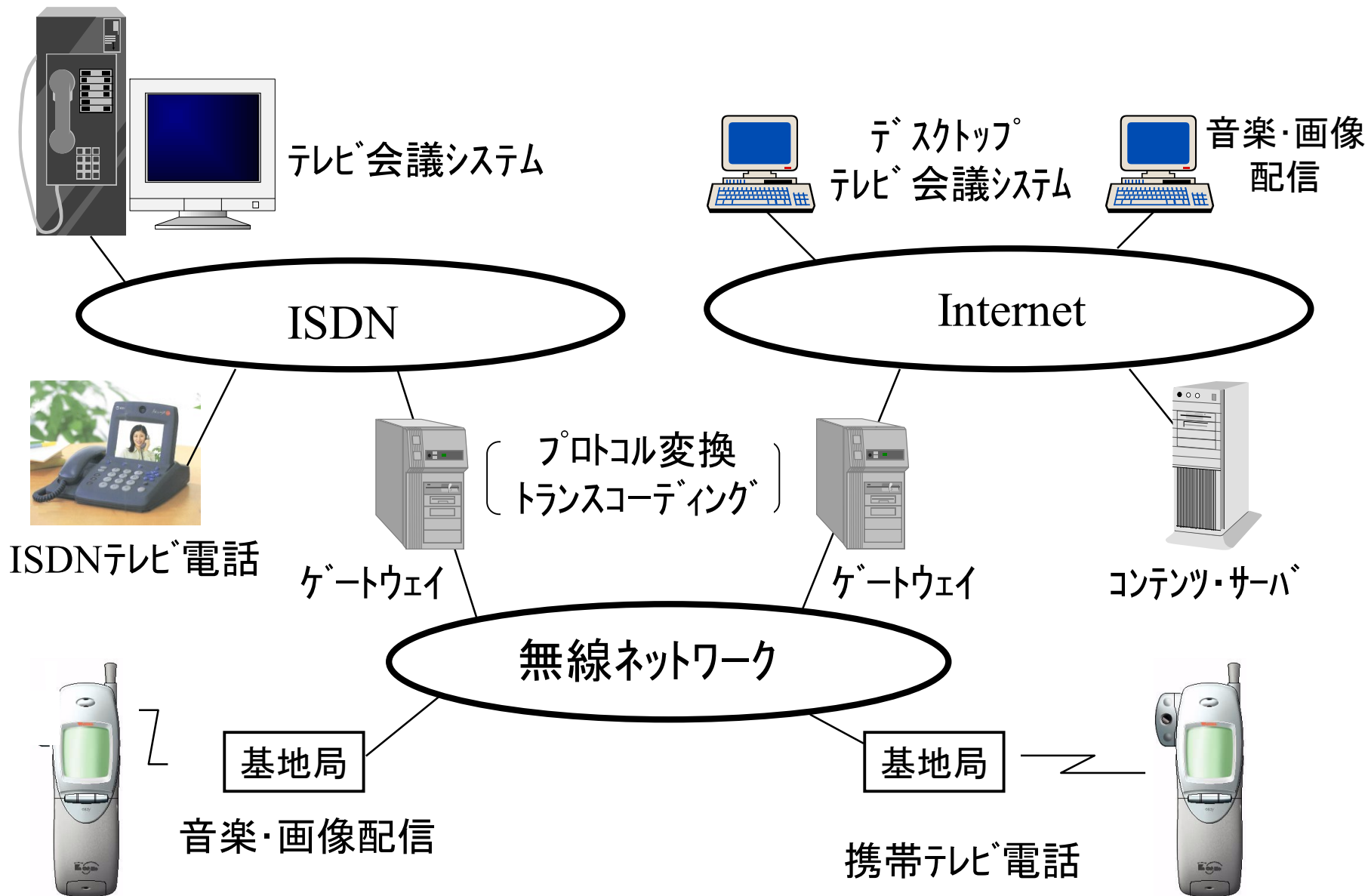
- DVC(テープ媒体)に比べて編集やアクセスのよいディスクメディア(コンパクトDVDやMD)に記録できる  
→ MPEG2カメラ、MPEG4カメラ



# 録再DVDプレーヤブロック図



# マルチメディア通信システム

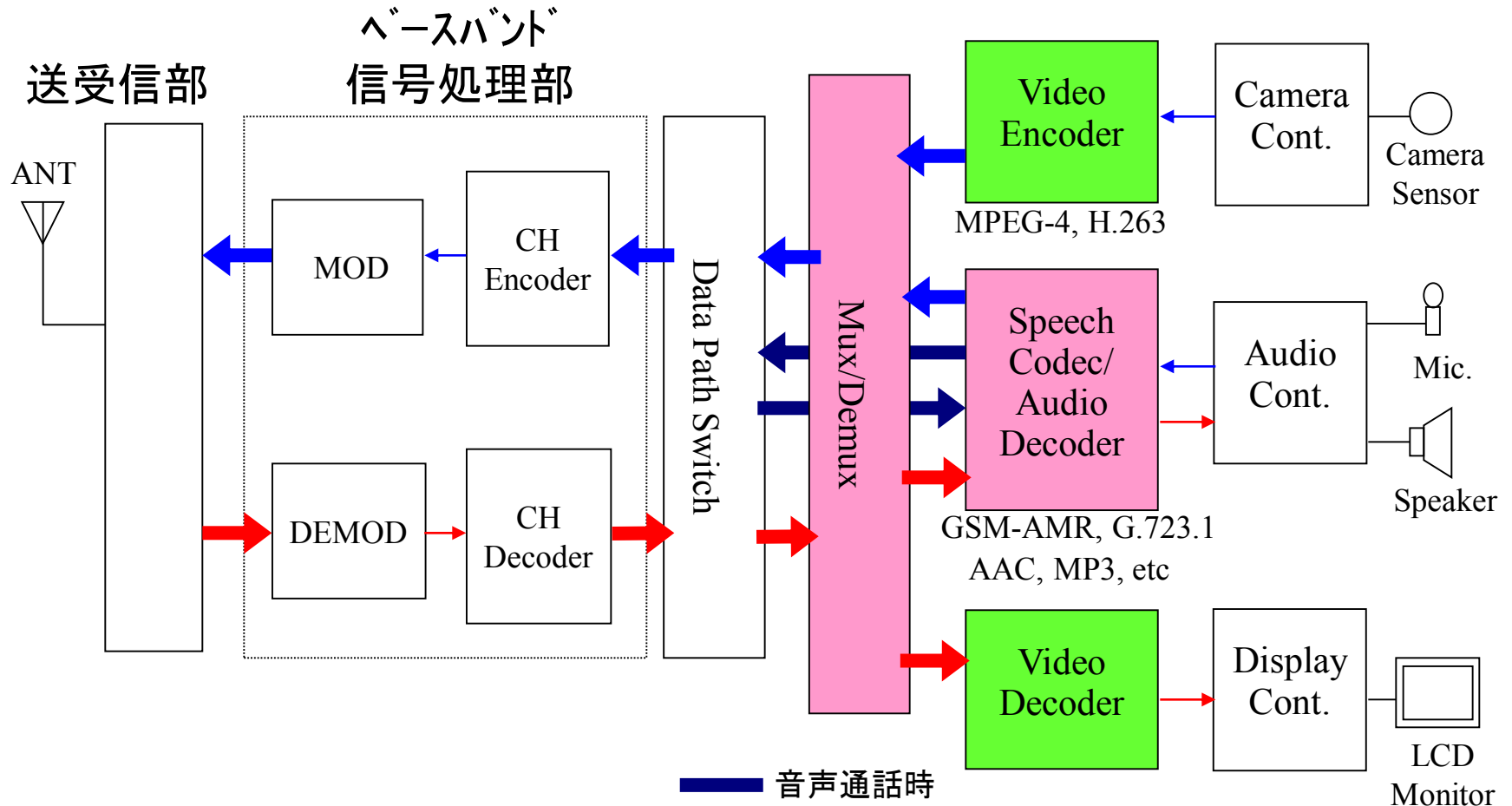


# マルチメディア通信における画像圧縮の必要性

- 家庭・オフィスにつながる安価なネットワーク
  - 有線系; ISDN(64K-128Kbps)
  - X-DSL(128K-1Mbps)
  - 無線系; W-CDMA(64K-384Kbps)
- 画像情報の圧縮(MPEG4)により、インターネットやISDNによるコンテンツ(映画、ゲーム、音楽)のスムーズな配信、W-CDMA 携帯TV電話、TV会議等が可能になる。

# マルチメディア通信端末

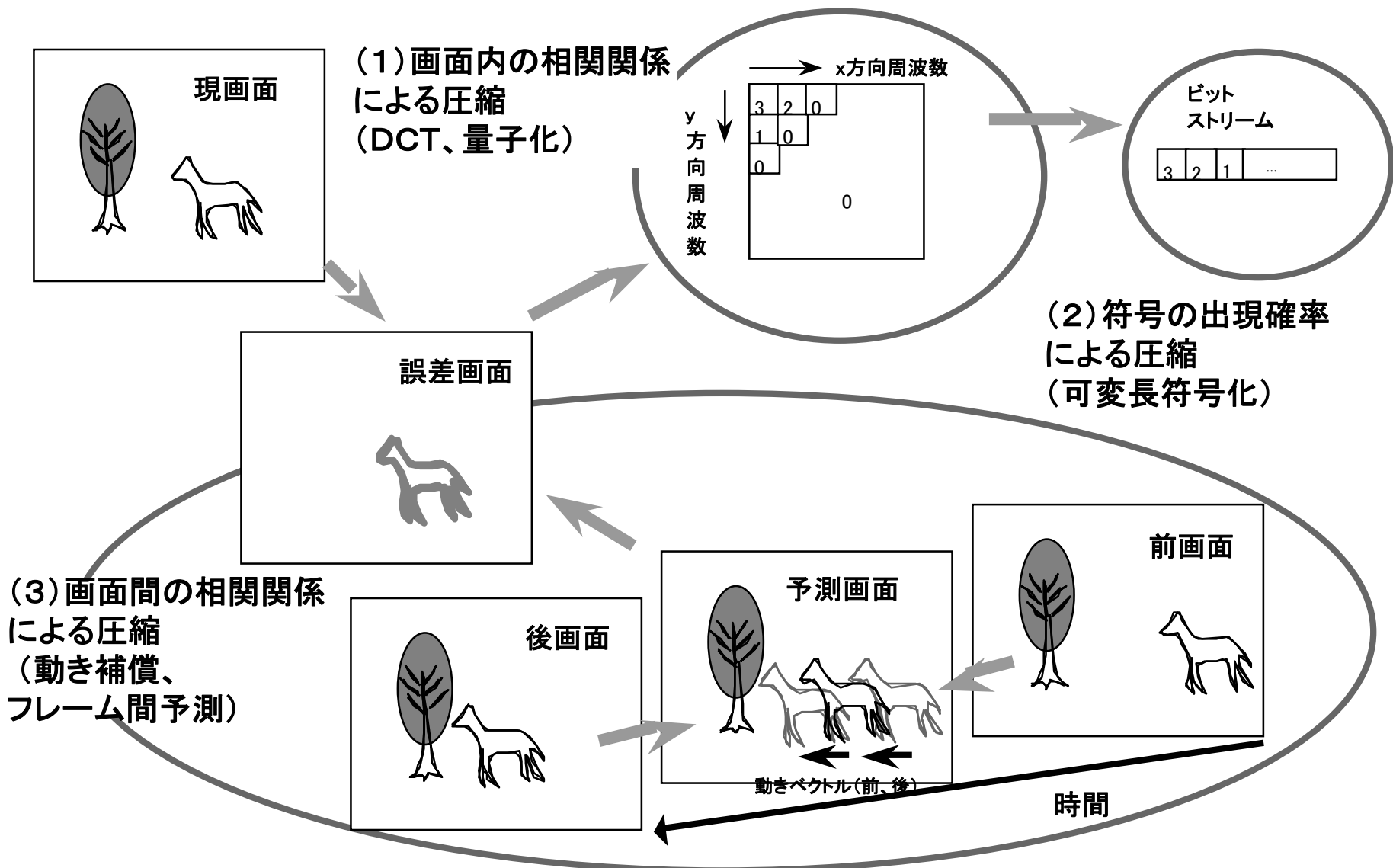
(W-CDMA対応携帯テレビ電話端末)



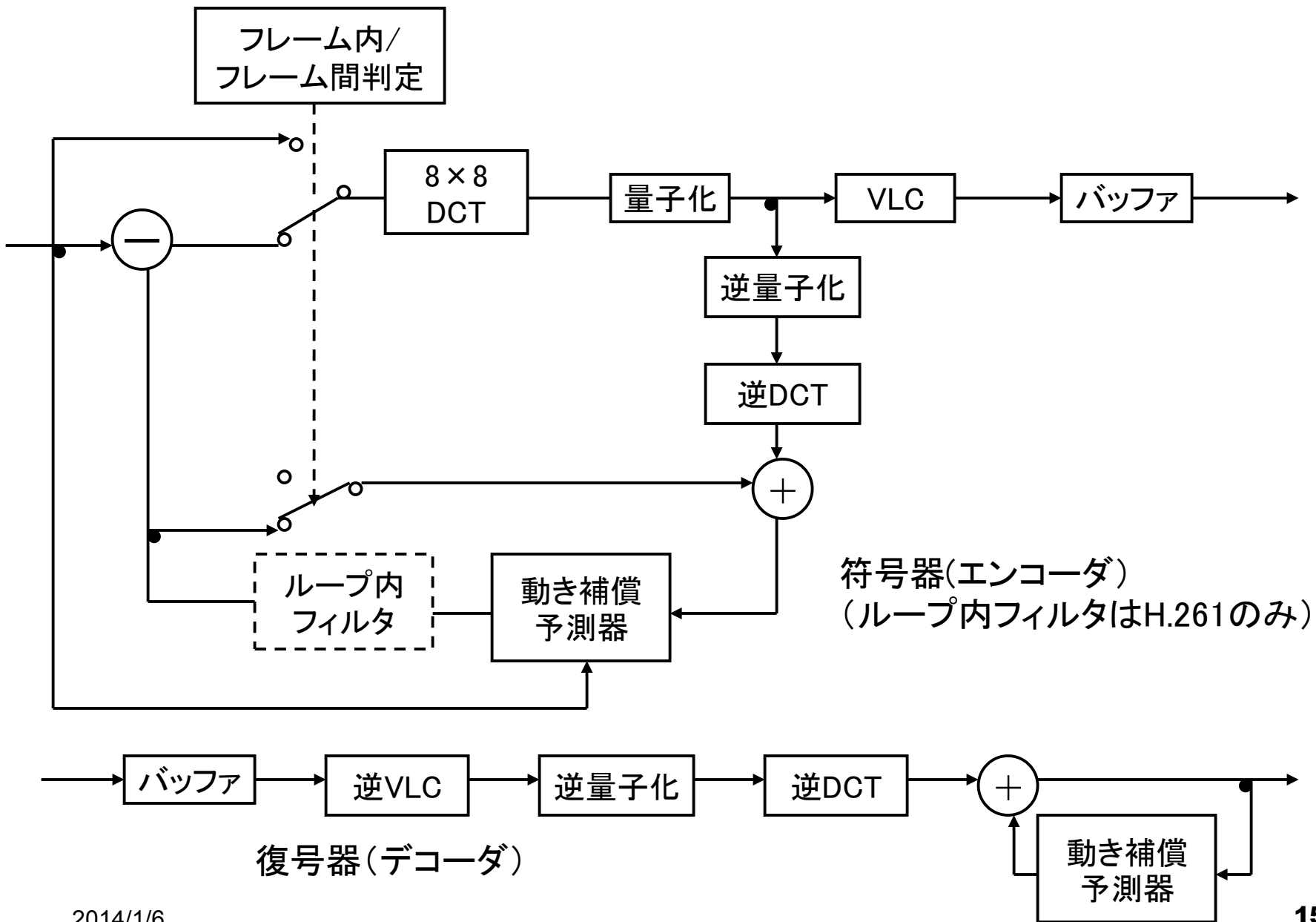
## 2. 画像圧縮アルゴリズム

さて、どのように画像データを減らすのか？

# MPEG2動画像圧縮の考え方



# 動画像符号化器ブロック図(H.261,MPEG)



# DCT(離散コサイン変換)処理

$$X(u, v) = \frac{2}{N} c(u) \cdot c(v) \cdot \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} x(i, j) \cdot \cos \frac{(2i+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2j+1)v\pi}{2N}$$

ここで

$x(i, j)$  ( $i, j=0, 1, 2, \dots, N-1$ )は原信号

$X(u, v)$  ( $u, v=0, 1, 2, \dots, N-1$ )はDCT係数

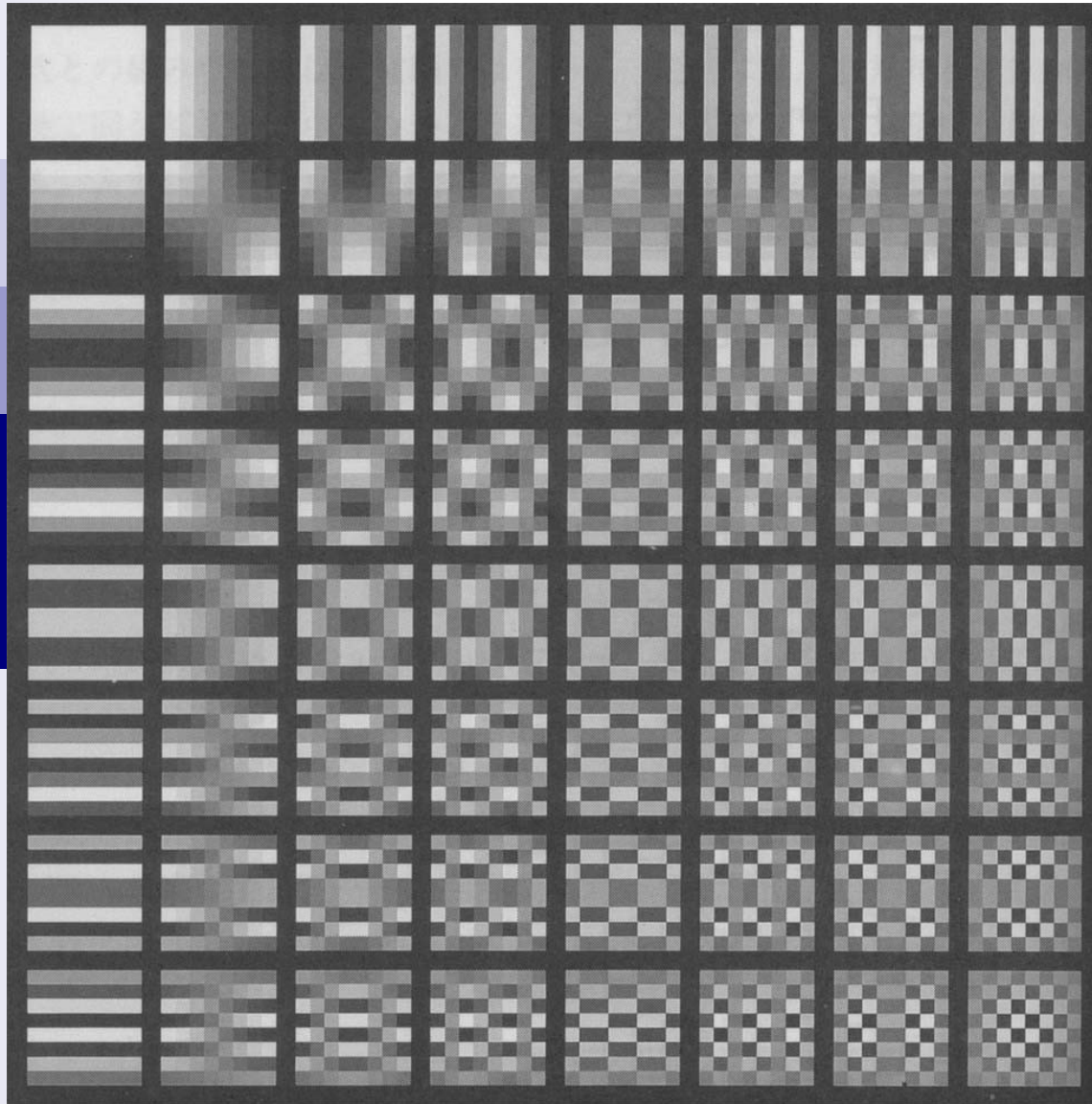
$u=v=0$ の時  $C(u)=C(v)=2^{-1/2}$

$u, v \neq 0$ の時  $C(u)=C(v)=1$

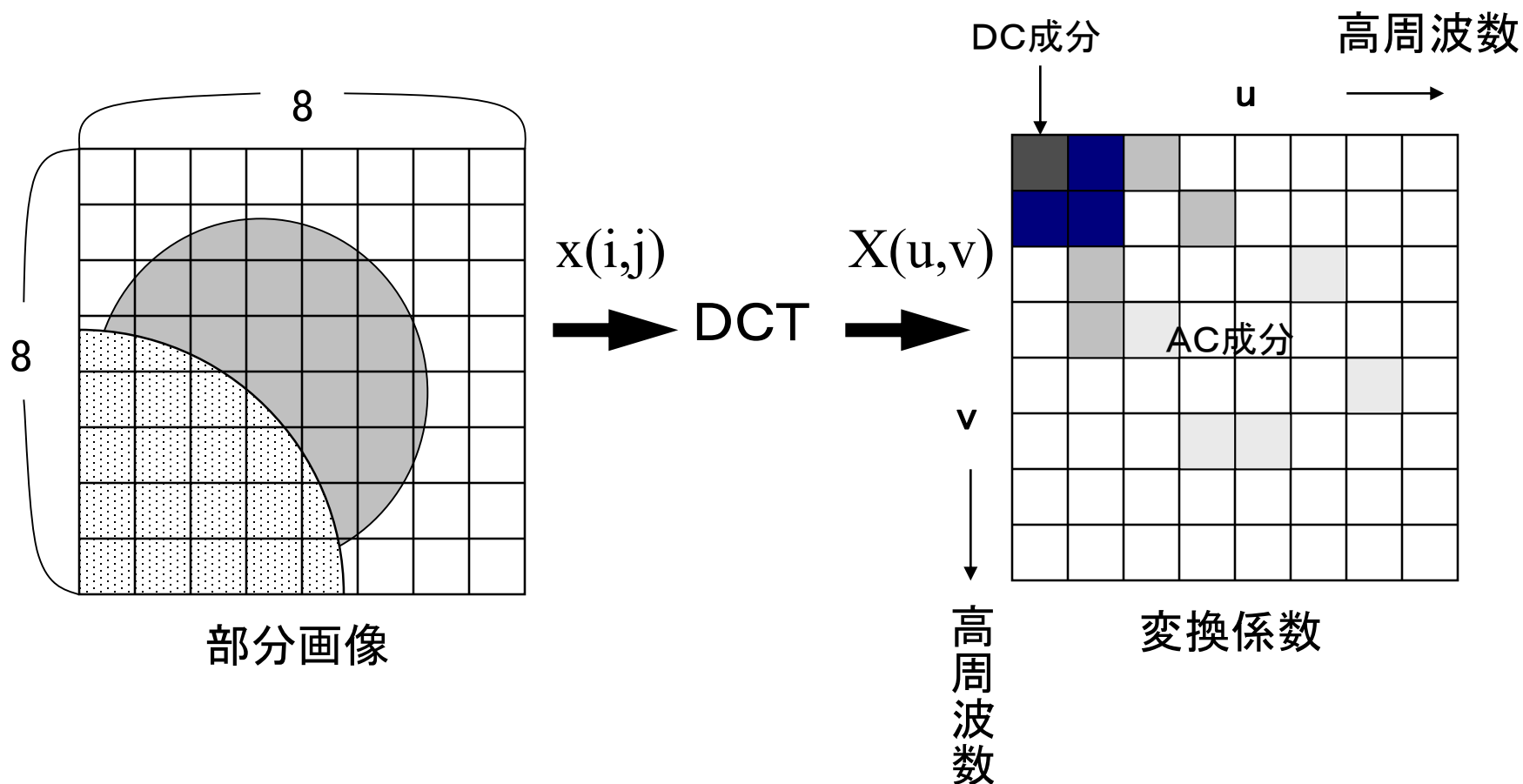
- 絵柄の細かさに依存する、画像データの空間的冗長度を取り除くための、直交変換の一手法。
- 2次元的相关性の強い画像信号を周波数領域に変換することで、変換係数の低周波成分にエネルギーを集中させる。
- コサイン関数を係数とする積和演算で実現できる。
- LSI化が容易な高速アルゴリズムが存在する。



# 2次元DCT



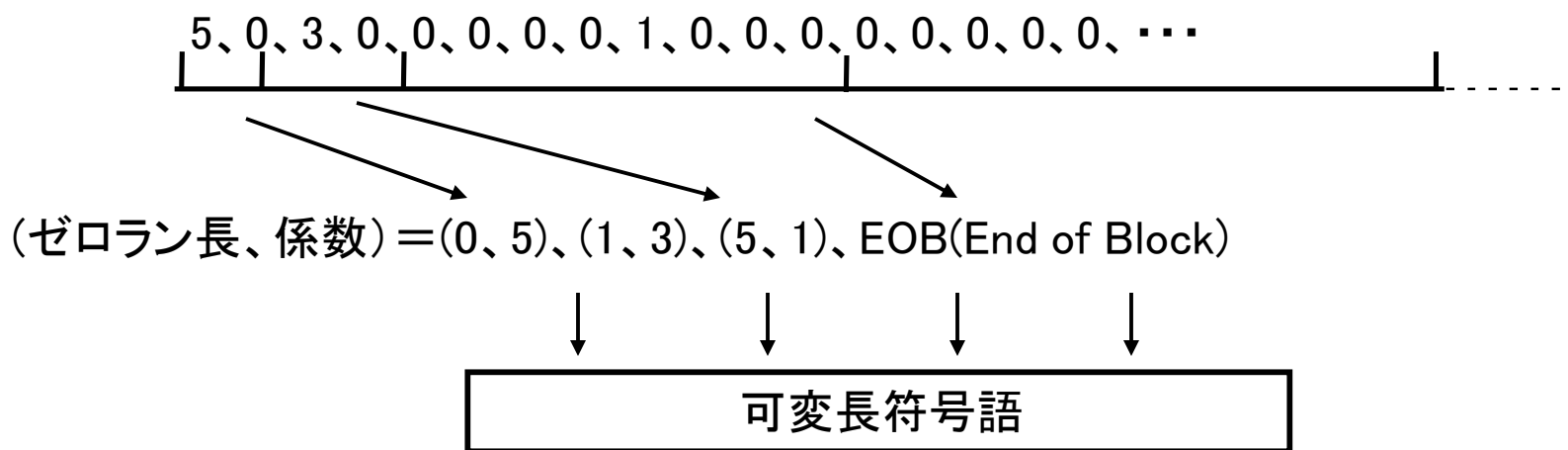
# DCT処理



自然画像への2次元DCTにより、空間周波数の水平／垂直とも低域成分が大きく、高域成分は殆ど0になる。

# ランレングス符号化

- 量子化係数を、先行するゼロ係数と非ゼロの係数という2次元データ系列に変換する。



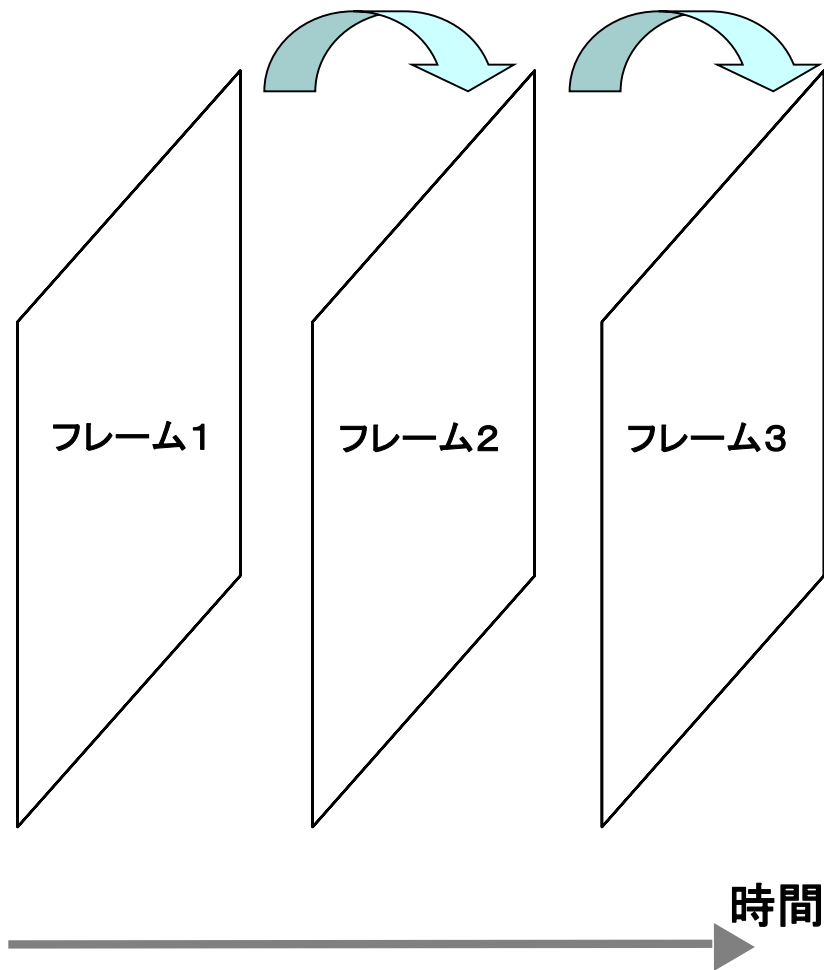
(a, b)      a: 先行するゼロ係数の個数(ラン)  
                  b: 非ゼロの係数値(レベル)

# ハフマン符号の作成手順

シンボル	生起確立		符号語
S1	0.3		00
S2	0.25		01
S3	0.2		11
S4	0.1		101
S5	0.07		1000
S6	0.05		1001

発生確率の小さいシンボルからペアを組んで積み上げていく  
(この例では平均符号長=2.4ビット)

# フレーム間予測符号化の原理

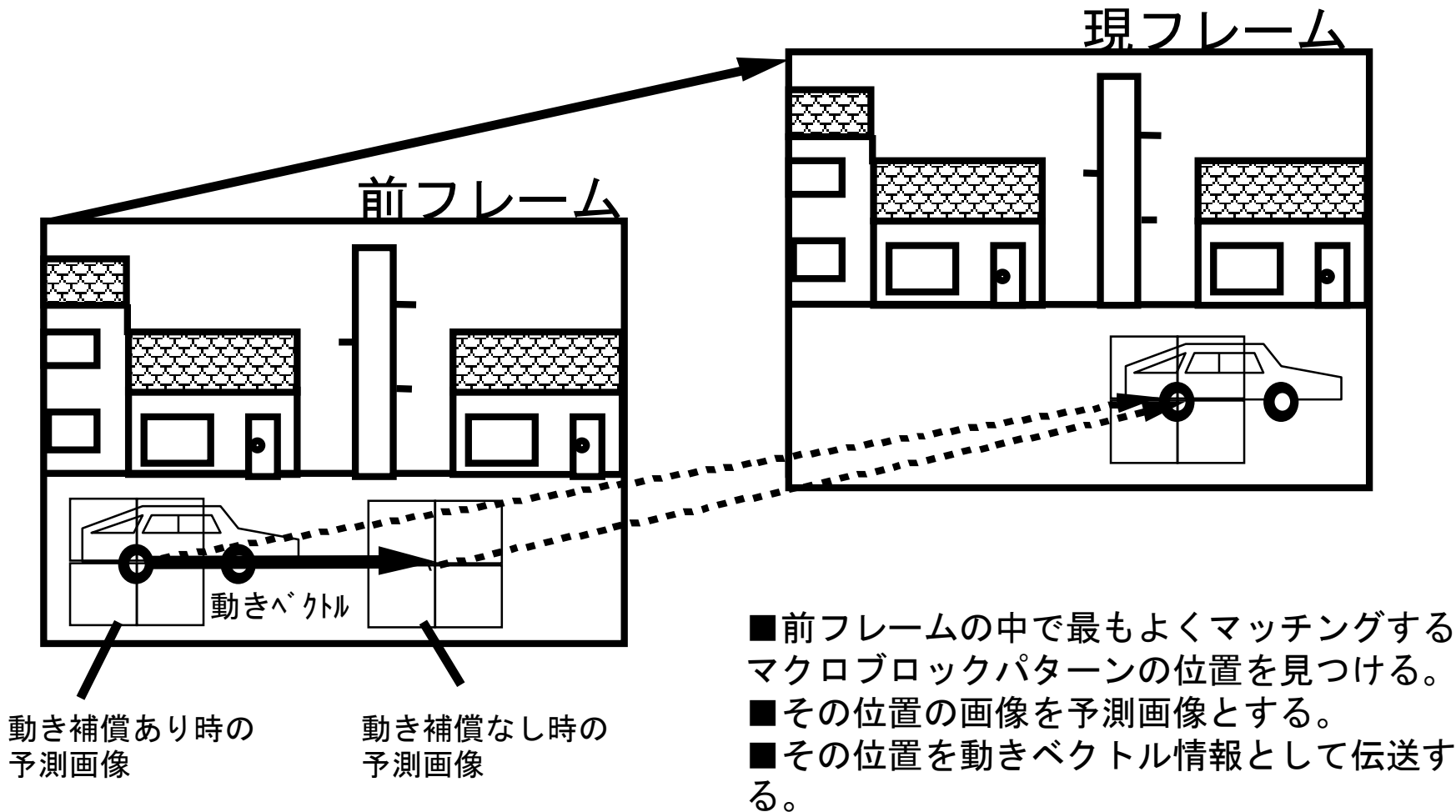


フレーム1: フレーム内符号化  
(静止画像として符号化)

フレーム2: フレーム間符号化  
(符号化されたフレーム1を用いて予測)  
予測誤差 = (フレーム2) - (フレーム1)

フレーム3: フレーム間符号化  
(符号化されたフレーム2を用いて予測)  
予測誤差 = (フレーム3) - (フレーム2)

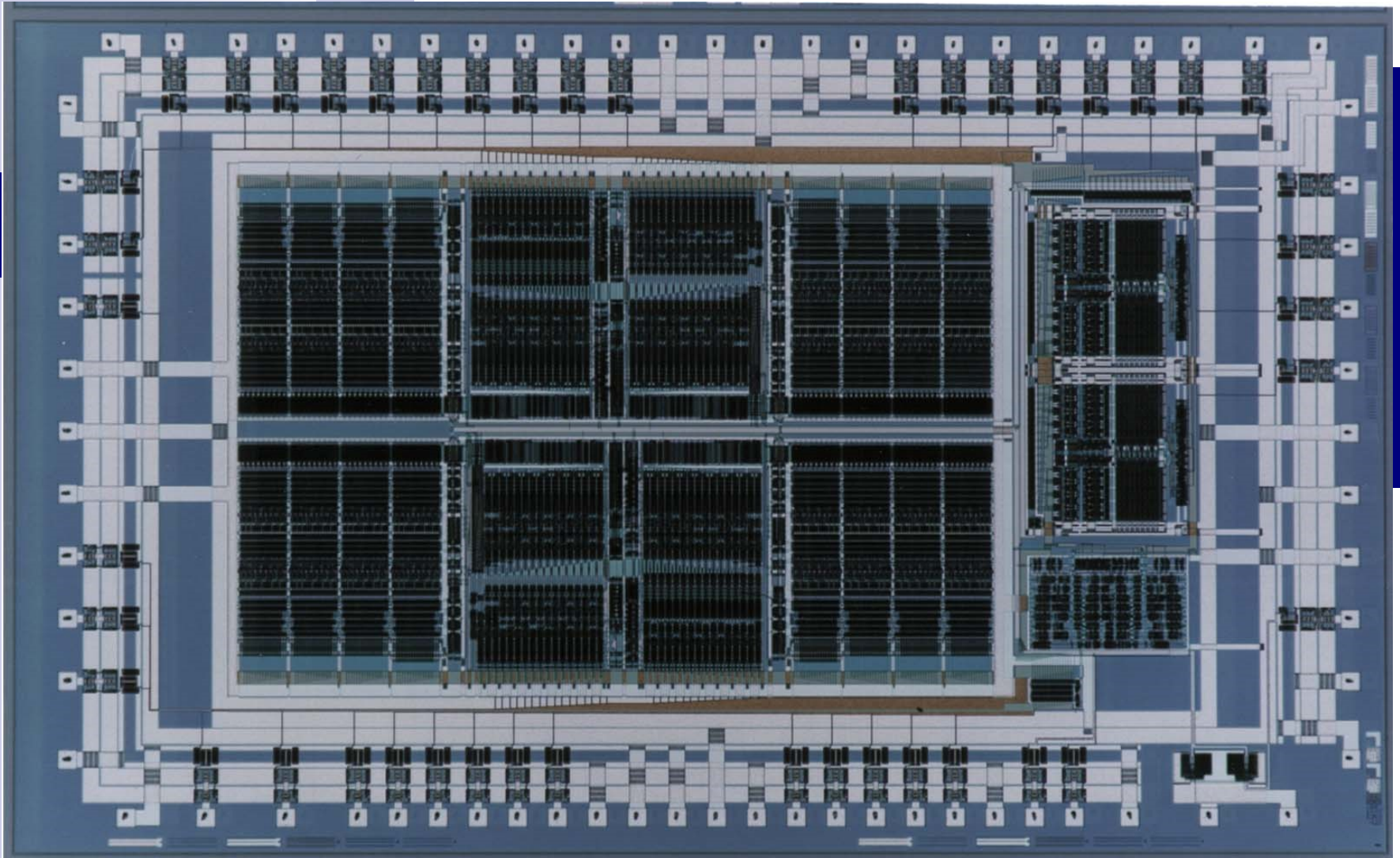
# 動き補償予測符号化の原理





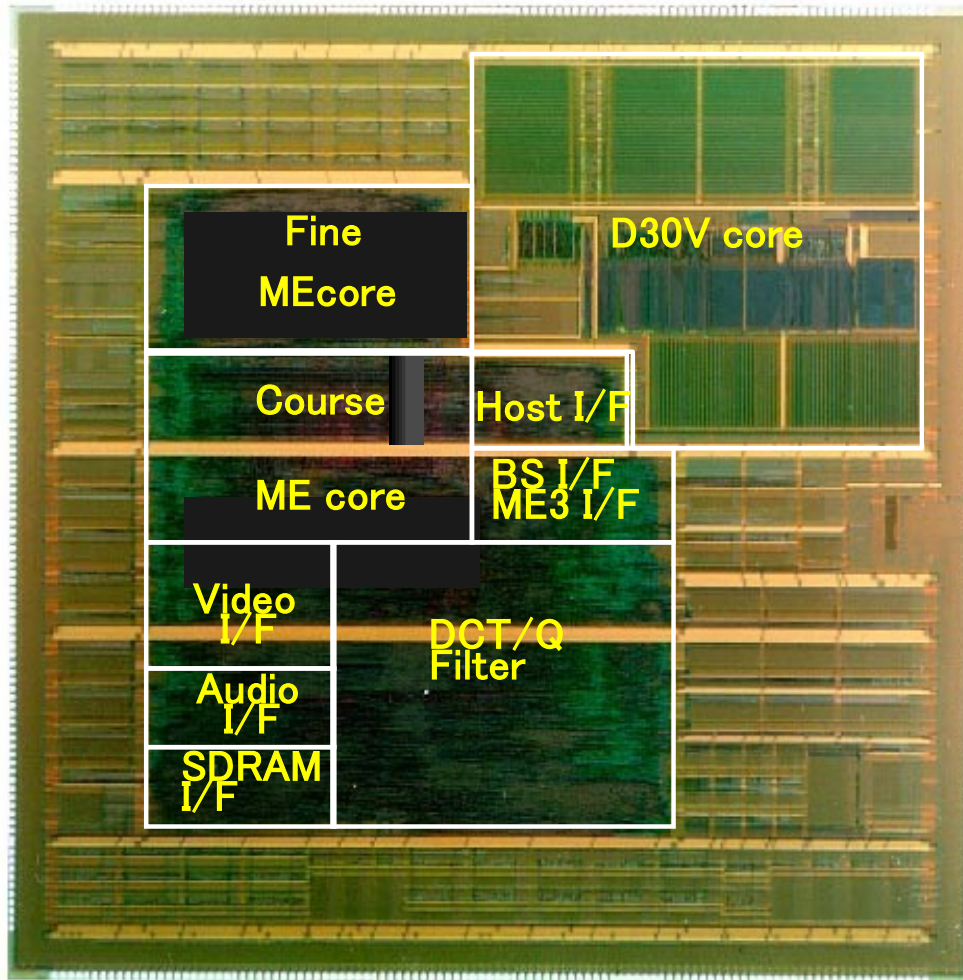
## 3. MPEG2 LSI

# 2次元DCTコアのチップ写真





# 1チップMPEG2ビデオ/オーディオ/システム符号化LSI



プロセス	0.25um CMOS 4層メタル Embedded Cell Array
チップサイズ	14.2mm x 14.2mm
トランジスタ数	11 million
電源	内部:2.5V/外部:3.3V
動作周波数	27/54/81/162MHz
入力クロック	27MHz
パッケージ	329-pin BGA