

# 画像情報特論 (8)

- アダプテーション (2) パケット廃棄対策

2001.06.05

電子情報通信学科 甲藤二郎

E-Mail: [katto@katto.comm.waseda.ac.jp](mailto:katto@katto.comm.waseda.ac.jp)

# インターネットにおける 放送・通信手段

# 三通りの放送・通信手段

## 1. ユニキャスト

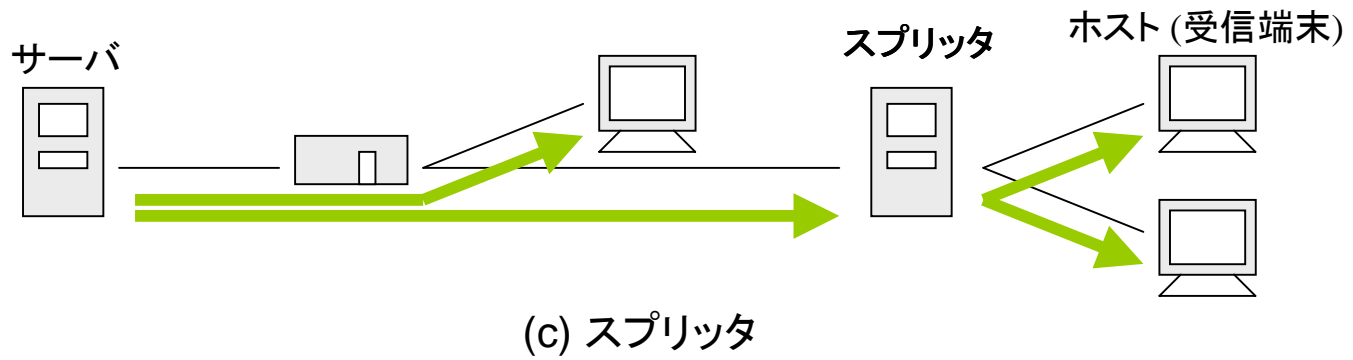
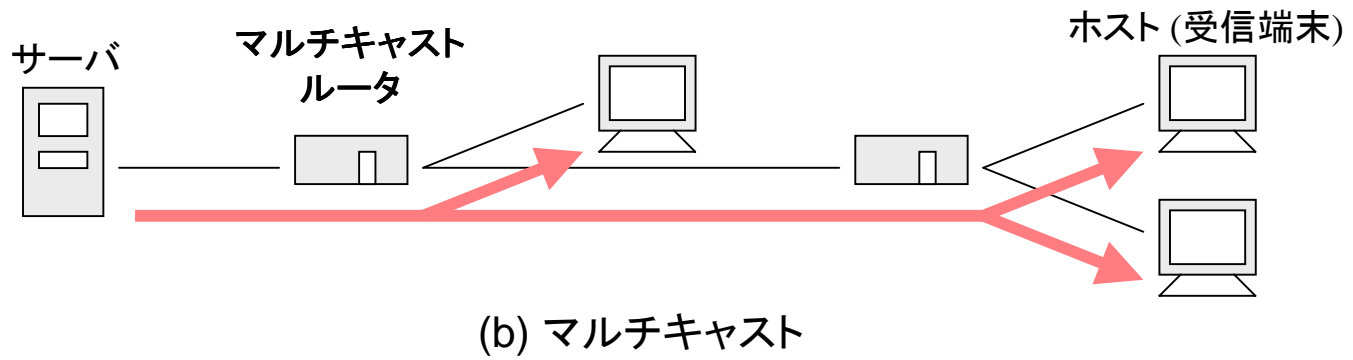
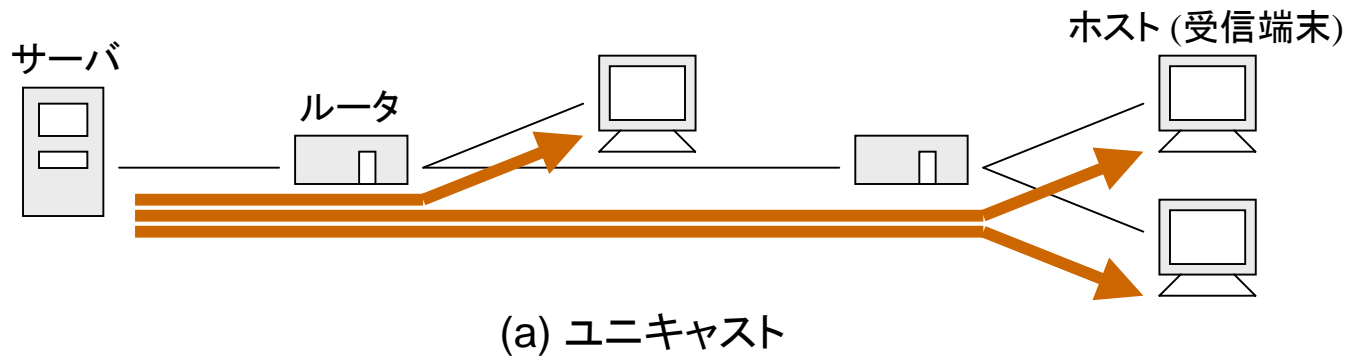
送受信端末間の1対1のコネクション。通常のインターネット接続。

## 2. マルチキャスト

送受信端末間の1対多のコネクション。マルチキャストルーティング。

## 3. スプリッタ

送受信端末間にスプリッタを配置、ユニキャストとマルチキャストの中間。



# 方式比較

	転送 プロトコル	長所	短所	用途	パケット 廃棄対策
ユニキャスト	TCP	変更不要	トラヒックの 爆発	オンデマンド	不要
	UDP			オンデマンド ライブ、双方向	要
マルチキャスト	IP multicast (UDP)	トラヒックの 最小化	マルチキャスト 対応ルータ	ライブ 双方向	要
スプリッタ	TCP	トラヒックの 削減	スプリッタの 新規追加	オンデマンド	不要
	UDP			オンデマンド ライブ	要

- インターネット放送: ライブとオンデマンド
- インターネット電話: 双方向

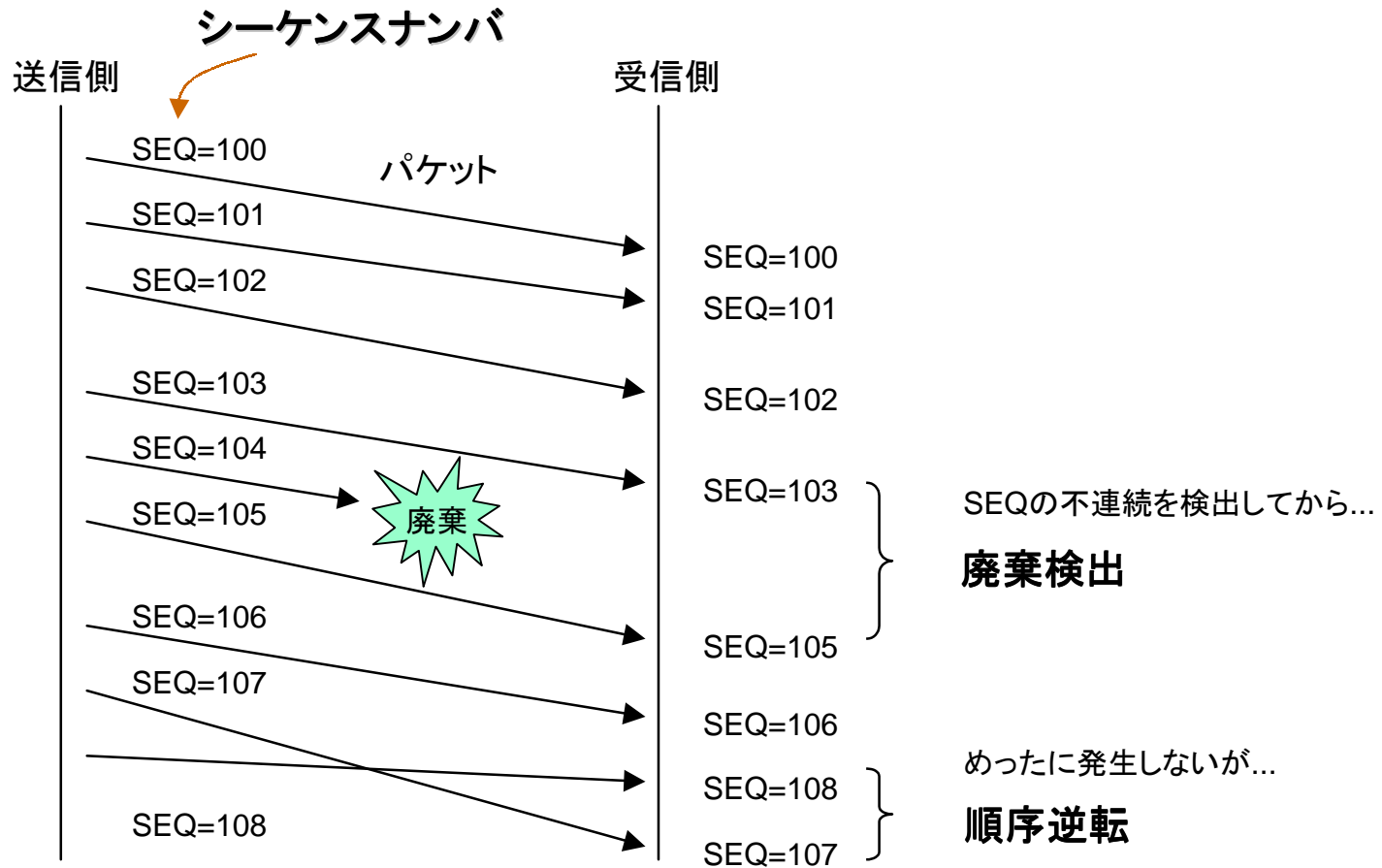
# パケット廃棄対策

# 誤り対策一覧

	電話	移動体	デジタル放送	インターネット	程度
誤り検出符号	○	○	○	○ (TCP/UDP)	検出 (ビット誤り)
シーケンス ナンバ		○	○	○ (RTP)	検出 (パケット廃棄)
再同期	△	○	○	○ (RTP)	局所化
NewPred	△	△	△	△ (検討中)	局所化
誤り訂正符号	△	○	○	○ (RFC2733)	訂正
インターリーブ		○	○	○ (RFC2733)	訂正
再送				△ (検討中)	訂正

# シーケンスナンバ

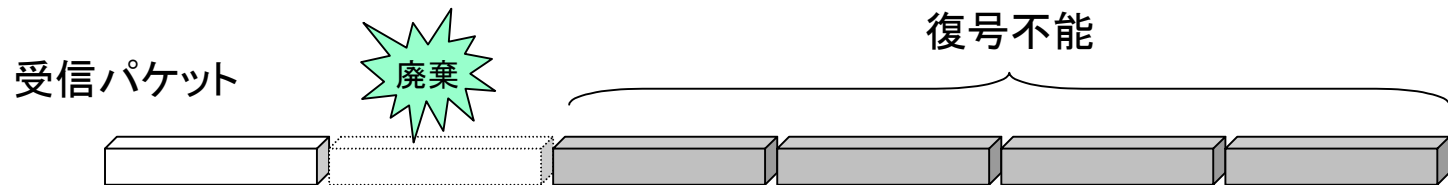
- パケット廃棄の「検出」



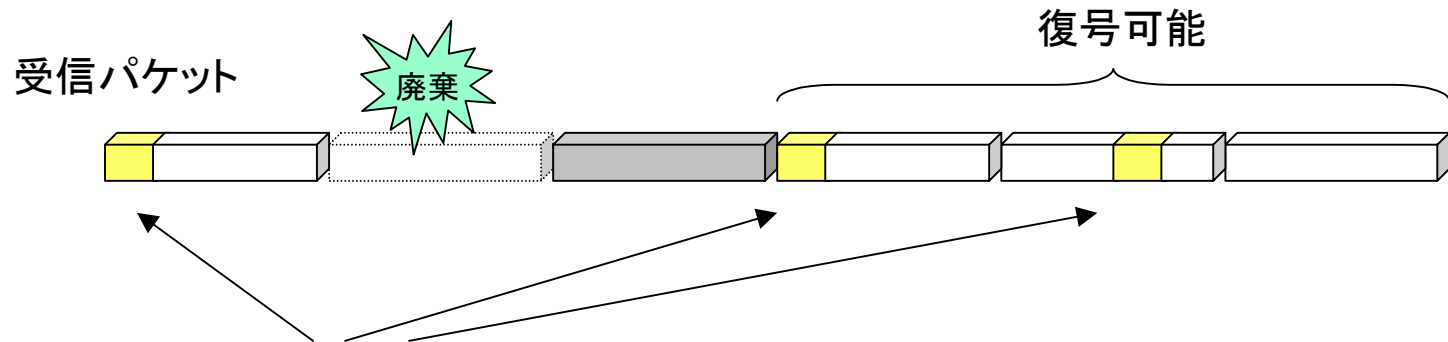


# 再同期

- パケット廃棄の影響の「局所化」



(a) 再同期情報がない場合



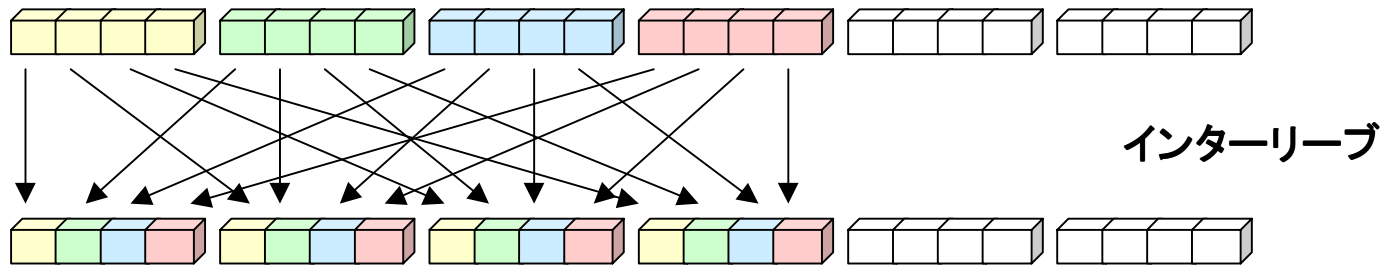
ユニークワード + 再同期情報

(b) 再同期情報がある場合

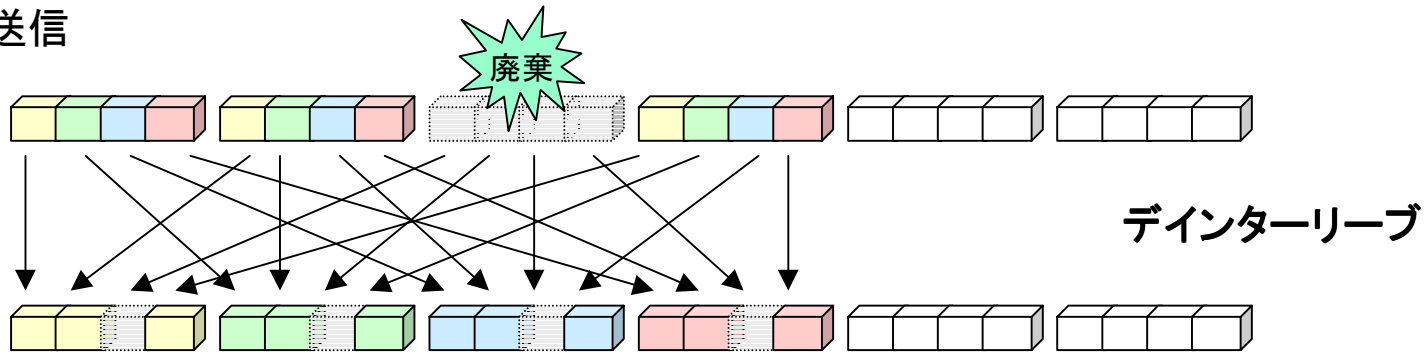
# インターリーブ + 誤り訂正符号

- パケット廃棄の「訂正」... バースト誤り訂正の応用

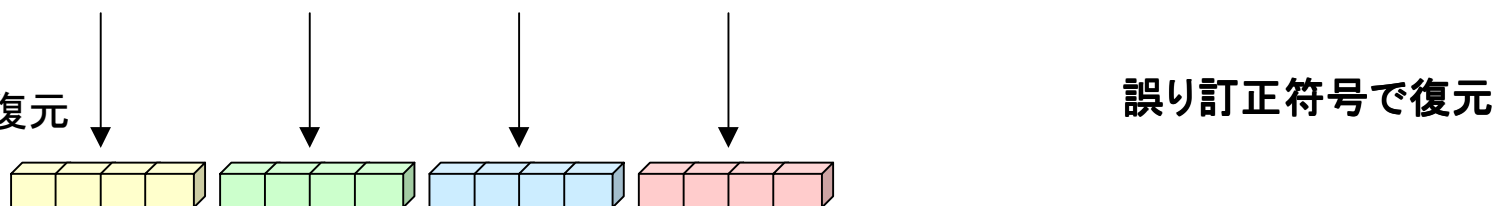
パケット (データ+誤り訂正符号)



送信

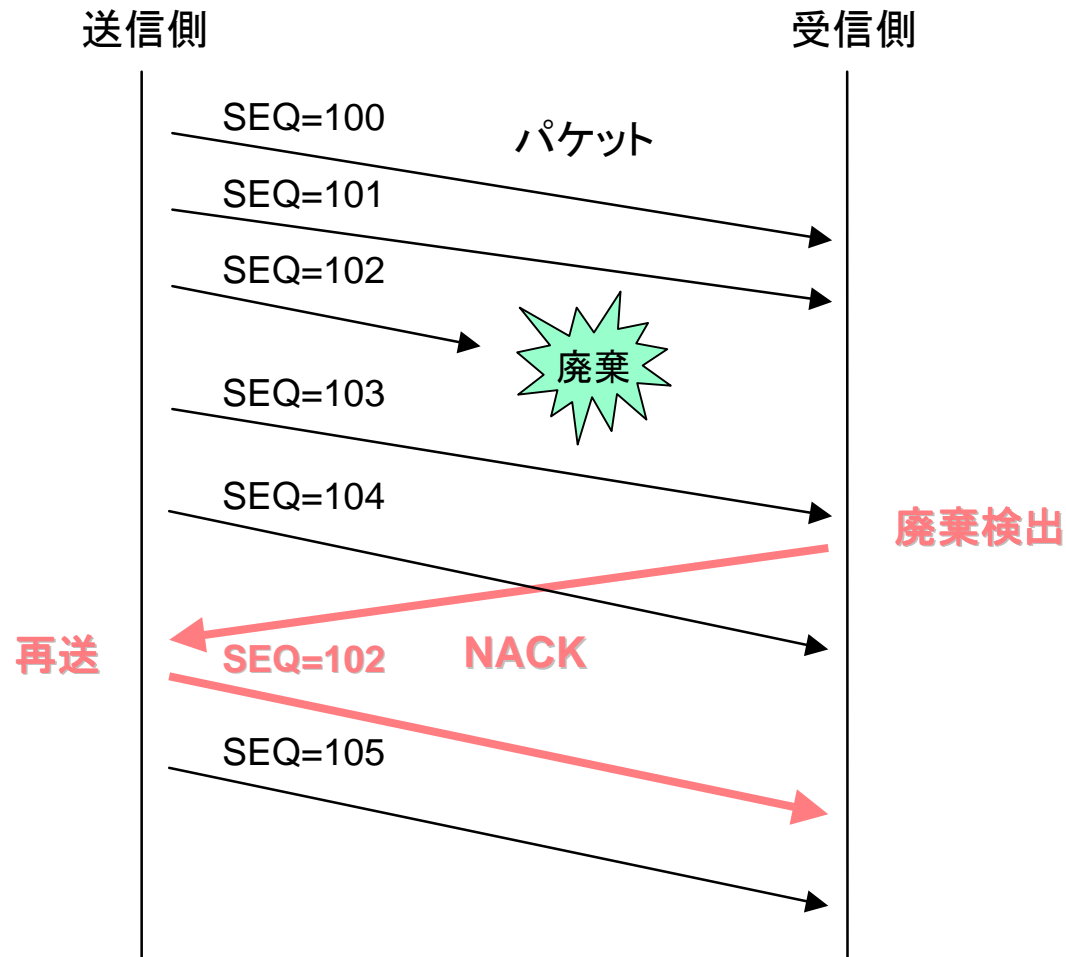


復元



# 再送

- NACK と廃棄パケットの「再送」

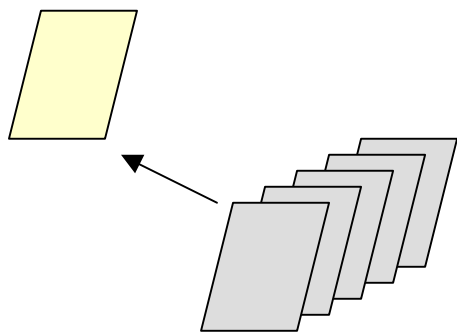


再送に要する遅延が問題

# NewPred

- NACK と「参照フレームの切り替え」

現在のフレーム

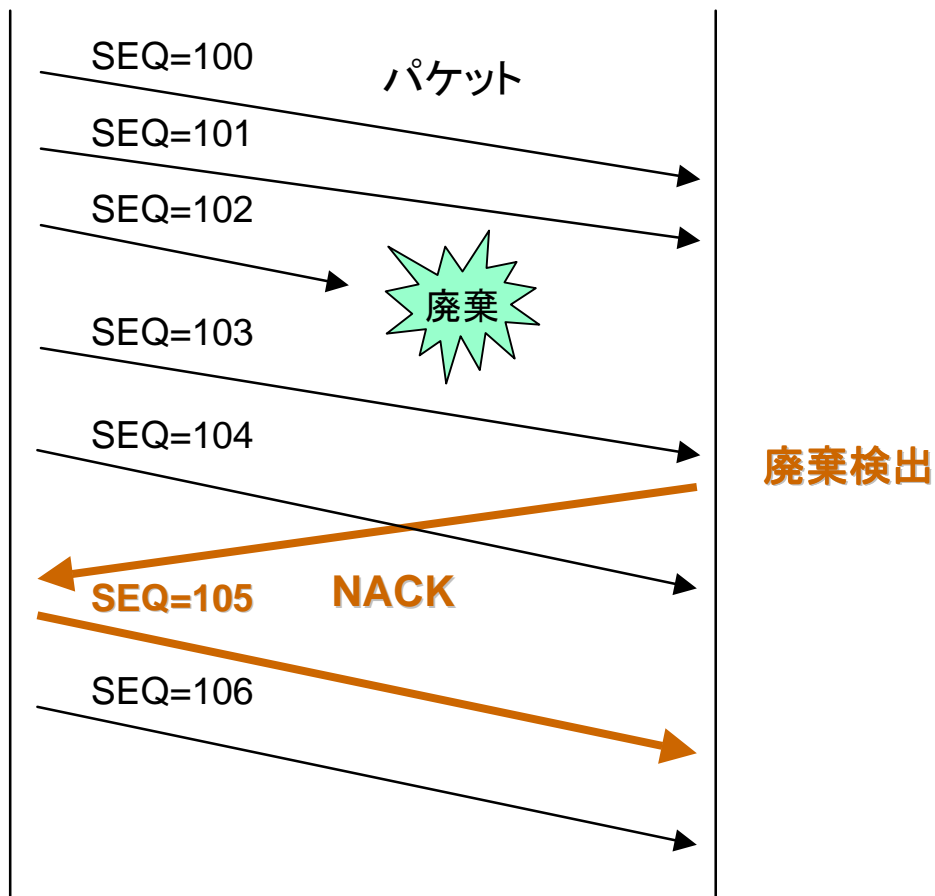


「複数枚の」参照フレーム

エラーの影響のない  
参照画像に切り替え

送信側

受信側



再送遅延は生じない

# パケット廃棄対策と RTPペイロードフォーマット

# RTPヘッダ

v=2	P	X	CSRC カウント	M	パケットタイプ	シーケンスナンバ
タイムスタンプ						
SSRC 識別子						
CSRC 識別子 (list)						
(拡張フィールド)						
(再同期情報+) データ						

パケットタイプ:

転送メディアの符号化アルゴリズム

シーケンスナンバ:

パケットの順序逆転、廃棄の検出

タイムスタンプ:

同期再生 (メディア内同期)

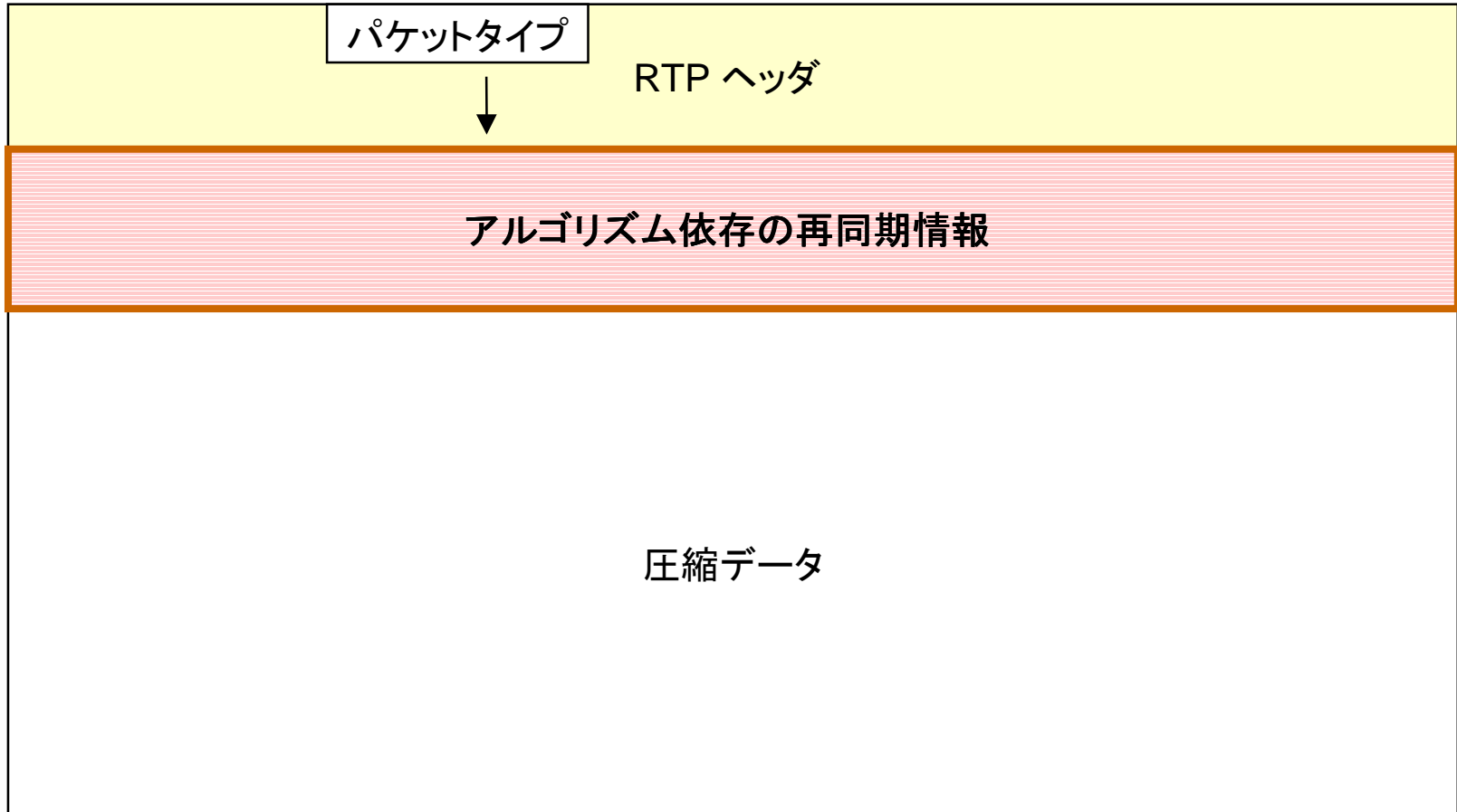
Mビット:

フレーム境界の通知

SSRC:

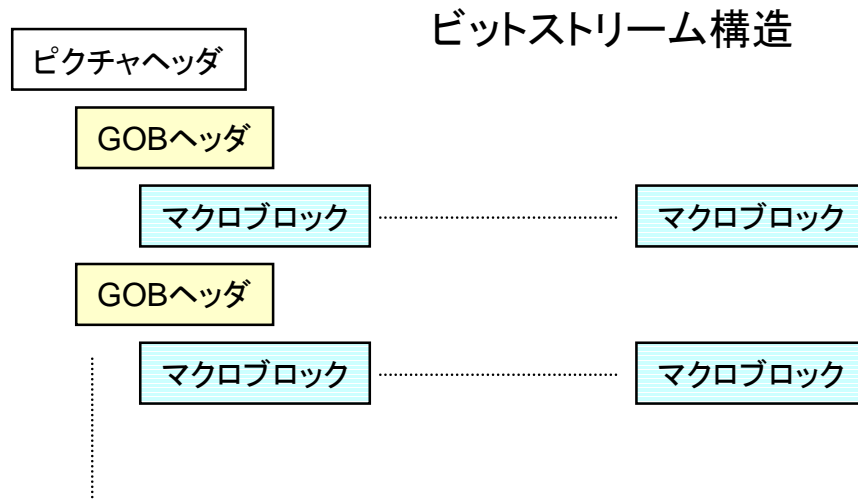
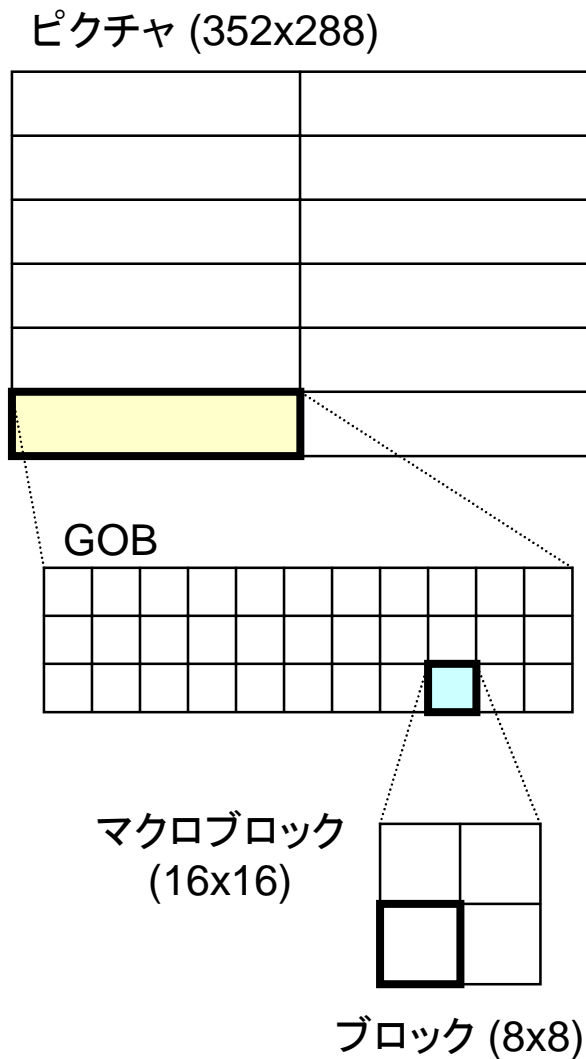
送信者の識別

# RTPペイロードフォーマット



符号化アルゴリズム毎に、さまざまなペイロードフォーマットが決められている (RFC 化)

# H.261 用ペイロードフォーマット (1)



廃棄対策としての再同期地点 (復号再開地点) をどこにするか → GOBヘッダ、マクロブロック

マクロブロックにまたがって利用される情報: マクロブロックアドレス、動きベクトル、量子化ステップサイズ、等々。  
→ これらを再同期情報としてコピーする。



# H.261 用ペイロードフォーマット (2)

## RTP ヘッダ:

フレームの最後で、M ビットを 1 にセット。  
タイムスタンプの解像度は 90kHz。

## H.261ヘッダ (4バイト):

SBIT	EBIT	I	V	GOBN	MBAP	QUANT	HMVD	VMVD
------	------	---	---	------	------	-------	------	------

SBIT, EBIT: 先頭、最終バイトの有効ビットの位置 (H.261ではバイトアラインが行われないため)。

I: イントラフレーム or インターフレーム。

V: 動きベクトルが使われている or 使われていない。

GOBN: パケットの先頭のマクロブロックのGOB番号。

MBAP: パケットの先頭のマクロブロックのマクロブロックアドレス。

QUANT: パケットの直前で有効だった量子化ステップサイズ。

HMVD, VMVD: パケットの先頭のマクロブロックの動きベクトル。

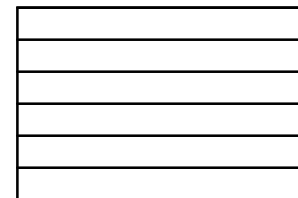
再同期情報

## 圧縮データのフラグメンテーション:

GOBヘッダ、あるいはマクロブロックを先頭バイトに配置。

# H.263 用ペイロードフォーマット (1)

H.261の機能拡張 (半画素動き検出、GOBのライン化、ほか)



## H.263 特有の機能 (オプション):

ベクトル探索範囲の拡大 (Annex D):

算術符号化 (Annex E): ハフマン符号化の代替オプション。

アドバンス予測 (Annex F): 8x8ブロック単位の動き補償、オーバーラップ動き補償。

PB フレーム (Annex G): B ピクチャの簡易版。



## H.263 用ペイロードフォーマット:

Mode A: GOB、もしくはピクチャ境界にアライン。

Mode B: PB フレームオプションは使わず、マクロブロック境界にアライン。

Mode C: PB フレームオプションを使用し、マクロブロック境界にアライン。



Mode A の利用が推奨。

# H.263 用ペイロードフォーマット (2)

## H.263 ヘッダ Mode A (4バイト): GOB 単位

F	P	SBIT	EBIT	SRC	I	U	S	A	reserved	DBQ	TRB	TR
---	---	------	------	-----	---	---	---	---	----------	-----	-----	----

F: 0 の場合 mode A、1 の場合 mode B/C。

P: 0 の場合、通常の I/P フレーム、1 の場合 PB フレーム。

SRC: ピクチャ解像度。

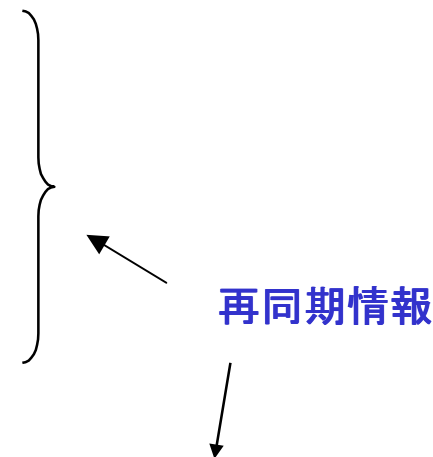
U: 動きベクトルの探索範囲拡大オプションの on/off。

S: 算術符号化オプションの on/off。

A: アドバンス予測オプションの on/off。

DBQ: PB フレームオプションの差分量子化パラメータ。

TRB、TR: PBフレームオプションのテンポラルリファレンス。



## Mode B (8バイト): マクロブロック単位、PB オプションなし

GOB番号、量子化ステップサイズ、マクロブロックアドレス、動きベクトルの複製。  
差分量子化パラメータ、テンポラルリファレンスの削除。

## Mode C (12バイト): マクロブロック単位、PB オプションあり

Mode A & B に使用されるすべてのフィールドから構成。

# H.263+ 用ペイロードフォーマット (1)

## H.263の機能拡張

### インターネット用途に有効な H.263+ の拡張機能:

スライス構造 (Annex K): GOB の代替。固定されたGOBとは異なり、スライス幅を動的に変更可能、スライススタートコードでバイトアラインされる。

独立セグメント復号 (Annex R): セグメント (GOB /スライス) 単位で独立して復号可能。動きベクトルの探索範囲はセグメント内に限定。

スケーラビリティ (Annex O): Temporal, SNR & spatial scalability。時間解像度と空間解像度の階層化、SNR エンハンスメント。

参照ピクチャ選択モード (Annex N): 参照ピクチャの動的切り替え。エラー通知によるリカバリ。

### ペイロードフォーマットの工夫 (H.261/H.263 用とはかなり違う):

ヘッダの簡素化。

ピクチャヘッダの複製の挿入。

スケーラビリティは、個々の階層を独立したストリームとしてパケット化。

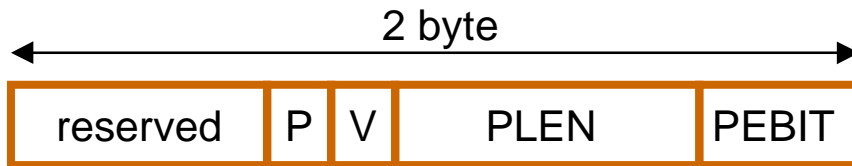
# H.263+ 用ペイロードフォーマット (2)

## RTP ヘッダ:

フレームの最後で、M ビットを 1 にセット。

タイムスタンプの解像度は 90kHz。

## H.263+ヘッダ



P: スタートコード (ピクチャ、GOB、スライス) から始まる場合、1 にセット。

V: ビデオ冗長符号化が使われる場合、1 にセット。

PLEN: ピクチャヘッダが挿入されている場合、その長さ (バイト単位)。

PEBIT: ピクチャヘッダの最後のバイトで無視されるビット数。

再同期情報

## 圧縮データのフラグメンテーション:

制約無し (P ビットで識別)。

P=0 の場合で前パケットが廃棄された場合、受信パケット中のスタートコードをサーチし、それを再同期ポイントとする。

# MPEG-4 用ペイロードフォーマット (1)

MPEG-4 Video の機能と H.263 との対比:

**再同期マーカ:** 17ビットの再同期マーカを先頭に、マクロブロック群の固まりを構成 (**ビデオパケット**)。

→ H.263+ のスライス構造。

**ピクチャヘッダのコピー:** フラグに応じて、ビデオパケット単位にピクチャヘッダ (VOP ヘッダ) を複製。

→ H.263+ ペイロードフォーマットのピクチャヘッダ複製機能。

**データパーティショニング:** マクロブロック情報を動きベクトルとテクスチャ情報に分け、モーションマーカ (17ビット) を挿入して分離。

→ H.263++ で採用。

**リバーシブルVLC:** DCT係数のハフマン符号で、両方向から復号可能な VLC 。

→ インタネットではあまり大きな意味を持たない。

**スケーラビリティ:** H.263+ と同様。

**形状符号化:** JBIG 拡張としてのオブジェクト形状の符号化。

→ MPEG-4 独自。廃棄対策は、再同期情報の挿入。

# MPEG-4 用ペイロードフォーマット (2)

RTP ヘッダ:

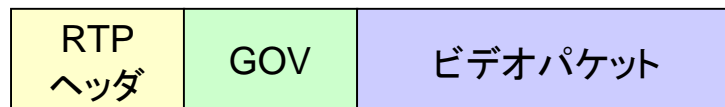
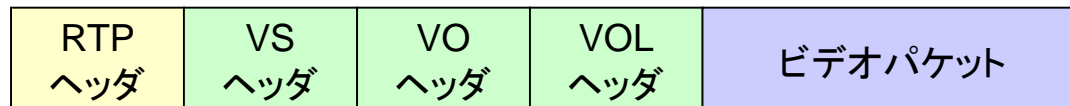
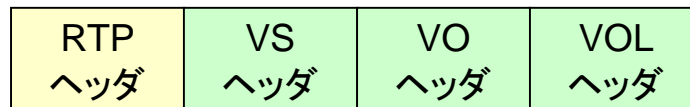
フレーム (VOP) の最後で、M ビットを 1 にセットする。

MPEG-4 Video 用ヘッダ

なし。

圧縮データのフラグメンテーション:

構成情報と GOV はペイロードの先頭に来なければならない



# どこで再同期情報を運ぶか？

	H.261	H.263	H.263+	MPEG-1/2	MPEG-4 Video
再同期情報	RTP 対応			符号化アルゴリズムで対応	
バイトアラインメント	RTP 対応			符号化アルゴリズムで対応	

データパーティショニング	なし			あり	
スケーラビリティ	なし			あり	