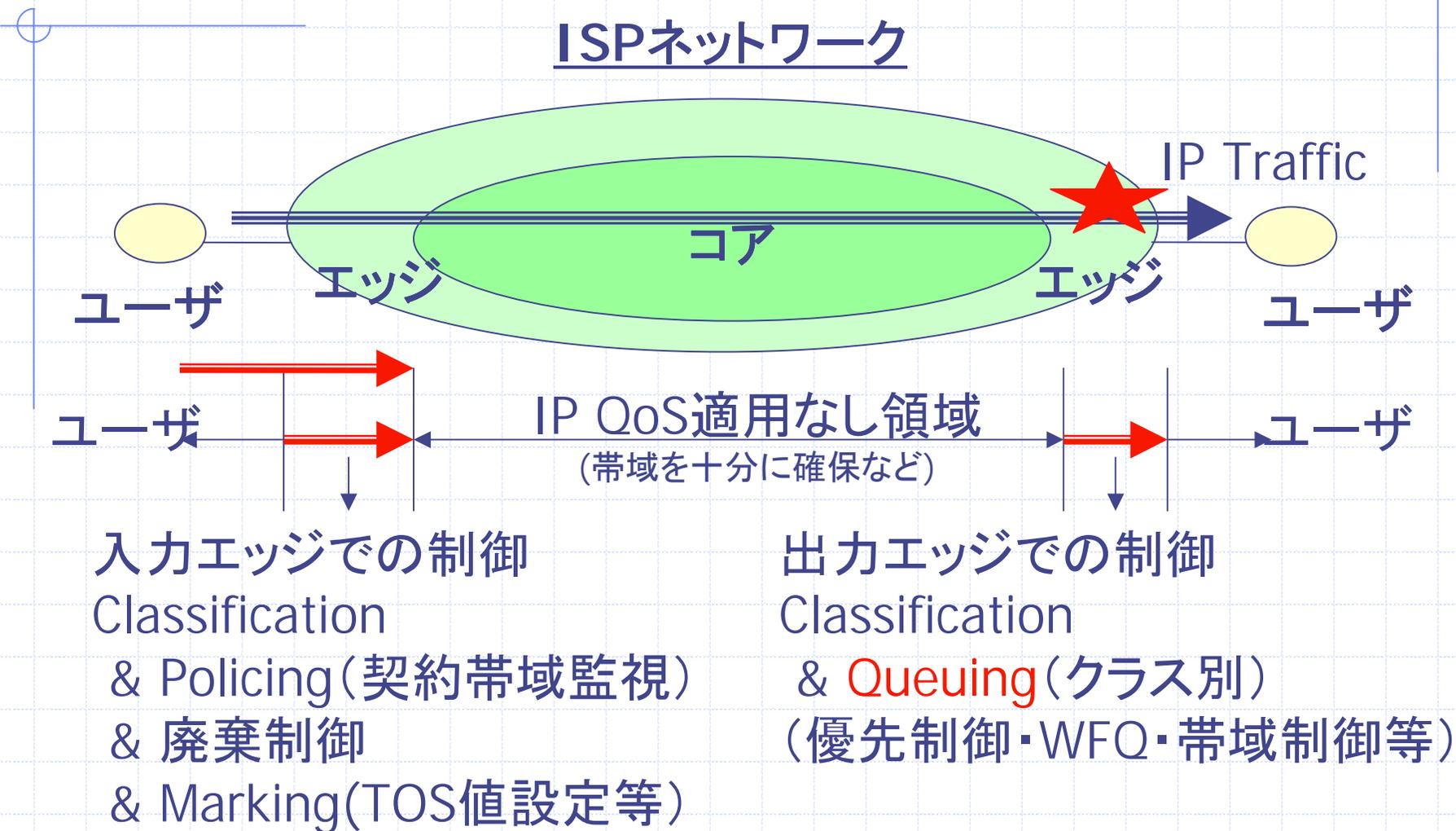


# ISPサービスとしてのIP QoS 現状とこれから～運用・実装の実際～

JANOG9 パネルセッション  
ISPエッジにおけるIP QoSの実装状況と今後について

阪田善彦  
日立製作所

# ISPネットワーク



# 入力エッジでの制御

## Detection

Classification IP/TCPヘッダを参照し、各フローを分類する

Policing ISPとの契約帯域を守っているか監視する  
(廃棄またはキューイング時の廃棄クラス変更)

## Action

廃棄制御 Detection結果毎にキューイングする時の  
廃棄クラスを決定する

Marking Detection結果でTOS値をマッピング  
(CBQのもとを作成、出力エッジで使用)  
(ユーザがMarkingを実施してくる場合もある)

# 出力エッジでの制御

Classification TOS値をもとに各フローを分類する  
(IP/TCPヘッダを参照し、各フローを分類する)

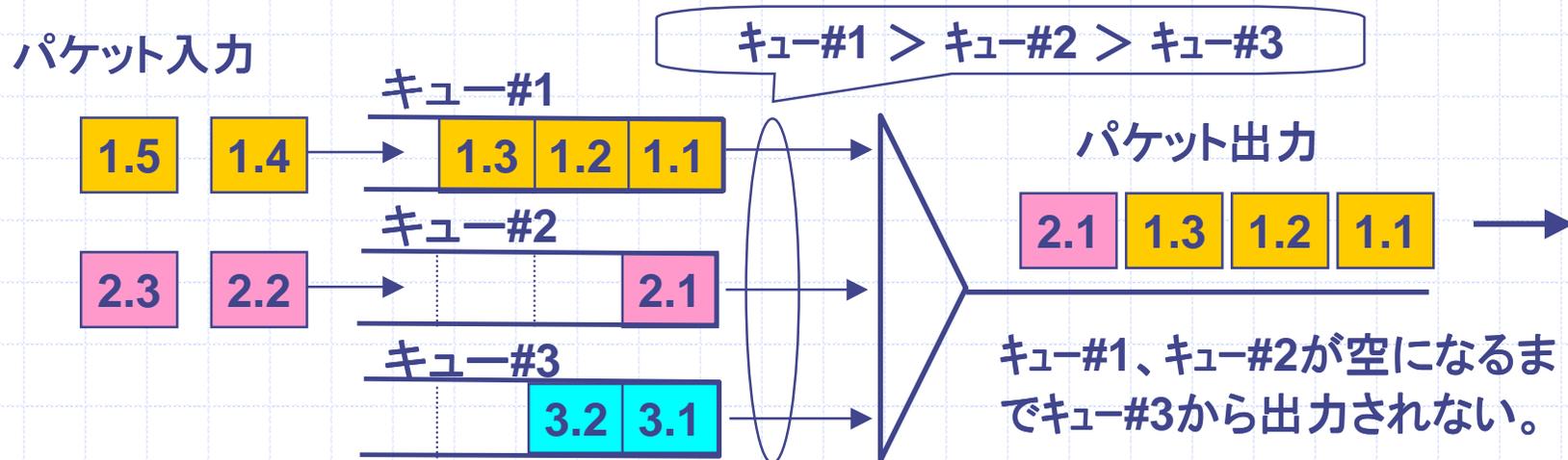
Queuing フロー分類によりキューイングクラスを決定する

キューイング方式(送信時にどのように読み出すかを決定)

1. 優先制御(PQ(Priority Queuing))
2. WFQ(Weighted Fair Queuing)
3. PQ(Priority Queuing)+WFQ
4. **最大帯域制限付きPQ+WFQ**
5. 帯域制御(GFR)

# 優先制御 (PQ (Priority Queuing))

キューに優先度をつけて、優先度の高い順にキュー内のパケットを出力。

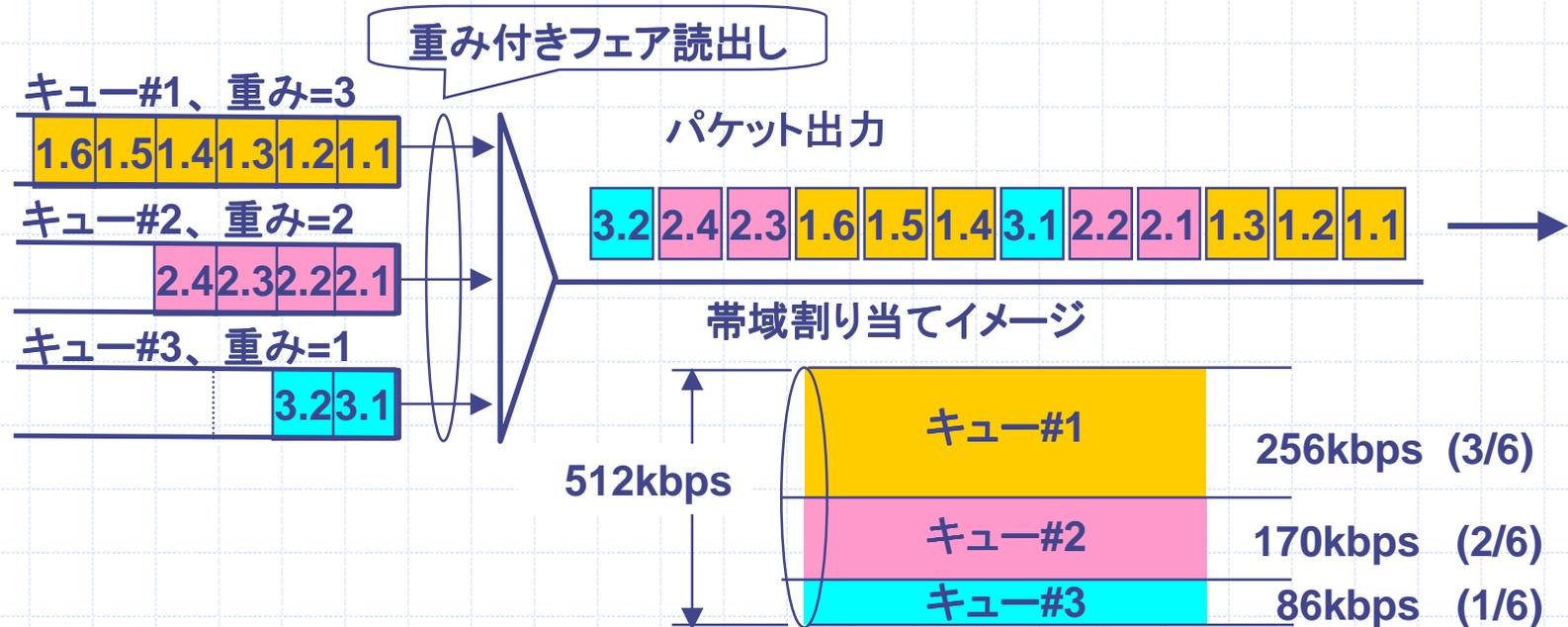


**【長所】**優先度の高いキューでの遅延が小さい。制御が簡単で機器への実装が容易。

**【短所】**優先度の高いキューが混むと、優先度の低いキューで沈み込みが発生する。

# WFQ (Weighted Fair Queuing)

送信データ量を重みに従って公平 (BYTE長も考慮) に出力する。各キューの重みに比例して出力回線の帯域を割り当てることができる。

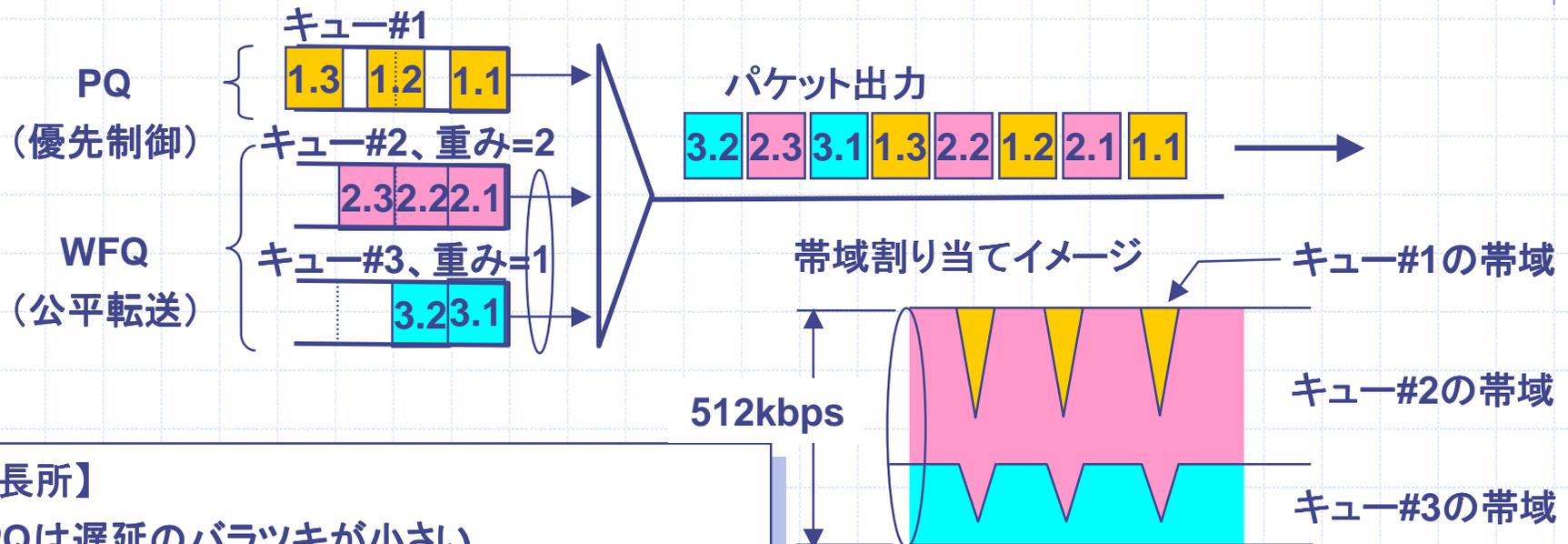


【長所】沈み込みは発生しない。

【短所】遅延バラツキが大きい。

# PQ (Priority Queuing) + WFQ

PQ (絶対優先キュー) と WFQ (重み付き公平転送キュー) の2種類を持つ方式  
PQにはVoIP等の低遅延トラフィックを、WFQにはデータトラフィックを割り当てる



## 【長所】

PQは遅延のバラツキが小さい。

## 【短所】

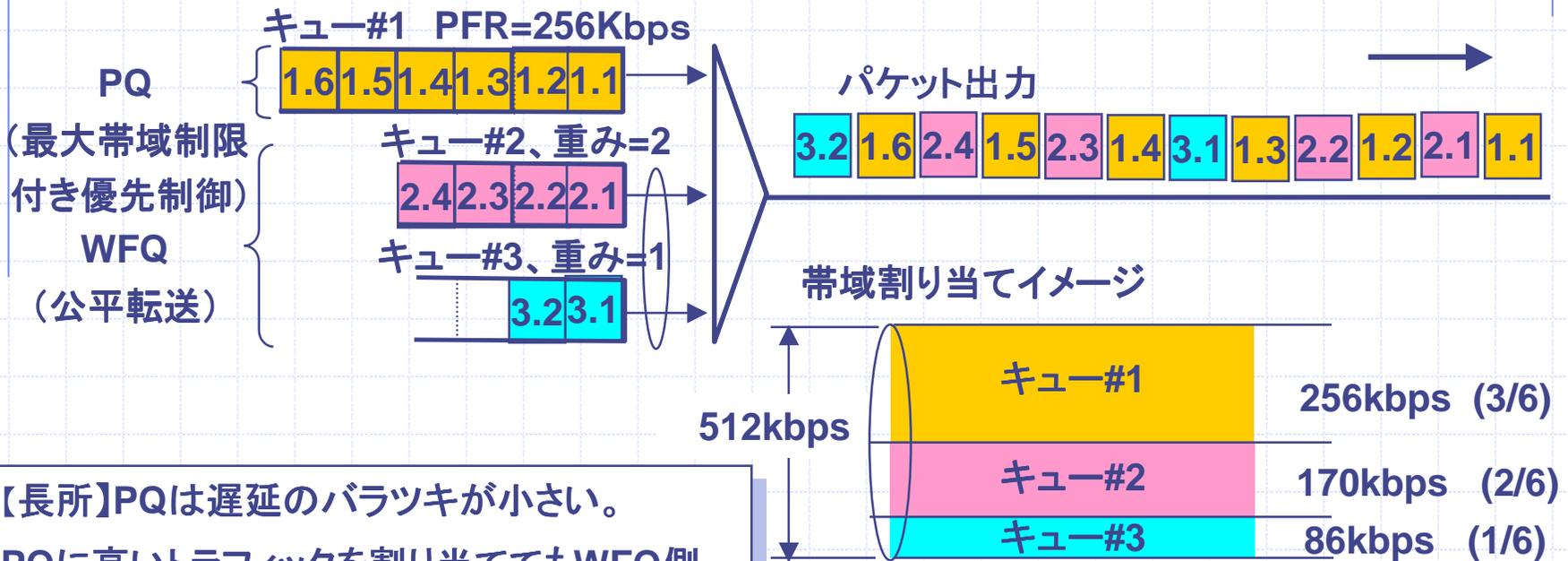
PQに高いトラフィックを割り当てるとWFQ側が沈み込む。

PQ: LLQ (Low Latency Queuing)

# 最大帯域制限付きPQ+WFO

## PQ+WFOの改良版

“PQに高いトラフィックを割り当てるとWFO側が沈み込む”を対策

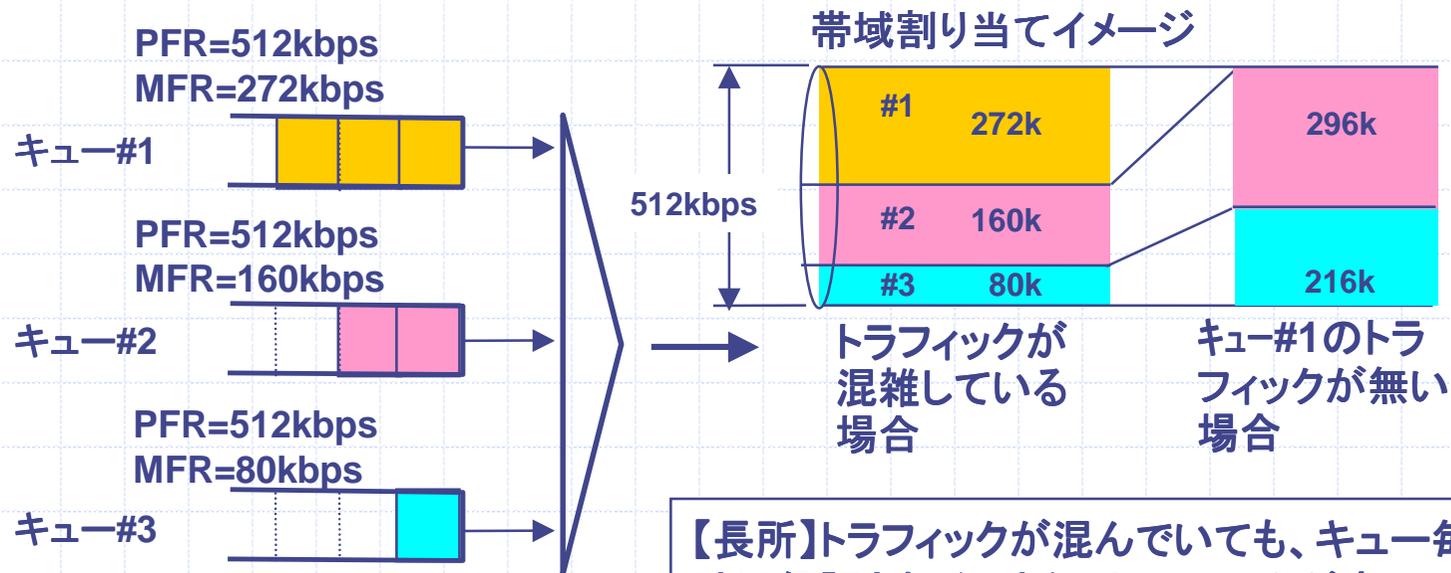


【長所】PQは遅延のバラツキが小さい。  
PQに高いトラフィックを割り当ててもWFQ側が沈み込むことはない。  
【短所】PFR制御の実装が難しい。

PFR: Peak Frame Rate

# 帯域制御 (GFR)

明示的に各キューに対し読出し速度を設定 (WFQは重みを設定) 可能  
送信キュー毎に最低保証帯域(MFR)、最大帯域(PFR)を設定



PFR: Peak Frame Rate

MFR: Minimum Frame Rate

【長所】トラフィックが混んでいても、キュー毎の最低帯域は保証される。また、トラフィックが空いている場合は余剰帯域を有効利用できる。

【短所】余剰帯域配分のための計算及び割り当てを高速に行う必要があり、機器への実装が難しい。

# 現状エッジでの実装

## キュー数

1ポート当り4QOS~8QOS(もっとも標準的)

1000QOSできるものが登場している

## キューイング方式

1. 優先制御(PQ(Priority Queuing))
2. WFQ(Weighted Fair Queuing)
3. PQ(Priority Queuing)+WFQ
4. **最大帯域制限付きPQ+WFQ**
5. 帯域制御(GFR)

→ なぜ、多キューのものが登場してきたか

# なぜ多キューが必要か1

1キューで複数ユーザを收容すると.....

640Kbps70- × 96

15Mbps70- × 4

計121.44Mbps

シェーピング

装置G

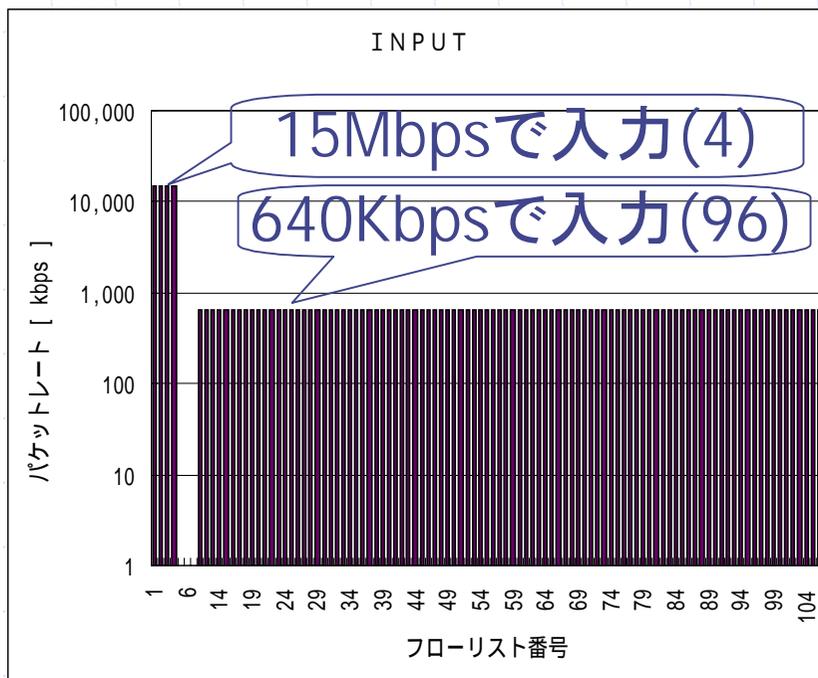
640Kbpsの1/8 80Kbps

15Mbpsの1/8 1920Kbps

$80 \times 96 + 1920 \times 4 = 15360\text{Kbps}$

15360Kbps

対数グラフです



15M入力

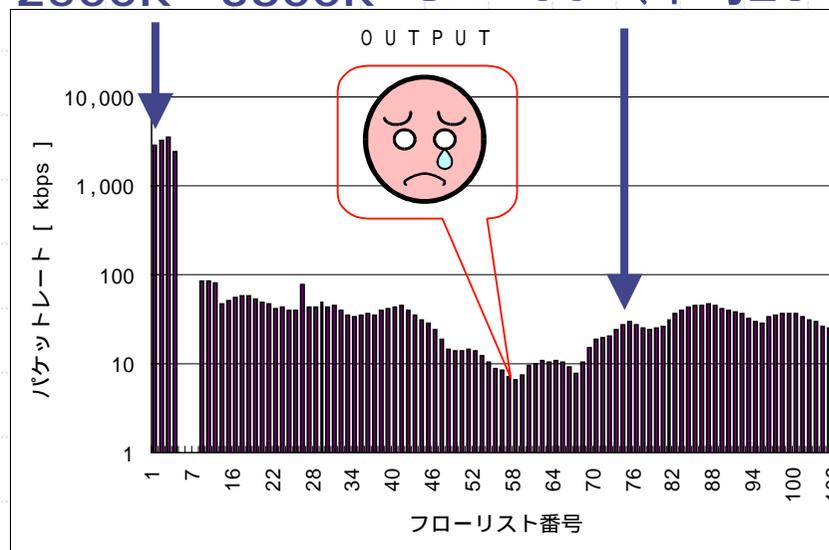
期待値1920K

2500K~3800K

640K入力

期待値80K

8K~90K(平均25K)



# なぜ多キューが必要か2

1 キューで複数ユーザを収容すると

高速で入力されるフローが帯域をたくさんとる。

同一速度で入力しても出力帯域は大きくばらつく。

結論: 各ユーザ毎にキューが必要

ISP要求: 各ユーザに対して公平なサービスを提供したい

映画(コンテンツ)配信するのにベストエフォートではなく最低帯域保証が必要

各ユーザ内に4クラスぐらいのサービスもしたい

収容率を向上させて投資を最小限に抑えたい  
(1回線にたくさんのユーザを収容したい)

# なぜ多キューが必要か3

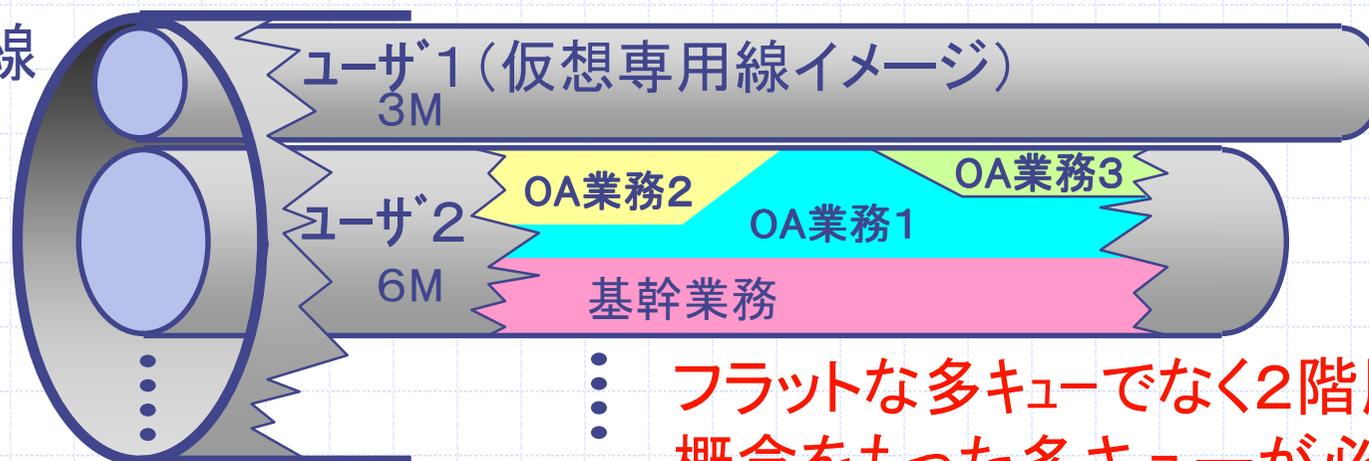
多数のユーザを1回線に收容したい

各ユーザ内に優先度もつけたい



2段階キューイングによる多キューサポート

物理回線



フラットな多キューでなく2階層の概念をもった多キューが必要

各ユーザ内の最上位キューでは遅延を極力低減したい

各ユーザ内下位キューにも帯域を割当て、送信の沈み込みを回避したい



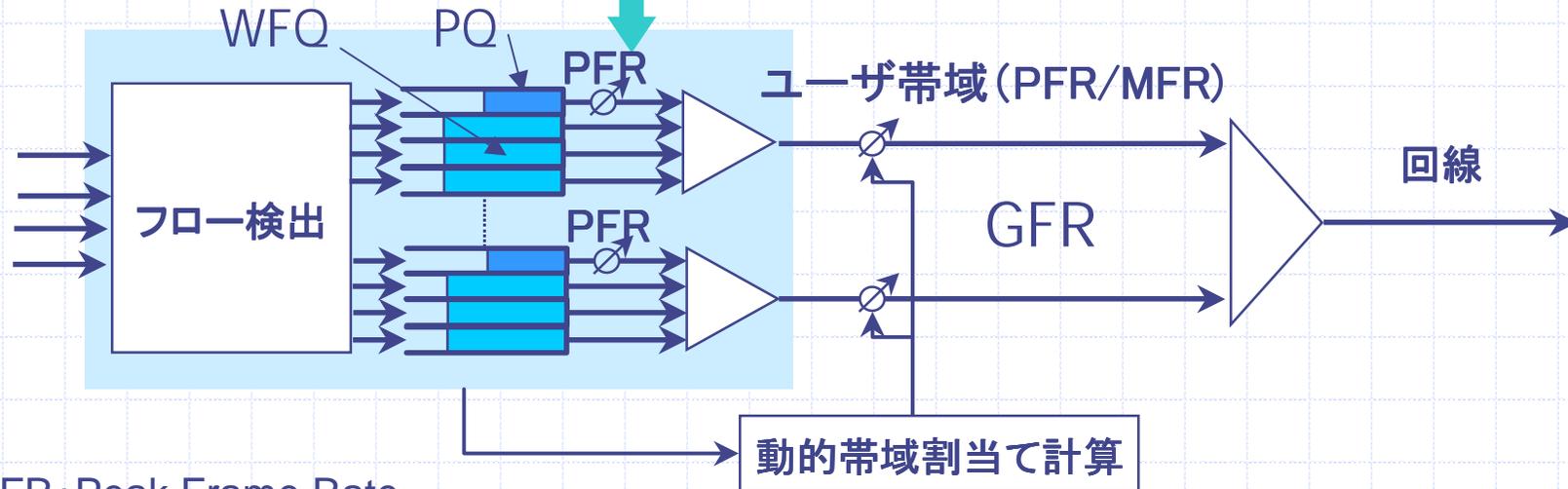
各ユーザ内のQueuing  
最上位キュー：  
最大帯域制限付きPQ  
下位キュー：WFQ

# 今後のキューイング方式

帯域制御(GFR)+(最大帯域制限付きPQ+WFQ)2段階シェーピング(キューイング)機能が必要。

重要パケットをユーザ帯域のMFR以下でシェーピング(EFサービスイメージ) 下位3キューへの割当て帯域確保(最大帯域制限付きPQ)

2段階シェーピング(キューイング)

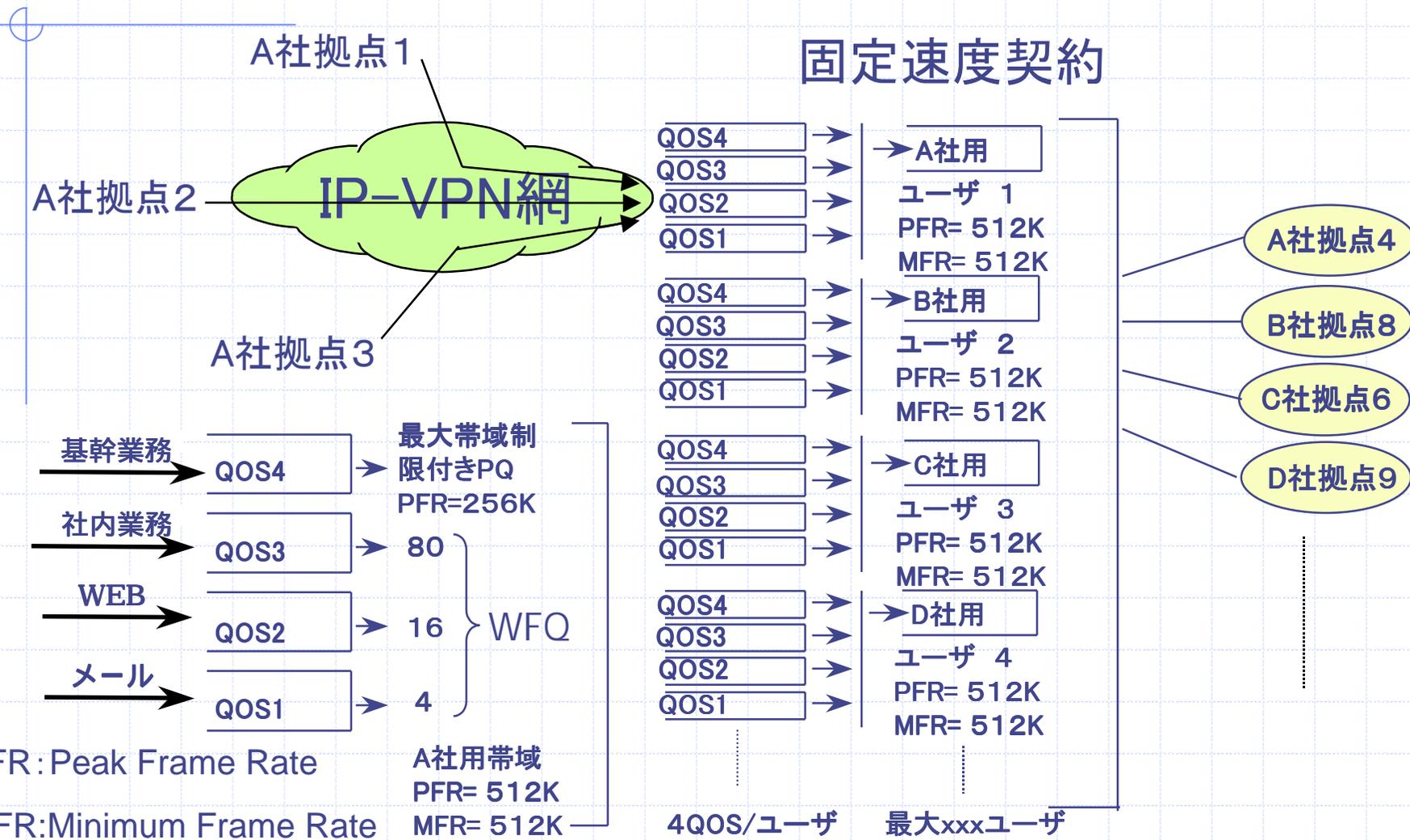


PFR: Peak Frame Rate

MFR: Minimum Frame Rate

アクティブなユーザのみで回線帯域を有効活用

# 今後のキューイング方式 例1:会社編

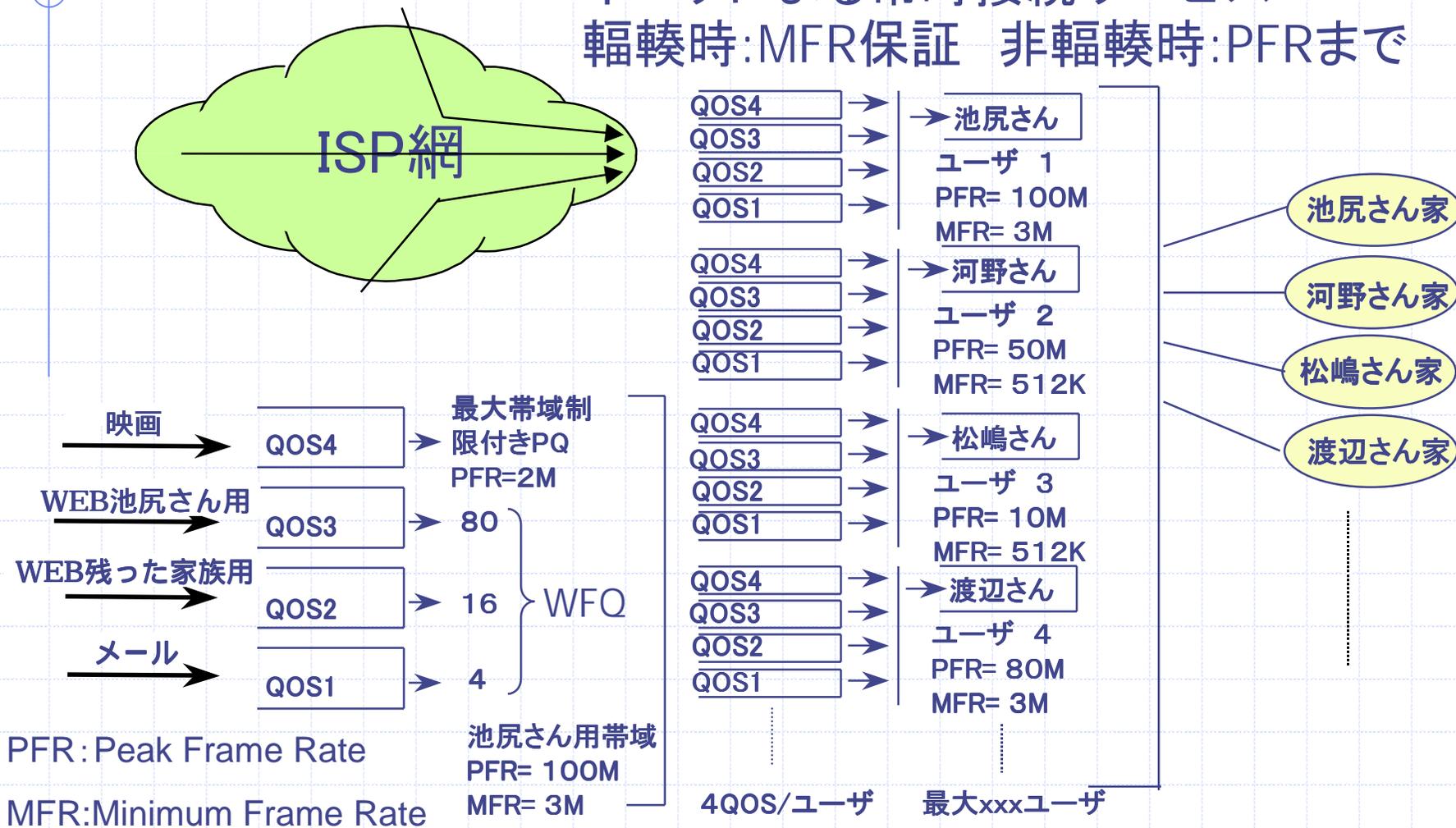


PFR: Peak Frame Rate

MFR: Minimum Frame Rate

# 今後のキューイング方式 例2:個人編

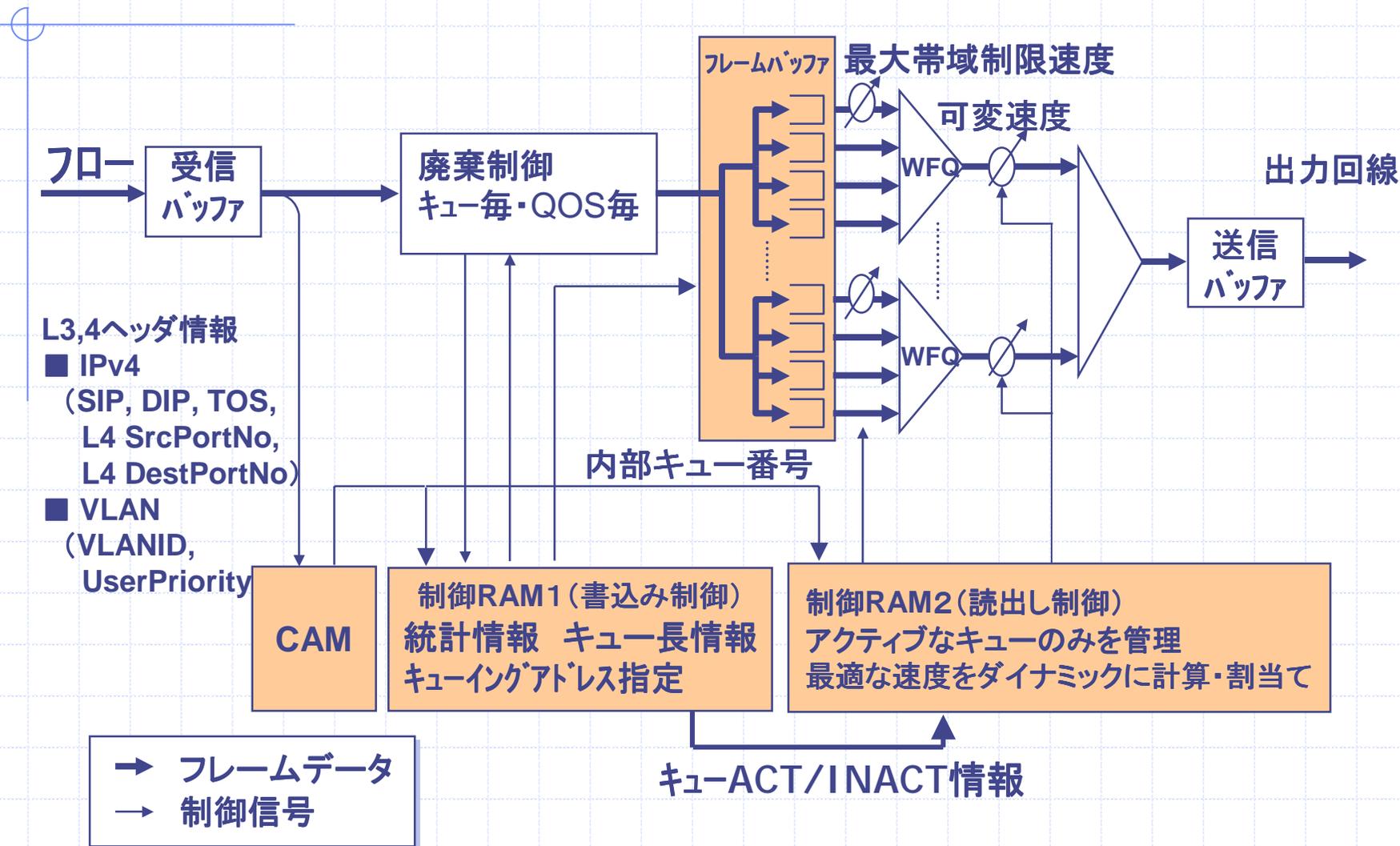
イーサによる常時接続サービス  
輻輳時:MFR保証 非輻輳時:PFRまで



PFR: Peak Frame Rate

MFR: Minimum Frame Rate

# 今後のキューイング方式ブロック図



# 今後の高速化に対する課題

- (1) Gイーサの場合、64BYTEのパケットは512nsで到着する。  
Classification/廃棄制御/ 統計情報/Queuing  
→ H/W化必須(or ネットワークプロセッサで)
- (2) メモリデバイスのトレンドとバッファ数(容量)
- (3) 高速回線では、たくさんのユーザを収容したくなるが、今回提案した帯域制御(GFR)+(最大帯域制限付きPQ+WFQ)の2段階シェーピング(キューイング)機能を実現する際の帯域割当て計算とその設定をどのように高速化するか。