

QoS (輻輳管理)

学習内容

輻輳管理は、ネットワークが処理能力を超えた大量のデータトラフィックで過負荷になる状態を防いだり軽減したりするための仕組み

- 1 FIFO (First In, First Out)
- 2 PQ (Priority Queuing)
- 3 CQ (Custom Queuing)
- 4 WFQ (Weighted Fair Queuing)
- 5 CBWFQ (Class-Based WFQ)
- 6 LLQ (Low-Latency Queuing)
- 7 IP RTP Priority

01

FIFO (First In, First Out)

FIFOとは何か？

「先入れ先出し」の原則に基づく最もシンプルなキューイング方式

到着した順番通りにパケットを処理・転送する

パケットの優先度付けは一切行わない

Ethernet LANインターフェースでデフォルトで有効になっている方式

音声パケットとデータパケットが混在していても区別なく同じ列に並ぶ

FIFOの重要な特徴

シンプルさゆえのメリットと、輻輳時に発生する問題点

高速処理

仕組みが単純なため、ルータへの負荷が極めて低く、処理速度が最も速い

テールドロップ

キューが満杯になると、新しく到着したパケットは**無条件で破棄**される

帯域に余裕がある場合

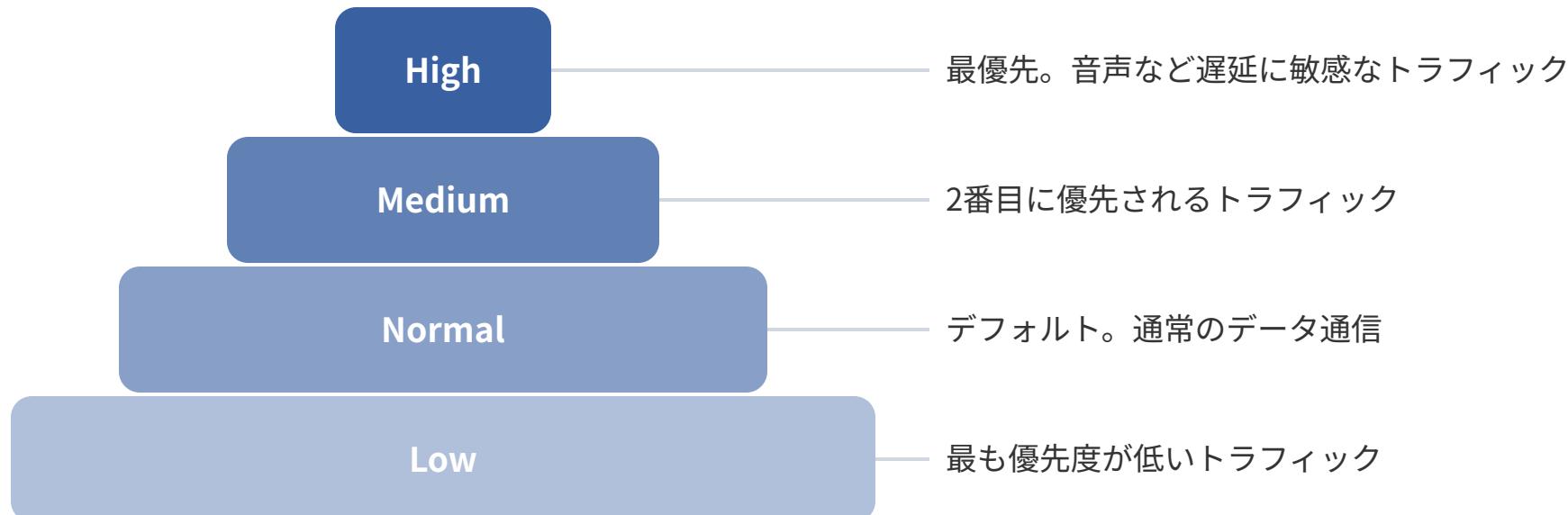
トラフィックが混雑しない環境であれば、FIFOでも音声品質などに問題は生じない

02

PQ (Priority Queuing)

PQの仕組み：4段階の優先キュー

トラフィックを4つのキューに分類し、優先度の高いものから絶対的に処理する



PQのメリットとデメリット

遅延に敏感なトラフィックは保護できるが、下位キューにしわ寄せがいく可能性

メリット

遅延に敏感なトラフィック（音声など）を最優先で処理できる

重要な通信の品質を確実に保護できる

デメリット

下位キューのパケットが全く処理されない「飢餓状態（Starvation）」に陥るリスク

Highキューに大量のトラフィックを割り当てる
と、他の通信が滞る

03

cQ (Custom Queuing)

CQの仕組み：ラウンドロビン方式

各キューを順番に巡回し、設定されたバイト数分のパケットを転送する



CQとPQの思想的な違い

公平性を取るか、絶対的な優先度を取るか

CQ (Custom Queuing)

公平性重視

巡回処理

不向き

低い

思想

処理方式

リアルタイム性

飢餓状態リスク

PQ (Priority Queuing)

優先度重視

絶対優先処理

得意

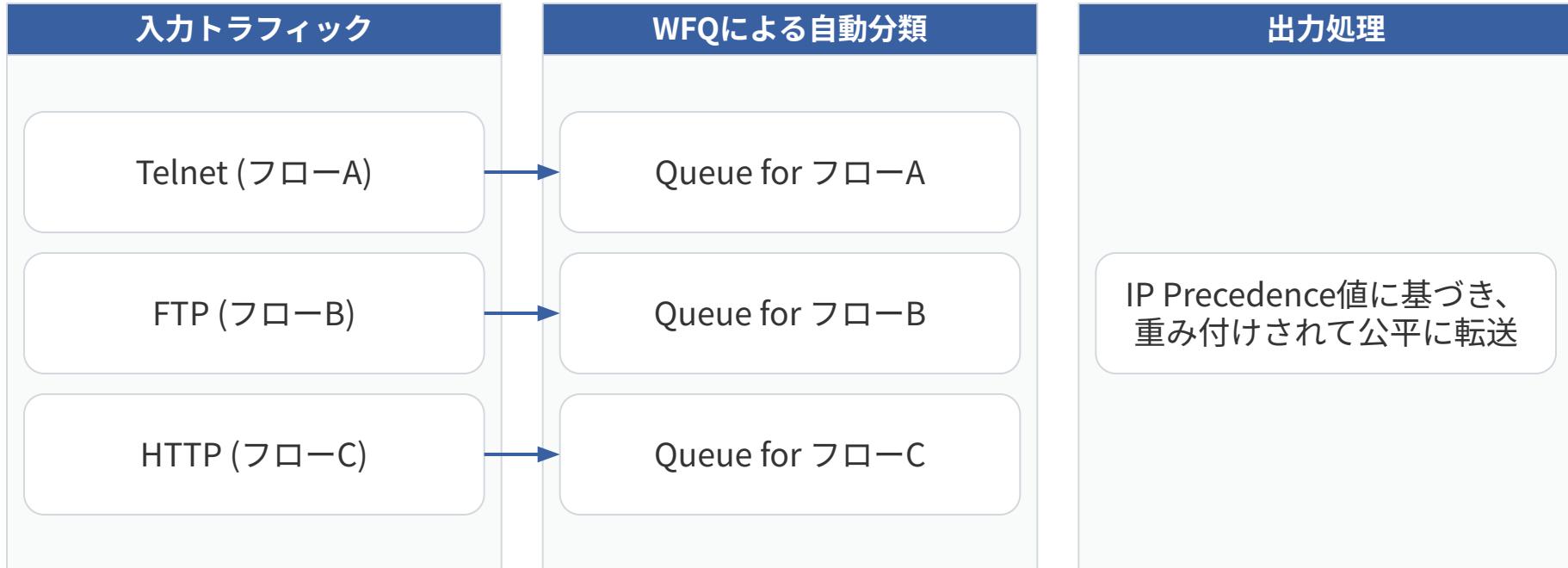
高い

04

WFQ (Weighted Fair Queuing)

WFQの動作：フロー単位での自動分類

通信フローを自動で識別し、フローごとに専用のキューを動的に生成する



WFQの優先度決定メカニズム

IP Precedence値が高いほど「重み」が小さくなり、優先的に処理される

| IP Precedence値 | Weight (重み) | 優先度 |
|--------------------------|-------------|-----|
| 7 (Network Control) | 4096 | 最高 |
| 6 (Internetwork Control) | 4680 | 高い |
| 5 (Critical) | 5456 | ↑ |
| 0 (Routine) | 32768 | 最低 |

05

CBWFQ (Class-Based WFQ)

CBWFQの設定手順 (MQC)

MQC (Modular QoS CLI) を用いた3ステップで設定する



CBWFQの重要ルール：75%ルール

帯域割り当ての合計は、物理帯域の75%が上限となる

割り当て可能帯域

75%

デフォルト上限

予約済み帯域

25%

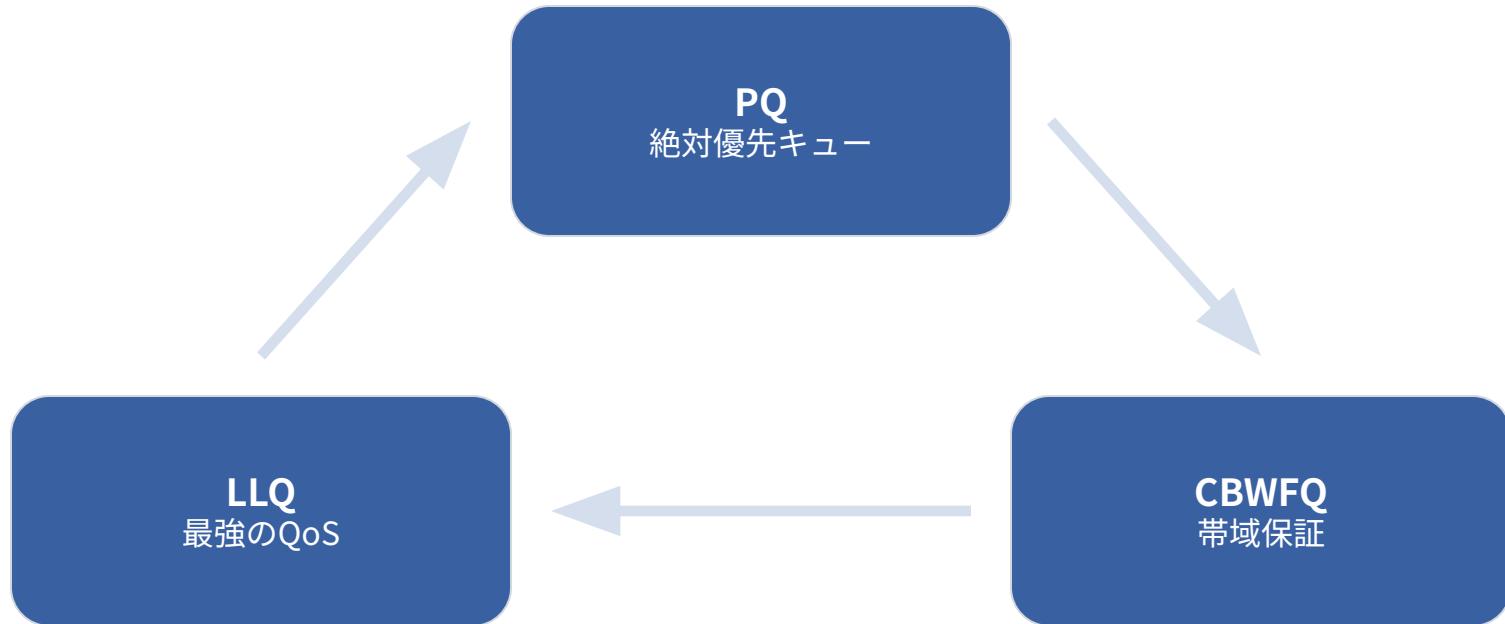
制御用トラフィック

06

LLQ (Low-Latency Queuing)

LLQの本質：CBWFQとPQの融合

CBWFQの公平性と、PQの絶対的優先処理を両立させたハイブリッド方式



なぜLLQが標準なのか？

VoIPやビデオ会議の品質確保に必須の技術

絶対優先キュー (Priority Queue) の導入

priorityコマンドで指定したトラフィック（主に音声）を最優先処理。遅延とジッターを最小化できる

帯域の独占を防止

Priorityキューには最大帯域を設定可能。これにより、音声トラフィックが他の通信を圧迫するのを防ぐ

柔軟な帯域保証

音声以外のトラフィックはCBWFQの仕組みで帯域を保証。**公平性と優先処理を両立**できる

07

IP RTP Priority (Legacy)

IP RTP Priority vs LLQ

シンプルだが、制御信号を保護できないという弱点を持つ

IP RTP Priority (WFQ+PQ)

設定が1行で非常にシンプル

RTP（音声データ）のみを優先

RTCP（制御信号）は保護されない

レガシーな技術

LLQ (CBWFQ+PQ)

設定が多段階 (MQC)

音声データと制御信号を両方保護可能

柔軟性が高く、詳細な制御ができる

現在の標準技術

キューイング方式の比較まとめ

各方式の特徴と適した用途を一覧で確認

| 方式 | 思想 | 優先度 | リアルタイム性 | 主な用途 |
|-------|---------|----------|---------|------------------|
| FIFO | 到着順 | なし | × | LAN (高帯域) |
| PQ | 絶対優先 | 静的 | ◎ | 遅延に敏感な通信 |
| CQ | 公平性 | なし | △ | 複数トラフィックの均等配分 |
| WFQ | 重み付け公平 | 動的 | ○ | フロー単位の自動制御 |
| CBWFQ | 帯域保証 | クラス単位 | ○ | 柔軟な帯域制御 |
| LLQ | 優先+帯域保証 | クラス単位+PQ | ◎ | VoIP/ビデオ (現在の主流) |