

# 公衆フレームリレー網における輻輳発生メカニズムと制御法

4U-11

小田川 直樹†、関 康夫†、目羅 一仁††

日本電信電話株式会社 †情報システム本部、††NTTソフトウェア株式会社

## 1.はじめに

NTTでは、94年11月に公衆フレームリレー（FR：Frame Relay）サービスを開始した。NTTの公衆FRサービスは、高速なアクセス速度（1.5Mbps, 128Kbps）と、数十msと短い網内遅延時間を実現している。LAN間接続における数百KB程度のデータがバースト的に発生するサービス（電子メール、DBアクセスのトランザクション処理等）では輻輳することなく確実に通信できる。

しかし、FR網はその高速性・低遅延時間特性により従来パケット網では諦めていた音声、動画像転送等の連続データ転送に利用することが想定される。データの連続転送によりFR網は輻輳状態になり、網内遅延時間の増加、フレームの破棄等のユーザにとって好ましくない状態が発生する。

本検討では、ユーザからNTTのFR網に接続したデータ転送を行うことにより強制的に輻輳を発生させ、輻輳の発生メカニズム、輻輳解除方法等のFR網利用技術を明らかにした。

## 2.なぜ輻輳が発生するか

### (1) 輻輳状態

NTTのFRサービスでは2種類の輻輳状態を報告する。

- ・軽輻輳状態・FR網のスループットをCIR値に制限する。
- ・重輻輳状態・FR網でフレームが破棄される場合がある。

輻輳状態では網内遅延時間の増加、スループット低下、フレームの再送、フレーム破棄等が発生するため、輻輳状態を発生させない事が大切である。また、FR網が輻輳状態になった場合早急に輻輳状態を解除することが必要である。

### (2) FR網における輻輳発生箇所

FR網では、図1に示すように、FR網への負荷が集中した場合と、FR網で想定している統計多重効果を越えた連続データ転送が発生した場合に輻輳発生が考えられる。

#### 【ケース1】多重データ転送による輻輳発生

- ①特定のFRノードに対するアクセスが集中する事で、入力ノードの処理能力を超えた場合

- ②サーバ等が接続された特定回線のスループットを越えるアクセスの集中により、FRノード内にデータが蓄積される場合

#### 【ケース2】単一データ転送による輻輳発生

- ①FRノード、ノード間的高速中継回線等の想定以上の連続データ転送が継続した場合

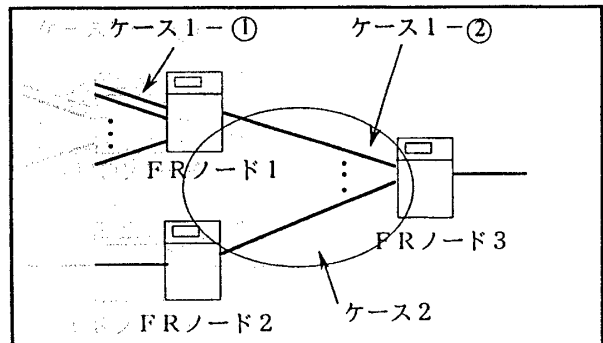


図1 輻輳発生箇所

FR網ユーザの利用技術により輻輳発生を回避できるのはケース1の②のみであるが、他の原因についても輻輳発生条件を認識することは重要である。

## 3.輻輳動作の実験結果

### 3.1 輻輳発生の確認

#### 【ケース1】多重データ転送による輻輳発生

図2の実験環境における多重データ転送②の輻輳時の動特性例を図3、4に示す。ただし測定パスのはTCP、負荷にはUDPを用いた。

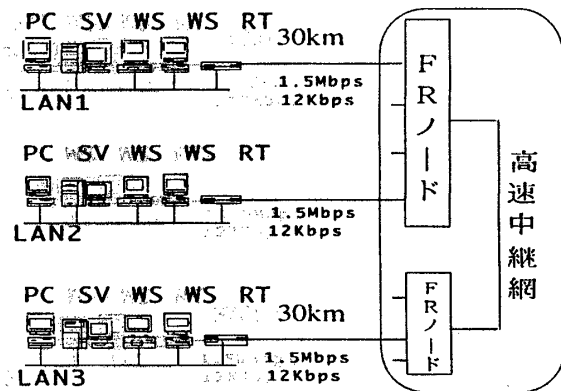


図2 輻輳特性評価のための実験環境

Studies on mechanism and control of congestion in public frame relay.

Naoki Odagawa †, Yasuo Seki †, Kazuhito Mera ††.

† NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION Information Systems Headquarters

†† NTT Software Corporation

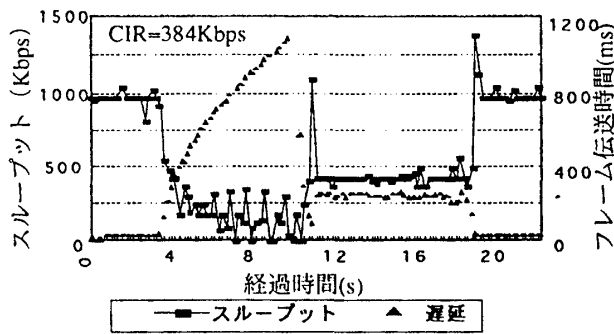


図3 高速-高速回線での輻輳動特性

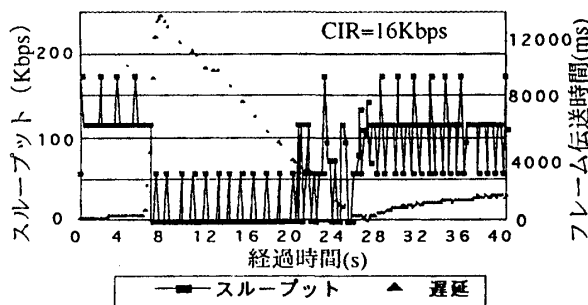


図4 高速-低速回線での輻輳動特性

いずれの場合も輻輳期間は、スループットはCIR値になり、輻輳直前にフレーム伝送時間は最大になる。

【ケース2】単一データ転送による輻輳発生

UDPにより連続データ転送を行なった場合、FR網から軽輻輳を報告するまでの転送データ量とフレーム長の関係を図5に示す。図5に示すFR網の輻輳原因としては、FRノードの性能、ノード内のバッファ容量、ノード間の中継回線の能力が複雑に関係していると考えられる。

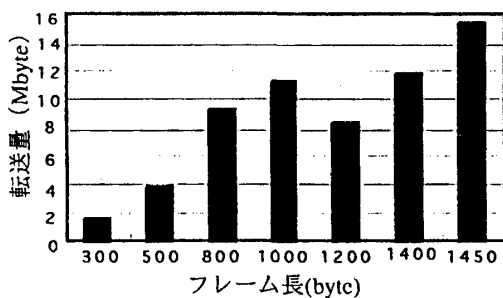


図5 単一データ転送における輻輳発生

3. 2 輻輳を解除する方法

FR網から輻輳が報告された場合、以下のいずれかの対策を実行する必要がある。FR網側が輻輳を通知しているにも関わらず、CIR以上の速度でデータ転送を続けるとその論理パス(DLCI単位)は永久に輻輳が解除されない。

対策1：APが輻輳通知を認識可能な場合、APレベルで速やかにデータ転送を中断する。

対策2：輻輳通知を検出したルータでCIR以下のスループットに制限する。

3. 3 NTTのFR網における輻輳発生メカニズム  
NTTのFR網の輻輳制御方法は、FRノード内の利用可能なバッファ量により行われていると考える事ができる。DLCIを単位としたFRノードのバッファ使用量が規定値を越えた場合に、輻輳に関連する全てのDLCIに対して輻輳状態が報告される。

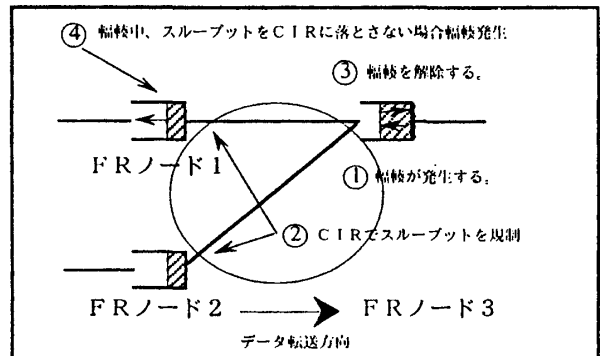


図6 輻輳解除のメカニズム

FR網における基本的な輻輳(ケース1の②)の状態遷移を図6に示す。

- ①出力側のバッファ使用量が増加し、軽輻輳が発生する ⇒ 輻輳報告
- ②入出力ノード間の転送速度をCIR値にスループット規制して出力ノード負荷を軽減
- ③出力側のバッファ使用量が減少し、輻輳が解除される ⇒ 輻輳解除報告
- ④②の輻輳状態が報告されたにも関わらず、入力側のDLCIからCIRを越えるデータ転送が継続すると入力側のみ軽輻輳、重輻輳状態へ移行

4. まとめ

NTTでサービス提供中の公衆FR網に対して強制的に輻輳を発生させた場合の動特性、輻輳を解除するためのユーザ要件について示した。但し、現状のLAN間接続、ホスト-端末接続にFR網を利用しても輻輳は殆ど発生しないと考えられる。FR網を利用して輻輳が発生するか否かは業務特性、同一FRノードに接続されている他ユーザ特性、使用しているルータの機能等が複雑に関係するため個別の実測評価が必要である。なお、NTTではFR網を使用したユーザの特性を総合的に評価する環境を構築している。

【参考文献】

- (1) 日本電信電話株式会社、フレームリレーサービスのインタフェース 第1版(1994)
- (2) 関、尾崎、小田川「公衆フレームリレーを用いたLAN間接続時の輻輳制御方式」情報処理学会第49回全国大会1-231