

TTC標準
Standard

JT-I371.1

保証フレームレートATM転送能力

〔 Guaranteed Frame Rate ATM Transfer Capability 〕

第1版

2001年11月27日制定

社団法人
情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE



本書は、(社)情報通信技術委員会が著作権を保有しています。
内容の一部又は全部を(社)情報通信技術委員会の許諾を得ることなく複製、転載、改変、
転用及びネットワーク上での送信、配布を行うことを禁止します。

目 次

< 参考 >	3
1 . 適用範囲	4
2 . 参照	4
3 . 略号と用語	4
3.1 略号	4
3.2 用語	5
3.3 その他用語	5
4 . G F R トラヒックパラメータとG F Rトラヒック特性	6
4.1 その他トラヒックパラメータの規定	6
4.2 A T Cに関連したトラヒック特性	6
5 . G F R A T Cの詳細記述	7
6 . 保証フレームレート転送能力 (G F R)	8
6.1 定義およびサービスモデル	8
6.2 発信元トラヒック記述子およびC D V許容値	9
6.3 適合性定義およびQ o S契約	10
6.3.1 セル適合性	10
6.3.2 フレーム適合性およびF-GCRA(T,)	10
6.3.3 Q o S契約	12
6.3.4 U P C / N P C動作	12
付録 F - G C R Aに関する追加資料	13
.1 F - G C R Aを通じたQ o S契約のサポート	13
.2 Q o S契約をサポートするためのF - G C R A利用方法の実装例説明	14
.3 多くの不適合フレームがある場合の実装の限界	14
.4 F - G C R Aに関する結果の証明	14
.5 F - G C R Aに関する結果の証明についての補足	16
付録 C F - G C R AによるG F R Q o Sの提供	20
付録 期待されるG F Rネットワーク構成要素の動作	22
付録 G F R A T M転送能力のアプリケーションへの適用性	23
付録 F-GCRA(T,)の動作例	24

< 参考 >

1 . 国際勧告との関連

TTC標準は、国際電気通信連合電気通信標準化部門（ITU-T）勧告草案2000年版I.371.gfr、“Guaranteed Frame Rate ATM Transfer Capability”（ITU-T SG13 2000年3月会合ドキュメント Temporary Document（Q7/13））に準拠している。尚、このITU-T勧告I.371.gfrは、2000年11月に開催されたITU-T SG13会合にて名称をI.371.1に変更され、承認された。

2 . 上記国際勧告などに対する追加項目等

2.1 オプション項目

国際勧告のオプション項目に対する選択に関し、該当する項目はない。

2.2 ナショナルマター項目

国際勧告にあり国内標準として決定を委ねられている項目はない。

2.3 上記国際勧告を変更した項目

2.3.1 誤記修正

特になし

2.3.2 参照している勧告番号の相違点

特になし

2.4 その他

本標準の付録 5、付録 は本標準の理解を助けるために説明を補足したものであり、ITU-T勧告I.371.1には対応した記述はない。

3 . 改版の履歴

版 数	制 定 日	改 版 内 容
第1版	2001年11月27日	制 定

4 . 工業所有権

本標準に関わる「工業所有権等の実施の権利に係る確認書」の提出状況は、TTCホームページでご覧になれます。

5 . その他

特になし

6 . 標準作成部門

第二部門委員会 第五専門委員会

1. 適用範囲

本標準は、TTC標準JT-I371にあるATM転送能力の規定に、保証フレームレート(GFR) ATM転送能力(ATC)の規定を追加する。本標準は、GFRのための一般記述、定義とサービスモデル、発信元トラヒック記述子、適合性定義、QoS契約を規定する。付録は、F-GCRA(GFR適合性定義において使用される)に関連した付加的資料を含む。

2. 参照

以下のTTC標準とその他の参考文献は、本文中で参照されることにより本標準の規定を構成する。本書の発行時において、以下に示した文献の版は有効であった。以下のすべての標準と参考文献は改定され得る。したがって、本標準の利用者は、以下の標準および参考文献の最新版を適用する可能性を探るよう求められる。現在有効なTTC標準は定期的に発行される。

[1] TTC標準JT-I371(第三版): 広帯域ISDNにおけるトラヒック制御と輻輳制御

[2] TTC標準JT-I356(第二版): 広帯域ISDNのATMレイヤセル転送性能

3. 略号と用語

3.1 略号

本標準では、以下の略号を用いる。

A T C	ATM Transfer Capability	A T M転送能力
A T M	Asynchronous Transfer Mode	非同期転送モード
A U U	ATM user to ATM user indication	A T MユーザA T Mユーザ表示
B - I S D N	Broadband ISDN	広帯域 I S D N
C D V	Cell Delay Variation	セル遅延変動
C F - G C R A	Conforming Cell F-GCRA	適合セルF - G C R A
C L P	Cell Loss Priority (bit)	セル損失優先表示(ビット)
C L R	Cell Loss Ratio	セル損失率
F - G C R A	Frame based Generic Cell Rate Algorithm	フレームベースジェネリックセルレートアルゴリズム
G C R A	Generic Cell Rate Algorithm	ジェネリックセルレートアルゴリズム
G F R	Guaranteed Frame Rate	保証フレームレート
L I T	Last Increment Time	最新インクリメント時間
M B S	Maximum Burst Size	最大バーストサイズ
M C R	Minimum Cell Rate	最小セルレート
M F S	Maximum Frame Size	最大フレームサイズ
N P C	Network Parameter Control	ネットワークパラメータ制御
O A M	Operation And Maintenance	運用保守
P C R	Peak Cell Rate	ピークセルレート
Q o S	Quality of Service	サービス品質
R M	Resource Management	リソース管理
U P C	Usage Parameter Control	使用量パラメータ制御
V C C	Virtual Channel Connection	バーチャルチャネルコネクション

3.2 用語

本標準においては、TTC標準JT-I 371で用いられた用語を適用する。

3.3 その他用語

用語	頭文字	参照
Cell delay variation	CDV	TTC標準JT-I 356
Cell loss ratio	CLR	TTC標準JT-I 356
Cell loss priority	CLP	TTC標準JT-I 150

4. GFR トラヒックパラメータとGFRトラヒック特性

本章では、節5.4.2.3/JT-I371と節5.4.4/JT-I371で提供された規定を拡張するために、GFRトラヒックパラメータとGFRトラヒック特性を追加記載する。

4.1 その他トラヒックパラメータの規定

以下のトラヒックパラメータは、節5.4.2.3/JT-I371に提供された記載を拡張するために規定される。

- 最小セルレート (MCR) : GFRコネクションにおいて、契約されたQoSに適用されるセル数の下限を定量化するために (他のパラメータと併せて) 用いられる。なお、コネクション毎に規定される。
- 最大フレームサイズ (MFS) : GFRコネクション上に送出可能な、1フレーム中のユーザ生成セルの最大数。

4.2 ATCに関連したトラヒック特性

以下のトラヒック特性はGFRに適用され、表5-1/JT-I371を拡張するものである。

表4-1/JT-I371.1 GFRと関連したトラヒック特性
(ITU-T I.371.1)

	パラメータの参照先	GFR
PCR(0+1)	節5.4.1/JT-I371	X
$\tau_{PCR}(0+1)$	節5.4.1/JT-I371	X
$\tau_{IBT}(0)$	節5.4.2/JT-I371	X(注1)
MCR(0)	節5.4.3/JT-I371、節6.7.2/JT-I371、節6.2	X
$\tau_{MCR}(0)$	節6.2	X
フレームタギング	6章	注2
MFS	節6.2	X

注1 : τ_{IBT} の値は、MBS、PCRおよびMCRから得られる (節6.3.3参照)。

注2 : フレームタギングは、GFR2にのみ適用される。

5 . G F R A T C の詳細記述

本章では、節 6 . 2 / J T - I 3 7 1 で規定された記述を拡張するために、保証フレームレート A T M 転送能力の詳細を記述する。

G F R 転送能力 (G F R A T C) は、最小セルレート (M C R) 以上でのデータ転送を期待するようなセル損失許容非リアルタイム型アプリケーションに対して、M C R を定める。ユーザ生成データセルは、A T M レイヤで区切られるフレームの形式に編成されるものとする。また、ネットワークは、ユーザに対して、その瞬間に利用可能なネットワークリソースに関してのフィードバックは提供しない。

トラヒックパラメータは、PCR(0+1)、MCR(0)、最大パーストサイズMBS(0)、最大フレームサイズMFS(0+1)、およびPCR(0+1)とMCR(0)に関連する許容値である。PCR(0+1)に適合し、かつMFS(0+1)に適合し、かつ同フレーム内セルのC L P ビットが同値に設定されている場合、そのG F R セルは適合している。フレーム中の全てのセルが適合し、かつそのフレームが F-GCRA(T,) をパラメータ $T=1/MCR$ と $= \text{IBT} + \text{MCR}$ (ここで $\text{IBT}=(MBS-1) \times (1/MCR-1/PCR)$ である) をもって満たす場合、そのG F R フレームは適合している。ユーザは、すべてのセルをC L P = 1 としてフレームを送出することで、そのようなフレームはすべてのセルをC L P = 0 としたフレームよりも、同一G F R コネクション上において低優先であるとネットワークに対して示すこともできる。

G F R A T C は、関連するQ o S クラスと対応したQ o S で適合フレーム中のセル数を転送するという契約を与える。Q o S 契約は、すべてのセルが適合しているC L P = 0 のフレーム中のセルにのみ適用することができる。なお、フレーム中のすべてのセルが適合し、十分なリソースが利用できるという条件で、G F R によってネットワークはM C R 契約を超過して完全なフレームを転送することを試みる。

G F R には、G F R 1 と G F R 2 の 2 つの型がある。G F R 1 では、タギングは適用されない。一方、G F R 2 では、ネットワークは不適合フレームに対してフレームタギングを適用してもよい。フレームタギングとは、フレーム中の各セルのC L P ビットを 1 に変えることを意味する。ネットワークによりタギングされたフレームとユーザによりC L P = 1 としてマークキングされたフレームは、ネットワークによって同一のものとして取り扱われる。

完全なG F R A T C の規定は、6 章を参照。

6．保証フレームレート転送能力（GFR）

本章では、節6．4．6．7/JT-I371において提供された定義を拡張するための保証フレームレートATM転送能力（GFR ATC）の定義を記載する。

ユーザの中には、既存のATM転送能力（ATC）で必要とするトラフィックパラメータを定め難いトラフィック特性を有することがある。そのようなユーザは、ATMネットワークからの明示的フィードバックに対して反応もできない場合がある。さらに、ユーザデータは、複数フレームに編成され、損失を許容できることもある。そのようなユーザデータ発信元にとっては、MCRを適用する低いセル損失契約を得て、MCR以上でフレームのいくつかが届けられるのを期待することで十分であろう。ATMネットワーク上のそのようなトラフィックをサポートするために、保証フレームレート転送能力（GFR）と称するATM転送能力を定義する。

6.1 定義およびサービスモデル

保証フレームレート（GFR）ATM転送能力は、非リアルタイムアプリケーションをサポートすることを目的とする。GFR ATCでは、ユーザデータセルがATMレイヤにおいて区切ることができるフレームの形式に編成されることを要求する。GFRは、AUU表示（TTC標準JT-I361参照）を使ってフレームを区切るATMコネクシオンに適用する。他の区切り方、例えばRMセルの使用などは今後の検討課題である。AUU表示は、VPサブレイヤにおいて信頼性のあるフレームの区切り方ではないので、GFR ATCはVCCにのみ適用される。

GFR ATCでは、ユーザは、マーキングされていないフレーム、またはマーキングされたフレームのどちらでも送出することができる。ユーザは、フレームにマーキングすることにより、そのフレームが特定のGFRコネクシオン上で、マーキングされていないフレームよりも重要度が低いことを示す。非マーキングフレームはフレーム中の全セルがCLP=0に設定され、一方マーキングフレームはフレーム中の全セルがCLP=1に設定される。ユーザが送出するフレームは、そのフレーム中の全セルのCLPビットを同値に設定すべきである。CLPビットが同値に設定されていないフレーム中のセルおよびマーキングされたフレーム中のセルには、QoS契約は適用されない。

GFR ATCでは、最大フレームサイズ（MFS）、最大バーストサイズ（MBS）と併せて、最小セルレート（MCR）が用いられる。MFSとMBSはともにセルで表現される。QoS契約は、MCR>0の場合にのみ適用される。GFR ATCが、0より大きいMCRをサポートするかどうかは、ネットワークオプションである。

MCR、MBSおよびMFSに加えて、ユーザが生成するCLP=0+1セルに対するPCRが、GFR ATCのために定義される。PCRは常にMCRより大きい。

以下の2つの例は、GFRコネクシオンのユーザが享受する保証について説明している。

- MCR>0で、ユーザがMFSを超過することなくマーキングされていないフレームを送出し、かつMCR以下の一定レートでそれらを送出する場合、そのときの保証とは、これらのすべてのフレームがQoSクラスに従ってネットワークの端から端まで転送されることである。
- MCR>0で、ユーザがMFSを超過することなくマーキングされてないフレームを送出し、かつユーザが長い時間セルを送出してない状態の後、MBSを超過しない長さのバーストで、かつPCRを超過しないレートで送出した場合、そのときの保証とは、これらのすべてのフレームがQoSクラスに従ってネットワークの端から端まで転送されることである。

GFR ATCでは、ユーザが、交渉したMCRを超過して送出することも許容するが、MCRを超過するトラフィックは、利用可能なリソースの範囲内で転送されるだけである。

GFR A TCは、ネットワーク輻輳の現在レベルに関して、発信元に明示的なATMレイヤフィードバックを提供しない。代わりに、輻輳のレベルは、上位レイヤプロトコルによって、そのコネクションにおけるフレームの転送または廃棄から導き出される。VCC上のVCRMセルは、GFRを操作するためには用いられない。但し、コネクション上に存在しているそれらのセルは、ユーザデータセルフローの一部として見なされる。現バージョンのGFRでは、GFRコネクション上の性能監視用としてのOAMセルをサポートしていない。

サービスモデルでは、すべてのセルが適合であるフレームとそれ以外のフレームとを区別している。GFRセル適合性は、節6.3.1に定義される。

- すべてのセルが適合であるフレームにおいては、ネットワークは、フレーム内のすべてのセルを転送するか、フレーム内のすべてのセルを転送しないかのどちらかにすべきである。しかしながら、そのようなフレームの一部だけを転送する場合には、フレーム内の最終セルを転送すべきである。また、適合した全フレーム中のセル数に対する、部分的に転送されたフレーム中の元のセル数の比が、対応するQoSクラスに関係なく、QoSクラス2で確約されたCLRのMFS倍のセル数を超えるべきではない。

注：オーストラリアは、GFRサービスモデルにおいて独自の技術的条件を主張している。その条件は、GFRはQoSクラス1に対応するCLRより低い確率で部分的なフレームを転送するというオーストラリアの見解を反映している。

- すべてのセルが適合しているフレームでないフレームに対しては、ネットワークのフレーム転送に対して何の保証も期待もない。しかしながら、そのようなフレームを部分的に転送する場合、ネットワークはフレームの最終セルを転送すべきである。

GFR1およびGFR2という2つのGFRの型がある。それらは、不適合フレームのCLPビットの取り扱いに関して異なる。

- GFR1：ネットワークは、透過的にCLPビットを転送する。タギングは適用されない。
- GFR2：ネットワークは、F-GCRAフレーム試験（節6.3.2参照）に不適合であったフレーム内のすべてのセルをタギングすることによって、フレームタギングを適用してもよい。

6.2 発信元トラフィック記述子およびCDV許容値

ユーザとネットワークは、以下のトラフィックパラメータによって発信元トラフィック記述子について合意する。

- ユーザが生成するCLP = 0 + 1のセルに対するピークセルレートPCR(0+1)、および関連するCDV許容値 $PCR(0+1)$ 。
- ユーザが生成するCLP = 0のセルに対する最小セルレートMCR(0)、および関連するCDV許容値 $MCR(0)$ 。MCR > 0の場合、PCRと同一の位置、基本的イベント、符号化を持つ。（節5.4.1 / JT-I371参照）
- セル数で表される最大フレームサイズMFS(0+1)。
- ユーザが生成するCLP = 0のセルに対し、セル数で表される最大バーストサイズMBS(0)。MBSは、MFS以上でなくてはならない。

以上のすべての値は、シグナリング経路で搬送されるか、または、申込みごとに割り当てられる。

トラヒック記述子とCDV許容値の選択においては、節6.3.3の『最小スループットに対するパラメータ選択』において説明される現象を考慮する必要がある。

6.3 適合性定義およびQoS契約

6.3.1 セル適合性

以下の3つの条件をすべて満たす場合、GFRユーザ生成セルは適合である。

- 当該セルが、 $CLP = 0 + 1$ セルのGCRA($1/PCR, PCR$)試験に適合する。
- 当該セルが、そのフレーム中の最終セルである。または、(当該セルを含め)当該セルまでのそのフレーム中のセル数が、MFSより小さい。
- 当該セルのCLPビットが、そのフレームの先頭セルのCLPビットと同じ値を持つ。

GCRA試験はすべてのセルに適用され、セルがGCRA($1/PCR, PCR$)試験に適合するとき、GCRAは、($T=1/PCR$ によってインクリメントされて)更新される。

UPC/NPC動作に関する節6.3.4を参照。

6.3.2 フレーム適合性およびF-GCRA(T, \dots)

本節では、GFR1およびGFR2に対するフレーム適合性を定義する。フレーム内のすべてのセルが適合し(節6.3.1参照)、かつ以下に説明されるようにフレームベースジェネリックセルレートアルゴリズム(F-GCRA)に適合する場合、フレームは適合している。

許容値 ϵ が与えられると仮定して、F-GCRAは取り決められたセルレート $1/T$ の値を使う。

F-GCRAの変数は以下に示すとおりである。

- t_a は、標準インタフェースにおける最新セル到着時刻を示す。
- X は、連続状態型リーキーパケットアルゴリズムにおけるリーキーパケットカウンタ値を示す。
- LIT は、最新インクリメント時間を示す。
- X_l および LIT_l は、先頭セルが $CLP=0$ である最新フレームの終わりにおけるパラメータ LIT および X の値を示す。パラメータ LIT_l および X_l は、そのフレーム中の全セルが適合するがフレーム試験に適合しない $CLP = 0$ のフレームにおいて、F-GCRAが更新されないよう使用される。 $CLP = 0$ のセルから始まるすべての他のフレームによって更新される。
- $Frame_test_passed$ は、フレーム試験結果を保持するコネクション固有の変数を示す。
- $Frame_tagging$ は、GFR2においてのみ使用されるコネクション固有の変数を示し、フレームタギング状態を保持する。もしGFRにおいてフレームタギングが実装されるなら、この状態情報はCLPビットを0から1に変換するのに使用されるだろう。
- X' は補助変数である。

F-GCRA変数の初期設定は以下に示すとおりである。

- 与えられたインタフェースを通過するコネクションの最初のセル到着時間 t_a において、 $X=X_l=0$ かつ $LIT=LIT_l=t_a$ 。
- $frame_test_passed$ と $frame_tagging$ の初期値は不定。

F-GCRAは以下のとおり定義される。

以下に示すとおりアルゴリズムには、3つのパートがある。パート1はパート2の前に、パート2はパート3の前に実行される。

パート1：ATMコネクション上の与えられたインタフェース T_B または網間インタフェースでの、フレームの最初のセル到着において：

<pre>G F R 1 if (CLP = 1) then frame_test_passed = false else $X' = X - (t_a - LIT)$ if ($X' > 0$) then frame_test_passed = false else frame_test_passed = true</pre>	<pre>G F R 2 if (CLP = 1) then frame_test_passed = false; frame_tagging = false else $X' = X - (t_a - LIT)$ if ($X' > 0$) then frame_test_passed = false; frame_tagging = true else frame_test_passed = true; frame_tagging = false</pre>
--	--

パート2：最初のセルが $CLP = 0$ であったフレームの各セル到着において：

```
G F R 1 および G F R 2
 $X' = X - (t_a - LIT)$ 
 $X = \max(0, X') + T$ 
 $LIT = t_a$ 
```

パート3：最初のセルが $CLP = 0$ であったフレームの最終セル到着において：

```
G F R 1 および G F R 2
if (フレームが不適合セルを含む) or (frame_test_passed = true)
  then  $X_{-1} = X$ ;  $LIT_{-1} = LIT$ 
  else  $X = X_{-1}$ ;  $LIT = LIT_{-1}$ 
```

注：CF - GCRAと呼ばれるアルゴリズムについては、付録 を参照のこと。このアルゴリズムは、フレーム適合性を試験するF - GCRAほど正確ではない。但し、許容値が十分に大きな値に設定されるならば、簡単な実装の基礎を形成することは可能であろう。

6.3.3 QoS契約

GFR1とGFR2に対するQoS契約は同じである。

QoS契約はMCRが0でないコネクションにのみ適用される。したがって、以下に出てくるコネクションはMCRが0でないものと仮定される。CDVとセル転送遅延に関する契約はない。

GFRのATM転送能力は、標準インタフェースにおいてパラメータを $T=1/MCR$ 、 IBT^+_{MCR} 、 $\text{IBT}^+_{MCR} = (MBS-1)(1/NCR-1/PCR)$ としたF-GCRA(T,)を適用した場合に適合するフレーム(節 6.3.2 参照)に含まれるセル数に対して関連するQoSクラスに応じたセル損失率に関するQoS契約を設ける。

追加手続き上の契約

QoS契約への追加として、十分なリソースが利用可能なとき、全てのセルが適合しており、かつF-GCRA試験に適合しないいくつかのCLP=0フレームと、全てのセルが適合しているいくつかのCLP=1フレームが転送されるという手続き上の契約が、GFRのATM転送能力に含まれる。QoS契約を超過したこれらのフレームを転送するために、関係するそれぞれのGFRコネクションへの利用可能なリソースの配分に、ネットワーク固有のポリシーが適用される。ネットワーク固有のポリシーは標準化対象ではない。ネットワークポリシーによっては、ネットワークは、例えば特定のGFRコネクションにおいて、CLP=1のフレームをCLP=0のフレームより優先して廃棄するということにより、フレームのCLPの状態を考慮する事もできる。

適合していないセルが含まれるフレームにはQoS契約がなく、ネットワークはそれらのフレームに含まれるいかなるセルも廃棄する事が許される。しかしながら、もしネットワークがそれらのフレームの一部を転送した場合、フレームの最後のセルも転送するよう試みるべきである。もし、GFRコネクションの一部のセルが不適合であるならば、ネットワークはGFRコネクションを不適合とみなすことができる。(節 5.3.2 / JT-I371 参照)

最低スループットのためのパラメータ選択

F-GCRAを用いると付録 JT-I371で記述されたGCRAの現象と似た現象を見る事ができる。CLP=0フレームに含まれる全てのセルが適合しF-GCRA($1/MCR$, IBT^+_{MCR})にMCRより大きいセルレートで到着している場合、適合フレームのセルレートはMCRより小さくなる可能性がある。この現象は $\text{IBT}^+_{MCR} = MFS/MCR$ のときは出現しない。

6.3.4 UPC/NPC動作

コネクションの存続期間中、網内に静的なUPC/NPCメカニズムが存在すれば、セルの適合性はチェックされつづけるだろう。(節 7.2.3 / JT-I371 参照)。適合性定義はUPC/NPCの特定の実装方法を指定するものではない。

フレーム内のいずれかのセルが適合していないとき、網はそのフレーム内のいずれのセルも廃棄する事を許される。例えば、孤立したセルを廃棄する事も、フレームの後部を廃棄する事も許される。フレーム内で最後のセル以外全てのセルが適合しているフレームは、たとえその最後のセルがGCRA($1/PCR$, PCR)試験を通過しなかったとしても、そのセルを保持し、GCRAを更新する事が望まれるだろう。

付録 F - G C R Aに関する追加資料

(この付録は有益なテキストを含む)

以下はF - G C R Aの追加コメントリストであり、F - G C R Aの動作の理解を助けるものである。

1 F - G C R Aを通したQ o S契約のサポート

Q o S契約を満たすため、G F R A T Cは節 6.3.2 に定義されているフレームベースジェネリックセルレートアルゴリズム F-GCRA(T ,)を用いる。G F R A T Cは少なくとも適合フレームのセルに対しては低いセル損失率となるQ o S契約を提供する。

F - G C R Aの許容値が大きくなる場合、適合フレームの総セル数は減らないと予想される。しかしながら、各フレームのフレーム長が異なるときはそうでない場合もある。これは例によって示される。結果はどのような条件であればこの意外な現象が見られないかを述べるだろう。

例

以下は、各フレームのフレーム長が異なる場合、F - G C R Aの許容値の増加が適合フレームに含まれる総セル数を低下させる例である。以下では、C L P = 0のフレームに含まれる全てのセルは適合していると仮定する。

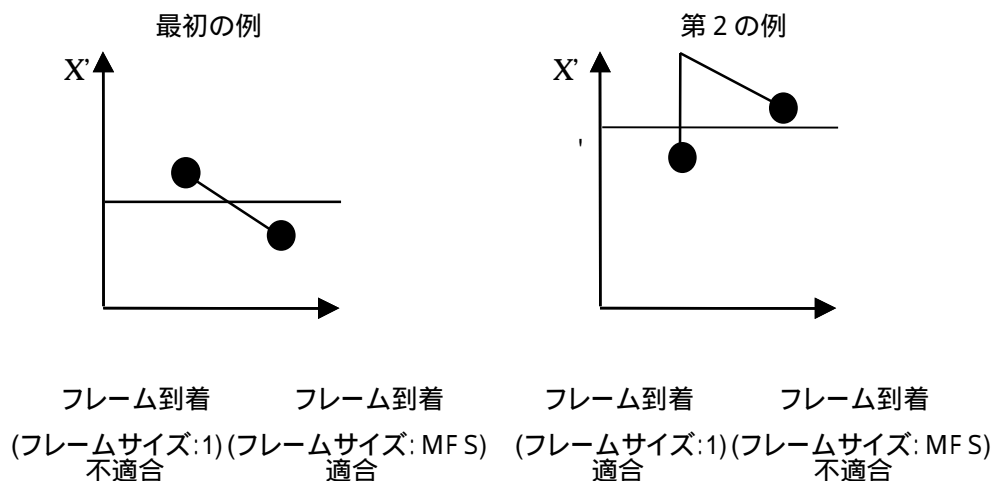
最初の例では、F - G C R Aの許容値を $= IBT + MCR$ と仮定し、第2の例では、許容値を $' = IBT + 'MCR$ と仮定する。ここで $'MCR$ は MCR より大きいとする。両方の例で、 $T=1/MCR$ である。

フレームの最初のセルが到着する前は、 X' は常に直前のセルに対して 以下であったとする。これは両方の例にある X' の値が現在まで同じであった事を意味する。G F R コネクションでは、ショートフレーム(フレーム長 = 1)の次にフレーム長がM F S ($> > 1$)のロングフレームが到着するとする。ショートフレームの最初のセルの到着時のF - G C R Aパラメータ X' が よりほんのわずかに大きく $'$ より小さいとする。

それゆえに、最初の例ではショートフレームはF - G C R Aフレーム試験に適合しない。このケースでは、その後のロングフレームは適合するということがおこるかもしれない。

一方、第2の例ではショートフレームはF - G C R A試験に適合する。しかし、その後のロングフレームは適合しないということがおこるかもしれない。

結果として、M F S + 1のセルの到着により、最初の例では適合したフレームの中にM F Sセルあるのに対し、第2の例では適合したフレームの中には1セルしかない。それゆえに、許容値が大きいのにもかかわらず適合フレーム中のセル数の減少を引き起こす場合がある。これは予想外のことである。



付図 - 1 / J T - I 3 7 1 . 1 F - G C R Aの意外な現象の例

結果

以下の結果は、許容値の増分が十分に大きい場合、この意外な現象が見られない事を明らかにする。この結果の証明は付録 4 で見る事ができる。

適合フレーム中のセル数は同一セルフローに対する2つのF-GCRA(基準F-GCRA(T, ϵ))と第2F-GCRA(T', ϵ'))によって決定される。基準F-GCRAの容量を $C=1+ \epsilon/T$ 、第2F-GCRAの容量を $C'=1+ \epsilon'/T'$ と定義する。

もし $T' \geq T$ かつ $C' \geq C+MFS$ ならば、第2F-GCRAにより適合フレームと決定されたフレームに含まれるセルの総数は、少なくとも基準F-GCRAにより適合フレームと決定されたフレームに含まれるセルの総数より多い。

結果の重要性

もしF-GCRAの実装に精密なパラメータ(T, ϵ)ではなく、パラメータ(T', ϵ')を用いるとしても、パラメータ T' と ϵ' を $T' \geq T$ かつ $\epsilon'/T' \geq \epsilon/T+MFS$ なるように選択すれば、上記のような好ましくない現象は発生しない。このようなパラメータ(T', ϵ')を用いることによって、コネクションに関するネットワーク構成要素で予約されるバッファ空間をMFSセル増加させるだろう。

2 QoS契約をサポートするためのF-GCRA利用方法の実装例説明

この例に、F-GCRAとこの実装で用いられるセル転送決定の関係を明らかにするため、実現可能なGFRの実装が述べられている。

- GFRコネクション毎にQoS参照カウンタが使用される。このカウンタはコネクションの最初のセルの到着時に0にセットされる。
- 適合フレームの最終セルの到着時に、QoS参照カウンタはそのフレームに含まれるセルの数だけ加算される。
- 全てのセルが適合しているCLP=0フレームの最終セルが通過したとき、QoS参照カウンタは0未満にならない限り、そのフレームに含まれるセルの数だけ減算される。
- QoS参照カウンタは頻繁に0になることが予想される。これはこの実装が少なくともGFRコネクションのためのQoS契約を提供することを意味する。
- もし利用可能なリソースに余りがあるなら、たとえQoS参照カウンタが0であっても、フレームの通過が予想される

3 多くの不適合フレームがある場合の実装の限界

多くの不適合フレームが送出された場合、変数 X' と X はある限界を超えて大きくなるだろう。F-GCRAの実装においては、 X' と X はネットワークの固有の値を超えないように制限される必要がある。どのようなコネクションでも、ネットワーク内でQoS契約を持つために、 $\epsilon+T \times MFS$ がネットワーク固有の値を超えるべきではない。

4 F-GCRAに関する結果の証明

以下の結果とその証明は付録 1 に言及されている。

QoS結果

同一のセルフローに対して2つのフレームベースGCRA(基準F-GCRA(T, ϵ))と第2F-GCRA(T', ϵ'))によってQoSが決定されると仮定する。基準F-GCRAの容量を $C=1+ \epsilon/T$ 、第2F-GCRAの容量を $C'=1+ \epsilon'/T'$ と定義する。もし $T' \geq T$ かつ $C' \geq C+MFS$ であり、セル n がフレームの最終セルならば、 QoS_count_n

QoS_count_n'となる。ここで QoS_count_n は最初の n セルのうち基準 F - G C R A に適合したフレームに含まれるセル数である。QoS_count_n'は第 2 F - G C R A に対して同様に定義されたものである。

証明

この証明は、フレーム m の最後におけるセル数が $n=n_m$ となる m から帰納法により証明される。 $n=n_1$ については、最初のフレームは両方の F - G C R A から Q o S を提供されるか、なにからも Q o S を提供されないかなので、QoS_count_n QoS_count_n'は自明である。

ここで、 $n=n_m$ において QoS_count_n QoS_count_n'であると仮定する。C L P = 1 フレームは F - G C R A をバイパスするため、フレームベース G C R A に到着するフレームは全て C L P = 0 セルで始まっていると仮定できる。よって、 $m+1$ フレームの最後のセルが 2 つの F - G C R A によって処理されれば、もし $m+1$ フレームが基準 F - G C R A には適合しており、第 2 F - G C R A には適合しない場合に注目すべきである。このフレームの最初のセルをセル $j=n_m+1$ とする。セル j の到着時、基準 F - G C R A における変数 X'_j については $X'_j > 0$ の関係が保たれる。第 2 F - G C R A における変数 X''_j については $X''_j > 0$ の関係が保たれる。

$k = 1, 2, \dots, n$ のとき、 t_k をセル k の到着時刻とする。フレーム試験に適合しなかったフレームに含まれるセルも含めたセル n までの全てのセルに対して X'_k を定義する。セル n までのすべてのセルに関しては、フレームの最後のセルが到着したので、フレームの中のセルに関するセル適合情報は利用可能である。基準 F - G C R A には、加算が元に戻されるフレームと加算がおこなわれないフレームに $X'_k = X - (t_k - LIT - I)$ が設定される。同様に第 2 F - G C R A に対して X''_k が定義される。それに加え、 $Y'_k = \max(X'_k, 0)$ と $Y''_k = \max(X''_k, 0)$ も定義される。

セル $k = n$ に対して、QoS_count_k はあらかじめ次のように定義できる：もし通信フレームが不適合であるか、または 1 つ以上の不適合セルを含むならば、QoS_count_k の値は直前のフレームの最後と同値となる。そうでないと、それはフレーム内のセル毎に 1 ずつ加算される。QoS_count_k'も同様である。この定義によって、 $k = 1, \dots, n$ に対して QoS_count_k QoS_count_k'となる。

$$Y''_j/T' - Y'_j/T > 0 \quad T' = C'-1 \quad C'-1 + MFS = T/T + MFS \quad Y'_j/T + MFS$$

ゆえに

$$Y''_j/T' - Y'_j/T > MFS \tag{1}$$

セル j の前に到着したセルのうち $Y''_i = 0$ となる最後のセルをセル i とする。その時 $1 \leq i < j$ 。それから

$$Y''_j/T' - Y'_j/T > 0 \tag{2}$$

また次のことがわかる。

- 第 2 F - G C R A では適合し、基準 F - G C R A では不適合となるフレームの各セルに対して、加算処理は差分 $Y''/T' - Y'/T$ の増加を 1 ずつ引き起こす。
- 基準 F - G C R A では適合し、第 2 F - G C R A では不適合となるフレームの各セルに対して、加算処理は差分 $Y''/T' - Y'/T$ の減少を 1 ずつ引き起こす。
- 全てのセルが適合しているフレームのうち、上の 2 つ以外の全てのセルに対しては、加算処理は差分 $Y''/T' - Y'/T$ を変化させない。
- 全てのセルが適合しているフレーム以外のフレームに含まれる各セルに対して、加算処理は Y'/T の増加と Y''/T' の増加を 1 ずつ引き起こす。その結果 $Y''/T' - Y'/T$ は増加しない。

またセル $i+1$ からセル j まで $Y'' > 0$ であり且つ $T = T'$ であるため、 Y''/T' は少なくとも Y'/T よりはやい速度でセル毎に減算される。これは、減算処理は差分 $Y''/T' - Y'/T$ を増加させないということの意味する。

それゆえに不等式 (1) と (2) から、セル $j-1$ までのセル i について、第 2 F - G C R A はフレーム試験に適合している非マーキングフレーム中に少なくとも MFS 以上のセルが、基準 F - G C R A よりあることがわかる。したがって、QoS_count_{j-1} + MFS ≤ QoS_count_{j-1}' または QoS_count_{n_m} + MFS ≤ QoS_count_{n_m}'

である。フレーム $m+1$ が適合しているため、その大きさは最大でも MFS セルであり、よって $n=n_{m+1}$ のとき $QoS_count_n = QoS_count'_n$ となる。証明終わり。

5 F - G C R Aに関する結果の証明についての補足

本節では、付録 I.4 における F - G C R Aに関する結果の証明において、説明が不十分であると考えられる点を補足して、T T C 標準において独自に証明を行なっている。なお、ここでは本付録において証明を完結させるために、付録 I.4 の補足箇所のみを記述するのではなく、付録 I.4 の説明との重複部分が存在する。

Q o S 結果

同一のセルフローに対して2つのフレームベース G C R A (基準 F-GCRA(T, \dots)と第2 F-GCRA(T', \dots))によって Q o S が決定されると仮定する。基準 F - G C R A の容量を $C = 1 + \dots/T$ 、第2 F - G C R A の容量を $C' = 1 + \dots'/T$ と定義する。もし $T' < T$ かつ $C' < C + MFS$ であり、セル n がフレームの最終セルならば、 $QoS_count_n = QoS_count'_n$ となる。ここで QoS_count_n は最初の n セルのうち、基準 F - G C R A に適合したフレームに含まれるセル数である。 $QoS_count'_n$ は第2 F - G C R A に対して同様に定義されたものである。

準備

証明で用いる記号とその意味を以下に示す。

X' : 基準 F - G C R A におけるリーキーバケットカウンタ値(節 6 . 3 . 2 参照)。意味は、 $T (= 1/MCR)$ よりも短い間隔で到着した時間間隔の累積値。

\dots : 基準 F - G C R A における許容値で、 $X' > \dots$ ならばフレーム不適合(節 6 . 3 . 2 参照)。5章において \dots が $(MBS - 1)(1/MCR - 1/PCR)$ によって定められている。その理由は、ユーザが PCR で連続して $(MBS - 1)$ セルを送出したときに $X' = (MBS - 1)(1/MCR - 1/PCR)$ となるからである。

Y' : $Y' = \max(X', 0)$

Y'/T : 基準 F - G C R A において、レート MCR のリーキーバケットに蓄積されたセル数 (X' の定義から、 Y'/T はこのように解釈できる)。また、 $Y'/T > \dots/T$ ならばフレーム不適合。

同じく、第2 F - G C R A について以下の記号を定義する。

X'' : 第2 F - G C R A におけるリーキーバケットカウンタ値。意味は、 $T' (= 1/MCR')$ よりも短い間隔で到着した時間間隔の累積値。

\dots' : 第2 F - G C R A における許容値で、 $X'' > \dots'$ ならばフレーム不適合。

Y'' : $Y'' = \max(X'', 0)$

Y''/T' : 第2 F - G C R A において、レート MCR' のリーキーバケットに蓄積されたセル数。また、 $Y''/T' > \dots'/T'$ ならばフレーム不適合。

証明

まず、以下で示す証明の基本的な考え方を述べる。 $QoS_count > QoS_count'$ となりうるケースとして、基準 F - G C R A ではフレーム適合だが第2 F - G C R A ではフレーム不適合となる場合が考えられる。しかし、そのような事象が起こる場合、その時点で第2 F - G C R A のフレーム適合セル数 (QoS_count') が基準 F - G C R A のそれ (QoS_count) よりも MFS 以上大きくなっていることを示せば(すなわち、 $QoS_count + MFS < QoS_count'$)、基準 F - G C R A においてのみフレーム適合したとしても、フレームサイズは最大 MFS セルなので、 $QoS_count = QoS_count'$ の関係は保持されることを示すことができる。

数学的帰納法により、フレーム m の最後におけるセル数が n_m となる n に対し、 $QoS_count_n = QoS_count'_n$

であることを証明する。

$n = n_1$ の場合、最初のフレームは両方の F - G C R A に適合するか、いずれにも適合しないかのどちらかなので、自明である。

$n = n_m$ において $QoS_count_n = QoS_count_{n'}$ であると仮定し、 $n = n_{m+1}$ においても $QoS_count_n = QoS_count_{n'}$ が成り立つことを以下で示す。

C L P = 1 フレームは F - G C R A をバイパスするため、F - G C R A に到着するフレームは全て C L P = 0 で始まっていると仮定できる。

フレーム $m+1$ の最初のセルが到着したとき、フレーム $m+1$ のフレーム適合に関する組み合わせとして以下の4つがある。

- (1) 基準 F - G C R A に適合、第 2 F - G C R A に適合
- (2) 基準 F - G C R A に適合、第 2 F - G C R A に不適合
- (3) 基準 F - G C R A に不適合、第 2 F - G C R A に適合
- (4) 基準 F - G C R A に不適合、第 2 F - G C R A に不適合

このうち、(1), (3), (4) の場合にはいずれも $QoS_count_{n_{m+1}} = QoS_count_{n_{m+1}'}$ が成り立つことは自明である。したがってここでは、(2) の場合に注目する。フレーム $m+1$ の最初のセルをセル $j = n_m + 1$ とおく。セル j の到着時、(2) の場合においては基準 F - G C R A における変数 X'_j は $X'_j = C' - 1 - C - 1 + MFS = /T + MFS - X'_j / T + MFS$ となる。このことと、 $T' = T$ 、 $C' = C + 1 + /T'$ 、 $C = 1 + /T$ であることから、

$$Y'_j / T' = X'_j / T' > /T' = C' - 1 - C - 1 + MFS = /T + MFS - X'_j / T + MFS$$

となる。ここで $X'_j > 0$ ならば、 $Y'_j = \max(X'_j, 0) = X'_j$ なので、

$$/T + MFS - Y'_j / T + MFS$$

となり、 $X'_j = 0$ ならば $Y'_j = 0$ なので、明らかに

$$/T + MFS - Y'_j / T + MFS$$

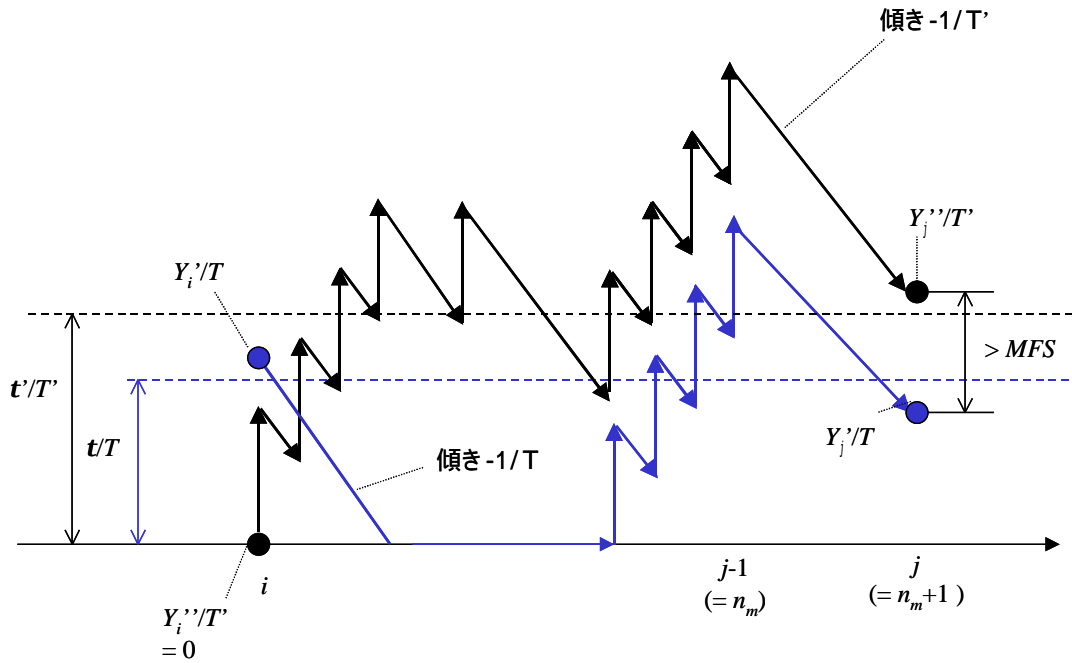
となるので、

$$Y'_j / T' = X'_j / T' > /T' = C' - 1 - C - 1 + MFS = /T + MFS - Y'_j / T + MFS$$

が成立する。したがって、以下が成り立つ。

$$Y'_j / T' - Y'_j / T > MFS \tag{1}$$

これは、セル j 到着時において、第 2 F - G C R A におけるリーキーバケット内セル数が基準 F - G C R A のそれよりも MFS 以上大きいことを意味する (付図 - 2 / J T - I 3 7 1 . 1 参照)。



付図 - 2 / J T - I 3 7 1 . 1 基準 F - G C R A と第 2 F - G C R A の動作例

次に、セル j の前に到着したセルのうち、 $Y''_i = 0$ となる最後のセルをセル i とする。 $Y' = \max(X', 0)$ 0 より、

$$Y''_j/T' - Y'_j/T = 0 \tag{2}$$

が成立する。不等式 (1)、(2) より、

$$(Y''_j/T' - Y'_j/T) - (Y''_i/T' - Y'_i/T) > MFS \tag{3}$$

となる。これは、セル i が到着してからセル j が到着するまでの間に、差 $(Y''_j/T' - Y'_j/T)$ は MFS 以上増加していることを示している。

ここで、差 $(Y''_j/T' - Y'_j/T)$ と差 $(QoS_count' - QoS_count)$ の振る舞いの関係について調べる。まず、節 6 . 3 . 2 の F - G C R A アルゴリズムにおける加算処理時において、これらの差の振る舞いは付表 - 1 / J T - I 3 7 1 . 1 のように分類される。

付表 - 1 / J T - I 3 7 1 . 1 差 $(Y''_j/T' - Y'_j/T)$ と差 $(QoS_count' - QoS_count)$ の振る舞いの関係

条件		差の振る舞い	
(基準 F - G C R A , 第 2 F - G C R A) にフレーム適合?	フレーム内セルが全て適合?	差 $(Y''_j/T' - Y'_j/T)$	差 $(QoS_count' - QoS_count)$
A (不適合, 適合)	全て適合	セル毎に 1 ずつ増加	セル毎に 1 ずつ増加
B (適合, 不適合)	全て適合	セル毎に 1 ずつ減少	セル毎に 1 ずつ減少
C (適合, 適合) あるいは (不適合, 不適合)	全て適合	不変	不変
D	不適合セルを含む	増加しない	不変

条件 A では、第 2 F - G C R A に関する変数 $(Y''_j/T', QoS_count')$ のみがセル到着毎に増加するため、差

$(Y''/T' - Y'/T)$ および差 $(QoS_count' - QoS_count)$ はセル到着毎に増加する。

条件 B では、基準 F - G C R A に関する変数 $(Y'/T, QoS_count)$ のみがセル到着毎に増加するため、差 $(Y''/T' - Y'/T)$ および差 $(QoS_count' - QoS_count)$ はセル到着毎に減少する。

条件 C では、基準 F - G C R A に関する変数が増加すれば第 2 F - G C R A の変数も増加し、基準 F - G C R A の変数が増加しなければ第 2 F - G C R A の変数も増加しないので、差 $(Y''/T' - Y'/T)$ および差 $(QoS_count' - QoS_count)$ は不変である。

条件 D では、 $Y'/T, Y''/T'$ とともにセル到着毎に 1 ずつ増加するので差 $(Y''/T' - Y'/T)$ は増加しない。また、 QoS_count, QoS_count' とともに不変なので、差 $(QoS_count' - QoS_count)$ は不変である。

次に節 6 . 3 . 2 の F - G C R A アルゴリズムにおける減算処理時における振る舞いを調べる。セル i 到着からセル j 到着までの間 $Y'' > 0$ であることと、 $T' = T$ であることから、 Y''/T' は Y'/T よりも速い速度で減少することがわかる。なぜなら、 Y''/T' は $Y'' > 0$ であるので、常に $1/T'$ の速度で減少するのに対し、 Y'/T は速度 $1/T (= 1/T')$ で減少するか、不変であるか ($Y'' = 0$ となっている場合) のいずれかであるからである。従って、減算処理時においては、差 $(Y''/T' - Y'/T)$ は増加しないことがわかる。また明らかに減算処理時は差 $(QoS_count' - QoS_count)$ は不変である。

以上の加算処理および減算処理時における差 $(Y''/T' - Y'/T)$ と差 $(QoS_count' - QoS_count)$ の振る舞いから、セル $i+1$ 到着からセル j 到着までの間における差 $(QoS_count' - QoS_count)$ の増加は、差 $(Y''/T' - Y'/T)$ の増加分だけ少なくとも増加する、ということがわかる。すなわち、以下が成立する。

$$(QoS_count_{j-1}' - QoS_count_{j-1}) - (QoS_count_{i'} - QoS_count_i) = (Y''_{j}/T' - Y'_j/T) - (Y''_{i+1}/T' - Y'_{i+1}/T) \quad (4)$$

(Y''_j はセル j の到着分を含まないので、これに対応する QoS_count はセル j 到着直前の QoS_count_{j-1} となる。) また、 $(Y''_{i+1}/T' - Y'_{i+1}/T)$ に対して以下が成立する。

$$(Y''_{j}/T' - Y'_j/T) + 1 = (Y''_{i+1}/T' - Y'_{i+1}/T) \quad (5)$$

なぜなら、 $Y''_i = 0$ であることから、セル i 到着時に第 2 F - G C R A に適合して加算処理が行われ Y''_i/T' は $Y''_i/T' + 1$ となり、一方、セル i からセル $i+1$ 到着の間の減算処理により差 $(Y''/T' - Y'/T)$ は増加しないからである。

よって、式 (3)、(4)、(5) と数学的帰納法の仮定である $QoS_count_i = QoS_count_{i'} (i = n_m)$ から

$$\begin{aligned} & (QoS_count_{j-1}' - QoS_count_{j-1}) - (Y''_{j}/T' - Y'_j/T) - (Y''_{i+1}/T' - Y'_{i+1}/T) + (QoS_count_{i'} - QoS_count_i) \\ & \quad (Y''_{j}/T' - Y'_j/T) - (Y''_i/T' - Y'_i/T) - 1 \\ & > MFS - 1 \\ & \quad MFS \end{aligned} \quad (6)$$

となる。 $j-1 = n_m$ なので、

$$(QoS_count_{n_m}' - QoS_count_{n_m}) = MFS \quad (7)$$

となる。

今、フレーム $m+1$ が基準 F - G C R A に適合し、第 2 F - G C R A に不適合である場合に注目しているので、 QoS_count は最大で MFS セル増加し、 QoS_count' は不変である。すなわち、

$$QoS_count_{n_{m+1}} = QoS_count_{n_m} + MFS \quad (8)$$

$$QoS_count_{n_{m+1}}' = QoS_count_{n_m}' \quad (9)$$

となる。以上、式 (7)、(8)、(9) より $QoS_count_{n_{m+1}} = QoS_count_{n_{m+1}}'$ となる。証明終わり。

付録 C F - G C R AによるG F R Q o Sの提供
(この付録は有益なテキストを含む)

本付録には適合セルF - G C R A (C F - G C R A)と呼ばれるアルゴリズムが含まれている。C F - G C R Aは、全てのセルが適合しているフレームのみが存在しているコネクションに対してはF - G C R Aアルゴリズムと同等である。これはF - G C R Aに比べ単純であり、かつ次の理由により、G F R Q o Sを提供可能である：全てのセルが適合しているという条件下では、C F - G C R Aに適合するフレームに含まれるセル数は、少なくともF - G C R Aに適合するフレームに含まれるセル数と同等であることを示す事が可能である(その証明は付録 .4 の証明と同様である)。これはC F - G C R Aが精密なパラメータ(T, τ)ではなくパラメータ(T', τ')を用いて実装されることを仮定する。ここで $T' = T$ かつ $\tau' = \tau/T + MFS$ である。このような T' と τ' の設定により、F - G C R Aベースの最小Q o S契約は満たされる。

C F - G C R Aにおいて：

- t_a は標準インタフェースにおける最新セル到着時間を示す。
- X は、連続状態型リーキーバケットアルゴリズムにおけるリーキーバケットカウンタ値を示す。
- LIT は最新インクリメント時間を示す。
- $frame_test_passed$ はフレーム試験結果を保持するコネクション固有変数を示す。
- $frame_tagging$ はG F R 2においてのみ使用されるコネクション固有変数を示しフレームタギング状態を保持する。もしG F Rにおいてフレームタギングがインプリメントされている場合、C L Pビットを0から1に変換するためにこの状態情報を用いる事ができる。
- X' は補助変数である。

初期化：

- 与えられたインタフェースを通過するコネクションの最初のセル到着時刻 t_a において、 $X=0$ かつ $LIT=t_a$
- $frame_test_passed$ と $frame_tagging$ の初期値は、不定。

A T Mコネクション上の、与えられたインタフェース T_B もしくはネットワーク間インタフェースにおけるフレームの最初のセルの到着において：

GFR1

```

if (CLP = 1)
  then frame_test_passed = false
  else
     $X' = X - (t_a - LIT)$ 
    if ( $X' > \tau$ )
      then frame_test_passed = false
      else frame_test_passed = true
     $X = \max(0, X') + T$ 
     $LIT = t_a$ 

```

GFR2

```

if (CLP = 1)
  then frame_test_passed = false; frame_tagging = false
  else
     $X' = X - (t_a - LIT)$ 
    if ( $X' > \tau$ )
      then frame_test_passed = false; frame_tagging = true
      else frame_test_passed = true; frame_tagging = false
     $X = \max(0, X') + T$ 
     $LIT = t_a$ 

```

A T Mコネクション上の、与えられたインタフェース T_B もしくはネットワーク間インタフェースにおけるフレームの2番目以降のセルの到着において：

GFR1 and GFR2

if (frame_test_passed = true)

then $X' = X - (t_a - \text{LIT})$

$X = \max(0, X') + T$

$\text{LIT} = t_a$

付録 期待される G F R ネットワーク構成要素の動作
(この付録は有益なテキストを含む)

節 6.1 の G F R サービスモデルから、最低限必要とされる G F R の実装を得る事ができる。G F R サービスをより良いものとするために、ネットワーク構成要素がどのように G F R をサポートすれば良いかを以下に述べる。

- コネクションが合計のセルレートが M C R 以下の一定値となるよう C L P = 0 と C L P = 1 フレームを混在させて送出し、かつそれらの全てのセルが適合していると仮定される場合、ネットワーク構成要素はコネクションの全てのセルを転送すべきである。
- コネクションが C L P = 0 フレームを M C R より小さいセルレートで送出し、それに加え C L P = 1 フレームを送出し、合計のセルレートが M C R より大きいものとなり、それら全てのセルが適合していると仮定される場合、ネットワーク構成要素は全ての適合フレーム (C L P = 0 フレーム、契約の一部として) に加え、合計セルレートが少なくともコネクションの M C R となるようフレームを転送すべきである。

付録 GFR ATM転送能力のアプリケーションへの適用性
 (この付録は有益なテキストを含む)

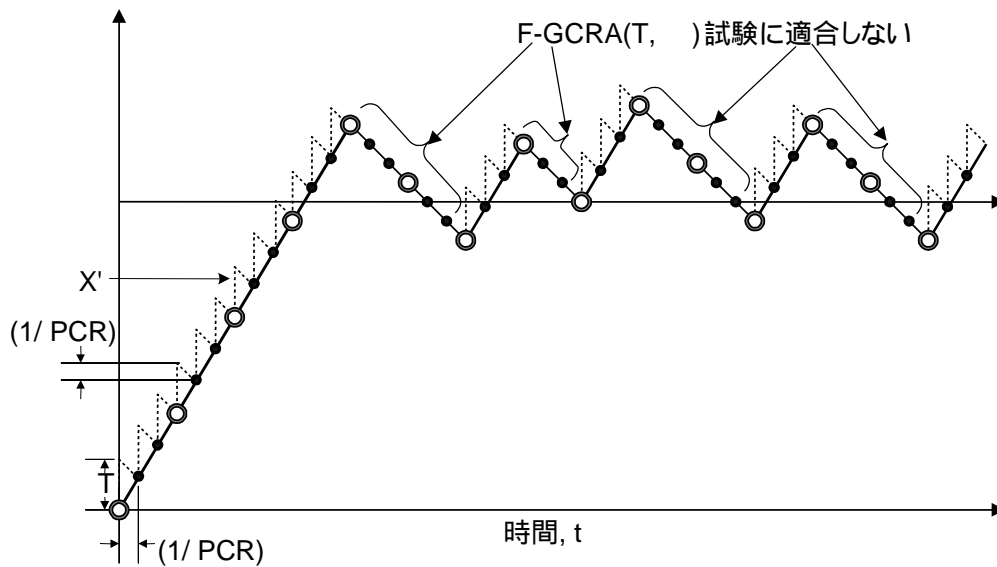
本付録は、本標準にあるGFR ATC定義に対応したアプリケーション例を用いて、ATCとQoSクラスの適用性を示し、付表 - 1 / JT - I 3 7 1 を拡張する。レートパラメータが列挙されている箇所では、対応する許容値も適用される。

付表 - 1 / JT - I 3 7 1 . 1 アプリケーション、ATC、パラメータ、およびQoSクラスのGFR
 (ITU-TI.371.1) 例

アプリケーション例	ATM 転送能力	QoSクラス	転送能力 パラメータ	備考
IPのサポート (エッジルータ間のコ ネクション)	GFR	適合フレーム に対しては QoSクラス 3	PCR, MCR/IBT, MFS	2つのルータ間のIPトラヒッ クはGFR VCCに収容され る。最低スループット、QoS サポート、フレーム廃棄がある

付録 F-GCRA(T,)の動作例
 (この付録は有益なテキストを含む)

付図 - 1 / J T - I 3 7 1 . 1 に F-GCRA(T,)の動作例を示す。この例ではフレーム長は3セルで、各セルはPCRで到着している。フレームが適合しかつセルが適合しているならば、セル到着毎に X' は $T=1/MCR$ ずつ増加される。大きな丸はフレームの先頭セルが到着した時の時間を表し、黒点はその次のセルが到着した時の時間を表す。この例では、最初の4フレームがF-GCRA(T,)に適合し、その後の2フレームは不適合であり、以下1フレームは適合し、1フレーム不適合、1フレーム適合、2フレーム不適合、1フレーム適合、2フレーム不適合、1フレーム適合となっている。



付図 - 1 / J T - I 3 7 1 . 1 F-GCRA(T,)の動作例