

AVB (IEEE 802)

について

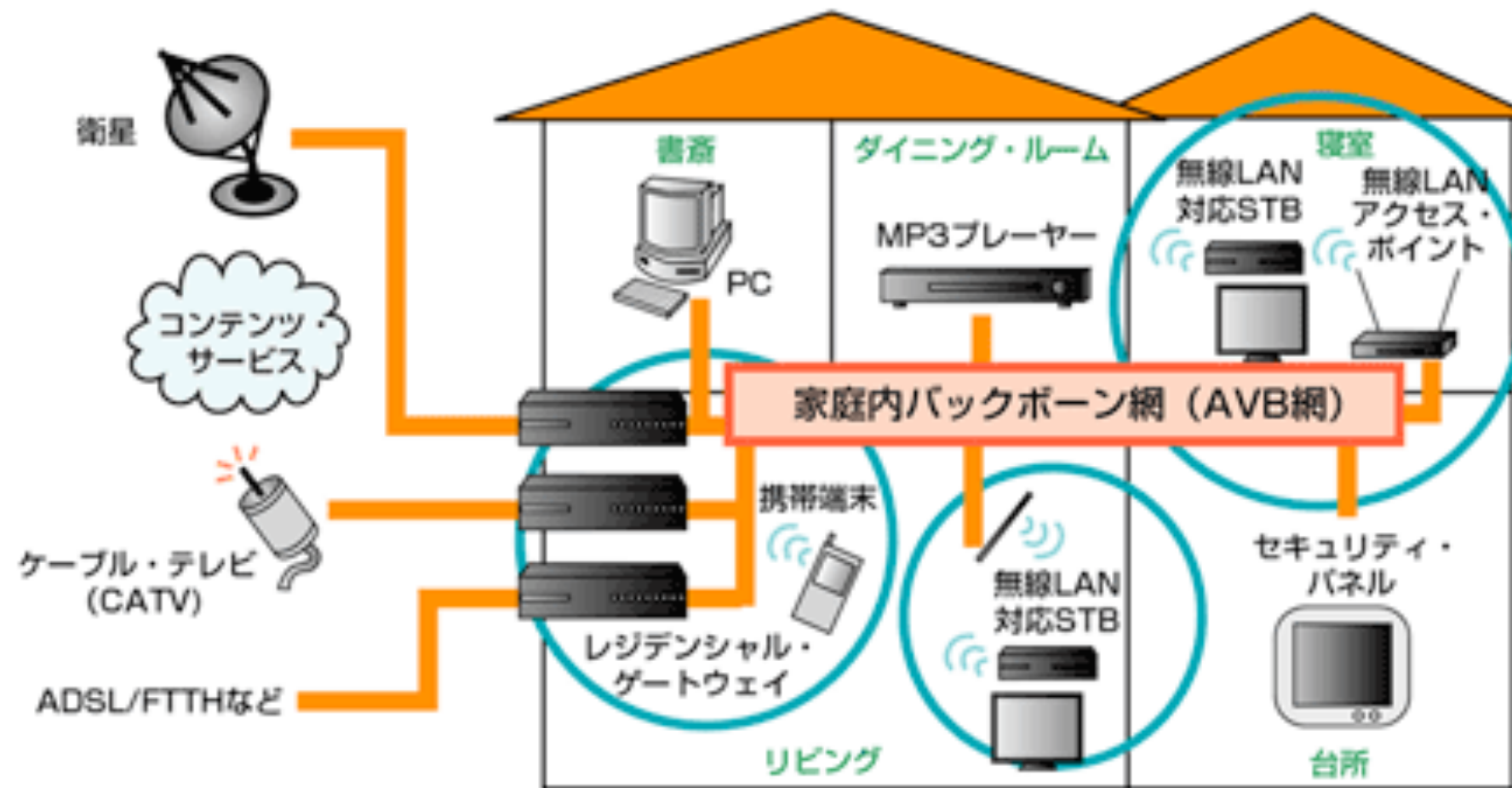
目次

- ・ 序章
 - ・ AVBで何がしたいの？
 - ・ AVBを使うモチベーションは何？
- ・ 本章
 - ・ AVB「自体」の規格説明
 - ・ AVBが持つコンポーネント規格の説明
- ・ おまけ
 - ・ 注釈の説明
 - ・ 情報メモ

AVBで何がしたいの？

- ・ Ethernetを用いてAudio/Video Bridgingを実現したい
- ・ つまり・・・
マルチメディア機器をつなぐための「家庭内バックボーン網」を提供したい(リアルタイムに映像など流すための基盤！)
- ・ AVBで接続したい機器の例
 - ・ パソコン
 - ・ レジデンシャル・ゲートウェイ（家電<->インターネット）
 - ・ セット・トップ・ボックス（テレビ放送信号の変換器）

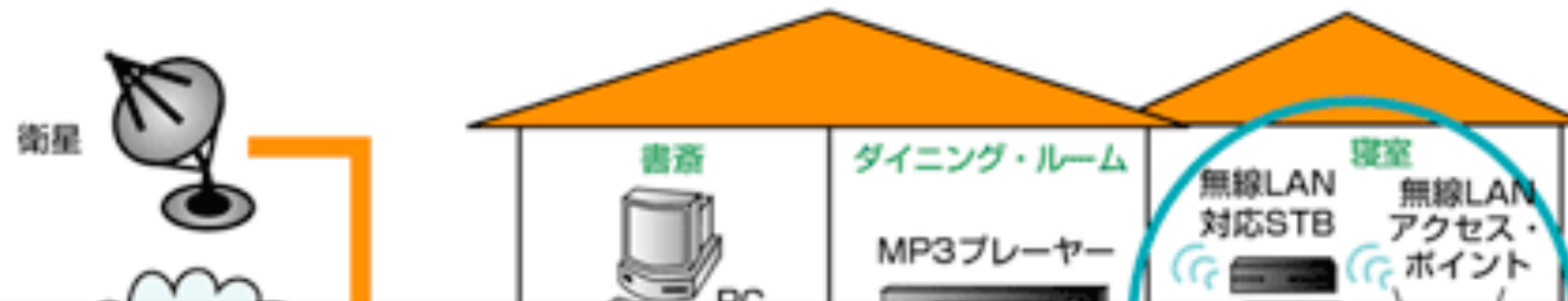
図1 IEEE 802.1 AVBの利用イメージ



[出典: <http://www.ieee802.org/1/files/public/docs2006/avb-mjt-EthernetAV-summary-060425.pdf>]

AVBの利用イメージ

図1 IEEE 802.1 AVBの利用イメージ



車載ネットワークに使えそうですね

- ・ 各々の家電 = ECU
- ・ ネットワーク網 = CAN

でも既に他の規格がありますよね？(IEEE1394 ※1)

何故わざわざEtherでも規定するんですか？

AVBを規格する モチベーション

- ・ Ethernetなら下記の利点が既にある
 1. 汎用性 （**広く普及していること**） ←重要！！
 2. 廉価性 （価格が安いこと）
 3. 高速伝送 （100Mbps、1Gbps、10Gbps）
 4. 取り扱いの容易さ （LANケーブルは取り扱いが容易）
 5. 伝送距離 （100m、家庭向けでは十分な距離）
 6. 電力供給 （PoE ※2 により周辺機器への電力供給が可能）
- 活用しない手はない！

AVBを規格する モチベーション

AVBは、既存の規格の利点が既にあり

・

1

2

3

4

5

6

7

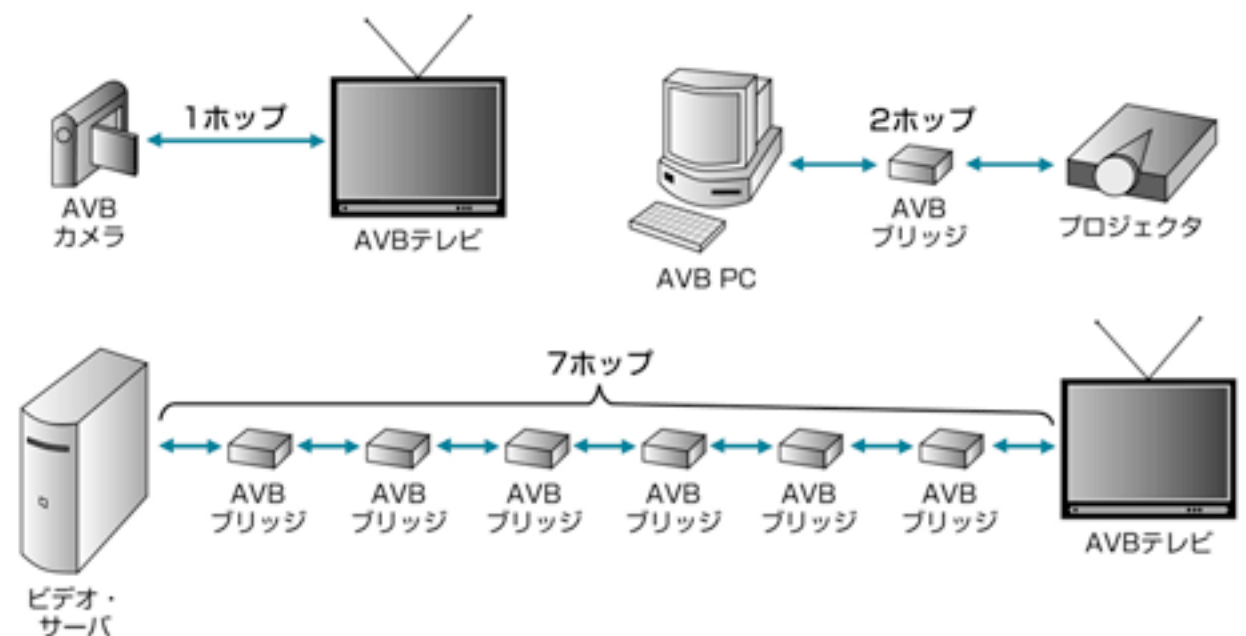
AVBは、既存の規格の利点が既にあり

何故Etherなのかは分かりました。
でも、何故わざわざ新しい規格が必要なの？

既存のEtherの規格では駄目なの？

Etherだけでは出来ないこと (=AVBで新たに規格したこと)

- ・ **低遅延**：7ホップ〔6台のブリッジ（スイッチ）をまたぐ中継〕において、2ミリ秒（クラス5）または8～16ミリ秒（クラス4）以内)
- ・ **時刻同期**：7ホップ内の端末すべてが1マイクロ秒以内の誤差で同期
- ・ **帯域確保**：上記の低遅延性を守るため、トラフィックが帯域を確保する仕組みを提供する



[出典： <http://www.ieee802.org/1/files/public/docs2007/avb-pannell-assumptions-0607-v6.pdf>]

まだ本題ではないのでツツコミは抑え気味で

Etherだけでは出来ないこと (=AVBで新たに規格したこと)

これをEtherで実現したいのですね。
物理層に近い部分で規定しないと
実現できなさそうな事が多いですね。

AVBはプロトコルスイートのどこにあたるのですか？

ビデオ・
サーバ

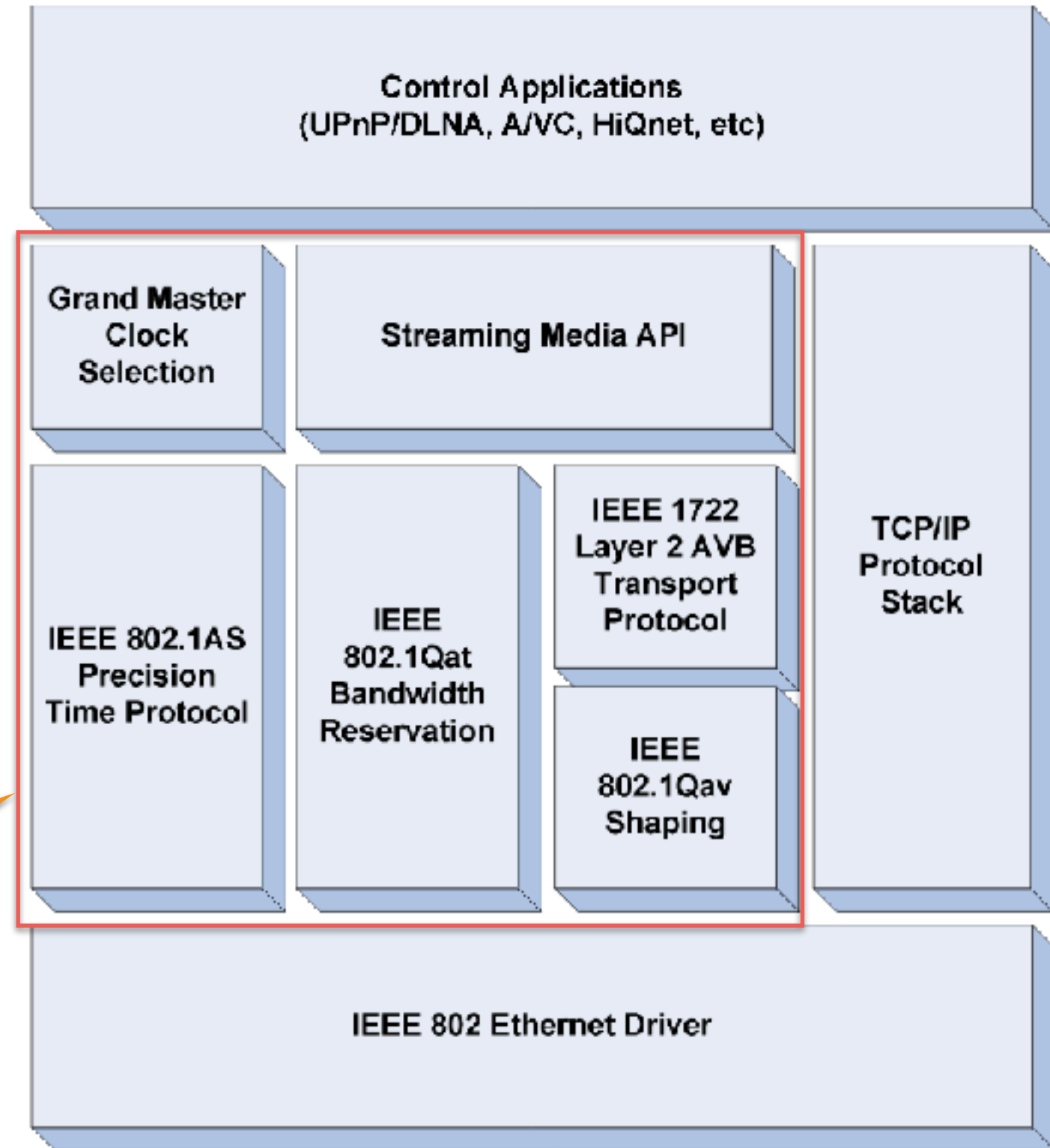
[出典: <http://www.ieee802.org/1/files/public/docs2007/avb-pannell-assumptions-0607-v6.pdf>]

まだ本題ではないのでツッコミは抑え気味で

AVBの 位置付け

- ・ トランスポート層
& ネットワーク層
(TCP/IP)に相当する
- ・ ブリッジについての
規定が多い

低遅延・時刻同期・帯域確保
を規定
→AVBの要！
ここに絞って説明します



まだ本題ではないのでツッコミは抑え気味で

AVBの 位置付け

・ トラフィックポート層

つまり、リアルタイム通信を実現するために
足りなかった規格を、
TCP/IPレイヤーに追加したんですね。

ではAVBの中身について詳しく説明してください。

Control Applications
(UPnP/DLNA, A/VC, HiQnet, etc)

TCP/IP
Protocol
Stack

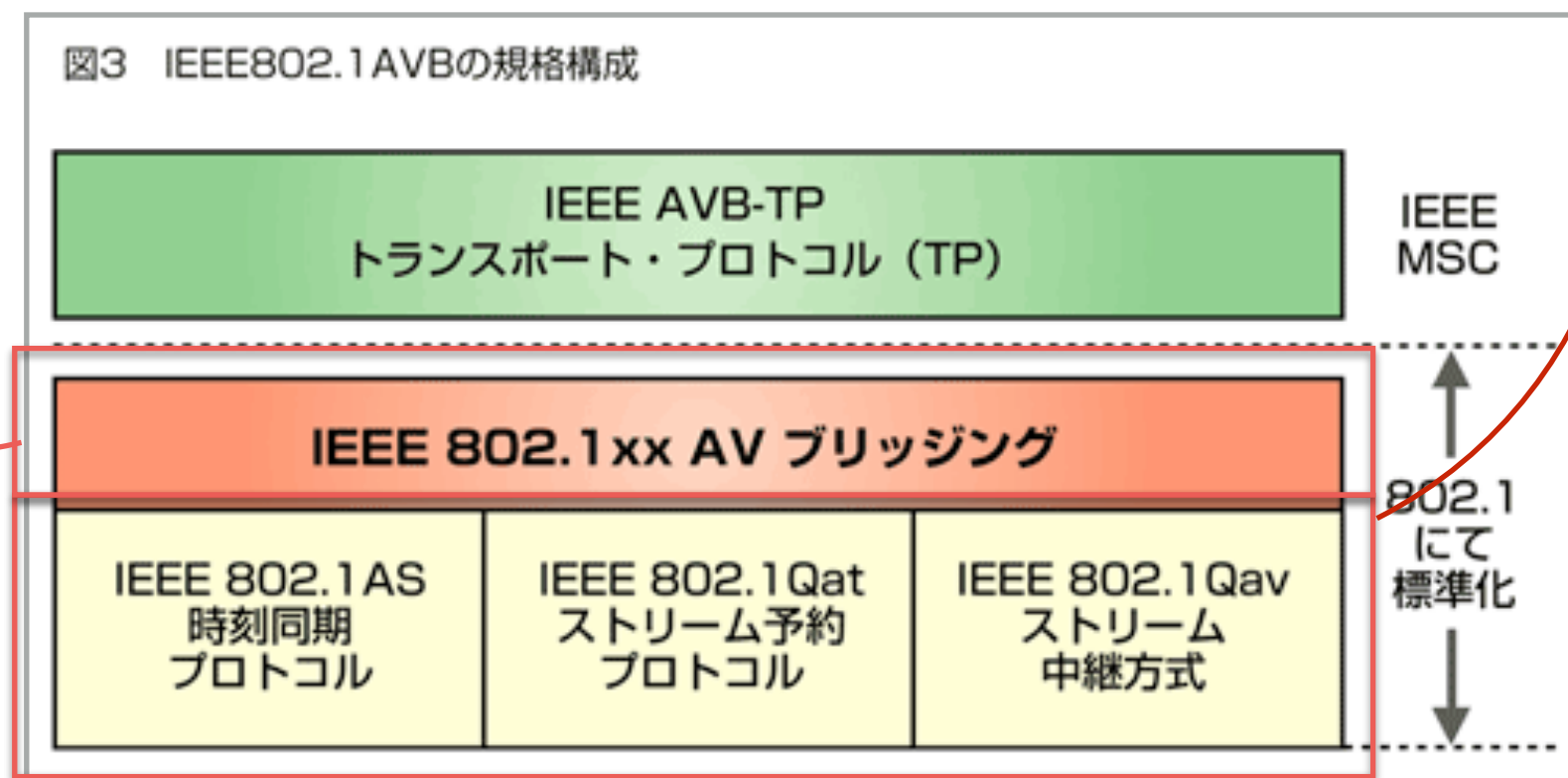
低遅延

ここに絞って説明しよう

まだ本題ではないのでツッコミは抑え気味で

AVBは複数の規格の集合体

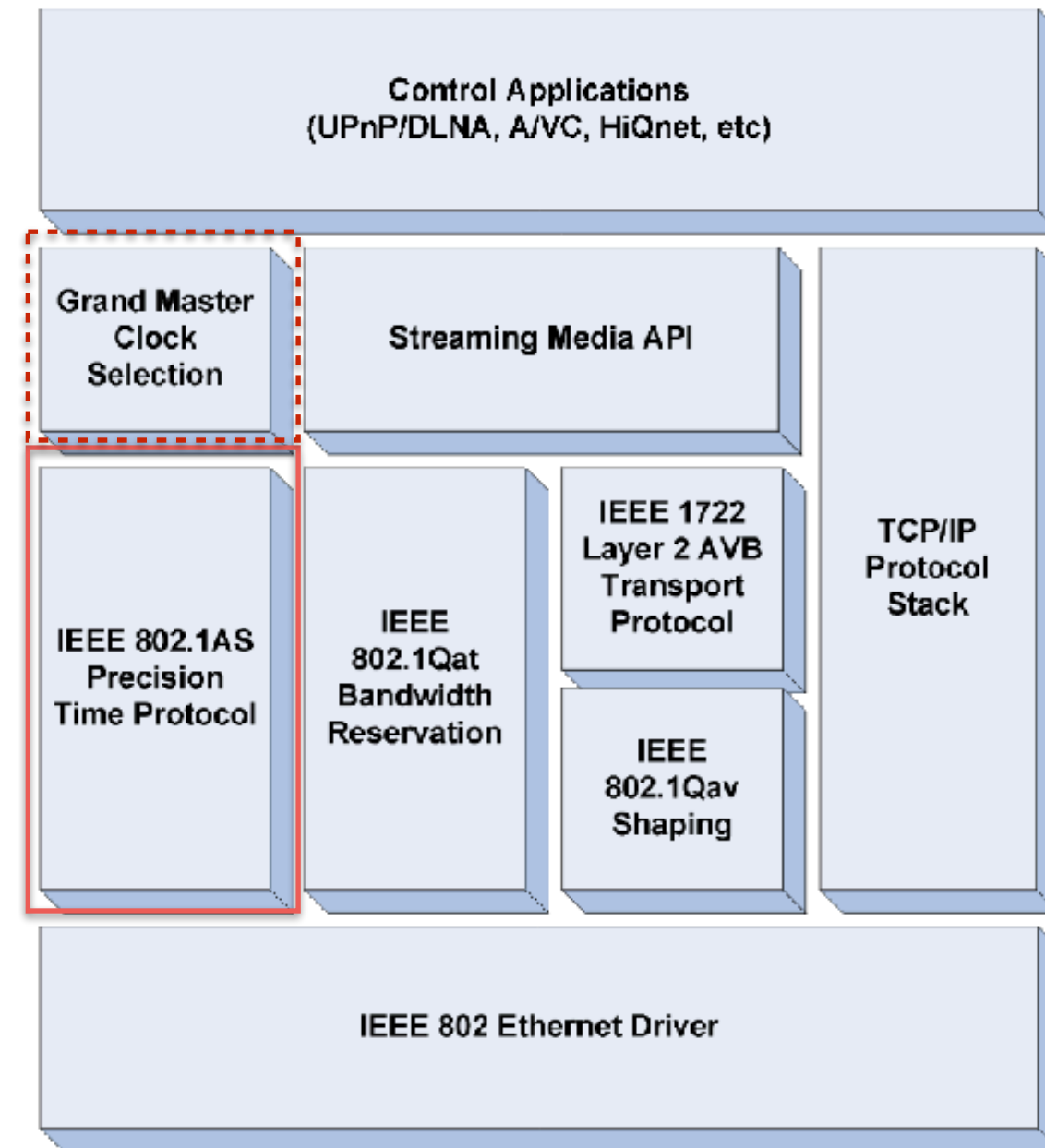
- ・ AVB本体規格（802.1BA-2011）
 - ・ AVB網の全体像や、コンポーネント規格3つや既存のEther規格を使ってAVB網を実現するための要求事項やベスト・プラクティス（推奨実装仕様）を規定する。



IEEE802.1AS

時刻同期プロトコル

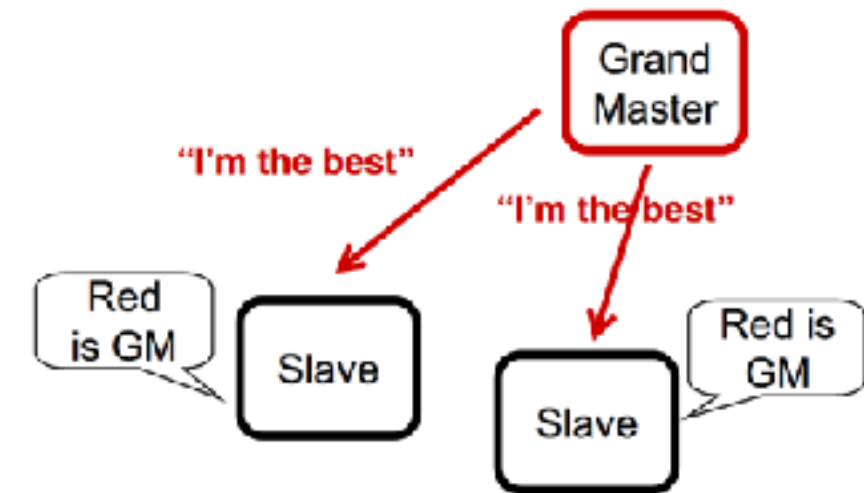
- ・ 時刻同期のためのプロトコル
 - ・ スピーカーの同期など
- ・ 本プロトコルが提供するの…
 - ・ Grand Master Clockの選定
 - ・ 各機器への時刻配信
- ・ IEEE1588 PTPをベースとしている
(が、パケットのデータ位置が同じ程度)



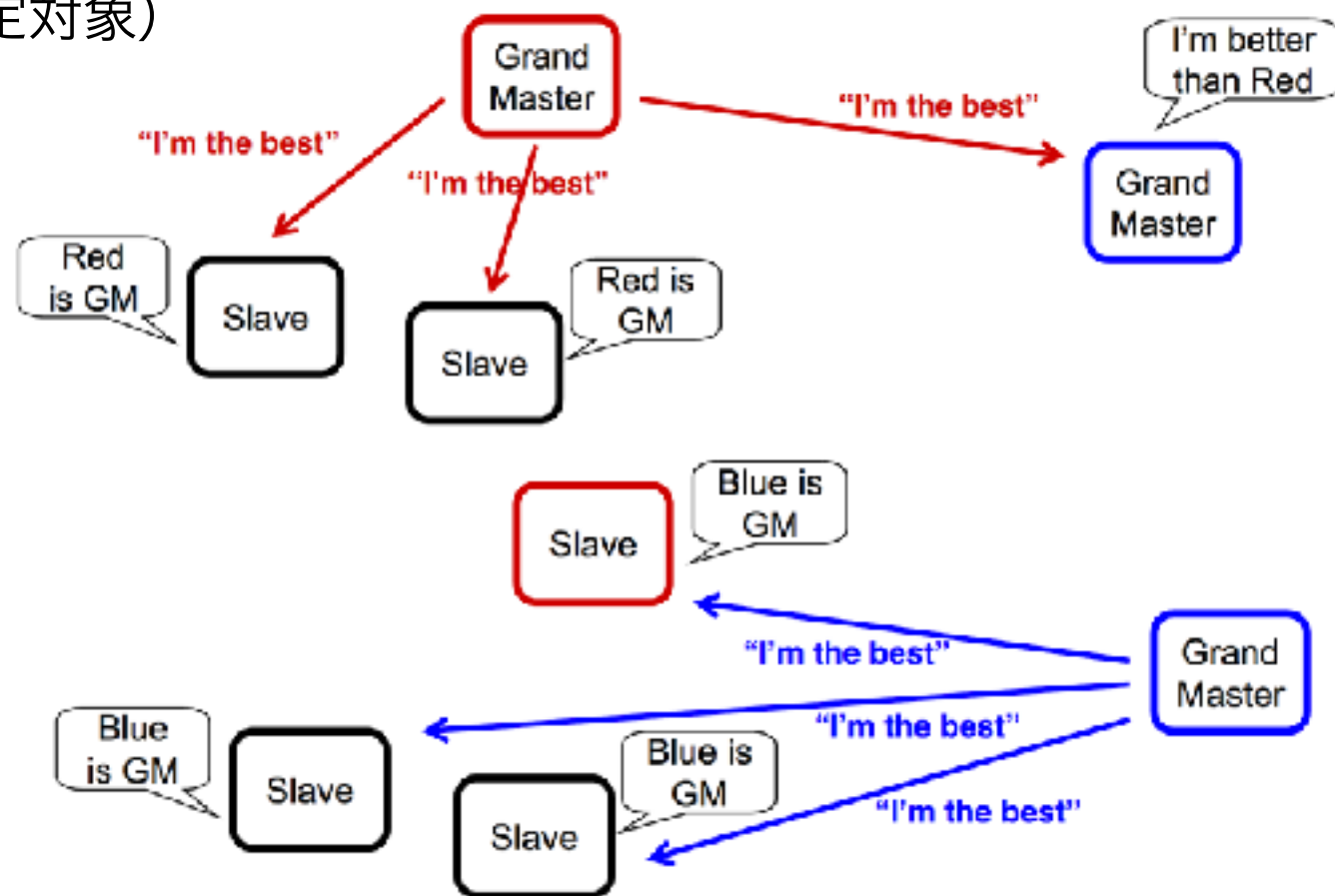
IEEE802.1AS

時刻同期プロトコル

- ・ Ground Master Clock(GM) . . .
 - ・ ドメイン内の基準時刻を提供するノード
- ・ 各ノードにGMを周知させる方法
 - ・ GMが各機器に"ANNOUNCE"メッセージを送信
 - ・ 各機器は受け取った"ANNOUNCE"メッセージから一番良いものを選定 (自ノードも選定対象)



- ・ GMが新しくやってきたら...
 - ・ 「あのGMよりも自分のほうがふさわしい」と他のノードに"ANNOUNCE"する



IEEE802.1AS

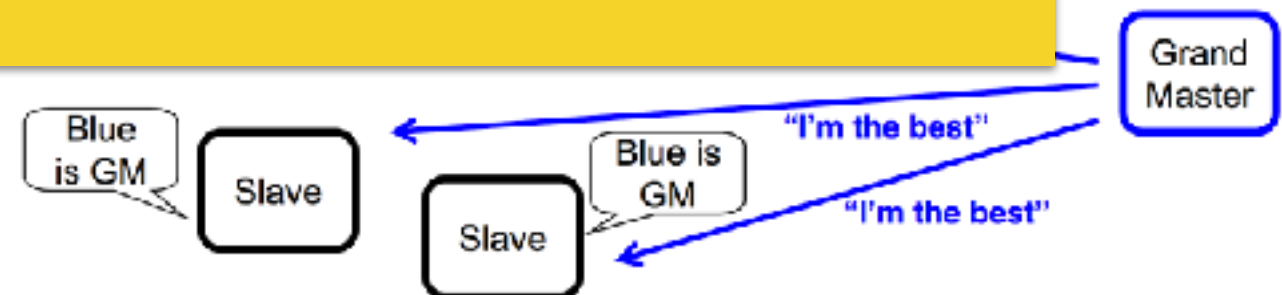
時刻同期プロトコル

Grand Master Clock (GM)

基準時刻を担当するノードが
ドメイン内に常に1つだけ存在するわけですね。

でも、基準時刻を各機器に送っている間に
遅延が発生しますよね？

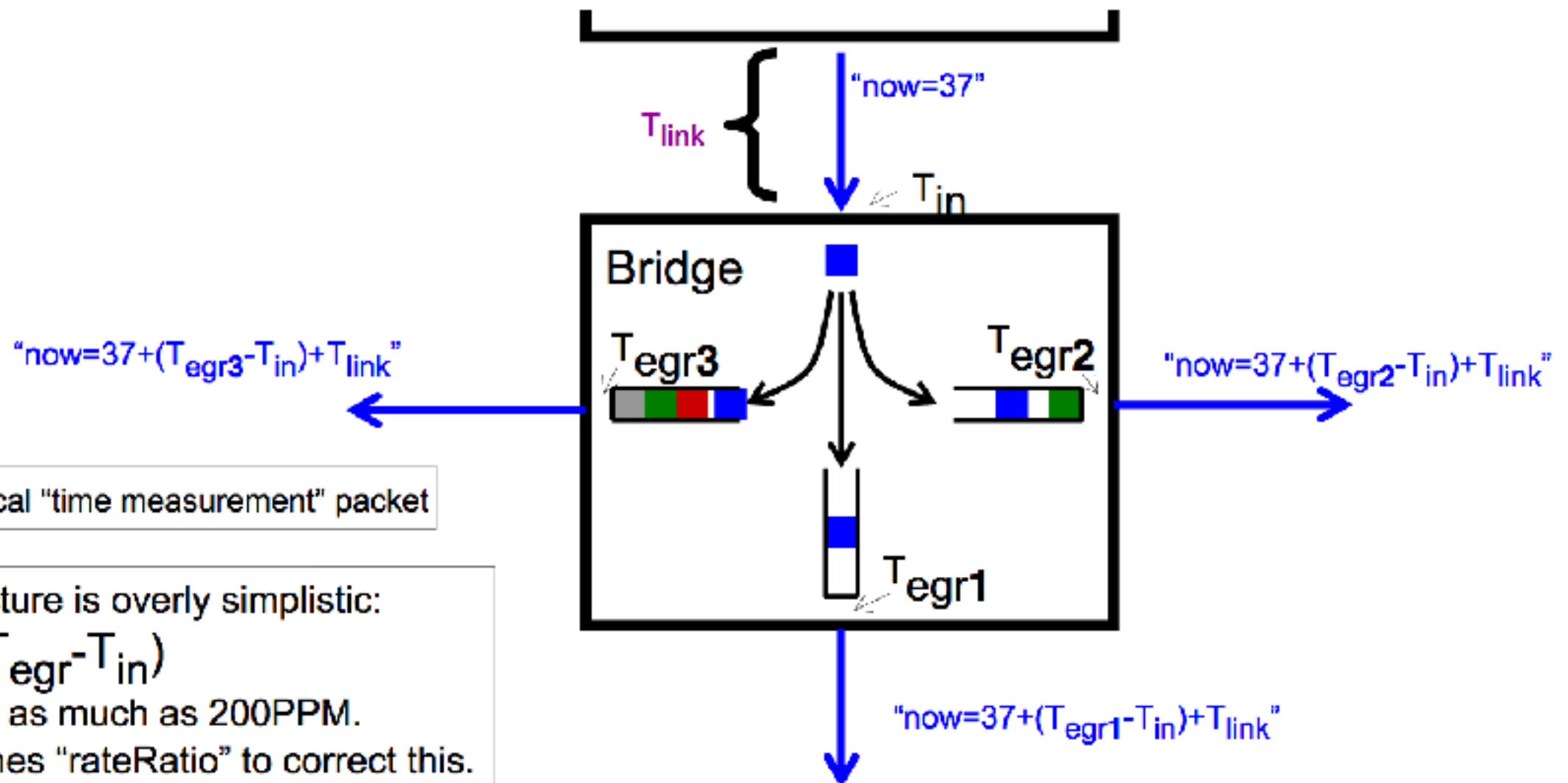
それはどうやって解決するのですか？
解決できないと時刻同期できませんよ。



IEEE802.1AS

時刻同期プロトコル

- ・ タイムスタンプに
各リンクを通る時にかかる遅延を加算する



IEEE802.1AS

時刻同期プロトコル

タイムスタンプ

ブリッジ（スイッチ）が、
タイムスタンプに遅延分の時間を加算するのですね。

ところで、図に出てきた T_{link} とか T_{egr} という値はどう
やって算出しているのですか？

$+T_{link}$

■ is

Not

($T_{egr} - T_{in}$)
can be off by as much as 200PPM.
802.1AS defines "rateRatio" to correct this.

$\text{"now"} = 37 + (T_{egr} - T_{in}) + T_{link}$

IEEE802.1AS

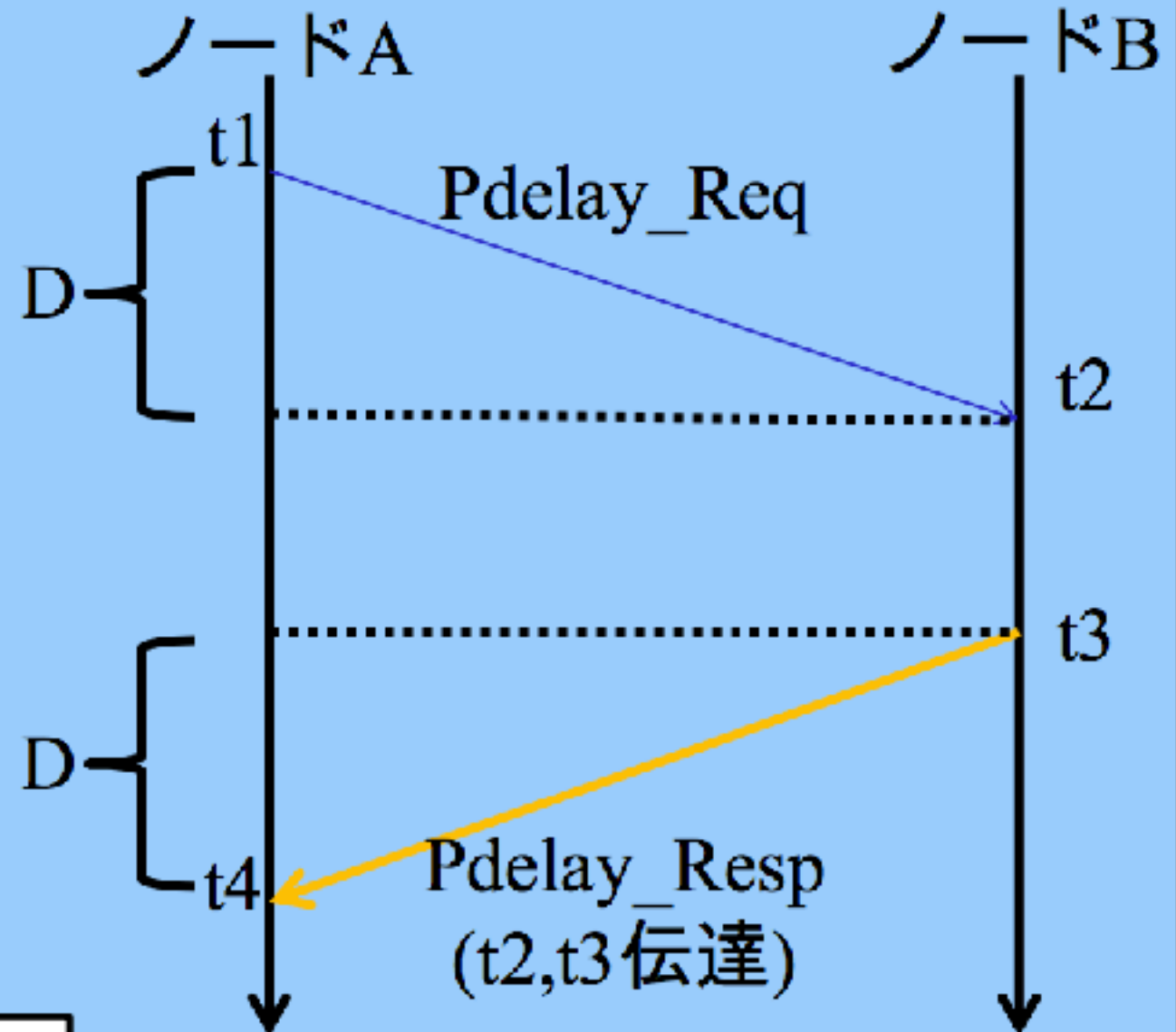
時刻同期プロトコル

隣接ノード間伝播遅延算出の基本原則

1. ノードAは伝播遅延時間の算出を要求するメッセージPdelay_Reqを送信

2. ノードBはPdelay_Respメッセージを返信(返信時刻t3及びPdelay_Reqの受信時刻t2を同梱)

3. ノードAは取得した(t1,t2,t3,t4)に基づき片道の遅延時間Dを算出



$$\text{片道遅延} D = ((t4 - t1) - (t3 - t2)) / 2$$

IEEE802.1AS

時刻同期プロトコル

この方法なら各ノードの時刻が同期していなくても
遅延時間が分かりますね

これで、

- ・ 基準時刻が全ノードに伝わる
 - ・ 全リンクの遅延時間が分かる
- となって、時刻同期できますね。

ノードB

t2

t3

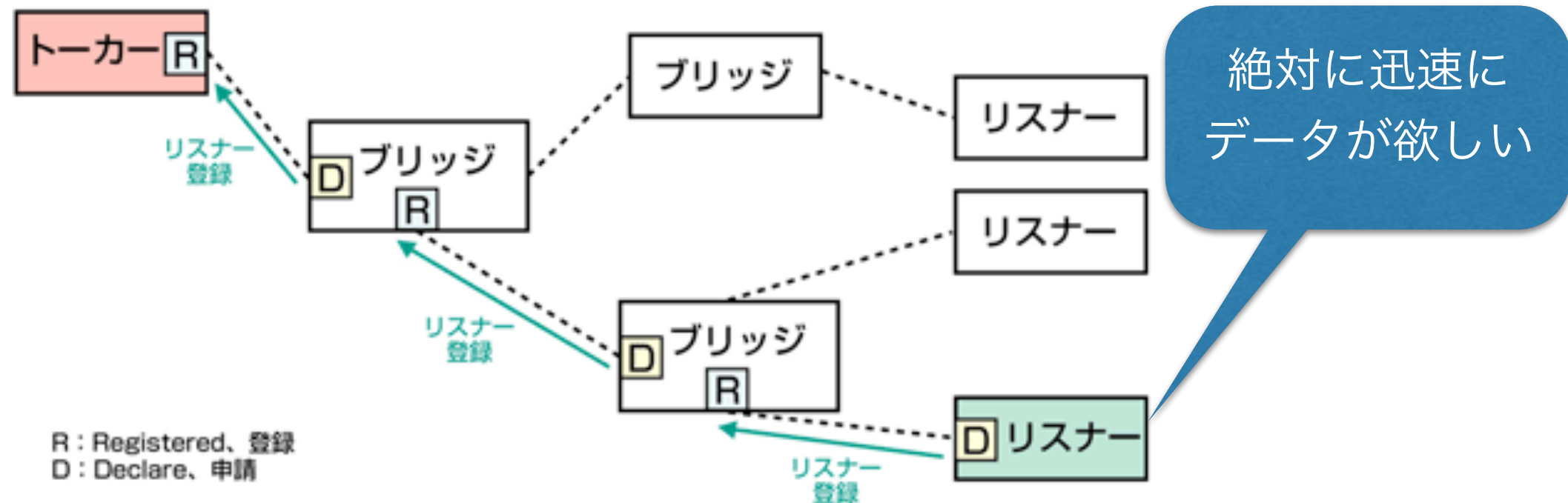
(t2,t3伝達)

$$\text{片道遅延} D = ((t4 - t1) - (t3 - t2)) / 2$$

IEEE802.1Qat

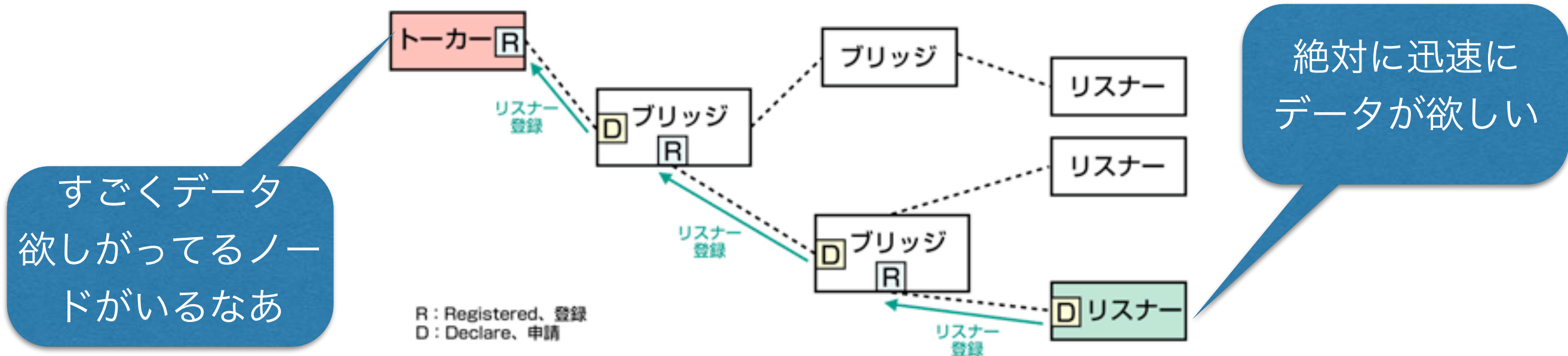
ストリーム予約プロトコル

- Stream Reservation Protocol
 - 安定したA/V再生のため、各ストリームが一定のバンド幅を確保する方法
 - Talker . . . 送信ノード
 - Listener . . . 受信ノード



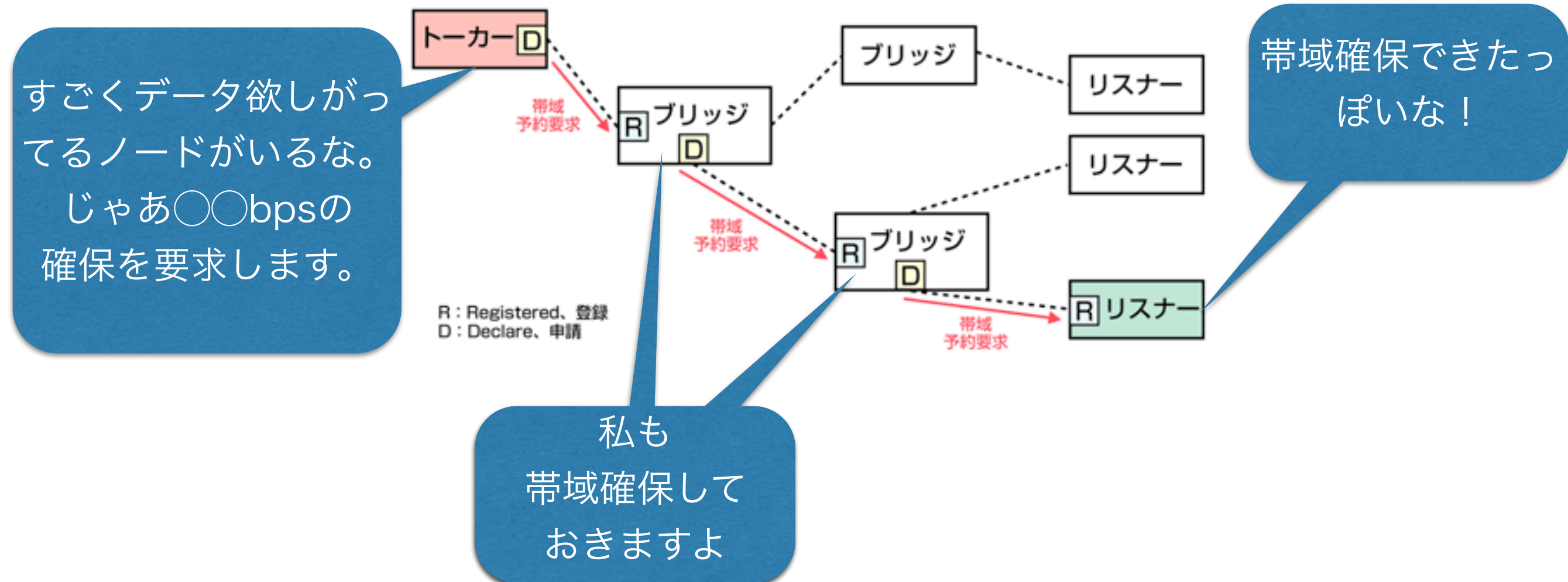
IEEE802.1Qat

ストリーム予約プロトコル



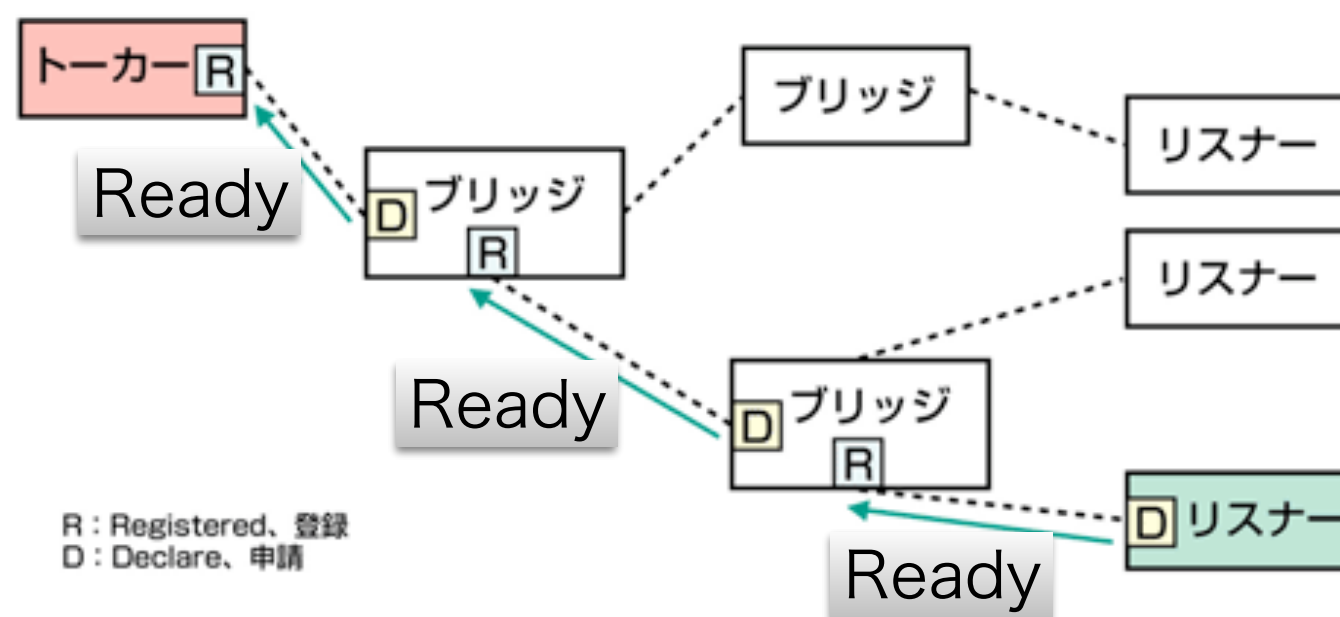
IEEE802.1Qat

ストリーム予約プロトコル



IEEE802.1Qat

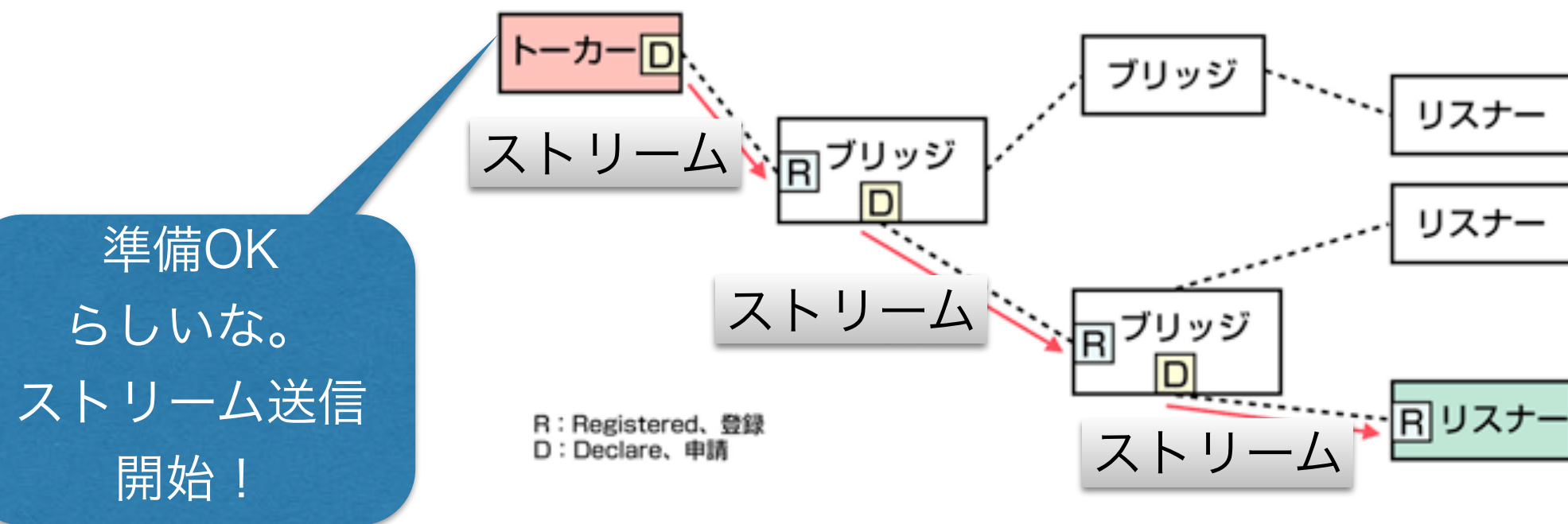
ストリーム予約プロトコル



準備OK !

IEEE802.1Qat

ストリーム予約プロトコル



TalkerとListenerは、定期的に帯域予約要求と準備OK(Ready)をやりとりして帯域確保を続ける

IEEE802.1Qat

ストリーム予約プロトコル

これで予め帯域を予約できるので、
通信路が渋滞していてデータを送れないという
事がなくなるわけですね。

- ・・・でも、「〇〇bps確保」では不十分ですよ？
「瞬時に大量のデータを送って、休む、」
(10Mbps確保した経路で、0.1秒間に10Mbit送信)
という通信の場合はどうしますか？
通信路の状態が不安定だと十分起こり得ますよね。

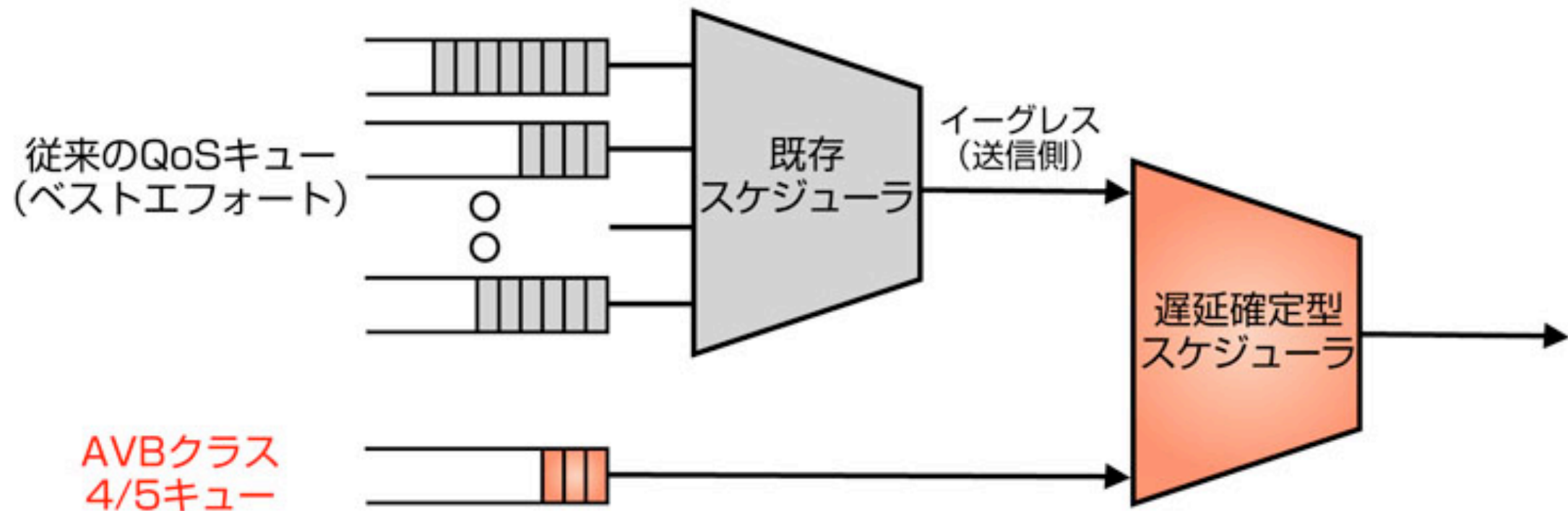
IEEE802.1 Qav

ストリーム中継方式

- ・ 確かにブリッジで輻輳が発生し得る
& 既存のベストエフォート型のスケジューラでは
絶対的に遅延させないのは不可能
→新しく専用のスケジューラを作成
- ・ FQTSS
 - ・ **F**orwarding and **Q**ueuing Enhancements for
Time-**S**ensitive **S**treams
 - ・ Talker及びブリッジの送信フレーム間隔を125us単位で平滑化(Class Aの場合)

IEEE802.1Qav

ストリーム中継方式

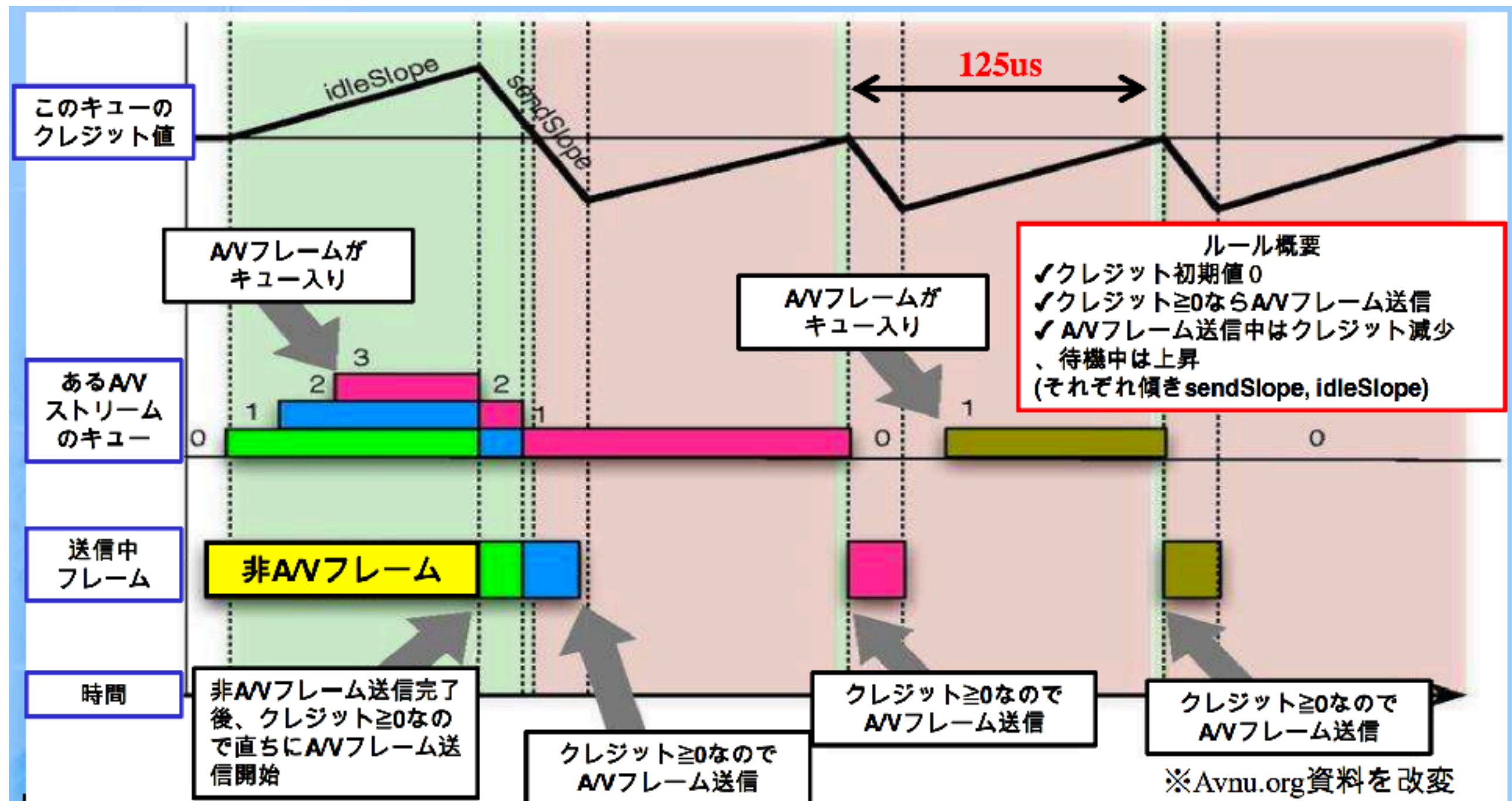


[出典: <http://www3.ietf.org/proceedings/06nov/slides/tsvarea-1.pdf>]

- ・ ETCレーンを作ってしまうようなイメージ
(料金所が2重になっているが、そこは無視してください)

IEEE802.1Qav

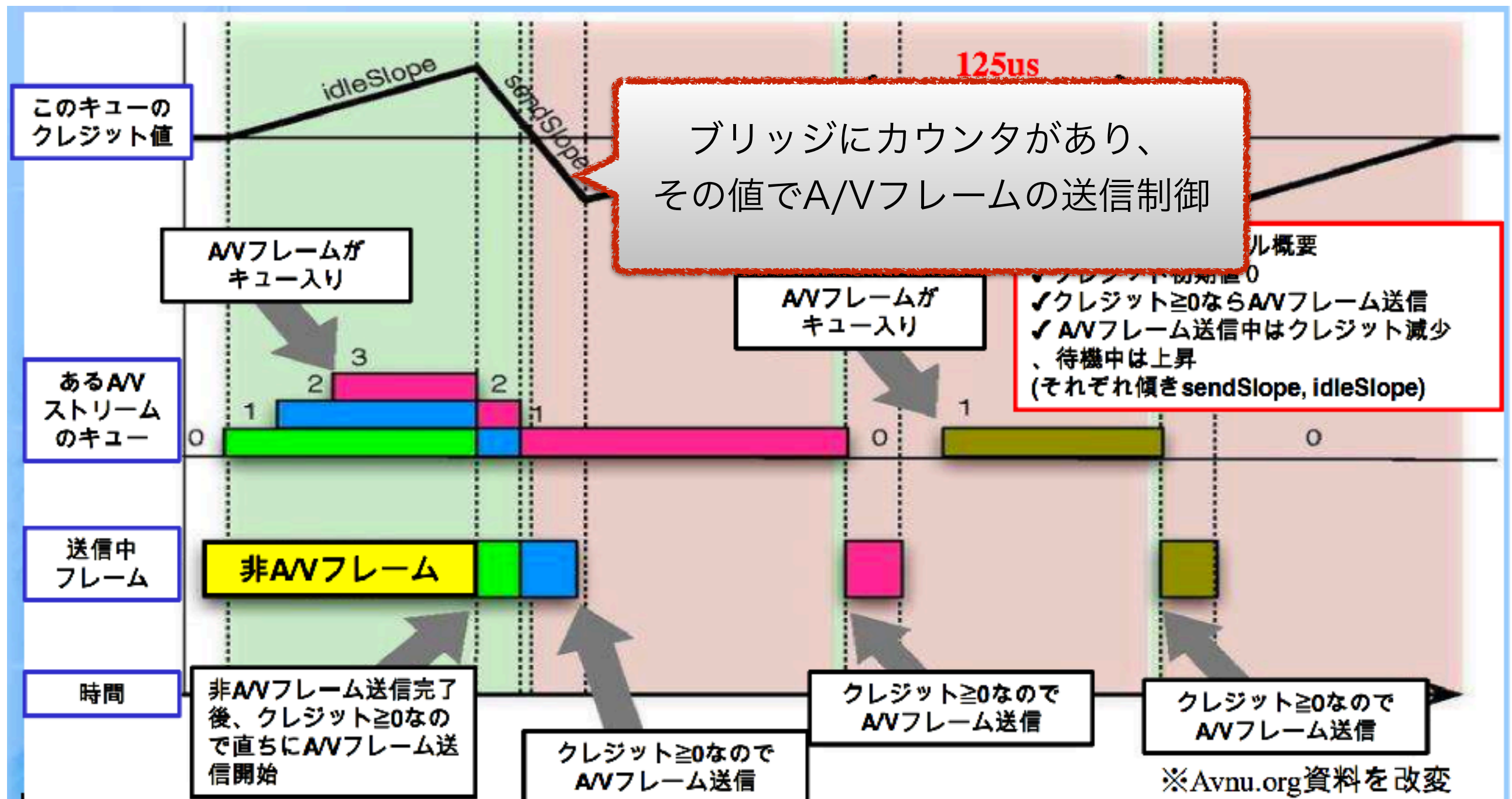
ストリーム中継方式



Credit-based Fair Queuing : クレジット値に基づくキューイング

IEEE802.1Qav

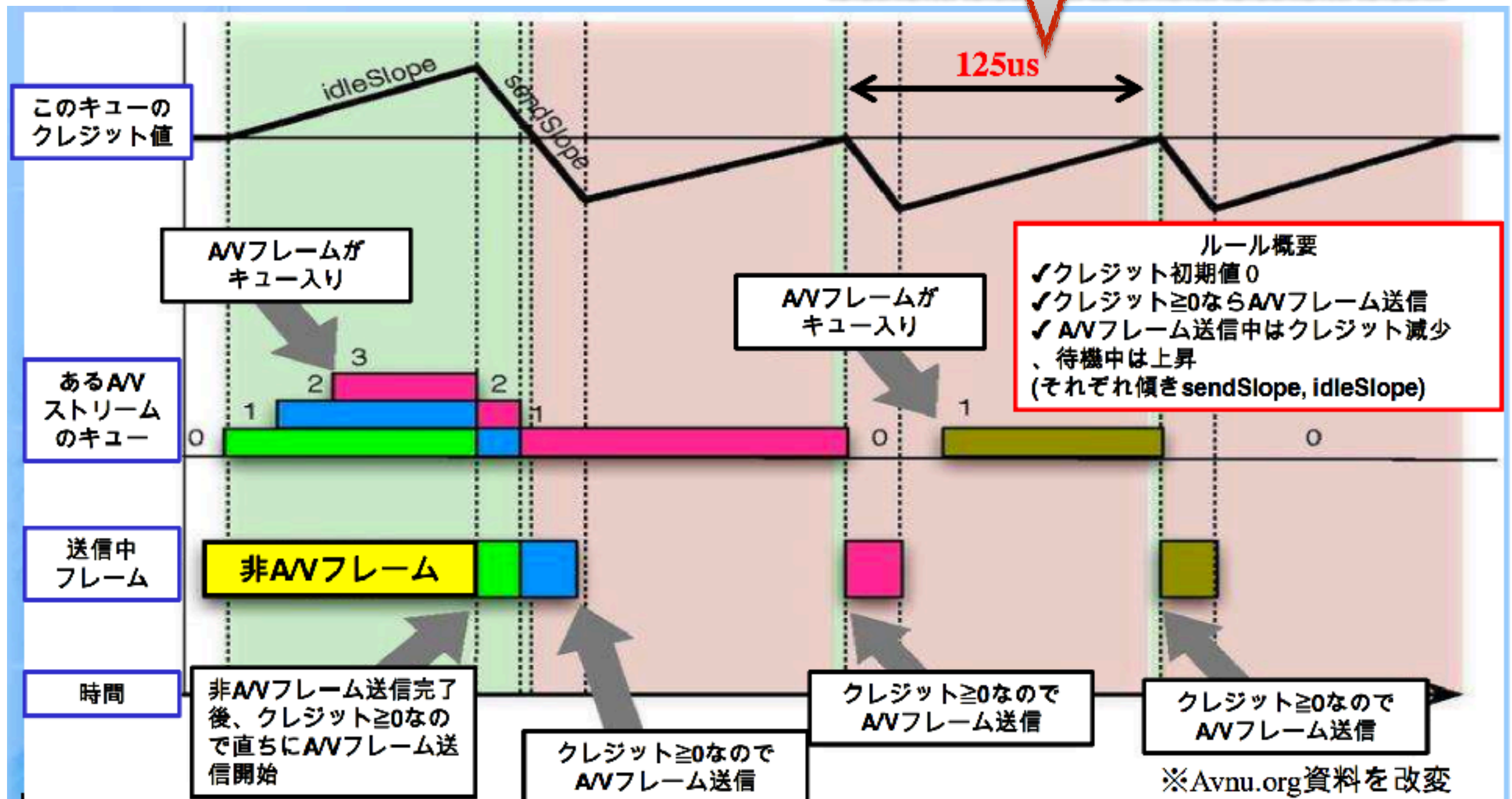
ストリーム中継方式



Credit-based Fair Queuing : クレジット値に基づくキューイング

IEEE802.1Qav ストリーム

ブリッジ内では125 μ s周期で
キュー内のデータが送信される



Credit-based Fair Queuing : クレジット値に基づくキューイング

IEEE802.1Qav ストリーム

ブリッジ内では125 μ s周期で
キュー内のデータが送信される

AVBで許容される7ステップだと
間にあるブリッジは6個。

$$125\mu s \times 6 = 750\mu s$$

AVBの通信速度の要件：

クラス5・・・2ms

クラス4・・・8～16ms

これなら要件通りに送信できますね。

ご清聴ありがとうございました

注釈の説明

- ・ ※1 IEEE1394：IEEE（電気電子技術者協会）が定めるデジタルAV機器（DVDやSTB等）を相互に接続する「デジタル・ケーブル」の規格。通常、「FireWire」（アップルによって提唱）や「i.LINK」（ソニーによって提唱）などと呼ばれることもある。
- ・ ※2 PoE・・・Power over Ethernet の略。IEEE802.3afに規定されるイーサネットの電力供給方式。スイッチからUTPケーブル経由で接続機器に最大12W程度の電力を供給することが可能。最大30W（目標）を提供するためのPoE Plus（IEEE802.3at）の標準化も進められている。

情報メモ

- ・ Ethernet AVBの現行仕様には、「IEEE802.1AS/Qat/Qav/BA」といった4項目の規格がある。これらにより、あらかじめ特定用途のため に通信帯域を確保する「帯域予約」や時刻同期、そして遅延時間を7ホップで2ms以下に抑えることを可能にする。

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20130604/481966/>

情報メモ

- ・ AVBサマリ

<http://www.ieee802.org/1/files/public/docs2013/avb-mjt-et-all-AVB-for-IEEE-Smart-Home-0213.pdf>

- ・ AS概要

- ・ <http://www.ieee802.org/1/files/public/docs2008/as-kbstanton-8021AS-overview-for-dot11aa-1108.pdf>

情報メモ

- ・ AVB-TP . . . Audio Video Bridging Transport Protocol
イーサネットやIP上のオーディオ・ビデオのストリーム転送プロトコル
- ・ IEEE MSC . . . IEEE Multi-Conference on Systems and Control
システムと制御に関する IEEE マルチ会議
<http://www.msc2016.org/>

時刻同期プロトコル

gTPTヘッダ

Bits								Octets
8	7	6	5	4	3	2	1	
transportSpecific				messageType				1
reserved				versionPTP				1
messageLength								2
domainNumber								1
reserved								1
flags								2
correctionField								8
reserved								4
sourcePortIdentity								10
sequenceId								2
control								1
logMessageInterval								1

gTPTデータ

Bits								Octets
7	6	5	4	3	2	1	0	
header (see 13.3)								34
preciseOriginTimestamp								10

IEEE802.1Qat

ストリーム予約プロトコル

パケット構造

Ethernetフレームのデータ部に格納

Ethernetフレーム



802.1Qat/パケット

