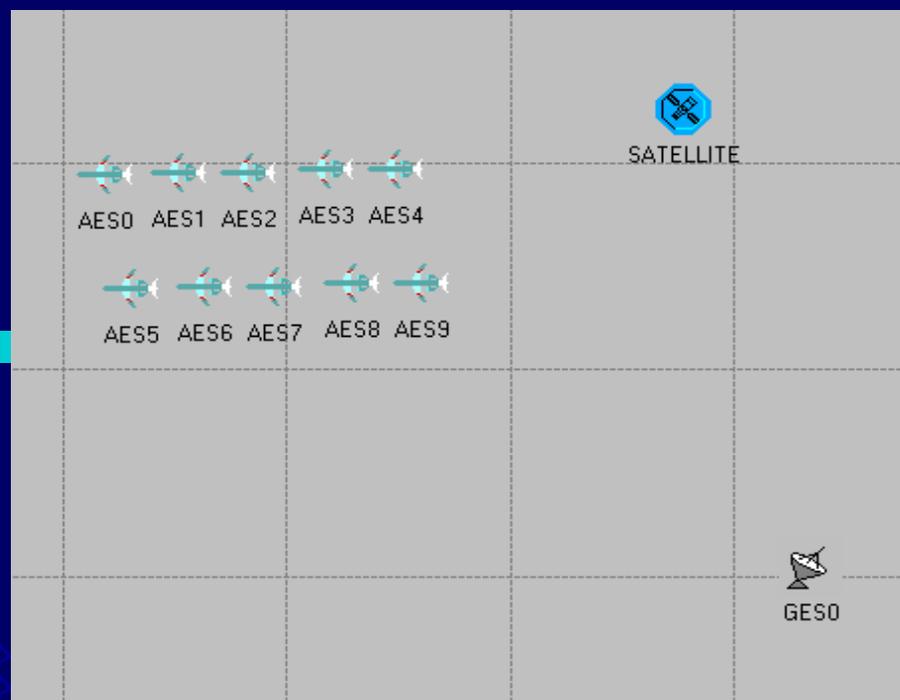


航空衛星データ通信における 伝送遅延時間分布



通信・航法・監視領域
住谷 泰人、石出 明

* 背景・目的

→ 航空衛星通信

* 通信性能予測シミュレーション

→ 伝送遅延時間分布の解析

◇ 方法・結果・特徴等

* まとめ

背景・目的

航空機の位置通報

No. 4

管制官[管制センター
(ATC)]による交通整理



札幌

東京

福岡

那覇

レーダ覆域外

短波無線の位置通報

レーダ覆域内

整備レーダ網の利用

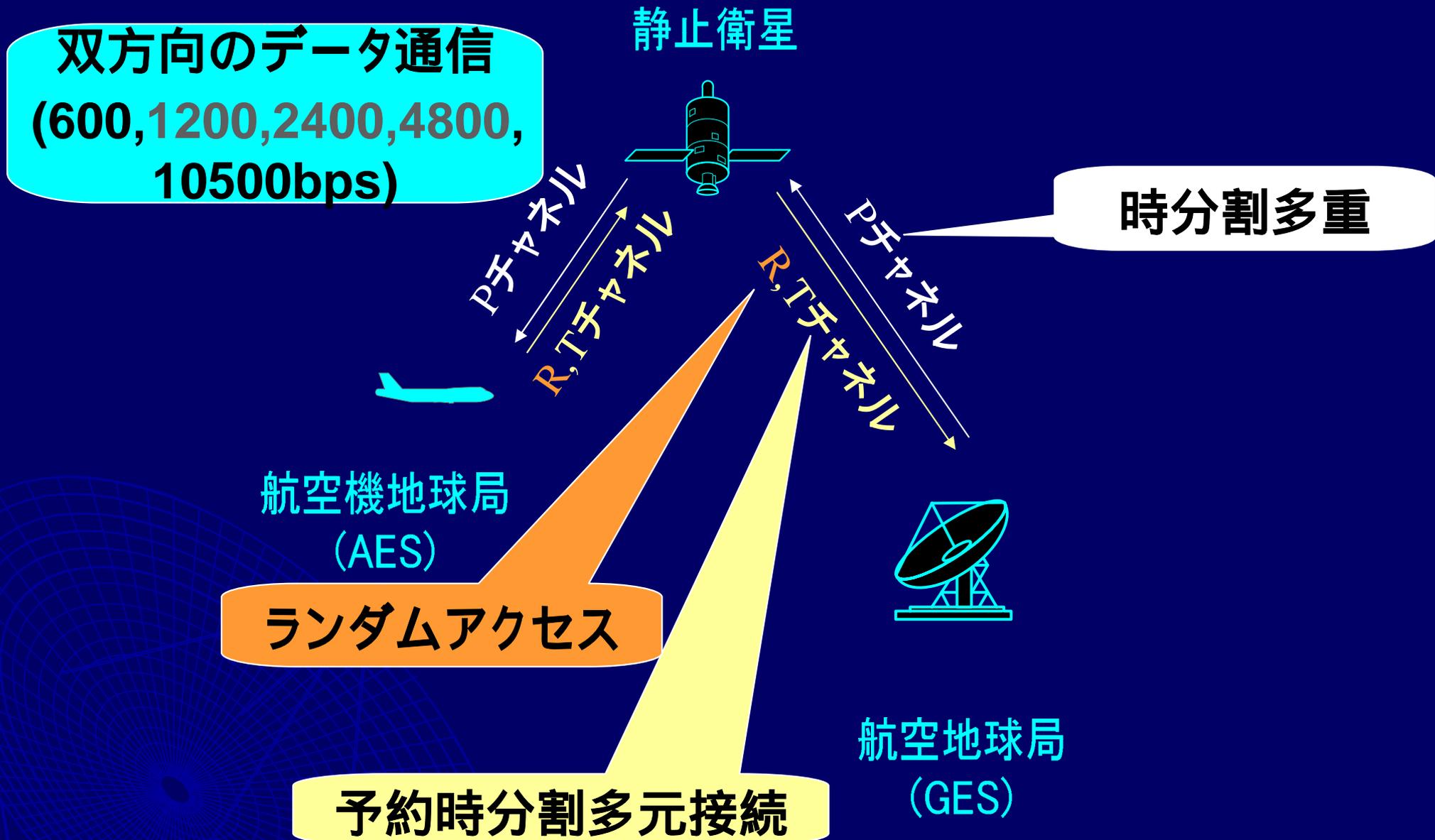
航空機：増
位置精度：重要

監視能力向上

航空衛星通信の試行運用

航空衛星通信の概要

No. 5



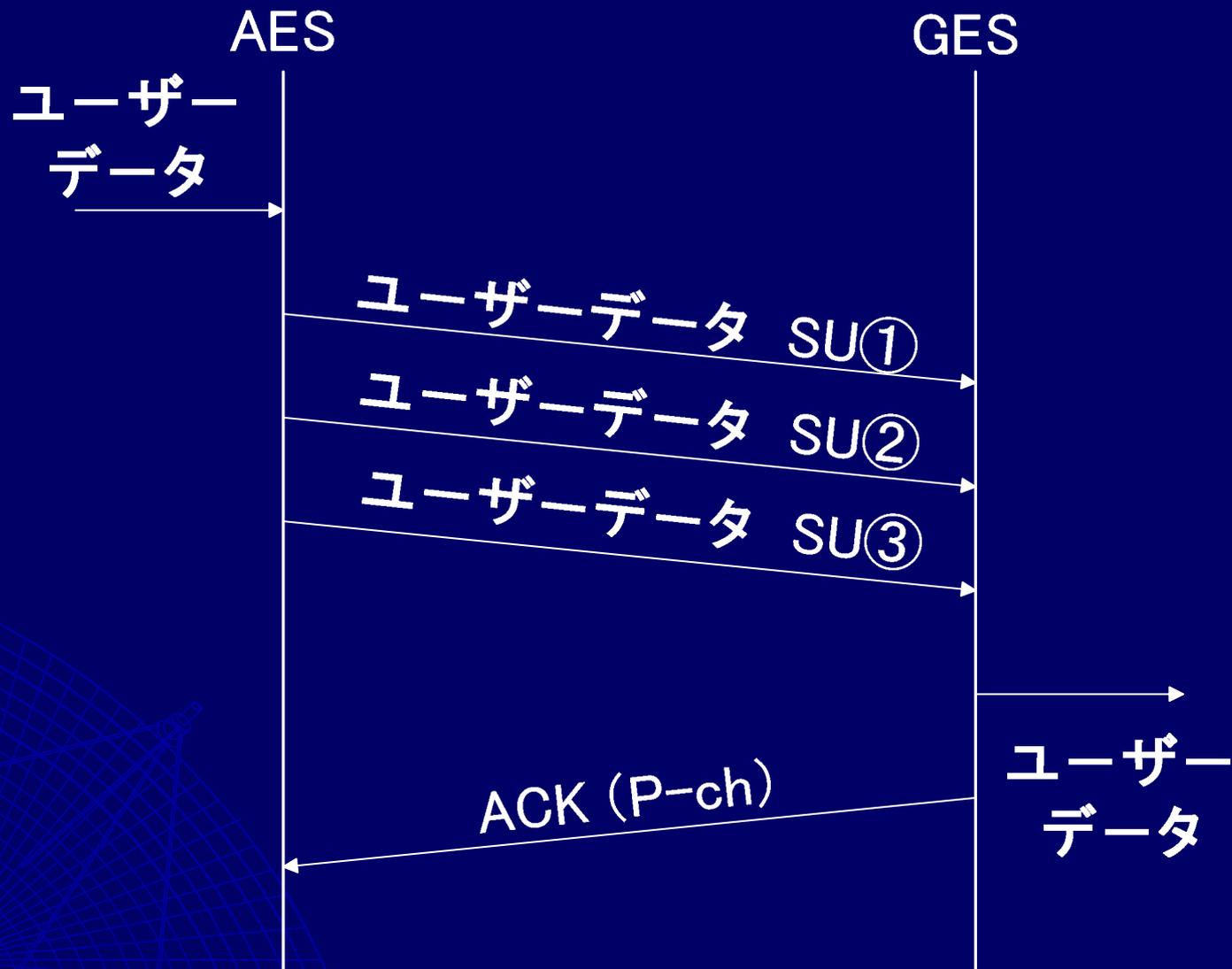
ICAO AMSS SARPs (航空移動衛星通信業務の標準及び勧告方式)

第6回電子航法研究所発表会[Y.Sumiya]

2006.6.2

伝送手順(Rチャンネル)

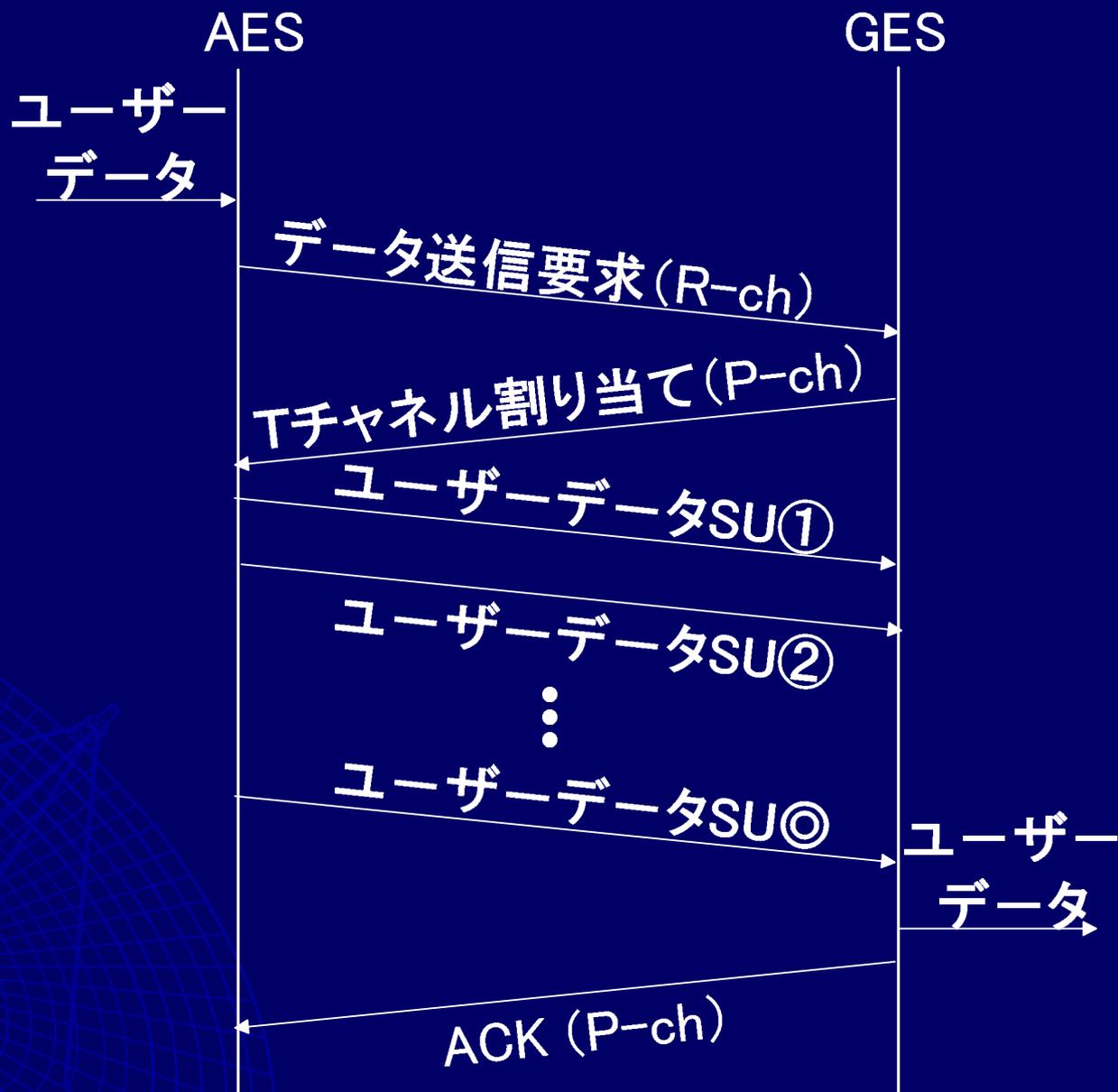
No. 6



SU:シグナル・ユニット、ACK:確認応答(Acknowledge)

伝送手順(Tチャンネル)

No. 7



伝送手順 ~ACK無

No. 8

* データ送信時に設定したAESのタイマにより再送

$$7.9 + \text{RND}(0, Z_k - 1) \times T_s \text{ (秒)}$$

$$Z_k = Z_0 \times 2^k, \quad Z_0 = 4$$

k : 再送回数

T_s : Rチャンネルのスロット幅(秒)

$\text{RND}(m,n)$: mとnの間のランダムな整数

航空衛星通信

- 多数の航空機
- 同一時間帯
- 同一通信回線

輻輳

通信の劣化

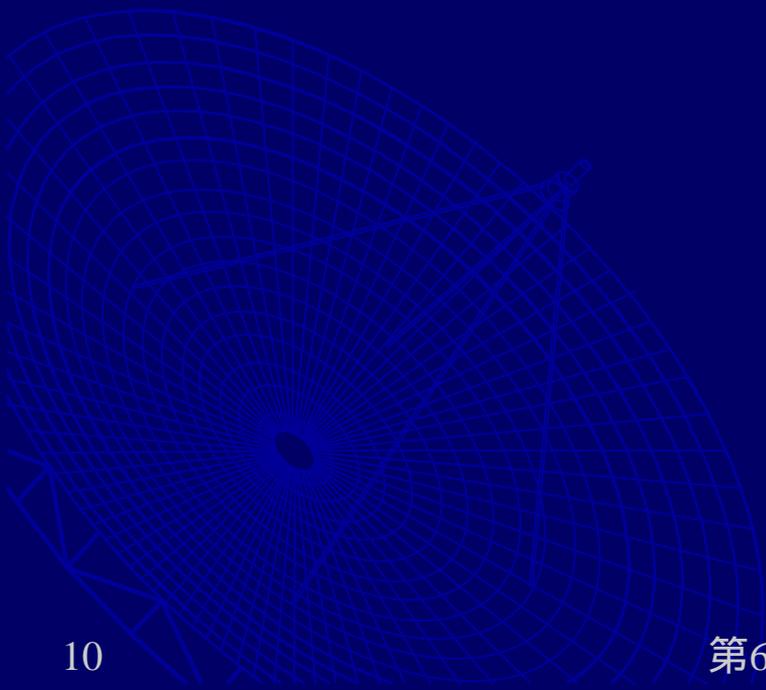
- 伝送遅延時間の増加

通信性能を正確に予測することが必要

モデル化した伝送遅延時間分布の把握

<シミュレーション>

通信性能予測シミュレーション



通信性能予測シミュレーションの概要

No. 11

通信トラフィック
モデル

データ長、伝送間隔、
伝送形態等

条件設定

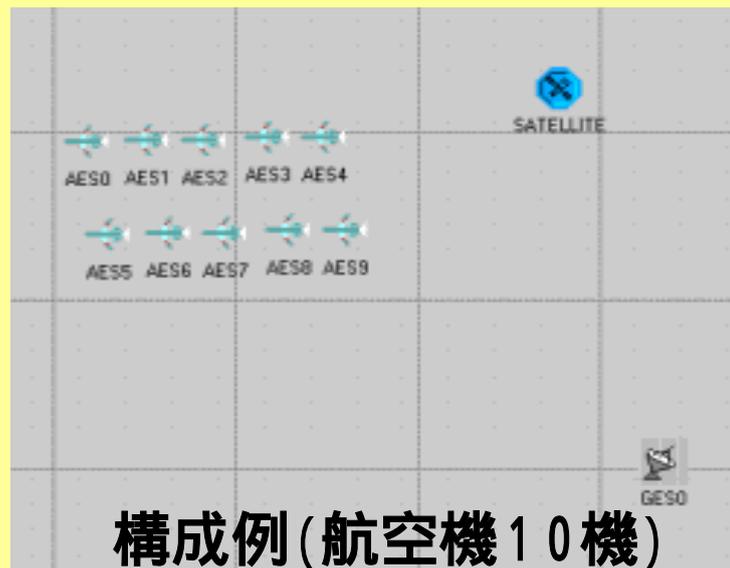
通信シミュレーション
ソフトウェア

プロトコルシミュレータソフト
+
通信プロトコルモデル

ICAO AMSS SARP s適合

通信性能

伝送遅延時間



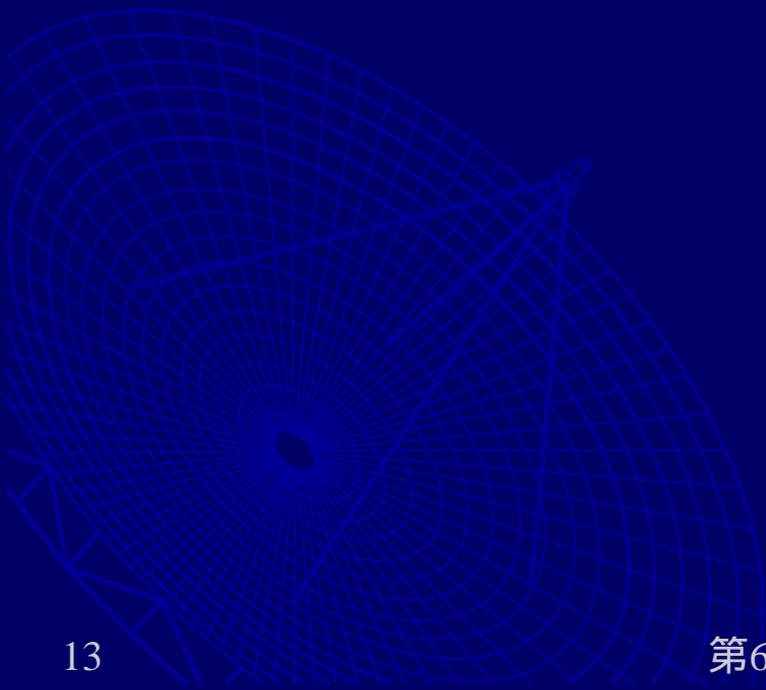
条件設定

No. 12

チャンネル種別	R	
伝送速度(bps)	600	10500
デ - タ長 (SU)	2	2
伝送間隔 (秒)	600	600
AES数	20-80	10-350

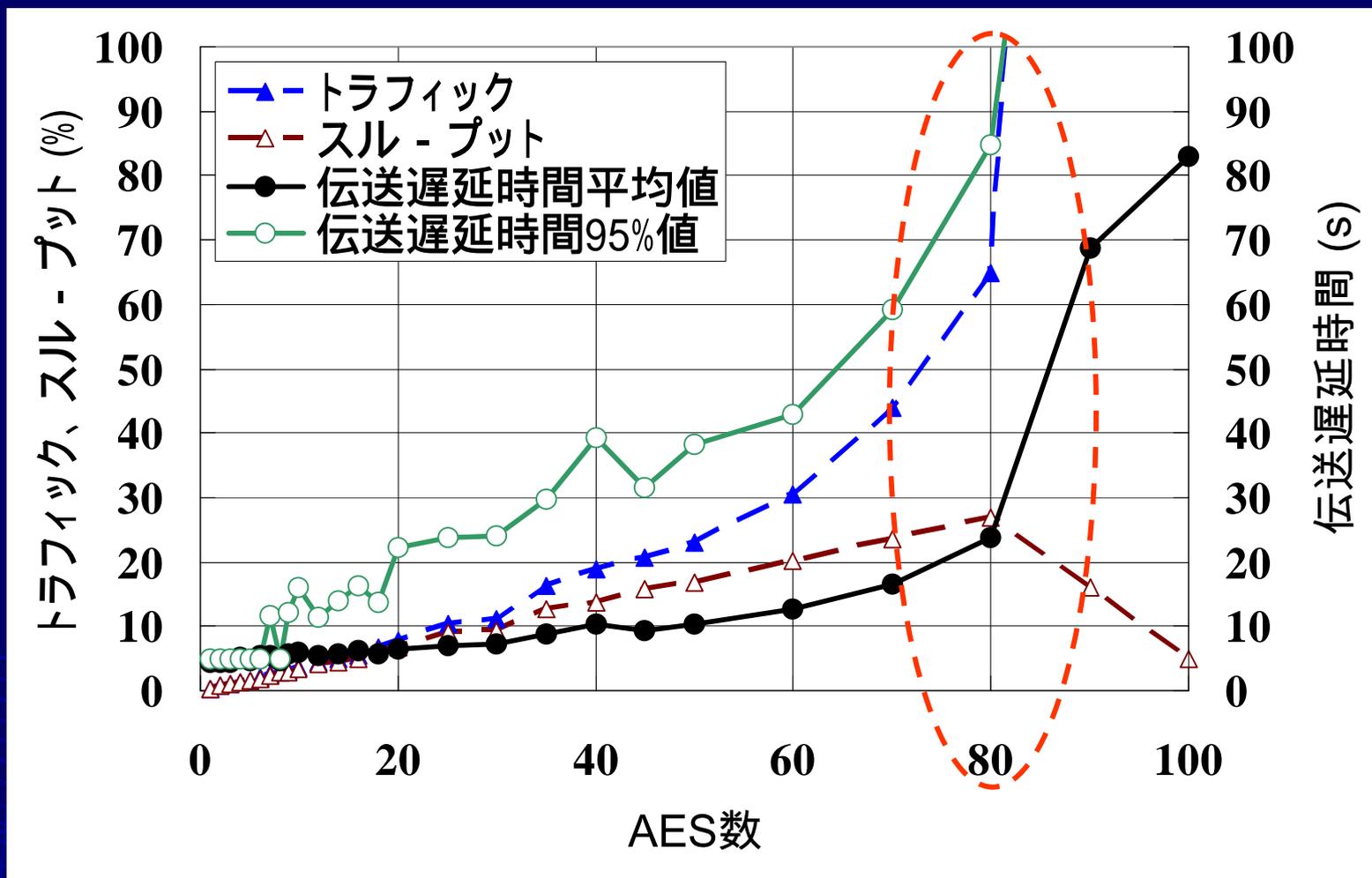
チャンネル種別	T			
伝送速度 (bps)	600		10500	
デ - タ長 (SU)	5	30	5	30
伝送間隔 (秒)	304	600	120	120
AES数	10-80	10-30	20-320	20-160

シミュレーション結果 (Rチャンネル)



伝送遅延時間 ~ 600 bps, R-ch

No. 14



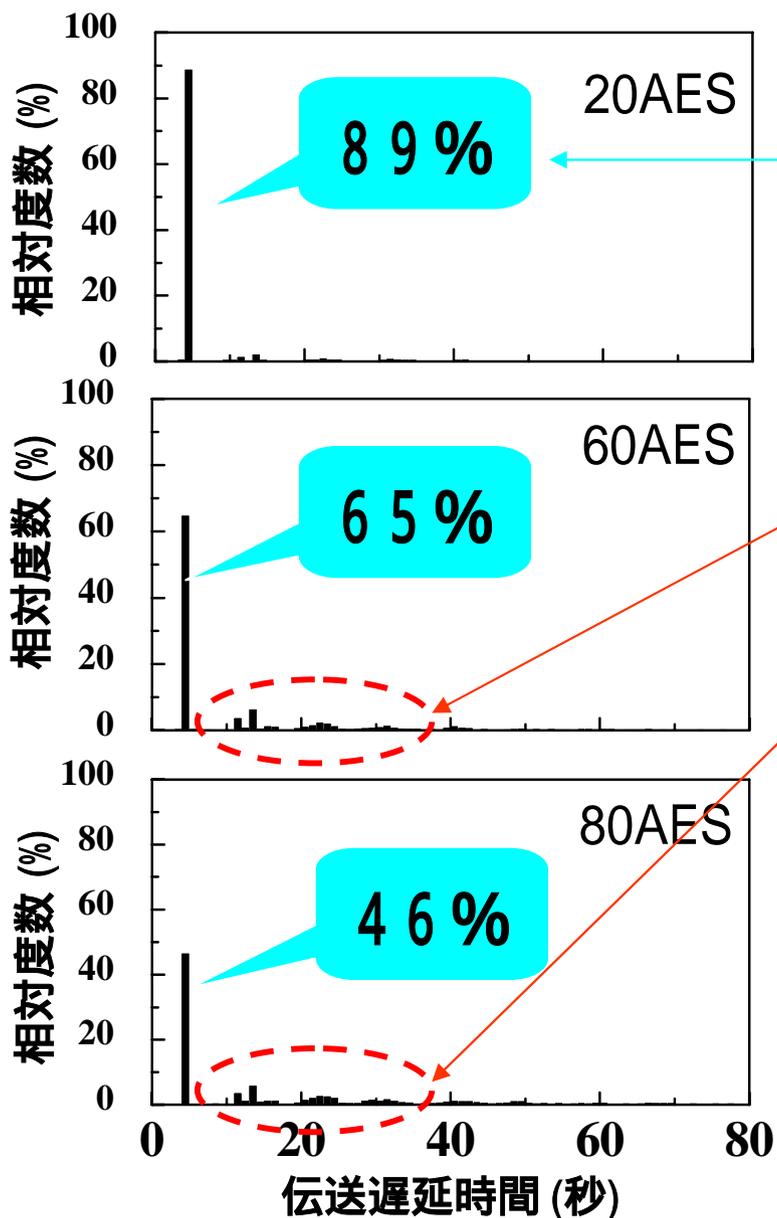
AES数が増加:トラフィックが増加 **データ量が大**

スループット:トラフィックより増加率が小

トラフィックが増加:伝送遅延時間が増加

伝送遅延時間分布 ~ 600bps, R-ch

No. 15



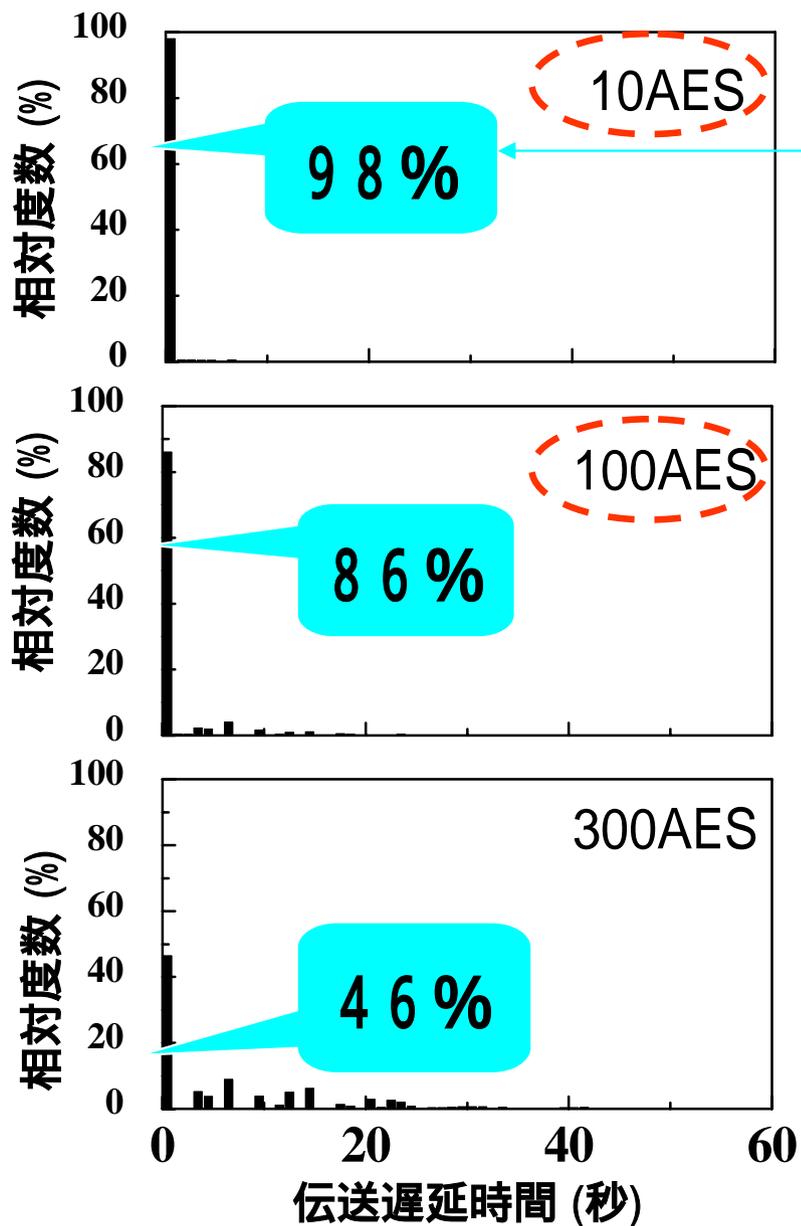
3 ~ 4秒付近 [最小]

12秒、20秒付近

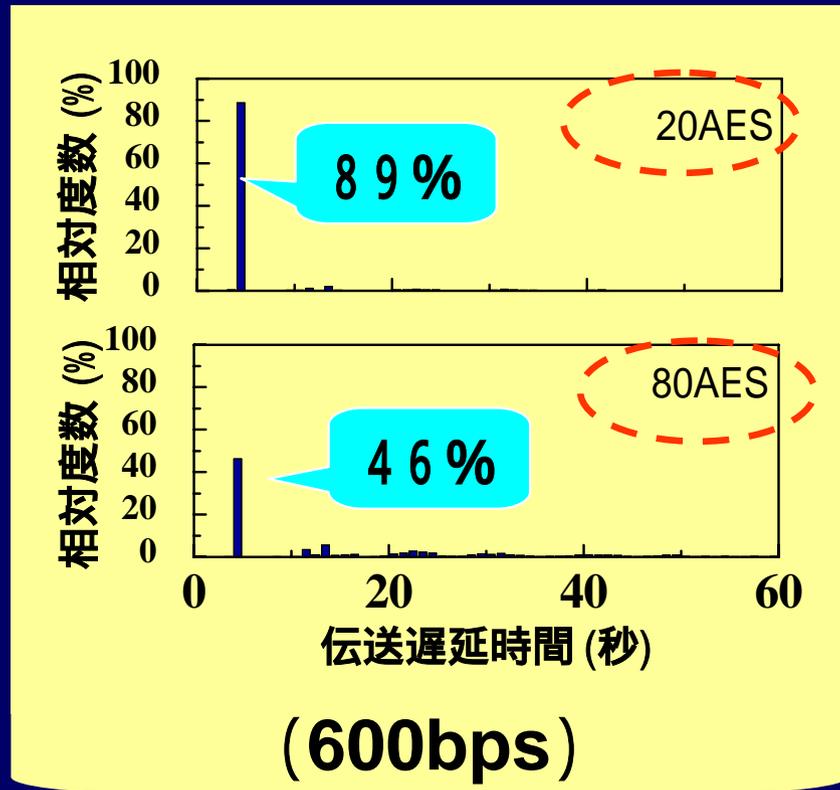
AES数の増加:
トラフィックの増加
伝送データのロス、
再送の増加

伝送遅延時間分布 ~ 10500bps, R-ch

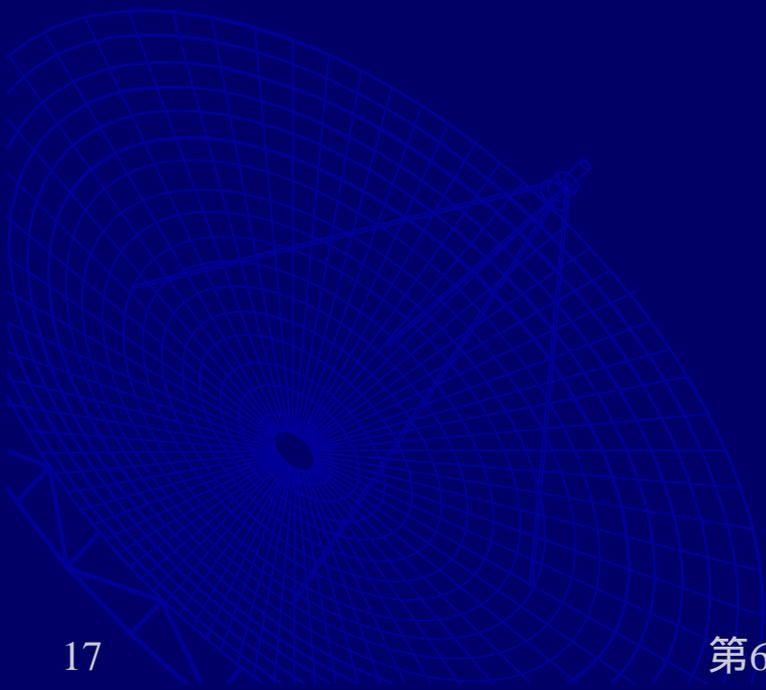
No. 16



1秒未満

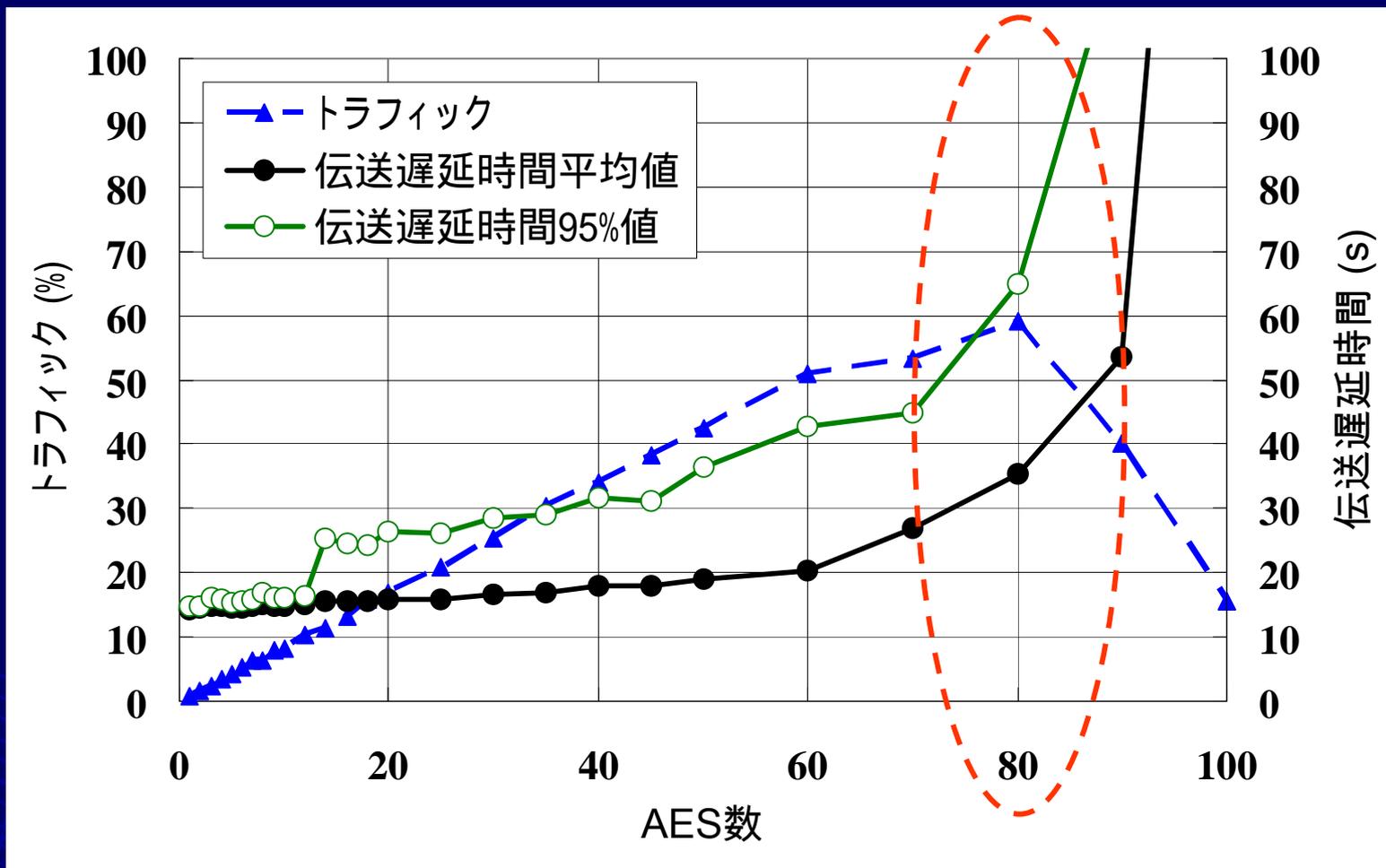


シミュレーション結果 (Tチャンネル)



伝送遅延時間 ~ 600bps, 5SU, T-ch

No. 18

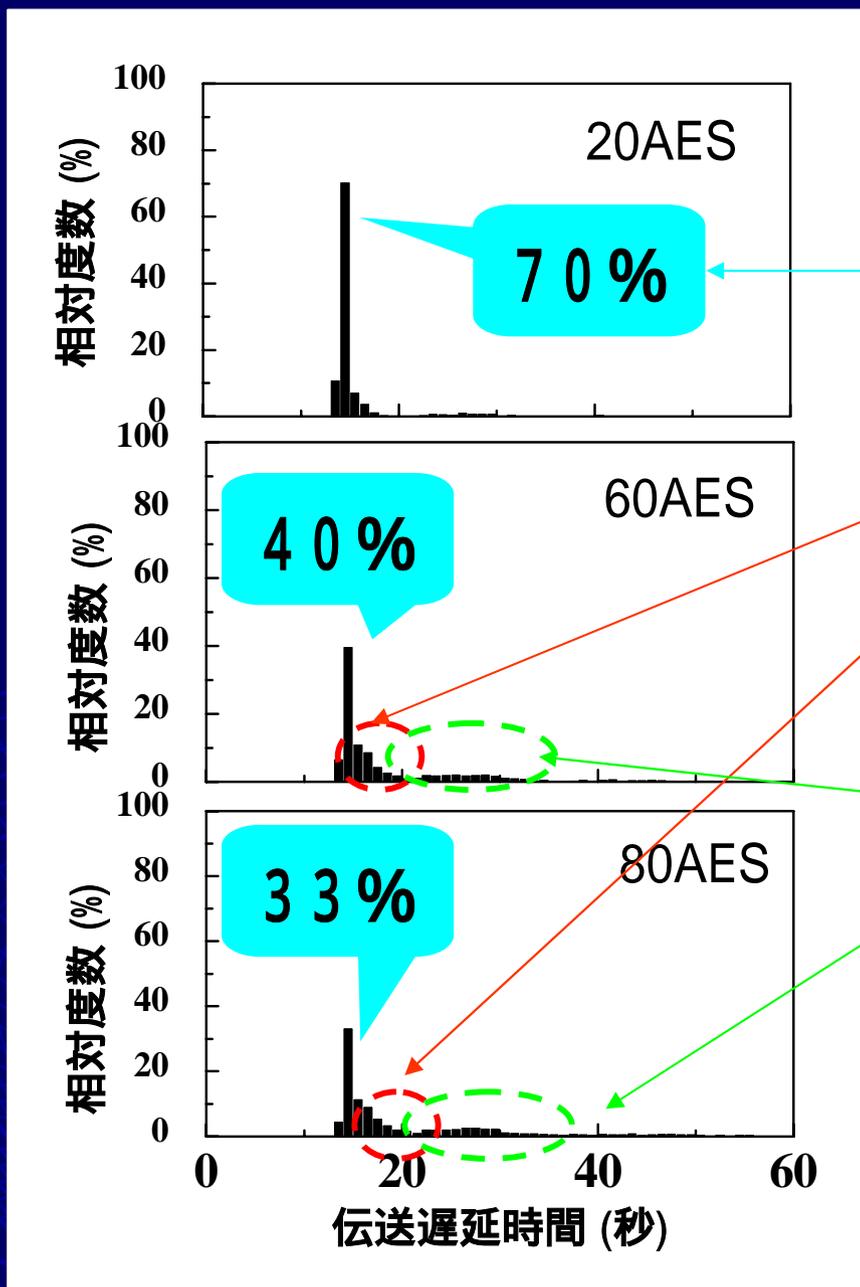


AES数が増加:トラフィックが増加
スループット:トラフィックとほぼ同じ
AES80付近:伝送遅延時間の急増

データ量が大
送信スロット予約
Rチャンネルが原因

伝送遅延時間分布 ~ 600bps, 5SU, T-ch

No. 19



14 ~ 15秒付近 [最小]

14 ~ 20秒付近

* Tチャンネルの送信待ち

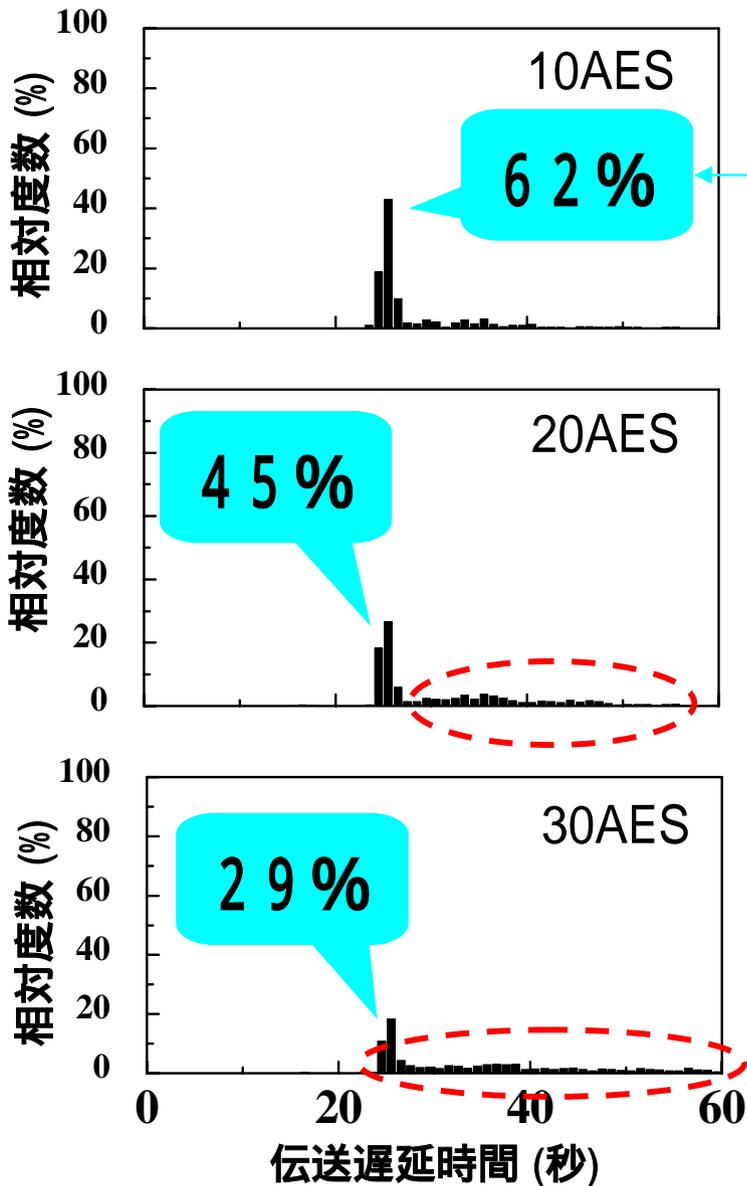
20 ~ 30秒付近

* Tチャンネルの送信待ち

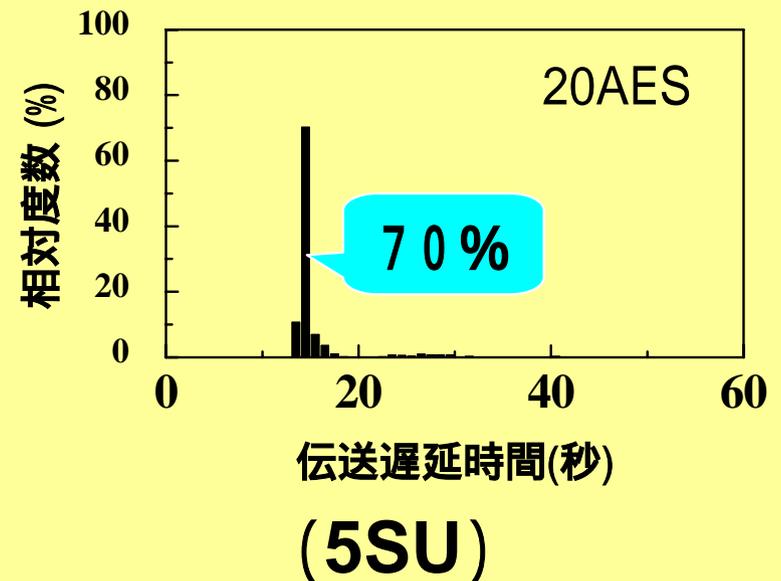
+

Rチャンネルの伝送ロス再送

伝送遅延時間分布 ~ 600bps, 30SU, T-ch No. 20

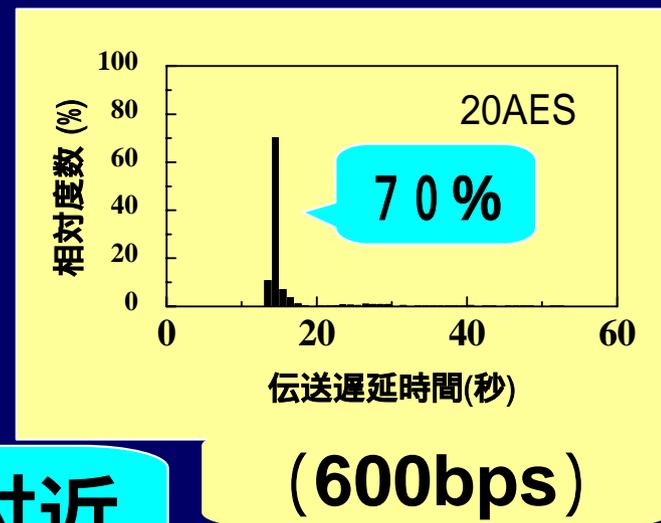
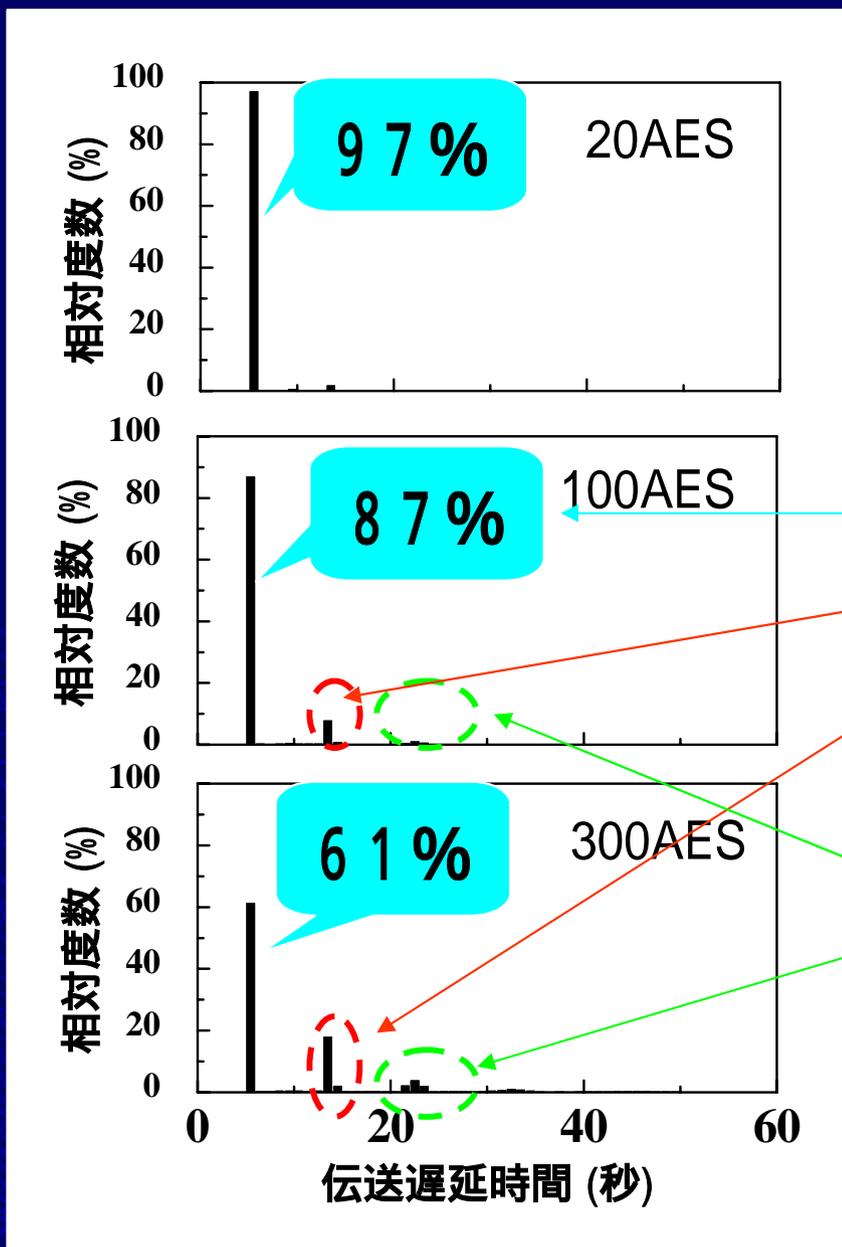


24 ~ 26秒付近



- * データ長が大:
 - 最小伝送遅延時間が大
 - 伝送遅延時間のばらつきが大

伝送遅延時間分布 ~ 10500bps, 5SU, T-ch 1/10.21



4 ~ 5秒付近

13 ~ 14秒付近

* Rチャンネルの伝送ロス再送

21 ~ 24秒付近

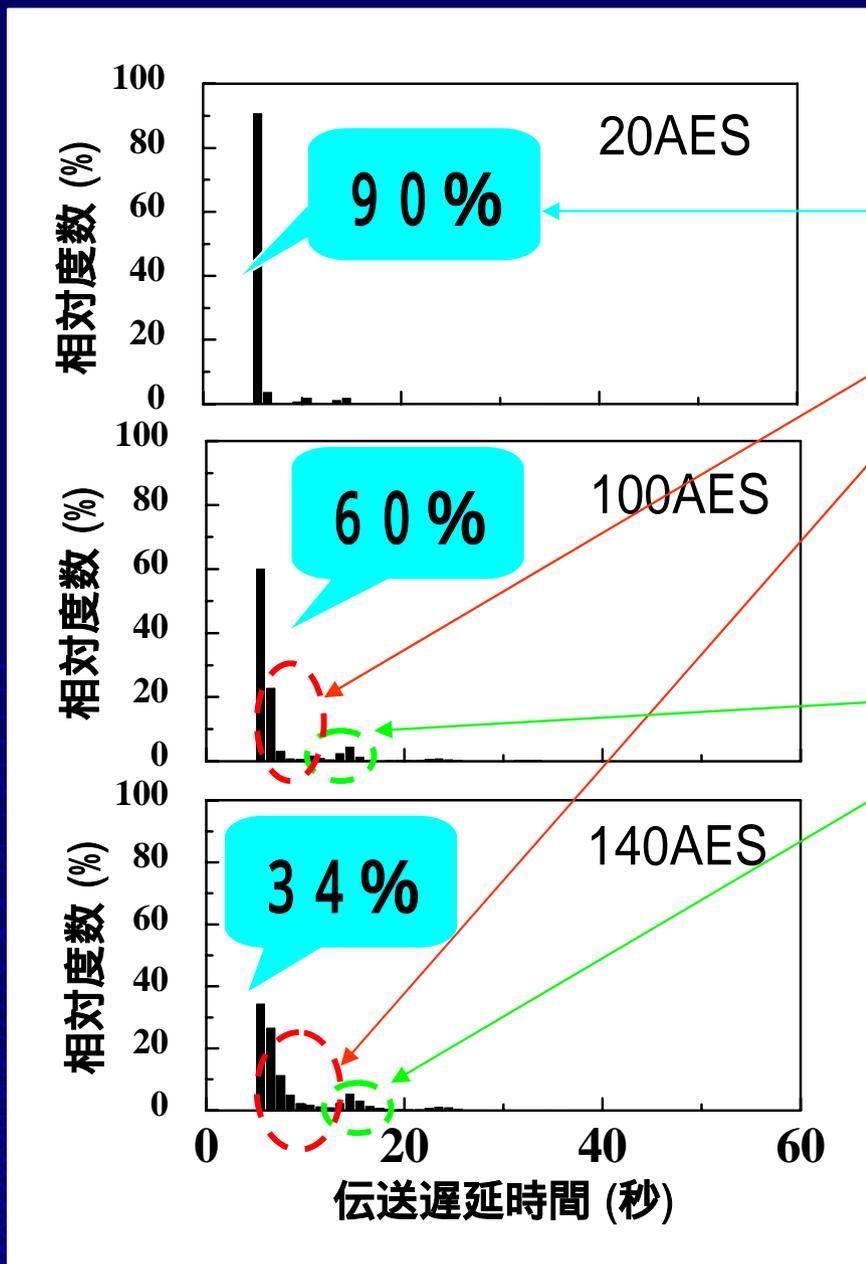
* Tチャンネルの送信待ち

+

Rチャンネルの伝送ロス再送2回

伝送遅延時間分布 ~ 10500bps, 30SU, T-ch

1/10.22



5 ~ 6秒付近

6 ~ 12秒付近

* Tチャンネルの送信待ち

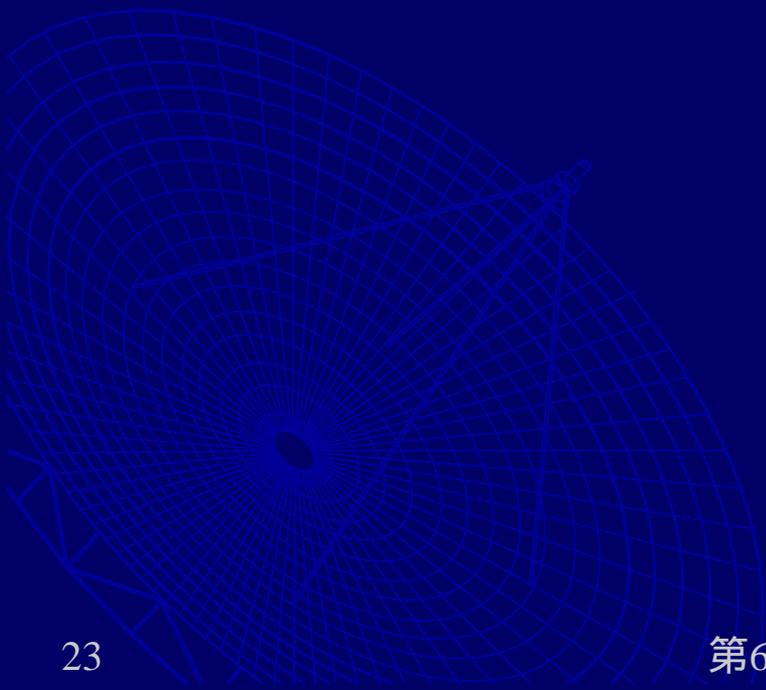
13 ~ 16秒付近

* Tチャンネルの送信待ち

+

Rチャンネルの伝送ロス再送

まとめ



* 伝送遅延時間の特徴

→ 各チャネル伝送の成否で伝送遅延時間が決定

* Rチャネルの特徴

→ 伝送遅延時間増加の原因: 主に、Rチャネルの伝送ロス

✧ 伝送遅延時間分布: 伝送ロス有(再送)と伝送ロス無

➤ 回線が混雑していない: 最小伝送遅延時間

➤ 回線が混雑: 再送により、伝送遅延時間が増加

* Tチャンネルの特徴

→ 伝送遅延時間増加の原因: **複合**

◇ Tチャンネル以外に、P、Rチャンネルも影響

◇ 回線が混雑していない: 主原因は**最小伝送遅延時間**

➢ 伝送ロス無、送信待ち無

◇ 回線が混雑: 主原因は**伝送ロス、送信待ちの影響**

➢ P,Tチャンネルの送信待ち

➢ Rチャンネルの伝送ロスによる再送

➢ 複合(送信待ち + 再送)

* 今後の課題

→ 次世代航空衛星通信システム

◇ TCP/IPに対応したデータ通信の伝送遅延時間分布

Thank you!
Question?

