

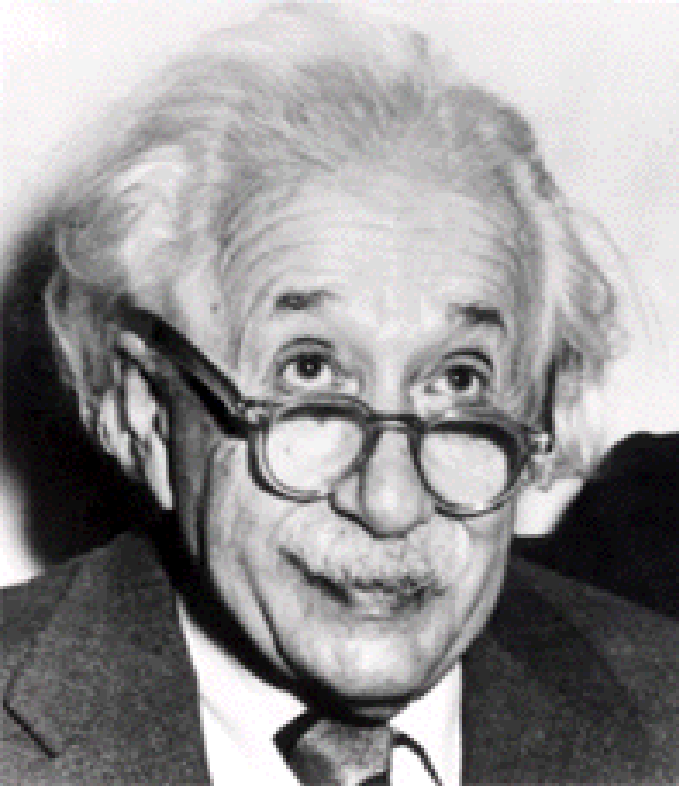
日仏データ転送実験



山本孝志、中西秀哉、長山好夫、江本雅彦、
鷹見重幸、石黒静児(核融合研)、
長谷川真、東島亜紀、中村一男(九州大)、吉川正志(筑波大)、
平木敬、稲葉真理、谷田直輝(東京大)

目 次

- 核融合とは
- 遠隔共同研究SNETの進展
 - 現状とITER
 - LFN問題
- 日仏データ転送実験
- まとめ



Albert Einstein

Mass–Energy Equivalence

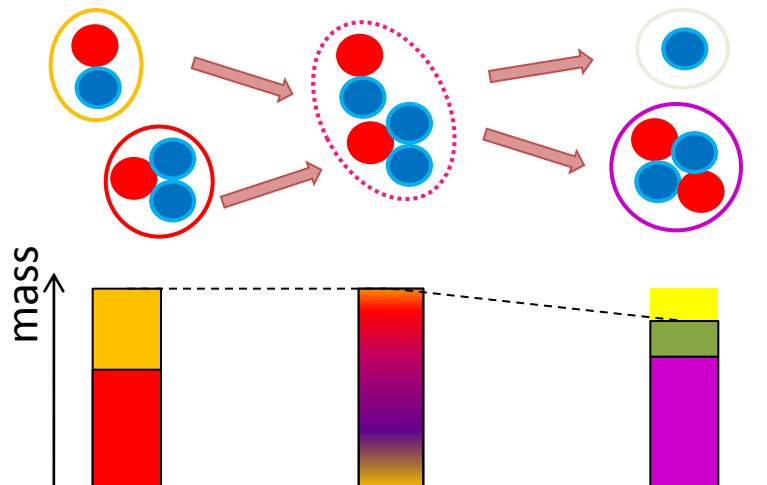
$$E = mc^2$$

Hans Bethe

星の光は
核融合反応による。



軽い原子が融合して重い原子になるときに
質量が減り、エネルギーが放出される。



「地上に太陽を」 世界各地の核融合実験装置



EAST, China



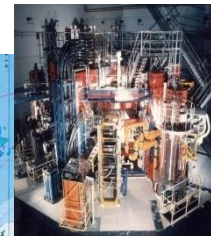
GAMMA 10, Japan



STOR-M, Canada



JET, EU



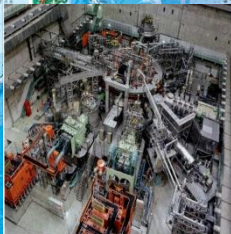
Tore Supra, France



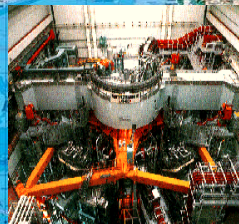
T15, Russia



KSTAR, Korea



LHD, Japan



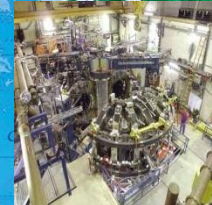
JT-60U, Japan



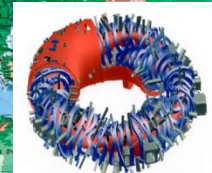
NIF, USA



Alcator C mod, USA



TEXTOR, Germany



WENDELSTEIN 7-X, Germany



ADITYA, India



GEKKO-XII, Japan



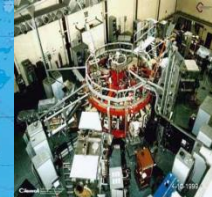
Heliotron J, Japan



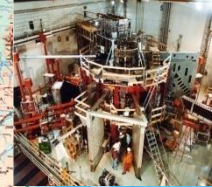
DIII-D, USA



NSTX, USA



TJ-II, Spain



ASDEX Upgrade, Germany



H1-NF Helicac, Australia



QUEST, Japan





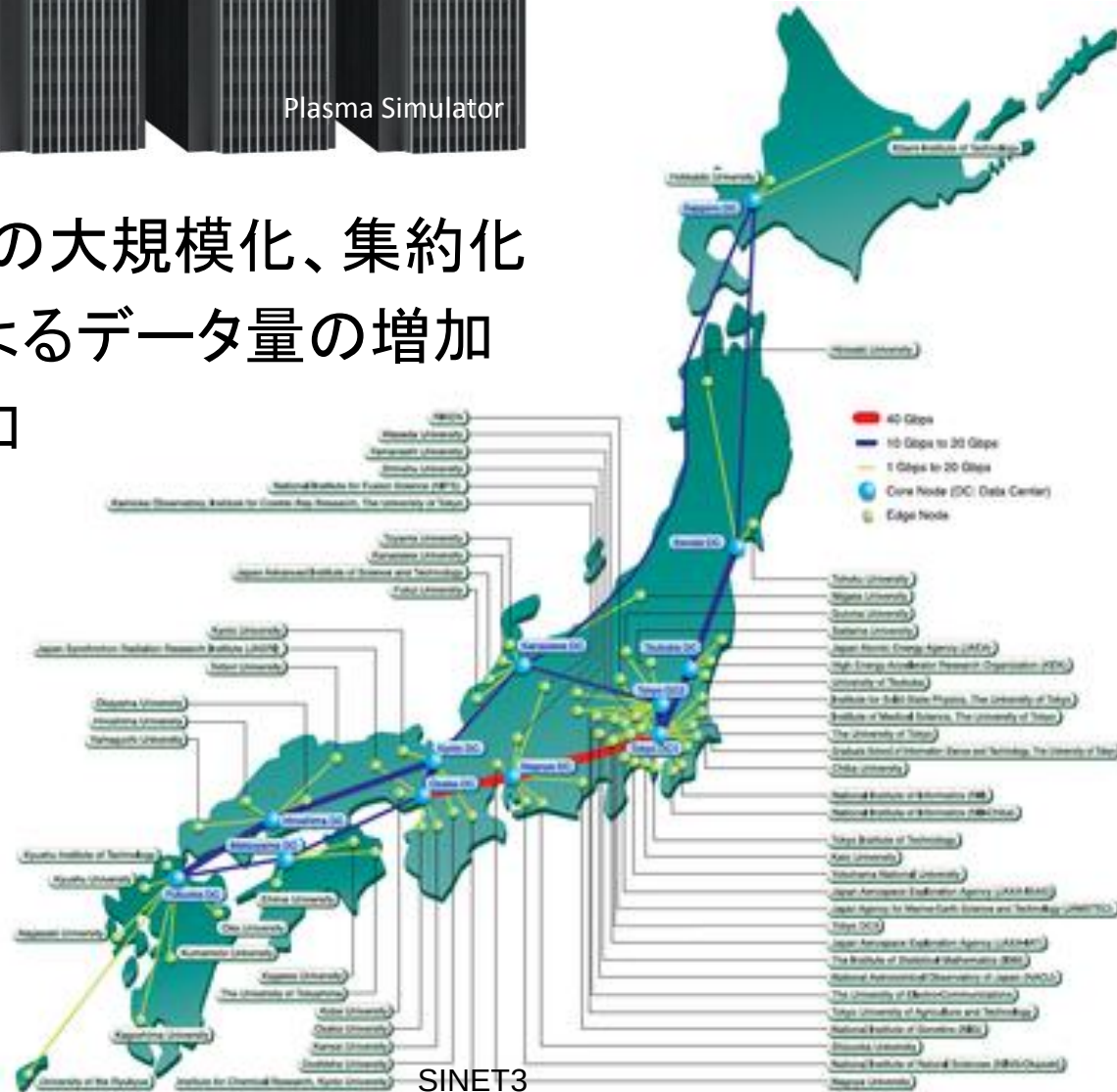
- 実験装置、スパコン等の大規模化、集約化
- 時空間分解能向上によるデータ量の増加
- 参加する研究者の増加

+

- 広帯域VPNサービス



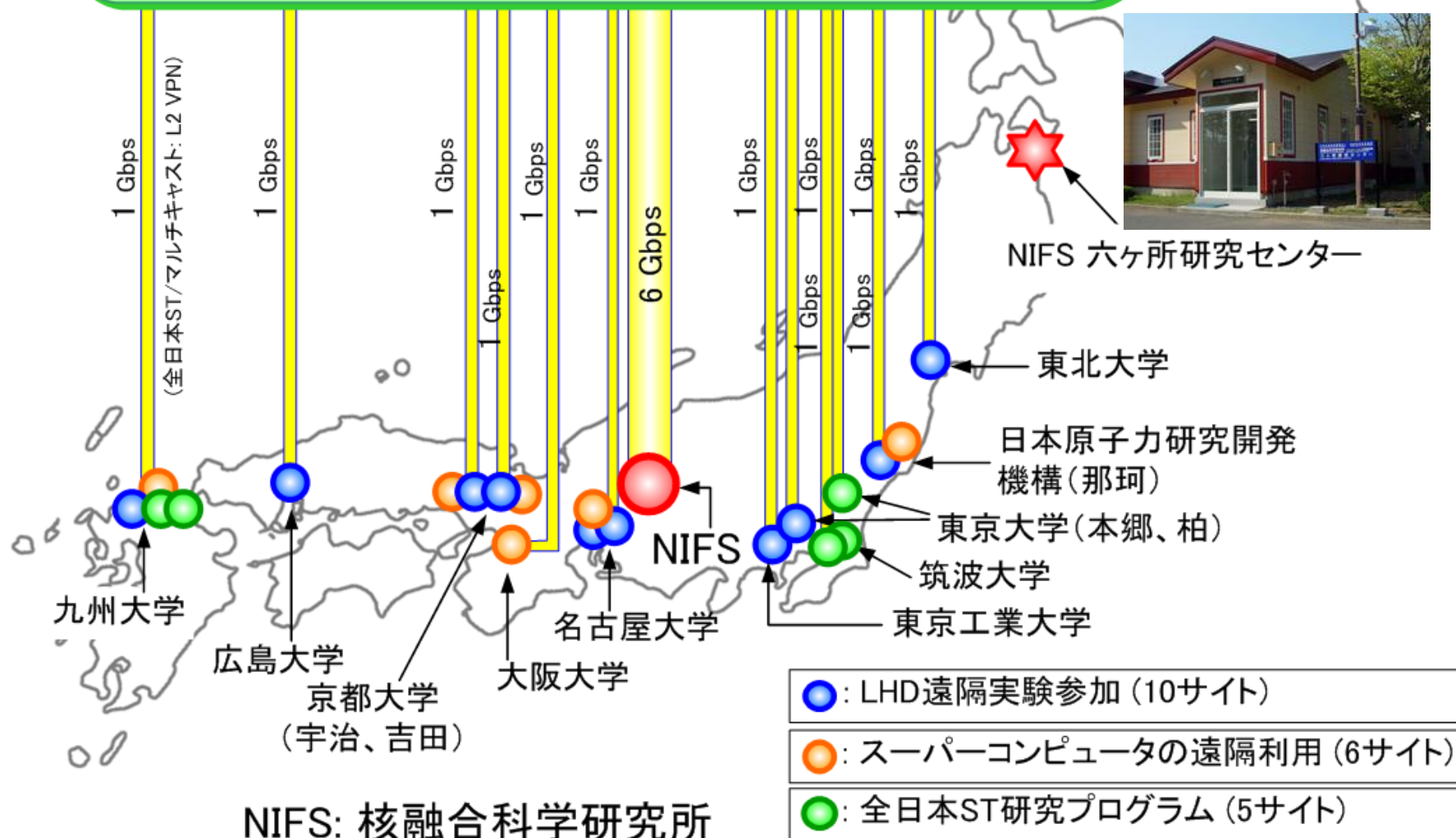
バーチャルラボラトリー



SNET接続概要

核融合分野におけるバーチャルラボラトリー

(L2/L3 VPN over SINET3)



LHD遠隔実験参加

2001年度

2001年度よりNIFSはSNETを運営している。



京都大学



東京大学

九州大学

Data from LHD

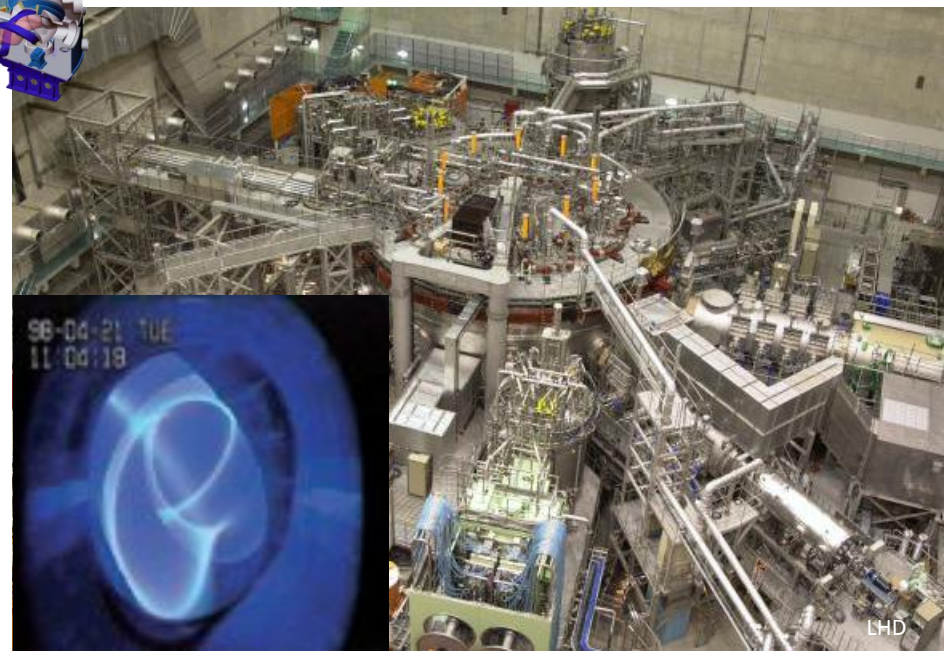
NIFS, LHD

HDTV会議システム

計測データの
表示、解析

計測機器の
操作

Prof. Mase's remote station



LHD

双方向型研究（全日本ST研究等）

2005年度

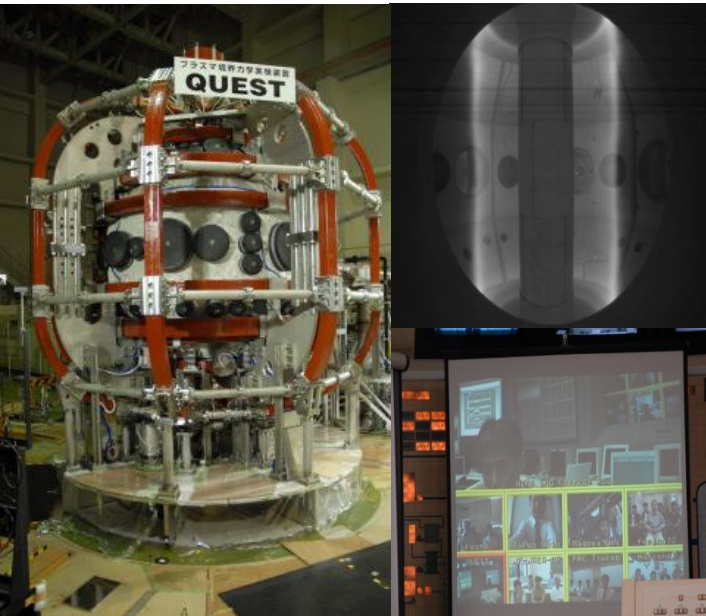
GAMMA-10

タンデムミラー実験装置
筑波大学（2009年度）

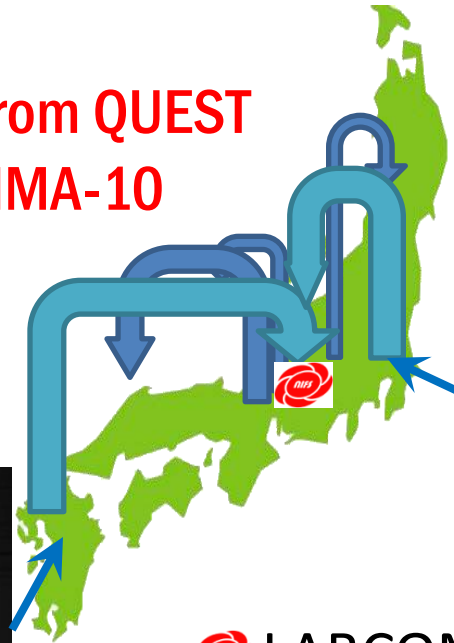


QUEST

球形トカマク(ST)実験装置
九州大学



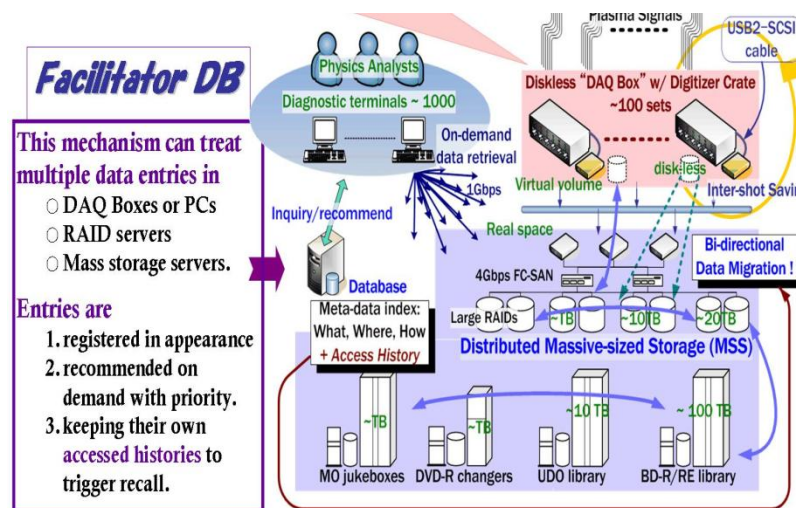
Data from QUEST
/ GAMMA-10



LABCOM, NIFS

データ収集システム

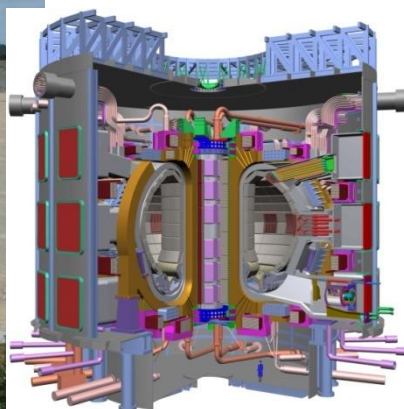
2008年6月実験開始



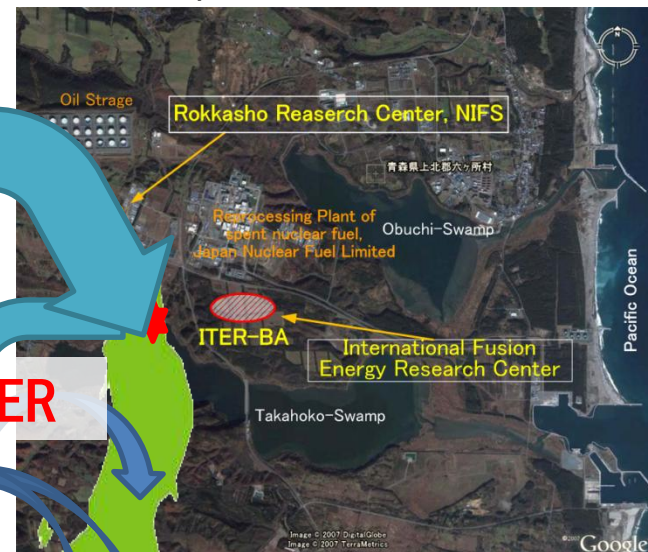
ITER 国際共同研究にむけて

2018年実験
開始予定

国際熱核融合実験炉 ITER:
国際協力によって核融合エネルギーの
科学的、技術的な実現性を研究する。

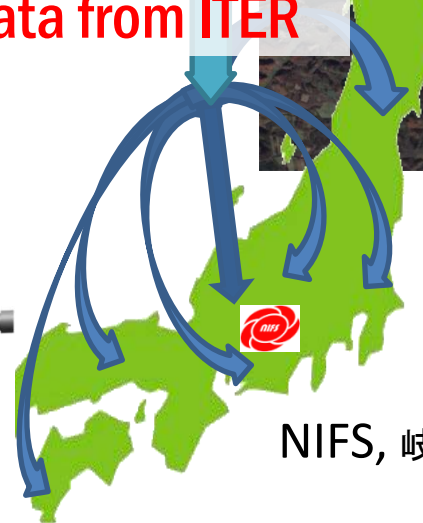


国際核融合エネルギー研究センター
(IFEREC), ITER-BA, 青森県六ヶ所村



実験データ
(0.2~3 PB/yr)
(提案)

Data from ITER

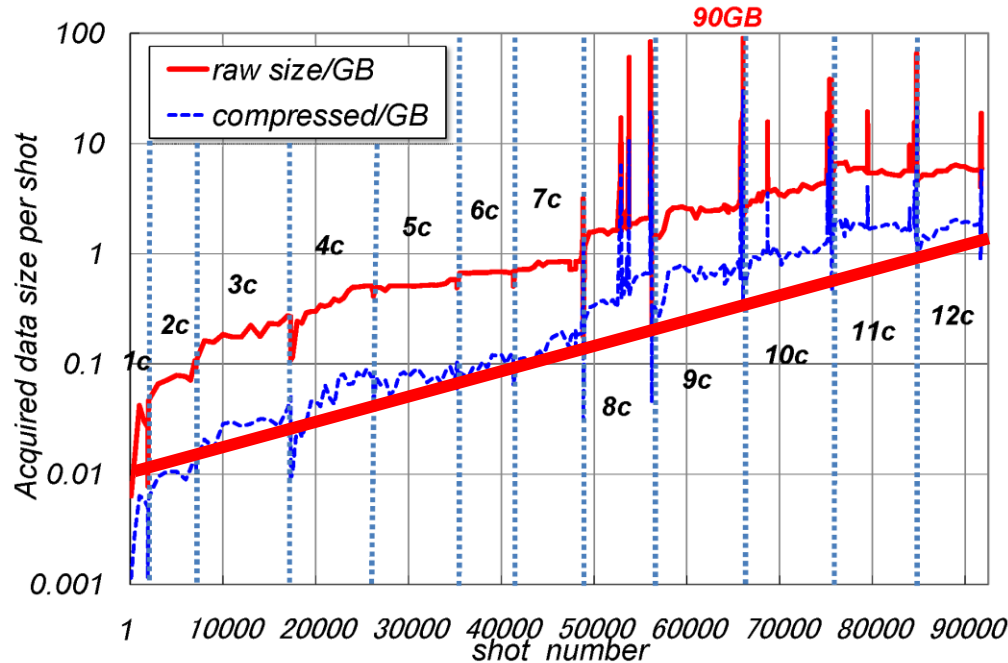


NIFS, 岐阜県土岐市

ITER, カダラッシュ, フランス



ITERのデータ量の推定



左図 LHD実験におけるショット
当りの計測データ量[†]

短時間放電で1ショット当り約7GB、
長時間放電で最大90GB

年約50 %の増加が続いている。

$$V_{\text{ITER推定}} = V_{\text{LHD平均}} * \frac{T_{\text{ITER}}}{T_{\text{LHD}}} * k_{\text{res}} = 7[\text{GB}] * \frac{300 \sim 500}{13} * 10 = 1.6 \sim 2.7 [\text{TB}]$$

T : パルス長[秒], k_{res} : 時空分解能向上係数

必要となる転送時間。実効転送速度を帯域の80%と仮定。

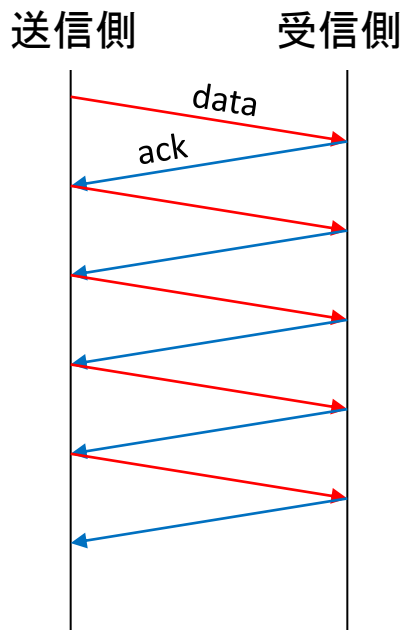
帯域	100Gbps	40Gbps	10Gbps	1Gbps
転送時間	3～5分	7分～	25分～	4.5時間～

[†]H. Nakanishi, et al: 7th IAEA-TM "Control, Data Acquisition, Remote Participation", 2009, France

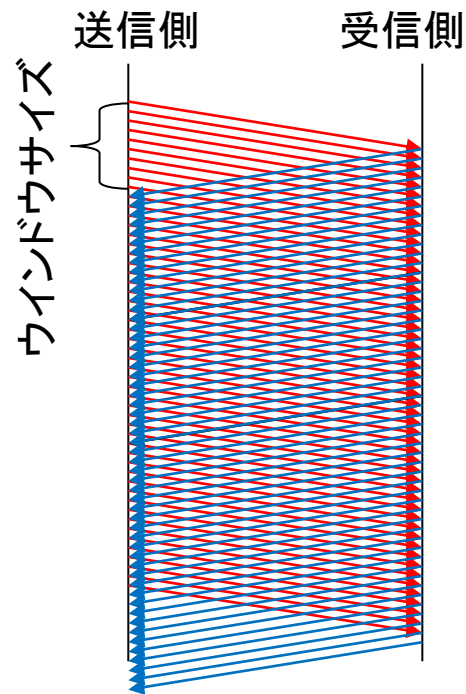
LFN問題 (1/2)

広帯域ネットワークにおいて、長距離間のファイル転送の実効速度がネットワークの帯域より小さくなる (Long Fat Network problem)。

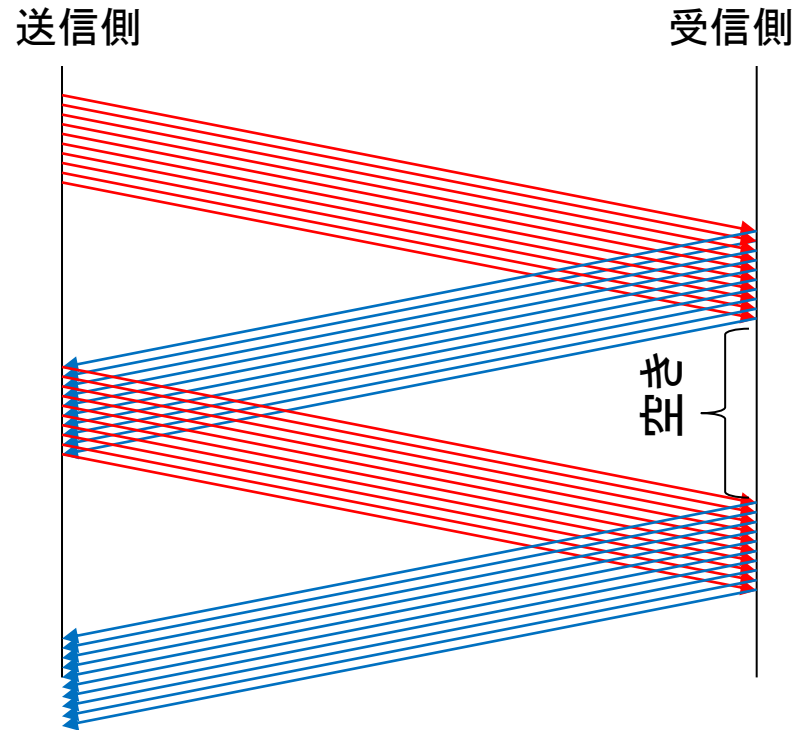
例) 1Gbps, RTT=20ms $\rightarrow$ ftp 60Mbps



(a) TCPプロトコル



(b) LANの場合



(c) WANの場合

赤がデータを、青が確認応答を示す。

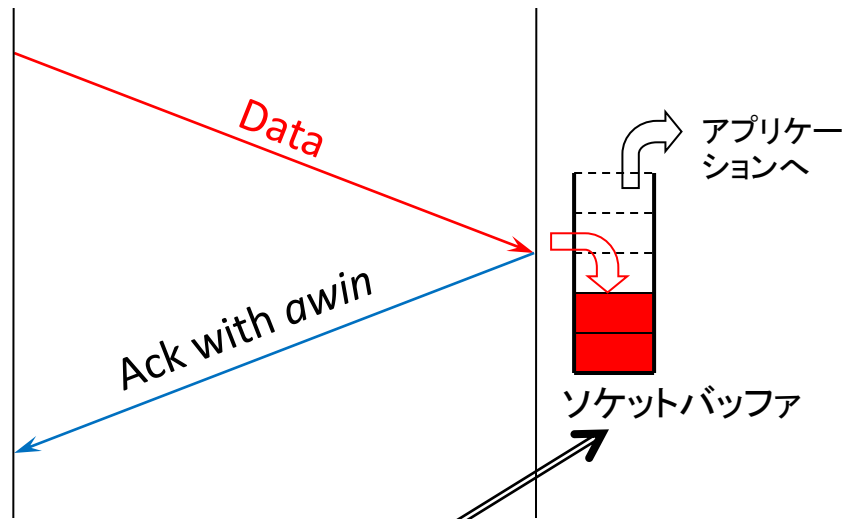
LFN 問題 (2/2)

$$\text{Window size} = \min(\text{awin}, \text{cwin})$$

awin : 告知ウィンドウサイズ

送信側

受信側

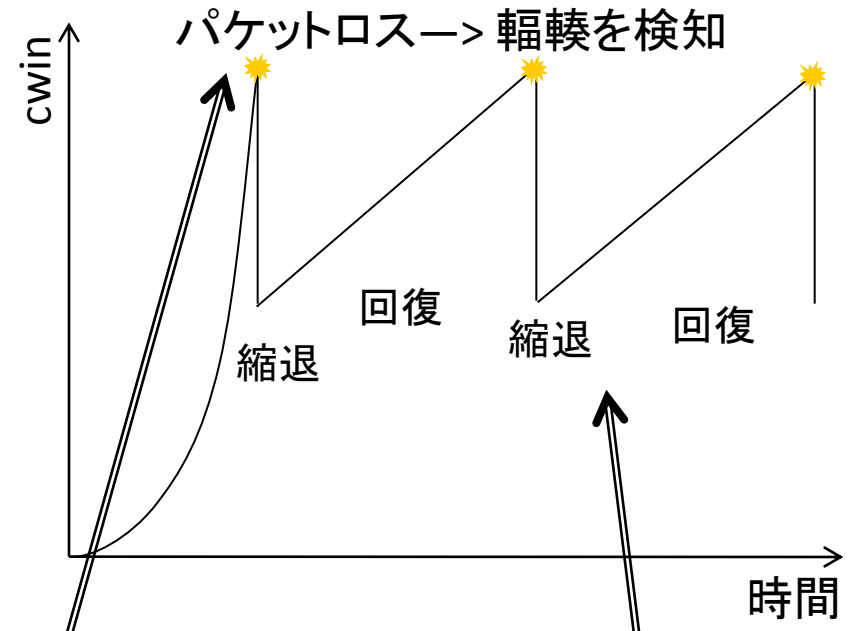


帯域遅延積より大きくする必要がある。

(例 1Gbps, RTT=20ms:

$$\text{BDP} = 1000 / 8 * 0.02 = 2.5 \text{ MB})$$

cwin : 輻輳ウィンドウサイズ



- **パケットペーシング**[†] (パケットの送信間隔を広げる)
- 光コネクターを磨く

輻輳回避アルゴリズムの選択: BIC, CUBIC, ...

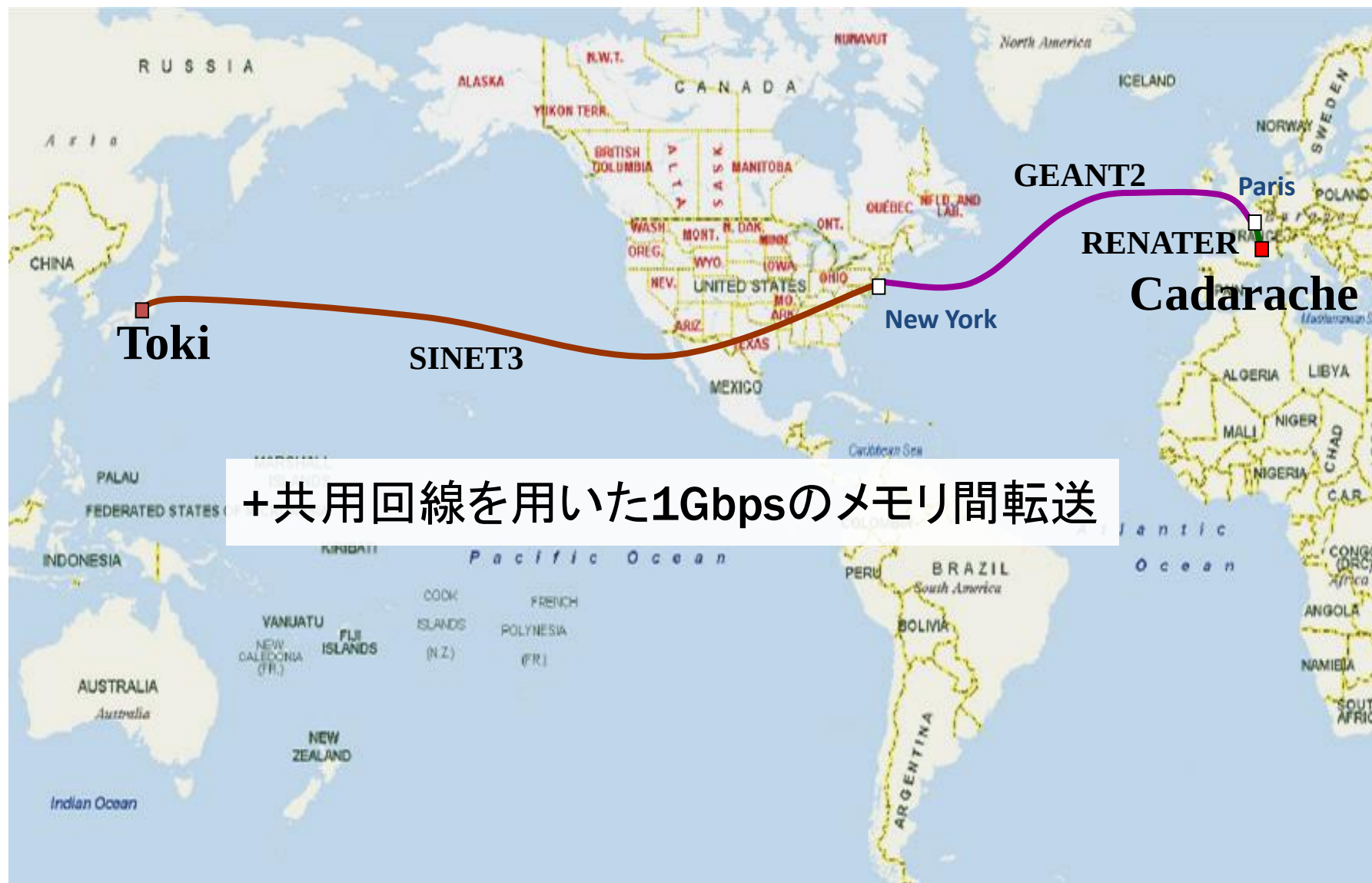
[†] T. Yoshino, et al., Proc. of the 2008 ACM/IEEE conf. on Supercomputing, 2008

日仏データ転送実験

東大平木敬教授の全面的な支援を受け、日仏間の大量データ転送がLFN問題により阻害されずに行われるか実証する。

第1回 日仏データ転送実験

2009年6月15～22日



実験結果(第1回)



1.18 TB / 3時間
平均 881 Mbps
最大 899 Mbps

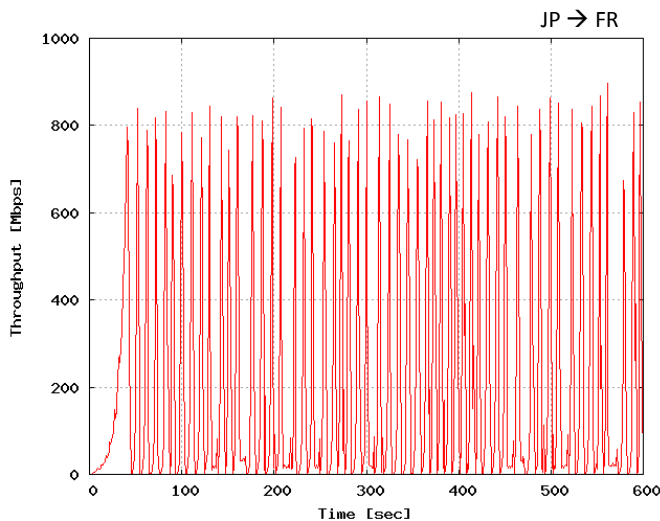


Toki サイト:

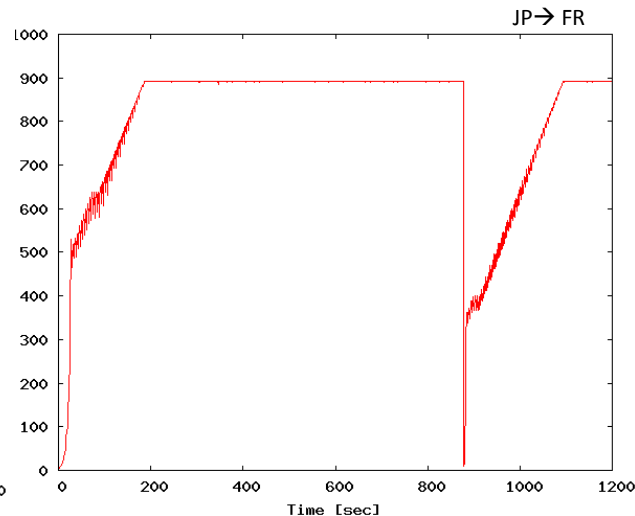
Intel Xeon 3.0GHz, メモリ 2GB

Cadarache サイト:

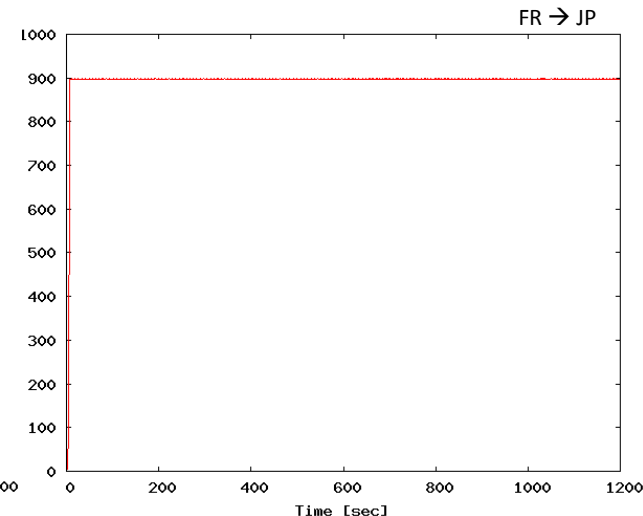
Intel Core2 Duo 1.4GHz, メモリ 4GB



パケットペーシングなし



PSPacer (PAUSE packet)

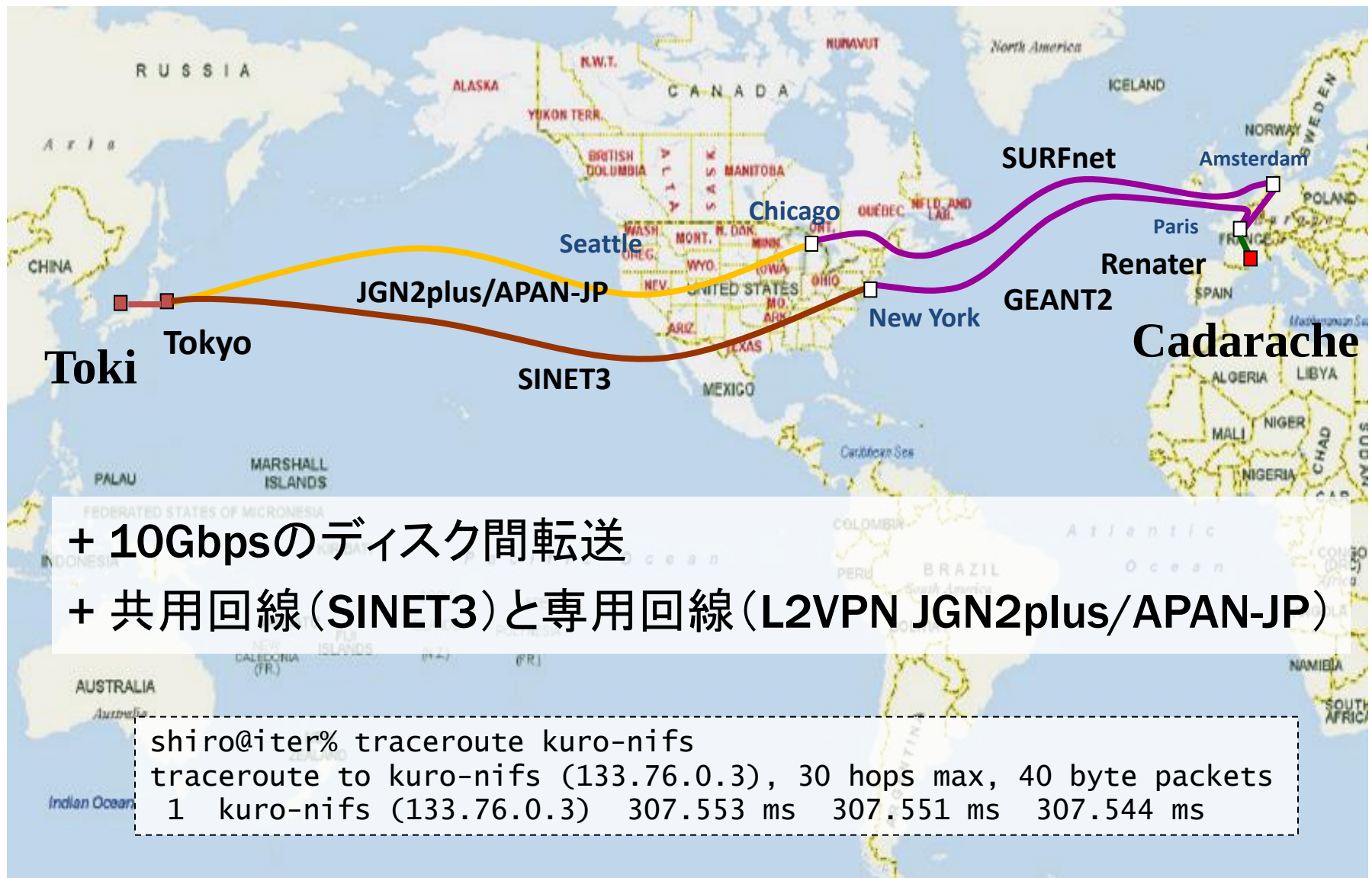


IPG tuning / NIC module

Iperfによる測定

第2回 日仏データ転送実験

2009年9月21～25日



予備実験: JGN2plus Chicago 折返し

2009年9月9日～12日

NIFS—(SINET3)—大阪—(JGN2plus/APAN-JP)—シカゴ

SINETより NIFSノードにて 10GEポートの借用

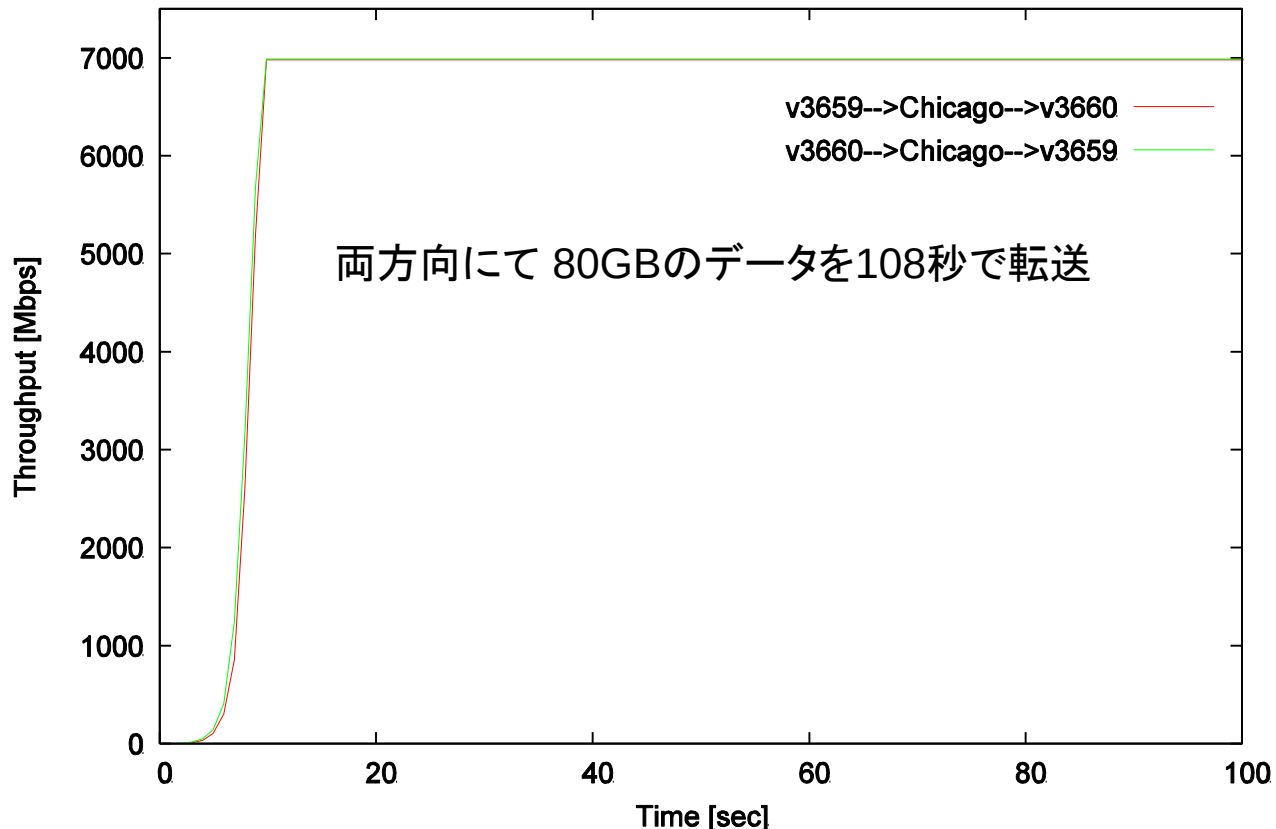
SINET3 名阪間をNIFSからJGN2plusへのアクセス回線として利用



CPU: Intel Core i7 940
Memory: DDR3-1333 6GB
Disk: Intel X25E + Adaptec RAID
NIC: Chelsio S310E

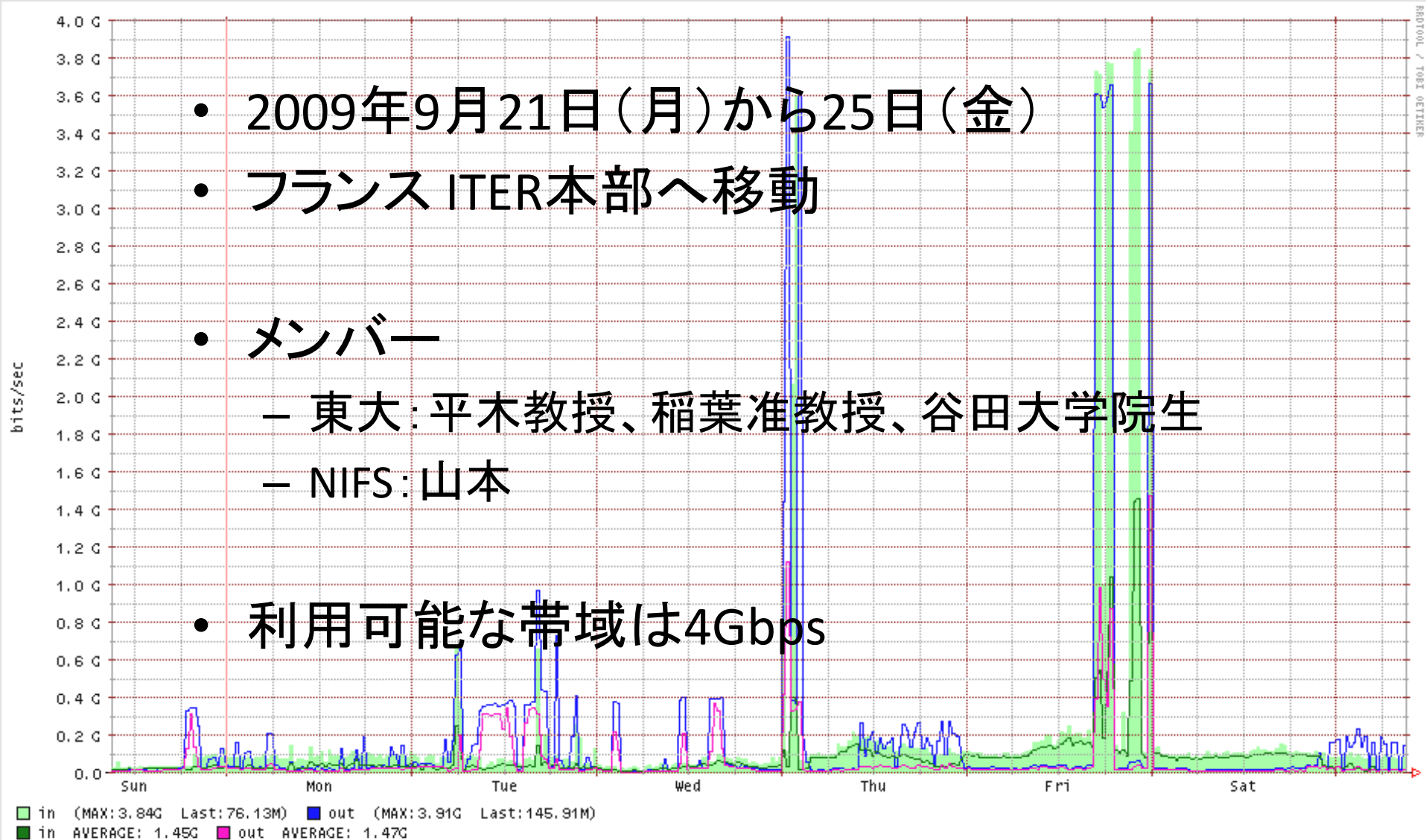
OS: Debian 5.0 + kernel 2.6.30.5

NIFS<-->Chicago/JGN2plus, RTT=368ms (disk to disk), 2009/09/12 10:40



本実験

- 2009年9月21日(月)から25日(金)
- フランス ITER本部へ移動
- メンバー
 - 東大: 平木教授、稲葉准教授、谷田大学院生
 - NIFS: 山本
- 利用可能な帯域は4Gbps



Max Bandwidth: 9.6G bits/sec
(excluding L1 dedicated bandwidth: 5.1G bits/sec)

NIFSノードにおけるトラフィック: SINET3提供

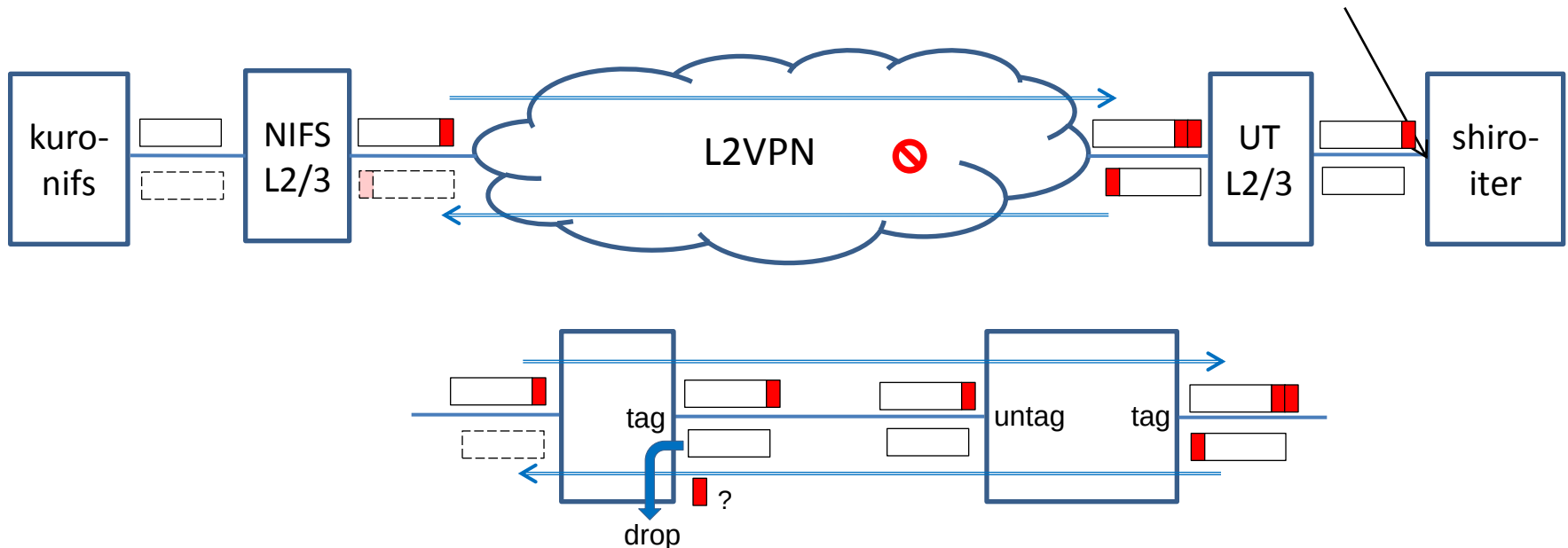
Provided by SINET3 operation center

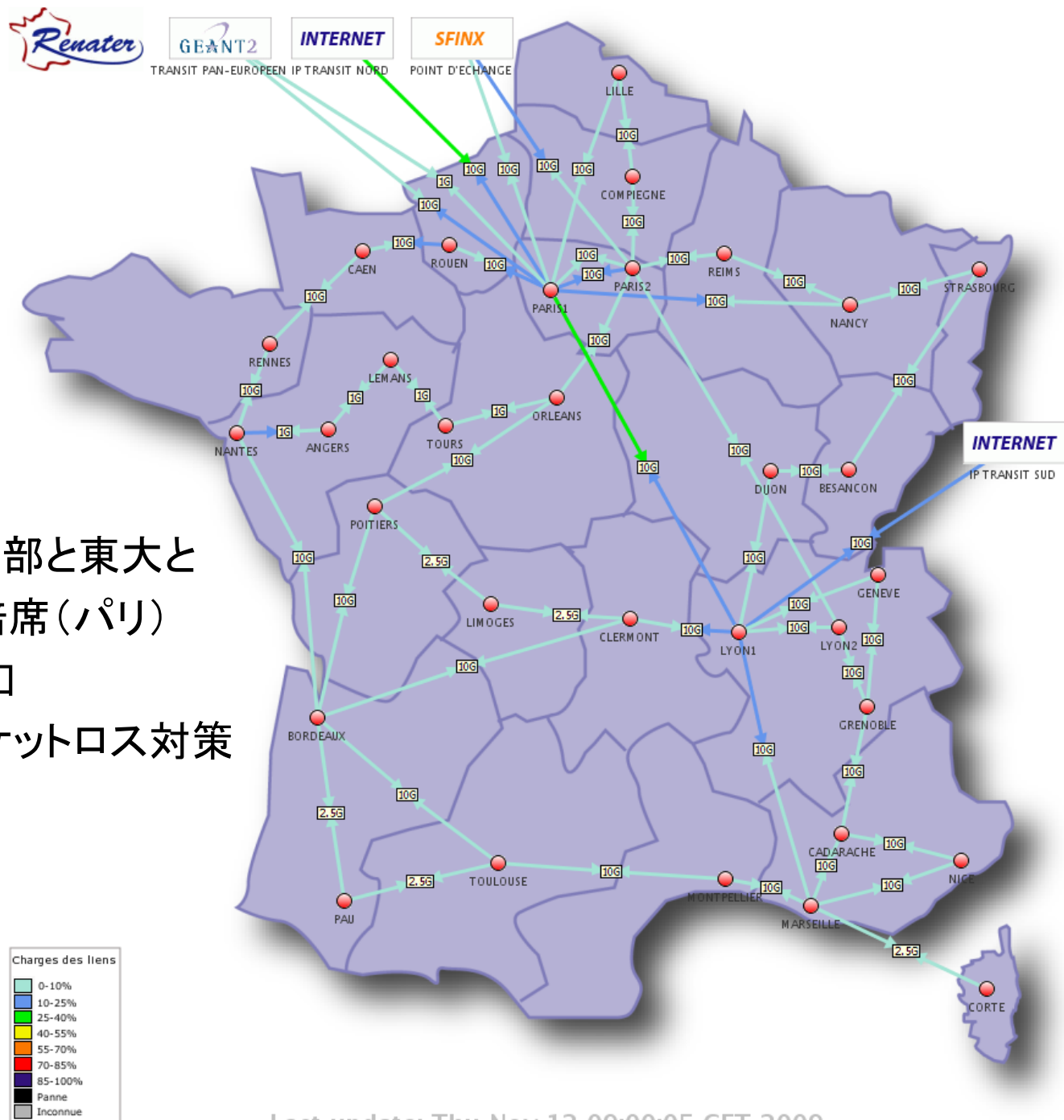
VLANタグ

- 専用線が切断

- ITER側ではNIFS側からのarpパッケージがVLANタグ付きに届く。
 - 途中でタグが余分につけられている？

```
01:10:25.280440 vlan 3780, p 0, arp who-has 133.76.0.203 tell kuro-nifs
01:10:26.280395 vlan 3780, p 0, arp who-has 133.76.0.203 tell kuro-nifs
01:15:02.157204 vlan 3780, p 0, arp who-has 133.76.0.110 tell kuro-nifs
```





木曜日；Renater本部と東大との
の会合に陪席（パリ）

- * 帯域制限の緩和
- * 専用回線のパケットロス対策

実験結果(第2回)

- 86 GBのファイルを205 秒で転送した(平均3.3Gbps)。
- 制限値の80 %以上の転送速度を得ることができた。

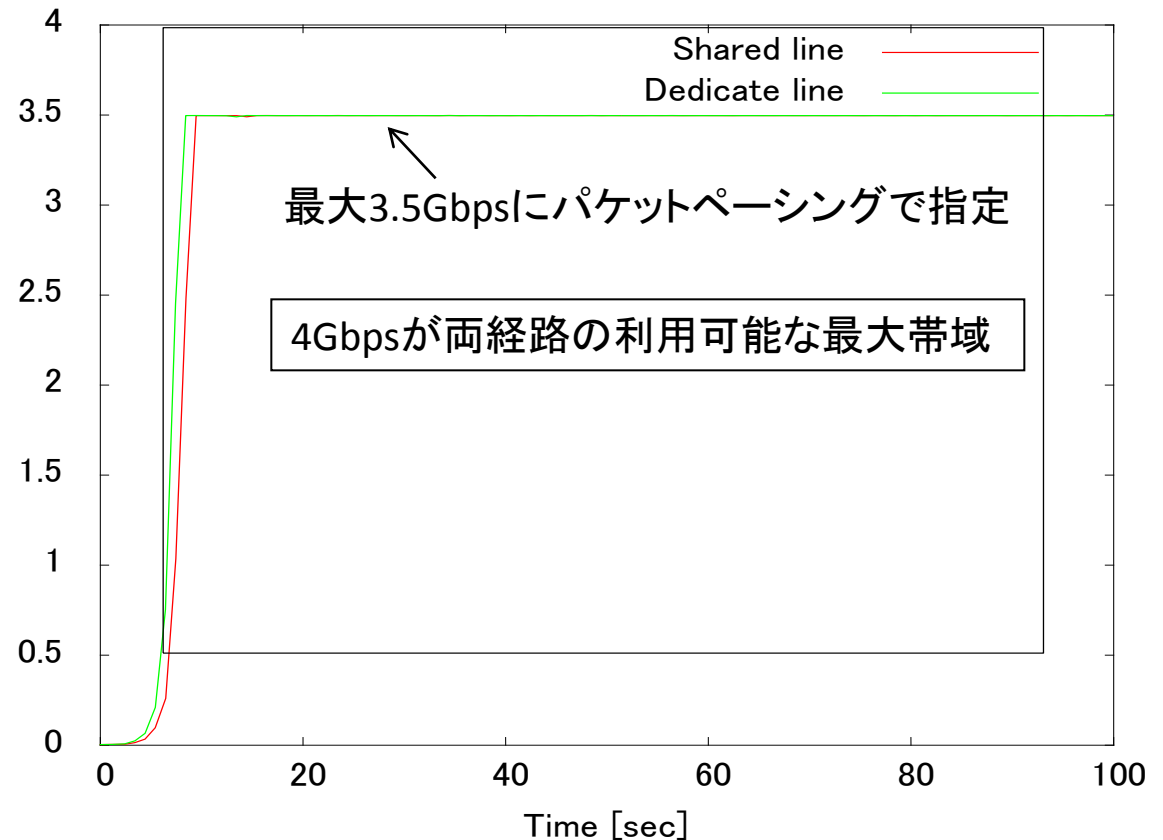


Toki サイト



Cadaracheサイト

JP→FR (disk to disk), RTT=307ms, 2009/09/25 10:47/s, 16:57/d (CEST)



まとめ

- 核融合研究の共同研究活動の一例として、核融合研が運用するSNETについて国際熱核融合実験炉ITERの動向を含め、紹介した。
- 普通のLinux PCを用いて日仏間のデータ転送実験を行った。パケットペーシングにより、ファイル転送を平均3.3Gbpsで安定して行うことができた。

謝 辞

- 核融合科学研究所
- 東大平木研究室
- ITER本部
- SINET3
- JGN2plus
- APAN-JP
- WIDE
- CTC SP NVC 日立
- StarLight
- Internet2
- GEANT2
- Renater