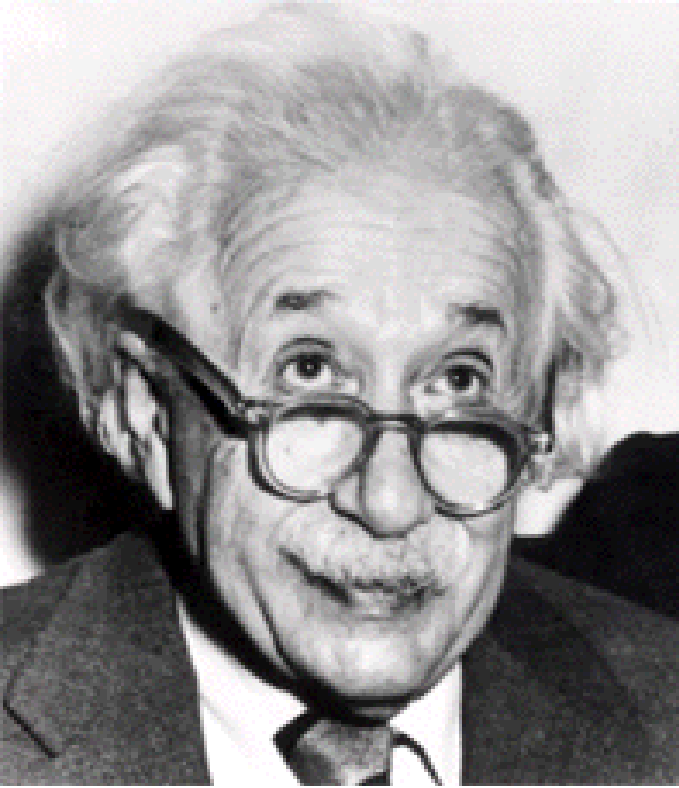


# 核融合研究が望む 広帯域ネットワーク

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)

## 概 要

- 核融合
- SNET活動
- ITERの展望
- 日仏データ伝送試験



Albert Einstein

Mass–Energy Equivalence

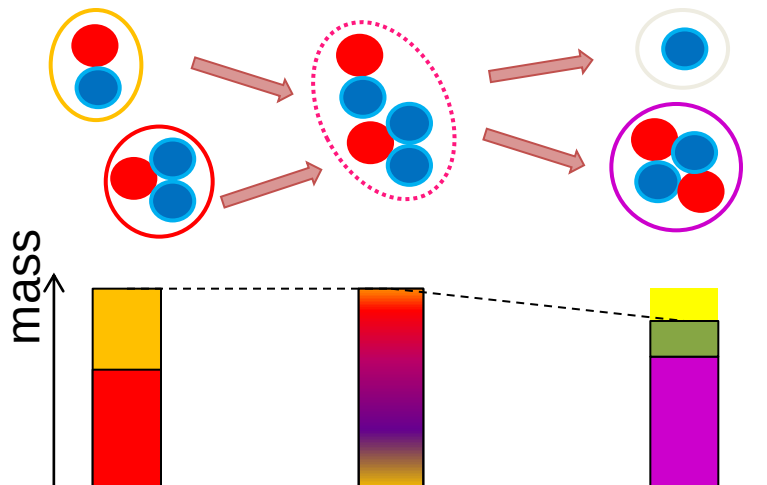
$$E = mc^2$$

Hans Bethe

星の光は  
核融合反応による。

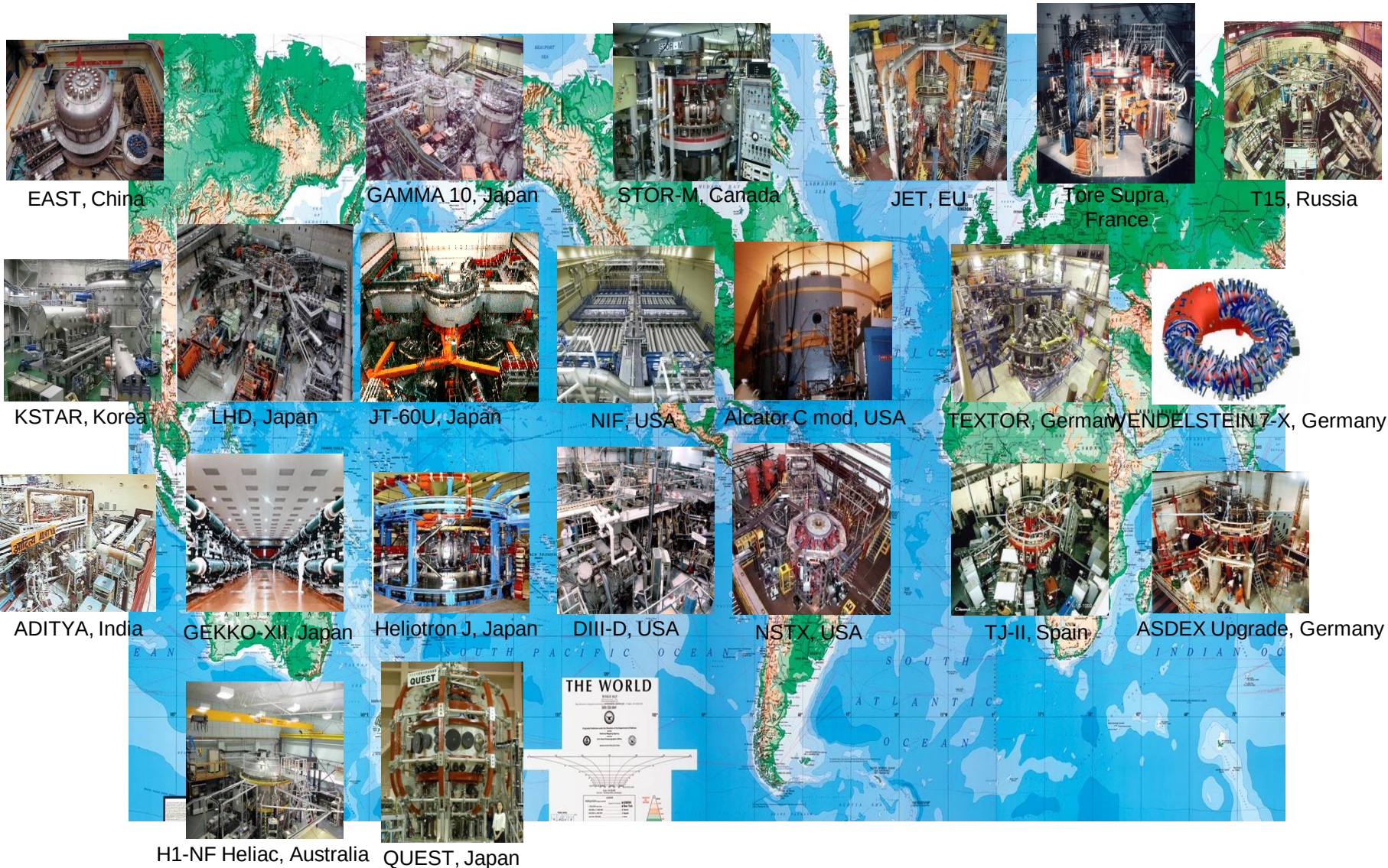


軽い原子が融合して重い原子になるときに  
質量が減り、エネルギーが放出される。





# “Fusion on the earth”, experimental devices around the world

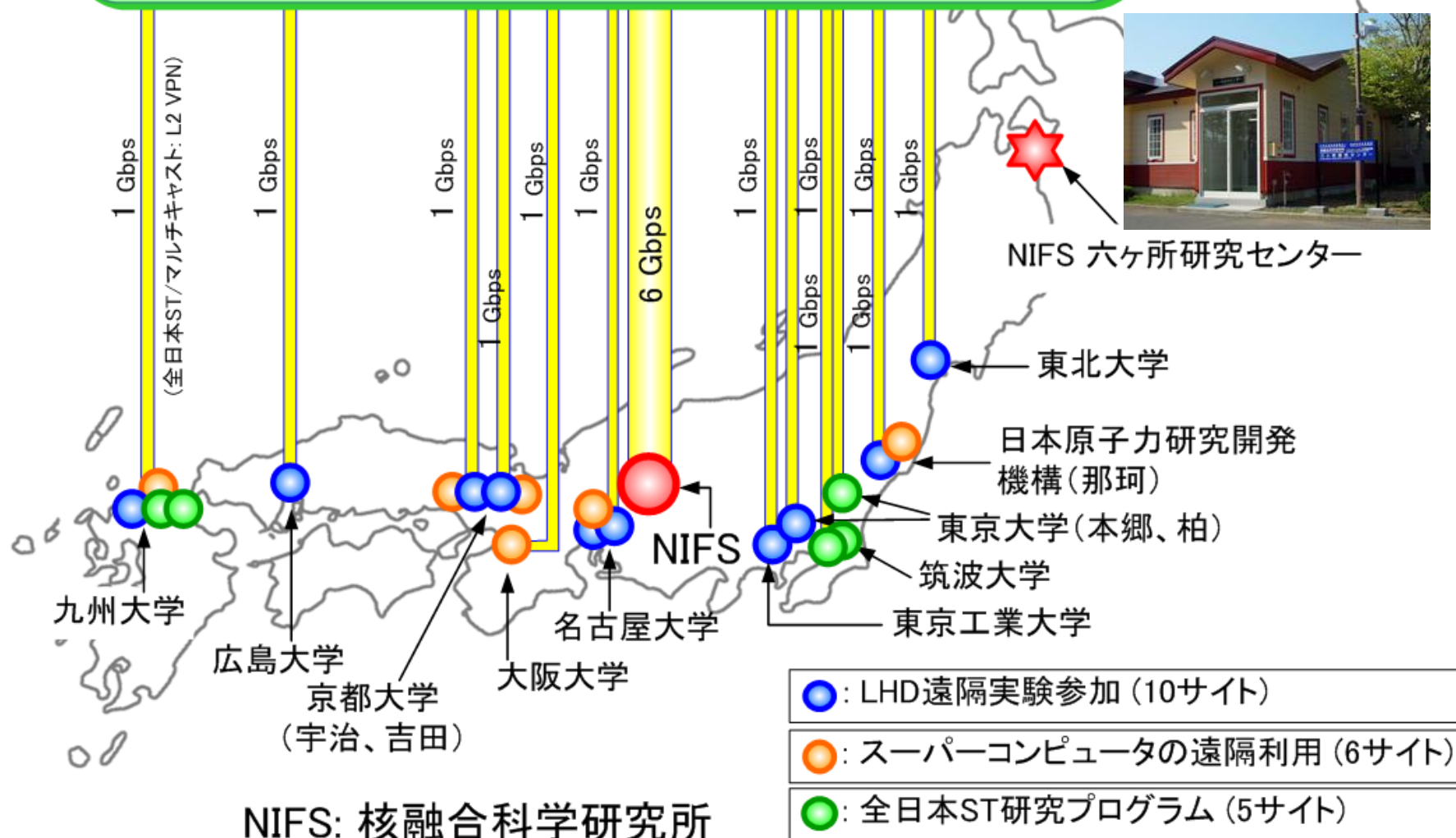




# SNET接続概要

## 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)



# SNETの発展

スーパーコンピュータ遠隔利用 (6)

プロジェクト名 (現在の参加サイト数)

H13年度

H17年度

H30年度

LHD遠隔実験参加 (10)

全日本ST研 (5)

ITER国際共同研究



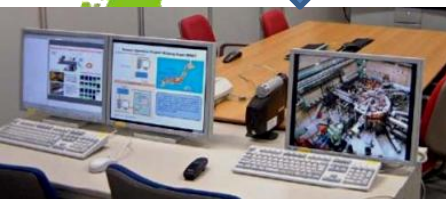
京都大学

LHD



東京大学

大型ヘリカル実験装置  
LHD (NIFS)



九州大学



球形トカマク実験装置  
QUEST (九州大学)

QUEST計測データ

Plasma



Plasma Simulator  
(NIFS)

核融合研より全国の  
大学・研究機関へ



LABCOM  
(NIFS)

from GAMMA-10

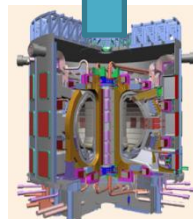


GAMMA-10  
(筑波大)

ITER計測データ  
(提案)

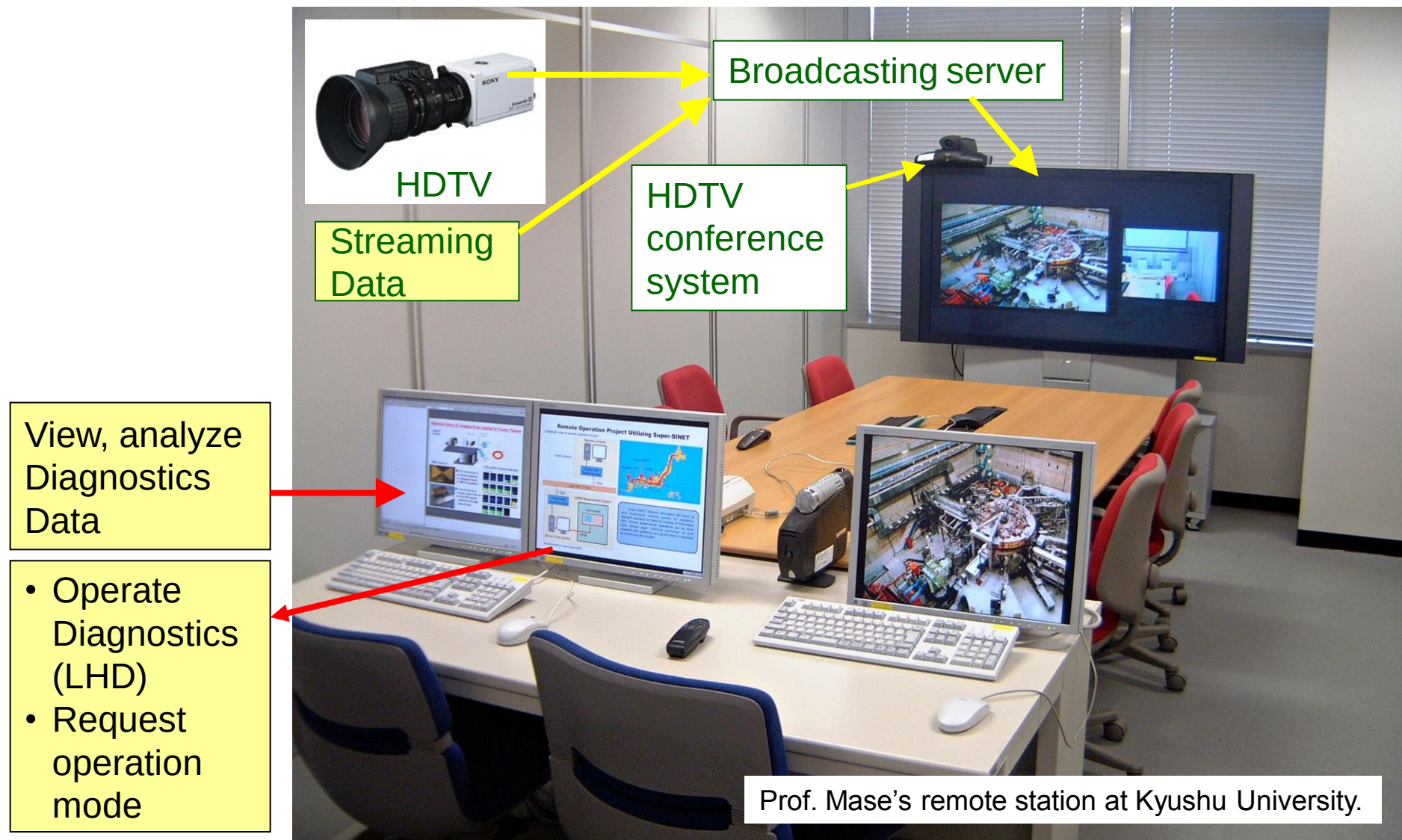
ITER-BA 遠隔サイト  
(六ヶ所村)

全国の大学・研究機関へ



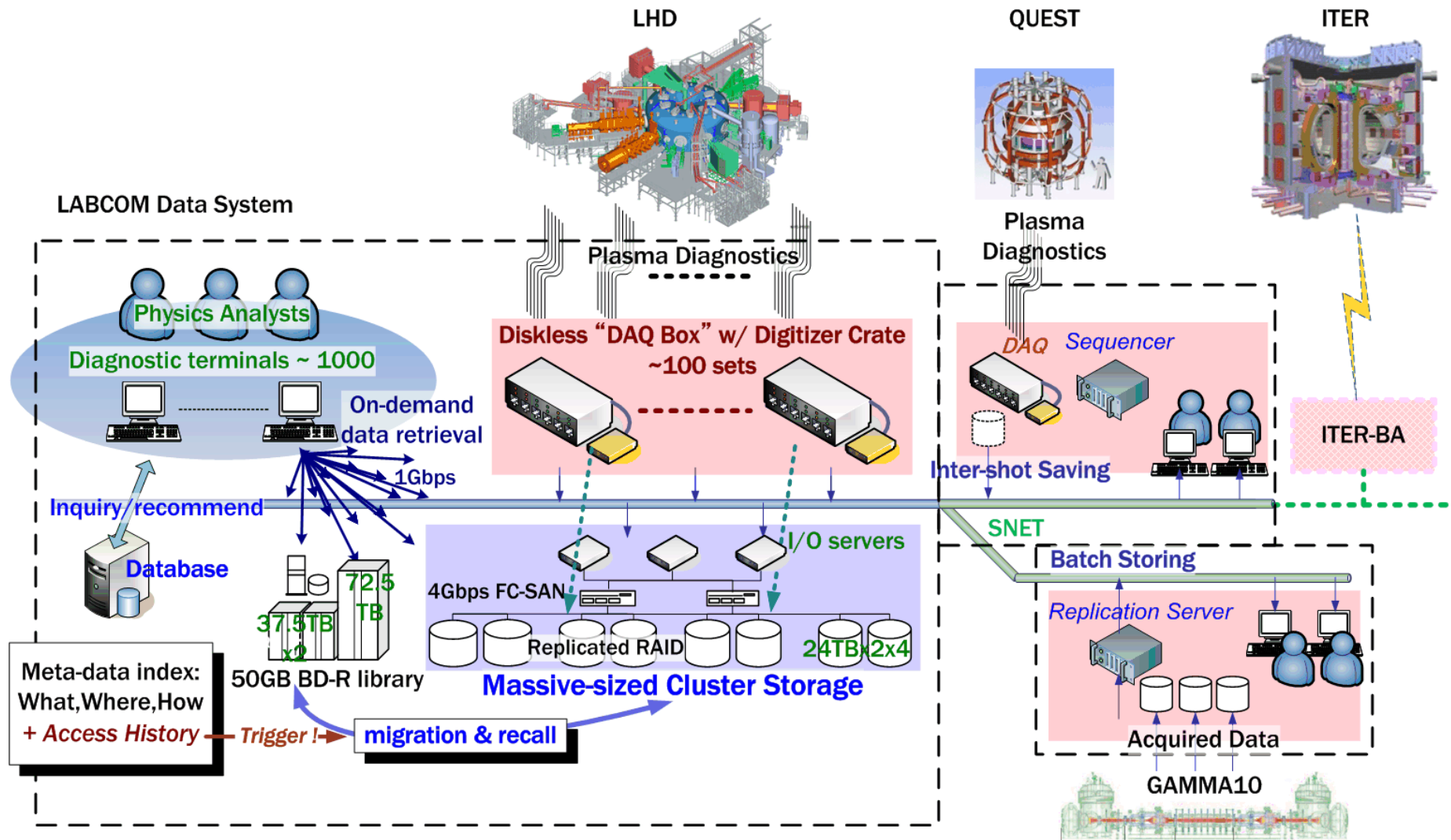
ITER (フランス)

Typical remote site: Physicists watch TV and feel the reality of the experiment at remote site.



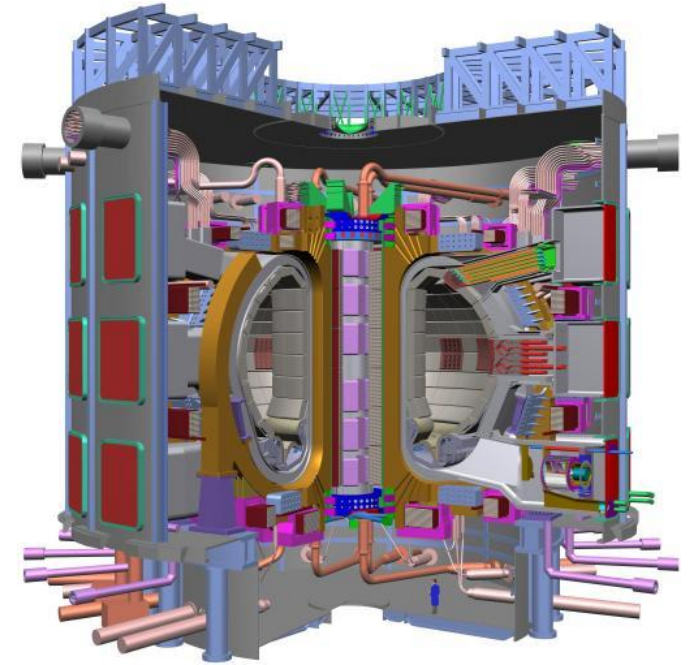


# データ収集システム LABCOM/X



# ITER

- ITER参加極
  - 日、欧、露、米、中、韓、印
- 2018年ファーストプラズマ
  - 20年間の運転予定
  - 2026年に核融合反応実験
- 本体はフランスに建設
  - ITER Broad Approach (BA) 六ヶ所村等に関連施設を設置



- 国際核融合エネルギー研究センター (IFERC)
  - 原型炉設計・研究開発調整センター
  - ITER (イーター) 遠隔実験研究センター
  - 核融合計算機シミュレーションセンター

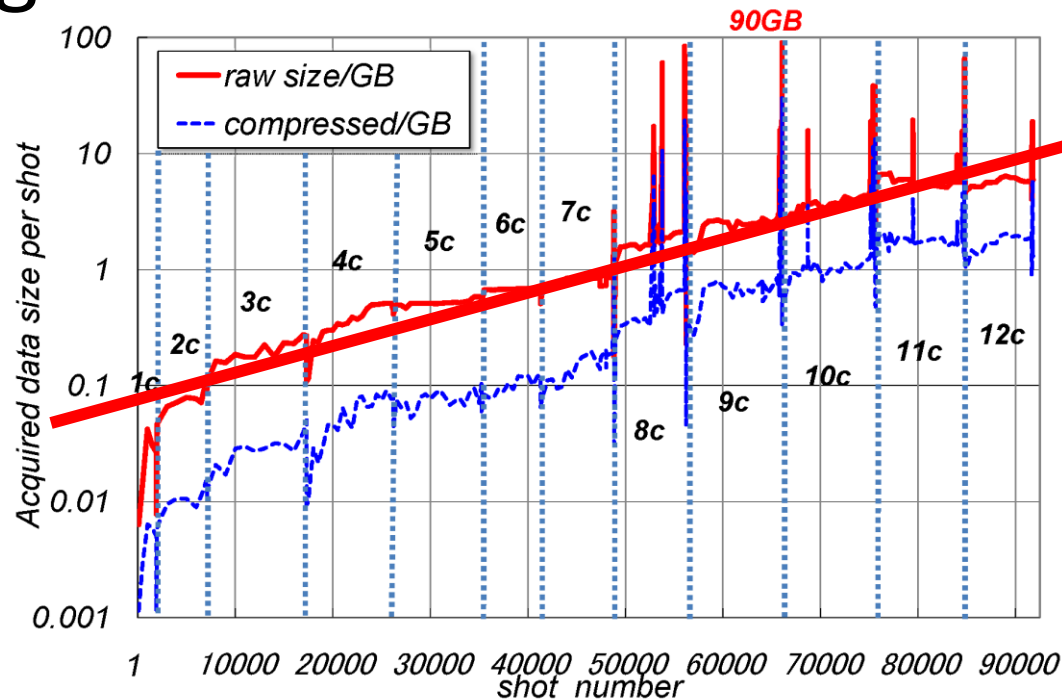




# ITERのデータ量(推定)

- 生成される実験データ量は未定。以下、推定。
  - 1ショット 1TB以上
    1. LHD実験では、13秒の実験時間で平均7GB/shot。
    2. ITERの実験時間を300~500秒とすると 160 ~ 270GB/shot
    3. さらに10年後は 10倍になると仮定し、1.6 ~ 2.7TB/shot
- 2 shot/hourと仮定すると、100Gbpsの帯域が必要
  - 100Gbps で実効速度80Gbpsとすると、160 ~ 270秒の転送時間
  - 同様に、40Gbps -> 400秒(~7分), 10Gbps -> 1600秒 (~25分), 1Gbps -> 16000秒 (~4.5時間)
- その他、各種映像(HDTV)
  - UDPストリーム (Video wall)
  - 共存 or 分離

# Data growth in LHD



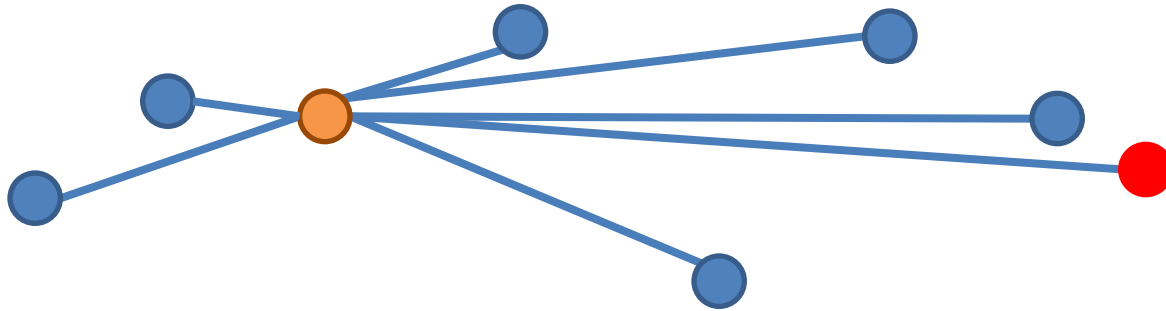
- **~ 7 GB/shot** is acquired by them in short-pulse exp., max. **90 GB** in a long-pulse.
- ~ 50 %/yr growth continuing.
- 12-year operation has made the data amount **100 time bigger**.

will be also occurable in ITER

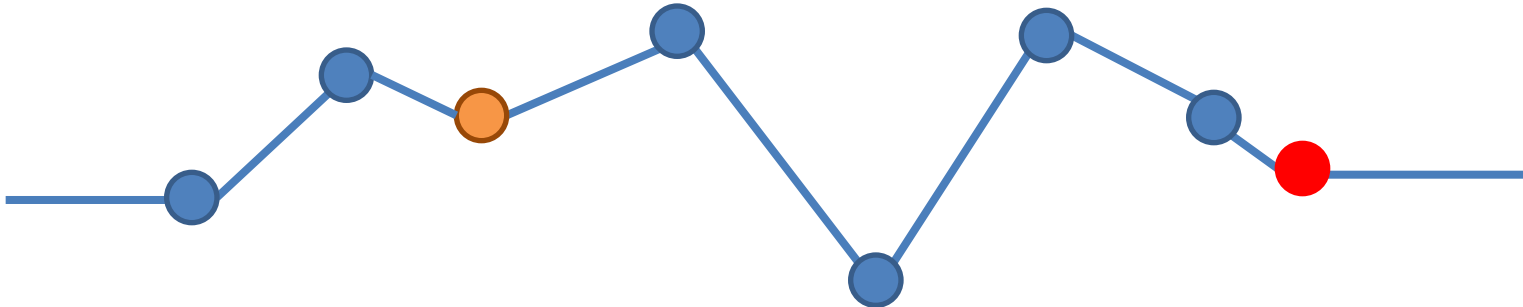


複数の参加極がデータを要求する場合、どのように配布するのがよいか？ ... これも未定

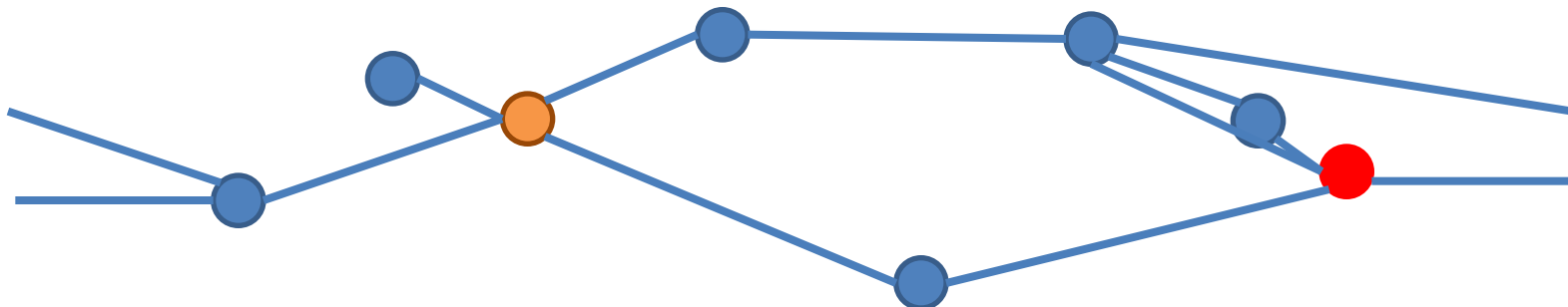
スター



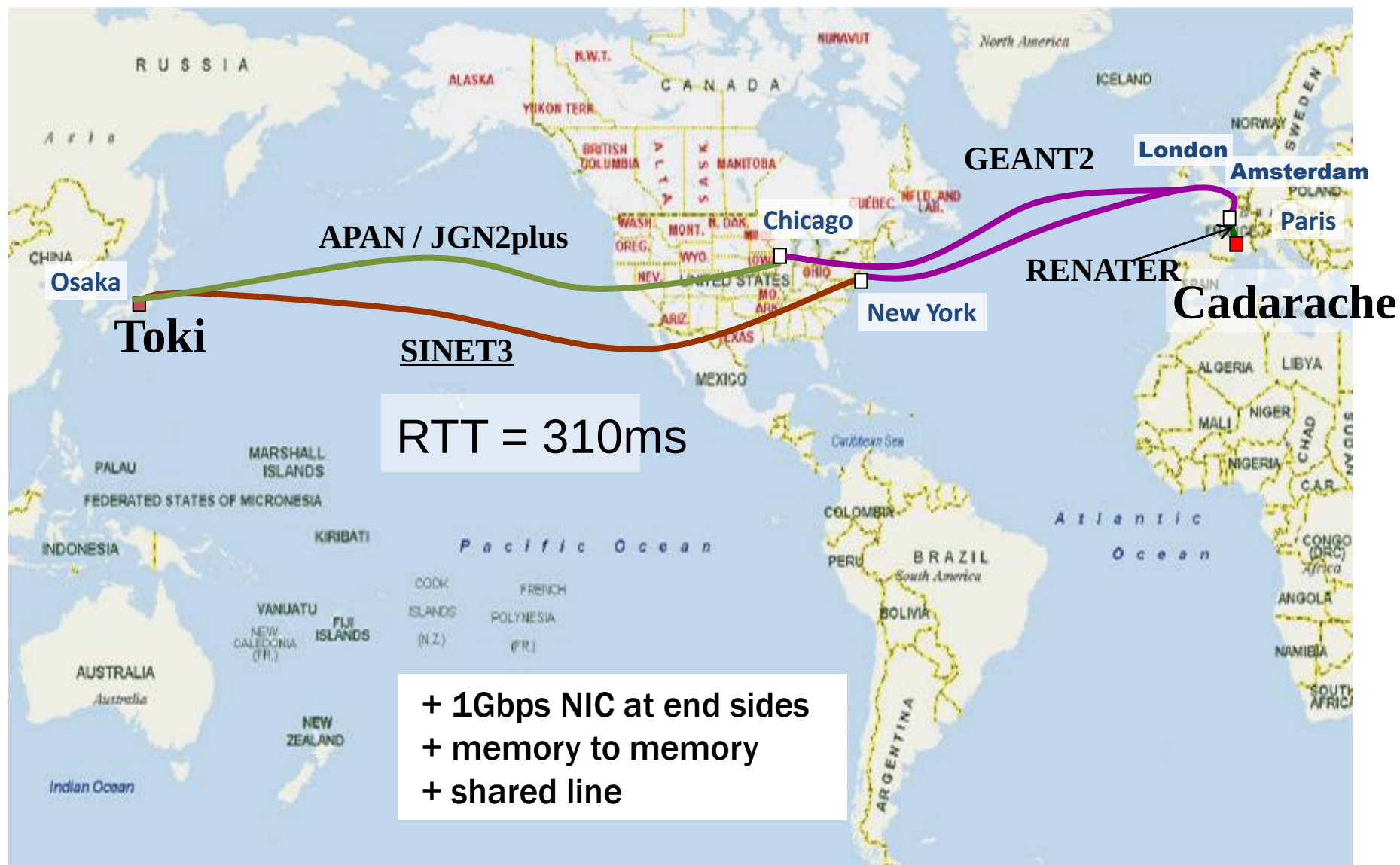
リング



メッシュ



# 日仏データ伝送試験 (2009.6.8 - 6.12)



This work is supported by Prof. Hiraki, Univ. of Tokyo.

# テスト環境

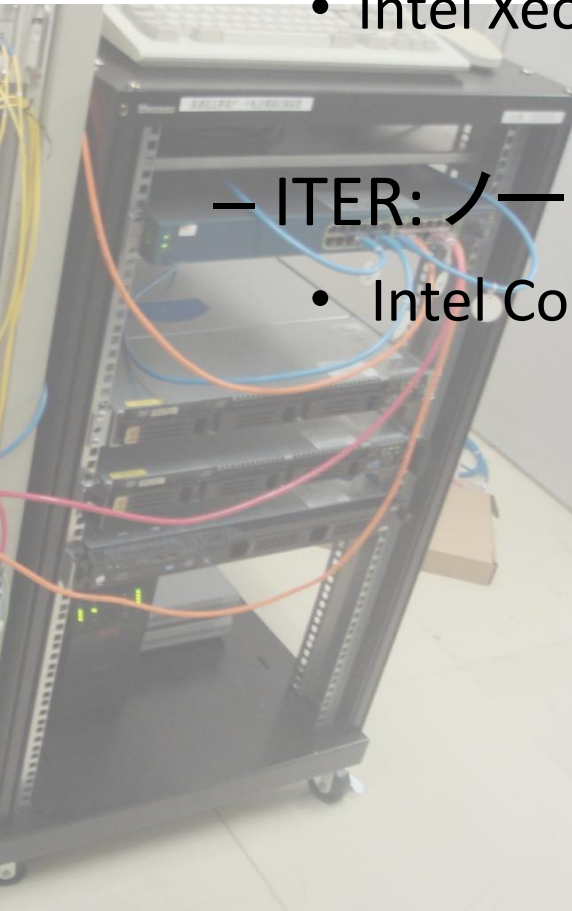
- サーバ

- NIFS: ラック型サーバ

- Intel Xeon 3GHz, メモリ 2GB, Debian 4.0

- ITER: ノートPC (All in one)

- Intel Core2 Duo 1.4GHz, メモリ 4GB, Debian 5.0





# 確認と調整

## 1. Path: SINET3⇔GEANT2⇔Renater

- パケットロスが発生しないことを確認

## 2. OS: Linux: カーネルパラメータの調整

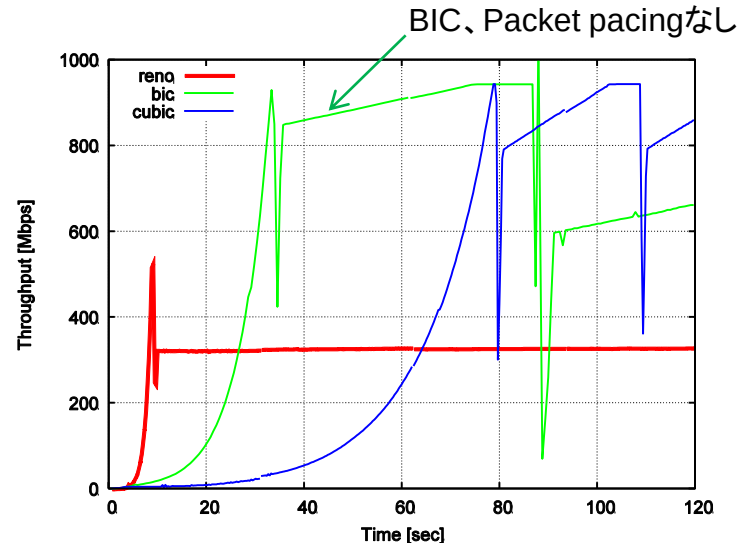
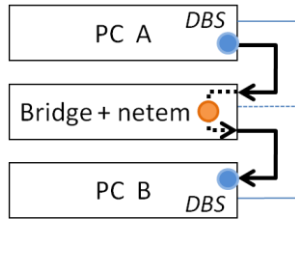
- Windowサイズを大きく

## 3. NIC: Packet pacing

- パケットロスを起こさないように、IPGをデバイスドライバで調整

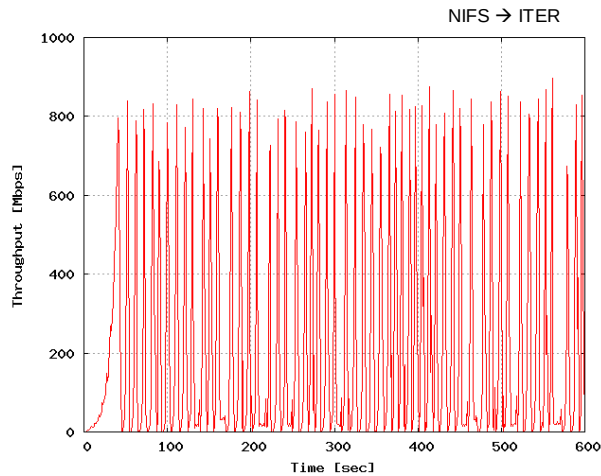
# RTT=300msのシミュレーション

遅延模擬装置  
Linux box



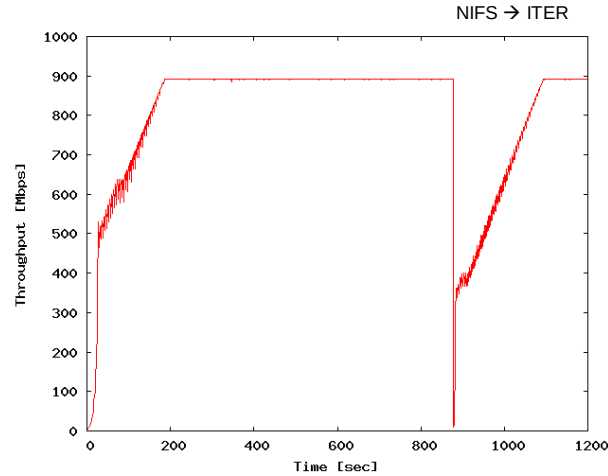
T. Yamamoto, Fusion Eng. Des., **83**(2008)516

## JP-FRの結果 (RTT=310ms)

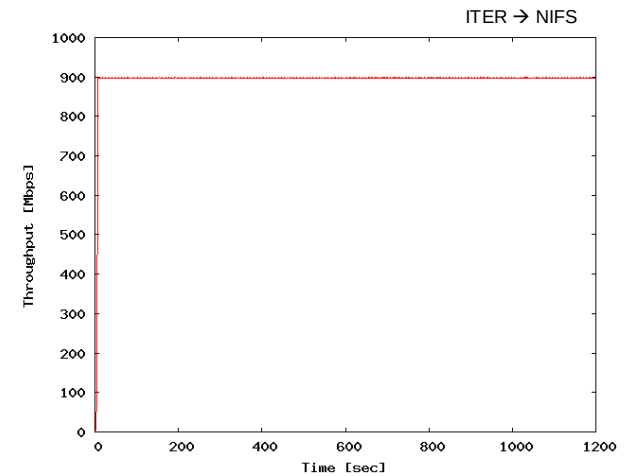


Packet pacingなし

※ iperfによる測定

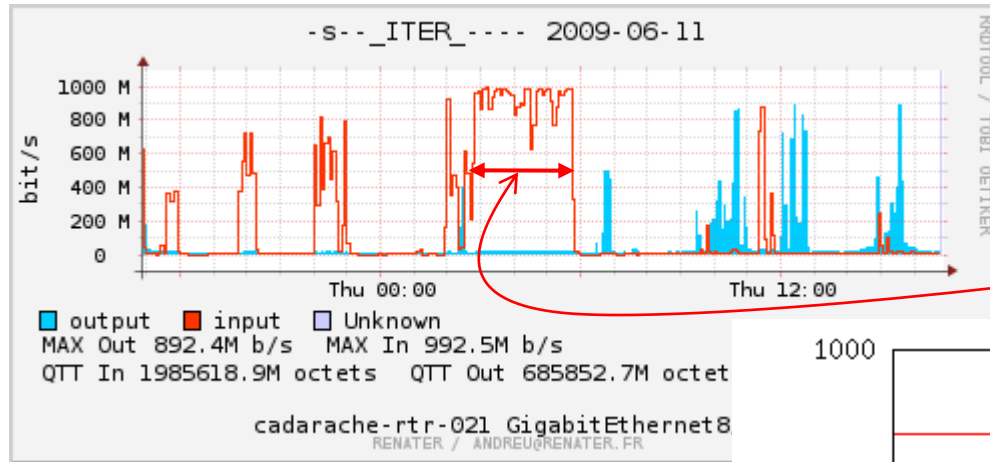


PSPacer (PAUSEパケット)



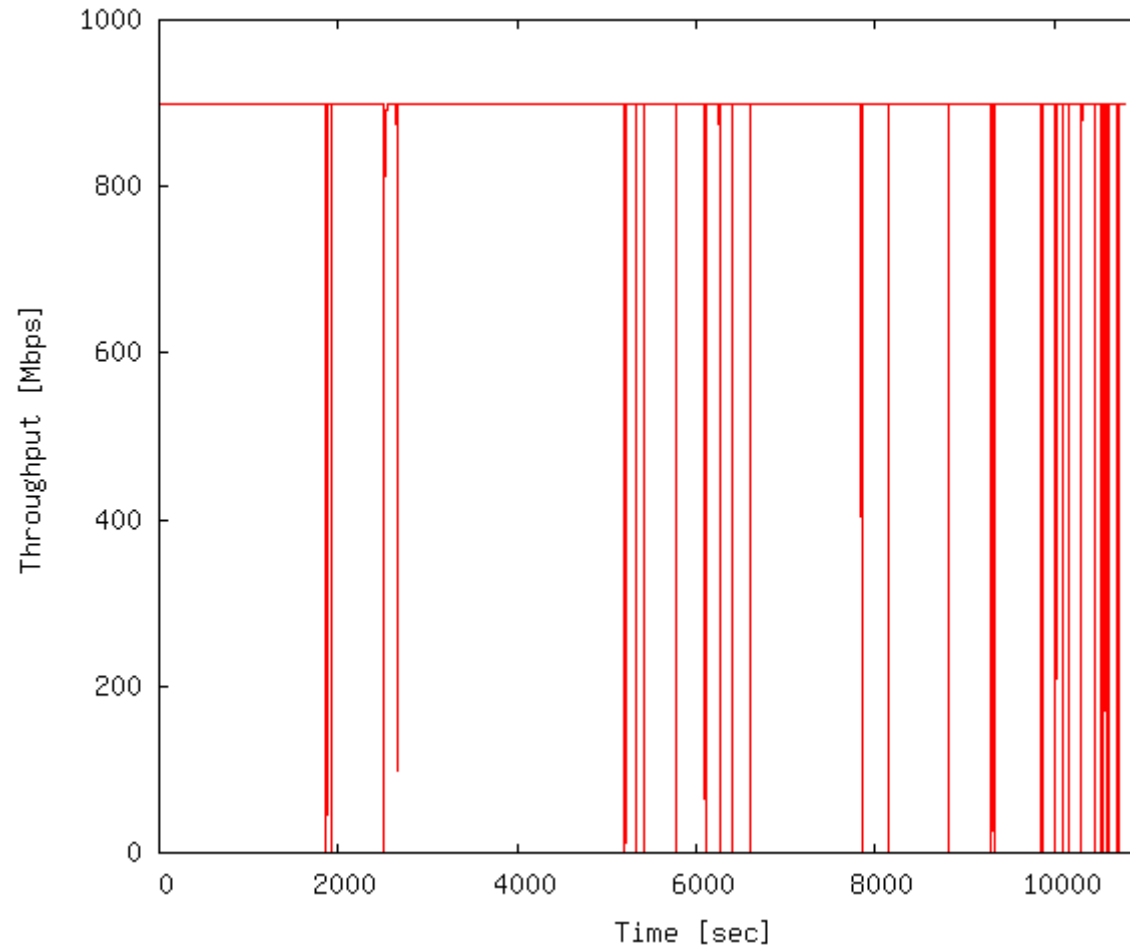
ドライバーモジュール (IPG)

# JP –FR data transfer experiment



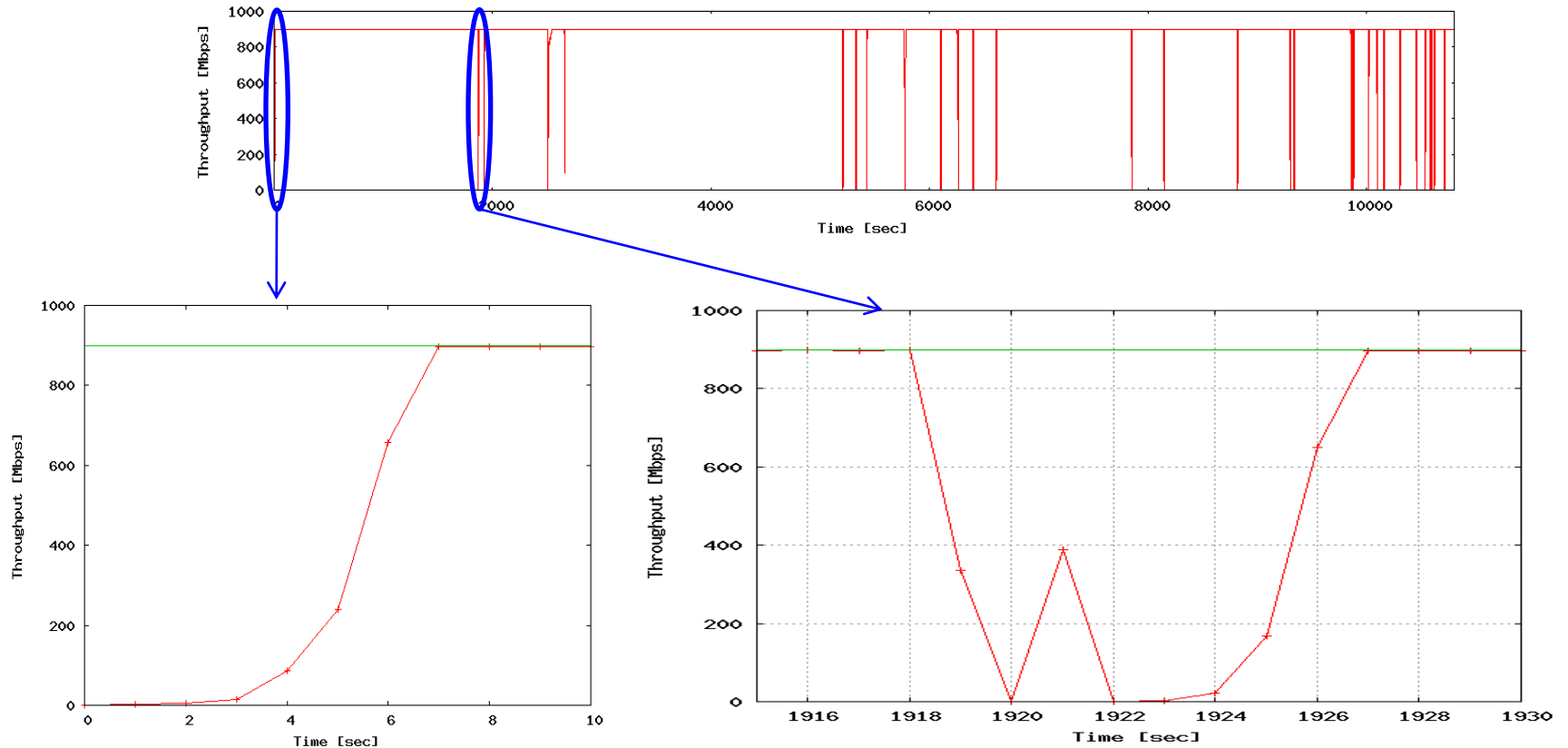
12 Jun, 2009 01:30 – 04:30  
(CEST)

Ave. 881Mbps  
Peak 899Mbps  
1.18TB / 3h





# Memory in ITER IO (FR) to memory in NIFS (JP)



10秒以内で立ち上がり、パケットロスに対しても  
10秒以内で回復している。

# 今回の転送試験で得られたこと

- Packet Pacingを使えば、普通のTCP(BIC)で十分な性能が得られる。
  - 1Gbps メモリ間転送ならば、ノートPCでも大丈夫。
- 一般回線でも、安定した結果が得られた。
- その他
  - 事前準備でJGN2plus (Chicago折返し, RTT=370ms)を利用させて頂きました。
  - 現地で実証すること。



エクサンプロバンス

# まとめ

- 核融合研究は、共同研究が盛んである。ここでは、NIFSが運用するSNETについて紹介した。
- 国際熱核融合実験炉ITERの建設が開始された。そのデータ量は未知。膨大になる見込み。
- 今後の国際共同研究を円滑に進めるためには高速データ転送の知見を得る必要がある。
- 日仏データ伝送試験を行い、両端1Gbpsで平均880Mbpsを得ることができ、次のステップの準備となった。



# 謝 辞

- 東大平木研究室
- ITER機構(IO)
- SINET3
- JGN2plus
- APAN-JP
- WIDE
- StarLight
- Internet2
- GEANT2
- Renater