

微視的計測へのトライアル

-- ADVNET2009 (2009/06/30)--

慶應義塾大学 DMC機構

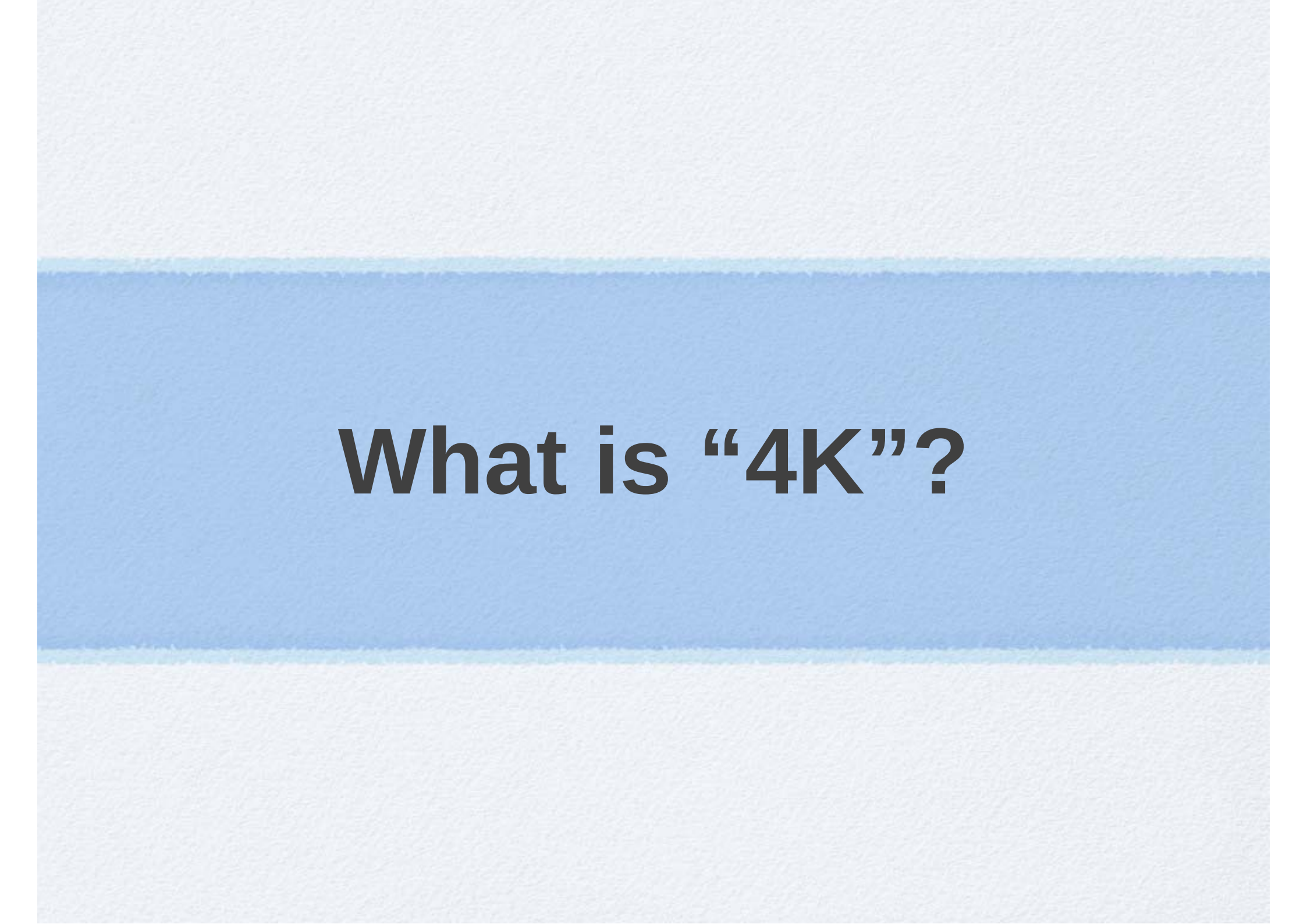
金子晋丈

本発表の一部は、(独)情報通信研究機構の委託研究「新世代ネットワークサービス基盤構築技術に関する研究開発」として実施しています。

Outline

- 微視的計測の必要性
 - 過去の4K伝送の経験から
- 計測技術の現状
- e2e微視的計測の実例
- ネットワーク内微視的計測システム

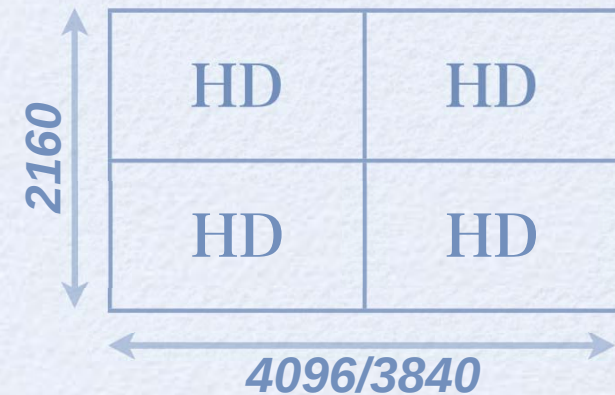
背景



What is “4K”?

4K Quality

- 8M pixels image
 - DCI 4K: 4096x2160
 - Quad HD: 3840x2160
- Cinema quality
 - Resolution
 - 35mm film equivalent or more
 - less than 65mm film
 - Color space
 - Larger than TV(Rec.709)
 - Standards
 - DCI (Digital Cinema Initiative)



4K Quantity

- **Still Picture**
 - **RGB 16bit: 50MB**
 - 4096[pixel] x 2160[pixel] x 3[color] x 16[bit]
 - **RGB 8bit: 25MB**
 - 4096[pixel] x 2160[pixel] x 3[color] x 8[bit]
- **Motion Picture**
 - **YCbCr422 12bit 29.97fps Progressive: 6Gbps**
 - 3840[pixel] x 2160[pixel] x 3[color] x 12[bit] x $\frac{2}{3}$ x 29.97[frm/sec]
 - 1 min. : 41GB (recorder) -> 83GB (RGB TIFF 16bit)
 - 25 min. : 1TB (recorder) -> 2TB (RGB TIFF 16bit)

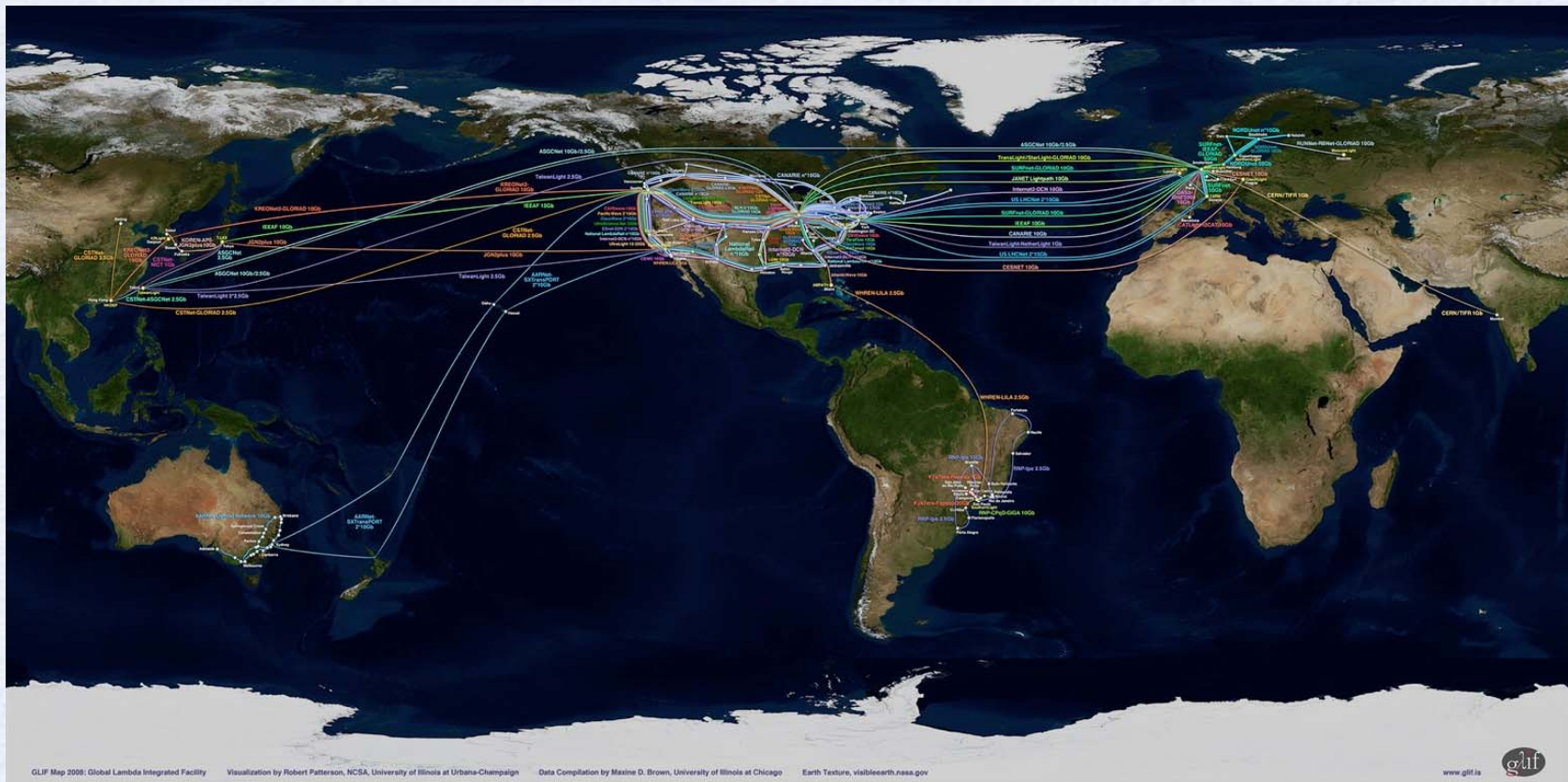
Why 4K networking?

- 4K was originally developed for the application of optical fiber broadband transmission
- 4K data is too large to handle only within one computer

Difficulties of 4K Networking

GLIF 2007 Demonstration

- **GLIF: Global Lambda Integrated Facility**
 - GLIF is an international virtual organization that promotes the paradigm of lambda networking.

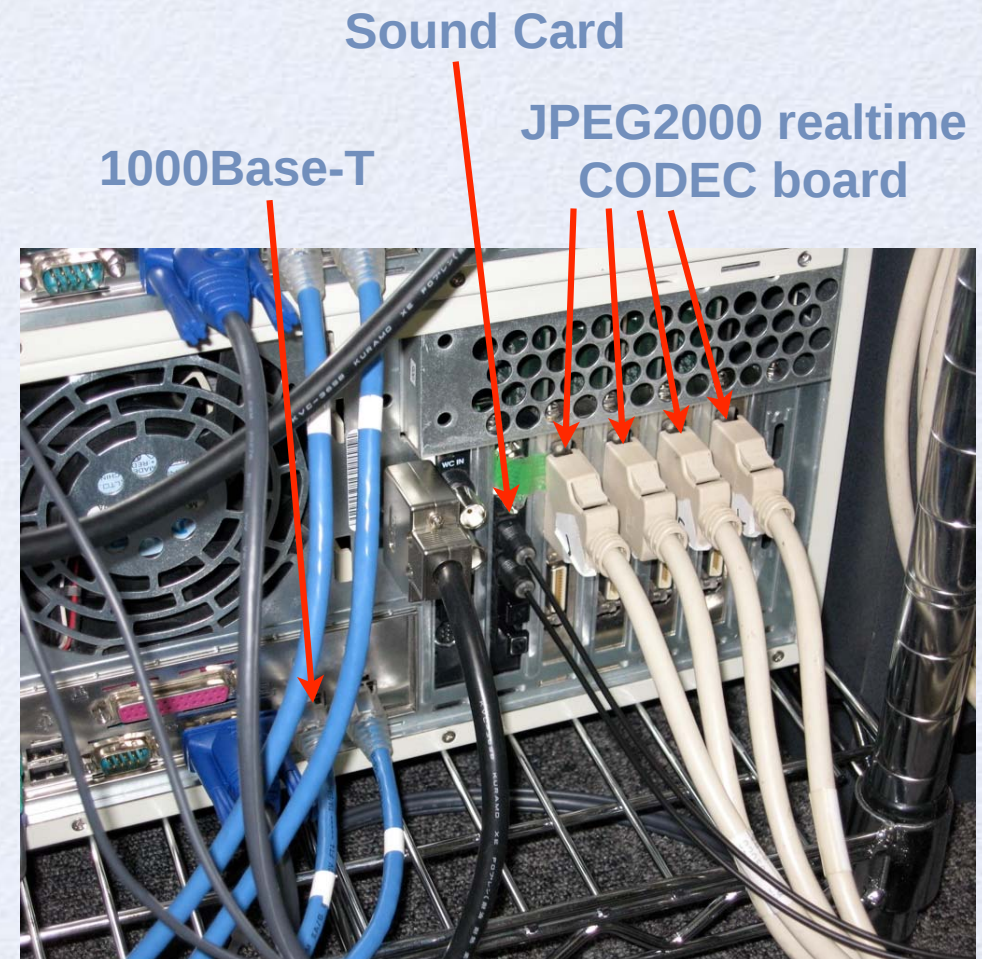


Technical Challenges

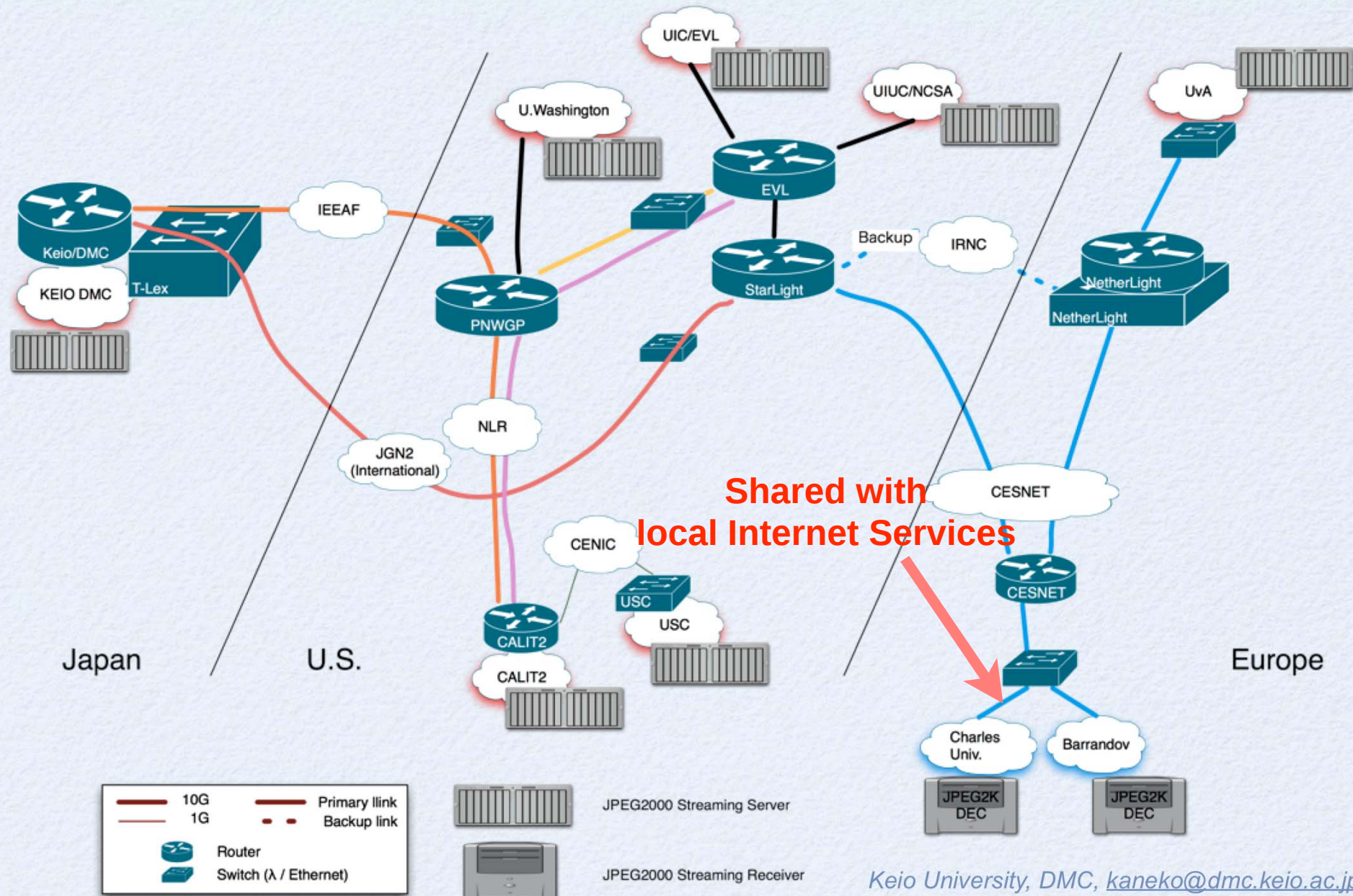
- Venue: Prague in Czech
- Remote color grading
 - HD Uncompressed Transmission
 - Color Grading control signal Transmission
 - Bi-directional HD teleconference
- **4K compressed streaming**
 - JPEG2000 transmission (~500Mbps) from multiple sites over the world.

4K Compressed Transmission System

- Video CODEC
 - JPEG 2000
- Maximum Resolution
 - 4096 x 2160
- Color Space
 - RGB(4:4:4), YCbCr(4:2:2)
- Color Depth
 - 12bit
- Frame Rate
 - 24p, 30p
- Audio
 - ADAT(8ch) x 3 = 24ch
- OS
 - SuSE 9.1 (2.6.9smp)



Streaming Network



GLIF 2007

- We couldn't get smooth streaming
 - streaming application couldn't receive all the data in time.
 - Night time was OK. Day time was NG.
 - Amsterdam and San Diego were OK. Tokyo was NG.
- What's the problem?
 - Problem was that we didn't have the way to evaluate the system.
 - OK or NG
 - The origin of the problem is still uncertain.
 - Shared network is the problem?
 - Other traffic? TCP spike?
 - Long distance transmission is the problem?
 - Multiple hops makes additional jitter.
 - End system itself?

Difficulties

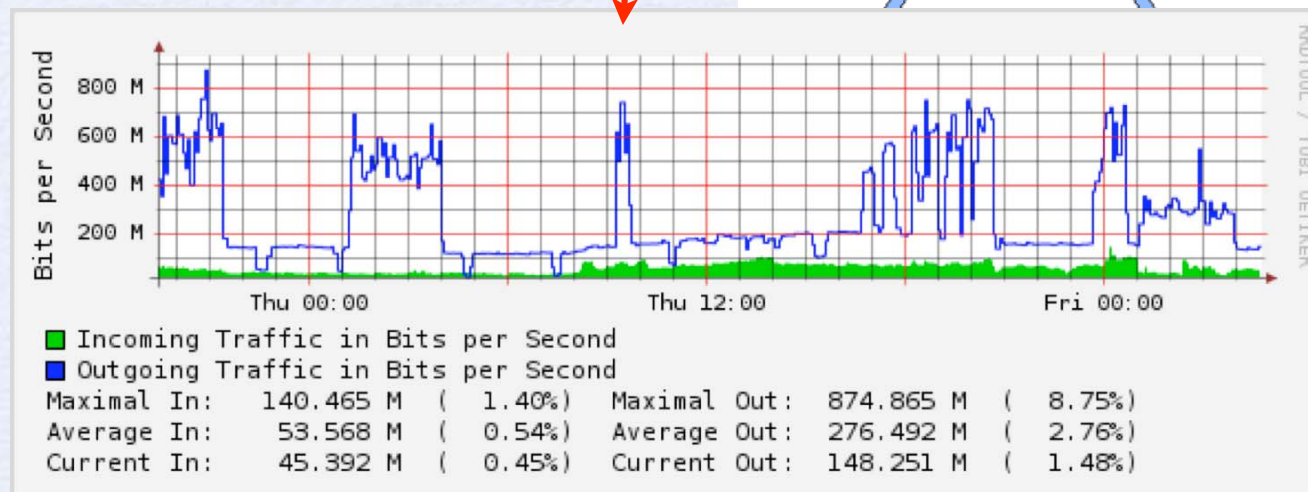
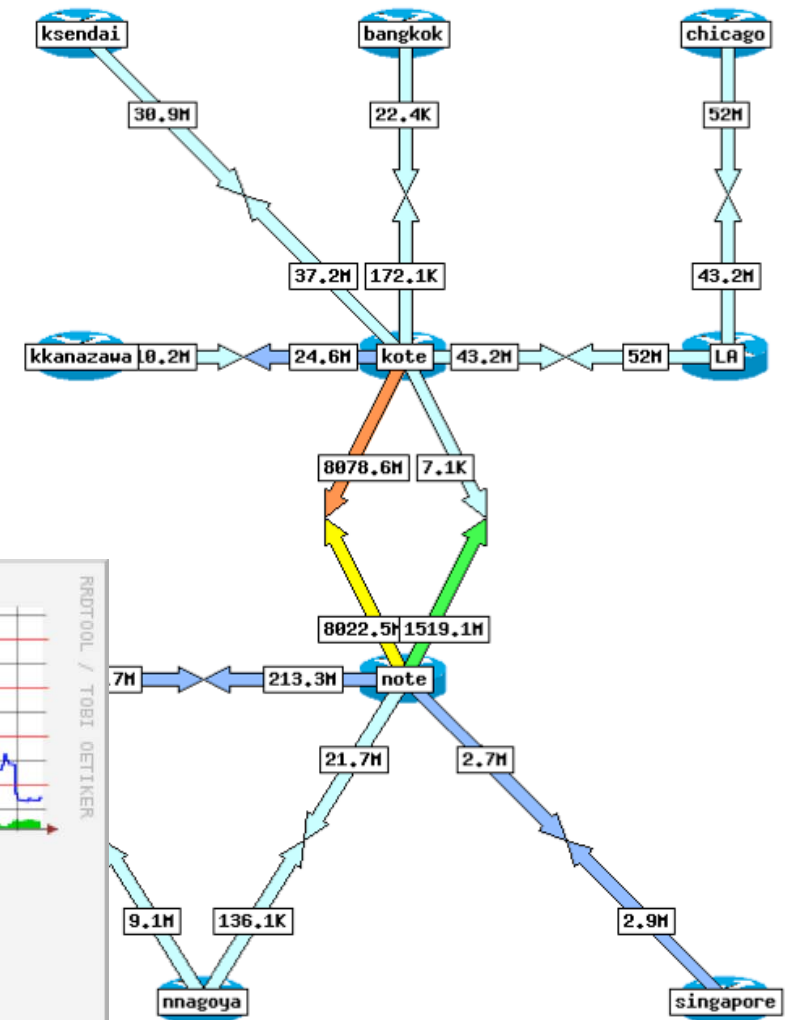
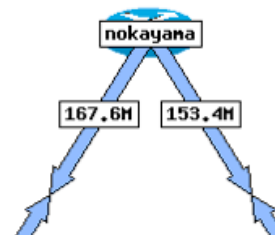
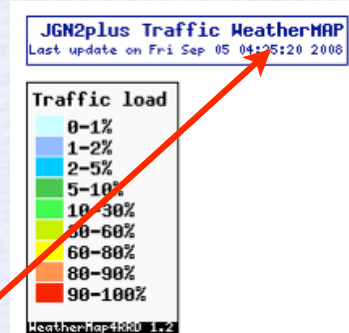
- It is very difficult to distinguish between network problems and system problems.
 - System
 - Hardware? OS? applications?
 - Wiring? Cabling?
 - Clock?
 - Network
 - Hardware?
 - Configuration?
 - Bottleneck?
 - Packet loss?
 - Jitter?
- Any tiny problem can make big troubles.

計測技術の現状

ユーザが見る統計情報

- MRTG
- Weather Map

5分更新



管理者が見る統計情報

- show コマンド
- router proxy

```
telnet@DMC-SR_RX4#sho inter eth 1/1
10GigabitEthernet1/1 is up, line protocol is up
Hardware is 10GigabitEthernet, address is 000c.dbf5.2300 (bia 000c.dbf5.2300)
Configured speed 10Gbit, actual 10Gbit, configured duplex fdx, actual fdx
Configured mdi mode AUTO, actual MDIX
Member of 22 L2 VLANs, port is tagged, port state is Forwarding
STP configured to ON, Priority is level0, flow control disabled
Force-DSCP disabled
mirror disabled, monitor disabled
Not member of any active trunks
Not member of any configured trunks
Port name is T-LEX_5/3
MTU 9212 bytes, encapsulation ethernet
30 second input rate: 7899125248 bits/sec, 485253 packets/sec, 79.46% utilization
30 second output rate: 7899073478 bits/sec, 485203 packets/sec, 79.46% utilization
662628917809 packets input, 1084488069153242 bytes, 0 no buffer
Received 685242349 broadcasts, 169743351 multicasts, 661773932109 unicasts
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 ignored
0 runts, 0 giants, DMA received 662628917809 packets
781988184188 packets output, 1531667027540444 bytes, 0 underruns
Transmitted 29238196 broadcasts, 73093622 multicasts, 781885852370 unicasts
0 output errors, 0 collisions, DMA transmitted 781988184188 packets
```

最短統計間隔30秒

(設定可能 : 30-300)

エラーが0ならいい?!

エラーが0でも,,,

e^+e^- 微視的計測の例

e2e微視的計測の目的

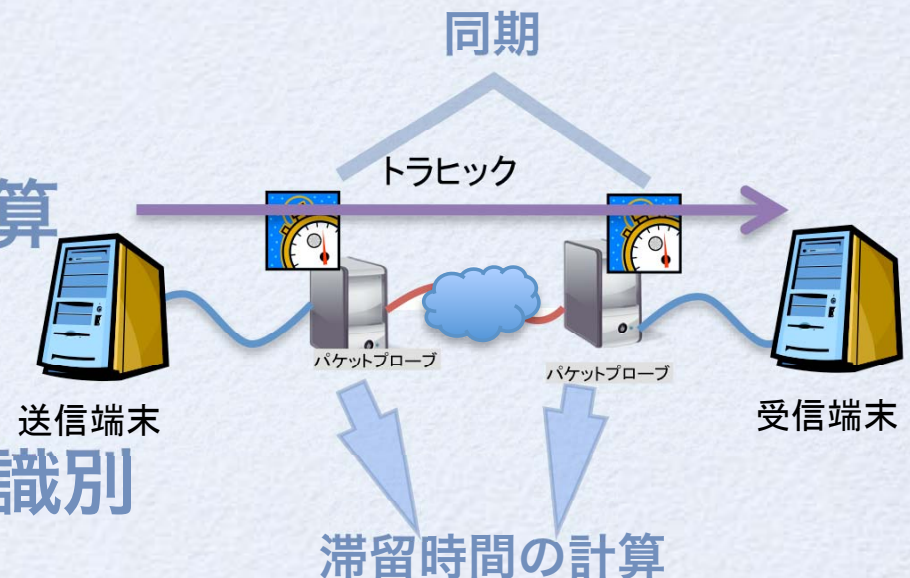
- 安心してデモできる環境を構築したい
- 「ネットワークを通過することでなにが起きるか」を利用者がパケット単位で正確に把握できるようになること
- 利用者
 - トラブル時に：「ネットワークの問題だよね」
- ネットワーク管理者
 - 苦情受付時に：『どうせネットワークの問題じゃないよ』

e2e微視的計測の例

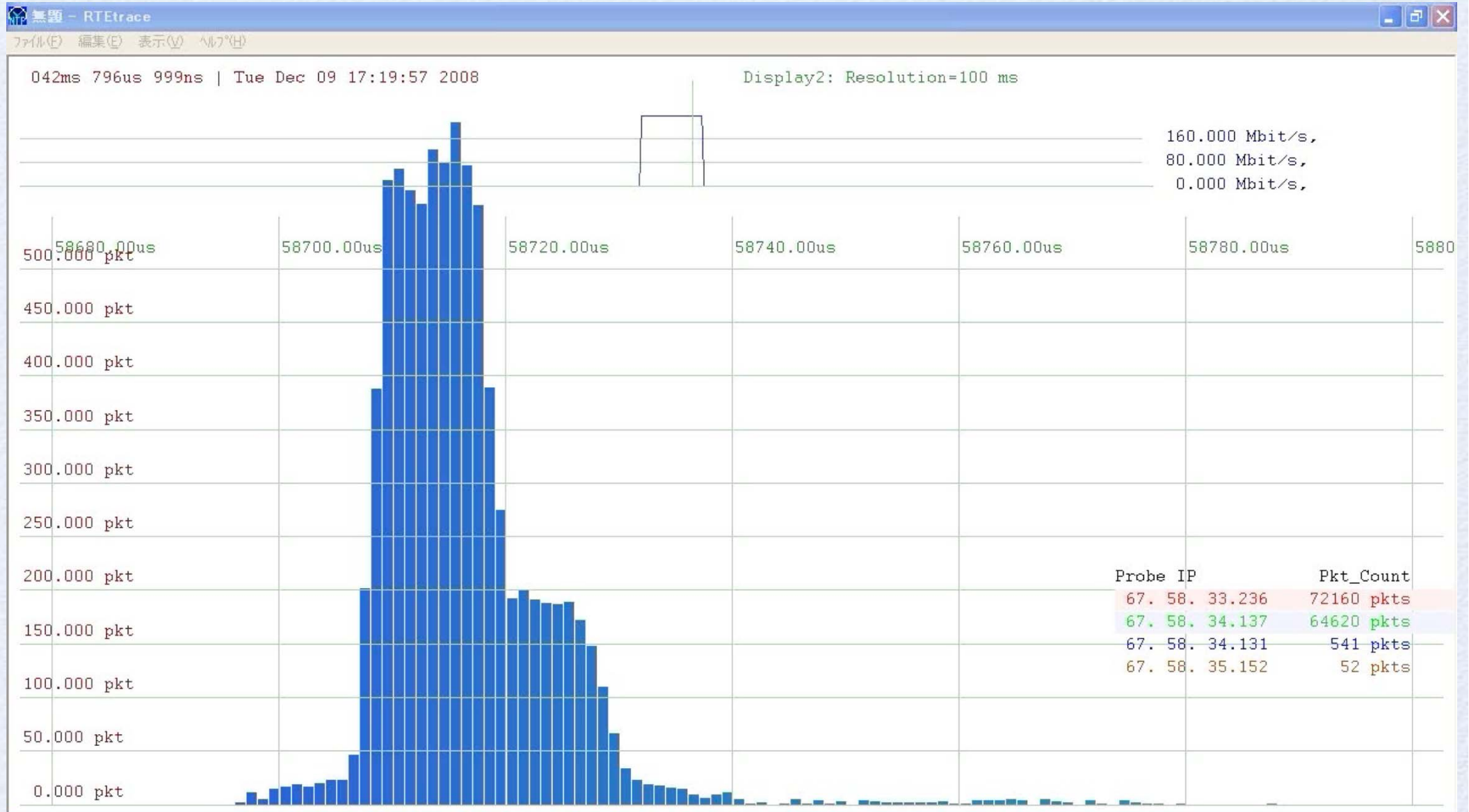
- DMCからUCSDへの4K JPEG2000伝送
- 6Gbps級のバックグラウンドトラフィック有り
- エンドツーエンドの計測
- パケットがネットワークを通過するのに要した時間を事後計算、度数分布化
- 2地点の時刻はハードウェアNTPで同期(同期のゆらぎは μs オーダー)

計測方法

- 2つのパケットプローブの設置
 - エンドホストの前後に設置
 - プローブ間の時刻は高精度に同期済み
- パケットの通過時刻を計測
 - パッシブプローブ
 - パケットのハッシュ値も計算
- 通過時刻の差分を計算
 - ハッシュ値によりパケット識別

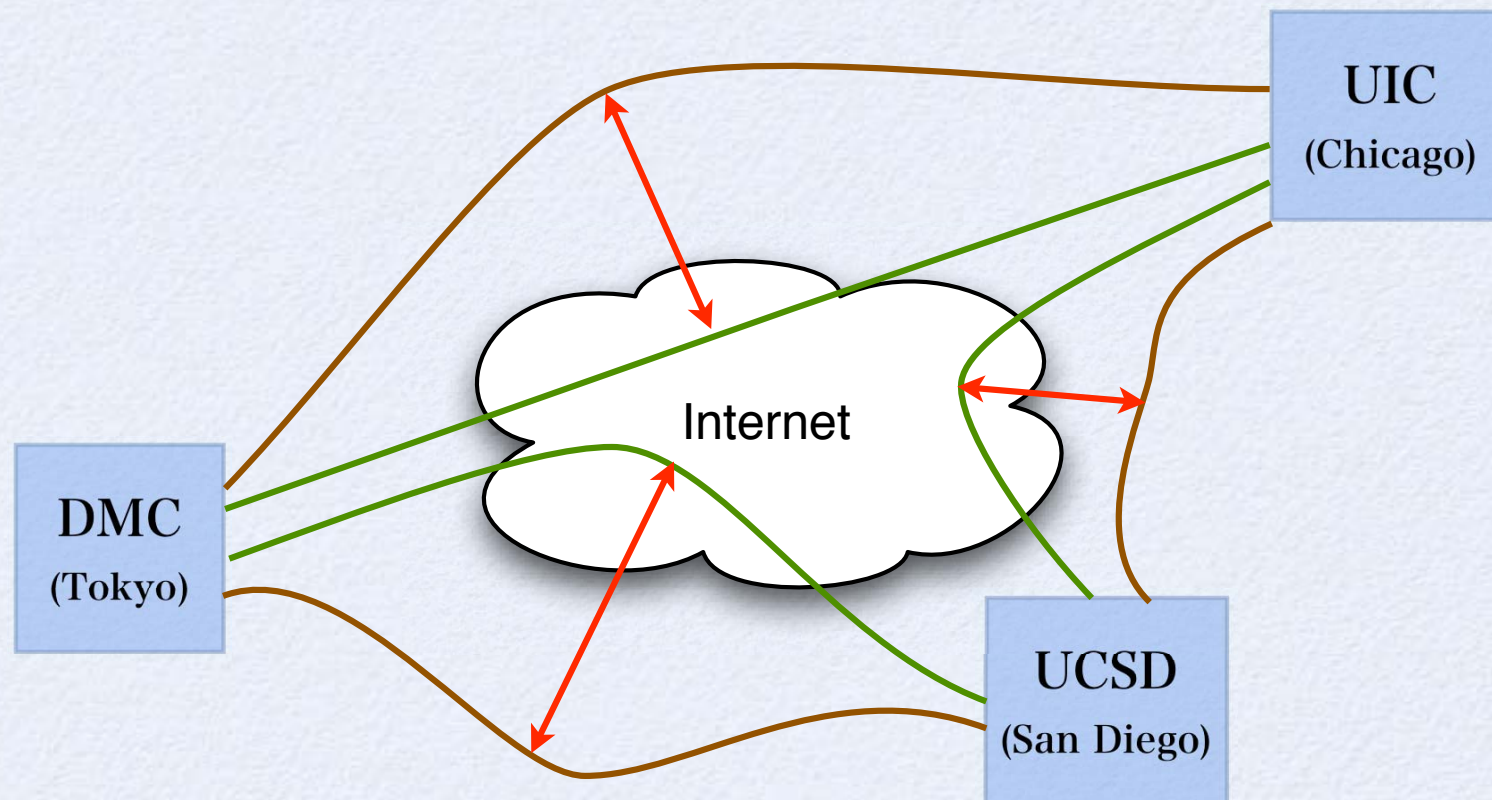


微視的計測の例



e2e微視的計測環境

- インターネットとL2の定量的な違い
 - 遅延時間、ジッタ



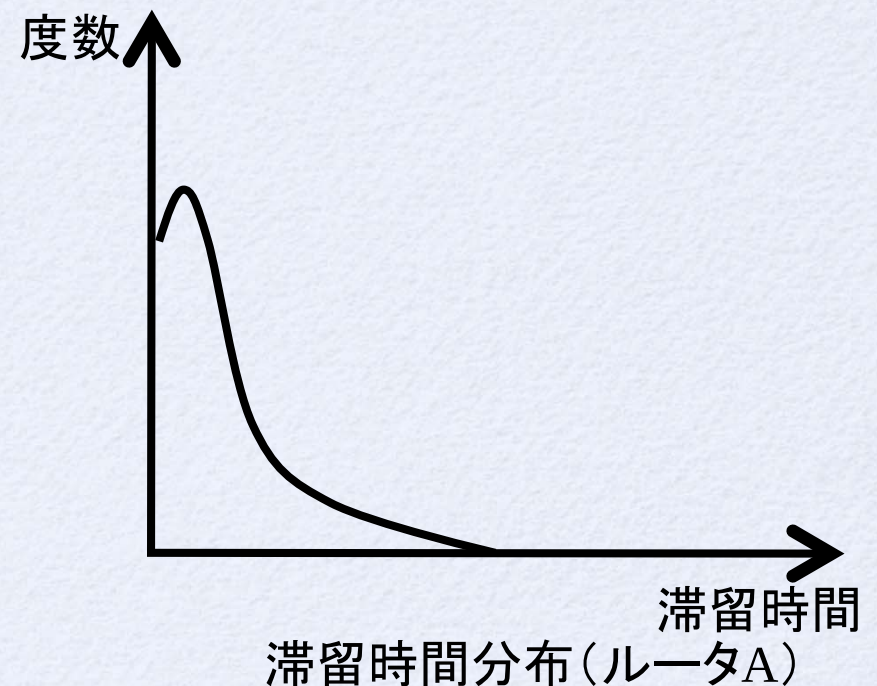
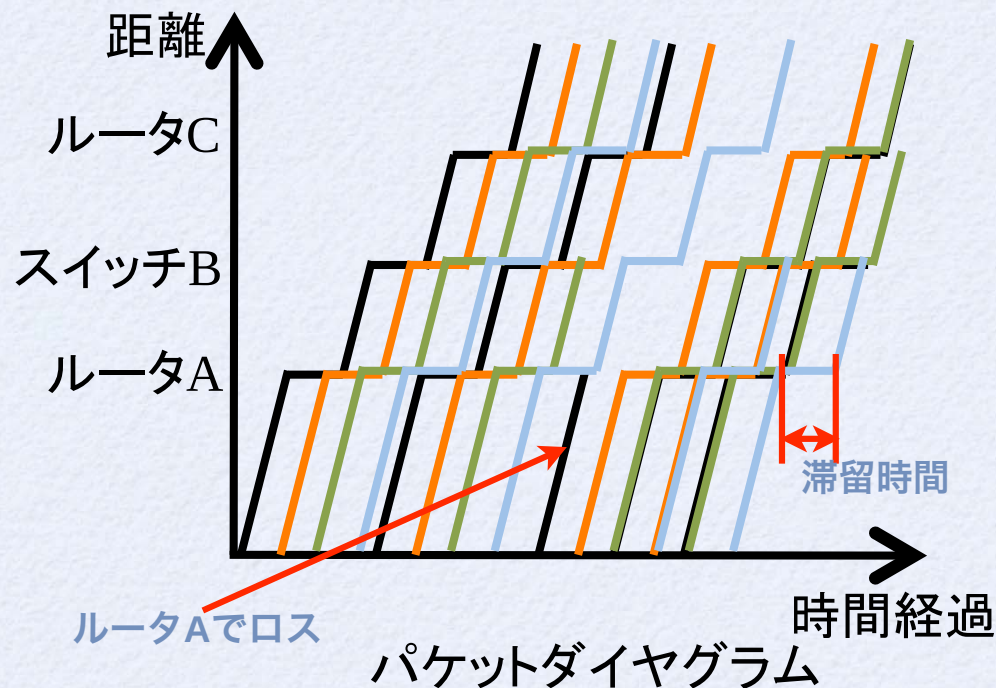
網內微視的計測技術

網内微視的計測の目的

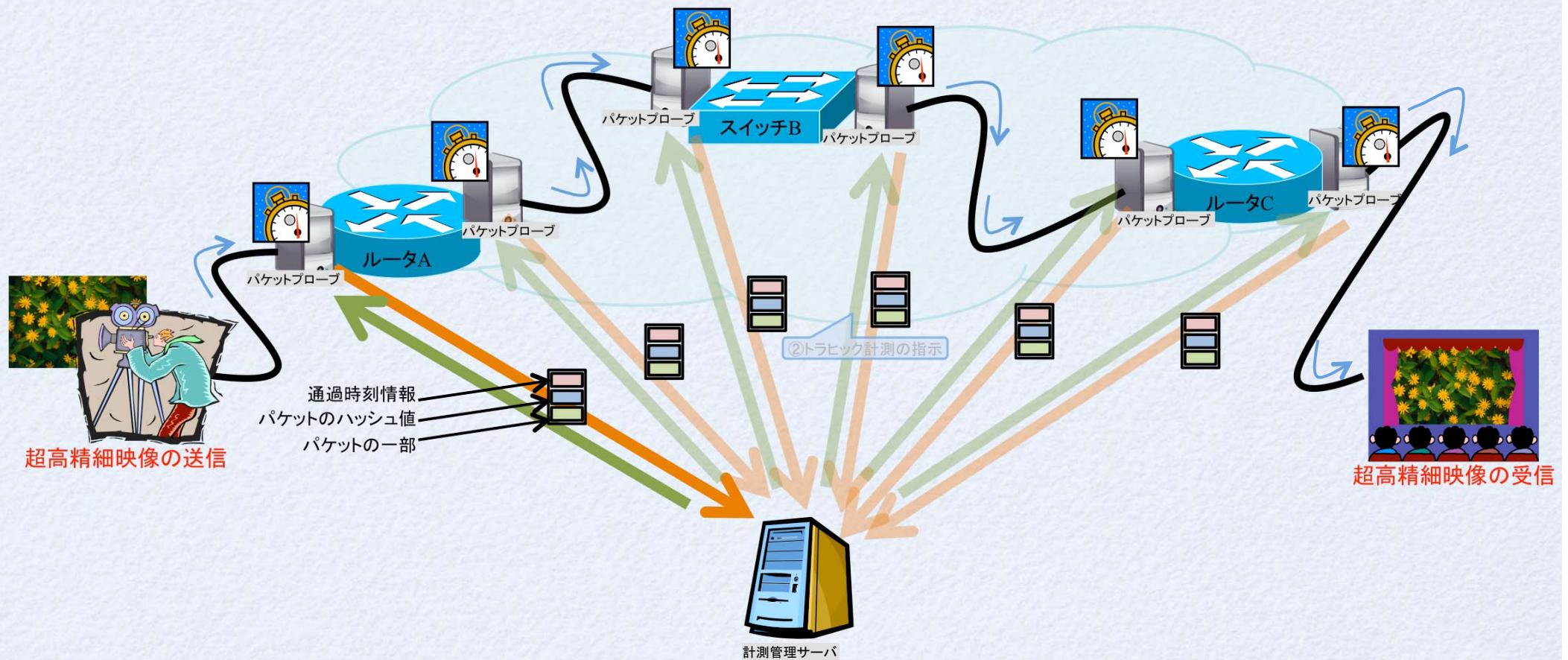
- ユーザが安心して通信できる環境を提供
- 網品質の定量化(パケットロス以外の品質指標)
 - 場合によっては計測結果を利用者に提示
- 「ネットワーク機器の挙動」をパケット単位で正確に把握できるようになること
- ネットワーク管理者
 - 『またあのスイッチか。。。』
 - 『さっきから危険レベルに達していたし。。。』
- ユーザ
 - 「あそこのネットワーク使うのやめようか？」

計測結果(イメージ)

- 「パケットダイヤグラム」
 - パケット単位のネットワーク機器通過情報
- 滞留時間分布

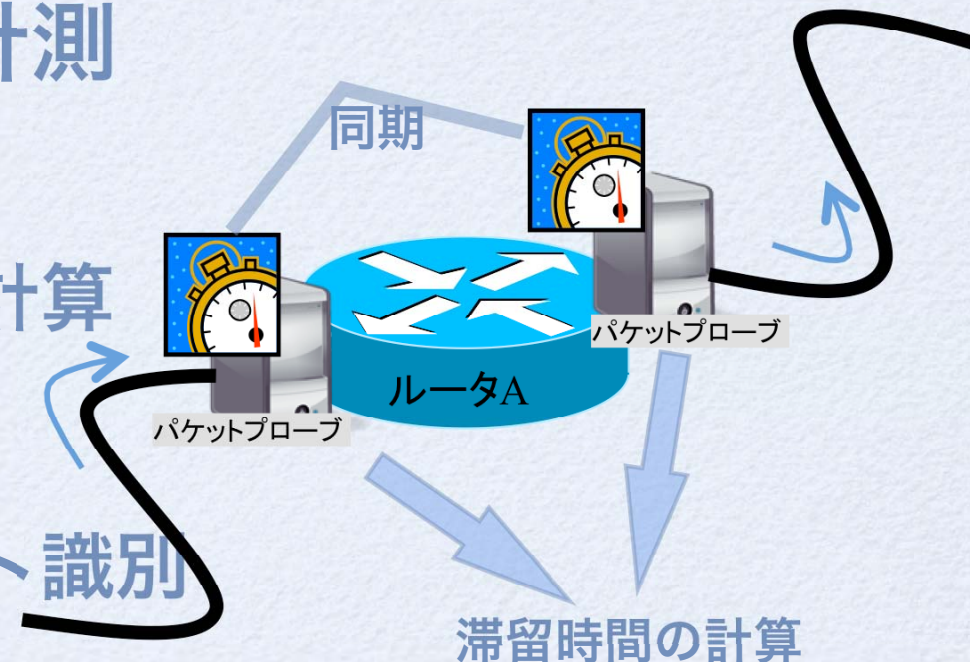


計測システム全体像

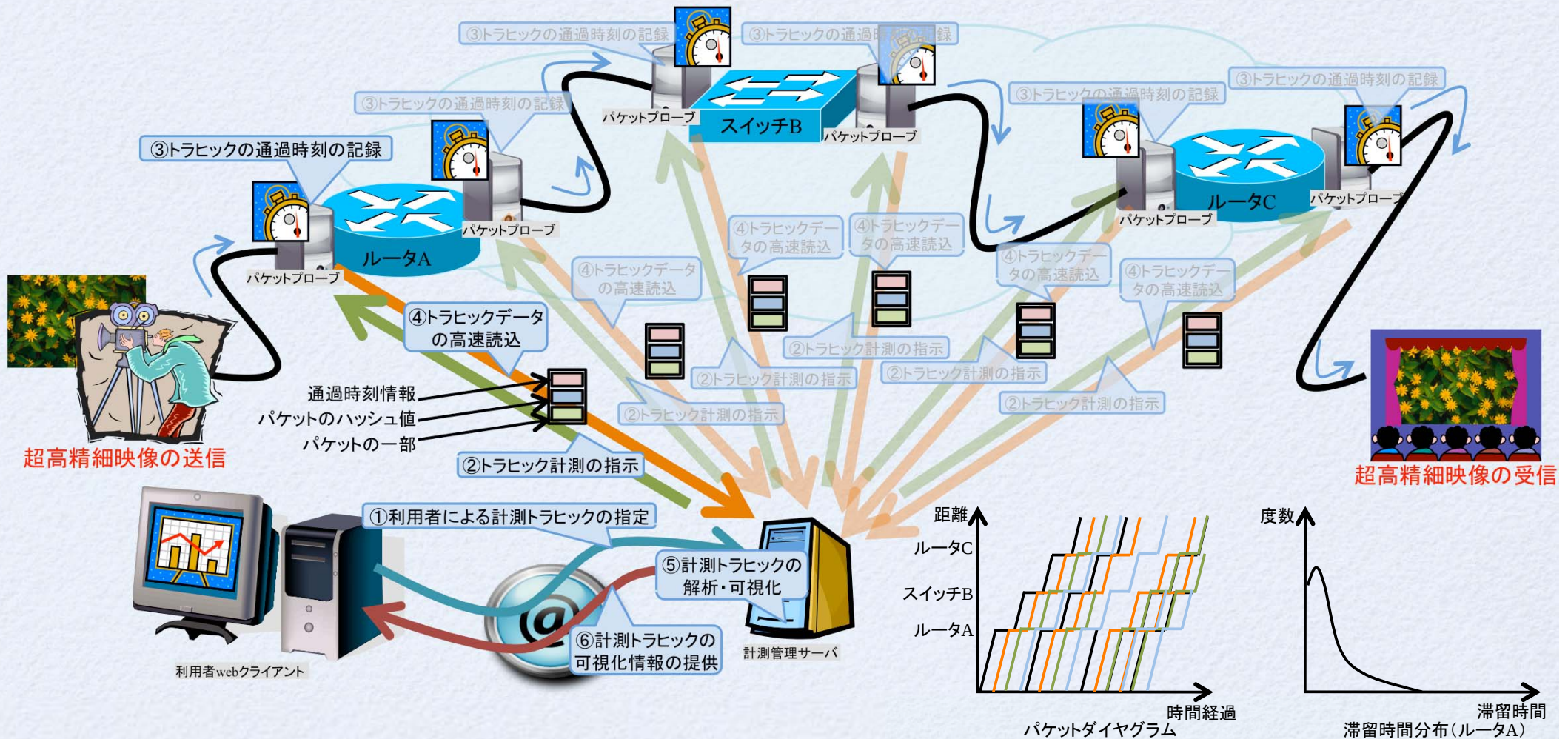


計測方法

- 2つのパケットプローブの設置
 - ルータの前後に設置
 - プローブ間の時刻は高精度に同期済み
- パケットの通過時刻を計測
 - パッシブプローブ
 - パケットのハッシュ値も計算
- 通過時刻の差分を計算
 - ハッシュ値によりパケット識別

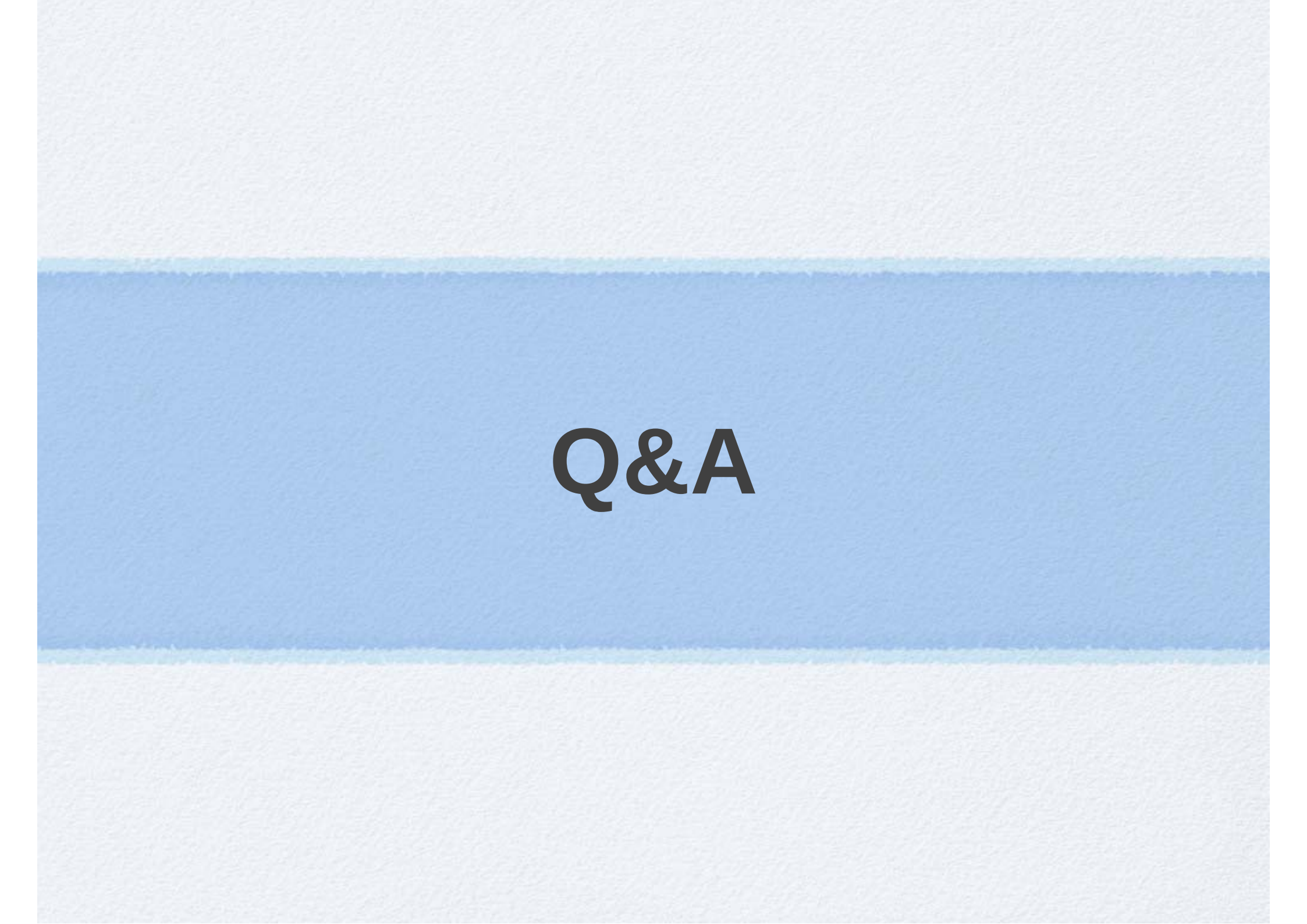


計測の流れ



まとめ

- 微視的計測の必要性
 - 過去の4K伝送の経験から
- e2e微視的計測の実例
- 網内微視的計測システム



Q&A