



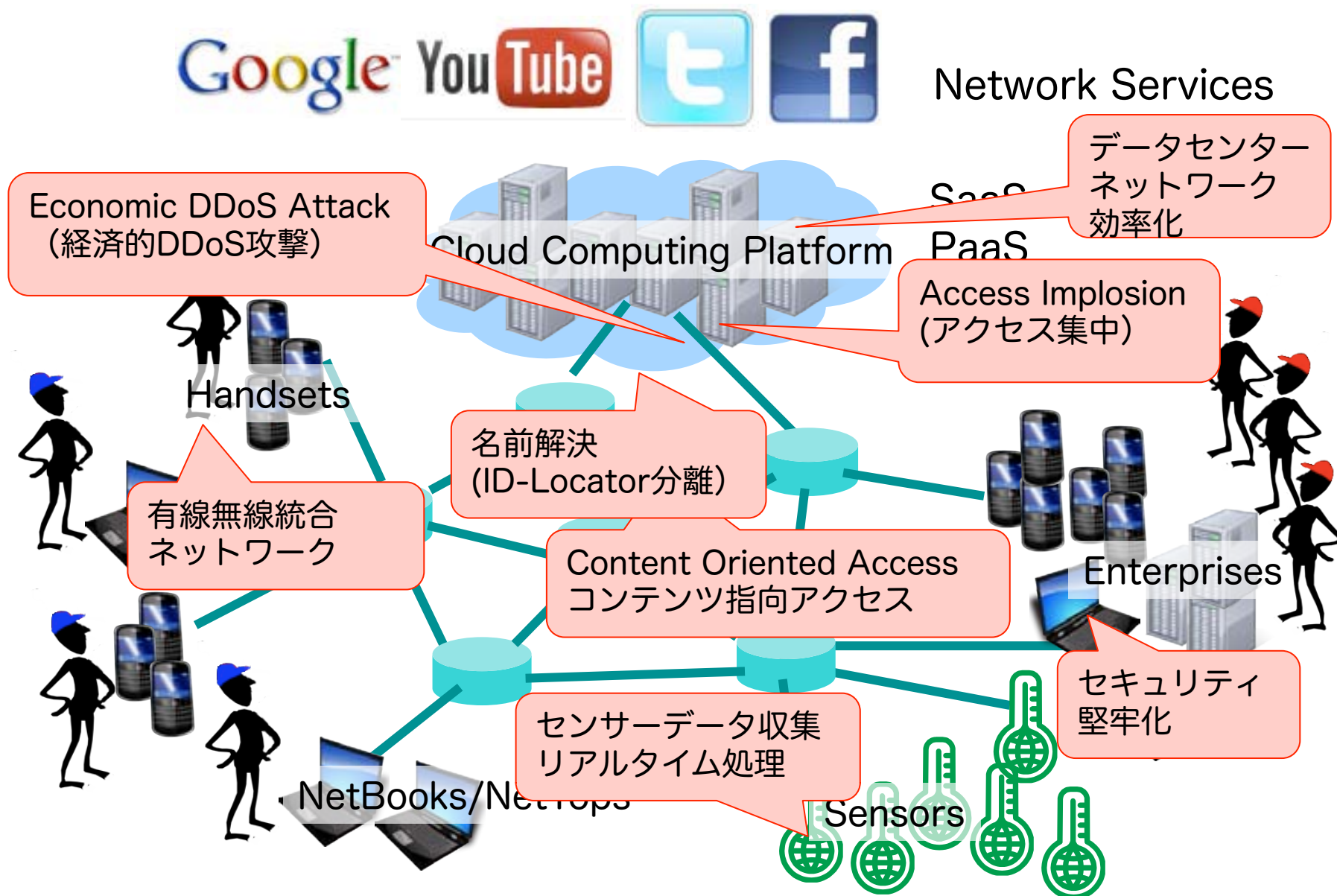
「ネットワーク仮想化研究開発」 JGN-Xへの展開

東京大学 中尾彰宏

2010/12/3

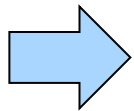
テストベッドWG

クラウド時代のICTにおけるチャレンジ



Vision:新世代には複数多様なNWが普遍的

- ✦ 異なる要件を持つアプリケーションが氾濫
 - ❑ クラウド型コンテンツ配信 (YouTube, Daily Motion)
 - ❑ ネットワーク遠隔外科手術
- ✦ Elephantsは独自のNWを構築しつつある?
 - ❑ Google, Amazon, YahooのData Center NW
 - ❑ 研究者より先に新しいNWを定義する可能性
 - ❑ Data Center NW は ACM SIGCOMMのHot Topic!
- ✦ 従来のNWにとらわれない新しいNWの研究が開始
 - ❑ NwGN (Japan), GENI/FIND(US), FIRE(FP7)
 - ❑ 大学院生が新しいネットワークを定義しつつある

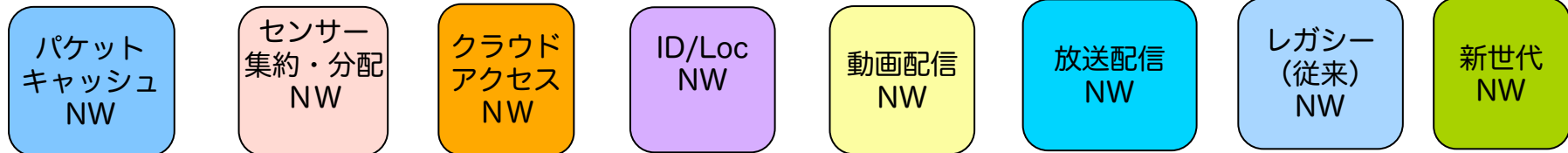


多様な複数NWを収容する共通なインフラが必要

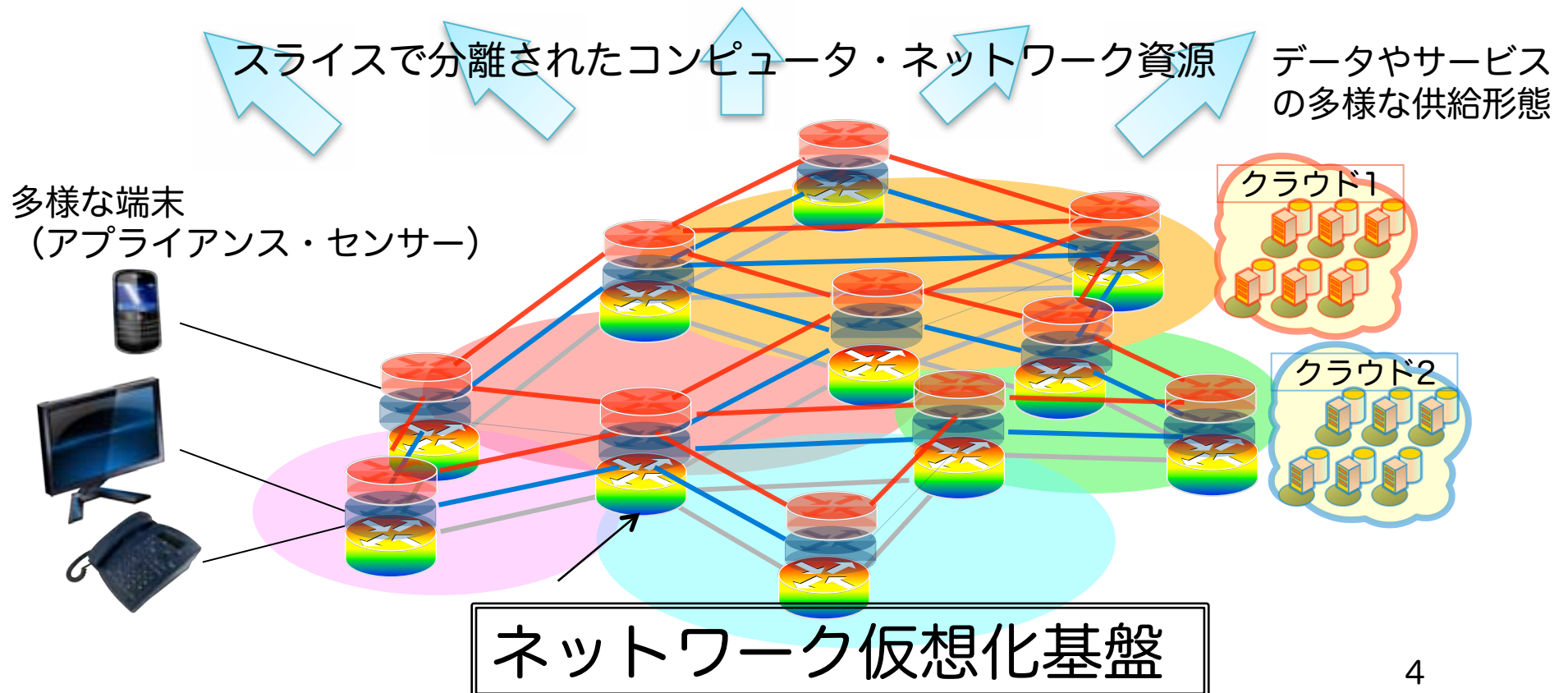
NW仮想化が実現する新世代NW像

スライス1 スライス2

スライスN



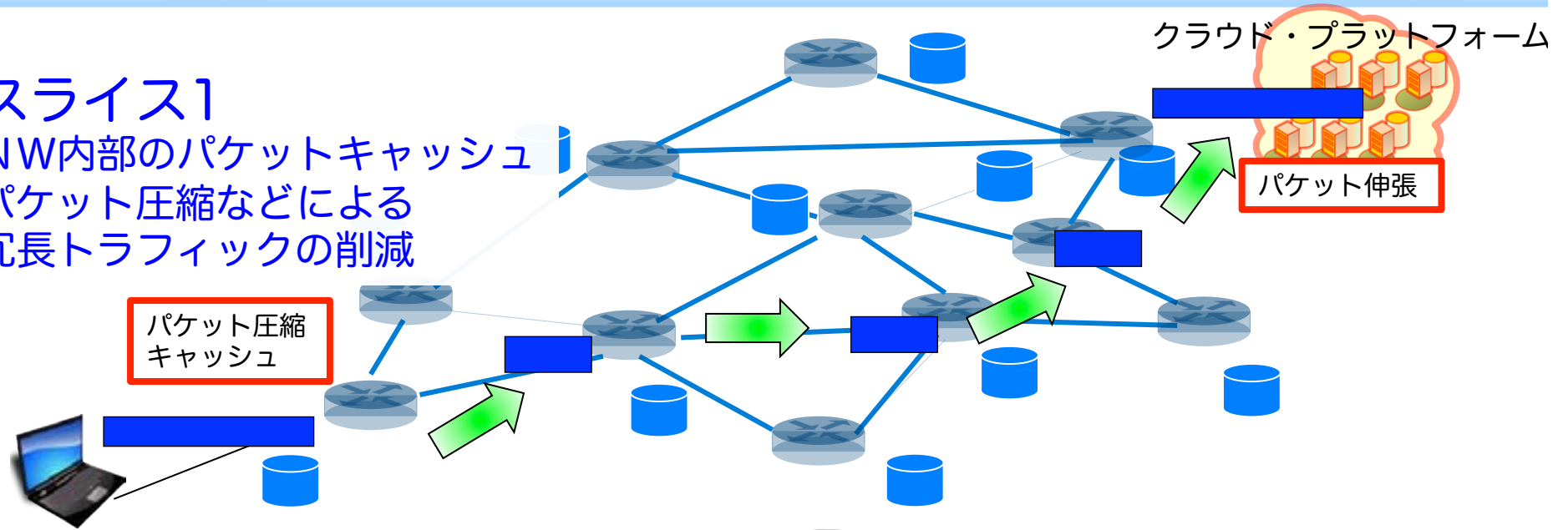
各スライスの資源を用いて独立に創造できる様々な異なるネットワーク群



NW仮想化が実現する「スライス」の世界

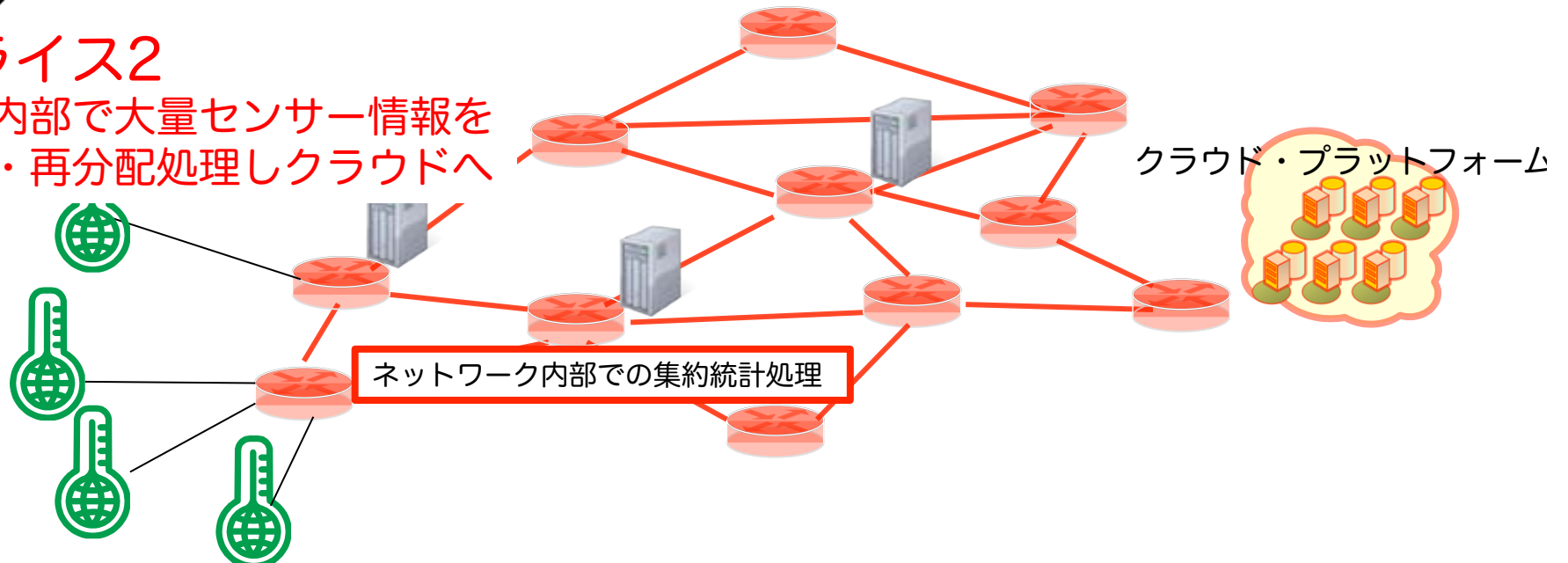
スライス1

NW内部の packets キャッシュ
パケット圧縮などによる
冗長トラフィックの削減



スライス2

NW内部で大量センサー情報を
集約・再分配処理しクラウドへ



ネットワークの仮想化とは？

- ❖ 広義のネットワークとは情報の配信を行うための通信基盤であり、リンク資源だけでなくルータ上の計算資源、ストレージ資源などの資源も含むインフラである。
- ❖ ネットワークの仮想化とは、このICTインフラ資源を「まるごと」仮想化し、新しく提案される複数のネットワークを同時に収容する

ネットワーク仮想化とは？

定義

- ✦ 要求の異なる複数のネットワークアーキテクチャやサービスを同時収容する基盤（**メタアーキテクチャ**）技術
- ✦ コンピュータ・ネットワーク資源を仮想化技術により**分離 (Resource Isolation)**し、アプリケーション毎に特化し**自由にプログラム可能**な「独立ネットワーク」を複数共存させる技術

社会的意義

- アプリケーション毎，ユーザ毎の**独自インターネットの実現**
- クラウド・センサーのみならず新たなサービス利用シーンに必要な**ネットワーク機能を自由に創ることが可能**
- 従来と新規NWの同時運用による**持続進化可能性の実現**
- 新しいネットワークを試験運用する**テストベッド機能の包含**
- インフラとサービスの分離による**新しいビジネスモデルの確立**

Network Virtualization Research in Japan

✧ NV Research Lab (UTokyo+NICT)

Objective: Understand “Advanced Network Virtualization” infra.

✧ CoreLab (UTokyo+NICT)

✧ Enabling net-virt via only S/W on COTS x86 machines

✧ VNode (UTokyo+NICT+NTT+NEC+Hitachi+Fujitsu)

✧ Enabling net-virt via designing H/W based on production routers

✧ WiVi

✧ Enabling wireless (wifi) network virtualization via COTS hardware

✧ Applications

✧ In Network Processing

✧ Non-IP Protocols



VNode Presented at GENI GEC8 Plenary
(San Diego 2010/7)



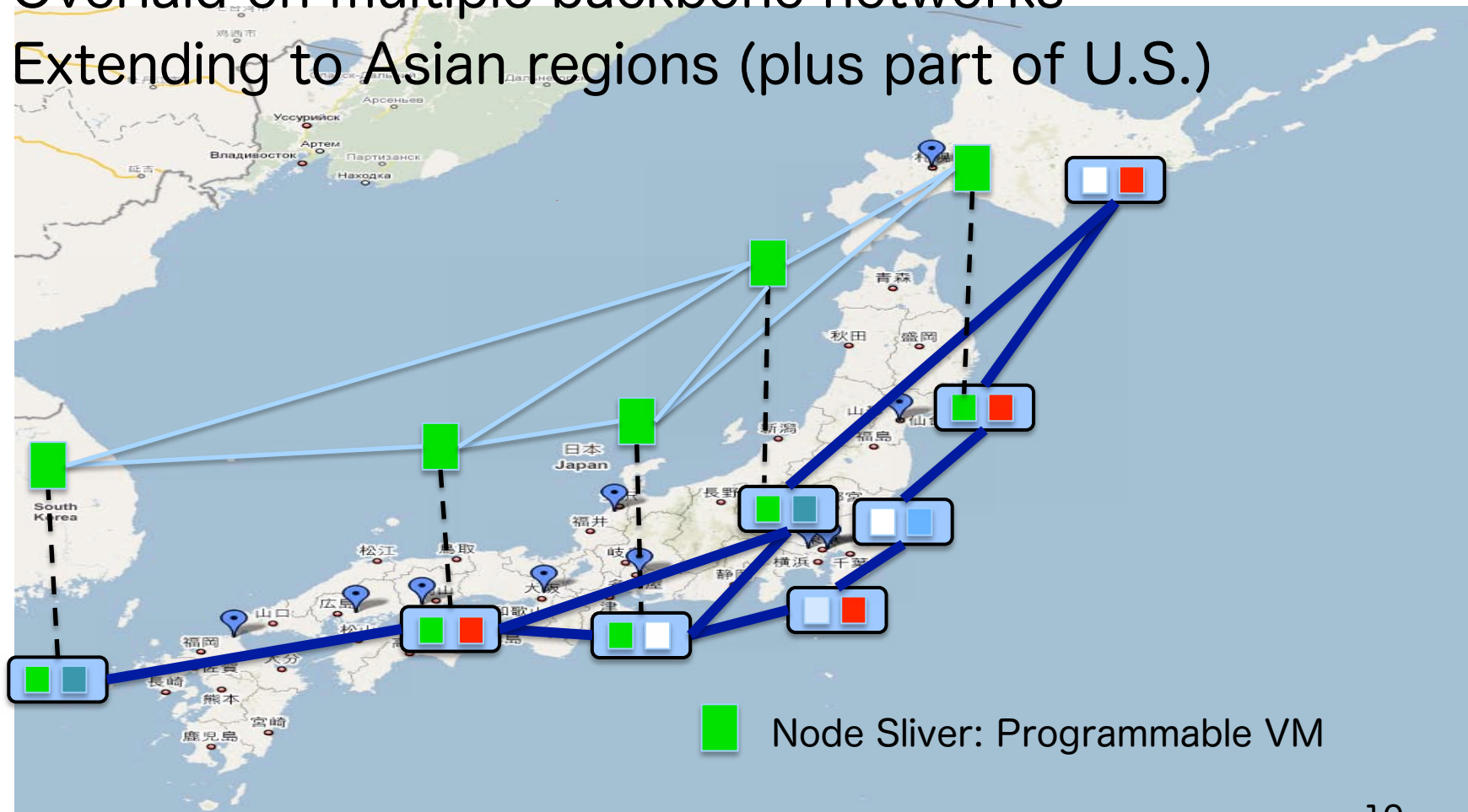
CoreLab

(UTokyo & NICT)

Enabling net-virt **via only S/W** on COTS x86 machines

CoreLab

- ✦ Shares DNA with PlanetLab (w/ more Net Virt Support)
- ✦ Creates slices across Japan (24+ nodes)
- ✦ Overlaid on multiple backbone networks
- ✦ Extending to Asian regions (plus part of U.S.)



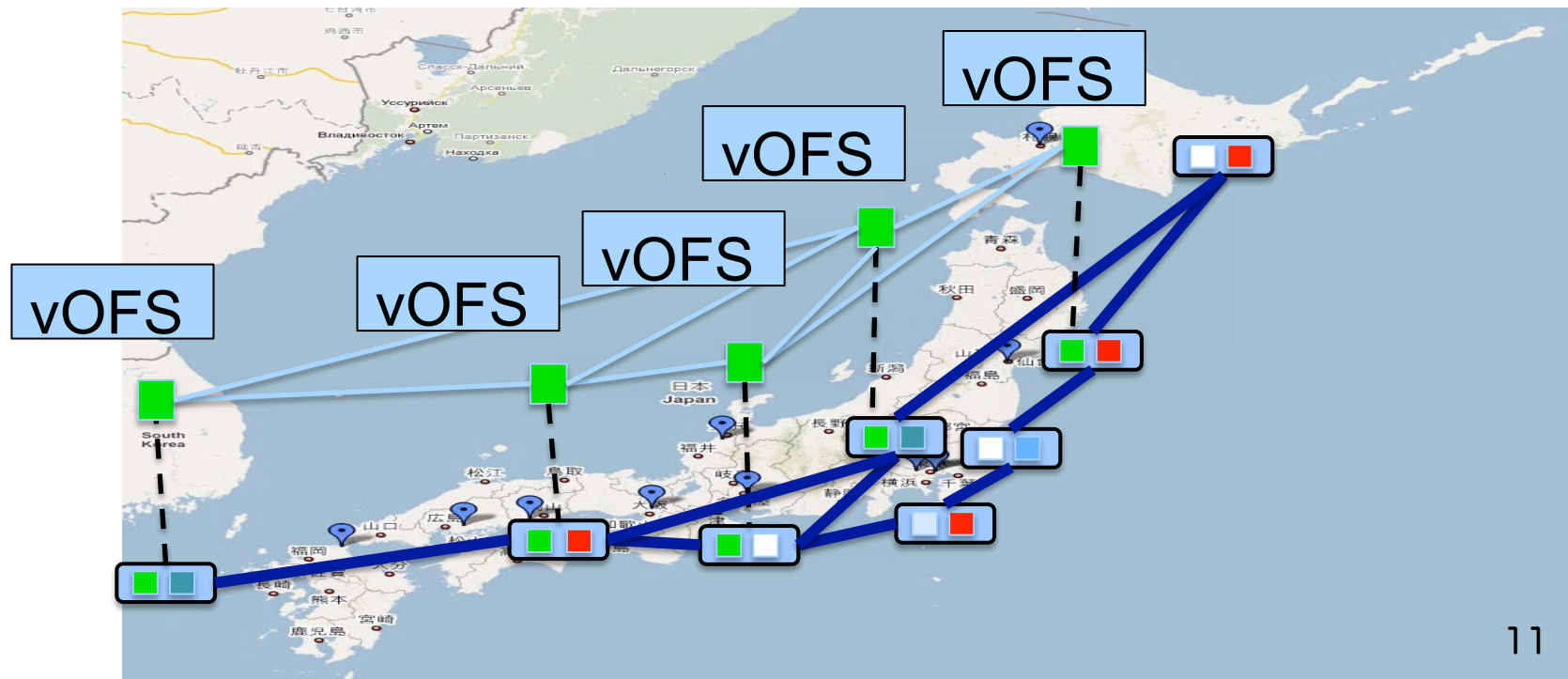
OpenFlow In A Slice

Benefit

- Allow a slice to experiment with OpenFlow networking

Ingredients

- Slices created on CoreLab
- vOFS**: Virtual OpenFlow Switch within a sliver

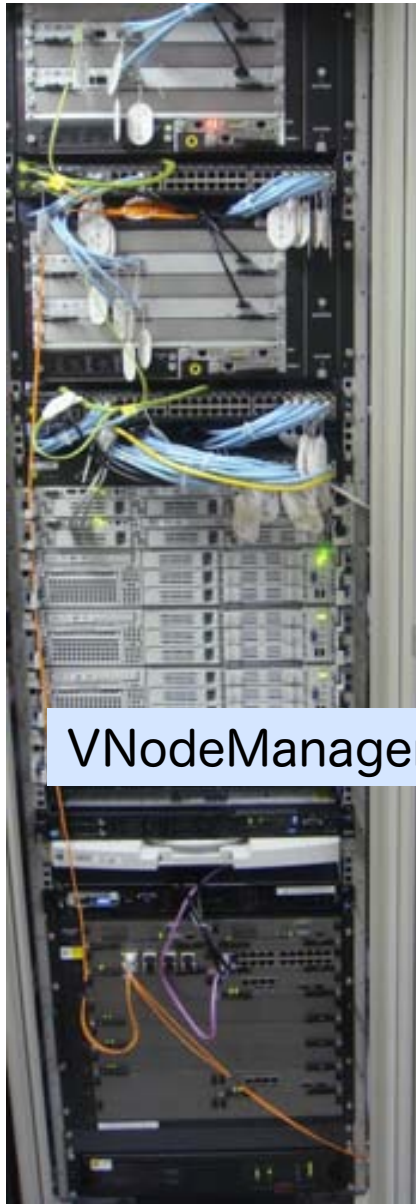




VNode Project (ネットワーク仮想化基盤プロジェクト)

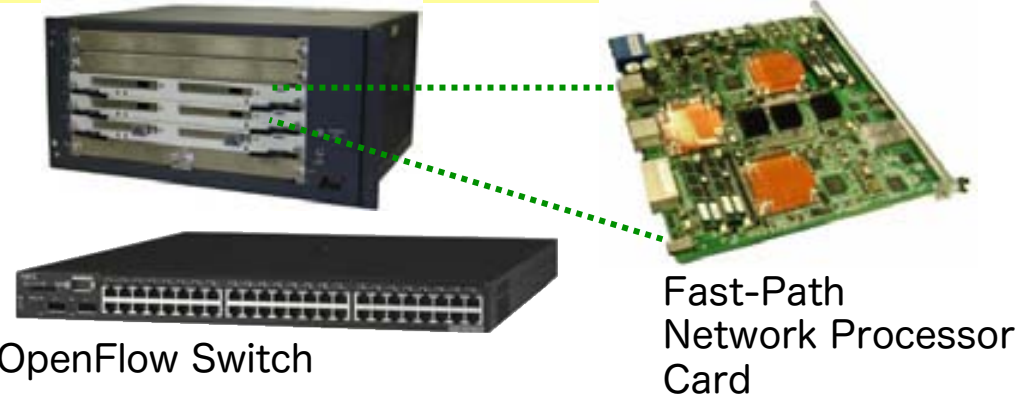
(UTokyo, NICT, NTT, NEC, Hitachi, Fujitsu)

ネットワーク仮想化基盤



VNodeManager

Programmer Part
(IA Serverx4 +ATCAx2+OpenFlow SWx2)



OpenFlow Switch

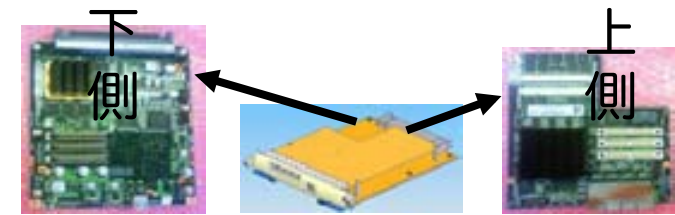
Fast-Path
Network Processor
Card

Redirector Part (AX6700+SMCx2)

AX6708S



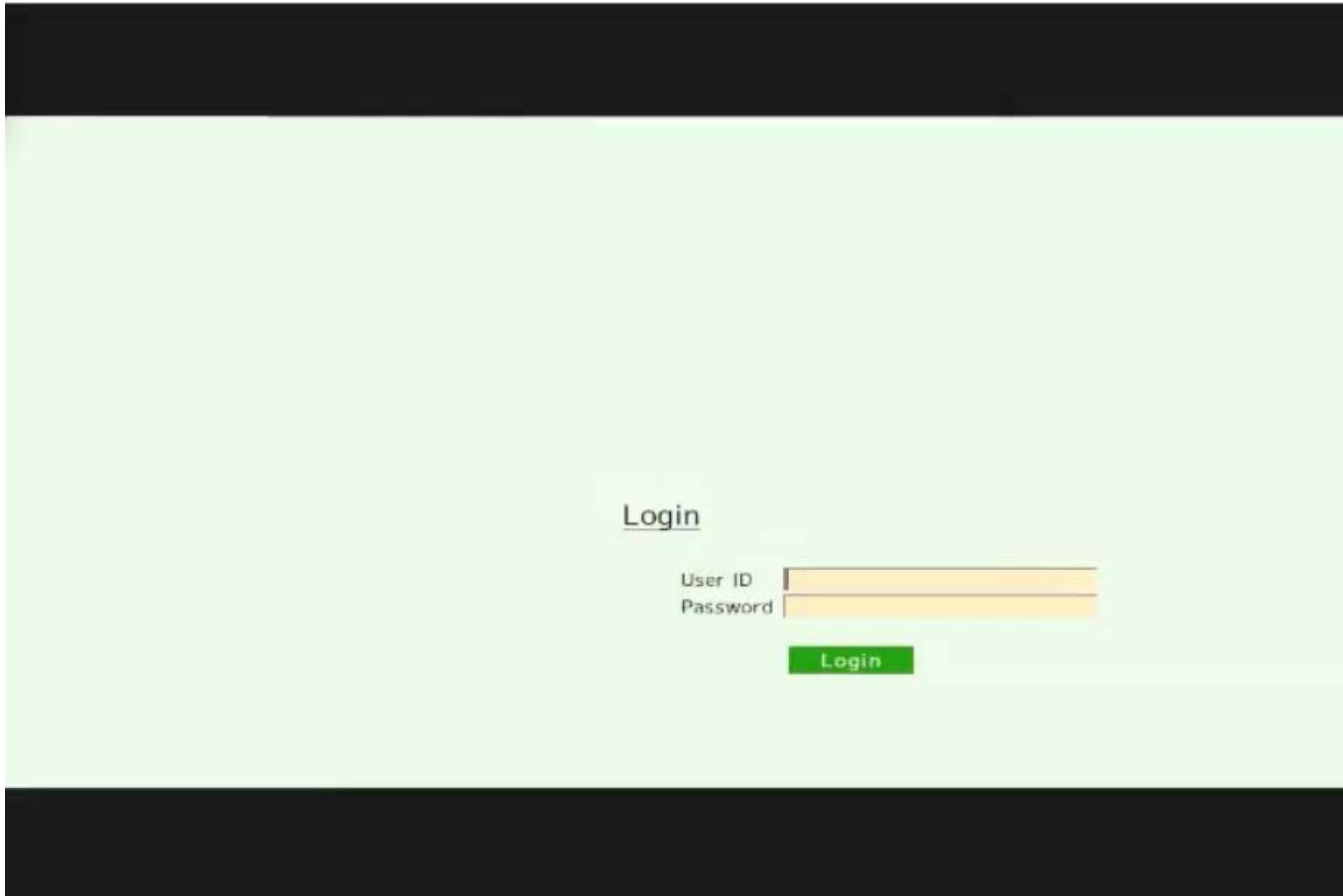
Service Module Card



仮想化基盤プロトタイプ



VNode Control Plane Demo



6 スライスの同時収容

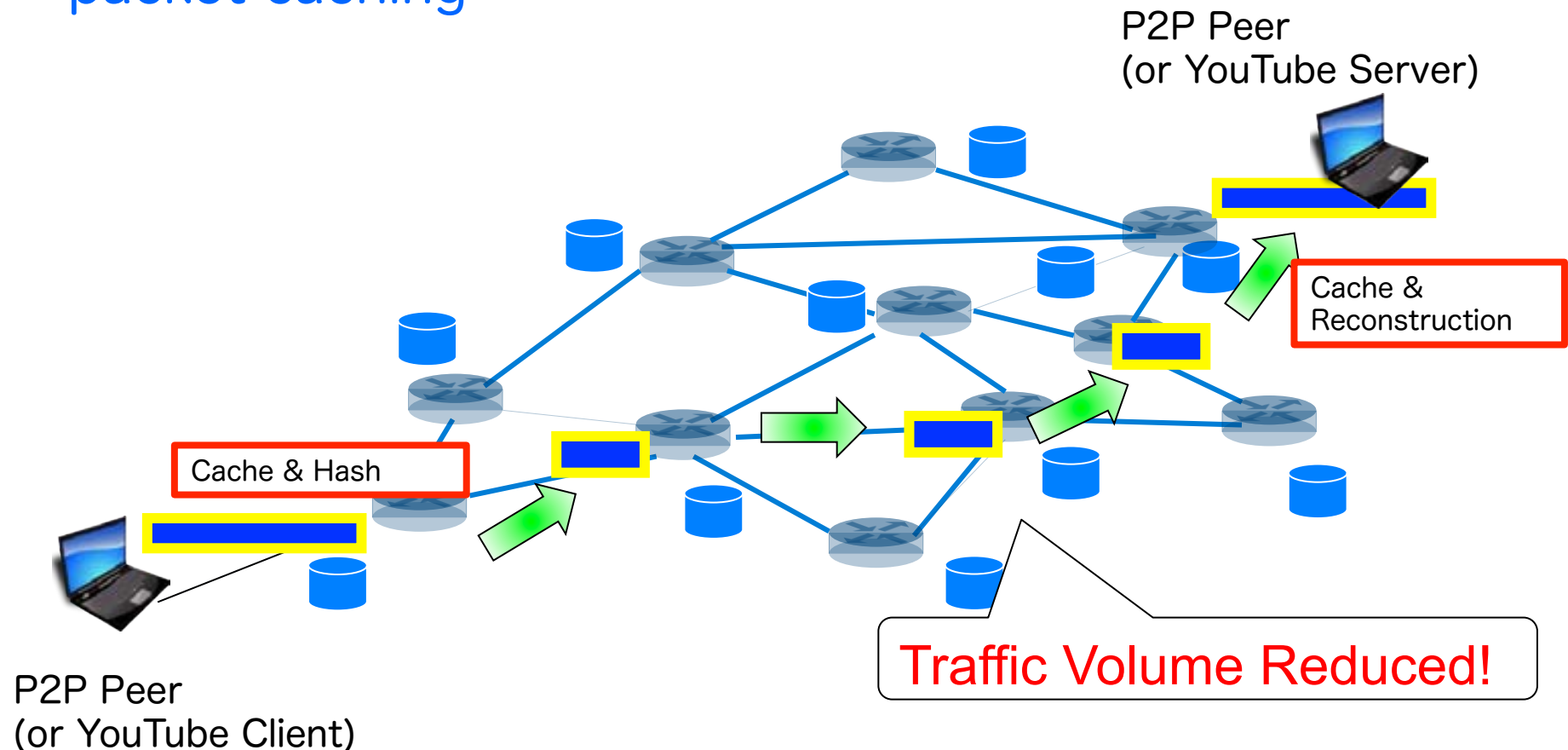
Which features of VNode Infra that each slice demonstrates

Group	NW Architecture	Meta Architecture	In Network Processing	App Specific Network	Adaptive Computing Resources	Non-IP (E2E) Architecture
UTokyo NICT	Packet Cache	Slice 1	Packet Cache		SlowPath FastPath ※	
NTT	Flexcast	Slice 2	Flexible Multicast			
Fujitsu	Sensor Specific Networking	Slice 3	Sensor Data Processing	Sensor Specific Network		
NEC	Stream Computing	Slice 4	Stream Computing		SlowPath FastPath	Non-IP Ephemeral Multicast
Hitachi1	IP-Ethernet-Chimera (IPEC)	Slice 5	IPEC (L2/L3)			IPEC (L2/L3)
Hitachi2	Data Sync for Distributed Data Center	Slice 6		Data Sync Network QoS		

Slice 1: Cache Oriented NW Architecture

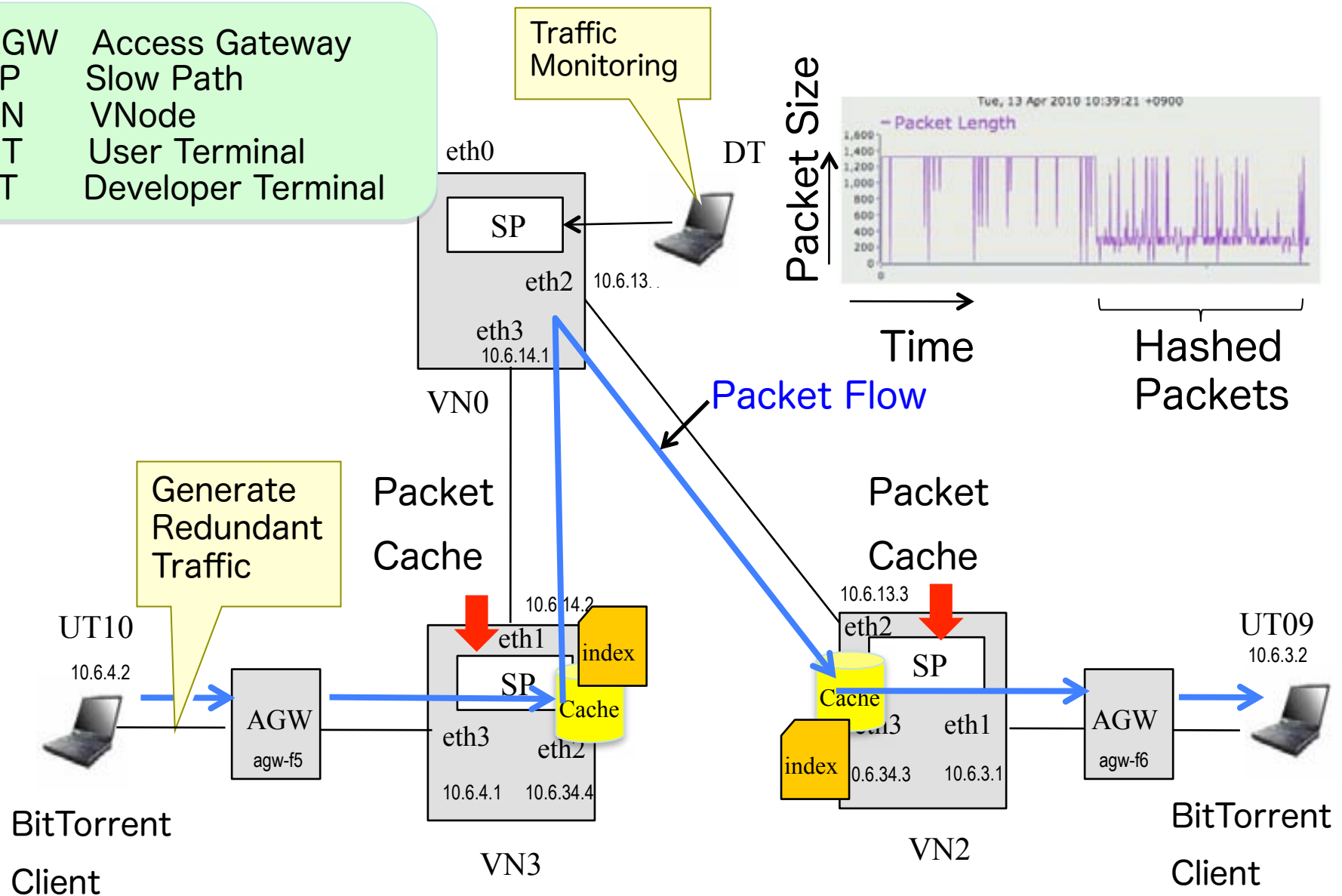
Goal : Reduce redundant traffic in P2P and Cloud Streaming

- Utilize **programmability** and **storage** in VNode
- Confine P2P and YouTube Traffic to a slice and perform **packet caching**



P2P Packet Caching

AGW Access Gateway
 SP Slow Path
 VN VNode
 UT User Terminal
 DT Developer Terminal



CONA Demo

The screenshot displays a multi-window environment. On the left, a web browser shows a traffic analysis page titled "Traffic@rp-nh0 NICT_Slive_006" with a line graph of "Packet Length (bytes)" over time. The graph shows a peak around 1,000 bytes. Below the graph, a terminal window shows system logs and commands:

```
localhost からデータを転送しています...
857 ? Ss 0:00 dhclient3 -e IF_METRIC=100 -pf /var/run/dhclien
888 ? Ss 0:00 /usr/sbin/sshd
952 ? Ss 0:00 sshd: root@notty
1048 ? S 13:48 ./flexcast_splitter -c ./flexcast_splitter.conf
7841 ? Ss 0:00 sshd: root@pts/1
7896 pts/1 Ss 0:00 -bash
8831 pts/1 Sl 12:34 ./ro_comd
8853 pts/1 R+ 0:00 ps ax
root@NICT-Slice-006-NS03-SP00:~/nict3/ingress# kill 8831
root@NICT-Slice-006-NS03-SP00:~/nict3/ingress# rmod hcache_drv
[1]+ Done ./ro_comd > /dev/null
root@NICT-Slice-006-NS03-SP00:~/nict3/ingress# insmod hcache_drv/hcache_dr
v.ko
root@NICT-Slice-006-NS03-SP00:~/nict3/ingress# ./ro_comd > /dev/null
```

On the right, another terminal window shows the execution of a BitTorrent client:

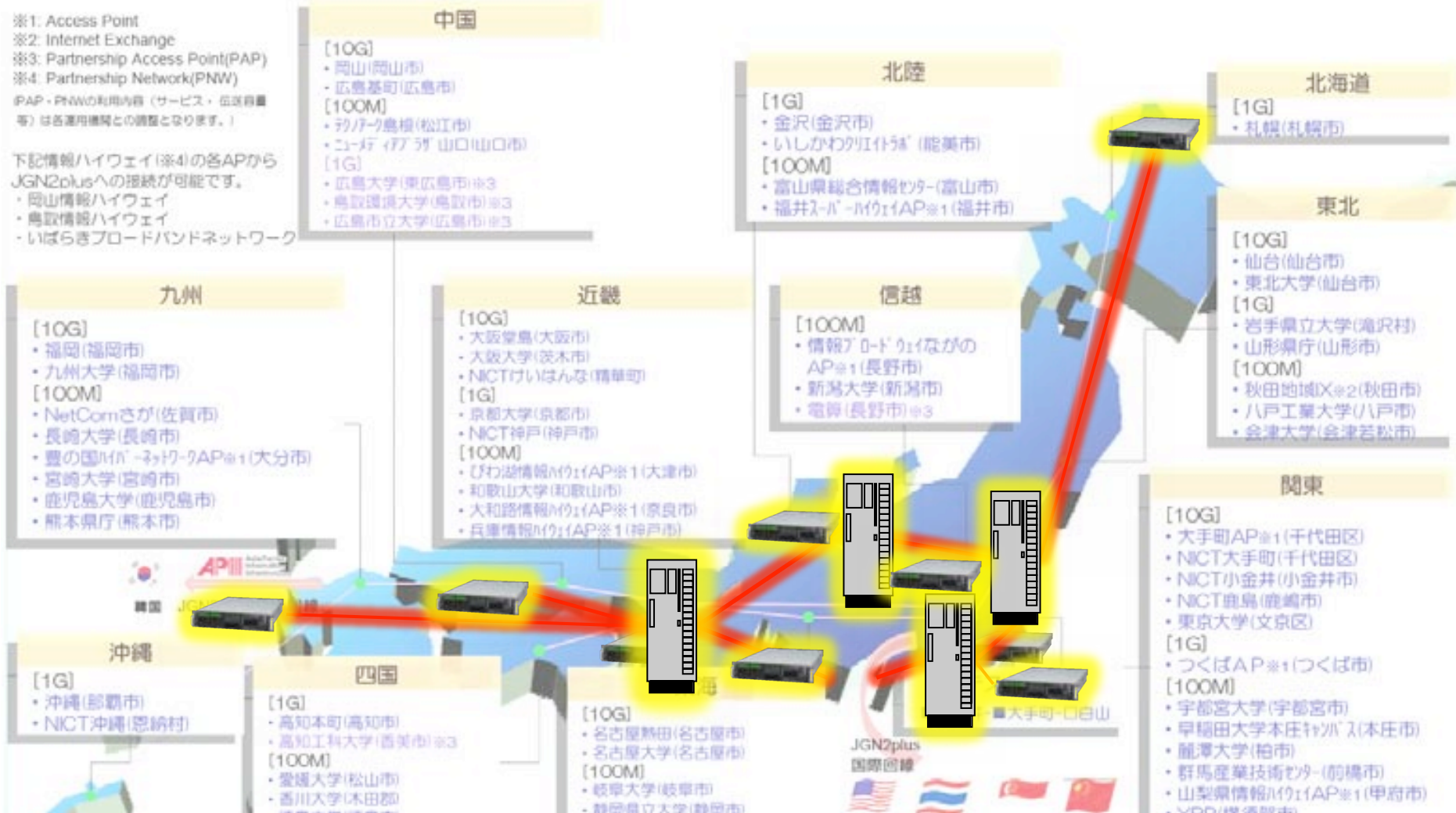
```
arning: the sha module is deprecated; use the hashlib module instead
from sha import sha
root@UT09:~/kke/bt_test# rm 40m.dat
root@UT09:~/kke/bt_test# btdownloadcurses 40m.dat.torrent --saveas 40m
.dat
/usr/lib/python2.6/dist-packages/BitTorrent/Storage.py:4: DeprecationW
arning: the sha module is deprecated; use the hashlib module instead
from sha import sha
root@UT09:~/kke/bt_test# rm 40m.dat
root@UT09:~/kke/bt_test# btdownloadcurses 40m.dat.torrent --saveas 40m
.dat
/usr/lib/python2.6/dist-packages/BitTorrent/Storage.py:4: DeprecationW
arning: the sha module is deprecated; use the hashlib module instead
from sha import sha
root@UT09:~/kke/bt_test# rm 40m.dat
root@UT09:~/kke/bt_test# btdownloadcurses 40m.dat.torrent --saveas 40m
.dat
```

Below this, a third terminal window shows a process list:

```
root@NICT-Slice-006-NS02-SP00:~/nict2/egress
857 ? Ss 0:00 dhclient3 -e IF_METRIC=100 -pf /var/run/dhclien
888 ? Ss 0:00 /usr/sbin/sshd
952 ? Ss 0:00 sshd: root@notty
1048 ? S 14:34 ./flexcast_splitter -c ./flexcast_splitter.conf
18269 ? Ss 0:00 sshd: root@pts/1
18322 pts/1 Ss 0:00 -bash
18767 ? Ss 0:00 sshd: root@pts/0
18820 pts/0 Ss 0:00 -bash
18831 pts/0 S+ 0:00 ssh root@10.6.3.2
18869 pts/1 Sl 13:07 ./ro_comd
19944 pts/1 R+ 0:00 ps ax
root@NICT-Slice-006-NS02-SP00:~/nict2/egress# kill 18869
root@NICT-Slice-006-NS02-SP00:~/nict2/egress# rmod hcache_drv
[1]+ Done ./ro_comd > /dev/null
root@NICT-Slice-006-NS02-SP00:~/nict2/egress# insmod hcache_drv/hcache_dr
v.ko
root@NICT-Slice-006-NS02-SP00:~/nict2/egress# ./ro_comd > /dev/null
```

ネットワーク仮想化基盤の展開

NICT JGN2Plusにおける仮想化基盤の配置 (2010/9)



将来の方向性

- ❖ クラウドとネットワーク仮想化の融合
- ❖ 光ネットワークのインテグレーション
- ❖ 無線(Wifi/3G)
- ❖ アプリケーション
- ❖ ネットワーク運用
- ❖ ビジネスモデル



WiVi [wi:vi:]

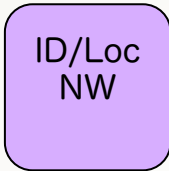
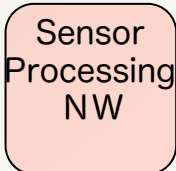
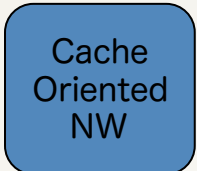
Wi-Fi Network Virtualization Infrastructure

Vision: Network-Virtualization Infra. for diverse NWs

Slice 1

Slice 2

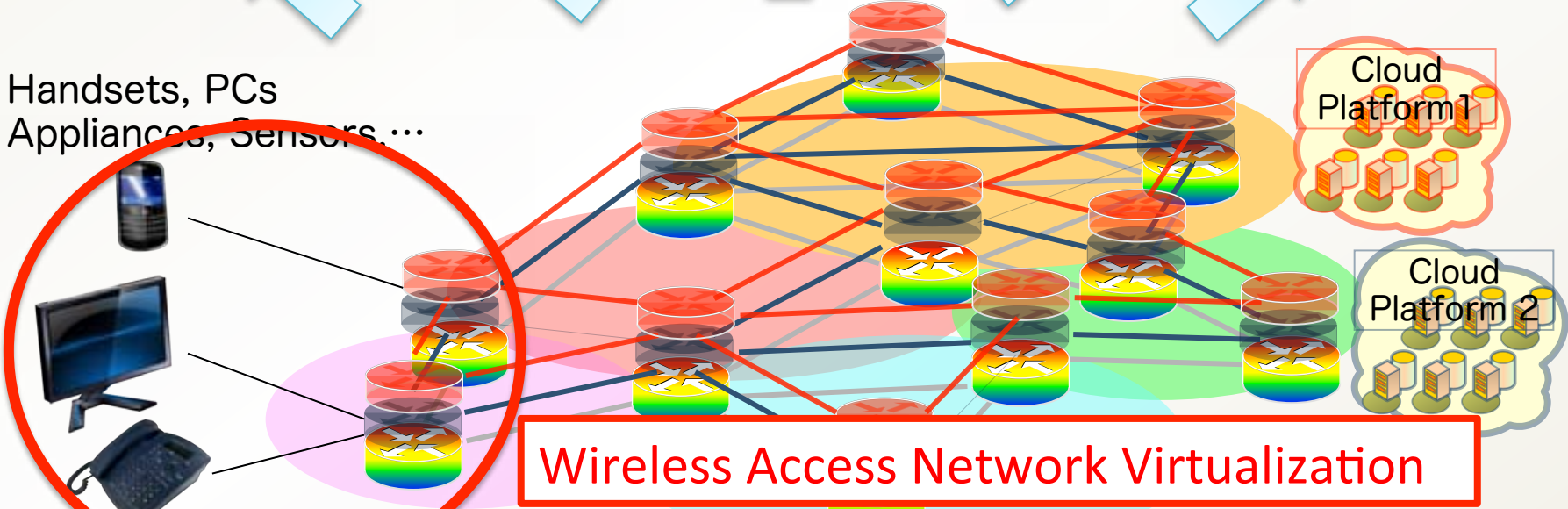
Slice N



Observation: Wireless access network virtualization extends our reach to a proliferating number of end/edge devices (handsets, sensors, appliances, etc)

"Slices" accommodate diverse NWs

Handsets, PCs
Appliances, Sensors, ...

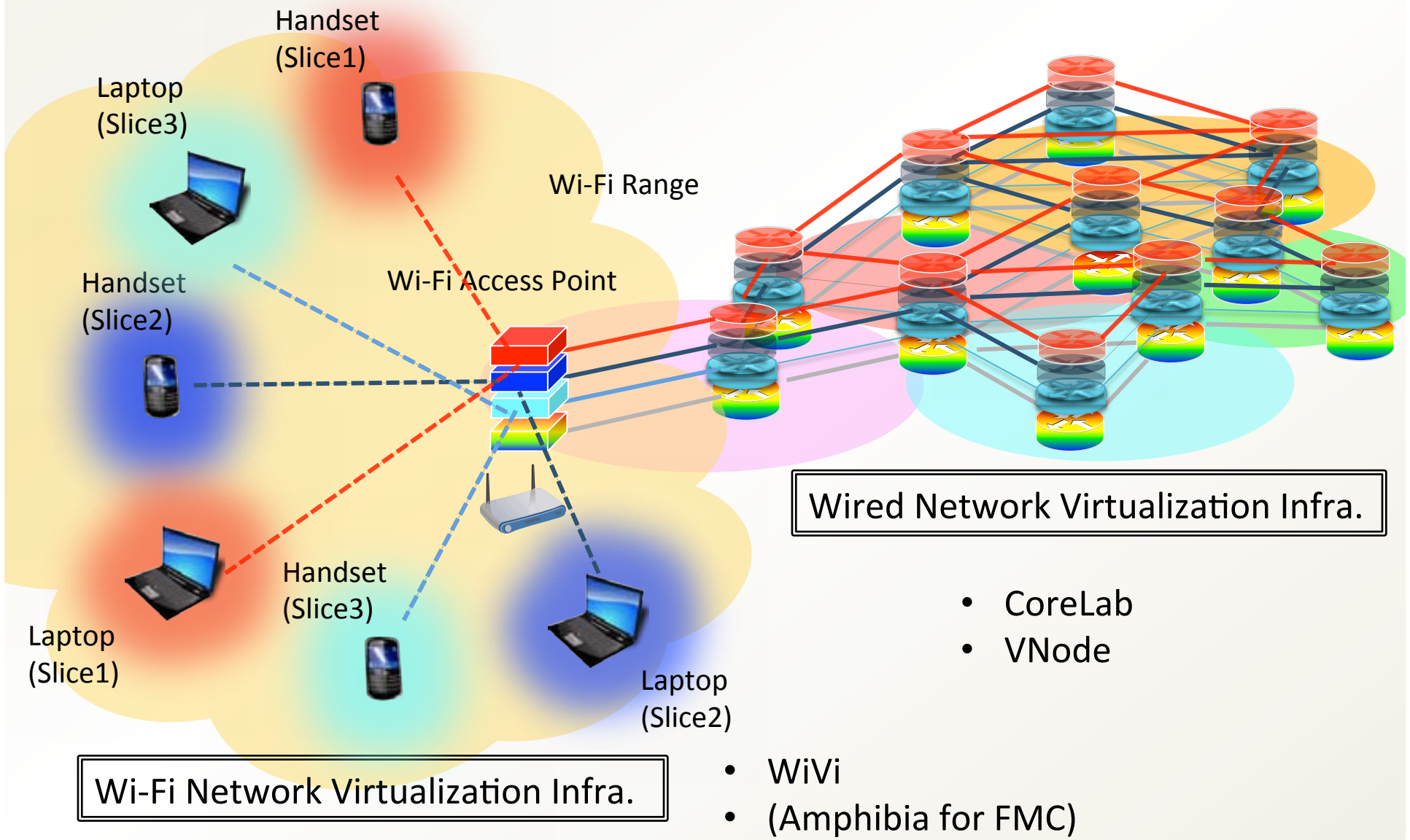


Wireless Access Network Virtualization

Network Virtualization Infrastructure

Goal of This Talk : Slicing Wi-Fi Access Point

Goal : Slicing Wi-Fi Access Point to extend our reach from wired slices to wireless ones



Wi-Fi Network Virtualization Infra.

Wired Network Virtualization Infra.

- CoreLab
- VNode

- WiVi
- (Amphibia for FMC)

Prototypes

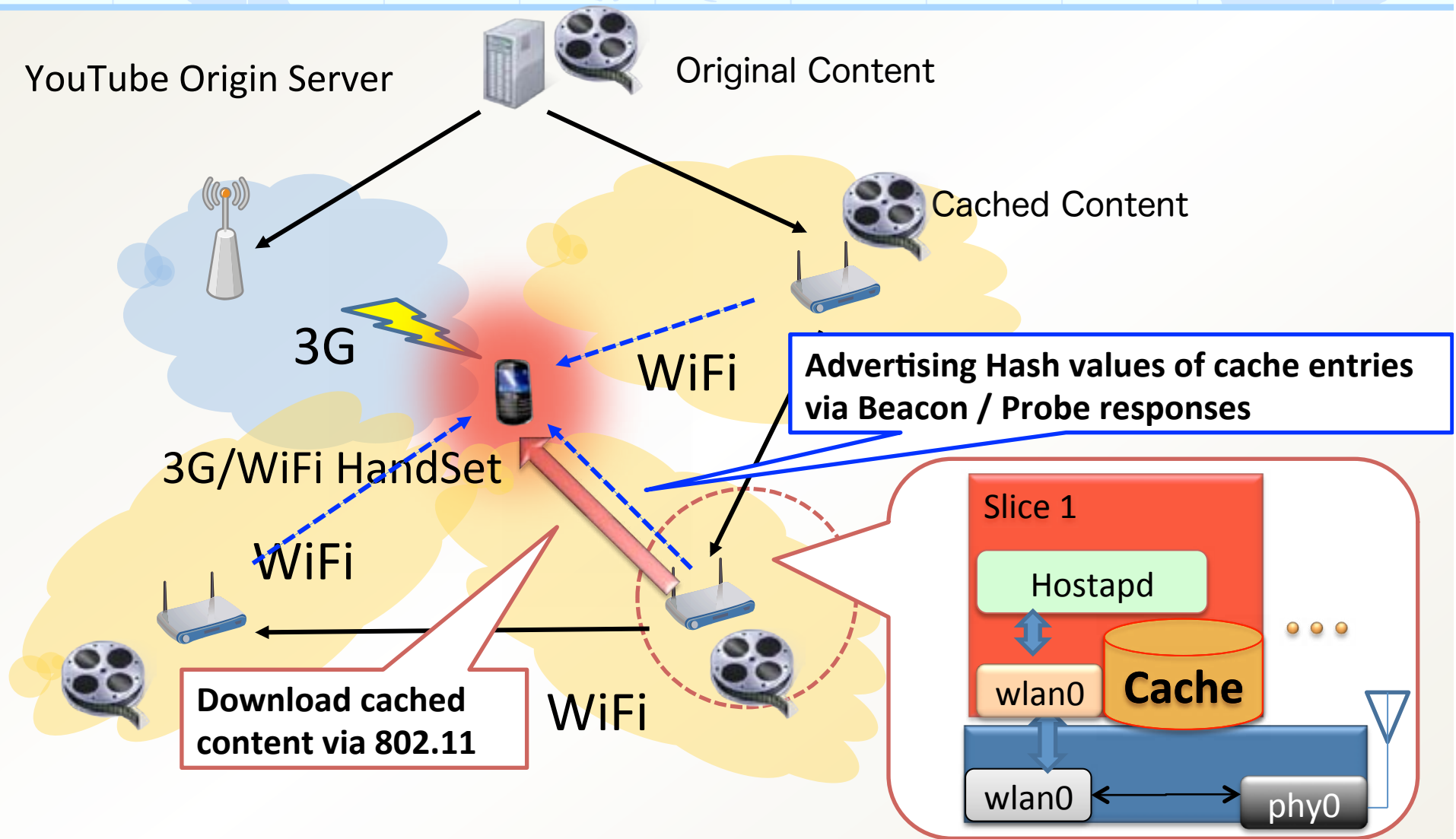




WiVi [wi:vi:]

Application of Programmability

Application : Cache-Enabled Wi-Fi APs



→ Enable “content cache” and “beacon advertisement” in Slice1 to enable faster download than 3G connection

まとめ

- ❖ ネットワーク仮想化は進化しつつあり、将来のネットワークを構成する重要な基盤技術となりつつある
- ❖ 我が国発のネットワーク仮想化技術をJGN-Xにて展開し、新しいネットワークを創成することが重要である

Net-Virtualization Research Lab Contact:

nakao@iii.u-tokyo.ac.jp

info@nvlab.org

<http://www.nvlab.org>



THE UNIVERSITY OF TOKYO

NICT

National Institute of
Information and
Communications
Technology



PLANETLAB Japan 

An open platform for developing, deploying, and accessing planetary-scale services

