

ネットワークアーキテクチャに関する調査研究会

2007年1月29日

新世代ネットワークアーキテクチャ に関する研究開発について

Keio University



青山 友紀



次世代(NEXT)と新世代(NEW)

IPネットワークの発展系であるNGNはインターネットに加えて、固定電話サービス、映像配信サービス、のトリプルプレイサービス、さらに携帯電話を加えたクワドプルプレイサービスをIPネットワークで提供するものであり、2010年ごろから商用サービスが開始されると見込まれている。

一方、新世代ネットワークはNGNの先に到来するユビキタス情報社会のインフラを担うネットワークであり、2015～2020年の社会要請を満たすとともに、超大容量のコンテンツから、膨大な数量のセンサや電子タグから発する極小容量のデータを疎通させるスケールフリーなネットワークである。セキュリティやプライバシーの要求条件を満たすとともに、ユーザの要求条件に即応してカスタマイズされたネットワークを提供できるユーザオリエンテッドなネットワークである。このようなネットワークはIPネットワークの延長のみでは実現できないと考えられ、イノベーションが必須である。それに向けて、米国、欧州では大きな研究プロジェクトがスタートしつつある。

上記の2つのネットワークを区別するために、前者を**NXGN**、後者を**NWGN**と区別し、NICTはNWGNの研究とそれを実証するネットワークテストベッドの構築にリソースを集中する。

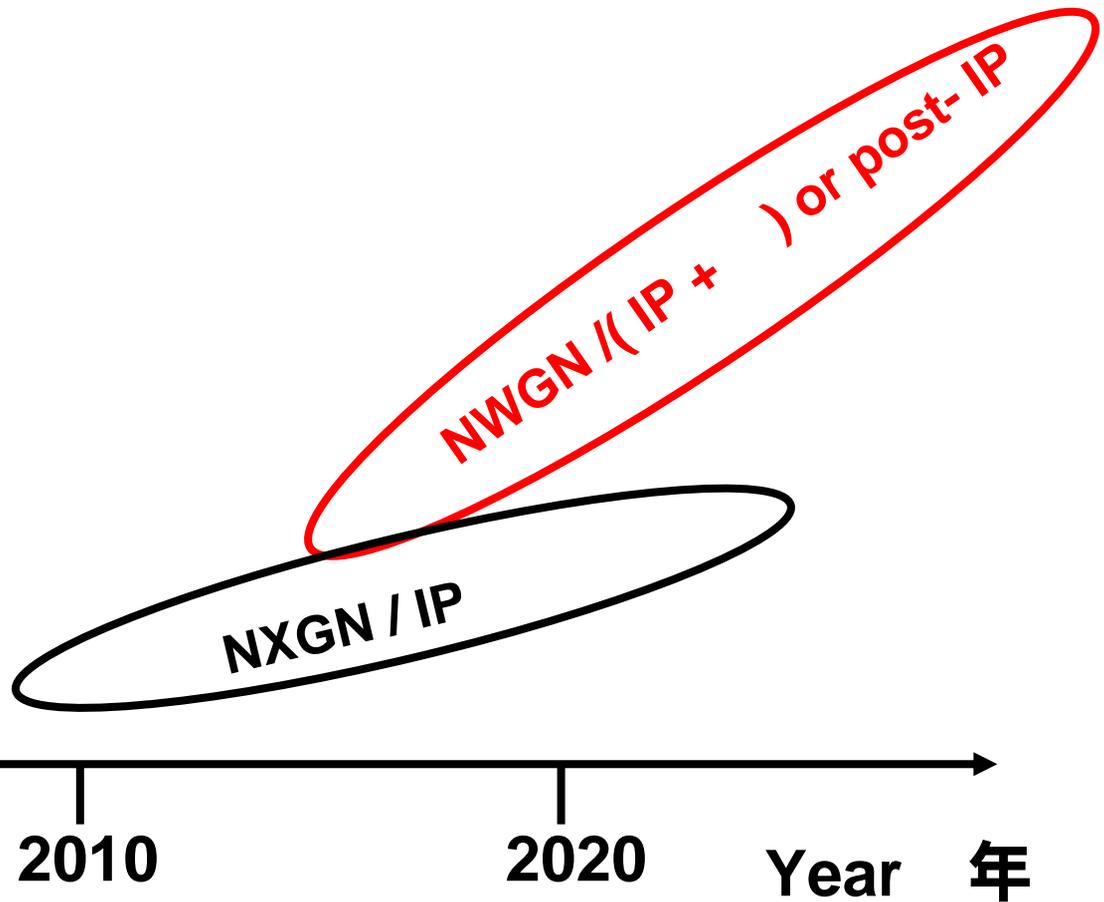
次世代 : NXGN (Next Generation Network) と新世代 : NWGN (New Generation Network)

Variety of Appliances

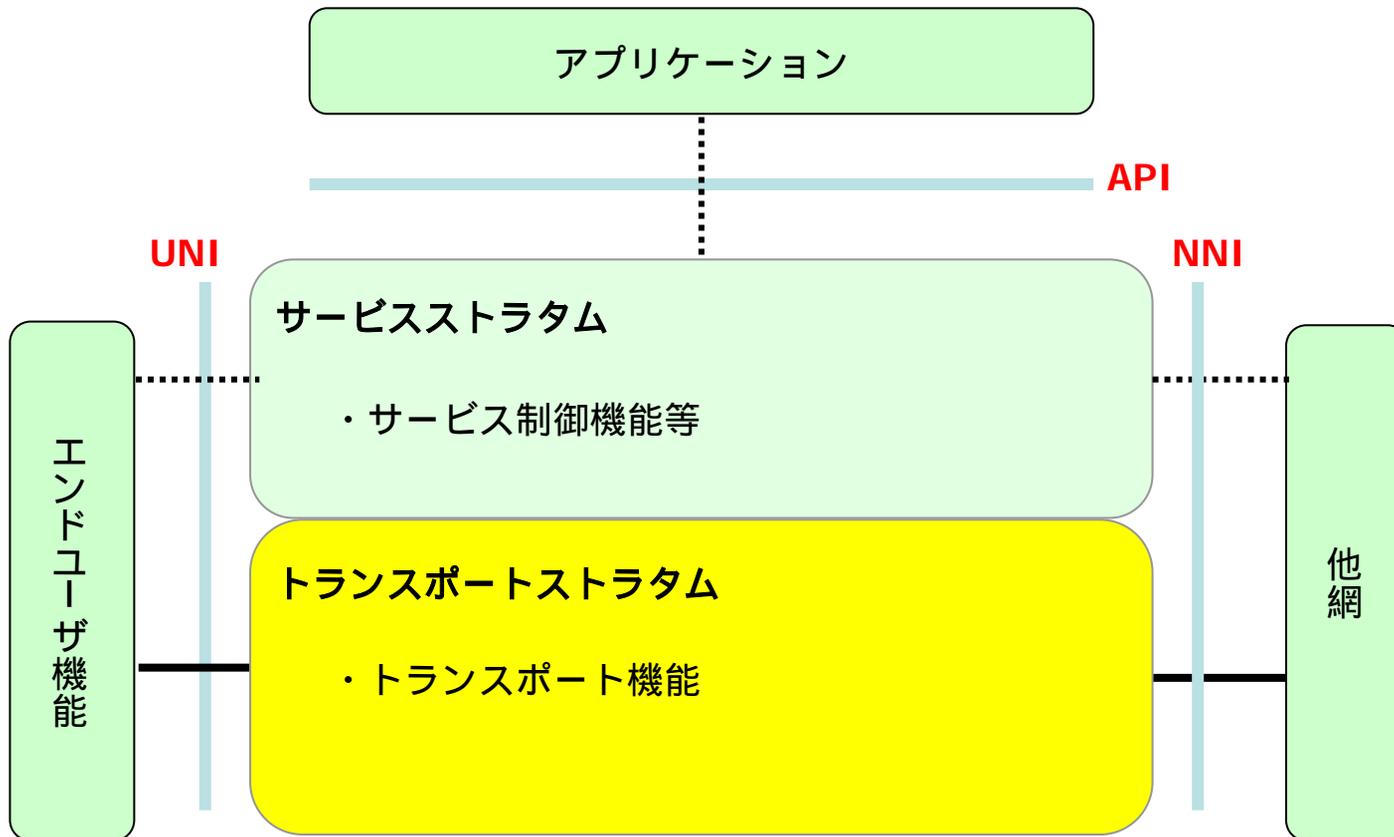
端末の種類

Ubiquitous
Appliances

Quadruple Play
Triple Play
Appliances



ITU-TのNGNアーキテクチャ



新世代ネットワークアーキテクチャの研究開発

トップダウン

アプリケーションからの要求条件の明確化
それを実現する手法の考案



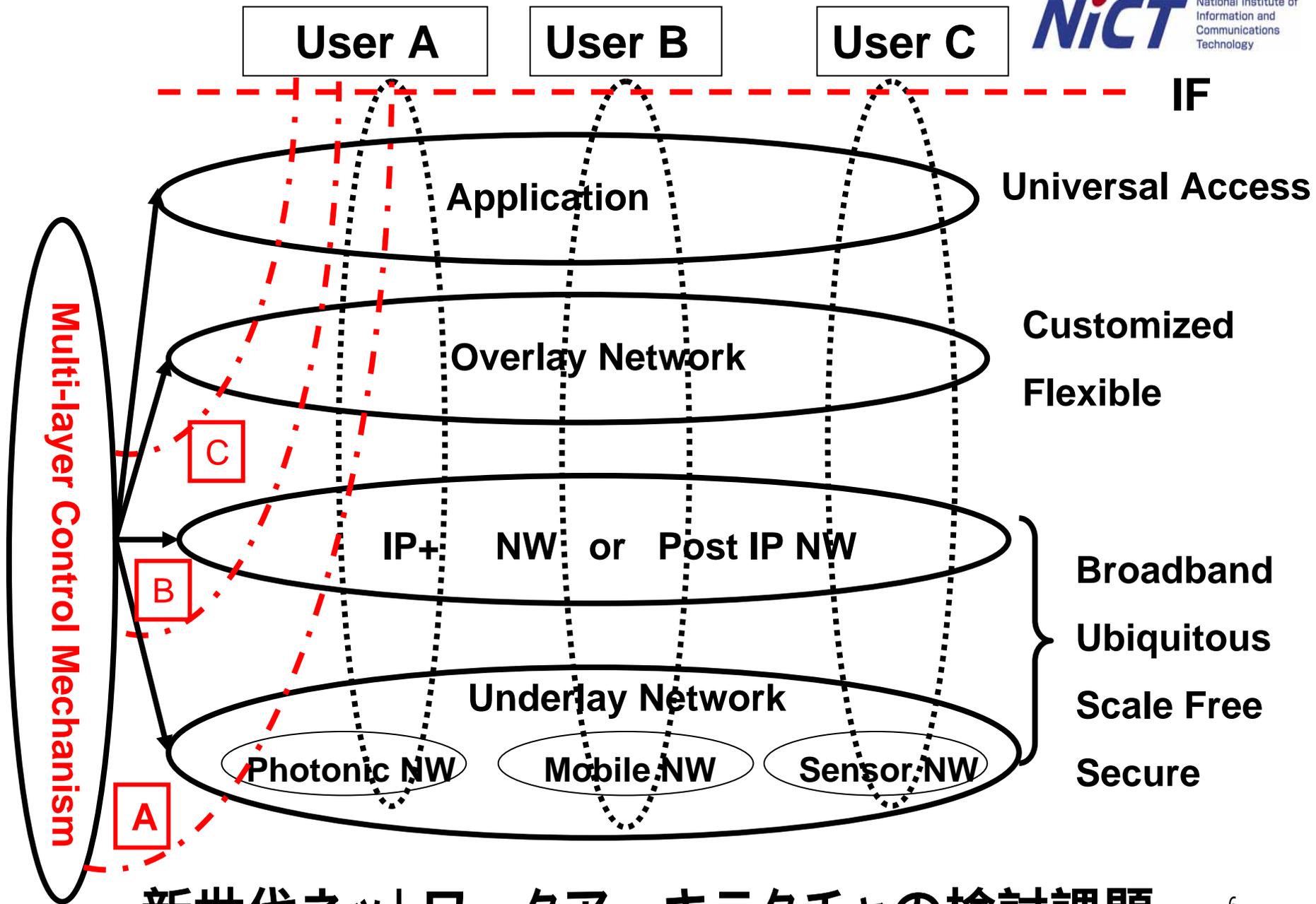
新しいネットワークアーキテクチャの創出

設計原理



ボトムアップ

革新的シーズの研究
そのシーズで何が実現できるかの想定



新世代ネットワークアーキテクチャの検討課題

Discussion points for architecture of NWGN

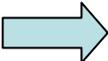
- Underlay network structure

Impact from Photonic/Mobile/Sensor Networks

- Overlay network structure

- Layer 3 : IP  IP + or Post IP

Identification, Location and Naming / Discovery

- Layered structure  Multi-layered/Non-layered

- Transparency  Controlled Transparency

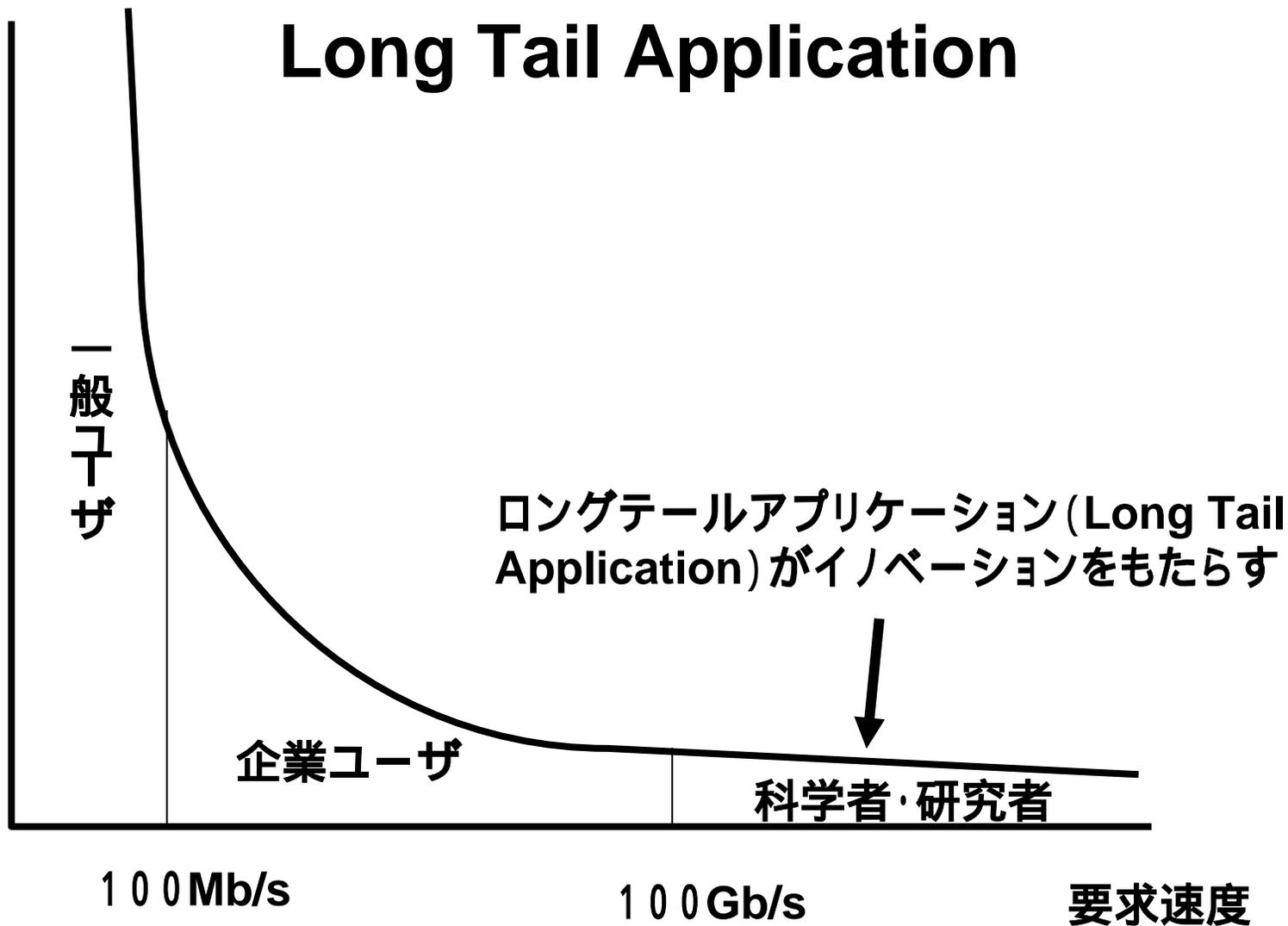
- Requirements from Long Tail Applications

- Network testbed for R&D on New Generation Network

ロングテールアプリケーション

Long Tail Application

ユーザ数



Examples of Long Tail Applications for NWGN

- **Grid Computing** over optical networks
- Connection of **tailed display** for visualization of e-science
- Connection of **entertainment contents** with ultra high quality such as D-Cinema & ODS (Other Digital Stuff)
(Cine Grid Community)
- Networking for huge amount of **sensors** to cover environment
- **Web2.0, Web3.0**, Impact of Google approach

新世代ネットワークアーキテクチャとその要素技術 のR & Dに関する世界の動向

米国

NSF: GENI & FIND

DARPA: CORONET

(Multi-Terabit Core Optical Networks)

EU

FP7 : The Network of the Future: 200M€

(315億円)

日本は？

NSFの問題意識

既存のインターネットには多くの問題がある！

- TCP/IPプロトコルの問題 (ex. パケットロスがある環境ではTCPはパフォーマンスが悪い、など)
- セキュリティ・QoS・安定性の欠如
- 新たな技術を検証することができない(生活インフラとして使われているため)
- 革新的技術を取り込む必要(光ネットワーク、モバイル、センサーなど)

今がInternetを「再発明」する時！

複数のネットワーク実験を同時 / 独立に遂行するための共通基盤が必要

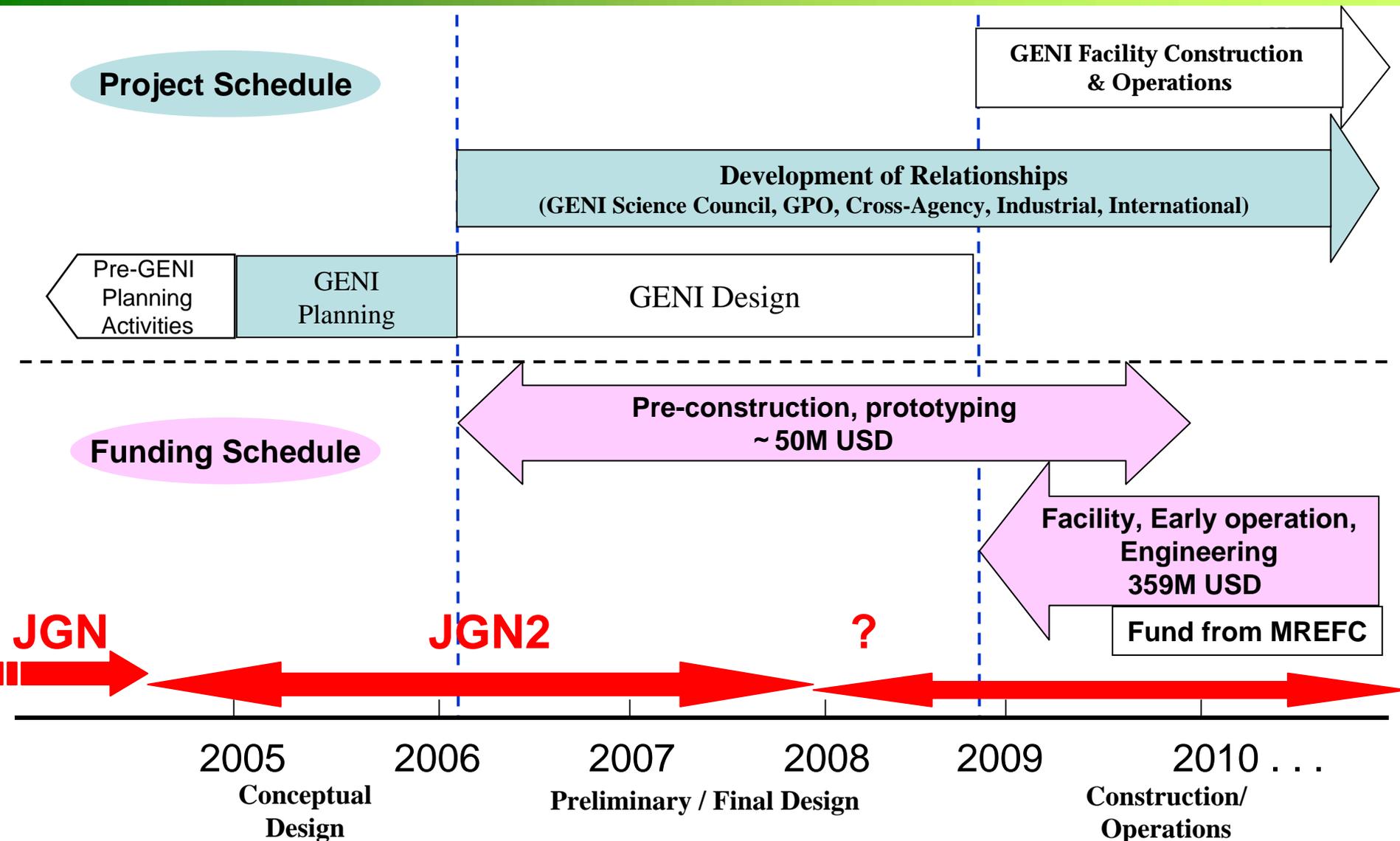
GENI (Global Environment for Network Innovations)

ネットワークアーキテクチャ・サービス・アプリケーションの研究を促進するための
共有・グローバルファシリティ

GENIのファシリティ要件

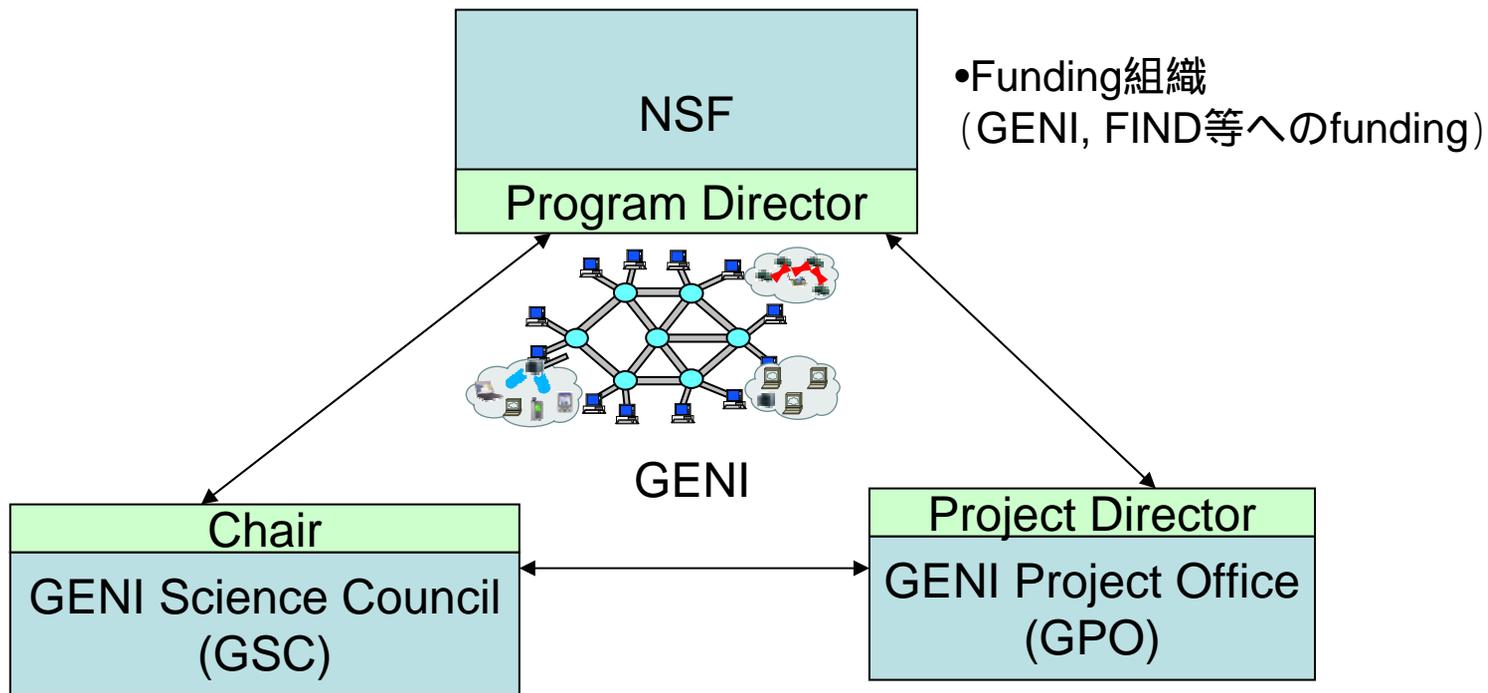
- 新しいネットワークアーキテクチャ、メカニズム、分散システムの探求が可能
- 幅広い実験ネットワーク・分散サービスの探求を同時に実施可能な共有ファシリティ
- 実験ネットワークと "Internet" との相互接続
- ユーザがGENIに "opt-in" 出来る (GENIサービスの発見・参加)

GENI & JGN (Japan Gigabit Network)



MREFC = Major Research Equipment Facility Construction

GENI Organization

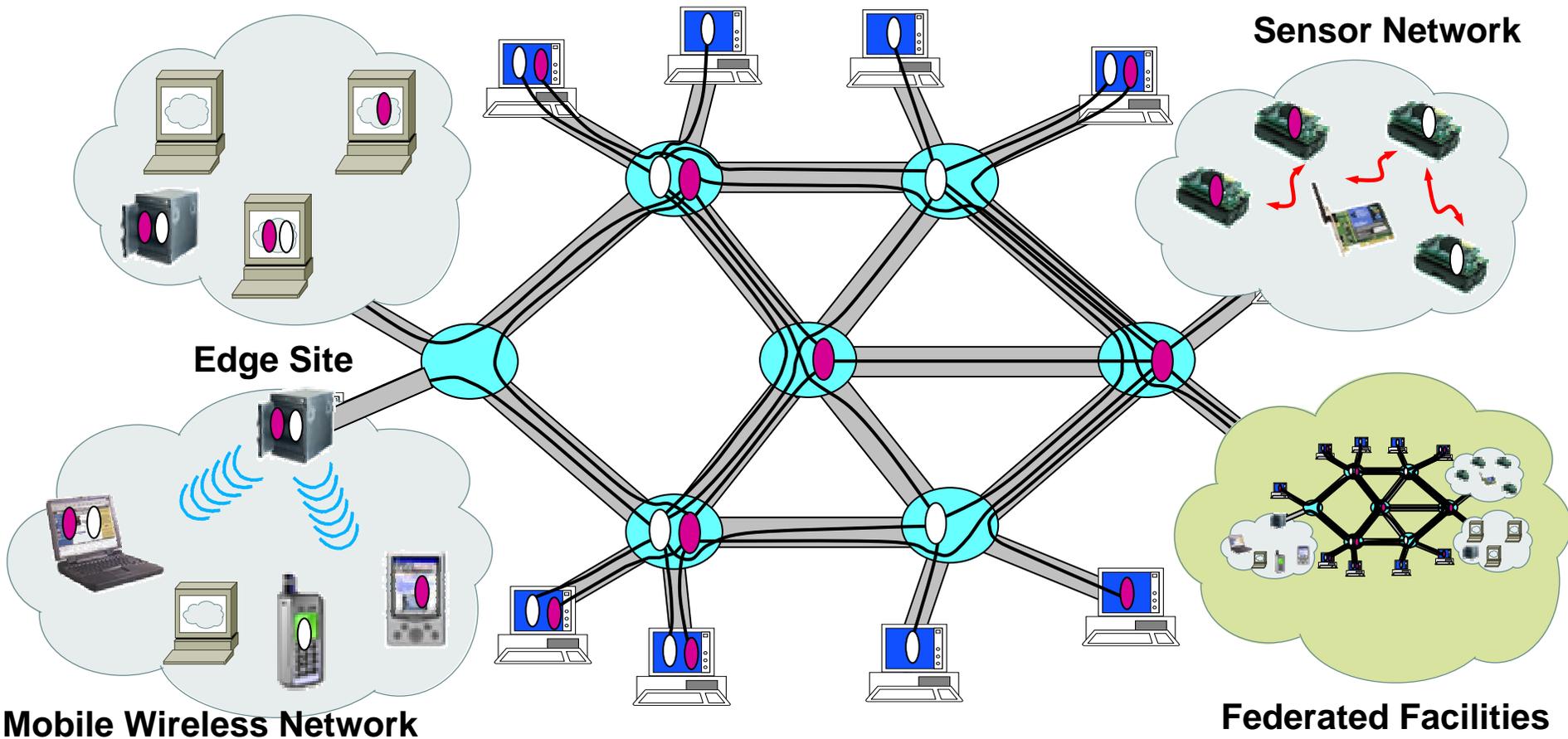


- Funding組織
(GENI, FIND等へのfunding)

- GENIに対する研究教育コミュニティの声を代表
(15名程度、2006/12末にメンバー決定)
- 研究プランの策定

- GENIプロジェクトの運営事務局

GENI Facility Design: Key Concepts



Slicing, Virtualization, Programmability

GENI: Research Program (FIND)

FIND (Future Internet Design) とは？

- 新しいInternetデザインに関する研究ファンドプログラム
- 典型的NSF研究ファンドとは異なり、継続的研究ファンドによる長期的プログラム
- 3つのフェーズ
 1. 個々のアーキテクチャ要素と、プロトタイプ e2e (end-to-end)アーキテクチャの探求
 2. いくつかのフルスケールアーキテクチャへ収束
 3. アーキテクチャの実験 (GENIインフラ上で)
- “Competitive Cooperation”モデル
 - プロポーザルレビュー時には Competitive
 - 採択された研究プロジェクト間でのCooperation (年3回のミーティング)

FINDのスケジュール

2006年: 第1フェーズ (98件のプロポーザルの内、26件を採択)

2007年以降: 第2～3フェーズ

- ・親和性のあるアーキテクチャを組み合わせる 少数のアーキテクチャを開発
- ・開発したアーキテクチャをテスト
 - Simulation & Emulation
 - GENIファシリティ上で大規模実験

欧州動向：FP6からFP7へ

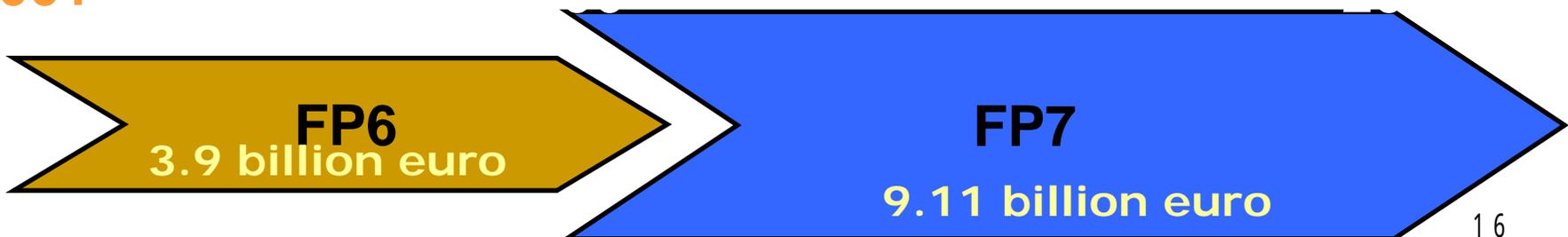


- 6th Framework Programme (FP6)
 - 2002-2006の5カ年
 - ICT分野に3.9億ユーロ(6千億円)
- 7th Framework Programme (FP7)
 - 2007-2013の7カ年
 - ICT分野に9.1億ユーロ(1兆4千億円)

2001

2006

2013



FP7の新世代ネットワーク予算

- The Network of the Future: 200M€(315億円)
 - Collaborative Projects 180M€
 - 最低84M€を大規模・統合型プロジェクト (IP)
 - 最低42M€を中小規模プロジェクト (STREP)
 - Network of Excellence 14M€
 - Support Actions 6M€
- ターゲット
 - ユビキタスネットワークアーキテクチャ
 - ネットワークの最適制御・管理と柔軟性確保
 - 将来インターネットのための技術・システムアーキテクチャ
- 応募×切
 - 2007年4月24日

テストベッド(GEAN2/3)は別枠



新世代ネットワークのR & D に対する日本の取り組み

MIC: 日本の戦略立案

委託研究 ex. Post Ubiquitous

NICT: 自主研究 ex. AKARI, ……

委託研究 ex. Phase II Photonic NW

テストベッド: Next Phase of JGN

大学: イノベーションをもたらす研究

企業: NXGNとNWGNの並行R & D

Japan Gigabit Network

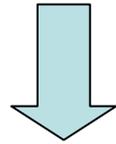


JGN 1999.4 - 2004.3

1 Gbit/s

IP over ATM

IPv6 (a part of JGN)

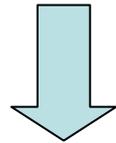


JGN II 2004.4 - 2008.3

10 Gbit/s

IPv6

WDM + OXC



2008.4 - Next phase of the Network

Testbed for NXGN/NWGN

Global Community of Network Testbed

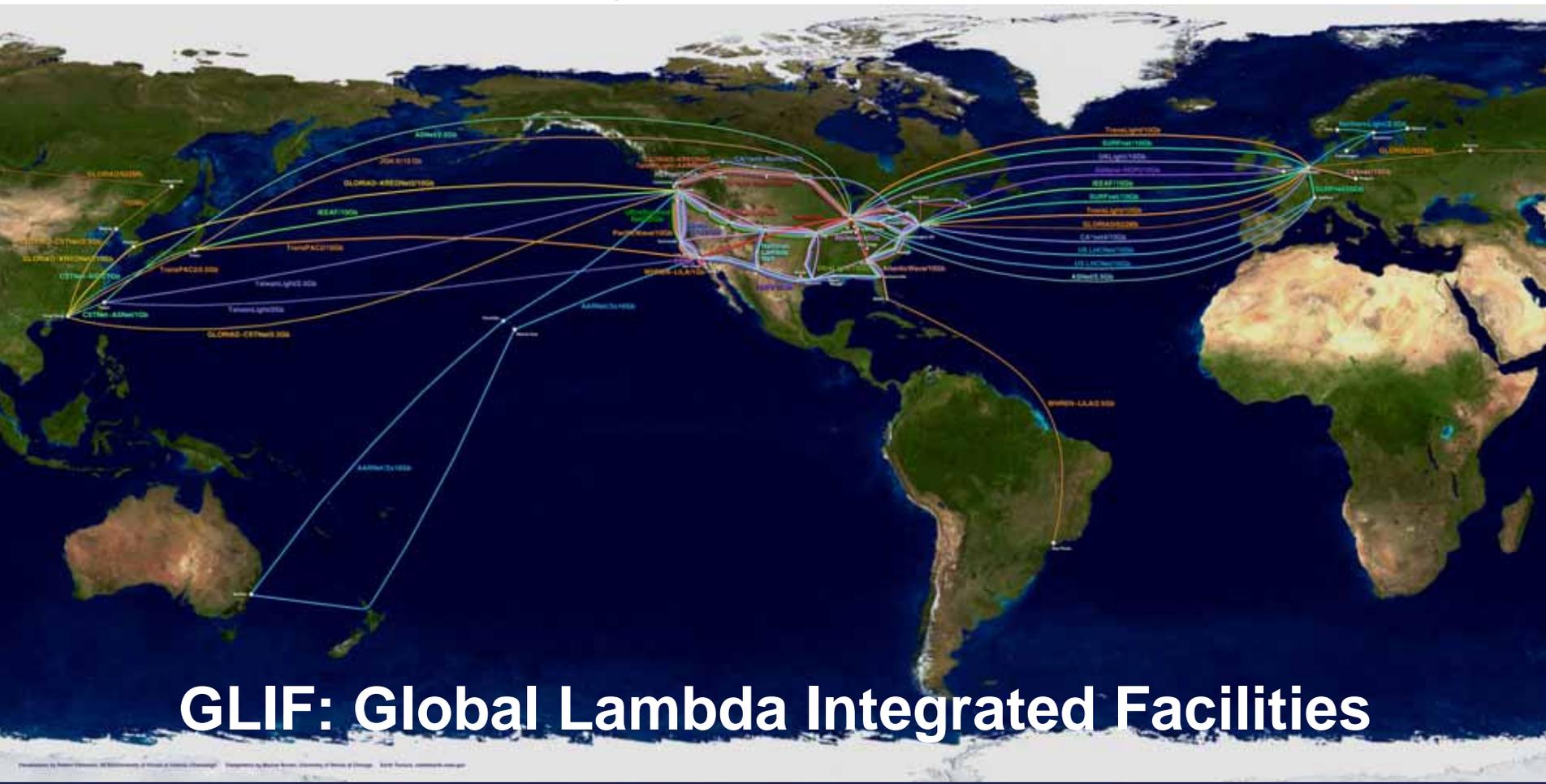
GLIF: Global Lambda Integrated Facility

Planet Lab

Global Information Grid

• • • • •

Network research community for L2 based optical networking and applications : GLIF



GLIF, Linking the World with Light 21

Planet Lab

要素技術

- リソース・ユーザ管理技術
- 仮想マシン(VM)技術
- 仮想マシンモニタ(VMM)技術

Node Resource
(CPU/Mem/Disk/Net)

slice

The screenshot shows the PlanetLab website interface. The main content area displays a table of nodes with columns for Hostname, Primary Address, and Status. The table lists various nodes from different institutions, including those from Tokyo, Princeton, and MIT.

Hostname	Primary Address	Status
plab11-sec.uniklu.ac.at	143.206.172.11	Production
plab2-sec.uniklu.ac.at	143.206.172.12	Production
planetlab-1.cse.monash.edu.au	130.194.64.162	Debug
planetlab-2.cse.monash.edu.au	130.194.64.163	Production
planetlab1.it.uts.edu.au	139.25.15.195	Debug
planetlab2.it.uts.edu.au	220.245.140.196	Production
plinode01.cs.mu.sz.eu	220.245.140.197	Production
plinode02.cs.mu.sz.eu	220.245.140.198	Production
planetlab1.info.ucl.ac.be	193.191.148.227	Boot
planetlab2.info.ucl.ac.be	193.191.148.228	Production
planc1-227.test.ibbt.be	150.165.15.18	Production
planc1-228.test.ibbt.be	150.165.15.19	Production
planetlab1.lsd.ufcg.edu.br	200.102.209.151	Reinstall
planetlab2.lsd.ufcg.edu.br	200.102.209.152	Production
planetlab1.pcp.ce.mp.br	200.129.0.161	Boot
planetlab2.pcp.ce.mp.br	200.129.0.162	Production
planetlab1.pcp.mg.mp.br	200.19.159.34	Reinstall
planetlab2.pcp.mg.mp.br	200.19.159.35	Production

Node
planetlab1.nict.go.jp

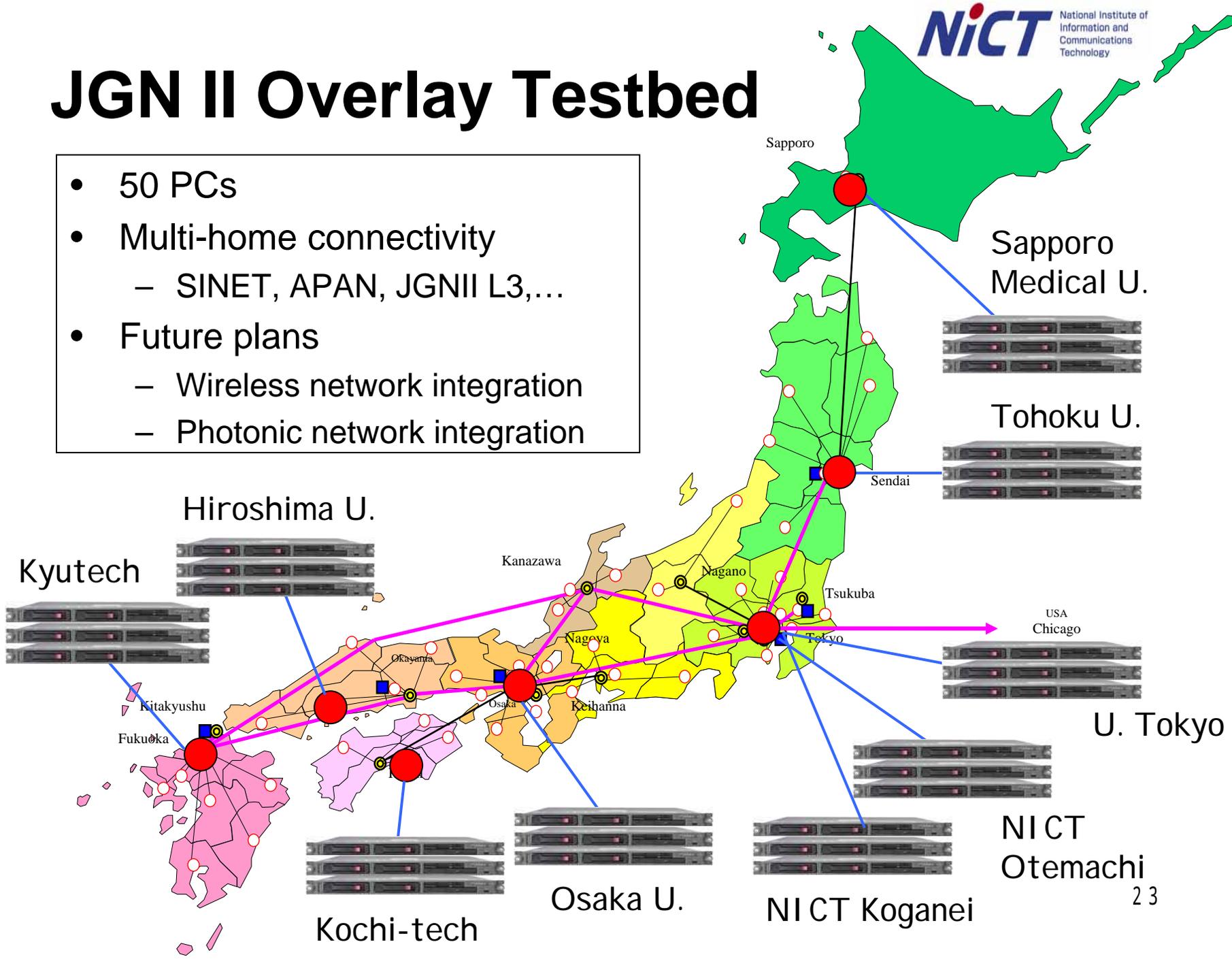
planetlab1.iii.u-tokyo.ac.jp

planetlab1.cs.princeton.edu

planetlab1.lcs.mit.edu

JGN II Overlay Testbed

- 50 PCs
- Multi-home connectivity
 - SINET, APAN, JGNII L3,...
- Future plans
 - Wireless network integration
 - Photonic network integration



結 論

NWGNアーキテクチャはそれぞれ、Underlay Network, IP+ /Non-IP Network, Overlay Network, Multi-layer Control, Application over NWGN, のについて根本から検討する必要があり、**日本の産学官が連携して戦略的に取り組むべきテーマ**である。

NSFのGENI/FINDプロジェクトやEUのFP7においても研究はスタートしたところであり、日本も早急に**All Japanの体制を設置し**、米国・EUと連携する体制が必要である。

NICTはネットワークからアプリケーションの研究部隊を保持しているところが強みであり、その**シナジー効果を活かしながら産学と連携し**新世代ネットワークのアーキテクチャ、イノベーション技術、ネットワークテストベッド構築を強力に推進していくことが求められている。 24

付 録

e-Science Application : OptIPuter 100 MegaPixel Displays

55-Panel Display
100 Megapixels
30 x 10GE
interfaces
1/3 Tera bit/sec

Driven by 30 unit
Cluster of 64 bit Dual
Opterons

60 TB Disk

Linked to OptIPuter

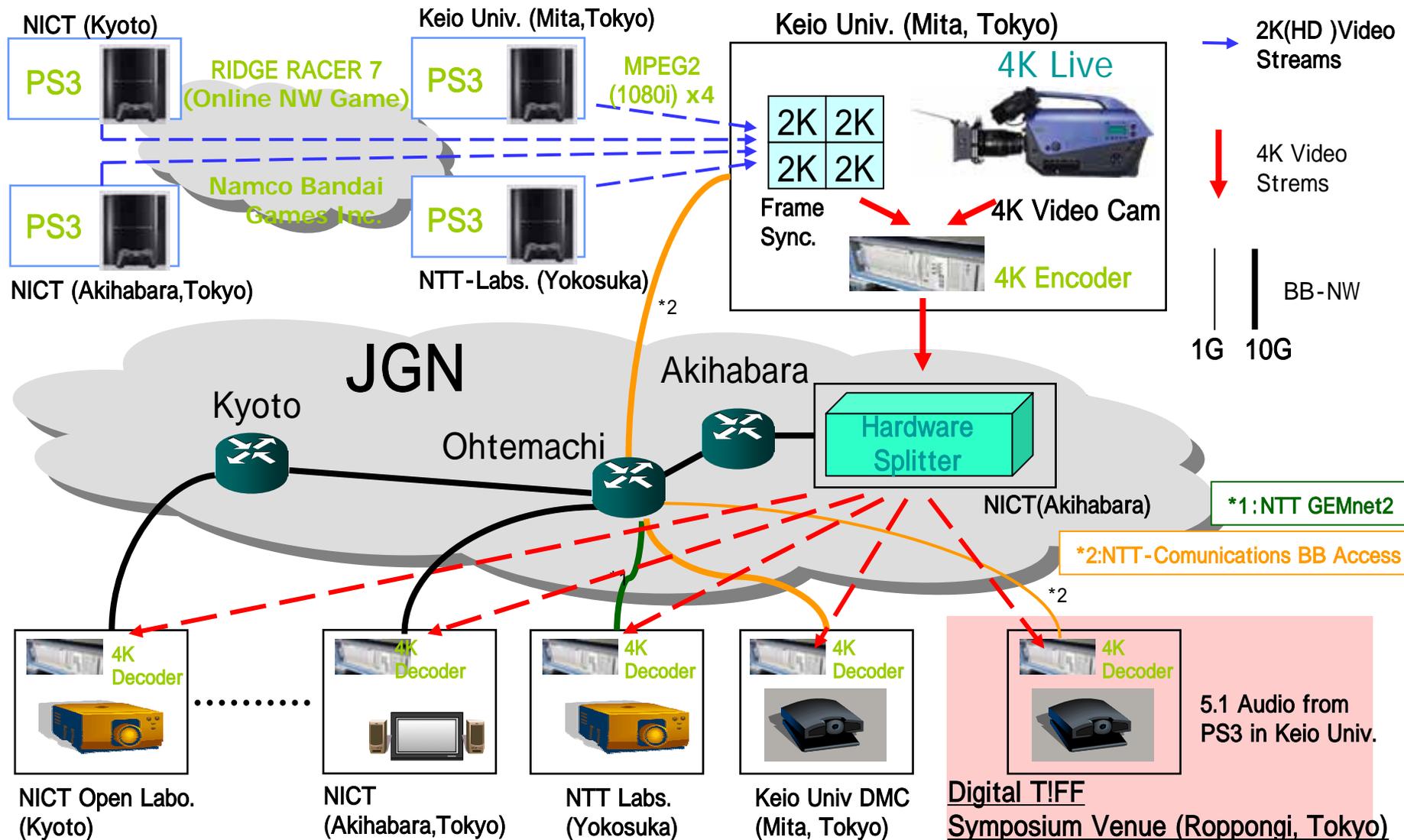
Working with NASA
ARC Hyperwall Team
to Unify Software



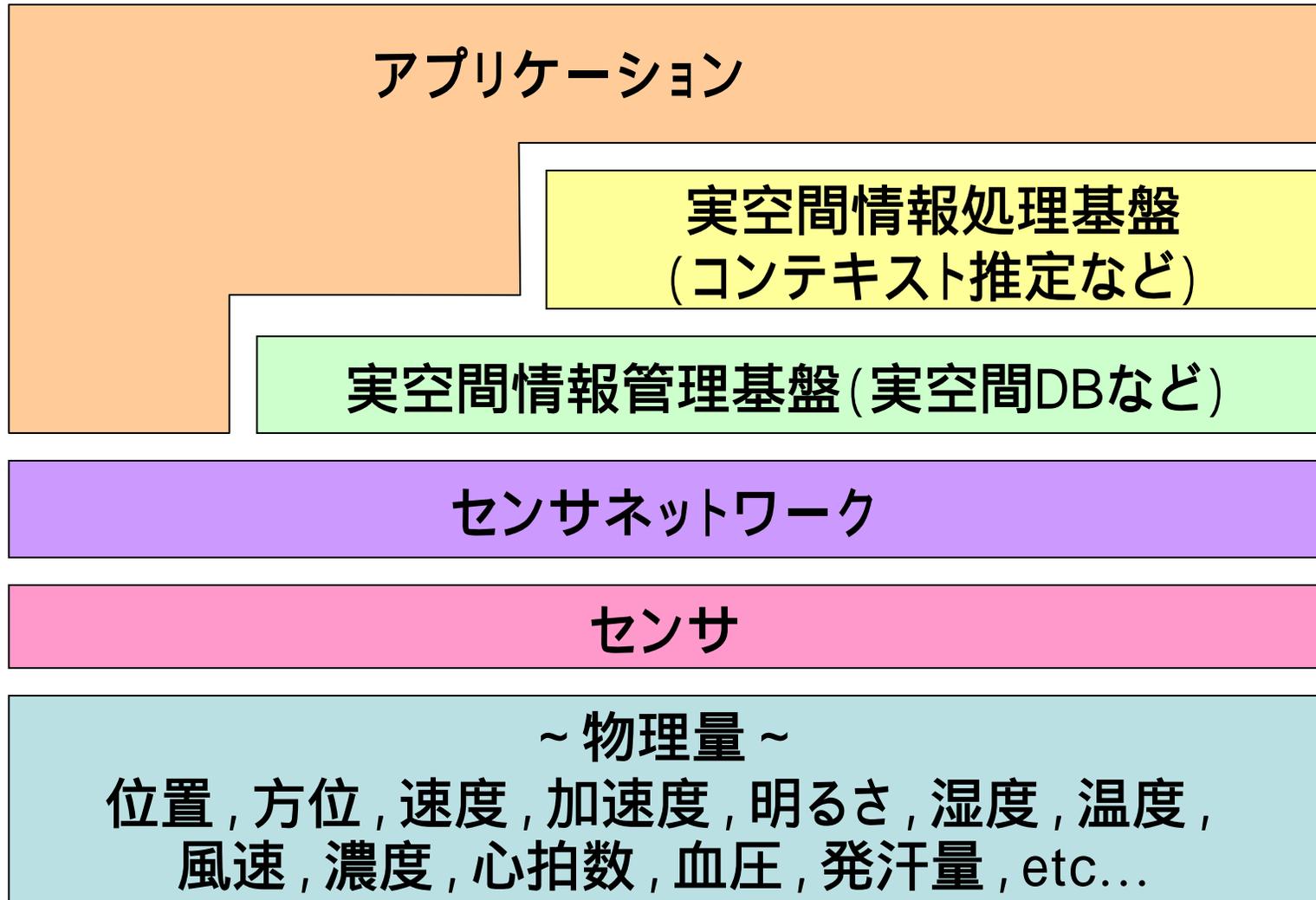
Source: Jason Leigh, Tom DeFanti, EVL@UIC

System & NW Configuration in Digital T!FF 2006

- Special PS3s generate HDCP free HD videos, coded by MPEG2, and streamed to Keio Univ.
- 4 streams are decoded and synthesized to 4K SHD video, then J2K encoded.
- 10 replicated streams are transmitted to 5 venues from Akihabara site.



センサネットワークアーキテクチャ



光ネットワークテストベッド国際会議

Optical Network Testbeds Workshop 3 (ONT3) 会合 (9月7日～8日)
(<http://www.nren.nasa.gov/workshop9/>)

ONT3は、米国大統領府科学技術委員会LSN (Federal Large Scale Networking Coordination Group)が後援している会合であり、従来、米国のネットワークネットワーク関係の政府機関、大学関係者が集まっていた会合であるが、国際連携の重要性に鑑み、今年にはGLIF会合と同時開催で、(独)情報通信研究機構と米国科学財団(NSF)、米国エネルギー省(DOE)の主催で日本において開催。今回は、日本、米国、アジア、欧州等から計119名が参加。

【主な議論】

- ・10～15年後を展望したネットワークアーキテクチャの構築
- ・テストベッドネットワークの国際連携の重要性
- ・光テストベッドを支える光ネットワーク技術の研究開発の重要性
- ・アプリケーションの多様性に柔軟に適應するテストベッドネットワークの構築
- ・ユーザーオリエンテッドなテストベッドネットワークの構築
- ・テストベッドネットワークにおけるダークファイバの重要性

GENI Planning Group

Larry Peterson, Princeton (Chair)

Tom Anderson, Washington

Dan Blumenthal, UCSB

Dean Casey, NGENET Research

David Clark, MIT

Deborah Estrin, UCLA

Joe Evans, Kansas

Nick McKeown, Stanford

Dipankar Raychaudhuri, Rutgers

Mike Reiter, CMU

Jennifer Rexford, Princeton

Scott Shenker, Berkeley

Amin Vahdat, UCSD

John Wroclawski, USC/ISI

赤字: NSF訪問時の会議出席者

Natureが日本のフォトリクス技術を評価

Nature が Nature Photonics という新雑誌を発刊

その編集オフィスをNatureの歴史始まって以来初めて英国外の出し東京に設置した。

その理由は、フォトリクス技術は日本が世界を先導していること、中国、韓国を含むアジアが今後の研究開発、ビジネスの中心となることを想定。

本年10月23日～25日に東京で“Nature Photonics Technology Conference”を開催