

平成24年度 市民講座 ①

先端研究のネットインフラと社会 ～ 科学者の輪を広げるSINETとは ～

平成24年6月7日

国立情報学研究所

漆谷 重雄

1. はじめに

2. 先端ネットインフラ ～SINET～

3. SINETで広がる共同研究の輪

4. ネットワークの設計と大震災時の影響

5. 今後の方向性

本講演の対象

◆ 一般ユーザ向けの通信ネットワークの発展も目覚ましいですが、今回は、**学術機関向け**の最先端ネットワークの話をしてします。

一般ユーザ向け
通信ネットワーク

企業向け
通信ネットワーク

ここです

学術機関向け
最先端ネットワーク
(SINET4)

ブロードバンド回線 等
(FTTH/ADSL/CATV等)

高速無線/ワイヤレス
(3G/LTE/WiMAX等)

専用回線 等

超高速専用回線

一般家庭

企業

大学、研究機関 等



電話

パソコン



FAX

テレビ



携帯



スマホ

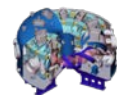
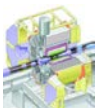


タブレット

企業内
ネットワーク



パソコン サーバ

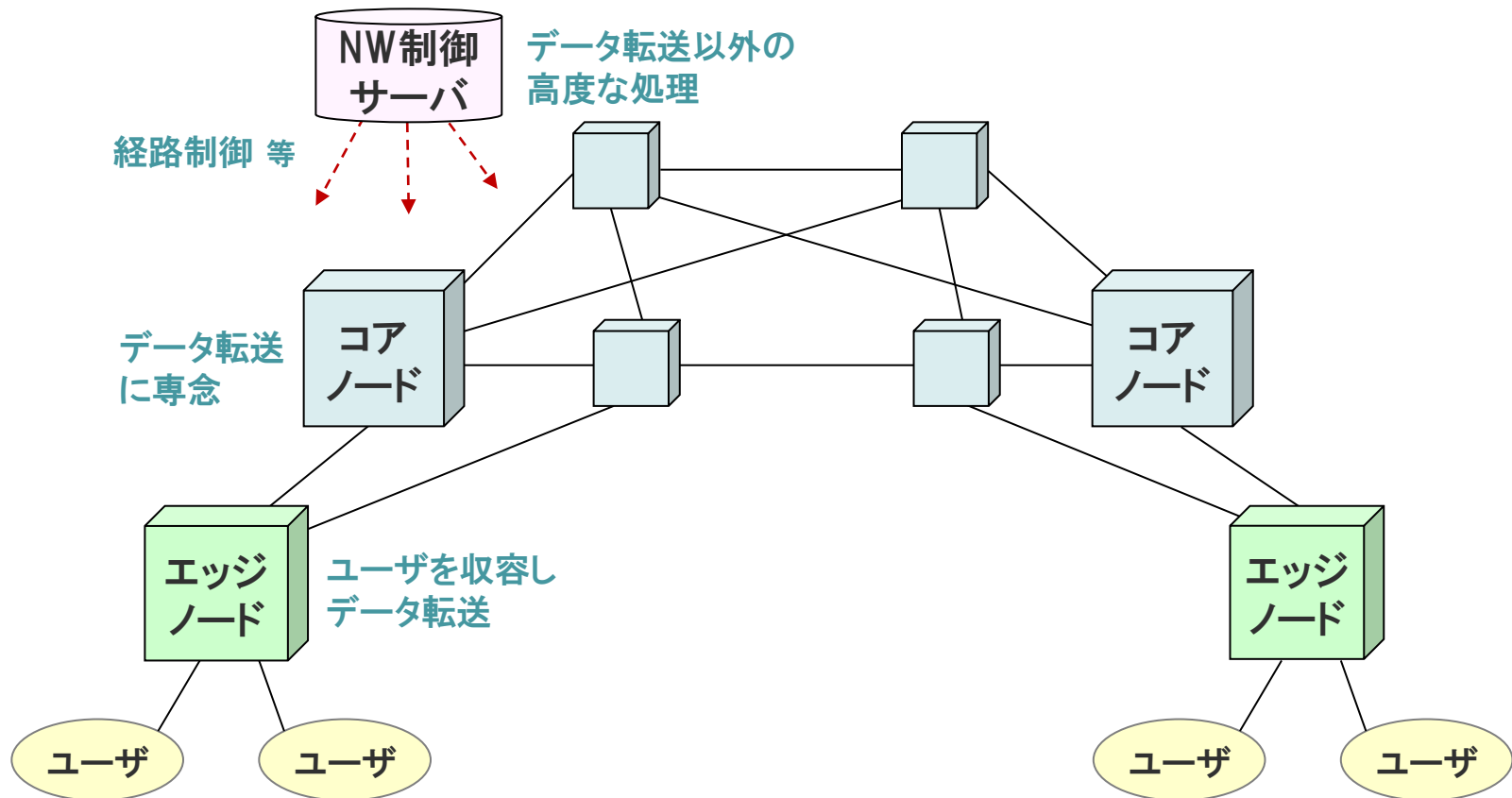


先端実験設備 等

◆ 通信ネットワークは、大雑把に言えば、以下の装置により通信サービスを提供する

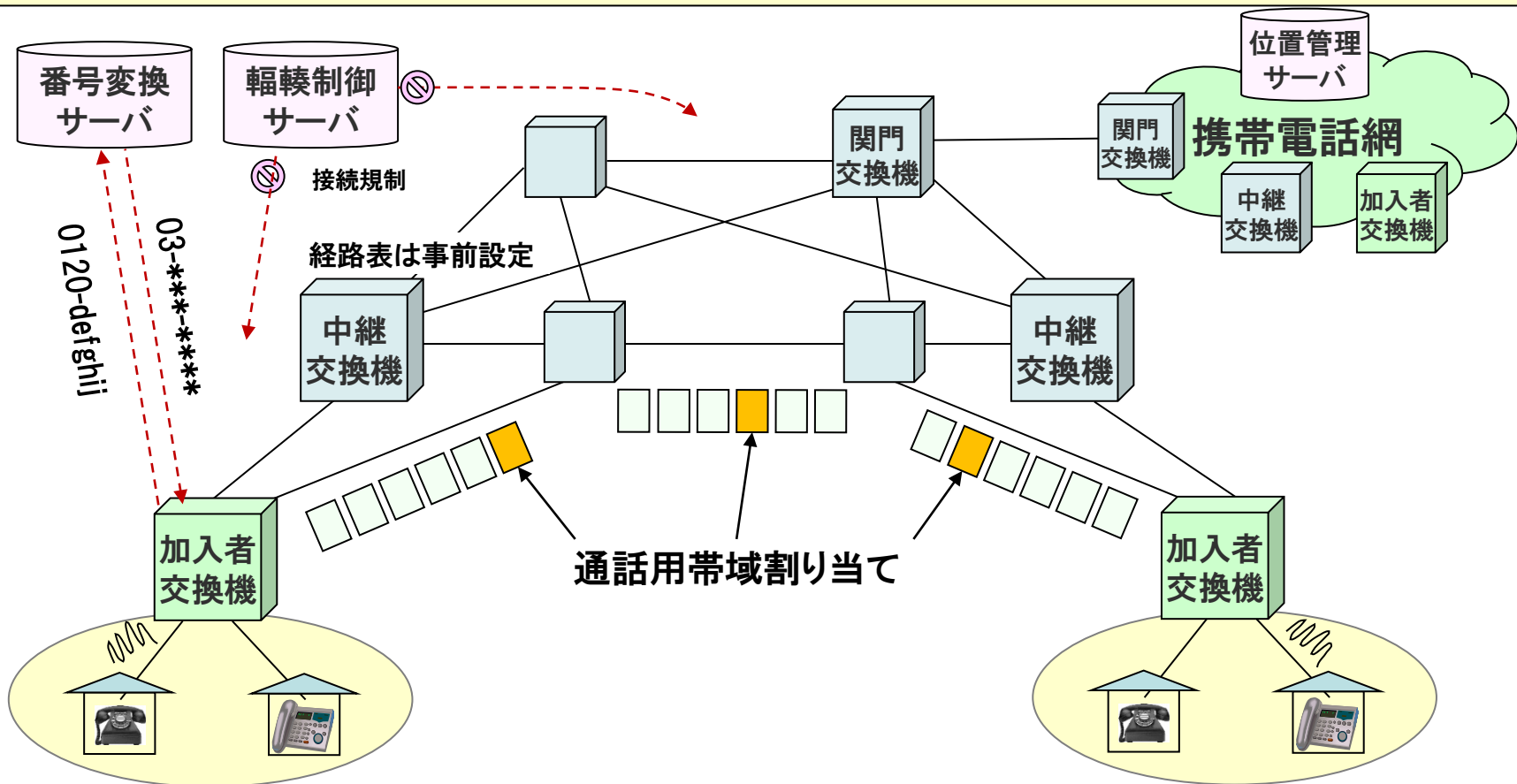
- ・ 転送ノード： 通信データを転送する装置(エッジノードとコアノードがある)
- ・ NW制御サーバ： データ転送以外の高度な処理(経路制御、番号変換等)をする装置

◆ 通信サービス毎に各装置の機能が異なり、ネットワークの設計も異なる



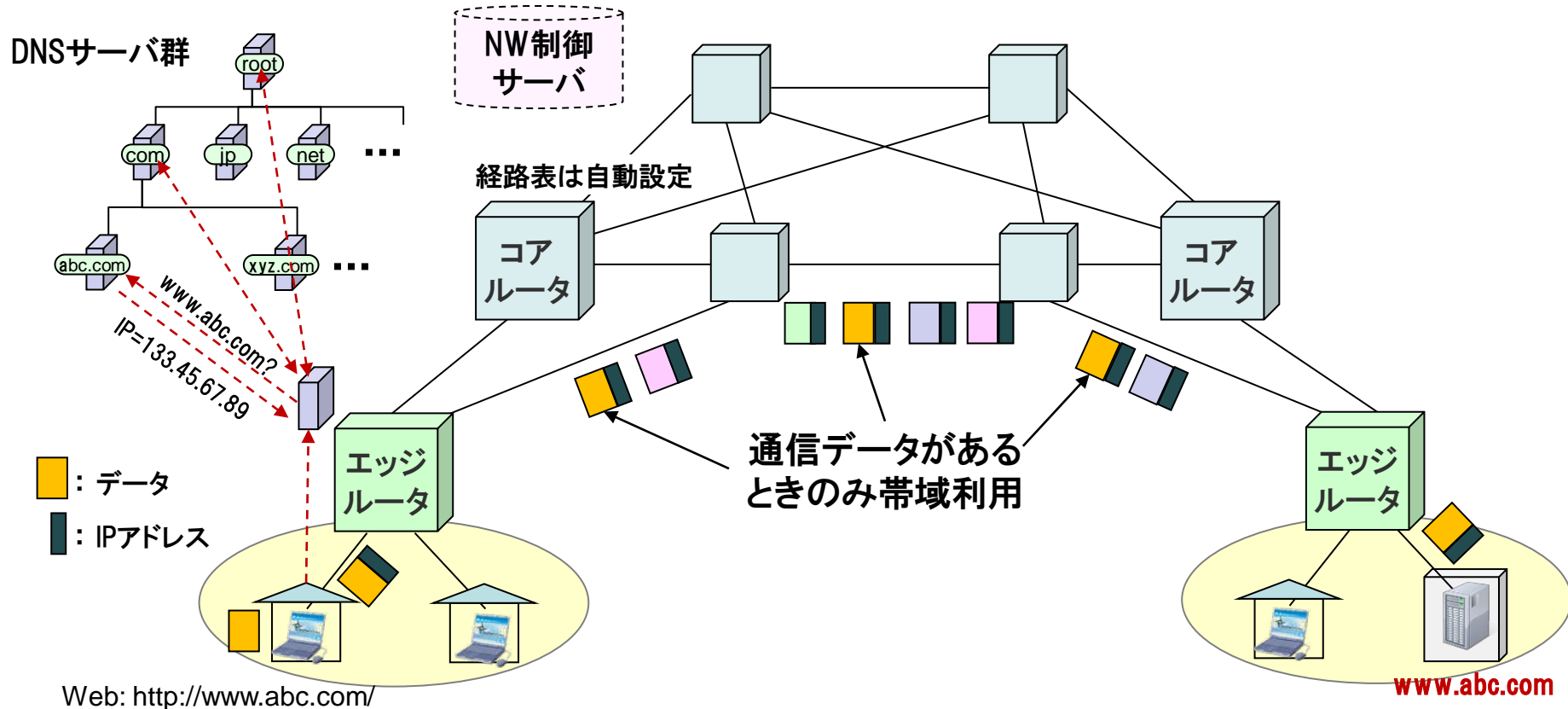
例1) 電話網の仕組み

- ◆ 加入者交換機、中継交換機、番号変換サーバ、位置管理サーバ、輻輳制御サーバ等からなる
- ◆ 通話のための帯域(予約席)を事前にエンドツーエンドで確保した上で通話を行う
- ◆ 電話番号に基づき経路を選択し、特殊な番号(0120等)は番号変換サーバで番号変換を行う
- ◆ 携帯電話網では、位置管理サーバでユーザ位置を登録し、電話番号と位置情報をひもづける
- ◆ 輻輳が発生した場合は、輻輳制御サーバで段階的に輻輳制御をおこなう



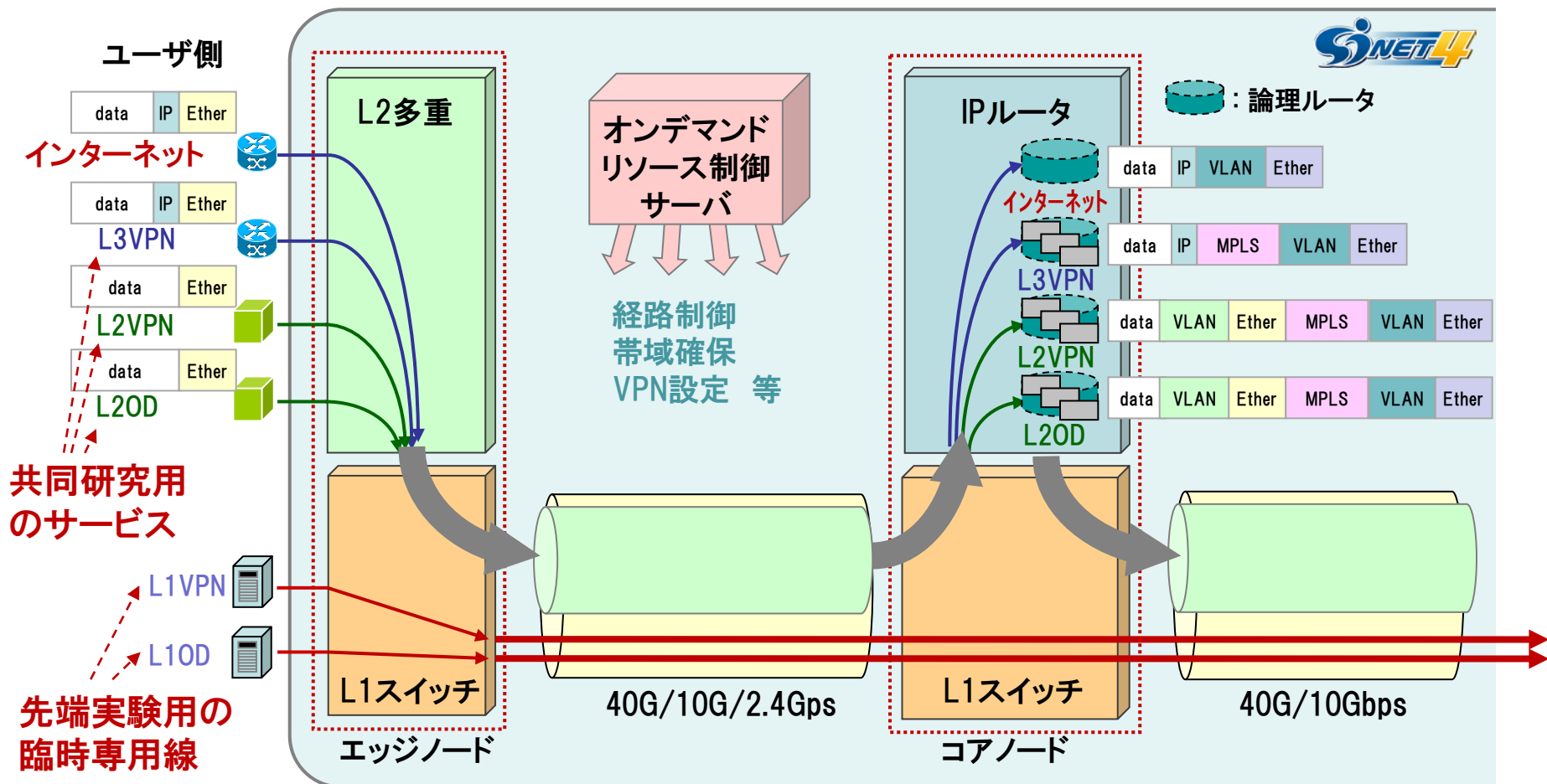
例2) インターネットの仕組み

- ◆ エッジルータ、コアルータ、DNS (Domain Name System)サーバ等からなる
- ◆ 通信データがあるときのみ通過経路の帯域を利用する
- ◆ 通信データにIPアドレスを付与し、IPアドレスに基づき経路を選択する
- ◆ IPアドレスの取得は、URLやメールアドレスからDNSサーバ群を介して行う
- ◆ 輻輳が起きた場合には、ネットワーク側はデータを廃棄し、端末側で再送制御を行う



例3) SINET4の仕組み

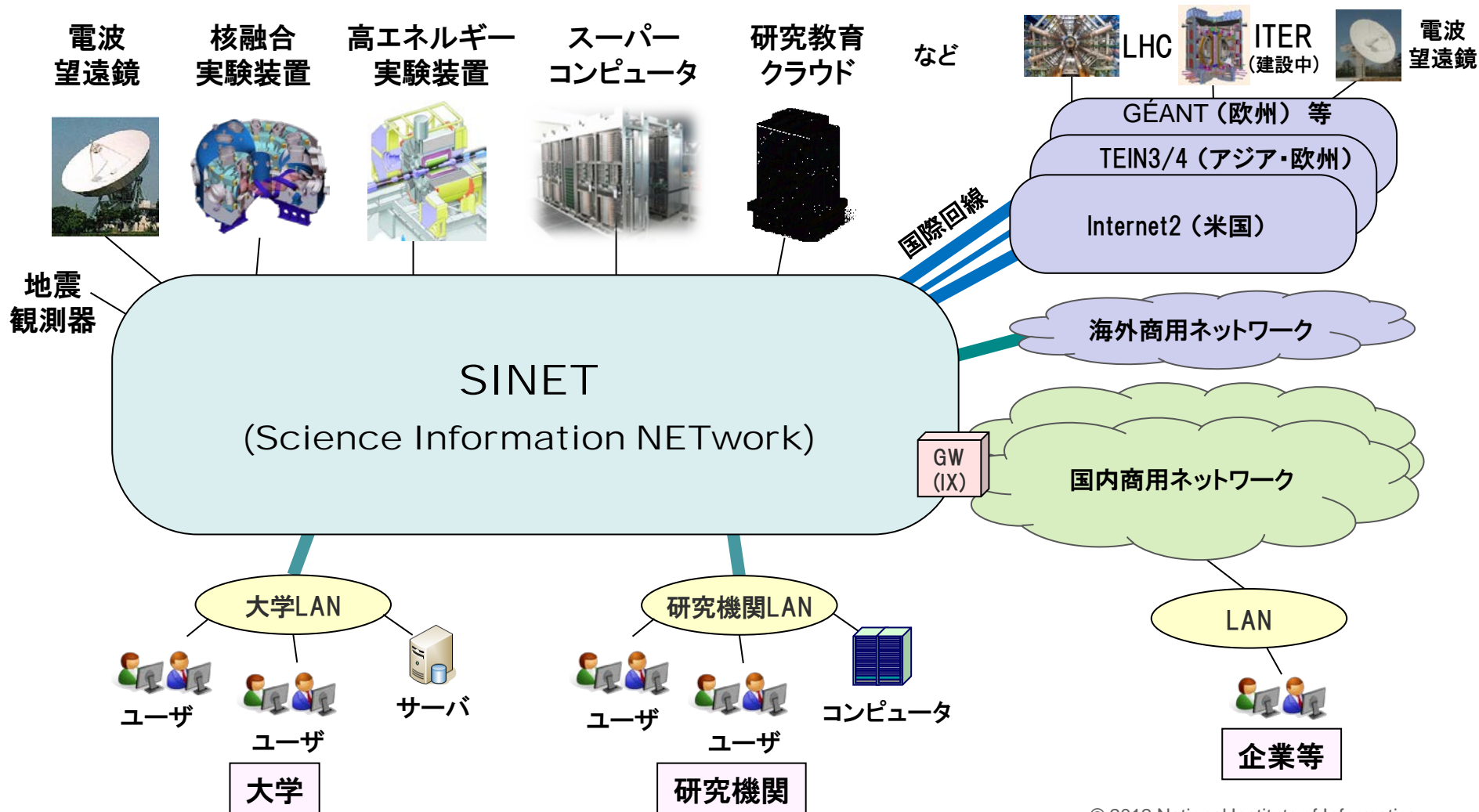
- ◆ 共同研究や実験のための多様な先端サービスを提供するため、転送ノードは、IPルータ、L2多重、レイヤ1スイッチで構成し、ソフトウェアはスペシャルコードを使用
- ◆ 帯域や経路等をオンデマンドで制御する先端ネットワーク制御機能は、NII独自で研究開発



1. はじめに
2. 先端ネットインフラ ～SINET～
3. SINETで広がる共同研究の輪
4. ネットワークの設計と大震災時の影響
5. 今後の方向性

学術情報ネットワーク(SINET)

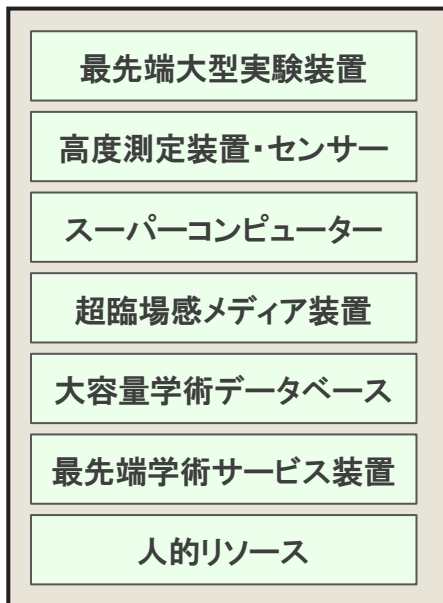
- ◆ 日本全国の700以上の大学や研究機関等の間を接続する超高速の情報通信ネットワーク
- ◆ 学術研究・教育の生産性や質の向上、新しい未来価値や知的ブレークスルーの創出を支援



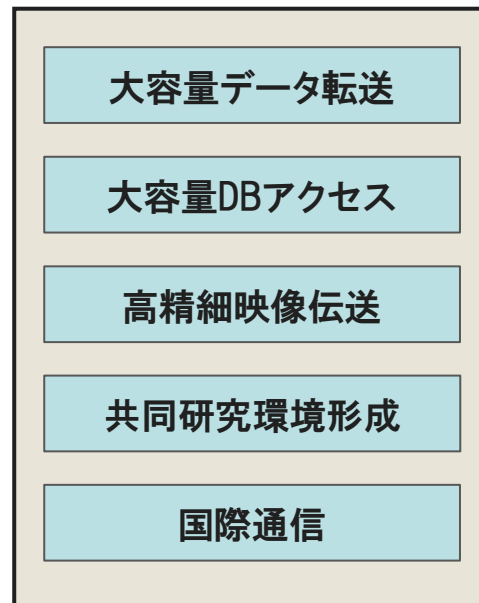
ネットワークへの要求条件

◆ ユーザ要望等をベースに、要求条件の徹底的な洗い出しから検討を開始

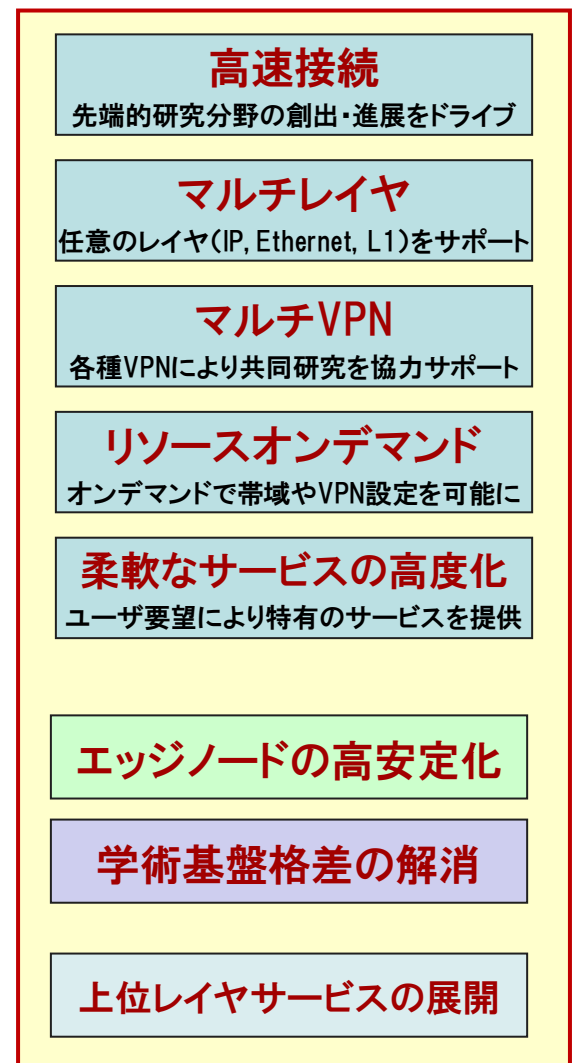
【最先端リソース】



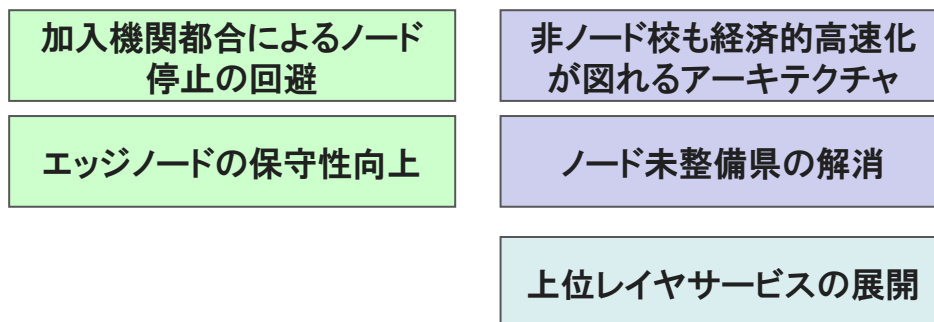
【通信の特徴】



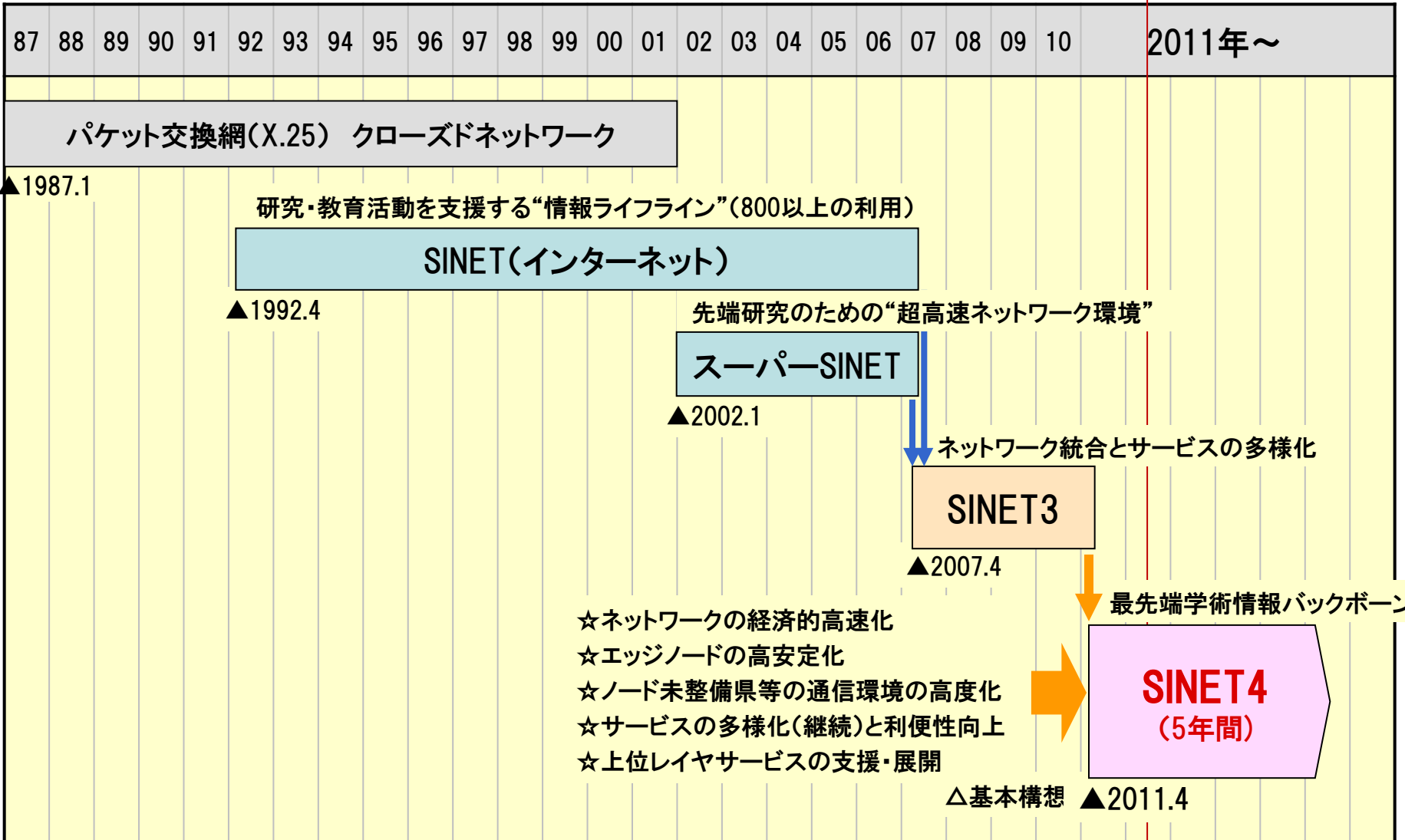
【ネットワークへの要求条件】



【ユーザからの要望等】

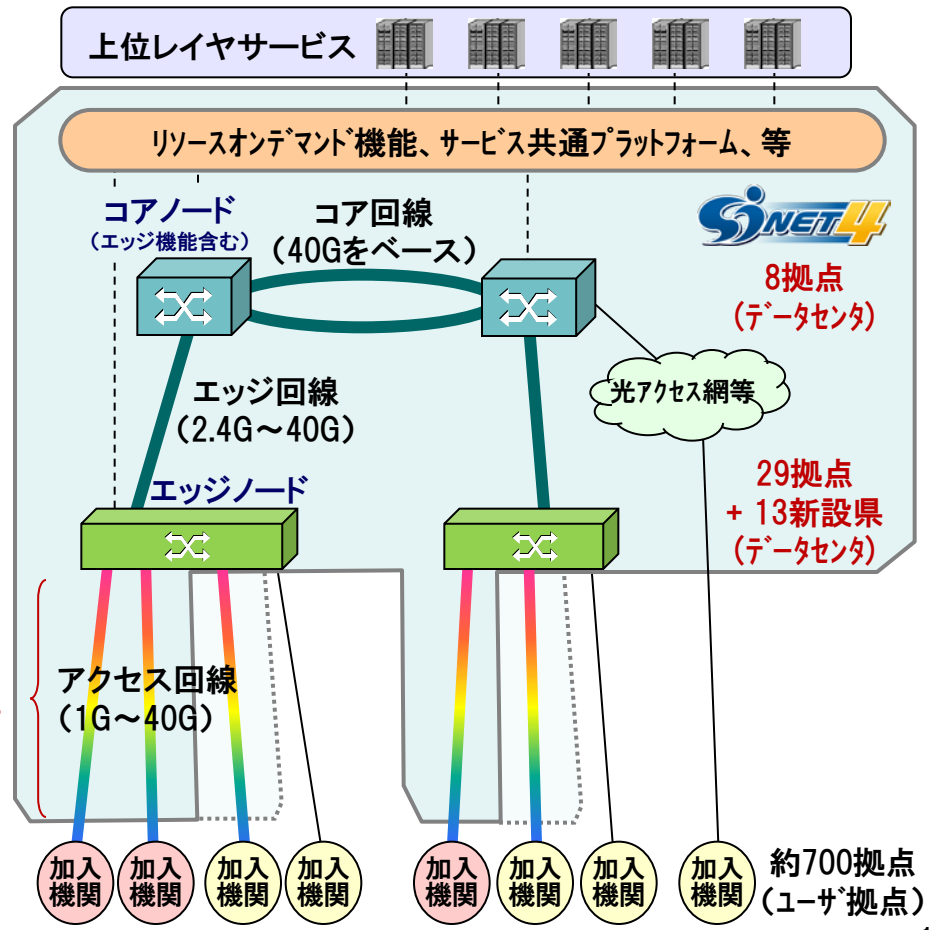
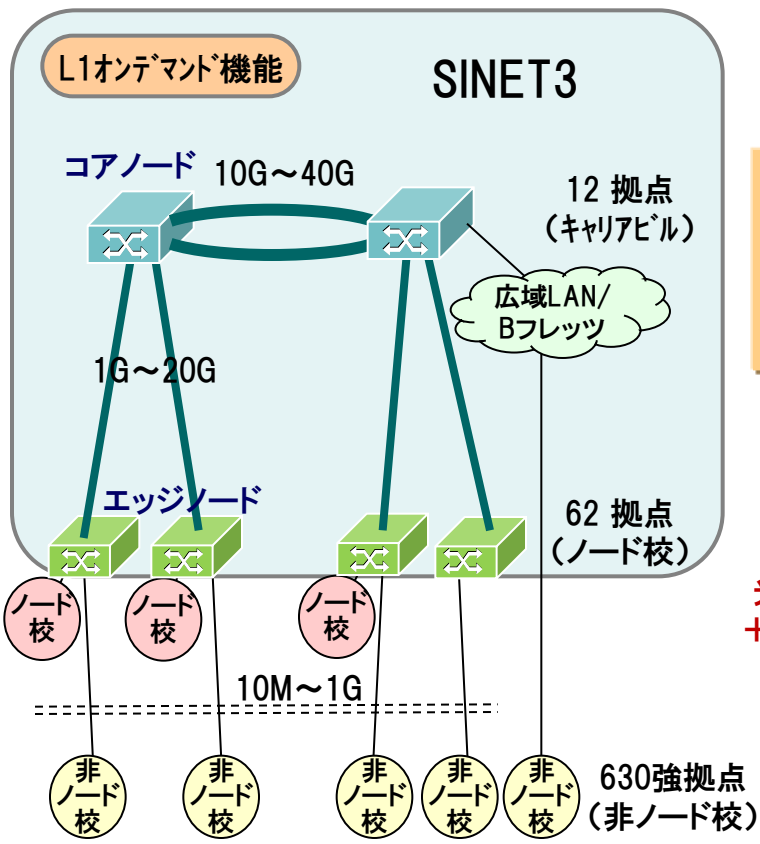


◆ 要求条件をもとにSINET4の方向性を明確にし、約3年をかけてネットワークを実現



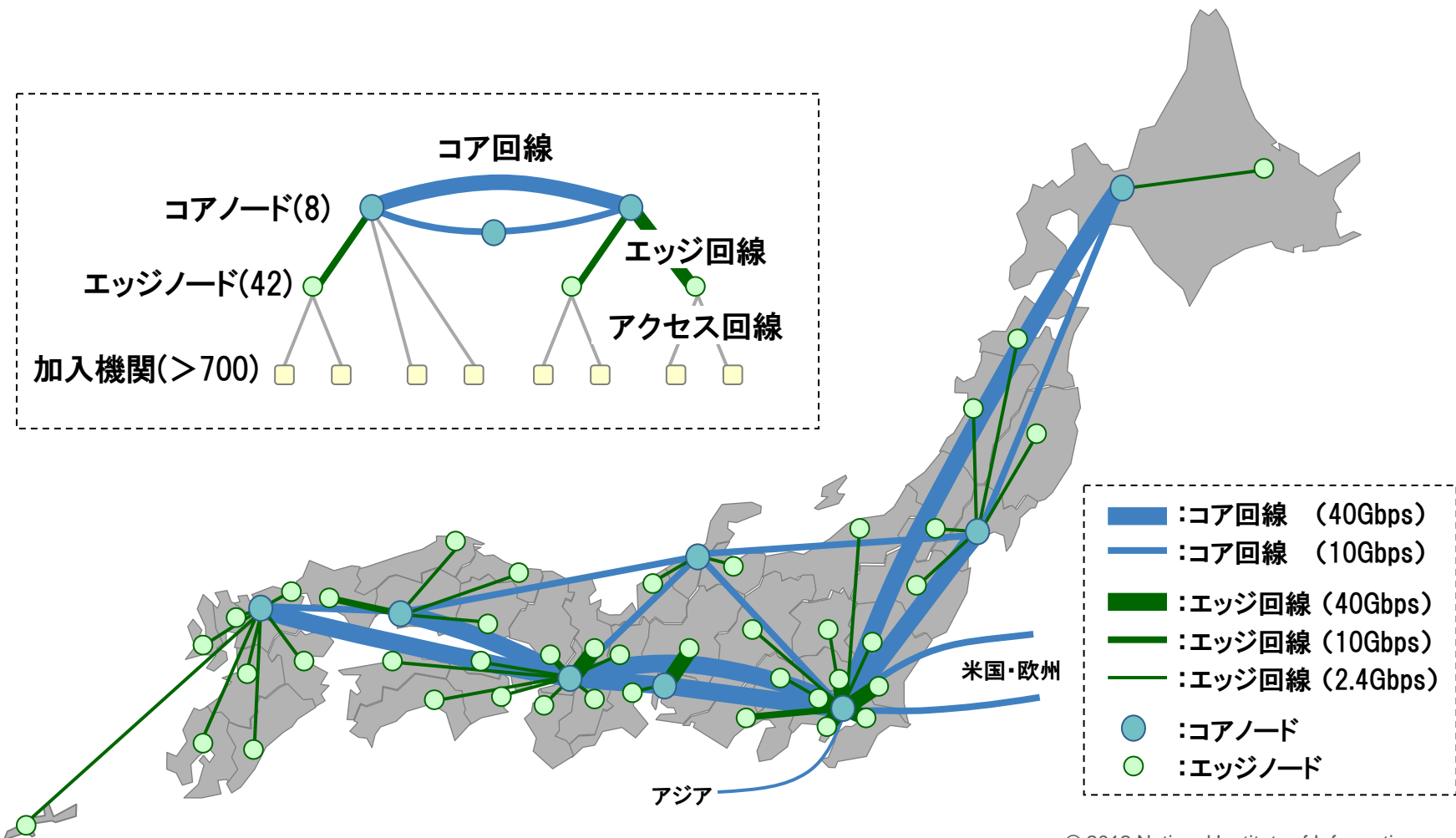
SINET4の方向性とアーキテクチャ

- ◆ NWの高速化: ネットワーク構成の見直しや光ファイバ+WDM技術などにより経済的に高速化
- ◆ エッジ高安定化: エッジノード・コアノードを全てデータセンタへ設置
- ◆ 格差の解消: ノード未整備県の解消、非ノード校のアクセス系の経済的高速化(共同調達)
- ◆ サービスの多様化: SINET3のアーキテクチャを継承し、リソースオンデマンド機能等を強化・拡張
- ◆ 上位レイヤ展開: 上位レイヤサービスを支援するインタフェースやサービス共通プラットフォームを整備



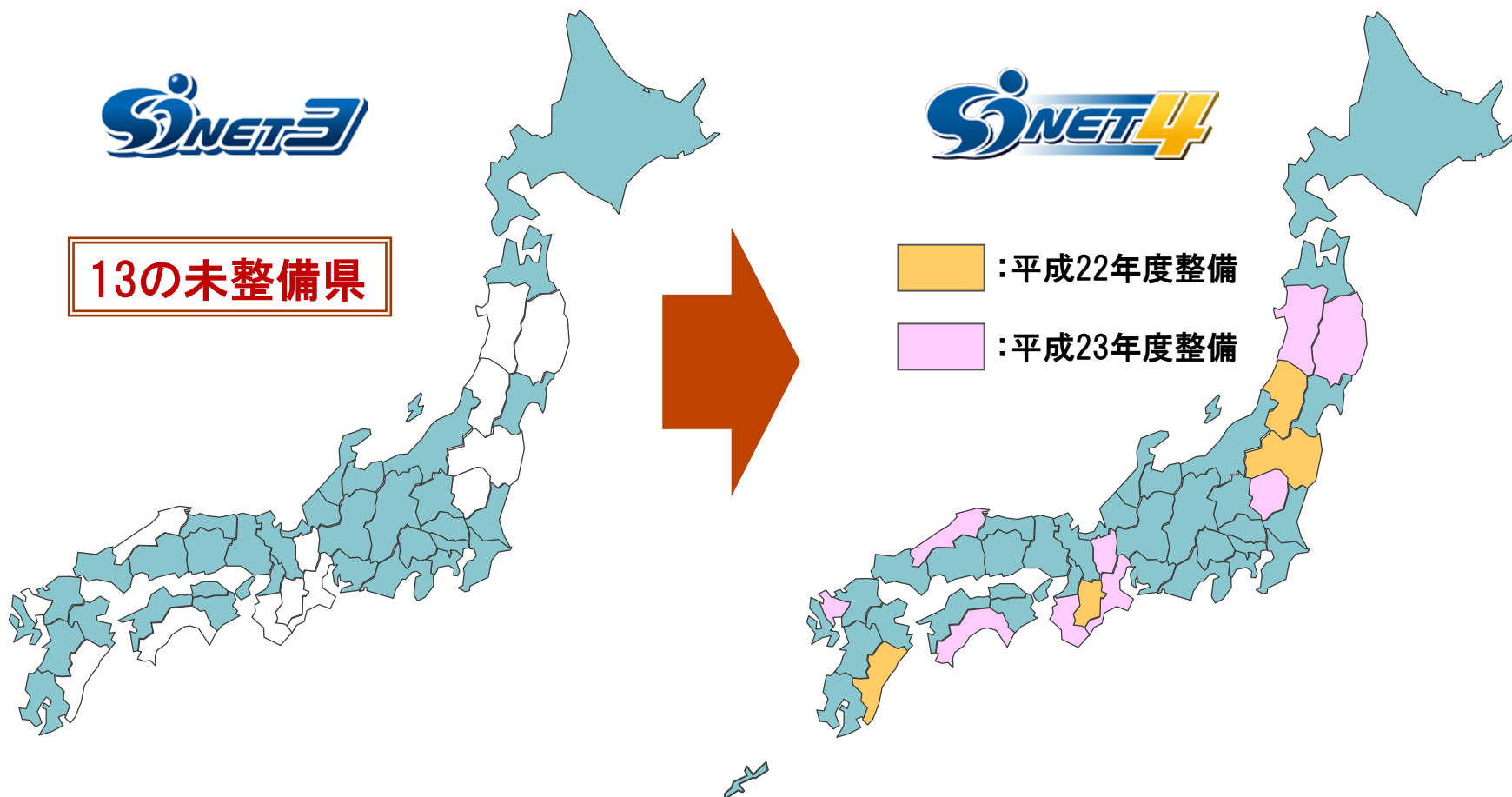
◆ 北海道～九州を縦断する40Gbpsベースの超高速・高信頼バックボーン

- ・ ノード配備の抜本的な見直しによる高速化と全ノードのデータセンタへの配備
- ・ コア・エッジ回線は全て二重化回線、コア回線間はマルチループの冗長化構成



◆ 13のノード未整備県を平成23年度で全て解消

- ・ 全県へのノード配備により、先端学術情報基盤の格差を大幅に是正
- ・ エッジ回線の帯域は全て2.4Gbps



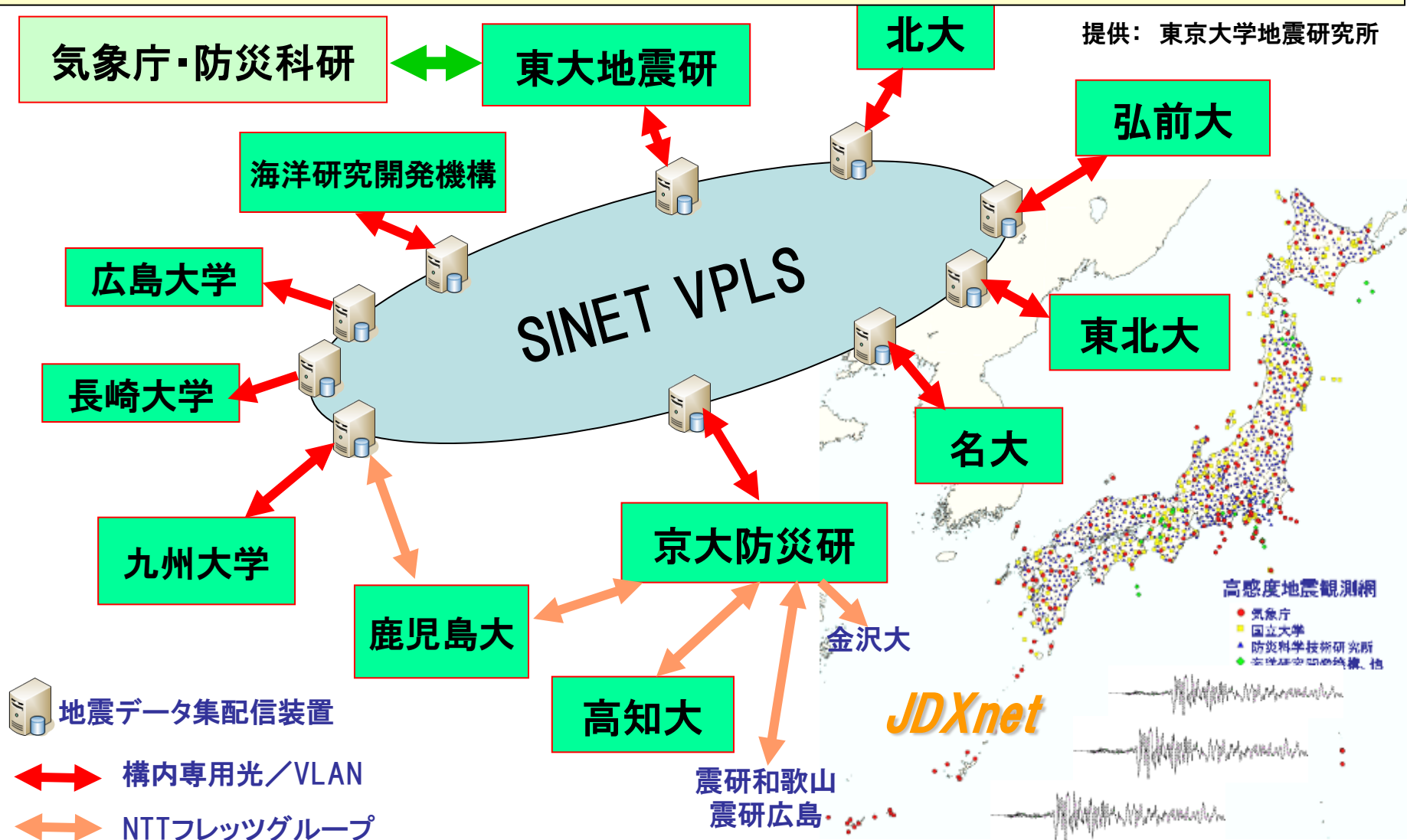
◆ 世界最先端のサービス群の提供を継続するとともに、オンデマンドサービスなどを拡張予定。

サービスメニュー		SINET4	備考
提供インタフェース	E/FE/GE (T)	◎	
	GE (LX)	◎	
	10GE (LR)	◎	
L3サービス	インターネット接続	◎	
	IPv6	◎	native/dual stack/tunnel
	マルチホーミング	◎	
	フルルート提供	◎	
	IPマルチキャスト	◎	
	L3VPN	◎	
	アプリケーション毎QoS	◎	
	IPマルチキャスト (QoS)	◎	
	L3VPN (QoS)	◎	
	L3VPN (マルチキャスト)	予定	
L2サービス	L2VPN/VPLS	◎	
	L2VPN/VPLS (QoS)	◎	
	L2オンデマンド	soon	
L1サービス	L1オンデマンド	◎	
ユーザ支援サービス	パフォーマンス計測/改善	◎	スループット/RTT情報提供、性能改善ソフト提供
	トラフィック利用状況	◎	
	商用クラウド接続	◎	

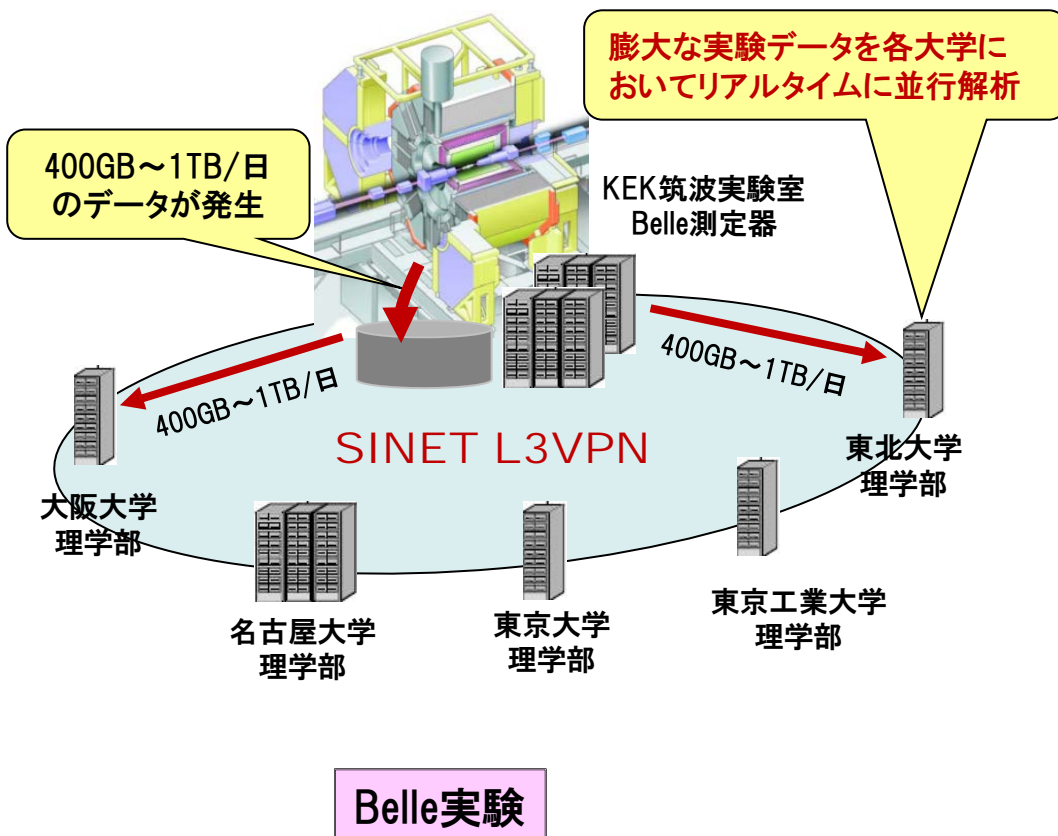
1. はじめに
2. 先端ネットインフラ ～SINET～
- 3. SINETで広がる共同研究の輪**
4. ネットワークの設計と大震災時の影響
5. 今後の方向性

SINET利用例 — 地震研究

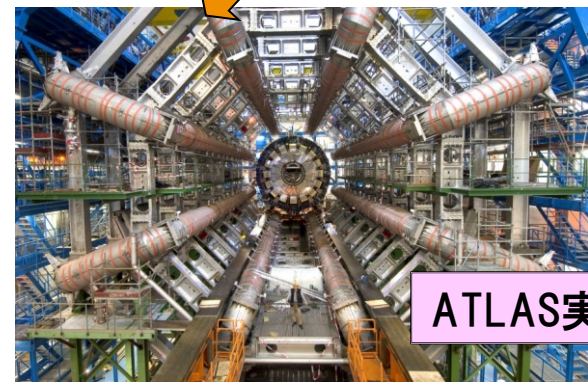
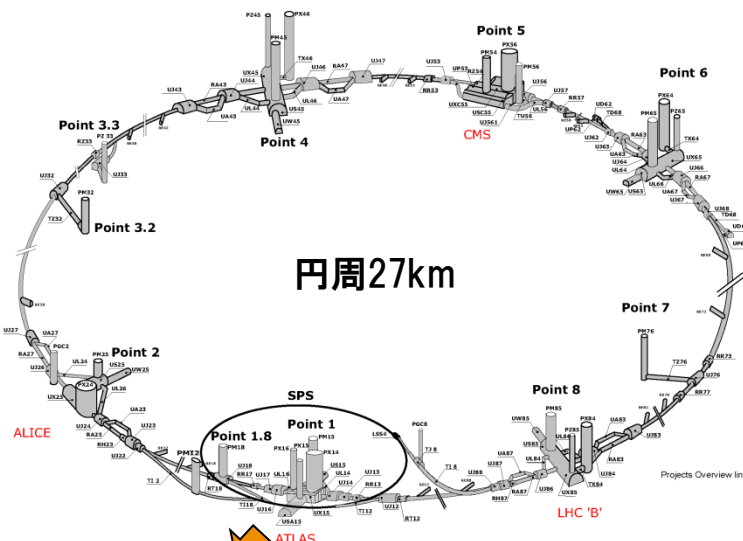
◆ 全国各地の地震観測データを高優先機能とマルチキャスト機能を用いて各拠点に安定的に配信し、最先端の地震研究を支援



- ◆ 小林・益川理論の検証を目的としたBelle実験において、KEKのBelle測定器から出される膨大なデータを連携大学に転送あるいは大学から直接データにアクセスし、並行解析を実施
- ◆ スイスの大型ハドロン衝突型加速器 (LHC) における高エネルギー陽子衝突の反応を記録するATLAS測定器から、国際回線を通じて最大4Gbpsの超大容量のデータ転送を実施中

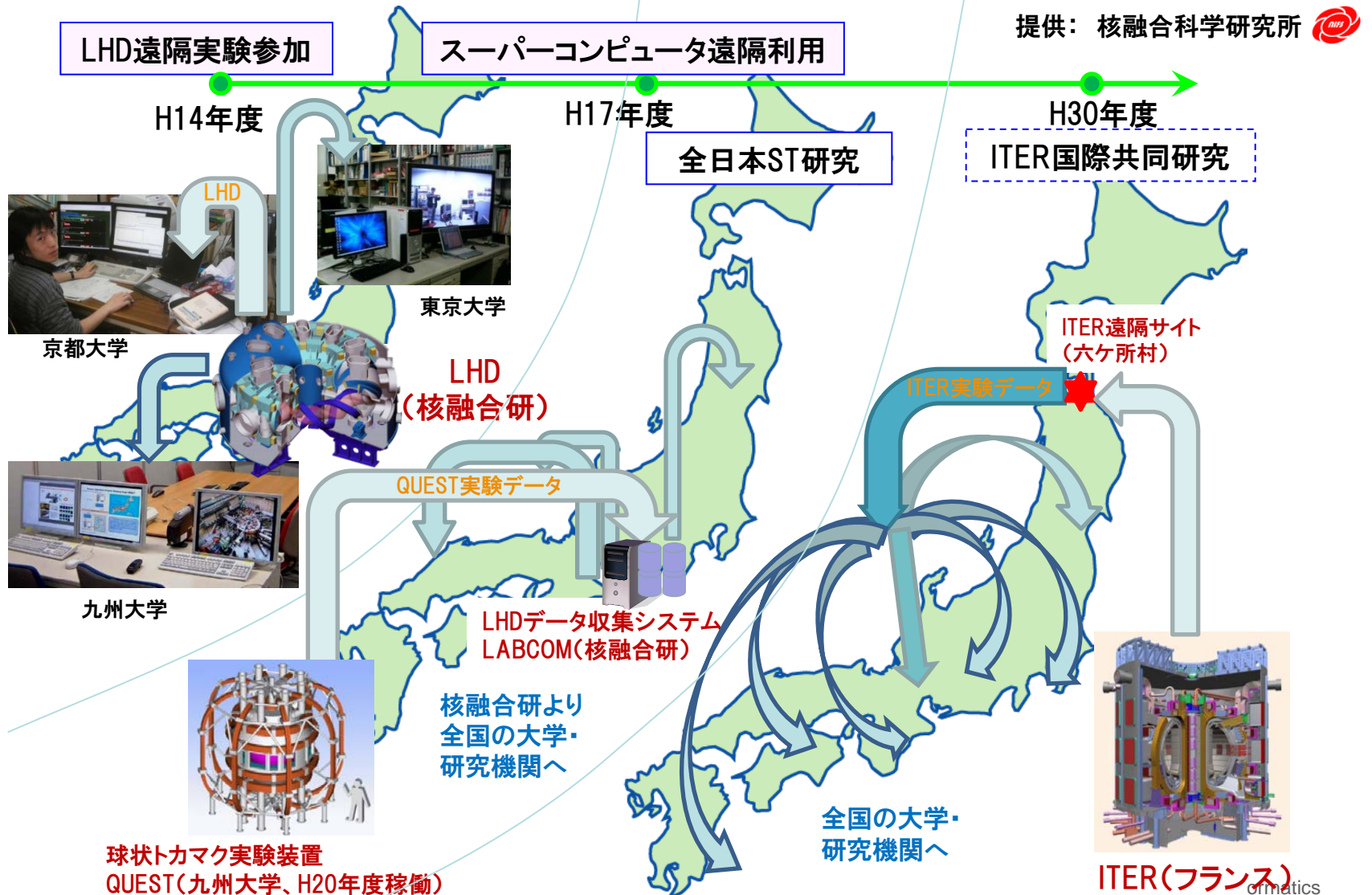


提供: 高エネルギー加速器研究機構



SINET利用例 — 核融合研究

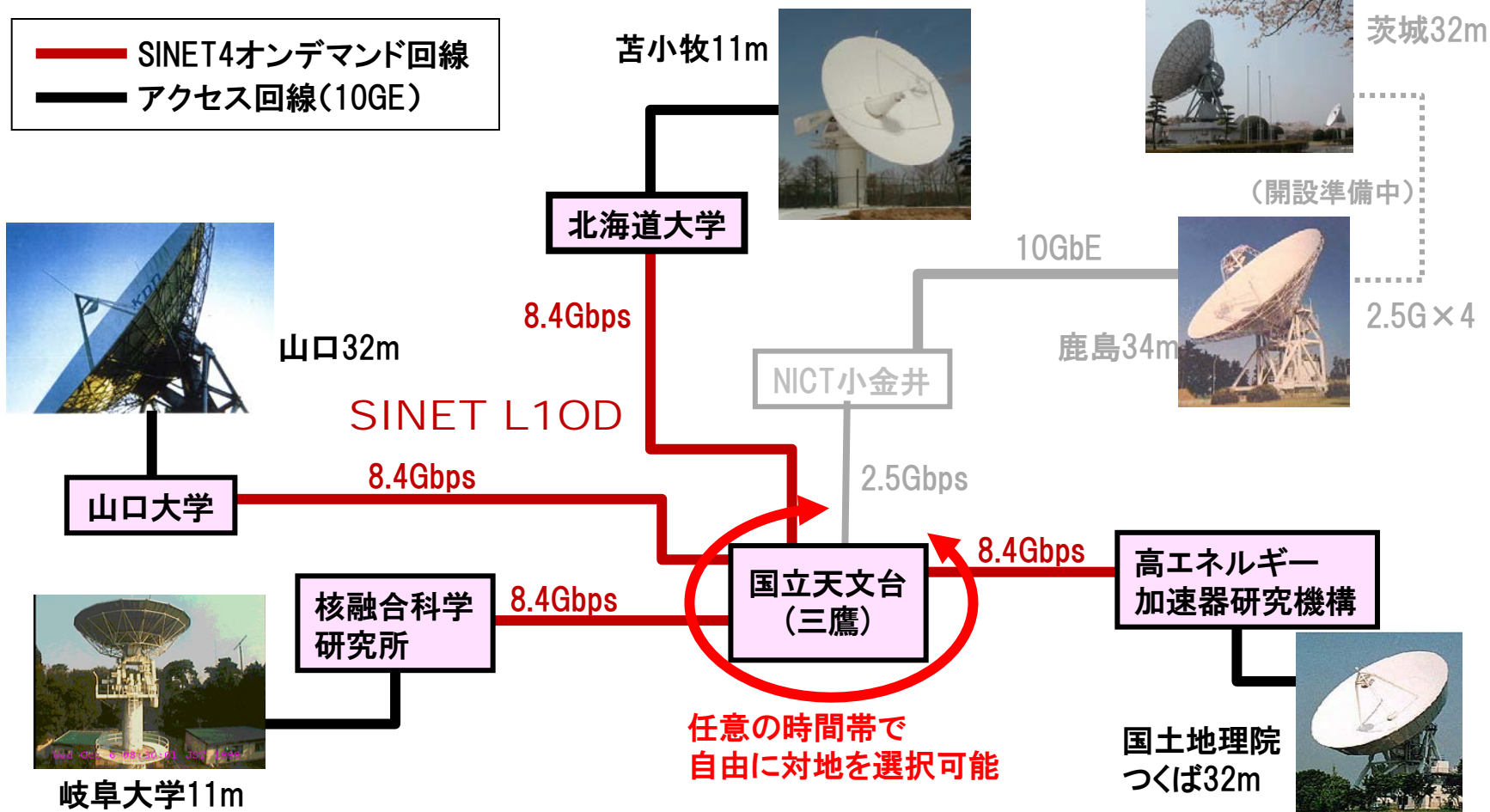
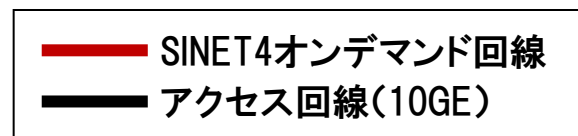
- ◆ 大型ヘリカル実験装置(LHD)や新実験装置(QUEST)からのデータをVPNを用いてセキュアに転送
- ◆ ITER時代に向け、フランスと核融合研間で4Gbpsでのデータ転送実験に成功



SINET利用例 — 天文研究

- ◆ ユーザ要望によりNIIで独自開発したL1オンデマンド機能を用いて、指定した日時だけ、任意の電波望遠鏡と国立天文台間を接続し、大容量の観測データを転送
- ◆ SINET4では、帯域8.4Gbps/電波望遠鏡(最大値)で観測を実施

提供: 国立天文台

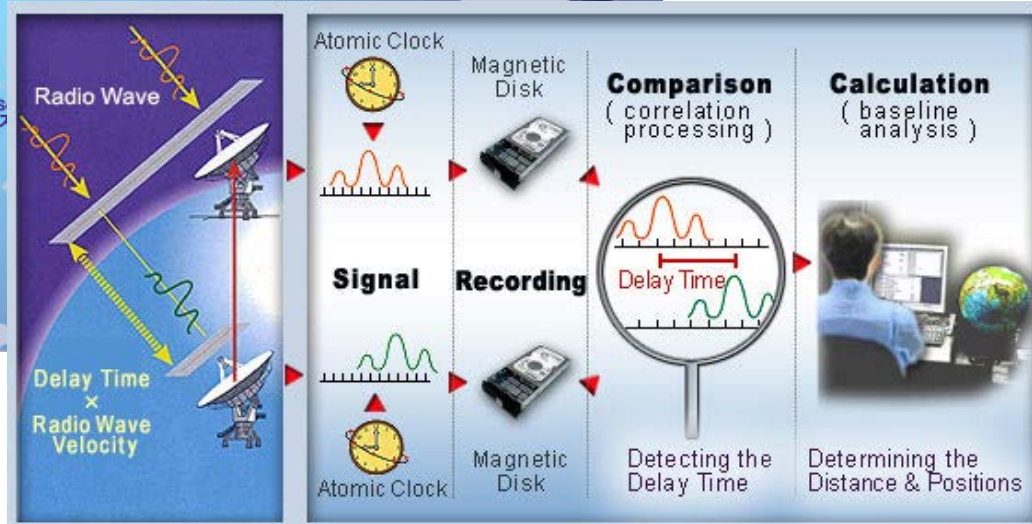


- ◆ 国際回線を通じてヨーロッパ各国や米国等との間で電波望遠鏡の観測データを送受信し、地球上の経緯度の基準の決定やプレート運動などの地殻変動検出、地球の自転の振る舞いや天球上での電波星の位置の調査を実施
- ◆ 現在400Mbps程度の帯域で観測を実施



提供： 国土地理院

▲ 世界の主な VLBI 観測局 (★印 = 主要観測局)



SINET4 SINET利用例 — HPCI (High Performance Computing Infrastructure)

- ◆ 計算科学研究機構や情報基盤センターなどのスパコンやストレージをSINET4を用いて共同利用
- ◆ 認証基盤の整備についてもNIIが中心的な役割を担当
- ◆ 平成24年9月末より本格運用開始を予定

K computer (10 Pflops, 4PB)



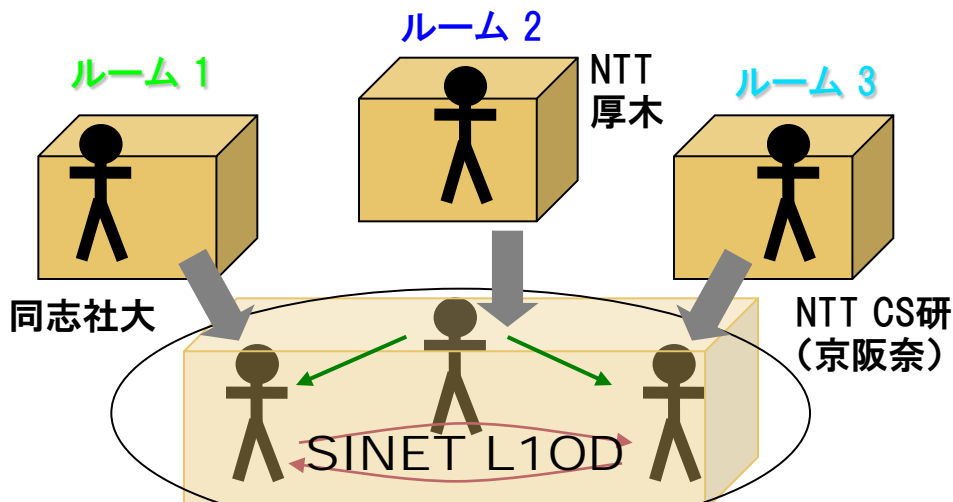
HPCI: High Performance Computing Infrastructure



◆ 広帯域の通信環境を用いて、高臨場感や超臨場感を与えるメディア装置の開発を実施。

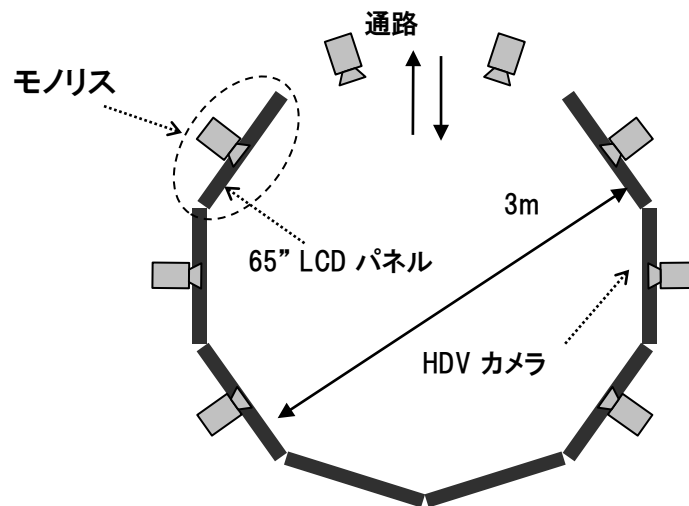
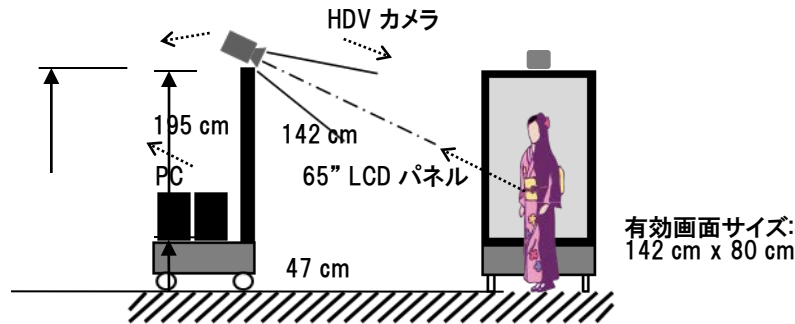
- 例：地理的に離れた人々が同じ部屋にいる感覚(同室感)を共有するビデオシステム(t-Room)の開発
帯域300Mbps(8台分のHD Video、音声、制御信号)で通信。

提供：同志社大学

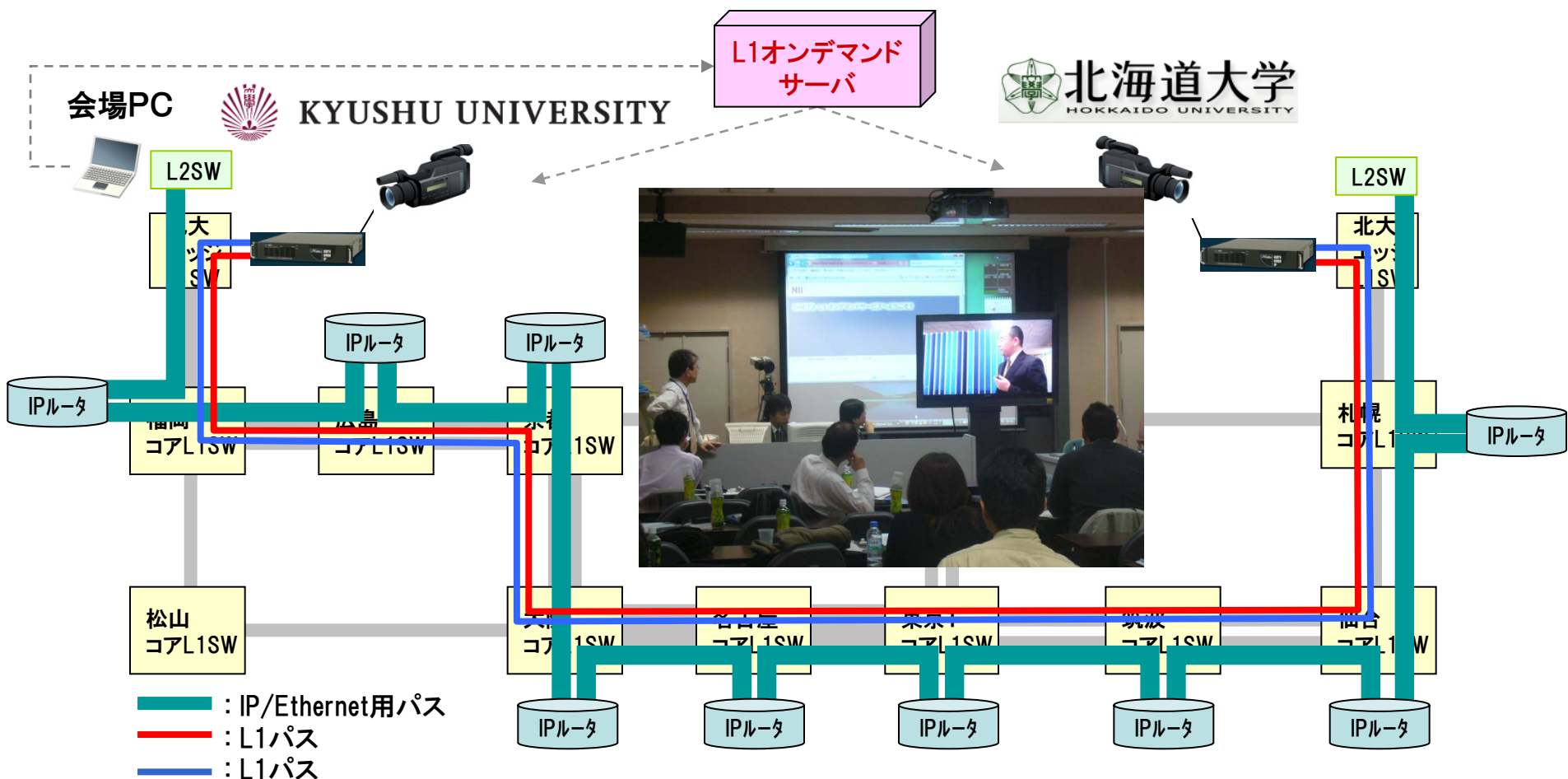


“モノリス” モジュール:

側面図 (左) および 正面図 (右)



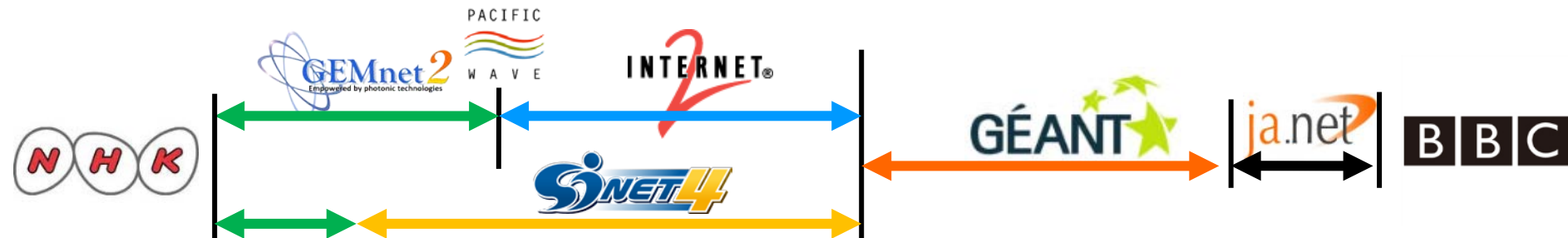
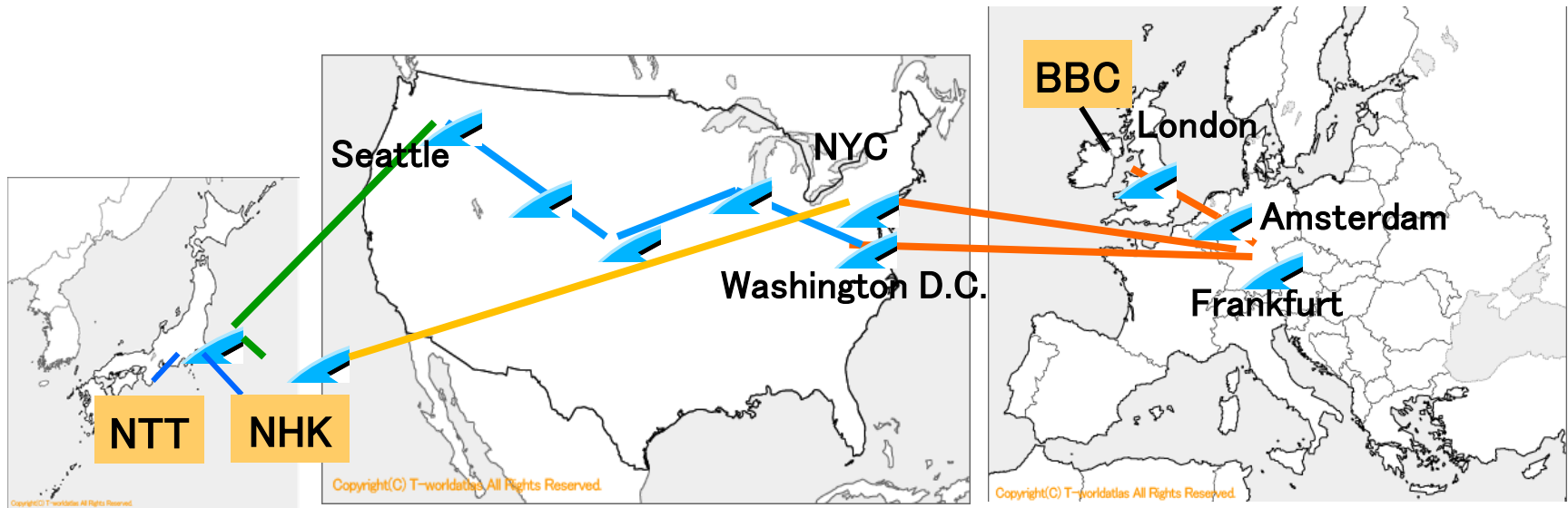
- ◆ SINET利用説明会では、NII開発のL1オンデマンド機能を活用し、無圧縮ハイビジョン映像(所要帯域1.6Gbps)を用いた超高品質の遠隔会議を実施(下図は九大からの九大-北大間接続例)
- ◆ 遅延時間の極めて小さい双方向の映像通信により、臨場感あふれる会議が実施可能



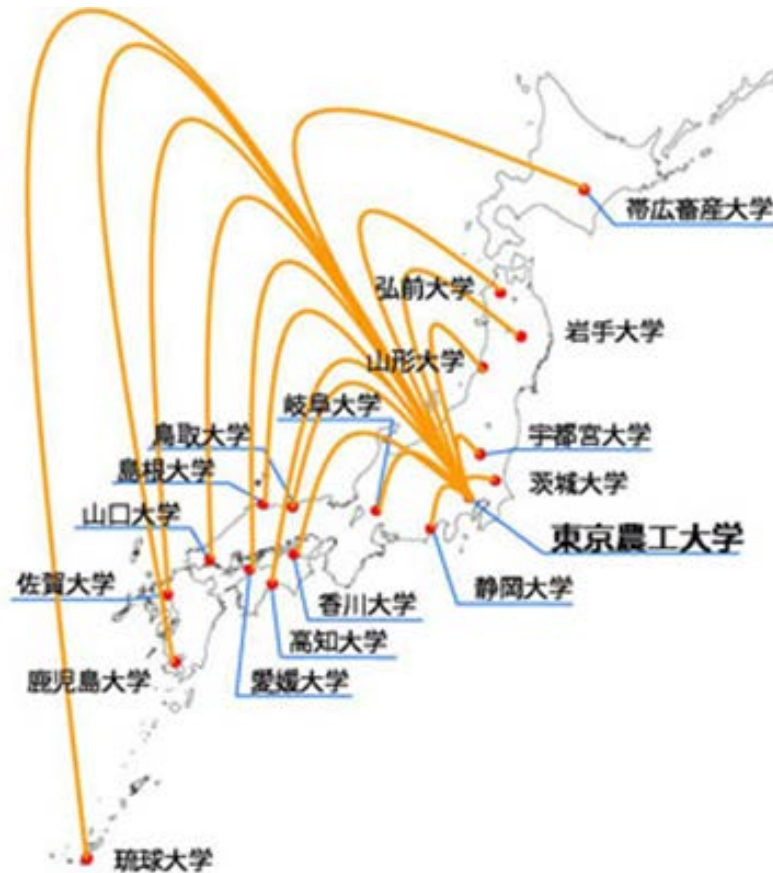
SINET4 SINET利用例 - 国際スーパーハイビジョン伝送

- ◆ ロンドン～東京間で、スーパーハイビジョン(HDTVの16倍の画素数)の伝送実験を実施中
- ◆ 2012年4月のInternet2 Member Meetingでデモを実施

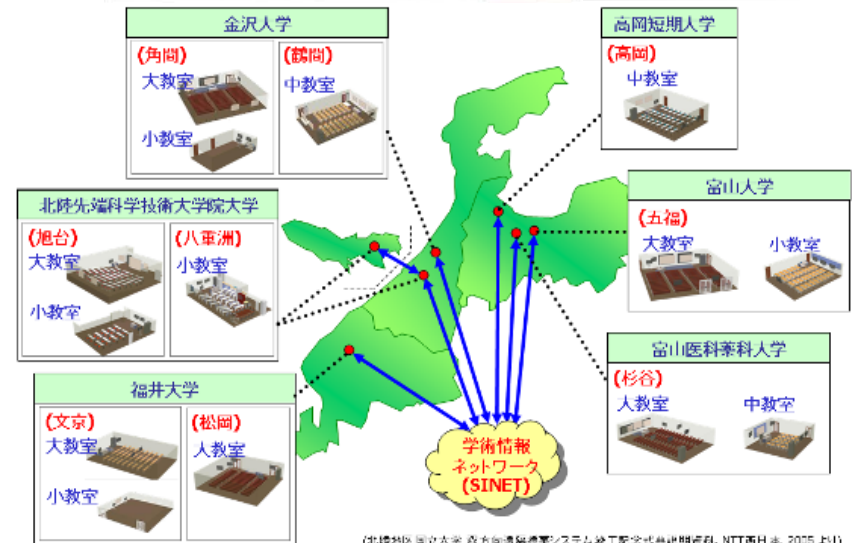
提供: NTT研究所



- ◆ 安定した遠隔授業の実施を実現し、また、単位互換制度の推進の一役も担っている。
- ◆ 例えば、全国18の国立大学にまたがる連合農学研究科を結ぶ遠隔講義、北陸地区の大学間での双方向遠隔授業、琉球大学等での海外大学との遠隔講義、などの実施を支援



東京農工大を基点とした多地点遠隔講義

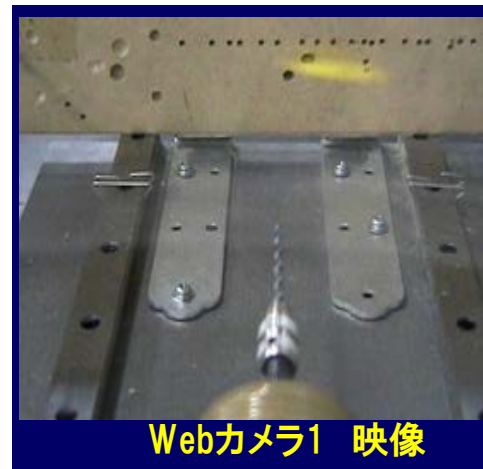
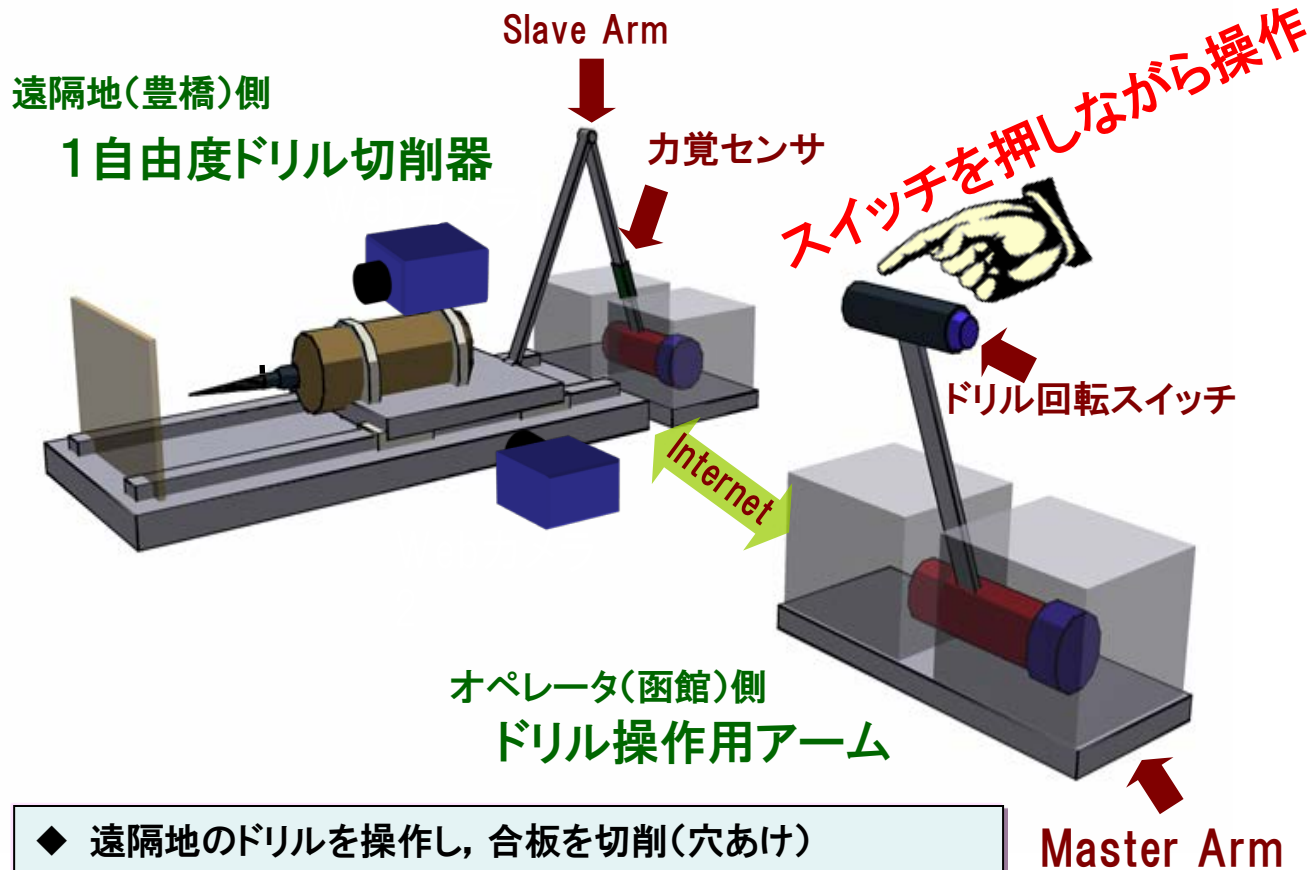


北陸地区での遠隔授業

SINET 4 SINET 利用例 — 遠隔ドリル操作 体験システム

- ◆ 回線利用率の高いアクセス回線を用いる際に、SINETのQoS制御機能を用いることにより、安定した遠隔制御を実現

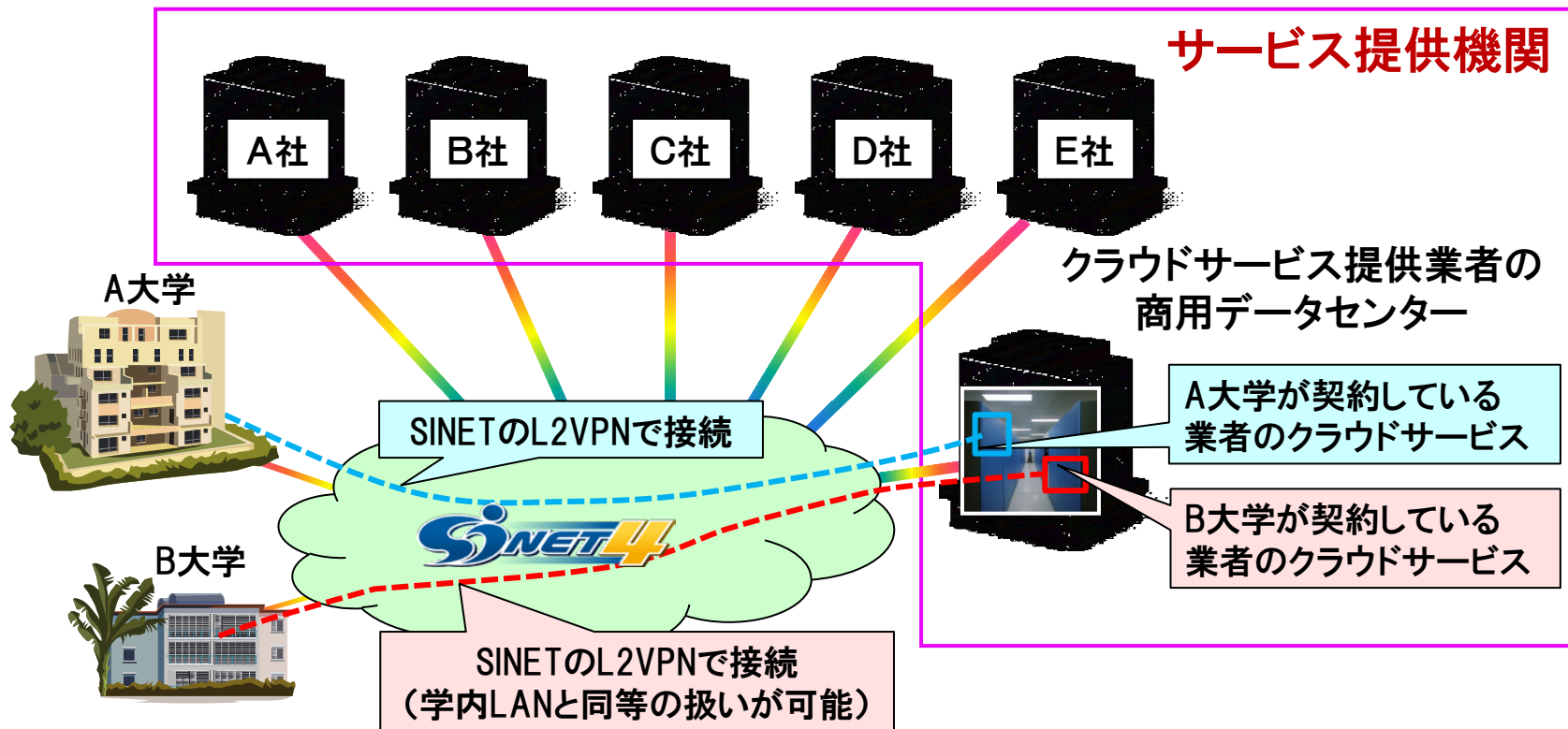
提供：豊橋技術科学大学&函館工業高等専門学校



- ◆ 遠隔地のドリルを操作し、合板を切削(穴あけ)
- ◆ カメラ映像, 切削音に加え, 切削開始時や貫通時の操作抵抗を触覚反力として伝達

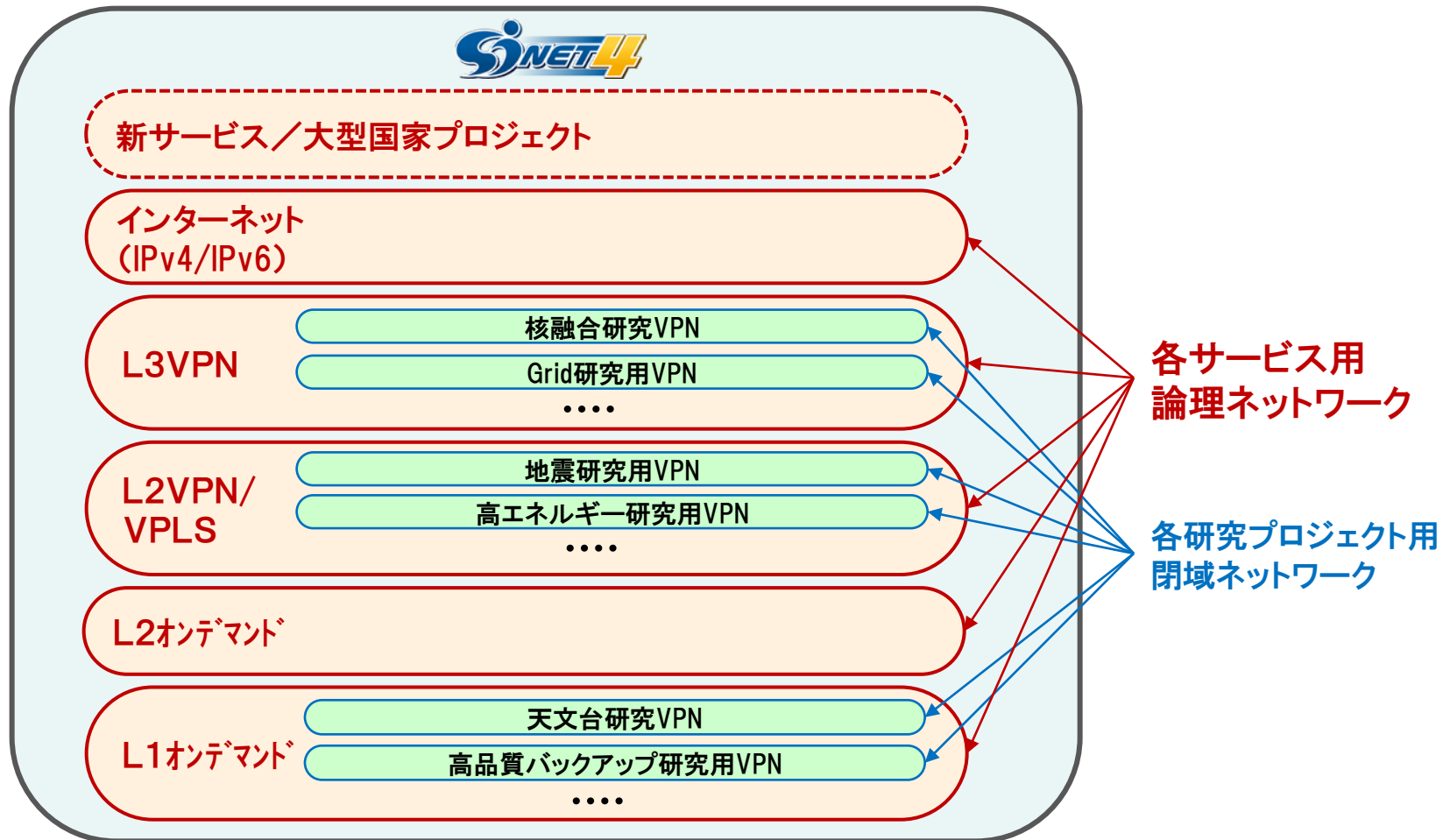
- ◆ クラウドサービス提供者がSINETへ直接接続できる枠組み(サービス提供機関として登録)を整備
 - セキュアなプライベートクラウドの経済的構築がSINETのL2VPN等を用いて可能
 - 登録済みの業者: CTC、IIJ、UQコミュニケーションズ、NTTコミュニケーションズ、NTTデータ九州

参考URL:http://www.sinet.ad.jp/service/other/cloud_services



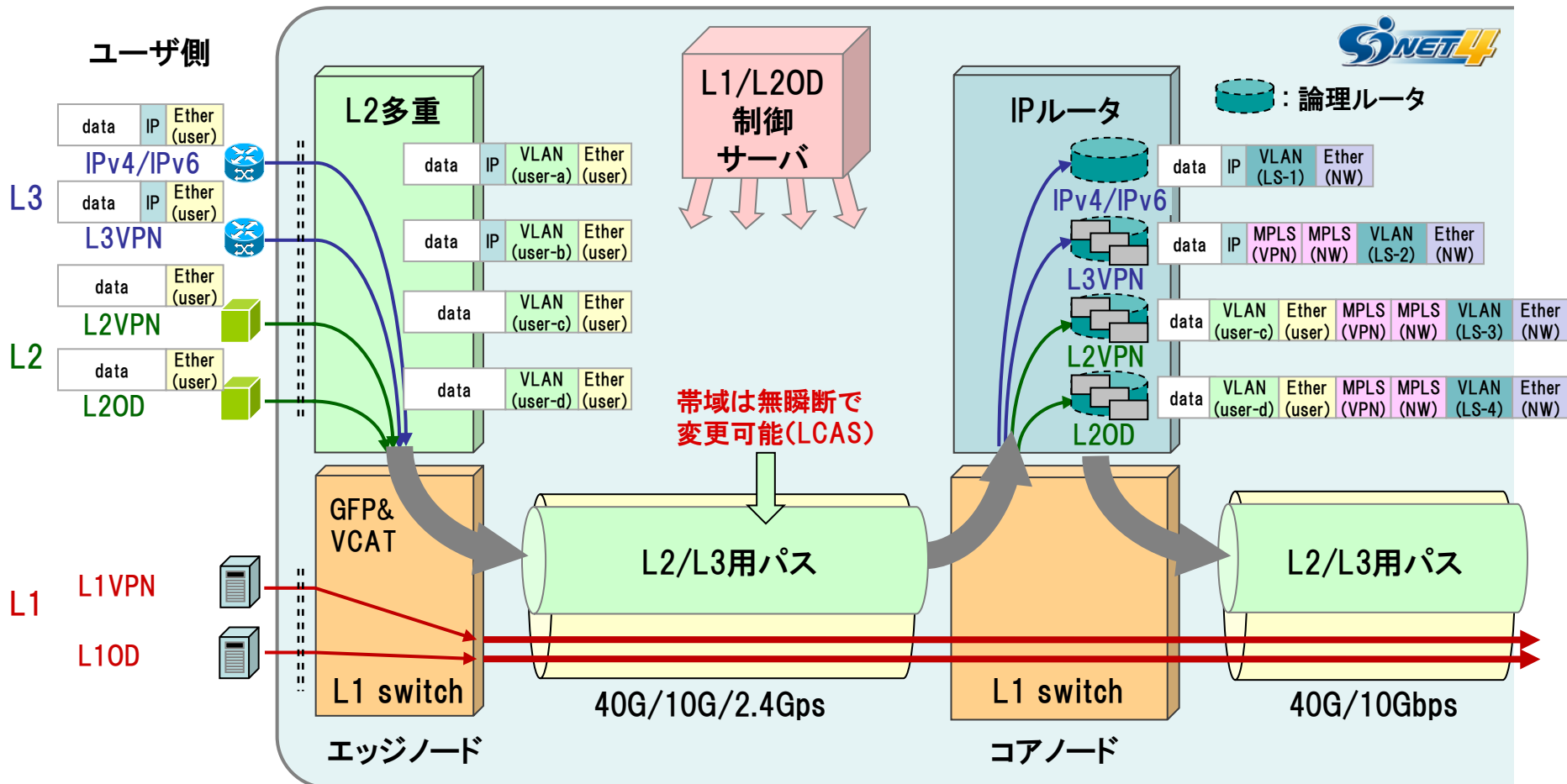
1. はじめに
2. 先端ネットインフラ ～SINET～
3. SINETで広がる共同研究の輪
- 4. ネットワークの設計と大震災時の影響**
5. 今後の方向性

- ◆ 単一のバックボーン上に、各サービスのための論理ネットワークを独立に形成することで、多様なサービスを柔軟かつ経済的に提供
- ◆ 各論理ネットワーク内に、さらに共同研究プロジェクト毎のバーチャルネットワーク(VPN: Virtual Private Network) を形成



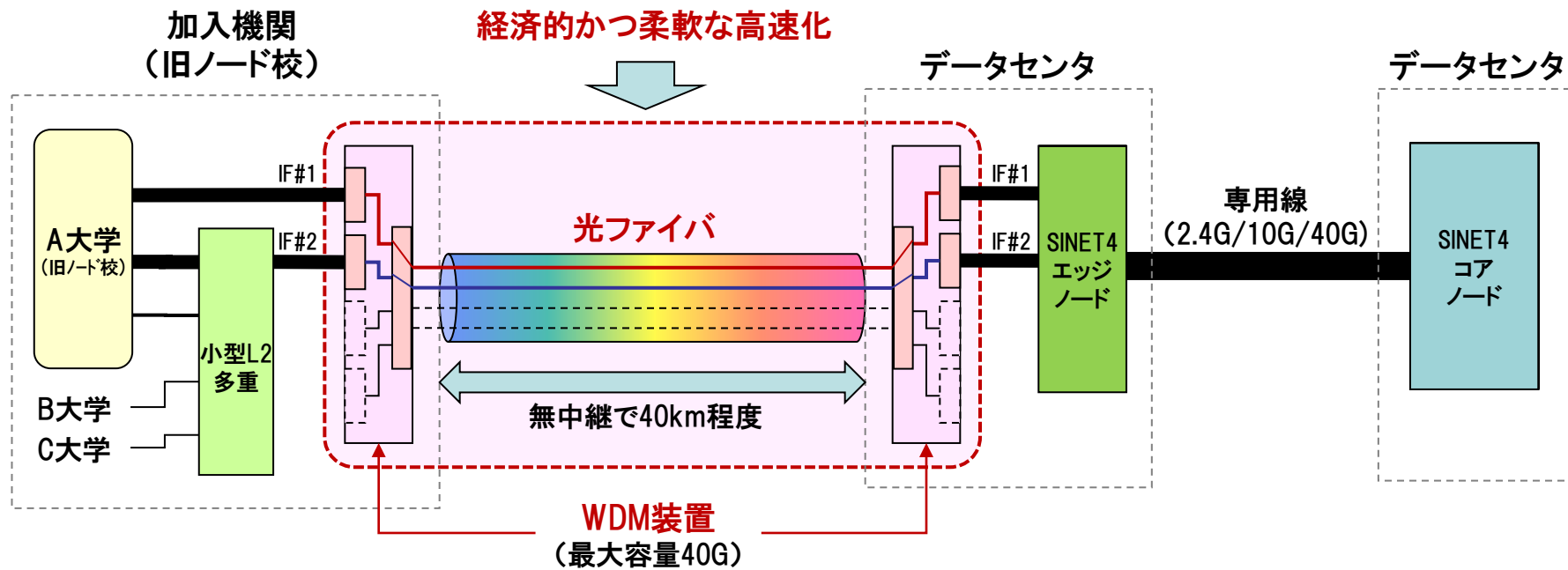
SINET4のネットワーキング方式

- ◆ 多様なサービス(マルチレイヤ、VPN、リソースオンデマンド等)を単一バックボーン上で実現するために、論理ルータ機能やL1スイッチ機能を用いて**サービス毎の論理ネットワーク**を構築
- ◆ リソース(帯域、VPN)オンデマンド制御機能などの**先端機能**に関しては**専用サーバに実装**



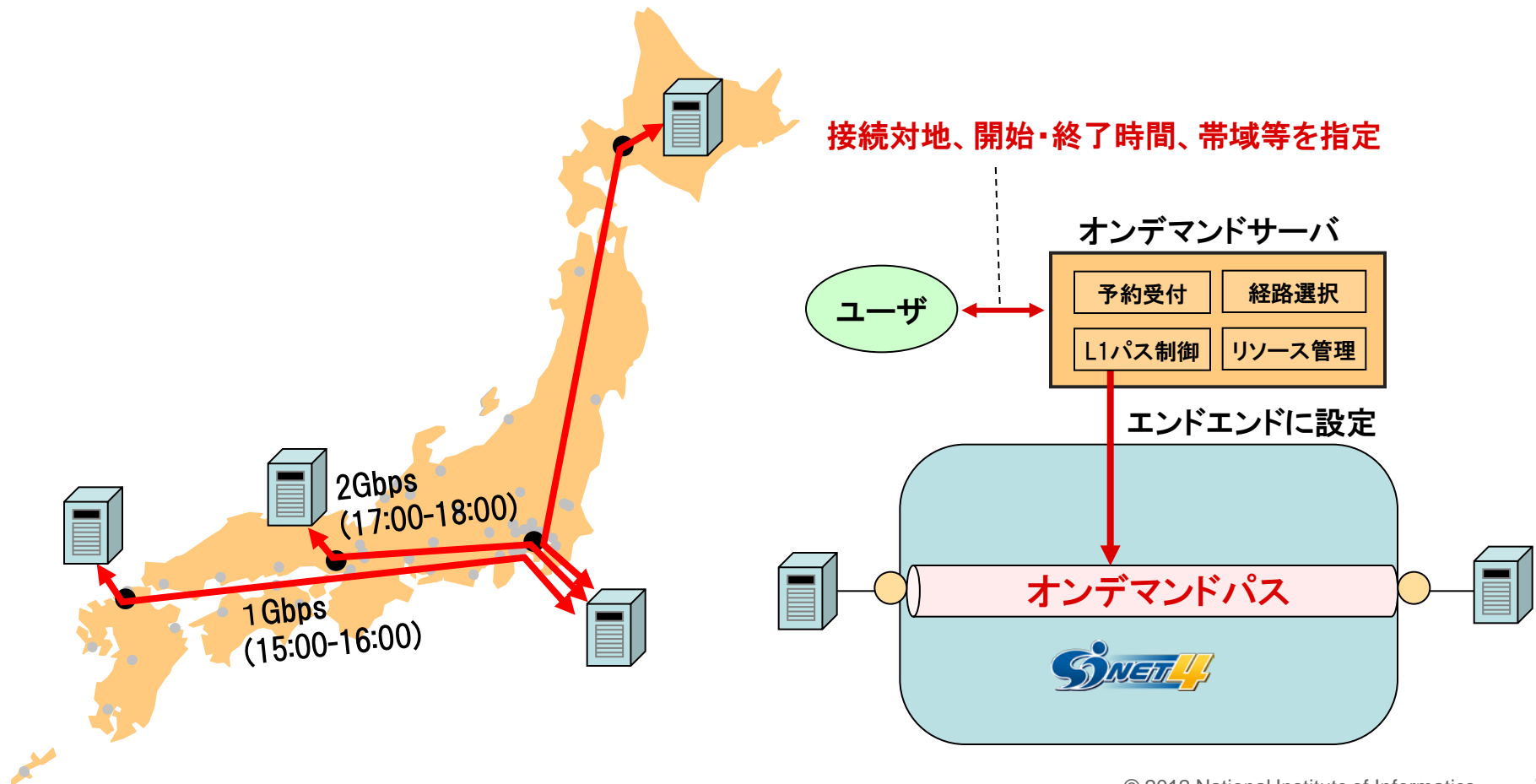
アクセス回線の構成

- ◆ データセンタから旧ノード校までは、**光ファイバ+WDM装置**で構成し、**経済的かつ柔軟な高速化**を実現
- ◆ WDM装置のインターフェースは10GEとGEが搭載可能で、**最大40G (10GE × 4)**まで増速可能
- ◆ 加入機関独自で帯域増強(波長インターフェース追加)が可能 (活用する加入機関が増加中)
- ◆ **旧非ノード校**に対しても**希望に基づく共同調達**により提供 (H24.3末時点で**31機関39回線**)



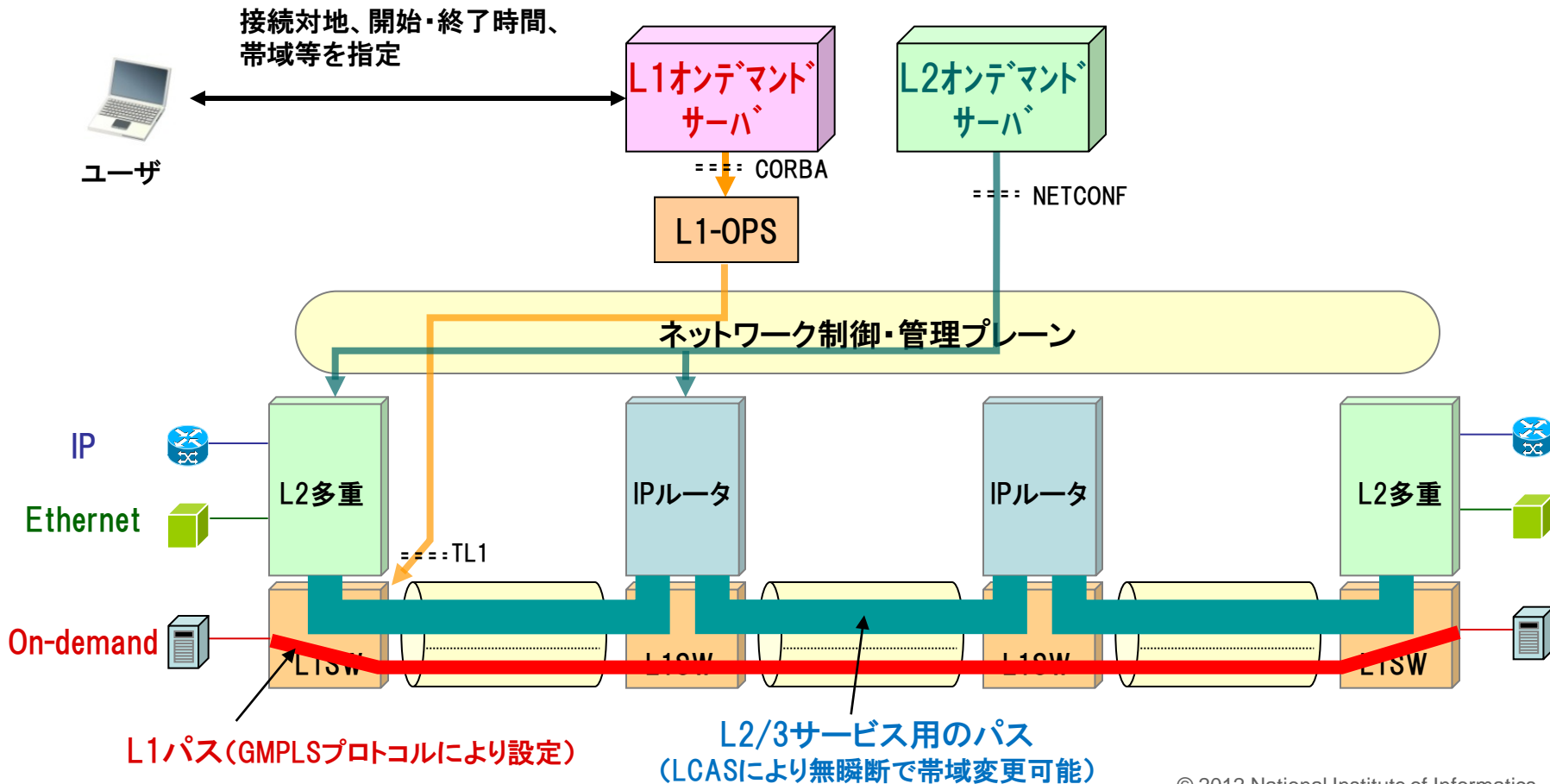
リソースオンデマンドサービス

- ◆ ユーザから直接、接続対地、開始・終了時間、帯域などを指定して、オンデマンドでレイヤ1/2パス（仮想専用線）の設定やVPNの設定が可能
- ◆ 利用者（研究者）は、ユーザ登録後、直接Webページからオンラインで予約。SINET機器の設定は、自動的に行われる。



オンデマンドサービス提供方式

- ◆ ユーザは、Web画面で、接続対地、開始・終了時間、帯域等を指定して、パスやVPNを要求
- ◆ オンデマンドサーバは、ユーザからの予約受付、パスの経路計算、スケジューリング等を行い、指定時間に各装置にパス設定やVPN設定を要求
(レイヤ2/3サービス用のパスの帯域変更が必要な場合は、LCASIにより無瞬断で帯域を変更)
- ◆ オンデマンドサーバ(NII独自開発)と各装置間は国際標準ベースのインタフェースを用いて連携



(a) 対象VPN選択

Connection Style > Src/Dst Nodes > Duration > Src/Dst Ports > Confirmation

VPN HBackup

Reset Next

(b) 対象ノード選択

Connection Style > Src/Dst Nodes > Duration > Src/Dst Ports > Confirmation

Src Node	Dst Node
hokkaido	Select
Reset	hokkaido
	kyushu
	nii
	osaka

※Please don't use the button when...

プルダウンで選択

(c) 時間指定

Connection Style > Src/Dst Nodes > Duration > Src/Dst Ports > Confirmation

Available Period : Present ~2010/03/27 00 : 00
 ※ Present Time of server : 2010/3/26 11:41:51

Duration	
Start Time	2010 / 3 / 26 13 : 0
Finishing Time	2010 / 3 / 26 17 : 0

5分単位で指定

(d) 物理ポート、帯域、経路オプション選択

Connection Style > Src/Dst Nodes > Duration > Src/Dst Ports > Confirmation

Available bandwidth and rough delay between specified nodes during duration are as follows.
 Unspecified Route : 3150 Mbps Delay : 22 msec
 Minimum Delay Route : 3150 Mbps Delay : 22 msec

Route	Src Port	Dst Port	Bandwidth	Option(Routing)
1	hokkaido-L1E1_18/1 [1GE]	nii-L1E1_18/1 [1GE]	<input checked="" type="radio"/> Lambda <input checked="" type="radio"/> Specified 600 Mbps	<input checked="" type="radio"/> None <input type="radio"/> Minimum Delay Route
2	Select	nii-L1E1_18/1 [1GE]	<input type="radio"/> Lambda <input type="radio"/> Specified Mbps	<input checked="" type="radio"/> None <input type="radio"/> Same Route Constraint
3	Select	nii-L1E1_18/2 [1GE]	<input type="radio"/> Lambda <input type="radio"/> Specified Mbps	

帯域: 150Mbps単位
 経路:

- 最小遅延経路
- 最大帯域経路
- 同時経路制約 (複数パスの場合)

(e) 確認画面

Connection Style > Src/Dst Nodes > Duration > Src/Dst Ports > Confirmation

Available Period : Present ~2010/03/27 00 : 00
 ※ Present Time of server : 2010/3/26 11:43:03

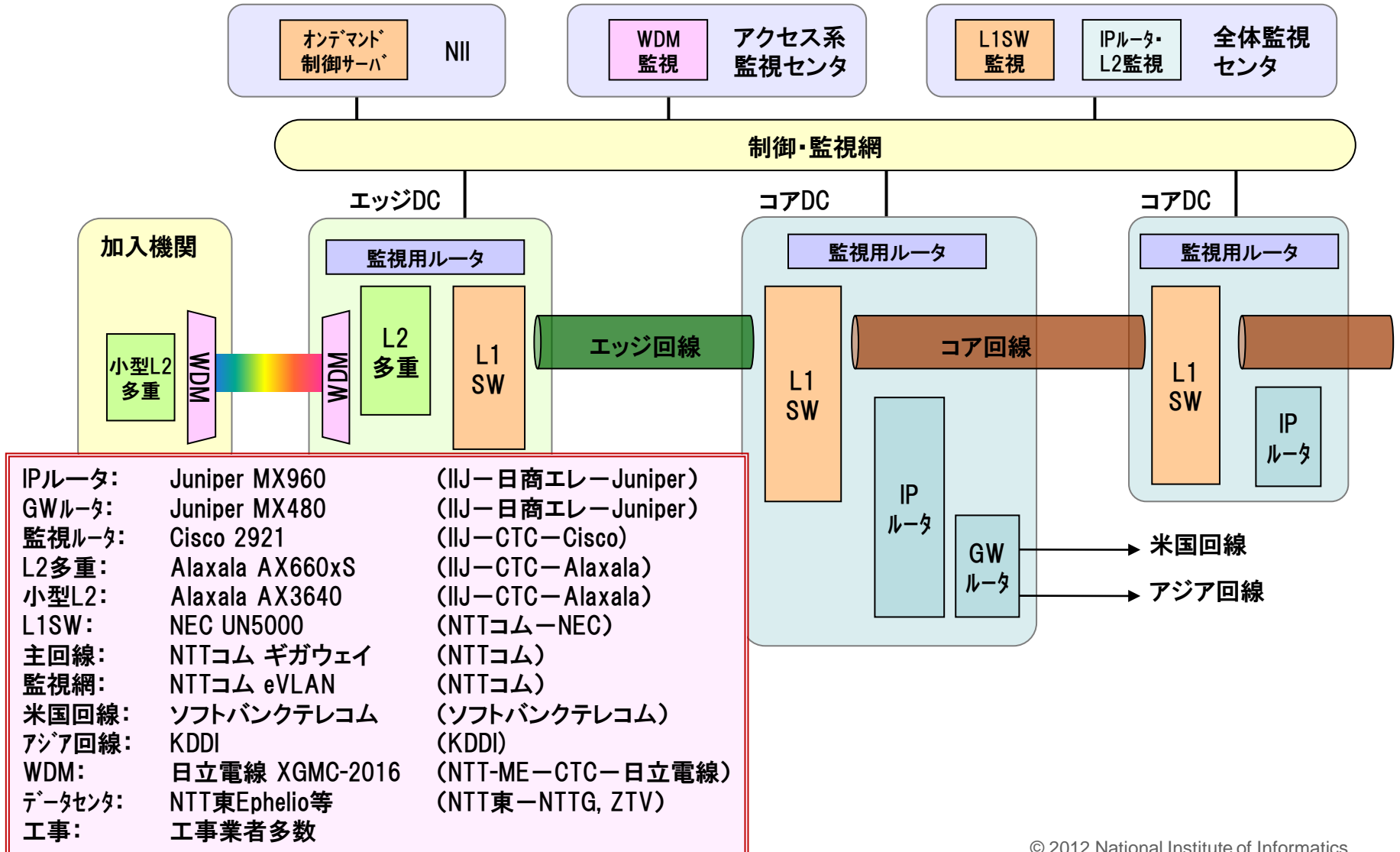
Duration	
Start Time	2010 / 3 / 26 13 : 0
Finishing Time	2010 / 3 / 26 17 : 0

Src Node	Dst Node	Route	Src Port	Dst Port	Bandwidth	Route Preference	Delay(msec)	Cancel
hokkaido	nii	1	hokkaido-L1E1_18/1	nii-L1E1_18/1	Specified(600Mbps)		22	<input type="checkbox"/>

Update Reservation Additional Path

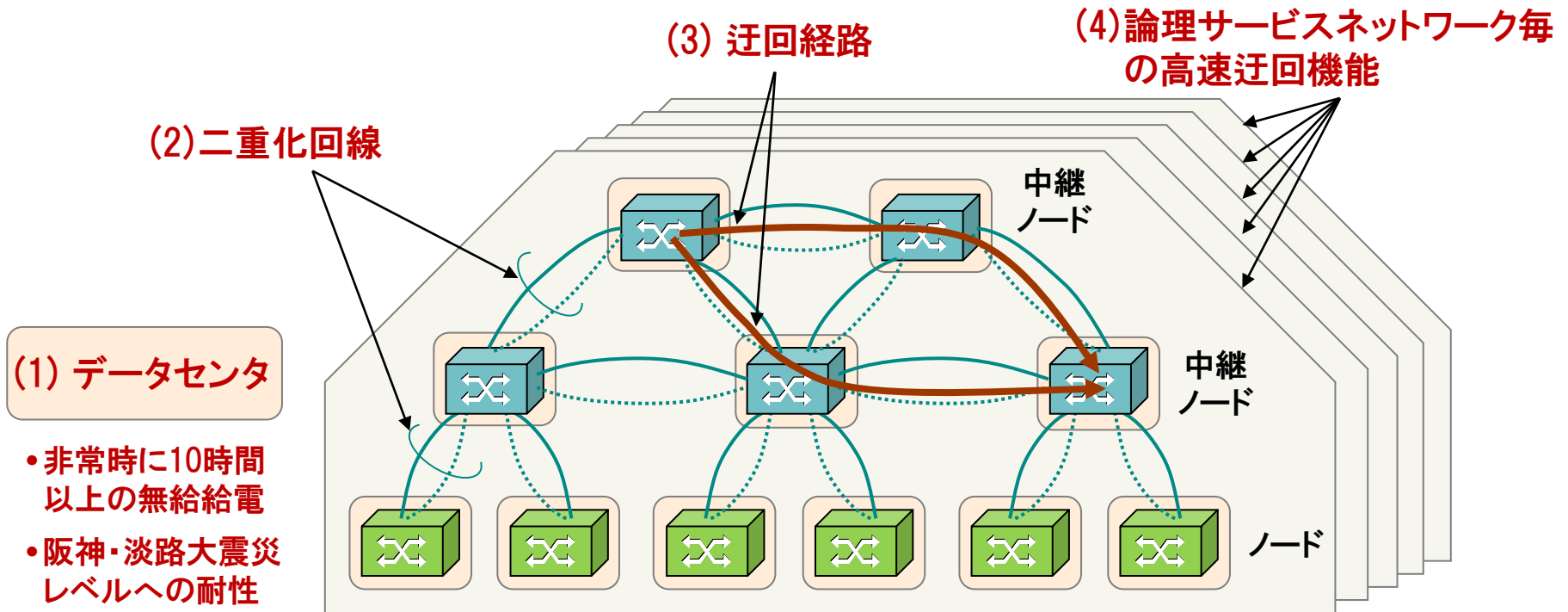
20社以上の協力・連携により実現

◆ 20社以上(キャリア、販社、ベンダ、工事会社)の協力と連携によりSINET4を実現



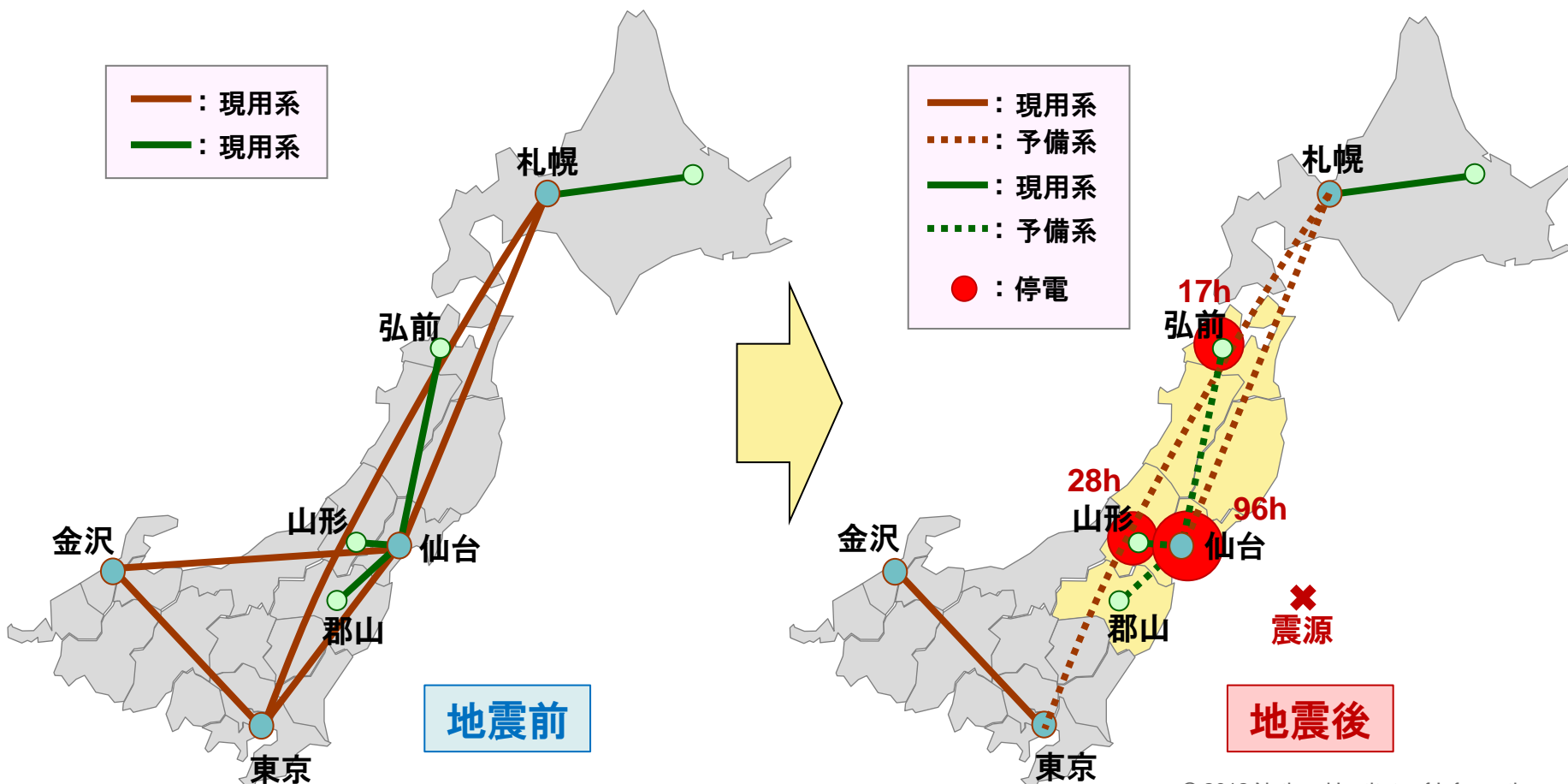
◆ SINET4では、以下の設計・構築ポリシーにより、高信頼化を実現

- (1) 全ノードのデータセンターへの設置(安定した給電と耐震性を確保)
- (2) 全回線の異経路二重化(現用系と予備系)
- (3) 中継ノード間での迂回経路確保
- (4) 論理サービスネットワーク(インターネット, L3VPN, L2VPN, L2OD, L10D)毎の高速迂回機能実装



◆ 東日本大震災時にも、バックボーンとしてサービス断の発生なし

- ・ エッジ回線、コア回線は**全て二重化**し、かつ、ネットワークとして**冗長経路**を確保
- ・ エッジノード、コアノードは全て**DCI**に設置し、地震や停電への耐性を確保
- ・ 各ネットワークサービスに対応した**高信頼化技術**を導入



通信ネットワーク設計における想定内

- 原則、**多重故障**を含め様々な障害を想定し設計
- 実際の仕様は、**費用対効果**を吟味して決定
(確率の低い「想定内」は「想定外」として妥協)
- SINETにおいても、限られた予算内で、「高速性」、
「高機能性」、「高信頼性」を同時に追求
- 「想定外」が起きたら次回は「想定内」

今後の対策

- **経路の多ルート化、通信ビルの高台・内陸部への移動、発電用補給燃料の備蓄**
- **通信ネットワークを活用したユーザ基盤装置の地理的分散化、クラウド設備の活用**

想定外の事象

阪神・淡路大震災

- **耐震性不足**による通信ビルの倒壊
- **固定環境の不備**による通信機器の損壊

東日本大震災

- **津波**による通信ビル・設備の壊滅的破壊
- **補給燃料不足**による通信ビルの機能停止
- **計画停電・電力不足**等による**ユーザ基盤装置**(サーバ、ストレージなど)の停止

反映

反映

1. はじめに
2. 先端ネットインフラ ～SINET～
3. SINETで広がる共同研究の輪
4. ネットワークの設計と大震災時の影響
5. 今後の方向性

◆ SINET4上でのサービスの拡充

- ・ 新サービス(オンデマンド系等)の開始
- ・ 商用クラウドサービスとの連携の強化
- ・ クラウド機能との連携による新しいサービスの検討

◆ 次期学術情報ネットワーク(2016年運用開始)に向けた検討

- ・ 多様な先端サービスを提供する超高速・低遅延・高信頼なネットワーク
- ・ 先端クラウド基盤やビッグデータ分析基盤との連携
- ・ SDN (Software Defined Network)機能による新サービス提供・効率的NW制御
- ・ 産学連携の強化

ご清聴ありがとうございました！