

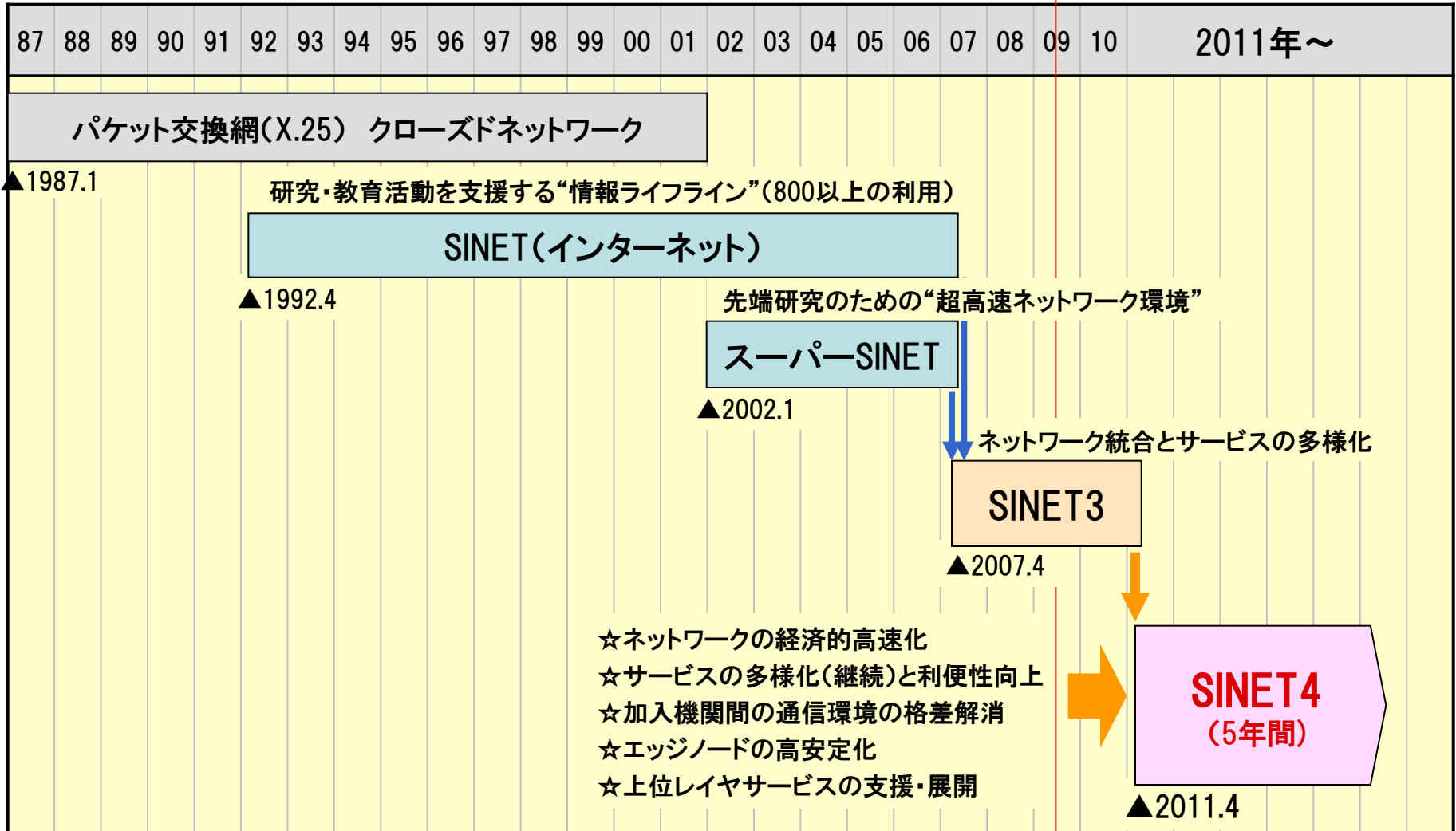
SINET4のサービスと ネットワーク構成

2009年6月12日

国立情報学研究所

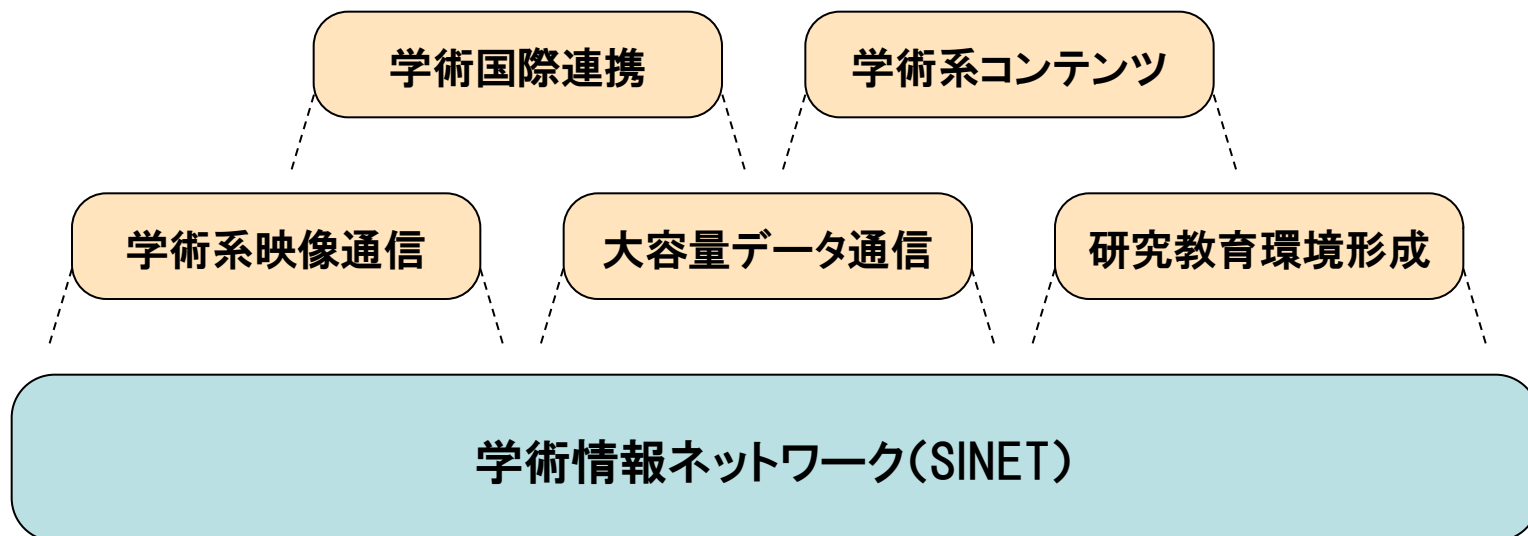
SINETの歩みとSINET4

◆ SINET4では、SINET3の多様なサービス機能を継承し、さらなる高速化・高信頼化、加入機関間の通信環境の格差解消、上位レイヤサービスの支援・展開等を目指します。



◆SINETを必要とする代表的なアプリケーションは以下の通り。

- ・ **学術系映像通信**: 遠隔講義、遠隔医療(手術中継等)、高臨場・多次元通信研究、等
- ・ **大容量データ転送**: 高エネルギー・宇宙天文・核融合・GRID・地震研究等のデータ転送、大容量研究データバックアップ、等
- ・ **研究教育環境形成**: ネットワーク型共同研究拠点・産学連携拠点、マルチキャンパス、等
- ・ **学術国際連携**: 世界各国との共同研究、海外からの大容量データ転送、等
- ・ **学術系コンテンツ**: 各大学・研究機関からの学術情報発信、文献検索、メール、等



- ◆ 各大学において**圧縮高精細映像(～30Mbps/ch)**を用いた**遠隔講義**や**遠隔医療(手術中継等)**が増大している。
- ◆ 高品質・高臨場感を追及した**無圧縮高精細映像通信(1.5Gbps)**による**遠隔講義**、**多次元映像通信の研究(1Gbps)**なども実験的な利用が出てきている。
- ◆ 今後、4k超高精細映像(無圧縮時6Gbps)等のさらに大容量の映像通信が期待されている。
- ◆ ネットワークへの要求条件としては、**高速化**、**リソースオンデマンド(帯域)**、**マルチキャスト**などがあげられる。

現在利用例:

- ・北陸地区遠隔授業プロジェクト
- ・琉球大による国際遠隔講義
- ・慶大・早大・中大による遠隔講義
- ・農工大を中心とする多地点制御遠隔講義
- ・同室感コラボレーション通信(実験)
- ・無圧縮高精細映像通信(実験) 等

将来利用例:

- ・4k超高精細映像(無圧縮時6Gbps) 等

ネットワークへの要求条件

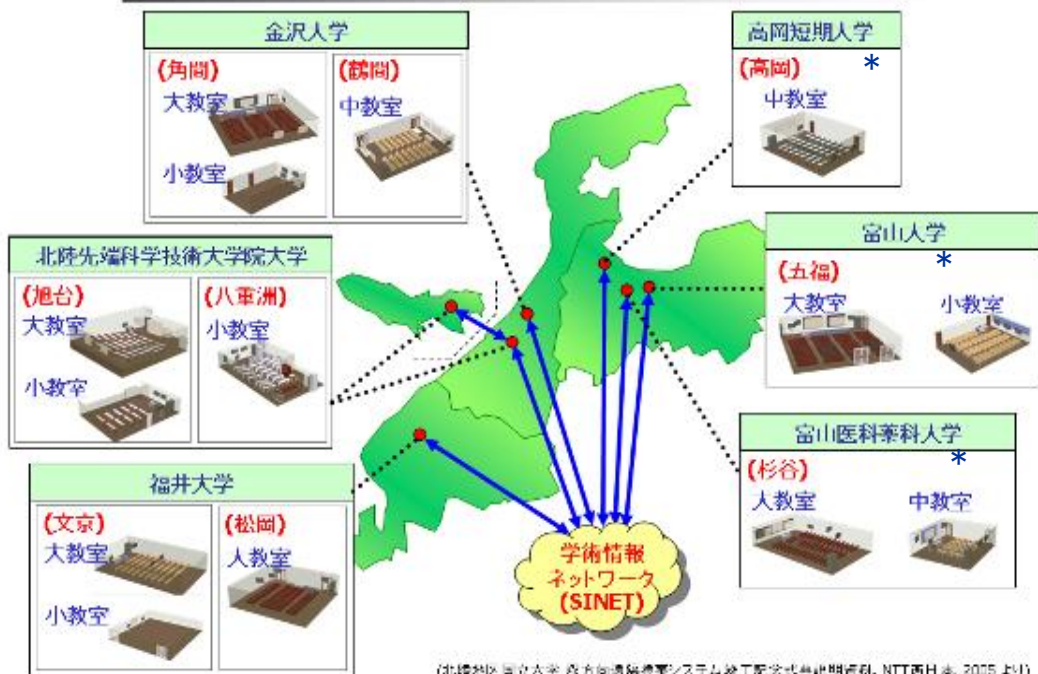
高速化

リソースオンデマンド(帯域)

マルチキャスト

- ◆ 双方向遠隔授業
北陸地区の大学間で、他大学の講義を自大学でも受講できる双方向遠隔授業を実施
- ◆ 国際遠隔授業
琉球大学等で、海外の大学と連携した遠隔講義を実施

1-2. 拠点イメージ



北陸地区での遠隔授業



琉球大学での国際遠隔授業

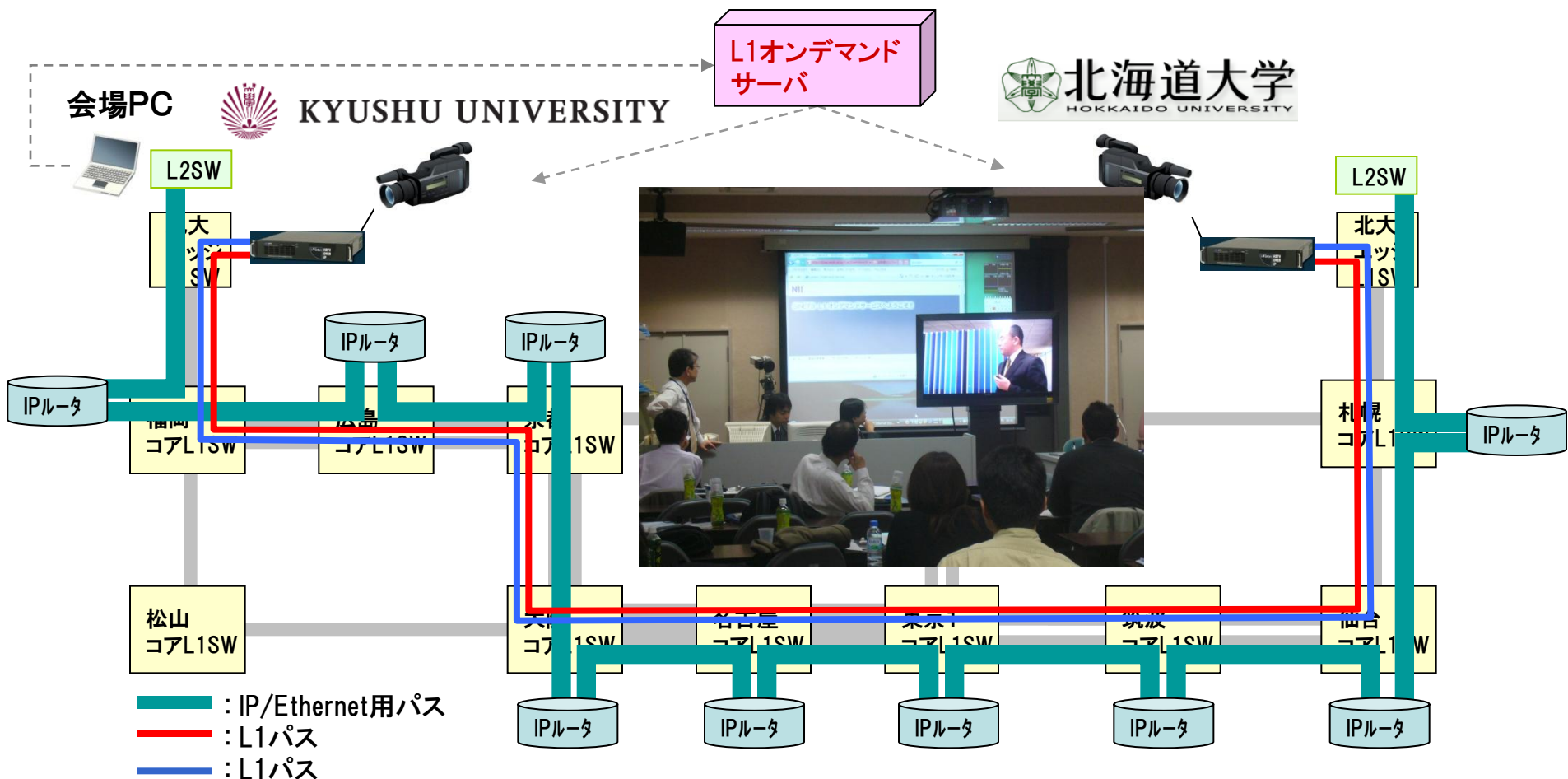
◆ 多地点制御遠隔システム

- ・ 全国18国立大学法人23拠点間で、HD (High Definition) 2画面を同時伝送可能なシステムを用いて遠隔講義を実施
- ・ 東京農工大学には、HD多地点対応の多地点制御装置を設置



L1オンデマンドを用いた遠隔会議

◆ SINET利用説明会では、L1オンデマンド機能を活用し、無圧縮高解像度映像を用いた遠隔会議を実施している。(下図は九大からの九大ー北大間接続例)



大容量データ転送の動向

- ◆ 高エネルギー(LHC:2Gbps/イベント)、宇宙天文(天文eVLBI:2.4Gbps/アンテナ、測地eVLBI:400Mbps/アンテナ)、核融合(QUEST:1Gbps以上)、グリッド(NAREGI:1Gbps以上)、地震(JDXnet:30Mbps)などの**多様な学術研究が大容量データ転送**を行っている。
- ◆ 研究データ量が膨大になるにつれ、データのバックアップが必須になってきており、**ネットワークを用いた超大容量遠隔バックアップ**への期待が高まっている。
- ◆ 今後、eVLBI解像度向上(8Gbps以上/アンテナ)、次世代スパコンデータ転送(数10Gbps)、ITERデータ転送(unknown)などがあり、**データ転送の大容量化は進む一方**である。
- ◆ ネットワークへの要求条件としては、**高速化、リソースオンデマンド(帯域)、マルチキャスト、VPN、マルチレイヤ**などがあげられる。

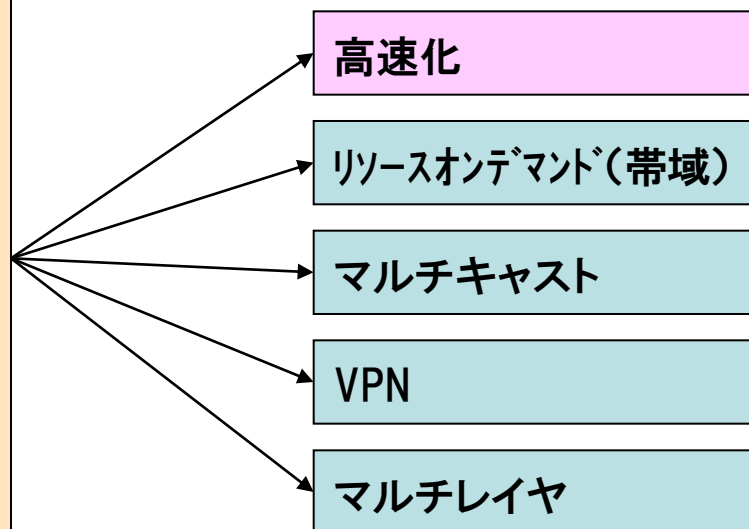
現在利用例:

- ・LHC(2Gbps/イベント)
- ・eVLBI(2.4Gbps/アンテナ、400Mbps/アンテナ)
- ・QUEST(1Gbps以上)
- ・NAREGI(1Gbps以上)
- ・JDXnet(30Mbps程度)
- ・遠隔データバックアップ(数Gbps)

将来利用例:

- ・eVLBI解像度向上(8Gbps以上)
- ・次世代スパコン(数10Gbps)
- ・ITER(unknown)

ネットワークへの要求条件



大容量データ転送の例

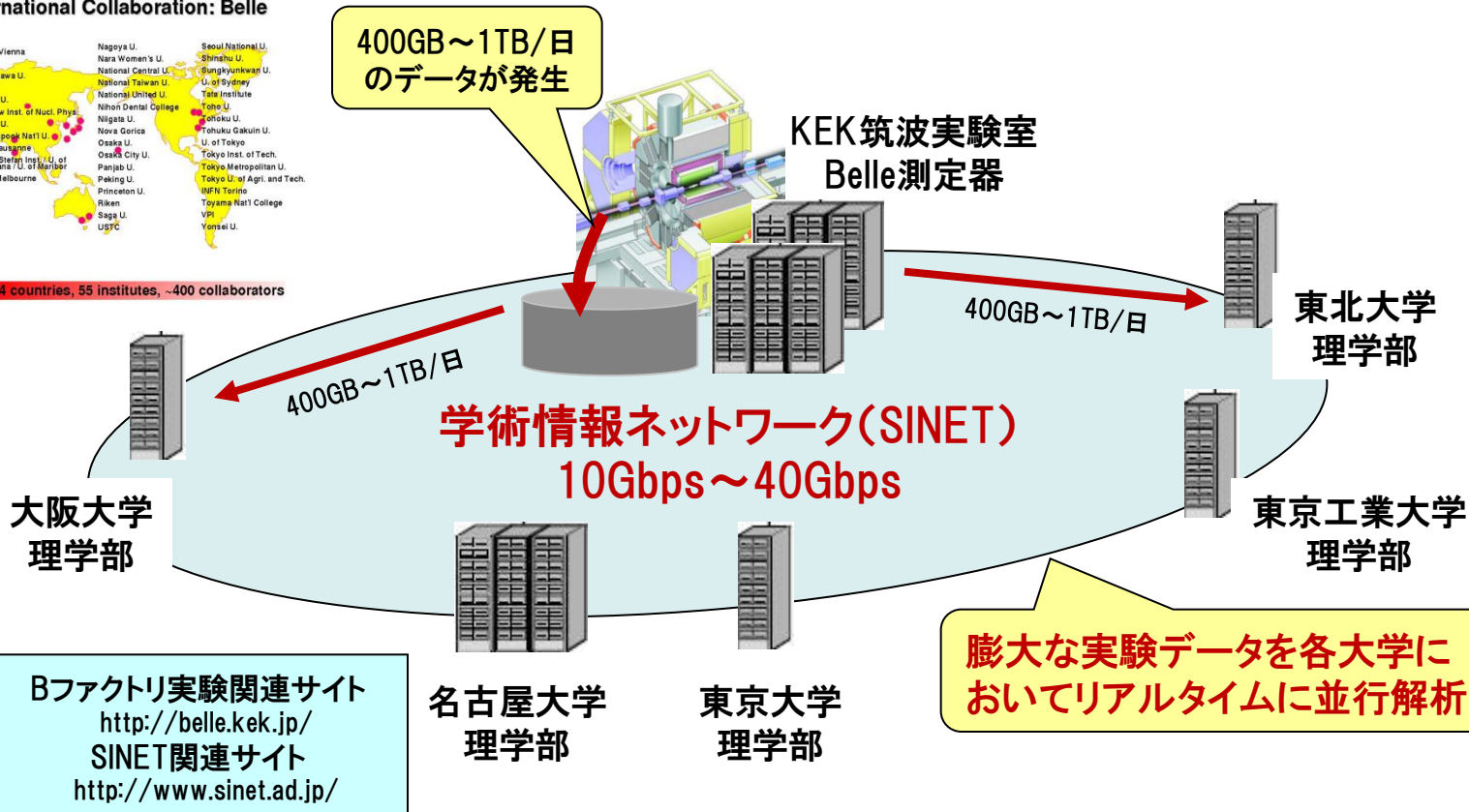
◆ 2008年ノーベル物理学賞の受賞対象となった小林・益川理論の検証を目的としたBelle実験において、**学術情報ネットワーク(SINET)***が大きな役割を果たしました。

Belle実験は、高エネルギー加速器研究機構(KEK)が東京大学、東北大学、名古屋大学、東京工業大学等と共同して「B中間子におけるCP対称性の破れ」を測定し、その物理法則を説明するために提案された小林・益川理論の検証を行うことをめざした実験です。この実験において、KEKにあるBelle測定器から出される膨大なデータをSINETの超高速回線を介して、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、並行解析することによって、その理論の検証に成功しました(2001)。この実験に中心的に携わったKEKの片山伸彦氏は、「**SINETはBelleネットワークの大動脈**」と、SINETの果たした役割の重要性を指摘されています。

International Collaboration: Belle



14 countries, 55 institutes, ~400 collaborators



研究教育環境形成の動向

- ◆ 全国の異なる組織の研究グループがネットワーク型共同研究拠点を形成するために、VPN機能を用いている。例えば、核融合研究・グリッド研究はL3VPN、高エネルギー研究・地震研究はL2VPN/VPLS、宇宙天文研究はオンデマンドL1VPNを用いている。
- ◆ また、複数のキャンパス間を接続するマルチキャンパス接続や産業界の参加によるネットワーク型の産学連携拠点形成などの利用が増大すると予想される。
- ◆ 今後、ユーザ側からより柔軟にVPNを設定したり、ネットワーク機能を変更したりできることが期待されている。
- ◆ ネットワークへの要求条件としては、リソースオンデマンド(VPN)、マルチレイヤ、マルチキャスト、などがあげられる。

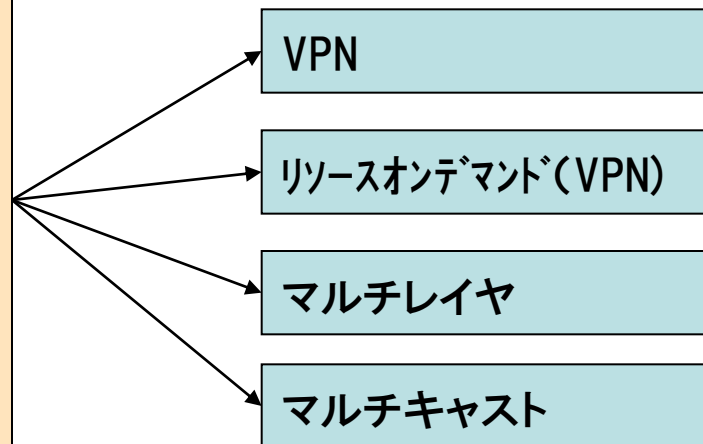
現在利用例:

- ・ネットワーク型共同研究拠点形成
(L3VPN:核融合・グリッド、L2VPN/VPLS:高エネルギー・地震、オンデマンドL1VPN:宇宙天文 等)
- ・マルチキャンパス接続
(東大、京大、筑波大 等)
- ・ネットワーク型産学連携拠点形成
(NTT-京大・阪大・九大・岡山大・NII 等)

将来利用例:

- ・ユーザからのVPN設定
- ・ネットワーク機能の柔軟な変更

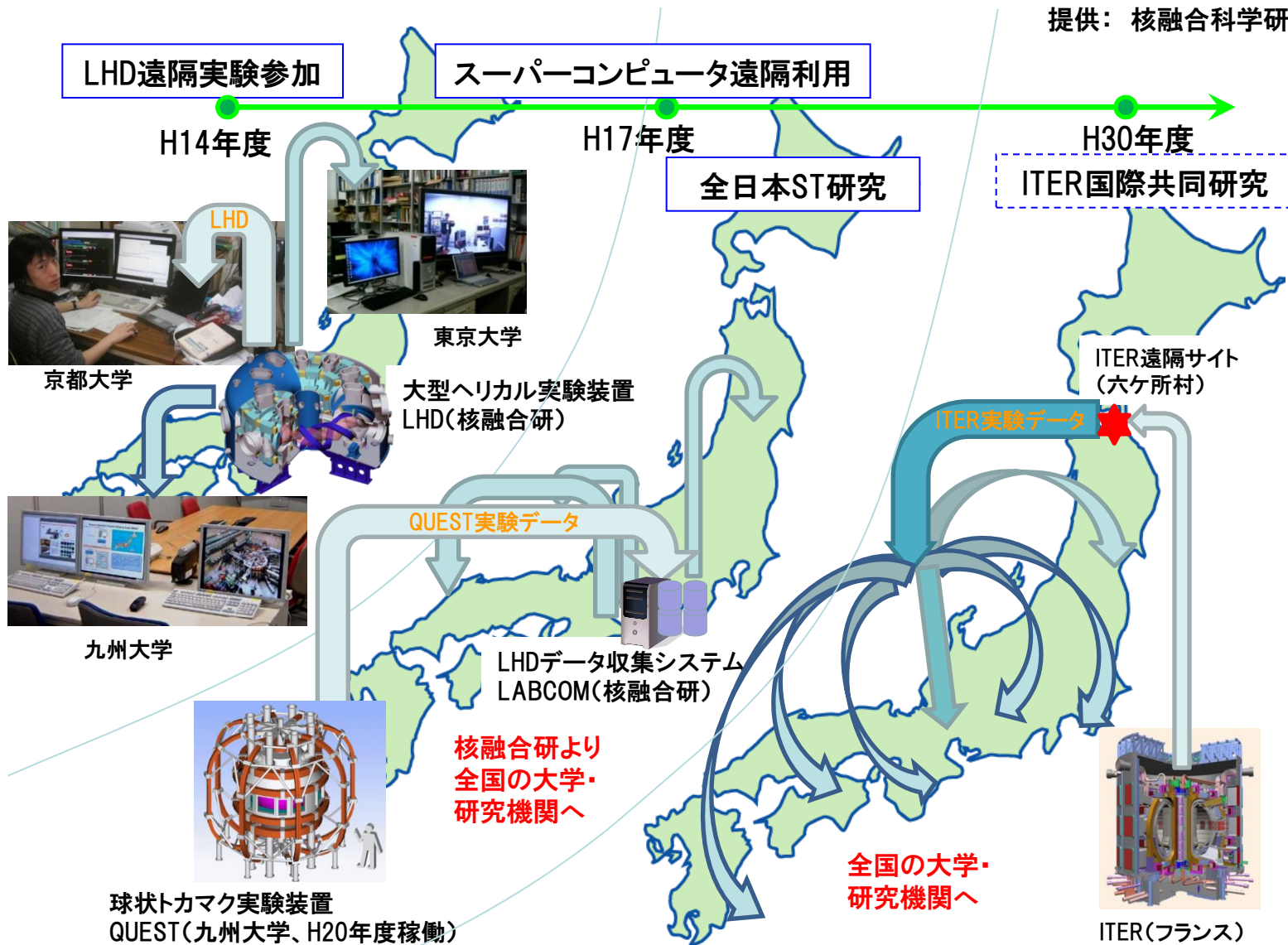
ネットワークへの要求条件



L3VPNを用いた共同研究

◆ L3VPNを用いてLHDや新核融合実験装置(QUEST)からの実験データをセキュアに管理

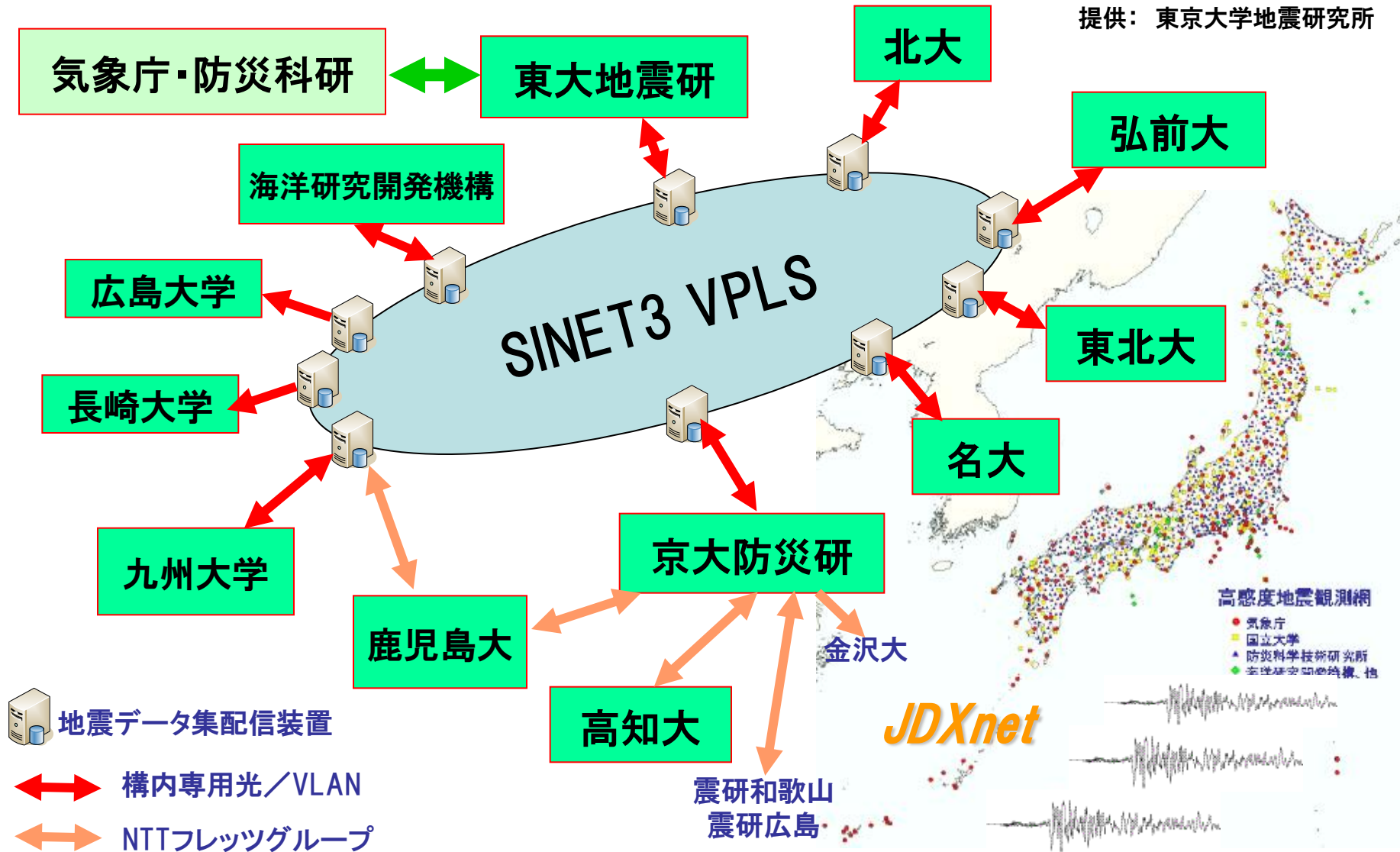
提供: 核融合科学研究所 



VPLSを用いた共同研究

◆ VPLSのマルチキャスト機能を用いて各地の地震データを共同研究拠点に配信

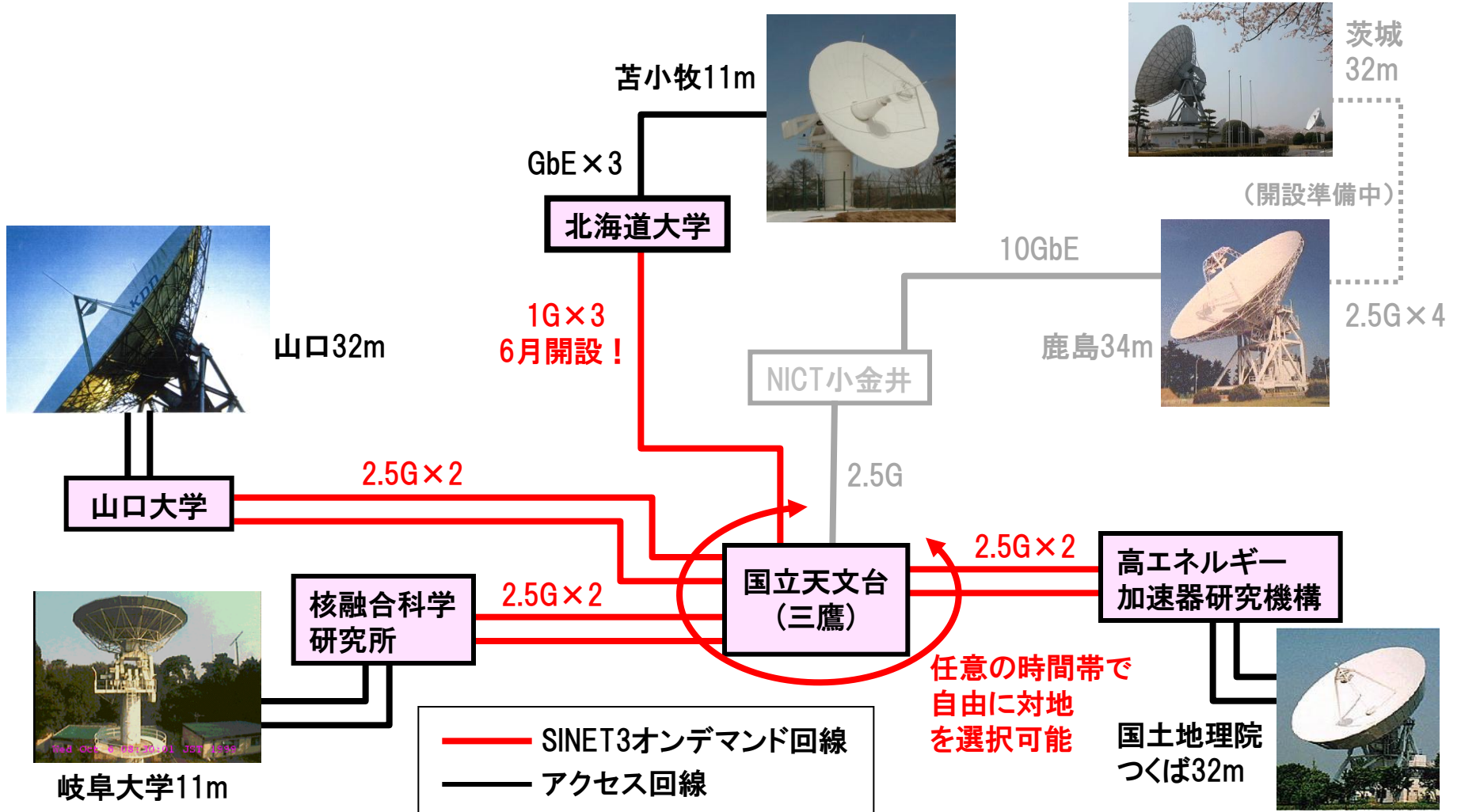
提供： 東京大学地震研究所



L1オンデマンドを用いたVPNの形成

◆ L1オンデマンド機能を用いて、指定した日時だけ、天文台と任意の電波望遠鏡間を接続し、大容量の観測データを転送

提供: 国立天文台

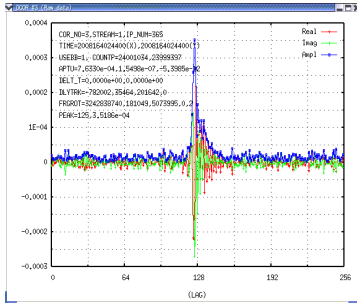


L1オンデマンドサービス本格提供開始！

◆ L1オンデマンド(L1OD)サービスは、北海道から九州まで全国レベルで提供可能になっています。現在、3プロジェクトが利用中です。

光結合VLBI観測

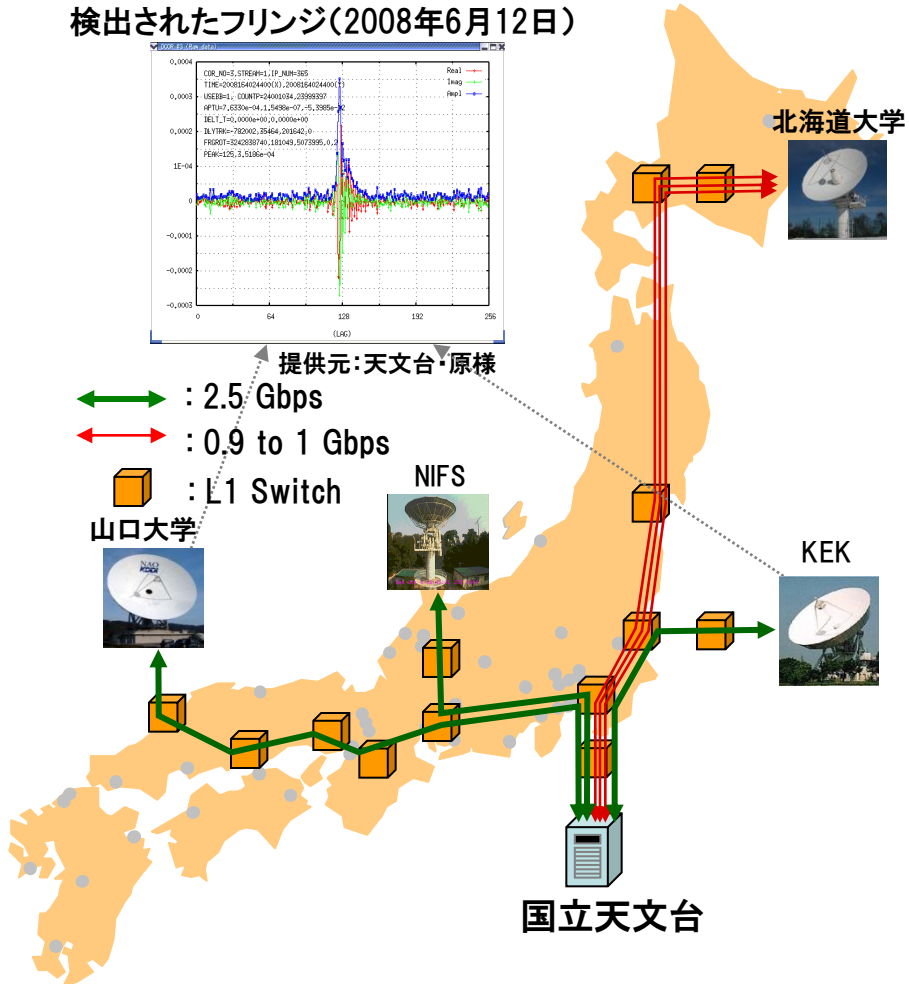
検出されたフリンジ(2008年6月12日)



提供元:天文台・原様

- : 2.5 Gbps
- : 0.9 to 1 Gbps

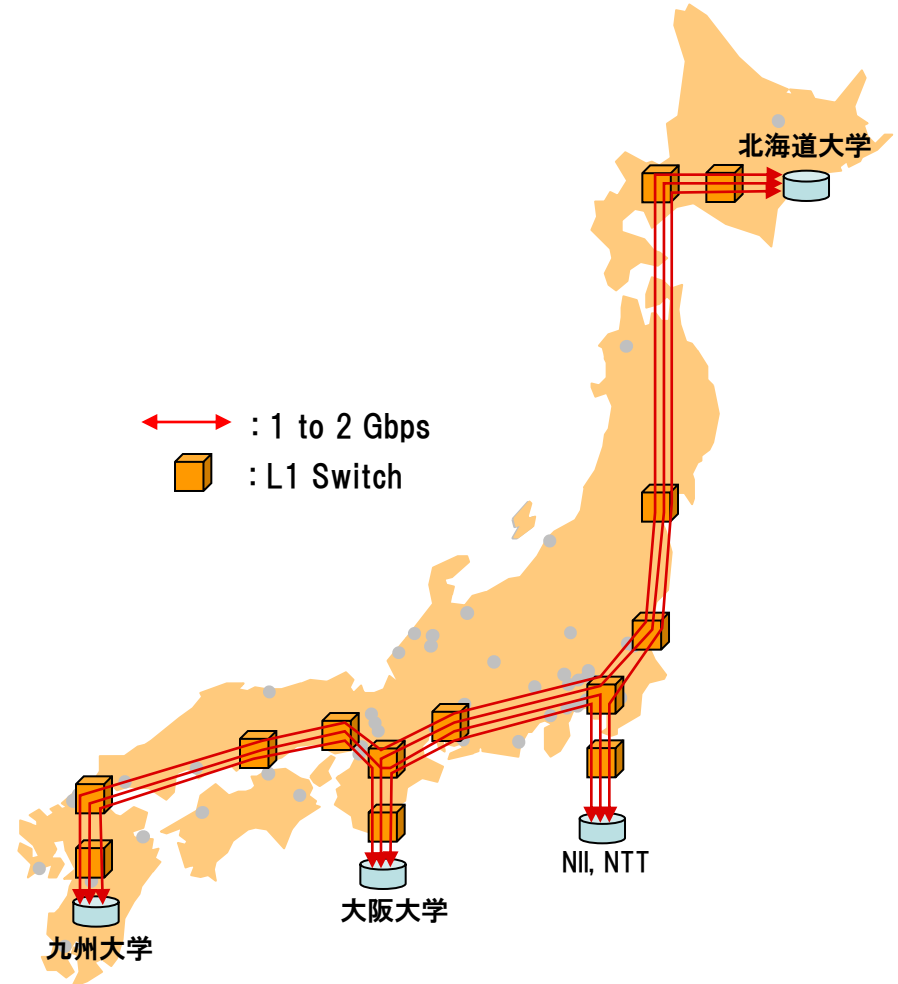
: L1 Switch



高品質遠隔バックアップ

- : 1 to 2 Gbps

: L1 Switch



学術国際連携の動向

- ◆ 先端研究の加速のために、米国(スパコン、eVLBI等)、フランス(GRID5000等)、スイス(LHC等)、ドイツ(eVLBI等)等との**国際的な共同研究**が増えてきている。
- ◆ データ量としては、LHCは4Gbps、スパコンは1Gbps程度、GRID5000は1Gbps程度、eVLBIは400Mbps程度である。
- ◆ 今後、ITER関連の大容量データがフランスから流れてくる。
- ◆ ネットワークへの要求条件としては、**高速化、VPN、リソースオンデマンド(帯域、VPN)、マルチレイヤ**などがあげられる。

ネットワークへの要求条件

現在利用例:

- ・米国(スパコン、eVLBI)
- ・フランス(GRID5000)
- ・スイス(LHC)
- ・ドイツ(eVLBI)
- ・各種国際連携 等

将来利用例:

- ・フランス(ITER)

高速化

VPN

リソースオンデマンド(帯域、VPN)

マルチレイヤ

国際連携の例 (1)

◆ 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しています。

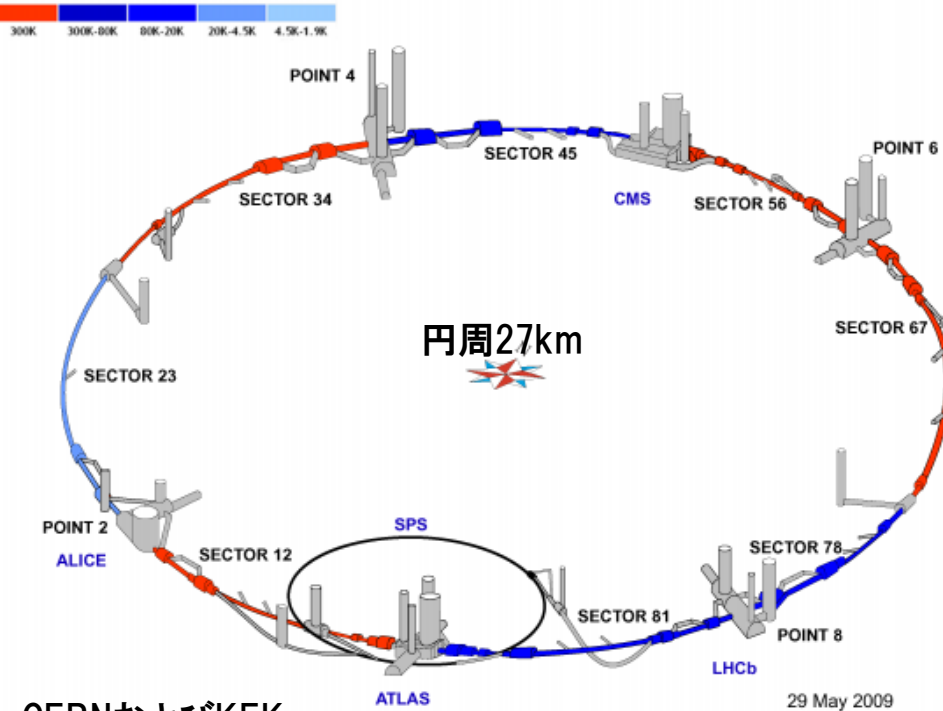
国土地理院ホームページより



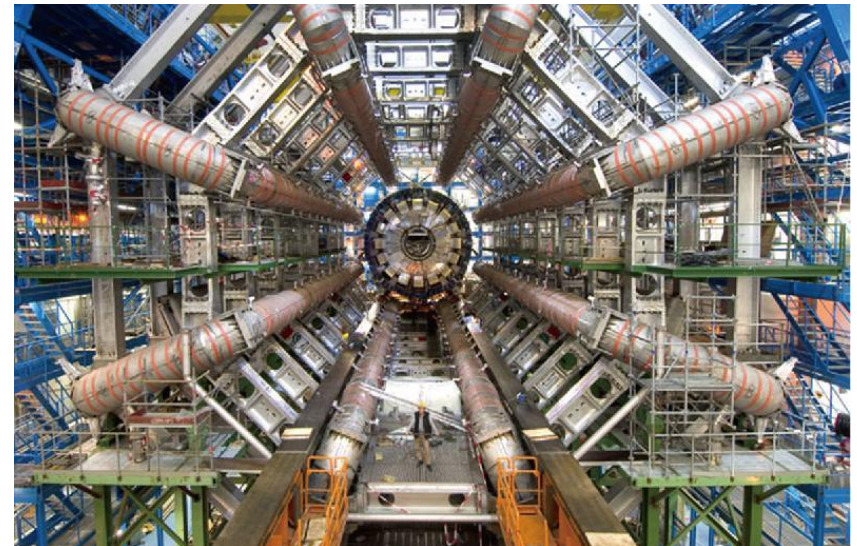
▲ 世界の主な VLBI 観測局 (★印 = 主要観測局)

国際連携の例 (2)

◆ 国際回線を通じて、スイスの大型ハドロン衝突型加速器 (LHC: Large Hadron Collider) における高エネルギー陽子・陽子衝突の反応を記録するATLAS測定器から、東大などに対して超大容量のデータ転送を行っています。



CERNおよびKEK
ホームページより



- ◆ 研究教育のための、**各大学・研究機関からの各種情報発信、文献検索、メール、eLearning**等の基盤として用いられており、トラフィックが伸びている。
- ◆ 各大学がサーバを設置して実施しているサービスに関しては、**セキュリティ関連の費用増大**や専任技術者の不足により、大学によっては運用が困難になってきており、**SINETを介したセキュアで経済的な一括したサービスの委託**が期待されている。
- ◆ 新しい上位レイヤサービスも期待されており、ネットワークとして**上位レイヤ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**の準備が期待されている。
- ◆ ネットワークへの要求条件としては、**高速化、NW経由のサービス委託、上位レイヤサービスの展開支援**などがあげられる。

現在利用例：

- ・各大学・研究機関からの情報発信
- ・文献検索
- ・メール
- ・eLearning 等

SINETへの期待：

- ・セキュアで経済的な一括サービス委託
- ・上位レイヤ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 等

ネットワークへの要求条件

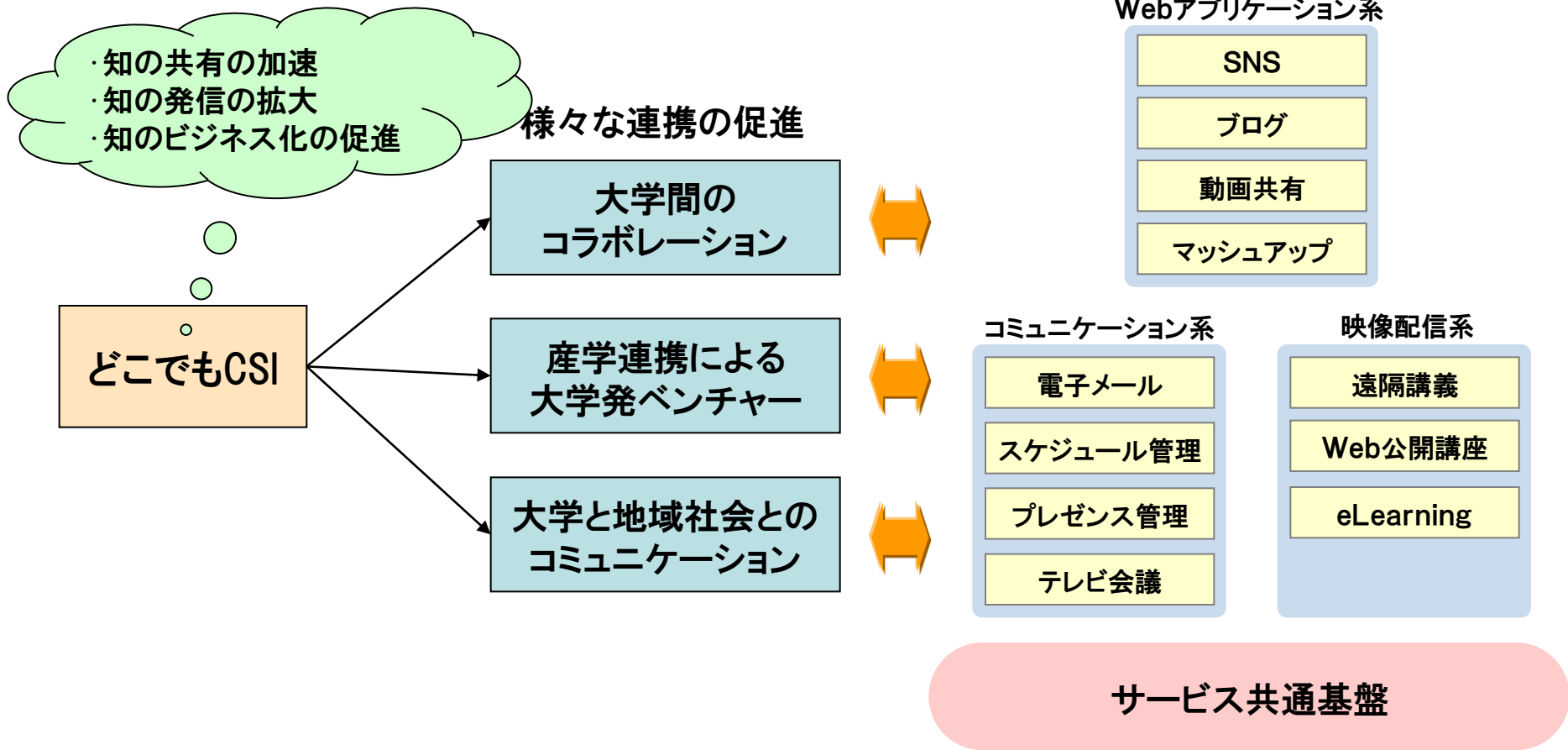
高速化

NW経由のサービス委託

上位レイヤサービスの展開

(参考)上位レイヤサービスのための共通基盤

- ◆ 知の共有の加速、知の発信拡大、知のビジネス化の促進のためのサービス共通基盤を整備し、大学間のコラボレーション、産学連携による大学発ベンチャー、大学と地域社会とのコミュニケーションなどを強化することが求められている。
- ◆ 具体的な共通基盤機能については、オープンフォーラム等で議論の上検討する。

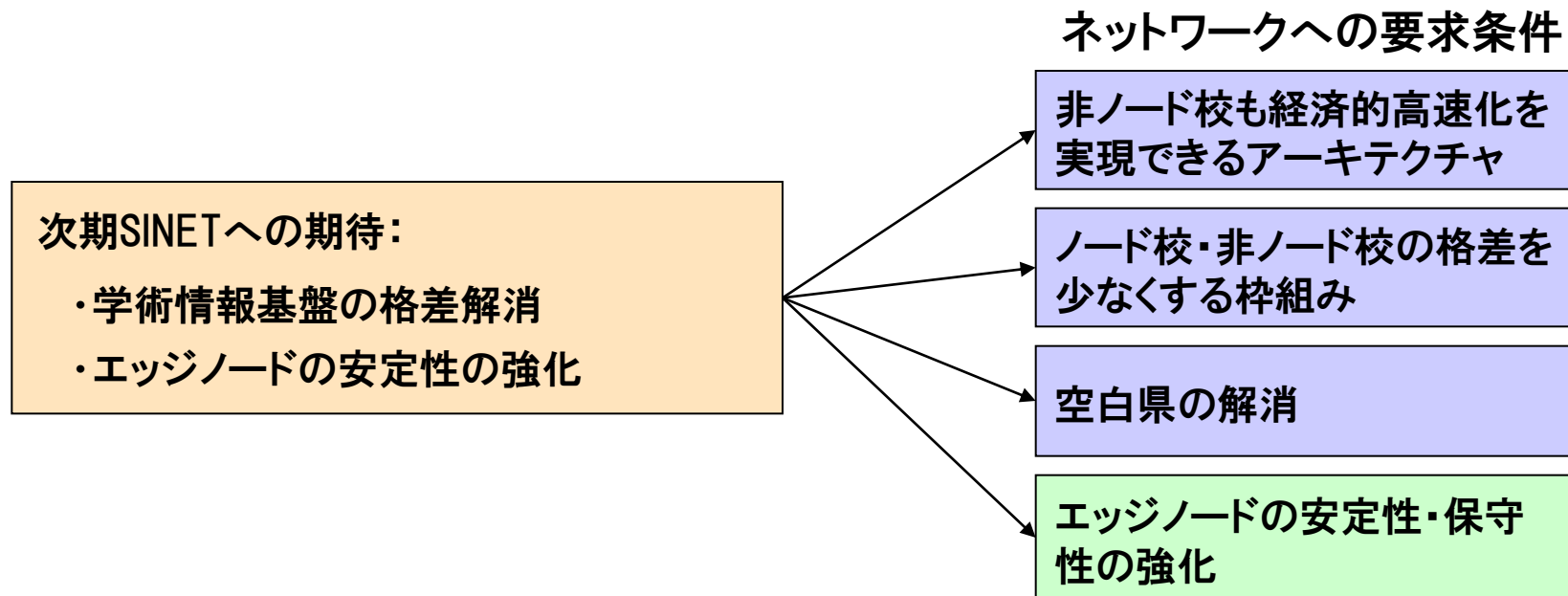


◆ 学術情報基盤の格差解消

- ・ 非ノード校は、自らの費用で専用線を調達しSINETに接続することになっており、同一費用で更なる高速化を実現するためのアーキテクチャや枠組みの整理が必要である。
- ・ SINETノードの無い「空白県」における通信環境の高度化が強く求められている(次頁)

◆ 安定性の強化

- ・ エッジノードに関して、現在の制約条件(加入機関都合(計画停電等)によるサービス中断、入室可能時間の制限)の完全排除が求められており、データセンタへ設置することが望ましい。
- ・ システムファイル更新時の影響極小化など更なる高可用化を図ることが求められている。



空白県とは

- ◆ 県内にSINETノードが無く、近隣県のSINETノードに長距離専用線等のアクセス回線で加入機関が接続されている「ノード未設置県」
- ◆ これまで、ノード設置の必要性と予算とのバランスをとりながらノードを整備してきたが、現時点で、まだ**13の空白県**が残存
 - ・ 岩手、秋田、山形、福島、栃木、三重、滋賀、奈良、和歌山、島根、高知、佐賀、宮崎



空白県における問題点

- ◆ 先端学術情報基盤の**格差が増大**
 - ・ 学術情報基盤(ネットワーク)が教育、研究、地域活動の活性化の切り札のひとつのはず
 - ・ しかし、空白県でのアクセス回線速度が**100Mbps以下**のため、**トラフィックが満杯**になるケースがある
 - ・ **SINET先端サービス**(圧縮高精細映像を用いた遠隔講義、キャンパス間接続も含めたL2-VPNサービス等)を受けられない



空白県の加入機関からの要望

- ◆ 県間に跨る長距離アクセス回線の**経費負担を軽減**したい(県内ノードの設置を希望)
- ◆ 安い費用で**アクセス回線速度**を上げたい
- ◆ ノード校と同じレベルの**SINET先端サービス**を受けたい
- ◆ **学術クラウド型サービス**(ストレージサービス、セキュリティサービス、認証サービス等)に期待している

次期ネットワーク実現に向けた課題(まとめ)

- ◆ 次期学術情報ネットワークを実現するための課題は、大きく、①ネットワークの高速化、②サービスの多様化(継続)と利便性の向上、③加入機関間の学術基盤格差の解消、④エッジノードの安定性の強化、⑤上位レイヤサービスの支援・展開、に分類できる。

①ネットワークの高速化

バックボーンの高速化

アクセス回線の高速化

②サービスの多様化(継続)・利便性向上

VPN

リソースオンデマンド
(帯域、VPN)

マルチキャスト

マルチレイヤ

③加入機関間の学術基盤格差の解消

非ノード校も経済的高速化を実現できるアーキテクチャ

ノード校・非ノード校の格差を少なくする枠組み

空白県の解消

④エッジノードの安定性の強化

加入機関都合によるノード停止の回避

エッジノードの保守性向上

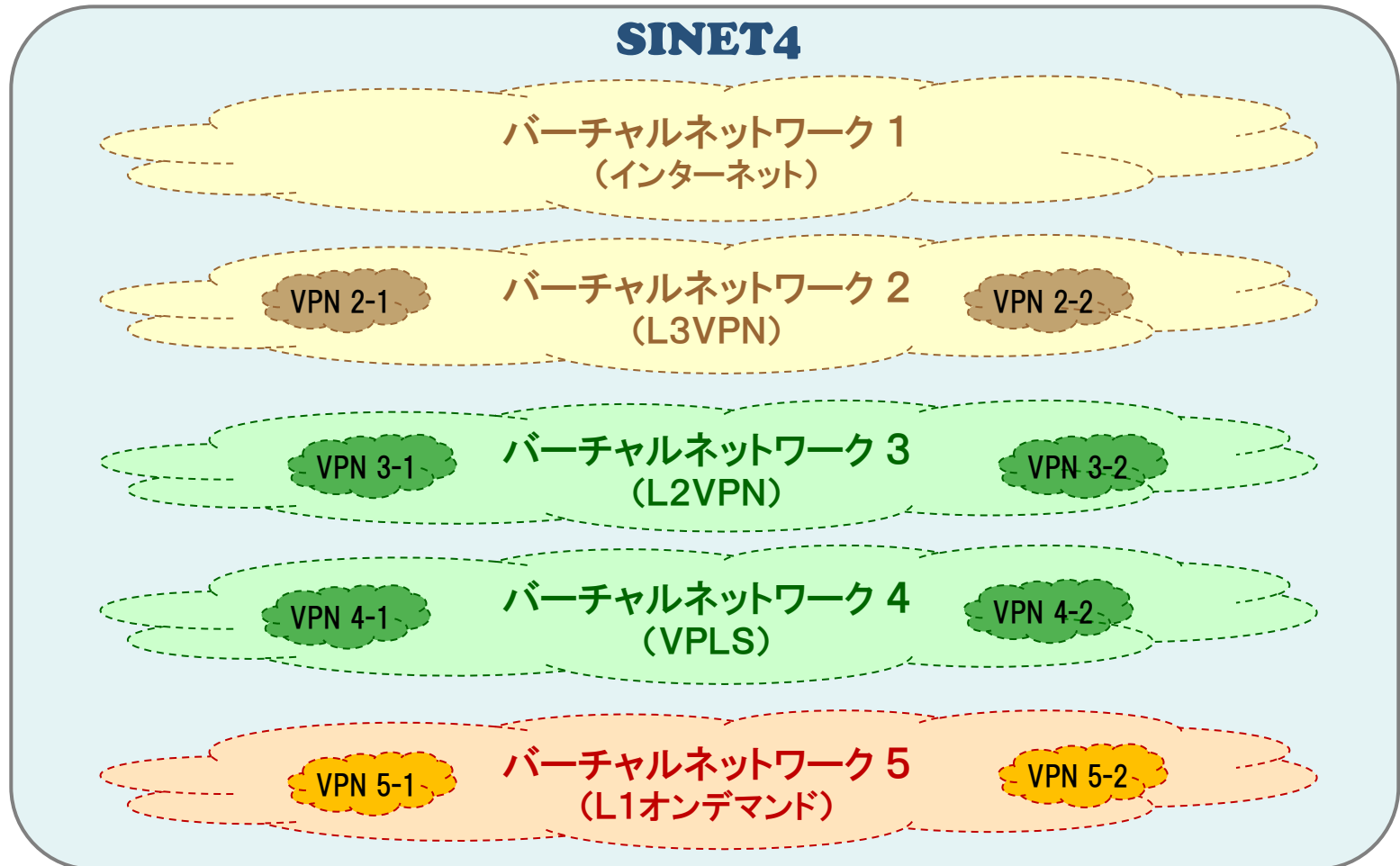
⑤上位レイヤサービスの支援・展開

NW経由のサービス委託

上位レイヤサービスの展開

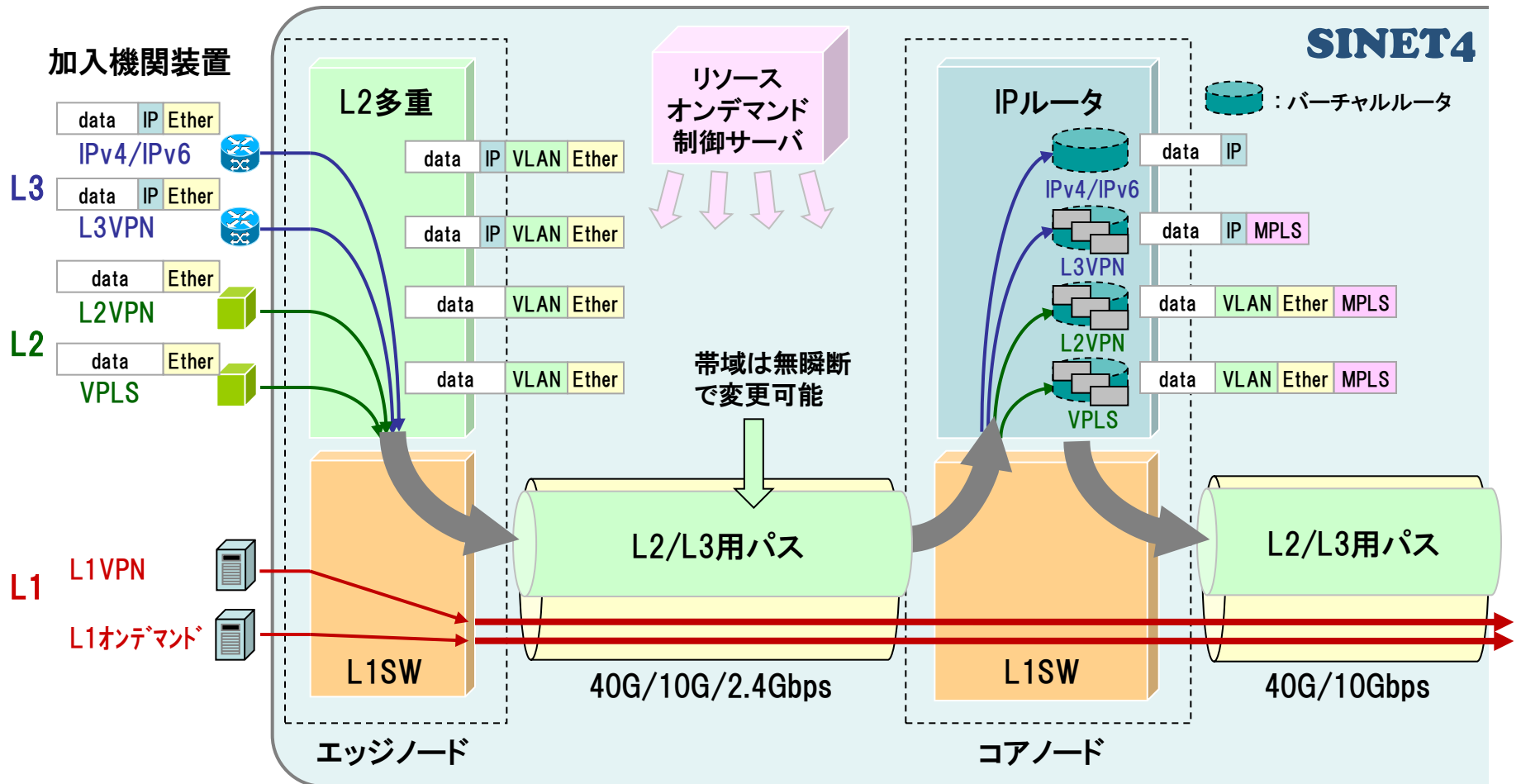
バックボーンイメージ

- ◆ 単一のバックボーン上に、サービス毎のバーチャルネットワークを形成することで、柔軟かつ経済的に多様なサービスを提供
- ◆ 各バーチャルネットワーク内に、さらに共同研究プロジェクト毎や仮想研究室毎のバーチャルネットワークを形成してVPN (Virtual Private Network) を提供



バックボーンのアーキテクチャ

- ◆ 多様なサービス(VPN、リソースオンデマンド、マルチレイヤ、マルチキャスト等)を単一バックボーン上で実現するために、**SINET3のアーキテクチャを踏襲**
- ◆ バーチャルルータ機能やL1スイッチ機能を用いて**サービス毎のバーチャル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NII独自で開発**



◆ 経済的な高速化と柔軟な速度可変化

- ・ ダークファイバ+CWDM装置で構成することで、経済的な高速化を可能にすると同時に、波長の追加(GE、10GE等選択可能)により将来の増速や実験的な増速を柔軟に実施

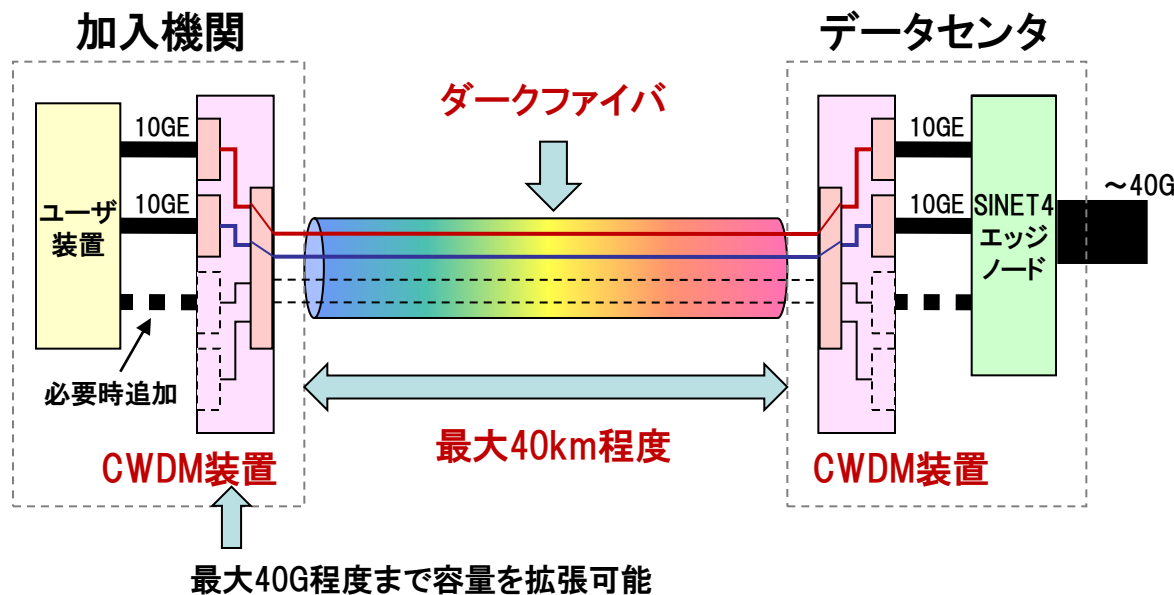
◆ 大学独自の増速への対応

- ・ NIIがベース部分を提供するが、大学が独自の費用で波長(帯域)を増やすことも可能

◆ グリーン対応

- ・ 大学側の所要消費電力を大幅に削減

CWDM: Coarse Wavelength Division Multiplexing



アクセス系の移行イメージ

- ◆ SINET4では現非ノード校の専用線の終端点が変更になるため、SINET自体の移行ならびにこれら専用線の収容位置変更にあたっては**十分な移行期間が必要**である。
- ◆ まず、SINET自体の迅速な移行を行うため、**SINET4運用開始当初は、現非ノード校の専用線を、原則同一位置で収容**する。現ノード校に小型L2多重装置(インタフェースは1Gまで)を設置して**2か月程度**で移行させる。
- ◆ その後、**各現非ノード校の専用線の契約終了時期に合わせ、段階的にデータセンタに収容**する。(現ノード校への接続維持を希望する加入機関が存在する場合の対策については別途検討要)
- ◆ **共同調達の枠組みについては、加入機関の移行計画をみながら、段階的に判断**していく。

SINET3

データセンタ

SINET3
コアノード

大学A

SINET3
エッジノード

10G 1G

大学A

1G

100M

10M

大学B

大学C

大学D

SINET3時代

SINET4

データセンタ

SINET4
エッジノード

CWDM

バックアップ
回線

大学A

CWDM

10G 1G

大学A

1G

100M

10M

大学B

大学C

大学D

平成23年度当初

SINET4

データセンタ

SINET4
エッジノード

CWDM

CWDM

CWDM

原則H27年度まで

CWDM

大学A

CWDM

大学B

CWDM

大学C

CWDM

大学D

平成27年度末

◆ コアノードとコア回線

- ・ 近距離にあるコアノードは統合し、かつ、各機関から東京、大阪へのホップ数を最小化
- ・ 40G専用線(価格≒10G×2)を活用し、同等の費用で効果的に高速化
- ・ 各コアノード・コア回線の故障に備え迂回路を確保

◆ エッジノードとエッジ回線

- ・ 同一県内のエッジノードは極力統合し、また、コアノード設置エリアではコアノードと統合化
- ・ 40G専用線(価格≒10G×2)を活用し、効果的に高速化

◆ アクセス回線

- ・ アクセス回線は原則県内とし、ダークファイバ+CWDMの構成で経済的に高速化(最大速度は10G×4程度)
- ・ 運用開始当初は、現非ノード校のアクセス回線は現ノード校で終端

◆ 国際回線

- ・ 米国向け回線(欧州向けのトラフィック含む)は、トラフィック量を随時観測しながら、必要な時点で増速化を検討
- ・ アジア向け回線は、TEIN3 (Trans-Eurasia Information Network 3) 等の国際プロジェクトと協調しつつ、今後の在り方について検討

SINET4の構成(現時点のイメージ)

◆ コアノードとコア回線

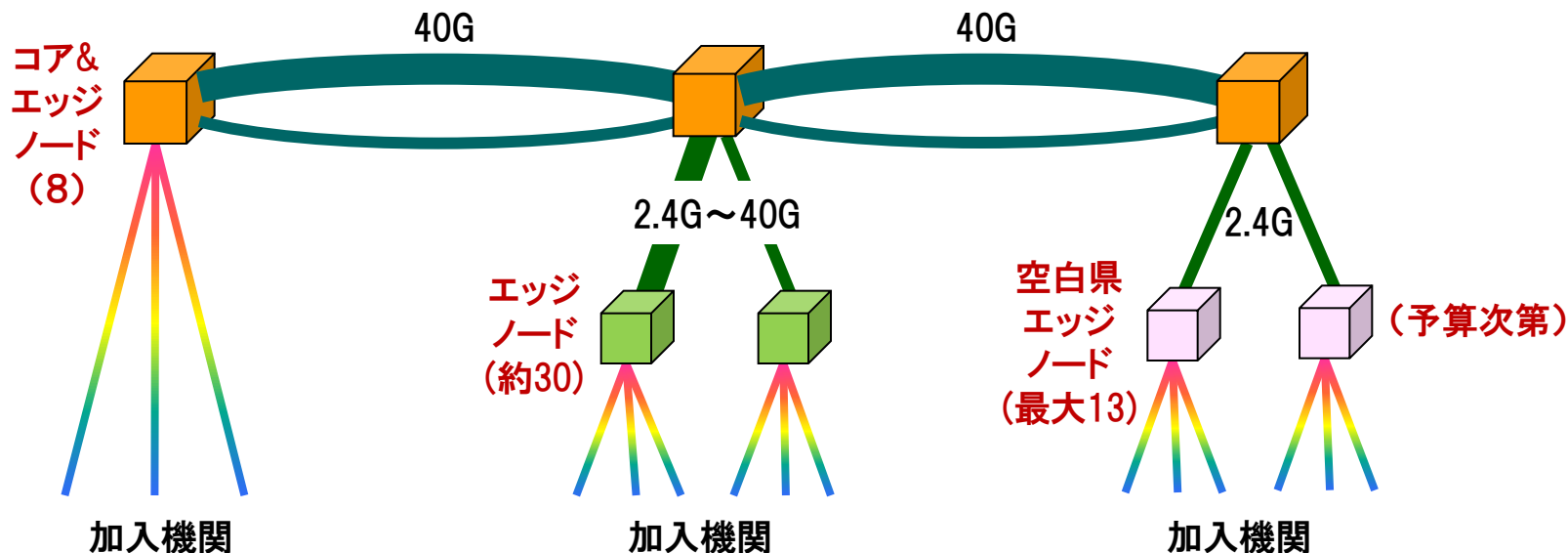
- ・ コアノード数を8に集約
- ・ コア回線は仙台～福岡間を40G化し、ノード・回線故障時の迂回路を確保。

◆ エッジノードとエッジ回線

- ・ エッジノード数を原則県に一つとして、コアノードとの統合も行い集約
- ・ エッジ回線は全区間2.4G以上とし、10Gを超える区間は40G化。空白県は予算次第で対応。

◆ アクセス回線

- ・ トラフィック見合いで初期速度を設定



◆ データセンタの選定

- ・ 2009年度中に選定予定であり、決定次第、アナウンスを行う

◆ ネットワークの移行

- ・ 2010年度の予算状況を見て最終判断するが、現時点では、2010年度末より移行作業を開始予定

◆ アクセス回線の調達・上位レイヤの検討

- ・ フォーラムを形成し、今後議論していく