



ビッグデータ時代を見据えた 学術情報ネットワークの方向性

平成26年1月27日

国立情報学研究所

漆谷 重雄

© 2014 National Institute of Informatics

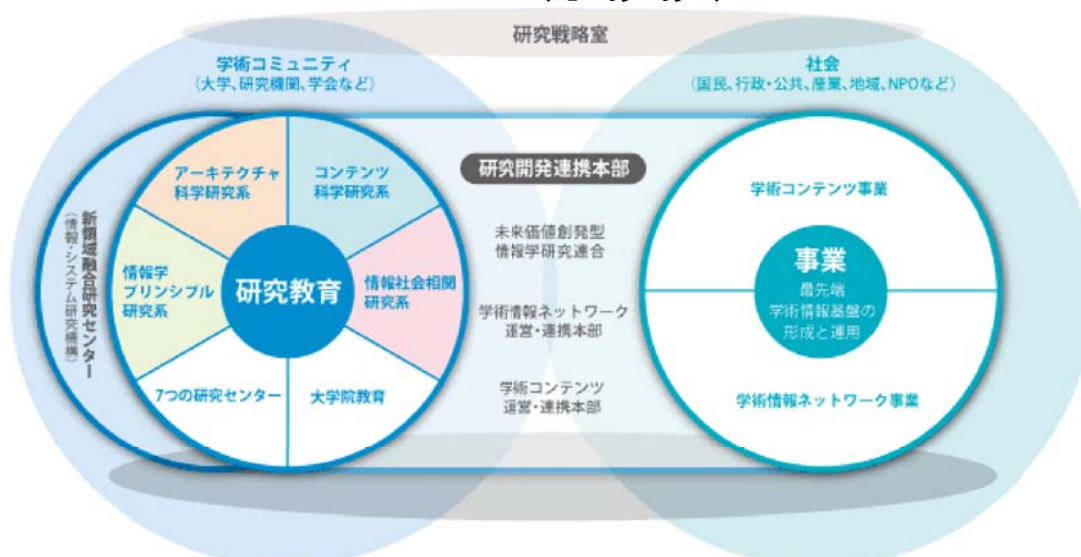


国立情報学研究所(NII)の特色

◆ 研究と事業とを車の両輪として、情報学による未来価値を創成します

- ・ 情報学という新しい学問分野での「未来価値創成」を目指すわが国唯一の学術総合研究所として、ネットワーク、ソフトウェア、コンテンツなどの情報関連分野の新しい理論・方法論から応用までの研究開発を総合的に推進しています
- ・ 大学共同利用機関として学術コミュニティ全体の研究・教育活動に不可欠な最先端学術情報基盤の構築を進めるとともに、全国の大学や研究機関はもとより民間企業やさまざまな社会活動との連携・協力を重視した運営を行っています

NII(えぬあいあい): National Institute of Informatics



© 2014 National Institute of Informatics



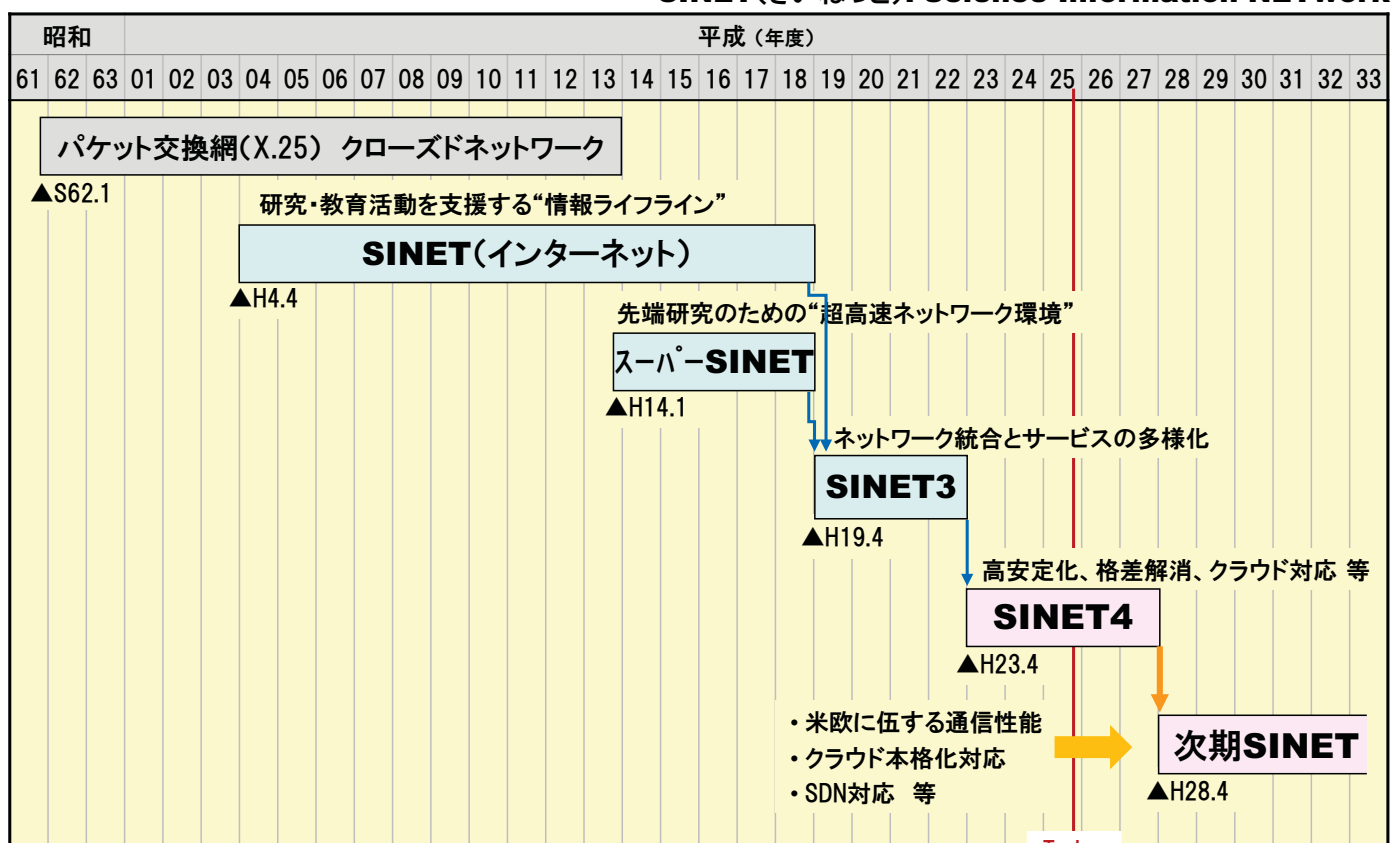
1. SINETの概要



SINETの歩み

◆ 学術情報ネットワーク(SINET)は、研究教育のインフラとして平成4年から運用を開始

SINET(さいねっと): Science Information NETwork





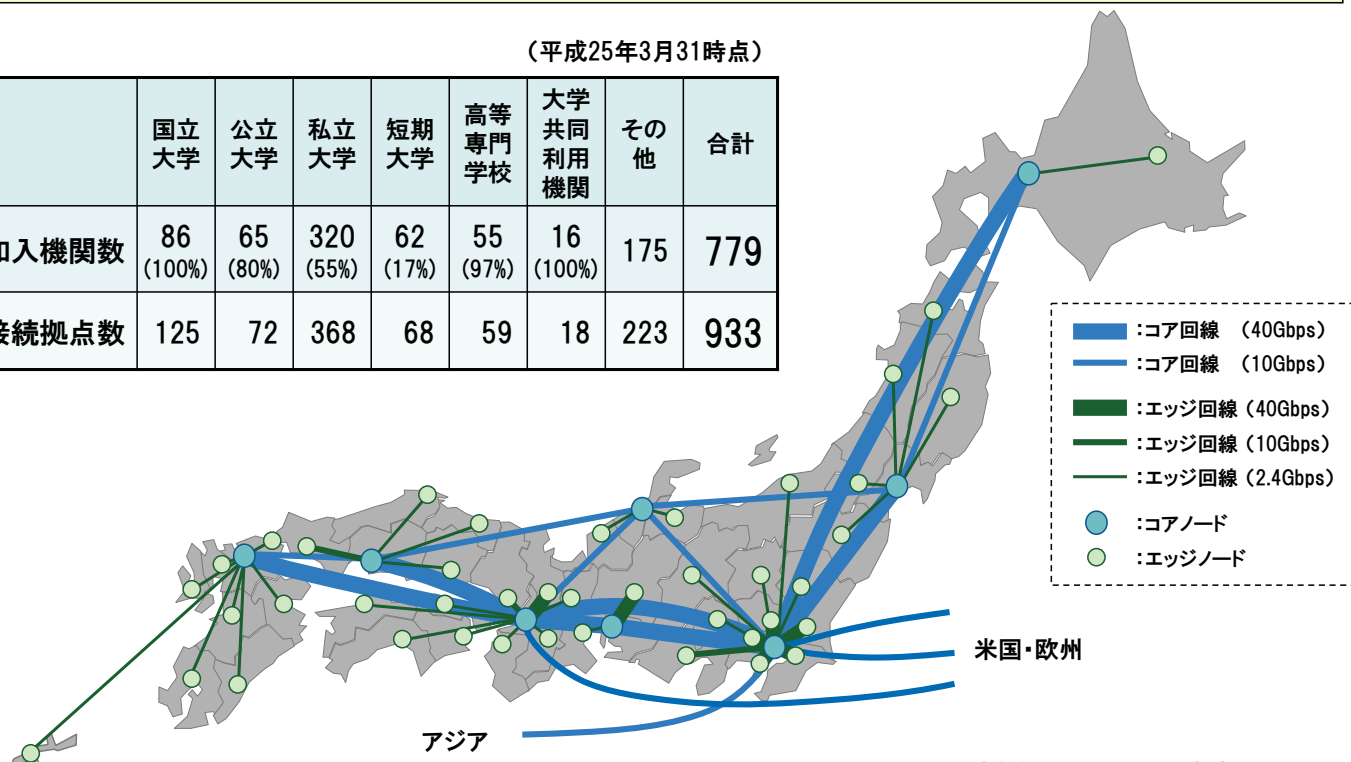
SINETの現状 — 日本全国の基盤

◆ 全国700以上の大学・研究機関等の200万人以上が利用

- ・ 現行の**SINET4**で全県をカバー（**SINET3**では34県）
- ・ 大学のカバー率は、国立100%、公立約80%、私立約55%

（平成25年3月31時点）

	国立 大学	公立 大学	私立 大学	短期 大学	高等 専門 学校	大学 共同 利用 機関	その 他	合計
加入機関数	86 (100%)	65 (80%)	320 (55%)	62 (17%)	55 (97%)	16 (100%)	175	779
接続拠点数	125	72	368	68	59	18	223	933



© 2014 National Institute of Informatics

4



SINETの現状 — 最先端の基盤

- ◆ **SINET**は、①大型実験施設等の共同利用、②各研究分野での連携力強化、③世界各国との国際連携、④学術情報の発信やビッグデータの収集等、のための学術情報基盤



© 2014 National Institute of Informatics

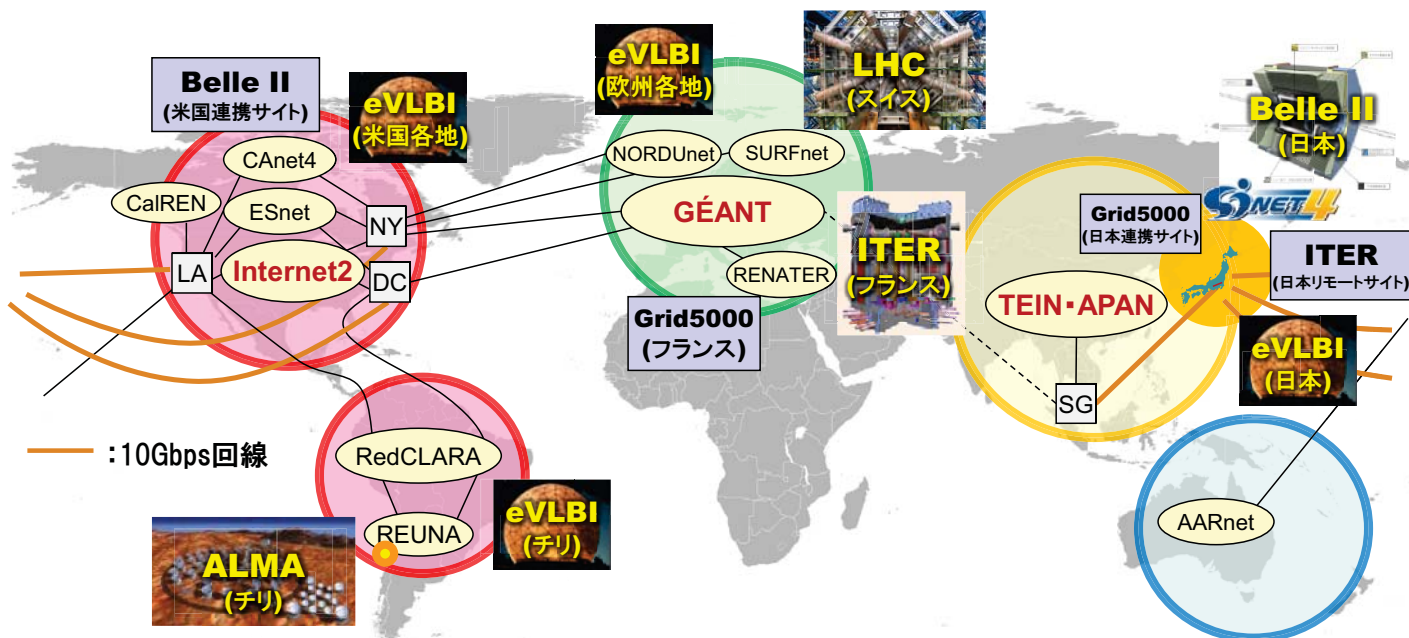
5



SINETの現状 — 国際共同研究の基盤

◆ **SINET**は、米国のInternet2、欧州のGÉANT、アジアのTEIN・APAN等の研究ネットワークとの連携により、国際共同研究のための通信環境を高度化

- ・ 国際共同研究には、海外の実験施設を利用(LHC, ALMA, ITER)、日本の実験施設を提供(Belle II, ITER (EUスパコン))、各国の実験施設を結合(eVLBI, Grid5000)等がある



© 2014 National Institute of Informatics

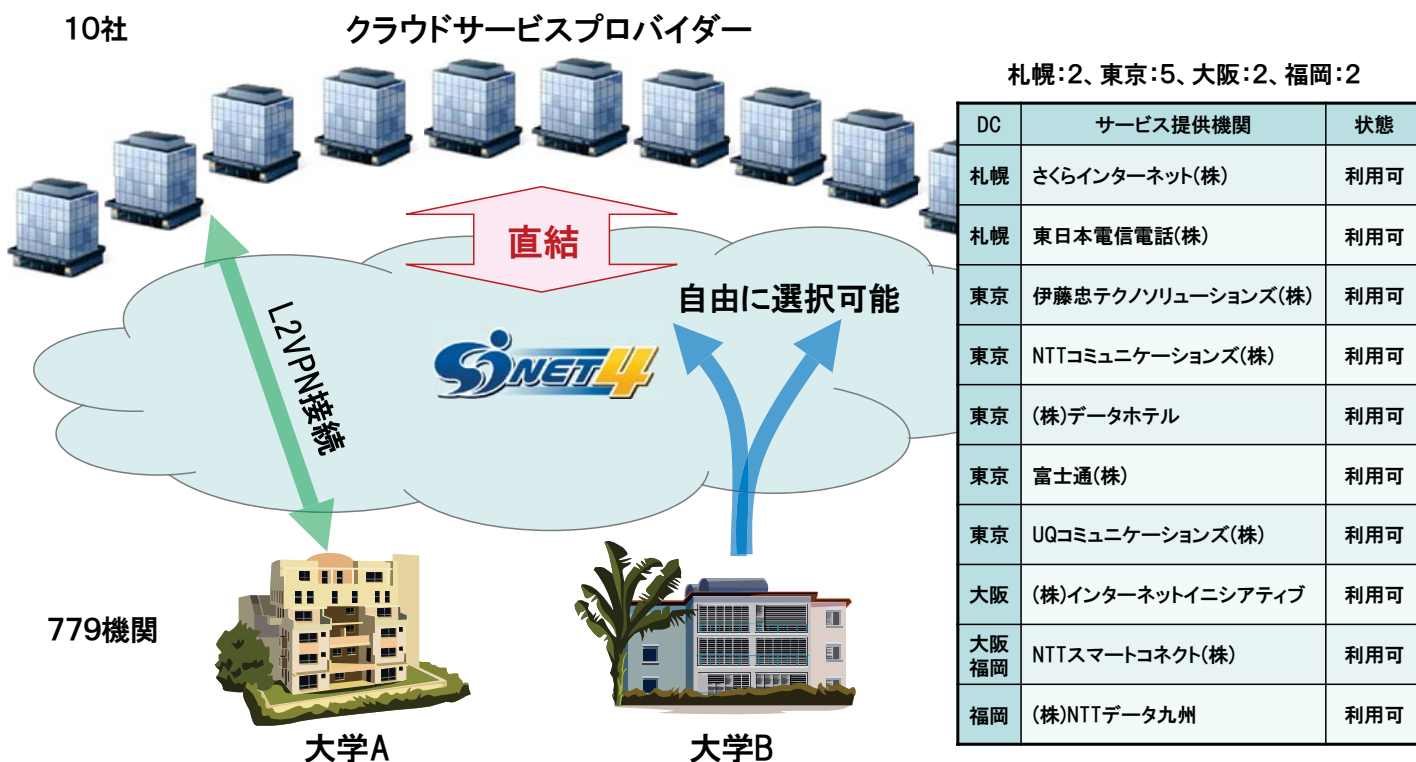
6



SINETの現状 — クラウドサービスの基盤

◆ クラウドサービスプロバイダー10社が**SINET**に直結し、サービスを展開中

◆ 加入機関のクラウドサービスへの期待は、高性能、高セキュア、低価格等



© 2014 National Institute of Informatics

7



2. SINET利用例

© 2014 National Institute of Informatics

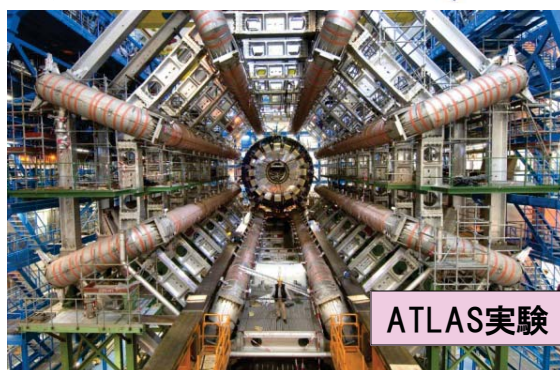
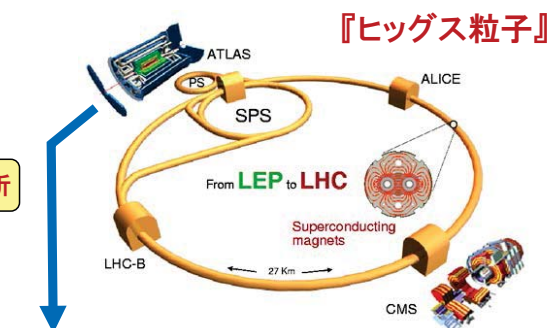
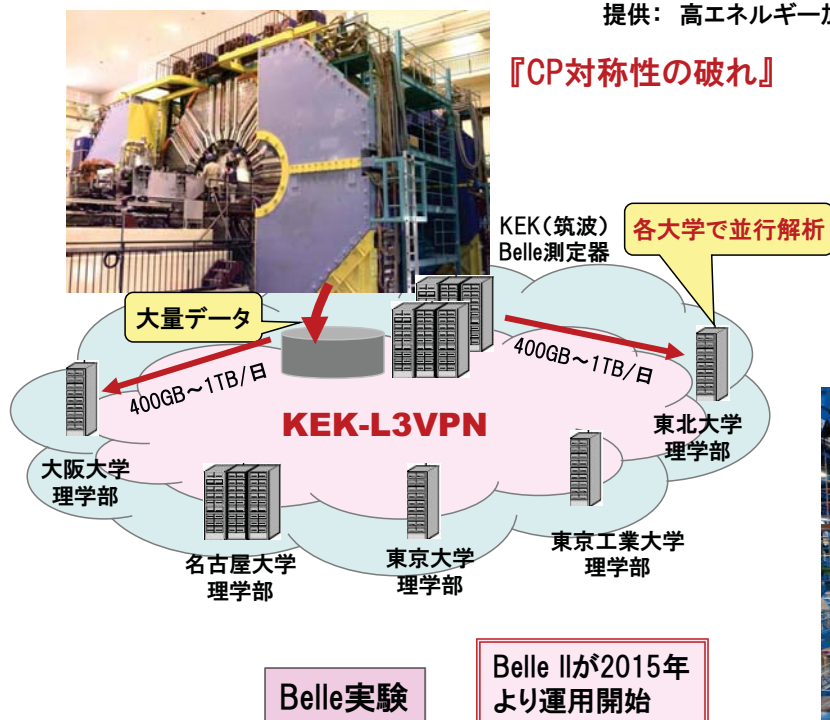
8



SINET利用例 — 高エネルギー研究

- ◆ 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データを連携大学にセキュアに転送し、並行解析を支援
- ◆ スイスの大型ハドロン衝突型加速器 (LHC) の高エネルギー陽子衝突反応測定器(ATLAS)からの膨大なデータ(約4Gbps)を国際回線により東大まで転送

提供： 高エネルギー加速器研究機構、東京大学素粒子物理国際研究センター



ATLAS実験

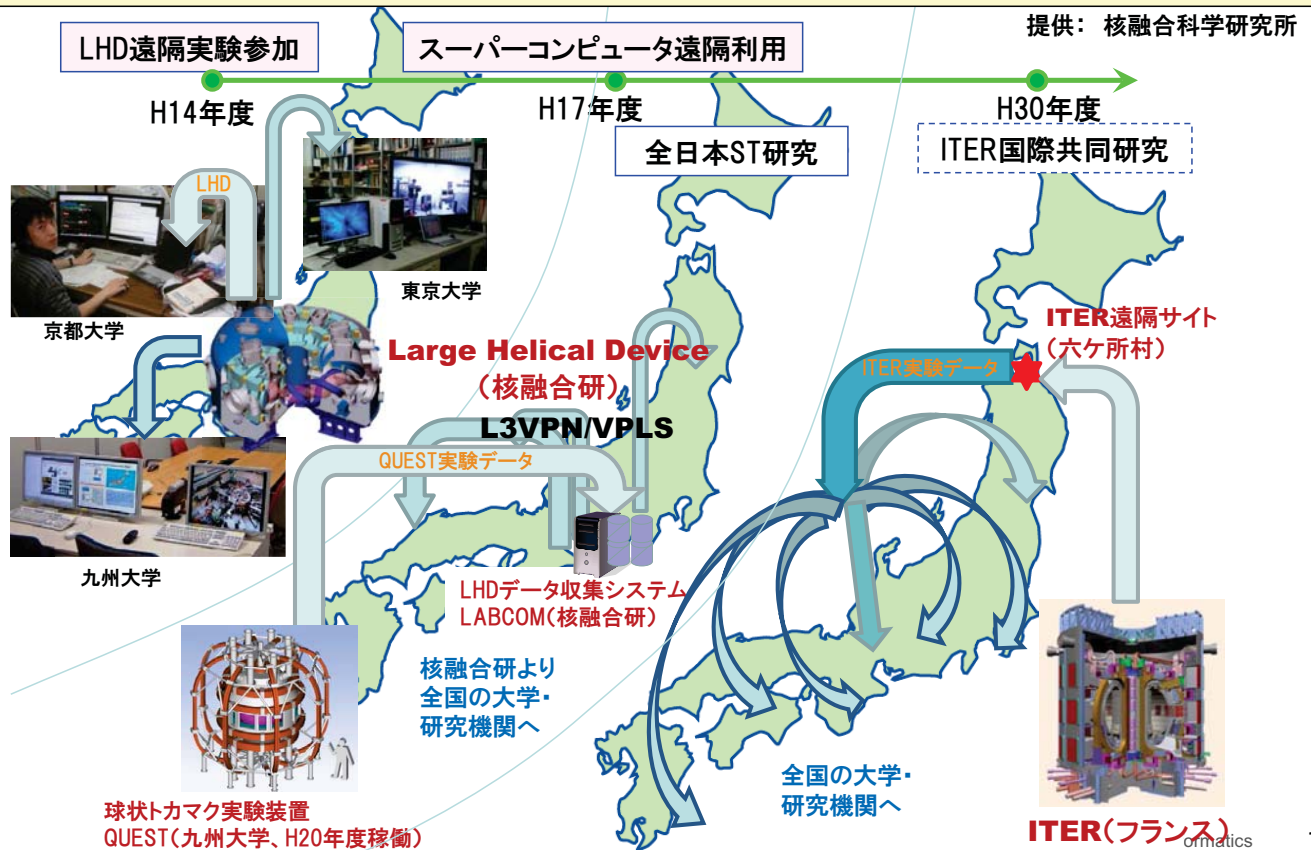
@CERN

9



SINET利用例 ― 核融合研究

- ◆ 大型ヘリカル実験装置(LHD)や球状トカマク実験装置(QUEST)等からのデータをセキュアに転送
- ◆ ITER遠隔サイト(六ヶ所村)に設置のスパコン(EUファンド)の国際利用をサポート



10



SINET利用例 ― HPCI

- ◆ 理化学研究所・計算科学研究機構や情報基盤センターなどが有するスーパーコンピュータやストレージの全国からの共同利用を促進（認証基盤の整備についてもNIIが中心的な役割を担当）

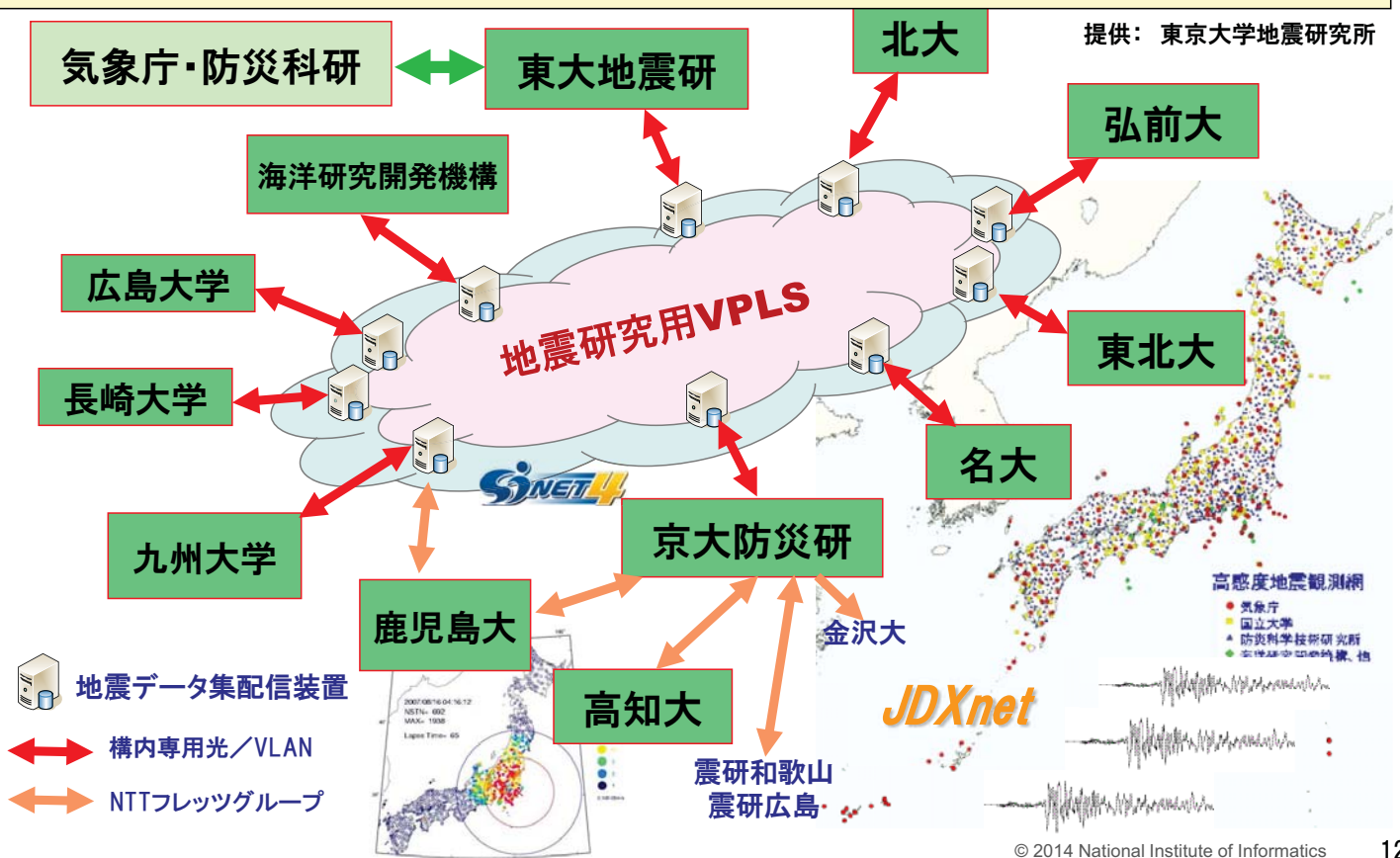
HPCI: High Performance Computing Infrastructure





SINET利用例 - 地震研究

- ◆ 全国各地の地震観測データをマルチキャスト機能と高優先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（約1300の観測点の地震データが流通）

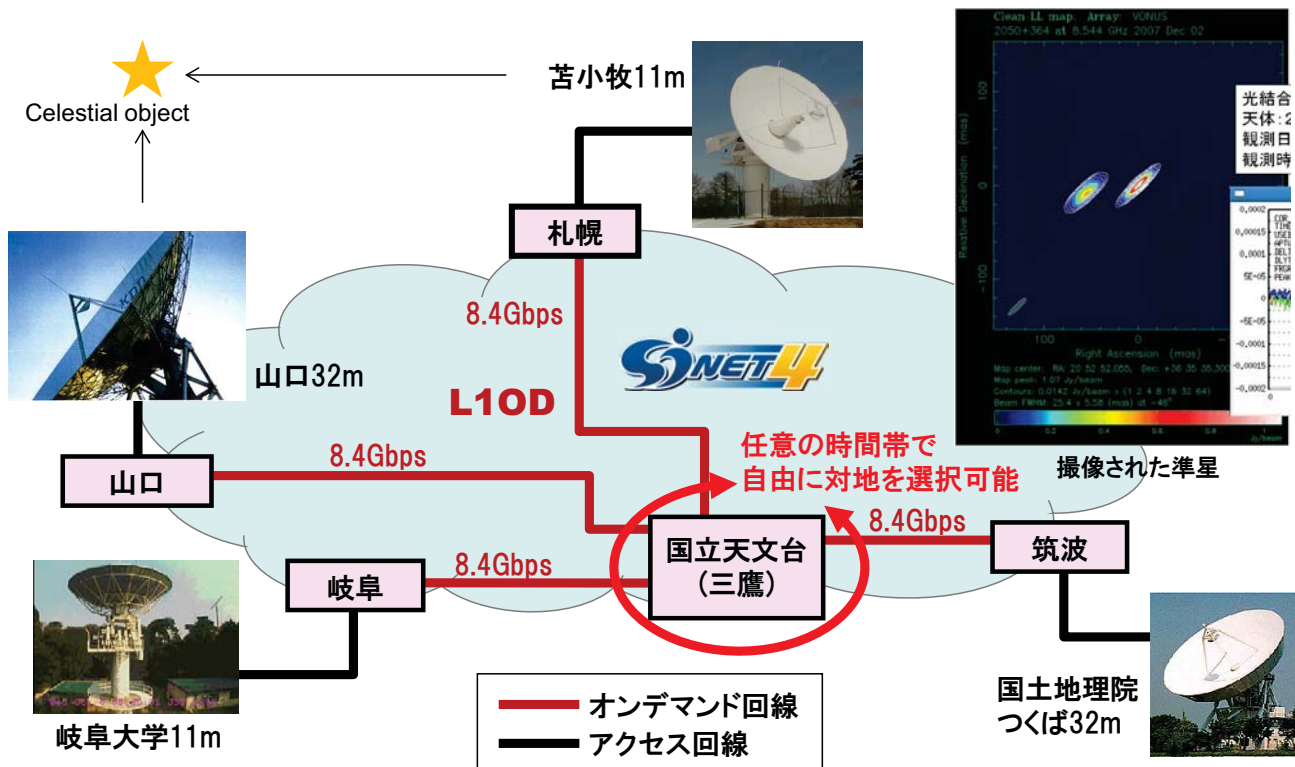


SINET利用例 - 天文研究

- ◆ 要望によりNIIで開発した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

VLBI: Very Long Baseline Interferometry

提供：国立天文台

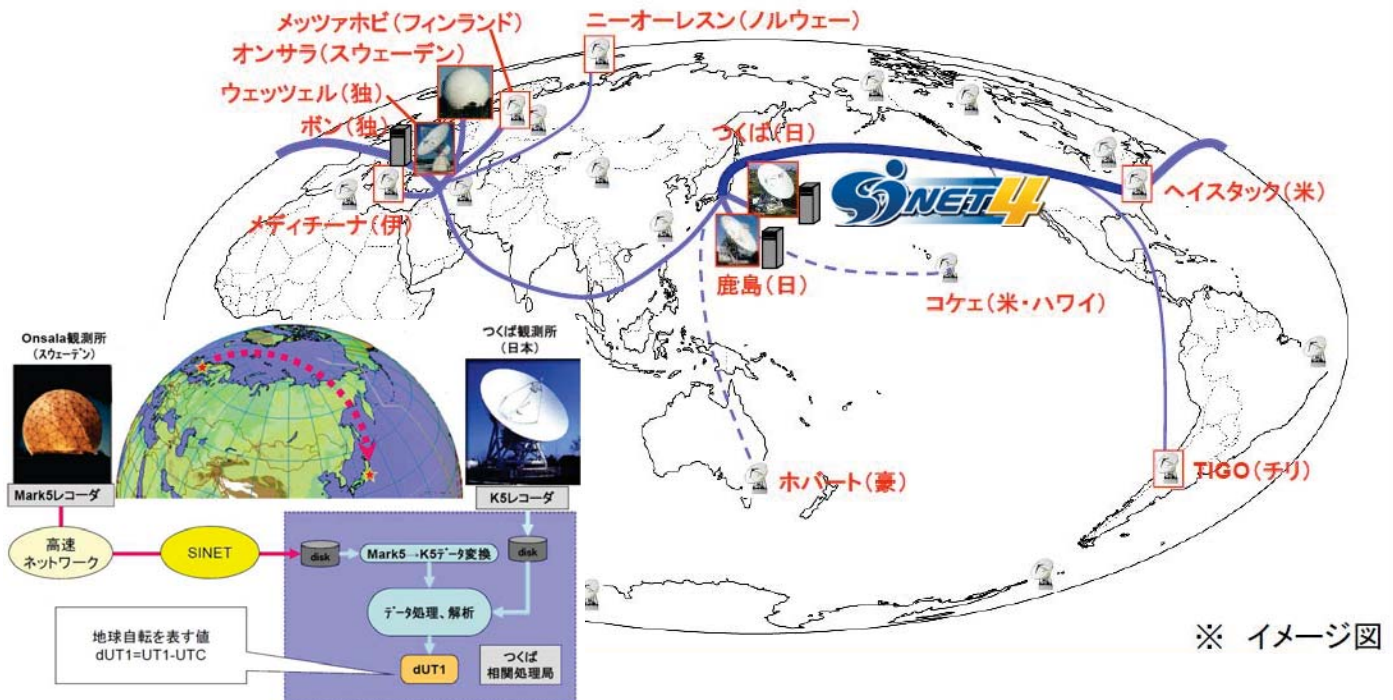




SINET利用例 — 測地研究

- ◆ 国際回線により欧州各国や米国等との間で電波望遠鏡の観測データ(～1Gbps程度)を転送し、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などを支援

提供: 国土地理院



© 2014 National Institute of Informatics

14

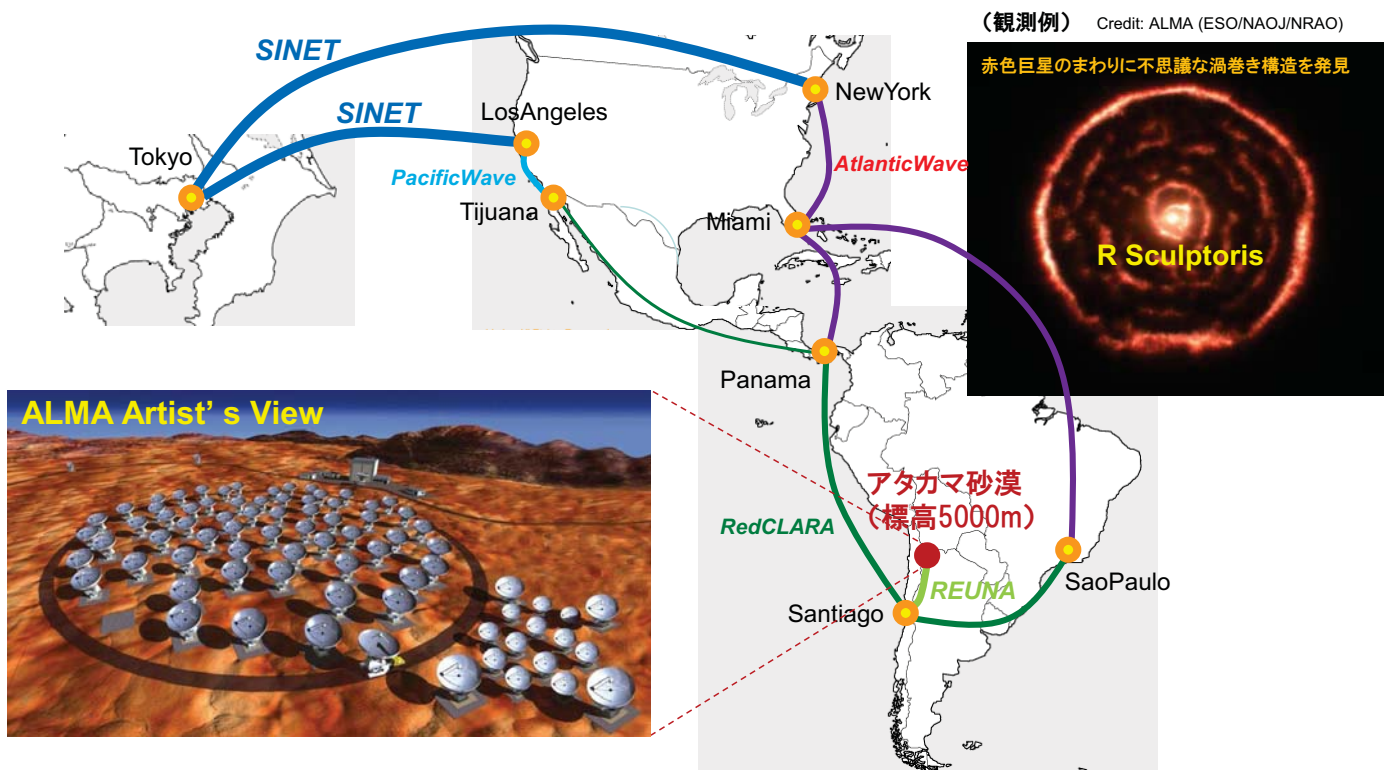


SINET利用例 — ALMA

- ◆ チリのアタカマ砂漠の66台(初期運用は16台)の高精度アンテナで観測される天文データを、REUNA、RedCLARA、Internet2、SINETの連携により天文台まで転送

ALMA: Atacama Large Millimeter/submillimeter Array

提供: 国立天文台



© 2014 National Institute of Informatics

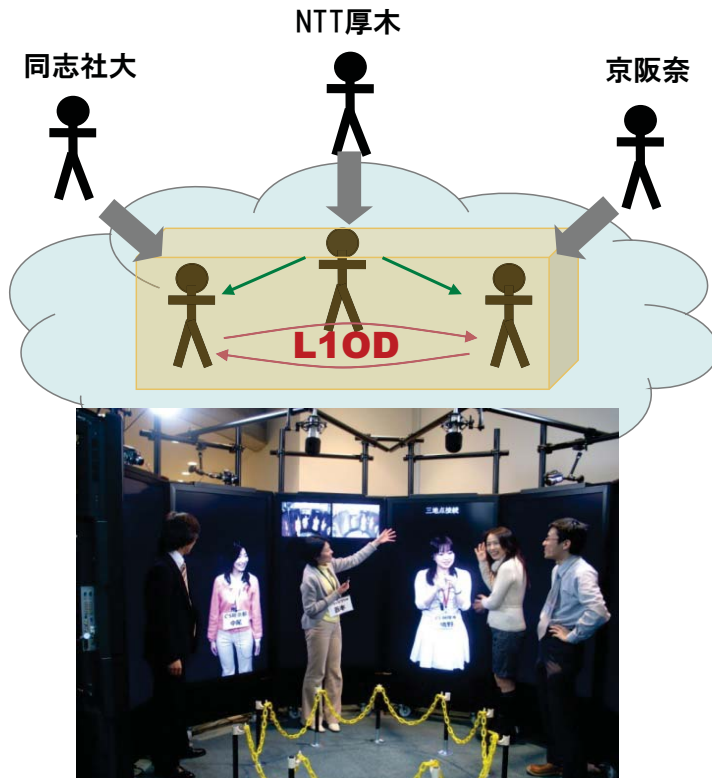
15



SINET利用例 – 超臨場感メディア装置開発

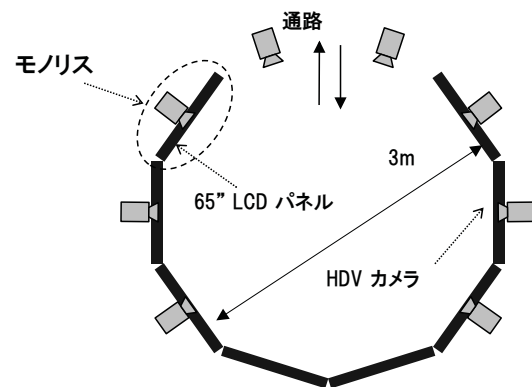
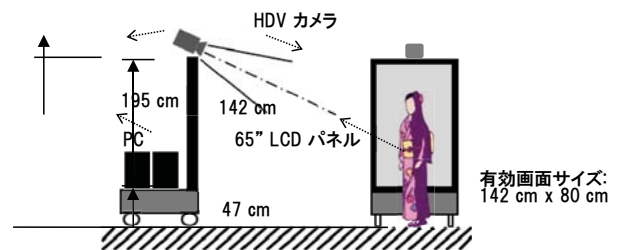
- ◆ 超高品質通信環境形成により高臨場感や超臨場感を与えるメディア装置の開発を支援
 - ・ 地理的に離れた人々が同じ部屋にいる感覚(同室感)を共有するビデオシステム(t-Room)の開発など

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)



© 2014 National Institute of Informatics

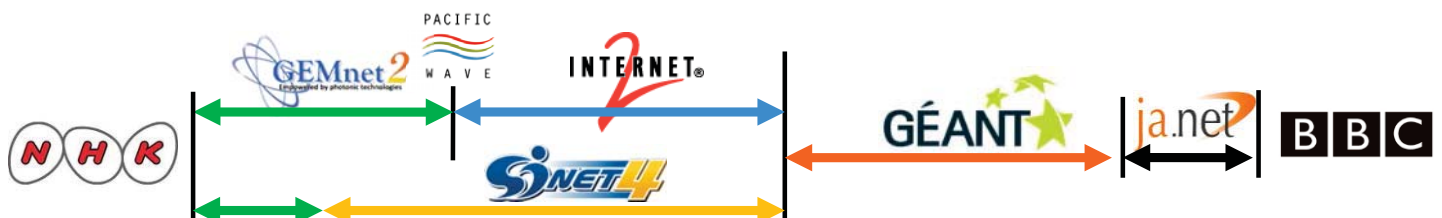
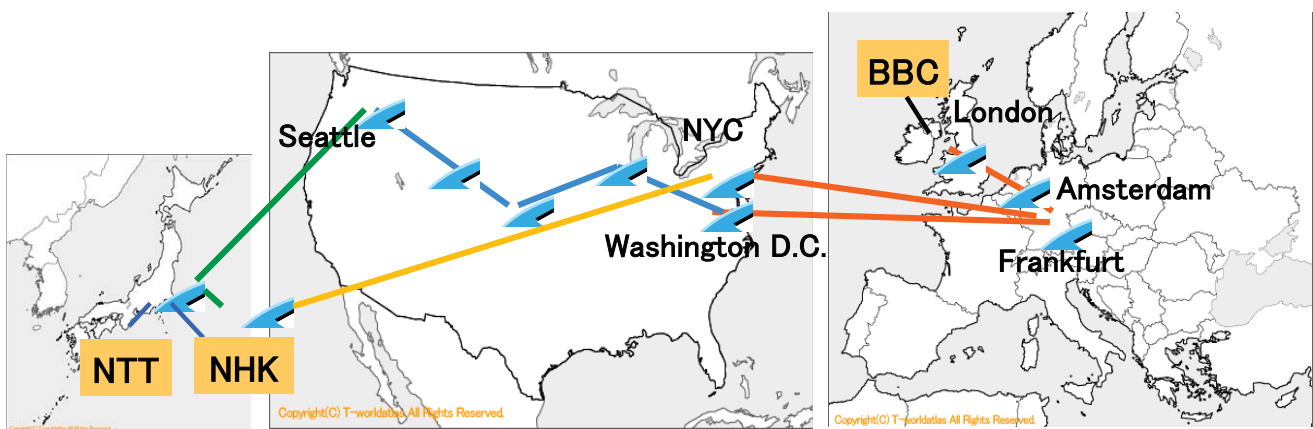
16



SINET利用例 – スーパーハイビジョン伝送

- ◆ ロンドン・BBCから東京・NHK/NTTまでのスーパーハイビジョン映像(HDTVの16倍の画素数)の伝送実験を支援

提供: NTT研究所



© 2014 National Institute of Informatics

17



SINET利用例 — 国際遠隔医療

◆ ハイビジョン映像を用いた内視鏡のライブ手術やカンファレンスの実施を支援

提供: 九州大学

手術室

手術画像



- 腹腔鏡下胃切除術
- 暗号ソフト



日本側: 九州大学



韓国側: 国立ガンセンター

© 2014 National Institute of Informatics

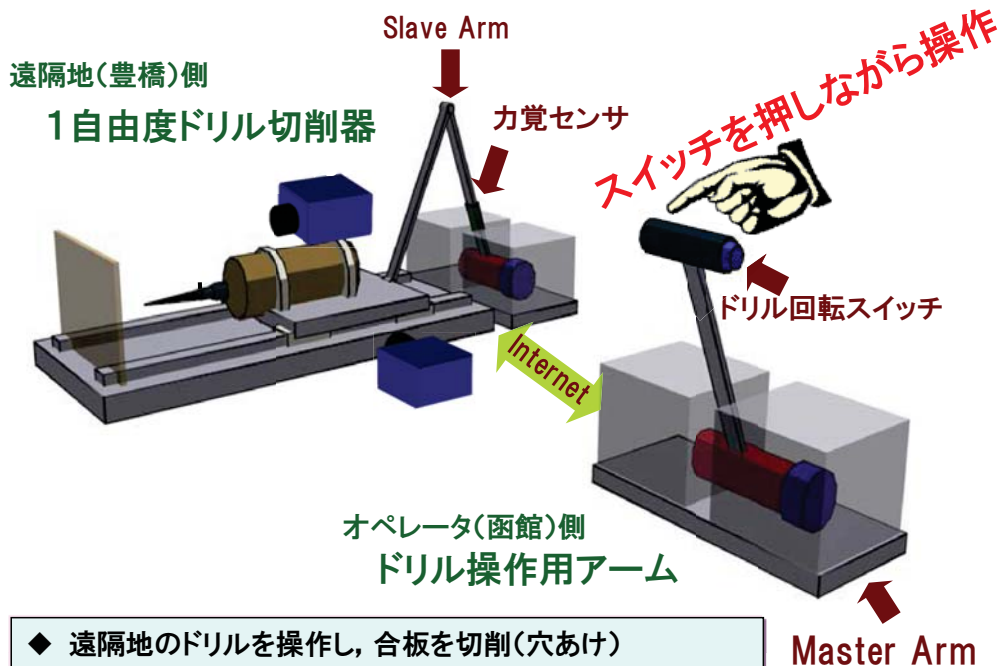
18



SINET利用例 — 遠隔ドリル操作

◆ 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

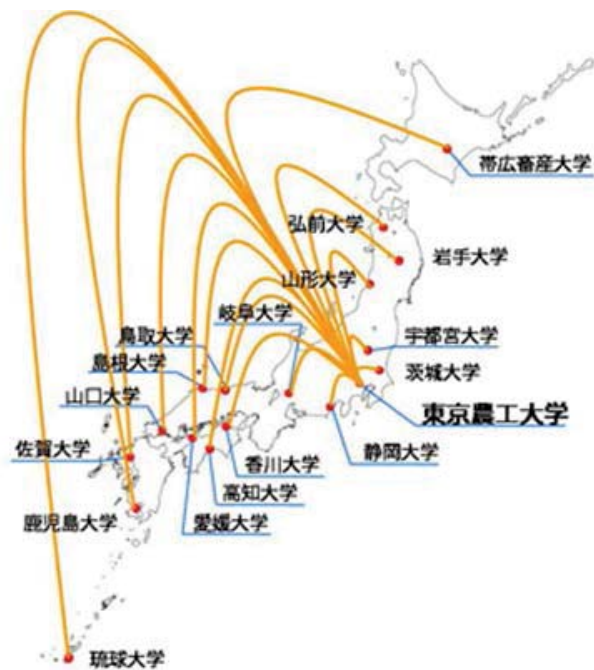
© 2014 National Institute of Informatics

19

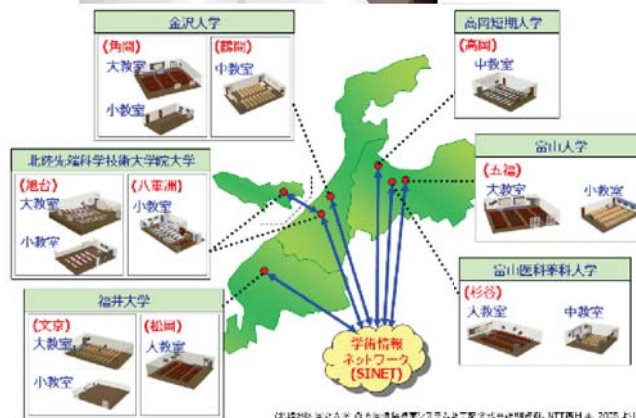


SINET利用例 － 遠隔授業・講義

- ◆ 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

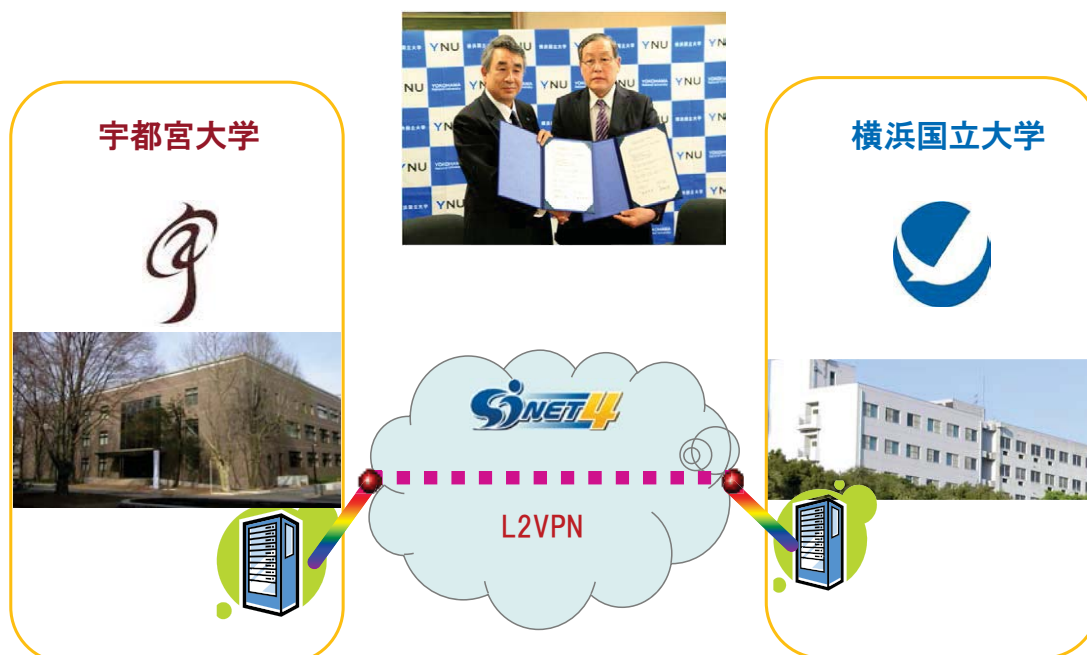
© 2014 National Institute of Informatics

20



SINET利用例 － 大学連携

- ◆ 宇都宮大学と横浜国立大学による“大学情報資産の事業継続計画に関する相互協力”をSINETのL2VPN等で支援



双方の大学が保有する情報資源をネットワークを通じて相互連係

© 2014 National Institute of Informatics

21



3. SINET4の特徴

© 2014 National Institute of Informatics

22



SINET4の特徴 – サービスの多様化

◆ マルチレイヤのネットワークサービスで様々な研究分野の活動をサポート

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	◎	
	アプリケーション毎QoS	◎	
	L3VPN (+QoS)	◎	
	高速ファイル転送ソフト	トライアル中	
L2サービス	L2VPN/VPLS (+QoS)	◎	
	L2オンデマンド	トライアル中	NSI-API利用可能(SDCで国際連携デモ実施)
	仮想L2サービス	トライアル中	
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	◎	

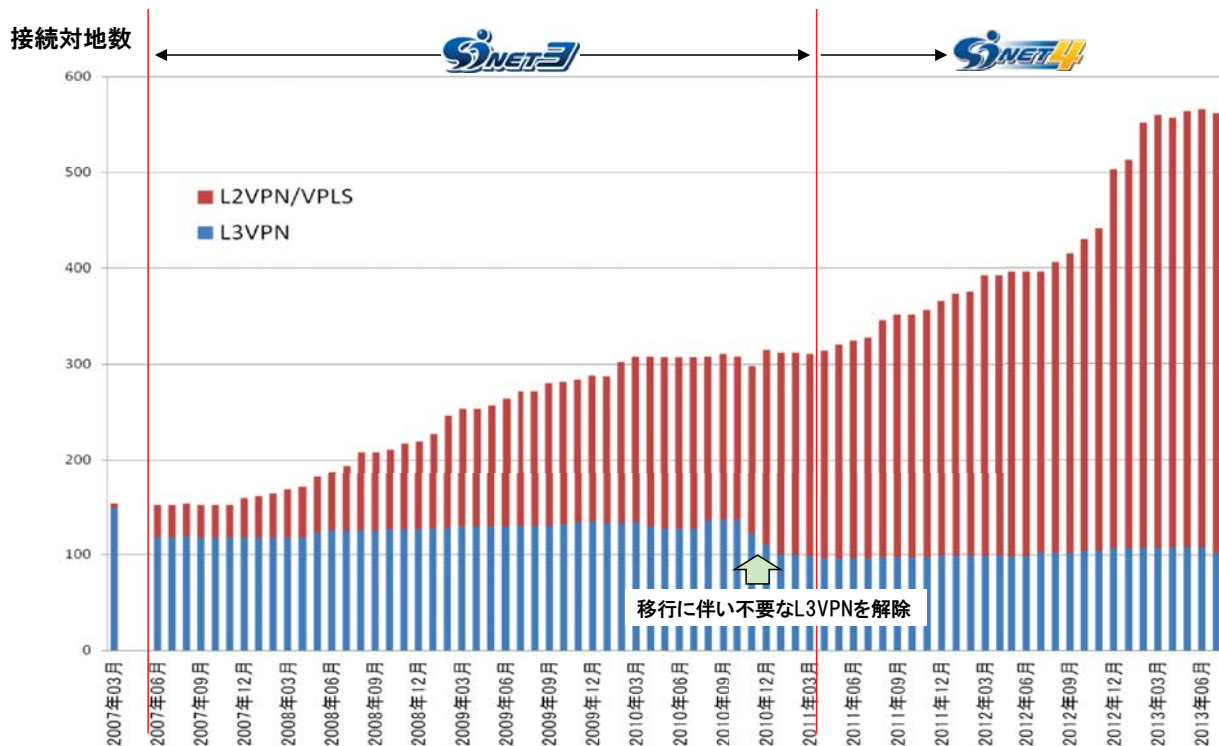
©※ その他のサービスも検討中

23



(参考)ネットワークサービスの伸び

- ◆ サービスメニューの充実に伴い、各サービスの利用数や活用領域も増えている
- ◆ L2VPN/VPLSサービスが共同研究環境の形成やクラウド利用などのために最も伸びている。



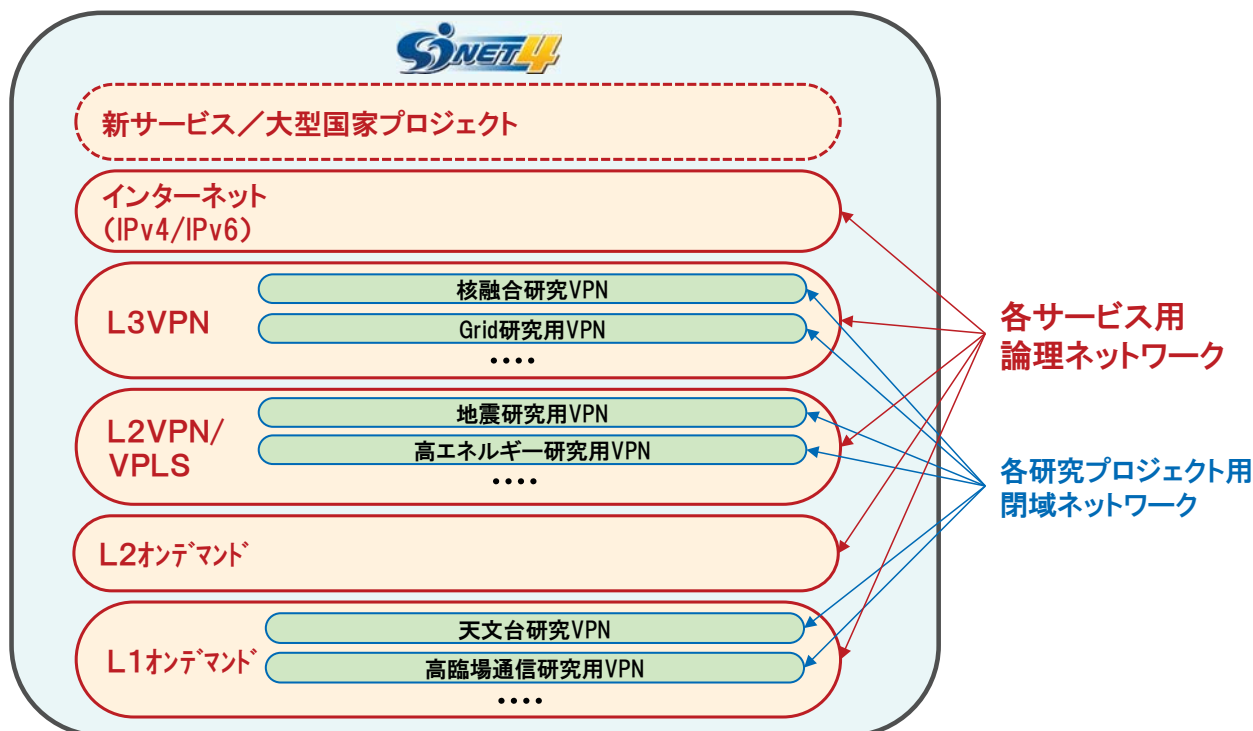
© 2014 National Institute of Informatics

24



(参考)ネットワーク仮想化技術の導入

- ◆ ネットワーク仮想化技術により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
 - ・ 研究プロジェクト毎のVPNは各論理ネットワーク内に形成
 - ・ 論理ネットワーク毎の高信頼化機能を導入



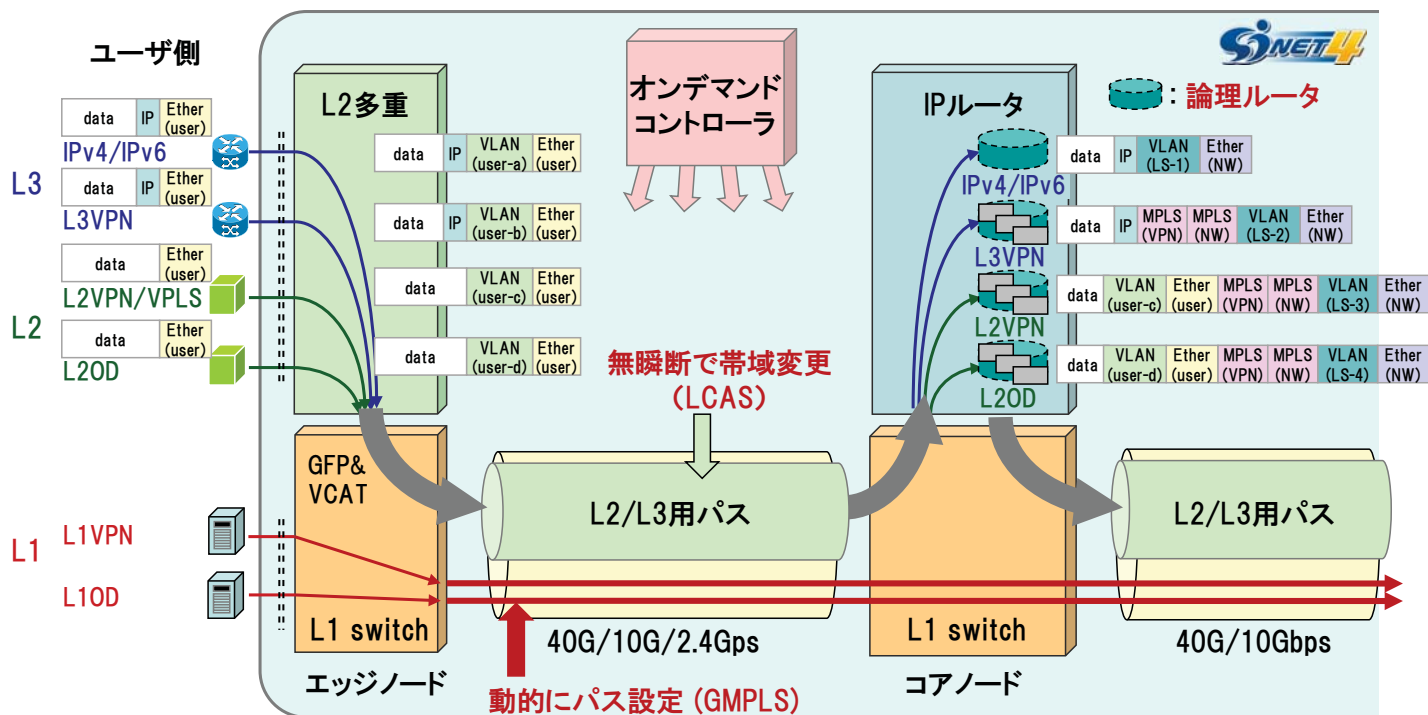
© 2014 National Institute of Informatics

25



(参考) オンデマンド制御機能の導入

- ◆ SINET独自のオンデマンドリソース制御機能を開発し、L1/L2オンデマンドサービスを提供
- ◆ 動的リソース制御機能(GMPLS, LCAS)、リンク仮想化機能(VLAN, MPLS, VCAT)、論理ルータ機能、などを組み合わせて、オンデマンドリソース制御を実現



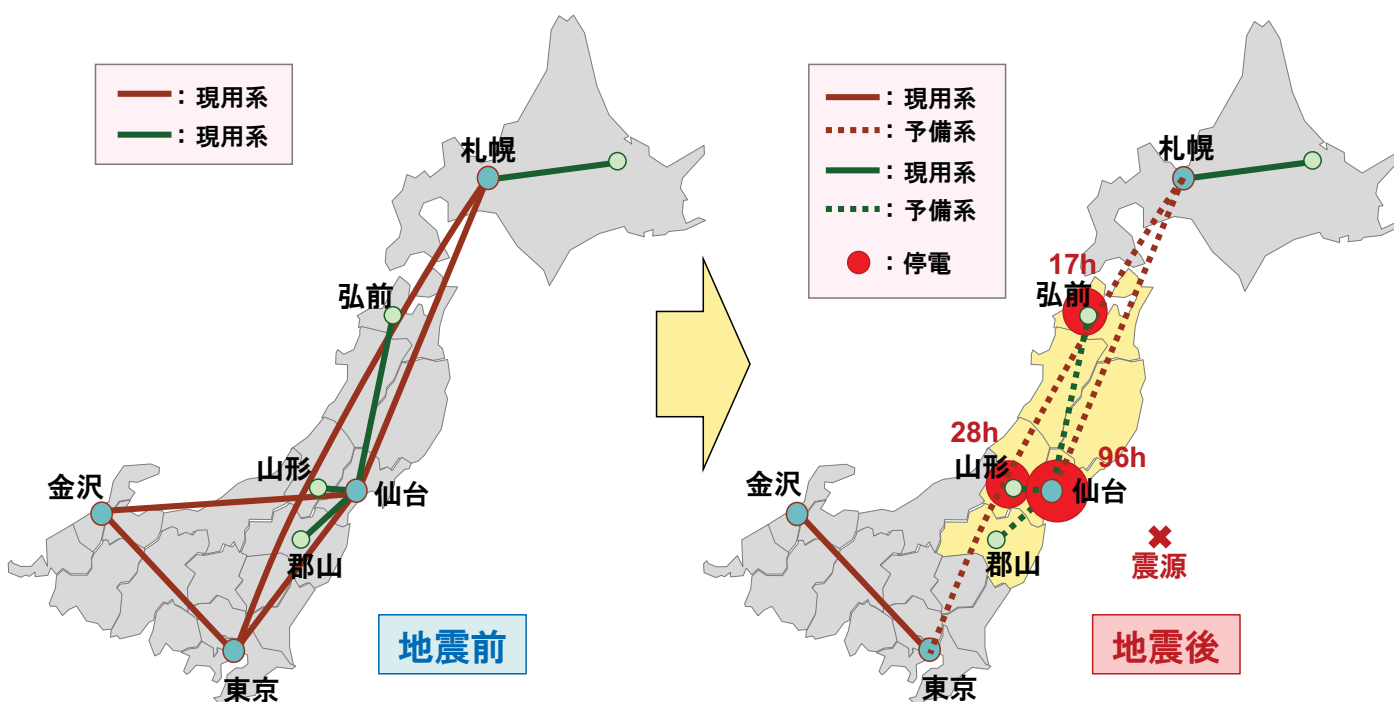
© 2014 National Institute of Informatics

26



SINET4の特徴 — 高信頼化

- ◆ 高信頼化のために行った施策(ノードのDC設置、各回線の二重化、コアノード間の冗長経路の確保、サービス毎の高速迂回機能の導入)により、東日本大震災時にもサービス断は発生しなかった。



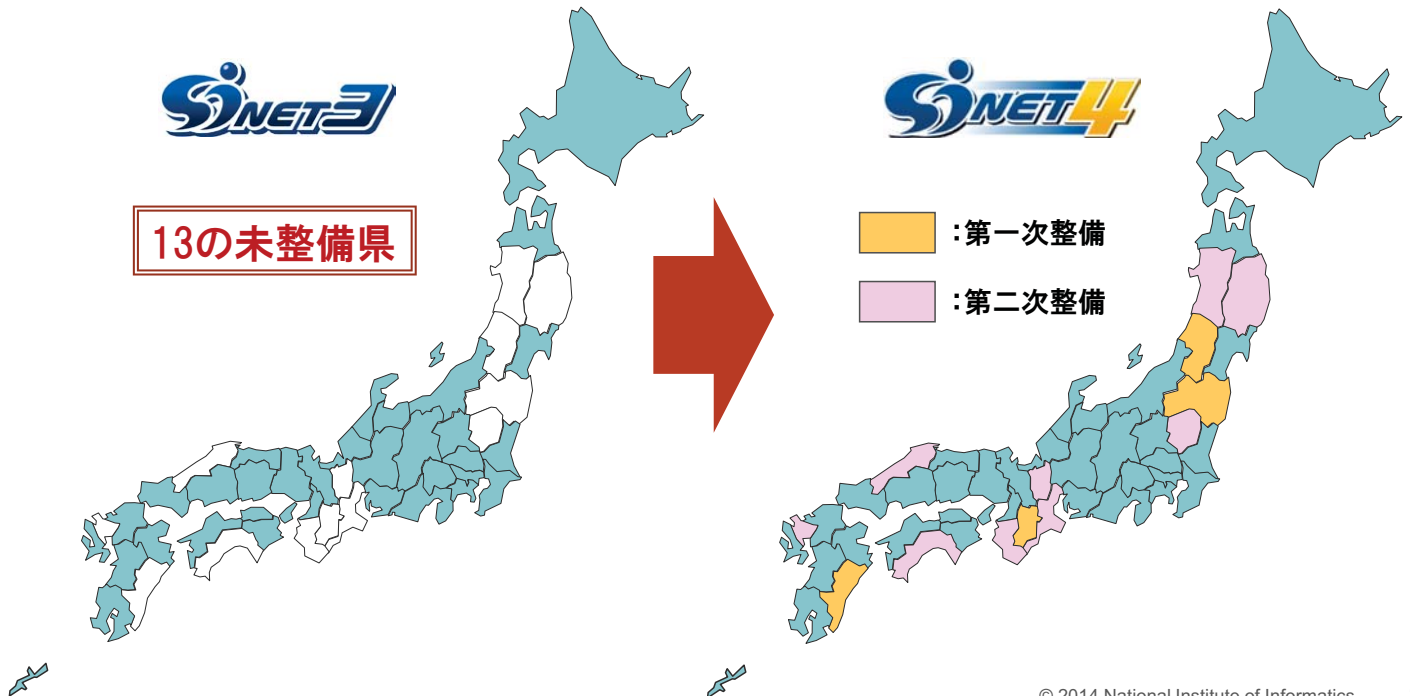
© 2014 National Institute of Informatics

27



SINET4の特徴 – 通信環境格差の解消 (1)

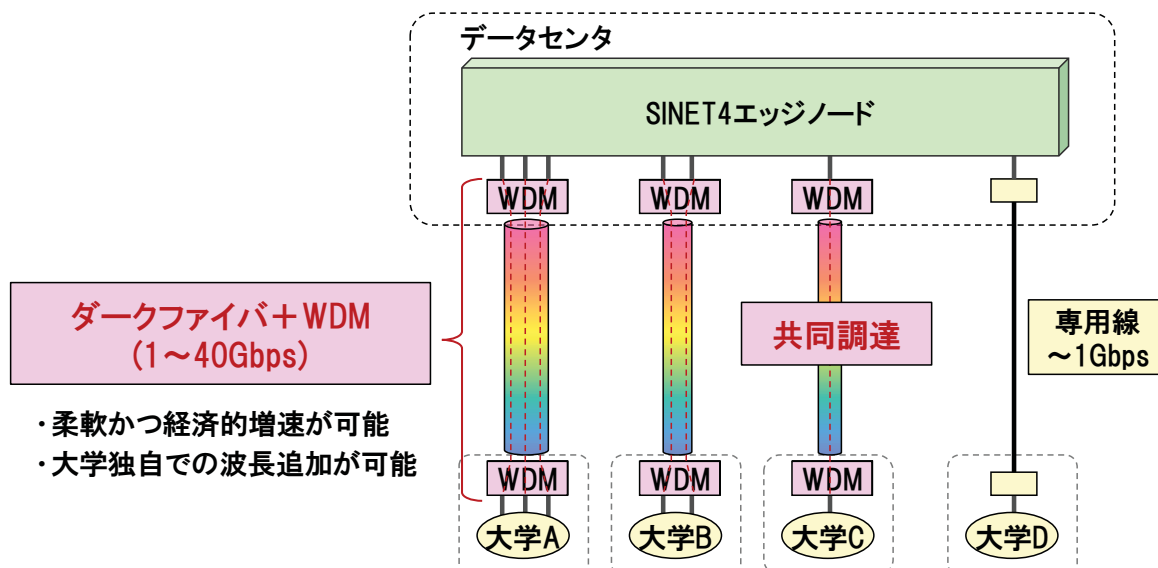
- ◆ 従来未整備であった県へのノードの設置により、現在までに各県で500Mbps以上のピーク値を観測している(SINET3時代は100Mbpsで接続していたことを考えると伸びが非常に大きい)。
- ◆ また、今後のクラウドサービスの利用に伴い、トラフィックの伸びが著しくなると思われる。



SINET4の特徴 – 通信環境格差の解消 (2)

- ◆ 旧ノード校のアクセス回線をダークファイバ+WDM*装置で構成し、経済的な高速化を実現すると同時に、**非ノード校のアクセス回線(30機関37回線)**を共同調達により提供し、従来と同程度の価格で速度を大幅に増速させた。

* WDM: Wavelength Division Multiplexing (波長分割多重)



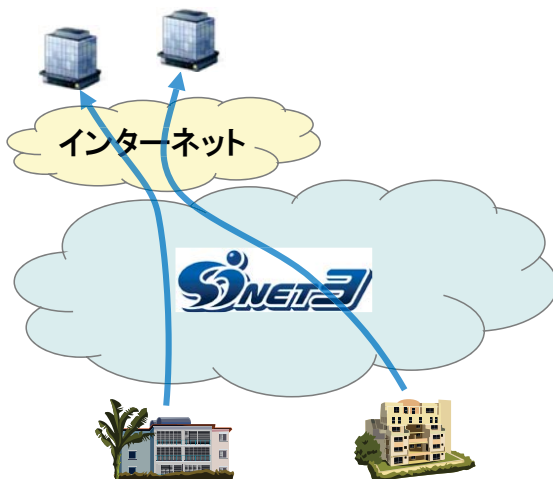


SINET4の特徴 – クラウドサービス対応

- ◆ クラウドサービスプロバイダーがSINETに直結する枠組みを整備することで、高性能・高セキュア・低コストなクラウドサービスの提供を推進
- ◆ 現在10社が直接接続し、多様なサービスを展開中

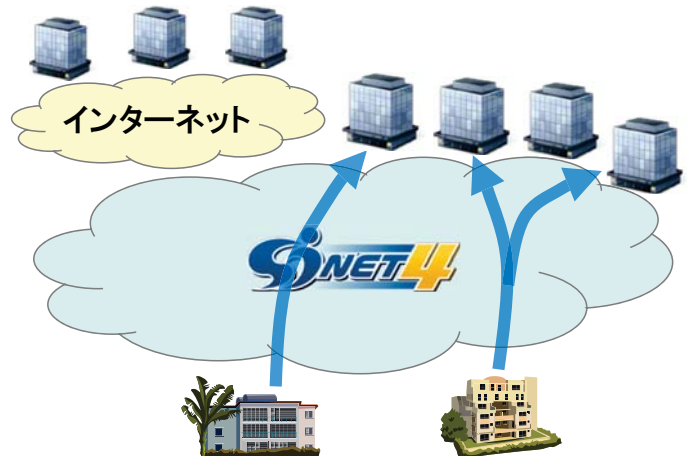
インターネット経由

- ・性能が変動
- ・不安なセキュリティ
- ・高価格



SINET直結

- ・高性能
- ・高セキュア(L2VPN等利用可)
- ・低価格(遠隔でもSINET利用)
- ・自由に選択可能



© 2014 National Institute of Informatics

30



SINET4の概要 – 現時点での評価

- ◆ SINET4では、ネットワークサービスの多様化、高信頼化、通信環境格差の解消、という点で高度化が図れたが、**ネットワークの高速性については強化が必要**であり、また**クラウド・ビッグデータ時代に向けた取り組みの強化が必要**である。

評価項目	効果があった施策	強化すべき点	備考
サービスの多様化	・豊富なサービスメニューの提供		・各サービス(特にL2VPN)の利用数や活用領域が増加
高信頼化	・ノードのDC設置 ・十分な冗長経路の確保	・ 遅延時間の短縮	・東日本大震災時にもサービス断を防止
格差解消	・ノードの全県配備 ・アクセス回線の共同調達		・全新設県で500Mbps以上のピーク値を観測 ・30機関37回線を共同調達
高速化	・アクセス回線へのダークファイバの活用	・ バックボーン帯域の十分な確保	・東阪間、日米間、エッジ回線の一部が利用率大
クラウド対応	・クラウドリソースの直結	・ 大幅なディスカウント ・ クラウド活用型サービスの強化	・クラウド事業者10社がSINETに直接接続

© 2014 National Institute of Informatics

31

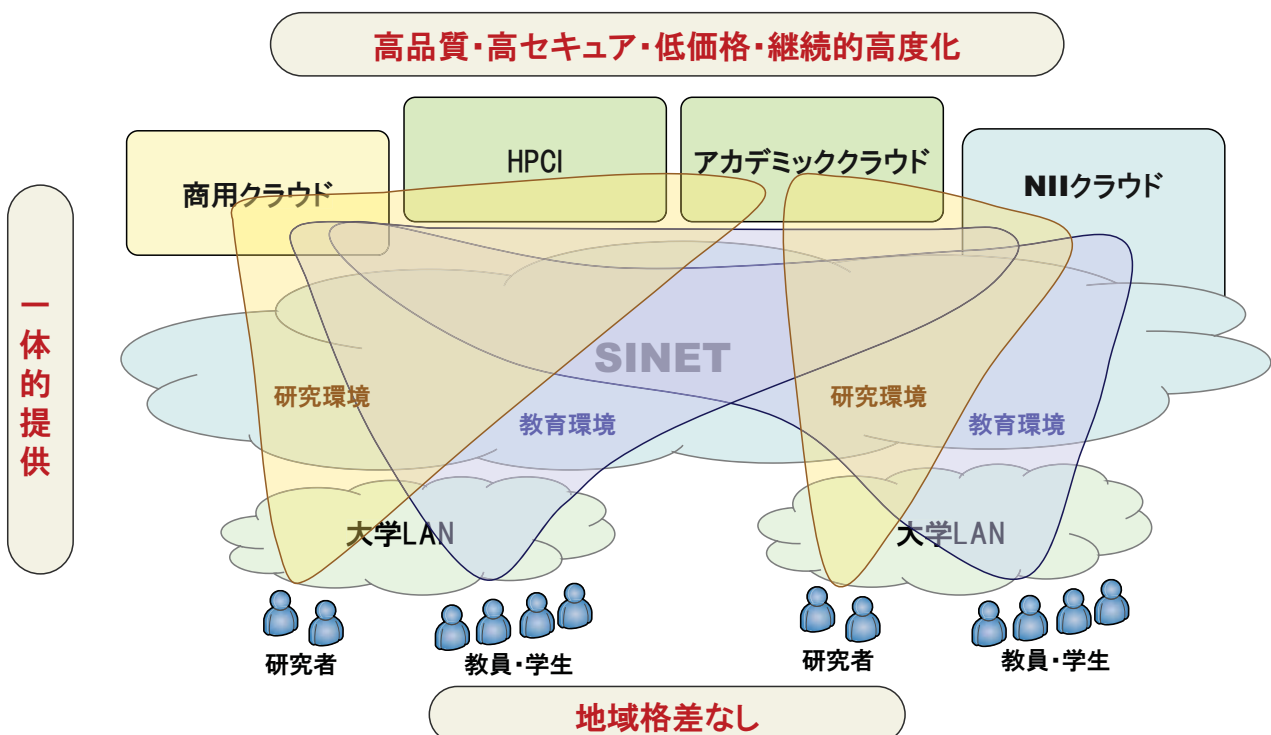


4. 次期SINETの方向性



方向性 — クラウド時代の研究・教育環境

- ◆ **SINET**を介して研究・教育に必要なサービスをすべてクラウド上で提供
- ◆ 全国レベルでサービスの**高品質化・高セキュア化・低価格化**を図り、また継続的に高度化
- ◆ クラウドサービスをネットワーク(**SINET**、大学LAN)と一体的に提供

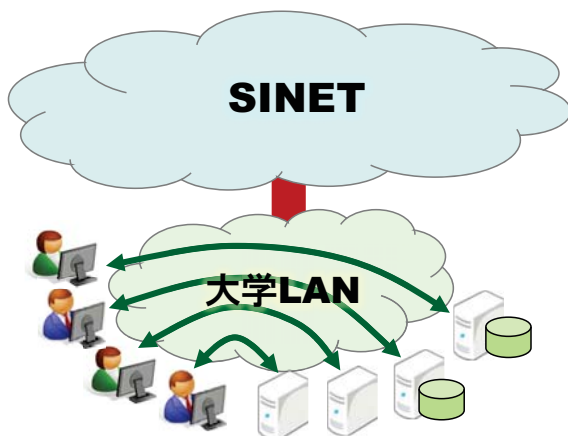




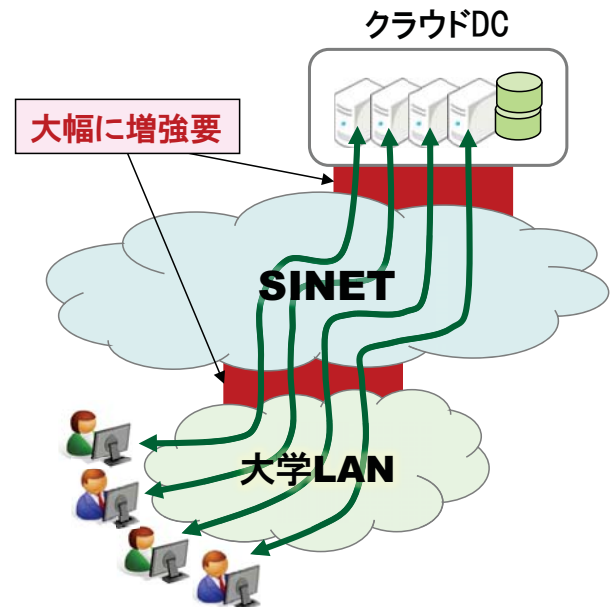
方向性 – クラウド時代のネットワーク帯域

- ◆ クラウド時代では従来の大学内の通信もカバーするため、**SINET**の大幅な増強が必要
- ◆ クラウド利用時の性能を考慮し、**各大学とSINETの接続は10Gbps以上が普通**に
- ◆ クラウドサービスの進展に伴い**SINETとクラウドDCとの接続もますます高速に**

現在



クラウド時代



© 2014 National Institute of Informatics

34



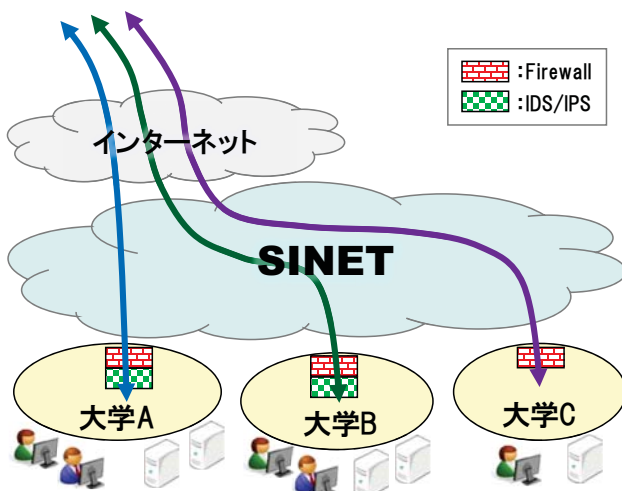
方向性 – クラウド時代の新サービス (例)

- ◆ 最近の**ネットワークセキュリティ対策**は、Firewallによる外部からの不正アクセス防止やIDS/IPSによるマルウェアの挙動監視・拡散防止等が必要であり、**継続的な高度化が必要で高コスト**である
- ◆ クラウド時代では、それらの装置をセキュリティ強化のための**DC**に集中配備し、かつ**NFV技術**により汎用サーバ上に実装することで**全国レベルでのセキュリティ強化と大幅な経済化**が期待できる

IDS/IPS: Intrusion Detection System/Intrusion Prevention System

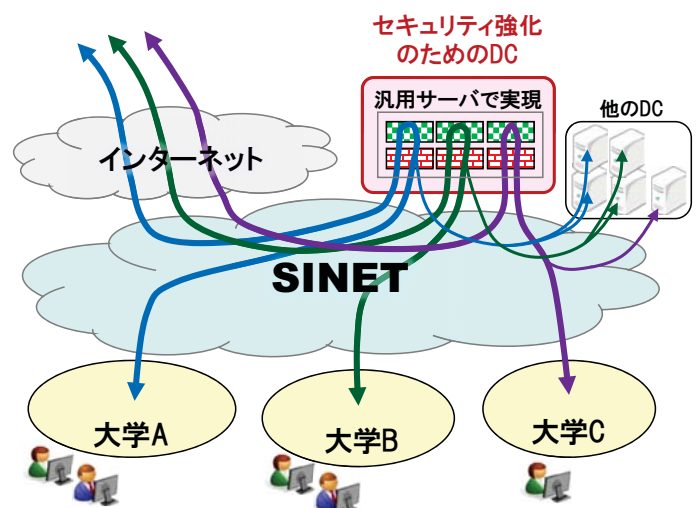
現在

- セキュリティ対策が十分でない大学が多数
- FWやIDS/IPSは専用アプライアンスで高価



クラウド時代

- 全国レベルでの**抜本的セキュリティ強化**
- 規模の効果と**NFV技術**で**抜本的経済化**



© 2014 National Institute of Informatics

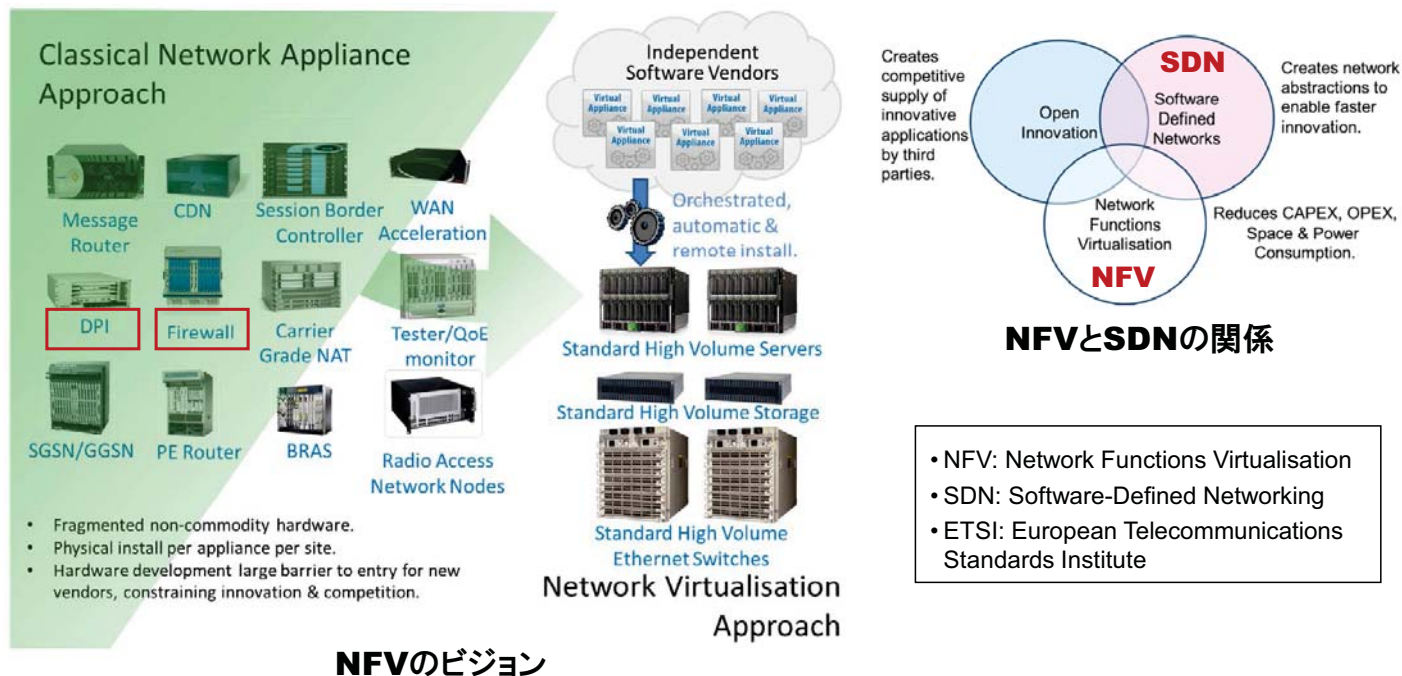
35



(参考)NFV技術

- ◆ 仮想化技術の進展と汎用サーバの性能向上に伴い、**従来専用ハードで実現されてきたネットワーク機能を汎用サーバ上に実装して設備コストや運用コストの削減を図るNFV技術が注目されている**
- ◆ 欧州の標準化団体であるETSIで通信キャリアやベンダー等140社以上による議論が行われている
- ◆ SDNとは相互に補完する関係であり、SDNに依存する技術ではない

Source: "Network Functions Virtualisation – Introductory White Paper," ETSI, Oct. 2012.



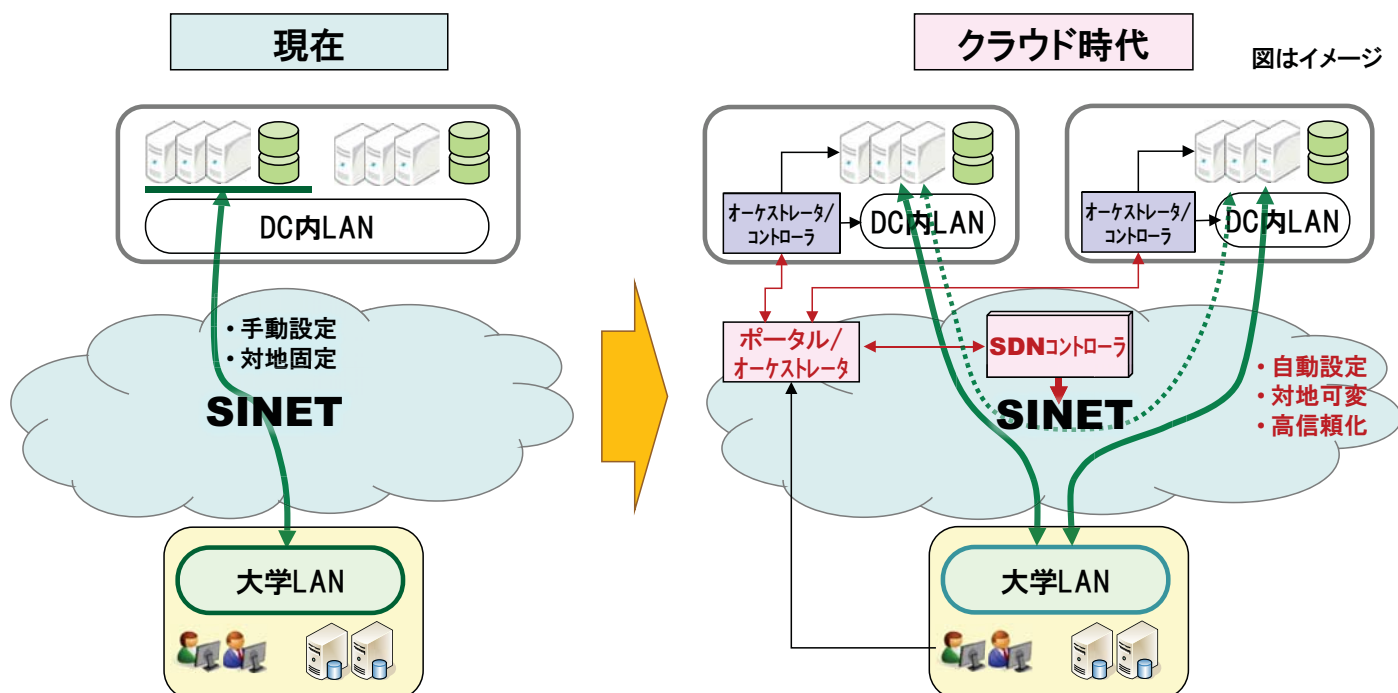
© 2014 National Institute of Informatics

36



方向性 — クラウドサービスの迅速な提供

- ◆ 進化するクラウド機能を迅速かつ柔軟に利用してもらうために、**SINET**と一括でサービスを提供
- ◆ 基盤運用者や研究者に対して、ポータル経由で**SINET**を自由に設定・変更することを許容
- ◆ **SDN**技術の導入により、ネットワークの動的な設定・変更を可能としサービスの高信頼化も実現



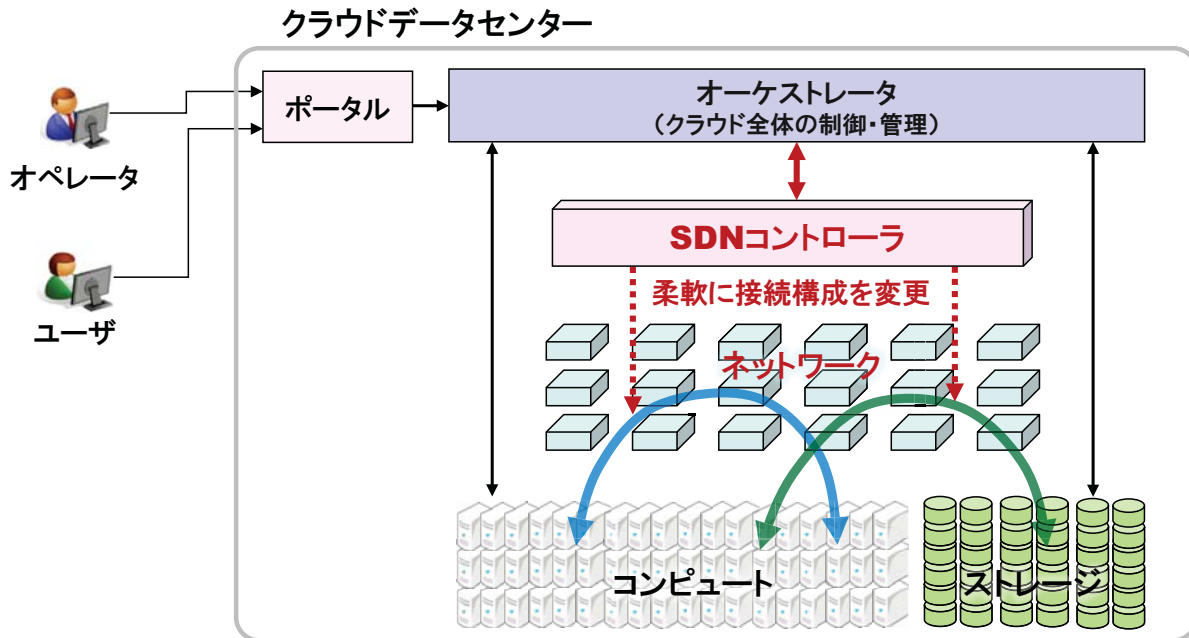
© 2014 National Institute of Informatics

37



(参考)SDN技術

- ◆ SDNは、大まかに言えば、**SDNコントローラ**を介してネットワークをプログラマブルにする技術であり、データセンタ、企業内LAN、バックボーンなど幅広い領域への導入が期待されている
- ◆ 特にデータセンタ内では、**クラウドサービスの迅速な提供や需要に応じた柔軟な構成変更**などのためにネットワークの設定変更が頻繁に必要であり、**SDN技術の導入が進んでいる**



© 2014 National Institute of Informatics

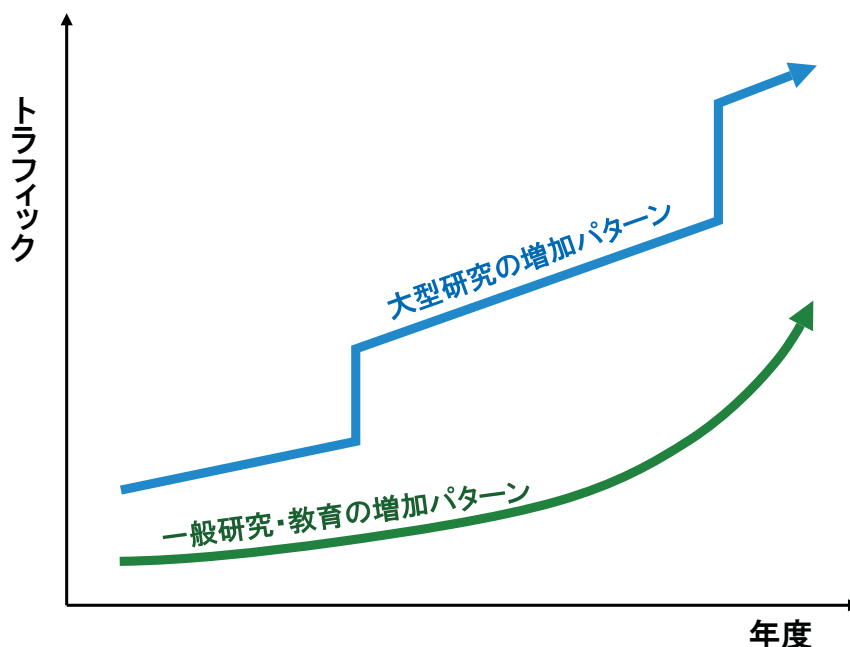
38



所要帯域 — トラフィック増の要因

◆ SINETにおけるトラフィック増の要因は以下の通り

- ・ 一般研究・教育：クラウド化、MOOC等の映像情報の増加、オープンデータの増加 等
- ・ 大型研究：データ発生量の継続的増加、装置世代交代、新プロジェクト 等



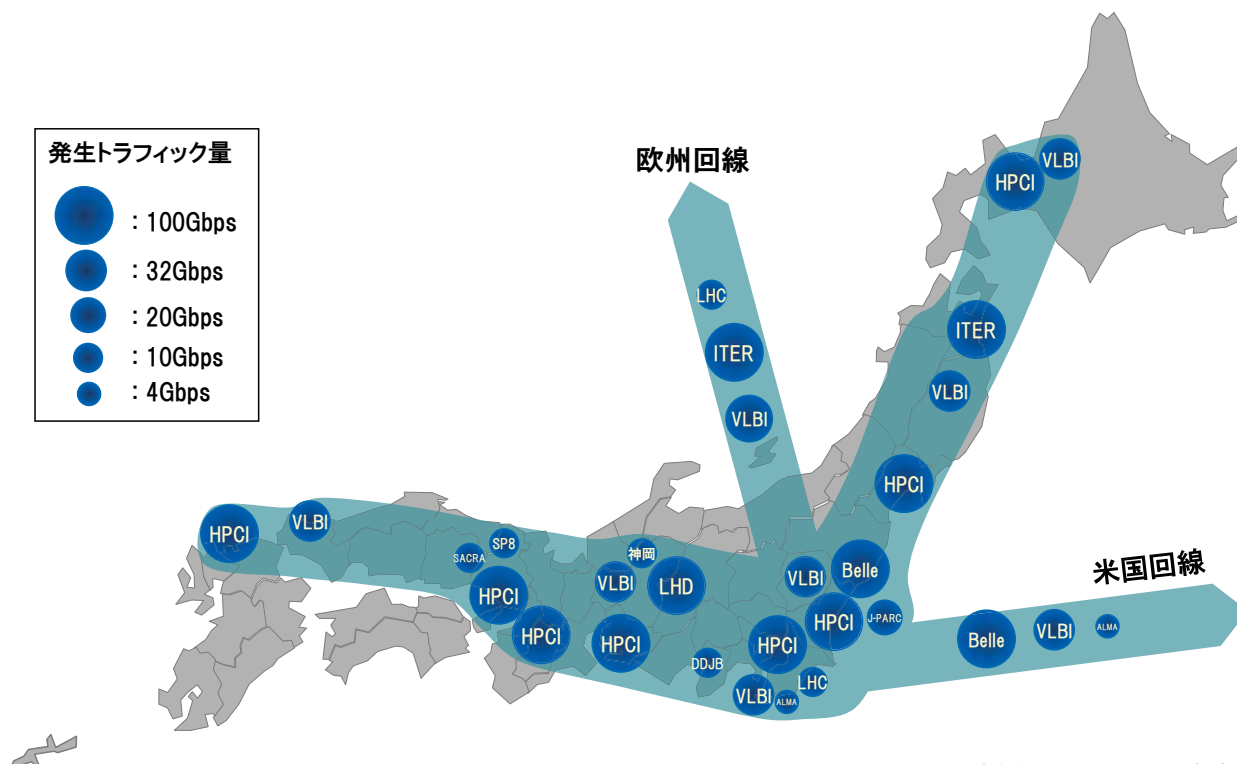
© 2014 National Institute of Informatics

39



(参考)大型研究プロジェクトの全国的広がり

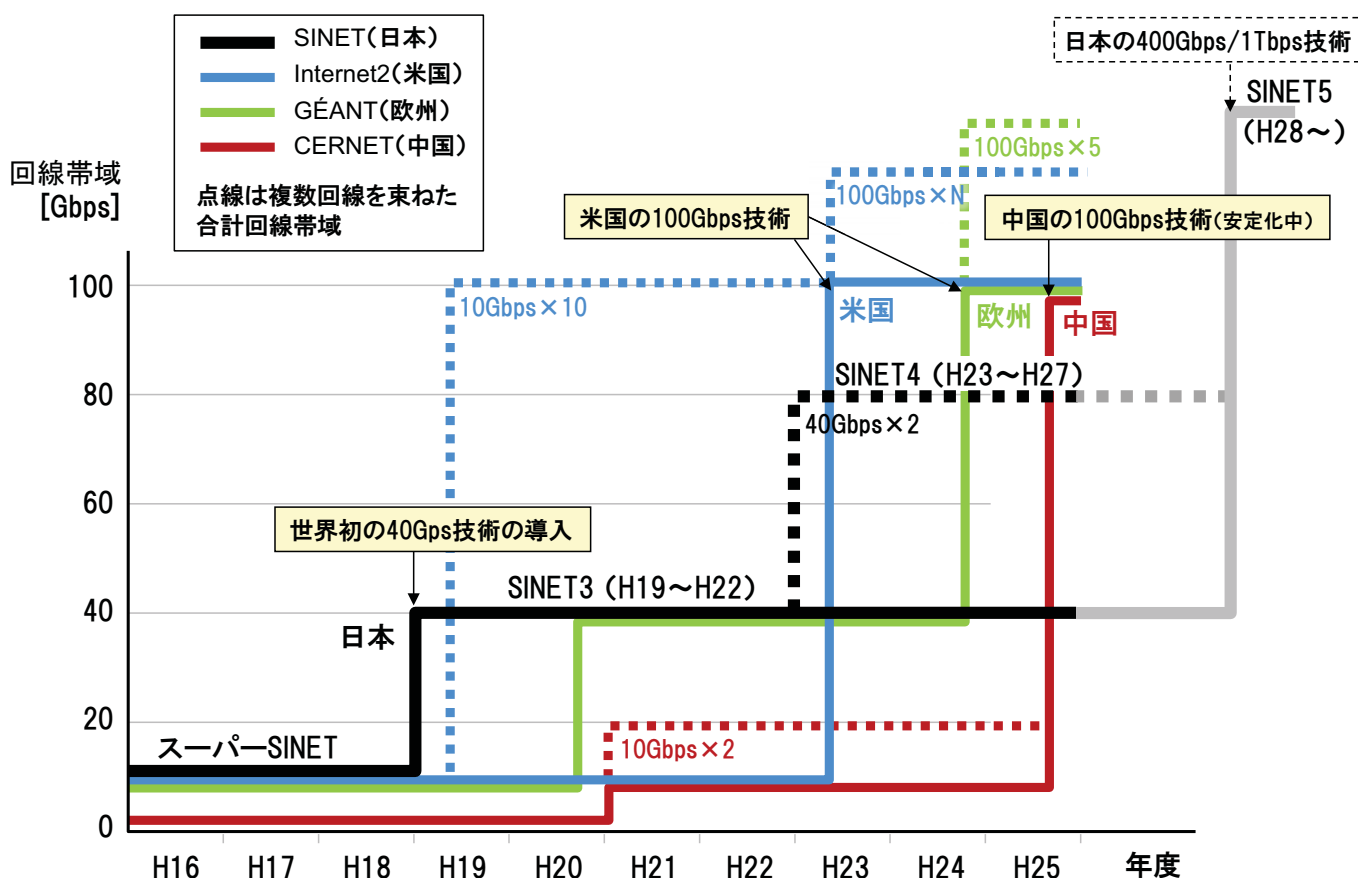
- ◆ 平成28年以降は、大型研究プロジェクトが発生するトラフィックはますます拡大
- ◆ 北海道から九州まで、数百Gbps以上(東阪間は400Gbps以上)の帯域が必要
- ◆ 国際回線(日米、日欧)は100Gbps化が必要



40



所要帯域 — 回線帯域の海外との比較



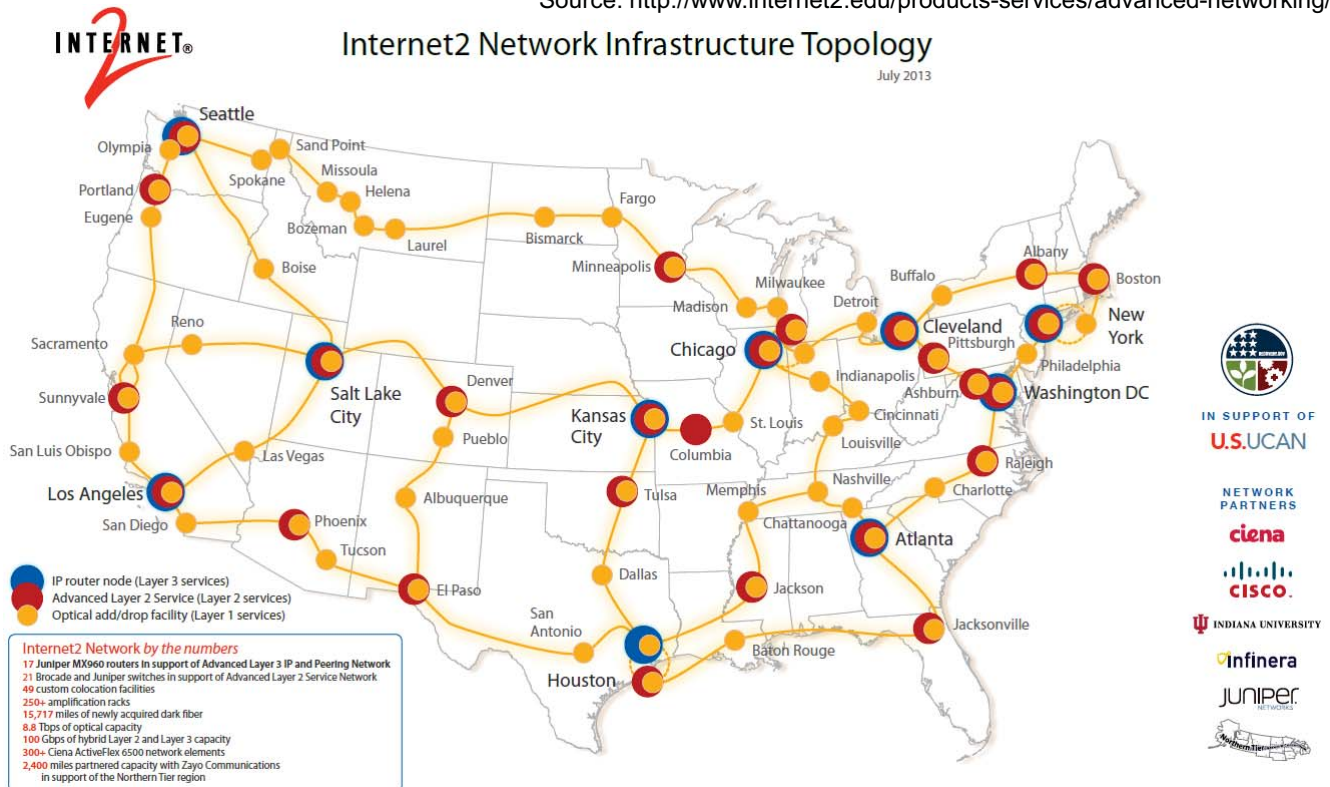
41



(参考)米国Internet2の回線帯域

- ◆ 2013年7月に米国全土への100Gbps技術の導入が完了（帯域は100Gbps×N）
- ◆ 既に20以上の大学等が100Gbpsインタフェースでネットワークに接続

Source: <http://www.internet2.edu/products-services/advanced-networking/>



42



(参考)欧州GÉANTの回線帯域

- ◆ 総距離50,000kmのバックボーンを2012年2Qより500Gbps (100Gbps×5) に増強中

Source: M. Enrico, "GÉANT Reloaded! (A 500G R&E Network is coming soon...)," APAN 35th Meeting, Jan. 2013.



© 2014 National Institute of Informatics

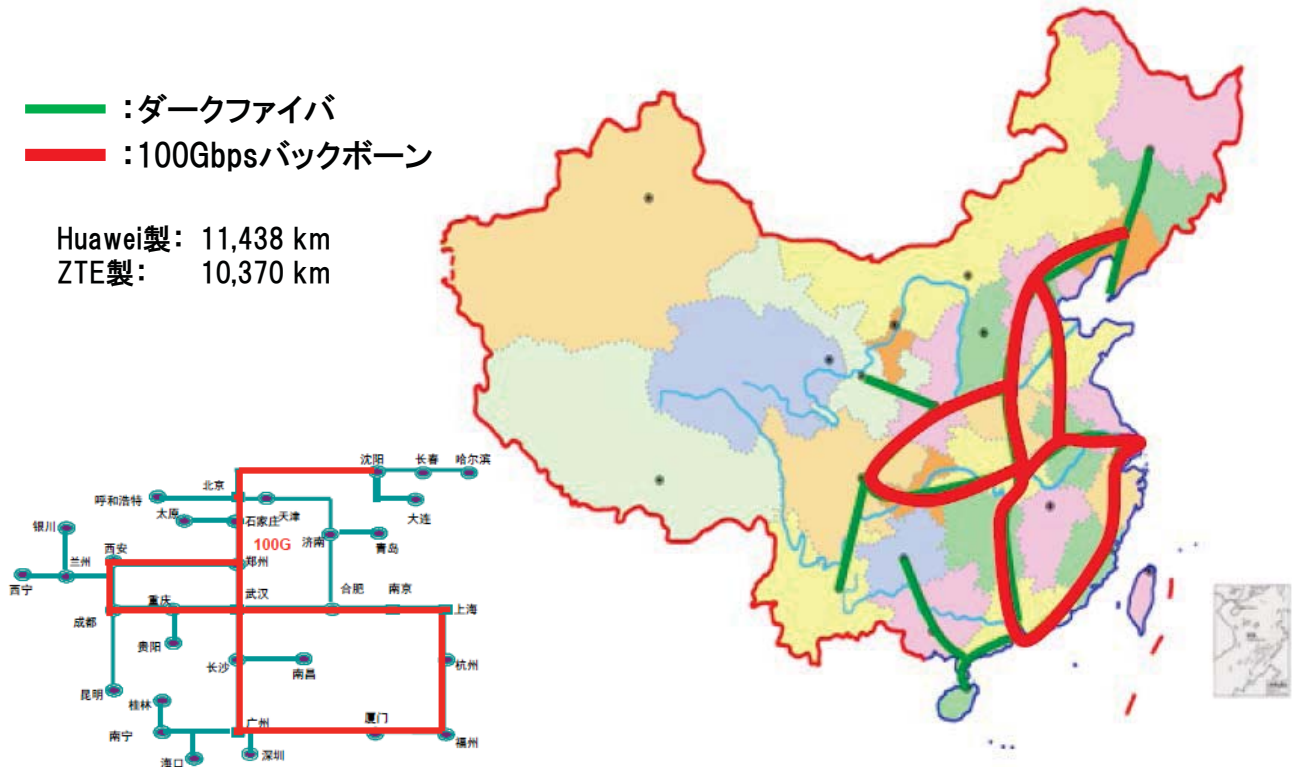
43



(参考)中国CERNETの回線帯域

◆ 中国主要都市間を接続する総距離21,724kmの100Gbpsバックボーンを整備中

Source: X. Li, "CERNET 100G updates," APAN 35th Meeting, Jan. 2013.



© 2014 National Institute of Informatics

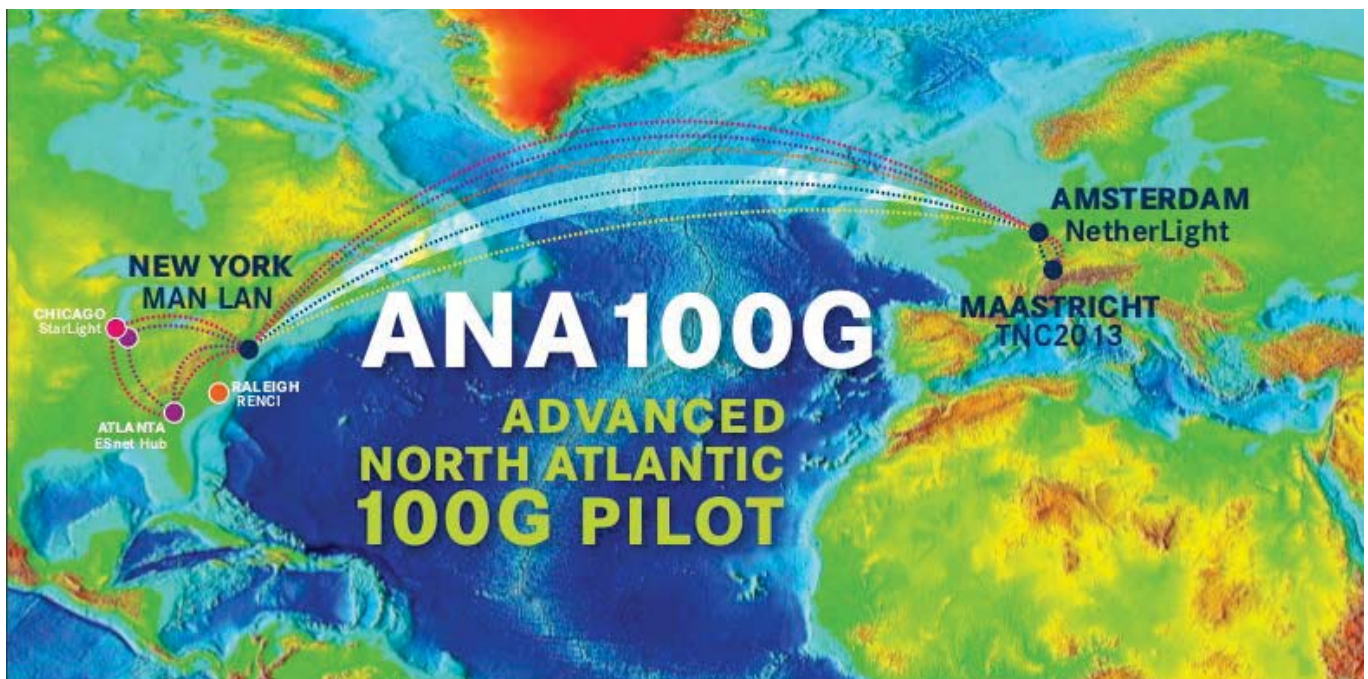
44



(参考)米欧国際回線の100Gbps化

- ◆ Internet2, NORDUnet, ESnet, SURFnet, CANARIE, GÉANTの連携プロジェクトANA-100G (Advanced North Atlantic 100G Pilot) により、国際回線も100Gbpsの時代に突入
- ◆ 2013年6月のTNC2013でデモ実施

Source: E-J Bos, "100G intercontinental: The next network frontier," TNC2013, Jun. 2013.



© 2014 National Institute of Informatics

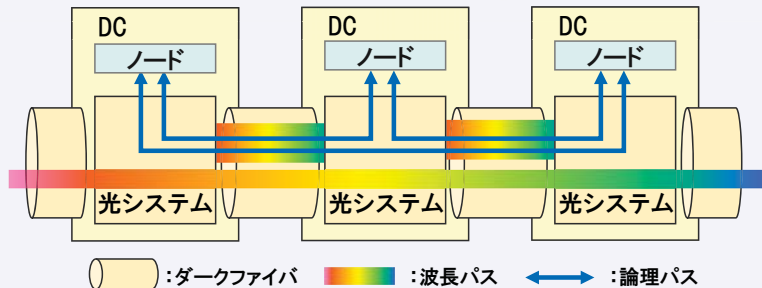
45



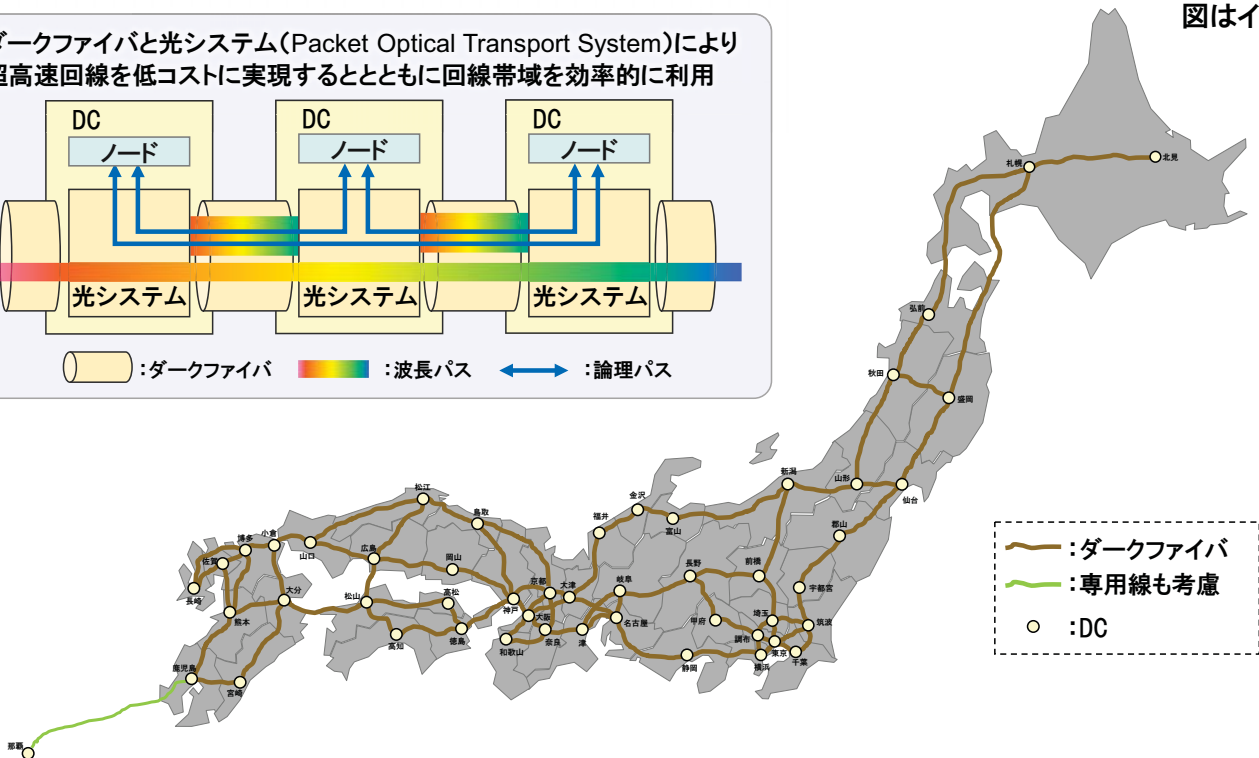
ネットワーク整備 – 経済的に超高速化

- ◆ 次期**SINET**では、全国規模で各DC間を最短で接続するダークファイバを確保し、最先端の光システムを用いて、**超高速・低遅延・スケーラブルなネットワークを経済的に実現**する。
- ◆ 同時にファイバレベルでの冗長性を確保することで**高信頼性**を確保する。

ダークファイバと光システム(Packet Optical Transport System)により超高速回線を低コストに実現するとともに回線帯域を効率的に利用



図はイメージ



© 2014 National Institute of Informatics

46



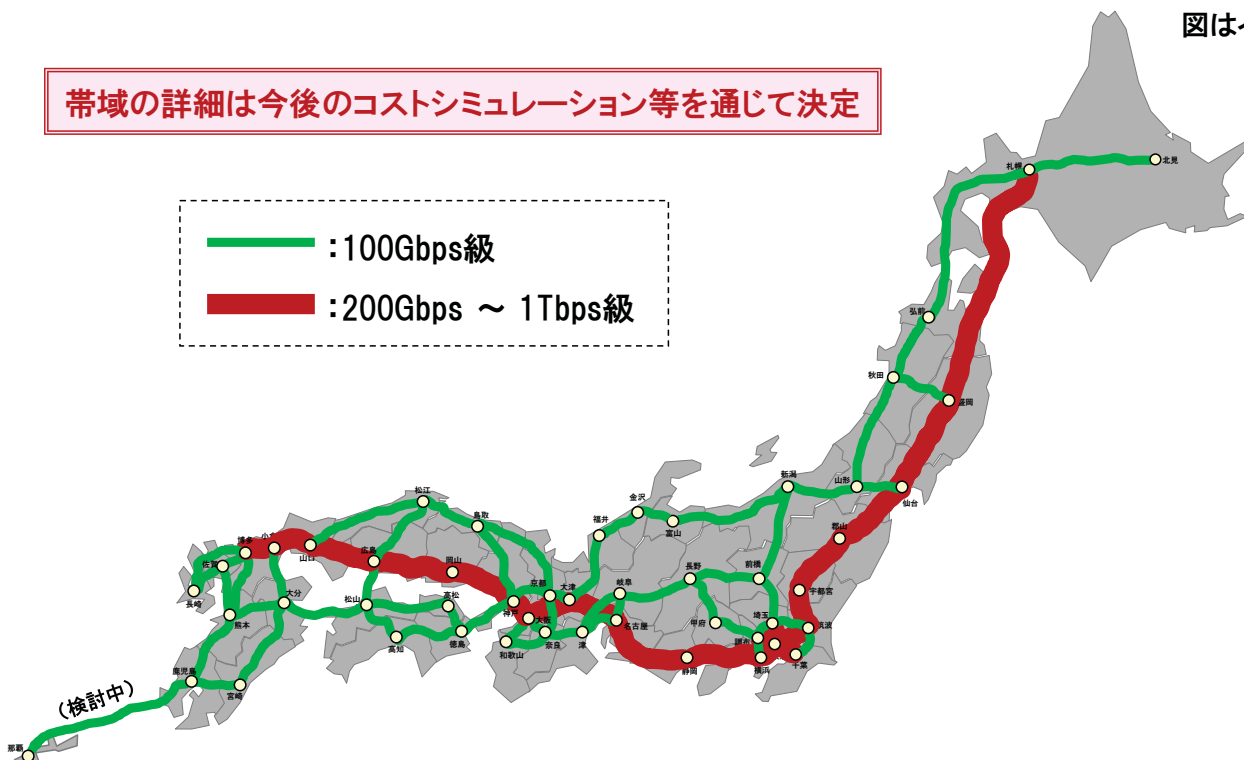
ネットワーク整備 – 全国を100Gbps技術で構成

- ◆ 次期**SINET**では、**全国(沖縄は要検討)**を100Gbps技術を用いて構成し、幹線系は200Gbps～1Tbps級で整備
- ◆ その後の400Gbps/1Tbps技術の導入が柔軟に可能なように整備

図はイメージ

帯域の詳細は今後のコストシミュレーション等を通じて決定

— : 100Gbps級
— : 200Gbps ~ 1Tbps級



© 2014 National Institute of Informatics

47

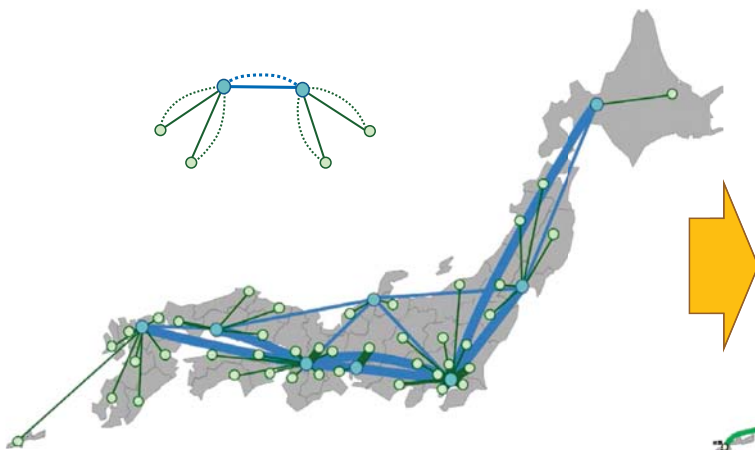


(参考)ネットワーク構成の比較

- ◆ **SINET4**では高信頼化のため二重化回線を用いており、予備系への投資が大きかった。
- ◆ 次期**SINET**では、各DC間を太い帯域の波長パス(全て現用)で接続してトラフィックを束ねて收容し、故障時の予備ルートは論理パスで設定することで効率的な投資を行う。

SINET4

現用系(実線)と予備系(点線)で構成される二重化回線を使用



次期SINET

回線は全て現用とし予備ルートは論理パスとして設定

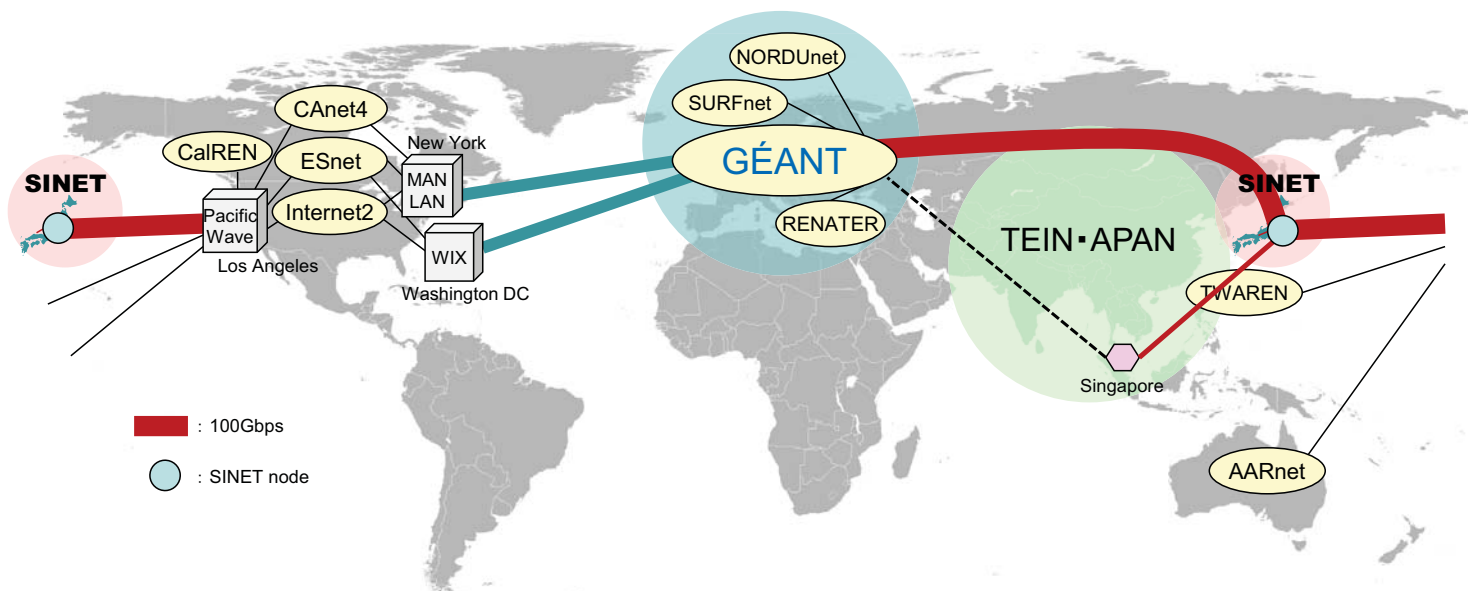


© 2014 National Institute of Informatics



ネットワーク整備 — 国際回線を100Gbps化

- ◆ **帯域増強に加えて遅延短縮**を行う必要があり、以下のような見直しを検討
 - ・ 米国との接続: 西海岸ルートに100Gbps化
 - ・ 欧州との接続: 米国を経由しない直結回線を整備、適切な時期に100Gbps化
 - ・ バックアップ: Internet2およびGÉANTと連携して検討
- ◆ **国内回線のような抜本的な経済化は困難であるため、予算措置に関して十分に検討要**

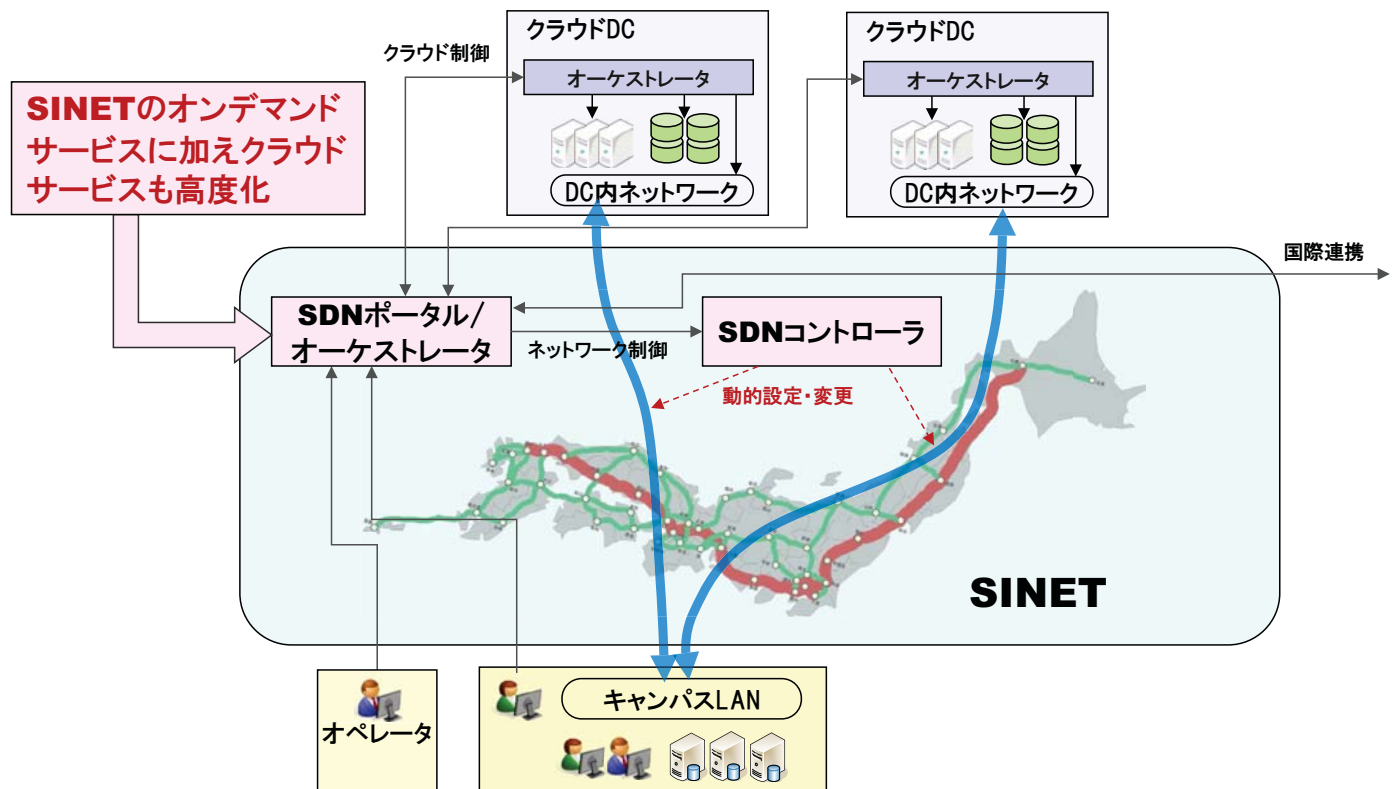


© 2014 National Institute of Informatics



ネットワーク整備 – SDN機能の整備イメージ

- ◆ SDN機能により**SINET**のネットワークサービス(帯域オンデマンド、VPNオンデマンド等)を高度化
- ◆ また、クラウドサービスの迅速かつ柔軟な提供を可能にし、高信頼化も実現



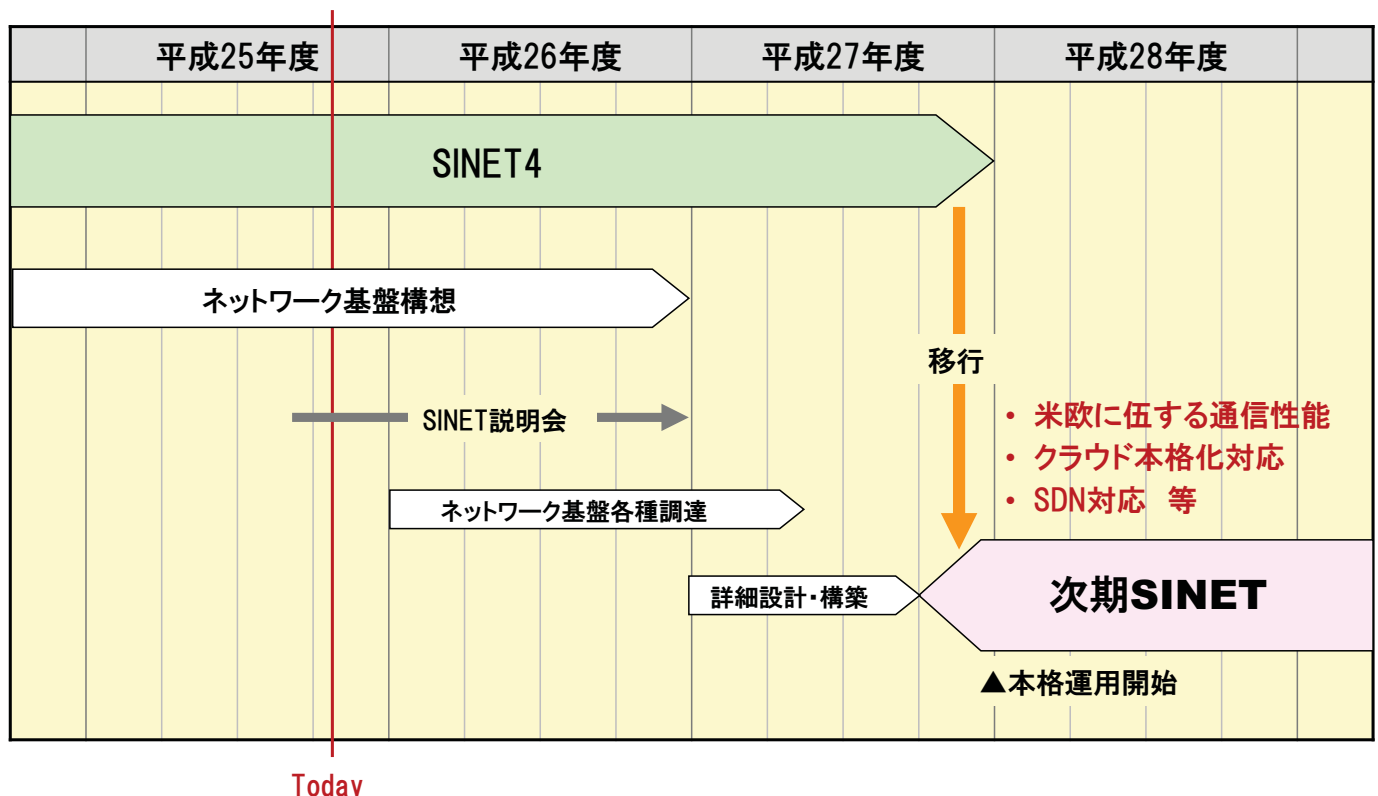
© 2014 National Institute of Informatics

50



ネットワーク整備 – スケジュール

- ◆ 次期**SINET**の整備に向けた全体スケジュールは以下の通り。



© 2014 National Institute of Informatics

51