



JGN/RISE/StarBEDを結んだ 統合実験環境の試み

～ 高信頼設計エッジ・クラウド・ネットワーク
の研究開発 ～

九州工業大学 情報工学研究院

鶴 正人

2019年10月4日,



1. 日米共同研究プロジェクトRECNの概要

- 枠組みや体制
- 研究の全体像と具体例

2. RECNにおけるJGN/RISE/StarBEDを結んだ 統合実験環境の試み

- テストベッドの役割
- テストベッド構築の現状
- 今後の展望

日米共同研究の枠組み

- 「スマートコミュニティを支える高信頼ネットワーク構成技術」 <http://www.nict.go.jp/press/2018/09/03-1.html>
 - NICT/NSFのJapan-US Networking Opportunity 2 (JUNO2)
 - 2018年9月から3年間。委託研究は採択4件。
- 1. STEAMスマートコミュニティを支えるエネルギーとモビリティを対象としたセキュアな高信頼フレームワーク
 - 奈良先端、早稲田大、阪大、Missouri U. of Science and Technology, Vanderbilt U.
- 2. 超高信頼性を達成する次世代インテリジェント光ネットワークアーキテクチャ
 - 名古屋大、香川大、The George Washington U.
- 3. ソーシャルメディア時代の高信頼災害時通信の研究開発
 - 阪大、静岡大、愛知工業大、U. of California-Riverside.
- 4. 高信頼設計エッジ・クラウド・ネットワーク
 - 九工大、City College of The City University of New York.

CCNYと九工大

□ **CCNY** (City College of The City University of New York, あるいは The City College of New York)

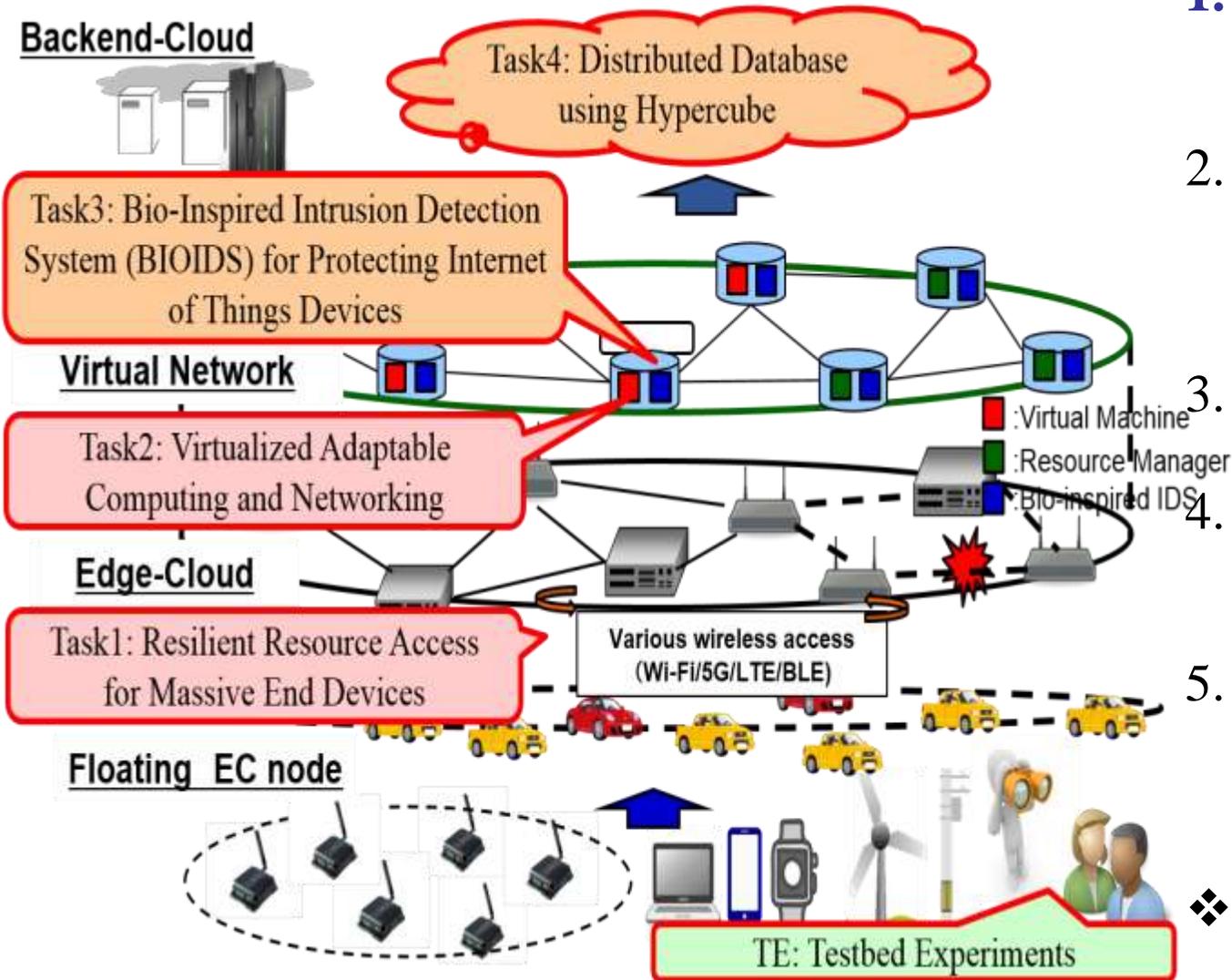
- 1847年、全ニューヨーク市民を対象とした無料の大学として創設。創設者がタウンゼン・ハリス（あの初代駐日米国総領事）。
- マンハッタンのハーレム地区。コロンビア大の近く。
- 4年制大学だけでも10校以上あるニューヨーク市立大グループ(CUNY)の中心的役割。
- 教員間の交流がきっかけで大学間の「研究/教育面での交流に関する覚書 (MOU)」を締結。例えば、
 - 九工大の学生をCCNYへ短期派遣（ロボット分野等）
 - CCNYの教員が九工大で集中講義
- その一環として情報分野の教員が連携して、本共同研究を企画し、公募に提案。

CCNYと九工大(2)



高信頼設計エッジ・クラウド・ネットワーク

□ RECN (Resilient Edge Cloud Designed Network)



1. IoT端末を収容する無線アクセスと分散配置エッジクラウドの連携技術、
 2. 分散配置エッジクラウドや中央クラウドでの計算とネットワークの仮想化・高信頼化技術、
 3. IoT端末を考慮した分散型セキュリティ基盤技術、
 4. 超立方体に基づく高効率・高信頼な分散データベース技術
 5. 米国の実験環境と日本のRISE/StarBED環境を接続した実仮想統合広域テストベッド環境
- ❖ 1,2 が九工大主導、3,4がCCNY主導

T2: エッジクラウドのための分散計算・ネットワーク基盤

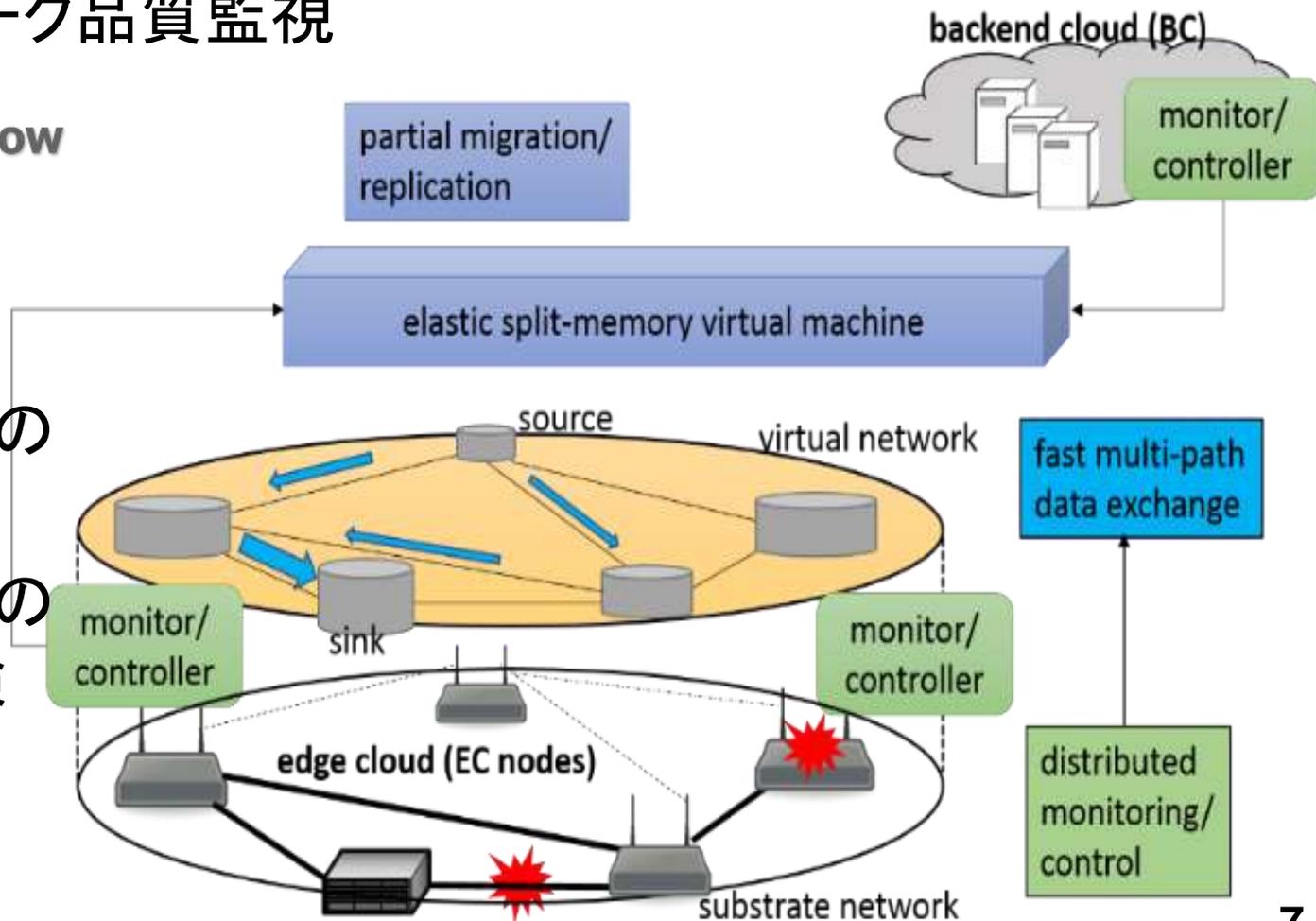
動的ネットワーク機能

- 大容量データの1対多同時高速転送
- 分散型ネットワーク品質監視
- 等々



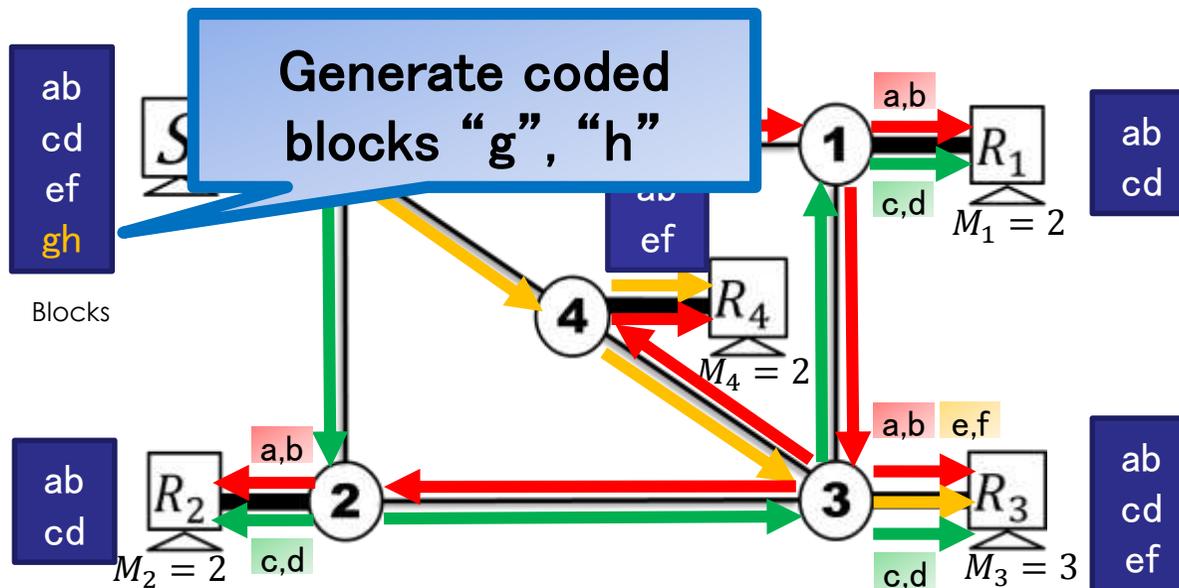
動的VM機能

- 分割型メモリVMのマイグレーション
- 分割型メモリVMの内省方式異常検知・回復
- 等々



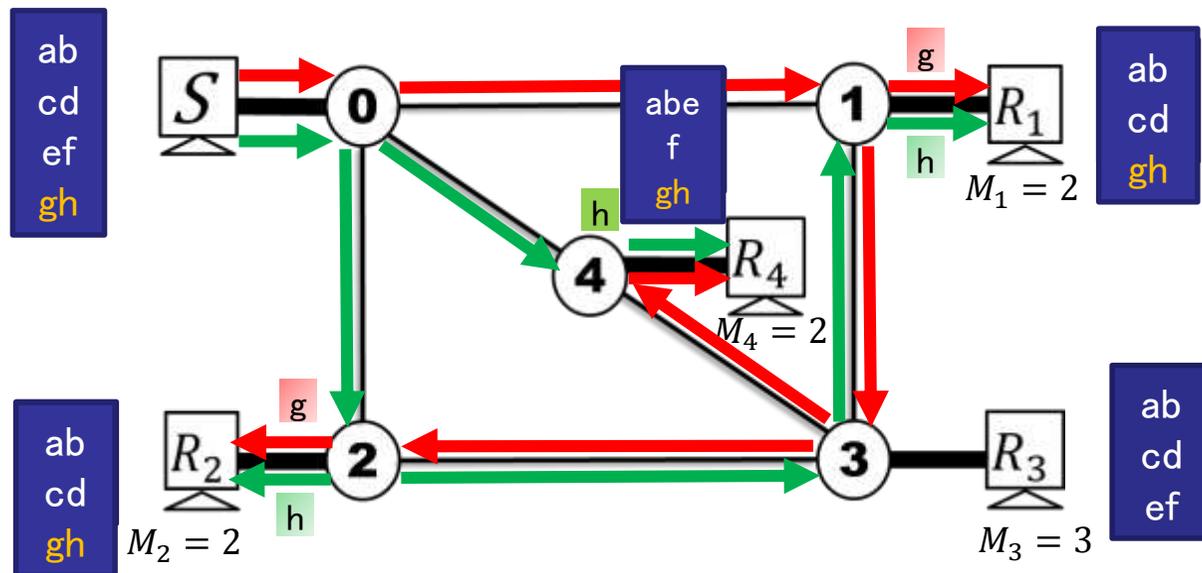
符号化MPMCによる1対多ファイル転送

- A file will be delivered from sender **S** to 4 recipients **R1,R2,R3,R4** using multiple simultaneous multicast trees = MPMC (**Multipath Multicast**)
- **S** divides the file to **6 blocks** and **generates 2 additional coded blocks**; then transmits them **over multiple phases**
- Phase1 : Block allocation by coded-MPMC

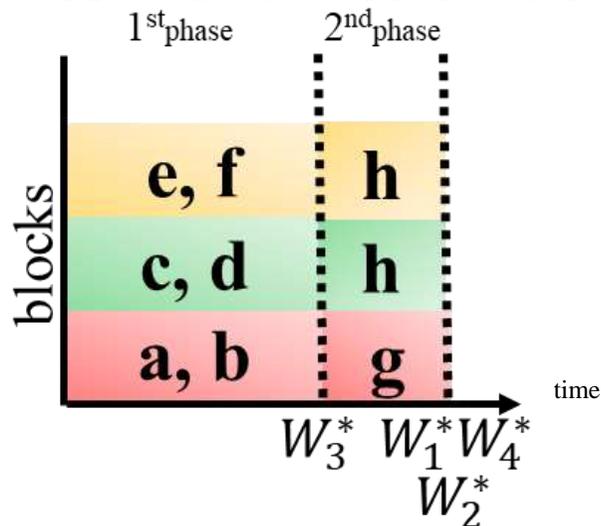


符号化MPMC(2)

Phase 2 : Block allocation by coded-MPMC



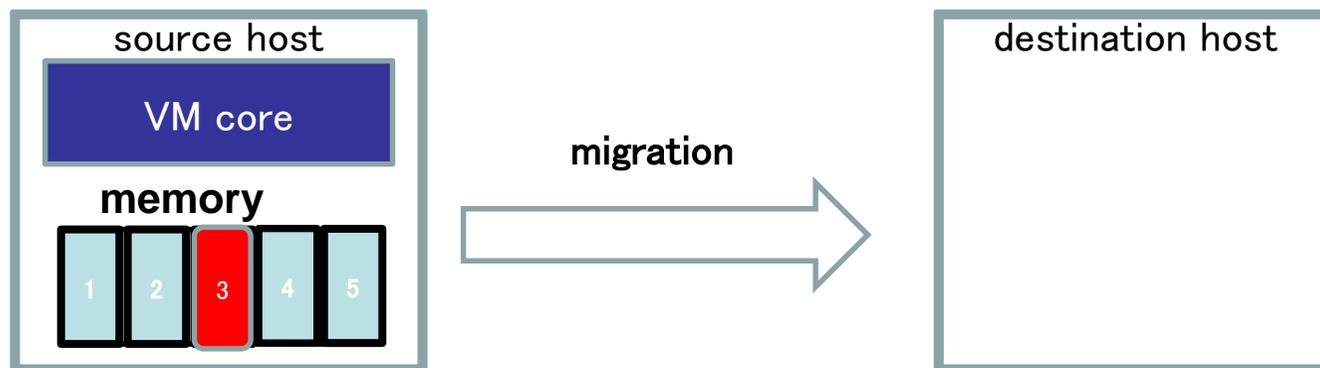
File Transmission Schedule



W_i^* : Lower-bound receive completion time of $R_i = \text{File size} / R_i$'s max-flow value

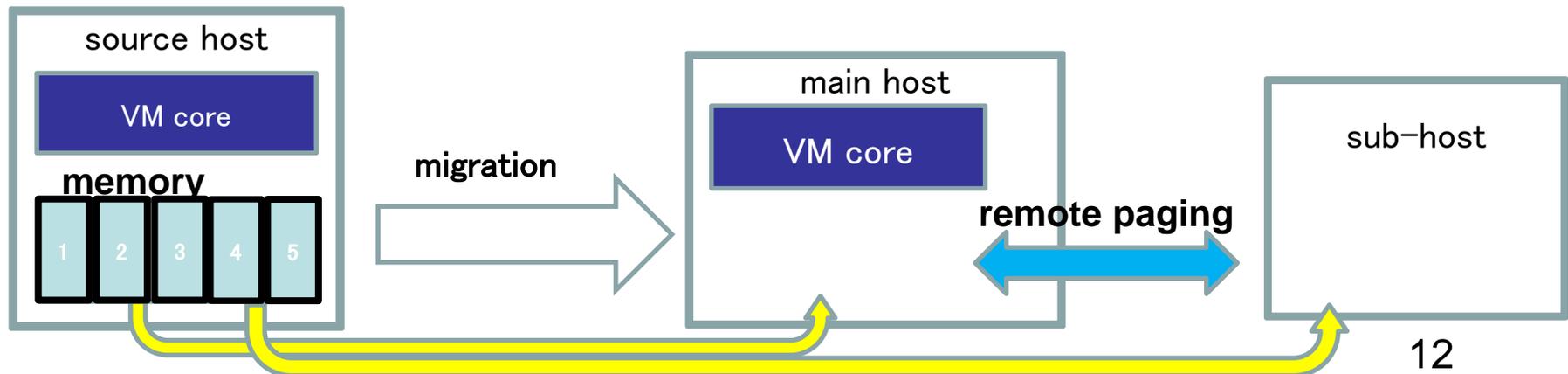
巨大メモリVMのMigrationの課題

- Move a large-memory virtual machine (VM) to another host on host maintenance
 - Transfer all the memory of the VM
 - Retransfer the memory updated during migration
- Require sufficient memory at the destination host
 - Not cost-effective to always preserve such a host for a large-memory VM



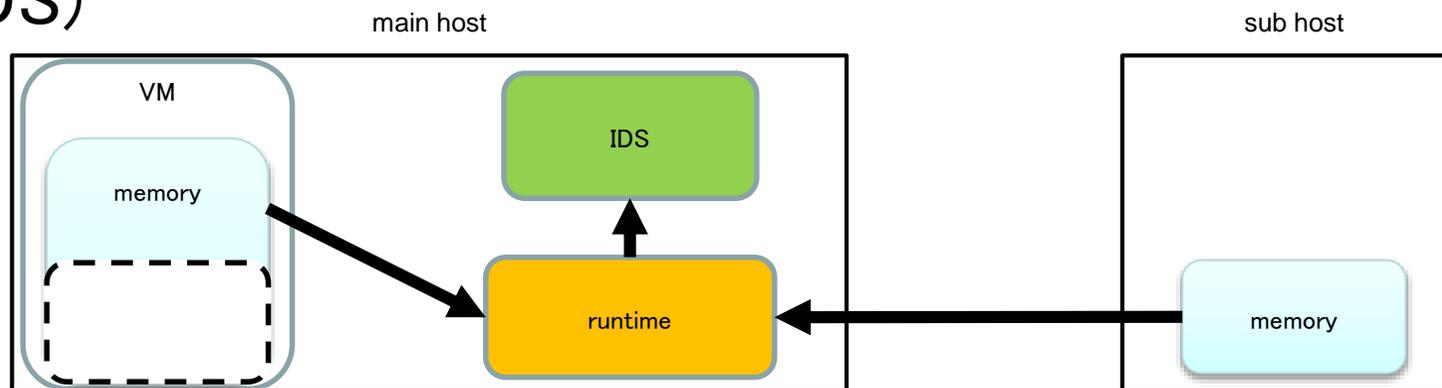
分割メモリMigration

- Divide the memory of a VM and transfer them to a main host or sub-hosts
 - Predict future memory access of the VM
 - Likely accessed memory to the main host
 - The other memory to sub-hosts
- Run a split-memory VM after the migration
 - Perform remote paging between the hosts



分割メモリVMにおける内省方式異常検知

- Detect intrusions into a split-memory VM outside the VM
 - Use a technique called VM introspection
 - Analyze OS data stored in the memory of a VM
- The runtime collects distributed memory data and provides the OS interface
 - Enable running existing intrusion detection systems (IDS)





1. 日米共同研究プロジェクトRECNの概要

- 枠組みや体制
- 研究の全体像と具体例

2. RECNにおけるJGN/RISE/StarBEDを結んだ 統合実験環境の試み

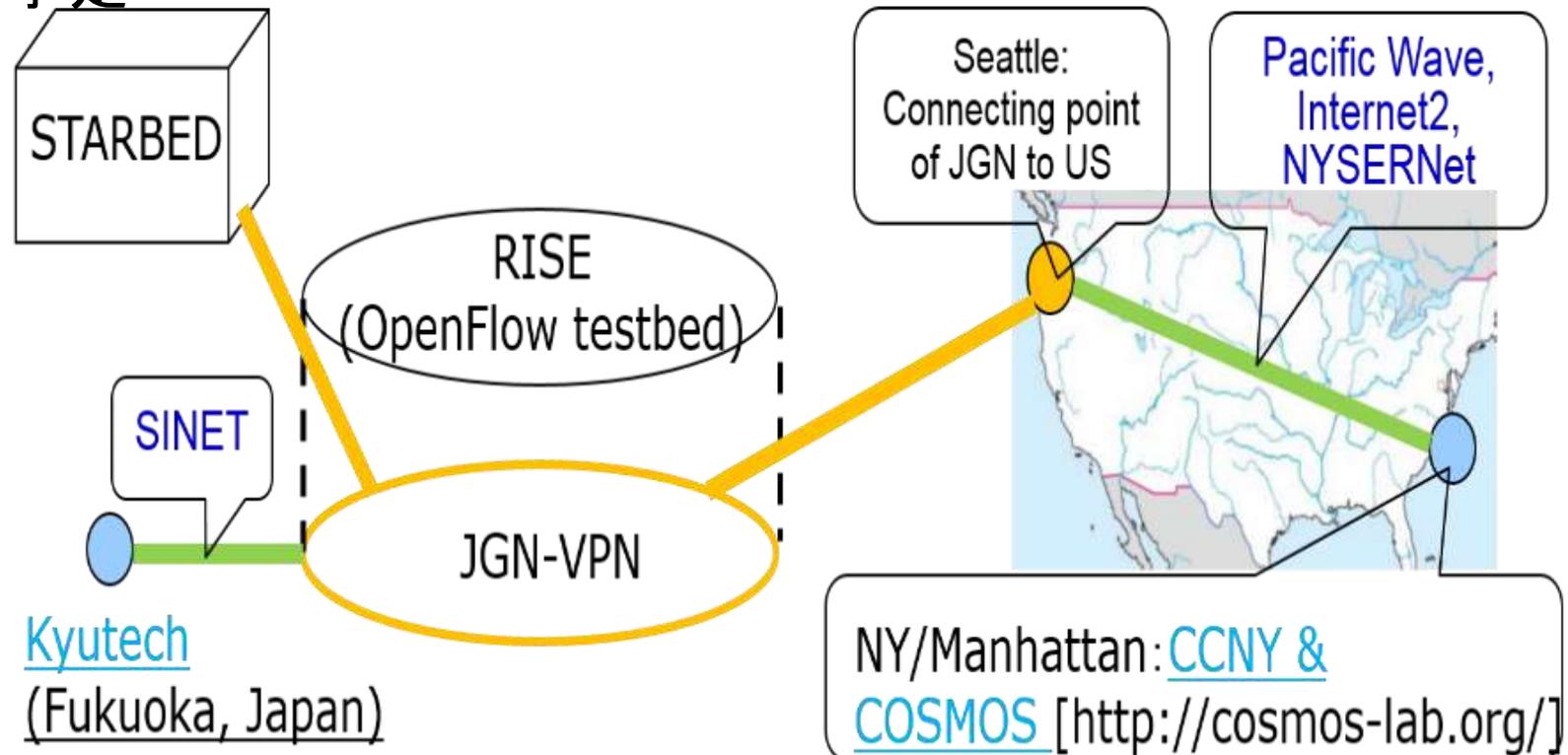
- テストベッドの役割
- テストベッド構築の現状
- 今後の展望

JGN/RISE/StarBEDを結ぶ統合実験環境

□ JP側:Kyutech, (SINET), JGN, RISE, StarBED

□ US側:CCNY, (Internet2), [COSMOS]

※COSMOS (Cloud Enhanced Open Software Defined Mobile Wireless Testbed for City-Scale Deployment) はマンハッタン西ハーレム地区で開発中のtestbedプロジェクトであり、それとの接続は現時点では予定



JGN/RISE/StarBEDの役割

□ JGNによる広域VLAN接続

- 大学間のクローズド接続による共同作業（テレコン等）
- 実験環境の遠隔利用。九工大からCCNY内環境やCOSMOSへ；CCNYから九工大内環境やStarBEDへアクセス

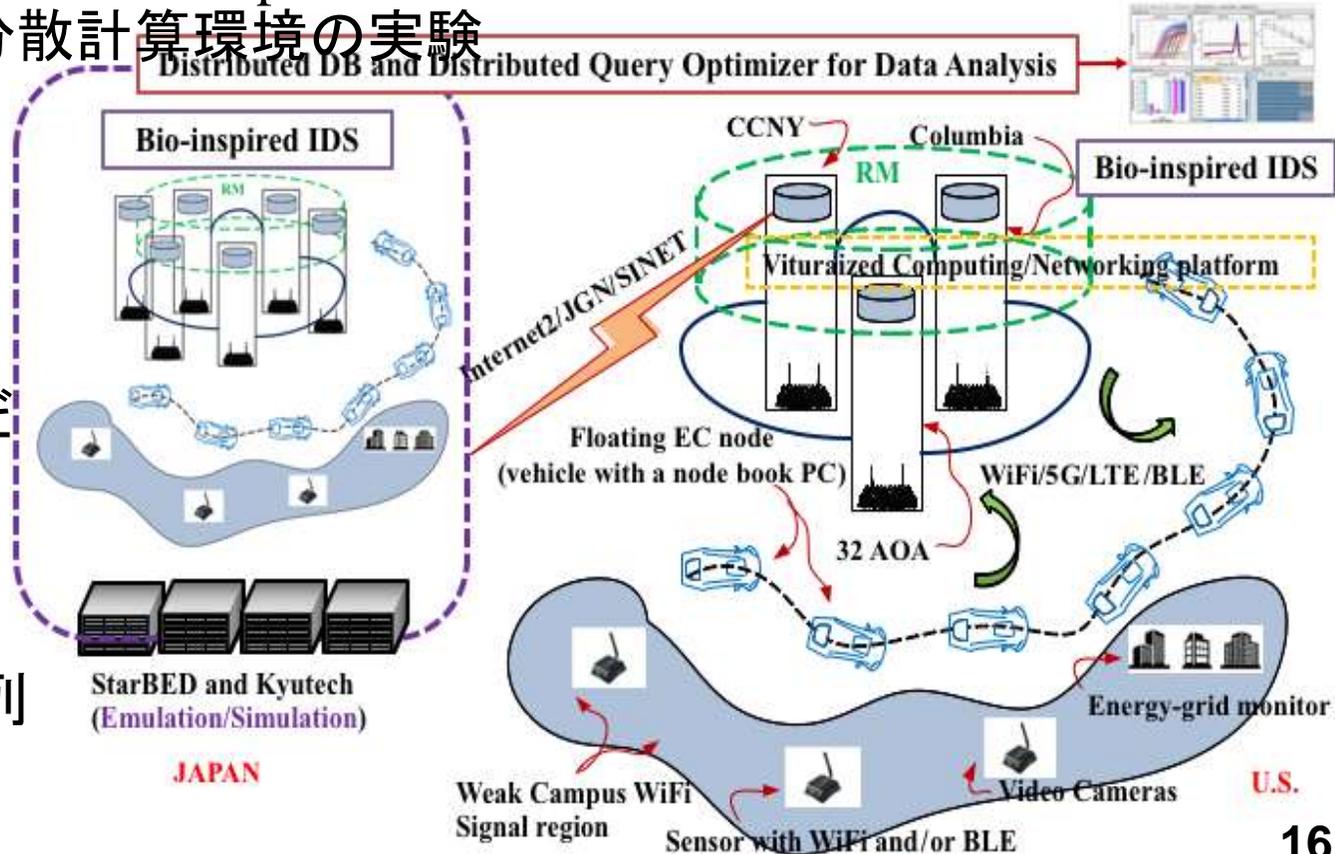
□ RISEのOpenFlowスイッチ群やVM群

- エッジクラウドを想定したOpenFlowベースの広域ネットワークングや複数VMによる分散計算環境の実験

□ StarBEDでのシミュレーション・エミュレーション

- 実環境（理想はCOSMOS含む）とStarBEDをつないだ実・仮想統合によるエッジクラウド向アプリケーションの実証実験

□ 異種の実験を同時並列で実施可？（理想）



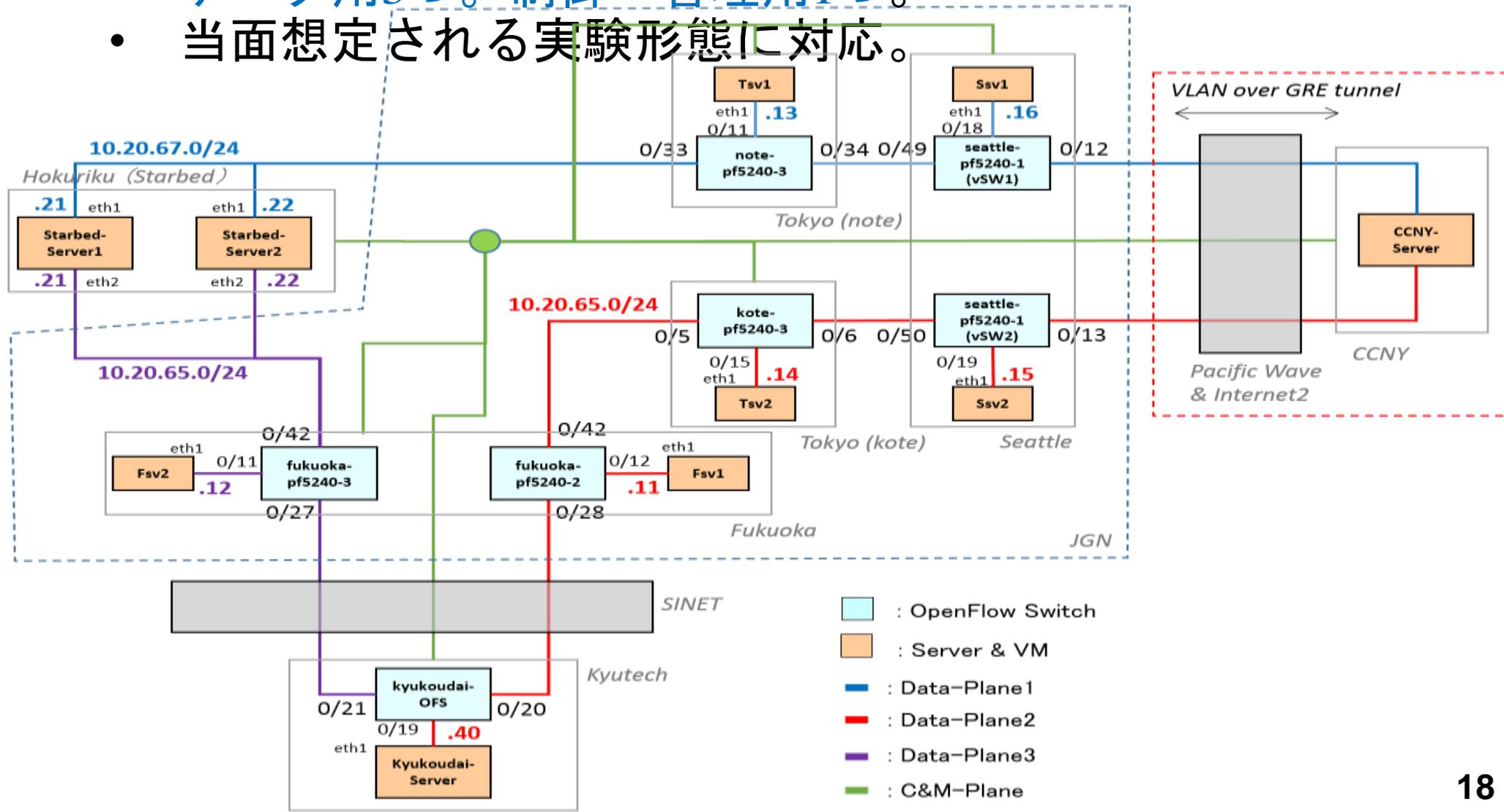
エッジクラウド向けアプリケーションシナリオによる実験

- エッジクラウドの利点を活かし、かつ信頼性が求められるアプリケーションシナリオ
 - DaaS (Desktop as a Service)
 - Identity-as-a-service, ..., Etc.
- 日米接続の意義を出せるようなアプリを鋭意検討中
 - 例：日本のビジネスマンが米国滞在中に仕事や打ち合わせを安全かつ快適に行える。滞在中の事故や災害にも迅速に対応できる。

テストベッド構築

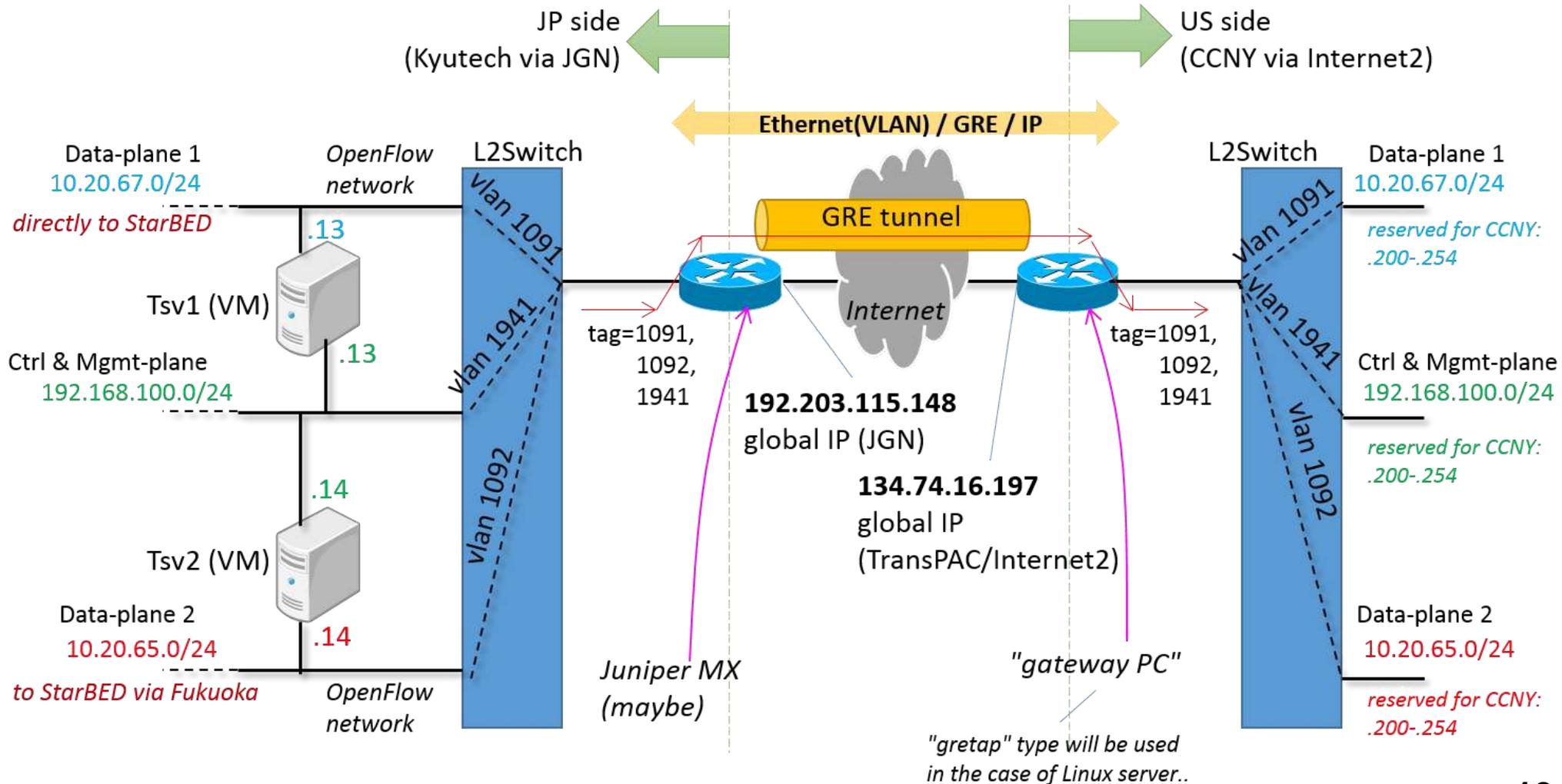
□JGN上に4つのVLAN

- データ用3つ。制御・管理用1つ。
- 当面想定される実験形態に対応。



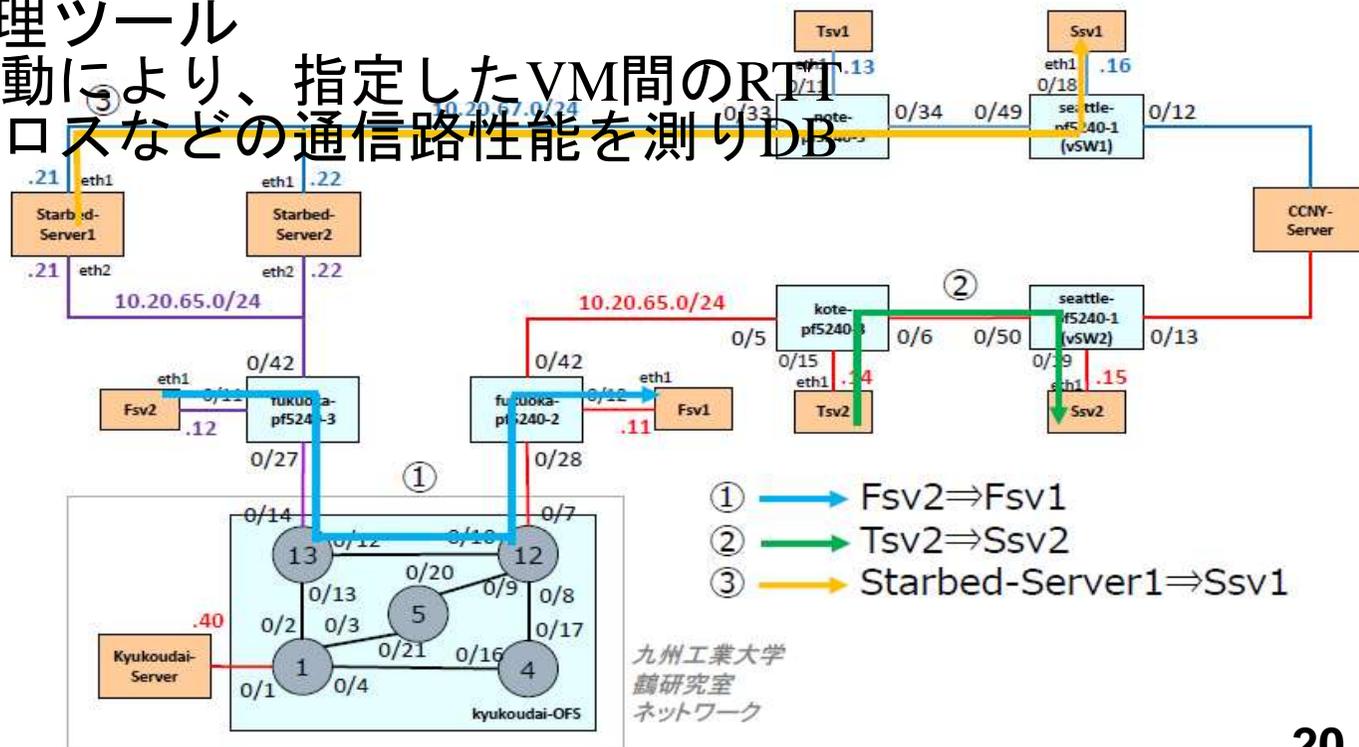
JGN Seattle--CCNY間

- その区間の基幹ネットワークからVLAN接続を提供してもらえなかったため、GRE-tunnelでVLANを運ぶことに、



テストベッド管理・保守ツール

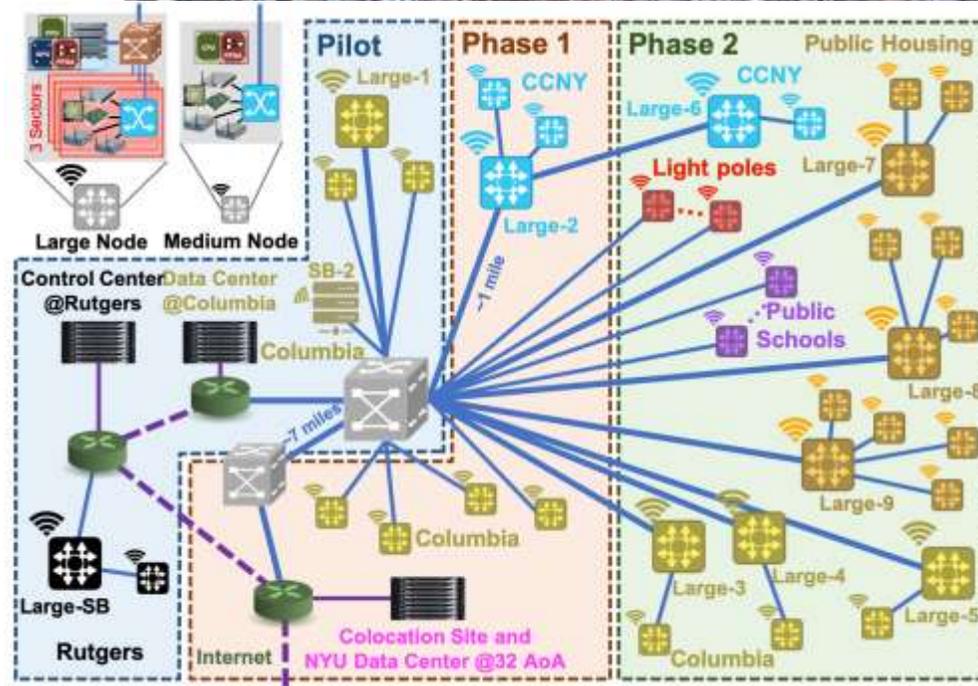
- 全てのVMやスイッチを遠隔管理するサーバ1台
 - ・ 実験の準備、実施、記録、トラブルシュート等
- OpenFlow経路情報管理ツール
 - ・ OpenFlowコントローラのAPIを使って、フローエントリ・統計情報を自動取得しDB保管
- VM情報管理ツール
 - ・ Zabbixを使って、CPUやメモリ利用の情報を自動取得しDB保管
- ネットワーク性能管理ツール
 - ・ コマンドの遠隔起動により、指定したVM間のRTTやスループット、ロスなどの通信路性能を測りDB保管 (下図)



COSMOSテストベッド・プロジェクト

❑ Cloud Enhanced Open Software Defined Mobile Wireless Testbed for City-Scale Deployment

- <https://www.cosmos-lab.org/>
- Will be deployed in upper Manhattan and will consist of **40-50 advanced software-defined radio nodes** along with **fiber-optic front-haul and back-haul networks** and **edge and core cloud computing infrastructure**
- Involving Rutgers, Columbia, and NYU along with several partner organizations including New York City, **CCNY**, University of Arizona, Silicon Harlem, and IBM.



テストベッド構築で困っていた(困っている)こと

- 複数のネットワークを通るVLANのid問題
 - ・ 境界スイッチでのid変換の調整
- テストベッド上のVMへのソフトウェアのインストール
 - ・ RISEさんに便利な仕組みを提供していただいた
- RISEのOpenFlowのバージョン
 - ・ RISE自身はv1.3をサポートしているが、物理的に1台のスイッチを複数者で共用する場合、v1.0であることが必要
- OpenFlow (のフローエントリ) で全パケット種の経路を網羅して管理する際の注意不足
 - ・ IPv6のDHCP関係パケットがループしてブロードキャストした。
- サービスとしてのテストベッドの提供組織および接続のための中継ネットワーク (一般に両端になる) の運用組織が複数あり、それらを通過するパケットのトラブルシューティングが難しい。
 - ・ 自力での調査でも管理者への依頼でも。
 - ・ 研究ネットワーク連携の永遠の課題
 - ・ 研究室--九工大学内LAN--SINETでは、まだigmp v3が通せておらず調査中 (VLAN上のマルチキャスト)。
 - ・ CCNY--Seattle間のGRE-tunnelも最終で難航中。
 - ・ 他にも細かい未解決問題あり。

今後の展望

- 各タスクの研究進展に合わせて必要な実験環境や実験管理ツールを整備していく。
 - 現在は3つのデータ用VLANは独立。StarBED上のVMも最小限の2台のみ。
 - 効率的なトラブルシューティングの体制やノウハウも
- エッジクラウドの実証実験のために適切なアプリケーションシナリオを詳細化し、必要な準備（開発）を進める。
- COSMOSと連携した実証実験を実現可能にするために検討や調整を進める。
 - Technical（必要なlatency, throughput等を満たすか？）
 - Political（international & inter-program 連携可能か？）
- JGN/RISE/StarBEDテストベッド、さらにSINETなど中継ネットワークの関係者の皆様には大変お世話になりました、ありがとうございました。今後もよろしく願います。