

# テストベッドの海外連携について

五十嵐 和美\*, 永田 晃\*\*, 岡本 洋平\*\*,  
柴田 将拡\*, 光来 健一\*, 鶴 正人\*

\* 九州工業大学, \*\*株式会社 iD

Session CNERT-S1

## Session 1, Experimentation Enabling Capabilities

Conference 12:30 PM — 2:00 PM EDT  
Local May 21 Sun, 1:30 AM — 3:00 AM JST

**Efficient VM migration for multiple destination sites across a Japan-US OpenFlow testbed**

Kazumi Igarashi; Akira Nagata; Yohei Okamoto; Masahiro Shibata; Kenichi Kourai; Masato Tsuru

Abstract Paper Slides Video  
Speaker Virtual 0 Upvote

# 研究プロジェクト

## ●RECN (Resilient Edge Cloud Designed Network) Project

- 国際プロジェクト (NICTとNSF)

- 2018年～2021年度

- 国際共同研究

- CCNY (The City College of The City University of New York)
- 九州工業大学

- JGN国際回線を利用した実証実験の実施

1. IDS with distributed VM(Virtual Machine) introspection[2]
2. A blockchain-based cooperative IDS[3]
3. A one-to-many file transfer system using the OpenFlow technology[4]

[2] H. Huseynov, T. Saadawi, K. Kourai, "Hardening the Security of Mobile Edge Computing through Bio-inspired VM Introspection," Big Data and Cognitive Computing, MDPI, vol.5(4), article number 52, 21 pages, 2021.

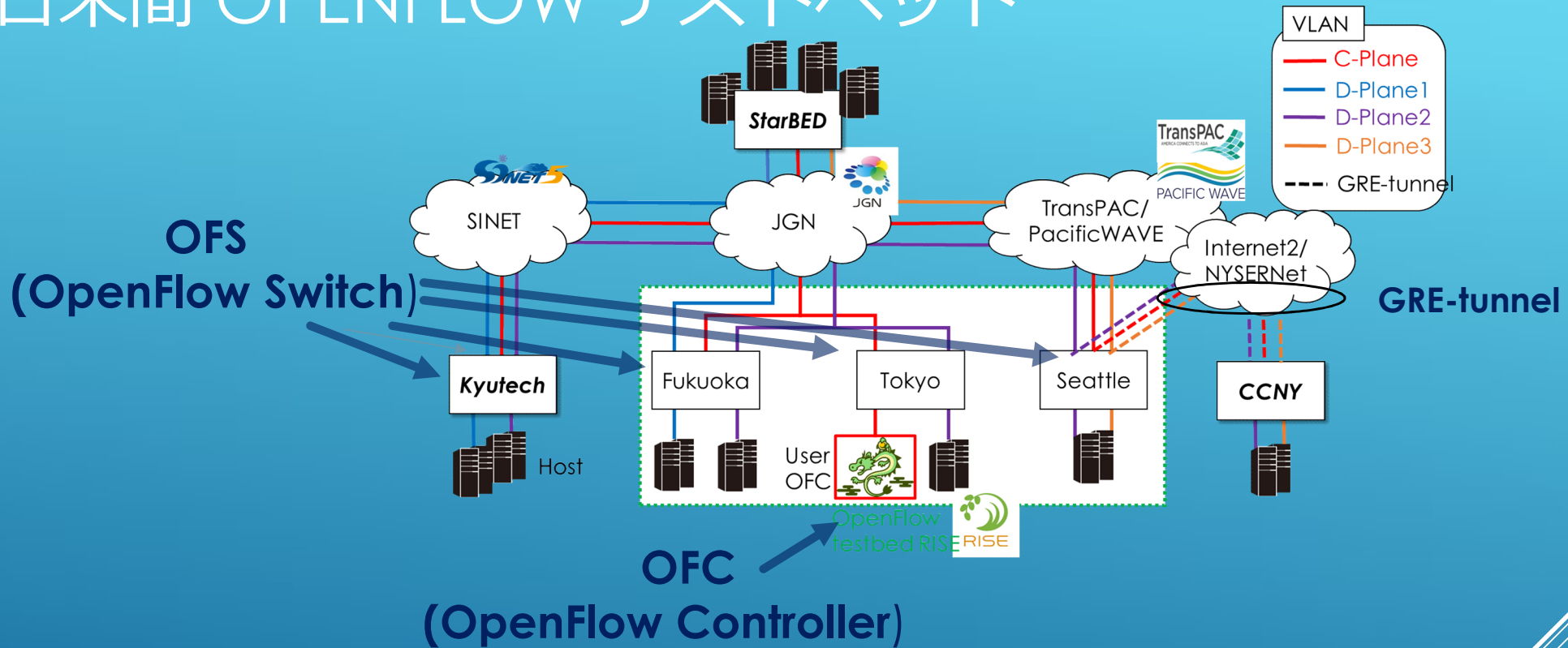
[3] O. Ajayi, T. Saadawi, H. Huseynov, M. Tsuru, K. Kourai, "Transpacific Testbed for Real-Time Experimentation," Proc. IEEE Workshop on Satellite and Non-Terrestrial Networks, 5G World Forum, pp.505-510, 2021.

[4] M. Kurata, M. Shibata, M. Tsuru, "Coded-MPMC: One-to-Many Transfer Using Multipath Multicast With Sender Coding," IEEE Access, vol.9, pp. 49292-49307, 2021.

# OUTLINE

- テストベッド (日米間 OpenFlow テストベッド)
- 実験内容
  - テストベッド上でのVM (Virtual Machine) マイグレーション
- まとめ

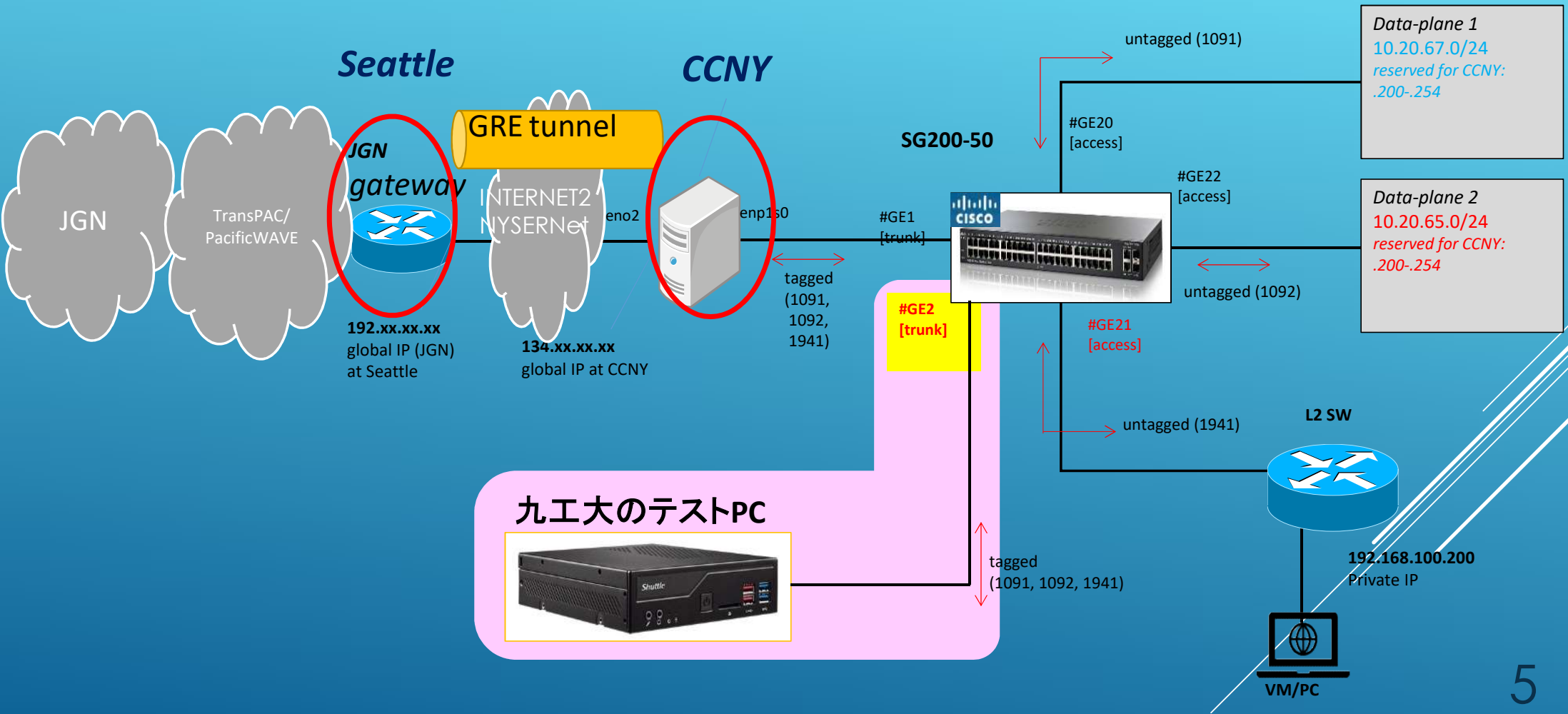
# 日米間 OPENFLOW テストベッド



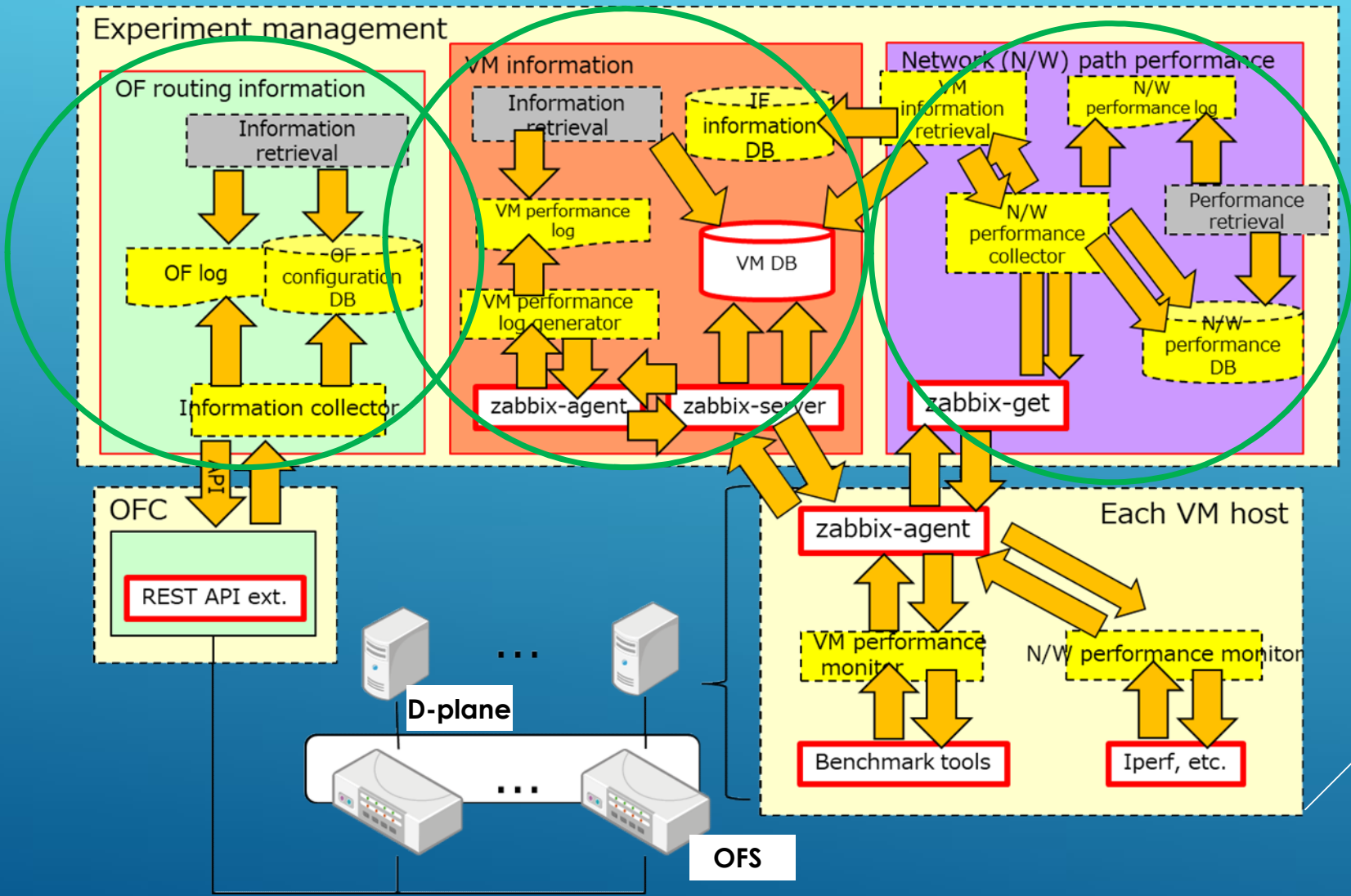
テストベッドの必須要件:

1. グローバルに分散した多数のVMを持つ高速ネットワーク(ex. JGN)
2. セキュリティと再現性を実現するため、インターネットからの分離 4
3. 管理機能とモニタリング機能の実現

# U.Sサイドのネットワーク設定



# テストベッド実験管理システム



# OUTLINE

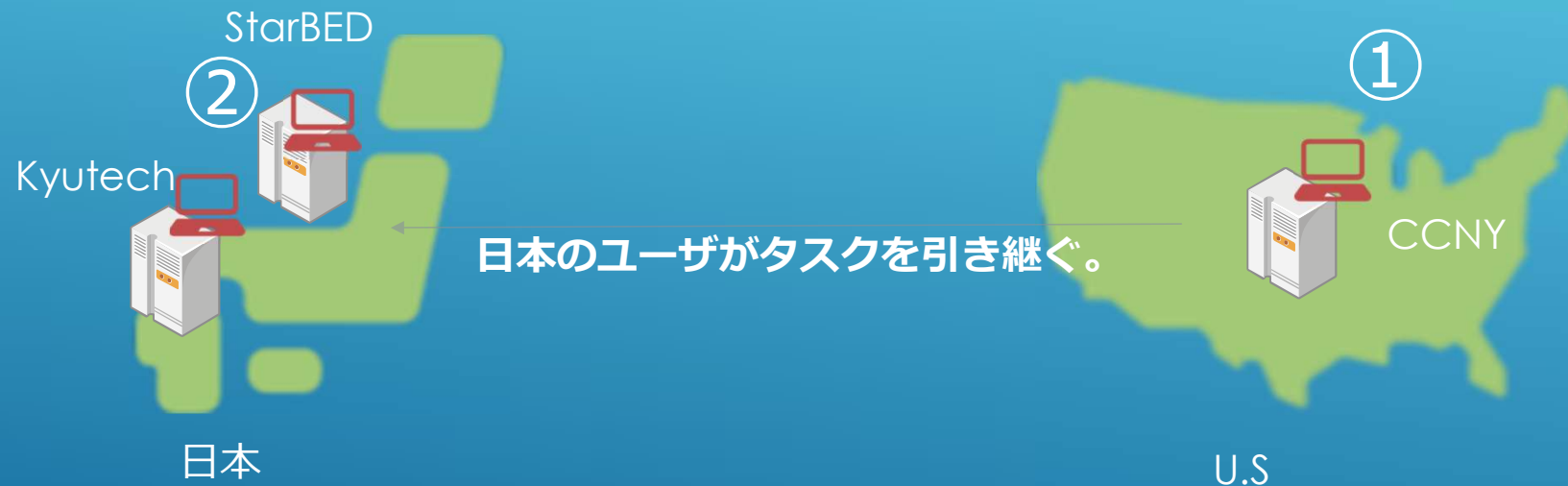
- テストベッド (日米間 OpenFlow テストベッド)
- 実験内容
  - テストベッド上でのVM (Virtual Machine) マイグレーション
- まとめ

# 長距離 1対多 接続環境における VM マイグレーション

- VM (Virtual Machine) マイグレーション

- シナリオ: 地理的に分散したユーザの共同作業

- ① CCNYのユーザが、delay-sensitiveなタスクを実施。
- ② 日本側のユーザ (九工大 or StarBED) がこれらのタスクを引き継ぐ。



課題：

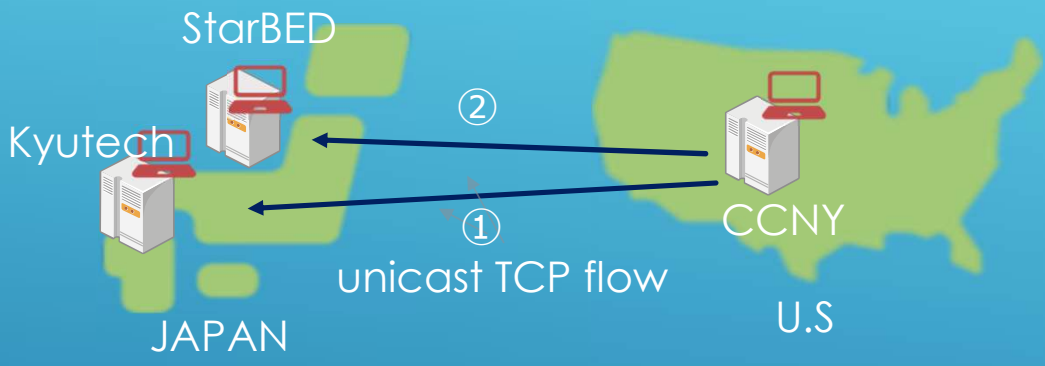
日米間で大きなサイズのVMファイルを複数のサイトに送るには？

⇒ **multicast**



# VM マイグレーション

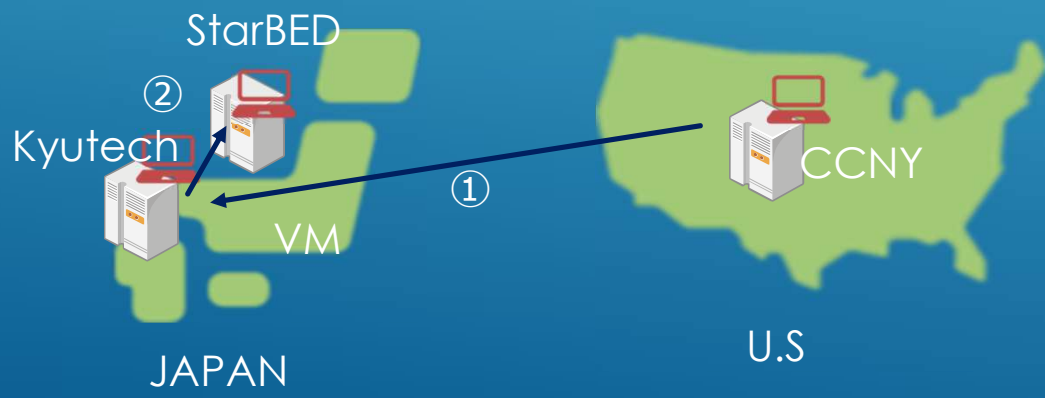
## (1) duplicate migration



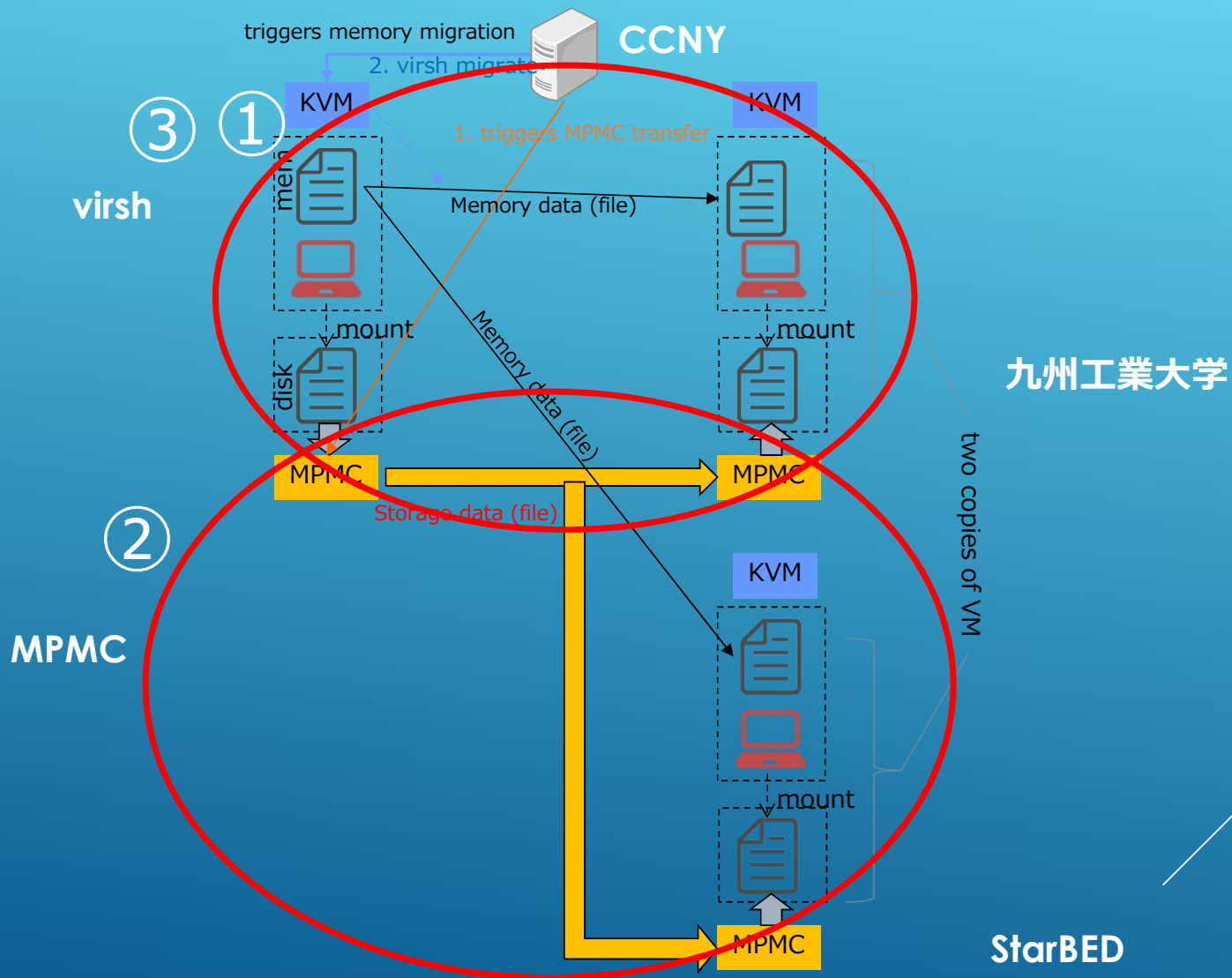
## (3) multicast-mannered migration



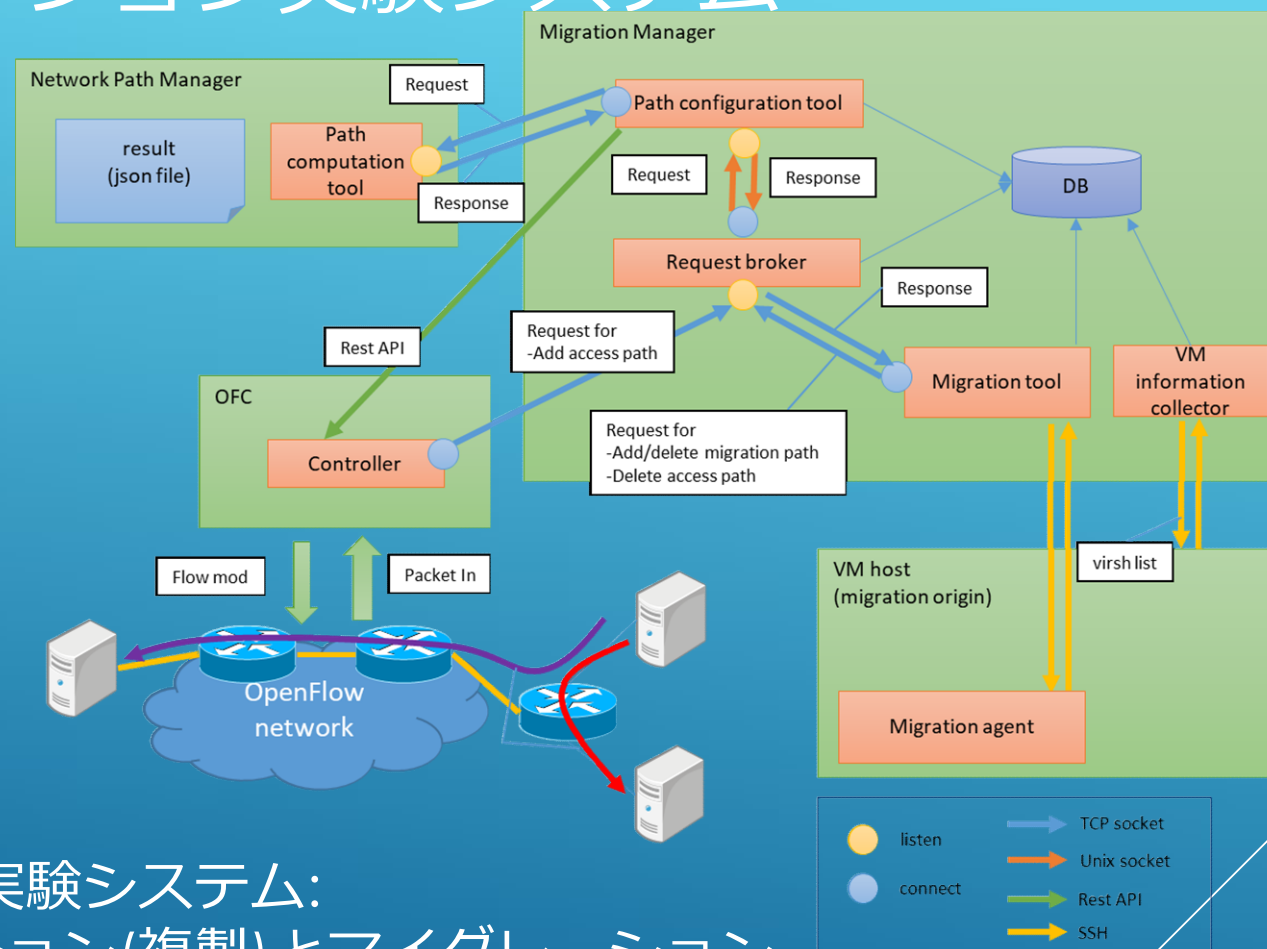
## (2) cascade migration



# MULTICAST-MANNERED MIGRATION



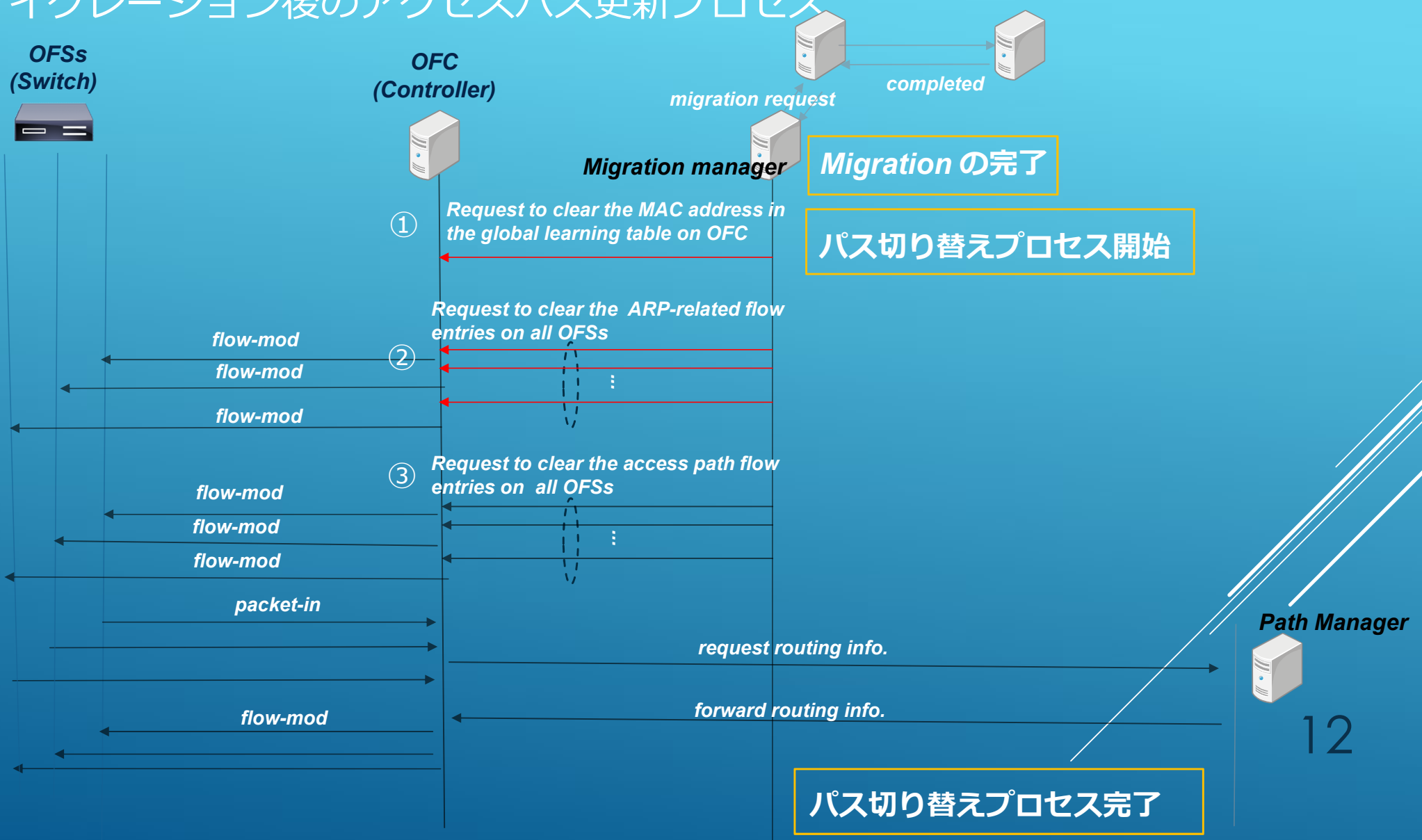
# VM マイグレーション実験システム



VM マイグレーション実験システム:

- VM レプリケーション(複製)とマイグレーション
- VM レプリケーションとマイグレーションのための ネットワークルーティング
- マイグレーションされたVMへアクセスするためのネットワーク・ルーティング

# VMマイグレーション後のアクセスパス更新プロセス



# ネットワークパス特性



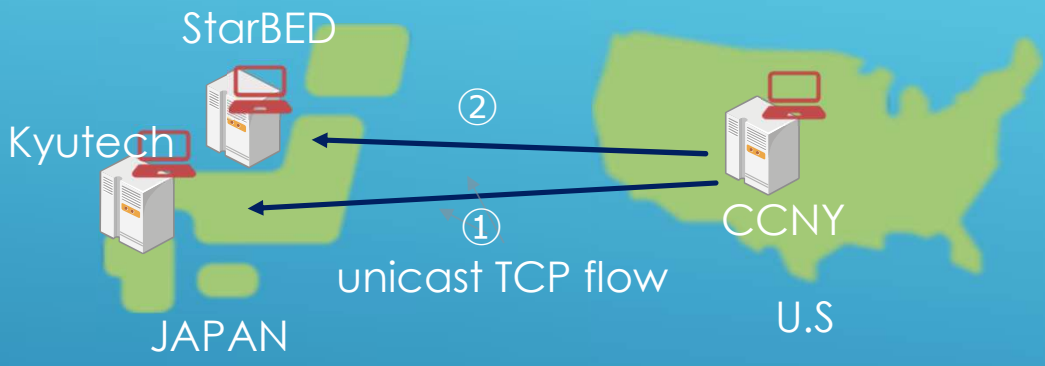
- VM ファイルサイズ: 16[GB]
- 性能指標: elapsed time of VM Migration
- パス特性

section	RTT [ms]	UDP [Mbps]	TCP [Mbps]
CCNY-Kyutech	177/177/177	85/85/85	68.3/61.1/66.3
CCNY-StarBED	194/194/194	85/85/85	77.0/59.8/70.6
Kyutech-StarBED	18/17.9/17.9	950/950/950	806/802/803.5

( max/min/ave )

# VM マイグレーション

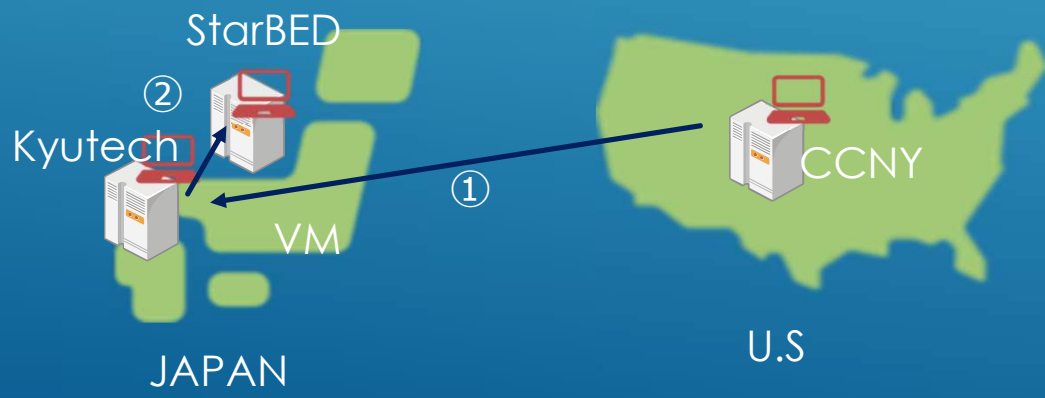
## (1) duplicate migration



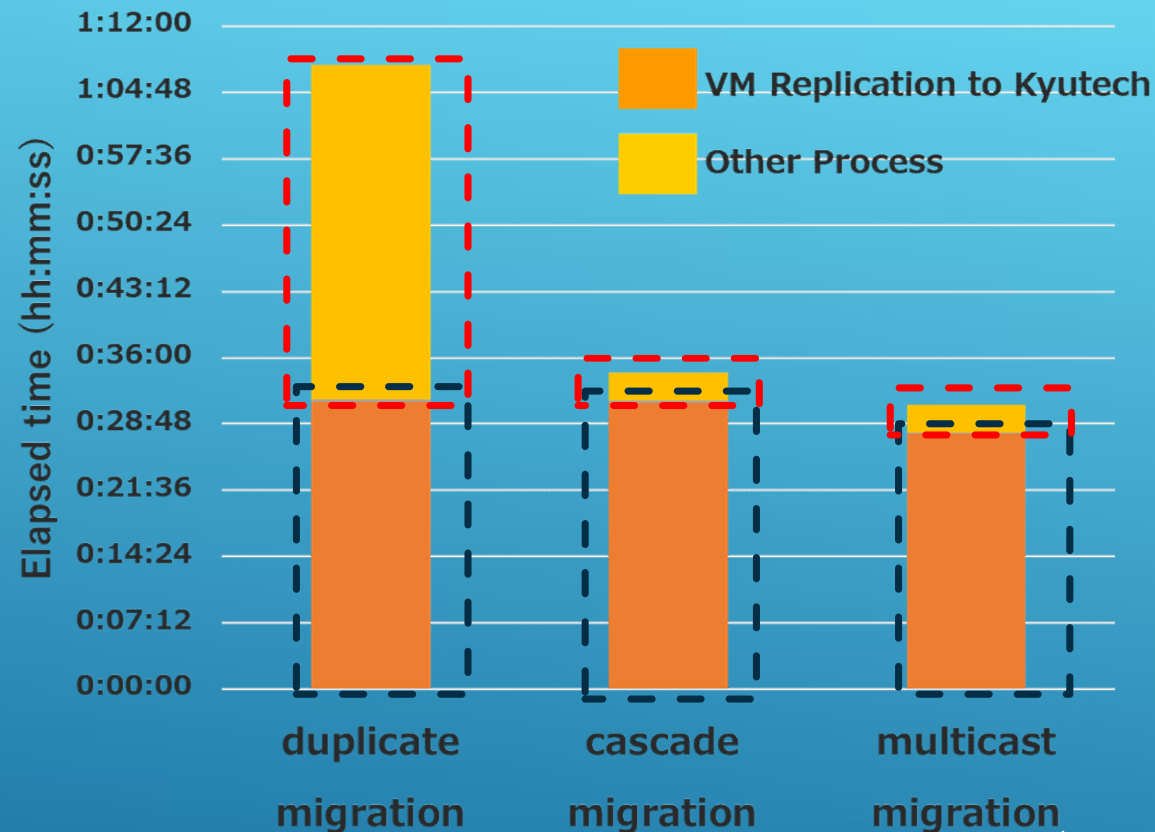
## (3) multicast-mannered migration



## (2) cascade migration

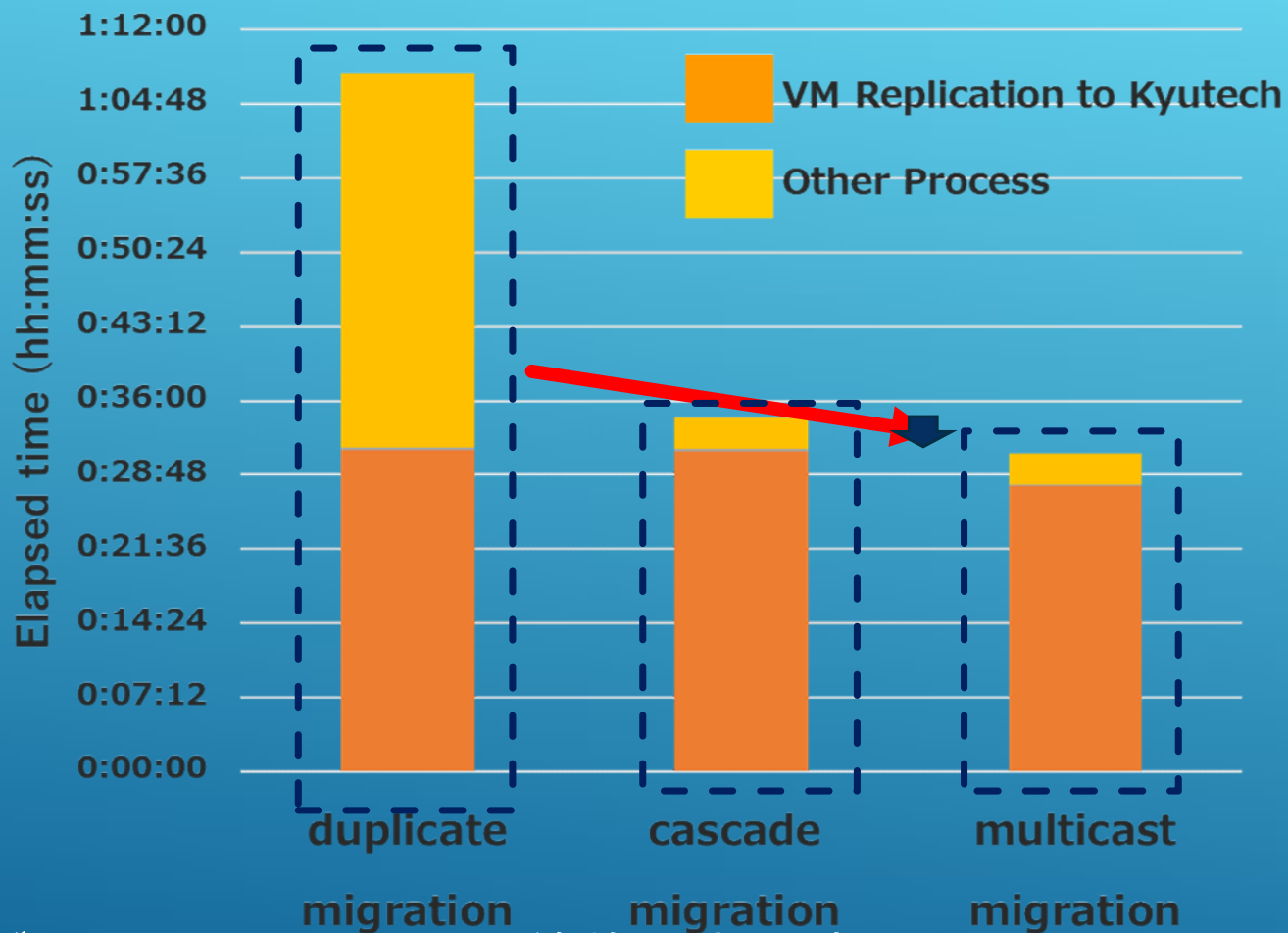


# 実験結果



- オレンジ :Kyutechへの VM 複製完了時間 (ファイルサイズ/転送速度)
- 黄色
  - duplication: CCNY -> StarBED (VM 複製 + memory マイグレーション)
  - cascade: Kyutech -> StarBED (VM 複製 + memory マイグレーション)
  - multicast: CCNY -> Kyutech (memory マイグレーション)

# 実験結果



- 合計時間が VM Migration の最終的な完了時間  
duplicate migration >> cascade migration, multicast migration



# OUTLINE

- テストベッド (日米間 OpenFlow テストベッド)
- 実験内容
  - テストベッド上でのVM (Virtual Machine) マイグレーション
- まとめ

# LESSONS LEARNED

日米間テストベッドを利用した実験の実施：

- インターネットからVMにソフトウェアをインストールする必要がある。
- 複数のネットワークにまたがるOpenFlowやマルチキャスト特有のトラブル：
  - igmpv3 ブロッキング
  - OpenFlow バージョンの一貫性
  - 設定ミスによるルーティンググループ

## まとめ

- 日米Openflowテストベッドを利用した 1:多 複数拠点間の VMマイグレーション実験に成功
  - グローバルに分散した複数のVM
  - インターネットから分離管理
  - 管理・監視機能の利用

# まとめ

- グローバルテストベッドネットワークは、複数の国際的な研究機関との協力を通じて実現されている。

B. Meade, H. Addleman, "Routing, Buffers, and Network Performance, Oh my," Training Workshop, University of South Carolina Programmable Networks Training, February 23, 2022.

## Packet Loss Example - CCNY to Kyutech Troubleshooting

Used perfSONAR nodes along the path to test to closest open node available at MAN LAN

- 3rd Party ad hoc pS testing crucial

Nodes located at

- APAN/Tokyo
- TransPAC/Seattle
- Internet2/Chicago
- NEAAR/ManLan



Testing to NYC showed good performance and no packet loss- indicating problem was likely within CCNY



## Packet Loss Example: CCNY to Kyutech Final Results

- CCNY replaced an old security appliance.
- CCNY/JGN GRE tunnel shows consistent, symmetric performance
- JGN -> CCNY (TCP)
  - No packet loss
  - 80Mbps throughput
- CCNY -> JGN (TCP)
  - **No packet loss**
  - 85Mbps throughput
  - **10-fold improvement**



- ネットワークとテストベッドの運営関係者の皆様に感謝いたします。 20