

高信頼設計エッジ・クラウド・ネットワークの 研究開発

第1回ユーザ連携・循環進化検討タスクフォース

2021年8月23日 九州工業大学·情報工学研究院 鶴 正人



- ◆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
- ◆RECNにおけるJGN/RISE/StarBED/米国を 結んだ統合実験環境の試み
 - テストベッド構築
 - テストベッド利用実験例
 - 今後の展望・要望

九工大とCCNY



- ◆ ニューヨーク市立大シティ校: CCNY (City College of The City University of New York, or 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。
 - - 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
 - ・ 九工大の教員がCCNYへリモート講義

エッジコンピューティング(の基盤)技術

- ◆広域分散システム
 - 中央クラウドとエッジクラウドの連携
 - 水平または階層エッジクラウド間の連携
- ◆1エッジクラウドシステム
 - 異種計算資源の把握・割当て
 - アクセスネットワークとの連携
 - クラウドセキュティ
- ◆ユーザ端末(UE)とエッジシステム
 - アクセスネットワーク(5G、Wi-Fi、LAN)
 - エンドツーエンドスライス
 - エッジ間ハンドオーバ
 - 端末セキュリティ

研究開発全体の要旨



Kyushu Institute of Technology

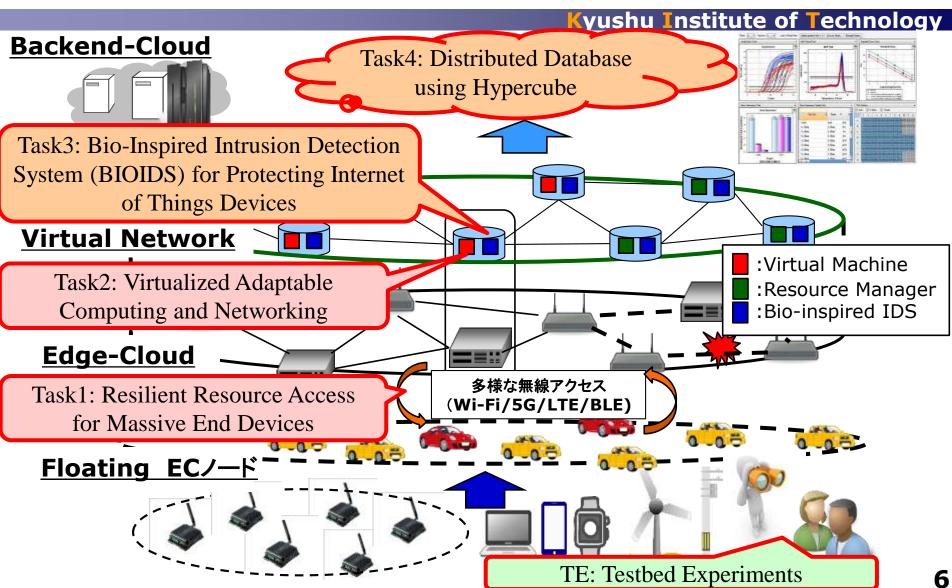
- ◆「スマートコミュニティを支える高信頼ネットワーク構成技術」
 - http://www.nict.go.jp/press/2018/09/03-1.html
 - NICT/NSFØJapan-US Networking Opportunity 2 (JUNO2)
 - 2018年9月から2021年8月の3年間の委託研究4件

◆研究開発技術

- 1. 多数・多様なIoT 端末を収容する無線アクセスと分散配置エッジ ノードとの連携技術
- 2. 分散配エッジ+中央クラウドでの計算やネットワークの仮想化技術
- 3. IoT 端末を考慮した分散型セキュリティ基盤技術
- 4. エッジノード上に構築される高効率分散データベース技術
- ⇒ Resilient Edge Cloud Network(RECN)
 - https://tsuka-lab.cse.kyutech.ac.jp/?page_id=132
- ◆日米広域統合テストベッドを用いた実証実験

課題構成





技術概要: Task1

Resilient Resource Access for Massive End Devices



Kyushu Institute of Technology

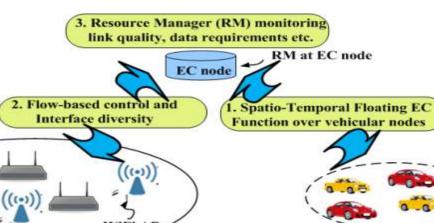
- ◆ IoTアプリケーション/サービス固有のQoS要件を満たすために、 (フローティング) ECノード、エンドデバイス、BCの全ての計算資 源と通信帯域資源を管理するリソースマネージャ (RM)
- 無線リンク品質(物理的なデー タレートと伝送遅延)
- データの要件 (VM 数、帯域幅、 許容可能な待機時間等)

を考慮

⇒ 情報を滞留させる技術や SDN(OpenFlow)技術を 効果的に活用する

※COSMOS (無線TB) が使えず

StarBED上のエミュレーション等利用



Spatio-Temporal Floating EC node (Sensor/WiFi AP + EC node)





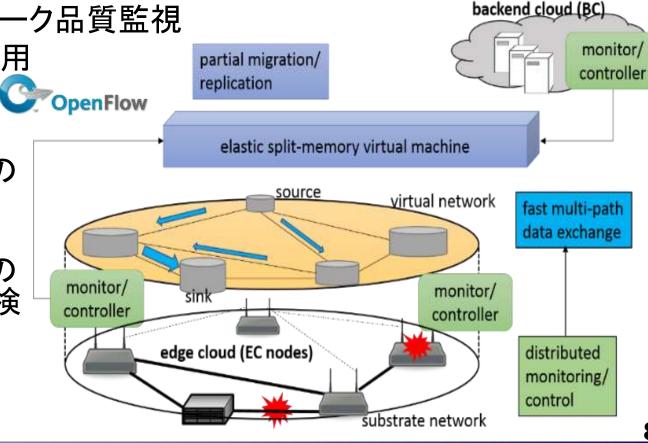
Conventional devices Ultra high dense Sensors

技術概要: Task2

Virtualized Adaptable Computing and Networking



- ◆動的ネットワーク機能
 - 大容量データの1対多・多対多同時高速転送、耐パケットロス仮想リンク
 - 分散型ネットワーク品質監視
 - ⇒ OpenFlow利用
- ◆動的VM機能
 - 分割メモリVMの マイグレーショ ン・複製
 - 分割メモリVMの 内省方式異常検 知・回復



技術概要: Task3とTask4



- ◆Task3:BioIDS for Protecting IoT Devices
 - 人工免疫システムに基づく侵入検知システム(BioIDS)
 - ●自己(=正常)を学習することで非自己(=異常)を検知
- Task4:Distributed Database using Hypercube
 - 分散データベースの処理を効率化するオーバレイネットワーク 構造(例: Hypercube)
 - ●実トポロジーやノード参加・離脱時の動的マッピング



- ◆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
- ◆RECNにおけるJGN/RISE/StarBED/米国を 結んだ統合実験環境の試み
 - テストベッド構築
 - テストベッド利用実験例
 - 今後の展望・要望

広域統合Testbed(TB)環境



Kyushu Institute of Technology

- ◆日米広域統合テストベッド
 - Kyutech+StarBED+RISE+CCNY

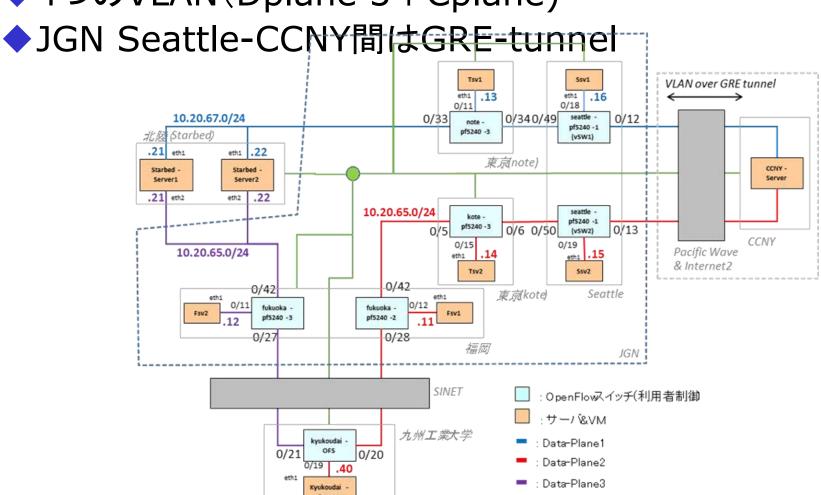
COSMOSはCOVID-19による構築遅れで間に合わず C-Plane D-Plane1 D-Plane2 TransPAC D-Plane3 Swet --- GRE-tunnel TransPAC/ SINET **JGN PacificWAVE** Internet2/ **NYSERNet** Under construction... Fukuoka Tokyo Seattle Kyutech CCNY Columbia User Host COSMOS OpenFlow testbed RISERISE

広域統合TBのネットワーク



Kyushu Institute of Technology

◆4つのVLAN(Dplane 3+Cplane)



: C&M+Plane

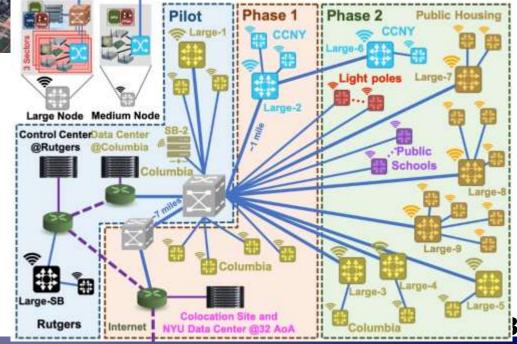
COSMOS (計画)

K

- Cloud Enhanced Open Software Defined Mobile Wireless Testbed for City-Scale Deployment
- ◆ 北マンハッタン地区に光 ファイババックボーン、50 のソフトウェア無線ノード、 エッジクラウドノードを置く
- ◆ Rutgers大, Columbia大, NYU, ニューヨーク市, CCNY, Arizona大, Silicon Harlem, and IBM

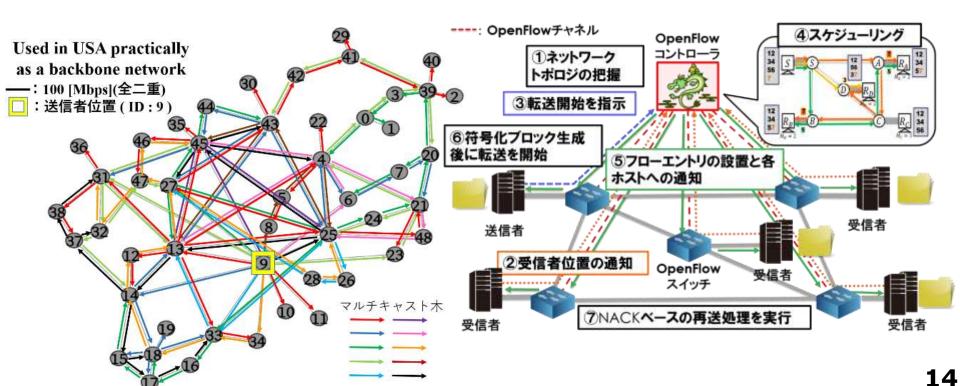
https://www.cosmos-lab.org/





要素技術例:1対多高速ファイル転送

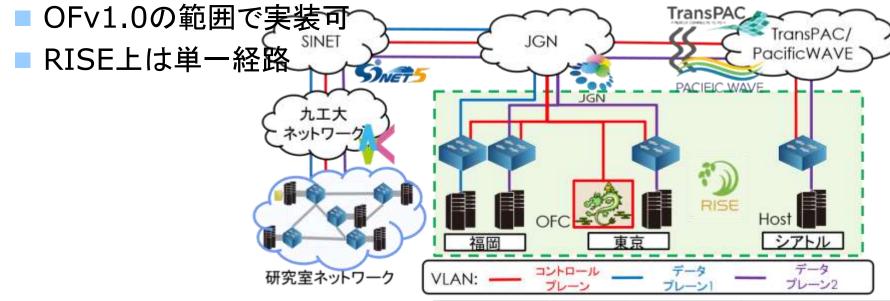
- ◆ 1対多高速ファイル転送のための複数経路マルチキャスト技術
 - 送信者符号化と複数の辺素なマルチキャスト木により全受信者が 各自の受信完了時間を最小化できる枠組
 - シミュレーションとOpenFlowによる試作



要素技術実験例(1)



- ◆ 1対多ファイル転送(送信者符号化複数経路マルチキャスト)
 - RISE上で1送信者(九工大)から9受信者(日米)へ

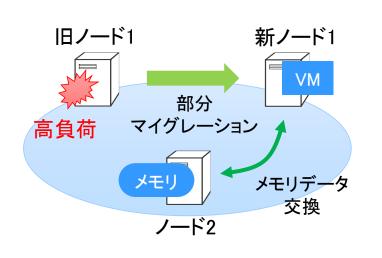


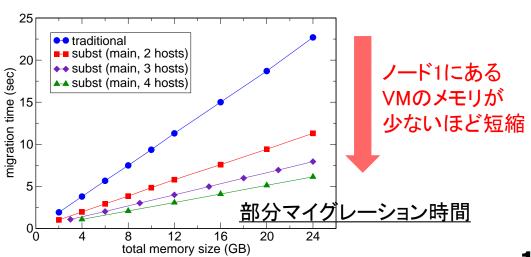
研究室ネットワーク	研究室ネットワーク RISE				研究室ネットワーク					RISE			
S A	F	〇:OpenFlowスイッチ		受信者	R_A	R_B	RC	R_D	RE	R_F	R_G	R_H	R_I
送信者 ファイル長:		-: 100 [Mbps](全二重)		取得完了時間の 理論最小値 [s]	4.67	4.67	3.11	4.67	9.34	9.34	9.34	9.34	9.34
104 [MB] B CBR:	福岡	東京	シアトル	実験値 [s] (パケットロスなし)	4.71	4.71	3.14	4.71	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
90[Mbps]			Section Page 1	実験値 [s] (パケットロスあり)	4.71	4.71	3.14	4.71	9.50	10.21	10.21	10.22	15

要素技術例:高速分割メモリVM



- ◆ 分割メモリVMの柔軟な部分マイグレーション
 - 分割メモリVM: VMのメモリを複数ノードに配置して大容量化
 - 従来のようにVM全体を別のノード群に移動させると時間がかかる
 - 複数ノードの内、高負荷ノードだけを別のノードに効率よく置き換え
- ◆ VMマイグレーションと分割メモリVMにおける通信を最適化
 - VM内のシステムが使用していないメモリ領域を転送しない

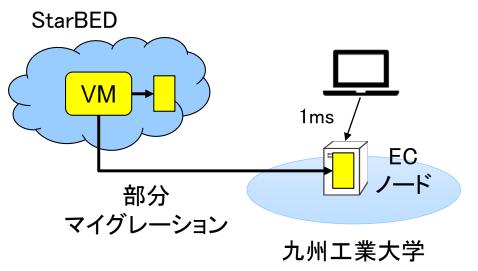


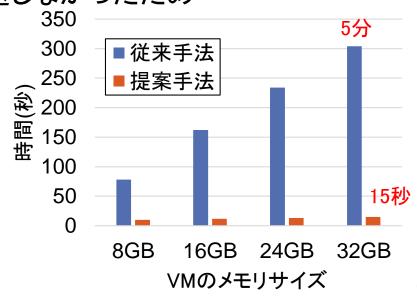


要素技術実験例(2)



- ◆ 応答性向上のためにVMをエッジクラウドにマイグレーション
 - StarBEDのVMのメモリの半分だけをエッジクラウドに転送
 - ベアメタルのPCを借り、Ubuntu+KVM等改造
- ◆提案手法はマイグレーション時間を大幅に短縮可能
 - VMのメモリの半分をStarBED内に残したため
 - VMが使用していないメモリを転送しなかったため





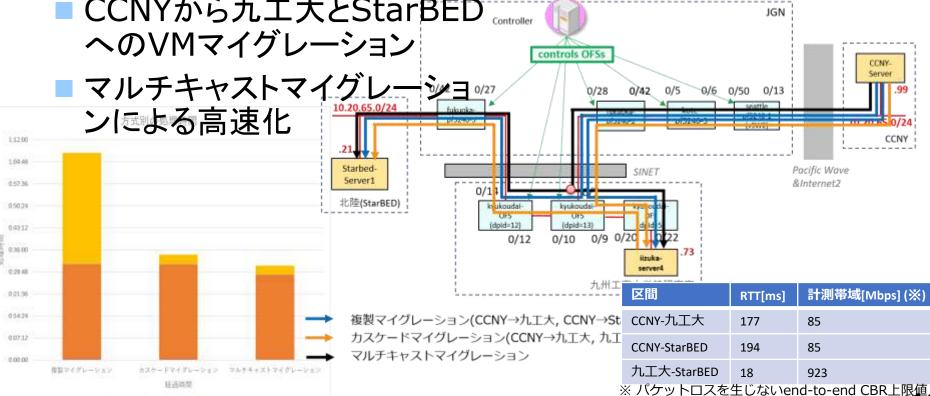
実証実験例

*AFT+SI *BESI *CED+SI *DESI



- ◆エッジクラウド仮想作業環境
 - CCNYの研究者が日本に出 張してどこでも即座に作業可

■ CCNYから九工大とStarBED Controller



by iperf (udp)

TB実験で困ったこと



- ◆複数N/W(特に日米)にまたがるVLAN構築
 - ■ポシリーやVLANid変換調整
 - ■JGNSeattle-CCNY間は断念しGRE-tunnel
- ◆機能や資源の制約(JGN/RISE/StarBED)
 - ■デフォルトでは使えないものも(例:perFlowmeter)
 - ■変更できる場合も各種設定のお願いが必要(例:裏 の管理用Flowtable)
 - ■セキュリティやユーザ間公平とのトレードオフ
 - ■日本は細長く、広域経路制御実験に向かない?
- ◆トラブルシュートや性能チューニング

今後の展望・要望



Kyushu Institute of Technology

- ◆基盤技術のためのTB利用はアプリケーション技術 のための利用とは使い方やカスタマイズが異なる
 - 基盤技術開発はインターネットではできない(TB必要)
 - スイッチをいじる仕組み: P4技術など
 - ■トラブルシュート等のための詳細情報取得API
 - ■背景トラヒックを流す仕組み
- ◆引き続きテストベッド上の広域実験を進めたい
 - StarBEDとCOSMOS (実環境エッジTB)を接続しCCNY と共同実験を目指す
 - ■TB、エミュレーション、シミュレーションの効果的連携?
 - JGN/RISE/StarBED、さらにSINET/Internet2等の中継ネットワーク関係者の皆様にお礼申し上げます。

<u> 20</u>