

研究室紹介

長谷川研究室

説明は11:15から開始します。
本資料は研究室Webページから
ダウンロードできます
<http://www.cn.riec.tohoku.ac.jp/>
トップページ → About



ネットワークアーキテクチャ研究室 (長谷川研究室)

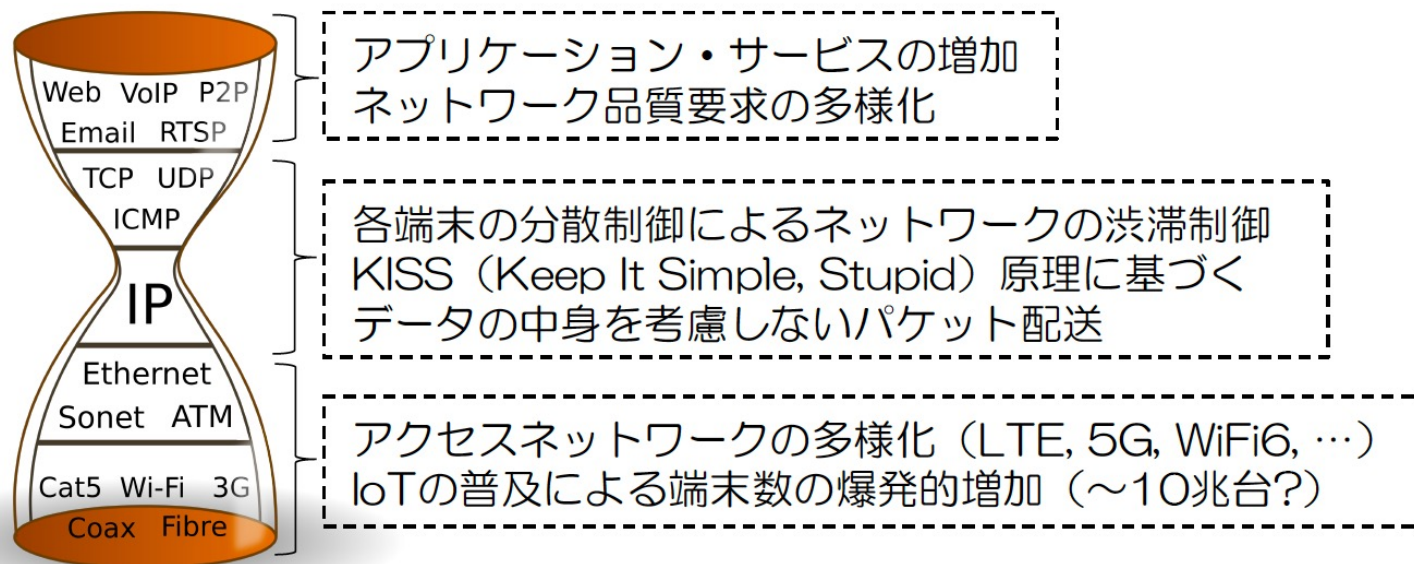
- 発足: 2019年度
- 研究キーワード:
 - 仮想化ネットワークシステム
 - モバイルネットワークアーキテクチャ
 - AI/機械学習を用いたネットワーク制御
 - IoTのためのネットワーク技術
 - 超高速・超多量・低遅延/高信頼ネットワーク技術
 - ...
- 研究室Web:
 - <http://www.cn.riec.tohoku.ac.jp/>
- 連絡先 (質問など):
 - go.hasegawa.a6@tohoku.ac.jp



現在のインターネットの構造とその限界

- インターネットを使うアプリケーションの多様化
- アクセスネットワークの多様化 (高速化、広域化、IoT収容…)
- にもかかわらず、この2つを結び付けるインターネット (=TCP/IP) そのものは40年以上、基本的な姿が変わっていない

現在のインターネットのプロトコル構成



根幹であるTCP/IPが、上位層アプリケーション、下位層ネットワークの革新についていけない

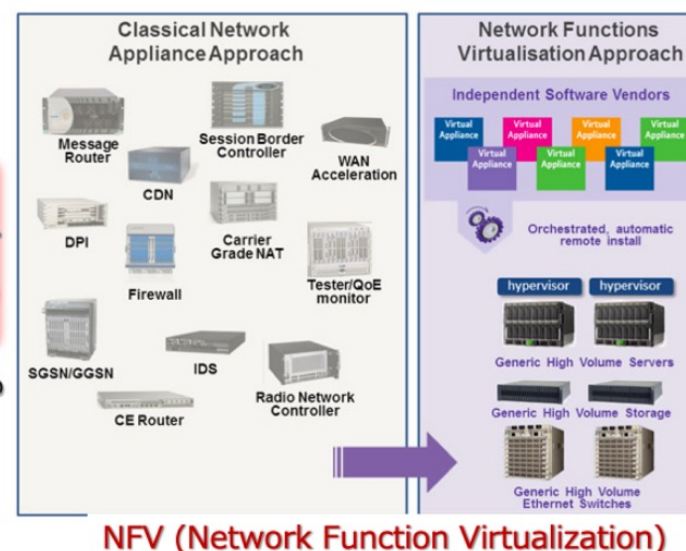


アーキテクチャの限界

仮想化技術とそのポテンシャル、研究目的

- サーバ、ネットワーク機器の、専用ハードウェア実装から汎用コンピュータ上のソフトウェア実装への移行
 - 汎用コンピュータさえあれば、サーバやネットワーク処理をどこでも実行でき、いつでも変更できる
- 以前とは段違いの自由度

サーバ・ネットワークの仮想化技術

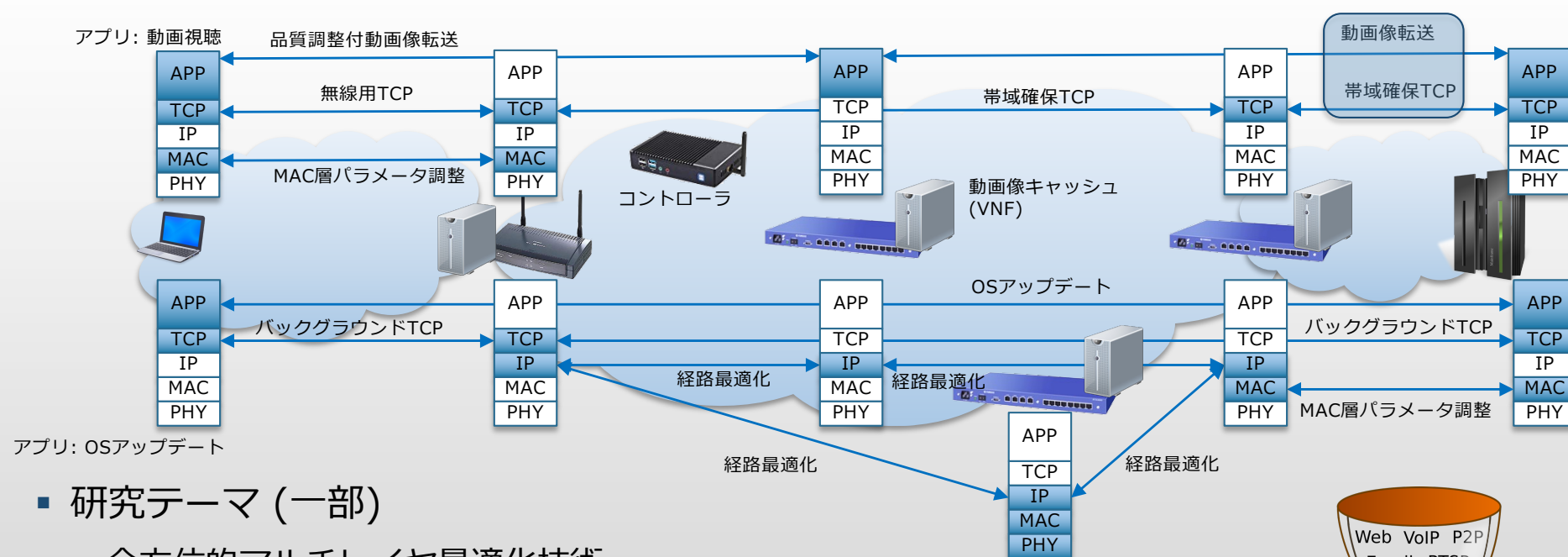


仮想化によってもたらされる「自由度」を活用して、ネットワーク構成の動的な最適化が可能となる

研究目的：ネットワークアーキテクチャを根本から刷新し、将来的に登場する様々なネットワーク技術に対応し、かつ多種多様でアプリケーション・サービスを効率的に収容できる、仮想化技術に基づく革新的なネットワークアーキテクチャを確立する

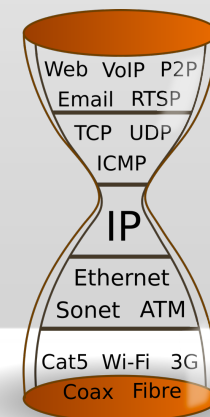
既存のインターネットを刷新するネットワークアーキテクチャを目指して

- 目標: ネットワークサービス最適化のための、仮想化技術を前提とした新しいネットワークアーキテクチャの確立



■ 研究テーマ (一部)

- 全方位的マルチレイヤ最適化技術
- 超広域ネットワークの性能解析・評価手法
- プロトコル設定・リソース調停のためのグローバルなプロトコル
- 段階的な導入シナリオ
- プロトコル階層構造の根本的な見直し



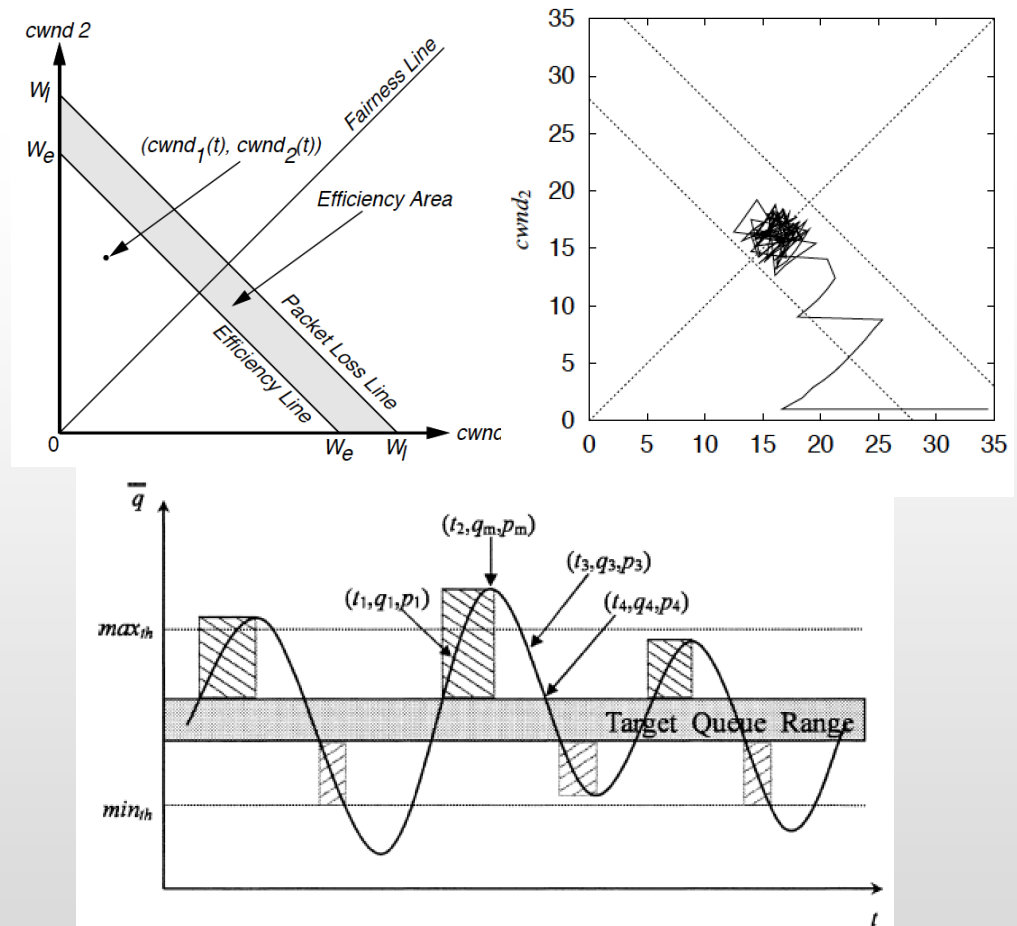
インターネット輻輳制御機構に関する研究

■ インターネット輻輳制御とは

- Black-boxed architecture
- PC、サーバ、スマホなどの端末がネットワークの輻輳状態を推定し、転送速度を自律分散的に調整
- インターネット誕生後40年あまり研究が続けられているが、決定的な手法は今だに皆無

■ 研究例

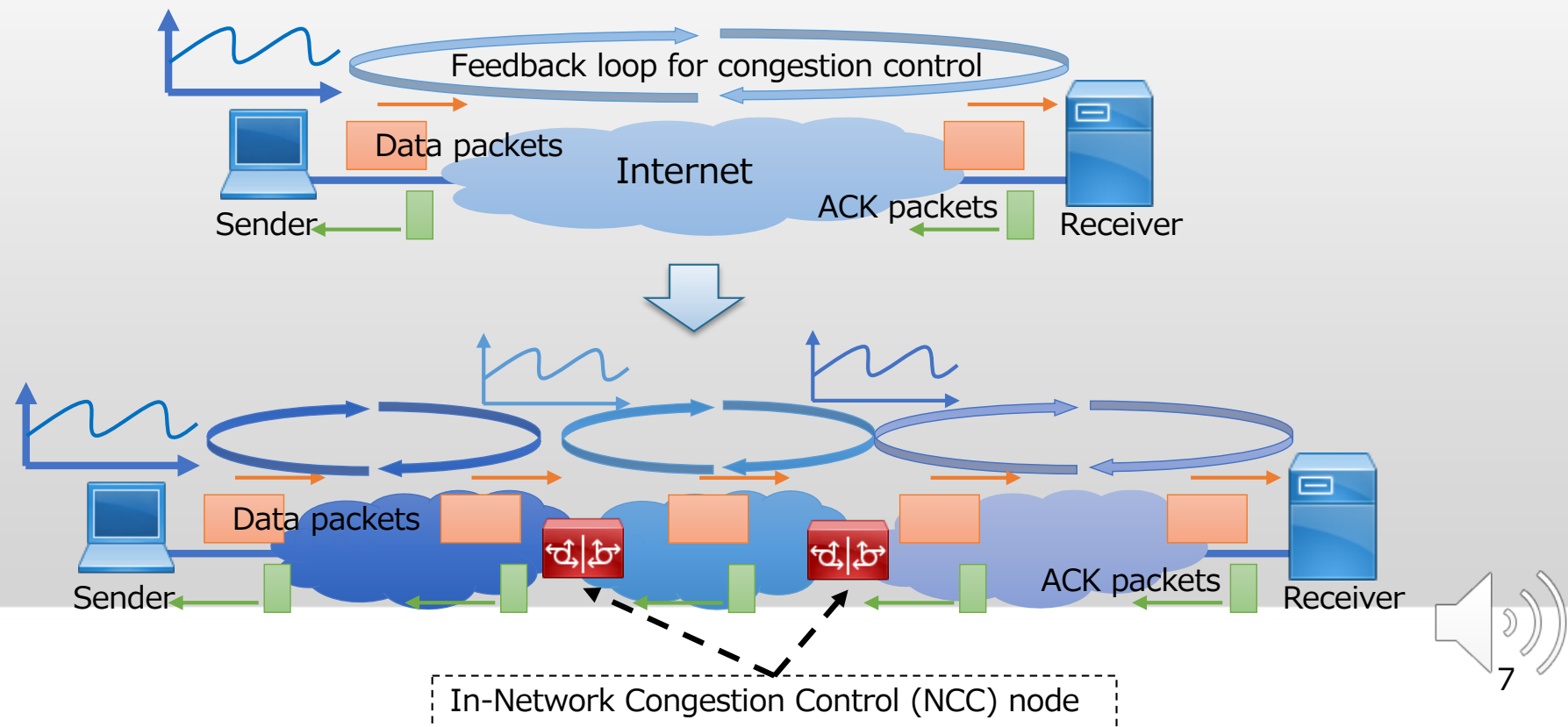
- 輻輳制御へのAI/機械学習の適用
 - 空間的、時間的変動の大きなインターネットでは、1つで万能な輻輳制御は不可能
 - 適用箇所や時間に応じてアルゴリズムを選択・調整し利用する
- In-Network Congestion Control
 - 従来のエンド端末だけで行う輻輳制御から脱却し、ネットワーク内で輻輳制御を行う新しいネットワークアーキテクチャの探求



$$\begin{aligned}
 W_j^i &= \frac{W_j^i}{2} + \frac{1}{\tau_j} \frac{\tau_1 \tau_2}{2(\tau_1 + \tau_2)} W_s \\
 &= \frac{1}{\tau_j} \frac{\tau_1 \tau_2}{2(\tau_1 + \tau_2)} W_s - \left(\frac{1}{2}\right)^{i-1} \left(\frac{1}{\tau_j} \frac{\tau_1 \tau_2}{2(\tau_1 + \tau_2)} W_s - W_j^1 \right)
 \end{aligned}$$

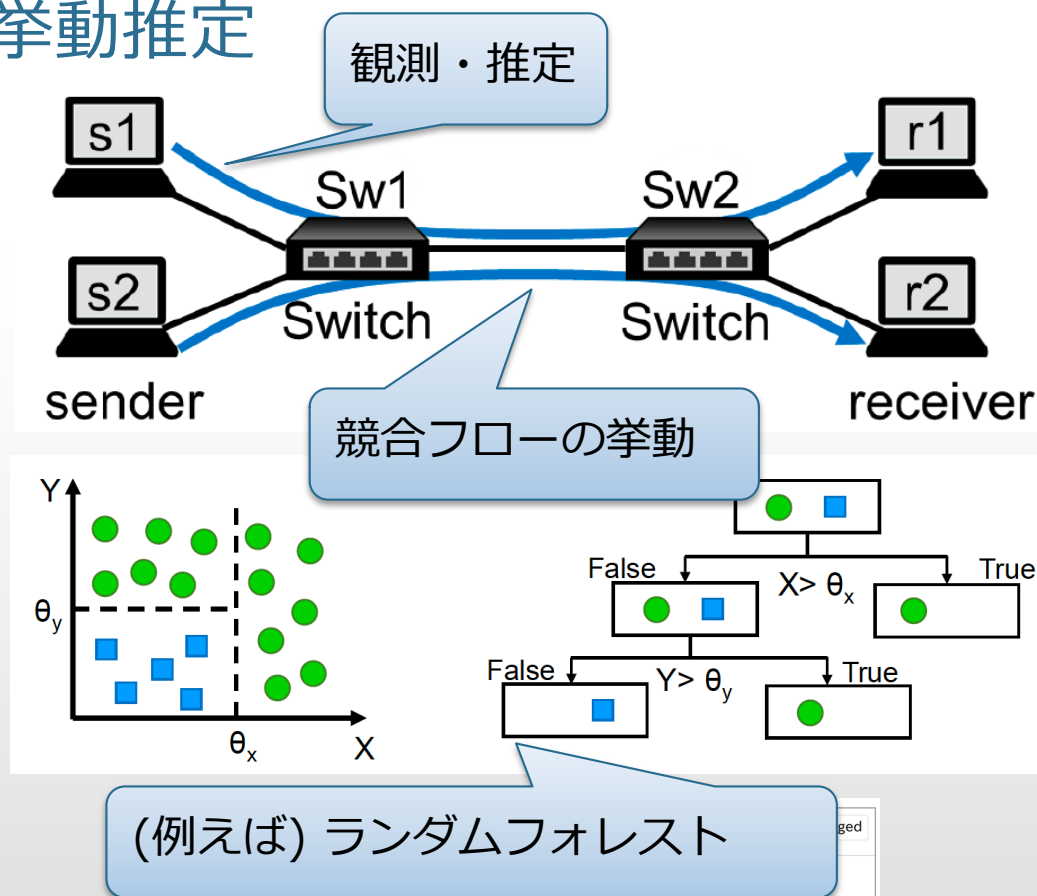
ネットワーク連動型輻輳制御アーキテクチャ

- 従来は送受信端末間で1つである輻輳制御のフィードバックループを、ネットワーク内のノード (in-Network Congestion Control (NCC) ノード) で切断・中継
 - エンド端末間を複数のフィードバックループを用いてデータ転送を行う
- それぞれのフィードバックループで、ネットワーク特性やユーザ要求に応じた輻輳制御アルゴリズムを適用

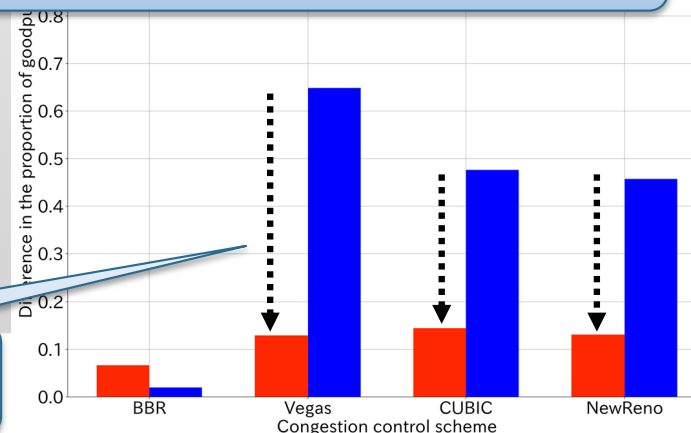


機械学習による競合フローの挙動推定

- 通常は知り得ない、競合関係にある他フローの挙動やネットワーク状態を推定
 - 輻輳制御アルゴリズム、競合しているフローの数、...
- 推定結果に応じて自身の挙動を変更することでフロー性能を改善

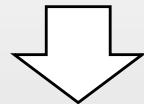


フロー間公平性の改善

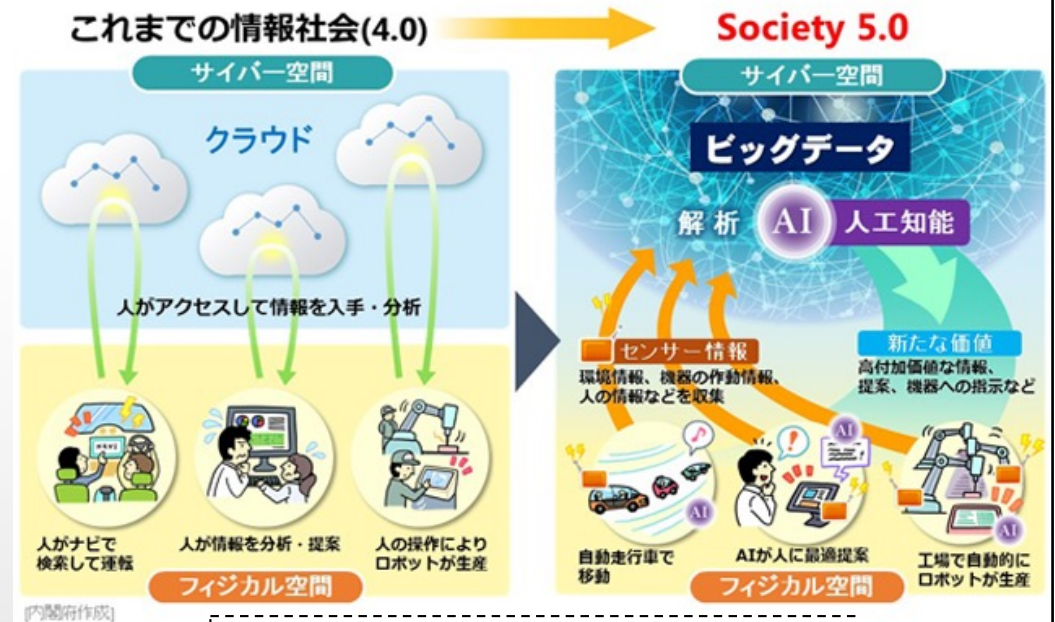


デジタルツイン構築のエネルギー最適化

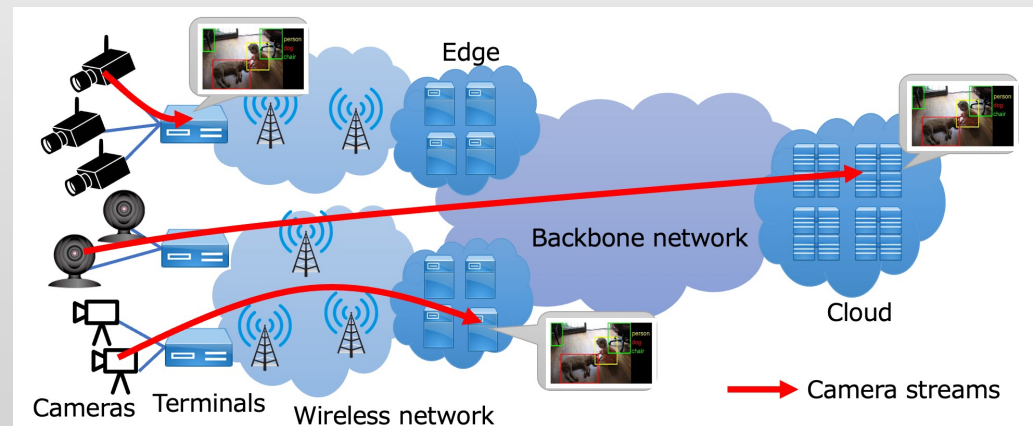
- デジタルツイン: 現実世界であるフィジカルシステムから様々な情報を収集し、サイバーシステムを構築
 - データ量が膨大となり、データ流通のためのネットワーク、データ処理のためのコンピューティング負荷が増大 → ICTインフラのエネルギー消費の増大
- デジタルツイン構築のためのICTインフラ
 - クラウド+エッジ、端末+ネットワーク
 - 最適化性能と計算コストのトレードオフ
 - システム状態の変動に応じた動的な最適化



- 目的: サイバーシステムの構築のためのセンサデータ収集・処理の消費電力最適化
 - エッジクラウド環境を想定
 - カメラからの映像データを処理する場所と処理品質を決定
 - ネットワークの消費電力とデータ処理の消費電力の総和を低減
- 手段: 高速かつ(準)最適な、環境変動に応じたシステム再構成手法
 - ILPソルバと発見的手法の組み合わせにより、解の性能と環境変動への追従性を両立

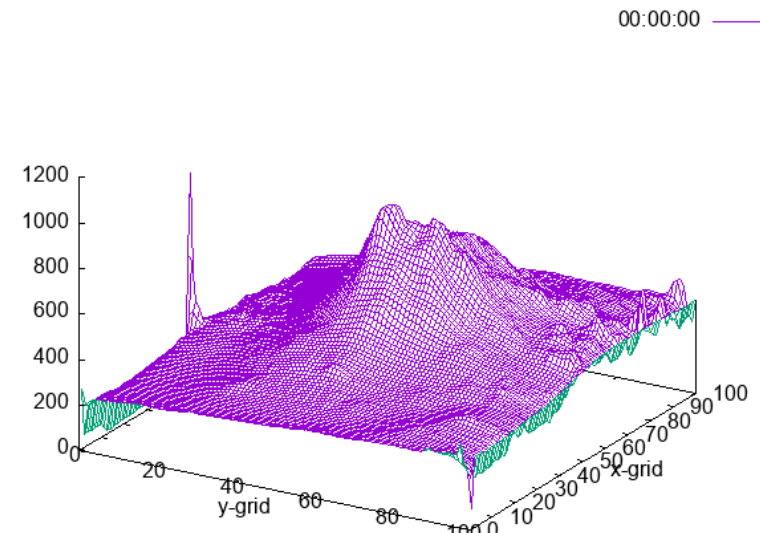
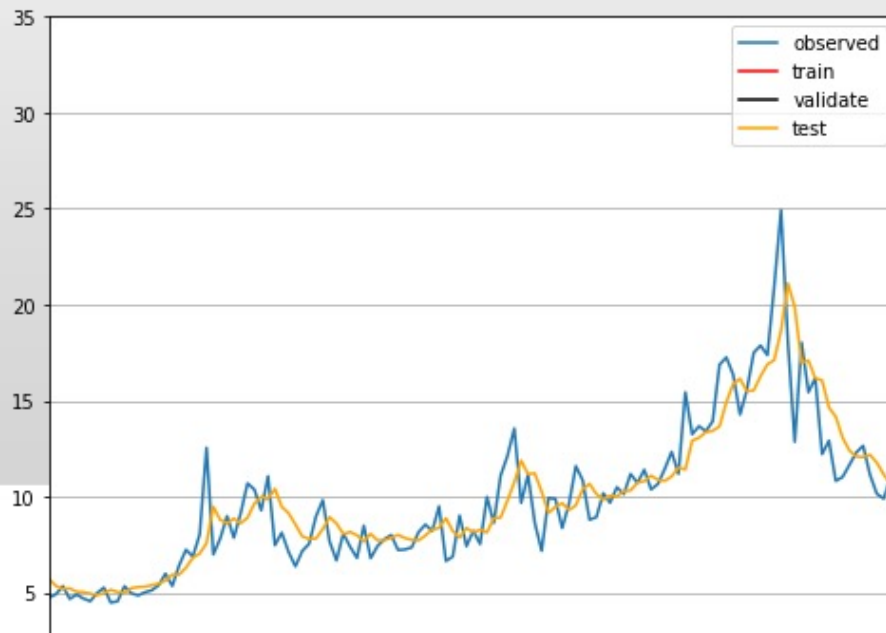
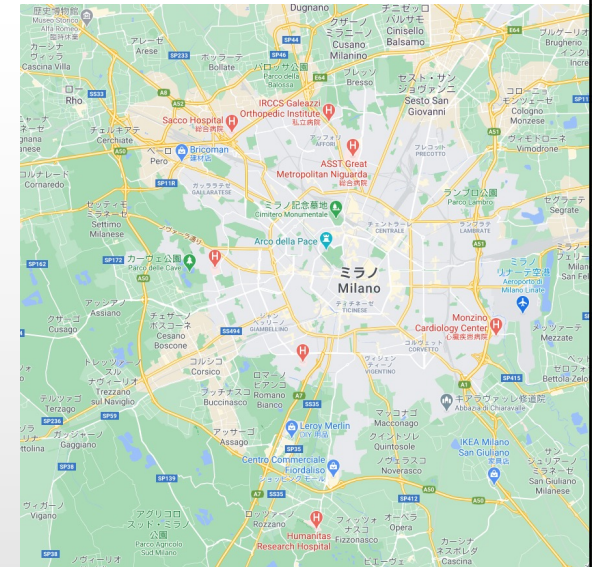


https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/



モバイルトラフィック予測に基づく仮想ネットワーク制御

- 過去のデータを使って将来のトラフィック量を予測し、ネットワークに必要な資源 (帯域、サーバ台数等) を推定
- 推定結果を利用して先回りでネットワーク、サーバ容量を調整する
 - 多種多様なアプリケーションを、省電力、低コストでネットワークに収容



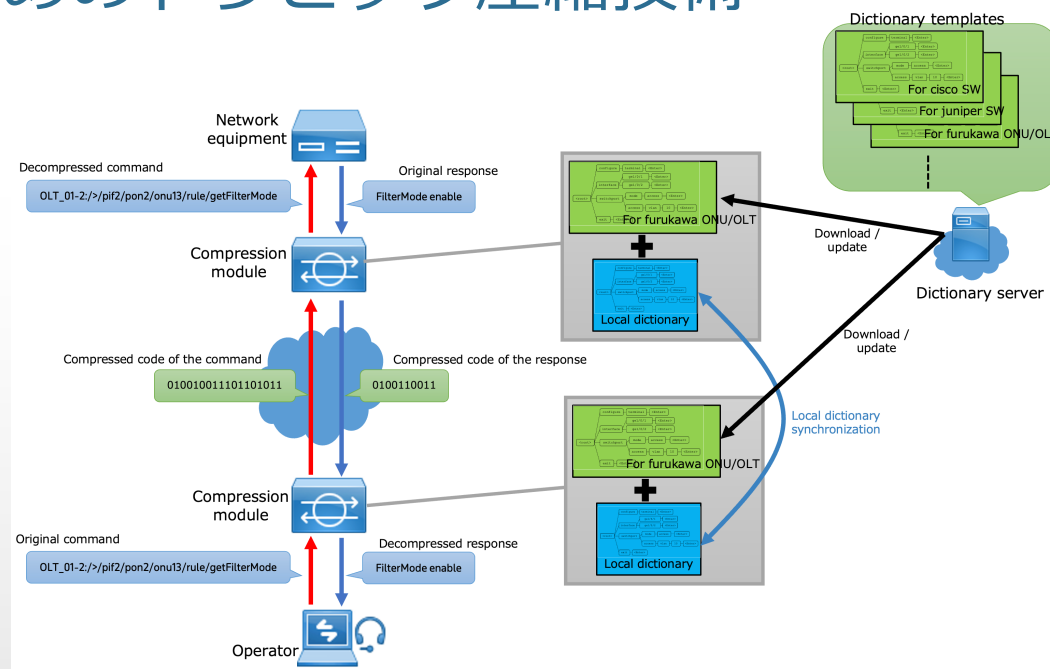
大規模ネットワーク管理のためのトラフィック圧縮技術

- 大規模ネットワークの遠隔管理、ログ収集、AI技術による異常検知

- オペレータやログ収集サーバと、多数のネットワーク機器間で膨大な情報が交換される
- 特にネットワーク障害による性能低下時の収容が課題

■ トラヒック圧縮技術

- 辞書分離型の全く新しい圧縮アルゴリズムにより、情報量を95%以上削減
- 大規模ログ管理システムへの応用



```

2024/03/31 13:37:09.832102 sv_cswd: 1523: main.c: send_port_command: 161: open request pom12
2024/03/31 13:37:10.548771 sv_sequence: 1258: Telnet.c: logging_atcmd: 344: sv => pom06 : [Esv_getTemperature*012]
2024/03/31 13:37:10.649081 sv_sequence: 1258: Telnet.c: logging_atcmd: 344: pom06 => sv : [Esv_getTemperature*015*01257*015*015*012*015*012>
2024/03/31 13:37:10.832494 sv_sequence: 1264: Telnet.c: logging_atcmd: 344: sv => pom12 : [GetPonPortInfo 1*012]
2024/03/31 13:37:10.835450 smrttrapd[1170]: 2024-03-31 13:37:10 169.254.10.112(via UDP: [169.254.10.112]:53737->[169.254.10.10]:162) TRAP, SNMP
errprises.246.4.2.24.1.11.0 => INTEGER: 26*011SNMPv2-SMI::enterprises.246.4.2.24.1.11.2.0 => INTEGER: 12*011SNMPv2-SMI::enterprises.246.4.2.24.1.
0 00 00 011SNMPv2-SMI::enterprises.246.4.2.24.1.11.6.0 => STRING: "4064A4F0237E"011SNMPv2-SMI::enterprises.246.4.2.24.1.11.7.0 => STRING: "0
2024/03/31 13:37:10.906182 sv_traphandler: 5152: mux_csw.c: writeCswPom1GPort: 495: start to OPEN the pom12 port on CSW for 1G
2024/03/31 13:37:10.906395 sv_traphandler: 5152: mux_csw.c: writeCswPif0GPort: 441: start to OPEN the pif12 port on CSW for 1G
2024/03/31 13:37:10.907400 sv_traphandler: 5152: mux_csw.c: writeCswPom10GPort: 609: start to OPEN the pom12 port on CSW for 10G
2024/03/31 13:37:10.908700 sv_traphandler: 5152: mux_csw.c: writeCswPif0GPort: 549: start to OPEN the pif12 port on CSW for 10G
2024/03/31 13:37:10.932794 sv_sequence: 1264: Telnet.c: logging_atcmd: 346: pom12 => sv : [GetPonPortInfo 1*015*012*015*012> ]

```

