

研究室紹介

長谷川研究室

長谷川研究室

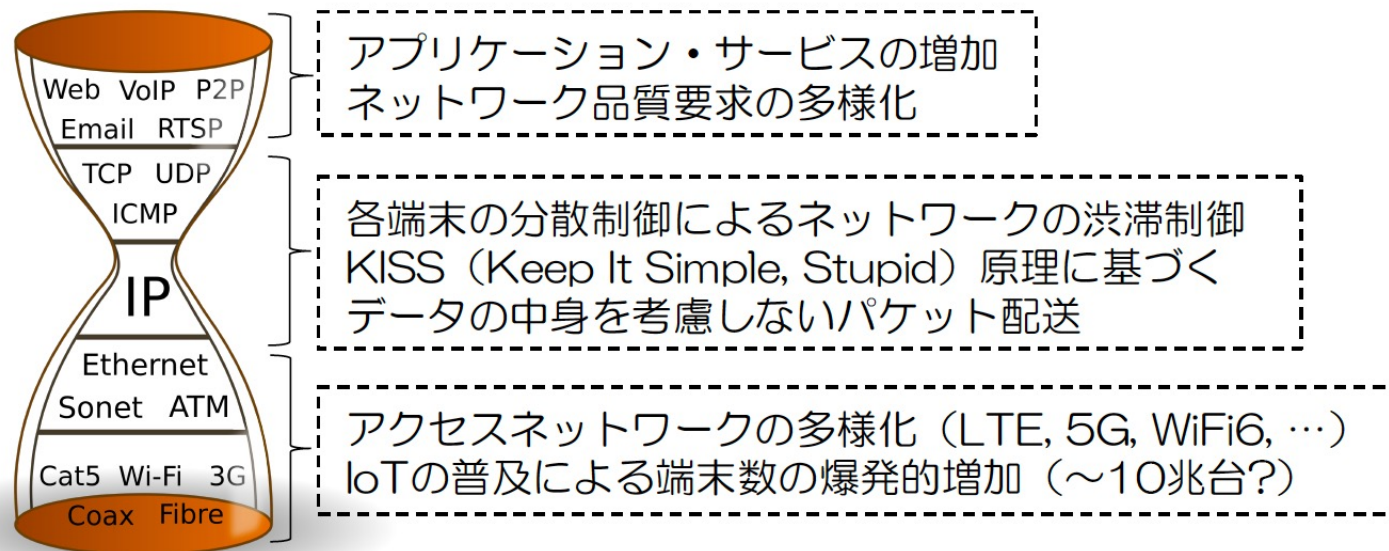
- 発足: 2019年度
- 研究キーワード:
 - 仮想化ネットワークシステム
 - モバイルネットワークアーキテクチャ
 - AI/機械学習を用いたインターネット輻輳制御
 - IoTのためのネットワーク技術
 - 超高速・超多量・低遅延/高信頼ネットワーク技術
- 研究室Web:
 - <http://www.cn.riec.tohoku.ac.jp/>
- 連絡先 (質問など):
 - hasegawa@riec.tohoku.ac.jp



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

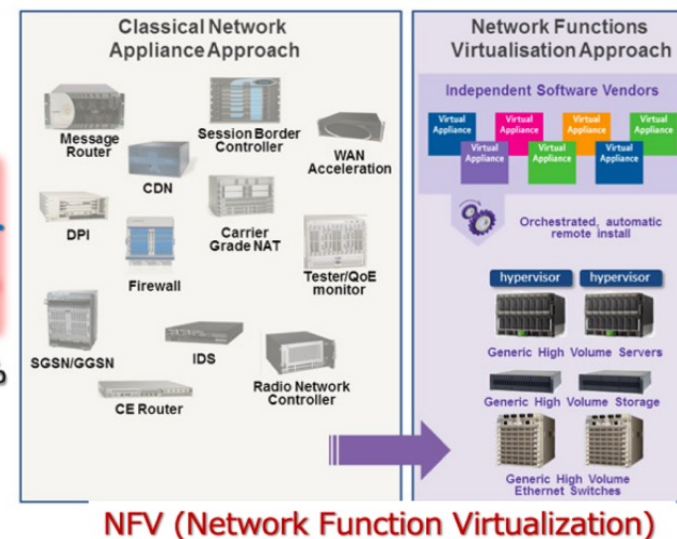


アーキテクチャの限界

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

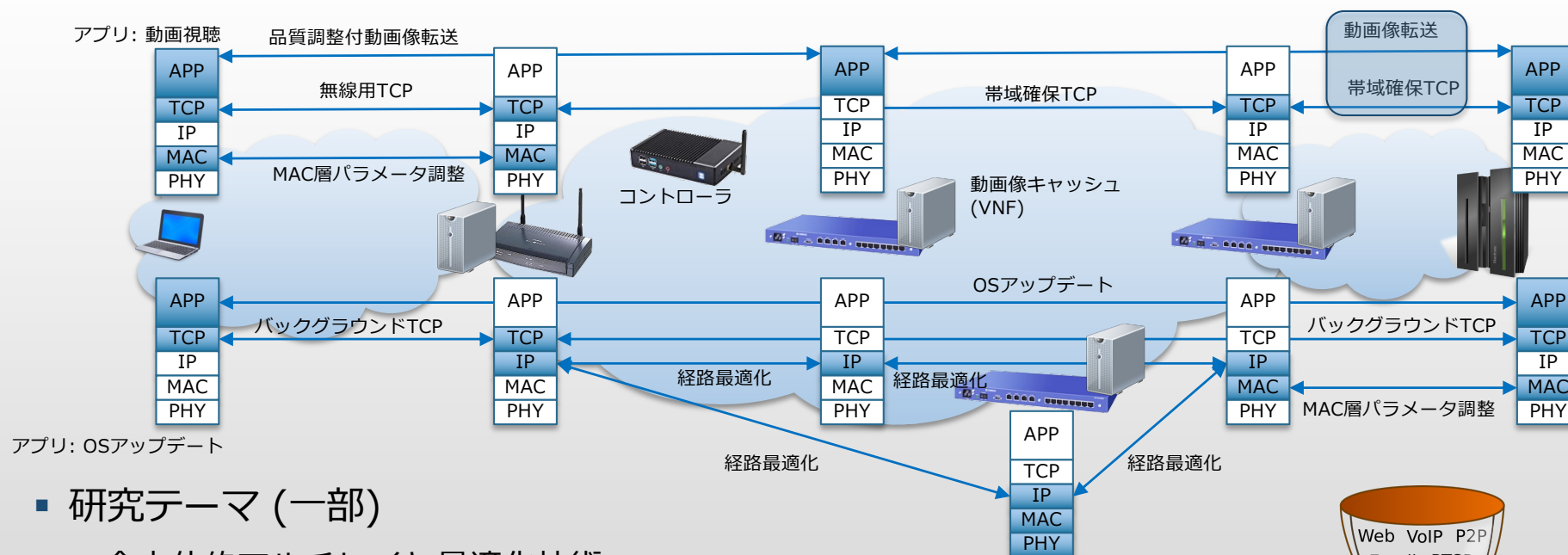


仮想化によってもたらされる「自由度」を活用して、ネットワーク構成の動的な最適化が可能となる

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

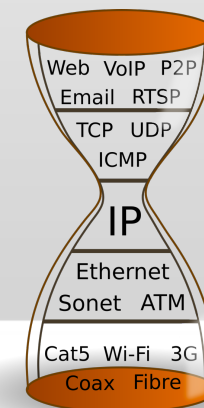
既存のインターネットを刷新するネットワークアーキテクチャを目指して

- 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



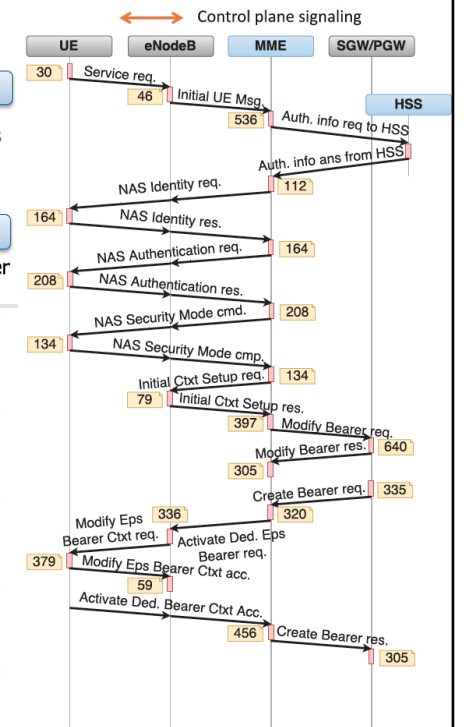
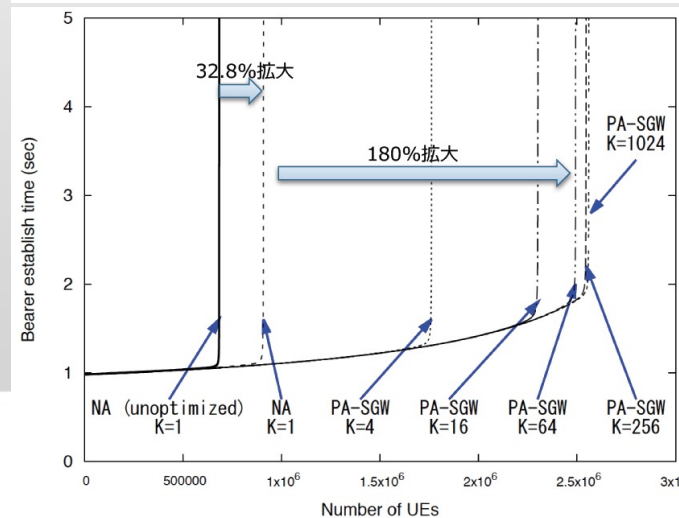
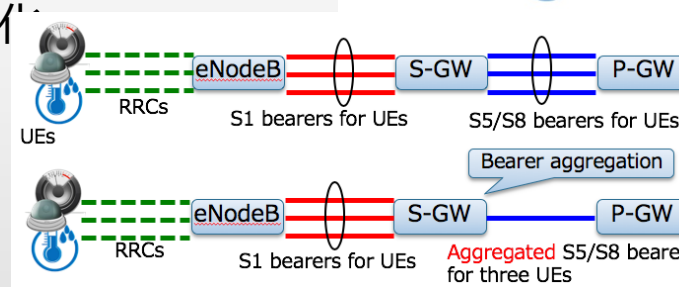
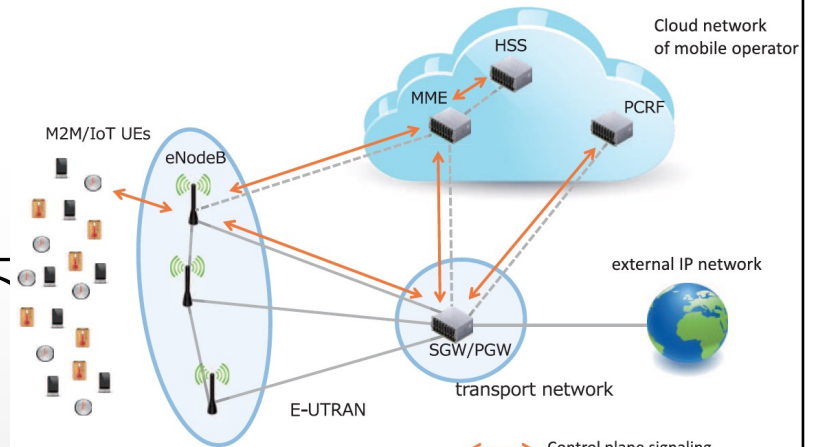
■ 研究テーマ (一部)

- 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



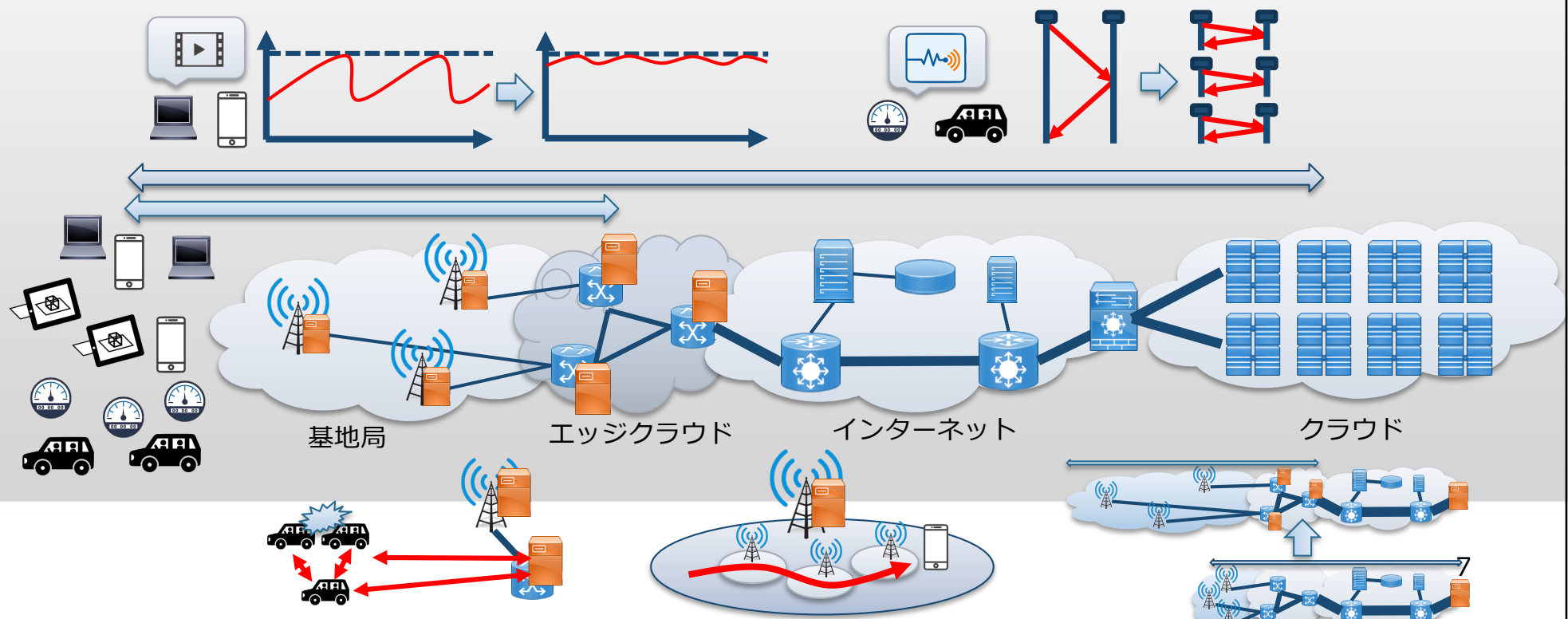
モバイルコアネットワークアーキテクチャ

- 基地局と外部NWを繋ぐネットワーク
 - 認証、課金、QoS制御など
- データプレーン、制御プレーン両方の最適化による大容量・低遅延・高信頼・超多数のeMBB/URLLC/mMTC通信の収容
 - C/U分離によるリソース制御の柔軟性
 - 端末に対するのC/Uリソース配分の最適化
 - シグナリングプロトコルの制御/変更によるコアノード負荷の削減
 - e2e輻輳制御等の上位層プロトコルとの連携による最適化
 - 細粒度ネットワークスライシングの実現 (後述)
 - ...



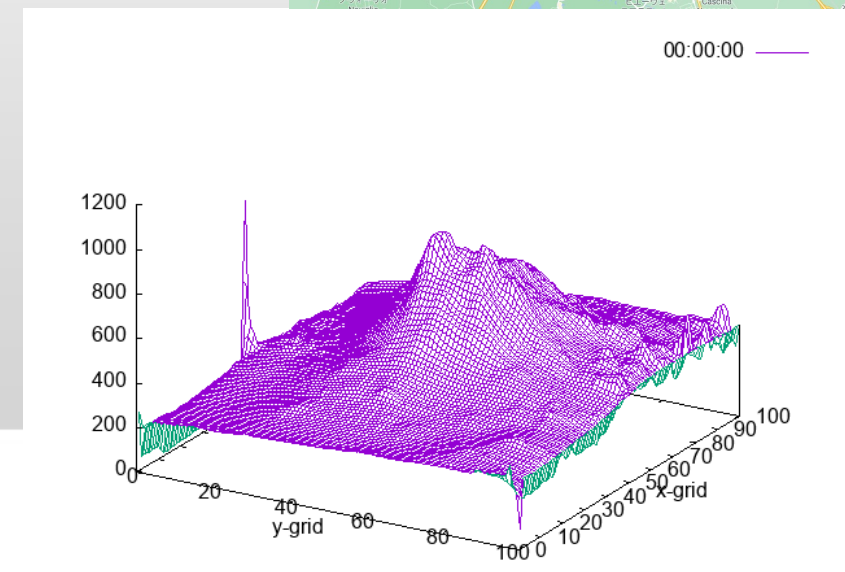
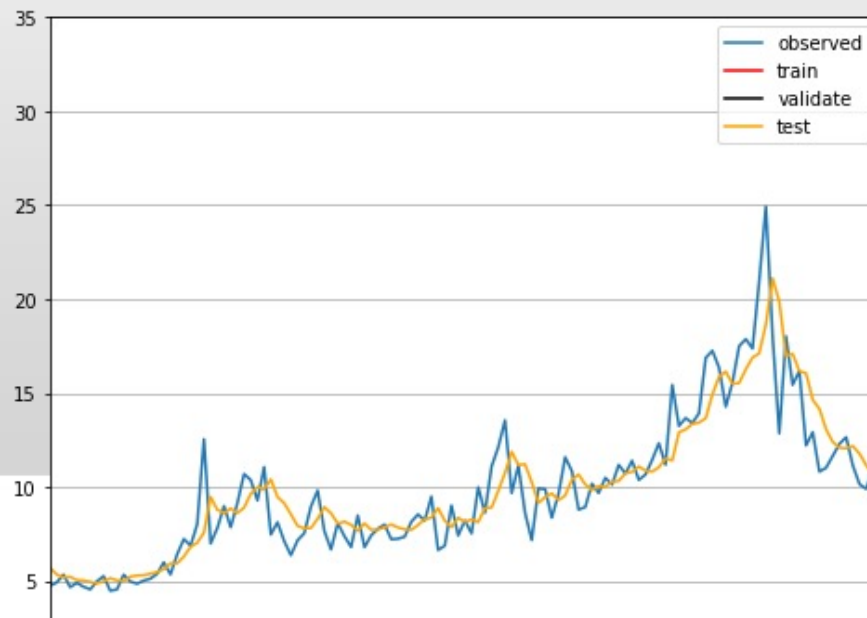
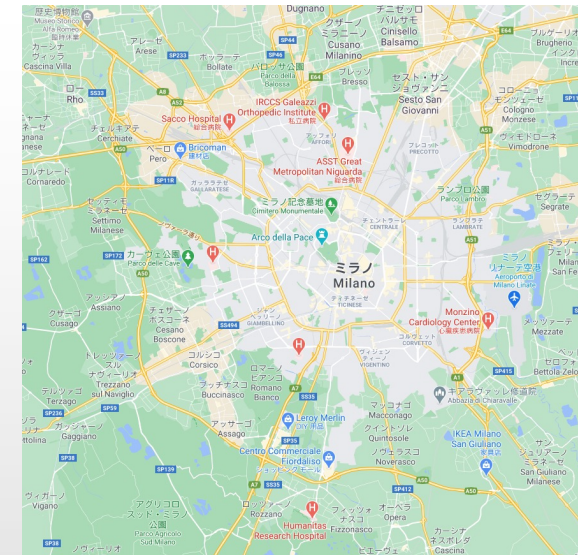
エッジコンピューティング技術に関する研究

- クラウドよりも端末に近い場所 (e.g. 基地局の近く等) にサーバを設置し、低遅延でアプリケーション処理を実行
 - AR、自動運転など、遅延時間が重要なアプリケーションに必須の技術
- エッジサーバの資源配分、ネットワーク制御、プロトコル処理技術など



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



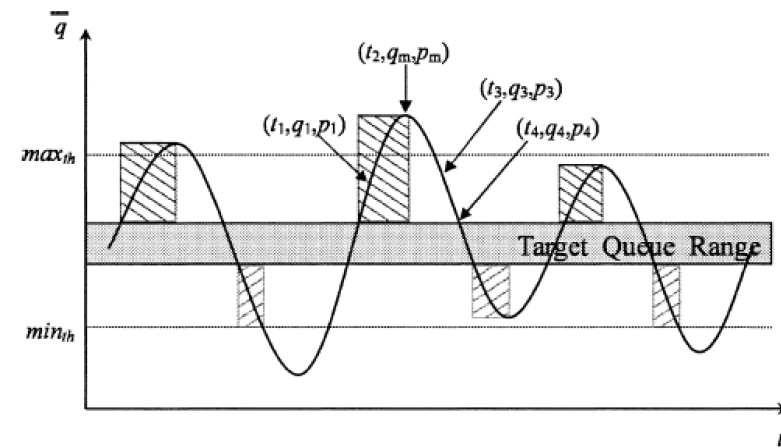
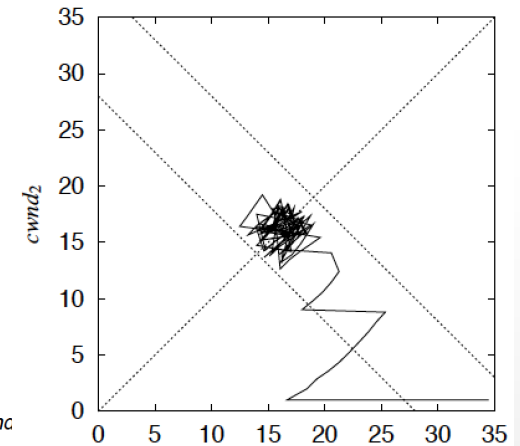
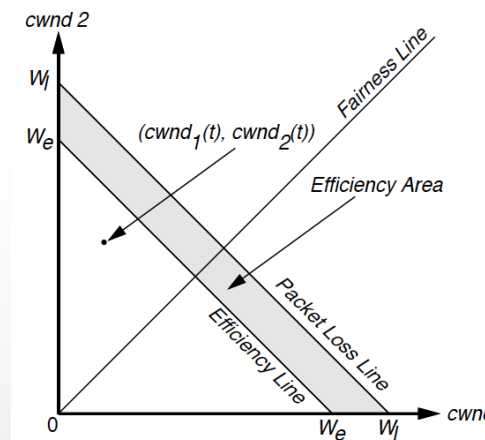
インターネット輻輳制御機構に関する研究

■ 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

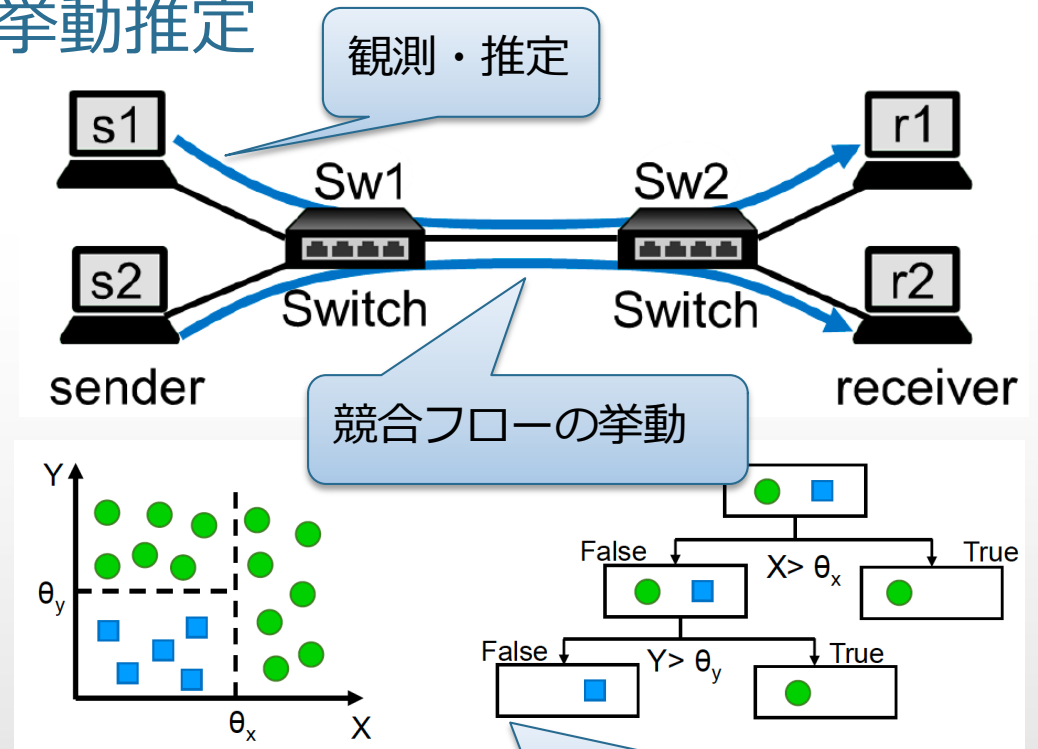
- 輻輳制御への機械学習の適用
 - 空間的、時間的変動の大きなインターネットでは、one-fits-all な輻輳制御は不可能
 - 適用箇所や時間に応じてアルゴリズムを選択・調整し利用する
- In-Network Congestion Control
 - 従来のエンド端末だけで行う輻輳制御から脱却し、ネットワーク内で輻輳制御を行う新しいネットワークアーキテクチャの探求



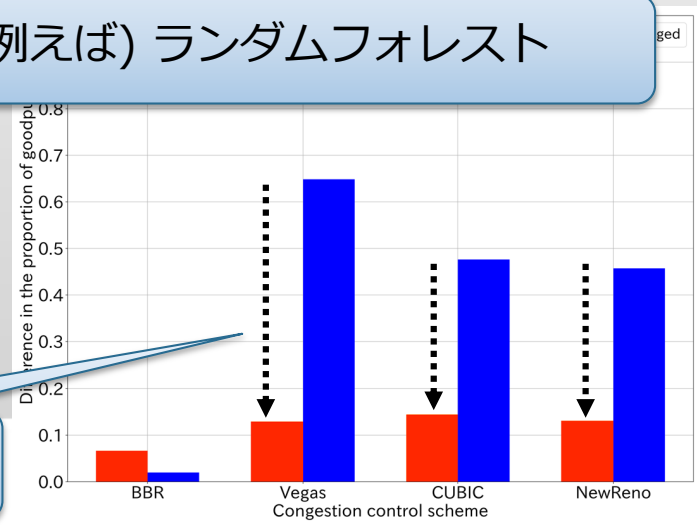
$$\begin{aligned}
 W_j^i &= \frac{W_j^1}{2} + \frac{1}{\tau_j} \frac{\tau_1 \tau_2}{2(\tau_1 + \tau_2)} W_s \\
 &= \frac{1}{\tau_j} \frac{\tau_1 \tau_2}{2(\tau_1 + \tau_2)} W_s - \left(\frac{1}{2}\right)^{i-1} \left(\frac{1}{\tau_j} \frac{\tau_1 \tau_2}{2(\tau_1 + \tau_2)} W_s - W_j^1 \right)
 \end{aligned}$$

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



(例えば) ランダムフォレスト



フロー間公平性の改善

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

