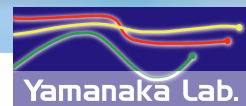




# 次世代データセンターネットワーク に向けた課題と検討



## データセンタ

- ◆ データセンタ = “IT機器(サーバ, ネットワーク機器)を設置, 運用する”施設の総称
  - ・ サーバやネットワーク機器を設置する場所 (ラック)を提供.
  - ・ IoTの普及により, 今後ますます増加することが予測.

## データセンタにおける問題点

- ◆ データセンタは規模・設置数の増大に伴い, **消費電力の増加**が大きな課題.
  - ・ 日本全国の約1%, 全世界の約2%の電力を占有.
  - ・ 日本において, 2020年には2010年の約5倍の消費電力を予想.

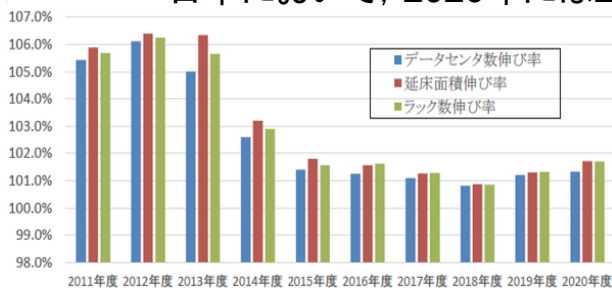


図1 国内データセンタ施設数・延床面積・ラック数の伸び率[1]

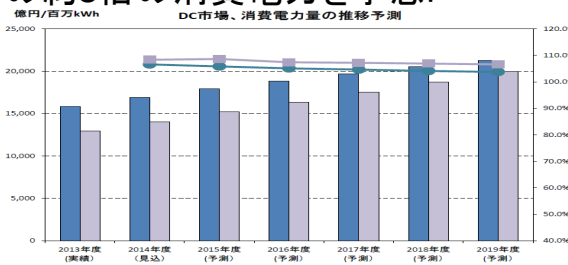
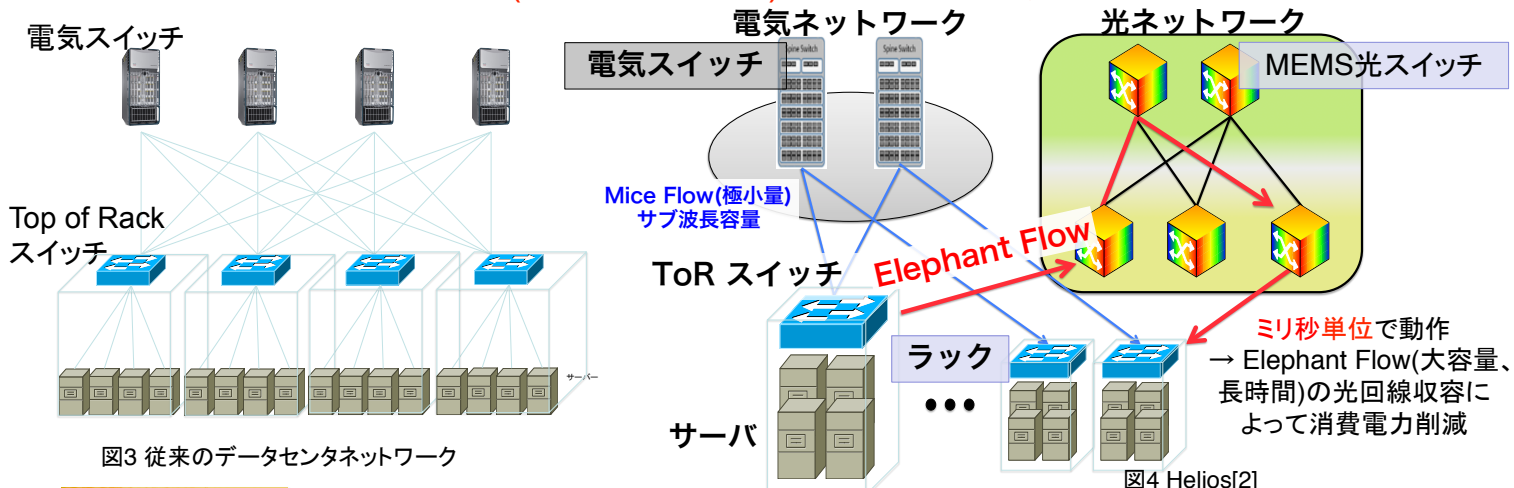


図2 国内データセンタ市場・消費電力の推移予測[1]

## データセンタネットワークの課題と検討

- ◆ データセンタ内のネットワークでは主に電気回線が使用.
  - ・ 光回線を導入することによる消費電力削減が検討
- ◆ 光回線を用いたデータセンタネットワークであるHeliosが存在
  - ・ 電気回線(Spineスイッチ)と光回線(MEMSスイッチ)を使用したアーキテクチャ
  - ・ MEMSスイッチによる切り替え速度が低速(msec)

→ サブ波長容量のフロー (小容量, 長時間)による帯域占有, スループット低下



[1] ミック経済研究所  
 [2] “Helios: a hybrid electrical/optical switch architecture for modular data centers”, SIGCOM, 2010.

お問合せ先

慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 山中研究室  
 Mail: photonic@yamanaka.ics.keio.ac.jp



Yamanaka Lab.

# HOLST

## 超高速光スイッチによる低電力 データセンターネットワーク

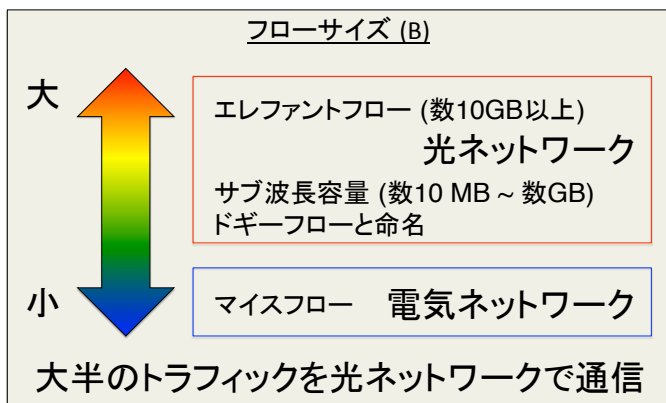
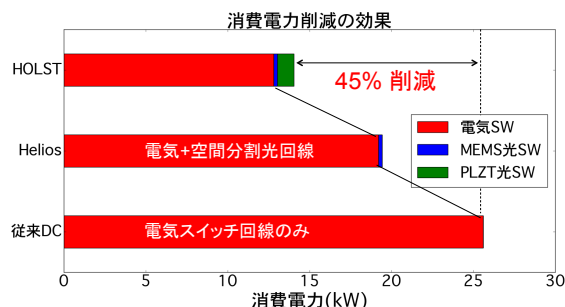
Yamanaka Laboratory, Keio University, Japan

### HOLSTとは

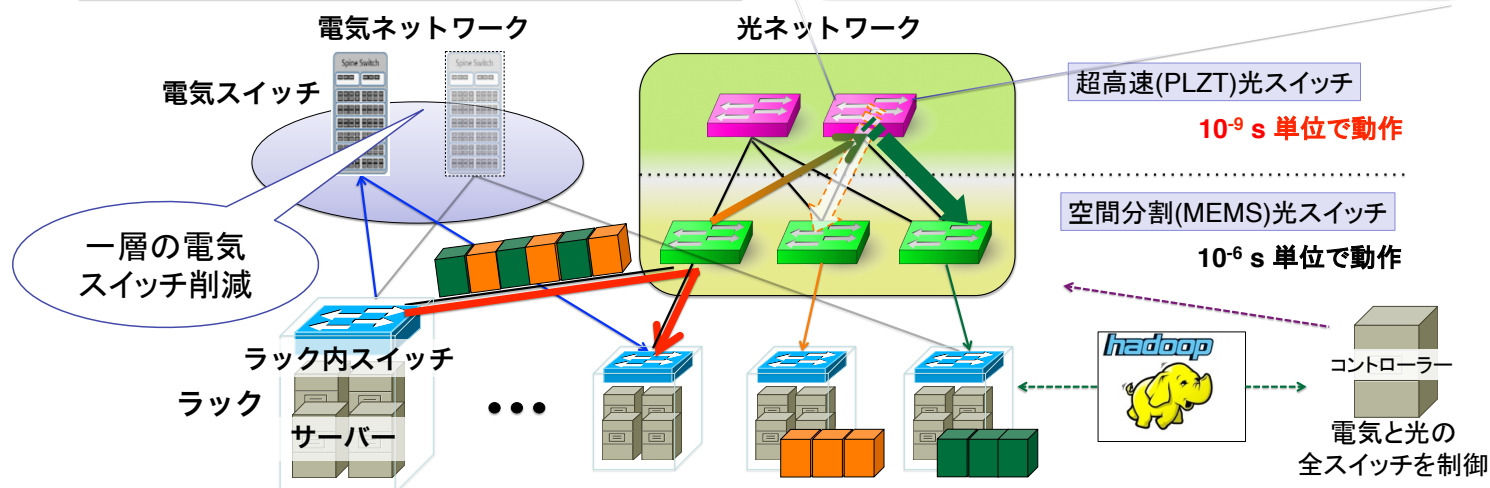
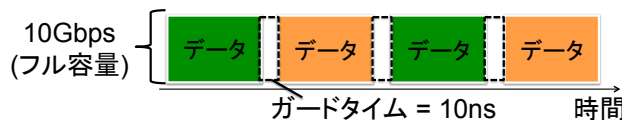
HOLST: High-speed optical layer 1 switch system for time slot switching based optical data center networks  
組曲『惑星』の作者Holstに由来

- ◆ ナノ( $10^{-9}$ )秒級の高速切替が可能な光スイッチを導入した、データセンターネットワーク  
高速切替光スイッチ導入の効果
  - 従来の空間分割に加えて時分割多重(TDM)光回線を利用可能に
- ◆ サブ波長容量のフローをTDMによって光回線収容  
従来は、電気スイッチ回線へ収容  
→ **電気スイッチを削減し、一層の省電力化**
- ◆ 大容量フローを発生させるデータセンターアプリケーション基盤と連携したネットワーク制御により光ネットワークを有効活用

TDM: Time Division Multiplexing



高速切替スイッチの利点:  
サブ波長容量でも、ガードタイムの影響を受けずに、通信容量を最大限活用

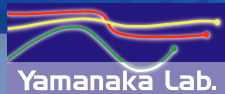


データセンターアプリケーション基盤(Hadoop)がコントローラーにフローサイズを通知

### お問合せ先

慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 山中研究室  
Mail: photonic@yamanaka.ics.keio.ac.jp

This work is supported by New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) of Japan.



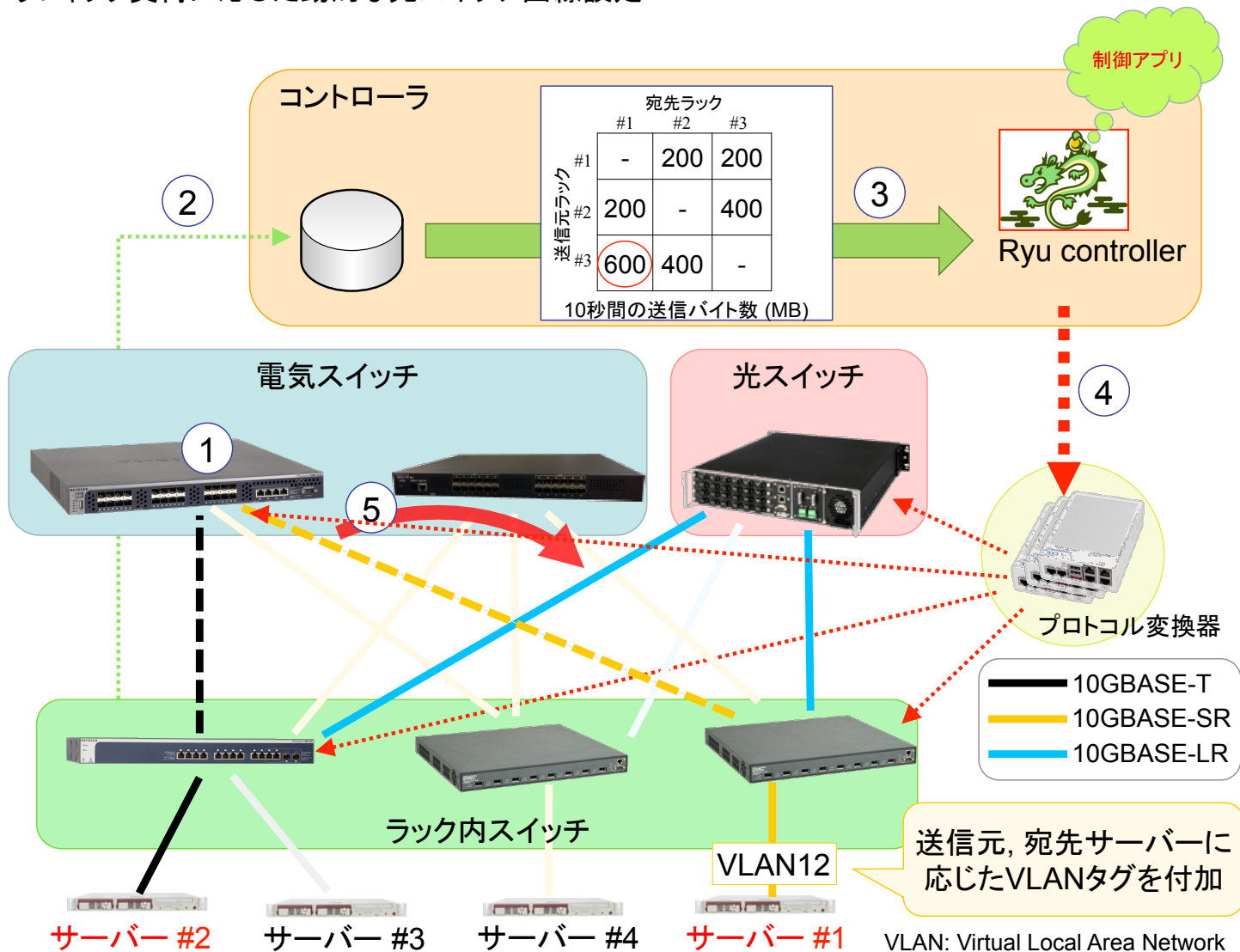
# HOLST

## 超高速光スイッチによる低電力 データセンターネットワーク

Yamanaka Laboratory, Keio University, Japan

### デモ構成

◆トラフィック負荷に応じた動的な光スイッチ回線設定



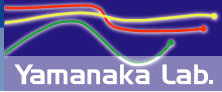
#### サーバー #1, #2間のスイッチ設定例

- ① サーバーが初期設定では、電気スイッチ回線を使用して通信を開始
- ② コントローラーが各ラック内スイッチ間を流れるトラフィック量を収集
- ③ 収集されたトラフィック量からマトリクス生成, Ryu controller 上の制御アプリへ入力
- ④ Ryu controllerがプロトコル変換器を介して各スイッチポートのVLANを設定
- ⑤ サーバー #1, #2の間の大容量トラフィックを、光スイッチ回線側へ自動切り替え

Ryu controller: NTTが開発したオープンソフトウェアの各種制御プロトコルフレームワーク



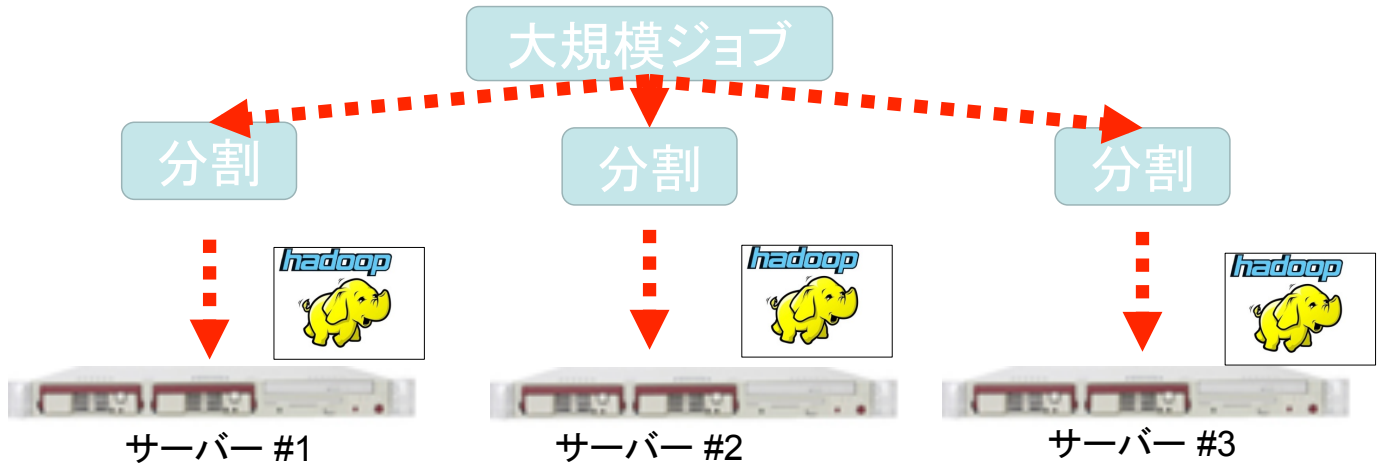
# HOLST with Hadoop



Yamanaka Laboratory, Keio University, Japan

## Hadoop

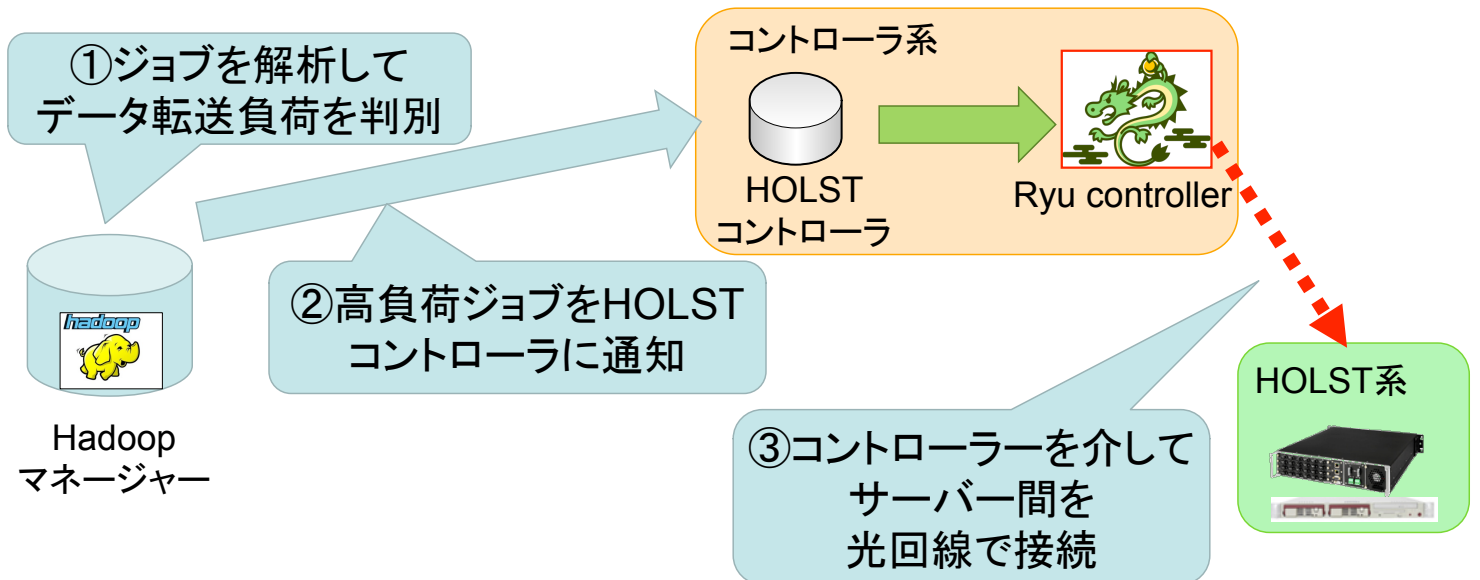
◆大規模なジョブを複数のサーバーに分割して転送し、並列処理させるためのアプリケーション基盤 (ミドルウェア)



各サーバーで並列に処理することで高速な実行を実現

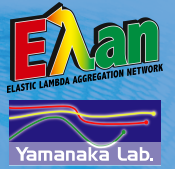
## HOLST with Hadoop

Hadoopの処理(ジョブ)実行中は、そのジョブ内容によってデータを頻繁に転送するものが存在  
→HOLSTと連携してそのようなジョブ実行時にはサーバー間を光回線で接続することで消費電力の削減を図る





# エラスティック光アグリゲーション ネットワークの研究開発 ～光M2Mサービスインフラの実現に向けて～



慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 山中研究室

## IoT時代におけるネットワークアーキテクチャ

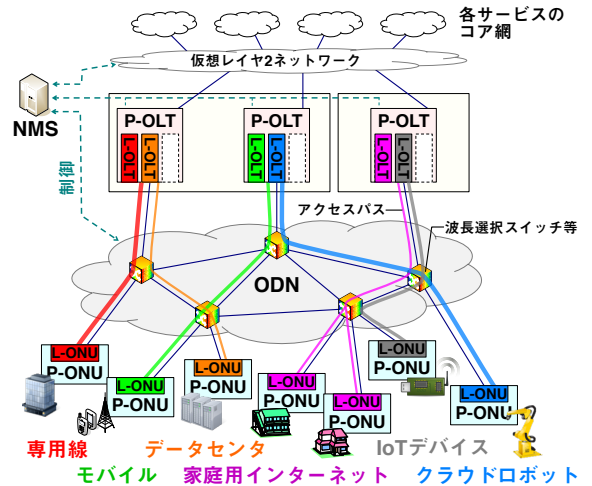
- Internet of Things (IoT) 時代の到来
  - インターネットにつながるデバイス数は  
2015年で154億台、2020年には304億台へ (出典：総務省)
  - ネットワーク上で提供されるサービスの多様化

### Elastic Lambda Aggregation Network (EAn) の提案

- プログラム可能な局舎装置 (P-OLT) および加入者装置 (P-ONU) による、各サービスに必要な機能の提供
- 光ネットワーク (ODN) における柔軟な経路/帯域の設定

→ 多種多様なサービスを省電力・低コスト・高信頼に収容

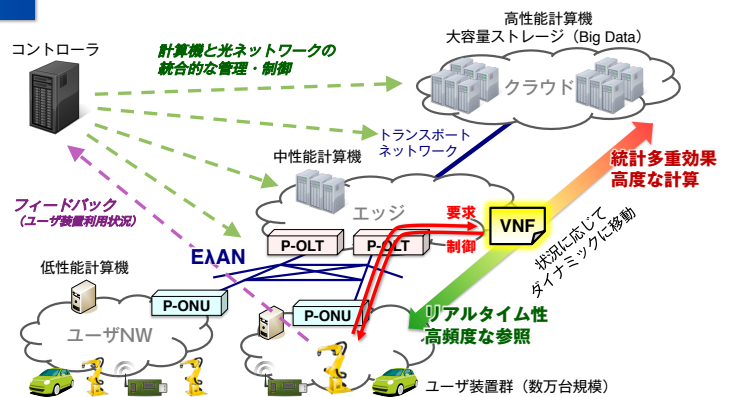
P-OLT: Programmable Optical Line Terminal    ODN: Optical Distribution Network  
P-ONU: Programmable Optical Network Unit    NMS: Network Management System



## 光M2Mサービスインフラストラクチャ

- クラウドやエッジに設置される計算機資源  
および光ネットワーク資源を柔軟に制御・活用
  - タスクを実行するためのネットワーク機能 (VNF) をインフラ上に分散配置
  - ユーザはセンサデータを含む要求メッセージを適切なVNFに送信し、必要な処理を実行
  - VNFが状況に応じてインフラ内を移動し、ユーザのサービス品質 (遅延時間等) を満足

M2M: Machine-to-Machine    VNF: Virtual Network Function



## 国際会議 iPOP 2016 におけるデモ実験

- 日米間における産業用ロボットアームの遠隔制御
  - ロボットの制御に必要な機能を、クラウドデータセンターおよびエッジコンピュータに分散配置
  - クラウド～エッジ～ロボットを接続するネットワークを共通コントローラから設定

太平洋を越えて送信されるデータ量が  
少なくなるように機能を配置することで  
ロボット操作の所要時間を削減



研究者名 慶應義塾大学 理工学部 教授 山中 直明

お問合せ先 yamanaka@ics.keio.ac.jp

本研究の一部は、国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) 委託研究  
「エラスティック光アグリゲーションネットワークの研究開発」の支援を受けて行われた。