



# グローバルに情報をネットワーク化

次世代の情報サービスを支える技術

慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 金子研究室

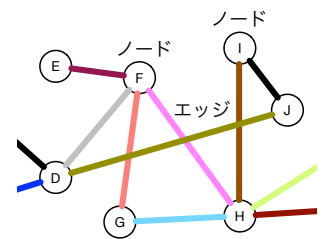
## デジタル情報社会の今後

- デジタル情報の量の肥大化、数の増加
  - デジタル入力・出力デバイスの普及（例：センサのデジタル化）
  - デジタル加工に十分な計算資源（例：クラウド）
- 増加し続ける**デジタル情報を使いこなせるか？**
  - デジタル情報は、生成と保管に**コスト**がかかる資産
  - デジタル情報がなるべく**多く利用**されることが重要
- 検索技術の限界
  - 検索エンジンを基盤にした上位サービスの構築ができない

- ・ キーワードが必要
- ・ 膨大なヒット件数
- ・ 情報反映に遅延あり
- ・ 特定事業者の寡占

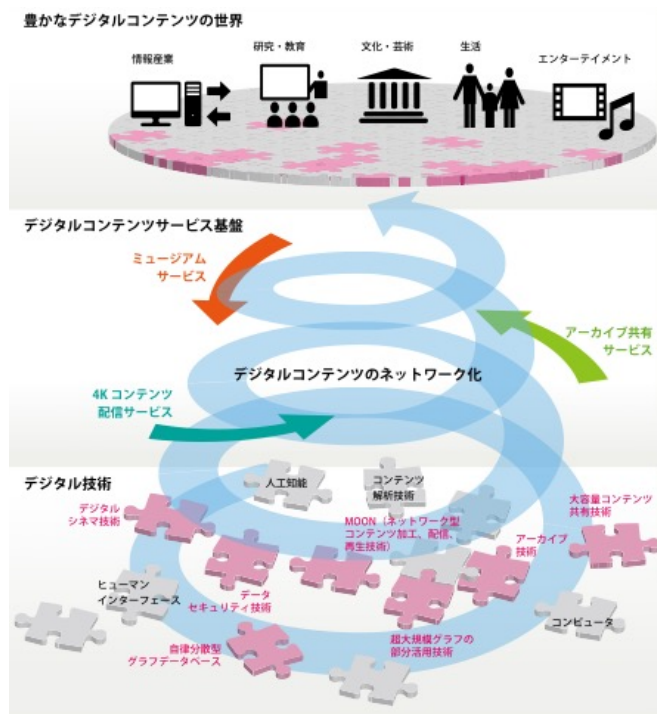
## ポスト検索：デジタル情報のネットワーク化

- 関係あるデジタル情報間でネットワーク（グラフ）を構成
  - デジタル情報ファイルをノードとしたグラフ
  - だれでも自由に関係をエッジとして追加できるグラフ
- **ネットワークはデジタル情報間の関係の集合知**
  - 関係するデジタル情報の存在に速やかに気づけるように
  - 幅広く多くのサービスが簡単に集合知を使えるように



## 研究テーマ

- グローバルな自律分散型グラフシステムの構成
- グローバル環境で管理される大規模グラフ情報の高速取得
- 関係をどのようなグラフに表現するのか？
- グラフをどのように演算して関係情報を利用するのか？
- ディレクトリシステムや検索との効果的な組み合わせ
- 具体的なアプリケーションの開発



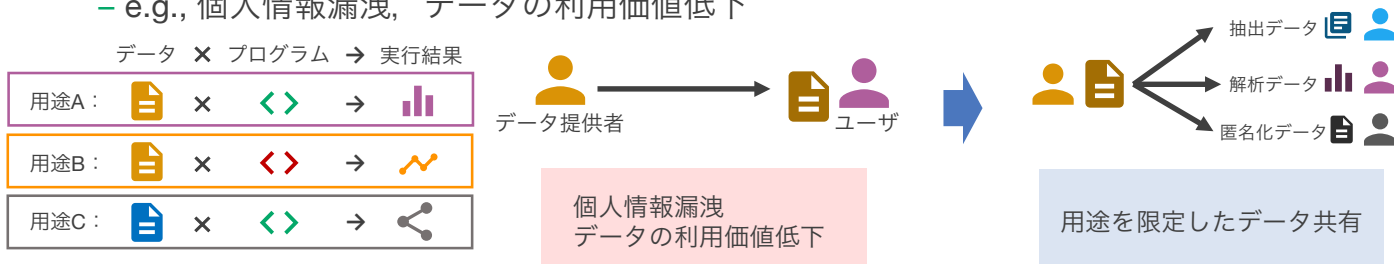


# 安全なデータ共有を実現する 用途を限定したデータ共有基盤

慶應義塾大学 荻谷 凌, 高橋 広大, 金子 晋丈 {haru, combu, kaneko}@inl.ics.keio.ac.jp

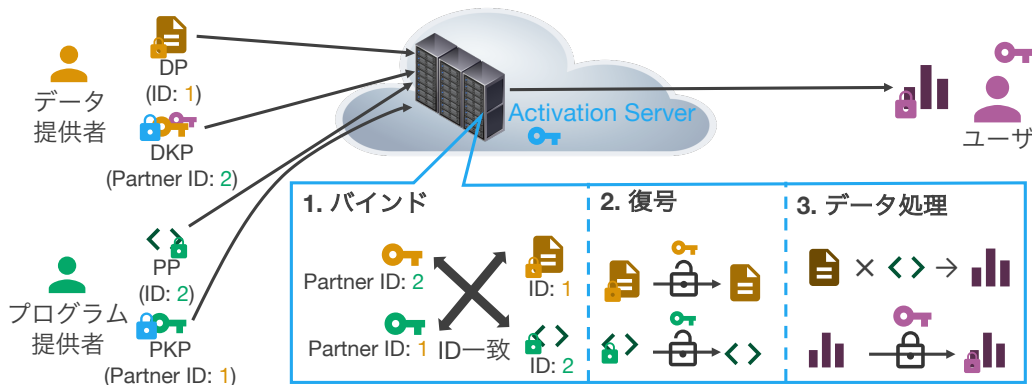
## ビッグデータ共有の課題

- ビッグデータの用途の多様性
  - ビッグデータが持つ多様な潜在的価値をプログラム処理により顕在化
  - データとプログラムの組み合わせで用途が一意に決定
- データの用途を限定しないことによるデータ提供者の不利益
  - e.g., 個人情報漏洩, データの利用価値低下



## Activation Server

- データとプログラムをバインドし, その組に限ったデータ処理を実行するデータ共有の仲介サーバ
- Data Package/Program Package (DP/PP)
  - 暗号化したデータ/プログラム+IDなどのメタ情報を記述したXMLファイル群
- Data Key Package/Program Key Package (DKP/PPK)
  - 用途 (データとプログラムの組み合わせなど) を記述したXMLファイル
  - データ/プログラム復号鍵+バインド相手プログラム/データのID+メタ情報



## 今後の展開と活用例

- Activation Serverのクラスタ化によるデータ処理の高速化
- 世界中に配置されたサーバ同士が自律分散的に協調し, 世界中のデータを共有
- 活用例
  - 企業間のデータ連携による新サービス創造
  - 所有するデータの安全な二次利用



# Balloon System

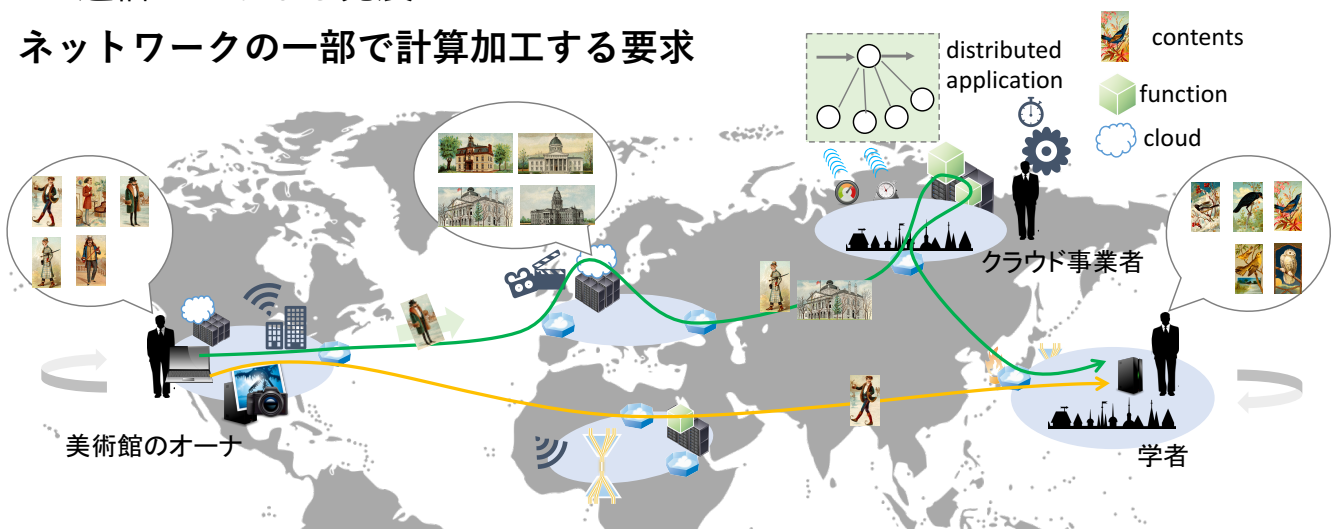
## 分散アプリケーションをSFCに導入するための基盤

慶應義塾大学 大竹 淳, 金子 晋丈 {tott@inl.ics.keio.ac.jp, kaneko@dmc.keio.ac.jp}

### これからの情報モデル

- 潤沢なコンピュータ資源
  - 大規模な分散処理アプリケーションを誰もが簡易的に利用可能に
  - 5Gネットワークの実用化による通信のさらなる発展

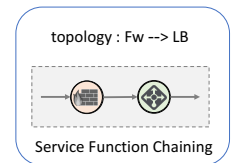
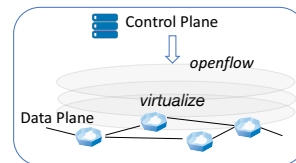
### ネットワークの一部で計算加工する要求



### 要素技術

Software Defined Networking : ネットワークを仮想化し集中管理 柔軟な経路選択など可能

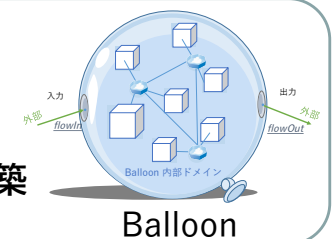
Service Function Chaining : トポロジーを作成し 通信の途中で計算



[1]J.M. Halpern and C. Pignataro, "Service Function Chaining (SFC) Architecture," RFC 7665, Oct. 2015. <https://rfc-editor.org/rfc/rfc7665.txt>

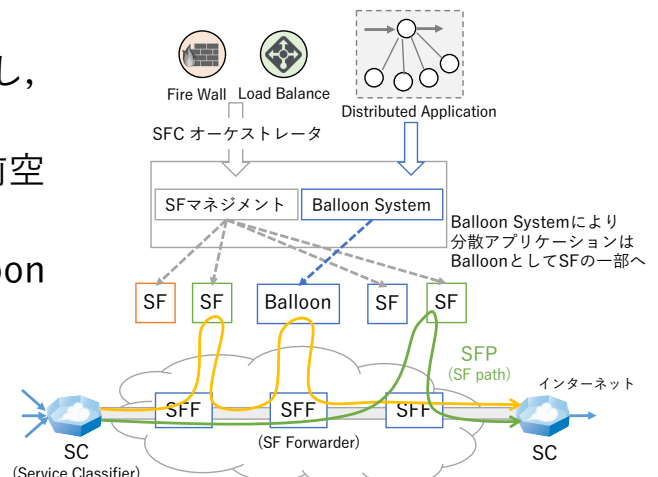
### Balloon Systemの提案

**Balloon :**  
分散アプリケーションをSF化したモジュールの集合で SFCドメイン内部に作成されるドメインを指す 必ず入出力を一つ以上もち、内部はコンテナネットワークで構築



- Balloon System
  - SFCオーケストレータの一部に配置し、既存のSFCとの共存を目指す
  - 集中管理機構により、Balloonの名前空間やネットワークを一元管理
  - サービスの規模により、柔軟にBalloonの大きさを増減可能

フロールール数を維持しつつBalloonを展開 リソースマネジメントの重要性が高い





# PTP 同期精度向上にむけた動的帯域制御の開発

慶應義塾大学 堀田幸暉/志賀野泰岳/寺岡文男/金子晋文 {kenny/pika/tera/kaneko}@inl.ics.keio.ac.jp

## 同期精度向上に向けて

- Precision とリンク利用率の関係
  - リンク利用率が高負荷時にPrecision が低減
- リンク利用率を高負荷状態を常に維持
  - 目標：遅延を一定化
- IEEE1588 の同期精度向上技術
  - 全ての要求を満たすことが困難

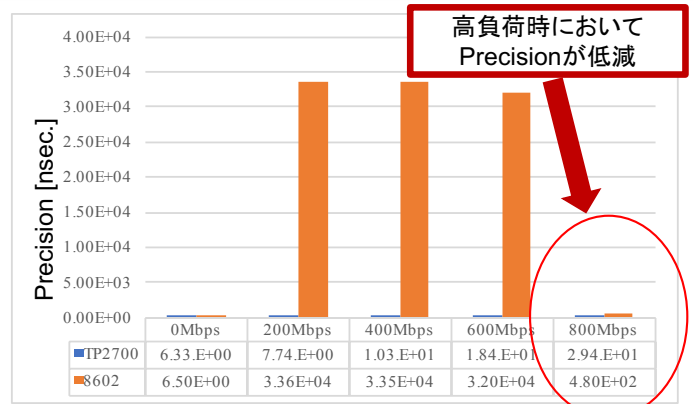


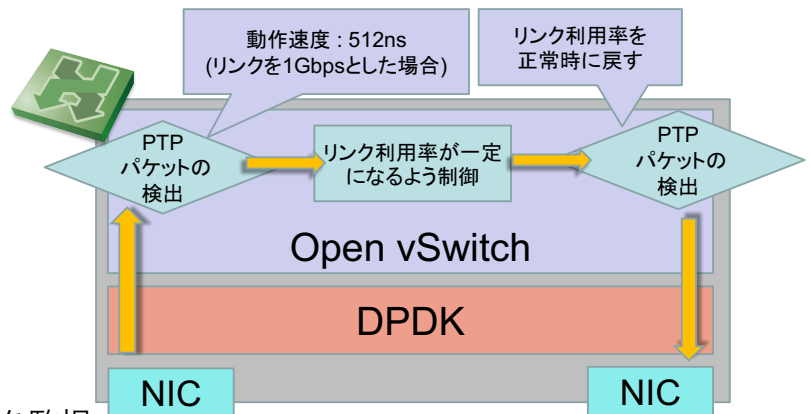
図1. Precision とリンク利用率の関係

表1. 現在の同期精度向上技術の比較

	IEEE1588 に定義された機能		PTP パケット優先処理		
	TC	BC	VLAN priority	産業用ネットワーク (TSN)	
				802.1Qcr	802.3br
要求同期精度	○	○	×	○	○
スイッチ性能依存	性能依存		○	—	—
導入コスト	高い		低い	高い	
実装, 導入の容易さ	難		容	難	

## 処理の流れ

- 同期精度向上の手法
  - リンク利用率を一定にする
  - PTPパケットを検出
  - 常に高負荷状態になるようリンク利用率を動的制御
- PTPパケットの検出
  - 継続的に NIC でトラフィックを監視

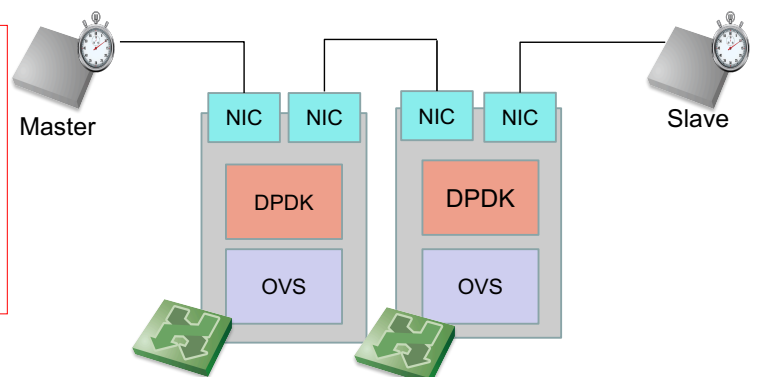


### Open vSwitch

- 多層仮想スイッチ
- 大規模なネットワーク拡張を実現

### DPDK (Data Plane Development Kit)

- ネットワークスタック処理の高速化
- PMD (Pull Mode Driver)によりデータの到達の確認, 受信処理を専用スレッドが継続的に実行



## 今後の課題

- 現在は DPDK を利用し NIC で PTP パケットを検出
  - リンク利用率を動的に高負荷状態にする技術の開発



# 広域ネットワークにおける高精度時刻同期の実現に向けて

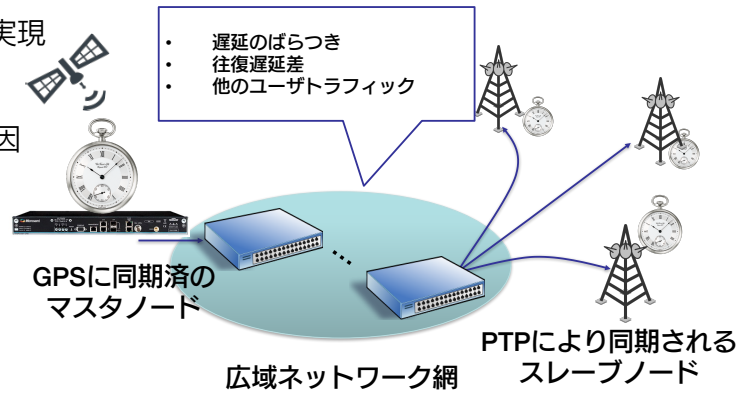
慶應義塾大学 堀田幸暉/志賀野泰岳/寺岡文男/金子晋丈 {kenny/pika/tera/kaneko}@inl.ics.keio.ac.jp

## 背景

- 近年高精度時刻同期の需要が増加
  - 携帯電話事業, 放送事業, 証券取引, 電力送電
- ネットワークを利用した高精度な時刻同期が求められている
- 従来のGPSを用いた時刻同期手法の問題点
  - 設置コスト, 地理的制約
  - GPS信号への妨害やGPSの時刻のズレ
- PTP (IEEE1588)を利用したサブマイクロ秒精度の時刻同期を目指す
  - 標準的な時刻同期プロトコル(NTP):ミリ秒精度

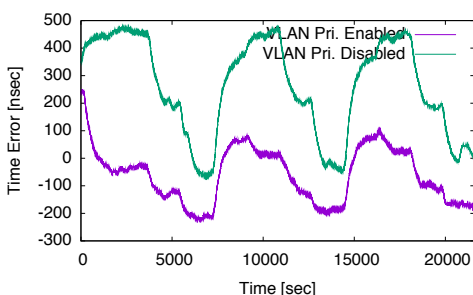
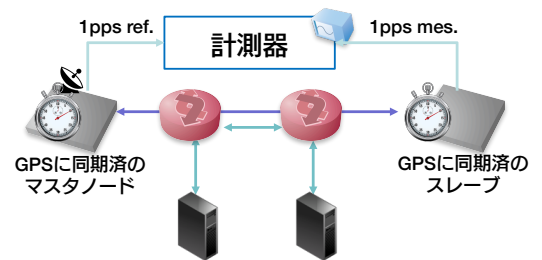
## PTP (IEEE1588)

- PTP(IEEE1588)はネットワークで高精度時刻同期を実現
  - 往路と復路の遅延は等しいと仮定して時刻差分と遅延を計算
  - 広域ネットワークにはPTPの精度劣化させる要因が存在
- 同期精度向上を実現する技術
  - Boundary Clock
  - Transparent Clock
  - PTPパケットの優先制御技術
- 各技術は統一の評価手法で評価されておらず同期精度改善への寄与の度合いは不明

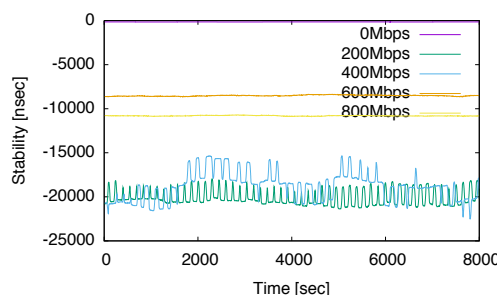


## PTP (IEEE1588)の同期精度向上技術の性能検証

- 評価手法
  - 評価軸をITU-T勧告とPTP (IEEE1588) 標準に準拠
  - ITU-T G.8261勧告のTest Caseに準拠
- 評価対象
  - Baseline Test (精度向上技術 併用なし)
  - VLAN優先度 (IEEE802.1p)
  - Boundary Clock (全ノード/一部ノード)
  - Synchronous Ethernet
- 評価例



VLAN 優先度使用時の同期精度  
ITU-T G.8261 Test Case 14



部分的BC使用時の故障時の精度  
ITU-T G.8261 Test Case 13

- VLAN優先度は150ns程度同期精度を向上
- 全ノードBC使用時はサブマイクロ秒の同期精度を実現
- 部分的BC使用時には安定同期不可能