

2015年10月22日 NICTオープンハウス

# 情報指向ネットワーク技術： データ通信路からコンテンツ共有基盤へ

---

ネットワーク研究本部  
ネットワークシステム総合研究室

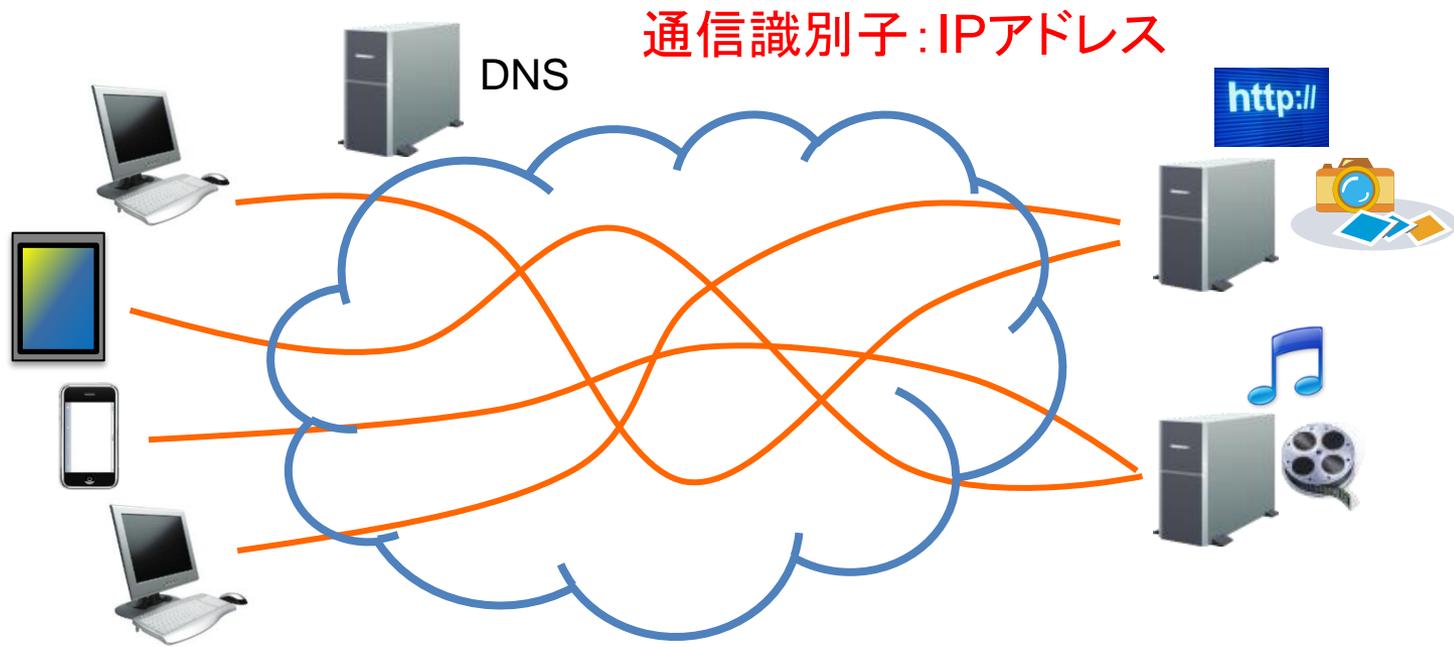
朝枝 仁

# インターネットを取り巻く環境変化 ～ 2014年から2019年に向けて～

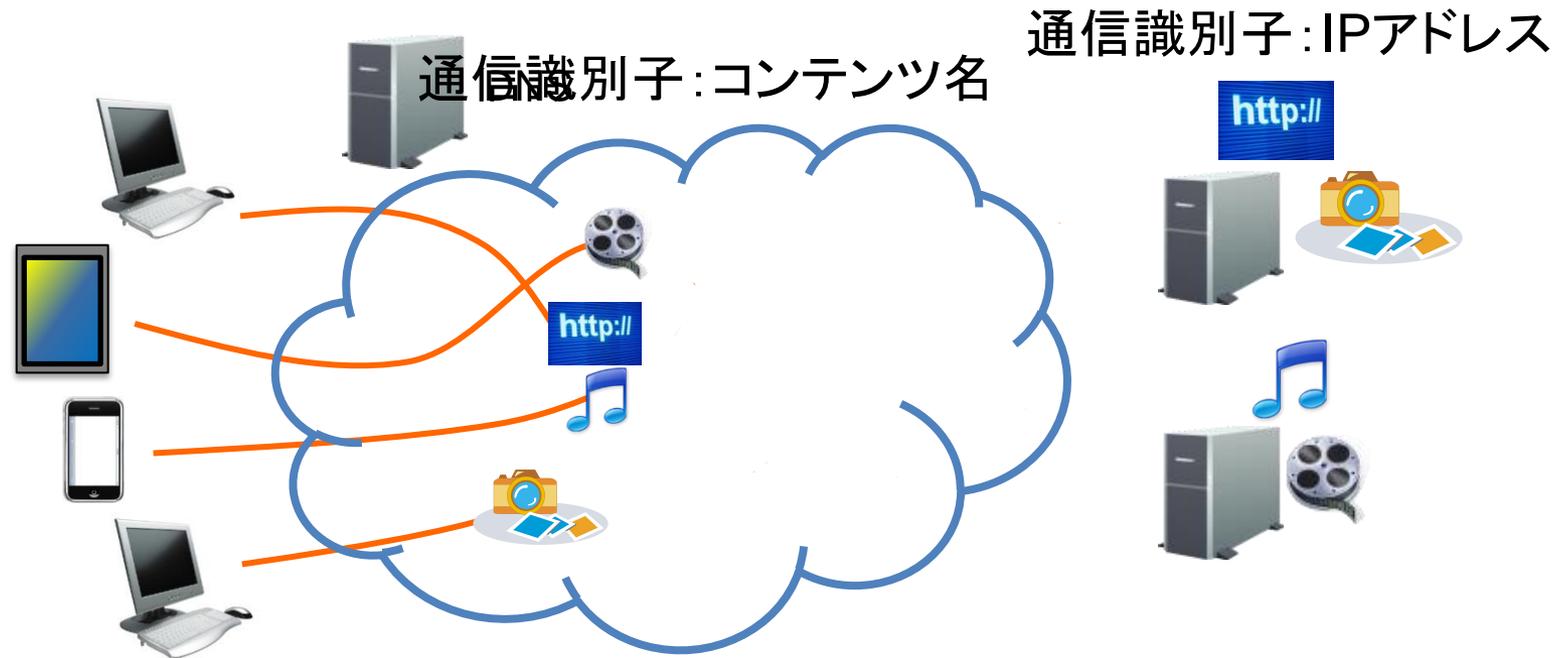


出典: Cisco VNI Global IP Traffic Forecast, 2014–2019

# 電話からインターネットへ



# インターネットは新世代ネットワークへ



- ユーザーの要求 → 「情報」「コンテンツ」の発信・取得
  - サーバーへ接続することが主旨ではない
  - サーバーの位置は気にしない(どこから取得しても良い)
- CDNなどの情報分散技術は進化しているが…
  - 通信の最適化に課題(投資面、電力消費量、通信量増加、高レスポンス化への対応)



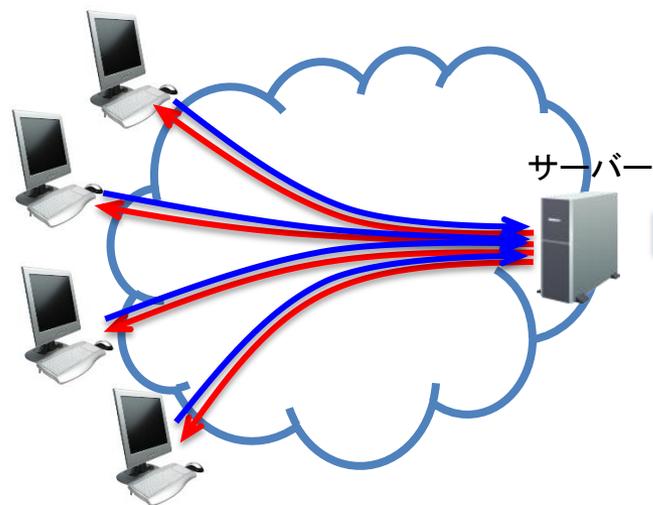
「情報」「コンテンツ」を中心とした通信技術

# 情報(コンテンツ)指向ネットワーク技術(ICN/CCN)

- IPアドレスを識別子とするEnd-to-End通信から、コンテンツ名を識別子とした通信へ
  - ホスト中心の通信から、コンテンツ中心の通信へ
- 「網」からコンテンツを受信
  - サーバーの分散化から、コンテンツ(キャッシュ)の分散化

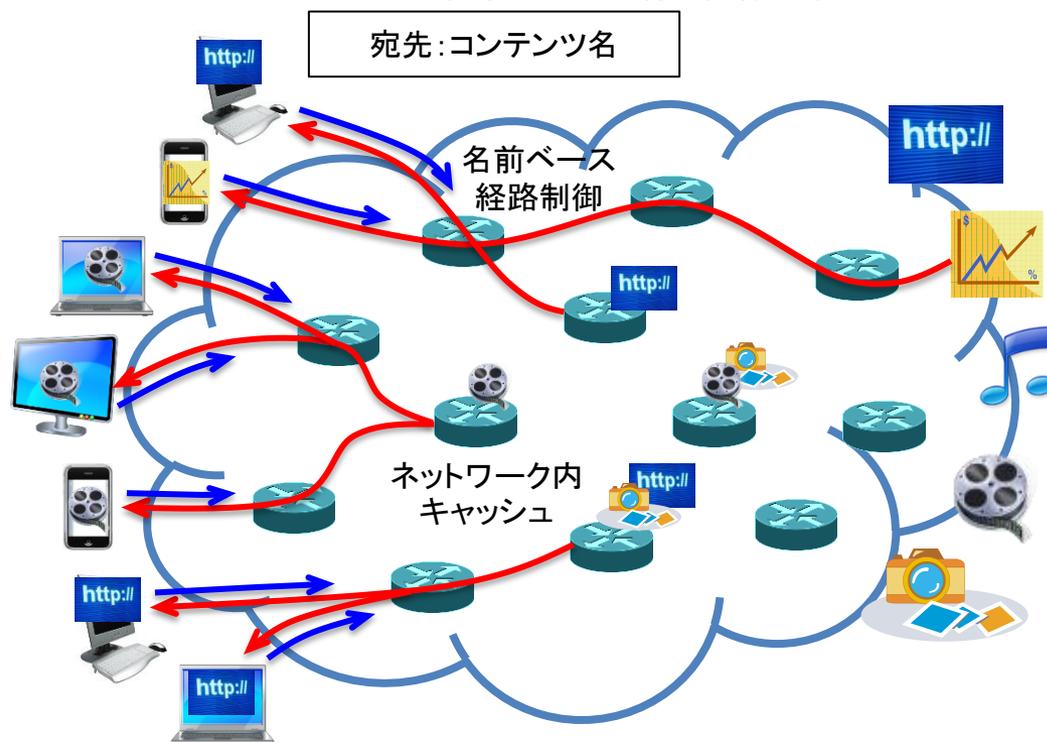
コンテンツ要求 packets (青い実線矢印)

宛先: サーバーのIPアドレス

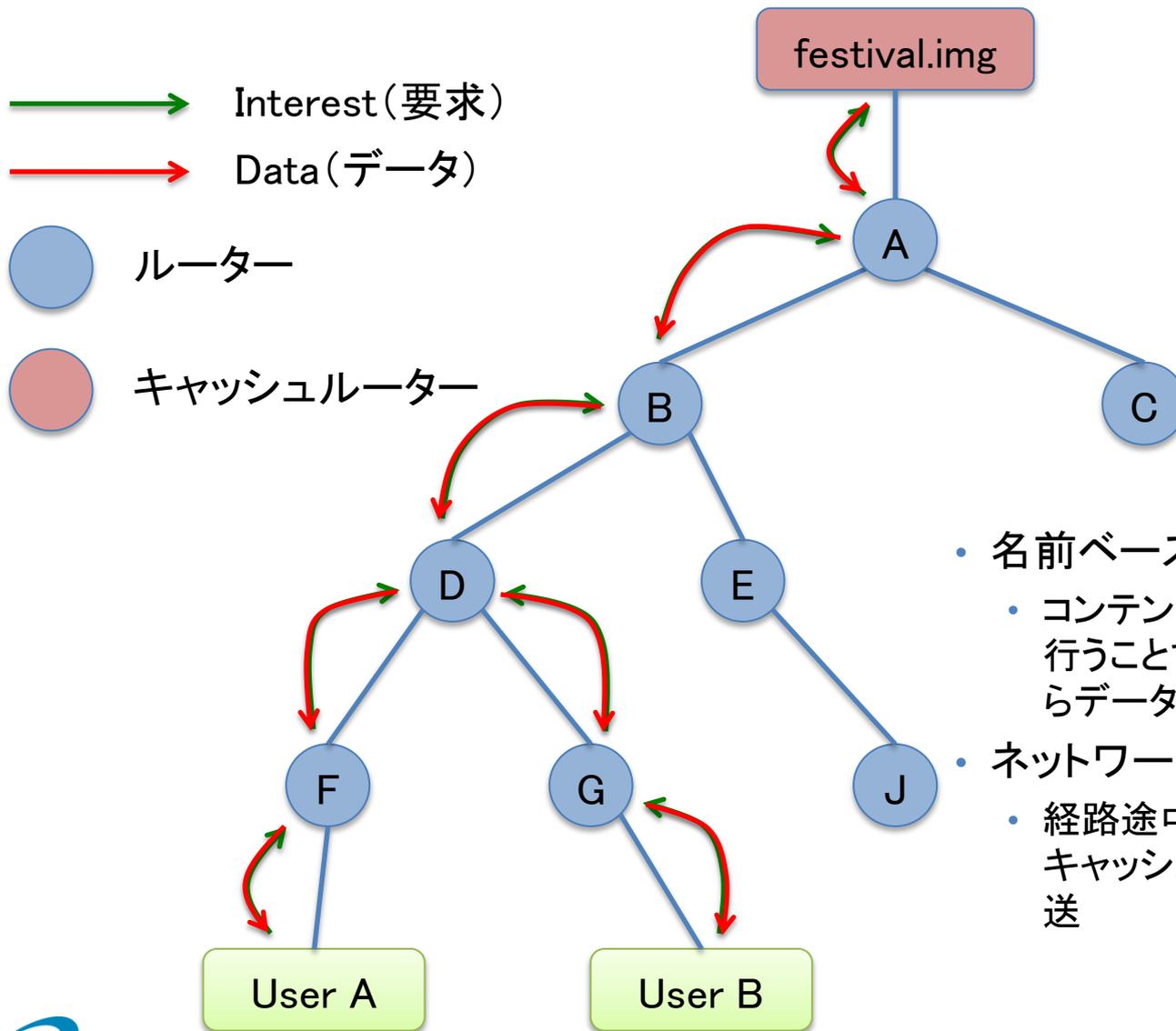


コンテンツ要求 packets (青い実線矢印)

宛先: コンテンツ名



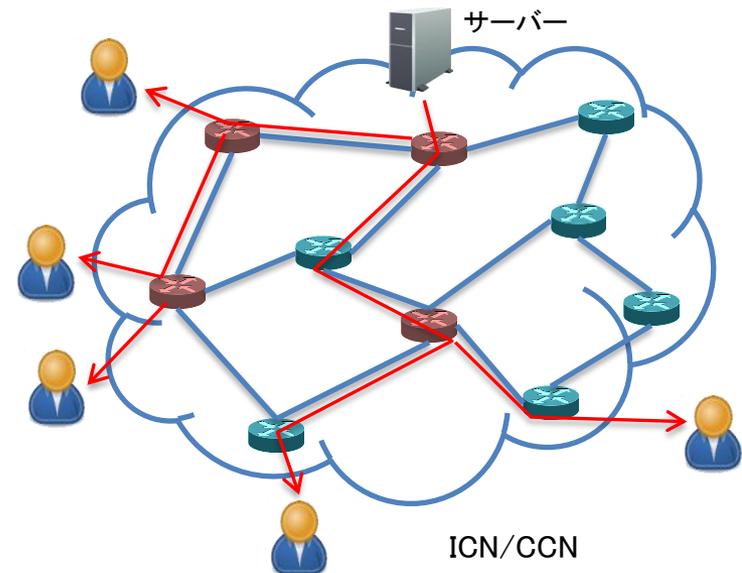
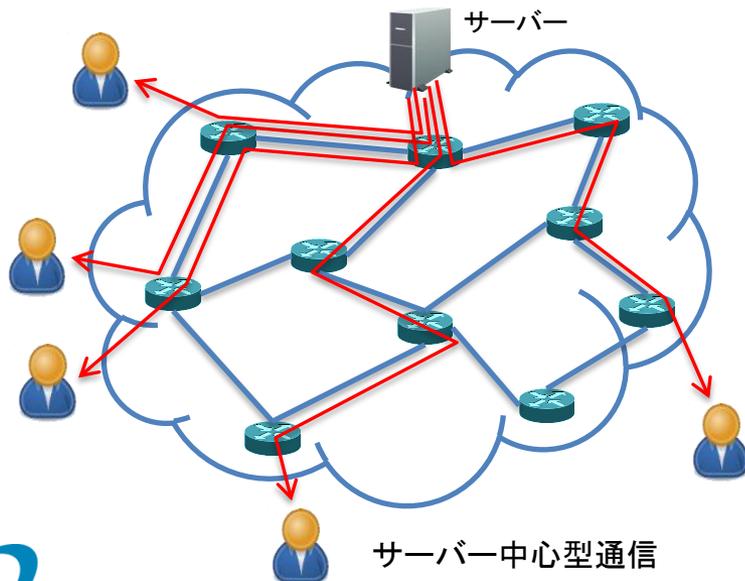
# ICN/CCNにおけるコンテンツ配信



- 名前ベース経路制御
  - コンテンツ名を指定してデータ取得を行うことで、近隣のノード／ルーターからデータ取得を実現
- ネットワーク内キャッシュ
  - 経路途中のルーターがコンテンツをキャッシュし、必要に応じてそれを転送

# ICN/CCNが実現する世界

- 高レスポンス・低遅延な通信
- IPアドレスの変化に柔軟な対応(効率的な移動体通信の実現)
- マルチキャストによるネットワーク資源の効率的利用
- サーバー資源の効率的利用による省エネルギー通信
- マルチパス経路を用いた高品質通信や耐障害通信の実現
- サーバー非依存通信によるIoTやM2Mなどへの応用
- 時差通信(DTNなど)も含めた新しい通信サービスへの応用



# ICN/CCNに対する疑問

- コンテンツ名／コンテンツ識別子とは？
- グローバルユニークな識別子とは？
- コンテンツ名を用いた経路制御って？
- 500億以上のコンテンツをキャッシュするの？
- キャッシュが古い／壊れていることはないの？
- 近隣のキャッシュをどうやって探索し誘導するの？
- セキュアな情報や著作権付きコンテンツなどもキャッシュするの？
- IPは必要なくなるの？
  - ▶ インターネット通信は全てICN/CCNに置き換えられるの？

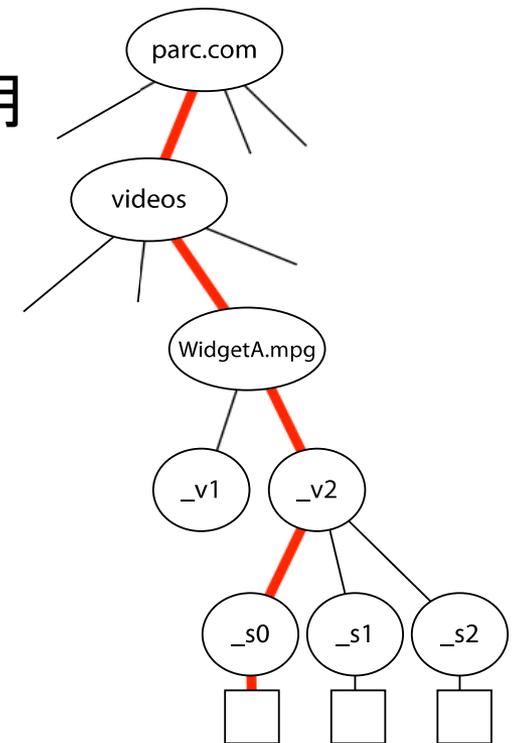
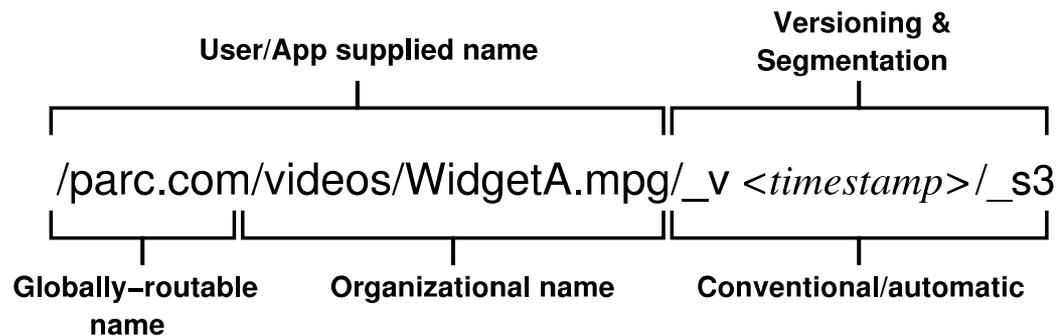


# 情報指向ネットワーク技術の研究分野

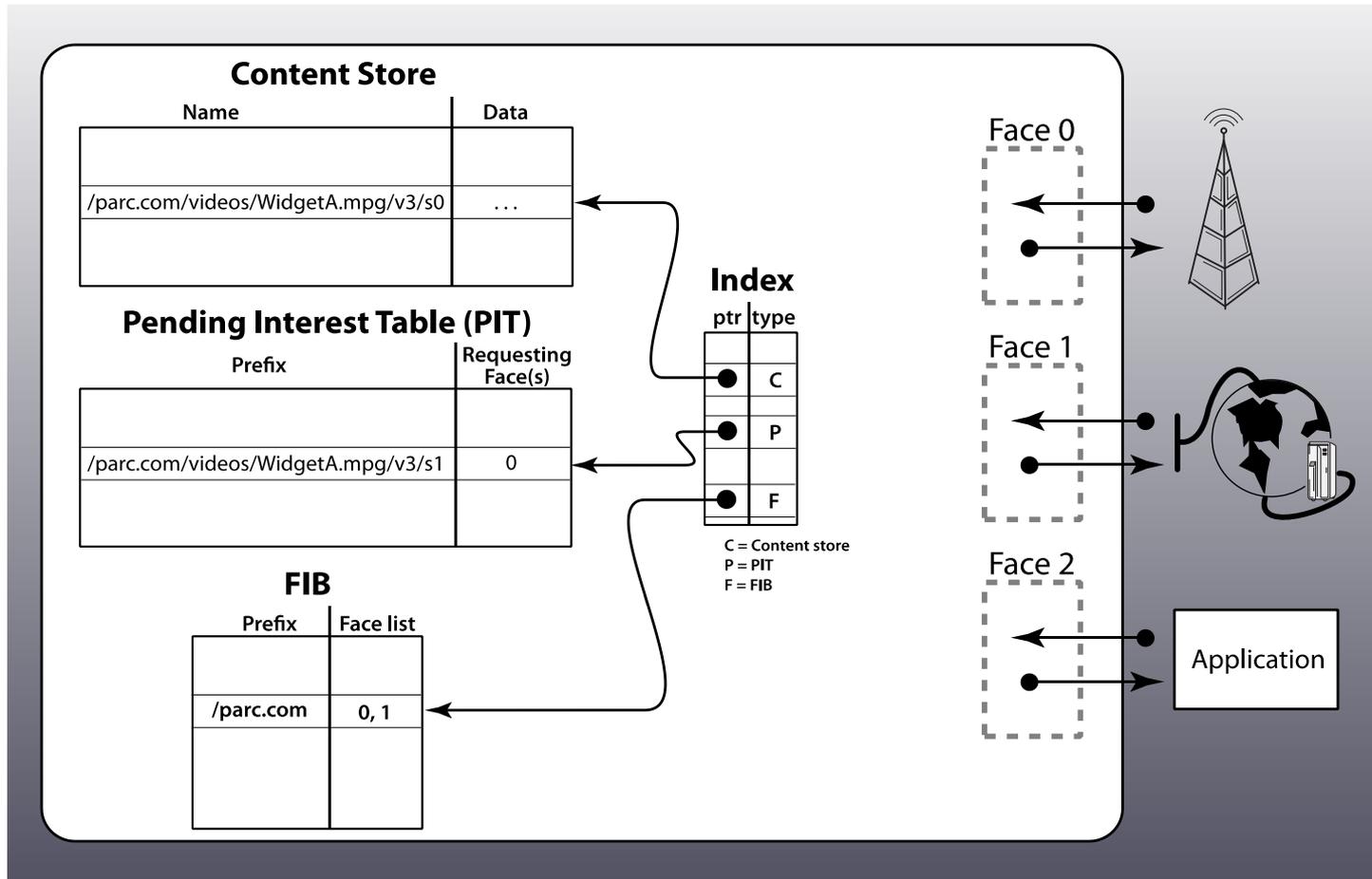


# CCNにおけるコンテンツ名と経路制御

- URLのような階層型Namingを利用
- 階層型Namingにより、プレフィックス単位の経路制御
- バージョン管理やコンテンツのセグメント番号もコンテンツ名に付与
- 送信者のSignature入りデータパケットを利用



# CCNxにおけるPITとFIB



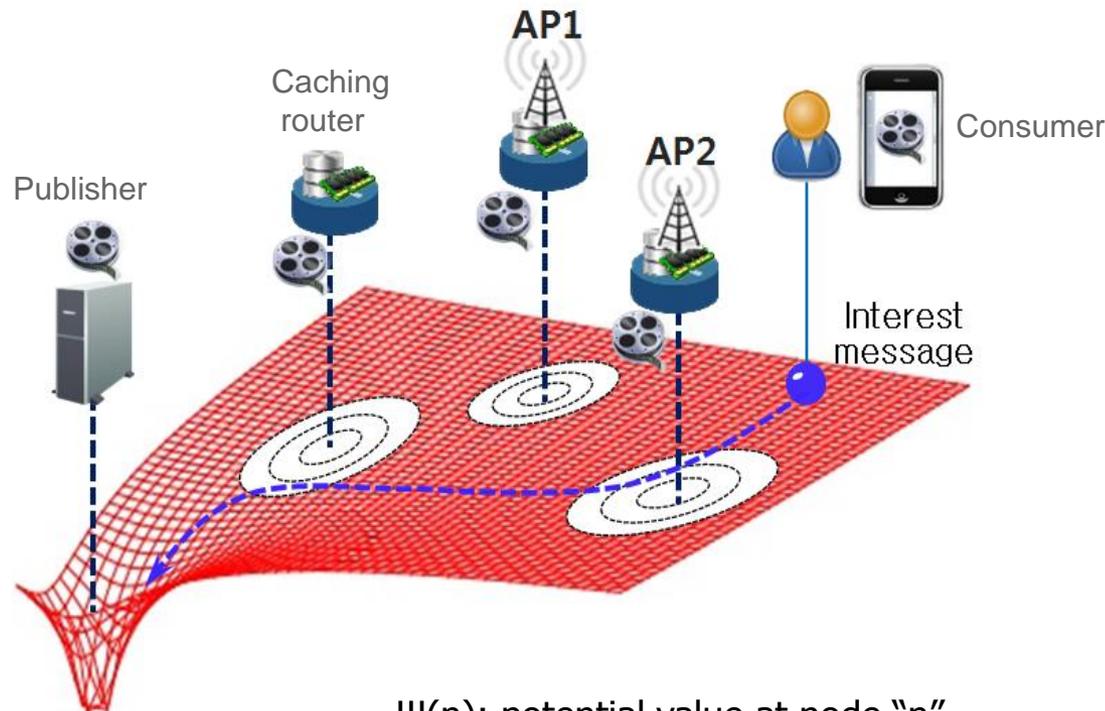
出典： V. Jacobson, et.al, “Networking Named Content”, *Proc. ACM CoNEXT 2009*, Dec. 2009.

# NICTが現在取り組んでいる情報指向ネットワーク技術研究 – 1



# Potential Based Routing (PBR)

- ネットワーク内キャッシュと連動するイントラドメインの経路制御プロトコル
  - ネットワーク内キャッシュの近傍性を計算し、効率的かつ迅速なコンテンツ取得を実現
- モバイル環境に適用し、シームレスなコンテンツ提供を実現



$$\psi(n) = \sum_{j=1}^N \frac{-Q_j}{\text{dist}(n, n_j)^\delta}$$

$\Psi(n)$ : potential value at node "n".

N: the number of nodes which have the content j.

Q: Expected quality of the content.

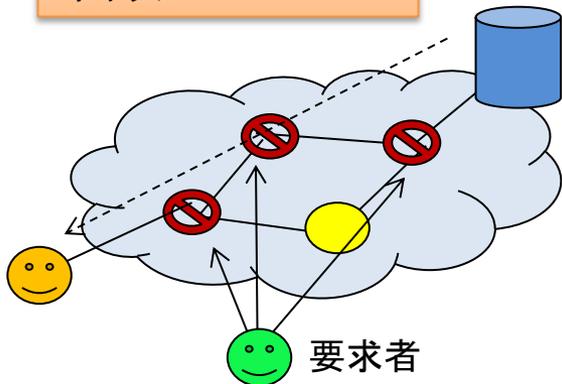
dist: distance between node "n" and "n<sub>j</sub>" with content j.

$\delta$ : attenuation factor.

# Local Tree Hunting (LTH)

ダウンロード時、中継ノードがコンテンツをキャッシュ

コンテンツサーバ



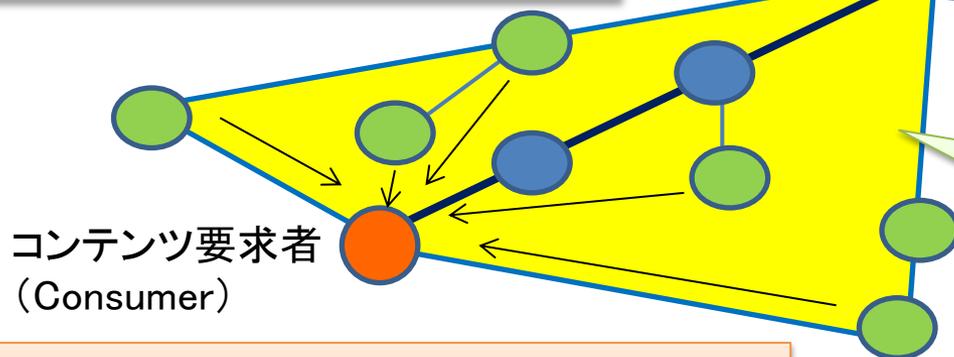
最も近いところにキャッシュされているコンテンツを取得

- 要求者に最も近いキャッシングノードを探索するネットワーク内キャッシュ技術
  - 部分的探索でも、全探索に匹敵する探索能力を有する

転送経路上の直近のFork Node (キャッシュを持っているかキャッシュした履歴を持っている)

コンテンツ所有者 (Publisher)

コンテンツ名で特定される転送経路



探索範囲:  
Fork Node をRootとする  
**Local Tree**

Local Tree 内のキャッシュノードのうち最小ホップ数のノードを選択

# Community-Oriented Route Coordination using ICN(CORIN)

- グループメンバー(ノード・人)間の低遅延な情報流通／交換

- コンテンツ名の代わりに「コミュニティ名」を定義

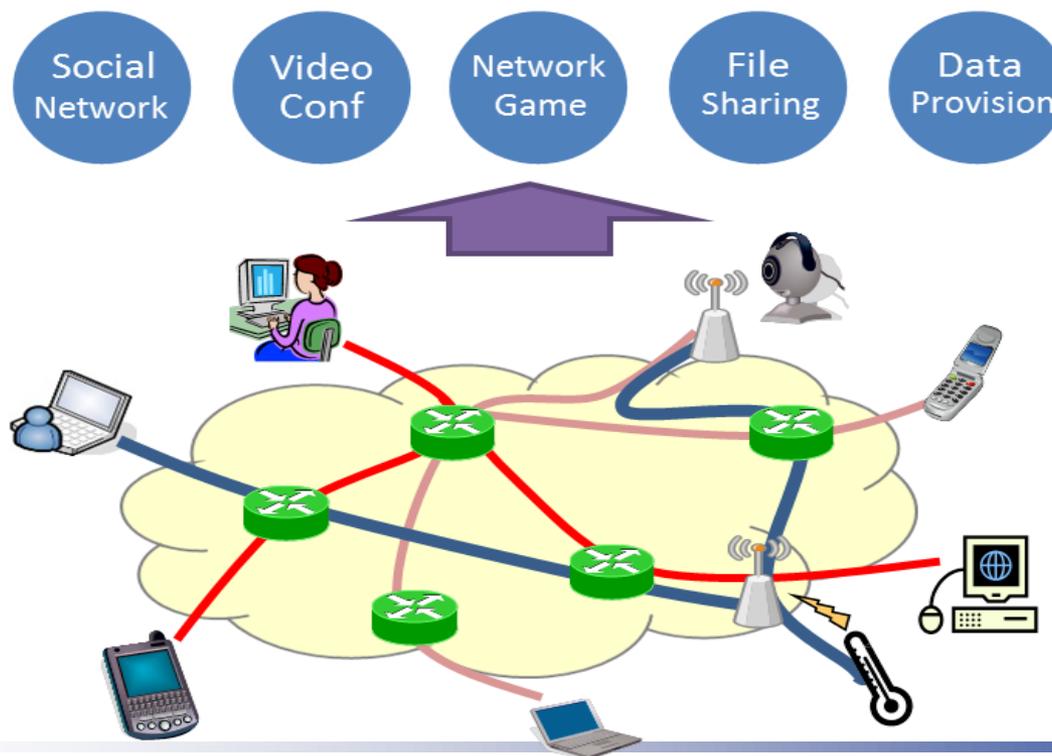
例: 温度 | A会社 | B支店 | C倉庫 | 20度以上 | スコープ

サービス識別子                      コミュニティ識別子                      ネットワーク識別子

- 多対多通信を実現する双方通信経路を形成

- 「通信の堅牢性」と「情報共有範囲の特定」を実現

適用例:

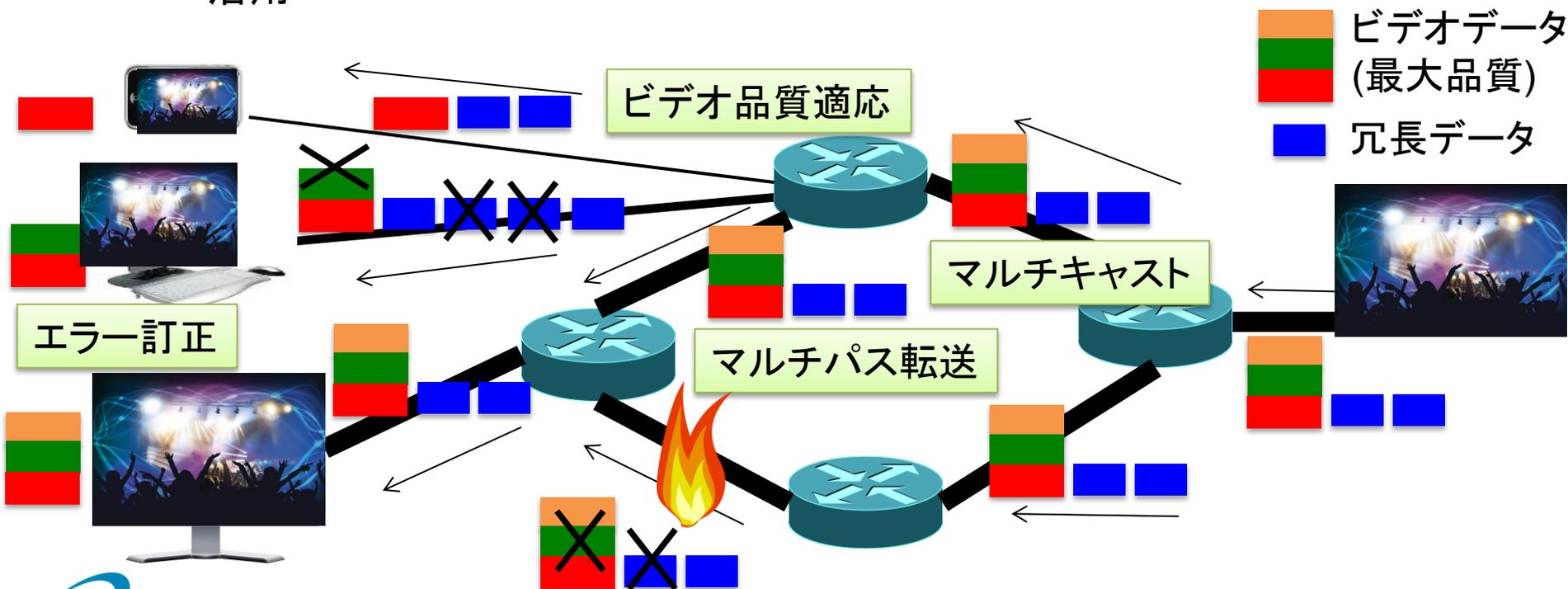


# NICTが現在取り組んでいる情報指向ネットワーク技術研究 – 2



# Content-Name-based Real-time Streaming (NRTS)

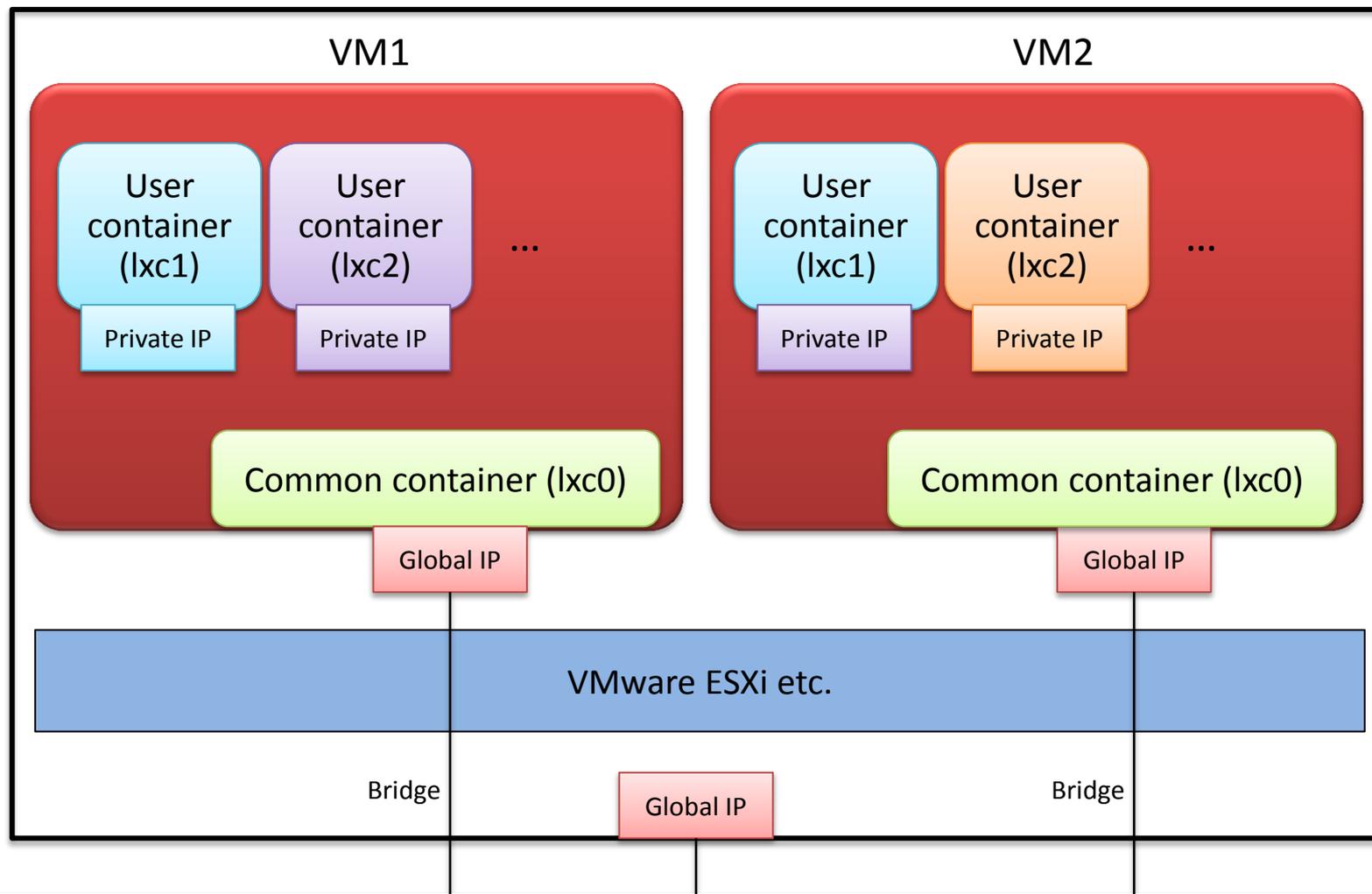
- 高信頼性・低遅延な高精細ストリーミングを多様な通信環境に対して実現する ICN/CCNT トラnsポートプロトコル
- ネットワーク内低遅延を維持しつつ受信映像品質を最大化
- 手法
  - ▶ パケット損失をモニターしながらネットワークの状態を推測し、冗長度とビデオ品質を動的に調整
  - ▶ マルチキャストやマルチパス転送を活用することでネットワーク資源を有効活用



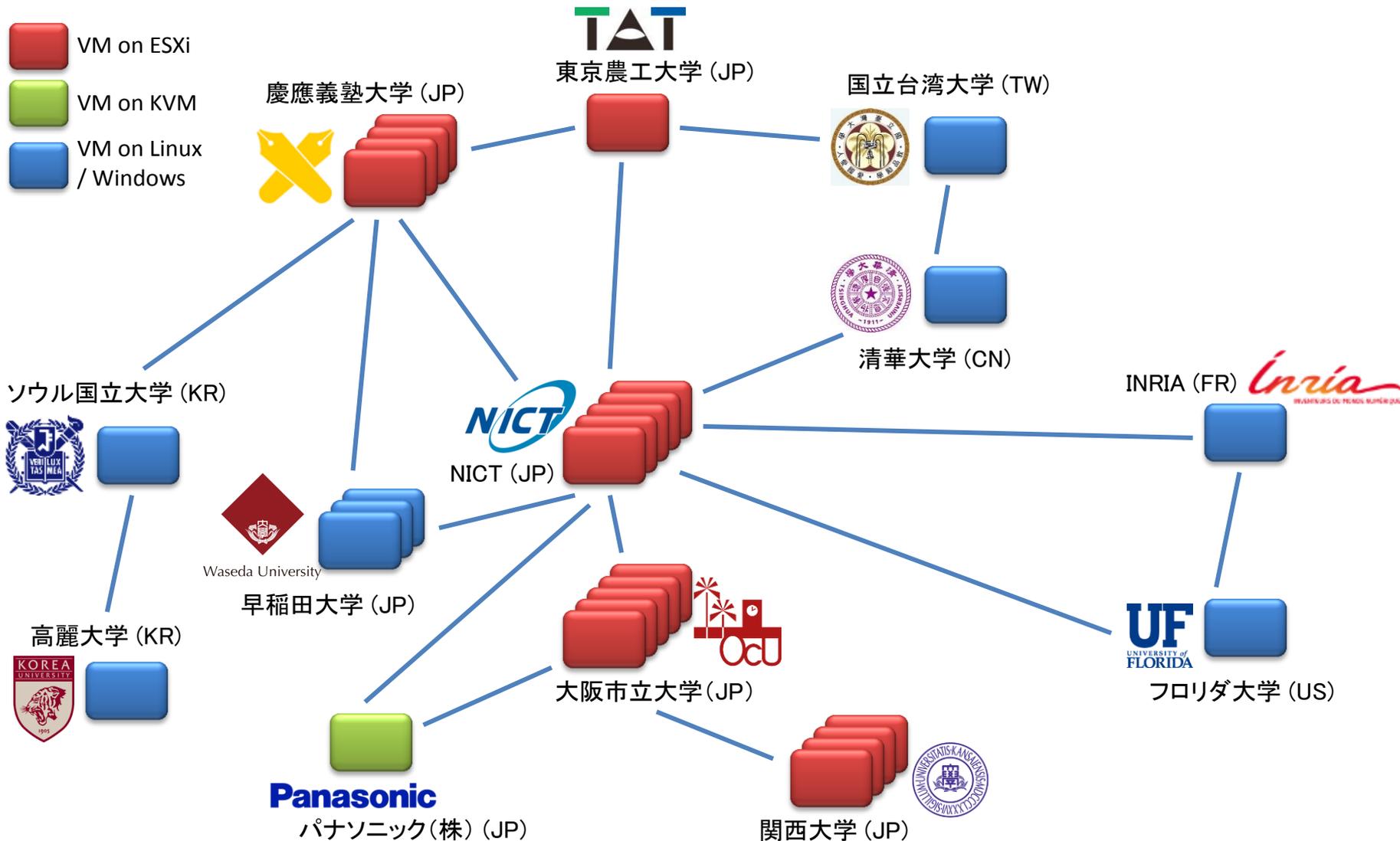
# NICTが現在取り組んでいる情報指向ネットワーク技術研究 – 3



# ICNオープンテストベッドとLinuxコンテナ(LXC)によるノード仮想化



# ICNオープンテストベッド (H27.10.1時点)

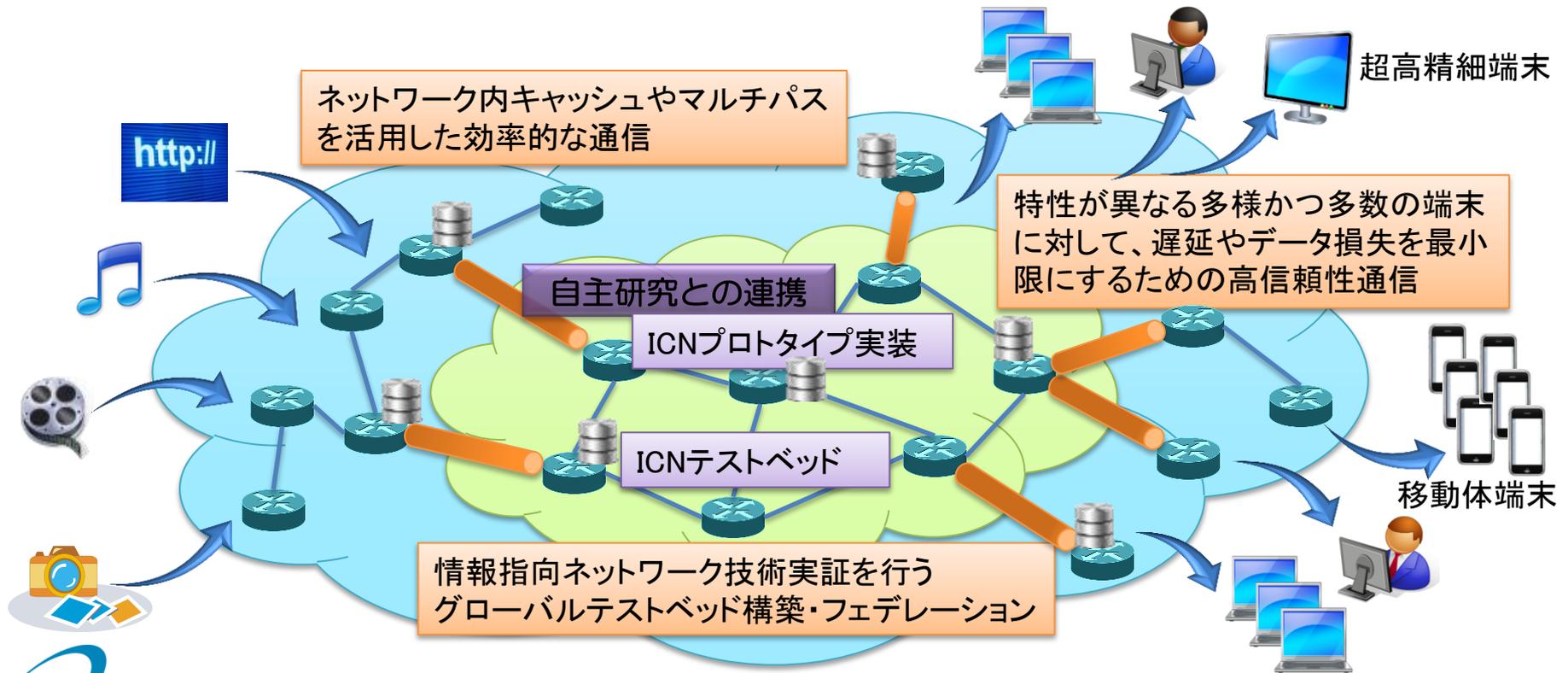


# (参考) 日欧共同研究公募

## 欧州との連携による情報指向ネットワークに関する実証的研究開発

(欧州側テーマ名 *Experimental testbeds on Information-Centric Networking*)

情報指向ネットワーク(Information-Centric Networking (ICN))技術展開に効果を発揮するグローバルなテストベッドを構築・フェデレーションし、高品質メディアやコンテンツ配信などを多様な環境にある多数のユーザーやノードに対して効率的に実現するためのICNプロトコルやフレームワークを研究開発する。国際標準化を睨みながら欧州との共同研究開発に取り組み、情報通信基盤の共通化を通じた豊かな通信社会への貢献を目指す。



# まとめ

- 情報指向ネットワーク(ICN/CCN)は近年注目されている新しい通信技術です
- 今後、ネットワーク内キャッシュ、経路制御技術の提案などを通じて当研究領域を率い、ICN/CCNによるコンテンツ流通基盤の研究を発展させます
- IoTにおけるやM2Mへの適用、そして5Gネットワークを含む新世代ネットワークの実現に向けた研究開発を推進していきます
- 研究成果を含むICNプロトタイプ開発を行い、さらなる接続サイトの拡大を見据えたICNテストベッドを用いた広域実験を計画しています
- 電子情報通信学会ICN時限研専での活動、AsiaFI、欧米研究機関との国際連携、ITU-TやIETF/IRTFでの標準化活動も含め、広く研究を進めていきます

# 参考文献

1. [PBR1] “Potential Based Routing (PBR) with Content Caching for ICN”, *Proc. ACM ICN workshop*, Aug. 2012.
2. [PBR2] “CATT: Cache Aware Target Identification for ICN”, *IEEE Commun. Mag.*, Vol.50, No.12, Dec. 2012.
3. [LTH1] “Content Hunting for In-Network Cache: Design and Performance Analysis”, *Proc. IEEE ICC*, Jun. 2014 .
4. [LTH2] “Local Tree Hunting: Finding the Closest Contents in an In-Network Cache”, *IEICE Trans. Inf. & Syst.*, Vol.E98-D, No.3, Mar. 2015.
5. [CORIN1] “A Community-Oriented Route Coordination Using Information Centric Networking Approach”, *Proc. IEEE LCN*, Oct. 2013.
6. [CORIN2] “DataClouds: Enabling Community-Based Data-Centric Services over Internet of Things”, *IEEE IoT Journal*, Vol.1, No.5, Oct. 2014.
7. [NRTS] “NRTS: Content-Name-based Real-time Streaming”, *IEEE CCNC*, Jan. 2016.
8. [Testbed1] “Container-Based Unified Testbed for Information-Centric Networking”, *IEEE Network*, Vol.28, No.6, Nov. 2014.
9. [Testbed2] “Contrace: A Tool for Measuring and Tracing Content-Centric Networks”, *IEEE Commun. Mag.*, Vol.53, No.3, Mar. 2015

ご清聴有難うございました

---