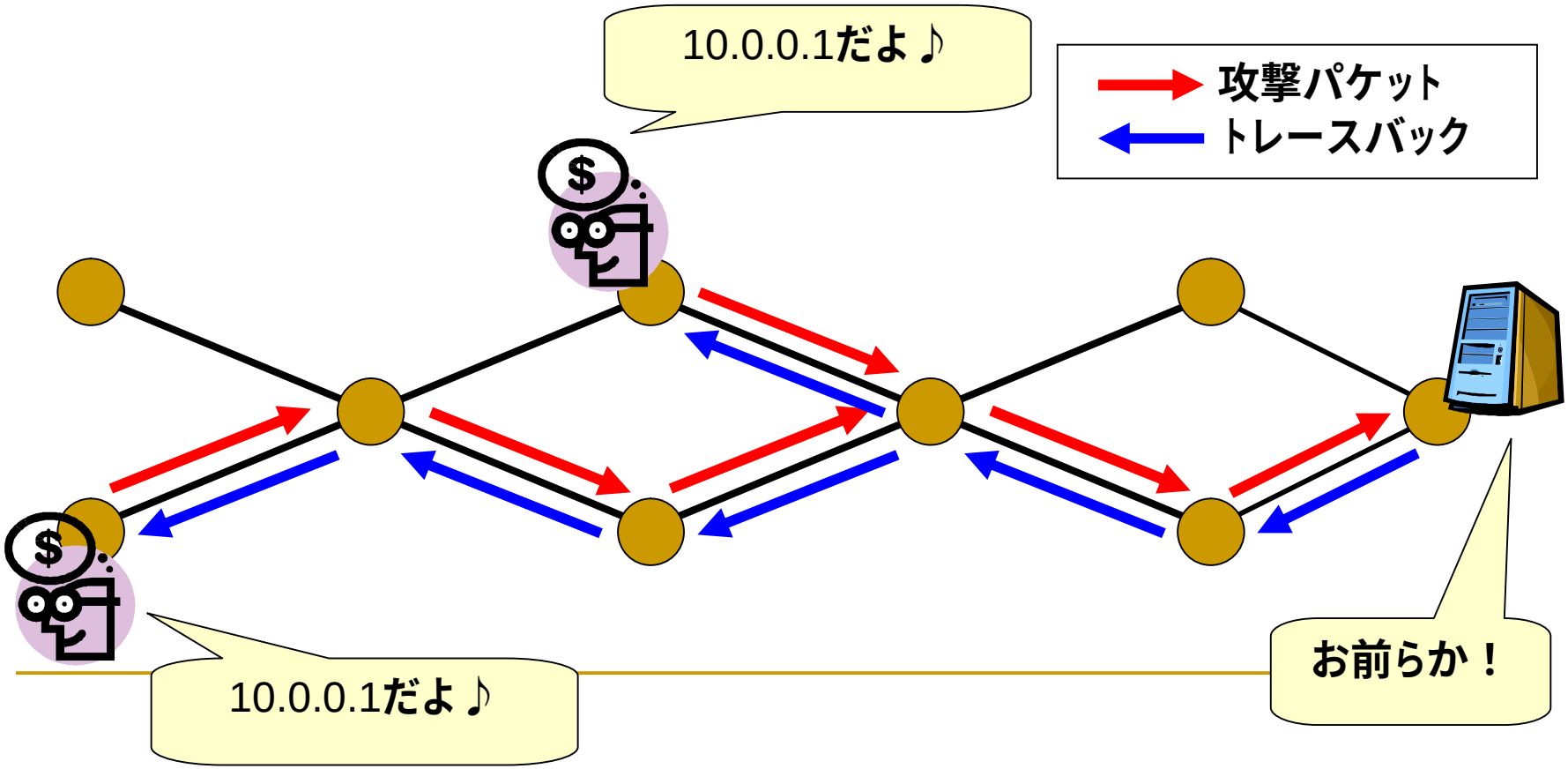
IPトレースバックとその応用
JANOG 19

門林　雄基 (奈良先端科学技術大学院大学)
許　先明 (株式会社ブロードバンドセキュリティ)

IPトレースバックの 5W1H を考える

IPトレースバックとは

- 始点アドレスが詐称された通信の発信源をつきとめる技術
- 「IPパケットの発信源追跡」



IPトレースバックが必要なわけ

- **始点アドレスが詐称されたDDoS**
- **始点アドレスが詐称されたUDP exploit**
- **始点アドレスが詐称されたDNSクエリ**
- …
- **発信源を突き止めて、何らかの対処をしたい**
  - **遮断する、ワームを除去する、ユーザに警告する等**
- RTBH, input debugging
  - **手作業　→　手間がかかる**

誰がIPトレースバックを使うのか

- ISPオペレータ
- JPCERT?
- SSP（セキュリティサービス事業者）？
- 法執行機関？

- 官憲の手を借りずに、できるだけ民間だけで
  インシデントを解決できるようにしたい
- 「悪いことをしたら足がつく」可能性をつくって
  DDoS攻撃などの抑止力にしたい

IPトレースバックと時間軸

- DDoSの最中や直後にIPトレースバックを実施
- 自動判定がほぼ前提

- 時間がたってからだと
  記録が残っていない可能性あり

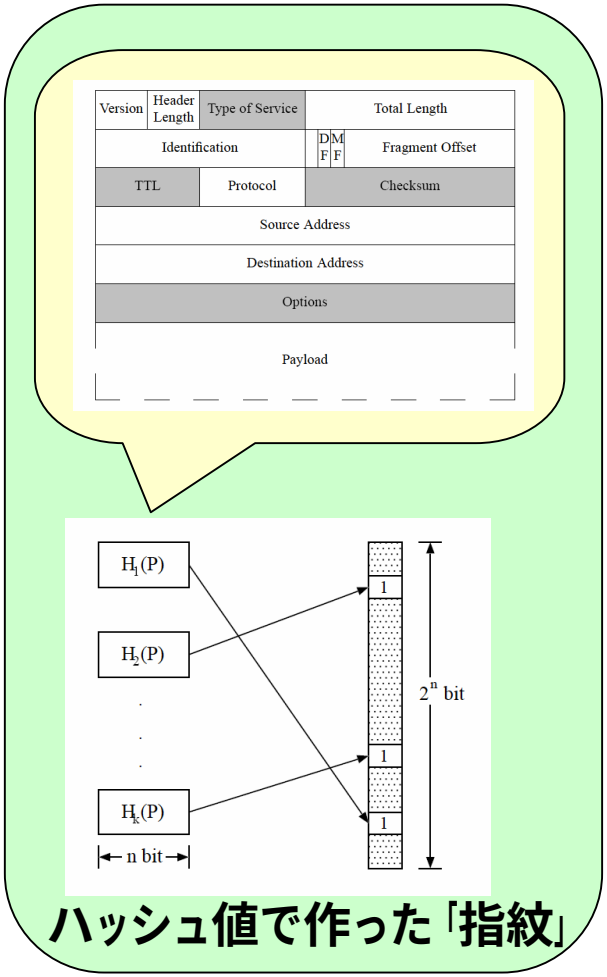
- 遡及能力はメモリオーバーヘッドに跳ね返る

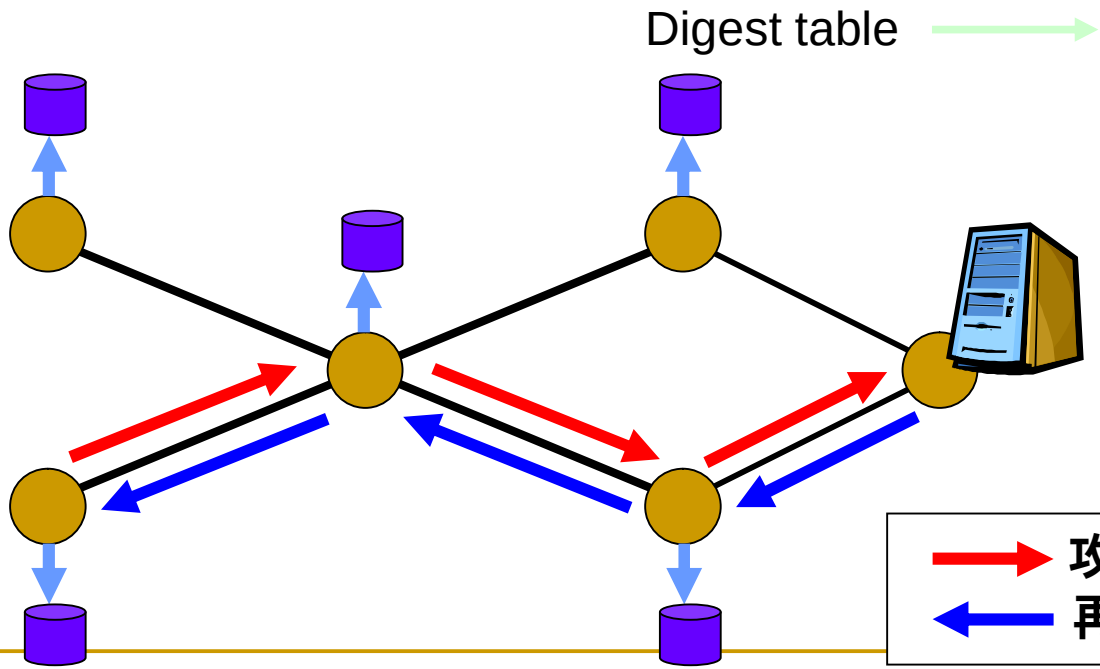
トレースバックの起点と範囲

- 起点はパケットが通過したどこか
  - ルータ、スイッチ、IDSなど
- 流入口がどこか分かれば…
- 自分のプロバイダが発信源かどうか分かれば…
- どのエッジの先か分かれば…
- 国境まで切り分けられれば…

IPトレースバックの動作原理

- パケットの一部のハッシュ値をいくつか計算し、「指紋」としてコンパクトに記録

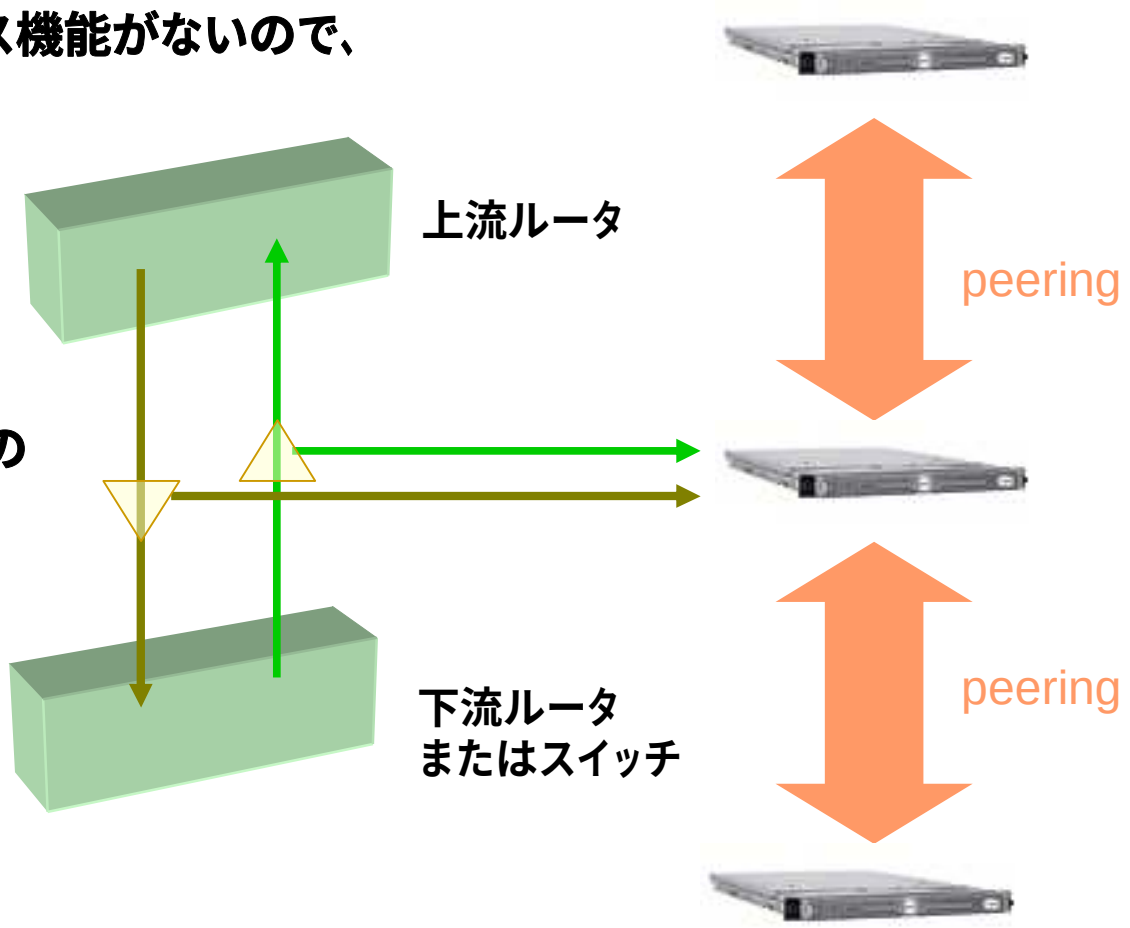




IPトレースバックの運用形態その1

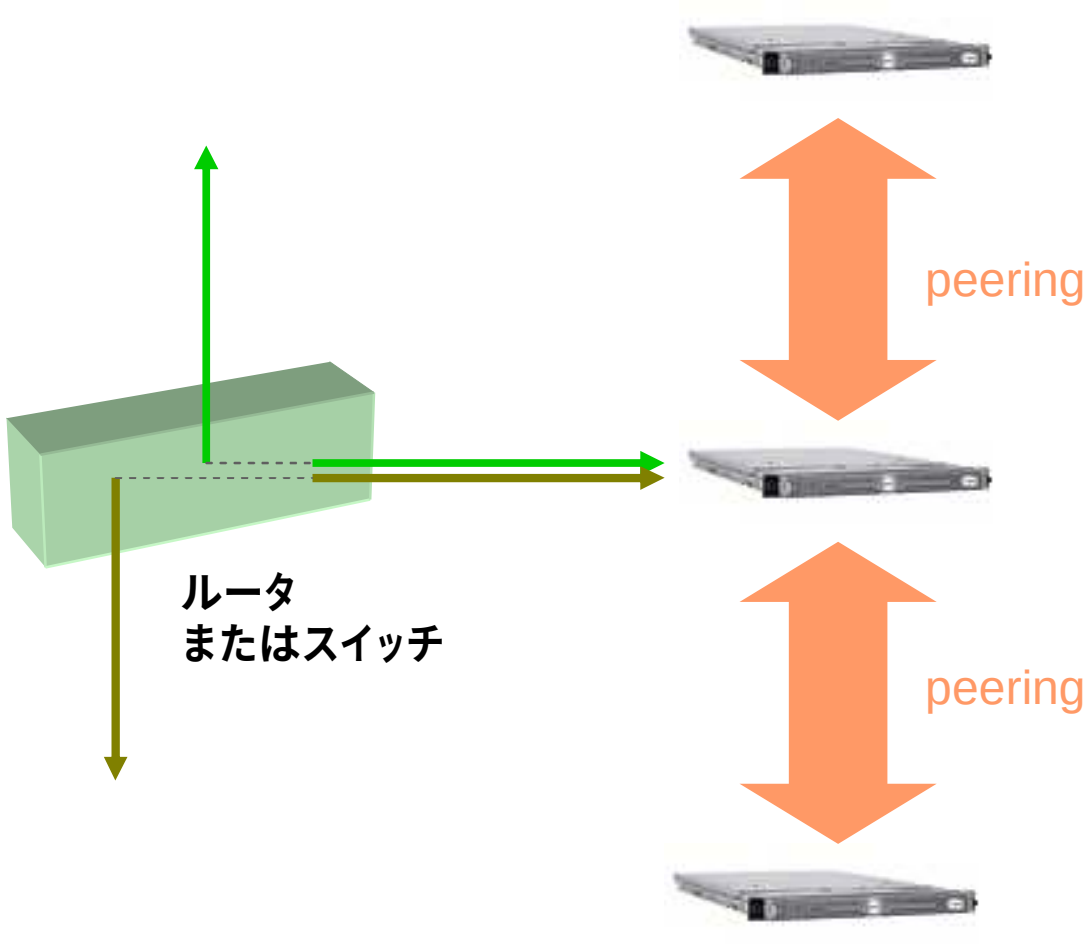
いまのところルータにトレース機能がないので、

光スプリッタ（あるいはメタルのスプリッタ）で信号を分岐してトレースバックノードへ。



IPトレースバックの運用形態その2

ポートミラーリングを設定して
トレースバックノードへ。



IPトレースバックの効力を見極める

IPトレースバックのスケーラビリティ

- 18ノードを実験的に設置 (東京、奈良など)
- １００ノード程度はテストベッド検証済
- 今後１０００ノード以上の検証が必要
  - テストベッド、VM併用

IPトレースバックの精度

- **誤検知率**
  - **メモリオーバーヘッド、計算オーバーヘッド次第**
  - **(例えば)** 0.3%

Bloom filters are typically described in terms of the number of digesting functions used and the ratio of data items to be stored to memory capacity. The effective false-positive rate for a Bloom filter that uses m bits of memory to store n packets with k digest functions can be expressed as

$$P = \left(1 - \left(1 - \frac{1}{m}\right)^{kn}\right)^k \approx \left(1 - e^{-kn/m}\right)^k.$$

IPトレースバックの動作速度

- 250ms以内に応答
- 最大2秒

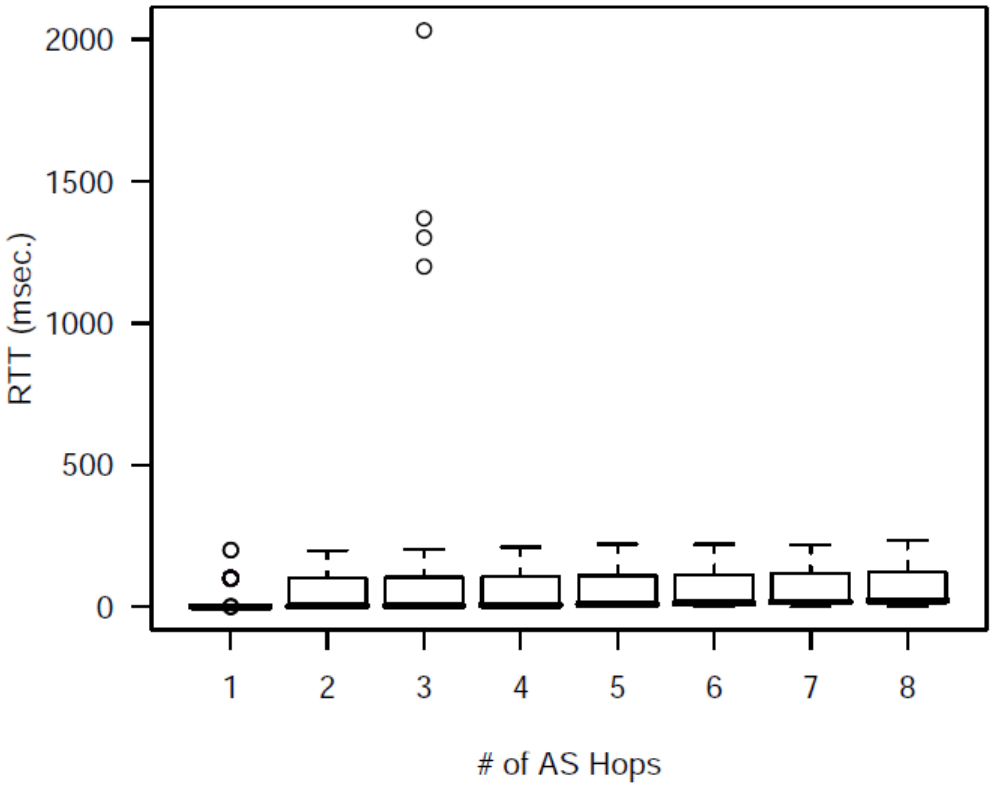


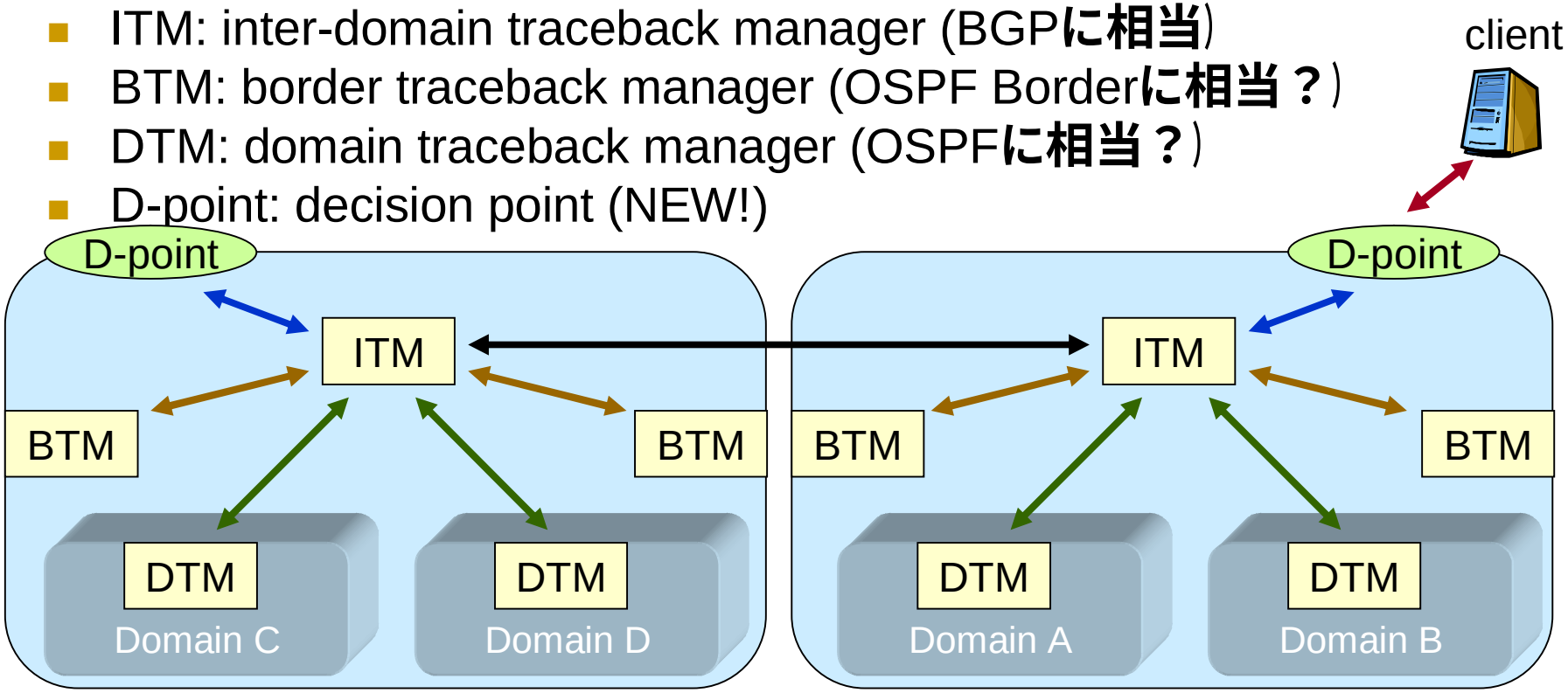
Figure 3.11: RTT of a ITM Traceback Request in a liner topology

奈良先端での取り組み

- トレースバックシステムの相互接続アーキテクチャを設計
  - InterTrack アーキテクチャ、プロトコル
- InterTrack フレームワークを実装
  - トレースバック方式のためのソフトウェア・バス
- テストベッドで動作検証
  - クラスタ、実ネットワーク
- 目標：
  - 実動システムを ISP/IRTオペレータに提供すること

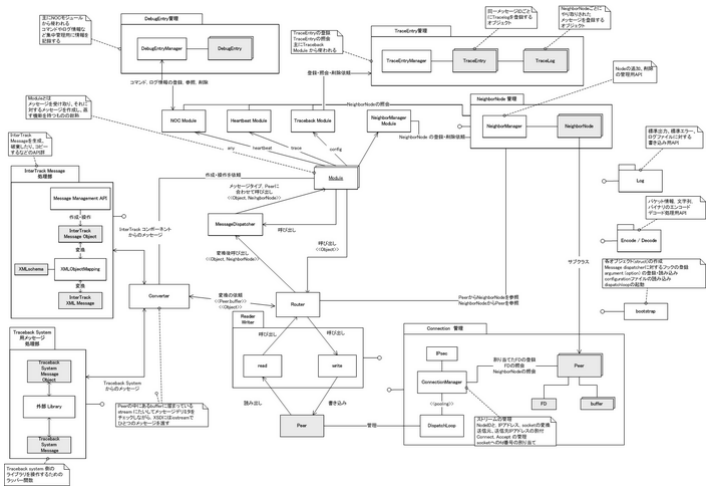
InterTrack アーキテクチャ

- **特徴**
  - **多様なトレースバック方式をつかえる**
  - NAT, Firewall**を超えた探知ができる（はず）**
    - NAT, Firewall**での対応が前提**
- ITM: inter-domain traceback manager (BGP**に相当**)
- BTM: border traceback manager (OSPF Border**に相当？**)
- DTM: domain traceback manager (OSPF**に相当？**)
- D-point: decision point (NEW!)



フレームワークおよびクラスタの現状

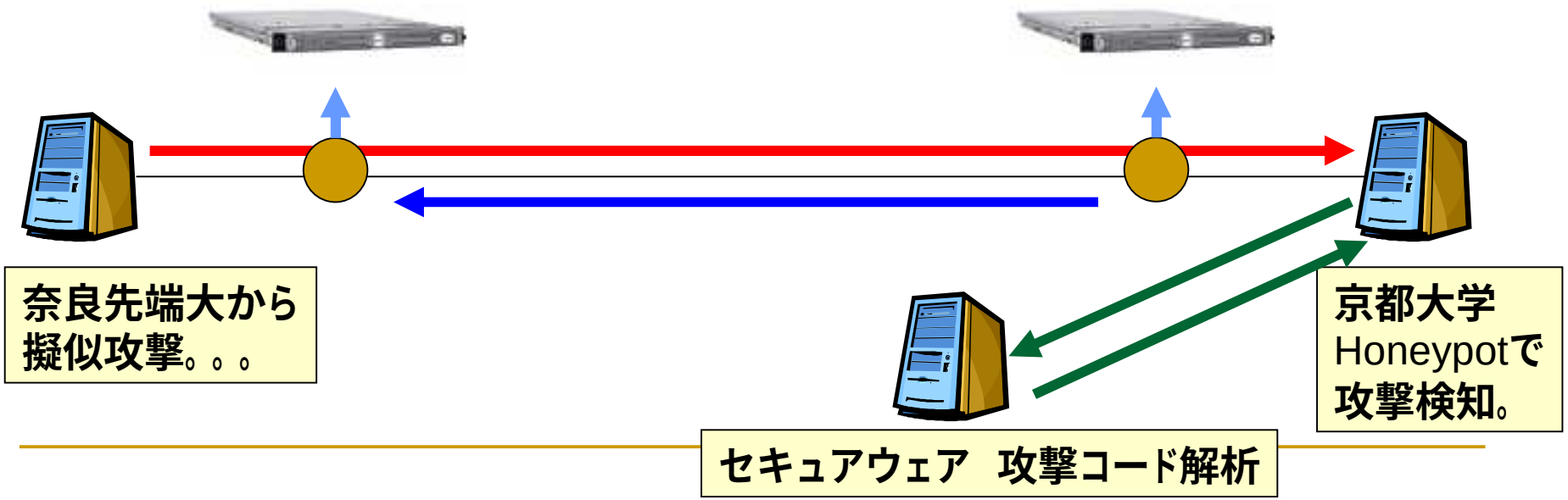
- InterTrack フレームワーク:
  - 約6.2万行のC/C++コード
  - 2007/3にリリースを予定
    - ライセンス形態：意見もとむ



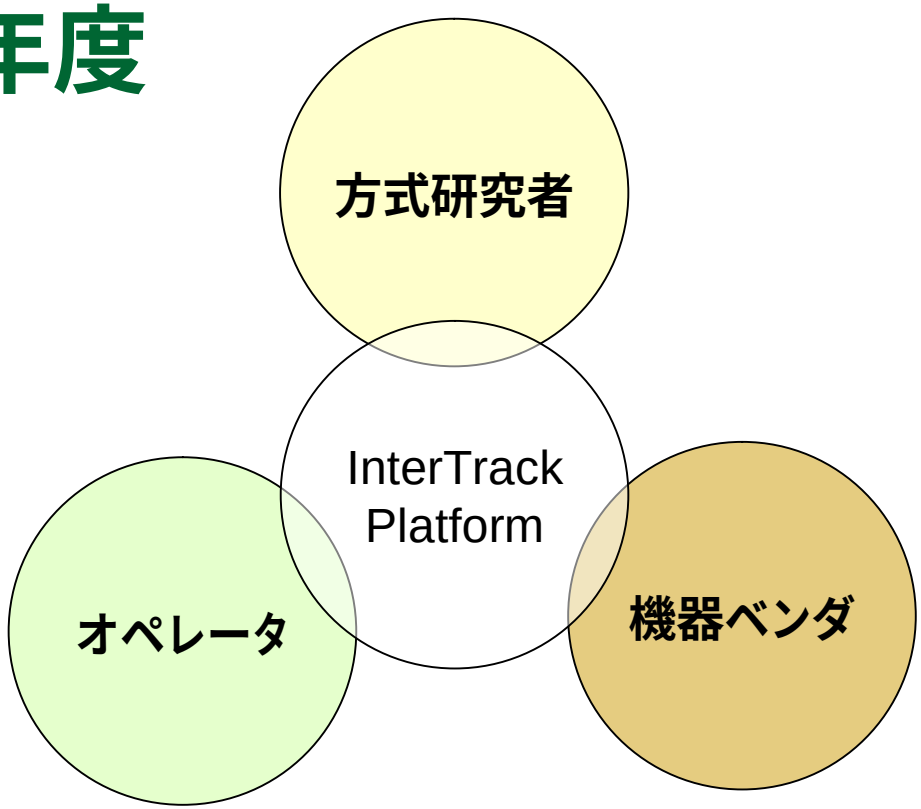
- InterTrack クラスタ:
  - 40ノード、実験支援ツール
  - 精度検証
  - 実用性検証

つながる･ひろがる･ひびきあう (平成17年度)

- 京都大学ハニーポットにて攻撃ベクタ収集
- セキュアウェア･システムにて攻撃コード解析
- トレースバックシステムにて攻撃元特定



平成18年度



- 通信の秘密に関する取り組み
- オペレータとの協働
  - 運用系ネットワークへのテスト導入
- 各種機器ベンダとの協働

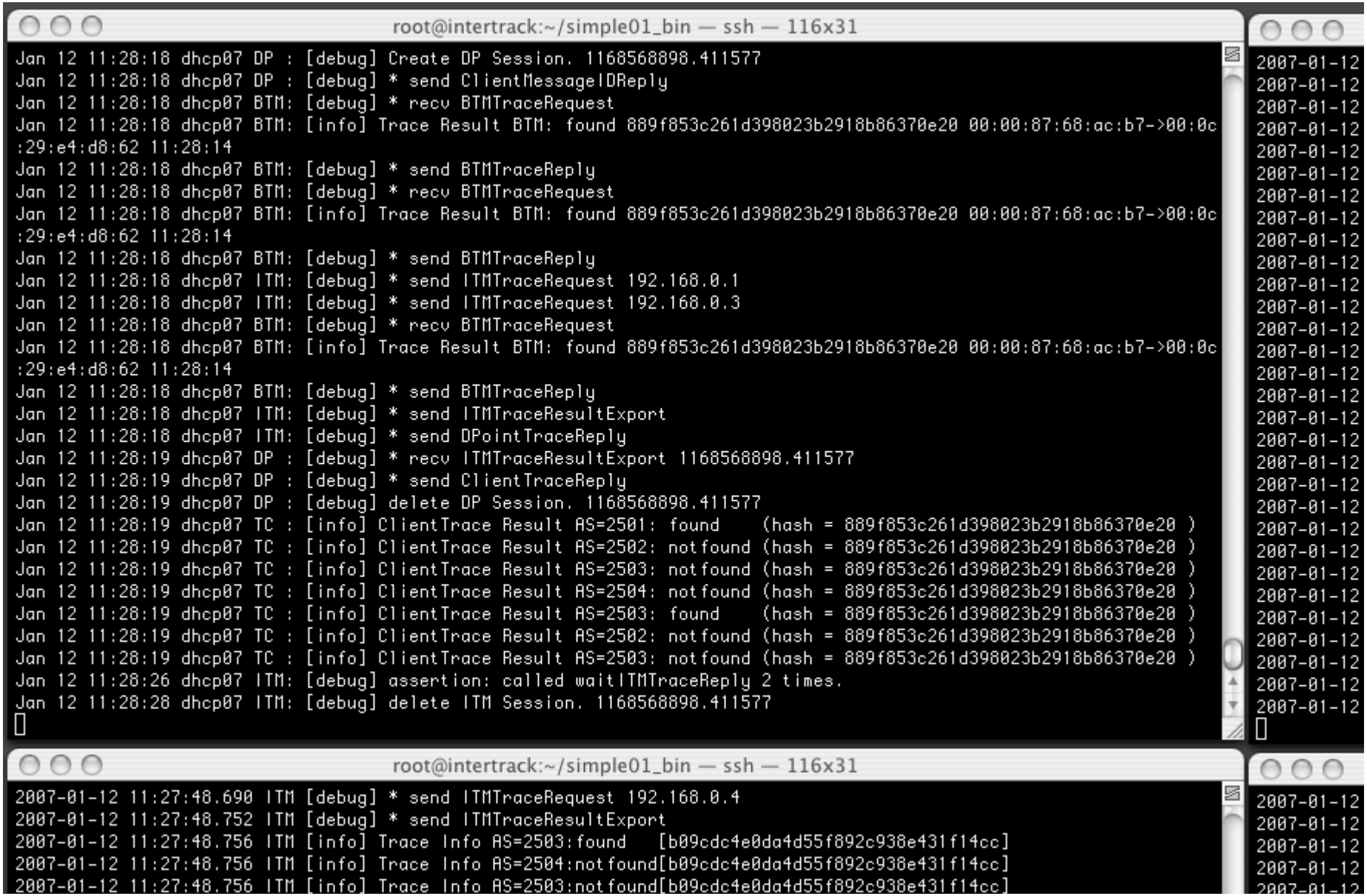
来年度以降あそんでくれる人、募集中！

InterTrack のCLI

matsu@intertrack:~/simple01/intertrack/src/c++/libintertrack/session — ssh — 154x61

```
TC> show query
time_local  = 1168568988.260814
time_global = 1168568988.368585
hash = ac50d483d5163712d9bbbaf190e0364a

=== request ===
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no" ?>
<InterTrackMessage type="ClientTraceRequest" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="

  <ClientTraceRequest>
    <DestinationNode>
      <NodeID idtype="IP">
        <IPAddress block="loopback" mask="32" version="4">127.0.0.1</IPAddress>
      </NodeID>
    </DestinationNode>
    <SourceNode>
      <NodeID idtype="IP">
        <IPAddress block="loopback" mask="24" version="4">127.0.0.1</IPAddress>
      </NodeID>
    </SourceNode>
    <TemporarySequenceNumber sec="1168568988" usec="260814"/>
    <PacketDump PayloadLength="32" encodetype="md5" header="ip" iftype="1">ac50d483d5163712d9bbbaf190e0364a</PacketDump>
    <Options>
      <Option type="type">content</Option>
    </Options>
  </ClientTraceRequest>

</InterTrackMessage>

=== reply   ===
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no" ?>
<InterTrackMessage type="ClientTraceReply" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="Int

  <ClientTraceReply Export_type="AllResultExport">
    <SourceNode>
      <NodeID idtype="IP">
        <IPAddress block="loopback" mask="24" version="4">127.0.0.1</IPAddress>
      </NodeID>
```

InterTrack のログ



IPトレースバックの諸問題を点検する

運用面の課題を点検する

- Peering
  - 隣接ASが対応していない場合は
    →すっとばして peer することも可能
- トレース結果
  - 経路ASが分かったあとの運用フローは
    →電話、IM, Jabberなど
      オペレータ支援システムも開発中
- IDSとの連動
  - pcap フォーマット等でのパケット記録が前提

コスト面の課題を点検する

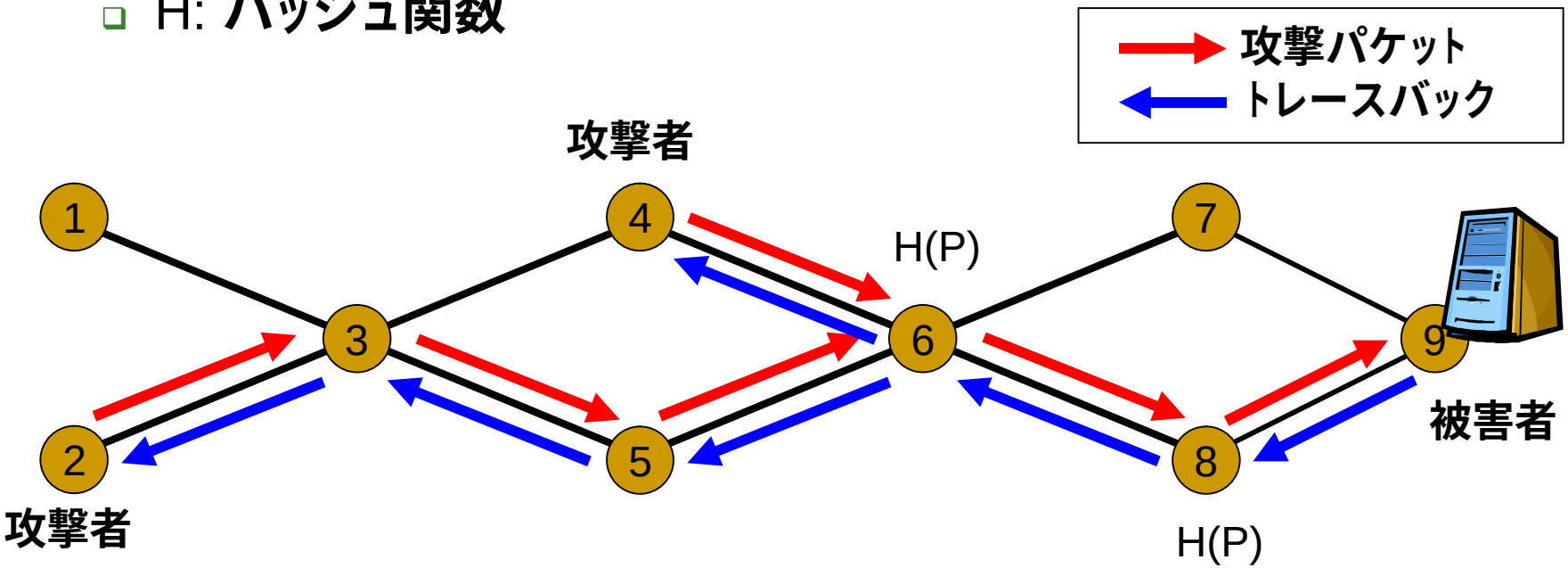
- **初期導入コスト**
  - **光スプリッタの場合…**
    - **上り、下りに1つずつ、**
  - **ポートミラーリングの場合…**
    - **機材コストはゼロ？、構成に制約あり**
  - **ノード**
    - PC, OS, peering **設定**
- **定常運用コスト**
  - Resolver**なみ？**

法律面の課題を点検する

- 通信の秘密
  - 明らかな攻撃の場合には、通信の秘密よりも緊急対応のほうが優先する
  - そもそも通信の秘密とは、言論の自由を守るもので、攻撃や悪意のある通信を守るものではない。
  - 電気通信事業分野におけるプライバシー情報に関する懇談会「電気通信事業における個人情報保護に関するガイドライン」：最終報告書まだ
  - 総務省の勉強会どうなった？

IPトレースバックにおける通信の秘密

- IPヘッダ、ペイロードは通信の秘密にあたる
- パケットPについてH(P)を用いて問い合わせ
  - H: ハッシュ関数



(注) 6 と 8 は独立した通信事業者であり、ヘッダやペイロードを互いに漏洩してはならない。