

Peer-to-Peer Communication Across Network Address Translators

名城大学工学部情報工学科
渡邊研究室
金澤晃宏

輪講資料

タイトル: Peer-to-Peer Communication Across
Network Address Translators

発表日: 2005年2月17日

著者: Bryan Ford
Pyda Srisuresh
Dan Kegel

研究背景

▶ IPv4アドレスの枯渇


◦ 短期解

- アドレス配布を細かく
- LAN内で自由に使えるアドレス範囲を決める
 - プライベートIPアドレス
 - NAT技術の必要性

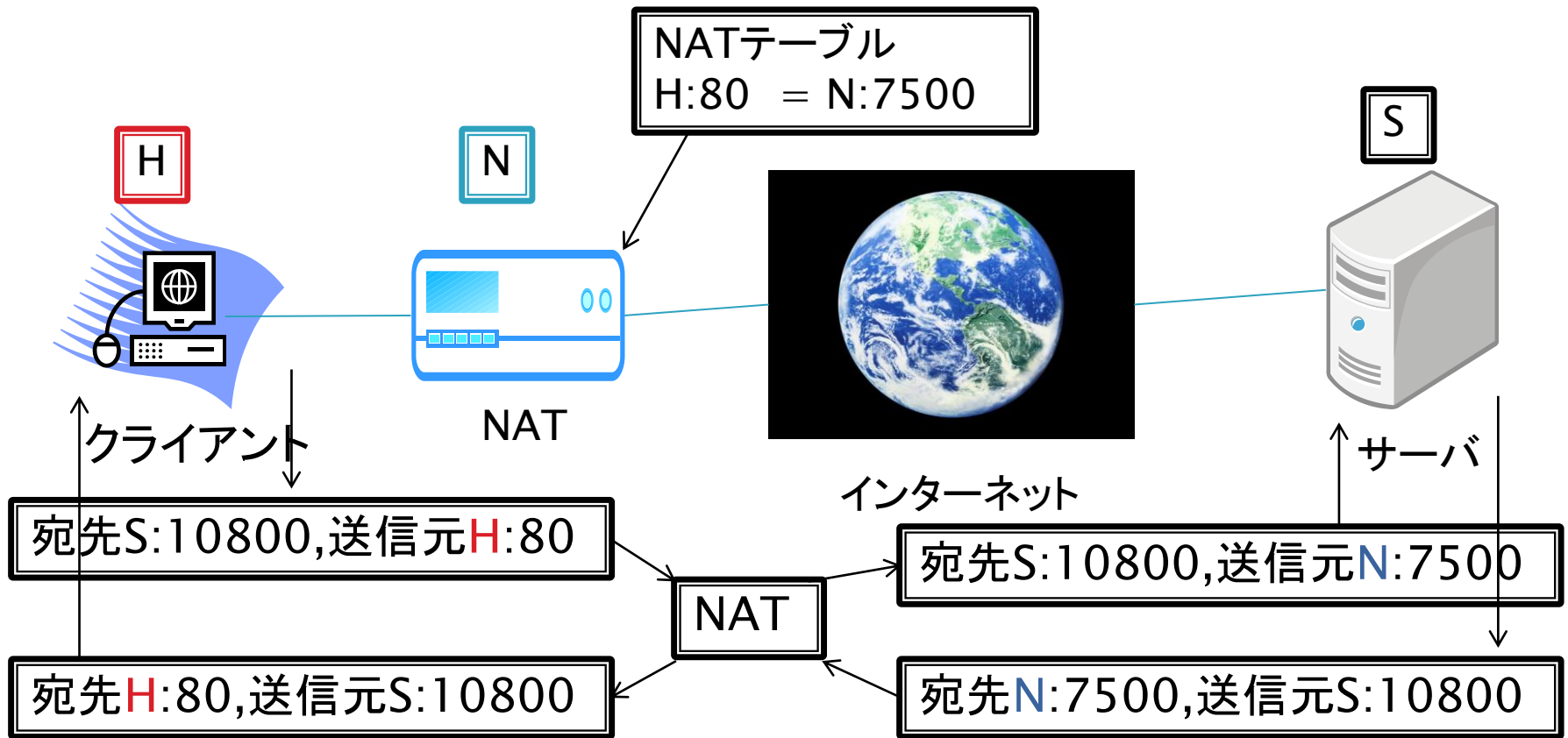
◦ 長期解

- IPv6に移行

NAT技術とは

- ▶ インターネットに接続するときだけにグローバルIPアドレスを使用する技術
(Network Address Translators)
 - 外部からの接続には特別な設定が必要(セキュリティ向上)
 - P2P接続に対する障害
P2P: Peer-to-Peer
- 

NATの仕組み

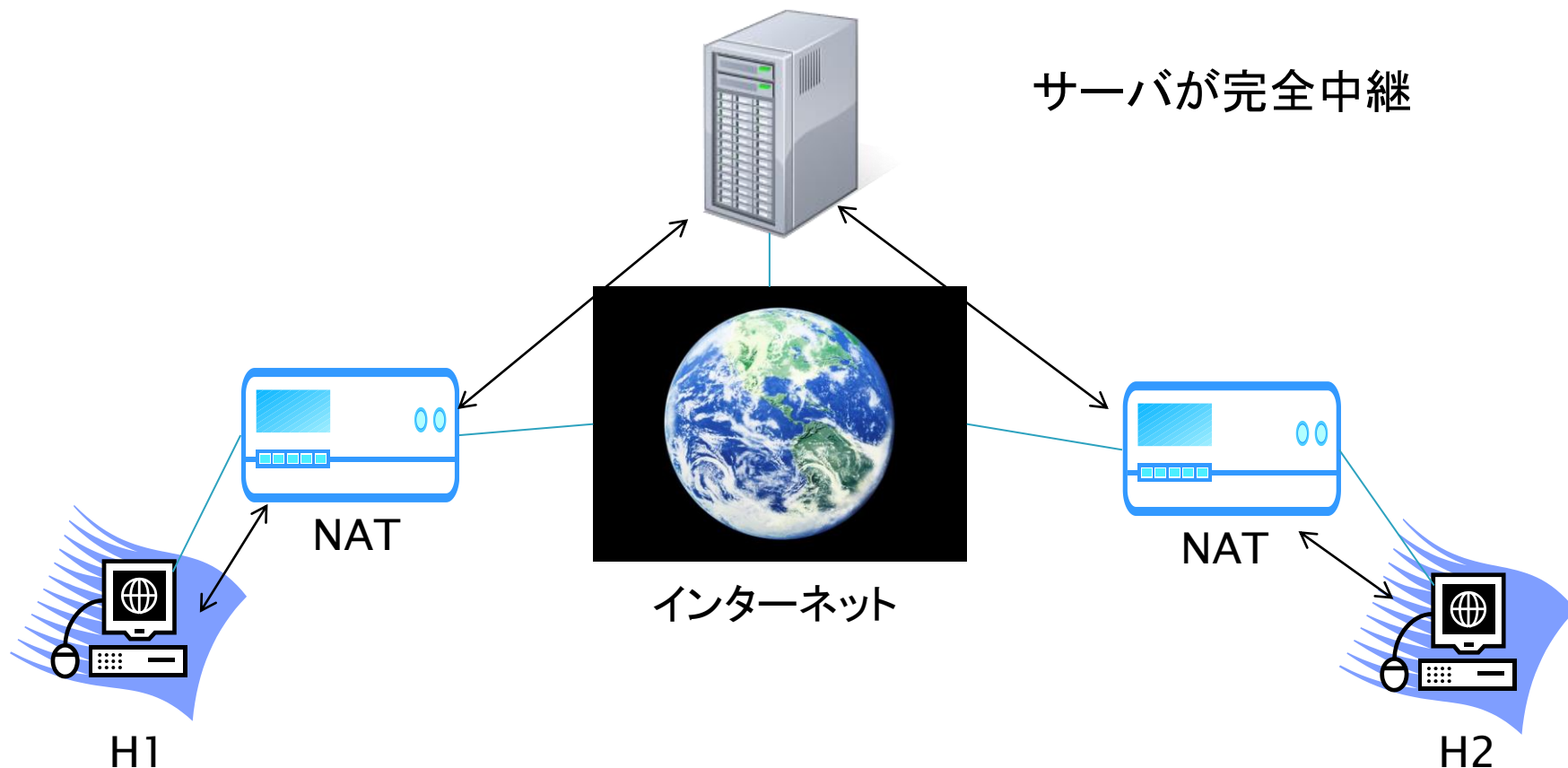


送信元のIPアドレスとポートを書き換えてNATテーブルを作成

※インターネット側からの通信開始ができない

NAT越えの既存技術(1)

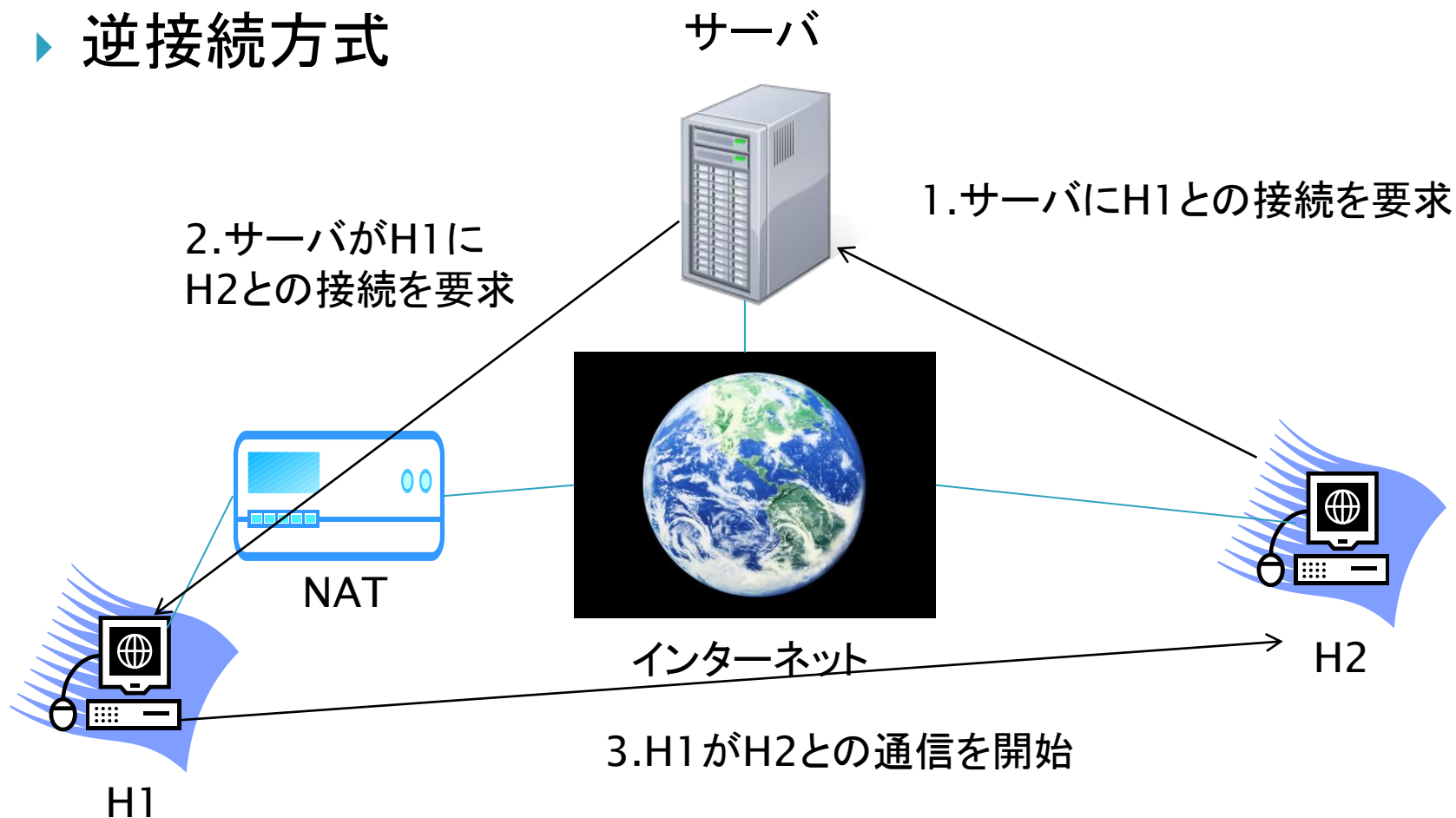
▶ 中継方式(TURN) TURNサーバ



TURN: Traversal Using Relay NAT

NAT越えの既存技術(2)

▶ 逆接続方式



既存技術の課題

▶ 中継方式

- サーバ側の負担が大きい
 - ネットワーク帯域幅
 - 処理能力
- 通信遅延が大きい

▶ 逆接続方式

- NAT同士だと接続できない
- 一部のアプリケーションしか対応していない

提案方式

▶ UDPホールパンチング

- 接続したい双方がUDP接続を開始、NATに応答パケットと勘違いさせることでNATを通る
- Cone型NAT(内部アドレスと外部アドレスが1対1で対応し、変化しない)でしか使用できない

▶ TCPホールパンチング

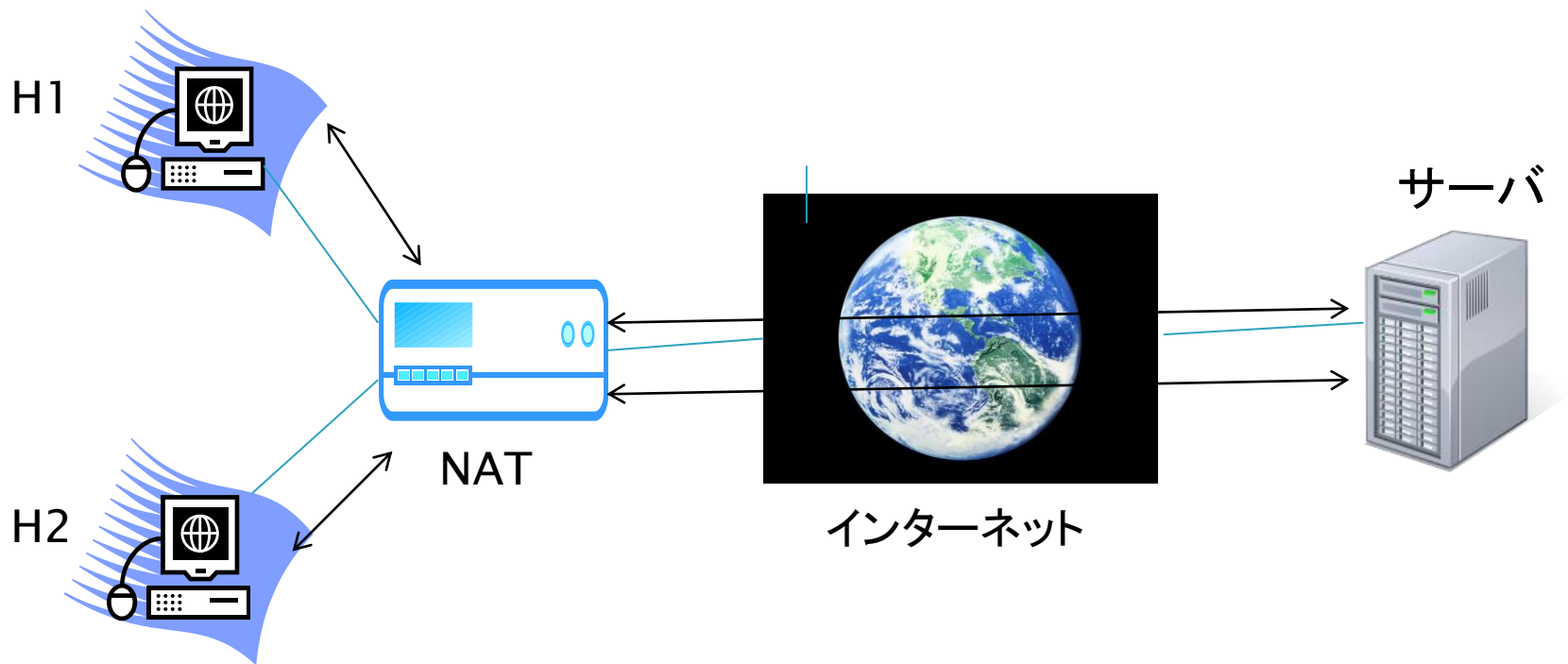
- OSの制御により順序番号を検査するタイプのNATは既存の接続を破棄
→ 接続の成功率が大幅ダウン

UDP:User Datagram Protocol

TCP:Transmission Control Protocol

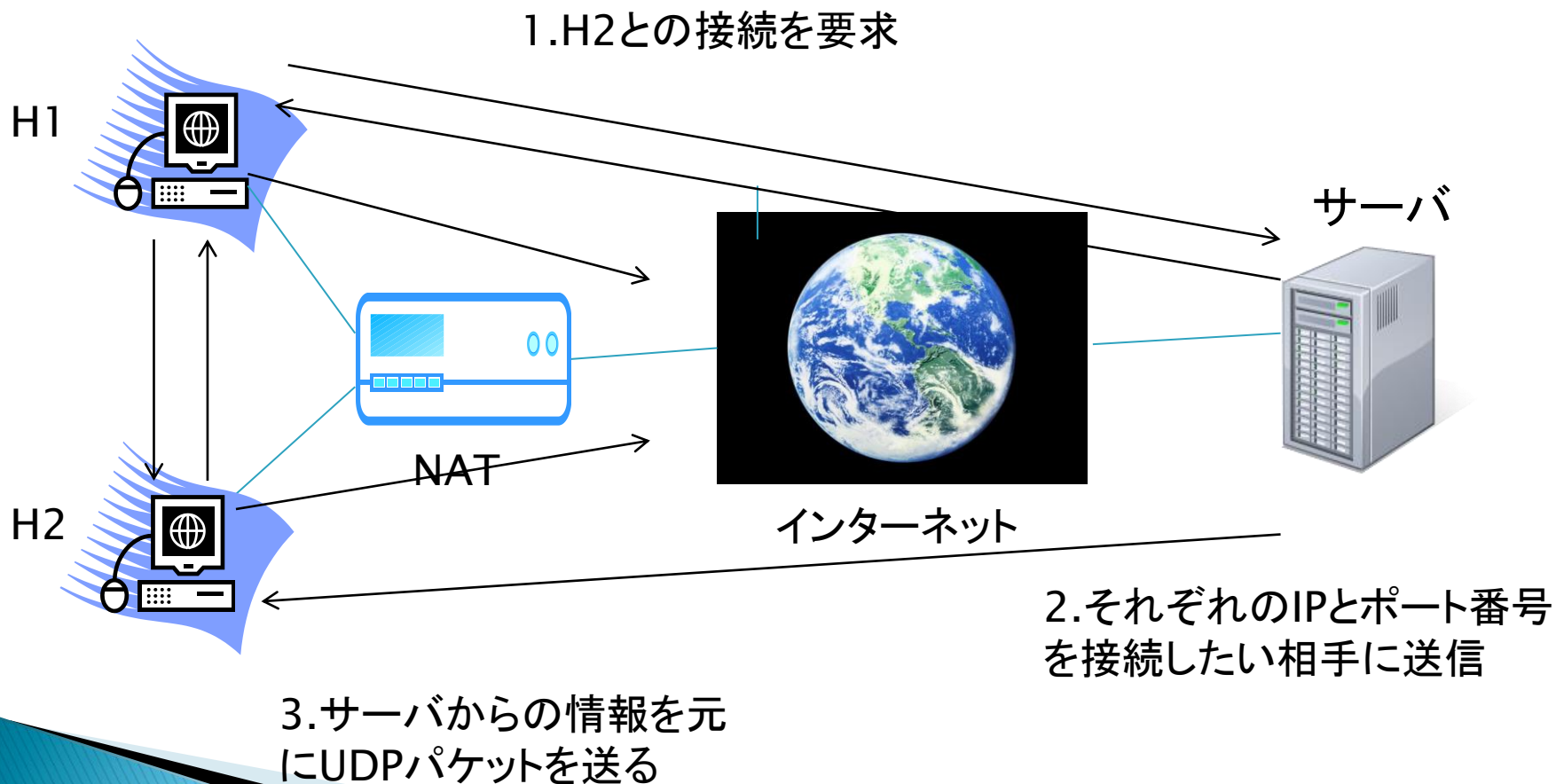
UDPホールパンチング(同じNATを通る場合)

▶ ホールパンチング前



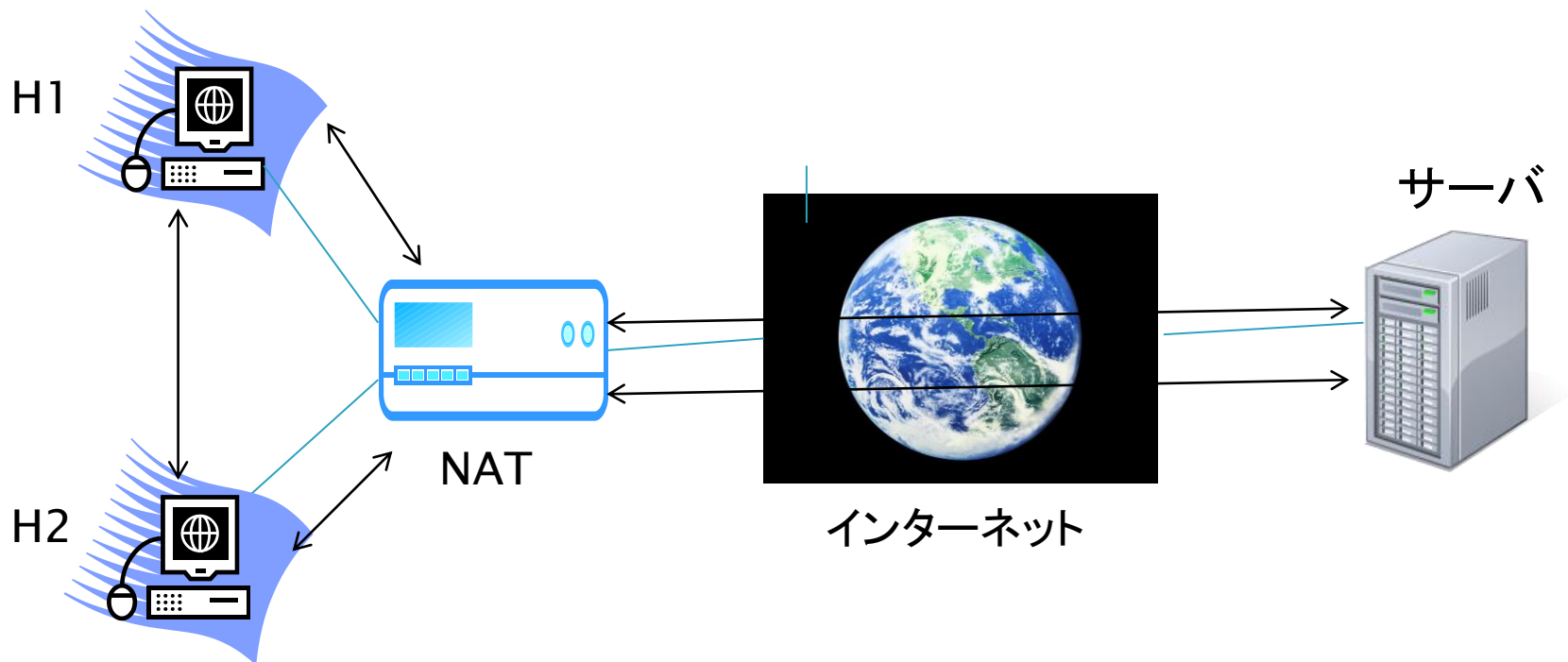
UDPホールパンチング(同じNATを通る場合)

▶ ホールパンチング過程



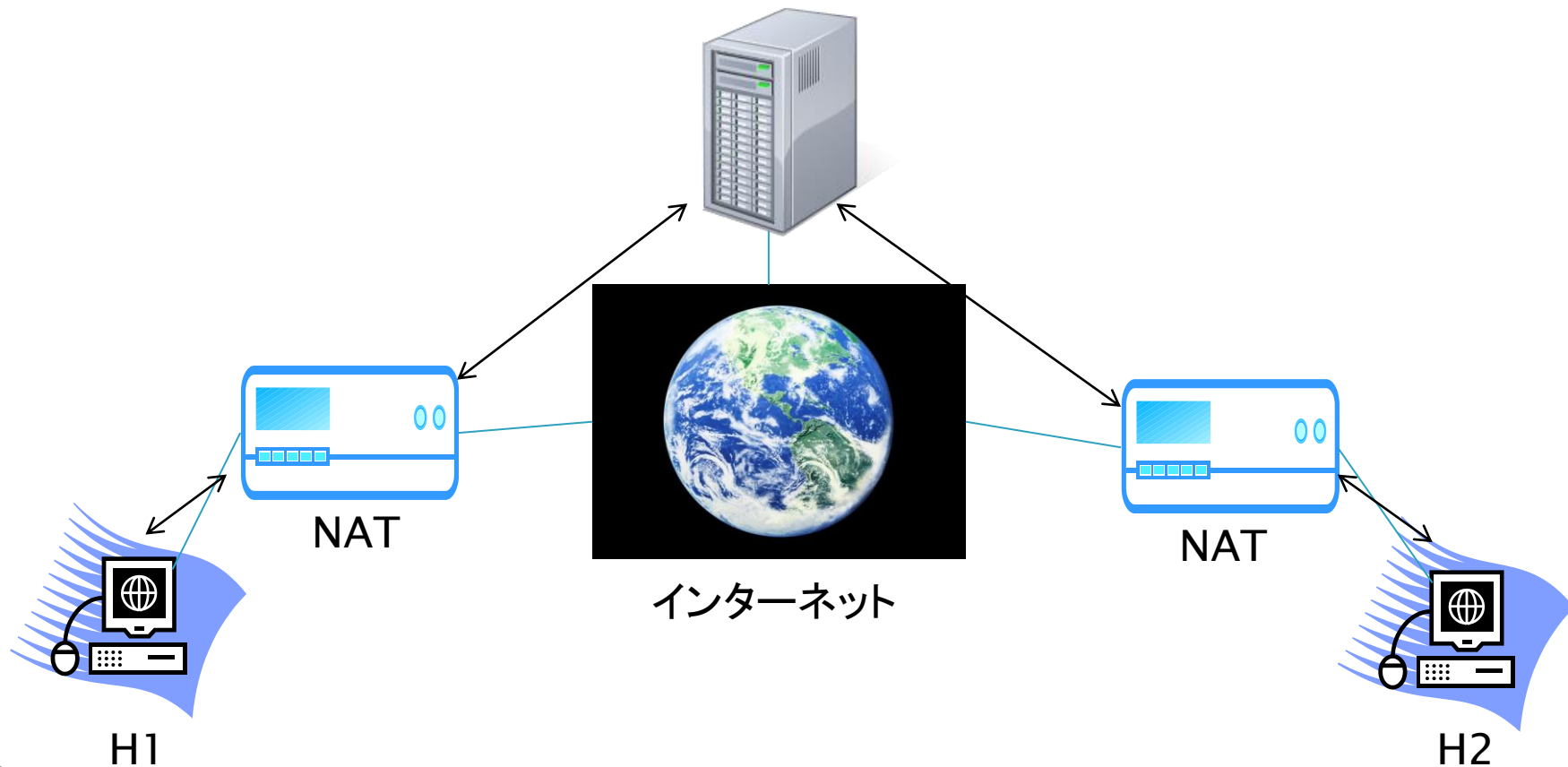
UDPホールパンチング(同じNATを通る場合)

▶ ホールパンチング後



UDPホールパンチング(別のNATを通る場合)

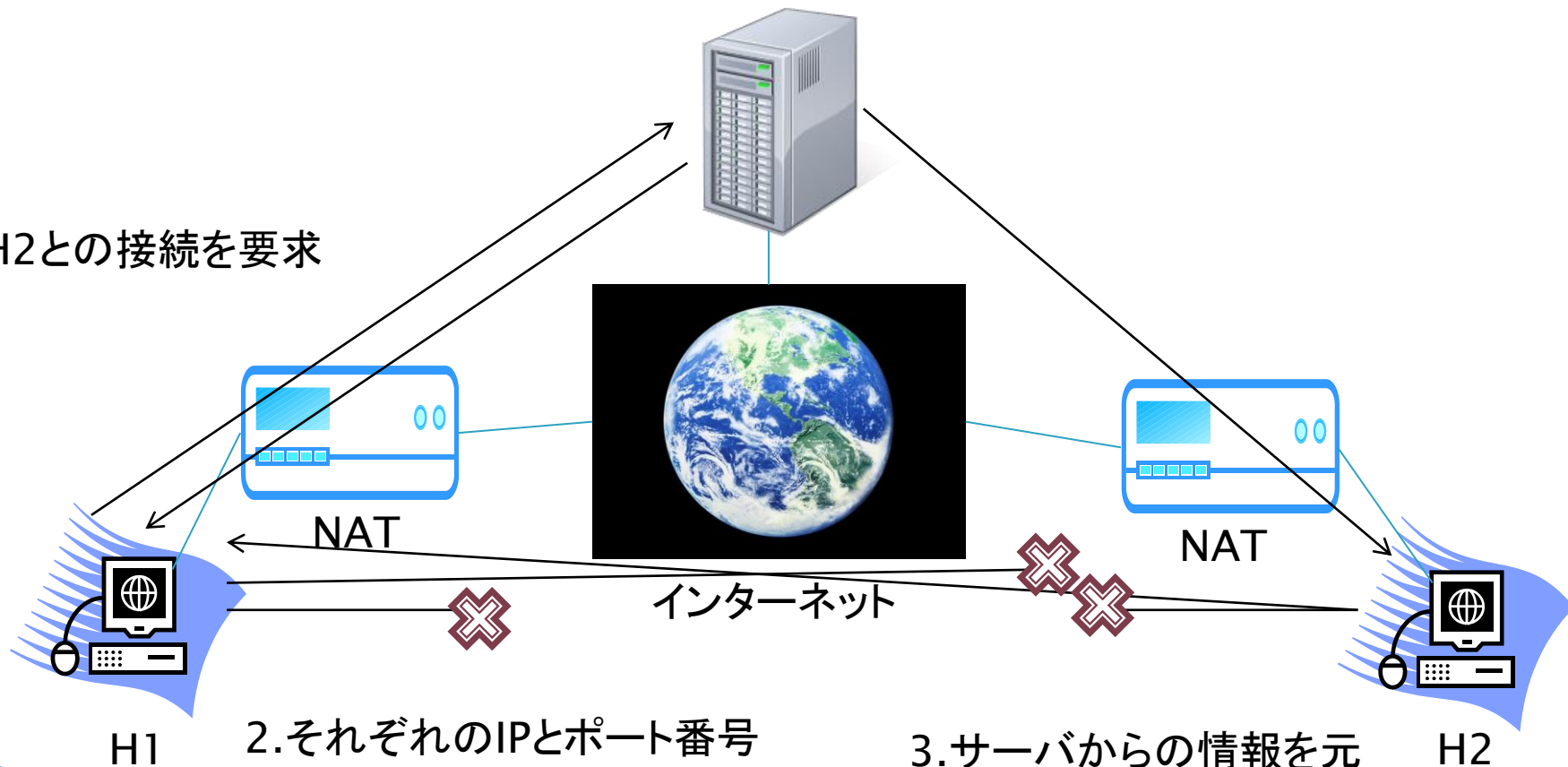
▶ ホールパンチング前 サーバ



UDPホールパンチング(別のNATを通る場合)

▶ ホールパンチング過程 サーバ

1.H2との接続を要求

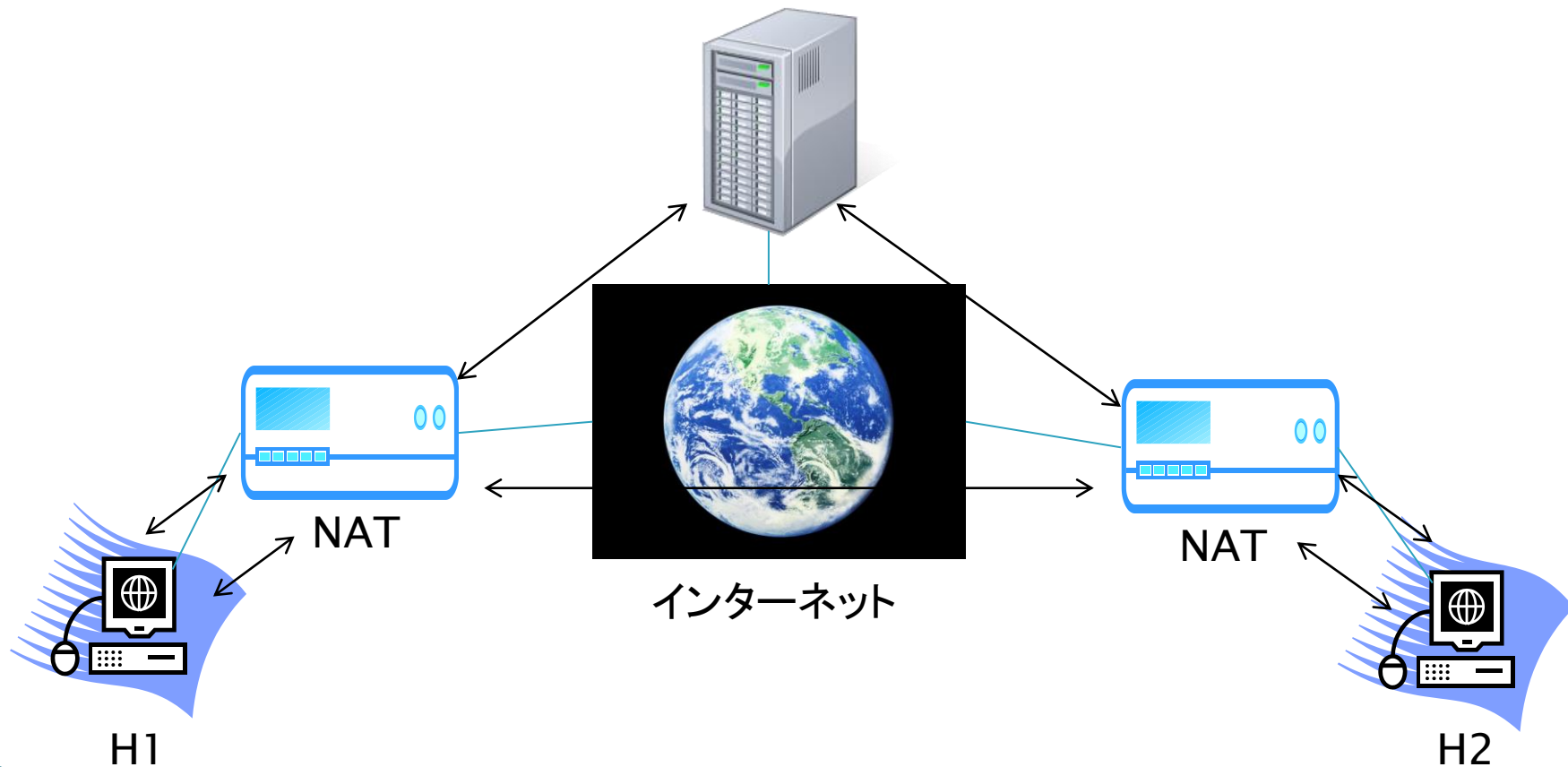


2.それぞれのIPとポート番号を接続したい相手に送信

3.サーバからの情報を元にUDPパケットを送る

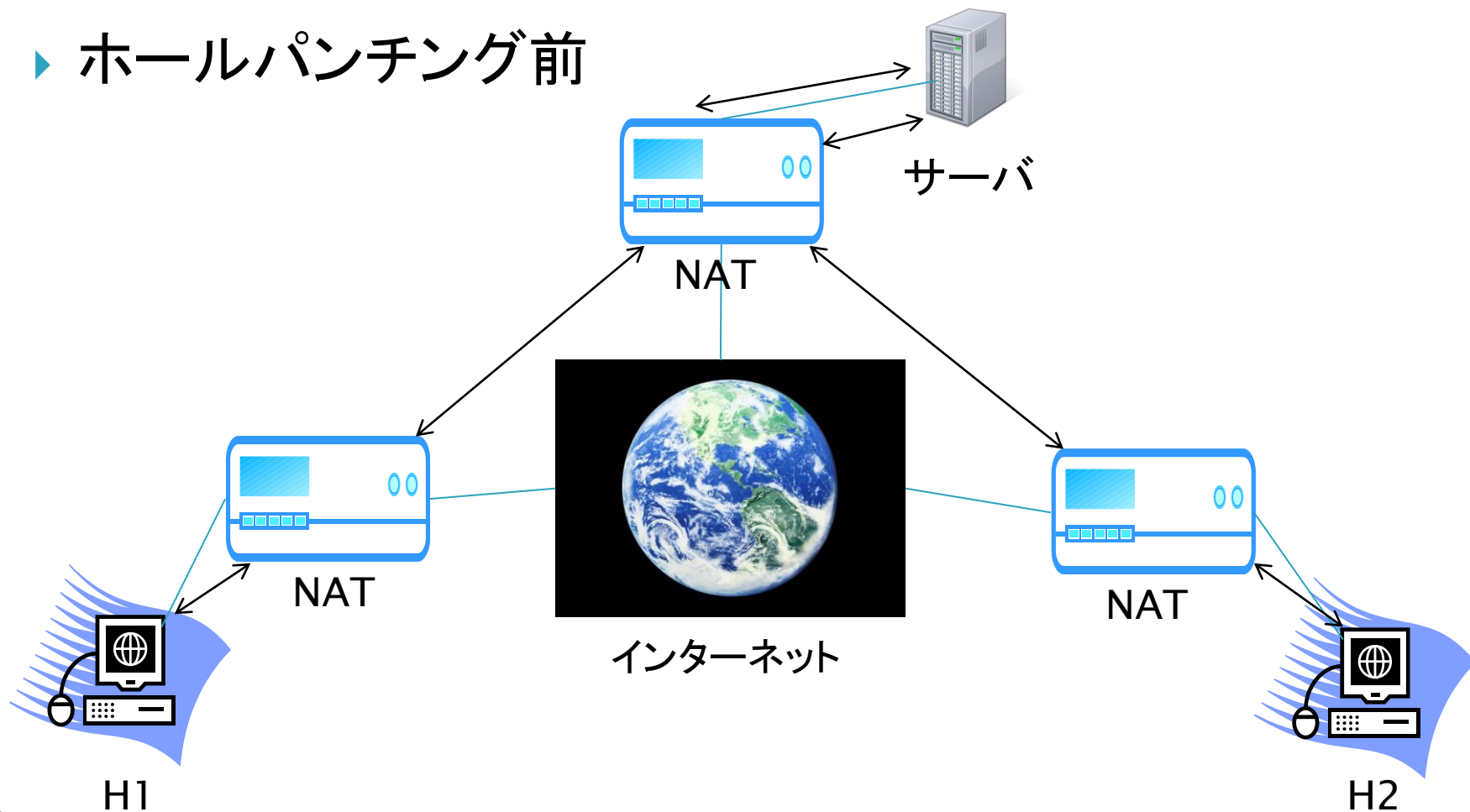
UDPホールパンチング(別のNATを通る場合)

▶ ホールパンチング後 サーバ



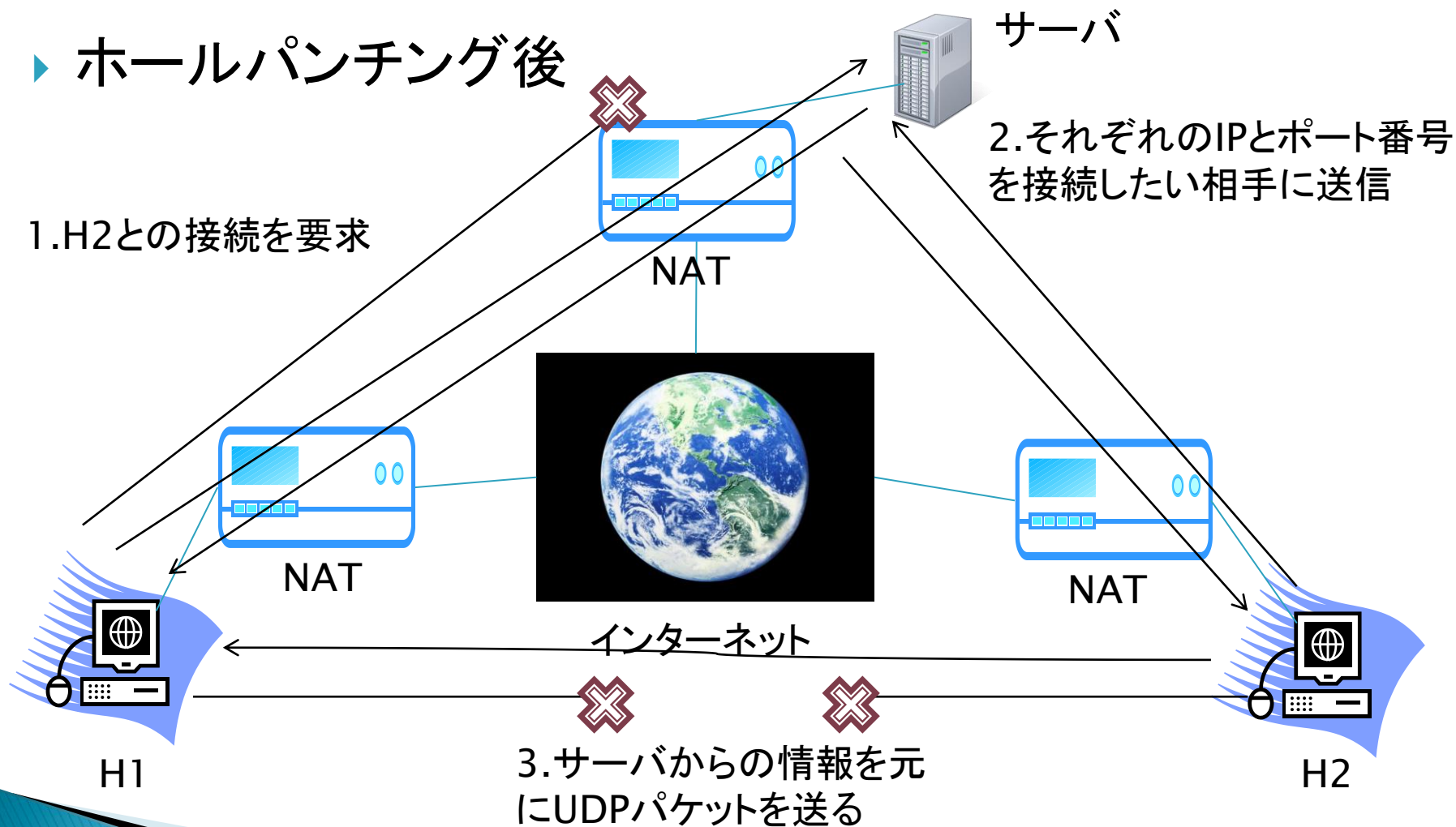
UDPホールパンチング(複数のNATを通る場合)

▶ ホールパンチング前



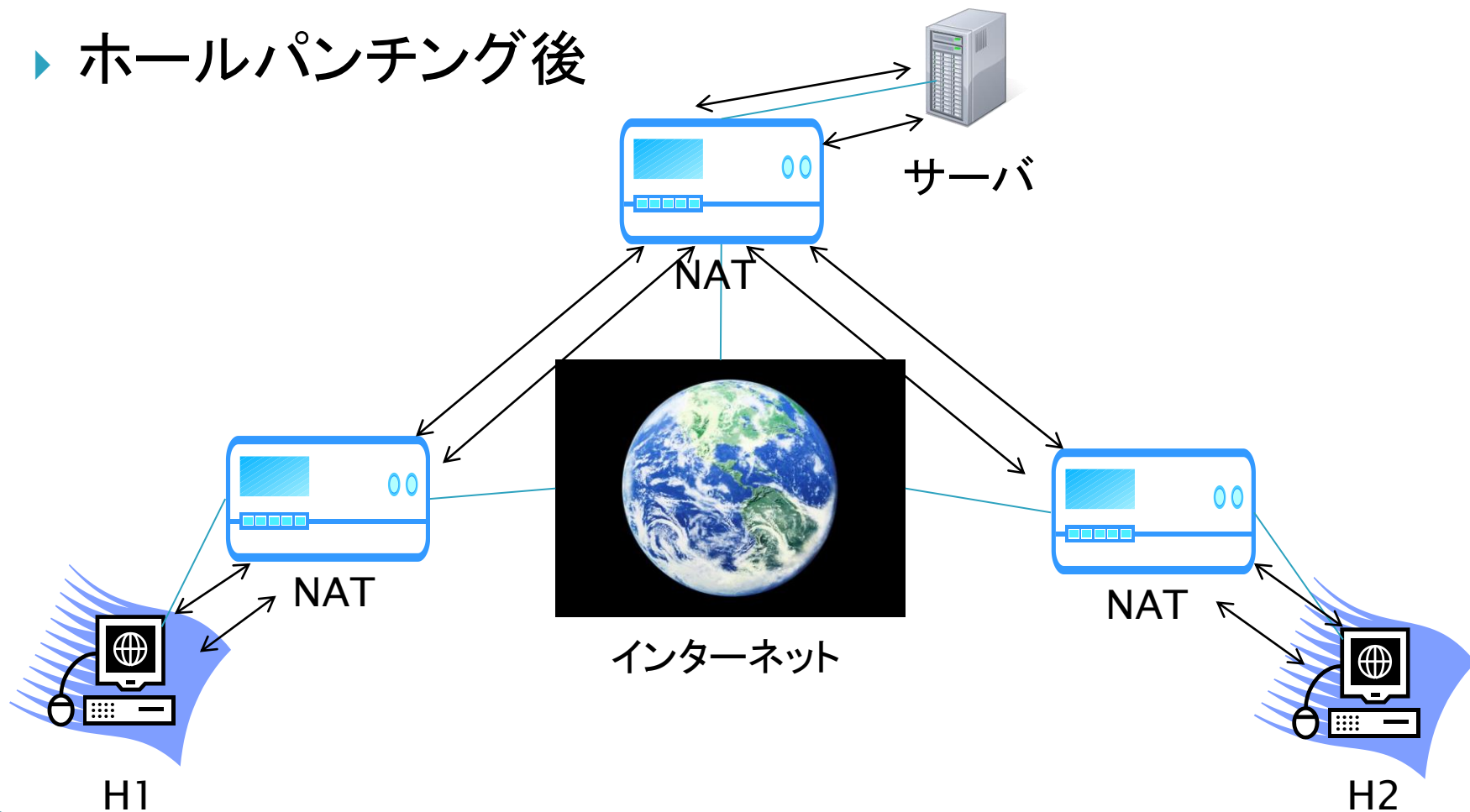
UDPホールパンチング(複数のNATを通る場合)

▶ ホールパンチング後



UDPホールパンチング(複数のNATを通る場合)

▶ ホールパンチング後



P2Pと合うNATsの特性

- ▶ 一貫したエンドポイント翻訳
 - Cone型NAT
- ▶ 求められていないTCP接続の扱い
 - 要求していないパケットを無条件で破棄する
- ▶ ペイロードの単独送信の対応
 - 起こること自体が稀で、対応も容易
- ▶ ヘアピン翻訳
 - 複数のNATを通る場合にはヘアピン(U字)翻訳支援が必要になる

現存のNATsでのテスト結果(1)

| | UDP | | | | TCP | | | |
|---------------------|----------|--------|---------|-------|----------|--------|---------|-------|
| | Hole | | | | Hole | | | |
| | Punching | | Hairpin | | Punching | | Hairpin | |
| NAT Hardware | | | | | | | | |
| Linksys | 45/46 | (98%) | 5/42 | (12%) | 33/38 | (87%) | 3/38 | (8%) |
| Netgear | 31/37 | (84%) | 3/35 | (9%) | 19/30 | (63%) | 0/30 | (0%) |
| D-Link | 16/21 | (76%) | 11/21 | (52%) | 9/19 | (47%) | 2/19 | (11%) |
| Draytek | 2/17 | (12%) | 3/12 | (25%) | 2/7 | (29%) | 0/7 | (0%) |
| Belkin | 14/14 | (100%) | 1/14 | (7%) | 11/11 | (100%) | 0/11 | (0%) |
| Cisco | 12/12 | (100%) | 3/9 | (33%) | 6/7 | (86%) | 2/7 | (29%) |
| SMC | 12/12 | (100%) | 3/10 | (30%) | 8/9 | (89%) | 2/9 | (22%) |
| ZyXEL | 7/9 | (78%) | 1/8 | (13%) | 0/7 | (0%) | 0/7 | (0%) |
| 3Com | 7/7 | (100%) | 1/7 | (14%) | 5/6 | (83%) | 0/6 | (0%) |

現存のNATsでのテスト結果(2)

| | UDP | | | | TCP | | | |
|--------------|-----------------|--|----------------|--|-----------------|--|----------------|--|
| | Hole | | | | Hole | | | |
| | Punching | | Hairpin | | Punching | | Hairpin | |
| OS-based NAT | | | | | | | | |
| Windows | 31 / 33 (94%) | | 11 / 32 (34%) | | 16 / 31 (52%) | | 28 / 31 (90%) | |
| Linux | 26 / 32 (81%) | | 3 / 25 (12%) | | 16 / 24 (67%) | | 2 / 24 (8%) | |
| FreeBSD | 7 / 9 (78%) | | 3 / 6 (50%) | | 2 / 3 (67%) | | 1 / 1 (100%) | |
| All Vendors | 310 / 380 (82%) | | 80 / 335 (24%) | | 184 / 286 (64%) | | 37 / 286 (13%) | |

UDPホールパンチングの方がより多く接続を確立できた

まとめ

- ▶ NATの必要性
 - IPv4の枯渇
- ▶ NAT越えの技術
 - 中継方式(TURN)
 - 逆接続方式
 - UDP/TCPポートパンチング
- ▶ P2Pと合うNATsの特性

参考サイト

- ▶ 特集:Skypeは企業IP電話を変えるかPART2 Skype、その通信の仕組み(1-4) - ITmedia エンタープライズ(2013年4月28日アクセス)

<http://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/0505/30/news070.html>

- ▶ 5分でネットがわかるシリーズ(5):通話網を脅かすSkypeの仕組み、分かりやすく解剖! (3-5) - @IT(2013年4月29日アクセス)

http://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/0610/19/news1114_3.html