

# 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

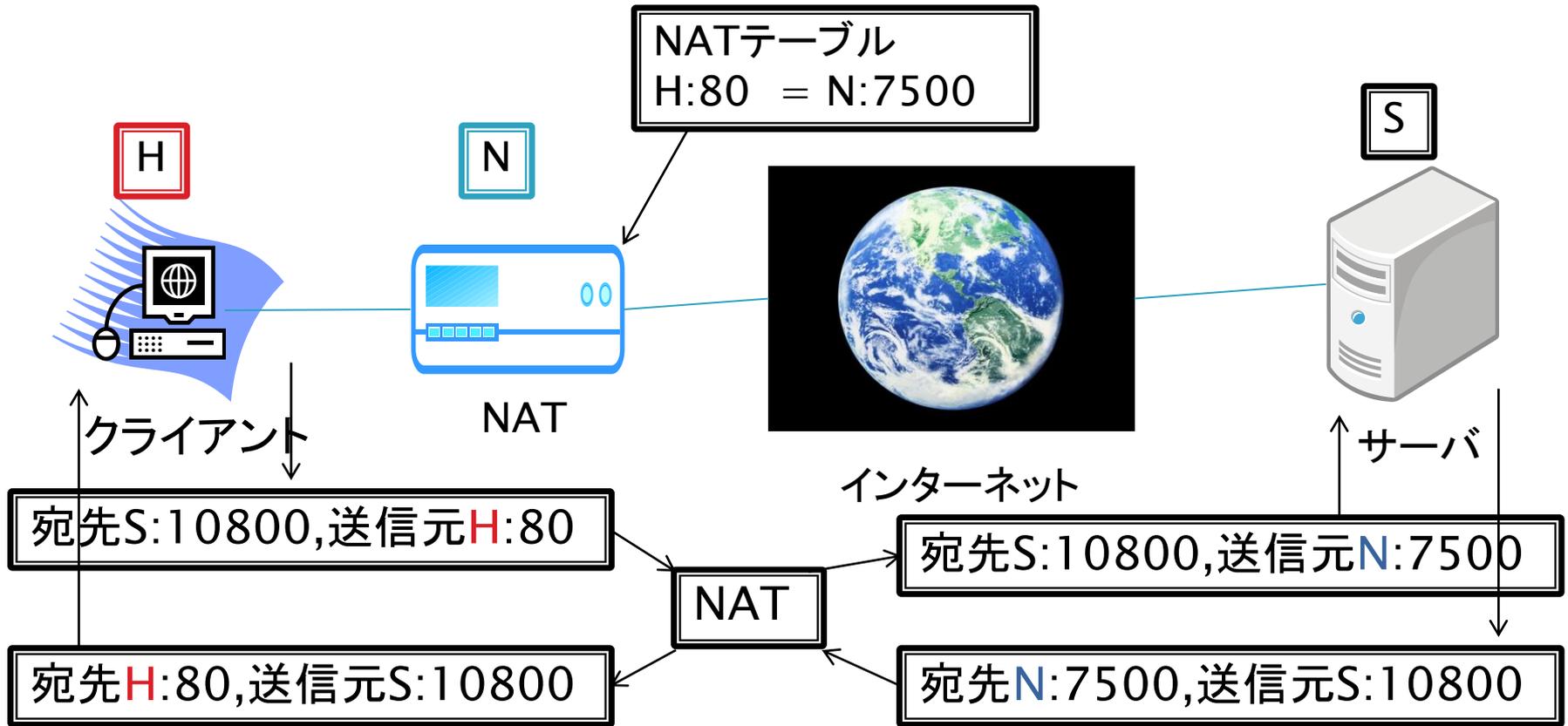
### ◦ 長期解

- 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

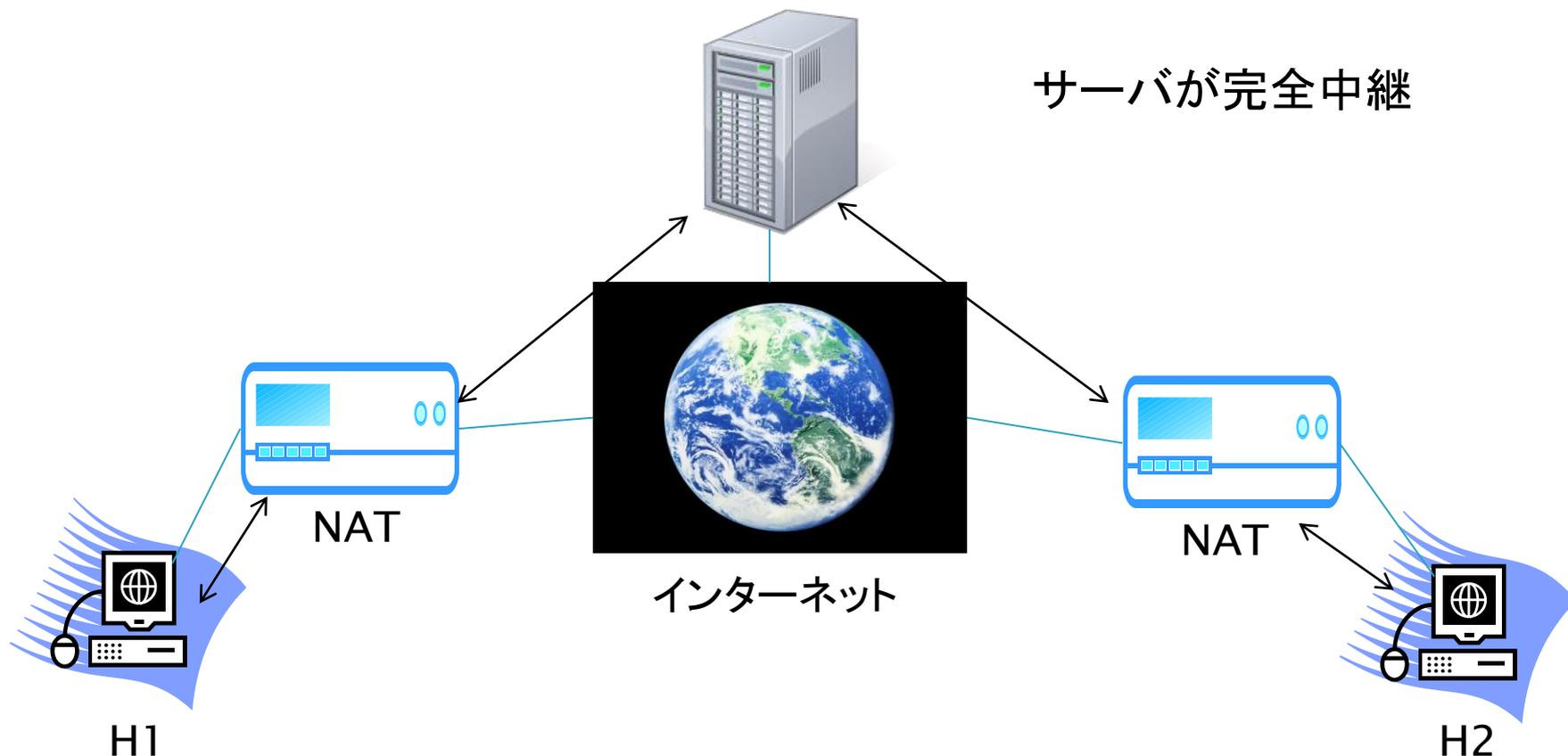


送信元のIPアドレスとポートを書き換えてNATテーブルを作成

※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)

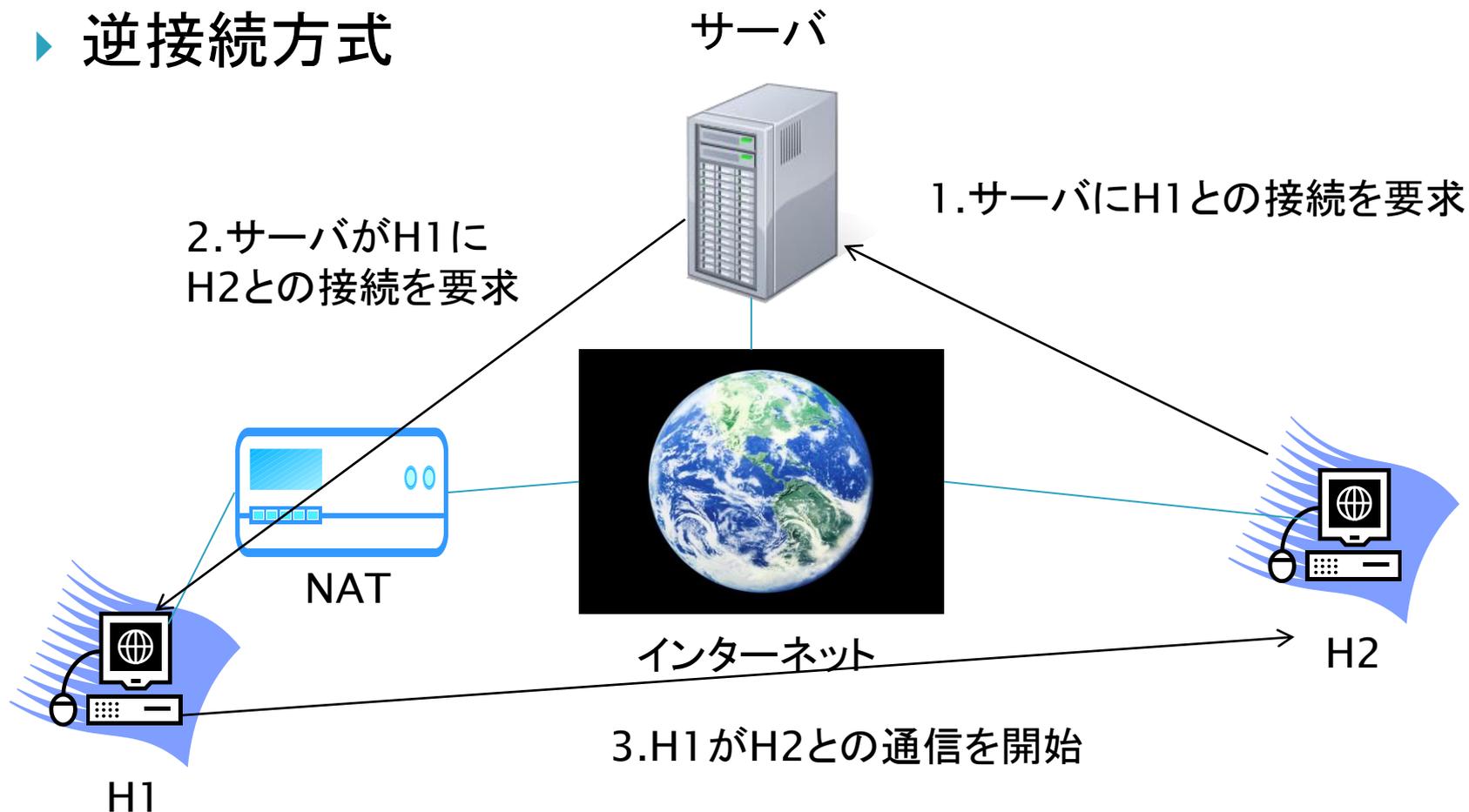
## ▶ 中継方式(TURN) TURNサーバ



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

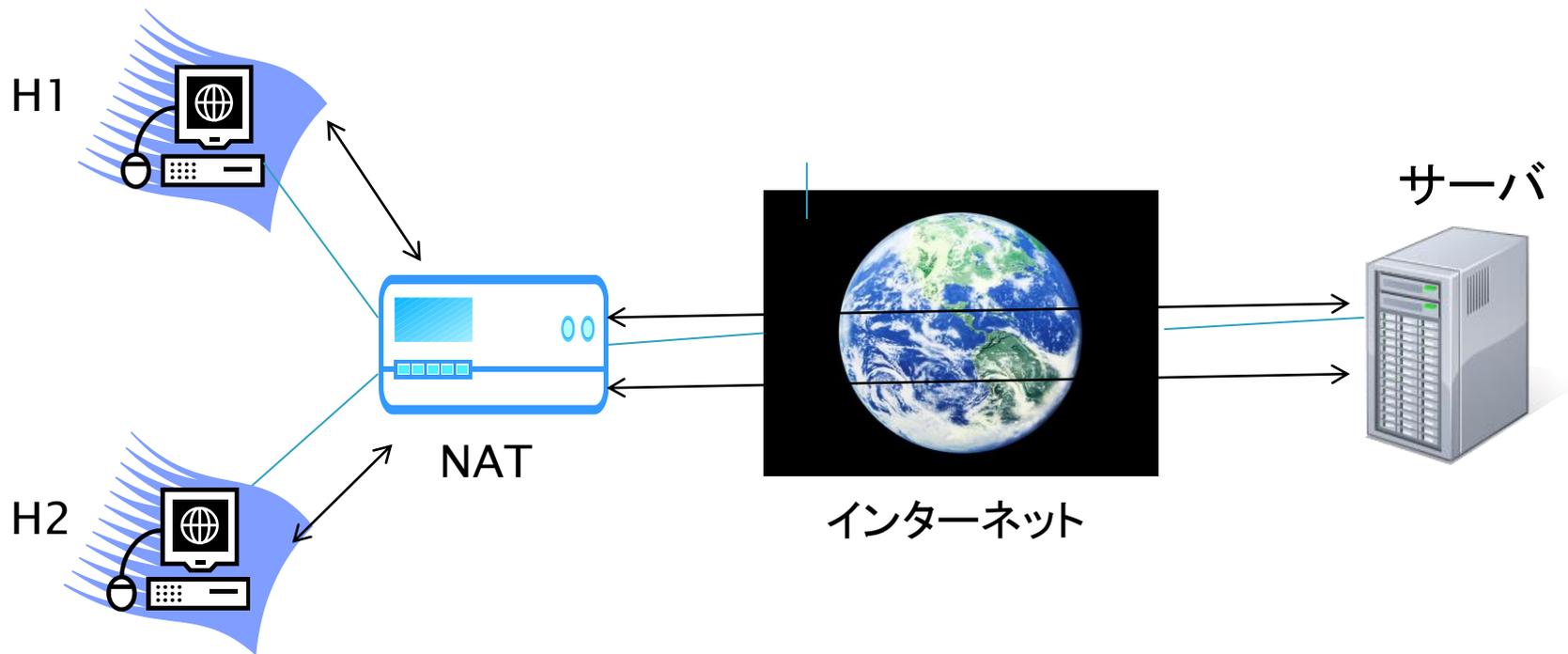
- OSの制御により順序番号を検査するタイプのNATは既存の接続を破棄  
→ 接続の成功率が大幅ダウン

UDP:User Datagram Protocol

TCP:Transmission Control Protocol

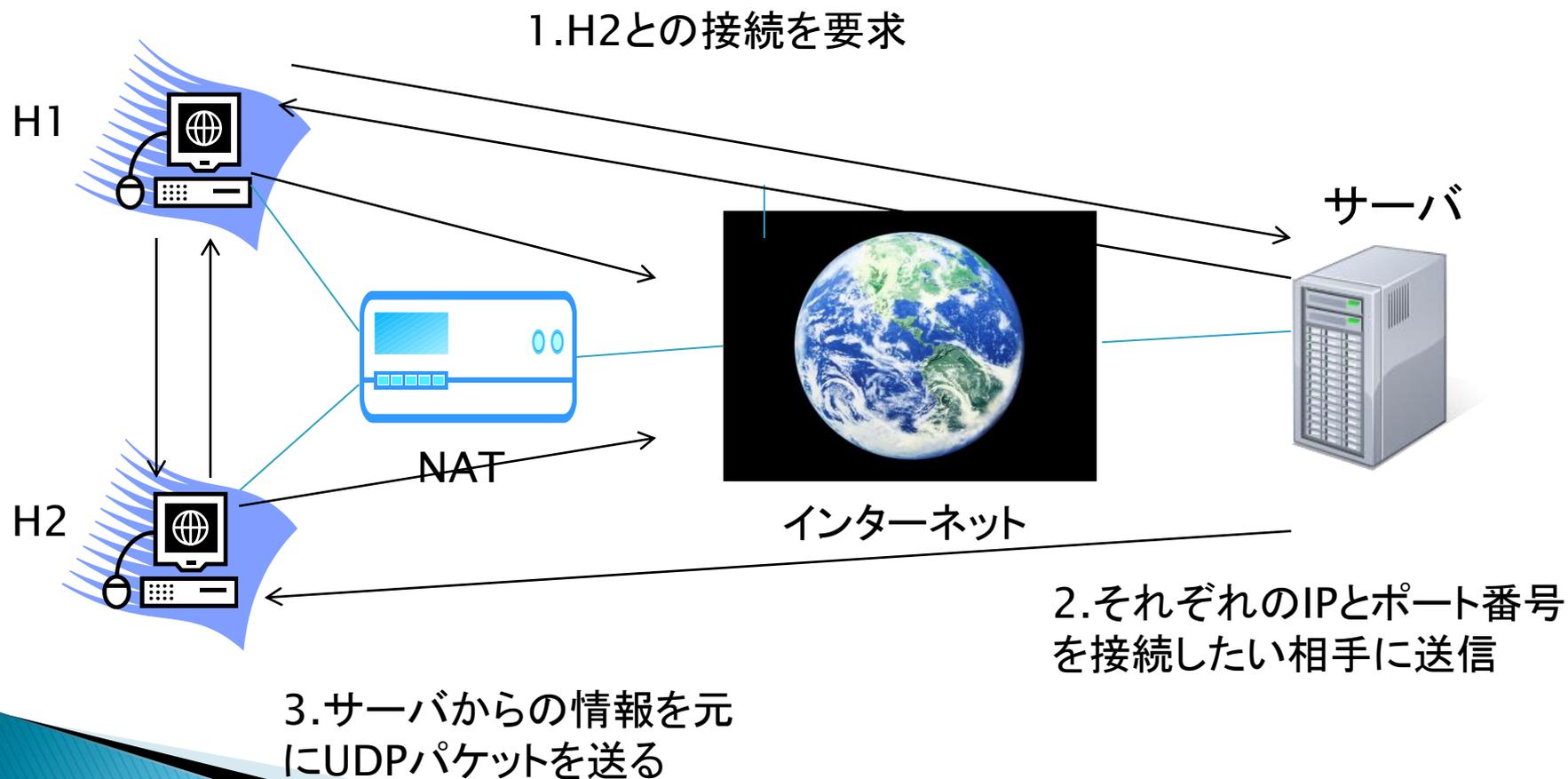
# UDPホールパンチング(同じNATを通る場合)

## ▶ ホールパンチング前



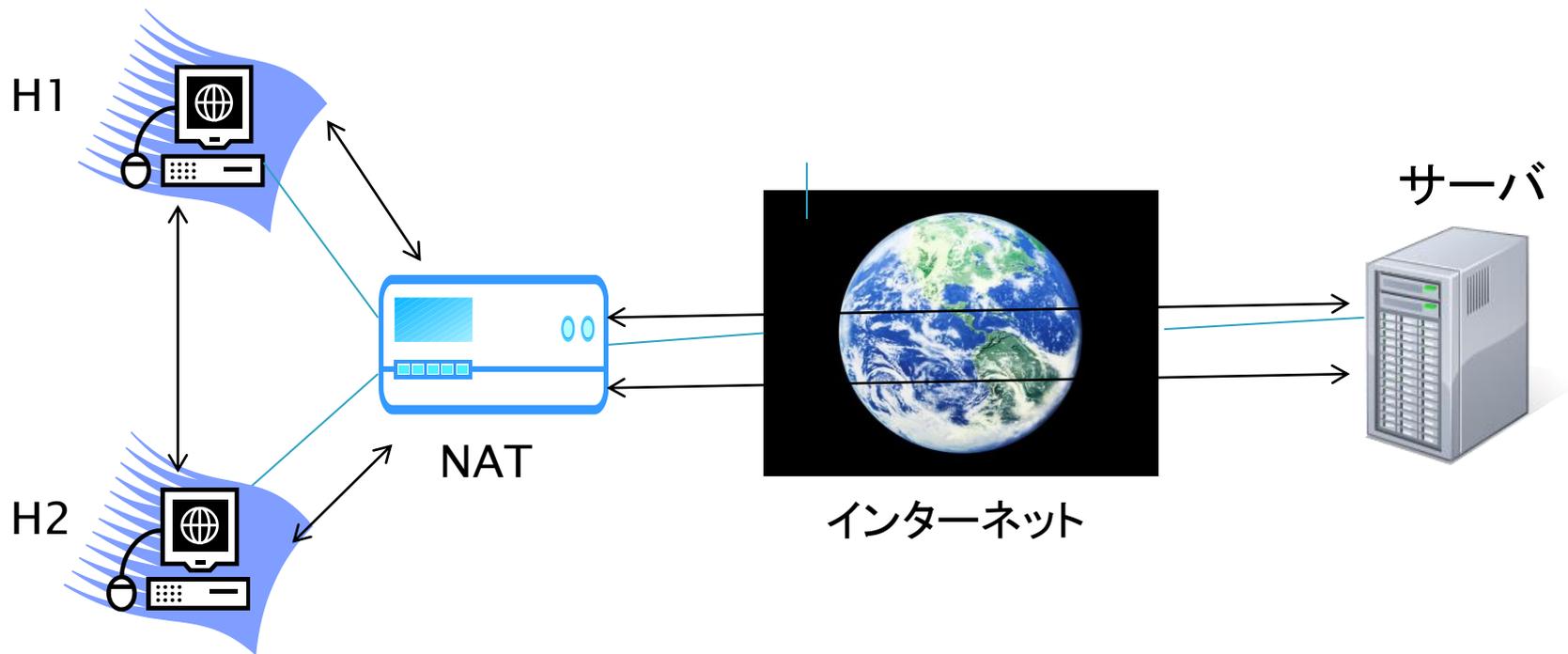
# UDPホールパンチング(同じNATを通る場合)

## ▶ ホールパンチング過程



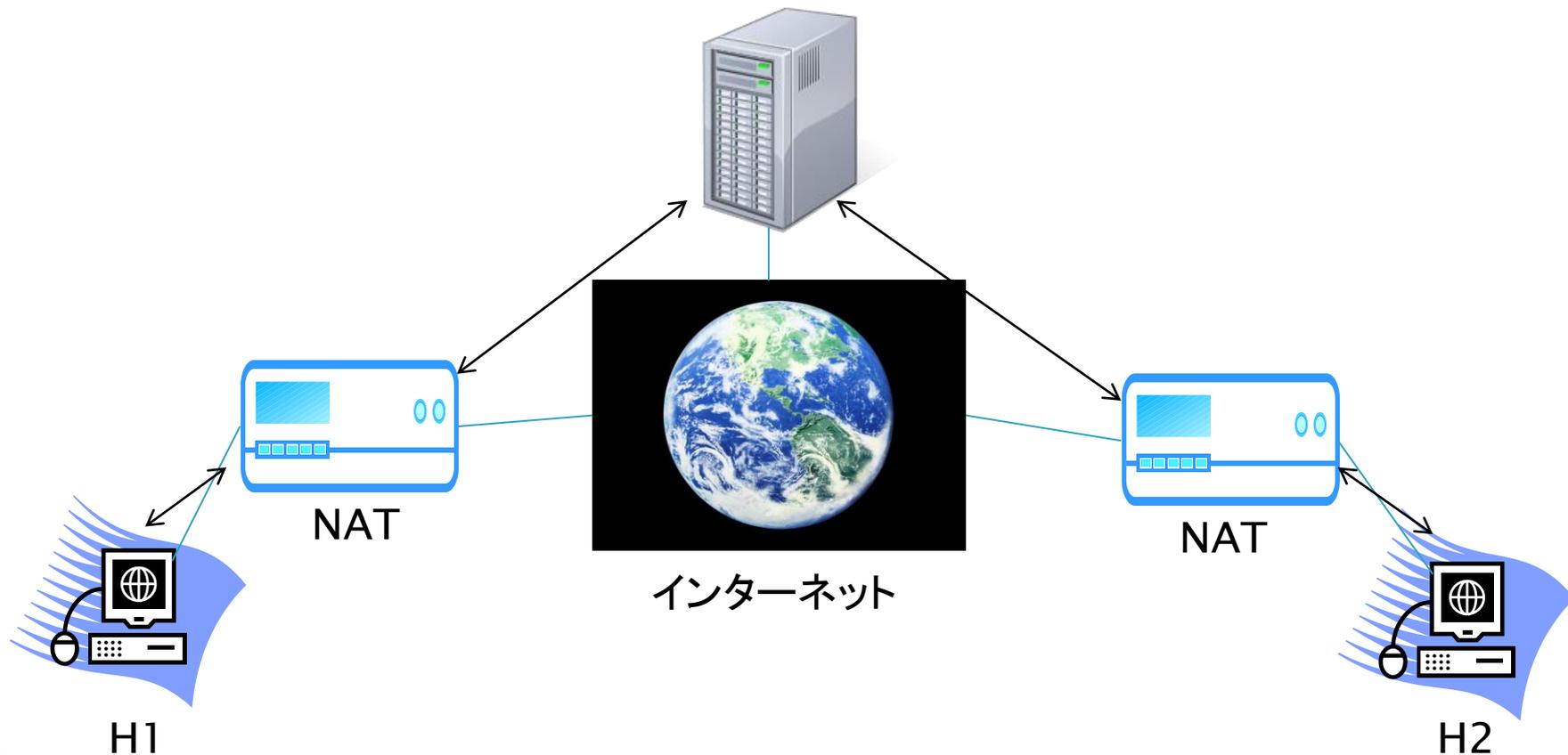
# UDPホールパンチング(同じNATを通る場合)

## ▶ 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)

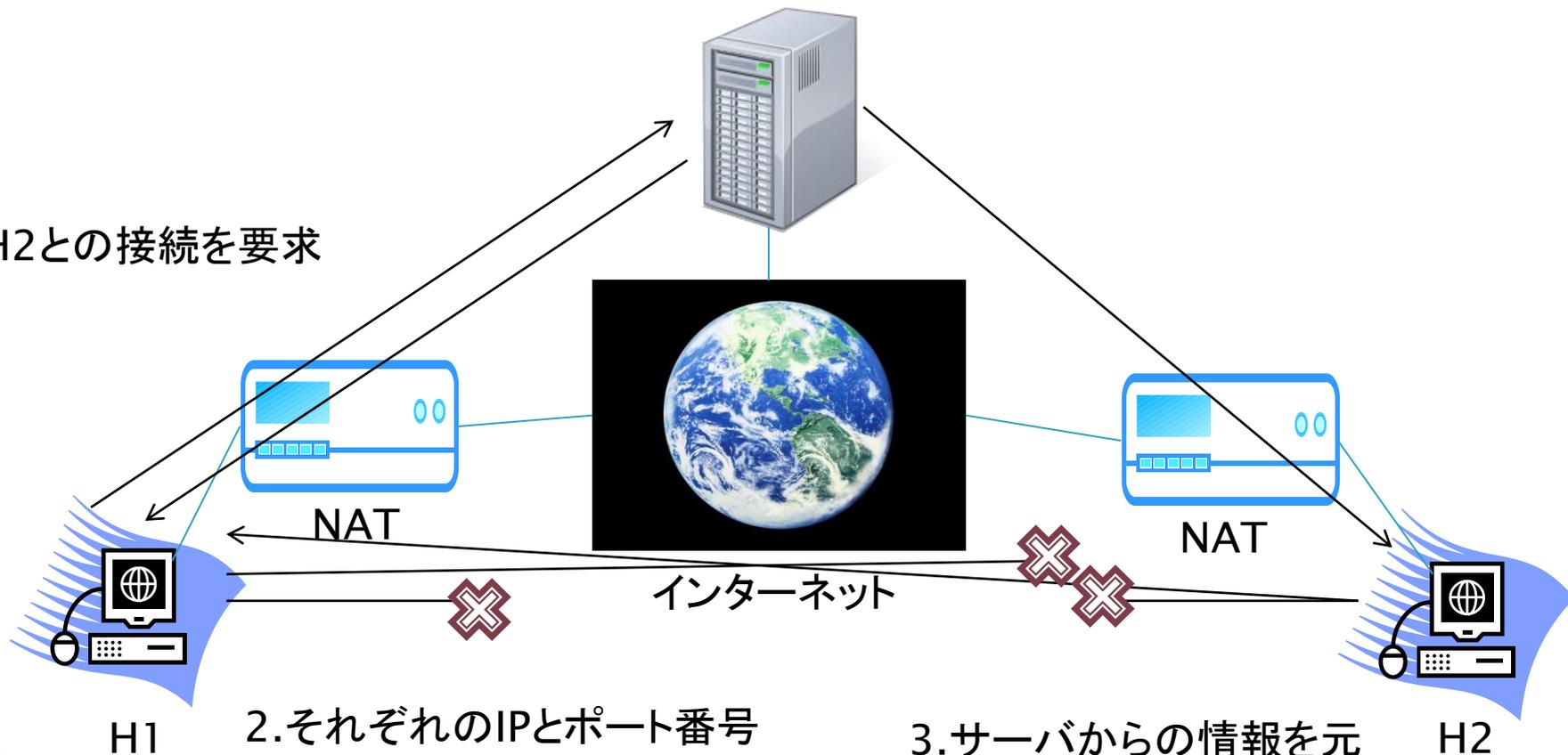
▶ ホールパンチング前      サーバ



# 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

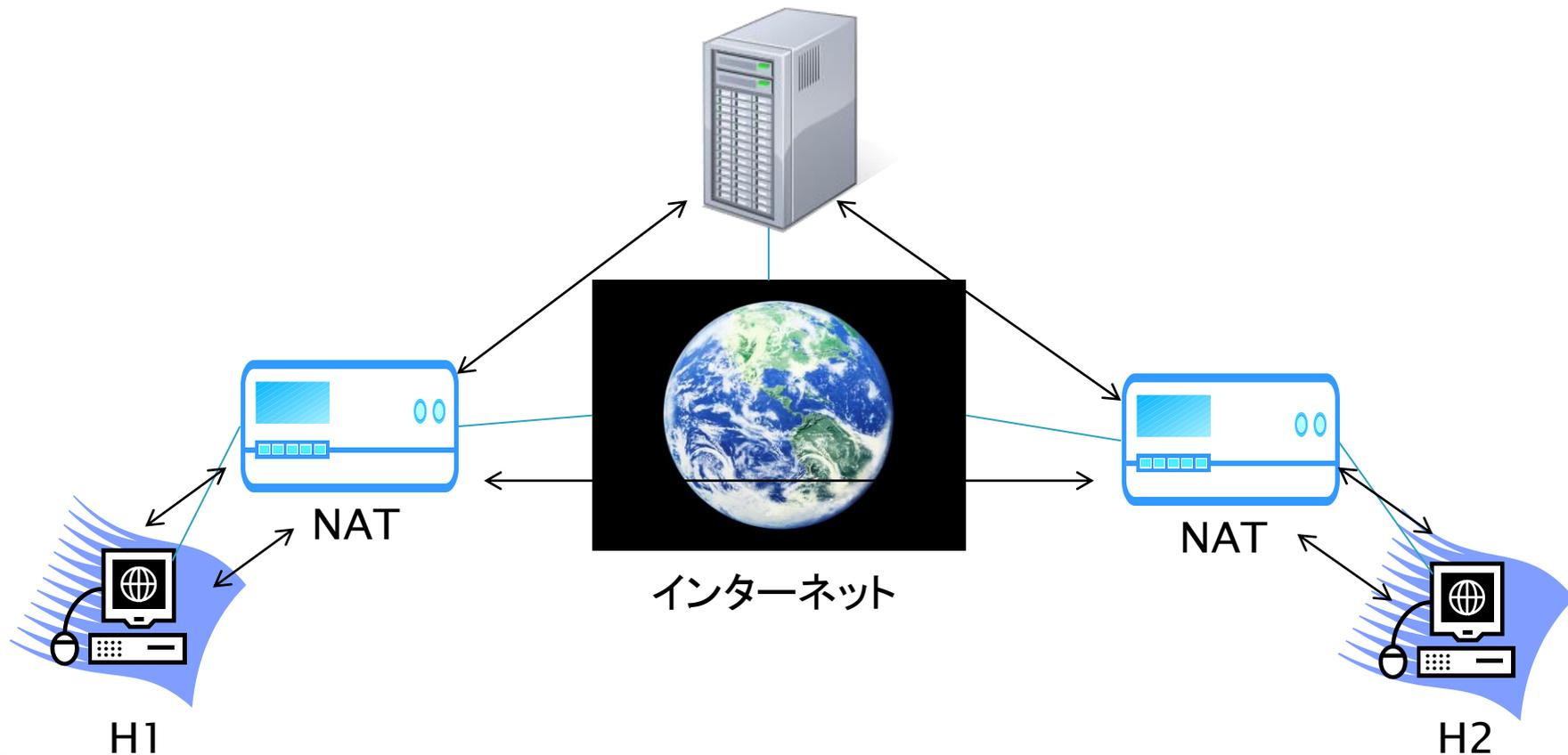


2. それぞれのIPとポート番号を接続したい相手に送信

3. サーバからの情報を元にUDPパケットを送る

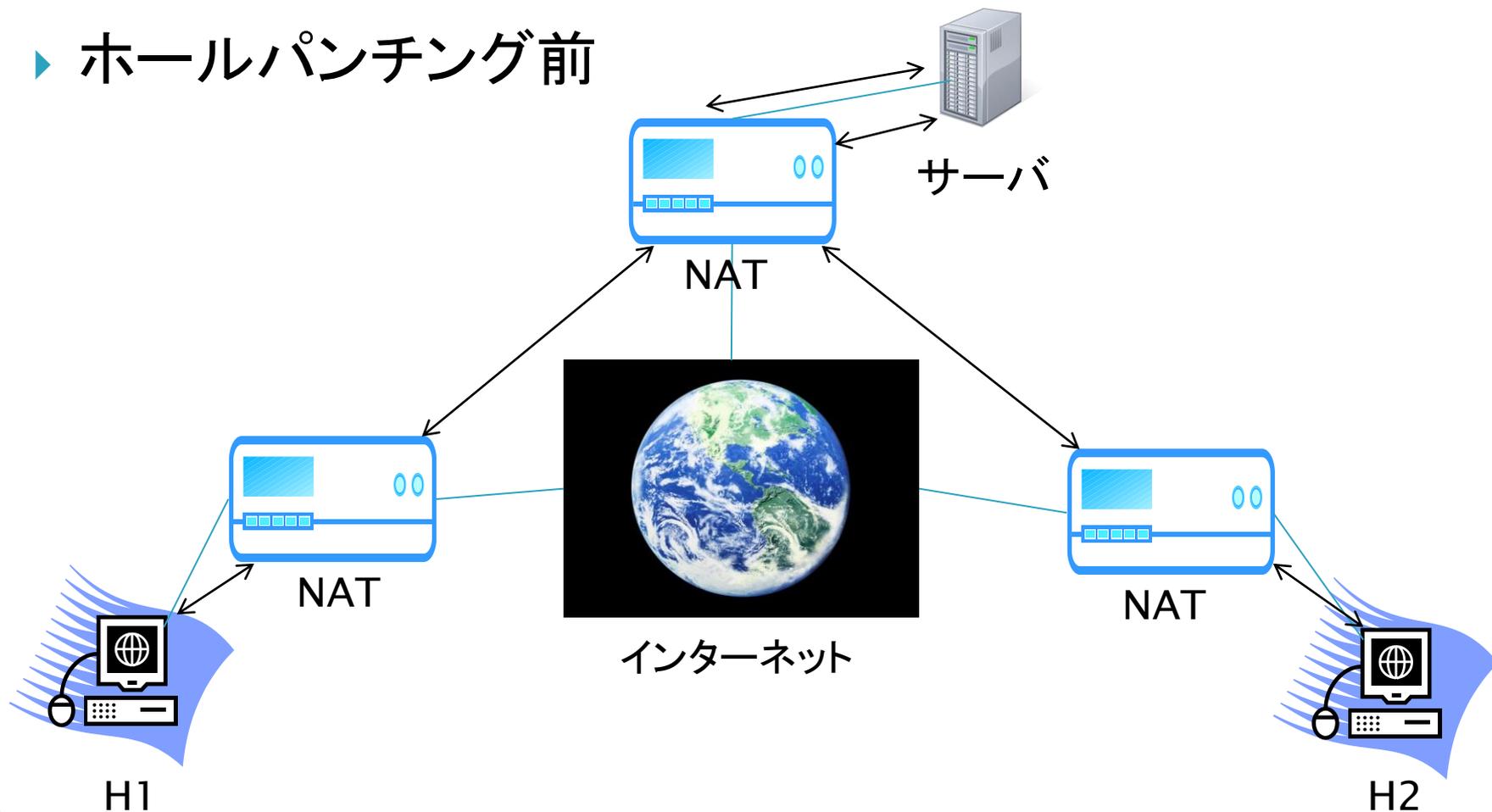
# UDPホールパンチング(別のNATを通る場合)

▶ ホールパンチング後      サーバ



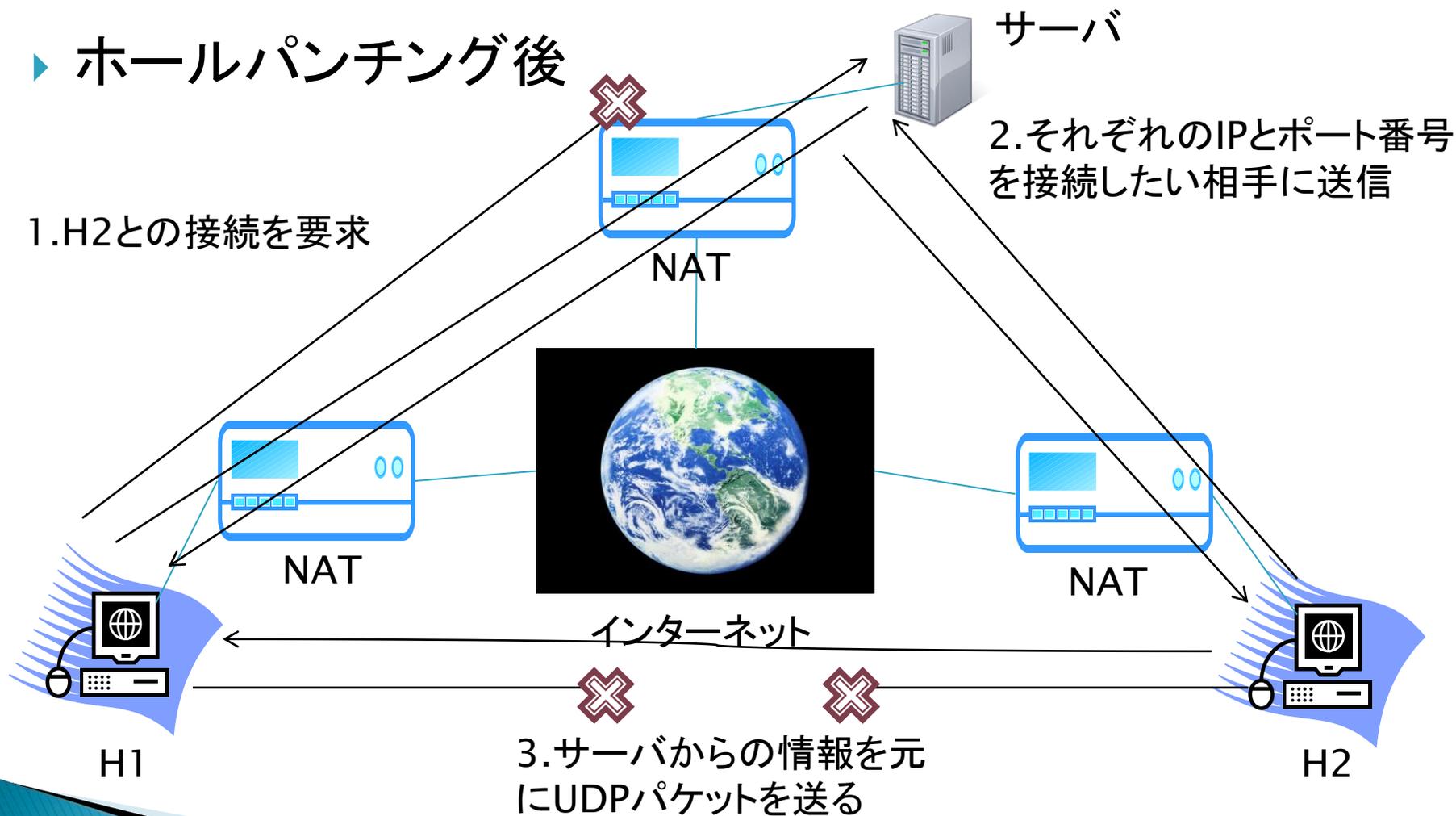
# UDPホールパンチング(複数のNATを通る場合)

## ▶ ホールパンチング前



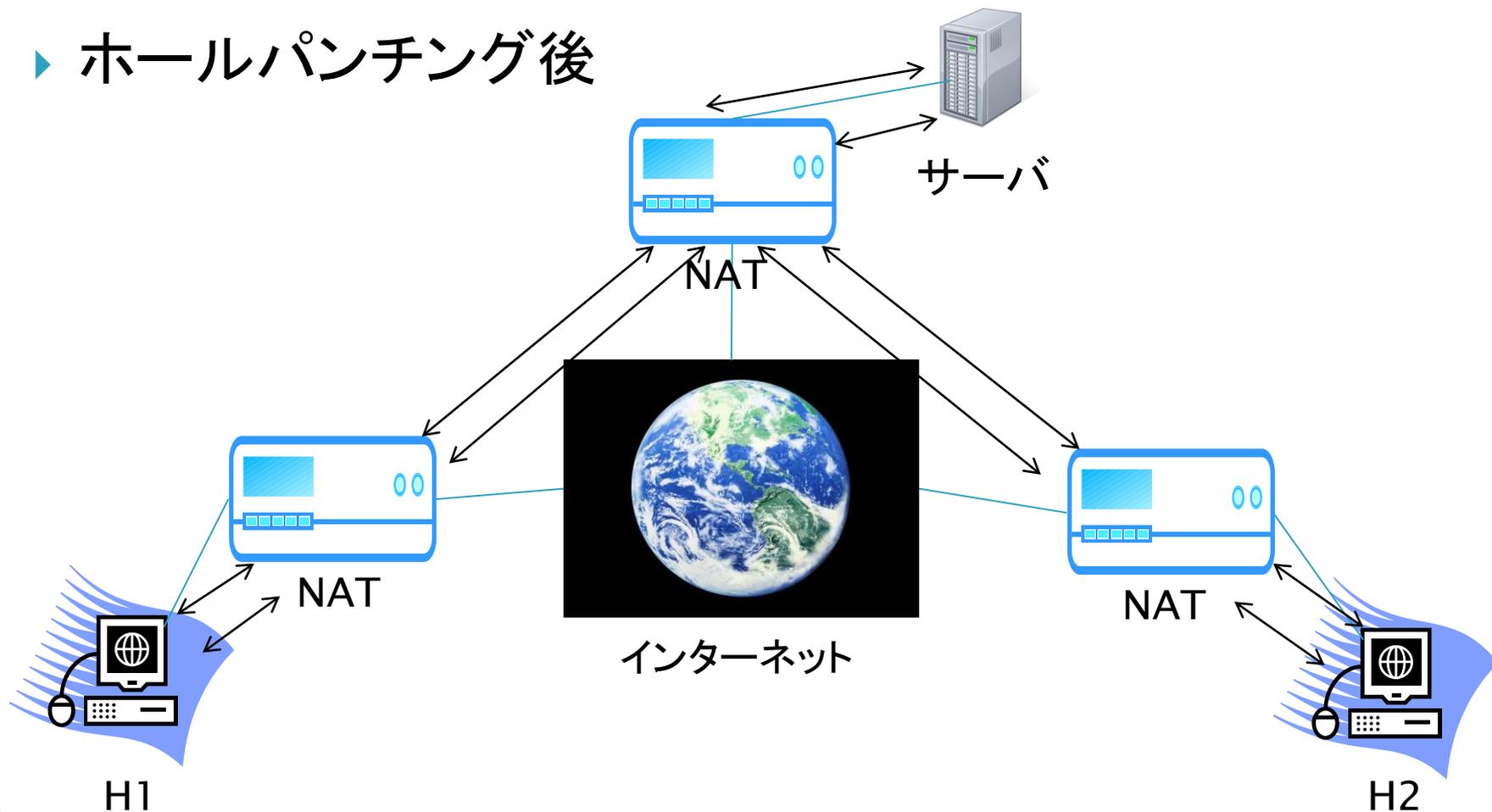
# UDPホールパンチング(複数のNATを通る場合)

## ▶ 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](http://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/0610/19/news1114_3.html)