# アドレス空間の違いを意識しない通信方式NATFの提案と実装

加藤　尚樹　柳沢　信成　鈴木 秀和　渡邊 晃

あらまし：　インターネットの普及に伴い，家庭内でプライベートなネットワークを構築し，複数の端末でインターネットを接続するのが一般となりつつある．しかし，プライベートネットワークとインターネットの間にはアドレス変換装置が介在し，自由な通信をすることができない．本稿では，DNS,端末，アドレス変換装置が連携し，課題を解決するNATF(Network Address Translation Free protocol)について提案し，その実装方法について述べる．

# Proposal and implementation of NAT Free Protocol.

Naoki KATO　　Nobushige YANAGISAWA
Hidekazu SUZUKI　　Akira WATANABE

Abstract: The Internet's spreading, constructing a privately private network, and connecting it with the Internet with two or more terminals are general. However, the address translation device lies between a private network and the Internet, and It is not possible to communicate freely. In this paper, DNS, the terminal, and the address translation device cooperate, and the proposal of NATF(Network Address Translation Free protocol) to solve the problem and the implementation of method are described.

## 1. はじめに

ユビキタス社会においてはどこにいても自由に通信できることが求められる．しかし，IPv4 の世界ではインターネットで用いられるグローバルアドレス空間と組織内で用いられるプライベートアドレス空間があり．両者の間には NAT/NAPT が存在することから、通信に制約がある．NAT/NAPT は、プライベートアドレス空間に存在する端末が NAT/NAPT の持つグローバル IP アドレスを利用してインターネット側の端末と通信をするためにパケットの送信元 IP アドレス/ポート番号を変換する機能を持つ．しかし、アドレス変換テーブルが、プライベートアドレス空間からグローバルアドレス空間へのアクセスで始まる場合にしか生成できないため、グローバルアドレス空間からプライベートアドレス空間のアクセスで始まる通信を開始することができないという制約がある．この制約を緩和するため NAPT にはアドレス変換テーブルを静的にあらかじめ生成しておく IP フォワード機能[1]があるが、ポート番号１つに対して 1 台の端末しか設定できないうえ，動的に変更できないので汎用性に欠ける．

従来，企業ネットワークにおいては NAT/NAPT と共にファイアーウォールが併設され，内側からの通信開始のみを許可するのが一般的であった．そのため，NAPT の課題は表に出ることはなかった．しかし，今後家庭にネットワークが導入されていくと，企業のようなセキュリティポリシーは必要とならない，外出先から家庭内のネットワーク端末に自由にアクセスしたいというニーズが，十分に考えられ，NAT/NAPT の制約を除去することは有益である．

グローバルアドレス空間からプライベートアドレス空間へのアクセス開始を汎用的に可能にしようとする方式として，

名城大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Technology,
Meijo University

NATS(Network Address Translation with Sub-Address)[2-4]が提案されている.これはDNS と連携してサブアドレスと呼ばれる新しい IP アドレス体系を定義し,ポート変換の代わりに IP in IP Tunneling[5]を用いてNATS BOX を通過させる方式である. しかし, 全パケットにカプセル化／カプセル解放処理を行うため， NATS BOX に高い負荷がかかることや，プライベートアドレス空間からのDNS 問い合わせを NATS BOX が監視し，パケットのフッキング処理を行う必要がある.

本稿においては今まで我々が検討してきた[6]，DNS,端末，NAPT が協調することでNAPT テーブルを自動的に生成し，端末側がポート番号の変換を行うことで NAPT の制約を解決する方式 NATF（NAT Free Protocol）[7-9]を提案する．NATF は既存のNAPT BOX に若干の改造を加えることで実現可能である.

以下２章にNAPTとその課題，３章にNATSとその課題、４章にNATFの概要、５章に実装、６章に評価、７章にまとめを述べる.

## 2. NAPT とその課題

NAPT は 1 つのグローバル IP アドレスで複数のプライベートアドレス空間に属する端末を同時にグローバルアドレス空間に接続できるため，同時接続台数分だけグローバル IP アドレスを必要とする NAT よりも広く用いられている．以下に，NAPT の動作概要とその課題について述べる.

図 1 に NAPT の動作を示す. ここではプライベートアドレス空間に属する端末 P がグローバルアドレス空間に属する端末G へ通信を開始するものとする．PA はプライベート IP アドレス, GA はグローバル IP アドレスを示す．はじめに，端末 P は送信元 IP アドレスおよびポート番号を『PA1』,『X』，宛先 IP アドレスおよびポート番号を『GA1』,『80』としてパケットを送信する(①)．NAPT BOX では送信元 IP アドレスを『PA1』から NAPT のグローバル IP アドレス『GA2』に変換し，さらに通信を判別するため送信元ポート番号を『X』から『Y』へと変換して転送する(②). このとき NAPT BOX では IP アドレス『GA1』, ポート番号『Y』と IP アドレス『PA1』，ポート番号『X』とを対応付ける NAPT テーブルを生成する．このテーブルを参照することにより応答パケットも端末 P に届くようにアドレス変換を実現することが可能になる(③, ④).

しかし，逆に端末 G より通信を開始する場合は、端末 P の IP アドレスである『PA1』はインターネット上では有効でないため送信することができず、NAPT のアドレス変換テーブルを生成するタイミングがない．また，NAPT BOX へ直接にパケットを送信しても，アドレス変換テーブルがないためパケットは破棄される(⑤)．ゆえにグローバルアドレス空間からプライベートアドレス空間への通信開始は NAPT が介在する限りできない. ただし、NAPT テーブルを静的に生成しておくことによってグローバル空間から始まる通信を可能にする IP フォワードと呼ぶ手段がある. しかし，この方法では１つのポート番号に対して１台の端末しか設定できないことや，動的に変更することができないなど、ユビキタス社会の要求には答えることができない.

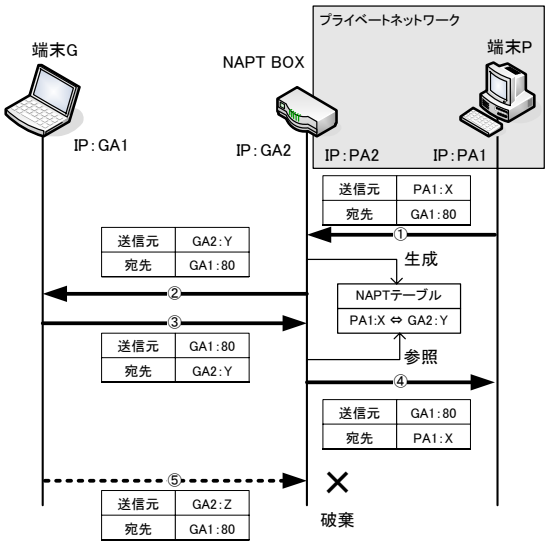



**図 1　NAPT の動作**

## 3. NATS による解決とその課題

グローバルアドレス空間の端末からプライベートアドレス空間の端末へのアクセス開始を汎用的に可能にする方式として NATS が検討されている. 図 2 に NATS の概要を示す. 図 2 ではグローバルアドレス空間の端末 G からプライベートアドレス空間の端末 P へのアクセス開始を例にとって説明する．NATS ではプライベート IP アドレスとグローバル IP アドレスを組としたサブアドレス呼ばれる識別子が定義される．図 2 の例で端末 P のサブアドレスは『NATS BOX のグローバル IP アドレス（GA２）』｜『端末 P のプライベート IP アドレス（PA１）』という２つが対となったアドレスであり、DNS にはこの値が登録されている. はじめに，端末 G が端末 P の DNS 問い合わせを行うと，DNS は上記『GA2』｜『PA1』というサブアドレスを応答する．このサブアドレスを元に端末 G は IP in IP Tunneling によってカプセル化を行い，宛先 IP アドレスが『GA2』となるパケットを送信する. このパケットを受け取った NATS BOX はカプセル化を解放し，解放後の宛先 IP アドレス『PA1』にパケットを送信する．端末 P からの応答パケットは，上記と対応する逆の動作を行う．このように NATS ではプライベートアドレス空間からのパケットを常時 NATS BOX においてカプセル化／カプセル開放を行う．また，端末 P から通信を開始する場合の処理を図 2 に示す．端末 P は通常端末を想定しており, サブアドレスが扱えない. よって，NATS BOX にて DNS 問い合わせを常時監視しており，問合わせがあったときに NATS BOX がパケットをフッキング(横取り)し，サブアドレスの解決を行う．さらに，端末ごとの通信を区別するため NATS BOX では Spool Address と呼ばれる仮想 IP アドレスが用いられるため処理が複雑になる．以上のように NATS BOX が行う処理が多いため，負荷が大きい.

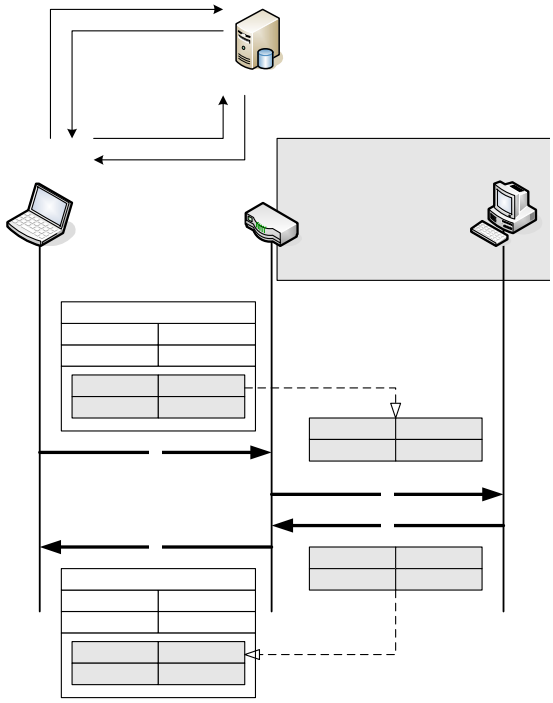


図 2　NATS の動作

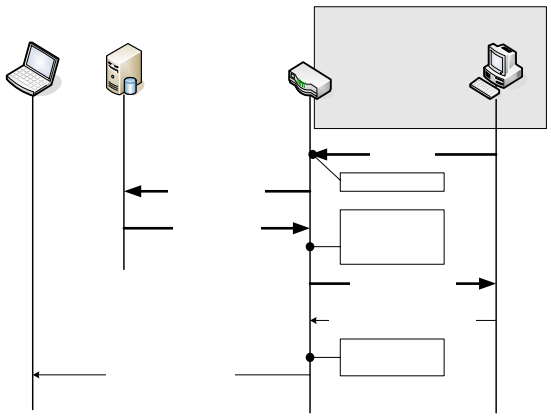


図 3　NATS におけるプライベートアドレス空間からの通信

## 4. NATF

本稿では DNS サーバ，端末，NAPT BOX が協調して NAPT テーブルを生成し，端末側でポート変換を行う NATF を提案する．NATF の環境を図 2 に示す. 端末の位置関係，記号は図 1,図 2 と同様である．また，NATF が適用された NAPT BOX を NATF BOX と呼ぶ.

### 4.1. DNS 問い合わせ

NATF では，DNS にあらかじめドメイン内に存在する端末のプライベート IP アドレスを，LIP(Local IP address)と呼ぶ拡張レコードとして登録しておく必要がある．図 5 に NATF における DNS 処理の流れを示す．DNS は，端末から端末 P に対する IP アドレスの問合せ(①)があると，A レコードに LIP レコードを付加して応答する(②)．ここで，A レコードは NATF BOX のグローバルアドレス『GA2』，LIP レコード は端末Pのプライベートアドレス『PA1』となる．端末Gの IP 層では，上記 DNS 応答から送信元 IP アドレス，宛先 IP アドレス，LIP アドレスの関係を記憶しておく． DNS 応答を上位層へ渡す際，LIP レコードは削除し，A レコードのみを渡す(③)．従って，アプリケーションでは通信相手はグローバルアドレスを持つ NATF BOX であると認識する.

### 4.2. ポート情報の交換

次に，端末Gが NATF BOX に対して通信を開始する処理を図 6 に示す．両者は通信開始に先立って，ポート情報の交換を行う．端末 G は最初のパケットを一時的に退避し，NATF BOX にポート番号要求パケットを送信する（①）．このパケットには端末 G が通信を行うのに必要な情報(対比したパケットの送信元 IP アドレス・ポート番号，宛先 IP アドレス・ポート番号，プロトコルと LIP)が含まれる．NATF はこれを受信するとその情報を用いて，疑似パケットを生成する(②)．これは，NATF BOX に NAPT テーブルを強制的に作成させるためのもので，端末Pから

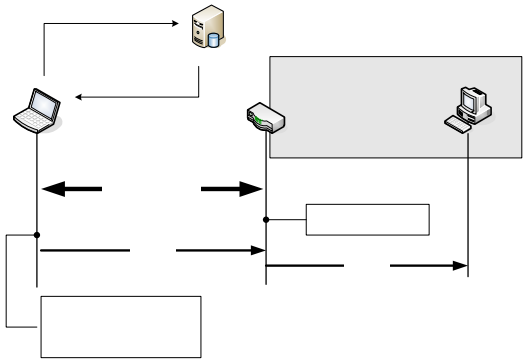


図 4 NATF の構成

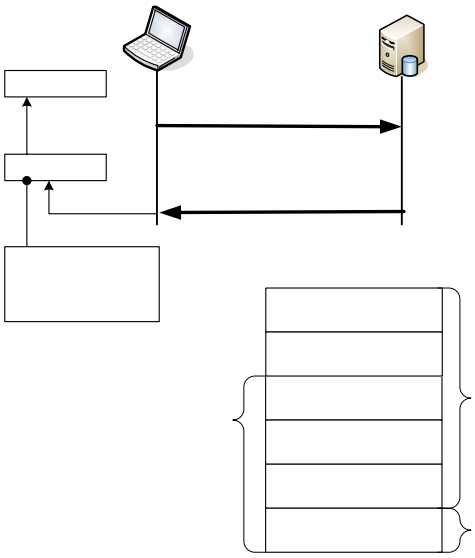


図 5 NATF における DNS 処理

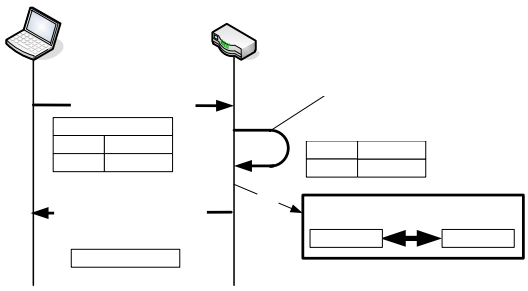


図 6 ポート情報の交換手順

端末Gへ送信されたパケットと見せかける．NATF BOXは通常のNAPTの手順に従って適当なポート番号を選択し，NAPTテーブルを生成した後，疑似パケットを破棄する．NATF BOXは選択したポート番号を，ポート番号応答パケットを用いて端末Gに送り返す（③）．端末Gは，報告されたポート番号を元に，ポート変換テーブルを生成する．端末Gは以後の通信においては宛先ポート番号を，ポート変換テーブルを用いて変換する．一方、NATF BOXは疑似パケットで生成されたNAPTテーブルを用いてIPアドレスとポート番号の変換を行う。以上の動作により，グローバルアドレス空間からプライベートアドレス空間への通信が開始可能となる．

## 5. 実装方法

NATFを実装するにはDNSサーバ，グローバル端末，NAPT BOXに対して機能を追加する必要があり，そのモジュール一覧を表1に示す．

DNSに実装されるLIP付加モジュールでは，プライベートIPアドレスの応答の場合に，Aレコードを NATF BOXのグローバルIPアドレスへ書き換えを行い，プライベートIPアドレスをLIPレコードとして付加する．

グローバル側端末には，LIP受信，ポート番号要求パケット送信，ポート変換テーブル生成，ポート変換処理の4つのモジュールが必要である．LIP受信モジュールは，LIPが付加されたDNS応答を受けた場合に，Aレコードと LIPレコードを分割し，2つのレコードを関連付けるテーブルを生成する．ポート番号要求パケット送信モジュールは，LIPレコードと退避パケットのヘッダ情報をNATF BOXに送信する．ポート変換テーブル生成モジュールでは．ポート番号応答パケットを元にポート番号変換テーブルを生成する．ポート変換処理モジュールは，生成されたポート変換テーブルを元に，OSから渡されるパケットのポート番号の変換処理を行う．

NAPT BOXには擬似パケット生成モジュールとポート番号応答パケット送信モジュールを実装する必要がある．擬似パケット生成モジュールは，ポート番号要求パケットを受信したときに，そのパケットの情報を元に擬似パケットを送信し，NAPTテーブルを生成する．ポート番号応答パケット送信モジュールは，擬似パケットによって生成されたNAPTテーブルのポート番号情報をポート番号応答パケットとして送信する．

現在DNSサーバ部分に関しての実装を進めており，本稿ではその内容について説明する．3章で説明したとおり，グローバル側端末からの問合せに対する応答がプライベートIPアドレスの場合，応答内容をNATF BOXのグローバルIPアドレスに書き換え，プライベートIPアドレスをLIPレコードとして追加する必要がある．図7に実装の概要を示す．問合せパケットがOSからDNSサーバプログラムに渡される前に，LIP追加モジュールに渡す．送信元IPアドレスがグローバルIPアドレスであった場合，問合せパケットのDNSヘッダ部にある問合わせIDを組として問合せ履歴テーブルに保存し，パケットをDNSサーバプログラムに渡す．送信元IP

**表 1　モジュール構成**

| 実装部位 | *モジュール名称* |
|---|---|
| DNSサーバ | LIP付加 |
| グローバル側端末 | LIP受信 |
| | ポート番号要求パケット送信<br>ポート変換テーブル生成<br>ポート変換処理 |
| NATF BOX | 擬似パケット生成<br>ポート情報交換 |

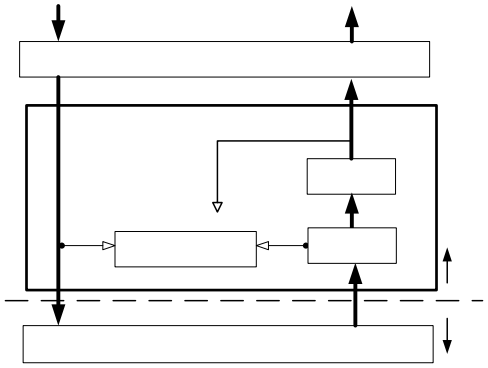


**図 7　DNS実装概要**

アドレスがプライベート IP アドレスであった場合は，そのままパケットを DNS サーバプログラムに渡す. DNS サーバプログラム内では DNS の問い合わせ内容を検索し，応答パケットを生成する．これを OS に渡す直前で LIP 追加モジュールに渡す．この時，問合せ履歴テーブルを検索してテーブルが存在し，なおかつ応答する IP アドレスがプライベート IP アドレスであった場合，あらかじめ設定ファイルで用意された NATF BOX のグローバル IP アドレスに応答内容書き換えを行って LIP レコードを付加する. グローバル IP アドレスであった場合は何もしない. その後，問合せ履歴テーブルを削除し，OS へとパケットを渡す.

## 6. 評価

NATS，NATF(提案方式)を４つの項目について比較した結果を表 2 に示す.

NATS では，通信開始時に DNS 問合せが IP アドレスとサブアドレスの 2 回行われる．また，通信中は全てのパケットに対してカプセル化／カプセル解放処理を行うためオーバヘッドが発生する．さらに，通信の集中する NATS BOX でもこれらの処理が行われるため，NATS BOX にかかる負荷も大きい. DNS の特性として HINFO レコードにサブアドレスの記述を行う必要があり，端末側の改良が必要である.

NATF では，通信開始時にポート情報の交換を行うため多少のオーバヘッドが発生する.

**表 2　既存技術との比較**

| | NATS | *NATF* |
|---|---|---|
| 通信開始時のオーバヘッド | ○ | △ |
| 通信中のオーバヘッド | △ | ○ |
| NAT BOX にかかる負荷 | △ | ○ |
| DNS の特殊性 | △ | ○ |

通信中のオーバヘッドは端末側でポート変換処理が追加されるだけであるため，性能変化は小さいと思われる．また，NATF BOX は NAPT による通常の変換処理を行うだけであるので通信中の新たな負荷は発生しない．DNS の特性は新たに LIP レコードを追加しているが，一般端末がこのレコードを受け取ったとしても未定義のレコードとして破棄されるためその影響は少ない.

## 7. むすび

本稿ではグローバルネットワークからプライベートネットワーク内の複数の端末へアクセスする通信方式 NATF を提案し，その実装状況について報告した．今後は実装を完了して性能評価を実施し，機能の有効性について確認する.

## 参考文献


[1]P.Srisuresh, "IP Network Address Translator (NAT) Terminology and Considerations" RPC2663

[2]Kuniaki KONDO, Capsulated Network Address Translation with Sub-Address(C-NATS), http://www.nats-project.org/docs/draft-kuniaki-capsulated-nats-03.txt

[3]Kuniaki KONDO , Capsulated NATS ProtocolOverview, http://www.nats-project.org/presentations/Capsulated-NATS-Overview.pdf

[4]Kuniaki KONDO, NATS Address Translation Practice, http://www.nats-project.org/presentations/NATS_Address_Translation_Practice.pdf

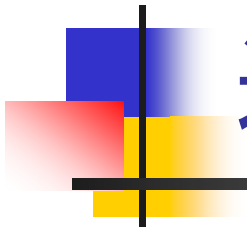
[5]W. Simpson, IP in IP Tunneling, http://www.ietf.org/rfc/rfc1853.txt

[6]加藤尚樹，渡邊晃，アドレス空間の違いを意識しない通信方式 NATF の提案, 情報学ワークショップ 2004 論文集，pp.222-225 (2004).

[7]柳沢信成，渡邊晃，グローバルアドレスをはさんだプライベートアドレス端末同士の通信, 情報学ワークショップ 2004 論文集，pp.217-221 (2004).

[8]加藤尚樹，渡邊晃，"NAT を意識しない個人ネットワークを管理する Home Fire Wall の提案", 情報処理学会第 66 回全国大会 講演論文集 3-469, March 2004.

[9]Flexible Private Network , Watanabe lab. Division of Information Sciences , Meijo University , http://www-is.meijo-u.ac.jp/~watanabe/research/fpn1.html



# アドレス空間の違いを意識しない通信方式NATFの提案と実装

名城大学大学院理工学研究科

加藤　尚樹　　柳沢　信成

鈴木　秀和　　渡辺　晃

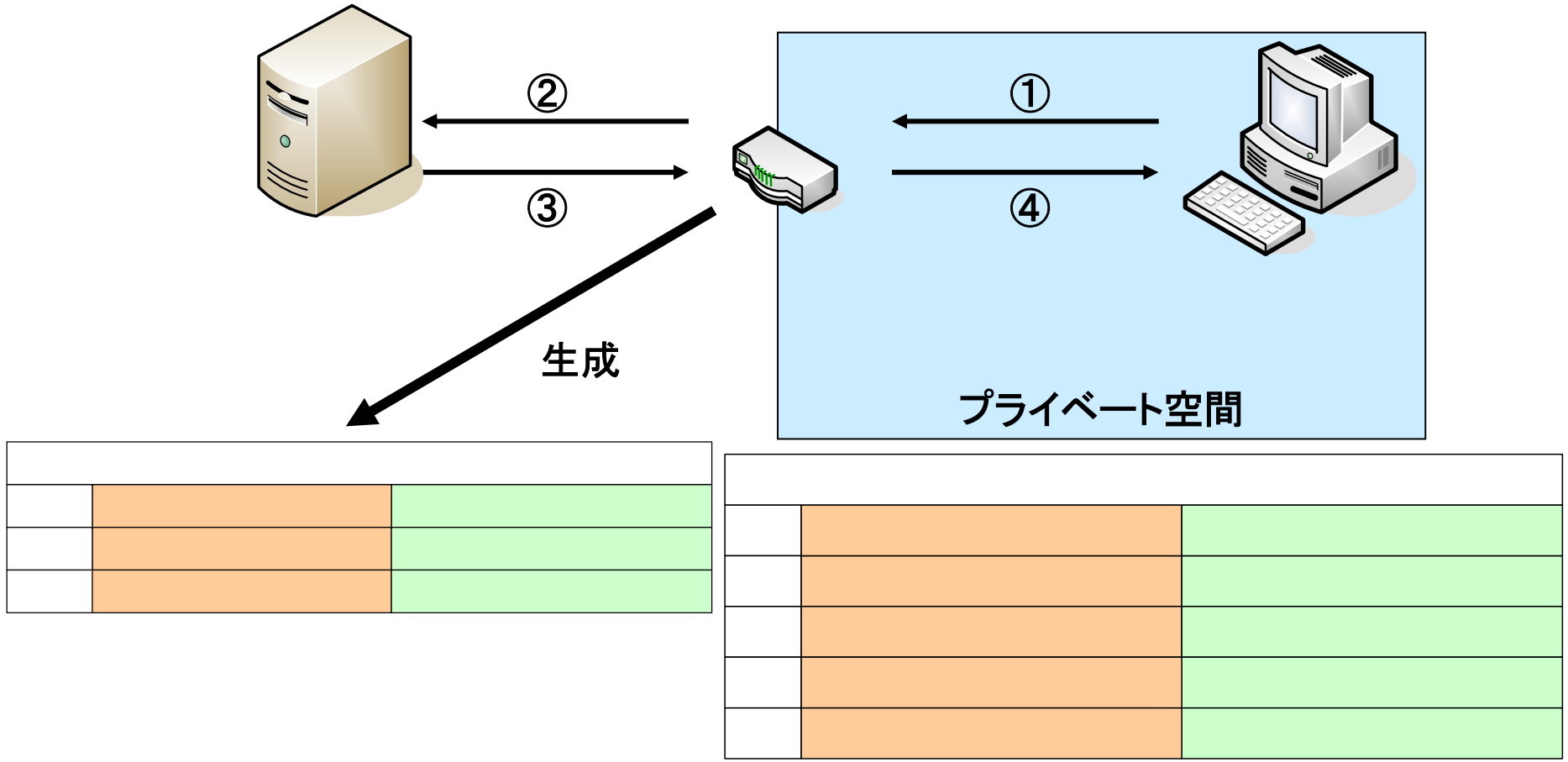
# 研究背景

- インターネットの普及に伴い接続台数が急激に増加
  - グローバルIPアドレスが枯渇問題
    → NATの利用
  - IPv6に移行を始めているものの普及には時間がかかる
    → NATの利用はまだまだ続く

**NATではいくつかの課題がある**

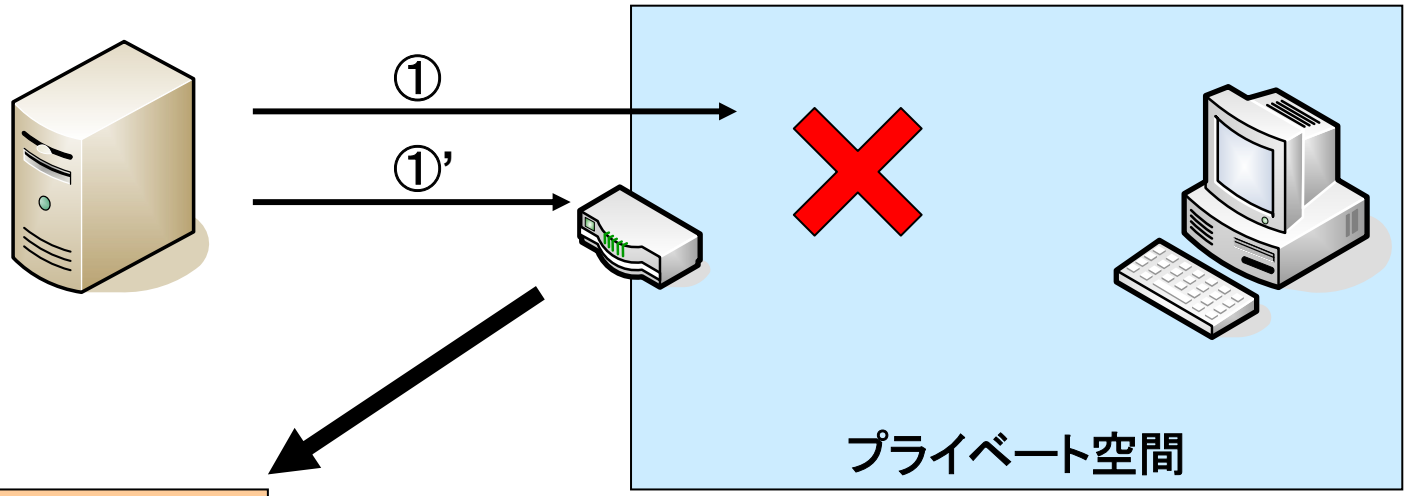
# NAT(NAPT)の動作

- 端末がWWWサーバにへTCP80番ポートで通信行う場合



# NATの問題点

- NAT(NAPT)の動作
  - PC1がPC2へWWW(TCP80番ポート)で通信行う場合



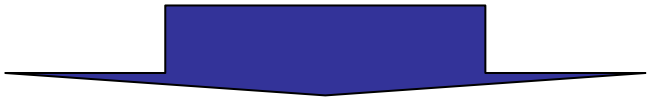

**NATテーブルが存在しない**

| パケット情報 | | |
|---|---|---|
| No | src | dst |
| ① | 端末IPアドレス：1000 | サーバIPアドレス：80 |
| ①’ | 端末IPアドレス：1000 | NAT IPアドレス：80 |

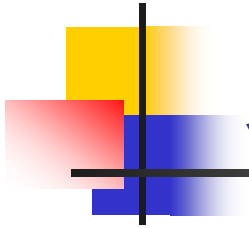
**通信自体が不可能**

# NATの問題点のまとめ

**この二つの問題を解決すれば**
**通常のNAT同様の通信が可能となる**



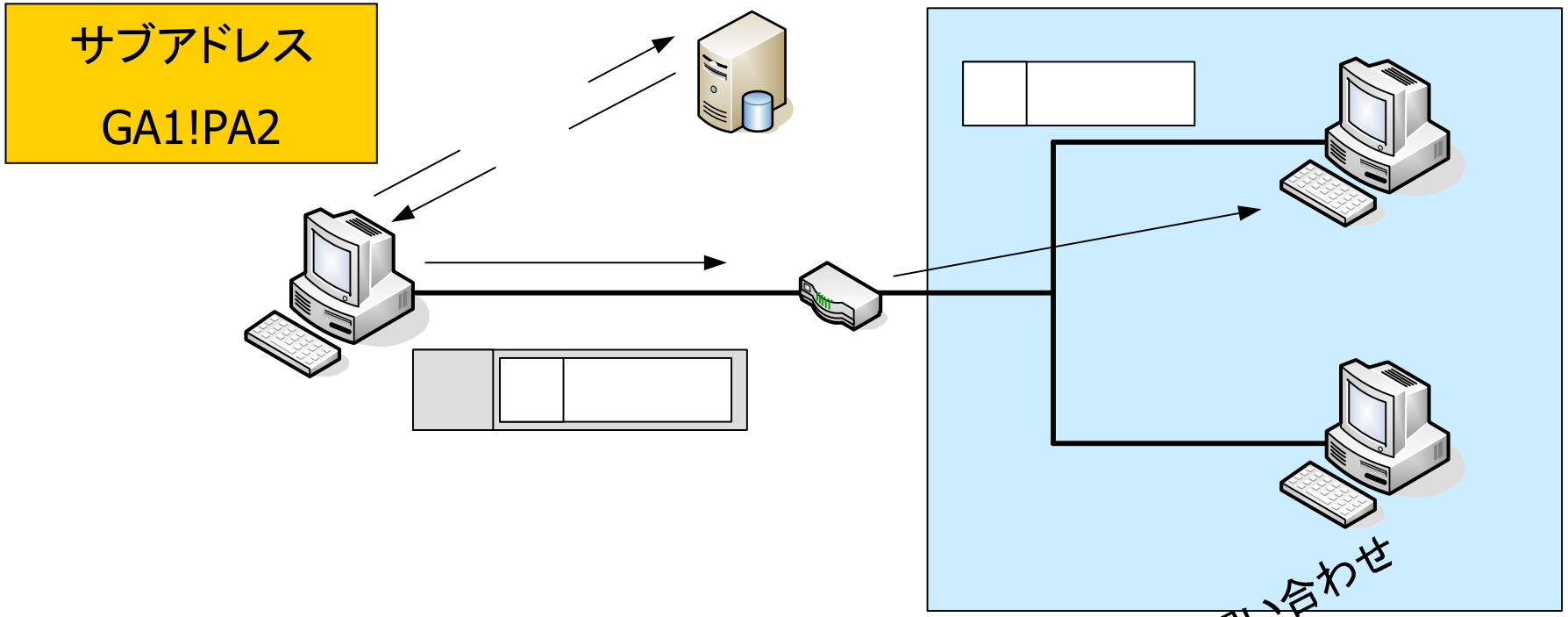
**NATF（NAT Free Protocol），NATS**



# 既存技術

- NATS(Network Address Translation with Sub-Address )
  - DNS上でサブアドレスの利用
    - インターネット上からプライベートネットワーク側端末の識別が可能
  - IP in IPカプセリングの利用
    - インターネットではNATSBOXのIPアドレスを利用
      - インターネットで利用できるIPアドレスに変換
    - プライベートネットワークでは各個のIPアドレスを利用

# NATSの通信の流れ




カプセル化によるパケットの冗長
NATS　BOXに対する高負荷
サブアドレスの利用によるDNSレコードの特殊性

# 提案方式による解決

- NATF(Network Address Translation Free protocol)
  DNSサーバ,NAT,端末が協調することでパケットを
  プライベートネットワーク上の端末に送信可能とする
  - **DNSでは**
    - プライベートIPアドレスを問い合わせを受けたときNATのIPアドレスに問い合わせ内容を変換

インターネット上で通信可能なIPアドレスを取得

  - **NATでは**
    - 端末とのネゴシエーションによる使用ポート番号及び転送端末のプライベートIPアドレスの取得

NATテーブルを生成し，パケットの転送を可能とする

  - **端末では**
    - NATとのネゴシエーションによる宛先ポート番号の決定

NATテーブルで転送可能なパケットの生成が可能

# DNS問い合わせ

- 通常のDNS
  - インターネットからの問合せに対して
    プライベートIPは応答しない

  → インターネット上から端末を認識できない

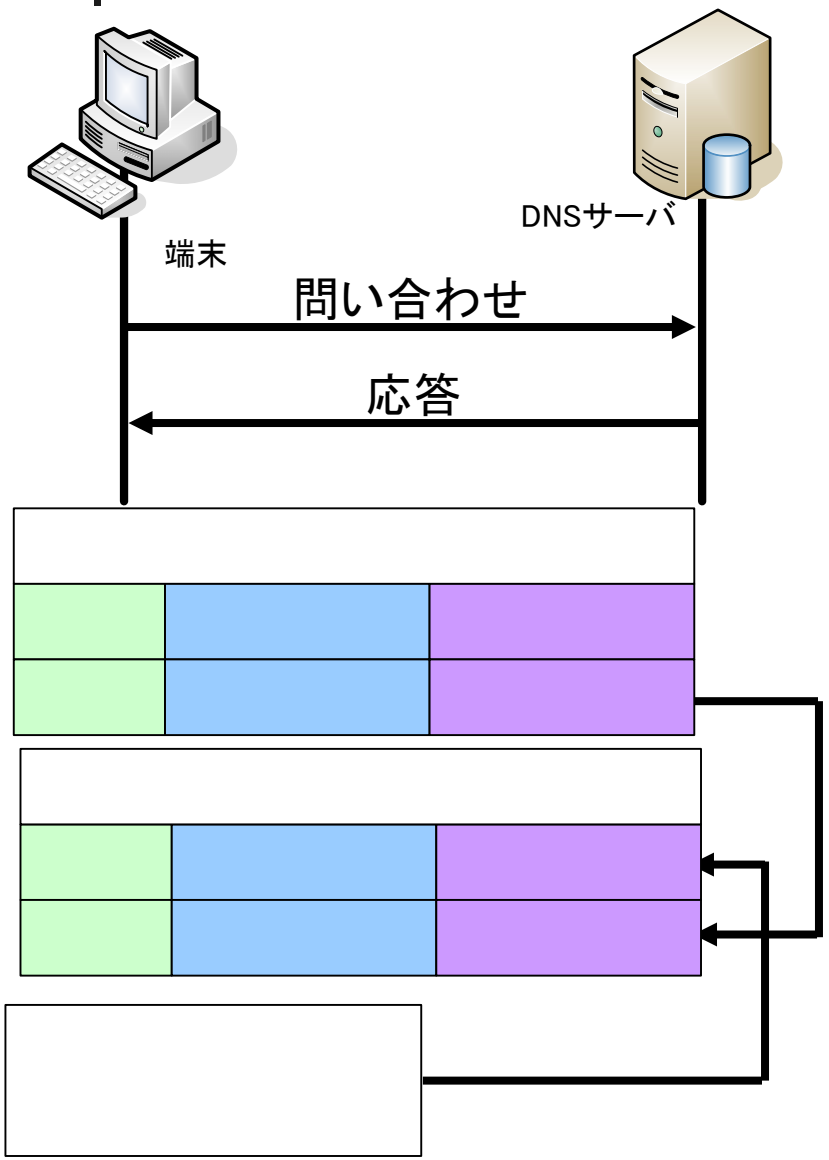
- NATFにおいてDNSから取得すべき情報
  - NATF BOXグローバルIPアドレス

  → パケットをNATF BOXに送信する
  - サーバのプライベートIPアドレス

  → NATF BOXに伝えることで通信相手を特定

**NATFでは新しく『LIP(Local IP address)』をレコードを定義**

# NATF対応DNS問い合わせ

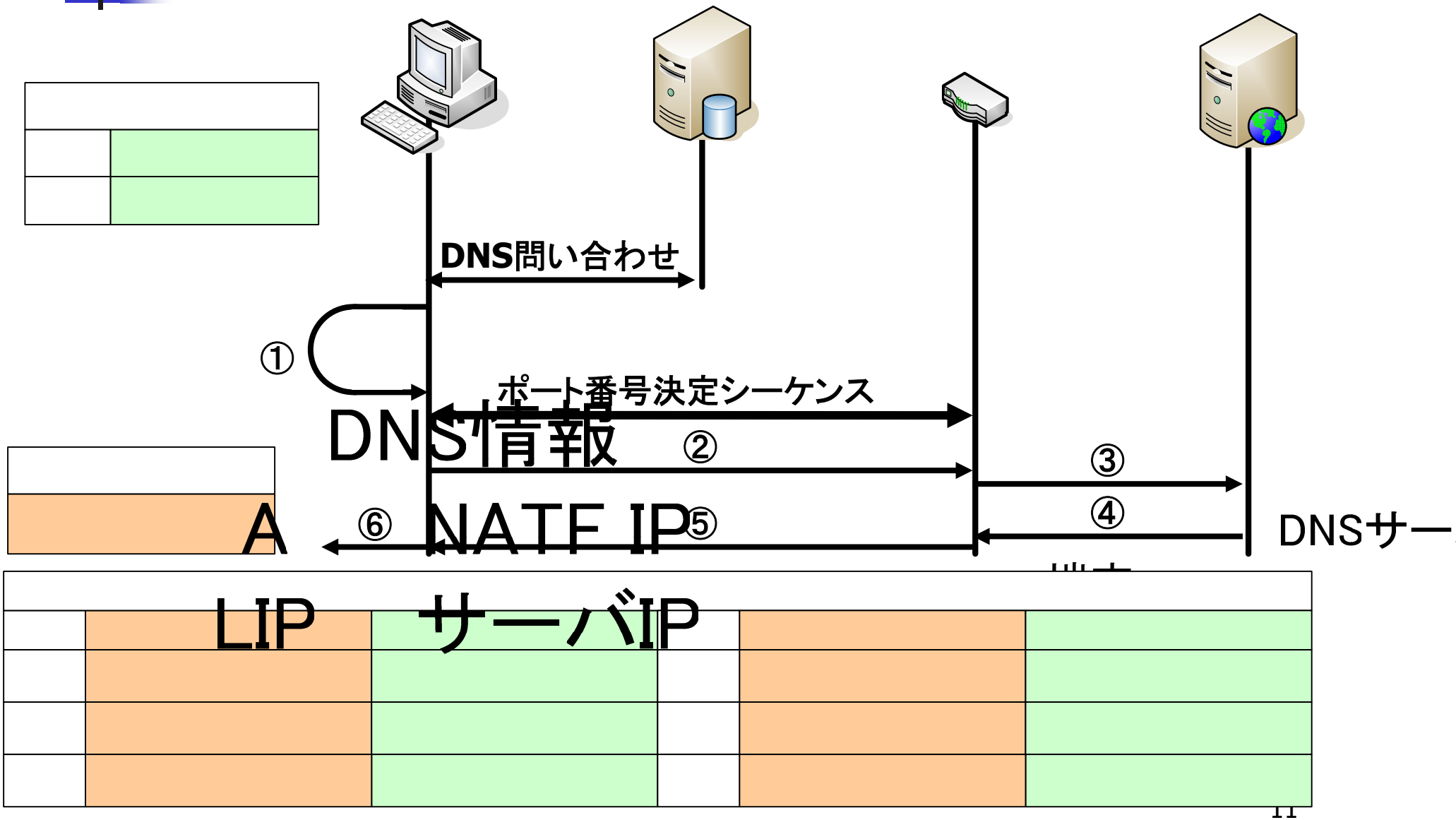



- 通常の問い合わせでは
  - 問い合わせにあった応答をする
- 次の条件に当てはまる場合，
  DNS応答に変更を加える

  条件
  - グローバルIPアドレスを持つ端末からの問い合わせであった場合
  - Aレコードの問い合わせに対して応答がプライベートIPの場合

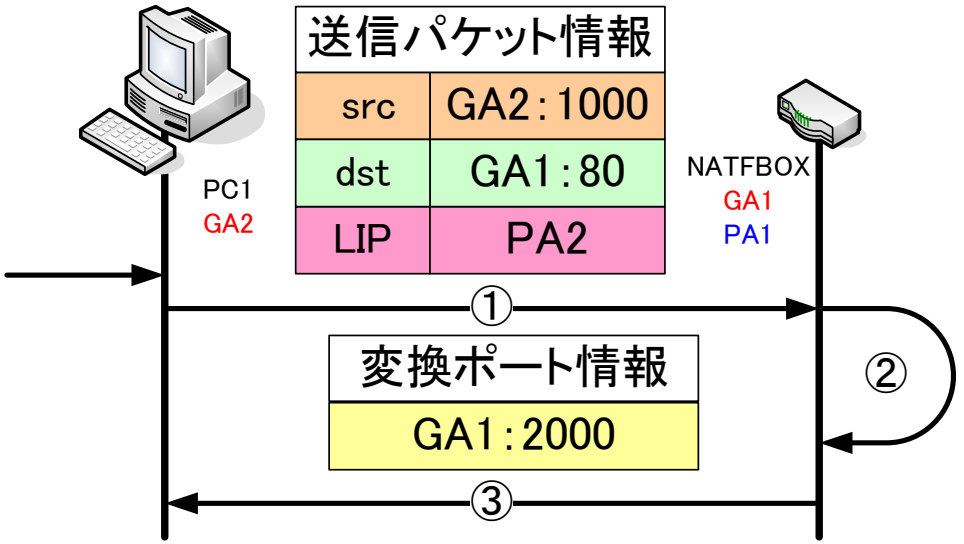
  変更内容
  - 応答内容をNATFBOXのグローバルIPアドレスとする
  - プライベートIPアドレスはLIPレコードとして追加する

# NATF通信の流れ


DNS問い合わせ
①
ポート番号決定シーケンス
DNS情報
②
③
④
⑤
⑥
NATF IP
A
DNSサー
LIP
サーバIP

# ポート番号決定シーケンス

1. 通信を行う送信元,宛先ポート番号とLIPをNATF BOXに通知
2. 1. で得た情報を元に擬似パケットを生成し送信
3. NATテーブルの変換ポート情報をクライアントに通知
4. 3.を元にポート変換テーブルを生成




| 送信パケット情報 | |
|---|---|
| src | GA2:1000 |
| dst | GA1:80 |

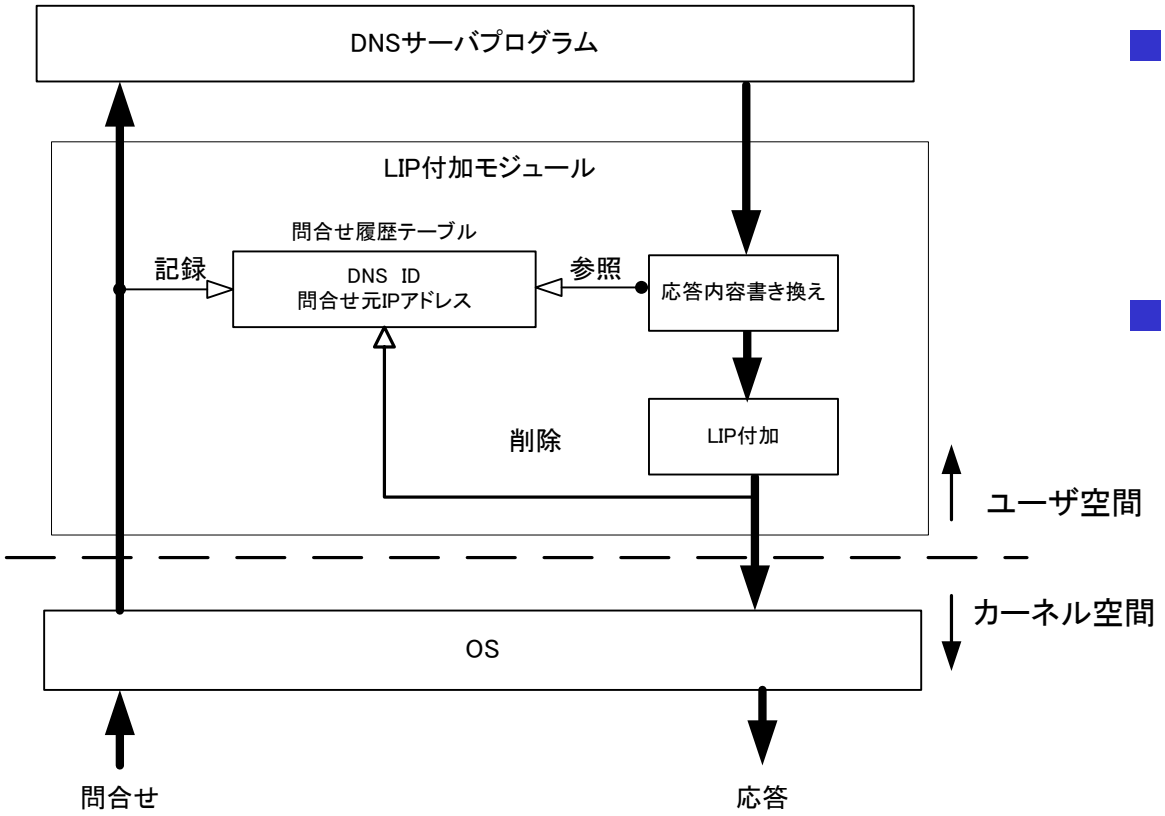
| 擬似パケット | |
|---|---|
| src | PA2:80 |
| dst | GA2:1000 |

| ポート変換テーブル | | | |
|---|---|---|---|
| 変換前 | | 変換後 | |
| src | dst | src | dst |
| GA2:1000 | PA2:80 | GA2:1000 | GA1:2000 |

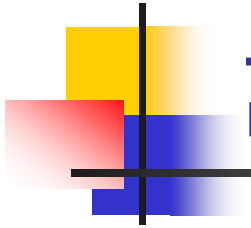
| NATテーブル | | | |
|---|---|---|---|
| 受信 | | 転送 | |
| src | dst | src | dst |
| GA2:1000 | GA1:2000 | GA2:1000 | PA2:80 |

# 実装について

- 現在DNS問合せ部分について実装を検討
  - 既存のDNSサーバプログラム及びOSに影響を与えないようにサーバプログラム-OS間にLIPモジュールを入れることを検討



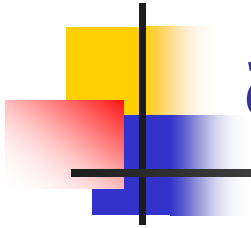

- LIP付加を行う問い合わせのDNS IDと問合せ元のIPアドレスを履歴テーブルとして保存
- テーブルに保存したDNS IDにヒットするパケットの応答内容を書き換え，LIPを付加する．



# 評価

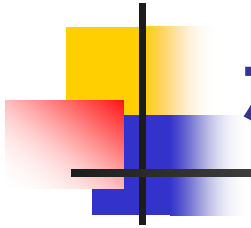
| | NATS | NATF |
|---|---|---|
| 通信開始時のオーバヘッド | ○ | △ |
| 通信中のオーバヘッド | × | ○ |
| NAT BOXにかかる負荷 | × | ○ |
| DNSの特殊性 | △ | ○ |

- NATSは
  - カプセル化による通信のオーバヘッドがある
  - NATS BOXは，常時パケットをカプセル化・カプセル開放処理を行うためかかる負荷は大きい
- NATFは
  - 通信開始時のネゴシエーションによる多少のオーバヘッドはあるものの通信中は通常のNATと同様である
  - NATF BOXはNATテーブルを生成するだけなので負荷は小さい



# むすび

- DNS、NAT、端末が協調することで
  NATテーブルを生成する方式を提案
  - インターネット側端末からプライベート
    ネットワーク側端末へのアクセスが可能
  - 今後も実装を進め，その有効性を確認する

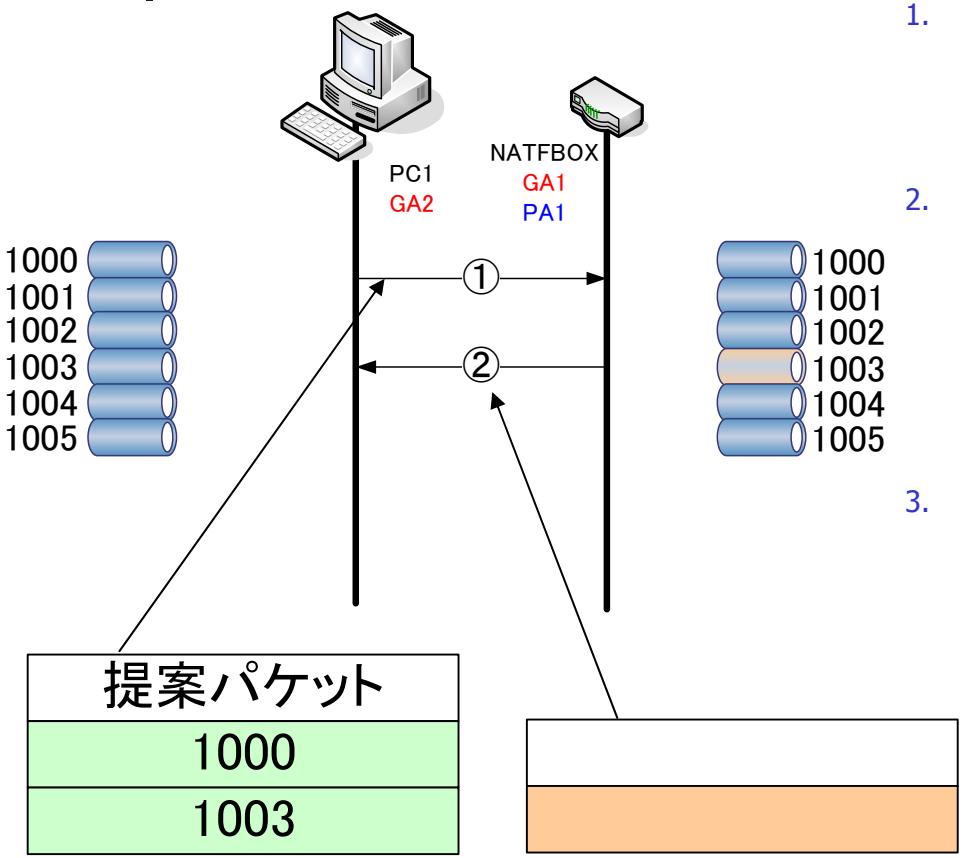


# ポート番号決定ネゴシエーション

- 何故ポート番号を決定するのか？
  - NATテーブルと実際送信されるパケットの情報が一致する必要がある
  - 問題
    - パケットの送信元ポート番号は自動的に空いている値を割り当てられる
- 決定することによって
  - クライアントでは送信元ポート番号を書き換え
  - ANTFBOXではNATテーブルの生成

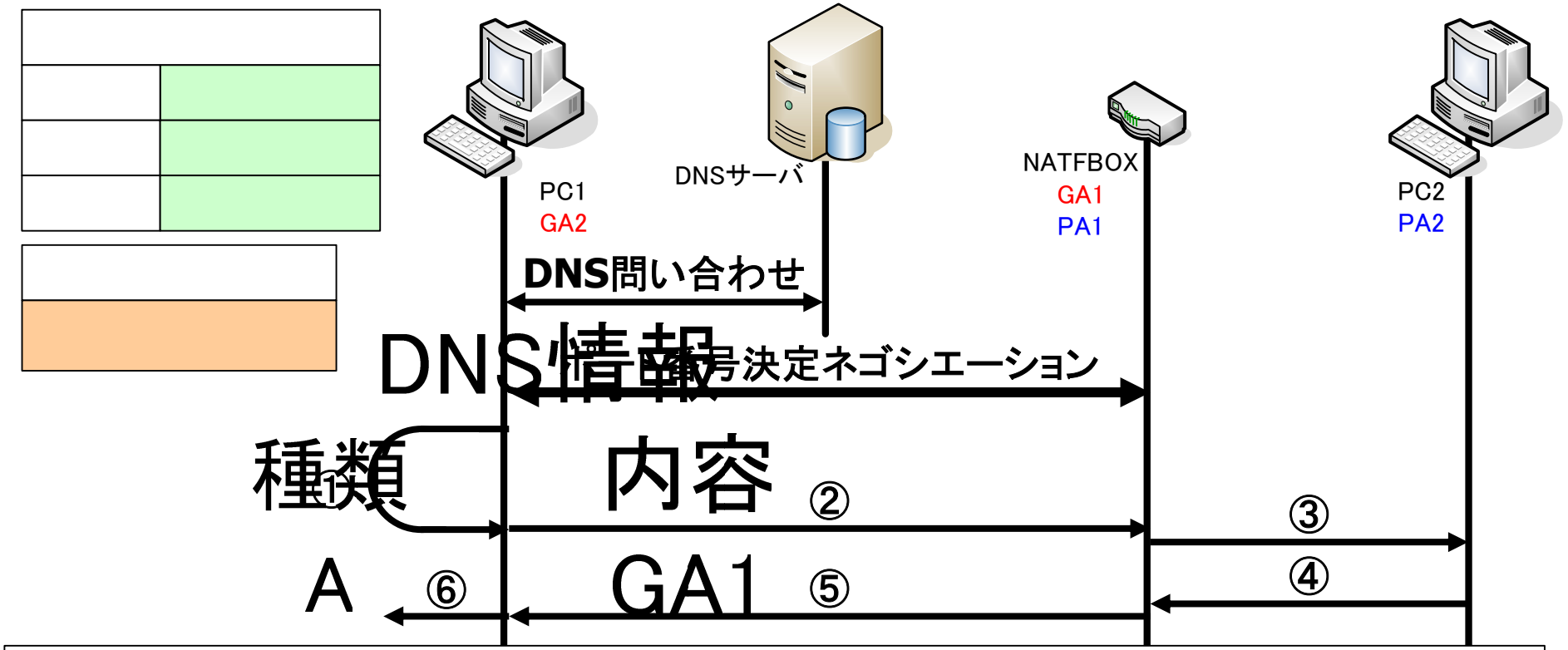
**送信したパケットをNATテーブルに沿ってパケットを転送できる**

# ポート番号決定ネゴシエーションの流れ




1. PC1はランダムに自分の空いているポート番号を選びNATFBOXに提案し，提案したポートに対してロックをかける
2. NATFBOXでは提案されたポート番号に対し,自分が空いているポート番号があればNATテーブル生成し，応答パケットを送信する．もし無ければ，無かったことを応答パケットとして返す
3. ポート番号が決定した場合決定したポート以外のロックを解除し，ポート変換テーブルを作成する．決定されたポートはテーブル生成後，ポート変換モジュールにロックしたポートを渡す

# NATF通信の流れ



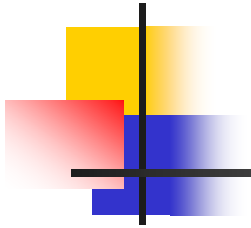

3000

# NATF（NAT Free Protocol）

- NATF（NAT Free Protocol）
  - **クライアント,DNSサーバ,NATFBOXが協調し,通信を可能とする**

- **通信相手を特定するために**
  - **DNSサーバにおいて**
    - プライベートIPアドレスを持つ端末の問い合わせに対して NATFBOXのIPアドレスに書き換え，応答
    - プライベートIPアドレスを追加情報として応答

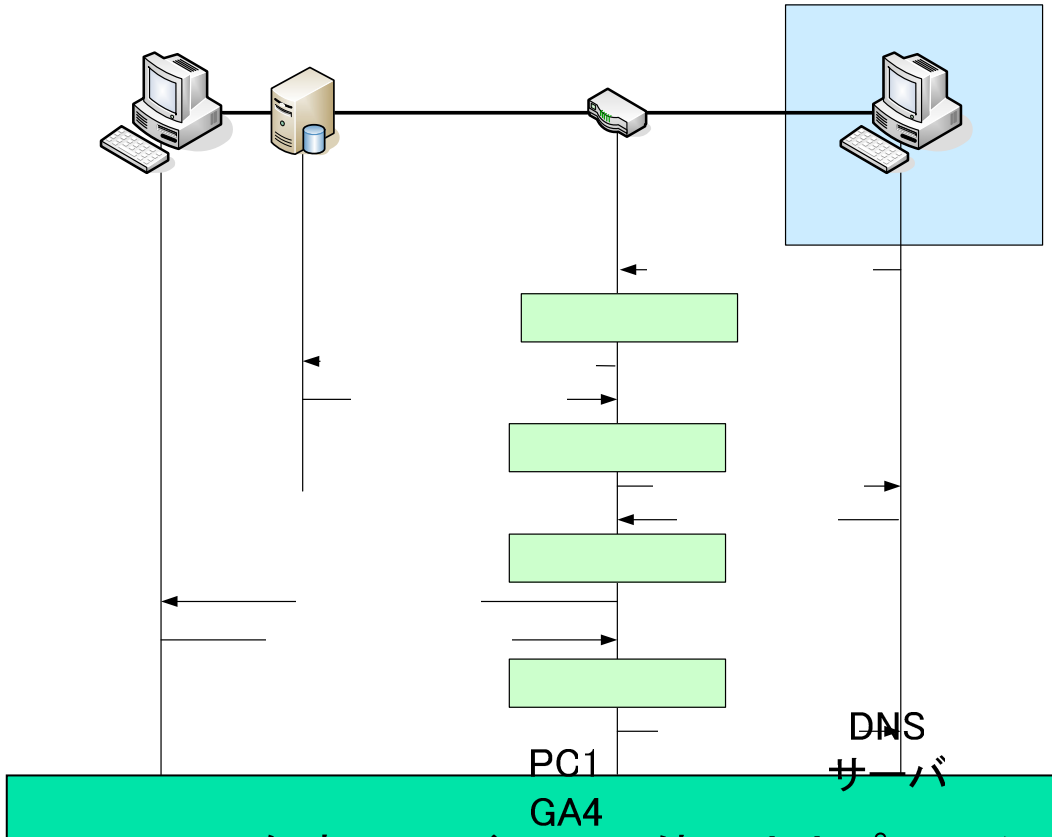
- **NATテーブルを生成するために**
  - クライアント，**NATFBOX**でネゴシエーションを行う
    - NATFBOXに対し，通信で使用するポート番号を通知　←端末
    - 通知されたポート番号からNATテーブルを生成　←**NATF**
    - クライアントに変換後のポート番号を通知を行う.　←**NATF**
    - クライアントではNATから通知された変換後の ポート番号にOSが書き換える　←端末



# 目次

- 研究背景
- NATとは？
  - **NATの動作**
  - **NATの問題点**
- 研究紹介　NATF(NAT Free protocol)
  - 概要
  - 通信の流れ
  - **DNS**
    - **DNSとは?**
    - **NATF対応DNS**
  - ポート決定ネゴシエーション

# NATSの通信の流れ2




**仮想IPアドレス**

NATSBOX内のみで有効なIPアドレスで通信の判別に用いる

| NATSテーブル |
| --- |
| 受信パケットIP：B |
| 送信元アドレス：GA1 ！PA2 |

仮想IPアドレスの使用とカプセル化の代行による
NATSBOXへの高負荷

DNS問い合わせ

DNSフッキング



DNS問い合わせ(HINFOレコード)