

技術解説 第4回

『音声コミュニケーションを支える技術(4)』

IP ネットワークは WAN、LAN といった異なるネットワークの集合体として構成されています。異なるネットワークを接続して通信する場合には互いのネットワークでのアドレス情報を変換する必要があります。今回はそのようなネットワークでの IP 電話の通信の課題とそれを解決する技術について解説します。

NATとNAPT

イントラネットや家庭内ネットワークなどのLANと、インターネットなどのWANなど管理主体の異なるIPネットワークを接続する場合には、ネットワーク間で自由に通信をさせるのではなく、ファイアウォールなどのセキュリティ装置により必要な通信に限定します。ファイアウォールではセキュリティ面からWAN側にはLAN側のデバイスのIPアドレスを見せず、ファイアウォールのIPアドレスを利用させます。ファイアウォールとLAN側デバイスとの対応付けにはNAT¹ やNAPT²などのアドレス変換技術が用いられます。まず、これら2つのアドレス変換方法について説明します。

NATはIPアドレスの対応付けと変換を行う方式です。LAN内のデバイスからWANにあるサーバに接続を行う場合のアドレス変換を図1に示します。

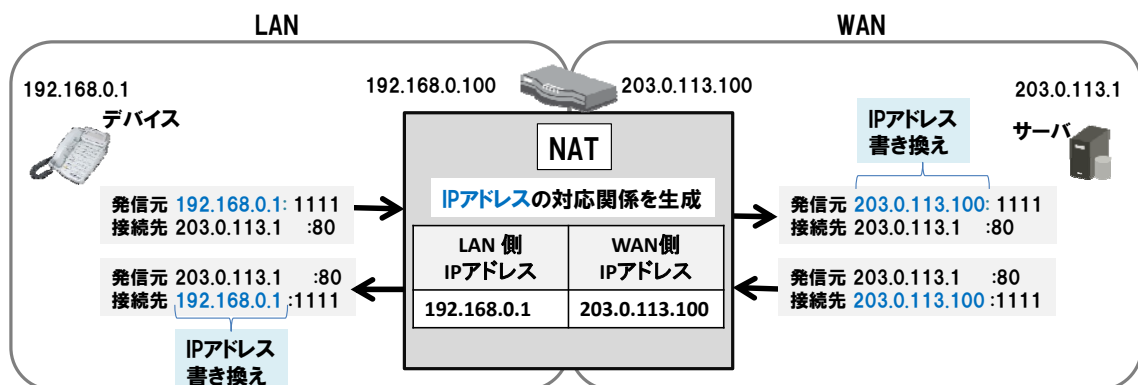


図 1: NAT

NATはLAN側のデバイスからの通信を契機に、LAN側IPアドレスとNATで管理するWAN側IPアドレスの対応関係を生成します。この対応関係に従って、LAN側のIPヘッダ内の発信元をWAN側IPアドレスに書き換えてサーバに転送します。逆にWAN側のサーバからのパケット受信時、接続先をLAN側IPアドレスに書き換えてLAN側のデバイスに転送します。

NATではLAN側のデバイスのIPアドレスとWAN側のIPアドレスが1対1で対応

¹ Network Address Translation

² Network Address Port Translation

します。そのため LAN 側の複数のデバイスが WAN 側に同時に通信する場合、複数の WAN 側 IP アドレスが必要です。WAN 側の IP アドレスは通常はグローバル IP アドレスとなりますが、複数のグローバル IP アドレスの確保が困難な場合があります。

その場合は、一つの WAN 側 IP アドレスと複数の LAN 側デバイスの対応付けが可能な NATP が利用されます。NAPT は「IP マスカレード」とも呼ばれ、家庭等で利用されるブロードバンドルータにも実装されています。図 2 に NATP の動作の説明を記します。

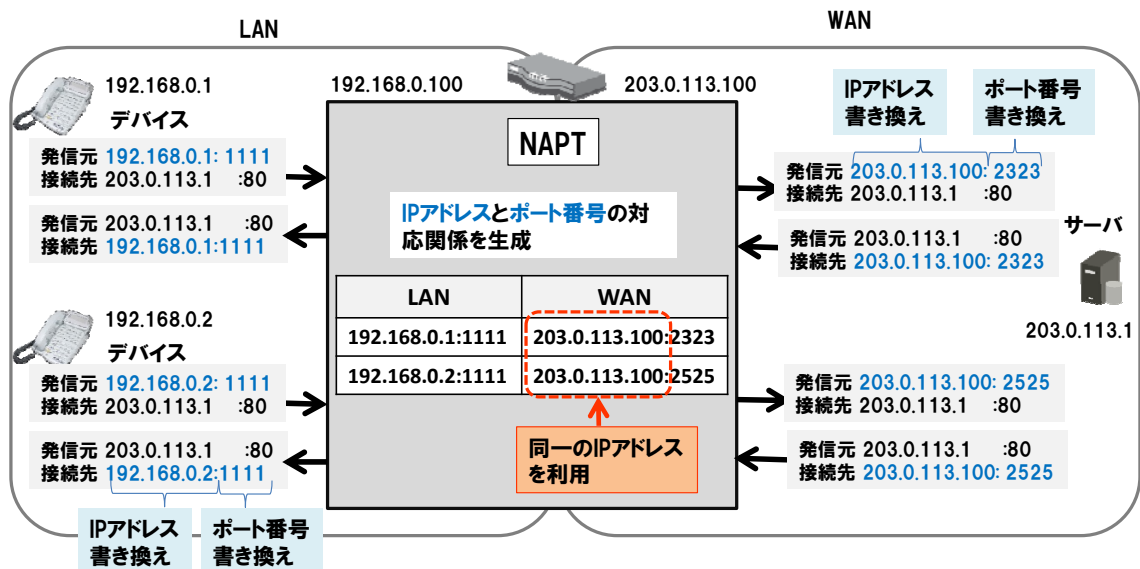


図 2: NATP

NAPT では LAN 側デバイスと WAN 側のアドレスとを対応させるために、IP アドレスに加えポート番号を利用します。LAN 側デバイスの IP アドレスとポート番号に対して、NAPT の WAN 側の IP アドレスとポート番号の対応関係を生成します。これに基づき IP ヘッダ内の発信元を書き換えサーバに転送します。NAPT の IP アドレスが 1 つであっても、ポート番号を組み合わせることで、複数の LAN 側のデバイスの通信が行えます。

ネットワークをまたがる構成での IP 電話利用の課題と対策

● 企業ネットワーク内で SIP を利用する場合

SIP ではパケットのヘッダ部だけでなくデータ部にもアドレス情報を格納し、相手側ではデータ部に記載されたアドレスを利用しています。これは、接続のリクエストを出すデバイスと通話を行うデバイスが別であるケースを考慮しているためです。

この場合 NAT や NAPT を利用したネットワークにおいて問題が発生します。LAN 内のデバイスが、WAN 側のサーバに接続する時、NAT/NAPT においてヘッダ部の発信先が書き換えられますが、データ部の値は書き変わりません。そのためサーバ側では、データ部に埋め込まれたアドレス情報を読み出しそのアドレス宛に送信しようとするものの、WAN 側からは到達ができない LAN 側のアドレスであるため、接続に失敗します(図 3)。

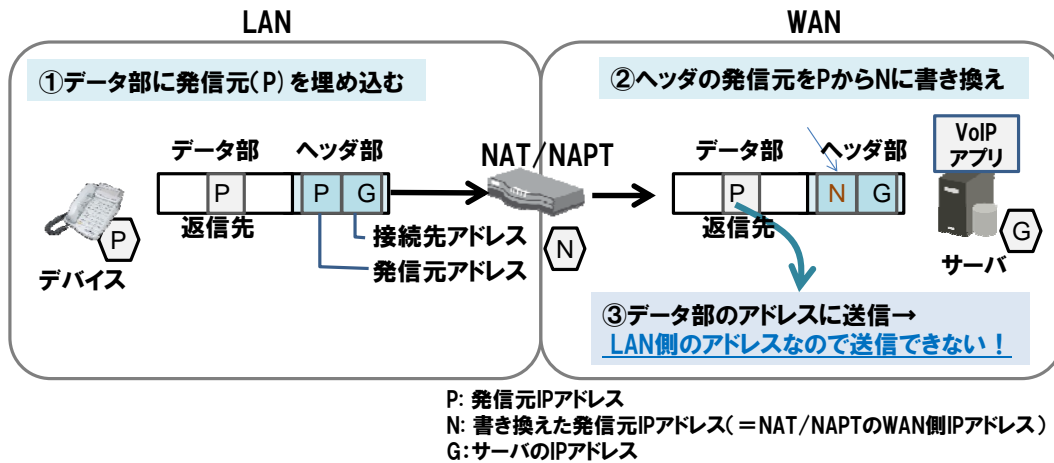


図 3: IP 電話の NAT/NAPT 越え問題

この問題を発生させないためには、「LAN側のデバイスでデータ部にWAN側のアドレスを埋め込んでおく」「途中の装置でデータ部のアドレス情報を書き換える」という2通りの対応策があります。前者の方式で実現する技術として「UPnP³ NATトラバーサル」、後者の方式として「ALG⁴」「プロキシ方式」を紹介します。

[UPnP NATトラバーサル方式]

UPnPとは、LAN側のデバイスがWAN側から自装置への接続を行えるようにWANとLANの境界に設置した装置でアドレスの対応付けの設定を行うためのプロトコルです。LAN側のデバイスはUPnPによってNAT/NAPTにサーバからの待ち受けをするアドレス情報を登録し、対応するWAN側のアドレス情報を取得します。そしてこの値をサーバに送信するパケットのデータ部に埋め込みます。NAT/NAPTにおいてデータ部の情報は書き変わりませんが、WAN側から接続可能なアドレスとなっているので、サーバはこのアドレスに対して送信することが可能です。

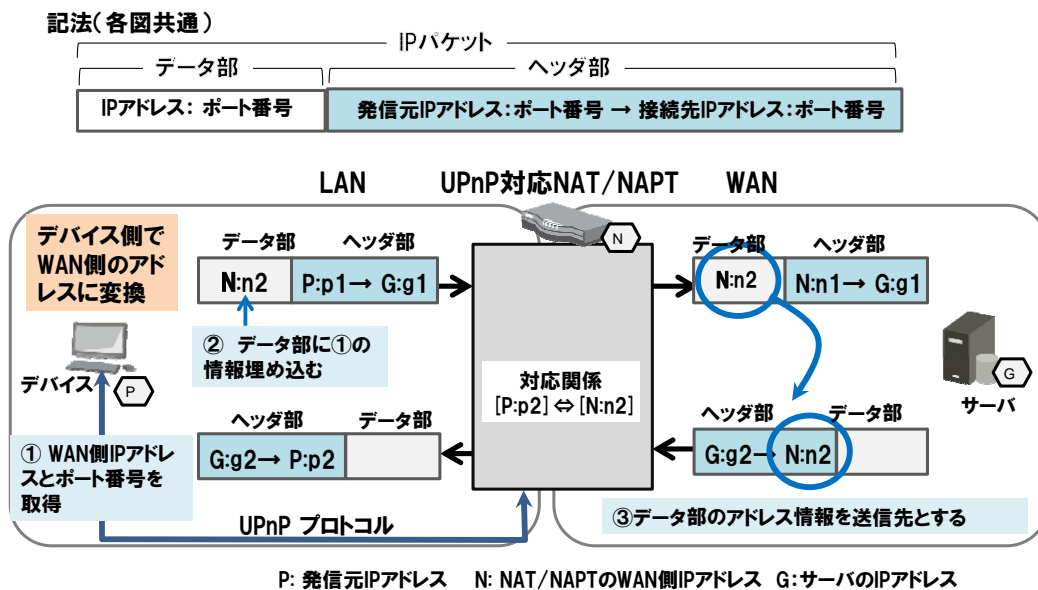


図 4: UPnP NATトラバーサル方式

³ Universal Plug and Play

⁴ Application Level Gateway

[ALG 方式]

ALG とはプロトコルを解釈し、データ部の情報を書き換える機能を持った装置です。

ALG ではアプリケーション(プロトコル)ごとに変換機能が実装されており、SIP プロトコルの変換を行う ALG を「SIP ALG」とも呼びます。SIP ALG ではデータ部から「Contact」「Via」といった、SIP プロトコルで返信先アドレスを意味するキーワードを探し、そのキーワードと紐づくアドレス情報を WAN 側のアドレス情報に書き換えるとともに、サーバからの通信の NAT/NAPT の対応関係も生成します。ALG はデータ部を解釈するために処理速度が出づらいという課題はありますが、一方、きめの細かいアクセス制御が行えることもあり SIP-ALG 機能に加えてファイアウォール機能も加えた「セッションボーダーコントローラー」は大規模な拠点を中心に導入されています。

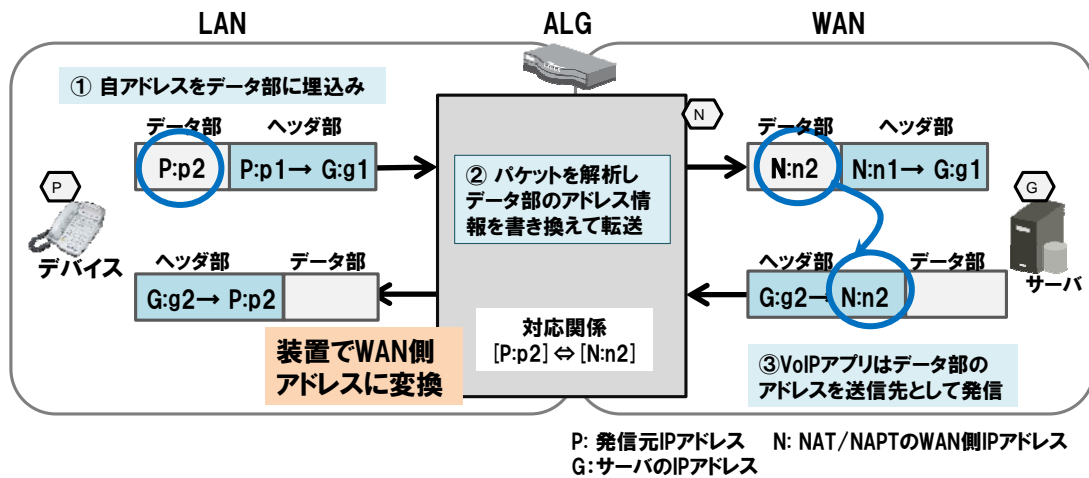


図 5: ALG 方式

[プロキシ方式]

プロキシ方式では NAT/NAPT に代わって WAN と LAN の境界にプロトコルを終端して中継するプロキシサーバを設置します。SIP プロトコルの場合、SIP プロキシサーバがこれに該当します。

デバイスの接続先はプロキシサーバ宛てとなります。デバイス側ではデータ部に返信先情報に加え、接続先となるサーバのアドレスを埋め込みます。プロキシサーバではデータ部を解析しこの接続先情報に基づいて、サーバに中継します。この時プロキシサーバはデータ部の返信先情報に、自分自身を経由するような記載を埋め込みます。サーバでは到着したパケットのデータ部の返信先情報をデバイスに送信するパケットのデータ部の接続先情報として埋め込みます。プロキシではこの情報に基づいてデバイスへの通信を中継します。

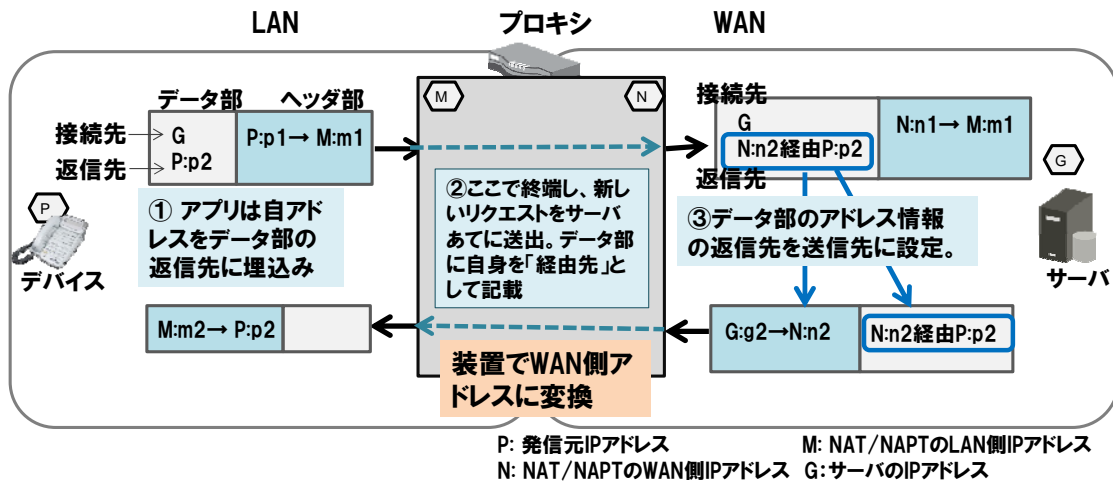


図 6: プロキシ方式

● インターネット電話を利用する場合

企業の音声ネットワークでの適用例は多くありませんが、インターネット電話などで、別の LAN にあるデバイス同士が直接通話をする場合、接続されるデバイスから見ると、WAN 側から LAN 側に接続されることになります。

NATやNAPTはLAN側からの通信が行われて、はじめてWAN側とLAN側の対応関係が生成されるため、そのままではWAN側デバイスからの着信を受けることができません。そのため双方のデバイスがNATやNAPTを介してWAN(インターネット)に接続している場合には着信ができないという問題が生じます。この問題を解決するための「STUN⁵方式」について説明します。

[STUN 方式]

STUN方式では、LAN内のデバイスの発信元アドレス情報がWAN側からどう見えるかをデバイスに教えるという機能を持つSTUNサーバをWAN側に設置します。STUNサーバを利用した例を図7で紹介します。

通信を行うデバイスがそれぞれSTUNサーバに接続して、その通信の発信元アドレスに対応するWAN側のIPアドレス、ポート番号を取得します。STUNサーバから通知されたアドレスをWAN側に設置されている接続管理サーバに通知して、互いのWAN側のアドレスを取得します。発信側のデバイスは取得した着信側デバイスのWAN側アドレスに発信します。

デバイスがSTUNサーバに接続した際、NAT/NAPTにはLAN側とWAN側のアドレスの対応関係ができています。そのためWAN側からの通信がLAN内のデバイスに到達できます。

⁵ Simple Traversal of UDP through NATs

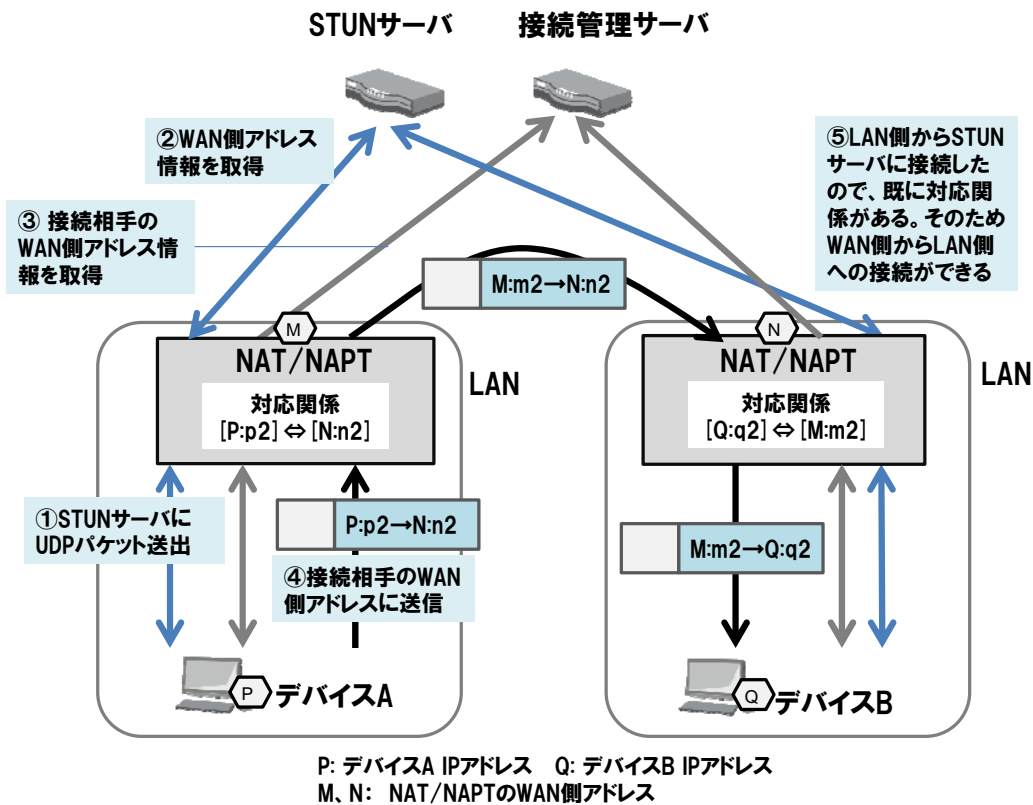


図 7 STUN 方式

STUN方式はUPnP方式と違い、NATに特別な機能追加が不要です。ただし、NATがWAN側の接続先毎に異なるポート番号を割り当てるような実装であると、STUNサーバから通知されたアドレス情報では相手からの通信がNATを通過することができません。このようなタイプのNATにも対応できるように、クライアント間の通信を中継するサーバをWAN側に設置するTURN⁶という方式や、NATのアドレス対応付けの実装を自動判別しSTUNとTURNのうち適切な方式を選択するICE⁷という包括的な方式も普及してきています。

まとめ

音声コミュニケーションは、いつでも必ずつながり、リアルタイム性などの音声品質が保たれていることが当然のこととして求められます。そのため、音声コミュニケーションを支える技術を理解して、安定したシステムを構築、運用することが必要です。

音声コミュニケーションは相手のニュアンスが分かる、即時性があるなどの特徴から、指示・相談・交渉といったビジネスの重要な局面で今後も不可欠な通信手段です。また音声コミュニケーションの安定した基盤を発展させることで、ユニファイドコミュニケーション(UC)の導入につなげることもできます。

⁶ Traversal Using Relay NAT

⁷ Interactive Connectivity Establishment