

# ENUM研究グループ

## 報告書(案)

(第1版)

2003年5月8日

(blank)

## 1. はじめに

ENUMは、電話番号による名前空間を用いて、インターネット上のサービスを識別するメカニズムである。その仕様の検討および標準化は、IETFのENUMワーキンググループを中心に進められており、ITU-Tでもその運用に関して検討が進められている。

ENUMは、ITU-Tによる電話番号の国際的な取り決めである E.164 勧告に基づく電話番号をキーとして、DNSを検索することにより、そのE.164番号に対応する、利用可能なひとつもしくは複数のアプリケーションをURI形式で得る機構である。

たとえば、既存の電話網に接続された端末機器(電話機やファクシミリ装置)から、インターネット上の端末機器に接続する際に、このENUMは有効である。電話機は相手を識別するために、数字の組合せによる電話番号しか利用できない。ENUMは、ひとつの電話番号と、それに対応するインターネット上で利用可能なひとつまたは複数のアプリケーションを対応づけることができる。この機能、すなわち既存の電話機からインターネット電話への接続を行う際の名前(電話番号)の解決手段としても、ENUMは注目されている。

ENUM研究グループ(以下研究グループ)は、このENUMについて、その可能性と課題を、技術的視点で調査・検討をおこない、技術的課題を抽出し、整理することを目的として設立された。

研究グループができた背景は次の通りである。

- IETFにおけるENUM関連の技術標準が明確になってきた。
- ITU-Tにおいて、その国際的な運用方針がサブプリメントとして、徐々に示されるようになってきた。
- IAB, RIPE NCC, ITU-Tを中心に、ENUMのトライアルの環境が整った。
- 国内でも、インターネット電話が普及しはじめ、IP電話用の050で始まる

電話番号の割当が開始された。

このような背景のなか，ENUMに対する理解を高め，今後の方向性についての検討が急務になってきている。

この報告書では，研究グループの調査，検討の結果のうち，

- ENUMの概要
- ENUMによって解決できる課題
- ENUMの登録モデル
- ENUMの個人情報保護とセキュリティ

を中心にまとめた。

## 1.1 研究グループの検討の目的と対象

この研究グループでの検討の目的は、次の通りである：

- ENUM技術そのものの理解
- ENUMの実現方式，運用方式，またこれに関連する検討
- ENUMの実現，運用における制度上の課題の抽出
- その他，ENUMに関連する技術的課題の検討
- ENUMを導入した際の効果と問題の明確化

このような目的を達成するために，研究グループでは，ENUM技術とそれに関連する技術(DNS，URL，DDDS等)を中心に調査と検討を進めている．

## 1.2 用語の定義

ここでは、本報告書の内容を理解するために必要な用語について定義する。

### 1.2.1 ENUM用語（一般定義）ITU，IETF等

**AUS**：Application Unique String

- DDDSアプリケーションへの最初の入力となる文字列
- URIにする変換サービスのインプット(RFC3263)

**DDDS**: Dynamic Delegation Discovery System

- 動的な書き換え規則を反復適用して、文字列を変換する仕組み（RFC3401～3405）

**ENUM**：Telephone Number Mapping

- E.164番号をドメイン名に対応させ、番号に対応するURIをDNSに登録する手順
- RFC2916により定義され、IETFとITU-Tが協調して標準化作業を進めている。（IETF ENUM WG charter）

#### E.164番号

- ITU-T E.164勧告の付録Aの中で指定された構造、長さ、および唯一性の3つの特性を満たす10進の数字列（電話番号）。例：  
+81-3-5297-2571（ITU-T E.164 Supplement）
- ITU-T E.164勧告で規定される国際公衆電気通信番号。外国からの着信も可能な番号であり、国番号を含めて15桁以内の番号。（総務省IPネットワーク技術に関する研究会報告書）

#### E.164カントリーコード

- E.164で規定される地理的な領域の国番号（ITU-T E.164）例：日本には81が割り当てられている

**NAPTR**: Naming Authority Pointer

- 文字列変換によりドメインラベルやURIを生成するための書き換え規

- 則を記述するためのDNSリソースレコード
- RFC2915で定義されたが、DDDSの一部としてRFC3403で再定義された。(RFC2915, RFC3403)

#### 番号ポータビリティ：Number Portability

- サービス、プロバイダ（電話会社）、ロケーションを変更しても同じ電話番号を使えること。

### 1.2.2 ENUM用語（本報告書独自定義）

#### ENUMアプリケーション

- 発着信の双方でENUMを利用するアプリケーション 例：電話，SIP，H.323，ファクシミリ，電子メール，インスタントメッセンジャー

#### ENUMクライアント

- ENUM検索を行うクライアントアプリケーション
- オペレータENUM：網内の装置や端末
- ユーザENUM：インターネットに接続されたユーザコンピュータ内のアプリケーション

#### IP電話

- (狭義)品質が保証されたIPネットワークを利用する帯域保証型の音声電話サービスであり，一般的にインターネット電話よりサービス品質は優れる傾向がある．本報告書では「IP電話」をこの意味で用いている．
- (広義)IP技術を用いた音声電話サービス．インターネット電話と上述の狭義のIP電話を包含．総務省のIPネットワーク技術に関する研究報告書では「IP電話」をこの意味で用いている．

#### Tier0

- ENUM DNS階層のトップで，現在IAB(Internet Architecture Board)が管理し，e164.arpaが実験的に利用されている．

#### Tier1

- E.164国番号に相当するENUM DNS階層 日本であれば 1.8.e164.arpa

## **Tier2**

- NAPTRリソースレコードを保持するENUM DNS階層

## **インターネット電話**

- インターネットを利用するベストエフォート型の音声電話サービスであり，ネットワークの状態によりサービス品質は変動する．

## **オペレータENUM，インフラストラクチャENUM**

- ISPや電話事業者が，事業者内または事業者相互間の経路制御のために用いる ENUMの形態

## **管理されたIP網(Managed IP network)**

- 帯域予約などの技術を利用することでトラフィック管理されているIP網

## **ユーザENUM**

- ユーザが自分の電話番号とサービスの関係を規定するために用いるENUMの形態
- インターネット電話事業者が，顧客の電話番号についてインターネットからの着信に用いる場合も含む

## **DNS**：Domain Name System

- インターネットに接続されたコンピュータの情報（ドメイン名とIPアドレスの対応など）を提供する仕組み

## **EPP**: Extensible Provisioning Protocol

- GRRP要求仕様を満たす汎用のレジストリ・レジストラ間の通信プロトコルであり，XMLベースで拡張性が高い．現在標準化作業中である．

## **GRRP**要求仕様: Generic Registry-Registrar Protocol Requirements

- 汎用のレジストリ・レジストラ間の通信プロトコルの要求仕様で，

Informational RFCとしてRFC3375にまとめられている。

### H.323

- ITU-Tが標準化したインターネットやLANなどのネットワークで使用されるマルチメディア通信のプロトコル群

**IP網**：IP network, IP based network

- ネットワーク層のプロトコルにインターネットプロトコルを利用したネットワーク
- IPネットワーク

**IPアドレス**

- インターネットに接続された機器を識別するための番号

**RTP**: Realtime Transport Protocol

- 映像や音声データをリアルタイムに適した形で転送するためのプロトコルであり、映像・音声データを単位時間ごとにパケットに分割して、パケットヘッダにパケット順序やタイムスタンプを付加して転送する。(RFC1889)

**SIP**: Session Initiation Protocol

- IETFで標準化された、インターネットやLANなどのネットワーク上でマルチメディアセッションを確立するために使用されるシグナリングプロトコル。1999年にRFC2543として規定され、2002年6月にRFC3261として改版された。

**SIPサーバ**

- IPネットワーク上でSIP通話に必要なセッション確立などの処理を仲介するサーバ
- SIPサーバの種類として、プロキシサーバ、リダイレクトサーバ、登録サーバの3種類がある。

- プロキシサーバ: SIPリクエストを転送したり、代理送信するサーバ

- リダイレクトサーバ: SIPリクエストを受け取り, 着信側の現在のアドレスを発信側に返すサーバ プロキシサーバとは違いSIPリクエストを転送しない
- 登録サーバ(レジストラ): UAの現在位置を登録するリクエスト (REGISTERリクエスト)を受け取り, ロケーションサーバなどに登録されている情報を更新するサーバ

**SOA:** start of authority

- ゾーンのオーソリティを示す情報(データの始まりを表す)

**TCP:** Transmission Control Protocol

- トランスポート層のコネクション型プロトコルであり, RFC793で定義されている.

**TLS:** Transport Layer Security protocol

- アプリケーション間の通信に隠密性と安全性を提供するプロトコルで, TCPなどの既存の信頼性のあるトランスポート層プロトコルの上に位置する. RFC2246で定義されている.
- Netscape社が開発したSSL(Secure Socket Layer)プロトコルをベースにIETFで標準化された.

**TRIP:** Telephony Routing over IP

- 電話番号エリアから指定番号空間に属する電話端末へ着信させるために利用可能なVoIPシグナリングパス(= Next Hop Server)を見つけるための情報 (=Attributes) をプロバイダ (=ITAD:Internet Telephony Administrative Domain)間で交換するためのプロトコル(RFC3219)

**UDP:** User Datagram Protocol

- トランスポート層のコネクションレス型プロトコルであり, RFC768で定義されている.

**URL:**Uniform Resource Locator

- インターネット上の各種情報リソースにアクセスする手段 (プロトコル) と 場所を指定する記述様式 (RFC1738)

**URI:**Uniform Resource Identifiers

- 抽象的な資源あるいは場所で指定された資源を識別する簡潔な文字列であり，URLを拡張した記述様式（RFC 2396）

**VoIP:** Voice over IP

- インターネットやイントラネットなどのIPネットワークを介して音声通話を 実現する技術

**ゾーン**

- ドメインの持つ名前空間の一部分の情報 DNSには，このゾーンの情報がゾーンファイルとして格納される

**リソースレコード(RR) :** Resource Record

- DNSデータベースの各構成要素(レコード) NAPTRもリソースレコードの一つ

## 2. ENUMの概要

ENUMは、ITU-Tによる電話番号の国際的な取り決めである E.164 勧告に基づく電話番号をキーとして、DNSを検索することにより、そのE.164番号に対応するひとつまたは複数のアプリケーションをURI形式で得る機構である。この章では、ENUMの概要について解説する。

(注)ここでは、本報告書発行時点(2003年5月)でのRFC、インターネットドラフトおよびIETFなどでの検討に基づいて、ENUM技術について解説する。ENUMで対応づけられるアプリケーションの種類や記述方法、ENUMの技術仕様を含め、ここで紹介する事項については、今後、変更される可能性がある。

### 2.1 ENUMの動作例

電話番号 "03-5297-2311" を、ENUMを使って検索する場合を例にとって、動作の様子を示す。まず、

- 1) 国番号付きのE.164番号にする。

+81-3-5297-2311

- 2) 先頭の+と数字を残し、それ以外の文字を抹消する。これがENUM DDDSの検索用の文字列 AUS(DDDSの項を参照)である。

+81352972311

- 3) 数字以外の文字を抹消する。

81352972311

- 4) それぞれの数字の間にドット(".")を挿入する。

8.1.3.5.2.9.7.2.3.1.1

5) 数字を逆順にする .

1.1.3.2.7.9.2.5.3.1.8

6) 最後に文字列 ".e164.arpa" を追加する .

1.1.3.2.7.9.2.5.3.1.8.e164.arpa

この文字列をドメイン名とし、DNSに対して、NAPTRリソースレコードを要求する。登録が正しければ、最終的に、この番号に対するURIを得ることができる。

なお、このTLD “e164.arpa” は、RFC2916で ENUM用のドメイン名として提案され、現在はトライアル用に利用されている。正式なドメイン名は、ITU-T、IETF で現在議論されている。

このドメイン名に対して、以下のようなNAPTRリソースレコードがDNS上に登録されていた場合、

```
$ORIGIN 1.1.3.2.7.9.2.5.3.1.8.e164.arpa
IN NAPTR 100 10 "u" "E2U+sip" "!.^.*$!sip:info@nic.ad.jp!" .
```

結果として、URI、

sip:info@nic.ad.jp

を得る。これによりアプリケーションプログラムは、sip:info@nic.ad.jp に対して、SIP を用いてセッションを確立することが可能であることを知ることができる。

NAPTR行のE2U+sipと変換規則のURIを書き換えることで、電話番号に対するH.323やインターネットFAX、WEBや電子メールなどのアドレスを書くことができる。詳細は後述する。

## 2.2 DDDS (Dynamic Delegation Discovery System)

DDDSは、アプリケーション内のユニークな識別のための文字列(AUS)に対して、DNS上に作られたデータベースにある書き換え規則を適用し、URIなどの結果を得るシステムである。(RFC3401 ~ RFC3405)

基本的なアルゴリズムは、

1. AUSが与えられると、アプリケーションごとに規定された最初の変換により、データベースをひく鍵をつくる。
2. 鍵をもとにDDDSデータベースをひいて、変換規則を得る。
3. AUSに対して変換規則を適用する。変換規則が最終結果を出すものでなければ変換結果を鍵として2に戻る。
4. 最終結果を出す変換の結果が出力であり、URIやドメイン名、アドレスが得られる。

DDDSデータベースとしてDNSを用い、データベースを引く鍵としてはドメイン名を用い、またデータの蓄積のためにNAPTRというリソースレコードをRFC3403, RFC3404で定義した。NAPTRリソースレコードの書式は以下のとおりである。

```
IN NAPTR order preference flags service regexp replacement
```

order            16bit符号なし整数 小さいもの使用(preferenceより優先)

preference       16bit符号なし整数 小さいもの優先

flags            文字 “ S ” “ A ” “ U ” “ P ” 置換・解釈の制御  
                  S: 最終結果 次はSRVを引く  
                  A: 最終結果 次はA, AAAAを引く

U: 最終結果 URIを出力

P: プロトコル依存

なし: 得られた結果についてさらにデータベースを引く

service           文字列 プロトコル [+サービス]  
                  このエントリが適用されるプロトコル・サービスを指定

regexp           置換文字列(正規表現で与える)

replacement      固定ドメイン名を返せばよい場合はregexpのかわりに  
                  ここにドメイン名を書く

一つの鍵に複数のNAPTRリソースレコードがあった場合、まずorderの小さいものを選ぶ。orderが同じものが複数存在した場合、preferenceの小さいものを用いる。同一order値に複数の有効なリソースレコードが存在し、preferenceの小さいものを評価して失敗した場合、次のリソースレコードを処理する。あるorder値のリソースレコードがすべて失敗した場合は、それより大きなorder値の評価はしないでエラーとする。

serviceフィールドには、このNAPTRリソースレコードが対象とするサービスを書く。複数のNAPTRリソースレコードが存在した場合、このフィールドを先にみて該当するか調べておけばよい。

regexpフィールドには正規表現でAUSからの置換規則を書く。

replacementフィールドには、regexpフィールドがある場合は.を書く。

NAPTRリソースレコードは、ENUMだけではなくSIPサーバ情報を指定するためにも用いられている(RFC3263)。

## 2.3 DDDSアプリケーションとしてのENUM

ENUMはDDDSのアプリケーションの一つとして再定義されつつある。

DDDSをENUMで使うプロトコルとしてE2U (Enum to URI)が定義されている。そのなかのサービスとして sip, h323, ifax, tel, enum, mailto, httpなどが想定されている。

想定されているサービス・プロトコルと NAPTRのserviceフィールド，URIスキーム例を表で示す。正式には，RFC2916bisがRFC化された後にそれに従い，サービスごとにserviceフィールドとURIなどの機能を定義したスタンダードトラックか BCP (Best Current Practices) のRFCを書き，IANAに登録する。

サービス・プロトコル	serviceフィールド	URIスキーム
SIP	E2U+sip	sip:info@nic.ad.jp
H.323	E2U+h323	h323:info@h323.nic.ad.jp
H.323による電話	E2U+voice:h323	h323:info@h323.nic.ad.jp
インターネットFAX	E2U+ifax:mailto	mailto:info-fax@nic.ad.jp
既存電話	E2U+voice:tel	tel:+81352972311;svc=voice
電話でのFAX	E2U+tel	tel:+81352972311;svc=fax
電子メール	E2U+message:mailto	mailto:info@nic.ad.jp
WEB	E2U+message:http	http://www.nic.ad.jp/

ENUMの概要で説明した + ではじまるE.164電話番号がENUMのAUSとなり，最初の知られた変換は，前述した電話番号からe164.arpaドメイン下のドメインに変換する規則である。

また，ENUMにおけるNAPTRのフラグは現時点で"u"のみ定義されている。

他のDNSのリソースレコードと同様に，NAPTRリソースレコードもひとつのドメイン名(検索鍵)に対して複数のリソースレコード(DDDSデータベース)を定義することができる。

```
$ORIGIN 1.1.3.2.7.9.2.5.3.1.8.e164.arpa
  IN NAPTR 100 10 "u" "E2U+sip"          "!^.*$!sip:info@nic.ad.jp!" .
  IN NAPTR 102 10 "u" "E2U+message:mailto" "!^.*$!mailto:info@nic.ad.jp.!" .
  IN NAPTR 104 10 "u" "E2U+tel"          "!^(.*$)!tel:\1!" .
```

この例では、まず、SIPによる接続を優先する。次に、SMTPによる電子メール、最後に、(この端末に接続された既存の電話網、あるいは契約IP電話会社のメディアゲートウェイを用いて) 電話接続となる。

3番目のリソースレコードは、NAPTRの文字置き換えのルールにより、URI

```
tel:+81352972311
```

を意味する。

また、局番 +8135297 以下の 4桁分の番号すべてを一つのSIPサーバに担当させたい場合、DNS のワイルドカードと正規表現による置換を使って、`sip:nnnn@sip-server.jp` (`nnnn`は4桁番号)のようなURIにできる。

AUSは `+8135297nnnn` とする

```
$ORIGIN 7.9.2.5.3.1.8.e164.arpa
* IN NAPTR 100 10 "u" "E2U+sip"      "!^+8135297(.*)$!sip:\1@35297.sip-server.jp!" .
```

+81352972311を検索すると、`sip:2311@35297.sip-server.jp` を得る。

このようにして DDDSを用いて、URIで表すことのできるアプリケーションを E.164番号に対応づけることができる。

## 2.4 ENUMの仕様

ENUMは一連のRFCによって、その仕様が規定されている。主なものは次の通り:

- RFC2916(E.164 number and DNS) は、ENUMの基本的な仕様を規定している。現在、"The E.164 to URI DDDS Application" というタイトルで、改訂作業が進められている。

☞ draft-ietf-enum-rfc2916bis-05.txt

- RFC2806(URLs for Telephone Calls) , 既存電話網との接続を示すURI , tel:, fax:, modem: を規定。現在、"The tel URL for Telephone Calls" というタイトルで、URIではサービスの種類は示さないという現状の合意にあわせてtel:のみを規定する。

☞ draft-antti-enum-rfc2806bis-08.txt

tel: URIにパラメータを付加してサービスの種類を示そうという提案がある。

☞ draft-brandner-tel-svc-00.txt

- RFC3401 ~ RFC3405(Dynamic Delegation Discovery System - DDDS). ENUMで利用されている、DNS検索、NAPTRリソースレコード、一連の書き換え規則等が規定されている。

## 関係するRFC

- 2141 URN Syntax. R. Moats. May 1997. (Format: TXT=14077 bytes)  
(Status: PROPOSED STANDARD)
- 2168 Resolution of Uniform Resource Identifiers using the Domain Name System. R. Daniel, M. Mealling. June 1997. (Format: TXT=46528 bytes)  
(Obsoleted by RFC3401, RFC3402, RFC3403, RFC3404) (Updated by RFC2915) (Status: EXPERIMENTAL)
- 2169 A Trivial Convention for using HTTP in URN Resolution. R. Daniel. June 1997. (Format: TXT=17763 bytes) (Status: EXPERIMENTAL)
- 2276 Architectural Principles of Uniform Resource Name Resolution. K. Sollins. January 1998. (Format: TXT=64811 bytes) (Updated by RFC3401) (Status: INFORMATIONAL)
- 2303 Minimal PSTN address format in Internet Mail. C. Allocchio. March 1998. (Format: TXT=14625 bytes) (Obsoleted by RFC3191) (Status: PROPOSED STANDARD)
- 2304 Minimal FAX address format in Internet Mail. C. Allocchio. March 1998. (Format: TXT=13236 bytes) (Obsoleted by RFC3192) (Status: PROPOSED STANDARD)
- 2396 Uniform Resource Identifiers (URI): Generic Syntax. T. Berners-Lee, R. Fielding, L. Masinter. August 1998. (Format: TXT=83639 bytes) (Updates RFC1808, RFC1738) (Status: DRAFT STANDARD)
- 2483 URI Resolution Services Necessary for URN Resolution. M. Mealling, R. Daniel. January 1999. (Format: TXT=30518 bytes) (Status: EXPERIMENTAL)
- 2806 URLs for Telephone Calls. A. Vaha-Sipila. April 2000. (Format: TXT=50647 bytes) (Status: PROPOSED STANDARD)
- 2915 The Naming Authority Pointer (NAPTR) DNS Resource Record. M. Mealling, R. Daniel. September 2000. (Format: TXT=41521 bytes)  
(Obsoleted by RFC3401, RFC3402, RFC3403, RFC3404) (Updates RFC2168) (Status: PROPOSED STANDARD)
- 2916 E.164 number and DNS. P. Faltstrom. September 2000. (Format: TXT=18159 bytes) (Status: PROPOSED STANDARD)
- 3191 Minimal GSTN address format in Internet Mail. C. Allocchio. October 2001. (Format: TXT=24235 bytes) (Obsoletes RFC2303) (Updates RFC2846) (Status: DRAFT STANDARD)
- 3192 Minimal FAX address format in Internet Mail. C. Allocchio. October 2001. (Format: TXT=18813 bytes) (Obsoletes RFC2304) (Updates RFC2846) (Status: DRAFT STANDARD)
- 3401 Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Part One: The Comprehensive DDDS. M. Mealling. October 2002. (Format: TXT=10172 bytes) (Obsoletes RFC2915, RFC2168) (Updates RFC2276) (Status: INFORMATIONAL)
- 3402 Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Part Two: The

- Algorithm. M. Mealling. October 2002. (Format: TXT=38925 bytes)  
(Obsoletes RFC2915, RFC2168) (Status: PROPOSED STANDARD)
- 3403 Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Part Three: The Domain Name System (DNS) Database. M. Mealling. October 2002. (Format: TXT=31058 bytes) (Obsoletes RFC2915, RFC2168) (Status: PROPOSED STANDARD)
- 3404 Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Part Four: The Uniform Resource Identifiers (URI). M. Mealling. October 2002. (Format: TXT=40124 bytes) (Obsoletes RFC2915, RFC2168) (Status: PROPOSED STANDARD)
- 3405 Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Part Five: URI.ARPA Assignment Procedures. M. Mealling. October 2002. (Format: TXT=19469 bytes) (Also BCP0065) (Status: BEST CURRENT PRACTICE)

## 2.5 ENUMのTier構造とDNSのゾーン構造

ENUMのTier構造やDNSのゾーン構造は，国ごとの事情により決められる．日本における構造については議論が必要である．ここでは構造の複数案と考え方について述べる．

### 2.5.1 Tier構造

日本ではひとつの国番号81をひとつの国で使っているため，Tier0とTier1の境界は，国番号に相当するドメイン1.8.e164.arpaとすることが適当と考えられる．

Tier1とTier2の境界についてはいくつかの案が考えられる．このうち代表的な案について述べる．

#### (1) 電話番号の事業者への割当単位

電話番号(日本においては総務省令である電気通信番号規則に基づく電気通信番号)は，例えば固定電話では市内局番(03-5297のように0ABCDE)，IP電話では050-CDEFの単位で，事業者ごとに割り当てている．この単位に相当するレベルをTier1とTier2の境界として考えることができる(図 2.2(3))．

従来より電話番号は，番号管理主管庁と電気通信事業者との階層管理により効率的に管理されており，この割当単位とTier1/Tier2の境界を一致させることにより，同様に効率的な管理というメリットが得られる．

電話番号の割当を受ける事業者とTier2レジストリ等の事業者を一致させる場合には，電話番号でのサービス利用者とENUM利用者との一貫性を取ることにも容易である．この場合，事業者間番号ポータビリティが行われているような場合には，該当する番号について，Tier2のDNSゾーン中に，NAPTRリソースレコードの代わりに別のTier2プロバイダへのNSリソースレコードを記述するなどの工夫が考えられる．

#### (2) Tier1で電話番号すべての桁まで持つ場合

Tier2を別にせずNAPTRリソースレコードまでTier1レジストリで持つ場合(図2-1(1))や、Tier2を別として電話番号個別にNSリソースレコードにてTier1からTier2を指定する場合(図2-1(2))が相当する。

図2-1(1)は、Tier1レジストリのみで解決可能であり、Tier1の責任範囲が大きい。図2-1(2)は、番号個別でTier2プロバイダを指定することが可能であり、ユーザが自由にTier2プロバイダを選択するモデル等への対応が可能である。

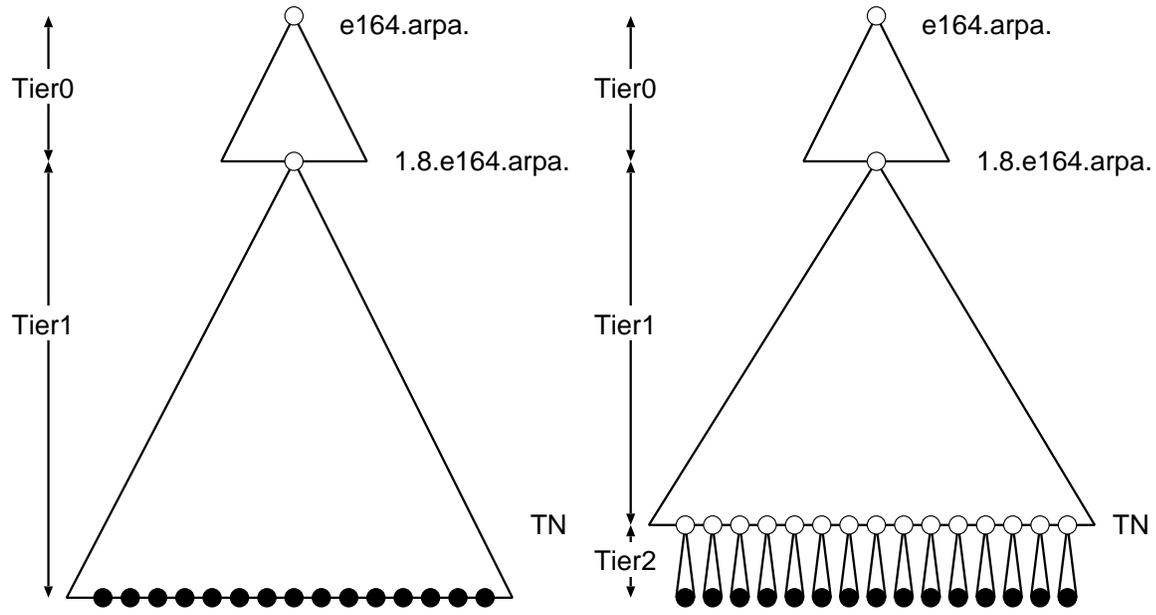
### (3) Tier1の分割

Tier1内のあるレベルで境界を設け、複数のTier1レジストリに分割する方法が考えられる(例：図2.2(4))。例えば、IP電話050、固定電話03エリア、等、ある単位でTier1の上部と下部を分け、別の事業者で行うことが考えられる。

Tier1レジストリ事業への参加の機会を増やすといった政策を選択する場合などに、この方式の採用が想定される。

(注: 日本の電話番号では0A0(電話種別)や0AB0(高度系サービス)などがあるため、03のようなAの単位で番号を分けると固定電話とその他サービスが混在する形となる。電話種別やサービスごとのような分け方をしたい場合には、0ABCのCの番号にてTier1内を分割する必要がある。)

Tier構造 図2.1



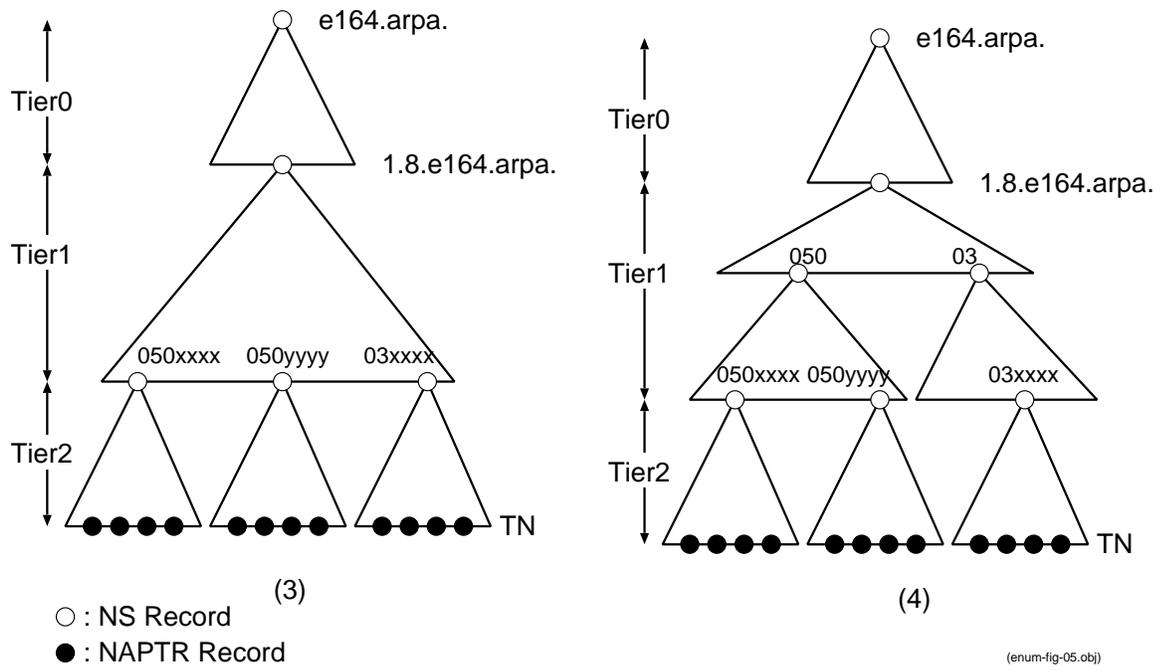
(1)

(2)

(enum-fig-04.obj)

- : NS Record
- : NAPTR Record

## Tier構造 図2.2



## 2.5.2 ENUM DNSゾーン構造

前節で述べた構造のTierごとに、単数または複数のゾーンによる運用が想定される。ゾーンを分割するか否かは、そのゾーンの管理者あるいは運用者の決断に委ねられ、管理のしやすさ、性能などの運用上の要件により決定されるものと考えられる。

なお、レジストラの受け付け範囲とゾーン構造とは、独立にすることが可能である。一致させる場合にはゾーンごと、一致させない場合には個別の電話番号毎などで、レジストラによるレコード変更権限の確認等が必要になると考えられる。

## 2.5.3 ENUMレジストリ・レジストラ間通信

ENUM DNSを運用する場合には DNS 登録を管理するENUMレジストリが必要になる。

従来のgTLDやccTLDのドメイン名空間(たとえば.jp)には、一つのレジストリと登録受け付け窓口としての複数のレジストラがある。登録者はレジストラを介してドメイン名の登録や登録内容の変更を行ない、レジストリは登録された内容に基づいて DNSのゾーンを作成し、DNSの提供を行なう。

これまではレジストリごとに独自のレジストリ・レジストラ間通信プロトコルを用いていたが、IETF PROVREG WGにてレジストリ・レジストラ間の汎用通信プロトコルを決めることとなり、レジストリ・レジストラ間通信の要求仕様である GRRP(Generic Registry Registrar Protocol)をRFC3375として定めた。現在、GRRP要求仕様を満たすEPP(Extensible Provisioning Protocol)を策定中である。標準化されると、多くのレジストリではEPPをサポートすることが推奨される。

EPPはXMLベースで拡張性が高いプロトコルとして設計され、以下のコマンドを定義している。これらのコマンドを組合せ、コマンド列としてレジストリデータベースを操作する。それぞれのトランザクションはloginで始まり、logoutで終る。EPPは通信の枠組を規定し、通信トランスポートや扱うオブ

ジェクトについては別途定める．

login	認証を行ない，EPPサーバとのやりとりを開始する	
logout	EPPサーバとのやりとりを完了する	
check	オブジェクトを取り扱うことができるかを確認する	
info	既存オブジェクトの情報を得る	
poll	自分宛のqueueに蓄積されているメッセージを要求する	
create	オブジェクト生成（ドメイン名登録）	
delete	既存オブジェクト削除	
transfer	既存オブジェクトを管理するレジストラを変更する	
update	既存オブジェクトの持つ登録情報の変更	

☞ draft-ietf-provreg-epp-09.txt

EPPで使う通信のトランスポートとして，TCP(TLS)やBEEP，SOAP，MAILを使う方法が提案されている．

☞ draft-ietf-provreg-epp-tcp-06.txt

☞ draft-ietf-provreg-epp-beep-03.txt

☞ draft-liu-epp-soap-00.txt

☞ draft-brunner-epp-smtp-00.txt

登録するオブジェクトに関しては，ドメイン名，ホスト情報，コンタクト情報の扱いについて策定中である．

☞ draft-ietf-provreg-epp-domain-07.txt

☞ draft-ietf-provreg-epp-host-07.txt

☞ draft-ietf-provreg-epp-contact-07.txt

ENUMについては，ドメイン名レジストリへの拡張の形で提案されている．

☞ draft-ietf-enum-epp-e164-02.txt

このドラフトでは，gTLDのドメイン名レジストリになくENUMに必要な機能

について定義している．具体的には E.164ドメイン名とNAPTRフィールドの値 |  
である．この定義により， Tier1, Tier2のそれぞれのレジストリ，レジストラ |  
間の通信を取り扱うことができる． |

## 2.6 関連する団体や活動

ここでは、ENUMに関連する国際的な団体や関連する活動について、その概要を紹介する。

### 2.6.1 IETF

#### 活動概要

TCP/IPなどのインターネットで利用される技術を標準化する組織。インターネットの標準化を統括するIABの下部機関。ここで策定された技術仕様はRFCとして公表される。

#### Status

1999年10月にENUM-WG設立。2000年1月にITU主催による「公衆網とIPネットワークとのインターワーキング・ワークショップ」に参加。2000年9月ENUMプロトコルRFC化(RFC2916)。

2003年4月の draft-ietf-enum-rfc2916bis-05.txt が最新だがすぐ06を出し、標準化プロセスを進めようとしている。

#### 関連URL

☞ <http://www.ietf.org/> (IETF)

☞ <http://www.ietf.org/html.charters/enum-charter.html> (Telephone Number Mapping (enum) WG)

## 2.6.2 ITU

### 活動概要

電気通信に関する国際標準の策定を目的とする，国際連合の下位機関．本部はスイスのジュネーブ．第3回世界電気通信政策フォーラム（WTPF: World Telecommunication Policy Forum 2001）において，IP電話の世界的な導入・普及に向けたオピニオン（宣言）を採択（2001年3月）．

### Status

2000年1月，ITU-Tにおいて開催された「公衆網とIPネットワークとのインターワーキング・ワークショップ」より，IETFと共に検討を開始．同年10月に開催されたITU-T SG2 WP1 会合において，ENUM DNS に設定されるE.164 番号の管理手順をガイドラインとして策定することが決定される．2001年1月に開催された「ENUMワークショップ」では，各国関係者間で意見交換が行われ，課題がリストアップされる．その後，1月，9月のITU-T SG2を経て，2002年5月に地理的国番号用ENUM Supplement採択．

### 関連URL

☞ <http://www.itu.int/home/index.html> (ITU)

☞ <http://www.itu.int/osg/spu/enum/index.html> (ITU ENUM)

## 2.6.3 ENUM Forum

### 活動概要

e164.arpa(仮)をルートとするE.164番号を使ったDNS構造に基づくRFC2916の仕組みをNANP(North American Numbering Plan)配下の米国，北米諸国において採用するための枠組みを作ることを目的に2001年8月に設立．

### Status

Tier 1 並びに Tier 2 に対する要求条件を取り纏めた書類「Unified Document」を2002年11月にリリース．各役割や接続条件に加え，プロヴィ ジョニング，セキュリティー，プライバシー等に関しても言及．

### 関連URL

☞ <http://www.enum-forum.org/> (ENUM Forum)

☞ <http://www.enum-forum.org/documents.html> (The ENUM Forum - Documents)

## 2.6.4 UKEG

### 活動概要

英国においてENUMを導入する際の課題並びにその解決策を産業界の立場から取り纏めDTI(英国貿易産業省)に提言することを目的に2001年9月に設立。

### Status

「ENUMに基づくサービス市場を英国で実現するためには如何なる導入の枠組みの採用が好ましいか」というPreliminary Reportを2002年4月リリース。9月にTrial参加呼び掛けの正式アナウンスが行なわれた。

### 関連URL

- ☞ [http://www.dti.gov.uk/industries/ecomunications/policy\\_consultation.html](http://www.dti.gov.uk/industries/ecomunications/policy_consultation.html) (DTI ENUM)
- ☞ [http://www.dti.gov.uk/industry\\_files/other/enumgroup.doc](http://www.dti.gov.uk/industry_files/other/enumgroup.doc) (UKEG Preliminary Report on ENUM April 02)
- ☞ [http://www.dti.gov.uk/industries/ecomunications/key\\_dti\\_contacts.html](http://www.dti.gov.uk/industries/ecomunications/key_dti_contacts.html) (ENUM関連コンタクト先)

## 2.6.5 ETSI

### 活動概要

欧州における通信関係標準化機関．ITUが政府代表主体の国際機関であるのに対し，標準化活動が主体の地域標準化機関(欧州域外も含む)といえる．通信関係のEN(欧州規格)や，ETS(欧州通信規格)を制定．

### Status

TIPHON(Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks)プロジェクトを設けて，IPネットワーク上での音声通話やマルチメディア通信の商用サービス化に向けた統一仕様の策定について検討．2002年10月にヨーロッパ地域におけるENUM相互接続のための最低要件を提言．

### 関連URL

☞ <http://www.etsi.org/> (ETSI)

☞ <http://www.etsi.org/frameset/home.htm?/tiphonweb/> (TIPHON)

☞ <http://portal.etsi.org/tiphon> (TIPHON Portal Site)

## 2.6.6 その他各国の活動

各国でENUMのトライアルを行うに当り，RIPE NCC管理下の元「国番号.e164.arpa」というドメインが付与された．

☞ <http://www.ripe.net/enum/request-archives/> (RIPE)

☞ <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/enum/enum-app.html> (ITU-T)

2003年5月5日時点での登録状況の通り。

E.164国番号	国名	権限受任団体	承認日
246	Diego Garcia	Government	'02/08/12
247	Ascension	Government	'02/08/12
290	Saint Helena	Government	'02/08/12
31	Netherlands	Ministry	'02/05/23
33	France	DiGITIP(Government)	'03/02/28
358	Finland Regulatory Authority	Finnish Communications	'03/02/26
36	Hungary	CHIP/IszT	'02/07/15
40	Romania	MinCom	'03/02/26
43	Austria	Regulator	'02/06/11
44	UK	DTI/Nominum	'02/05/16
46	Sweden	NPTA	'02/12/10
48	Poland	NASK	'02/07/18
49	Germany	DENIC	'02/05/16
55	Brazil	Brazilian Internet Registry	'02/07/19
86	China (c)	CNNIC	'02/09/02
878 10	(a)	VISIONng	'02/05/16
971	United Arab	Etisalat	'03/01/13
991 001	(b)	NeuStar	'01/02/02

## 注

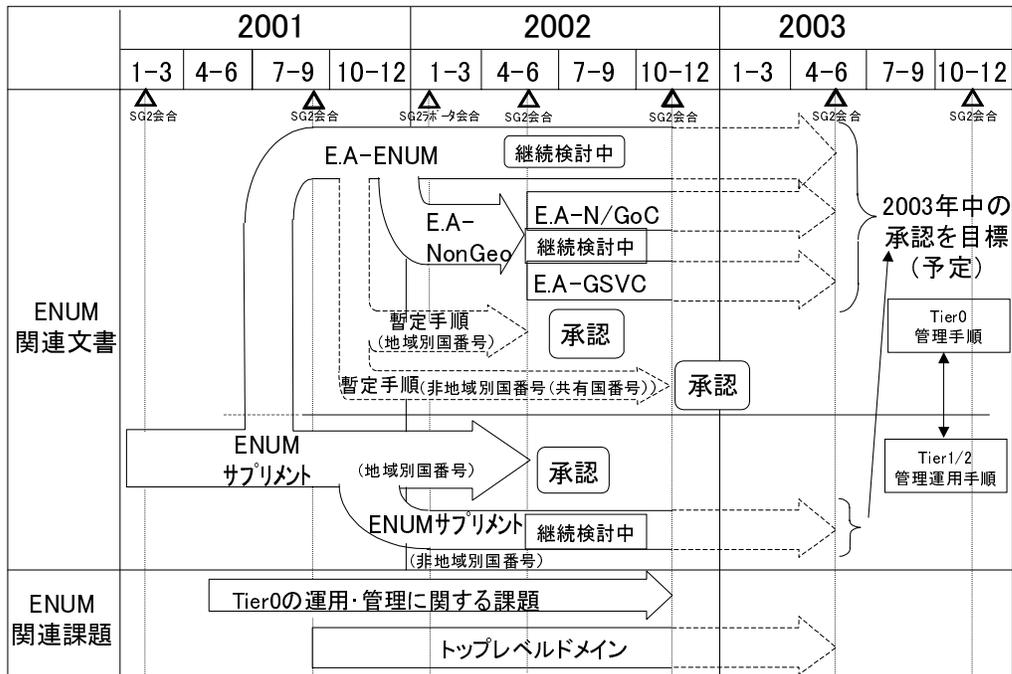
(a) UPT用番号(UPT:Universal Personal Telephony)。

(b) 2003年11月2日にトライアル終了見込み。

(c) 2002年6月30日トライアル終了見込み。

### 2.6.7 ENUM関連勧告等の検討変遷

ITU-Tを中心にしたENUM関連勧告等の検討の変遷を以下に示す。



### 3. ユーザENUMとオペレータENUM

本研究グループでは、ENUMをユーザENUMとオペレータENUMのふたつに分類した。

E.164番号で識別される電気通信サービスを受けているユーザ(E.164番号ユーザ)が、自らの意図でその番号に対して、ユーザの指定したアプリケーションをENUMレコードに登録するものを「ユーザENUM」と呼ぶ。

また、電気通信電話番号で識別されるサービスを実現するために、その番号の割り当てを受けてるサービス提供者の意図でENUMレコードを設定するものを「オペレータENUM」と呼ぶ。

注: オペレータENUMをインフラストラクチャENUMと呼ぶことがある。  
UKEGレポート

後述するように、ユーザENUMとオペレータENUMは、その管理方針、管理主体、管理方法、および、種々の要求条件が大きく異なっている。

また、実際のシステムでは、その中間的なENUMも想定できるが、この二つのENUMの組合せと考えることができる。

IETFやUKEG、ENUM Forumなどで、一般的に検討されているENUMは、ユーザENUMである。日本では、IP電話との関係のなかでENUMに関心がもたれている。IP電話事業者がIP電話サービスの実現手段としてENUMを使った場合、「オペレータENUM」である。そこで本研究グループでは、ユーザENUMとオペレータENUMの両方を検討し、報告する。

ユーザENUMとオペレータENUMは、その管理方針、管理主体、管理方法、および、種々の要求条件が大きく異なっている。

たとえば、管理主体については、ユーザENUMはエンドユーザによって、E.164番号に対応するDNSレコードの情報を管理するのに対して、オペレータENUMでは、事業者が主体となって、DNSレコードを管理し、登録できるア

アプリケーションは、その網で提供されるサービスのためのレコードとなる。

また、ENUM DNS のアクセスについては、ユーザENUMの場合は、エンドユーザ(のアプリケーション)がインターネットを使って通常のDNS手順でアクセスするのに対して、典型的なオペレータENUMでは、網の装置やオペレータ端末(事業者が提供する端末)が呼接続のために利用し、エンドユーザは特にDNSアクセスを意識する必要はない。

本研究グループでは、ENUMを、ユーザENUMとオペレータENUMのふたつに整理して検討することとする。

### 3.1 ユーザENUM

ここでは、典型的なユーザENUMを想定して、その条件を整理した。

ユーザENUMは、番号払出を受けた事業者毎に参加・不参加の判断はありうるものの、参加する場合には事業者共通でパブリックなものとして運用する必要がある。このため、ユーザENUMを構築するとした場合の詳細について検討しておく必要である。

#### 目的

- E.164番号ユーザ(E.164番号で識別される電気通信サービスを受けている利用者)自身の指定する到達可能なアプリケーション公開
- E.164番号ユーザへの音声サービスでの到達方法の獲得
- E.164番号ユーザのもつ音声以外(WEB, メール)の到達方法の獲得

#### 登録者

- E.164番号ユーザ

#### ENUMクライアント

- インターネットに接続されたユーザコンピュータ内のアプリケーション
- ゲートウェイ, プロキシ等

#### 要求条件

- ユーザへの Openness と Fairness の確保
- E.164ユーザが要求する プライバシ, セキュリティレベル
- ENUMクライアントが要求する プライバシ, セキュリティレベル
- 登録者の意志に基づく登録(opt-in)

#### DNSの構成(Tier構造)

- グローバルな構成

## セキュリティの問題

- 登録時のE.164番号ユーザの認証，登録データの正当性

## 番号管理

基本的に個人ユーザが自らの意志で番号に対応するURIの設定をおこなうことから，既存の電話番号管理との関係を明確にしておく必要がある．

### 既存の電話番号と共有するとき

既存の事業者に割り当てられた電話番号をユーザENUMの番号としても利用する場合は，E.164番号をENUMで利用する者が，そのE.164番号で識別されるサービスを受けている利用者であることを確認する必要がある．また，ENUMにて，そのE.164番号で識別される電気通信サービスに相当するサービスを受けている場合には，本来のサービスとユーザの登録するレコードに不整合が生じないような措置を施すことにより，混乱を避けるべきという考え方がある．

この場合，たとえば，

- レコードの優先順序の制限
- ユーザが登録する際の事業者による確認
- ユーザの申請に基づく事業者の登録

などの措置が必要と考えられる．

### ユーザENUM用の電話番号空間

ENUM用の番号が割り当てられれば，既存の電話番号の管理との整合性を考慮する必要がなくなる，ただし，電話番号は希少であり有効な利用が求められることから，新たな電話番号の必要性について，制度面を含め，検

討する必要がある .

## 3.2 オペレータENUM

たとえば，IP電話事業者が，E.164番号による接続をそのIP電話網内に閉じて，独自の情報を含むENUM技術を用いて実現する場合，これは，オペレータENUMである．

複数の事業者の網が相互接続された場合には，E.164番号からIPアドレスへの変換および変換情報の管理に関して，事業者間で事前の合意のうえ，事業者間での共通のスキームを提供することも可能である．オペレータENUMを，このスキームとして利用してもよい．

事業者によっては，事業者間ポータビリティの共有データベースとして，ENUMを用いることがある．この場合も，オペレータENUMである．

なお，オペレータENUMは番号払出を受けた事業者毎，もしくは，事前に相互に合意のある事業者集団毎に構築するものであり，その実現方法はそれぞれの判断に委ねられるものである．

ここでは，典型的なオペレータENUMを想定して，その条件を整理した．

### 目的

- 事業者内の呼接続のため
- 事業者間での相互の呼接続のため
- 既存電話網から複数のIP電話網への呼接続のため

### 登録者

- 網を管理する事業者が対応する番号を登録
- 網内のすべての電話番号に対して，DNSレコードを登録

### ENUMクライアント

- 網の装置やオペレータ端末

## 要求条件

- 呼接続のためのアドレス解決を保証するためのエントリーの網羅性および完全性
- 事業者のサービスの品質に必要な，性能，信頼性，スケーラビリティ
- クエリのアクセス制限(事前合意のあるオペレータ集団関係者以外DNS アクセスの禁止)

## DNSの構成(Tier構造)

- 事業者の構造に対応
- 場合によっては，ローカル/プライベートな構成もありうる

## セキュリティの問題

- クエリのアクセス制限(事前合意のあるオペレータ集団関係者以外DNS アクセスの禁止)

## 番号管理

- 事業者への番号割り当てに対応

## 3.3 比較表

	ユーザENUM	オペレータENUM
登録者	ユーザ	事業者(サービス提供者)
利用目的	ユーザ(登録者)の指示するサービスを公開	事業者がサービスを実現するために公開
登録URIの種別	多様  その電話の割り当てをうけた事業者との関係で、登録可能なURIの種別が限定される可能性もありうる	事業者が提供するサービスを識別するためのURI  電話サービスの場合はSIP/H323/TELなどに限定
適用する番号空間	既存の電話番号を利用する場合は制度、方針による  ENUM専用番号が割り当てられた場合はその空間	事業者に割り当てられ番号空間
日本の現行制度による電話番号割り当て者と登録者の一致	不一致 制度上の問題を整理する必要あり	一致 現行制度との整合性あり
番号に対する管理責任	ユーザと事業者間で整理が必要	事業者
検索者	インターネットユーザ	事業者のサービスのユーザ 網内装置、事業者端末
DNSサーバ性能/品質	インターネット品質	必要に応じて、事業者が強化
検索端末	普通のインターネットアプリケーションを利用する一般ユーザ端末	+網内装置、事業者端末

(続き)

	ユーザENUM	オペレータENUM
登録内容の網羅度	ユーザの意志による登録のため opt-in による選択的登録になる	事業者のサービスを実現するために用いるため、その事業者に割り当てられた番号範囲内では網羅的に登録される
アーキテクチャ	通常のインターネット上のDNSサービスに近い  = 均一	事業者の都合によること があり、その都合を忠実に考慮すれば複雑/多様。  = キメラ  個別の事象を事業者マターとすれば、共通部分はシンプル
Tier構造  グローバルツリの必然性	2.1(2)  場合によるので要検討  あり	2.2(3) > 2.2(4) > 2.1(2)  場合によるので要検討  場合によってはローカルツリによるENUMライクサービスで  特定の事業者間でのデータベースとして用いるだけならグローバルにする必要なし  参照対象が不特定なら、グローバルにする必要あり

(続き)

	ユーザENUM	オペレータENUM
登録RR/URIに対する トラブル	ユーザの登録内容による ため、多い可能性あり	事業者が登録するため 少ない可能性。トラブル 対応者が明解。
サービス全体の トラブルと解決	サービスの関係者が 複数でその解決は面倒 (かも)。	サービスの関係者は明確。 解決の手順はシンプル (かも)。
問題発生時の被害の範囲	ユーザに留まる(かも)	事業者のサービス全体に 影響する(かも)
登録/更新頻度 変更量	(利用者の数にもよるが) 多	新番号割り当て、構成 変更時のため、更新頻度は 少ないが、一回の変更量は多
登録変更時の手間 (認証/課金の項目を 参照)	大	小(シンプルにすることも)
レジストラが認証する 対象(=登録者)	ユーザ	事業者
レジストラが認証する 対象の数	多	小
レジストラが認証する 手間	大	小
レジストラ=登録者の 可能性	なし	あり
レジストラの 課金対象	ユーザ	事業者
レジストラの 料金回収の手間	大	小
レジストラの 料金未回収リスク	あり	小(ex.事業者の廃業)

(続き)

	ユーザENUM	オペレータENUM
WHOIS/プライバシー プライバシー問題	ユーザを識別する情報の 扱い/保護のためのルー ルが必要  顕著	事業者のポリシーで ユーザの情報を隠す ことが可能  簡単(にすることも)
セキュリティ 守る対象	インターネットレベル  全般	事業者が必要に応じて 強化  全般
レジストラ, 登録者 インタフェース	WEB等簡易なインタフ ェース(典型)	EPP等のトランザクション インタフェース(典型)

#### 4. ENUM導入によって期待されるもの(解決が期待されるもの)

ここでは、ENUMを導入することによって期待されるものについて整理する。期待される内容によって、その実装や運用方法、管理主体などが異なることが考えられる。

ここではENUM導入によって期待される事項を以下のように分類した:

- (1) E.164 番号によるアプリケーションの識別手段として
- (2) 既存電話からインターネット電話への電話番号解決手段として
- (3) インターネット電話から既存電話への電話番号解決手段として
- (4) 既存電話(含むIP電話)の番号解決手段として

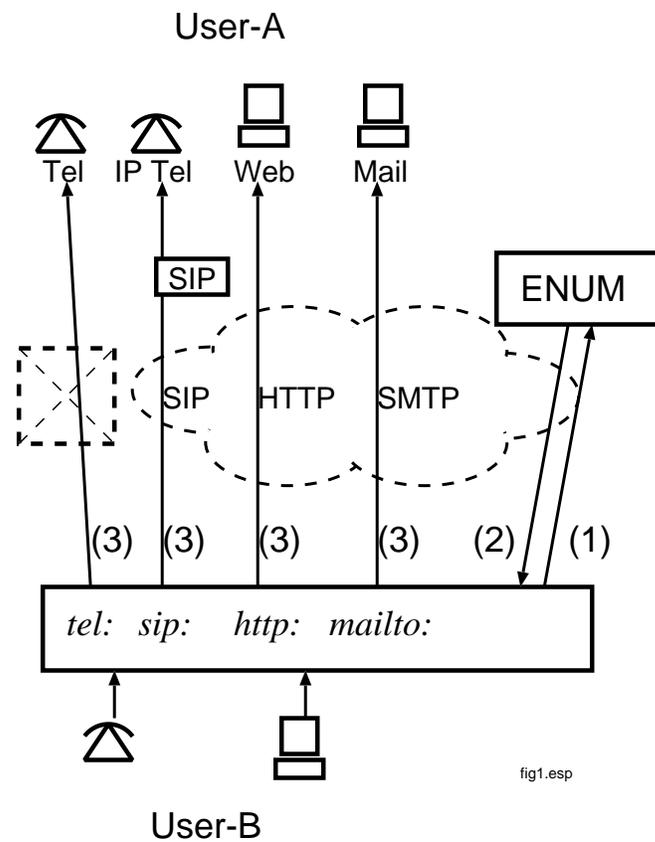
(1)はユーザENUMで期待される典型的な目的である。また、(4)はオペレータENUMで期待される典型的な目的である。(2)、(3)は、インターネット電話の運用方法によって、ユーザENUMで運用される場合と、オペレータENUMで運用される場合、または、それらが混在した運用方法の場合が考えられる。

## (1) E.164 番号によるアプリケーションの識別手段として

ENUMにより，ひとつのE.164番号を，インターネット上の利用可能なひとつまたは複数のアプリケーションに対応づけることができることから，E.164番号を用いて，そのE.164番号ユーザ（E.164番号で識別される電気通信サービスを受けている利用者）に対する電話以外の通信手段を統合的に提供することが可能となる．

これには，アプリケーションの識別を数字だけで記述でき，電話機のようなテンキーによる端末インタフェースで入力が可能となるなどの利点がある．

エンドユーザAが登録したNAPTRリソースレコードを，エンドユーザBはE.164番号を使って参照し，エンドユーザBの端末の相応しいアプリケーションを起動して，エンドユーザAと通信を行うことを可能にする．アプリケーションには，電話，ファクシミリ，インターネット電話，電子メール，WWWなどが想定されている．



- (1) ENUM DNSに問い合わせ.
- (2) ENUM DNSから応答.
- (3) 応答結果をもとにアプリケーションを選択し, 接続.

## (2) 既存電話からインターネット電話への電話番号解決手段として

既存の電話網の加入者からインターネット電話の加入者に対してアクセスするとき、インターネット電話の加入者に対応するURIと対応したE.164番号との関係を解決する必要がある。これを解決する手段としてENUMは有力な候補である。

インターネット電話の加入者に対して、E.164番号を割り当て、その番号と、URIの対をNAPTRリソースレコードとして、DNSに登録する。電話網からIP網へのゲートウェイは、接続の際、DNSをE.164番号をキーにして検索し、対応するIP電話の加入者が、SIPで接続可能である場合には、対応するSIP URIが得られ、そのURIに従って呼を確立する。

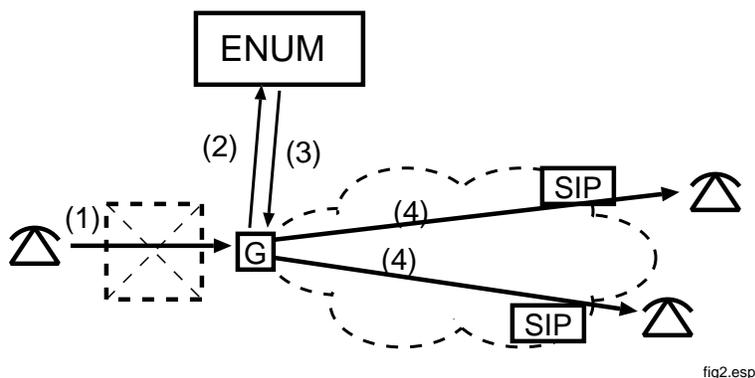


fig2.esp

- (1) 電話機がIP電話に対して発呼。
- (2) ゲートウェイがENUM DNSに問い合わせ
- (3) ENUM DNSから応答。
- (4) 応答結果をもとにSIPゲートウェイを選択し、接続。

この場合、ENUMを用いなくても、たとえば、E.164番号に対応したSIPサーバの情報をゲートウェイが持つことにより、ENUMを用いずに、アクセスが可能となる。ただし、ENUMを用いることにより、検索のインターフェースの統一化、スケーラビリティなどの利点がある。

また、SIP以外にもインターネット電話の Protokolとして、H.323を用いる場合もある。このときは、H.323のURIスキームが応答される。

### (3) インターネット電話から既存電話への電話番号解決手段として

インターネット電話の加入者から既存の電話網の加入者へのアクセスの際には、必ずしも ENUM を使う必要はない。インターネット電話が通常のコンピュータのようなキーボードを持つものであれば、ゲートウェイをドメイン名を用いて相手を指示すればよい。

しかし、ENUMを用いれば、(2)と同様に統一的なインターフェースで管理することができる。

ENUMを用いたインターネット電話から既存電話への接続の方法には、URI スキーム tel: を用いる方法と IP電話のスキーム(たとえばsip:)を用いる方法がある。

tel: は、電話番号を示すURIスキームで、

tel:+81352972311

といったものである。ENUMによってこのURIを得た端末は、電話網に直接接続されている場合にはIP網を利用せずに電話網から接続を試みてもよい。この接続ではインターネットを利用していない。

既存電話網とインターネットとの間にゲートウェイが設置されており、SIPサーバによってその接続が管理されている場合、URIによって、そのSIPサーバが指示されることによって、インターネット電話の加入者からSIPを用いて既存電話の加入者に対してアクセスが可能となる。

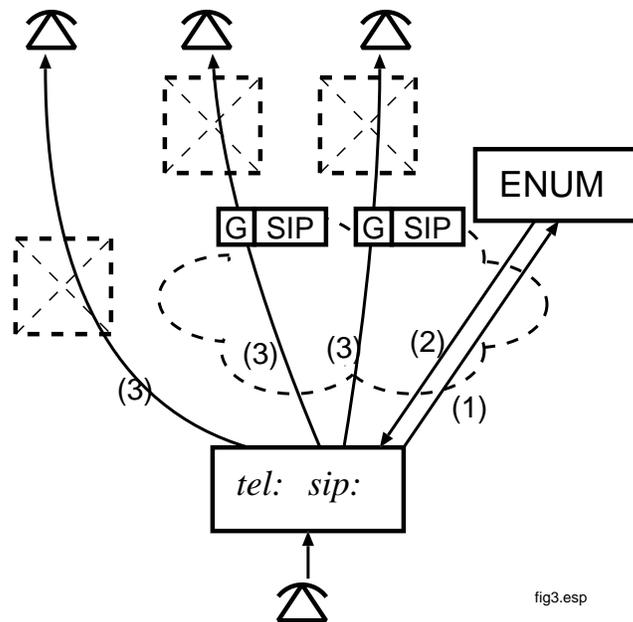


fig3.esp

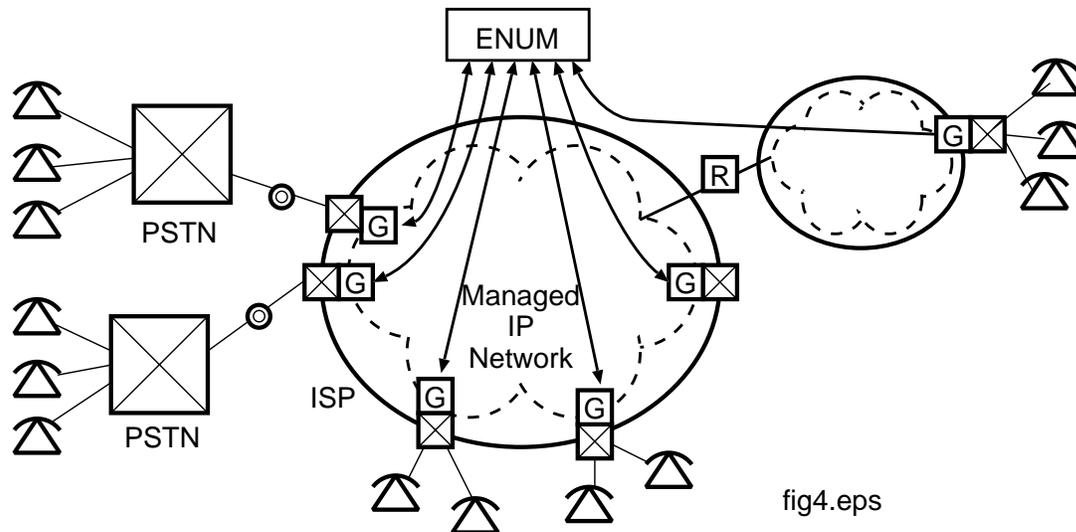
- (1) ENUM DNSに問い合わせ.
- (2) ENUM DNSから応答.
- (3) 応答結果をもとに接続先を選択し, 接続.

なお, インターネットと電話網のゲートウェイが複数ある場合, ゲートウェイの選択方式としては, TRIPのようなゲートウェイ選択の専用プロトコルを用いる方式や, 特定のゲートウェイを返答するようにNAPTRリソースレコードを設定する方式が考えられる(例えば, 局番毎にゲートウェイを特定できる場合, 局番毎にNAPTRリソースレコードを設定する方式).

インターネット電話から既存電話に接続する場合には, 技術的な課題に加えて, 課金や制度などについて既存電話サービスとの整合性を考慮する必要がある.

#### (4) 既存電話(含むIP電話)網の番号解決手段として

ENUMのE.164番号データベースの機能を利用して、電話事業者がENUMを電話番号の管理、事業者間の経路情報管理のために用いることができる。電話網としてIPネットワークを用いているような場合、IP技術をベースにしたENUMは親和性が高いことが考えられる。



たとえば、番号ポータビリティ(事業者間、ロケーションなど)やUPT、フリーフォーン(着信者課金サービス)などの実現手段として、このENUMの利用が考えられる。

(注)ただし、これらを実現するためにはENUM以外に複雑な仕組みを必要とする

## 5. SIPとSIPのENUM対応

現在，インターネット電話で主流となるであろうセッション確立のためのプロトコルは，SIPである．

ここでは，SIPについて，その概要を説明し，SIPのENUM対応について述べる．

現在の仕様では，SIPにおけるENUMの適用については，完全に規定されておらず，曖昧な点がおおい．IETFでは，この点について Sipping(Session Initiation Proposal Investigation) ワーキンググループを中心に検討が進められている．

### 5.1 SIPの概要

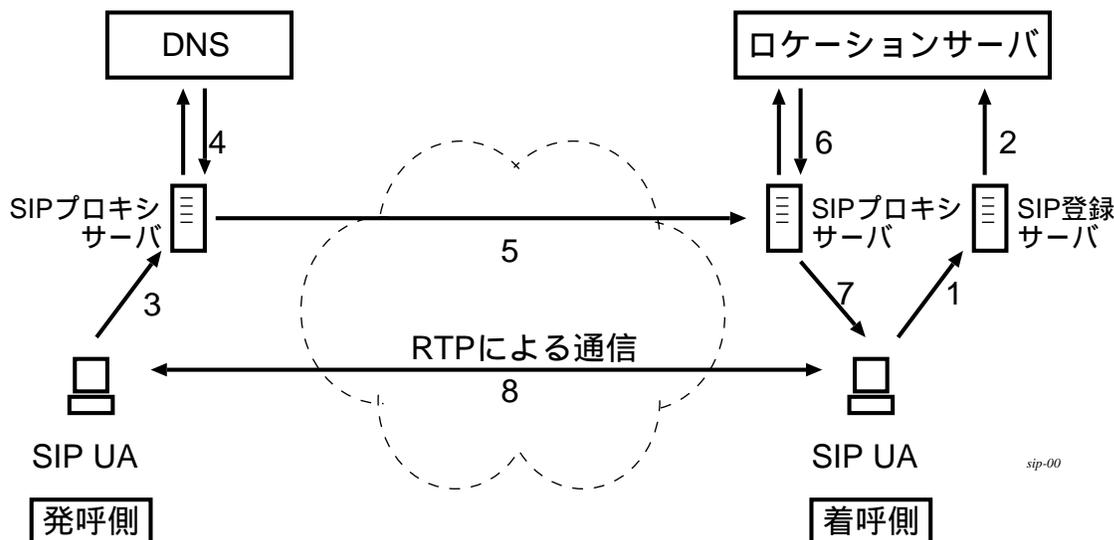
Session Initiation Protocol(SIP)は，通信を行うインターネット上のエンドポイント(ユーザーエージェントと呼ばれる，以下 SIP UA)がお互いを発見し，相互にセッションの特性の合意を行い，セッションの確立と開放をおこなうためのプロトコルである．その基本仕様は RFC3261 によって規定されている．

SIPはセッション確立およびその開放のためのプロトコルで，実際の通信は，SIPによって合意されたプロトコルによって行われる．電話の場合，代表的なプロトコルは RTP(Realtime Transport Protocol, RFC1889)である．

エンドポイントである SIP UA 同士が直接，SIPを用いてセッションの確立を行うこともできるが，通常は，SIPサーバの一種である SIPプロキシサーバ(以下 SIPプロキシ)を経由して，セッション確立のメッセージが転送されることで，エンドポイント間のセッションの確立が行われる．

着呼側では，SIP登録サーバとロケーションサーバが，着呼対象のSIP UA と SIP接続先を識別する SIP URI との対応づけをおこなう，

次の図でこれらの関係を示す:



典型的なセッション確立の流れはおおまかに次の通りである:

着呼側のSIP UAの登録を行う。これは、事前設定または、SIP UAの電源投入時、アプリケーション起動時などに自動的に行われる。

- 1) 着呼側 SIP UA は、SIPの REGISTERリクエストを用いて、SIP UA を利用するユーザの SIP URI (論理アドレス, Address-of-Record, AoR) と、SIP UA に到達するための SIP URIの対応の登録要求を、SIP登録サーバに対しておこなう。
- 2) SIP登録サーバは、ロケーションサーバに対して、1)の対応を登録する (SIP プロトコル範囲外)。

以上の手順により、着呼側の SIP UA の登録が完了する。この登録の手順は通常周期的(標準値1時間毎)に行われる。

さらに、次の手順により、発呼側のSIP UA から、着呼側の SIP UA に対してセッション確立の要求 (INVITEメッセージ) が伝達される。

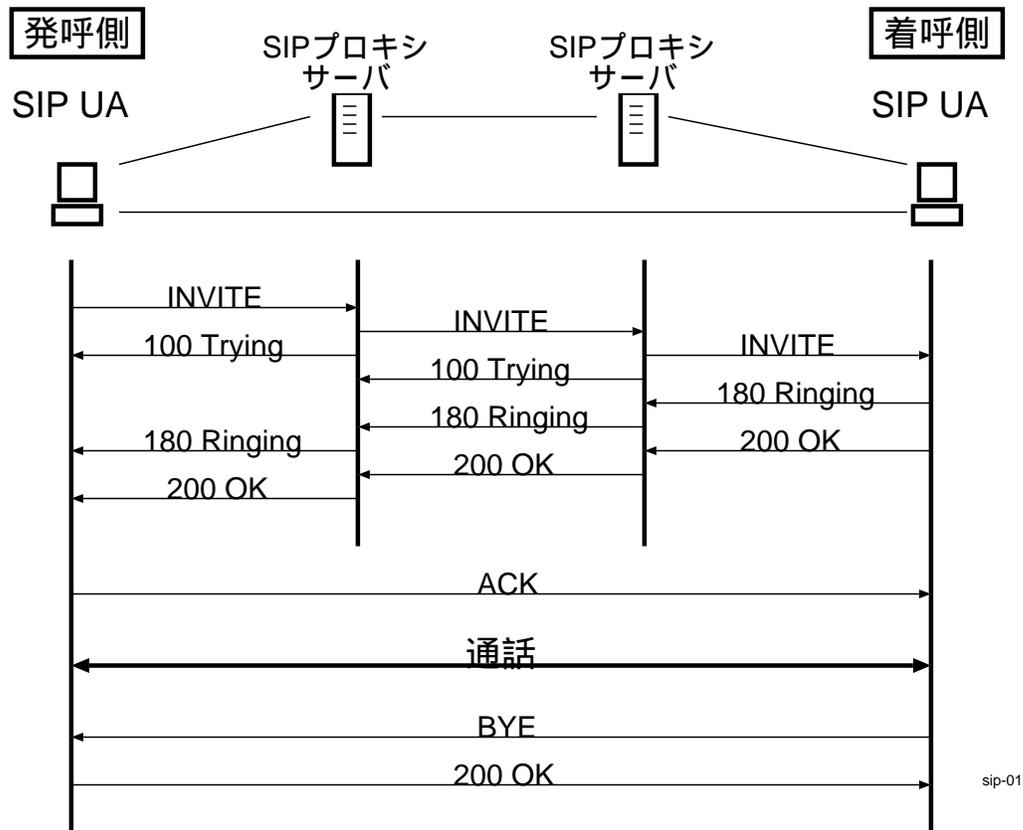
- 3) 発呼側の SIP UA は、事前に設定または、発呼時に指定された、SIPプロキシサーバに対して、INVITE リクエストを用いて通信相手の SIP URI (AoR) を送る。
- 4) SIPプロキシサーバは SIP URI のドメイン名部分を取り出し、DNSに問い合わせ、着呼側のSIPプロキシのIPアドレスを得る。
- 5) 着呼側のSIPプロキシに対して、INVITE リクエストを転送する
- 6) 着呼側のSIPプロキシは、ロケーションサーバに対して、通信相手のSIP URI に対応する、SIP UA の問い合わせを行う。
- 7) 着呼側SIP UA に対して、INVITE リクエストを転送する。

着呼側のSIP UA は、このINVITE リクエストに対する応答を発呼側の SIP UA に返し、発呼側の SIP UA は ACK リクエストによる確認メッセージを返したのち、

- 8) RTPによる通信(会話)

を開始する。

以上の手順を、4者間のリクエストメッセージと応答メッセージで見ると次の通りである:



## 5.2 SIP URI と 着呼側のSIPプロキシの発見

SIP では 通信相手を識別するため識別子として，URIの一種である SIP URI を用いる(RFC2361)．たとえば，

```
sip:taro@example.co.jp
```

のようにメールアドレスに似た形式をもつ．

ここで，example.co.jp は 着呼側のドメイン名で，taro は そのドメインの ロケーションサーバに登録された ユーザ名である．

発呼側の SIP プロキシは，この SIP URI から，着呼側の SIPプロキシを発見する．発見の手順は RFC3263 「Session Initiation Protocol (SIP): Locating SIP Servers」に規定されている．

着呼側の SIP プロキシは，SIP URI のドメイン部分を，DNSを用いて，NAPTRレコード，SRVレコード，AまたはAAAAレコードの順に検索を行い，着呼側の SIP プロキシのIPアドレスを得る．

sip:taro@example.co.jp を例にあげる．発呼側のプロキシは example.co.jp に対する NAPTRレコードのDNS問い合わせを行うと，以下のようなレコードが見つかる:

```

;          order pref flags service          regexp replacement
IN NAPTR 50   50   "s"   "SIPS+D2T"   ""   _sips._tcp.example.co.jp.
IN NAPTR 90   50   "s"   "SIP+D2T"   ""   _sip._tcp.example.co.jp.
IN NAPTR 100  50   "s"   "SIP+D2U"   ""   _sip._udp.example.co.jp.

```

これは，サーバがTCP上のTLS，TCP，UDPにこの優先順で対応していることを示す．発呼側のSIPプロキシはTCPとUDPに対応しているので，TCPを選択し，\_sip.\_tcp.example.co.jp の SRVの問い合わせを行う．その問い合わせの結果，以下のようなレコードが見つかる:

```
;;          Priority Weight Port   Target
```

```
IN SRV 0      1      5060  server1.example.co.jp.  
IN SRV 0      2      5060  server2.example.co.jp.
```

さらに、着呼側のSIPプロキシは、DNSによるAまたはAAAAレコードの問い合わせによって、相手のプロキシ `server1.example.co.jp` または `server2.example.co.jp` のIPアドレスを得る。

### 5.3 SIPサーバのENUM対応

ENUMをSIPサービスに導入する方法は、SIPのクライアントプログラムが対応する方法と、プロキシサーバが対応する方法のふたつが考えられる。

#### SIP クライアントが対応

SIPのアプリケーションプログラムが、ユーザから電話番号による通信相手の指定を受けると、アプリケーションプログラムは、指定された電話番号をENUMの変換ルールにしたがってドメイン名に変換し、そのドメイン名にしたがってNAPTRレコードによるDNS検索をおこなう。着呼側のSIP URIが得られたなら、そのSIP URIを用いて、SIP UAとしてSIPの処理を開始する。

#### SIP プロキシが対応

SIPのアプリケーションプログラムが、ユーザから電話番号による通信相手の指定を受けると、電話番号を含む適当なSIP URI(`tel:`スキーム)に変換し、SIPプロキシに対して、そのSIP URIを用いて接続要求を行う。

SIPプロキシは、指定された電話番号をENUMの変換ルールにしたがってドメイン名に変換し、そのドメイン名にしたがってNAPTRレコードによるDNS検索をおこなう。着呼側のSIP URIが得られたなら、そのSIP URIを用いて、SIP UAとしてSIPの処理を開始する。

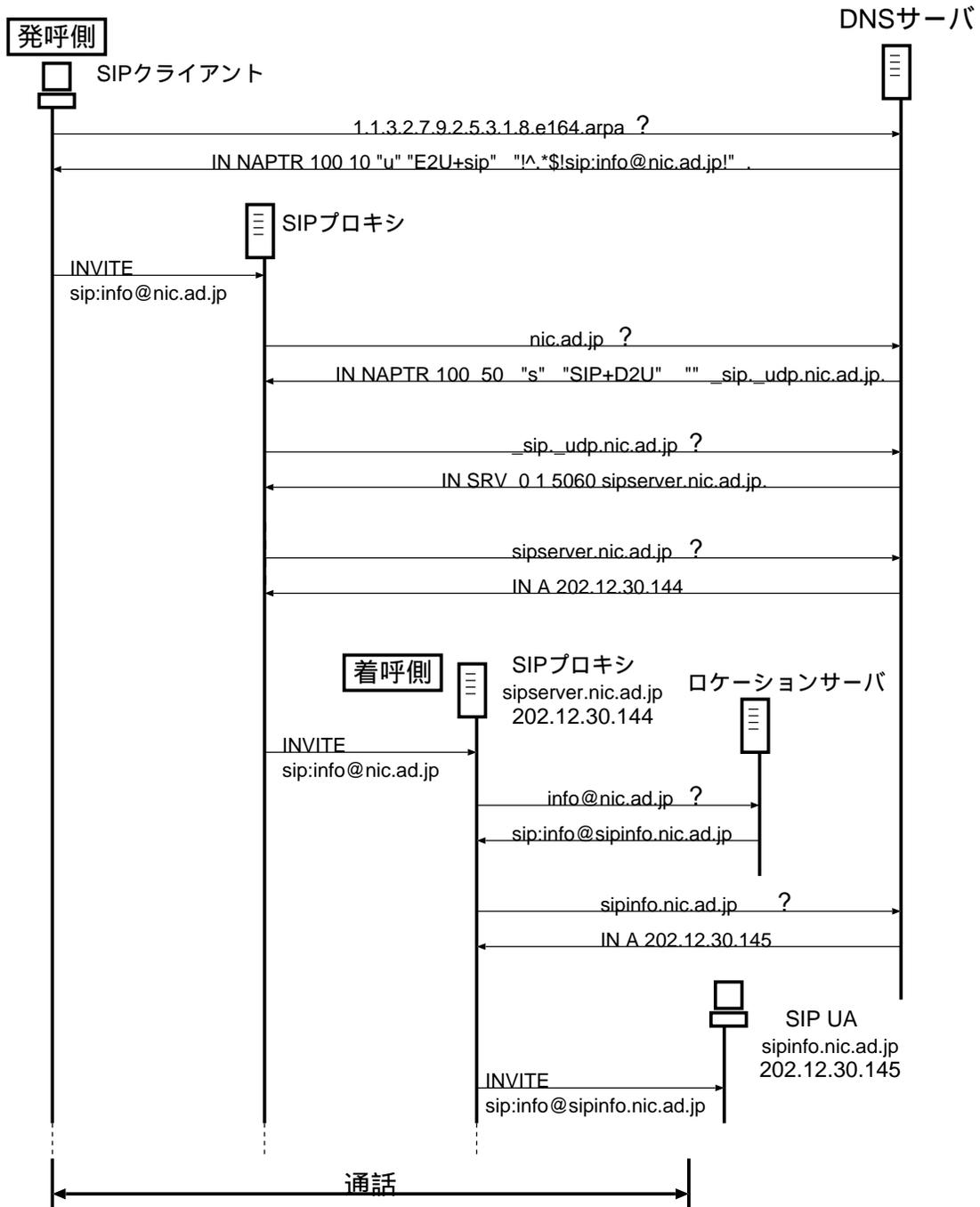
SIPプロキシではなく、SIPリダイレクトサーバがこの処理を行ってもよい。

現在のIETFの議論では，クライアントによる処理が良いとされている．

⇒ draft-ietf-sipping-e164-02.txt

SIPプロキシが対応する場合，SIP UA から伝達される電話番号を含む SIP URI について，パラメータも含めて標準的なフォーマットを決めておく必要がある．

SIP クライアントがENUMを処理する場合の典型的なセッション確立手順を，DNS問い合わせを中心に図で示す．



## 6. ENUM登録の流れ

ENUMサービスにおける情報の登録更新の流れについて、ITU-Tのレジストリ・レジストラモデルを基本に、その登録の流れについて提示する。

### 6.1 ITU-Tレジストリ・レジストラモデル

ITU-Tでは、ENUMサービスの登録管理をレジストリ、レジストラモデルにしたがって、整理している。まず、このモデルにしたがって、ENUMレコードがどのように、登録管理されるのか整理する。

ITU-Tでは、登録管理の役割分担を行う機能として、以下のエンティティを提案している。

- マネージャ(管理責任者)

ドメイン名の管理責任者。

- レジストリ

レジストリデータベースを運用管理する機関。レジストリデータベースを元にDNSゾーンファイルを生成する。

- レジストラ

レジストラントの申請を受け、登録資格チェックなどの登録受け付け手続きを行ったのち、レジストリに対して登録を依頼する。

- レジストラント(登録申請者)

そのドメイン名の登録申請者。

ITU-T のSG2 によるサプリメント「National ENUM Supplement」では Tier0, Tier1, Tier2 における役割を以下のように規定している。

◆ **ENUMの管理・運用に関する役割分担**

ドメイン	①Manager (管理責任者)	②Registry (レジストリ)	③Registrar (登録審査者)	④Registrant (登録申請者)
ENUM Tier 0 e164.TLD	<i>IAB</i> (現時点)	<i>RIPE-NCC</i> <sup>注1)</sup> (現時点)	<sup>注2)</sup> ITU事務局	加盟国
ENUM Tier 1 <CC> .e164.TLD	加盟国	国内マター (加盟国/主管庁 もしくは、それが 任命する団体)	国内マター (通信事業者・ ISP等)	国内マター
ENUM Tier 2 <N(S)N>.<CC> .e164.TLD	国内マター	国内マター	国内マター (通信事業者・ ISP等)	国内マター (ENUM加入者)

注1: *Réseaux IP Européens  
Network Coordination Centre*

注2: ITU-Tの事務局。国番号、国際ポイントコード等の国際番号リソースの割当・管理を実施。正式名はITU-TSB  
(*Telecommunications Standardization Bureau of the ITU*)

総務省 平成14年度 電気通信番号に関する研究会(第2回) 資料  
2-2 ENUMに関するITU-T SG2標準化動向 7ページ

☞ [http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/policyreports/chousa/bango/pdf/020704\\_2\\_02.pdf](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/bango/pdf/020704_2_02.pdf)

Tier1 , Tier2の実装は国内マターとなっている。



2') Tier2レジストリはレジストリデータベースを更新したのち、Tier2のDNSゾーンファイルを生成する。

3) Tier1レジストラは申請内容を確認し正当であれば、Tier1レジストリに対して登録更新申請をおこなう。

3') Tier1レジストリはレジストリデータベースを更新したのち、Tier1のDNSゾーンファイルを生成する。

### 6.3 レジストラの確認事項

レジストラは申請者からの登録更新申請を受け、その申請内容を確認のうえ、正しければ、レジストリにその内容を送る。

この際の確認内容としては次のようなものがあげられる。

- 申請者の認証．申請者が本人であることを確認する。
- 申請者の権限の確認．申請者がその申請を受ける資格があるかどうかの確認．Tier2レジストラでは、申請者が対応するE.164番号の加入者であることを、Tier1レジストラでは、申請者(Tier2レジストラ)が対応するNSレコードを管理するTier2レジストラであることを確認する。
- 申請内容の確認．申請者からの登録更新の内容が適切であることの確認．Tier2レジストラでは、申請内容が対応するE.164番号のNAPTRレコードとして適切であることを、Tier1レジストラでは、申請内容のネームサーバ情報が申請者の管理するドメイン名の範囲内であることを確認する。

## 6.4 登録管理情報

レジストリおよびレジストラはENUMサービスの維持管理のために、登録内容の他に登録者に関する情報を保持する。さらに登録内容にしたがって、DNSのゾーンファイルを生成し、DNSサービスとしてインターネット上に公開したり、WHOISインターフェースで、その内容の一部を公開する。

主な登録内容と管理するエンティティ、公開の方法をまとめると次の通りである：

登録内容	保持者	DNSでの 公開	WHOISでの 公開
E164番号	Tier2レジストラ/レジストリ		
NAPTRレコード	Tier2レジストラ/レジストリ		
登録者名	Tier2レジストラ/レジストリ	-	
連絡先	Tier2レジストラ/レジストリ	-	
住所	Tier2レジストラ	-	
認証情報	Tier2レジストラ	-	- 1)
課金情報	Tier2レジストラ	-	- 2)
Tier2 NS-RR	Tier1レジストラ/レジストリ Tier2レジストラ/レジストリ		
Tier2名	Tier1レジストラ/レジストリ	-	
連絡先	Tier1レジストラ/レジストリ	-	
認証情報	Tier1レジストラ	-	- 1)

1) パスワード、公開鍵などの認証情報

2) クレジットカード番号、口座番号など。Tier2レジストリが登録者に課金する場合。

## 6.5 登録の手順のバリエーション

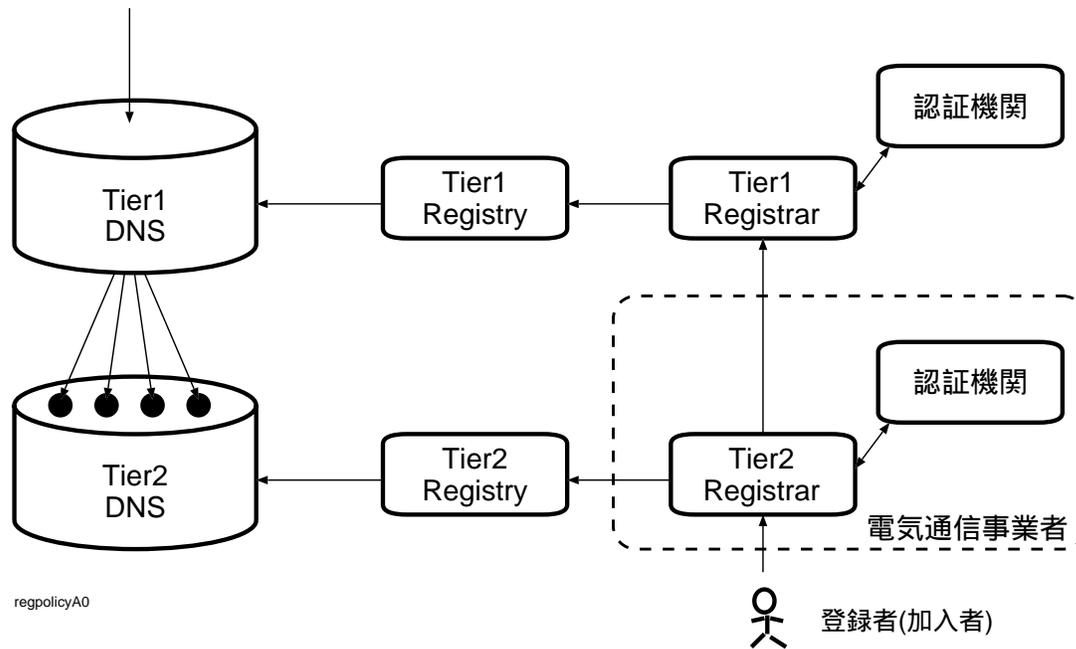
日本では E.164 番号は電気通信事業者に対して割り当てられる。番号は電気通信事業者の事業のために割り当てられるため、その事業目的と ENUM での利用に関して、整合性をとる必要がある。

ENUM サービスのために、既存の E.164 番号を利用した場合の、登録手順のバリエーションについて提示する。

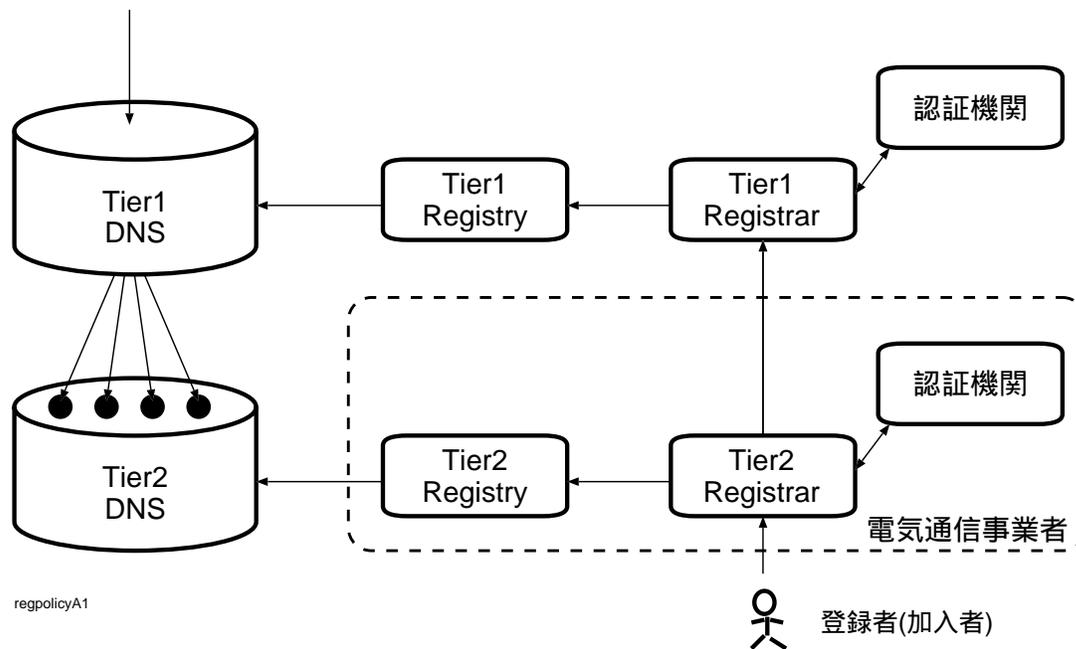
実際に ENUM サービスを実現するには、唯一の登録手順で行う必要はなく、適当な番号領域(事業者の番号割り当て単位)ごとに、それぞれ、個別の登録管理手順が採用されることになる。

## 6.5.1 登録モデル1

電気通信事業者が、加入者の申請を受け、確認ののちTier2レジストリ経由で Tier2 DNS を更新する．ここで、電気通信事業者は Tier2 レジストラの機能を持つ．



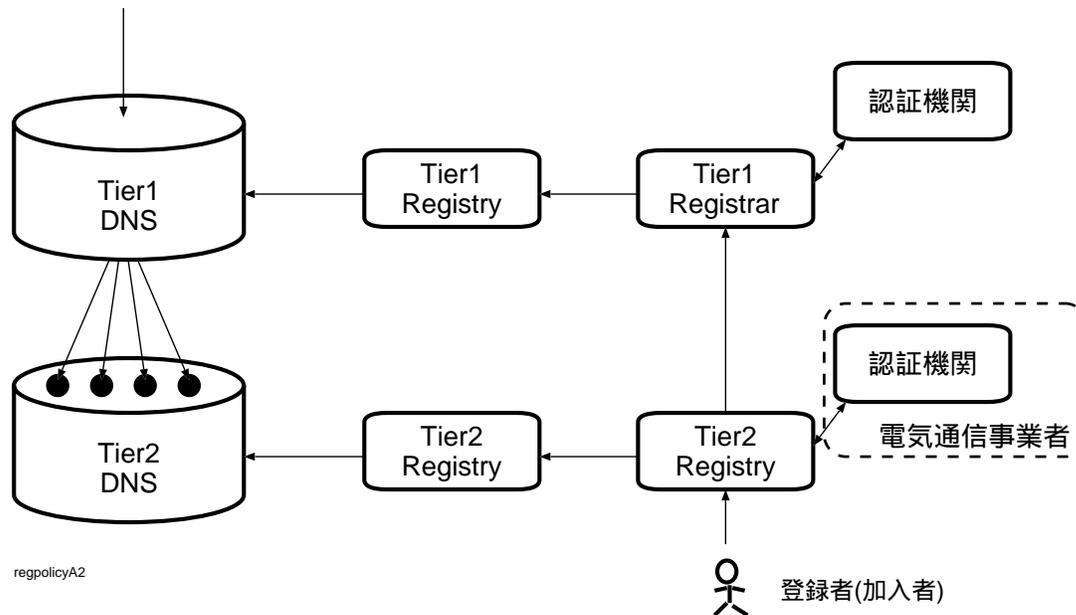
このモデルのバリエーションとして、電気通信事業者が、Tier2 レジストリの機能も兼ね、Tier2レジストリデータベースの運用管理、DNSゾーンファイルの生成も行う。



regpolicyA1

## 6.5.2 登録モデル2

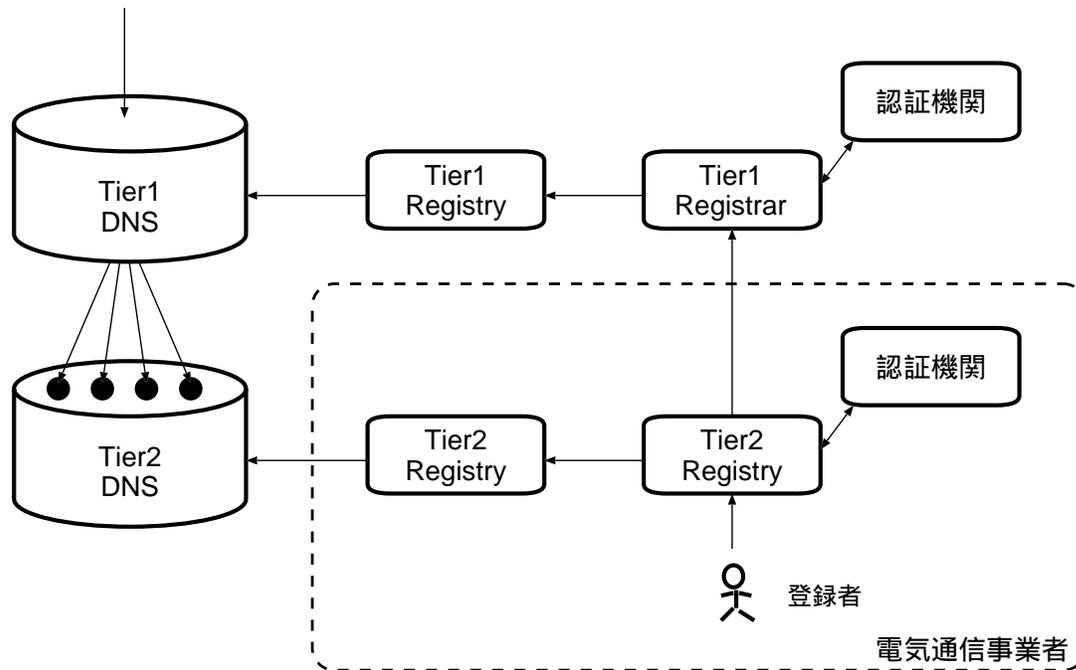
電気通信事業者とは独立に，Tier2レジストラが，登録申請をうける．申請者が加入者どうかは，その番号に対応する電気通信事業者が確認/承認を行う．



これは，ISPや他事業者が，Tier2レジストラを行う場合が，このモデルにあたる．

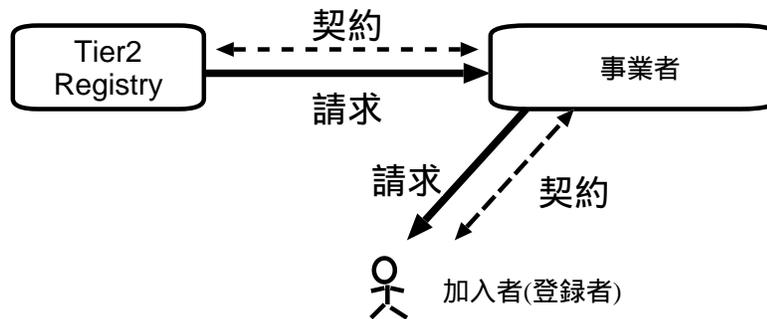
### 6.5.3 登録モデル3

その番号に対するENUMサービスを用いた着信を設定するために、電気通信事業者が設定するケース。この場合、事業者がそのサービスを実現するためのオペレータENUMサービス。したがって、加入者の意図とは関係なく、E.164番号に対するレコードを登録する。



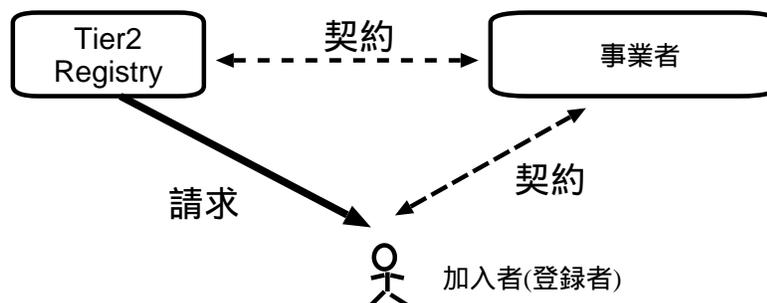
### 6.5.4 課金モデル1

- レジストリは費用を事業者に請求
- 事業者が加入者(登録者)との契約に基づいて加入者(登録者)に請求



### 6.5.5 課金モデル2

- レジストリは費用を加入者(登録者)に請求 .
- 加入者(登録者)はレジストリと事前の契約を行う場合もあり .



## 6.6 登録ポリシー

すでに述べた通り，日本では E.164 番号は電気通信事業者に対して割り当てられる．番号は電気通信事業者の事業のために割り当てられるため，その事業目的と ENUM での利用に関して，整合性をとる必要がある．

割り当てを受けた事業者は登録ポリシーを策定し，ENUM に登録する際には，当該番号の割り当てを受けた事業者が策定したポリシーにしたがって，登録するという仕組みが必要である．

ここでは，登録ポリシーと考えられるものの例をあげる．これらの組合せが，実際の登録ポリシーとなる．

- 強制: 事業者が自ら，事業者がサービスしている電話機に着信するため、加入者の意志とは関係なく強制的に登録する．オペレータ ENUM での標準的な登録ポリシー．
- 選択: 利用者が自らの意志で登録する．いわゆる オプトインの考え方．ユーザ ENUM での標準的な登録ポリシー．
- サービスの限定: 登録できるサービスを限定させる．例えば，その番号の TEL URI および MAILTO URI に限定させるなど．
- サービスおよびパラメータの限定: 例えば sip を登録する場合の SIP プロキシの限定．
- 優先度の限定: 例えば，登録する際には，その番号の TEL URI または事業者の指定した SIP URI を最優先のレコードとして登録する．

## 7. 個人情報保護とセキュリティ，信頼性

### 7.1 個人情報保護

ENUMの扱うサービス，インターネット利用者間の通信は，個人的な利用も多く，個人情報保護について十分に考慮する必要がある．ENUMサービスで取り扱われるENUMユーザの個人情報および関連する情報について，その取り扱いに関する方針と取り扱い手続きを明確にする必要がある．

ENUMサービスが扱う情報は大きく3つに区分される：

- (1) DNSに登録される情報．具体的には NAPTRレコードとそれに含まれるパラメータ．
- (2) WHOIS情報．インターネットの運用管理のために公開されるドメイン名の登録者情報，登録者名，連絡先等．一般的にWHOISと呼ばれる公開情報．
- (3) 顧客情報．レジストリ/レジストラが保持する，登録管理のための情報，登録者識別情報，課金のための情報．

それぞれの情報区分によって，その扱いの方針が異なる．

個人情報の扱いの原則として，登録者に対して，それぞれの区分に対する，情報収集の目的を提示し，事前に了承を得る必要がある．すなわち，

- 登録するNAPTR情報はDNSによって公開されること
- 登録者の連絡先はWHOISによって公開される．WHOISの目的は
  - インターネットの分散運用管理のため
  - 登録者が登録情報を確認するため

公開情報以外の情報は，システム，取扱手続き上適切な管理が必要 他の目的での利用，流出を防止する仕組みが必要である．さらに，年齢，性別，その

他 ENUMサービスを行ううえで必要のない個人情報については、極力、収集、蓄積しないなどの配慮も必要である。個人情報保護の動向、インターネットにおける個人情報の取扱いに対する動向を注目する必要がある。

以下、それぞれの区分について、さらに検討する。

## DNS情報

DNSに登録される情報は、すべて公開される。個人情報をできるだけ隠蔽させるために、NAPTR レコードに登録される URI に個人を識別する情報を含めないなどの工夫が必要である。

たとえば、mailto: の情報に対して、ユーザ 山田さんを連想させる mailto:yamada@exmaple.co.jp を登録するのではなく、ランダムなユーザ名 aci2hnwz とし、NAPTRとして mailto:aci2hnwz@exmaple.co.jp を登録、メールサーバが aci2hnwz を yamada に対応させる。これにより、E.164番号に対応するユーザが山田さんであることを隠蔽することができる。

## WHOIS情報

WHOIS情報については、インターネットの分散管理を維持するための登録情報の公開の原則と、個人情報の保護について、ICANNを中心に検討が進められている。この検討の状況をみながら、インターネット運用管理とユーザの個人情報の保護の双方の立場を満たす、情報管理の方針を策定し、運用する必要がある。

## 顧客情報

登録者を認証するためのパスワード等の情報、課金のための、銀行口座番号やクレジットカード番号など、公開する必要のない情報については、それを必要とする事業者内の担当者にだけアクセスを制限するといった適切な機密管理が必要である。さらに、外部から不用意に情報がアクセスされないような、システムのセキュリティ対策が必要である(後述)。

## 7.2 アクセス制御

DNSの情報はインターネット全体で公開され、インターネットユーザはだれでもその登録情報をアクセスできることを原則としている。ENUMがE.164番号というグローバルな名前空間をキーとしているため、DNSのシングルツリー上にE.164番号を対応させ、アプリケーションを対応づけることは、DNSのこの原則と整合性がとれている。

一方、登録ユーザまたはサービスを提供するプロバーダは、そのサービス形態からENUMの通信サービスを限定させたいという要請もある。

DNSは公開を原則としたシステムのため、問い合わせを受けるユーザを厳密に限定させることは難しい。したがって、DNSをベースにしたENUMもユーザを厳密に限定させることは難しい。

BINDには問い合わせクライアントのIPアドレスを限定させる、アクセスコントロールリスト(ACL)の機能がある。また、DNSのツリーをユーザ毎に分ける、スプリットDNSの機構もつくれる。ただ、キャッシュサーバの動作によっては、このアクセスコントロールは期待通りの動作ができない状況が考えられる。

さらに、ENUM(DNS)は番号とURIとのマッピングを行うだけなので、対応するURIが何らかの方法で分かれば、そのURIを用いて直接、サービスにアクセスできてしまう。

サービスを特定ユーザに限定するには、最終的には、実際のアプリケーション(SIP, メール)のアクセス制限機能を用いるべきである。

## 7.3 セキュリティ対策

ENUMサービスはDNSをベースとするサービスである。したがって、ENUMサービスのセキュリティを検討するにあたって、ENUM固有の課題、DNSに起因する課題、ENUMを含むコミュニケーションサービスに関する課題、インターネット上のネットワークシステムに起因する課題に、区分して検討する必要がある。

これらの区分ごとに、対応方針、対策・調整を行うコミュニティが違うので、この区分は重要である。

また、ENUMユーザに対して、リスクを事前の説明を行う必要がある。このリスクが高いサービスに関しては、事前に説明し確認したユーザに、サービスを限定する必要がある。

### ENUM固有の課題

- 登録申請者の成りすまし
- 登録データの改ざん、不適切な情報の登録
- 網羅的検索
- 登録システムへのDOS(サービス不能攻撃)

### DNSに起因する課題

- DNSクエリの傍聴とDNSレスポンスの改ざん・偽造
- DNSサーバの成りすまし
- ゾーン転送のエラー、ゾーンファイルの改ざん
- キャッシュサーバの内容の偽造
- DNSサーバへのDOS(サービス不能攻撃)

### ENUMを含むコミュニケーションサービスに関する課題

- 通信の傍受、改ざん
- 成りすまし(発信者認証、発信者通知)

- 着信者認証
- 迷惑メール，スパムメール
- 輻輳対策
- 通信相手，サーバへのDOS(サービス不能攻撃)

#### インターネット上のネットワークシステムに起因する課題

- システム侵入と破壊，情報流出
- 災害時対策

### 7.3.1 ENUM固有の課題

#### 登録申請者の成りすまし

登録者に成りすまして、ENUM情報を登録したり、更新、抹消する行為である。これを防ぐには、登録者の認証、更新データの正当性のチェックを適切におこなう必要がある。

また、このような事故が発生した場合、事故前の正しい状態にもどすためのシステム対応も重要である。

#### 登録データの改ざん、不適切な情報の登録

本来、登録できない NAPTRレコードを登録したり、URIを登録する。登録者が本来登録できない他人のアドレスを登録するなど。

#### 網羅的検索

ENUMの名前空間が連続した番号のため、悪意な網羅的検索は頻発する可能性が高い。しかし、現在のDNS技術では、DNSの網羅的検索は対応は困難である。

インターネット電話サービスでは、料金が定額であるケースがあることから電子メールにおけるスパムメールのような、スパム電話のような、迷惑電話が多発することが予想させる。

網羅的検索で、NAPTRに含まれるメールアドレスのリストも容易に入手できてしまう。

WHOISについては、利用者を限定させる、アクセス容量規制をおこなうなどの対策が考えられるが本質的解決にはならない。

DNS、WHOISによってインターネット上に公開された情報はENUMサービスにおいて網羅的な検索が行われることを前提に、サービスを構築す

る必要がある。インターネット電話の場合，SIPの発信者認証やアクセスコントロールの適切な運用が必要である。

### 登録システムへのDOS(サービス不能攻撃)

一般のインターネットサービスノードと同様に，DOSを受ける可能性がある。登録システムは，DNSに比べてタイムクリティカルでないので，通常のシステムのDOS検出および対策を行えばよい。

## 7.3.2 DNSに起因する課題

DNSサーバに対するセキュリティ問題は広く知られており，その対策としてDNSSEC，TSIGなどの技術開発が行われている。しかし，抜本的な解決は行われておらず，運用によって問題の健在化を防いでいるのが現状である。ENUMサービスを構築する際も，DNSの運用ノウハウを十分に理解したうえで，システムの構築・運用を行い，さらに，DNSSEC，TSIG等の技術開発を推進する必要がある。

以下，簡単に，DNSのセキュリティ上の課題を列挙する：

### DNSクエリの傍聴とDNSレスポンスの改ざん・偽造

DNSクライアントとサーバの通信路を傍受し，クエリIDを入手し，このIDを用いて偽のレスポンスを返す。

### DNSサーバの成りすまし

クライアントに偽のDNSサーバを設定させる。

### ゾーン転送のエラー，ゾーンファイルの改ざん

プライマリサーバとセカンダリサーバの間のゾーンファイルの転送を妨害または改ざんする。

## キャッシュサーバの内容の偽造

キャッシュサーバに特殊なクエリを発生し、キャッシュサーバの内容を改ざんする。いわゆる Cache Poisoning。

## DNSサーバへのDOS(サービス不能攻撃)

DNSサーバに大量のクエリを送り、DNSサーバ本来のサービスを不能とさせる攻撃。

### 7.3.3 ENUMを含むコミュニケーションサービスに関する課題

ENUMサービスは、インターネット上のコミュニケーションサービスにおける接続の最初の部分を担うにすぎない。ENUM問い合わせに続くサービス(SIP, H323, メールなど)と連係しながら、セキュリティ対策が必要である。

#### 通信の傍受, 改ざん

ENUMサービスは、通信相手を特定するためのマッピングサービスであり、通信を媒介するものではない。通信内容の秘密, 改ざん防止については、接続以降のプロトコルで解決する必要がある。

SIPの場合、SIP UA, SIPサーバ間は TLS を使ったり、通信時は RTP を IP Secで運用するなどの対策である。メールの場合は、機密性を必要とするなら、S/MIME や PGPの利用をするなどである。

DNSの問い合わせの記録から、どのIPアドレスからどのレコードの問い合わせが来たかは分かる。しかし、ネームサーバへの問い合わせの多くは、ISPやユーザ組織のキャッシュサーバからの問い合わせのため、各ユーザの通信相手を特定するのは難しい。

しかし、ログについては適切な管理が必要である。

成りすまし(発信者認証, 発信者通知)

発信者のアドレス, 電話 番号等を偽る, 成りすましは, 適切な対策をとらなければ技術的に容易である.

通信の傍受, 改ざんと同様.

着信者認証

通信の傍受, 改ざんと同様.

迷惑メール, スпамメール

ENUMでは電話番号をキーにメールアドレスが知られてしまうため、迷惑メールが発生する可能性が考えられる。また網羅的検索の結果として、スパムメールにつながる可能性も考えられる。

相手認証やアクセスコントロールは, この問題の現実的レベルで有効な手段である。サービスを構築する際には, このことを十分に配慮したうえで, 相手認証やアクセスコントロール機能をユーザに提供する必要がある。

通信相手, サーバへのDOS(サービス不能攻撃)

通信を行う相手のサーバや端末, 大量のパケット発信などによるDOSは, サービス提供者やISPによる監視と適切な対応が必要となる。

#### 7.3.4 インターネット上のネットワークシステムに起因する課題

ENUMサービスも一般的なインターネット上のネットワークシステムの持つシステム上の課題をもつ。以下に代表的な例をあげる。

システム侵入と破壊, 情報流出

システムの脆弱性を狙った，システム侵入，破壊の可能性は常にある．  
また，侵入後，非公開の登録データをアクセスしたり，改ざんする可能性もある．

セキュリティポリシーの設定と，ネットワークアクセスの制限，脆弱性対策，監視体制など，一般的なセキュリティ対策を十分にとる必要がある．

#### 災害時対策

災害時のシステム破壊などを想定した，バックアップシステム等の体制が必要である．

## 7.4 可用性の維持

ENUMサービスの可用性(availability)の維持が必要。ただし、登録変更サービスとDNSサービスでは、その要件は大きく異なる。パラメータは以下の通り:

- 性能(レスポンスタイム)
- 故障率
- 災害時の対応
- 輻輳の対策, DOS(運用不能攻撃)の対応

サービスレベル(サービス品質)として各種パラメータを規定し、対策を実施する必要がある。

ユーザENUMサービスにおいては、基本的には、インターネット上のサービスの一部なので、そのサービスレベルは従来のインターネット上のDNSサービスのサービスレベルと同じ考え方で設定し、実施すれば良い。

オペレータENUMサービスでは、そのサービス内容が、通常のインターネットサービスより上のサービスレベルを設定する場合は、DNSサーバ(セカンダリサーバ, キャッシュサーバ)の増設等の対策が必要となる。

## 7.5 DNSの信頼性

DNSサービスの信頼性を向上させる手段として、DNSセカンダリサーバの設置がある。特定のDNSゾーンを管理するDNSサーバを複数台配置する方法である。マスターデータを管理するサーバをプライマリサーバ、そのコピーをもつサーバをセカンダリサーバと呼ぶ。

レジストリデータの内容が更新されたとき、その内容をプライマリサーバに伝達する。プライマリサーバは変更があったことを、各セカンダリサーバに通知する。セカンダリサーバは、プライマリサーバに対してゾーン情報の転送要求をおこないその内容を更新し、プライマリサーバとセカンダリサーバ間の情報を一致させる。

DNSのプロトコルの制約から、セカンダリサーバは10台程度が上限である。エニキャスト技術により、その台数を増やすことが可能であるが、専用のIPアドレス、AS番号の割り当てが必要である。

## 最後に

2002年9月30日のグループ発足以来，ENUM 研究グループでは，ENUM 技術の理解を深めることを目的とし，ほぼ1ヶ月に一度のペースでの研究会を行い，さらに分科会を開催し，ユーザENUM・オペレータENUM という形にENUM サービスを類型化し，検討を重ねてきた．検討の結果，ENUMに対する理解も高まり，多くの課題が明確になった．

ENUMはE.164番号をドメイン名としてDNSに登録する技術として，IETF，ITU-T等で国際的な標準化作業が進んできたが，国内的には総務省「IPネットワーク技術に関する研究会」においてIP電話の実装手段として紹介されたのを契機に幅広く注目を集めることとなった．本研究グループも，この考え方をベースにスタートした．これは，本研究グループで定義するオペレータENUMの範疇に入るアプリケーションである．

現在，IP電話サービスの整備が進んでいるが，その相互接続方法については，IP電話事業者同士が連携して，もしくは単独で事業者間並びに固定網との相互接続の方法の検討を進めており，現段階では，ENUMそのものに対する強いニーズが生まれているとは言いがたい状況である．自ら登録するユーザENUMについても，そのニーズは必ずしも顕在化しているとは言えない．

しかし，事業者同士のよりオープンなインターフェースによる相互接続の要求，インターネット電話の普及，E.164番号による電話以外のアプリケーション識別への要求が高まることによって，また，海外のENUMの状況によっては，このENUM技術へのニーズが急速に高まってくることが考えられる．

ENUM技術をサービスとして構築・運用するには技術面，制度面，ビジネス面での多くの課題を解決する必要がある，これらの面から継続して検討していく必要がある．

## Appendix A. 電気通信番号

### A.1 日本における番号計画

日本では、電気通信番号は、「電気通信事業法」に基づき、総務省によって管理されており、その具体的な管理は「電気通信番号規則」によって定められている。

電気通信番号は、電気通信事業者に対して電気通信役務の提供のために割り当てられる。電気通信番号は番号の範囲によって、割り当て対象となる事業種別、識別の対象が規定されている。

主な電気通信番号としては次のようなものがある。

#### **0ABCDEF GHJ**

- 固定端末系伝送路設備を識別するための電気通信番号
- FGHJを単位として事業者に割り当てられ、ABCDEにて事業者識別される
- 通常、0AB-J番号と称される。

#### **050CDEF GHJK**

- パケット交換網に接続される端末設備等に提供される音声伝送役務を識別するための電気通信番号
- GHJKを単位として事業者に割り当てられ、CDEFにて事業者識別される

#### **070CDEF GHJK**

- PHSに係る端末系伝送路設備を識別するための電気通信番号
- GHJKを単位として事業者に割り当てられ、CDEFにて事業者識別される

#### **080CDEF GHJK**

#### **090CDEF GHJK**

- 携帯電話に係る端末系伝送路設備を識別するための電気通信番号
- FGHJKを単位として事業者に割り当てられ、CDEにて事業者識別される

そのほか、フリーフォン・着信課金サービス(0120DEFGHJ)、分担課金サービス(0570DEFGHJ)などの電気通信番号についても、将来的にはENUMへの投入が検討される可能性がある。

詳細は電気通信番号規則等を参照のこと。

## A.2 ENUMにおける電話番号

050はIP電話での利用を目的としてできた番号領域である。したがって、IP電話は050または特に認められたときは0AB-J番号が利用できる。

割り当てにあたっては、一定の通信品質、信頼性の確保が必要であり、通常のインターネットを用いたインターネット電話のために、050または0AB-J番号は割り当てられることは現在の技術レベルでは困難である。(現状なし)

## A.3 電話番号の管理権限

電話番号(電気通信番号)は、対象となる設備を保有する電気通信事業者、もしくは対象となる役務を提供する電気通信事業者に対し総務省から割り当てられ、電気通信事業者により管理されている。一方、ユーザENUMにおいては、NAPTRレコードにおける電話番号とURIとの関連付けはユーザの意思に基づいて行われるため、関連付けられたURIへの到達可否等の管理については、ユーザに委ねられるとの考えもある。

何れの場合においても、電話番号について管理が必要な案件については、ENUMにおいても考慮が必要である。(例：番号逼迫等の理由による電話番号の変更など)

## A.4 電気通信番号の他目的使用について

既存の電気通信番号を利用して「本来識別する役務や設備」以外の役務やア

アプリケーションを対応づけることに関して、制度面の整理が必要と思われる。

本来、その電気通信番号の割り当てを受けた事業者のサービスに影響を与える可能性があるため、登録できる番号帯域に制限を設けたり、登録内容について事業者が何らかの制限(登録方針)を設けることについて、その可否も含めて検討が必要である。

⇒ 割り当てを受けた事業者と登録するユーザの役割/責任/管理権限の明確化

#### A.4 ENUMのための電気通信番号の割り当てについて

ユーザENUMを展開した場合の、主にENUMのレコードを識別するための電気通信番号の割り当てについて検討を行う必要がある。

電気通信番号の逼迫のなか、安易な割り当ては出来ないが、音声役務、電話設備の識別を主眼とする、電気通信番号の割り当てについて、識別対象、割り当ての管理運営制度について、再検討する必要がある。

上記のユーザENUMのレコードに用いられる電気通信番号の割り当ての検討が不十分な段階において、技術的な検証等の目的により、ENUMの実験が必要と思われる状況においては、既存の電気通信番号に影響を与えない、実験用の電気通信番号を付与する案も考えられる。

実験用の電気通信番号の割り当てができない場合には、実験参加者に割り当てられた、既存の電話番号のみを利用することになり、実験が限定されることも考えられる。

#### A.5 特番の扱い

ENUMにおける110、118、119のような緊急通報に関するいわゆる特番のあつかいについて、検討が必要である。ここでは、その解題を列挙すると定める。

インターネット電話で緊急通報の特番を考える場合、次の点に注目する必要がある。

ある:

- a) 国際的な名前空間での特番の扱い .
- b) 発信者の位置に依存した名前解決の仕組み .
- c) 接続時の優先的な扱い , 発信者の位置の特定 .

緊急通報用の特番は国毎に決めるため , 国際的には統一されていない . 例えば , 警察への通報は日本では 110 であるが , 米国では 911 である . ENUM サービスはDNSを用いている . DNSはグローバルな名前空間を管理し , クエリの位置によらず同じ答えを返すため , 特番のような , 発信者の国に依存した名前管理は難しい .

さらに , 特番は E.164 の番号体系ではないため , ENUMツリー下の空間に ENUMに緊急通信用の電話番号をどのように表現するか決める必要がある . たとえば , 0.1.1.1.8.e164.arpa. 導入するにしても , 十分な検討が必要である .

110はその発信者に近い警察機関への接続が要求される . また , 接続についても優先的な扱いを行い発信者の位置の特定する必要がある . これらの機能について , ENUMだけを用いて実現することは難しい .

## ENUM研究グループ会員一覧

### 会員 (五十音順 敬称略)

- 一井 信吾
- インターネットフォーラム
- (株)インフォセック
- NTT コミュニケーションズ(株)
- 沖電気工業(株)
- KDDI(株)
- 後藤 滋樹
- JENS(株)
- (社)情報通信技術委員会
- (社)テレコムサービス協会
- 東京通信ネットワーク(株)
- 日商エレクトロニクス(株)
- ニフティ(株)
- 日本サイバースペース(株)
- 日本テレコム(株)
- 日本電気(株)
- 日本電信電話(株)
- (社)日本ネットワークインフォメーションセンター
- (株)日本レジストリサービス
- ネットワンシステムズ(株)
- フュージョン・コミュニケーションズ(株)
- 富士通(株)
- 三菱商事(株)

## オブザーバ

- 総務省 総合通信基盤局電気通信事業部電気通信技術システム課

## 事務局

- (社)日本ネットワークインフォメーションセンター