

インターネットとその基盤、 そしてインターネット資源とは？

Internet Week 2024

01 インターネット業界の今をのぞいてみよう
～そして「つなげて、広げて、楽しもう」～

2024年11月19日(火)

JPNICインターネット推進部 是枝 祐



一般社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンター

Copyright © 2024 Japan Network Information Center

自己紹介

名前	是枝 祐 (これえだ ひろし)
所属	日本ネットワークインフォメーションセンター (JPNIC) インターネット推進部
担当	広報業務全般およびドメイン名関連業務 ドメイン名関連では、動向や統計情報の調査、JPドメイン名の 紛争処理やデータエスクロー関連の業務、各種問い合わせなど への対応を行っています
業界歴	23年ぐらい
今の仕事に就いたきっかけ	たまたまWHOIS検索をしにJPNICのWebサイトを見に行ったら 職員募集をされていて、面白そうな仕事だと思った

▶▶▶ 本日の内容

インターネットとそれを支える基盤

ARPANET

Ethernet、TCP/IP

インターネットの技術/運用組織に採用される考え方

インターネットが繋がるしくみとインターネット資源

IPアドレスと経路の制御

ドメイン名とDNS

インターネットの標準

IETF



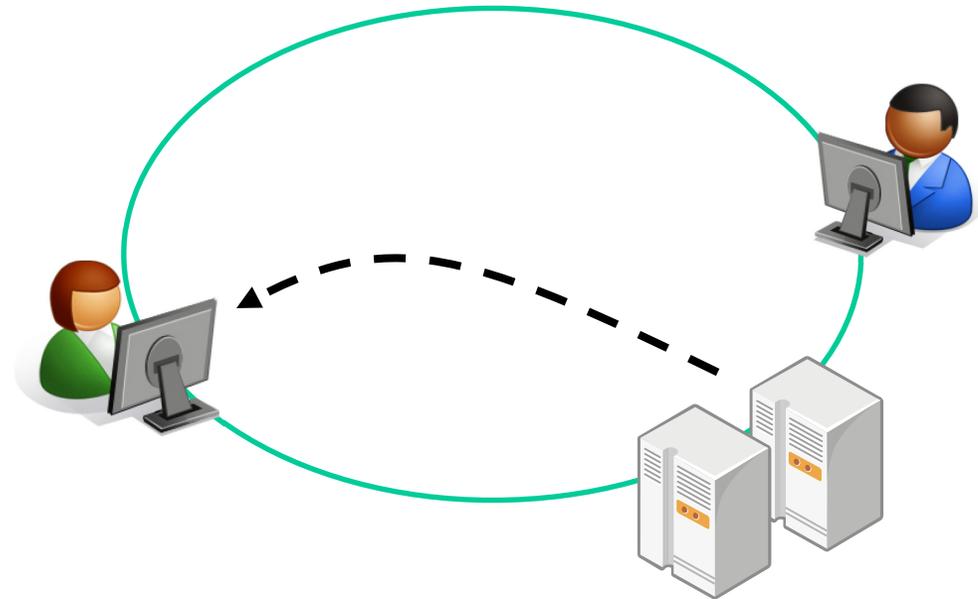
▶▶▶ はじめに：インターネット

Facebook, X, Instagramといったサービスをブラウザで使うと「アドレスバー」にcom のような表示があります*。
このアドレスに似たものは電子メールでも使われています。これは一体何でしょう？なぜこれを指定すると相手につながるのでしょうか？

* 実はスマートフォンのアプリでもこの仕組みが使われています。



Webページ



▶▶▶ はじめに：インターネット

インターネットという言葉は「internetworking」からきています。

ここでは、Internet = 異なるネットワーク同士をつないだネットワークがどのような仕組みになっているのかをお話します。



インターチェンジは種類の異なる道路のつながるところ



「サイバー空間」はあたかも空間であるかのようです。でもこれはCGによるイメージです。実際の姿は？

インターネットとは ～起こりからこれまでと、それを支える基盤～



一般社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンター

Copyright © 2024 Japan Network Information Center

▶▶▶ 今に繋がるご先祖様？ ARPANET

アメリカ国防総省 高等研究計画局（ARPA）の資金提供により、世界初のパケット通信ネットワークであるARPANETプロジェクトがスタート。このARPANETが、現在のインターネットの始まりとも言えるネットワーク。

この計画においてIMP(Interface Message Processor)と呼ばれるルータの前身とも言える装置が開発され、1969年10月にUCLA、UCSB、ユタ大学、スタンフォード研究所(SRI)の四つのノードを接続して、ARPANETがスタートした。



▶▶▶ Ethernet

1970年	ノーマン・エブラムソン（ハワイ大学）によって複数の島の間で行われる無線通信の方式であるALOHAが開発される。ALOHAnetではIMPを改良して利用。
1973年	ゼロックス パロアルト研究所で開発が進み特許が取られるが、後に特許を開放。
1980年	米国のIEEE802委員会でオープンな規格「Ethernet 1.0」となる。

一つの線に複数のコンピューターがつながるのなら、線を一本引くだけで新しいコンピューターをつなげられて喜んでことだね。



▶▶▶ TCP/IP

Transmission Control Protocol / Internet Protocol

1973年	ロバート・カーン（DARPA）とヴィントン・サーフ（スタンフォード大学）によって開発に着手
1974年	TCPの仕様が文書化される（RFC675）
1975年	TCP/IPを使った接続実験が行われる
1983年	ARPANETがTCP/IPに移行 4.2BSDにおけるTCP/IPの実装が登場

パケットを送りなおしたり、途中が混んできたら緩和させたり...TCP/IPが今でも広く使われています。



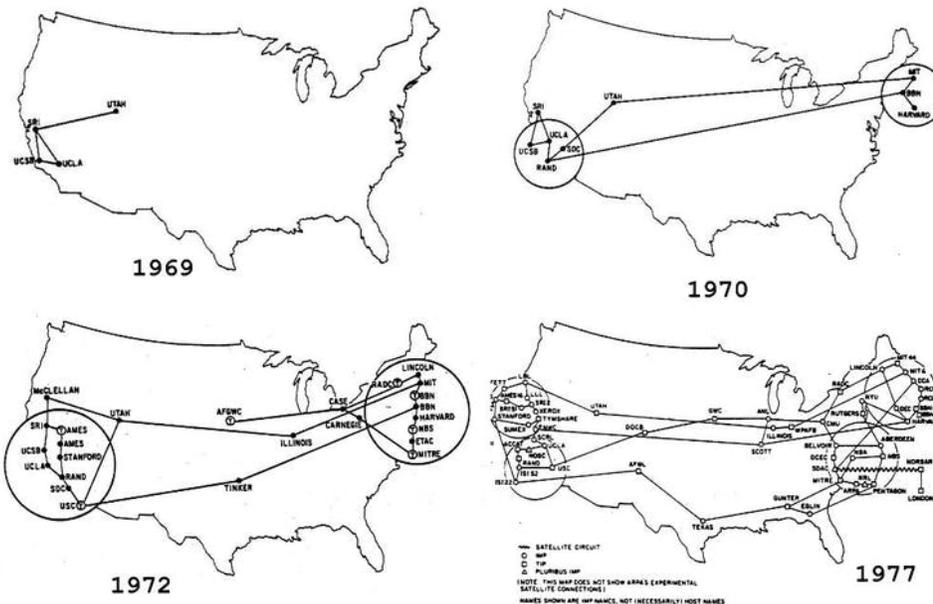
▶▶▶ 現代にも続いている設計上の考え方

相互運用性

コンピューターの種類が違って通信できる

エンドツーエンド

通信に関わる処理はなるべく末端同士で行う



ARPANET の発展

<https://en.wikipedia.org/wiki/ARPANET>

▶▶▶ ネットワークの広がり

1969年	アメリカ西海岸の4ヶ所を接続 カリフォルニア大学ロサンゼルス校 (UCLA) ・カリフォルニア大学サンタバーバラ校 (UCSB) ・スタンフォード研究所 ・ユタ大学
1970年	<u>アメリカ東海岸のBolt, Beranek & Newman(BBN)が接続</u>
1972年	アメリカ国防総省、NASAを含む24ヶ所が接続
1973年	<u>ハワイと衛星回線で接続。</u> ロンドンの大学とノルウェーの地震研究機関が接続。

▶▶▶ ネットワークの変遷（1）

1975年	<p><u>先端技術の研究という位置づけではなくなったARPANETの運営はアメリカ国防総省 アメリカ国防情報システム局に移管</u></p> <p><u>（研究などの非商用の利用に限定され、個人的な利用は禁止されていた。）</u></p>
1980年	<p><u>商用ISPの登場。</u> UUCPによる電子メールやネットニュースが提供される。</p>
1981年	<p>NSF（全米科学財団）がCSNETを構築 研究・教育機関を接続。スーパーコンピュータの 共同利用のため。</p>

▶▶▶ ネットワークの変遷 (2)

1986年	CSNETがバックボーンを刷新するなどして <u>NSFNET</u> に。
1989年	アメリカ政府組織の接続のためのFIX (Federal Internet eXchange) 設立
1990年	最初のWebブラウザ WorldWideWeb/Web Editorが開発される
1991年	NSFがNSFNETと共用バックボーンの一部での商用トラフィック利用を許諾 商用ISPが接続できるCIX (Commercial Internet eXchange) 設立

▶▶▶ 日本のインターネット（1）

1984年	<u>JUNET (Japan University Network)</u> 開始 東京大学、東京工業大学、慶應義塾大学
1986年	JUNETとCSNETが接続 正式に海外接続
1988年	<u>WIDEプロジェクト</u> による学術研究機関の接続
1990年	IP Meeting '90開催
1991年	旧郵政省によりインターネットの商用利用が許可
1992年	学術情報センターによるSINET開始
1994年	<u>NSPIXP</u> 設置、商用サービスが登場
1995年	標準でTCP/IPを搭載したWindows95発売 — Internet Explorer1

▶▶▶ 日本のインターネット (2)

1996年	Yahoo! Japanサービス開始
1997年	<u>JANOG設立、Internet Week 97開催</u>
2000年	ISDN定額サービス、フレッツADSL提供開始
2000年	Googleが日本語の検索サービスを開始
2001年	Yahoo! BB、Bフレッツ提供開始
2002年	JPドメイン名の登録管理業務がJPNICからJPRSへ
2008年	Facebook日本語版公開、Twitter日本語版公開、iPhone 3G発売
2011年	LINEサービス開始

▶▶▶ インターネットの技術や運用組織に 共通して採用されている考え方

- オープンであること
技術標準や「ポリシー」が公開されており、議論に参加することで提案したり改善したりできる。
- 自律的であること
他の組織に依存せずにネットワーク同士が接続していく。
- グローバルな視点であること
オープンであることにも通じるが、インターネットへの接続性や技術標準・ポリシーにおいてもグローバルな視点で議論される。

インターネットが繋がるしくみ ～インターネットの通信を支える基盤～



一般社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンター

Copyright © 2024 Japan Network Information Center

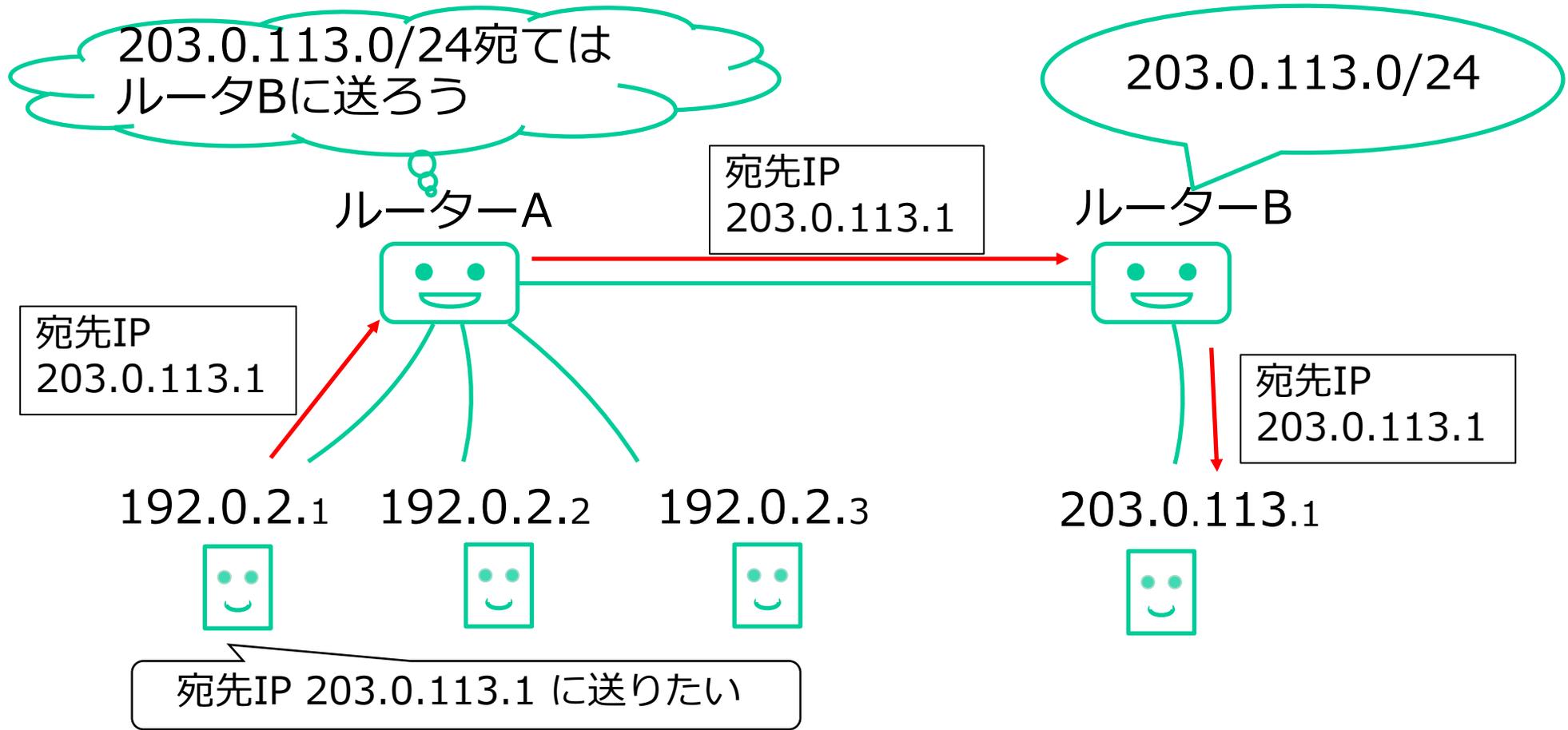
IPアドレスと経路の制御



一般社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンター

Copyright © 2024 Japan Network Information Center

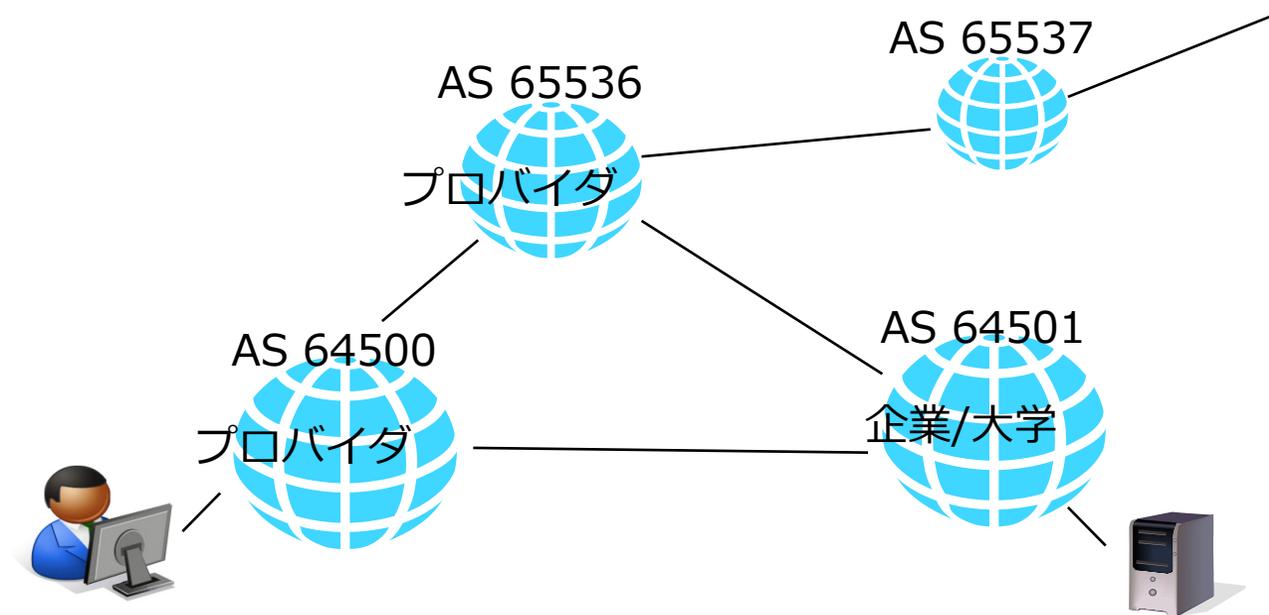
ルータによる経路情報の管理と交換



経路制御 = ルーターに伝送路を決めさせること

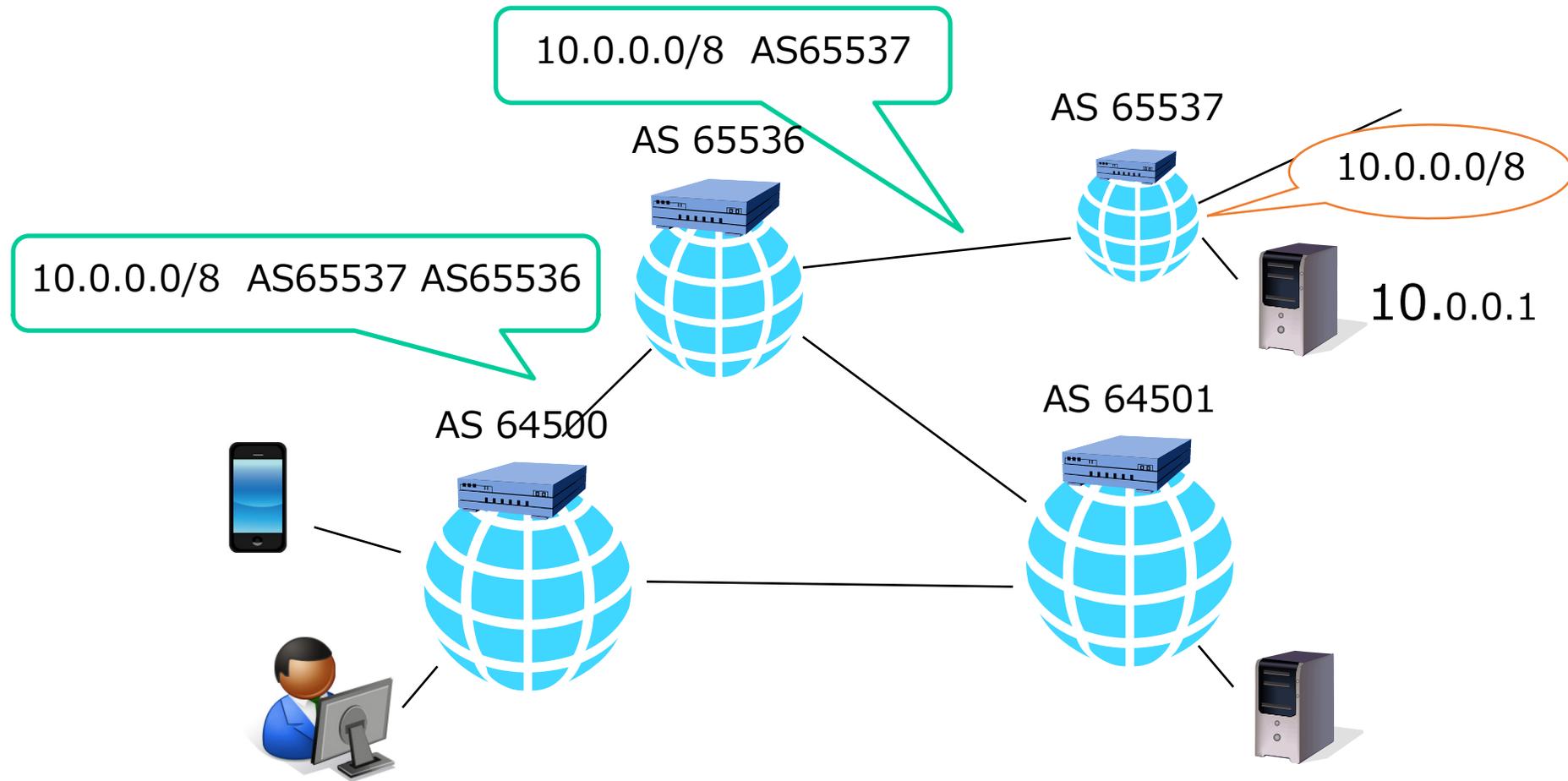
・ AS(Autonomous System) 自律システム

- インターネットは、自律的なネットワーク「AS」同士がつながって構成されている



- ASを識別する番号の「AS番号」は、JPNICのような「レジストリ」によって割り当てられる。

AS間ルーティングとBGP



ASで收容されているIPアドレスの情報は「BGP」
において「経路情報」と呼ばれ伝播される。

ドメイン名とDNS



一般社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンター

Copyright © 2024 Japan Network Information Center

▶▶▶ ドメイン名とそれが生まれた背景

WebのURL

https://**www.nic.ad.jp**/

赤枠で囲ったところがドメイン名

メールアドレス

query@**nic.ad.jp**



人間が入力したり、解釈しやすい形式になってるんだ。

ネットワークの管理の範囲やアクセスする先の名前を表したり、アクセスに必要な情報に名前を付けるための、表記方法が決められた文字列のこと

コンピュータはIPアドレスの方が処理しやすいが、人間には扱いにくいいためドメイン名を使う

ドメイン名の種類と構造

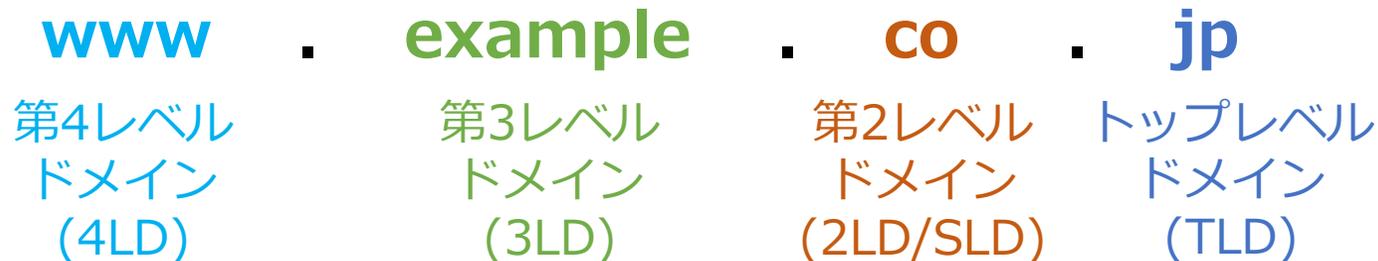
gTLD (generic Top Level Domain)

世界中から登録が可能でおよそ統一されたルールで運用
.com、.net、.orgなどが有名だが、2013年以降爆発的に増加中

ccTLD (country code Top Level Domain)

国際標準化機構のISO 3166-1に基づいて国や地域に割り当て
.jp(日本)、.uk(イギリス)、.de(ドイツ)、.cn(中国)など
その国や地域に管理が任されていてルールはまちまち

ドメイン名はラベル(文字列)を「.」で区切った構造



▶▶▶ ホスト名から始まるドメイン名の歴史

1970年代	ネットワーク名やホスト名とアドレスの組み合わせをテキスト形式で記述した ホスト表 が配布されていた。 ホストの増加に伴って最新のファイル配布が困難に。
1982年	名前を問い合わせるとアドレスを答えるネームサーバが提案される[rfc811]
1983年	DNS(Domain Name System)が提案され最初のプログラムが作成される[rfc882]
1984年	BIND(Berkeley Internet Name Daemon)が開発され広まっていく

ホスト表の例

```
HOST : 26.0.0.73, 10.0.0.51 : SRI-NIC.ARPA  
HOST : 10.2.0.11 : SU-TAC.ARPA
```

▶▶▶ DNSの目指したもの

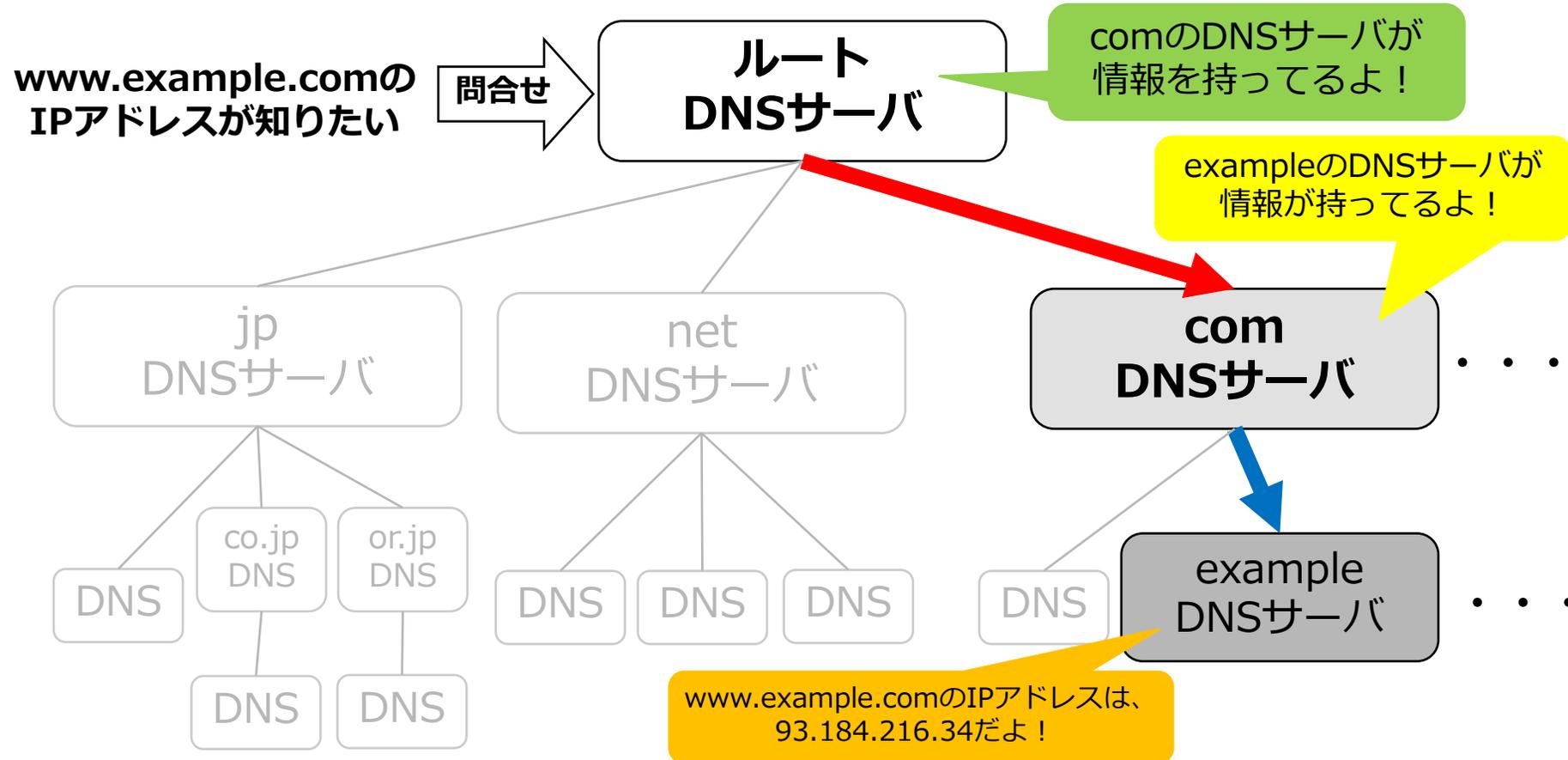
ホスト表の目的を引き継ぎつつ、規模が大きくなっても動いて便利なものを目指す

ネットワーク上で分散して名前を管理でき、その上で名前を調べられるようにする

あらかじめ名前の範囲を確保できるようにする
(全体で重複しない)

電子メールなどのサービスのために名前を使えるようにする

▶▶▶ DNSの構造



DNSはドメイン名とIPアドレスの対応情報の管理の他、下の階層のDNSを指し示す役割も担っている

▶▶▶ ルートサーバ

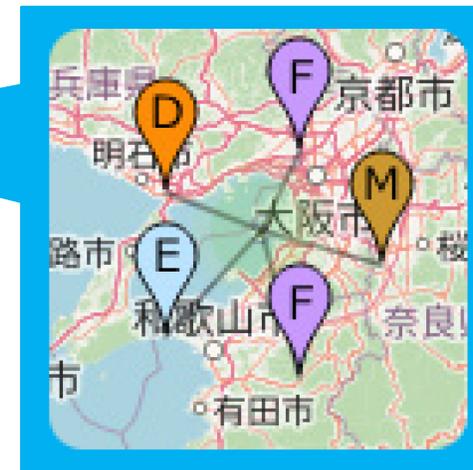
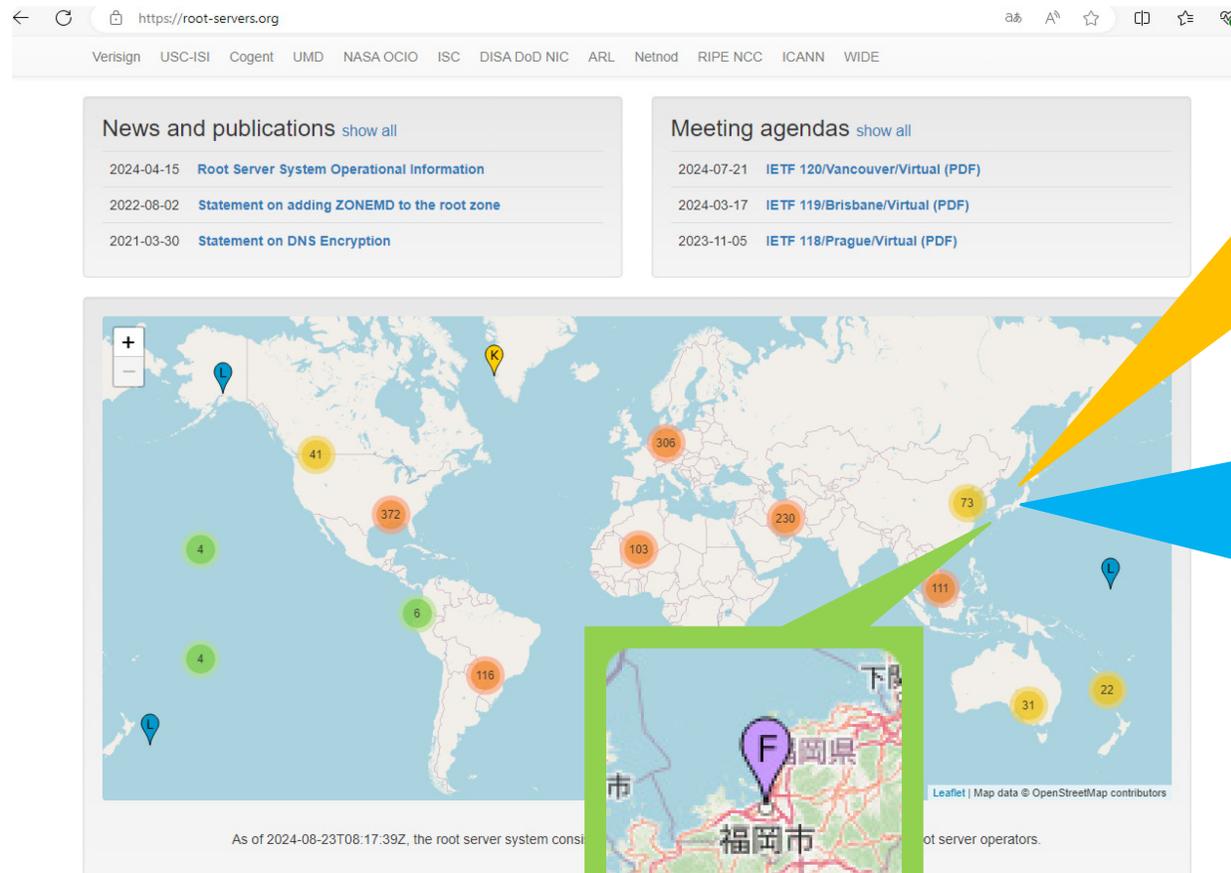
- DNS階層構造の頂点に位置するサーバ
- 無いと名前解決のしくみが成り立たない
- トップレベルドメインのネームサーバを管理
- ルートサーバは世界中にA~Mの13組が存在
- IANAがルートネームサーバにおけるゾーンを管理

ルートサーバと管理組織の一覧(アルファベット横の()内は拠点数)			
A (59)	VeriSign, Inc.	H (12)	米国陸軍研究所
B (6)	南カリフォルニア大学情報科学研究所(ISI)	I (83)	Netnod (Autonomica)
C (12)	Cogent Communications	J (150)	VeriSign, Inc.
D (224)	メリーランド大学	K (123)	Réseaux IP Européens-Network Coordination Centre(RIPE NCC)
E (328)	米航空宇宙局(NASA)最高情報責任者オフィス	L (146)	Internet Corporation for Assigned Names and Numbers(ICANN)
F (345)	Internet Systems Consortium, Inc.(ISC)	M (21)	WIDEプロジェクト
G (6)	米国防情報システム局		

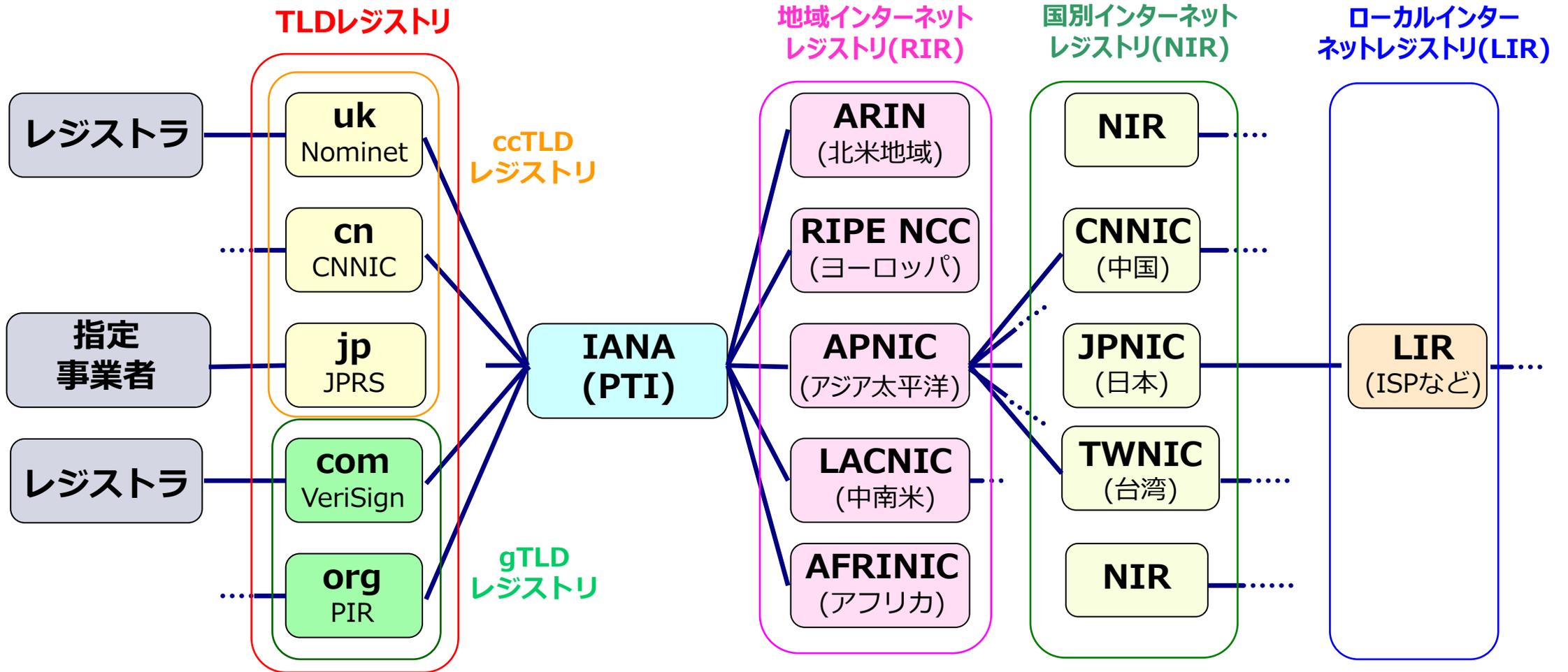
※ 実際の拠点数としては1,515拠点 (2024年8月時点)

ルートのサーバ

ルートのサーバに関する情報提供 - <http://www.root-servers.org/>



階層構造によるインターネットの管理



ドメイン名/IPアドレスともに、登録管理組織（レジストリ）により管理されている

▶▶▶ インターネット資源の一意性とレジストリ

インターネット通信における識別子であるドメイン名、IPアドレスの**一意性**を維持・管理する組織。どちらも重複すると、正しく通信ができなくなってしまう。

ドメインとIPアドレスでそれぞれ複数のレジストリがあり、該当するポリシーに従って管理している。

分配

ドメイン名、IPアドレスを重複しないように分配

登録管理

分配先が混乱しないように分配情報を管理

WHOIS

分配先と連絡先を誰もが検索できる

インターネットの標準



一般社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンター

Copyright © 2024 Japan Network Information Center

▶▶▶ IETFとは

インターネット技術の標準仕様を策定することを目的として組織されたグループ

企業等の代表としてではなく個人として参加

IETFにおける技術仕様はRFC (Request for Comments) という名前で文章化され公開される

活動

IETFメーリングリスト

アナウンスMLとWGのディスカッションMLなどがある

IETFミーティング 年3回

WGやワークショップの中間 (Interim) ミーティングもある

昨今はオンラインで開催される

▶▶▶ IETFにおける“言葉” → 理念のような位置づけ

Jon Postel

"Be conservative in what you send and liberal in what you accept"

「送るものには保守的であれ、受け取るものには寛容であれ」

David Clark, (INET92 in Kobe)

"We reject kings, presidents and voting; we believe in rough consensus and running code."

「私たちは王様、大統領、投票を拒否します。大まかな合意と動作するコード（プログラム）を信じます。」

▶▶▶ デファクト標準とデジュール標準

デジュール 標準

De jure = 合意決議による標準

公的な標準化機関が仕様や企画を策定、トップダウン

ITU、ISOなど

デファクト標準

De facto = 事実上の標準

市場で広く利用されているものが標準、ボトムアップ

インターネットはデファクトを重視

ラフコンセンサス+ランニングコード

IETF、W3Cなど

▶▶▶ インターネットは民間主導・自律分散

インターネットはネットワークの集合体であり、一意性の維持に関わる部分を除いては、各ネットワークそれぞれが自らを管理し、どこか中央で一元管理されているわけではない（＝自律分散）

インターネットは設立以来ずっと、政府機関では無く民間の手により維持管理がなされてきた（＝民間主導）

自律分散型のネットワークを全体としてうまく動かすためには、共通したルールが存在することがとても重要

▶▶▶ まとめ

インターネットのこれまでとそれを支える基盤

ARPANETを起源としたネットワークの発展

IPアドレスと経路制御、ドメイン名とDNS

インターネットの規模拡張性を支えてきた技術

インターネットは地球規模で動くネットワークで、いろいろなネットワークが相互に接続

インターネット資源の一意性とそれを担保するしくみ

インターネットの標準

ラフコンセンサスとランニングコードを理念に掲げるIETF



参考資料：独習に役立つ資料のご紹介



一般社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンター

Copyright © 2024 Japan Network Information Center

インターネット歴史年表

インターネットの歴史を「海外」「日本」「JPNIC/資源管理」という三つのカテゴリ別にまとめ、「IPアドレス」や「セキュリティ」「法制度」などなど、それぞれのトピックごとに表示/非表示を切り替えられるようになっています

インターネットの歴史とその資源管理について検索してみよう!

JPNICアーカイブス

インターネット歴史年表

最終更新日 2023年3月3日 更新履歴

JPNICでは、本館裏へのフィードバックや館員社務の支援を受け付けています。記事へリンクする場合は、アイコン一覧をご覧ください。セキュリティに関する出来事についてはJPCERT/CCに協力をお願いしています。

この歴史年表の使い方 (JPNIC BLOG記事)

1958 ... 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020

カテゴリ (クリックして表示/非表示を選択できます)

海外での出来事 JPNIC/日本での資源管理 日本での出来事

1958 ARPA発足
最先端科学技術の軍事利用への転用のための研究を取り扱う組織として、米国が格別な高等研究計画局(ARPA: Advanced Research Projects Agency)が設置されました。

1967 ARPANET計画誕生
米国国防高等研究計画局(ARPA: Advanced Research Projects Agency)の資金提供により、世界初の(ケット)通信ネットワークであるARPANET(Advanced Research Projects Agency Network)の研究プロジェクトが実施されました。このARPANETは、現在のインターネットの始まりとも見えるネットワークです。

1968 IMP(Interface Message Processor)発表



<https://www.nic.ad.jp/timeline/>

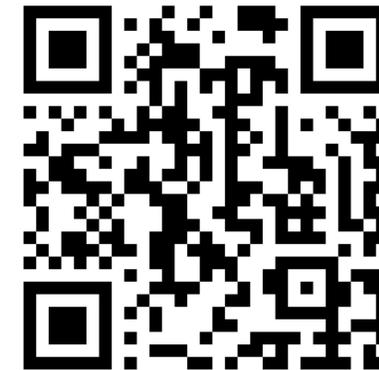
年表を活用するための解説記事
もあります!

<https://blog.nic.ad.jp/2022/7406/>



YouTube JPNICチャンネル

独習に適した各種セミナーの動画や、最新情報の収集に役立つIWをはじめとした各種イベント動画、さまざまな解説動画などを公開しています



https://www.youtube.com/@JPNIC_info

▶▶▶ Internet Week Basic オンデマンド

インターネットの基礎をいつでも、どこでも学習できます



Internet Week
Basic オンデマンド

カテゴリ

- AS運用
- DNS
- IPv6
- RPKI
- インターネットガバナンス
- WHOIS/インターネット資源管理
- セキュリティ
- ネットワーク

一覧

公開日	タイトル	カテゴリ	講師	再生時間
2024-03-26	「効果が出る」ネットワーク自動化の始め方～理解設定と自動化のアプローチ～	ネットワーク	中島 倫明	01:05
2024-03-26	「セキュリティの仕事を、どんなことをしているの？どうしたらなるの？」2023	セキュリティ	磯原 陽輝 奥石 隆 許斐 由佳梨	01:34
2024-03-21	Abuse対応の理論と実践 ～abuse対応はじめての1歩～「Abuse対応の理論」	セキュリティ	山下 健一	00:47
2024-03-21	Abuse対応の理論と実践 ～abuse対応はじめての1歩～「Abuse対応の実践と対策」	セキュリティ	近藤 和弘	00:58
2024-03-21	Abuse対応の理論と実践 ～abuse対応はじめての1歩～「Abuse窓口への連携」	セキュリティ	田中 信太郎	00:38
2023-05-12	コンテンツプロバイダがIPv6対応するためのステップ	IPv6	中溝 私歌	00:38
2023-05-08	WHOIS概要	WHOIS/インターネット資源管理	中川 あきら	00:46
2023-03-13	DNSに対するサイバー攻撃とその対策(理論編)	DNS セキュリティ	森下 孝宏	00:30
2023-03-13	DNSに対するサイバー攻撃とその対策(実践編)	DNS セキュリティ	森下 孝宏	01:25
2023-01-16	インターネットガバナンスその4「インターネット上のガバナンス」編	インターネットガバナンス	朝村 昌紀	00:31



<https://www.nic.ad.jp/ja/materials/iw/ondemand/>

▶▶▶ JPNICの会報誌「JPNIC Newsletter」



- その時々旬の話題を取り上げた「特集」
- 会員企業を紹介する「会員企業紹介」
- 歴史をひもとく「インターネットことはじめ」
- 業界で活躍する方を取り上げる「Internet Loves You」
- 知っておきたいテーマや動向を取り上げる「インターネット10分講座」

など、毎号盛りだくさんの内容です！

会報誌ですがバックナンバーは
Webでもご覧いただけます



JPNICブログ

旬の話題を、ビジュアルデータで
わかりやすく！
ここでしか読めない、
注目コンテンツも！



メールマガジン - JPNIC News & Views -

最新トピックスや用語、統計情報等を
タイムリーに、お手元にお届けします！

いますぐ無料登録



ウクライナ侵攻とインターネット

dom_gov_team 2022年3月11日

2022年2月下旬に始まったロシアによるウクライナ侵攻は、2週間以上が経った今も収まらず、事態が憂慮されます。日本はウクライナを支持しロシアを非難する立場から、支援や制裁を打ち出しており、多くの西側諸国でも同様です。そんな中インターネット基盤に関してどのような動きがあるか、本稿にまとめてみました。

ウクライナ副首相がICANNに対してロシアのccTLDの無効化などを依頼

ウクライナの第一副首相兼デジタルトランスフォーメーション大臣ミハイロ・フェドロフ氏がICANNに宛てられた2022年2月28日の書簡において、

1. ロシアのccTLD (.ru, .su, .P Φ) の無効化
2. これらのccTLDに対するSSL証明書の無効化推進
3. ロシア連邦に設置された2つのルートDNSサーバの無効化

の3点がICANNに要請されました。この書簡はICANN事務総長ヨージン・マービー氏に宛てられていたが、加えて広く関係者に写しが送られたため、各種メディアでも報道されるに至りました。この書簡に対しては、同3月2日にマービー氏から返信がなされました。

原文から、主な内容を抜き出し、和訳します。

- ICANNはインターネットの一意な識別子を管理する独立した技術組織であり、単一でグローバルな相互運用可能なインターネットの識別子に関する安全性・安定性・堅牢性を推進する団体である。
- このインターネットに関する技術調整は、政治利用されるべきではなく、また、正常機能を担保するためであり、機能を止めるためではない。
- インターネットは分散システムで、誰か一人が止められるようになっていない。IANAの機能に関するポリシーもマルチステークホルダーコミュニティによって策定され、一方的な意思決定の影響を受けにくい構造はグローバルな公益に寄与している。
- ccTLDに関するICANN/IANAの機能は、各国の適格な運用者からの要求を精査して実施することがそのほとんどであり、グローバルに合意されたポリシーにおいては一方的な要求によってドメイン名を切断することは不可能である。
- ルートDNSサーバの運用、SSL証明書の発行はICANN以外の団体によって行われており、ICANNは機能を持たない。

▶▶▶ 最新の脆弱性などのセキュリティ情報

(最新の脆弱性などのセキュリティ情報)

JPCERT コーディネーションセンター 注意喚起

<http://www.jpccert.or.jp/at/>

IPA 独立行政法人 情報処理推進機構：情報セキュリティ

<https://www.ipa.go.jp/security/>