

第22部

M-Root DNS サーバの運用

加藤 朗、関谷 勇司、石原 知洋、遠峰 隆史

第1章 M Root DNSサーバの概要

Root DNSサーバは、DNSによる名前解決の要である。Cacheを多用するため、毎回のDNSの名前解決の度に参照されるわけではないが、DNSによる名前解決を行う上で重要な役割を担っている。

1995年頃まではRoot DNSサーバはA-Iの9つのサーバで運用されていた。I-Root以外は全てU.S.で稼働していたが、ヨーロッパやアジア太平洋地域へのインターネットの展開により、それらの地区でのRoot-DNSサーバの必要性がIEPGなどで議論されるようになった。このため、1997年に入るとJ-Mの4つが追加された。DNSのUDPを用いる際のメッセージ長は、IP/UDPヘッダを除くと512byteが上限であったため[95]、事実上13がRoot DNSサーバ数の上限となっている。同年5月にはK-Rootが英国のLondonのIXであるLinxにおけるRIPE/NCCの運用に移管され、M-Rootは同年8月にWIDE Projectの運用で東京での運用がスタートした[96]。運用開始まではM-RootはUSC/ISIに割り当てられたIPアドレス空間を用いていた。1996年に指名を受けたWIDE Projectでは、サーバ基盤を東京で準備しておき、IPアドレスはAPNICから割り当てを受けた。そして、1997年8月にrootゾーン、root-servers.netゾーンおよびroot.cacheファイルのM-RootのIPv4アドレスを新しいものに変更し、Jon Postelが各種メーリングリストにアナウンスするという形で運用が始まった。

M-Root DNS Serverは1997年8月に運用を開始してから26年以上、大きなトラブルなく運用を継続している。当初はルータとしてCisco 4500一台、サーバとしてPentiumPro 200MHz PC 2台(primary/backup)という小規模なハードウェアで運用していた。当初の問い合わせ

せは600qps程であり、現在の80,000qps程度に比べると1%にも満たない量であった。

2002年に東京拠点で“Anycast in a Rack”として、Anycast[97]の予備的な運用を、他のRoot DNSサーバに先駆けて開始して以来、2004年に掛けて、Seoul、San Francisco、Parisの各拠点で運用を開始した。当初は、202.12.27.33というアドレスを使用しIPv4のみのサービスを提供していたが、2008年2月からは13あるRootサーバの最初の4つのうちのひとつとして、2001:dc3::35というアドレスのIPv6サービスを、後述のSeoul拠点以外で開始した。2013年には基本的には全拠点でのIPv6サービスを開始し、現在に至っている。

M-Rootは運用開始当初からWIDE Projectが責任をもって運用しているが、2005年12月から日本レジストリサービス(JPRS)との共同運用を実施してきた。2019年にAPNICおよびAPNIC Foundationからの資金をベースに、アジア太平洋地域を中心にM-Rootを展開するプロジェクトが始まった。WIDE Project、JPRS、APNICの三者で2020年8月にMoUが締結された。このMoUに基づいた最初のケースとして、APNIC自身がホストとなり、オーストラリアのBrisbaneにあるデータセンタにおいて2020年12月に運用を開始している。この場合でも、運用主体はWIDE ProjectとJPRSの共同で実施しており、APNICは機材等を提供しているだけである。ただし、オーストラリアにある販社から機材等を調達する必要があり、ターゲットとなる地域では、そこでの機材の輸送や障害発生時のサポートなど、簡単にいかない場合も増えてきており、APNICの調達担当者のご苦勞は相当なものであることを申し添える。

APNICとのプロジェクトでは、主に限定された地域を対

象にサービス提供を行う、いわゆる“Local Anycast”を提供する小規模なサーバを、多数の地点で運用することによって、RTTの低減を狙ったものである。Ethernetスイッチおよびサーバをそれぞれ一台、APNICが調達し、MoUを締結したHostが、ラックスペース、IXポート、管理に必要なIPv4/IPv6アドレスおよび接続性、これに加えて必要なremote handを提供することで、インストールに我々が現地に赴く必要を排している。

世界的なISPの集結地点に関しては多くのトラフィック（望ましくないものも含む）が予想されるため、数台のサーバにルータ、スイッチなど、規模の大きな展開を行うことにしている。この場合には、配線等が複雑になったり、Hostが在住ではないケースもあるため、我々がハードウェアの設置を、少なくとも初期段階では実施している。

伝統的に、Root DNSサーバはIXに接続するのが良いとされている。一つには、BGPのAS-Pathを長くせず、多くのISPと経路交換ができることにより、短い遅延時間でサービス提供ができる可能性が高まること、また、問題があるトラフィックの発生時には、発信元が少数のISPに限定される場合、経路広告を一時的に休止するような対応ができることが挙げられる。また、現在ではあまり見受けられないが、Root DNSサーバの存在を特定のISPの広告

材料に使われる可能性もある、こともある。そのため、現在に至っても、基本的にはIXに接続することを想定しているが、対象国によってはIXの整備が十分ではないこと、あるいは、当該国のみならず近隣諸国へのサービス提供が可能であるという条件で、ISPにホストをお願いすることもある。

第2章 運用拠点

現在、M-Rootでは、表1に示すGlocal Nodeを運用している。Global Nodeでは、M-Rootのサービスアドレスを含む202.12.27.0/24および2001:dc3::/32をAS7500から特段の制約なしに広告している。

なお、M-Rootとしては初めての南米の拠点がブラジルのSao Pauloで運用を始めている。BRのレジストリなどブラジルでのインターネットコミュニティの要の役割であるNIC.BRに機材、設置場所、リモートハンド、管理用の接続性などを提供して頂いている。NIC.BRがホストして準備を進めている。

この他、Quizon (PH)、Columbo (LK)、Jinan (CN) で運用準備が進められている。Vientiane (LA)、Wuhan (CN)、Mandalay (MM)、Hamilton (NZ)、Tuvalu (TV)、

表1 M-Root Global Node一覧

地域	都市圏	識別子	運用開始	ホスト	現在の接続先 IX
JP	東京	M-NRT-DIXIE	1997 (Aug)	WIDE&JPRS	DIX-IE
		M-NRT-JPIX	1997 (Aug)	WIDE&JPRS	JPIX
		M-NRT-JPNAP	1999	WIDE&JPRS	JPNAP
	大阪	M-KIX	2002	WIDE&JPRS	NSPIXP3, JPNAP-Osaka, JPIX-Osaka
US	San Francisco	M-SFO	2004 (Oct)	WIDE&JPRS	SFMIX, FCIX
		M-SJC	2018 (Jan)	WIDE&JPRS	AMSIX-Bay
KR	Seoul	M-ICN	2004 (Jul)	WIDE&JPRS	KINX
FR	Paris	M-CDG	2004 (Sep)	WIDE&JPRS	SFINX, Equinix
	Paris	M-ORY	2016 (Nov)	WIDE&JPRS	FranceIX, NL-ix
SG	Singapore	M-SIN	2022 (Nov)	APNIC	Equinix, SingAREN
HK	Hong Kong	M-HKG	2023 (Sep)	HKIX	HKIX
BR	Sao Paulo	M-GRU	2024 (May)	NIC.BR	IX.BR

Almaty (KZ)で機材等の到着待ち、あるいは運用に向けた調整が進行中である。さらに、Teheran (IR)、Jeddah (SA)、Thimphu(BT)などで調整が進められている。

太平洋の島国などでは、インターネットが少数の海底ケーブルに依存しているケースもあり、またサーバやネットワーク機材の保守ができないなどの問題があるところも少なくない。またインターネットユーザ数が少ないことでサーバを設置してもRoot DNSサーバへの問い合わせ密度が僅かになってしまうこともある。これらの地域に関しては、RFC8806[98]に示されるように、ローカルISPの顧客向けDNSサーバにRootサーバを併設するモデルや、Starlinkなどの衛星インターネットサービスを併用することなどの検討が進められることになった。

第3章 2024年のトラフィック傾向

図1にM-Root全体に対するトラフィックの2024年における推移を示す。2023年はトラフィックはあまり変化していなかったが、2024年はSao Pauloにグローバル拠点が新設されたことなどによって2割ほどトラフィックは増加している。

また、2024年はDNSSECに用いられるRootのKey Signing Keyが新たに生成された。これはKSK-2024と呼ばれるもので、Key Tag値は38696である。現在用いられているKSK-2018 (Key Tag:20326)と同じアルゴリズムであるRSASHA256に基づいており、2025年当初にRoot Zoneにおける公開を予定している。実際のKey Rolloverは2026年10月に実施予定であることがICANNより発表されている[99]。

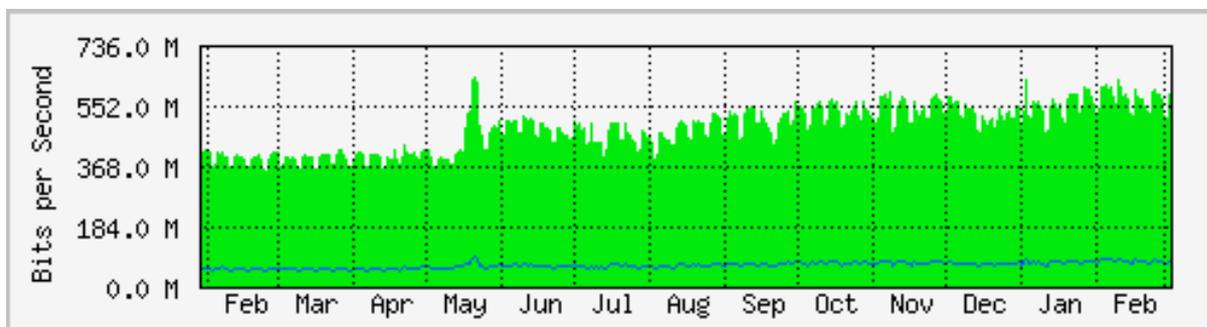
謝辞

機材更新に関して、機材の提供を頂いたM-Rootの共同運用をしている日本レジストリサービスおよび同社の関係技術者諸氏に感謝します。M-Rootの運用は、東京拠点ではDIX-IE、JPIX、JPNAP、大阪拠点ではNSPIX3、JPNAP-Osaka、JPIX-Osakaの、Seoul拠点ではKINX

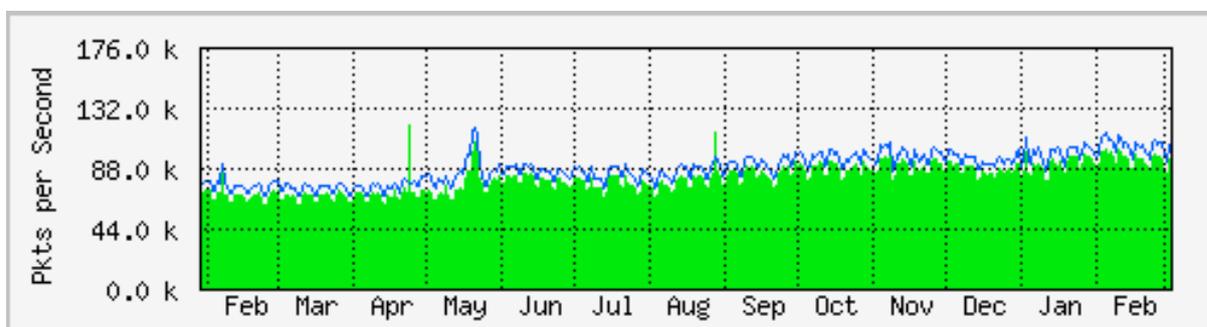
およびKREONET2、Paris拠点ではTelehouse Paris、Renater、SFINX、FranceTelecom、Equinix Paris、NL-IX/OpenTransit、France-IX、TINET、およびAFNICの、San Francisco拠点ではSFMIXおよびFCIX、のご協力のもと運用を行っております。また、Brisbane拠点ではAPNICの、Hanoi拠点に関してはVNNIC、Guam拠点に関してはUniversity of Guam、Kuala Lumpur拠点に関してはMyIX、Bangkok拠点に関してはBKNIX、Singapore拠点に関してはAPNIC、Kaohsiung拠点に関してはTWIX、Hong Kong拠点に関してはHKIX、Ulaanbaatar拠点に関してはMISPA、その他数多くのISPや諸氏のご協力のもと運用されており、これらの団体および関係者に感謝します。さらに概ね隔週開催される遠隔会議に出席しているJPRSおよびAPNICの方々、我々の関係が薄い地域との初期の交渉を担当して下さっているAPNICの担当者、調達の関係で沢山の相見積りと奮闘して下さっているAPNICの担当者に深く感謝します。

表2 M-Root Local Node一覧

地域	都市圏	識別子	運用開始	ホスト	現在の接続先 IX
AU	Brisbane, QLD	M-BNE	2020 (Dec)	APNIC	MegaIX, QLD-IX, IX Australia
VN	Hanoi	M-HAN	2021 (Oct)	VNNIC	VNIX Hanoi
GU	Mangilao	M-GUM	2022 (Feb)	MARIIX	MARIIX, (GOREX)
MY	Kuala Lumpur	M-KUL	2022 (Mar)	MyIX	MyIX
TH	Bangkok	M-BKK	2022 (Nov)	BKNIX	BKNIX
TW	Kaohsiung	M-KHH	2023 (Mar)	TWIX	TWIX
ID	Jakarta	M-JKT	2023 (May)	APJII-IDNIC	IIX, OpenIXP
MN	Ulaanbaatar	M-UBN	2023 (Oct)	MISPA	MISPA-IXP
KH	Phnom Penh	M-PNH	2023 (Dec)	CNX	CNX
NP	Kathmandu	M-KTM	2024 (Apr)	NPIX	NPIX
BD	Dhaka	M-DAC	2024 (May)	BDIX	BDIX
IN	Mumbai	M-BOM	2024 (Jun)	NIXI	NIXI/Mumbai
PK	Lahore	M-LHE	2024 (Jun)	PKIX	PKIX
IN	Kolkata	M-CCU	2024 (Dec)	IIFON	IIFON
MV	Male	M-MLE	2024 (Dec)	MVIX	MVIX



(a)トラフィック



(b)パケット数

図1 M-Root DNS全体の問合わせ