

1 IPv4 アドレスの消費状況と、枯渇に関する
議論の動向

1 IPv4 アドレスの消費状況と、枯渇に関する議論の動向

1-1 IPv4 アドレスの消費状況と今後の予測

IPv4 アドレスの枯渇予測は過去に何回も議論の対象となってきた。古くは 1994 年に IETF の ALE(Address Lifetime Expectations) ワーキンググループによって、2008 年±3 年に枯渇するという予測¹がされたのを始めとして、2001 年には Jawad Khaki 氏が 2009 年に枯渇するとの予測を発表²、他にも様々な予想が提示されたが、2003 年に APNIC の Geoff Huston 氏の独自予測が発表され、結果として RIR 関係者により信頼の置ける予想として広く受け入れられた。この後、Huston 氏の予測は IANA からの割り振り量の増加等の要因に伴い何回か見直されたが、現在（2009 年 3 月）に至るまで広く RIR 関係者の支持を得ている。この Huston 氏の予測によると、IANA の IPv4 アドレス在庫が尽きるのは 2011 年 4 月、RIR の IPv4 アドレス在庫が尽きるのは 2012 年 7 月とされている。現在世界各地で IPv4 アドレス在庫枯渇にどう対応するかの議論が活発化しているが、そのほとんどはこの予測をもとに行われていると言える。

Huston 氏は、日々更新される割り振りデータを基に自身の枯渇時期予測を毎日自身のウェブサイト上³で更新している。2007 年 3 月時点では IANA 在庫アドレス枯渇時期 2012 年 7 月 15 日とされていたので、IANA における IPv4 アドレス枯渇の予測時期は、この 2 年で 1 年ほど早まったということになる。

IPv4 アドレスの消費ペースが落ちている兆しは今のところ見られない。IANA から RIR への割り振り状況を見ても、2004 年には /8 が 9 個、2005 年には 13 個が割り振られている。2006 年には 10 個、2007 年には 13 個が割り振られ、概ね年間で 10 個前後の /8 が消費し続けられている状況と言える。2008 年は /8 が 9 個、2009 年 3 月現在では同 2 個割り振られており、実際にグローバルアドレスとして利用できる /8 の IANA における在庫数は 2009 年 3 月現在で 32 個となった。過去の割り振り状況から将来の枯渇時期を予測するという Huston 氏の予測手法に立脚した予測時期が 2006 年まではだんだん早まっていたものの、2008 年以降は少しずつ後ろへずれてきたこと、およびいわゆる「駆け込み需要」などが発生する可能性もあることから消費状況の予測は容易ではなく、今後の割り振り状況が注目される。

こうした中、JPNIC では Huston 氏の予測手法とは別の方法で IPv4 アドレスの在庫枯渇時期

¹ <http://www3.ietf.org/proceedings/94dec/ipng/ale.html>

² <http://www.jp.ipv6forum.com/2001/program/slides/K1.ppt>

³ <http://www.potaroo.net/tools/ipv4/>

の予測、再検証を行った。情報通信技術関連の需要要因を示すさまざまな経済指標を基に JPNIC 独自の予測を行ったものであるが、この独自予測も 2010 年から 2011 年に IPv4 アドレスの在庫枯渇に到達するという結果を得て、Huston 氏の予測の信頼性を確認している。JPNIC の予測手法の詳細については、「IPv4 アドレス在庫枯渇問題に関する検討報告書(第一次)」⁴を参照いただきたい。

同報告書では、分配済みの IPv4 アドレスの回収可能性についても検討している。歴史的 PI アドレスをはじめとする既存（分配済み）アドレスの中には未利用の状態であるものが相当数存在しており、それらを回収すれば IPv4 アドレスの在庫枯渇時期を遅らせることができるという意見が多く出ている。歴史的 PI アドレスに関する取り組みは既に開始されているものの、在庫枯渇対応といった大きな目的を持って未利用アドレスを回収することに関して本格的な検討が行われていなかったことを背景に、在庫枯渇問題に大きく寄与できるほどの回収量が期待できるのかどうかについて、および回収できたアドレスについて本当に利用しやすい状態となっているのかどうかについて検討したものである。

検討によると、未利用アドレスを回収し活用することの可能性、課題は以下のようにまとめられる。

- 小分けされた形の返納を許すことで、回収再利用の可能性は高まる。
- 一方で、回収により再度割り振り供給に回せるアドレス量は最大でも /8 が数個程度と考えられる。
- 上記アドレス量は、直近 2 年間で見たとき、数ヶ月分のアドレス需要を満たす分量に過ぎない。
- したがって、未利用アドレス空間の回収、再利用は短期的には有効かつ不可欠の活動ではあっても、長期的に見たときの有効な解決策にはならないものと考えられる。
- 小分けにされたルーティングが増えることで、事業者にとっては設備増強等の負担増が必要となる。コミュニティ全体として、このコスト負担が可能かは不確実であり、到達性において不安定なアドレスブロックが発生する可能性がある。
- 積極的な IP アドレス返納を可能とする新たな仕組み作りが必要であり、IP アドレス在庫が深刻な状況になる前に、短期間の間に世界的コンセンサスを形成する必要がある。

この見方は JPNIC のものだけでなく、IANA の担当者も同様な見方をしている。IANA の担当者が ICANN blog に投稿した記事⁵によると、これ以上歴史的 PI アドレスの返却が進む

⁴ <http://www.nic.ad.jp/ja/ip/ipv4pool/ipv4exh-report-071207.pdf>

⁵ <http://blog.icann.org/?p=271>

とは考えにくく、返却されたとしても長期にわたる需要を支えるには圧倒的に供給が不足するだろうとの見方が示されている。

一方、2008年2月のAPNICミーティングでは、非常に限られた数のISPが、2007年に割り振られたアドレスの大部分を消費しており、今後もそれらISPの割り振り申請が続くのか、もしくは新興国の需要が今後活発化してきた際に同様の需要の伸びを示すのか、慎重に見極める必要がある、との指摘もなされている。

IPv4アドレスの駆け込み需要が既に発生しているという可能性もあり、なお実際の枯渇時期は流動的であるともいえるだろう。しかし、複数の予測がIANAにおける在庫枯渇を2011年前後としており、残された時間は多いとは言えない状況であることは確かである。

以下参考として、2009年3月11日現在でIANA予約アドレスまたは在庫とされているIPv4アドレスを示す。この空間には実際にはグローバルアドレスとして利用できない空間が含まれている。グローバルアドレスとして使えないものにはその旨注記したので確認いただきたい。

アドレスブロック	利用状況、備考
0.0.0.0 – 0.255.255.255	IANA 予約空間。グローバルアドレスとしては利用不可。
1.0.0.0 – 2.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(2 * /8)
5.0.0.0 – 5.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(1 * /8)
10.0.0.0 – 10.255.255.255	IANA 予約空間 (プライベートアドレス用)。グローバルアドレスとしては利用不可。
14.0.0.0 – 14.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(1 * /8)
23.0.0.0 – 23.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(1 * /8)
27.0.0.0 – 27.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(1 * /8)
31.0.0.0 – 31.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(1 * /8)
36.0.0.0 – 37.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(2 * /8)
39.0.0.0 – 39.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(1 * /8)
42.0.0.0 – 42.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(1 * /8)
49.0.0.0 – 50.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(2 * /8)
100.0.0.0 – 107.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(8 * /8)
127.0.0.0 – 127.255.255.255	IANA 予約空間 (ループバックアドレス用)。グローバルアドレスとしては利用不可。
175.0.0.0 – 177.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(3 * /8)
179.0.0.0 – 183.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(5 * /8)
185.0.0.0 – 185.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(1 * /8)

アドレスブロック	利用状況、備考
223.0.0.0 – 223.255.255.255	IANA 在庫。利用可。(1 * /8)
224.0.0.0 – 239.255.255.255	IANA 予約空間 (マルチキャスト用)。グローバルアドレスとしては利用不可。
240.0.0.0 – 255.255.255.255	IANA 予約空間。グローバルアドレスとしては利用不可。

上記で示すとおり、240.0.0.0 – 255.255.255.255 はいわゆるクラスEとして実際にはグローバルアドレスとしては使えない空間である。しかし、これを大規模ISPの内部ネットワーク用として、プライベートアドレス的に使う空間に指定しようという動きがある。2007年9月に行われたAPNICミーティングでこの活動が紹介され⁶、インターネットドラフトとなっている⁷。仮にこの空間の使用をポリシーで定めたとしても、使える状態にするにはそのアドレスを扱う全てのホスト、ノード、ネットワーク機器が対応しなければならないため実現は難しく、2009年3月現在、この空間はまだ内部ネットワーク用途に使えるような状態にはなっていない。

1-2 IPv4 アドレス在庫の枯渇に関する議論の状況

各地域においてどのようなIPアドレス管理ポリシーが提案され、議論されているかについては本報告書内の第1部3-1で概説したが、本項では特にIPv4アドレス在庫の枯渇に関するポリシー提案について詳しく触れる。また、アドレスポリシーの議論とは別にIPv4アドレス在庫の枯渇に関してどのような議論が行われているかもあわせて触れる。

1-2-1 IPv4 アドレス在庫の枯渇に関するポリシー提案とその議論

- グローバルポリシー

IPv4アドレスの在庫の枯渇が迫る中、IANAが管理するグローバルIPv4アドレスの最後の割り振り方式を今のうちに決めておこうという動機から、残存IPv4アドレスのIANAからRIRへの割り振りポリシー（グローバルポリシー）が提案され、全RIRおよびICANN理事会にて承認された。内容については第1部3-1-1で詳述したのでそちらを参照いただきたい。

⁶ <http://www.apnic.net/meetings/24/program/signs/policy/presentations/wilson-class-e.pdf>

⁷ <http://tools.ietf.org/html/draft-wilson-class-e-02>

- 地域ポリシー

2008年度は2007年度に引き続き、現行ポリシーでは禁止されているIPv4アドレスの移転関連のポリシー提案および議論が中心となった。

[APNIC : IPv4 アドレス移転]

2007年9月に開催されたAPNIC 24ミーティングでは、IPv4アドレス枯渇関連ポリシーとして「IPv4アドレスの移転を認める」という提案が提出された。提案の全文訳を以下に示す。

■ 提案日本語訳⁸

(1) 序論

この提案は、APNICポリシー中の、APNICアカウント保持者間でのIPv4アドレス割り振り登録及びIPv4PIアドレス登録の移転禁止の制限を撤廃するものである。この提案は、歴史的PIアドレス移転ポリシーの改良版であり、現在のAPNICアカウント保持者が持っているIPv4資源に適用される。

(2) 要約

アドレス保持者の移転登録に関する現在のAPNICポリシーでは、移転の資格を、運用されているネットワークを管理する組織の合併、買収の場合に制限している。

割り振られていないIPv4アドレスプールは2009年から2011年という時間に枯渇することが予想されている。アジア太平洋地域では、大変な量の投資がIPv4ベースのサービスになされており、IPv6ベースのサービス提供への移行はおそらくIPv4アドレスプールが枯渇するまでよりも時間がかかると思われる。従って、IPv4アドレスへの需要はIPv4アドレスプール枯渇後も続き、その需要を満たすため、アドレス保持者間のアドレス移動が起こる期間が到来すると思われる。

現在のアドレス配布状況を正確に記録することが、APNICアドレスレジストリの目的である。

⁸ 原文は <http://www.apnic.net/policy/proposals/prop-050-v001.html> を参照。

この提案は、APNIC が現在の APNIC アカウント保持者間のアドレス移転を認めることを唱えるもので、APNIC によって IPv4 アドレス移転の登録がなされるよう、移転を行う者に前提条件としていくつかの制限を設けるものである。

(3) 他 RIR の状況

現在どの RIR も、移転を認めるポリシーは施行していない。

(4) 提案詳細

このポリシーが採用されると、APNIC は以下の条件に従い、IPv4 アドレスの移転申請を進める。

[IPv4 アドレスブロックの条件]

- /24 もしくは/24 より大きい IPv4 アドレスブロックのみが移転できる。
- アドレスブロックは、APNIC によって管理されているレンジでなければならない。これは、IANA が APNIC に割り当てた/8 ブロックの一部か、歴史的経緯を持つアドレスで現在 APNIC が管理しているアドレスのいずれかである。
- アドレスブロックは、現在 APNIC アカウント保持者へ割り振り、もしくは割り当てされているものでなければならない。
- アドレスブロックは、移転後は現在の APNIC ポリシー全てが適用される。これは、「歴史的経緯を持つ」とされていたアドレスブロックも同様である。

[移転元に関する条件]

- 移転元は現在の APNIC アカウント保持者でなければならない。
- 移転元は現在 IPv4 アドレス資源の保持者として登録されていなければならない、それらの資源の状況について、何ら紛争に巻き込まれていないこと。
- 移転元は、移転後 24 ヶ月は APNIC から追加の IPv4 割り振りもしくは割り当てを受けることはできない。
- APNIC から IPv4 アドレスが入手可能である限りにおいて、24 ヶ月の割り振り、割り当て禁止期間の後、APNIC へ IPv4 アドレスの申請を将来行う際は、移転元は IPv4 アドレス割り振りを必要とする理由を文書で示さなければならない。

[移転先に関する条件]

- 移転先は、現在の APNIC アカウント保持者でなければならない。
- 移転先組織は、現在の APNIC ポリシーの適用を受ける。特に、APNIC へ追加の IPv4 割り振り申請を行う場合、移転先は移転を受けたアドレスを含め全てのアドレスについて説明を求められる。
- APNIC へ払う維持料は、全ての保持資源をベースに計算される。

[アドレス移転プロセス]

APNIC が移転元及び移転先双方から通知を受けた後、

1. 移転の対象となったアドレスに関する登録記録を APNIC が更新する。
- APNIC が移転元のアドレス保持を、移転の時点で調整する。メンバーシップ料金及び（もしくは）サービス料金の観点からは、その時点で APNIC に返却があった場合と同様に取り扱われる。
 - APNIC が移転先のアドレス保持を、移転の時点で調整する。メンバーシップ料金及び（もしくは）サービス料金の観点からは、その時点で APNIC が割り振りもしくは割り当てを行った場合と同様に取り扱われる。
 - 以下の移転に関する詳細情報は、APNIC によって資源移転の記録として公開される。
 - 移転元
 - 移転先
 - アドレス資源
 - 移転日

[移転費用]

APNIC は移転のトランザクション毎に移転先に対し課金を行うことができる。課金額は移転されるアドレスブロックの量に応じて決定される。

移転費用は、このポリシーの採用時には当初 APNIC 理事会によって決定される。移転費用

は将来 APNIC の料金レビューの対象に含まれる。

(5) 提案の長所・短所

[長所]

APNIC アカウント保持者が持っている IPv4 アドレスの実際の状況を、APNIC レジストリが反映し続けることができる。

登録されない IPv4 アドレス移転から生じる、ネットワークの完全性、ルーティングやアドレスシングのインフラへのリスクを軽減することができる。この提案は、アドレス移転の存在を認め、その結果を登録することで、APNIC アドレスレジストリが資源及び資源保持者の正確なデータを維持し続けられるようにするものである。この提案はまた、この登録の正確性に依拠している者も、現状及びその情報の正確性に今後も依拠し続けられるようにする提案である。

使われていない IPv4 アドレスを、使えるようにするより強いインセンティブを与え、IPv6 への移行に向けた残りの IPv4 アドレス需要を満たすための一助となる。

[短所]

将来において IPv4 アドレス空間を得るための唯一の手段として市場ベースのシステムができることに関する懸念が表明されている。また、出し惜しみや投機、価格操作などの市場が失敗する可能性への懸念も表明されている。

これらのリスクを低減させる要因は多数ある。IPv6 への移行が進むにつれ、IPv4 アドレスの市場価値は下がり、増加する IPv6 ネットワークにおける IPv4 ベースのサービスという、低価値のサービスと同等にまでなる。また、APNIC にまだ IPv4 アドレス空間があるうちにこのポリシーを採用すれば、APNIC の現在確立された IPv4 アドレス割り振りプロセスが続くので、これが市場へ供給される代替物となり得る。

(6) APNIC メンバーへ及ぼす効果

APNIC メンバーは、APNIC アカウント保持者間での IPv4 アドレス移転を登録することができる。

(7) NIR へ及ぼす効果

本提案は、NIR で管理されている IPv4 アドレスについてはその範囲外である。また、移転元、移転先が NIR 管理の組織である場合も同様である。

この提案は現在原則として認められていない IPv4 アドレスの移転を認めるものである。提案では、移転元と移転先の当事者同士がどういうルールで移転を取り決めるかについては何も規定していないため、実質的には「売買」を黙認するだと捉える見方もある。

提案者としては「アドレス売買といった移転は IPv4 アドレスの在庫が少なくなるにつれ必ず起こるものであり、現に起こっているケースも見られる。そうであれば、今のうちから移転を通常ルールの下で可能にし、使用の実態が正しく WHOIS データベースに反映するようにルールを整備するべきだ」と主張している。

2007 年 9 月の会場での議論では、IP アドレスは売買されるべきではないが、現実にはそれが起こる可能性がある以上、こういったポリシーを施行するのはやむを得ないとする意見がある一方で、移転が現実化することをポリシー面が後押しすることに躊躇する意見もあった。移転ポリシーの制定に積極的な意見の中でも、RIR 間での移転を認めるべきではないかとする意見や、移転可能なサイズを /24 に限定すべきではないのではないかといった条件面での異論が出てきたため、2007 年 9 月の APNIC ミーティングでは、提案自体に対してコンセンサスを求めることはせず、継続議論の扱いとなった。

この提案は引き続き 2008 年 2 月の APNIC 25 ミーティングでも議論された。提案は一部変更がなされていたが、その変更内容は以下の通り⁹である。

(3) 他 RIR の状況

(前回から追加)RIR 間での移転を認めることは提案者の目的ではない。RIPE では同様な提案が提出されている。

[アドレス移転プロセス]

(前回から追加)集約可能性を保つため、移転先組織は APNIC に対し、移転を受けたアドレスを未割り振りプールに返却することを通告し、同じ大きさのアドレスブロックを移転先組織に登録することができる。このオプションは、移転先組織の判断により、移転先組織が利用することができる。

上記の通り修正は最小限にとどまっております、主要部分に変更はない。2008 年 2 月の APNIC ミーティングでは、「この提案は実質的に IP アドレスの市場化を生む。市場化はされるが

⁹ 修正提案の全文（原文）は <http://www.apnic.net/policy/proposals/prop-050-v002.html> を参照。

規制は実質的に無いということであれば、規制当局が必ず介入してくる。規制当局に対して、この提案が IPv4 アドレスのみに適用され、IPv6 には適用されないなどということを説明することは非常に困難である。結局、今の IP アドレス管理体制が様変わりする危険もはらんでおり、パンドラの箱を開けるようなものだ。」という強い懸念が表明された。また、「リースという概念を維持するよう提案を見直すべき。」という意見や「/24 以上の大きさのアドレスに限定する、ということはポリシーではなく、実際の運用に任せるべき」という意見も出された。一方で「こうした枠組みは絶対に必要。大枠は正しいのだからまずは施行して、細部は必要に応じて変えていけばよい」という意見や、「RIPE で提出されているような（注：後述）一時的な移転という考えと取り入れるべきだ」という意見も出た。全体として、移転を認めることもやむなしとする意見が多数となり、その実装方法に様々な異論があるという状況になってきている。

この議論を受け、2008 年 2 月の APNIC 25 ミーティングでも結論を出すのは避け、継続議論を行うこととなった。

2008 年 9 月に開催された APNIC 26 ミーティングでは、同年 7 月に提出された提案第 3 版について議論が行われた。この版でなされた変更点は、提案内容自体は変わらず移転によるメリット、デメリットの記載の追加が中心であった。議論においては、移転に伴うアドレス管理以外の影響の検討について、及び施行時期について APNIC 在庫枯渇後でよいのではないかという疑問が表明された。また、日本の参加者より、アドレス管理外の影響検討のためのワーキンググループ設立が提案されたが支持は得られなかった。挙手の結果はおよそ 3:2 で賛成のほうが多く確認されたものの、議論で十分に合意が得られていないこと、賛成数が圧倒的多数ではなかったことから継続議論となった。

2009 年 2 月に行われた APNIC 27 ミーティングでは、議論の結果次の 3 点がポリシー第 4 版¹⁰に盛り込まれた上でコンセンサスに至った。

[移転範囲]

- NIR と APNIC アカウントホルダー間の移転を認める
- APNIC と他の RIR 間の移転を認める
(どちらも当該 NIR/RIR で APNIC との移転を認めた場合)

[実装時期]

事務局での準備が整い次第施行（在庫枯渇時期まで待つことはしない）

¹⁰修正提案の全文（原文）は <http://www.apnic.net/policy/proposals/prop-050-v004.html> を参照。

[移転後割り振り申請禁止期間の撤廃]

「移転元が移転後 24 ヶ月は APNIC から追加の IPv4 割り振りもしくは割り当てを受けることはできない」とした規制は撤廃された。

なおコメント期間中である 2009 年 3 月現在、メーリングリストでは本ポリシーを実施した場合の影響についての想定などが活発に議論されている。

[APNIC-RIR 間で IPv4 アドレスの在庫を融通し合う提案]

2008 年 2 月の APNIC ミーティングに、RIR 間で IPv4 アドレスの在庫を融通し合う提案が提出された。概要を以下に示す。

■ 提案概要¹¹

いずれかの RIR の IPv4 アドレスの在庫が残り 30 日分になった時点で、他の 4RIR の在庫が何日分あるかの調査を行う。在庫枯渇まで最も時間的余裕がある RIR は、他 RIR へ IPv4 アドレスの割り振りを行う。割り振り手順は、割り振り元の RIR の手順に従う。

割り振りを受ける RIR は、3 ヶ月の需要を満たすだけの割り振りを要請することができるが、その量は割り振り元 RIR の総在庫の 8 分の 1 を超えてはならない。

割り振り元 RIR の在庫の 8 分の 1 が、割り振り先となる RIR の 30 日分に達しない場合は、割り振り先の RIR は配下の LIR からの割り振り申請をまとめて毎週 1 回、割り振り元の RIR へ提出するものとする。

この提案は、IANA における IPv4 アドレスの在庫が枯渇した後なお残っている RIR の在庫を RIR 同士で融通し合い、全 RIR における在庫の枯渇を同時期に揃えようというものである。2008 年 2 月の APNIC ミーティングでは、「この提案は本質的に、先進国が発展途上国から在庫アドレスを奪いに行くようなものだ」という強い反対意見、「手順が複雑すぎて実施できないのではないか」という懸念、「何を解決しようとしているのか理解できない」などという意見が出され、支持されることなく却下となった。

¹¹ 提案本文（原文）は <http://www.apnic.net/policy/proposals/prop-052-v001.html> を参照。

[ARIN/APNIC : ソフトランディングポリシー]

ARIN および APNIC には、IPv4 アドレスの在庫が少なくなるにしたがって追加 IPv4 アドレス申請の要件を厳格化し、あわせて IPv6 の実装を義務づけ、円滑な IPv6 への移行につなげようという「ソフトランディングポリシー」が提案された。提案の概要は以下の通りである。

■ 提案概要

IPv6 への円滑な移行を図るため、IANA の IPv4 アドレス在庫が減少するに従い、LIR への IPv4 割り振り要件を順次厳しくする。IANA の /8 の在庫がそれぞれ 40、25、10 を切ったときで 3 つのフェーズに分けられており、最も厳しいケース(10 を切ったとき)の要件は以下の通り。

- IPv6 の移行計画に関する調査に対し回答すること。
- 過去に割り振りを受けたアドレスの 100%を効率的に使っていること、かつ、一番最近に割り振りを受けたアドレスの 90%を使用していること。
- 割り当てを行う場合、その割り当ての 75%を直後に、90%を 1 年後に使うこと。
- 自社インフラに使用しているグローバルアドレスのプライベートアドレスもしくは IPv6 への移行計画を提示すること。移行不可の場合、その理由を提示すること。
- IPv6 インフラ及び接続サービスを提供していること。

この提案の目的の一つに、「IPv4 アドレスの延命を図る」というものがあったが、APNIC の Geoff Huston 氏がこの提案が実施されたと仮定して在庫がどれほど延命できるか独自の予測モデルにあてはめて試算したところ、約 1 ヶ月という答えが出た。提案者はこの予測結果を聞き、それではこの提案の目的の半分が達成できないということで APNIC/ARIN へ提出した提案を撤回し、取り消している。

[RIPE : IPv4 アドレスの再割り振り (reallocation) を認める提案]

2007 年 10 月に、IPv4 アドレスの全部もしくは一部の第三者への再割り振りを認める提案が RIPE に提出された。概要を以下に示す。

■ IPv4 アドレスの再割り振りを認める提案¹²

いかなる LIR も、それまでに RIPE NCC もしくは IANA から割り振りを受けた IPv4 アドレス空間 (現在割り当てが行われていないアドレス) の全部もしくは一部を再割り振り (re-allocate) することができる。

再割り振りは、RIPE NCC のサービス提供エリア内の LIR に対してのみ行うことができる。再割り振りするアドレス空間は、その時点における最小割り振りサイズを下回る大きさであってはならない。

再割り振りは RIPE データベースに反映される。この再割り振りは、恒久的でも良いし、一時的でも良い。この再割り振りは RIPE NCC に通知され、RIPE NCC が割り振り先の変更を記録する。

再割り振りされたアドレス空間は、現在の割り振り先を明確にするためその旨表示される。

この提案は一見 LIR が別の LIR に対して「インターネットサービスを提供して」IP アドレスの割り振りを行うことを可能にするものであるかのように見えるが、実はそうではなく、「インターネットサービスを提供することなく」IP アドレスのみを再割り振りすることを可能にするものである。実質は移転と同じ効果を持つとも言える。

本提案は 2008 年 5 月の RIPE 56 ミーティングでも議論されたが継続議論となり、2008 年 10 月の RIPE ミーティングで議論された上で同年 12 月に承認された。

RIPE ミーティングまたはメーリングリストにて表明された主な懸念事項は、以下の 3 点であった。

- 1) IP アドレスに金銭的な価値が発生する

¹² 原文は <http://www.ripe.net/ripe/policies/proposals/2007-08.html> を参照。

2) IP アドレスの取引市場の創出

3) 移転の承認よりも回収再分配を行うべき

RIPE ミーティングにおいて、1 点目と 2 点目の懸念に対して、提案者は実際にアドレスが売買されている事例を、事業者がどのようにアドレスの分配先へコンタクトをとり、最終的に移転を実現するのかという流れも含めて紹介した上で、アドレスの売買は本提案の有無に関わらず現在既に行われており、従ってアドレスに金銭的な価値は今でも付けられている、とした。3 点目の懸念に対しては、RIPE NCC よりこれまで回収された IPv4 アドレスの統計が提供され、回収されたアドレス数が微量であることの説明があった。このようにコミュニティからの懸念への対策を提案者が示したことから、納得する参加者が大勢となり、メーリングリストでの議論を経て承認、施行に至った。

[ARIN : アドレス移転提案]

ARIN 地域においても、IPv4 アドレスの移転を認める提案が提出されている。

以下に詳細を示す。

■ IPv4 アドレスの単純移転を認める提案¹³

IANA の IPv4 未割り振り空間が枯渇した後、ARIN は以下の条件で IPv4 アドレス移転の申請審査を進める。

[移転元の要件]

- 移転元が ARIN サービス提供エリアに存在していること。
- 移転元が IPv4 アドレス移転の記載がなされている契約書にサインしていること。
- 移転元が ARIN に対し未払い債務がないこと。
- 移転元が過去 24 ヶ月の間に ARIN から割り振り、割り当て、アドレス移転を受けていないこと。
- 移転元は移転を行ってから 24 ヶ月の間は ARIN に対し IPv4 アドレス割り振り申請、割り当て申請、移転申請を行うことができない。

[移転先の要件]

- 移転先が ARIN サービス提供エリアに存在しており、移転を受けた IPv4 アドレスを ARIN サービス提供エリアで使用すること。
- 移転先が ARIN に対し未払い債務がないこと。
- 移転先のアドレス必要性は、現在の ARIN ポリシーにしたがって ARIN が判断を行う。その際には過去の IPv4 アドレス割り振りの利用率、割り当ての利用率、過去に移転を受けたアドレスの利用率の確認を含むが、これに限らない。
- 移転先が IPv4 アドレス移転の記載がなされている契約書にサインする（している）こと。
- 移転先が過去 24 ヶ月の間に ARIN から割り振り、割り当て、アドレス移転を受けていないこと。
- 移転先は移転を受けてから 24 ヶ月の間はさらなる移転を行うことはできない。ただし、倒産などの場合を除く。
- 移転先は、6 ヶ月に 1 個の IPv4 アドレス移転のみ受けられる。

[移転される IPv4 アドレス空間に関する条件]

¹³ 原文は http://www.arin.net/policy/proposals/2008_2.html を参照。

- IPv4 アドレスブロックは、最小割り振りサイズの規定を満たすものでなければならない。ただし、/24 より大きく、最小割り振りサイズより小さいアドレスについてはそのまま移転はできるが、分割してはならない。
- IPv4 アドレスブロックは ARIN サービス提供エリア内での使用として登録されていなければならない。これは、IANA から ARIN に割り当てられたアドレスの一部であるか、ARIN サービス提供地域への歴史的割り当てである必要がある。
- 移転元の IPv4 アドレスブロックの割り振り、割り当ての状態において紛争があってはならない。
- 移転元は、自己利用のために当初受けた割り振りもしくは割り当てのうち、1つの連続した空間を保持し続けることができ、その他の空間を移転することができる。移転されるアドレス空間が複数の集約不能な CIDR ブロックからなる場合は、それぞれを個別に移転することができる。保持し続けるアドレスは 12 ヶ月の間、分割を行ったり移転を行うことはできない。

[料金]

- 移転完了に伴い、ARIN 料金体系に基づく移転費用支払いが発生する。
- 移転先は、移転先が保持するアドレス総量に応じ、将来の ARIN メンバーシップと費用の規定の適用を受ける。

[事前審査]

- 移転先は移転を受ける前に、移転を受ける資格があることを ARIN に証明する必要がある（現在の ARIN ポリシーに従った必要性を満たしていることの証明を含む）。事前審査が終了次第、ARIN は移転を受けることができる最大のアドレスサイズを含んだ証明書を提供する。
- 移転元は、移転の申し出を行う前に、移転を申し出る資格があることを ARIN に証明する必要がある（未払い債務がないこと、契約にサインしていることを含む）。事前審査が終了次第、ARIN は移転元が移転することができるネットワークアドレスとサイズ、及び移転を行うことのできる期日を含んだ証明書を提供する。

[本プロセスによる IPv4 アドレス移転のセーフハーバールール]

移転できると認められた IPv4 アドレスについては、事前審査によって定められた移転期日の到来もしくは移転の完了まで、ARIN の監査の対象から外れる。事前審査によって定められた期日が到来した場合、さらに事前申請を受けて監査対象から外れるまでに、監査実施のため 90 日までの期間待つことができる。これは監査免除の終了期日を延長しない。

[IPv4 アドレスを共同保有、管理している組織へ（から）の移転]

(略)

[単純 IPv4 移転の記録管理と公開]

ARIN は移転先と移転元の便宜を図るため、事前審査を通過した移転可能 IPv4 アドレスブロックおよび事前審査を通過した IPv4 アドレス需要を中央管理するリスティングサービスを提供する。

移転完了後、ARIN は IPv4 アドレスの登録情報を更新する。ARIN は移転先および移転元の情報も更新する。

移転後、ARIN は移転されたアドレスブロックについて現在の割り振りもしくは割当先を反映した WHOIS データを公開する。ARIN はまた、当該アドレスブロックの過去の割り振り先、割当先も公開する。全ての移転、アドレスブロック、移転先、移転元、日付についても同様である。

この提案は 2008 年 2 月に ARIN のメーリングリストに提出された。当初の議論では、移転の細かい条件に関して異論を唱える意見が多数見られるものの、移転を認めること自体を問題視する意見は少数派のようであった。APNIC や RIPE に提出された提案に比べ、かなり厳しい、かつ細かい要件を課していることもあり、今後の議論が注目されたが本提案は 2008 年 4 月の ARIN ミーティングで議論された後廃案となった。

別の提案が 2008 年 8 月に ARIN のメーリングリストに提出された後、同年 10 月の ARIN ミーティングにて議論された。後者で実施された賛否の挙手ではおよそ賛成 3 : 反対 2 の割合となり、理事会による承認も間近であると思われる。本提案の概要は次の通り。

■ IPv4 アドレス暫定移転ポリシー

[移転の要件]

- ARIN から利用状況を承認されたうえで移転が認められる
- 移転先は ARIN と契約締結をしていることが必要
- 期間は 3 年間に限定

[分配サイズ]

- 割り振りサイズから最大 4 ビットまでは分割可能
- ただし、ARIN の承認が必要

なお、これらの移転に関する提案は 3 地域でそれぞれ別の提案者から提出されており、2009 年 3 月現在これらの提案を統合しようという動きは出てきていない。

[APNIC 地域におけるその他の枯渇期ポリシー提案]

2009 年 9 月開催の APNIC 26 ミーティングでは、次のポリシーが提案されコンセンサスに至った。

APNIC における最後の IPv4 /8 在庫の利用を次の通り限定：

- ◇ /16 1 個を予想外の事態のために予約
- ◇ 新規、既存とも事業者への割り振りは最小サイズ(/22)に限定

2009 年 2 月開催の APNIC 27 ミーティングでは、次の 2 点のポリシーが提案されたが、いずれもコンセンサスには至らずに終わっている。

- IPv4 割り振り承認期間の短縮：割り振り申請時に現在は最大 1 年分まで承認されている需要を、6 カ月分に短縮
- IANA の IPv4 アドレスの在庫が少なくなるに従い、IPv4 アドレスの最大割り振りサイズを小さくする

● その他の議論

[ICANN、RIR、NIR 等の声明]

2007 年の RIR ミーティングは、IPv4 アドレス枯渇対策が主要な議題とも呼べる状態での RIR に行っても IPv4 アドレス枯渇の議論の紹介、ポリシー議論が行われていた。そんな中、各組織から続々と IPv4 枯渇に関する声明が発表された。主なものを以下に示す。

発表組織	発表日	主な内容
ARIN ¹⁴	2007/5/21	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2010 年前後に IPv4 アドレスの在庫は枯渇する。 2. 将来のインターネットの成長を支えるのは IPv6 である。 3. IPv6 の採用を広く推奨する。 4. 在庫枯渇及び IPv6 の採用に関する周知活動に注力する。 5. 既存の意思決定プロセスを尊重し、今後もボトムアップで IP アドレスポリシーの策定を行っていく。
LACNIC ¹⁵	2007/6/20	
AfriNIC ¹⁶	2007/7/1	
APNIC ¹⁷	2007/9/7	
RIPE NCC ¹⁸	2007/10/26	

この他にも、ICANN理事会決議やメキシコのNIRであるNIC Mexico¹⁹、APNIC地域のNIRであるTWNIC²⁰やCNNIC²¹も声明を発表している。いずれの組織もIPv4 アドレス在庫枯渇に対応する策はIPv6 の採用であるということが共通している。

JPNICも 2007 年には独自の検討チームによる検討を重ね、2007 年 12 月 7 日に「IPv4 アドレス在庫枯渇問題に関する検討報告書」を公開²²した。これによると、IPv4 アドレスの需要予測を各種経済指標から再検討し、在庫枯渇が 2010 年から 2011 年になることが再確認された。また、IPv4 アドレス在庫枯渇への対応策としては、(1) 自網内からの捻出など何らかの方法でIPv4 アドレスを確保する、(2) プライベートIPv4 アドレスを利用して新規顧客を収容し、NAT（ネットワークアドレス変換機構）を介してインターネットに接続する、(3) IPv6 を利用して新規顧客を収容することの 3 つの方法が考えられることという見解を示した。また、それら 3 つの解の中では、長期的なインターネットの発展を考えた場合、

¹⁴ <http://www.arin.net/announcements/20070521.html>

¹⁵ http://lacnic.net/en/anuncios/2007_agotamiento_ipv4.html

¹⁶ <http://www.afrinic.net/news/position-on-the-future-of-IP.htm>

¹⁷ <http://www.apnic.net/meetings/24/program/signs/policy/presentations/wilson-resolution.pdf>

¹⁸ <http://www.ripe.net/news/community-statement.html>

¹⁹ http://www.nic.mx/es/Noticias_2?NEWS=220

²⁰ <http://www.twnic.net.tw/file/07801b.htm>

²¹ <http://www.cnnic.cn/html/Dir/2007/07/09/4698.htm>

²² <http://www.nic.ad.jp/ja/pressrelease/2007/20071207-01.html>

(3) が唯一の解となり得る、という踏み込んだ見方を示している。ただし、IPv6 の普及推進に関する検討、分配済み未利用IPv4 アドレスの回収・再在庫化、再分配の検討、利用者の意見を反映するための施策の検討など残された課題は多く、JPNICは今後それらの課題に対し、関連各組織と連携した取り組みを進める、としている。

この報告書は2008年2月のAPNIC ミーティングで紹介され、英訳版が出席者に配布された。会場の反応は非常に好意的なものであったが、そろそろ技術的検討から、いかにしてIPv6 へ移行させる経済的インセンティブを設計するかの検討に入る時期に来ているのではないか、という指摘もあった。

IPv6 への移行はレジストリだけで解決できる問題ではなく、様々なステークホルダー間の対話が今後も引き続き必要となると思われるため、日本が先鞭をつけた形となり、2008年9月に総務省およびテレコム／インターネット関連13団体により「IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォース²³」が発足した。同タスクフォースは2009年2月に「IPv4 アドレス枯渇対応アクションプラン」を発表し、日本におけるインターネット関連事業者がとるべき対応について業種別に指針を示したものである。

[アドレスの回収]

IPv4 アドレスの在庫枯渇の議論で必ず出てくる意見として、「未利用のアドレスを回収すれば、在庫は枯渇しない」というものがある。IANA や RIR では未利用のアドレスを回収するべくあらゆる努力を行っているが、2007年はこれまでになくまとまったアドレスが回収される年になったと言える。

2008年2月にIANAの担当者であるLeo Vegoda氏がICANN blogに投稿した記事²⁴によると、IANAは2007年から2008年にかけて4つの/8を回収している(46.0.0.0/8、49.0.0.0/8、50.0.0.0/8、14.0.0.0/8)。しかし同時に、IANAの調査によればあとのアドレスブロックは少なくとも一部は使われているということがわかっており、/8 がまとまった形でこれ以上戻ってくるのは望み薄であること。仮に一部が戻ってきたとしても、現在の消費ペースだと/8を1個使い切るのに1ヶ月かからない状況であり、延命にはほとんどつながらないであろうという見解が示されている。

また、Leo Vegoda氏の別のレポート²⁵によれば、使えるとされている未割り振りのグローバルアドレス在庫の中にも、実際には使えない可能性の高いアドレスが含まれているという。1.0.0.0/8、5.0.0.0/8、42.0.0.0/8 がそれであり、1.0.0.0/8 は大規模組織でプライベートアドレス代わりに使われているケースが多く、5.0.0.0/8 はVPNサービスなどのアプリケー

²³ <http://www.kokatsu.jp/>

²⁴ <http://blog.icann.org/?p=271>

²⁵ <http://www.apnic.net/docs/apster/issues/apster24-200712.pdf>

ションで使われているケースがあり、42.0.0.0/8 については、アプライアンスサーバの NAT 構成に使われているケースがあることが報告されている。これらのアドレスがグローバルアドレスとして実際に割り振りが行われたときの影響は不明だが、いよいよ最後のアドレスを割り振りするという際に問題になる可能性はあるだろう。

[歴史的プロバイダ非依存アドレスの有効利用提案]

在庫枯渇が近づいた IPv4 アドレスを少しでも有効利用しようと、歴史的プロバイダ非依存アドレス（歴史的 PI アドレス）の有効利用を目指した提案が下記 2 点提案された。

1. 2008 年 9 月の APNIC ミーティングにおいては提案「歴史的 PI アドレスの効率的な利用」がなされた。この提案の要点は次の通りである。

- LIR が歴史的 PI アドレスを保有している場合、追加割り振り申請時に RIR により通常の PA アドレスに加えてその歴史的 PI アドレスの利用確認も併せて行われる
- APNIC の IPv4 在庫を本当に必要とする対象者へ分配するため、歴史的 PI を保有する場合、その有効利用を促す

2. 2008 年 10 月の ARIN ミーティングにおいて提案「歴史的 PI アドレスの返却促進」があった。提案の要旨は、次の 2 点に代表される返却を促進する対策の施行を求めるものである。

- 歴史的 PI アドレスの部分返却を認める
- 返却を行った組織へは無料で IPv6 アドレスの分配を認める

両提案とも、コンセンサスに至っている。

