

JPOPF-ST

インターネット番号資源
ホットトピックス

2026/6/24

谷崎文義/JPOPF-ST

この発表では…

- インターネットに関する話題のうち、主に番号資源とポリシーに関わるものやその周辺を話題として取り上げます。
- キーワード
 - IPアドレス、AS番号
 - インターネットガバナンス
 - 例)スプリインターネット、インターネットシャットダウン
 - その他興味深い話題
- ポイントは…
 - (できるだけ)旬な話題
 - ちょっと違った切り口
 - 個人的な意見や私見がたくさん
 - ある意味、**ヤジウマ**的な視点
 - 短くお話しします(したいです…)
- 50回記念なんですけど、**通常営業**ですw

JPOPM40でのスライド -1-

- 2021/6/25 : JPOPM40(JPOPM 20周年記念)
 - <https://www.jpopf.net/JPOPM40Program>

というわけで、まとめると…

	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	---	17	18	19	20	21		
JPOPF関連の 主な出来事	▲IP-USERSメーリングリスト開始										ボトムアップへの移行									
	▲IP-USERS Open Meeting開催																			
	議論の場の作成										▲第1回JPOPM									
											▲アドレスポリシー策定プロセス合意									
											▲ポリシーWG発足									
フォーラム											JPOPF									
ミーティング	IP-USERS Meeting										JPOPM									
メーリングリスト	IP-USERS																			
運営主体	JPNIC										ポリシーWG						JPOPF-ST			

- 最初は何もなかった！
 - 偉大なる先人たちの試行錯誤と努力の結果
- JPOPM20周年=ボトムアッププロセスの20年の歴史
- そして、次の20年はどうなる？！

当時のJPNICオープンポリシーミーティング (JPOPM) は、他のPRIRと同様に、JPNICがホストしてアドレスポリシーの議論をするスタイルであったので、**これで本当にJPNICと独立したポリシー議論ができるのか？** (紐付きのままではよいのか?)、**真のボトムアップなポリシー策定プロセスと言えるのか?**という課題意識が高まっていた。

<https://www.nic.ad.jp/ja/newsletter/No45/0320.html>

次の20年？！

- 2001/12/6 : JPNIC Open Policy Meeting(IP-USERS)
- 『 JPNICにおけるAS番号割り当て正式サービス化について』

経緯

- 1997 JEPG/IPにて割当を実施
- 1997 JPNICに業務を移管するが制度化に至らず問い合わせに応じて割当を実施
- 1999 APNICに業務を戻すことを含め検討したが非公式サービスとして継続することとした
- 2001 現在に至る

<https://www.nic.ad.jp/ja/materials/ip-users/200112/AS20011205-toshio-OPM.pdf>

(←) 20年前を考えると、20年後は何かあってもおかしくない？！

グローバルインターネットレジストリ JPOPF-ST

- LAC-2018-1: Proposal to create a Global Internet Registry (GIR)
- 明確に定義されていない単一の地域化がない組織に、IPアドレスとAS番号を割り当てる役割の仮想RIRを作成するという提案
 - 仮想RIR：新しい組織(RIR)を作るのではなく、既存の5つのRIRが協調して運用することを想定

- 『議論を呼び起こすため』に提案者から提案されたようである。
- 未来の話だが(個人的には)荒唐無稽だとは思えない。

Motivación

- Organizaciones que operan en más de una región y requieren la utilización de...
- Recursos a ser utilizados fuera de las 5 regiones actuales (por ejemplo fuera de la tierra).
- Simplicidad...

現在の5つの地域以外で使用されるリソース
(例えば地球外: for example outside of the earth)

http://www.jpopf.net/JPOPM34Program?action=AttachFile&do=view&target=4_JPOPM34-ホットトピックス.pdf

というわけで、今回は！

**宇宙でのIPアドレスはどうなる？
～TIPTOPと地球外ネットワーク(ETN)の議論～**

宇宙とインターネット

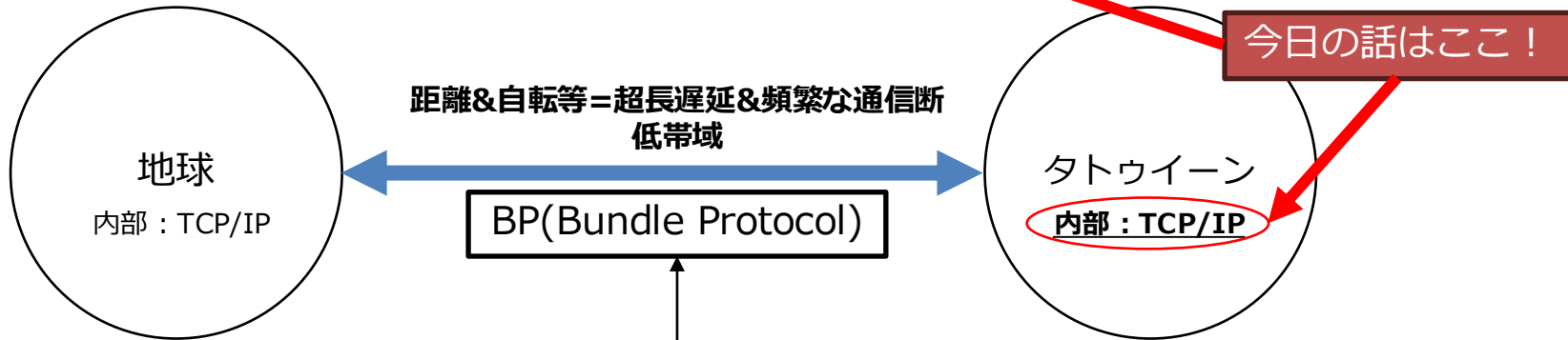
<https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2026/04/moon-base-architecture-users-guide.pdf>

- **人類の宇宙進出が本格化！**
- Moon Base User's Guid (NASA)
 - Phase 1 (現在～2029)
 - 技術実証や研究が主
 - 25 launches / 21 landings / ~4,000kg
 - Phase 2 (2029～)
 - 初期インフラ構築
 - 27 launches / 24 landings / ~60,000kg
 - Phase 3 (2032～)
 - 半恒久・連続有人滞在
 - 29 launches / 28 landings / ~1500,000kg
- 月面探査や他の惑星へのミッション拡大に伴い、宇宙でも地球と同じインターネット(IP)技術を使いたいという需要が高まる



宇宙とインターネットプロトコル(わたしの理解)

エリア	例	通信環境の特性	プロトコル	特徴
地球				
惑星内	月面基地内や火星のローバー同士	比較的、低遅延・安定 高帯域	TCP/IP	地球上の技術 (IP, QUIC, DNS) をそのまま、またはチューニングして流用、開発が容易で安価にネットワークを構築できる
惑星間	地球と月、地球と火星の衛星	超長遅延 & 頻繁な通信断 低帯域	BP	相手が見える軌道に来るまで何時間でも保持し、繋がった瞬間に次へ転送 限られた帯域を無駄にしない設計



- 超長遅延や間欠接続を想定した過酷な環境向けに設計されたプロトコル(RFC 9171参照)
- 以下で議論が行われている
 - IETF : DTN(Delay/Disruption Tolerant Networking) Working Group
 - CCSDS : SIS-DTN(Space Internetworking Services - Delay Tolerant Networking) Working Group

IETFでは? -1-

- **Taking IP To Other Planets**

- <https://datatracker.ietf.org/wg/tiptop/about/>

- 目的：「**過酷な深宇宙の環境(超長遅延・頻繁な通信断)**において、**既存のIPアーキテクチャやプロトコルをどのように当てはめ、最適に動作させるか**」の設計図やガイドラインを策定すること

- 月面ネットワークの展開が検討すべき最初の対象環境である一方、設計では火星やその他の深宇宙目標との通信支援も考慮

- 具体的な活動

- **宇宙環境を特異**なものにしている主要な特性、ユースケース、および要件の記述

- 地上のIP利用と比較して、宇宙ネットワークを考慮した際にIPアーキテクチャに適用されるべき必要な差異の文書化

- 既存のトランスポートプロトコルおよびそれに関連するセキュリティプロトコルを宇宙空間で最適に動作させるための設定(構成)と展開に関する推奨事項のリスト化(まずは**QUICから開始**)

- 宇宙ネットワークが「**しばしば切断される(途切れがちである)**」という性質を考慮した**DNS**展開における検討事項の文書化

- 私見：IETFは本気です！

IETFでは？ -2-

- 対象外
 - **既存衛星軌道の通信**：地球の低軌道(LEO)、中軌道(MEO)、静止軌道(GEO)の衛星通信はスコープ外(後述)
 - **他プロトコルの開発**：宇宙で実績のある**Bundle Protocol(BP)**などの**DTN(遅延耐性ネットワーク)技術のコア開発は行わない**
- 基本的な開発ルール
 - **車輪の再発明はしない**：必要な機能を実装するにあたっては、可能な限り既存プロトコルを使用する
 - **他WGとの連携**：もし既存プロトコルの修正が必要になった場合は、TIPTOPが勝手に書き換えるのではなく、そのプロトコルを担当する専門のワーキンググループ(例: QUIC WGなど)と**緊密に連携・調整**して行う
- プロトコルは策定中、では**IPアドレス**ってどうするんだろう？

宇宙で使うIPアドレスはどうする？

- **具体的な提案や議論が行われ始めた！**
- **ARINでの議論**
 - **ARIN57 : 2026/4/21**
 - <https://www.arin.net/participate/meetings/ARIN57/>
 - Draft Policy ARIN-2026-1: Taking IP To Other Planets (TIPTOP)
 - https://www.arin.net/participate/meetings/ARIN57/materials/ARIN57_policy_20261.pdf
 - **具体的なポリシー提案 --> 結果は継続議論**
- **RIPEでの議論**
 - **RIPE92 : 2026/5/21**
 - <https://ripe92.ripe.net/programme/meeting-plan/sessions/>
 - IP Address space for Outer Space
 - <https://ripe92.ripe.net/programme/meeting-plan/sessions/97/RHW7DB/>
 - **宇宙用IPアドレスの必要性を訴求、意見収集**
 - 私見：こちらの議論の方がシンプルでわかりやすい
- これらの議論の仕掛け人の一人は**Tony Li**！！

ARIN57での議論 -1-

- 課題

- 各国の宇宙機関や組織が、月面や深宇宙でIPベースのネットワーク構築を本格化している
- 地球上の**複数のRIR**からそれぞれが**個別に取得したアドレス**をそのまま宇宙に持ち込んでいる状態
- このままの状態では相互接続すると、**経路集約ができずルーティングのスケールビリティが崩壊する懸念**がある

- 解決策：**ポリシー提案**として具体的な文案を提示

- **ARIN**は、地球軌道外や月面を含む**宇宙空間でIPネットワークインフラを運用している組織**に対し、**IPv4およびIPv6アドレス空間を割り当てる**
- **地球外ネットワーク(Extra-Terrestrial Network/ETN)**を定義(後述)し、政府、研究機関、商業宇宙事業者に対してIPアドレスを分配する
- **IPv6の分配を推奨**(最小サイズ /48)、IPv4は必要に応じて
- https://www.arin.net/participate/policy/drafts/2026_1/

地球外ネットワーク(Extra-Terrestrial Network/ETN)の定義

- 静止軌道(GEO)の弧を物理的に超えて運用される、すべてのIPベースのネットワークインフラストラクチャとして定義される
 - Starlinkなどの人工衛星は宇宙用IPアドレスの適用範囲外
- これには、月面、火星、または深宇宙における展開が含まれるが、これらに限定されない

人工衛星と軌道

軌道名	高度	遅延(RTT)の目安	主な用途
低軌道(LEO) Low Earth Orbit	約200km~約2,000km	数ミリ秒 ~ 数十ミリ秒 (地上とほぼ変わらない)	Starlink、Amazon LEO(Project Kuiper)、国際宇宙ステーション(ISS)など
中軌道(MEO) Middle Earth Orbit	約2,000km~約36,000km	数十ミリ秒~約250ミリ秒	GPS、Galileo、GLONASS、BeidouなどのGNSS
静止軌道(GEO) Geostationary Earth Orbit	約36,000km	約250ミリ秒 ~ 280ミリ秒	気象衛星「ひまわり」、従来の通信衛星・放送衛星など

Starlinkは、地球上空約550kmを周回する数千基の衛星で構成されたコンステレーションです。Starlinkの衛星は低軌道を周回しているため、遅延は通常の600ミリ秒以上に比べ、約25ミリ秒と大幅に短縮されています。

(<https://starlink.com/technology> より抜粋)

ARIN57での議論 -2-

- コミュニティの反応
 - 早期に議論を開始することはよいことだ
 - ARINが単独で行うべきことではない
 - RIRを新設するなどグローバルポリシーとして考えるべきでは？
- ARINスタッフの見解
 - ARINがその役割を果たすためには、**以下の条件を満たすことが必須**
 - **IETF**が宇宙専用アドレスブロックが必要であると**判断**する
 - **IANA**がそのアドレスブロックの運用をRIRで行うことを**認める**
 - **ARIN理事会**がこのサービスの提供がARINの使命に一致すると**判断**
 - **その他のRIR**は、ARINがこの役割を実施することに**同意**
- https://www.arin.net/participate/meetings/ARIN57/day2_transcript/#draft-policy-arin-2026-1-taking-ip-to-other-planets-tiptop
- **結果：継続議論**

RIPE92での議論 -1-

- 提案者：draft-li-tiptop-address-spaceの執筆者
 - Tony Li：あのトニーさん！！
 - Marshall Eubanks：RFC 6676、RFC 6935を執筆、Space Initiativesのチーフサイエンティスト
 - draft-li-tiptop-address-space
 - 現在はdraft-li-tiptop-address-space-02(last update 2026/5/20)
 - <https://datatracker.ietf.org/doc/draft-li-tiptop-address-space/>
- 課題：基本的に前述のARIN57での内容と同じ
 - 個別取得のアドレス、経路集約不可
- 要求：**宇宙用IPアドレス分配のために1つのRIRと1つの専用アドレスブロックを確保したい**
- 現在この役割を担ってもらうために**ARINと協議中だが、どこのRIRがこれを実施してもかまわない**
- 皆さんのフィードバックがほしい
- この発表の目的(私見)：**宇宙用IPアドレスという概念への賛同と意見募集**

RIPE92での議論 -2-

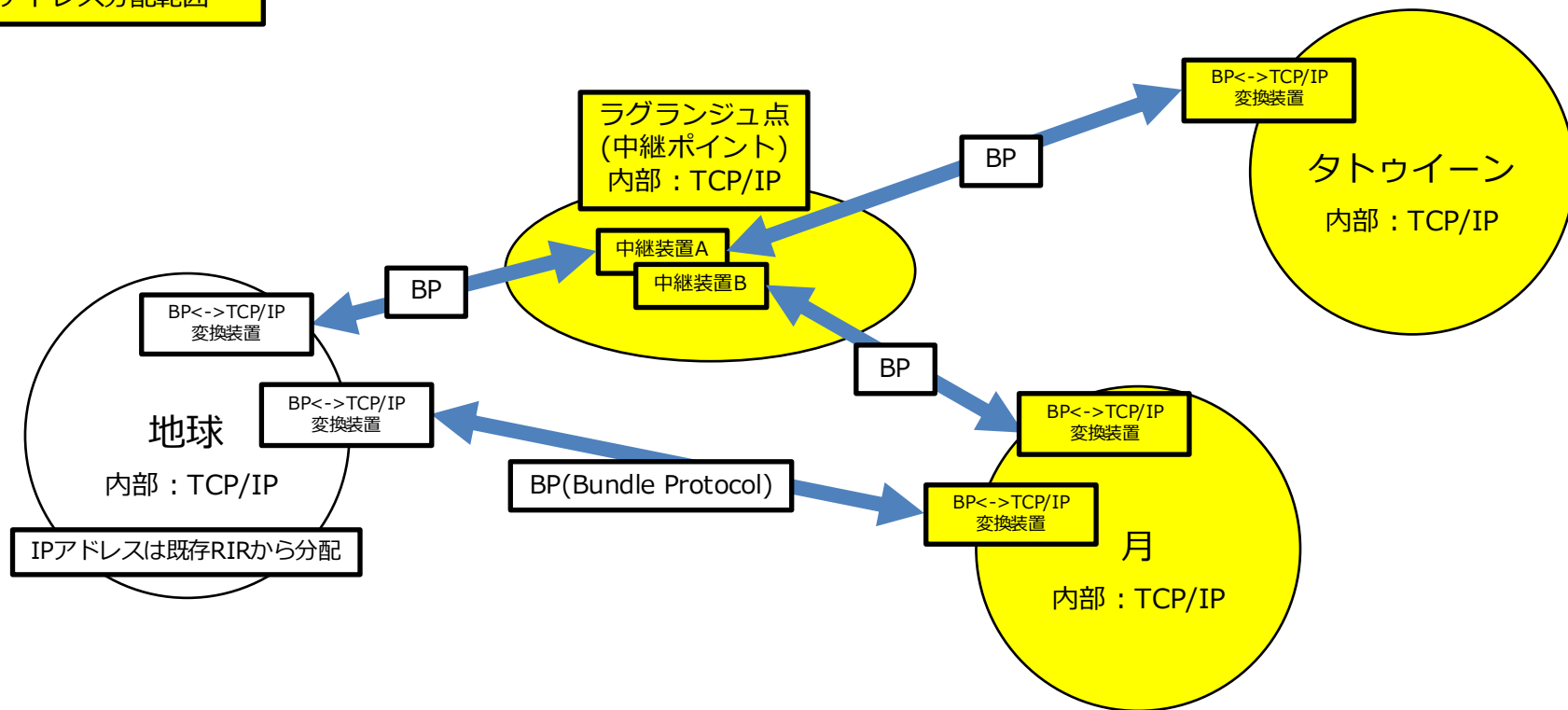
- どこにどうアドレスを分配するか？(次ページ参照)
 - 宇宙に一つのアドレスブロックを分配、その中で一つのプレフィックスを以下に割り当てる
 - 私見：RIPEのメーリングリストでの議論を見ると、**AS番号も専用のブロックを用意する提案**のように見える
 - 月
 - 地球以外の惑星
 - ラグランジュ点：2つの天体の重力と遠心力がちょうど釣り合う、宇宙空間にポツンと存在する『位置が安定した空間』
 - <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A9%E3%82%B0%E3%83%A9%E3%83%B3%E3%82%B8%E3%83%A5%E7%82%B9>
 - 参考)ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡
 - <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B8%E3%82%A7%E3%82%A4%E3%83%A0%E3%82%BA%E3%83%BB%E3%82%A6%E3%82%A7%E3%83%83%E3%83%96%E5%AE%87%E5%AE%99%E6%9C%9B%E9%81%A0%E9%8F%A1>
 - 小惑星帯(?)
 - 発表スライドに?が書かれているw
 - その他
 - 補足：**Starlinkなどの人工衛星は適用範囲外**

Q：なぜ『ラグランジュ点』？

A：惑星間通信を繋ぐための中継装置を配置するため

IPアドレス分配範囲(わたしなりの理解)

RIPE92での発表における
IPアドレス分配範囲



- 経路集約に関する言及

- **各国の宇宙機関**は一般的に国際宇宙ステーション(ISS)のように**協調関係**にあり、**宇宙空間での相互接続を想定**しているが、これにより、**コストを最小限に抑え、耐障害性を最大化**できる
 - 私見：協調関係というが**宇宙進出が本格化した際にそれが維持できるのか？！**
- **惑星ごとに1つのプレフィックスを割り当て経路集約を行う**ことで、**貴重な通信のオーバーヘッドを最小限に抑える**ことができる
- この設計は**経路集約を「可能(enable)」にする**ものであり、決して**強制(mandate)**するものではない

- IPv6/IPv4に関する言及
 - この**アドレスブロックの確保をIPv4とIPv6の両方**で行うことを提案する
 - 宇宙空間における通信リンクは**帯域幅が極めて制限**されており、一昔前のモデム技術を彷彿とさせる。また、この帯域幅はミッションの成否を分けるものである。そのため、**IPv6のオーバーヘッドは深刻な懸念事項**である
 - **長期的にはIPv6への移行が望ましいものの**、IPv6の利用を強制することはできない。短期的には、ミッションの計画立案者たちは**それぞれのニーズに合わせて通信を最適化**するだろう
 - もし彼らがヘッダの小ささを理由に**IPv4を選択した**場合でも、我々は**経路集約を可能にしておきたい**
 - これにはIPv4のフルブロックは必要なく、**/16が1つ**あれば事足りるかもしれない
 - 私見：関連のInternet-Draftを読むと**IPv4利用は非推奨**に読める

RIPE92での議論 -5-

- コミュニティの反応

- 早期に議論を開始することは良いことだ
- **宇宙用アドレスブロックの概念は理解できる**
- RIRで議論するより、**IANAやNRO、IETFで決めるのが先**ではないか？
- 確保したブロックを**現在の5つのRIRが共同で管理**するのがよいのでは？
- IPv6でも**アドレス圧縮技術**を使えば問題ないのでは？
 - RFC 8138 : IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Network (6LoWPAN) Routing Header
- IPv4を宇宙で使うのはやめた方が良く、そもそも/16で足りるのか？
- 私見：ARINでの反応と同じ雰囲気

- 議論の内容

- <https://mailman.ripe.net/archives/list/address-policy-wg@ripe.net/thread/HWXOW3X333VNSVZ4FX4DCQQLCPRZG6QJ/>
- <https://ripe92.ripe.net/programme/meeting-plan/sessions/97/transcript/>

まとめ(含私見)

- **宇宙用としてアドレスブロックが必要**であることそのものは**理解を得られた**ように見える
- 『**IETFやIANA、NROで決めるのが先**』という意見は納得できる
- 仕組みとしては、アドレスブロックを確保しつつ以下の可能性がありそう
 - a. 新規RIRによる管理
 - b. ある特定のRIRでの管理
 - c. 現状の5つのRIRでの共同管理
 - **bは国際政治的に課題**? : 主導権を特定の国(アメリカ? 中国?)が握ったら? !
 - **cは管理が複雑に**? : 複数のRIR間で統一されたポリシーでの細かい運用ができるのか?
- どちらにしろ、**グローバルでの意見集約と議論が必要**
 - グローバルポリシーがどのように形成されるか? が観察できる機会
 - Tony Liが各RIRを巡る旅に出るのか? !
- ちなみに日本では? !
 - 宇宙分野での研究開発は進んでいるがビジネス的にはまだ発芽前? ? ?
 - 宇宙戦略基金に注目!! (<https://fund.jaxa.jp/>)
- 「**宇宙用IPアドレス**」は**技術課題**というより、**これから形成されるグローバルポリシーの話**
- **20年後のインターネットを考えるきっかけ? !**



質問、コメントなどお願いします！！

Taking **Questions** To Other Planets