



Internet Week 2016 T4 IPv6によるIPv4仮想化のススメ

# アプリケーションレベルでの IPv4aaS: Apple の IPv6対応、解説と検証

---

2016年11月29日

富士ソフト 株式会社  
技術本部技術開発部  
渡辺 露文



# おことわり

---

本講演内容は、講演者の主観に基づくものであり、会社の公式見解ではありません。  
あらかじめ、ご了承ください。

# 自己紹介

渡辺 露文 (わたなべ つゆふみ)

## ■ 所属

- ◆ 富士ソフト株式会社 技術本部 技術開発部
- ◆ エキスパート (ネットワーク、セキュリティ)



## ■ 経歴

- ◆ インフラエンジニアとしてDCでのシステム構築や、研究開発、社内インフラの構築・運用を経て、現在は、セキュリティ技術の調査・技術者教育、OSS利用管理などに従事

## ■ コミュニティでの活動

- ◆ IPv6普及高度化推進協議会
  - アプリケーションのIPv6対応検討SWG
  - IPv6導入に起因する問題検討SWG
- ◆ 脅威分析研究会
- ◆ 脆弱性診断研究会



# Agenda

---

1. Introduction
2. Apple の IPv6 対応、解説  
～Networking Overviewを読み解く～
3. Apple の IPv6 対応、検証  
～Macによる検証環境の作り方～



# 1. INTRODUCTION

# WWDC 2015 (2015年9月)

---

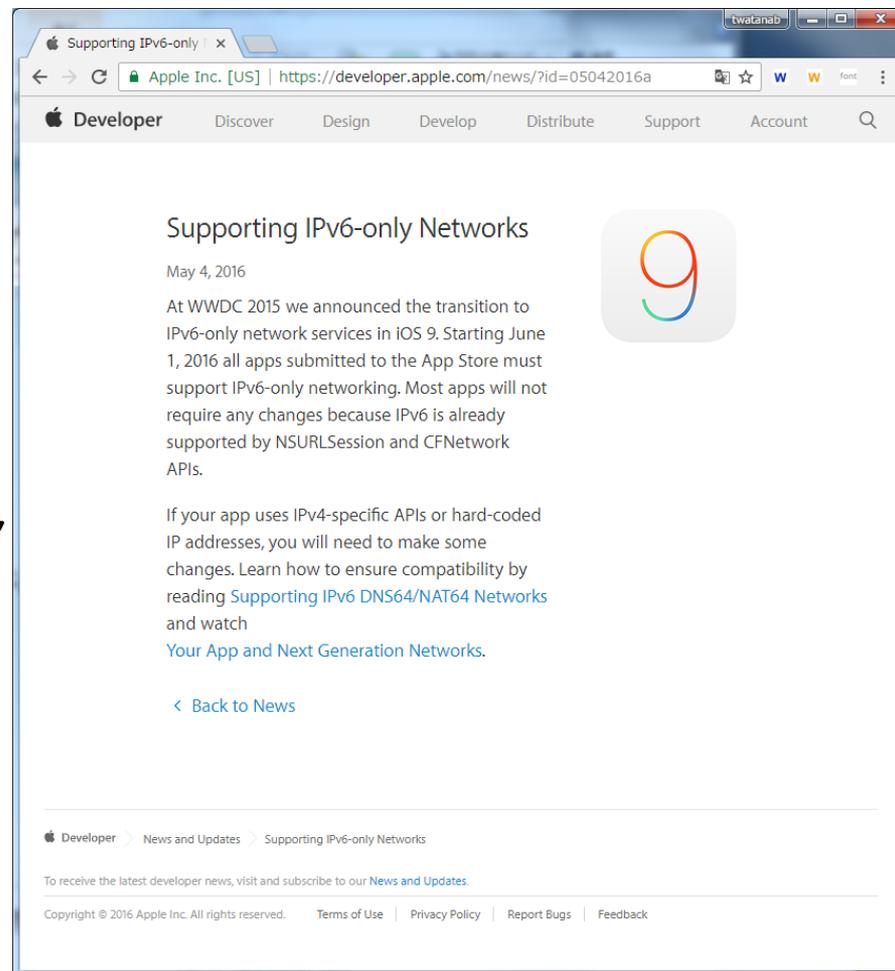
- Apple Worldwide Developer Conference 2015
  - ◆ iOS9 から IPv6 へ移行することについて言及
  - ◆ USでは、2015年時点でモバイルキャリアの通信網の50%以上がIPv6
  - ◆ これからは IPv6 がメインで、IPv4 はNATでアクセス
  - ◆ 年内には app の要件にするよ
  - ◆ 資料 :

[http://devstreaming.apple.com/videos/wwdc/2015/719ui2k57m/719/719\\_your\\_app\\_and\\_next\\_generation\\_networks.pdf](http://devstreaming.apple.com/videos/wwdc/2015/719ui2k57m/719/719_your_app_and_next_generation_networks.pdf)

# 今年5月のアナウンス

- 2016/6/1 から、App Store に載せるアプリは、**IPv6-only ネットワークで動作しないといけない**

- ◆ ほとんどのアプリは何も変更しなくて大丈夫なはず
- ◆ もし、IPv4固有のAPIやIPアドレスをハードコードしたら、**(Networking Overview の) 「Supporting IPv6 DNS64/NAT64 Networks」**を読んで対応してね

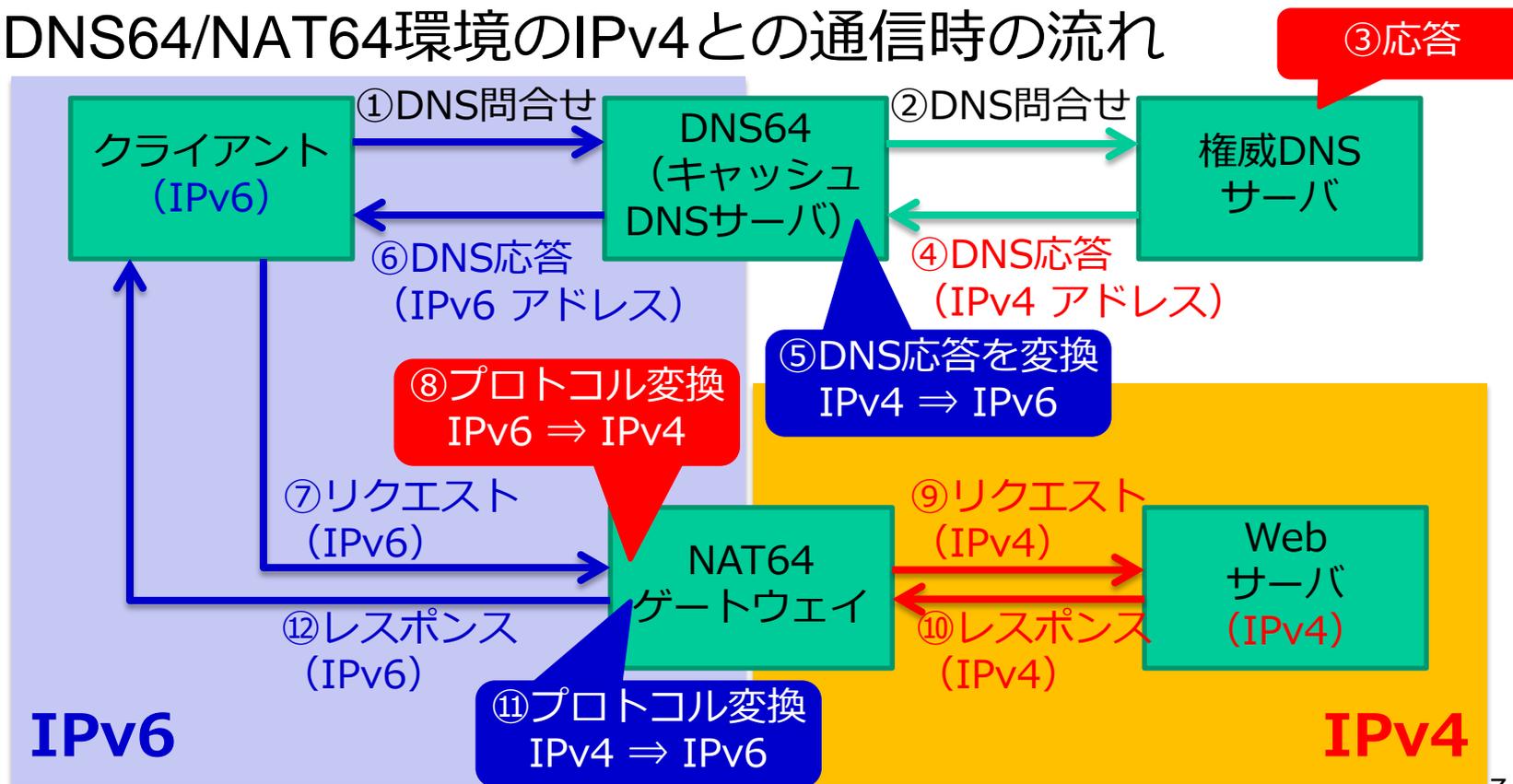


https://developer.apple.com/news/?id=05042016a

# DNS64/NAT64って何？

- IPv6 をベースに IPv4 へのアクセスを変換させる仕組み
  - ◆ DNS64 で DNS応答の IPv4 アドレスを IPv6 アドレスに変換
  - ◆ NAT64 で通信を変換

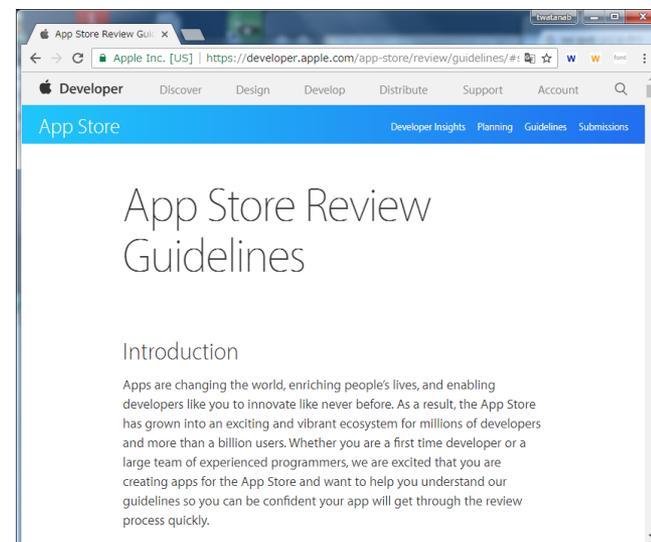
## ■ DNS64/NAT64環境のIPv4との通信時の流れ



# App Store Review Guidelines でも言及

## ■ App Store Review Guidelines

- ◆ <https://developer.apple.com/app-store/review/guidelines/>

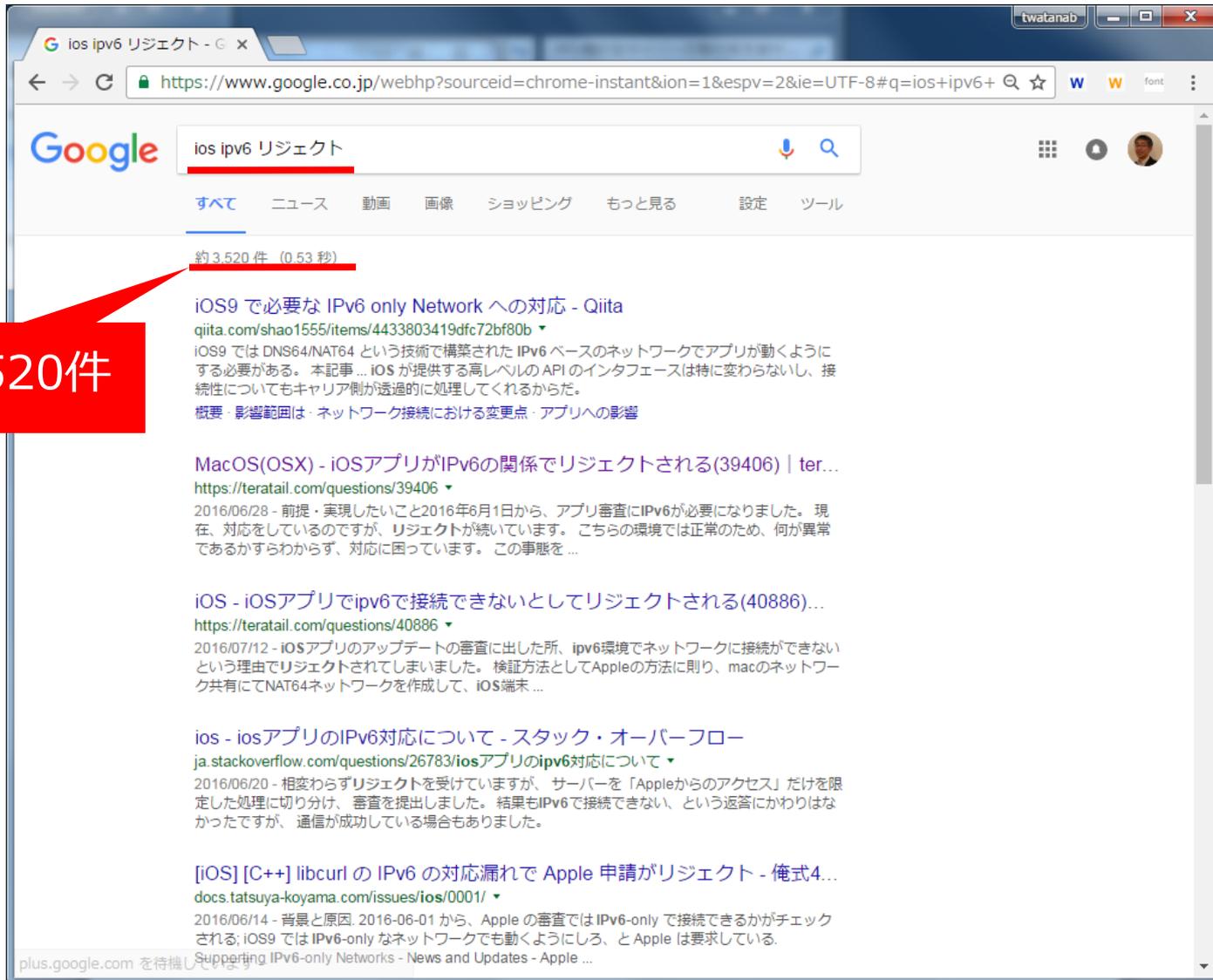


## ■ 2.5 Software Requirements 内の 2.5.5 にて言及

- ◆ 「IPv6ネットワークでレビューするよ」
- ◆ 「IPv6アドレッシングに対応していないと、レビューで落ちるかもしれない」

本当に確認するらしい

# 実際にリジェクトされた人も出ている



ios ipv6 リジェクト

約 3,520 件 (0.53 秒)

**iOS9 で必要な IPv6 only Network への対応 - Qiita**  
[qiita.com/shao1555/items/4433803419dfc72bf80b](https://qiita.com/shao1555/items/4433803419dfc72bf80b)  
 iOS9 では DNS64/NAT64 という技術で構築された IPv6 ベースのネットワークでアプリが動くようにする必要があります。本記事... iOS が提供する高レベルの API のインタフェースは特に変わらないし、接続性についてもキャリア側が透過的に処理してくれるからだ。  
 概要・影響範囲は・ネットワーク接続における変更点・アプリへの影響

**MacOS(OSX) - iOSアプリがIPv6の関係でリジェクトされる(39406) | ter...**  
<https://teratail.com/questions/39406>  
 2016/06/28 - 前提・実現したいこと2016年6月1日から、アプリ審査にIPv6が必要になりました。現在、対応をしているのですが、リジェクトが続いています。こちらの環境では正常のため、何が異常であるかすらわからず、対応に困っています。この事態を...

**iOS - iOSアプリでipv6で接続できないとしてリジェクトされる(40886)...**  
<https://teratail.com/questions/40886>  
 2016/07/12 - iOSアプリのアップデートの審査に出した所、ipv6環境でネットワークに接続ができないという理由でリジェクトされてしまいました。検証方法としてAppleの方法に則り、macのネットワーク共有にてNAT64ネットワークを作成して、iOS端末...

**ios - iosアプリのIPv6対応について - スタック・オーバーフロー**  
[ja.stackoverflow.com/questions/26783/iosアプリのipv6対応について](http://ja.stackoverflow.com/questions/26783/iosアプリのipv6対応について)  
 2016/06/20 - 相変わらずリジェクトを受けていますが、サーバーを「Appleからのアクセス」だけを限定した処理に切り分け、審査を提出しました。結果もIPv6で接続できない、という返答にかわりはなかったですが、通信が成功している場合もありました。

**[iOS] [C++] libcurl の IPv6 の対応漏れで Apple 申請がリジェクト - 俺式4...**  
[docs.tatsuya-koyama.com/issues/ios/0001/](https://docs.tatsuya-koyama.com/issues/ios/0001/)  
 2016/06/14 - 背景と原因。2016-06-01 から、Apple の審査では IPv6-only で接続できるかがチェックされる; iOS9 では IPv6-only なネットワークでも動くようにしる、と Apple は要求している。  
 Supporting IPv6-only Networks - News and Updates - Apple ...



## 2. APPLE の IPV6 対応、解説

～Networking Overviewを読み解く～

# Apple Networking Overview って何？

- Apple 社の開発者向けサイトのドキュメントコーナーに掲載されているドキュメント
  - ◆ 日本語版あり「ネットワーキング オーバービュー」
  - ◆ <https://developer.apple.com/jp/documentation/NetworkingInternetWeb/Conceptual/NetworkingOverview/Introduction/Introduction.html>
  
- ネットワークベースのソフトウェア開発する際に、通信速度、接続性、信頼性など、状況の変化に追従できるようにする方法を解説した文書

# Networking Overview の構成

- ネットワーク通信について
  - 現実的なネットワークの設計
  - ネットワーク処理の要件の評価
  - ネットワークサービスの探索と広告
  - ウェブやマルチメディアコンテンツの表示
  - HTTP/HTTPS要求の処理
  - ソケットやソケットストリームの使い方
  - ネットワーク通信のセキュリティ機能
  - プラットフォーム特有のネットワーク技術
  - ネットワーク処理において犯しがちな誤りの回避
  - **IPv6 DNS64/NAT64 ネットワークのサポート**
- IPv6 を採用する理由
  - DNS64/NAT64 による移行ワークフロー
  - IPv6 および App Store の要件
  - IPv6 をサポートする際によくある障壁
  - IPv6 DNS64/NAT64 の互換性の保証
  - 関連情報

# IPv6を採用する理由

- **IPv4 アドレスの枯渇**
- IPv4 よりも効率的な IPv6
  - ◆ **NAT の必要がない**
  - ◆ 簡素化されたヘッダを使うことにより、ルーティングの高速化が可能
  - ◆ **ネットワークが断片化されない**
  - ◆ 近隣アドレス解決のためのブロードキャストを回避
- 4G の導入
  - ◆ 4G はパケット交換のみをベース、IPv4アドレス供給は限界
- マルチメディアサービスの互換性
  - ◆ 一部のサービスプロバイダが使うIMS (IP Multimedia Core Network Subsystem) は、IPv6としか互換性がない
- 料金
  - ◆ **サービスプロバイダーは既存の IPv4 ネットワークのサポートを続けることにより、追加の運用コストと管理コストがかかる**

IPv4ネットワークとIPv6ネットワークを比較して書かれているが、既存ネットワークの移行は考慮してないように感じる

# DNS64/NAT64 による移行ワークフロー

---

プロバイダーとして理想的なのは、IPv4 ネットワークのサポートを廃止すること

(理由は IPv4 接続の維持にコストがかかるため)

⇒ それをやってしまうと、IPv4 ネットワークにクライアントがアクセスできなくなる



**主要なネットワークプロバイダーの大半は  
DNS64/NAT64 による移行ワークフローを実装**

と Apple は予測

# IPv6 および App Store の要件

- アプリケーションで（IPv6 DNS64/NAT64 ネットワークとの）互換性を保証すること
- 定期的に回帰テストすることが重要

この文書上、App Store での展開の要件は、  
DNS64/NAT64環境で動作すればいい  
(IPv6のサーバとの接続性は要求されていない)

# IPv6 をサポートする際によくある障壁

- プロトコルに**埋め込まれたIPアドレスリテラル**
  - ◆ プロトコルメッセージにIPアドレスリテラルが含まれたり
  - ◆ ヘッダーフィールドの値に表示されたり
- 構成ファイルに**埋め込まれたIPアドレスリテラル**
- ネットワークプリフライト
  - ◆ 通信可否の事前チェックを、**IPアドレスリテラルで与えられた接続先**で行っている
- 低レベルネットワークAPIの使用
  - ◆ ソケットや、RAWネットワークAPI
  - ◆ 誤用されがち、**IPv4 しかサポートしなかったりする**
- 小さなアドレスファミリストレージコンテナの使用
  - ◆ **32bit以下のアドレスストレージコンテナが使われている等**

まとめると、直接IPアドレスが使用されてる、IPv6非対応のAPI使われてる、アドレスが格納できない の3点に集約される

# IPv6 DNS64/NAT64 の互換性の保証

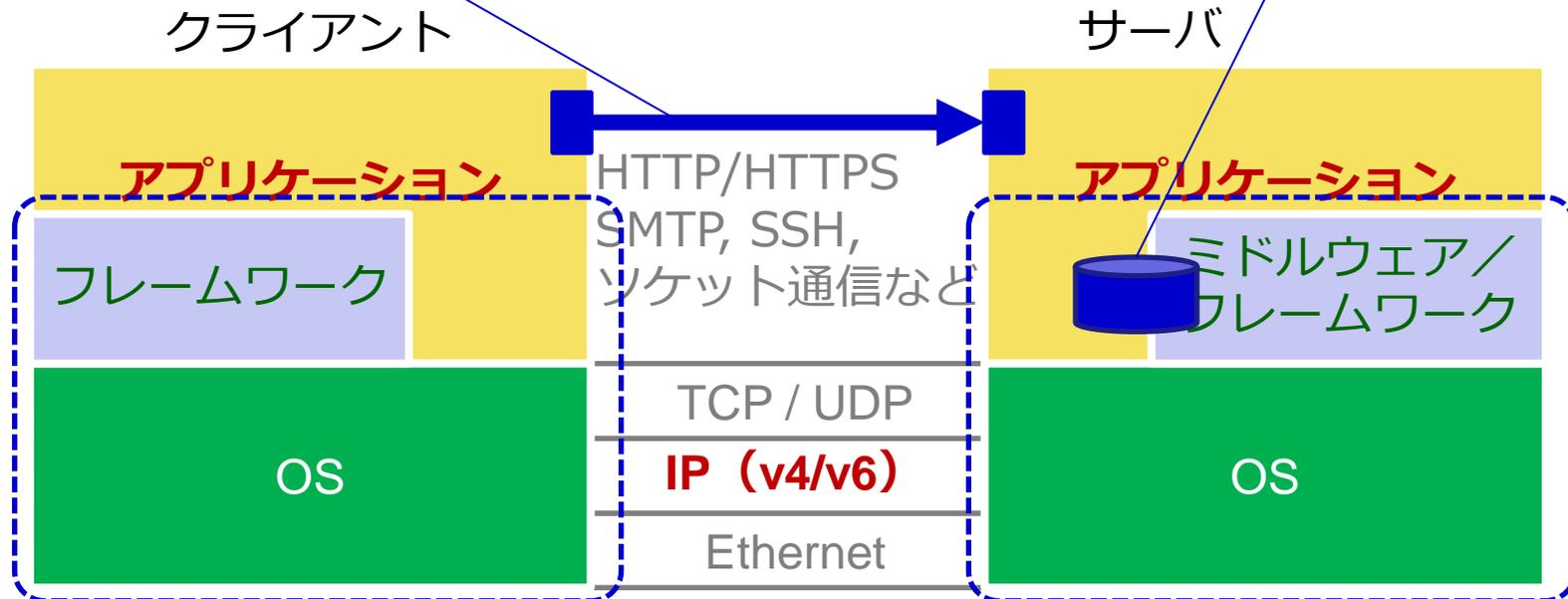
- **高レベルネットワークフレームワークの使用**
  - ◆ ほとんどの場合、高レベルフレームワークで十分
  - ◆ WebKit : Webページを読み込む複雑なプロセスに対応
  - ◆ Cocoa URL : アプリケーションでURLと参照先のリソースを操作
  - ◆ CFNetwork.Core Services : さまざまなネットワークタスク
  
- **IPアドレスリテラルを使わない**
- **プリフライトなしの接続** ホスト名・FQDNを使う
- **適性サイズのストレージコンテナの使用**
  - **正**
- **ソースコードをチェックし、IPv6 DNS64/NAT64と非互換性がないか確認**
  - ◆ IPv4固有のAPIを使用していないか確認
  
- **IPv6 DNS64/NAT64 の互換性の定期的なテスト**
  - ◆ Mac 1台でDNS64/NAT64の検証ができるように機能を提供

**IPv6 DNS64/NAT64 環境下でも動作するためには上記対応が必要**  
上記対応は、**アプリケーションIPv6対応共通のもの** と **Apple 環境固有のもの** が混在

# 【参考】アプリケーションのIPv6対応のポイント

②通信処理をIPv4/IPv6の両方に対応させる

③データとしてIPアドレスを扱う箇所をIPv4/IPv6の両方に対応させる



①IPv4/IPv6両対応のプログラミング言語と実行環境を使う

# Networking Overviewを読み解いた結果①

Apple は

コストの視点を重視して、サービスプロバイダーが IPv6 + DNS64/NAT64 を選択すると予測

**DNS64/NAT64 で動けばOK** と考えた

- ⇒
- ・ DNS64/NAT64 での動作を App Store の要件にした
  - ・ Macに検証環境を提供する機能を実装

しかし、本来、アプリケーションに求められることは、  
IPv6 環境でも IPv4 環境でも  
**IPv6/IPv4混在環境 (デュアルスタック)** でも動作すること

Apple のこの考えでは満たせない

# Networking Overviewを読み解いた結果②

実際の対応としては

IPv6サポート時のよくある障壁

- 直接IPアドレスが使用されてる
- IPv6非対応のAPI使われてる
- アドレスファミリストレージコンテナの容量が不足

が生じないようにするために

アプリケーションIPv6対応共通の

1. IPアドレスリテラルではなく、ホスト名・FQDNの使用
2. 適正サイズのストレージコンテナの使用
3. IPv4 固有のAPIを使用していないか確認

と Apple 固有の

4. 高レベルネットワークフレームワークの使用
5. プリフライトなしの接続

を行い、検証することを求めている

上記 1～5 に従い実装すれば、DNS64/NAT64環境だけでなく、デュアルスタック環境でも動作する

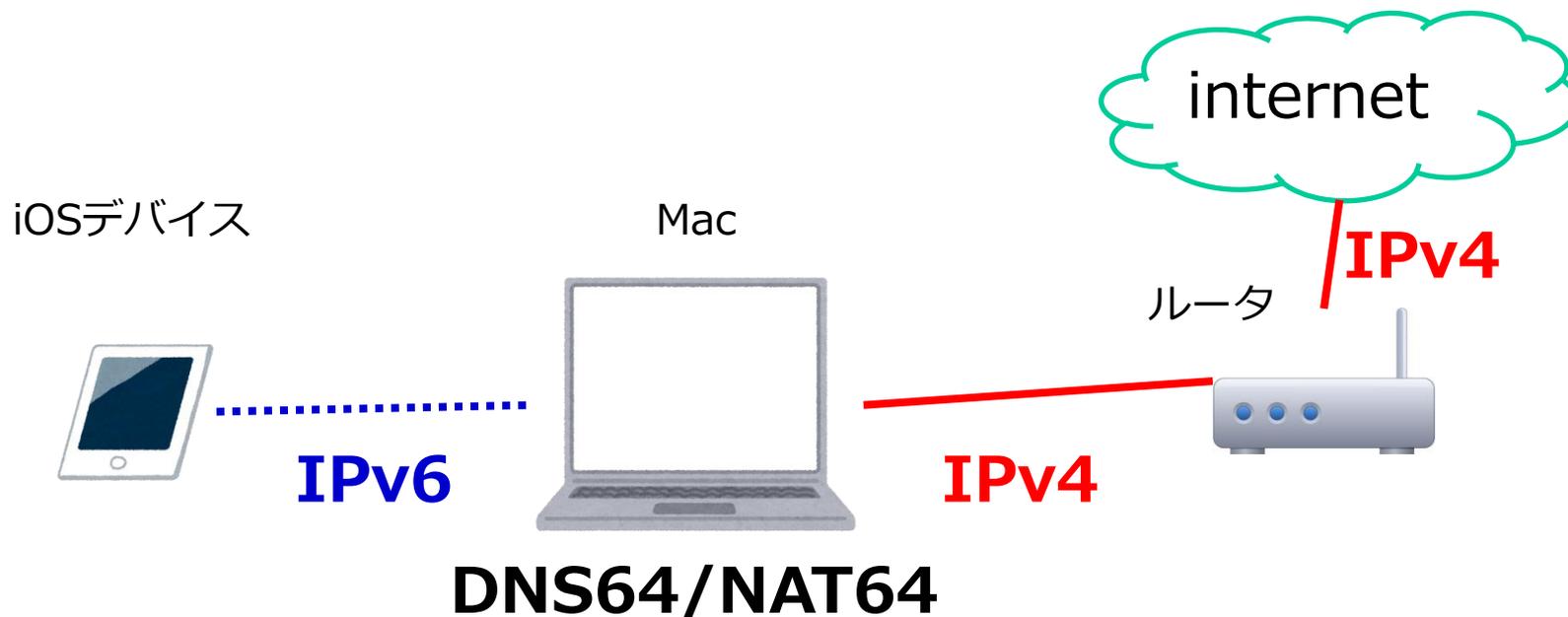


# 3. APPLE の IPV6 対応、検証

～Macによる検証環境の作り方～

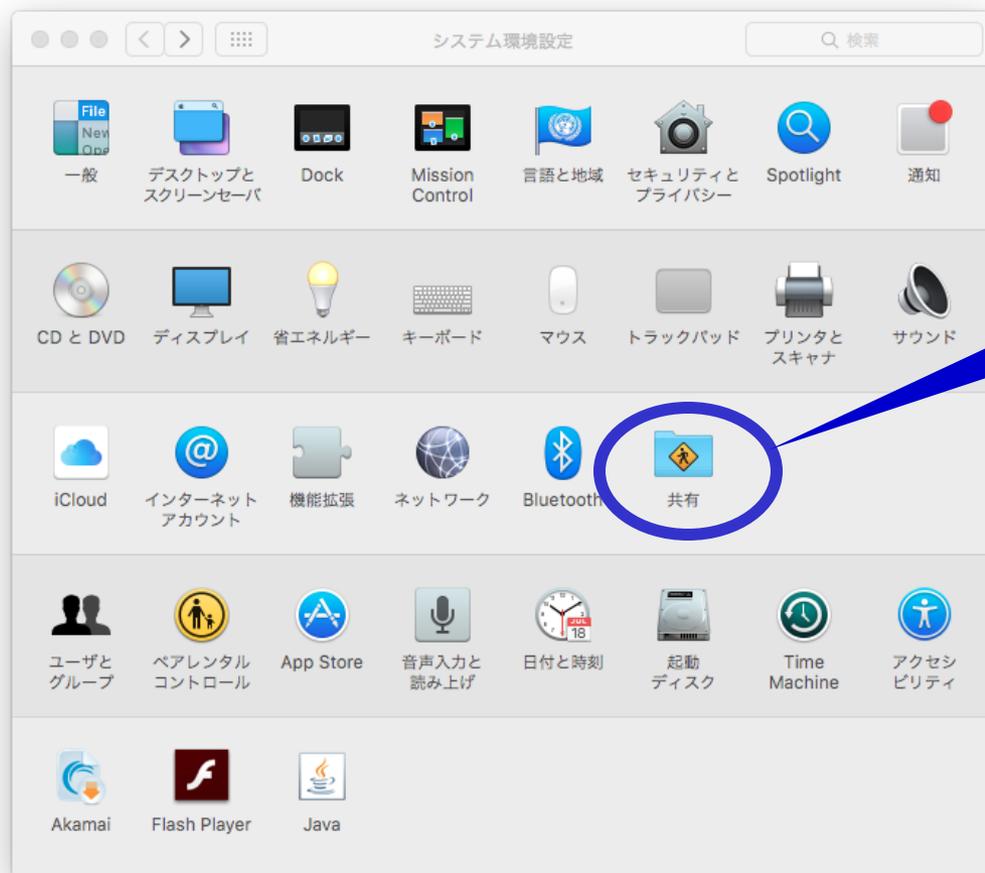
# Mac による検証環境

- 先述の「Networking Overview」の中で紹介
- OS X 10.11 (El Capitan) 以降の OS X / macOS では、**インターネット共有のオプションで DNS64/NAT64 が利用可能**
- **注意：標準では、インターネット側 (Uplink) は IPv4 しか通信できない (Mac からは、IPv6/IPv4ともに通信可能)**



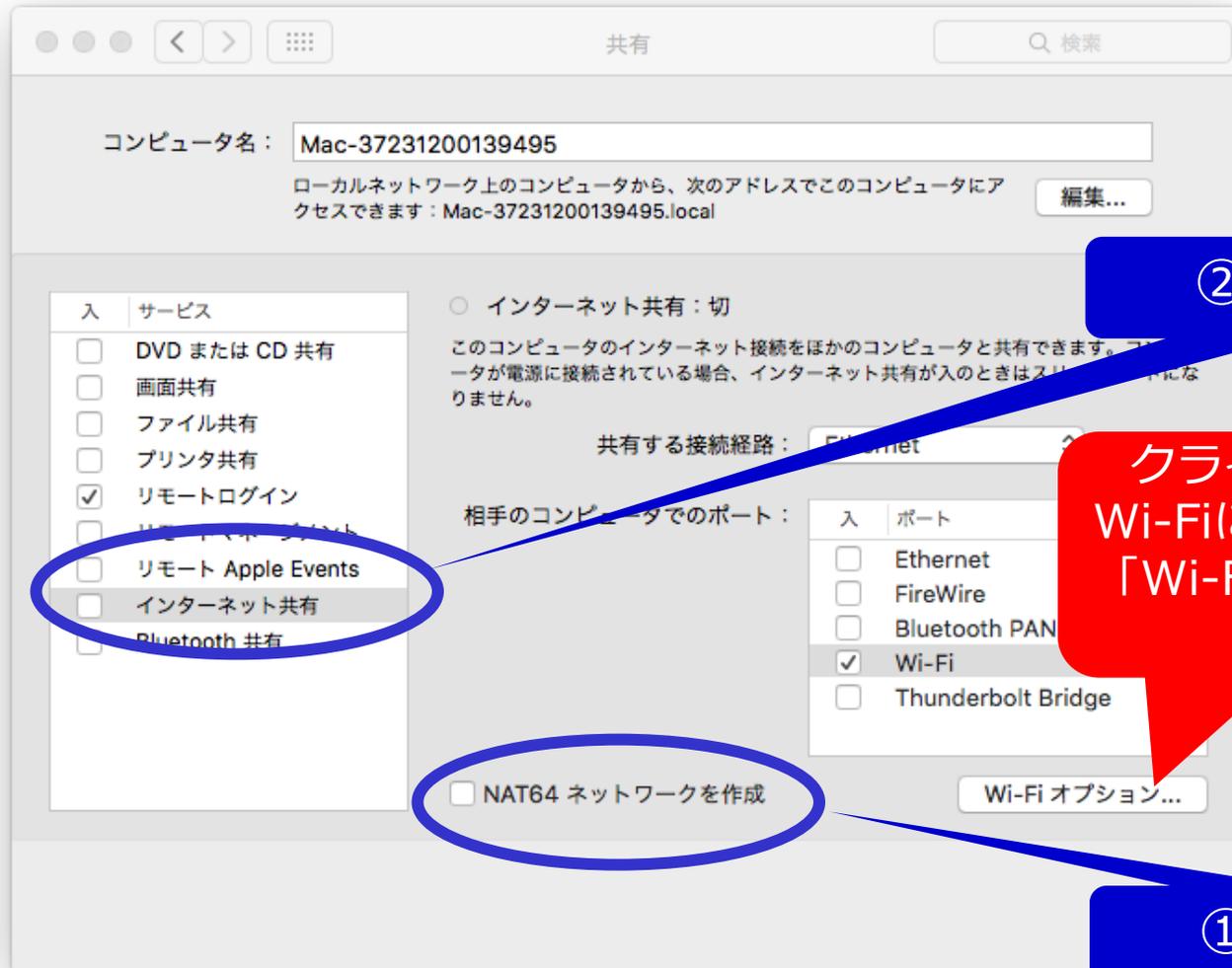
# 作ってみよう！ Mac による DNS64/NAT64 環境①

1. システム環境設定を開く
2. [Option] キーを押しながら、「共有」を開く



[Option] キーを  
押しながら、クリック

## 作ってみよう！ Mac による DNS64/NAT64 環境②



②チェック

クライアント側を  
Wi-Fiにする場合は、  
「Wi-Fiオプション」  
を開く

①チェック

3. 「NAT64ネットワークを作成」をチェックした上で、  
「インターネット共有」をチェック

## 作ってみよう！ Mac による DNS64/NAT64 環境③

(参考) Wi-Fi オプションを設定する

- ◆ セキュリティで「WPA2パーソナル」を選び、パスワードを設定する



インターネット共有ネットワークを構成します。  
構成したいネットワークの名前とセキュリティの種類を入力します。

ネットワーク名:

チャンネル:

セキュリティ:

パスワード:

確認:

パスワードは 8 文字以上でなければなりません。

## 作ってみよう！ Mac による DNS64/NAT64 環境④

### ■ 確認が入るので、「開始」



**インターネット共有機能を開始してもよろしいですか？**

コンピュータがネットワークに接続している場合、インターネット共有機能を使用すると、ほかのコンピュータのネットワーク設定に影響を与え、ネットワークが混乱する可能性があります。インターネット共有機能を開始にする前に、システム管理者に問い合わせてください。

開始

キャンセル

# 作ってみよう！ Mac による DNS64/NAT64 環境⑤

## ■ Wi-Fi に接続した iPhone の状況



## Mac による DNS64/NAT64 検証環境は完成したが...

- これで、App Store が要求する IPv6 DNS64/NAT64 での動作は検証できる（はず）

しかし、IPv6 同士の動作は検証できないので、  
場合によっては App Store のレビュー要件を満たせない

参考：<https://forums.developer.apple.com/message/147579#147579>



**Let's Hack**  
**(改造してみる)**

検証した人：

IPv6普及・高度化推進協議会 アプリケーションのIPv6対応検討SWG 藤崎 智宏氏、渡辺 露文  
JPNIC 佐藤 秀樹氏

# Mac による DNS64/NAT64 検証環境を改造①

## ■ Mac の DNS64/NAT64 を構成するソフトウェア

- ◆ DNS64 : Unbound
  - 設定ファイル : /etc/com.apple.mis.unbound.conf
- ◆ ルータ広告 (RA) : rtadvd
  - RDNSSで リゾルバのアドレスを広告
  - 設定ファイル : /etc/com.apple.mis.rtadvd.conf
- ◆ パケットフィルタ : pf

## ■ Uplink が IPv4 しか通信できない理由

- ① クライアントに割り当てるアドレスがベンチマークアドレス  
⇒ グローバルアドレスに変更しないと、外部から IPv6 で到達できない
- ② unbound の設定で dns64-synthall が有効になっている  
⇒ IPv6 サーバの名前解決も DNS64 変換される



# Mac による DNS64/NAT64 検証環境を改造②

## ■ 改造手順

- ① 上流のルータにて、クライアントに advertise する prefix を、MacのUplink アドレスにルーティング
  - 下図の例では、2001:db8:2::/64 を 2001:db8:1::2 へルーティング
- ② /etc/com.apple.mis.rtadvd.conf を変更
  - クライアントに advertise する prefix, rdns の値を変更
- ③ /etc/com.apple.mis.unbound.conf を変更
  - dns64-synthall の行を削除
  - interface: ::0 -> interface: [rdnsサーバのアドレス] に変更
- ④ unbound および rtadvd を kill して起動し直し



**注意：上記設定ファイルは、NAT64有効時のみ出現する**

- ◆ NAT64 を無効にした時点で設定が初期化され、設定ファイルも消失

## Mac による DNS64/NAT64 検証環境を改造③

---

- **これで、IPv6同士の通信も行える  
DNS64/NAT64 環境の構築ができた！**
- 構築方法の詳細な手順は、後日、IPv6普及・高度化推進協議会 IPv4/IPv6共存WG アプリケーションのIPv6対応SWGにてドキュメント化し、公開する予定です



おわりに

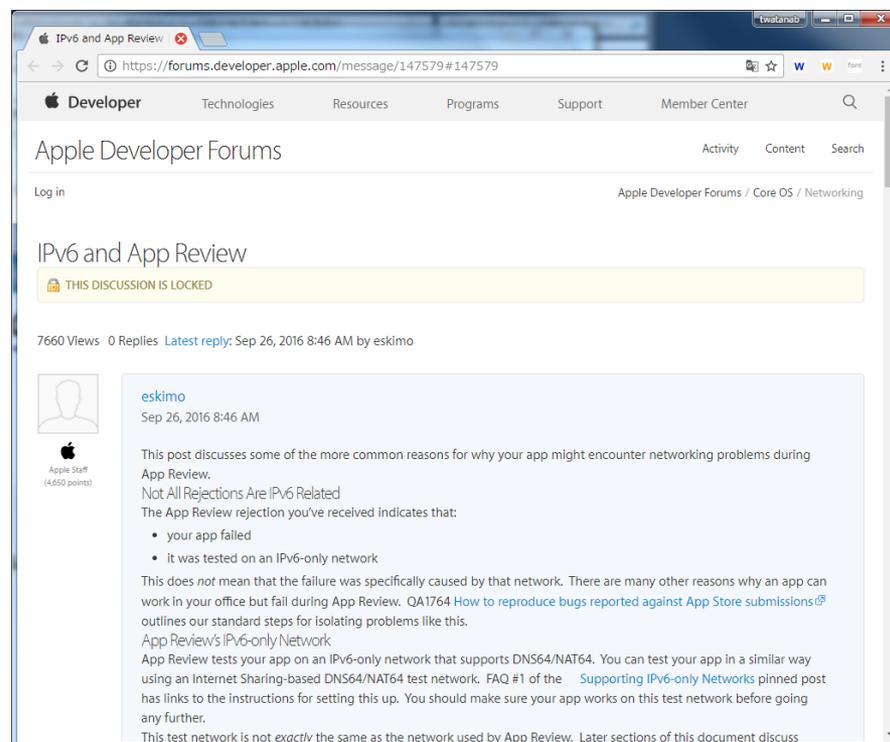
# Appleスタッフのフォーラムへの投稿を読むと...①

## ■ 実際の投稿

<https://forums.developer.apple.com/message/147579#147579>

## ■ リジェクトされるのは IPv6 に関するもの だけではない

- ◆ (IPv6対応以前に) App そのものが失敗しているケースもある



# Appleスタッフのフォーラムへの投稿を読むと...②

- App レビューで見ているのは DNS64/NAT64 だけではなく、 IPv6-to-IPv6 の接続性も見ている
  - ◆ App レビューのネットワーク構成は、厳密には、Networking Overview に書かれている DNS64/NAT64 と異なる
  - ◆ サーバが IPv6 に対応しているなら、NAT64 で変換させないで直接通信すべし
- **サーバが IPv6 対応していても、IPv6 で接続できないことがある**
  - ◆ DNS 登録名が誤っている
  - ◆ DNS は正しくても、サーバが IPv6 で listen していない
  - ◆ サーバが IPv6 で listen していても、IPv6 でリクエストが来ると失敗する
- **全てのサーバをチェックすること**
  - ◆ ライブラリに隠されているサーバ名
  - ◆ 他のネットワークリクエストの結果として App に返されるサーバ名
  - ◆ HTTP & HTTPS においては、他のサーバへのリダイレクト
  - ◆ DNS の CNAME レコード

# まとめ

---

- Apple は、USのモバイルキャリアの動きから、これからは IPv6 がメインで、IPv4 はNATでアクセスすると予測
- Apple は、iOS App の要件として IPv6-only ネットワークでの動作を要求し、レビュー（審査）で確認している
  - ◆ 接続先が IPv4 サーバの場合は、DNS64/NAT64 環境で
  - ◆ 接続先が IPv6 サーバの場合は、IPv6の直接通信で
- iOS App の IPv6-only ネットワークでの動作を実現するには Networking Overview を参考にするのが良い
- iOS App の IPv6-only ネットワークでの動作の検証は、Mac による DNS64/NAT64 が簡単
  - ◆ 改造して IPv6 サーバとの接続性を確保すれば、検証がさらに簡単になる
- フォーラムの投稿もちゃんと読もう



**ご清聴ありがとうございました**