

IPv4枯渇に係るインターネット新技術導入に向けた検討WG

平成25年度 IPv4枯渇に係るインターネット新技術導入に向けた 検証概要

＜IPv4アドレス共同利用技術のモバイルネットワークへの適用性の検証＞

＜クラウドサービスに係るIPv4アドレスの枯渇対策に伴う課題への対処＞

＜IPv4共同利用環境における新技術導入による対策＞

WG 副査 宮川 晋

平成25年11月25日（月）

IPv4枯渇に係るインターネット新技術導入に向けた検討WG

- IPv4アドレスが枯渇することによりCGN等の導入やIPv6化が本格化する
- しかしながら、上位のサービスは、Layer3のことはあまり考えないで作られていることが多い
- 意外な落とし穴があるのでは？？？
- 固定と移動ではどのように違う？？

主査 中村 修(慶應義塾大学)

副査 宮川 晋(NTTコミュニケーションズ株式会社)

【活動内容】

WG活動概要

- ① IPv4アドレス枯渇状況及び実際の対策に対する取り組み状況の把握調査
 - I. 関連技術の標準化、実装、展開動向に関する実態把握
 - II. HTML5などのインターネット新技術の標準化、実装、展開動向に関する実態把握
 - III. その他、関連事項の検討
- ② IPv4アドレス枯渇対応技術とインターネット新技術の導入に際しての課題抽出の検討
 - I. インターネット新技術に関してのIPv4アドレス枯渇対策技術及びIPv6への対応状況把握
 - II. インターネット新技術の導入に際してのIPv4アドレス枯渇の影響、課題把握、解決策検討、提示
 - III. IPv4アドレス枯渇対策技術の導入に関する最適パラメータ抽出
- ③ 関連団体との連携

2013年度活動予定

- ・IPv4アドレス共有技術のモバイルネットワークにおける適用性の検証
- ・IPv4アドレス共有技術導入時におけるインターネット新技術の有効性の検証
- ・その他、IPv4/IPv6共存環境における考慮すべき課題の抽出及び対応策の検討・検証
- ・IPv4枯渇対策技術及びHTML5技術等の新技術評価のための検証環境“StarPorte”の提供及び、利用者の募集

	2013年度												
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
活動予定				▲7/18(木) 第4回会合			▲10/2(水) 第5回会合				▲1/14(火) 14:00~15:30@汐留ビル 第6回会合		▲3/17(月) 時間調整中@東大 第7回会合 (年度末報告会)
				調査・検証等								結果取り纏め等	
	StarPorte提供中、利用者の募集												
	WGメンバーを広く募集												

<課題>

CGN等を利用したIPv4アドレス共同利用環境におけるモバイルネットワークの通信品質について懸念されている課題には以下のような事項がある。

・VPN系サービス、P2Pサービス等アプリケーションの提供に制限

アプリケーションサーバがNATの内側に存在する場合、NATの外側に存在するクライアントはサーバのIPアドレス及びポート番号の情報を得ることができないため、サービスの提供に制限が出る可能性がある。

・セッション数不足による通信品質の低下

NATを通過できるセッション数には上限があるため、セッション数不足等により輻輳が発生する可能性がある。

・ACL（Access Control List）等のフィルタリングが利用不可

あるIPアドレスからのアクセスを遮断した場合、CGN配下の同一のIPアドレスを利用している全ユーザのアクセスが不可能になってしまうため、ACL利用によるセキュリティ対策ができなくなると懸念されている。

これらを解決するために以下の検証を実施する。

1. モバイルアプリケーション通信特性調査
2. モバイルネットワークにおけるCGNの最適配置
3. HTTP/2.0あるいはSPDYによるモバイルネットワークに対する負荷の変化の調査
4. モバイルネットワークにおけるCGN導入の最適モデルとIPv6を用いてネットワークを構成したモデルとの比較
 - (1) モバイルのIPv6対応調査
 - (2) IPv6通信によるモバイルネットワークに対する負荷の変化の調査

1. モバイルアプリケーション通信特性調査

<実証実験内容>

スマートフォン等で用いられる各種アプリケーション**20種類以上の特性（同時セッション数、通信期間・頻度等）を分析**し、CGNなどのIPv4共有技術を導入したモバイルネットワークに与える影響を検証する。また同時に、VPN系サービス、P2Pサービス等、CGN等のIPv4共同利用技術においてアプリケーションの提供に制限が生じるケースについて調査し、**通信品質の低下を招く原因を特定し、対策について検討**する。

<実証方法>

通信特性調査を実施するモバイルアプリケーションおよびWebサービス（抜粋）

種別	アプリケーション名
mail	Gmail
Messenger service	LINE, facebook messenger
映像/テレビ系	Ustream、YouTube、ニコニコ動画
ポータルサイト	Yahoo.co.jp
ECサイト	楽天、amazon.com、Apple.com
検索サイト	Google
Online ゲーム	Puzzdra、facebook application

- ① TCPセッション数の計測を自動化できるようなツールを用意。
- ② 実証実験環境において対象の**同時TCPセッション数、通信期間・頻度等**についてパケットキャプチャを行い、データ測定を実施。
- ③ **モバイルにおいて**アプリケーション利用・ウェブサイト閲覧に支障が生じないセッション数の範囲を導き、モバイルのアクセスラインを持つ事業者におけるIPv4アドレス共有環境下の**1ユーザあたりの必要なセッション数の目安を検討**する。
- ④ 各種アプリケーションについて、実際にCGN等を通じた通信を行い、**アプリケーションへの影響を測定**する
- ⑤ **通信品質の低下が発生した場合は原因を特定し、対策について検討**する。

2. モバイルネットワークにおけるCGNの最適配置

<実証実験内容>

CGN への大規模負荷検証に基づき、最適な設定値（ネットワーク構成等を含めた機器の配置箇所、数量等）を導出する。また、各ユーザへの最適ポート数やポート割当手法について検討し、アプリケーションへの影響やセキュリティリスクを軽減する方法を導出し検証する。

<実証方法>

◆10月

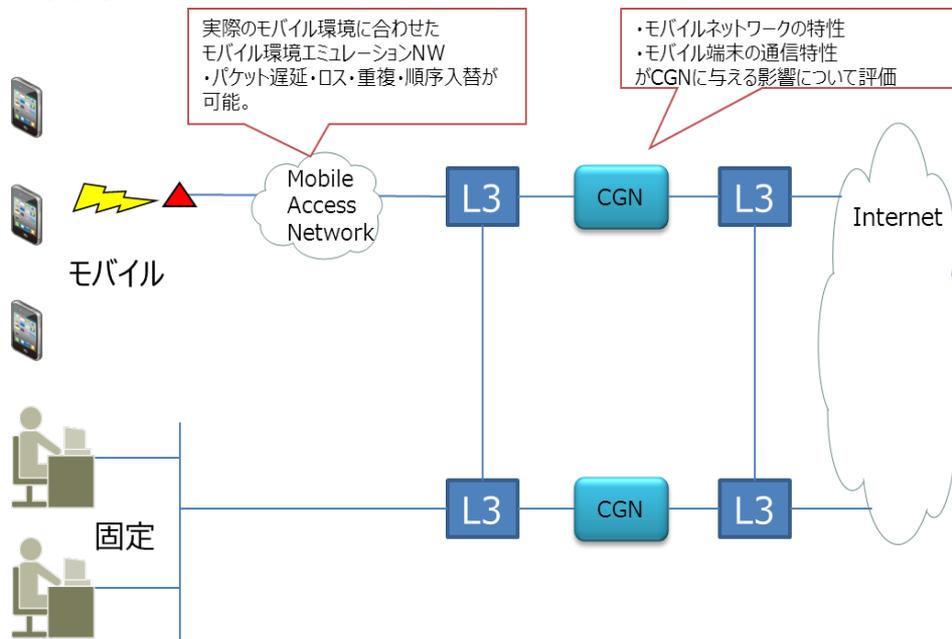
モバイルアクセス網を持つ100万ユーザ規模のネットワークを構築し、CGN等の性能測定を行い、最適配置および機器の数量等を導出する。

◆11月～1月

① モバイルネットワークの疑似環境として、モバイルデバイスエミュレーション（Android）およびスループット・遅延・パケットロス模倣するNWエミュレータを用いてモバイルネットワークの疑似環境を構築する（次ページ図参照）。

② 構築したネットワークに対し、実網にて測定を行ったスループット・遅延・パケットロスデータを模倣することでモバイルネットワークの疑似を行う。

③ NAT444以外のIPv4枯渇対策技術についても比較検証を行い、各技術における各ユーザへの最適ポート割当手法について検討し、アプリケーションへの影響やセキュリティリスクを軽減するフィルタの掛け方等の方法を導出し検証する（右図参照）。



モバイルネットワークにおけるCGNの最適配置に関する検証

3. HTTP/2.0あるいはSPDYによるモバイルネットワークに対する負荷の変化の調査

<実証実験内容>

スマートフォンで用いられるアプリケーションがHTTP/2.0あるいはSPDYを導入することによって、セッション数およびセッション特性が変化するため、モバイルネットワークに与える影響を低減させるための対策手法の一つとして考えられている。

HTTP/2.0あるいはSPDYの普及によるモバイルネットワーク全体の通信傾向の変化を予測し、CGN等のIPv4共同利用技術に与える影響を検証によって実証する。実証結果より、HTTP/2.0あるいはSPDYの対策手法としての効果を評価する。
 ※ HTTP/2.0については、IETF HTTP-bis WGにて検討されている状況であり、仕様化状況に基づき、試験対象となりうる実装がある場合のみ実証実験することとする。

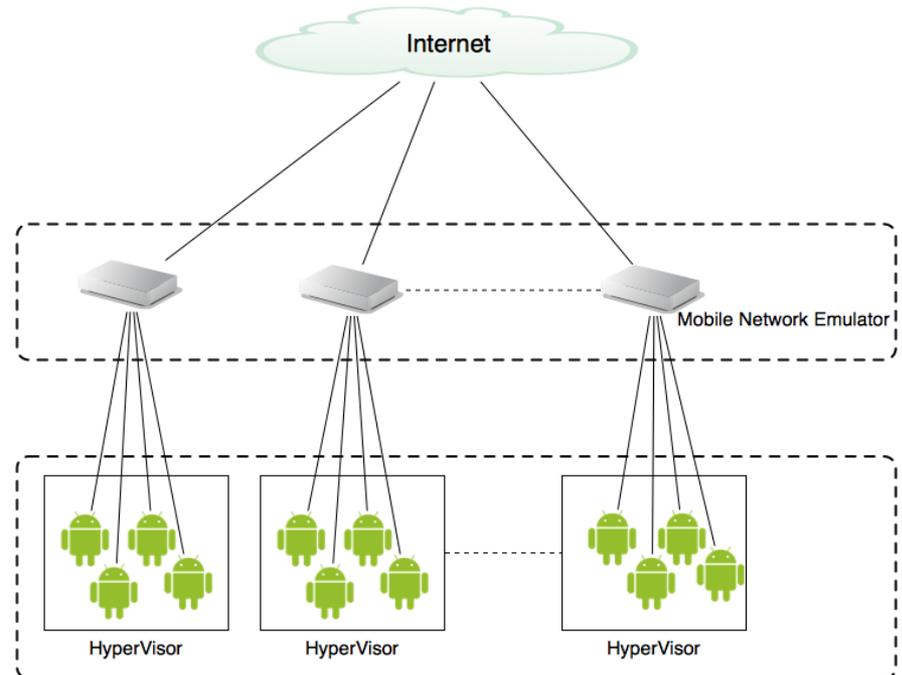
<実証方法>

◆10月～11月

主要なモバイルアプリケーションおよびWebサービスについてHTTP/2.0およびSPDYの導入状況を調査する。

◆12月～2月

HTTP/2.0およびSPDYの対応/非対応での通信特性の変化に着目し、右図に記述した大規模NW構成においてHTTP/2.0やSPDYなどの通信特性を備えた負荷トラフィックを生成し、次世代Web技術の普及による影響を計測する。



モバイルネットワークの疑似環境の概要

4. モバイルネットワークにおけるCGN導入の最適モデルとIPv6を用いてネットワークを構成したモデルとの比較

<実証実験内容>

(1) モバイルのIPv6対応調査

携帯電話事業者におけるIPv6通信の対応状況の調査およびスマートフォンやタブレット等、端末側のIPv6サポート状況について文献ならびに検証により調査を行う。また、IPv6におけるテザリングの手法について調査を実施し、テザリングによりIPv6・IPv4環境に対してどのような影響を与えるか調査を実施する。

(2) IPv6通信によるモバイルネットワークに対する負荷の変化の調査

(1) の調査や、現状のIPv6対応アプリケーションについての調査を通して、CGN等への負荷軽減効果を測定する。また、IPv6の導入がされた大規模なISP疑似NW環境において、CGNに必要とされる性能や適切な導入箇所の決定へ与える影響を見積もり、事業者等にとって望ましいIPv6への移行シナリオを検討する。

<実証方法>

(1) モバイルのIPv6対応調査

通信事業者は主要MNOならびにMVNOを10社程度選定し、調査を行う。

IPv6導入状況についての調査対象事業者（抜粋）

	通信事業者名	通信方式
MNO	NTTドコモ	W-CDMA/LTE
	KDDI	CDMA2000/LTE
	SoftBank	W-CDMA/LTE
MVNO	NTTコミュニケーションズ	W-CDMA/LTE
	IIJ	W-CDMA/LTE

(2) IPv6通信によるモバイルネットワークに対する負荷の変化の調査

IPv6の対応・非対応によるCGN等のセッション状態を保持する機器に対する影響の変化に着目し、前頁図に記載の大規模NW構成において、IPv6対応端末を、CGN等を利用したIPv4共同利用環境、およびネイティブネットワークに属するIPv6環境のそれぞれに接続し、主要なモバイルアプリケーションおよびWebサービスを使用した場合のIPv6非対応端末とのトラフィックの変化を計測し、最適配置を導出する。

クラウドサービスに係るIPv4アドレスの枯渇対策に伴う課題への対処

<課題>

近年、クラウドコンピューティング技術がますます重要な地位を占めようとしているが、OpenStackあるいはCloudStackといったクラウドコンピューティング技術を支える基盤ソフトウェアのIPv6対応は非常に遅れている。
また、可用性や業務継続性の向上に資するライブマイグレーション技術のIPv6対応が困難であること、クラウドサービスを提供するデータセンタ等においてIPv4アドレスの共同利用環境を導入した場合のサービス及び通信品質に与える影響や当該環境下の運用情報セキュリティ対策等に係るノウハウが、十分に蓄積・共有されていないこと等の課題が存在する。
これらを解決するために以下の検証を実施する。

1. 事前検証

- (1) ライブマイグレーション技術のIPv6対応状況の調査
- (2) クラウド管理ツールのIPv6対応状況の調査
- (3) レイヤ2延伸技術のIPv6対応状況の調査

2. IPv4共同利用環境がクラウドサービスへ与える影響の調査

- (1) CGN配下のクライアントとIPv6環境のクライアントからのクラウドサーバ上のコンテンツに対するスループット、遅延、ロス率の比較
- (2) CGNがアプリケーション動作へ与える影響の調査

3. クラウドサービス環境のIPv4共同利用およびIPv6対応に関する具体的な方法の調査

- (1) クラウドサーバ側におけるIPv4共同利用技術の導入に関する検討
- (2) IPv6未対応クラウドサービスをIPv6に対応させるための具体的な手法の検討
- (3) IPv4共同利用環境がクラウドサービスの運用情報セキュリティへ与える影響の調査
- (4) IPv6対応が困難であるクラウド関連技術における最適な対策の導出

クラウドサービスに係るIPv4アドレスの枯渇対策に伴う課題への対処

1. 事前検証

<実証実験内容>

(1) ライブマイグレーション技術のIPv6対応状況の調査

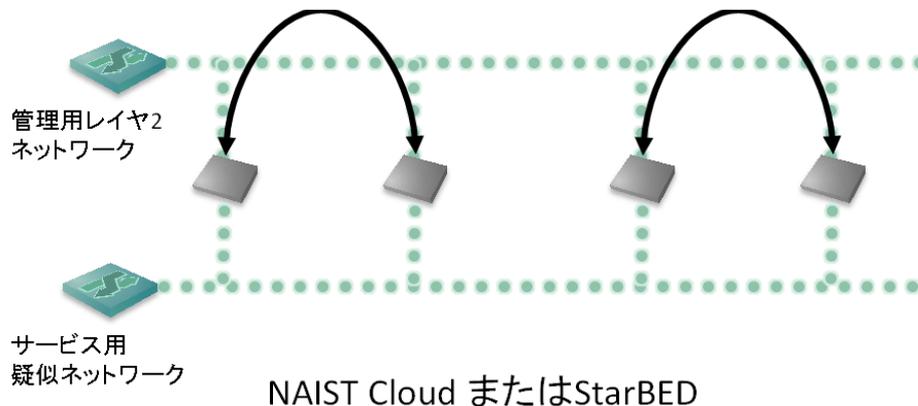
VMWare ESXi、XEN、KVM などのサーバ仮想化技術を選定し、**ライブマイグレーション技術のIPv6対応状況を調査**する。

(2) クラウド管理ツールのIPv6対応状況の調査

VMWare、OpenStack、CloudStackなどの**クラウド管理ツールを選定し、IPv6対応状況を調査**する。

<実証方法>

奈良先端科学技術大学院大学内に設置されているクラウド技術検証環境（NAIST Cloud）やStarBED を用いて、選定したライブマイグレーション技術やクラウド管理ツールのIPv6対応状況を調査する。具体的には、**IPv4で行える機能がIPv6のみの設定で行えるか否かの現状の調査やパッチファイル、開発のマイルストーンの調査**を行い、まとめる。**IPv6対応が可能な場合は、その設定方法を手順書としてまとめる**。想定する検証環境の構成図を以下に示す。



ライブマイグレーション技術・クラウド管理ツール検証環境

1. 事前検証

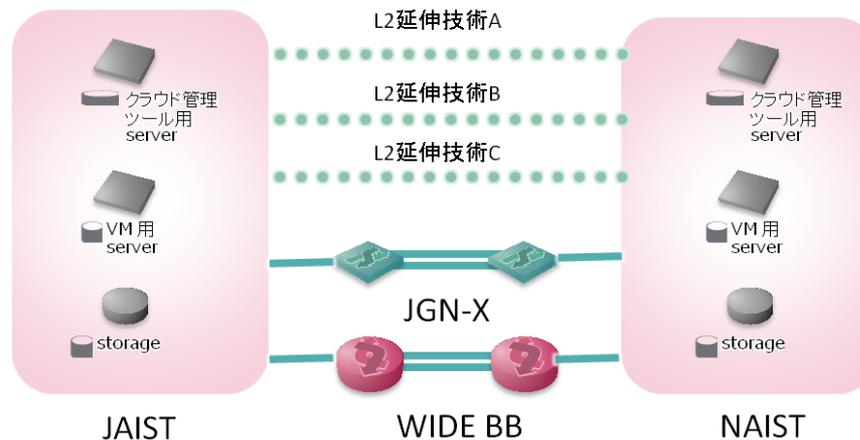
<実証実験内容>

(3) レイヤ2延伸技術のIPv6対応状況の調査

クラウド環境では、管理用ネットワークをデータセンタ間で構築することが多く、データセンタ間での管理用レイヤ2ネットワーク構築のためにレイヤ2延伸技術が用いられている。このため、**レイヤ2延伸技術のIPv6対応状況を調査**する。

<実証方法>

ストレージマイグレーション技術やレイヤ2延伸技術の検証に関しては、北陸先端科学技術大学院大学に設置している小規模クラウドサーバ環境と同等の構成を奈良先端科学技術大学院大学に設置し、WIDE プロジェクトバックボーンやJGN-Xを利用して相互接続して選定したレイヤ2延伸技術のIPv6対応状況を検証できる環境（StarCloud）を構築し、**選定したレイヤ2延伸技術の検証**を行う。**IPv6で設定可能なレイヤ2延伸技術に関しては、その手順書をまとめる。**想定する検証環境の構成図を以下に示す。



ライブマイグレーション技術・クラウド管理ツール検証環境

2. IPv4共同利用環境がクラウドサービスへ与える影響の調査

<実証実験内容>

(1) CGN 配下のクライアントとIPv6 環境のクライアントからのクラウドサーバ上のコンテンツに対するスループット、遅延、ロス率の比較

クラウド技術実験環境上に構築した疑似クラウドサービスに対して、CGN配下のクライアントおよびIPv6環境下のクライアントからアクセスし、同質のサービスに対するスループット、遅延、ロス率の比較を行う。

(2) CGNがアプリケーション動作へ与える影響の調査

クラウド技術実験環境上に構築した疑似クラウドサービス、または、実際のクラウドサービス・アプリケーションを選定し、選定したアプリケーションに対して、CGN配下のクライアントからアクセスし、CGNがアプリケーションの動作に与える影響を調査する。

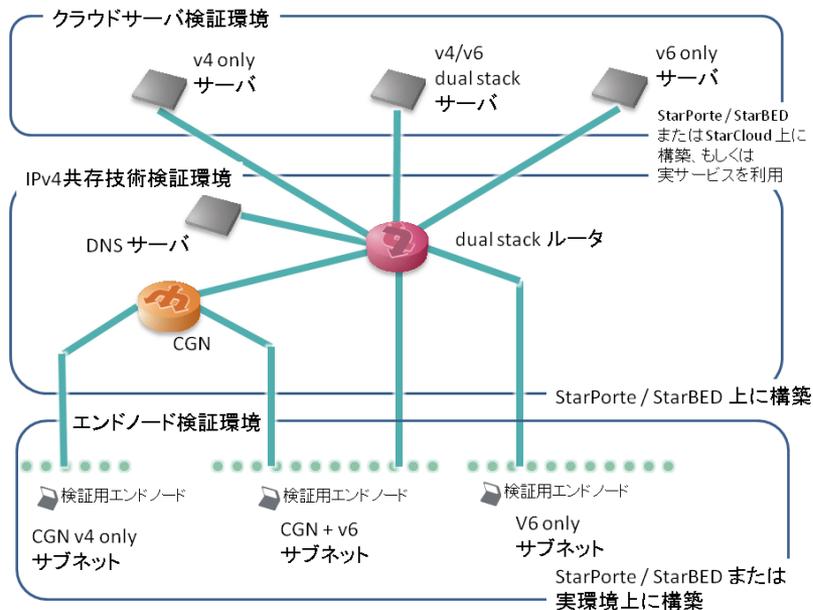
クラウドサービスに係るIPv4アドレスの枯渇対策に伴う課題への対処

2. IPv4共同利用環境がクラウドサービスへ与える影響の調査

<実証方法>

具体的に下図に示すような構成で、データセンタ想定 of クラウドサーバ疑似環境、ISP疑似環境、エンドユーザ疑似環境に実験環境を3分割する。クラウドサーバ環境では、同等のサービスを提供するサーバをIPv4のみの環境、IPv4/IPv6 dual stack の環境、IPv6 only の環境をStarBEDやStarCloudを利用して構築する。ISP疑似環境では、CGNを挟んだ環境とCGNを挟まないdual stack ルータの環境をStarPorte や StarBED を利用して構築する。エンドユーザ疑似環境ではCGN配下のIPv4 only 環境、CGN配下のIPv4 /IPv6 dual stack 環境、CGNを挟まないIPv6only 環境をStarPorte やStarBED を利用して構築する。

検証では、選定したプロトコルやサービスの疑似環境を構築し、スループット、パケットロス率、遅延などの基礎性能を比較評価する。また、疑似環境に構築が難しいクラウドアプリケーションに関しては、よく利用されるアプリケーションを選定したうえで、実サービスに対して機能検証を行う。



クラウドサービスに対する想定検証環境

3. クラウドサービス環境のIPv4共同利用およびIPv6対応に関する具体的な方法の調査

<実証実験内容>

(1) クラウドサーバ側におけるIPv4共同利用技術の導入に関する検討

クラウドサービスを1) サーバ利用、2) クライアント利用、3) 計算リソース利用などに分類し、それぞれのケースで利用可能なIPv4共同利用技術に関して検討する。

(2) IPv6未対応クラウドサービスをIPv6に対応させるための具体的な手法の検討

上記の分類に従い、それぞれのケースにおいて、IPv6未対応クラウドサービスをIPv6に対応させるための具体的な手法の整理と検討を行う。

(3) IPv4共同利用環境がクラウドサービスの運用情報セキュリティへ与える影響の調査

IPv4共同利用環境において、クラウドサービス環境側で考慮すべき運用情報セキュリティを調査する。

(4) IPv6対応が困難であるクラウド関連技術における最適な対策の導出

原理的にIPv6対応が不可能な関連技術と、開発コストなどの理由によってIPv6対応が困難な関連技術に分類し、最適な対策を検討する。

クラウドサービスに係るIPv4アドレスの枯渇対策に伴う課題への対処

3. クラウドサービス環境のIPv4共同利用およびIPv6対応に関する具体的な方法の調査

<実証方法>

- ① 「クラウドサービス環境でのIPv4共同利用技術」に関して、机上検討を実施
- ② 2013年時点で一般的に利用できる技術によって実現可能な場合には、前頁の図に記載の検証環境を利用して構築し、その手順書をまとめる。
- ③ 「IPv6未対応クラウドサービスをIPv6に対応させるための具体的な手法の検討」に関しては、前頁の図に記載の環境を構築する上で実施した同等のサービスに対するIPv4onlyの設定、dual stack の設定、IPv6 only の設定に関して、その手順書をまとめる。
- ④ その他、IPv6への対応時に考慮すべき項目をいくつかの観点からまとめる。
- ⑤ 「IPv4共同利用環境がクラウドサービスの運用情報セキュリティへ与える影響」に関しては、クラウドサービス環境側で考慮すべき運用情報セキュリティの調査を実施。
- ⑥ 具体的なワークアラウンドがある場合は、そのワークアラウンドをまとめる。具体的なワークアラウンドが無い場合には、想定される脅威に関してまとめる。
- ⑦ 「IPv6対応が困難であるクラウド関連技術における最適な対策の導出」に関しては、プロトコルの制約から原理的に不可能なもの、開発コストなどの問題から対応が困難なものに分類し、2013年時点でワークアラウンドが導出できるものに関しては、そのワークアラウンドをまとめる。2013年時点でワークアラウンドが導出できないものに対しては、技術課題としてまとめる。

<課題>

IPv4アドレス共同利用技術（CGN等）の導入により、ISPにおいてウェブアプリケーション等を利用する際の**1利用者当たりの同時セッション数を制限する等の対策**が行われることが想定される。

このような中、次世代ウェブ技術（HTML5）の関連技術であるWeb Socketを利用することにより、セッション数を削減できる可能性があることが指摘されている。しかし、**Web Socketを有効に利用するためには、ファイアウォールやロードバランサ等の構成方法を考慮する必要がある。**

これらを解決するために以下の検証を実施する

1. 事前検証

- (1) 既存サービスの調査（サイズ、遅延、パケットロス）
- (2) セッションを維持する時間及び初期輻輳ウインドウの調査

2. IPv4共同利用環境における新技術導入による対策

- (1) Websocket/SPDYを導入した際の同時セッション数の減少効果
- (2) Websocket/SPDYを利用する際の最適なモデルの導出

1. 事前検証

<実証実験内容>

(1) 既存サービスの調査 (サイズ、遅延、パケットロス)

既存サービスやサイトにおけるコンテンツサイズや、国内外における一般的な遅延、有線や無線等、利用環境におけるパケットロスの発生量などを実測や既存の結果等によって事前調査を行い、調査結果を元に、実環境に近い検証環境をシミュレートする。

(2) セッションを維持する時間及び初期輻輳ウィンドウの調査

複数のWebサイトにおいて、HTTP及びSPDYでのTCPセッションを維持する時間を実測して調査することで、既存サービスにおけるセッションを維持する時間の動向を調査する。

<実証方法>

コンテンツサイズを測定するにあたり、現在のWebサービスやサイトを、複数のファイルを一度で送信するもの、メッセージの確認等でロングポーリング等を用いて複数回サーバにアクセスを行うもの、大容量のファイルを送信するものといった観点から下記の種類に分別し、各々について実測に基づいた調査を行う。

- ・一般的なWebページ
- ・SNS (Facebook等)
- ・動画サイト (youtube等)

遅延及びパケットロスの測定にあたっては、国内及び国外のサーバに対し、ICMPを想定した測定を行う。

測定を行う状況として、国内及び国外、有線及び無線、交通手段を用いた移動中、混雑時と非混雑時、等を想定して実測に基づいた調査を行う。上記において、実測だけでなく他の既存の調査のデータからの調査も行う。

また、上記のWebサービスやサイト等において、HTTP及びSPDYでのTCPセッションを維持する時間を調査する。

さらに、ブラウザの種類による初期輻輳ウィンドウサイズも調査する。

2. IPv4共同利用環境における新技術導入による対策

<実証実験内容>

(1) WebSocket/SPDYを導入した際の同時セッション数の減少効果

WebSocket/SPDYを利用した際に、TCPの同時セッション数が削減される事を確認する。

(2) WebSocket/SPDYを利用する際の最適なモデルの導出

様々なネットワーク環境をシミュレートする環境を構築し、ネットワーク環境が与えるWebSocket及びSPDYへの影響を明らかにする。また、IPv4/v6共存環境において、WebSocket/SPDYを適用する際のルータやロードバランサ等の負分散機能への影響を明らかにし、WebSocket/SPDYを有効に利用できるネットワーク機器の構成を明らかにする。

<実証方法>

【WebSocket/SPDYの挙動の調査】

● 同時セッション数の減少効果の確認

➢ WebSocket/SPDYを用いた場合に、HTTPを用いた場合のTCP同時セッション数に比べて同時セッション数が削減されることを確認

● ネットワーク状況の差によるWebSocket/SPDYに与える影響調査

本実証実験環境において、複数台のWebブラウザを効率的に操作・テストできるソフトウェア（以下Webテストツール）を用い、下記の調査を実施する。

- 回線速度の違いによるWebSocket/SPDYへの影響
- パケットロス率の違いによるWebSocket/SPDYへの影響
- 遅延の違いによるWebSocket/SPDYへの影響

以上を複数種類のOS及びブラウザにおいて実施し、それらの違いによる影響の調査を実施する。

2. IPv4共同利用環境における新技術導入による対策

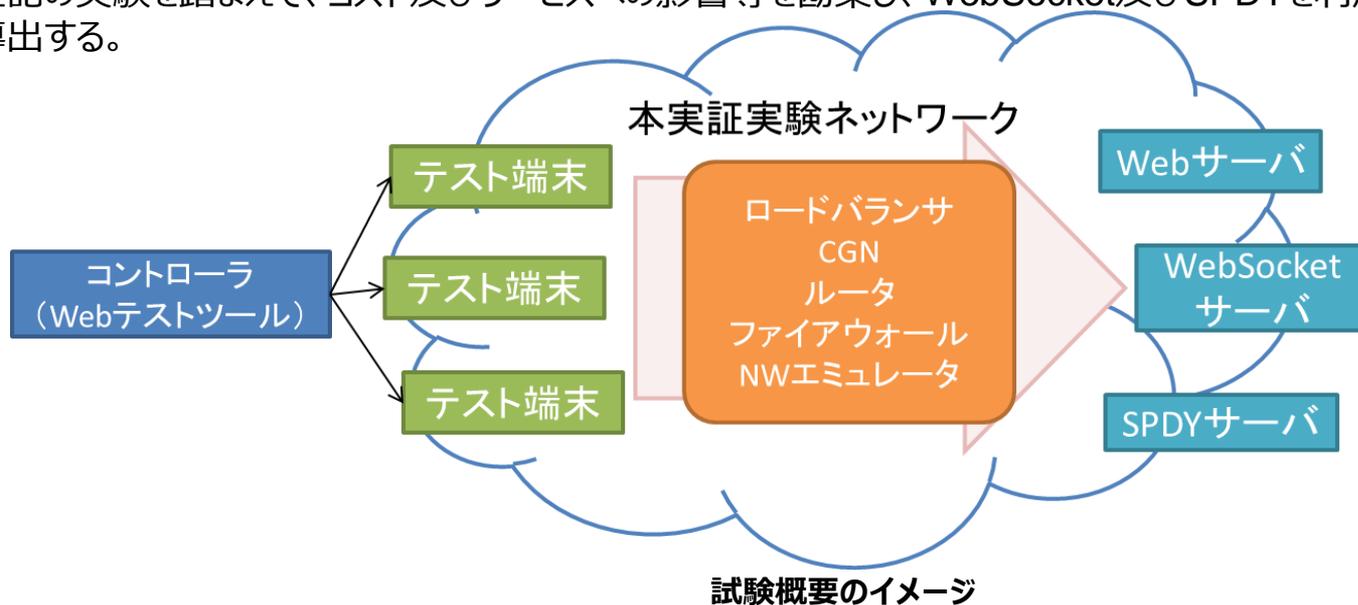
<実証方法>

【WebSocket/SPDY利用時のNW機器における調査】

IPv4/v6共存環境においてWebSocket/SPDYを有効に利用するために、下記を実施する。

- CGNやサーバ等における有効な通信ログの取得方法の導出
- WebSocket/SPDYに対応したソフトウェア、ロードバランサ、ハードアプライアンス機器についての技術検証及び評価 から有効性や課題の導出
 - 既存の製品に対して本実証実験環境においてパフォーマンス試験を実施。
- CGNやルータ、ファイアウォール、ロードバランサ等のネットワーク機器の配置やネットワークの構成方法について調査・分析を行った上で最適な構成を導出

上記の実験を踏まえて、コスト及びサービスへの影響等を勘案し、WebSocket及びSPDYを利用する際の最適なモデルを導出する。



【検証環境ご利用の流れ】

StarPorteにある機材を活用しCGNを導入した場合のアプリケーション等の試験や、StarPorteに機材を持ち込み自社の環境を再現した上で、IPv4/IPv6共存環境を想定した試験等が可能です(参加費不要)。

(1)申し込み

Webサイト(<http://www.v6pc.jp/jp/entry/wg/2013/01/ipv4html5starporte.phtml>)のお申し込みフォームに必要事項を記入の上、v6info@v6pc.jpにメール。

(2)検証実施

お客様とIPv6普及・高度化推進協議会間でスケジュールを調整の上、北陸StarBED技術センターにて検証を実施していただきます(遠隔での検証は応相談)。

(3)検証結果のフィードバック

アンケートにご協力ください。
検証手順や検証結果等をご報告いただきます。

【検証期間(予定)】

～2013年2月28日(金)

