

## インターネットルーティングレジストリにおける経路整合度の評価に関する研究

長橋 賢吾<sup>†</sup> 江崎 浩<sup>†</sup>

A Research on the Routing Consistency in Internet Routing Registry

Kengo NAGAHASHI<sup>†</sup> and Hiroshi ESAKI<sup>†</sup>

あらまし 現在、インターネット上の経路あるいは AS 番号を登録するデータベースとして IRR (Internet Routing Registry) が存在している。しかし、IRR に記載されているデータは正しく更新されておらず、実際のインターネットの状態を正確には反映していないとの指摘がされている。そこで、本研究は、(1) IRR と実際のインターネットの経路情報の整合度、(2) 各 IRR による整合度の違いに関する評価を行った。具体的には、IRR 中の route object と実際の BGP 経路情報とを、Exact Match と Best Match とを用いて比較評価した。その結果、Exact Match では登録率が低く、一方、Best Match では、高い登録率となることを明らかにすることができた。更に、Best Match の有効性を検証評価したことにより、各 IRR によってデータの正確性が大きく異なることも数値的に明らかにすることができた。

キーワード レジストリ、インターネットルーティング、IRR (Internet Routing Registry)、BGP (Border Gateway Protocol)

### 1. ま え が き

IRR (Internet Routing Registry) は、インターネットにおける経路制御のための台帳として、以下の機能をもつ。

- インターネット上の経路の漏れ・フラップなどの経路制御上のトラブル時における連絡先としての利用

- IRRToolSet [1] などのツールを用いた、IRR の各 object からルータの設定に必要なフィルタ情報を自動生成

- 各 AS のルーティングポリシーの確認

IRR には、Public と Private の 2 種類ある。前者の Public IRR は、RADB を除いて、RIR (Regional Internet Registry) が主に運営している IRR であり、現在グローバルスケールでのデータベースである RADB [2]、ヨーロッパ地域では RIPE [3]、アジア・環太平洋地域では、APNIC [4] がそれぞれ IRR を運

営している。各 IRR が管理している経路情報は、ネットワークを用いて原則として誰にでもアクセスすることが可能である。一方、後者の Private IRR とは、大手の ISP が顧客向けに提供している IRR であり、その公開利用範囲は限定されている。本研究は、前者の Public IRR に焦点を当てたものであり、後者に関しては、議論の対象とはしない。

インターネットにおける経路制御、特にインタドメイン経路制御では、例えば、本来、経路を広告すべきでない AS が不正に経路を注入するという問題 (BGP Multiple Origin AS (MOAS) Conflicts [5]) がしばしば発生する。この問題を解決するためには、グローバルレベルでのコーディネーションが必要となる。IRR は、このコーディネーションにあたって、AS に関する連絡先を記載したデータベースを保持しているため、これをもとにして、不正な経路を広告している AS へのコンタクトが可能となる。

しかし、一方で、以下のような指摘もなされている [6]。「IRR には、インターネット上の経路、AS、コンタクト情報すべてが登録されているわけではない。また、IRR に登録されているデータは、古いものが多いのが実情である。したがって、ルータのフィルタを IRR か

<sup>†</sup> 東京大学大学院情報理工学系研究科，東京都  
Graduate School of Information Science and Technology,  
The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bukyo-ku, Tokyo,  
113-8656 Japan

ら自動生成するのは、現実的ではない。」

本論文では、このような IRR に関する問題点の正当性と、IRR 自体の可用性の実質的な評価を数值的に行うために、以下のような評価パラメータに関する調査解析を行った。

- (1) IRR における経路情報の登録率
- (2) 各 IRR (RADB, RIPE, APNIC) における登録率の比較

本論文の構成は以下のとおりである。2. は、IRR における経路情報登録率に関する関連研究を、本研究との類似点、相違点という視点で議論する。3. では、IRR に登録されている経路情報の状況を解析するための要求事項を検討する。4. では、具体的な IRR の経路情報の整合性の評価手法に関する議論を行う。5. では、4. で検討した評価手法に基づいて実際に測定した結果を示している。最後に、6. で結論と今後の課題について議論する。

## 2. 関連研究

関連研究としては、RIPE NCC が実施している RIPE RRCC (Routing Registry Consistency Check) [7] が挙げられる。RRCC の目的は、以下の 3 点である。

- (1) ルーティングデータベース (IRR) における整合性確認手段の提供
- (2) ルーティングデータベース (IRR) における容易な訂正手段の提供
- (3) ルーティングデータベース (IRR) と実際のインターネット上で広告されている経路情報の整合性の観測評価

これを実現するために、RRCC では、同じく RIPE が提供している RIS (Routing Information Service) [8] を用いて、インターネット上の経路におけるデータと RIPE NCC が保持している IRR データベースを照合し、その不整合をチェックしている。

本研究と RRCC との類似点は、ルーティングデータベースとインターネット上の経路との非整合性を明らかにする点である。

相違点として、RRCC では、原則的に RIPE が保持しているルーティングデータベースについてのみの調査であるが、本研究では、RIPE のみならず、RADB, APNIC といったほかの IRR に対してもルーティングデータベースとインターネット上の経路との整合度を明らかにする点である。

## 3. 測定手法に関する要求事項

本章では、インターネット上の経路と IRR の経路情報との不整合を測定するために必要な要求事項について議論する。インターネット上の経路と IRR の経路情報を比較をするために必要な要素は以下である。

- (1) IRR における経路情報
- (2) インターネットにおける経路情報
- (3) IRR における経路情報とインターネット上の経路を比較するためのマッチング手法

以上の 3 点について、次節以降で詳しく検討する。

### 3.1 IRR 経路情報に関する要求事項

本節では、最初の要求事項である IRR における経路情報について議論する。IRR は、RPSL [9] と呼ばれるポリシー言語に基づいて記述されており、様々なオブジェクトを定義することが可能である。本研究の目的を達成する上で必要なのは経路に関する情報であり、IRR では、route object がその役割を担っている。図 1 は、route object の例であり、(1) 経路情報を示す route 属性、(2) どの AS において生成したのかを示す origin 属性、(3) 誰によってメンテナンスされているかを示す mnt-by 属性、そして (4) どのデータベースに登録されているかを示す source 属性が必須であり、それ以外の情報は任意登録である。

次に、どの IRR から route object を取得すべきかについて議論する。IRR は前述のように世界各地に分散されているが、DNS のように (ルート) を頂点とした階層構造をとっていない、ゆえに取得する IRR によって、その情報は異なる。しかし、本研究の目的は、世界規模での IRR の経路情報とインターネット上の経路情報との不整合の把握であり、RRCC のように RIPE などのある地域に偏ったデータベースのみの調査では、その目的は達成できない。ゆえに、地域性に依存しないデータベースが必要となる。

```
route:          204.70.2/24
descr:         ROUTE-SAMPLE
origin:        AS65361
mnt-by:        MAINT-APNIC
changed:       nobody@sample.net 20030818
source:        APNIC
```

図 1 route object の例

Fig. 1 Example of route object.

3.2 インターネット上の経路情報に関する要求事項  
本節では、インターネット上の経路情報について整理する。インターネット上における経路情報としては、以下の二つに分別することができる。

- ドメイン内部での経路情報
- ドメイン間での経路情報

本研究では、ドメイン内部ではなく、グローバルでの経路情報を取り扱うため、後者のドメイン間の経路情報を用いる必要がある。現在のドメイン間経路制御は、BGP [10] が標準になっており、本論文では、経路情報とは BGP での経路情報を指す。また、ドメイン間経路制御は、“Default Free” ルーティングとも呼ばれ、ドメイン内経路制御において利用されていた Default の概念が存在しない。ゆえに、インターネットにおけるすべての経路情報を保持する必要があり、現在その経路数は 12 万から 14 万 [11] ほどあるが、経路数は観測点において異なる。すなわち、正確な不整合を計測するためには観測点に依存しない経路情報が必要となる。

### 3.3 マッチング手法に関する要求事項

前述のように、何らかの手法を用いて IRR 上の経路情報とインターネット上の経路情報とを比較する必要がある。最もシンプルなアプローチとしては、IRR の route object に記載されている route 属性とインターネット上の経路情報とが、プレフィックス及びプレフィックス長が同じであれば、一致とみなす Exact Match 方式である。しかし、Default Free ゾーンに、常に定められたプレフィックス長で広告するとは限らない。例えば、IRR に 133.11/16 という経路が登録されているものの、インターネットの経路情報として、133.11.1/24 で広告している場合もある。この場合は、Exact Match では、マッチングしているとはみなしておらず、正しく IRR 上の経路情報とインターネット上の経路情報を比較できていないとはいえない。ゆえに、上記の場合にも対応できるマッチング方法が必要である。

## 4. 測定手法

前章の要求事項を踏まえて、本章では、実際の測定手法についてのアプローチについて議論する。

### 4.1 IRR に関するアプローチ

3.1 において、IRR に関する要求事項として、地域性に依存しないデータベースを挙げたが、これを実現するために Unified Database を以下のように構築

する。

(1) 主要な IRR データベースである RADB, RIPE, APNIC, JPIRR<sup>(注1)</sup>から route object を抽出する。

(2) 複数の IRR に重複して同一のプレフィックスが登録している場合があるので、重複したプレフィックスが存在する場合は、これを抽出する。なお、この場合、更新日時が新しい方を計測すべき対象データとする。

(3) RADB, RIPE, APNIC, JPIRR の route object を統合し、そこから (2) で定義した重複登録の部分差し引く。

この Unified Database を構築することによって、地域に依存しないデータベースを作成することができる。

### 4.2 インターネット上の経路に関するアプローチ

3.2 において、観測点に依存しない経路情報の必要性について述べた。それを踏まえて本節では、いかに観測点に依存しない経路情報を取得するかについて議論する。方針としては、

- 世界中で公開されている BGP ルーティングテーブルスナップショットを利用する

- 観測点 (AS ボーダルータ) において、多くの ISP と BGP ピアを確立する

の二つのアプローチがあり得る。前者は、前述の RIS やオレゴン大学が提供している routeviews [12] など多くの機関が BGP ルーティングテーブルを公開しており、これらを Unified Database のように統合する方式である。ただし、この方法では、経路情報における伝搬遅延が問題となる。つまり、複数の BGP ルーティングテーブルを統合する場合、BGP UPDATE を受信した時刻、AS\_PATH が異なるため、正確性に欠ける。一方、後者のアプローチでは、1 個所で受信するため、前述した問題は発生しない、よって本論文では後者の観測点において、多くの ISP と BGP ピアを確立し、経路情報を取得するアプローチをとる。

### 4.3 マッチング手法に関するアプローチ

マッチング手法に関するアプローチである、3.3 で述べたように Exact Match はすべてをカバーしているとはいいたい。そこで、本研究では、インターネット上の経路が IRR の登録経路に含まれているという部分集合の場合も、一致とみなす Best Match 方式も

(注1): 社団法人日本ネットワークインフォメーションセンターが提供している IRR 実験サービス。

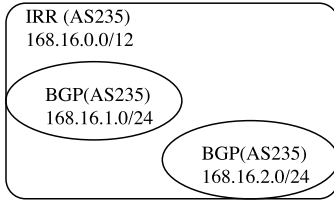


図 2 Best Match 手法  
Fig. 2 Best Match method.

併せて導入する。図 2 では、

- IRR には、168.16.0.0/12 という経路情報を route object として登録
- BGP では、168.16.1.0/24 及び 168.16.2.0/24 と分割して二つの経路を Default Free ゾーンに広告  
このケースにおいて、Exact Match では、プレフィックス及びプレフィックス長が完全一致の場合のみ登録されているとみなすために、この例の場合では一致しない。一方、部分一致をもって登録されたとみなす Best Match では、BGP の 2 経路は IRR 中の集合の一部であり、それゆえ一致とみなす。

### 5. 測定結果

前章では、どのように IRR とインターネット上の経路情報との不整合を計測するかについて議論した。本章では、これを踏まえて、実際の計測結果について述べる。

#### 5.1 IRR についての計測結果

表 1 は、2003 年 8 月 11 日現在の各 IRR の route object 総数である。

4.1 で指摘しているように、各 IRR だけでは正確なデータベースを構築することはできない。そこで、前述の手順に従って Unified Database を構築する。構築にあたって、重複するエントリを削除する必要があり、その重複数を表 2 に示す。

求めるべき Unified Database は、

- (1) すべての IRR の合計は、表 1 より 101,618 件
- (2) 同じプレフィックスで、異なるデータの場合、更新日時が新しいデータをカウント
- (3) RADB における重複 (a)、RIPE における重複 (b)、RADB と RIPE における重複 (c)、RADB と APNIC における重複 (d)、RADB と JPIRR における重複 (e)、RIPE と APNIC における重複 (f) の合計は、9,118 件
- (4) (1) から重複部分 (2) を差し引き、Unified

表 1 各 IRR の route object 数

Table 1 The number of route object in each IRRs.

IRR DB	件数
RADB	69,493
RIPE	31,087
APNIC	811
JPIRR	227
合計	101,618

表 2 各 IRR の重複エントリ件数

Table 2 The number of duplicated entry in each IRRs.

	RADB	RIPE	APNIC	JPIRR
RADB	5,925 (a)	1,906 (c)	139 (d)	209 (e)
RIPE	1,906 (c)	934 (b)	5 (f)	0
APNIC	139 (d)	5 (f)	0	0
JPIRR	209 (e)	0	0	0

表 3 BGP 経路情報のプレフィックス長分布

Table 3 Prefix length distribution of BGP routing table.

	prefix 数		prefix 数		prefix 数
/8	16	/17	1,684	/26	20
/9	5	/18	3,005	/27	11
/10	8	/19	8,554	/28	11
/11	13	/20	8,564	/29	24
/12	54	/21	6,032	/30	4
/13	97	/22	9,060	/31	0
/14	260	/23	7,448	/32	19
/15	476	/24	54,664		
/16	7,390	/25	24	総数	107,415

Database の件数は、92,500 件となる。

#### 5.2 BGP による経路情報

次に BGP による経路情報についての測定結果について述べる。4.2 においては、観測点に依存しない経路情報の必要性について指摘したが、本研究では、2 個所の ISP から BGP 経路情報を取得した。表 3 に、取得した BGP 経路情報におけるプレフィックスの総数とプレフィックス長ごとの分布を示す。

表 3 から分かることは、インターネットにおける経路は /19 ~ /24 に集中しており、これらの経路が IRR に登録されていれば、IRR とインターネット上の経路との不整合は少ないといえる。

#### 5.3 IRR と BGP 経路情報とのマッチング結果

本節では、Unified Database と BGP 経路情報の不整合点を Exact Match、Best Match を用いて明らかにする。

##### 5.3.1 Exact Match によるマッチング結果

はじめに、Exact Match の結果について述べる。前述のように Exact Match とは、プレフィックス及び

表 4 Exact Match のプレフィックス長分布

Table 4 Prefix length distribution of Exact Match method.

	Match	割合		Match	割合
/8	7	50%	/17	465	44.4%
/9	2	40%	/18	1,026	51.6%
/10	2	37.5%	/19	3,418	63.9%
/11	2	46.1%	/20	2,936	50.1%
/12	20	48.1%	/21	1,690	37.8%
/13	28	40.2%	/22	2,819	41.8%
/14	82	41.5%	/23	2,236	44.9%
/15	89	46.6%	/24	19,717	47.8%
/16	2,990	61.2%	/25	2	8.3%

表 5 Best Match のプレフィックス長分布

Table 5 Prefix length distribution of Best Match method.

	Match	割合		Match	割合
/8	7	50%	/17	1,218	87.8%
/9	4	80%	/18	2,270	88.6%
/10	4	62.5%	/19	6,261	93.4%
/11	4	61.5%	/20	6,647	92.9%
/12	25	57.4%	/21	5,134	93.4%
/13	39	51.5%	/22	7,865	95.4%
/14	108	62.6%	/23	6,217	95.7%
/15	181	69.3%	/24	47,034	94.9%
/16	3,567	70.9%	/25	24	100%

レフィックス長が完全に一致した場合である。

表 4 に、プレフィックス長ごとに Exact Match したプレフィックス数、及びその割合 (Exact Match/BGP 率) を示す。なお、/26 よりもプレフィックス長が長いプレフィックスは、各 ISP で用いられている内部のプレフィックスであると考えられるため/26 以降については計測の対象とはしない。

Exact Match の結果から分かることは、旧クラス B ブロックである /16 の登録率が高い (61.2%) 一方で、インターネットにおける経路の大半 (87.8%) を占める /19 ~ /24 の登録率が低い (40% 台) ことが分かる。

### 5.3.2 Best Match によるマッチング結果

次に、Best Match の結果について述べる。Best Match は、前述のように、たとえプレフィックス長が異なっても、IRR の経路情報が BGP 経路情報をを包含していれば、登録されていると判断する手法である。表 5 に、プレフィックス長ごとに Best Match したプレフィックス数、及びその割合 (Best Match/BGP 率) を示す。なお、Exact Match と同様に /26 以降は計測していない。

表 5 の Best Match の結果から分かることは、Exact Match では、低かった /19 ~ /24 の登録率が改善

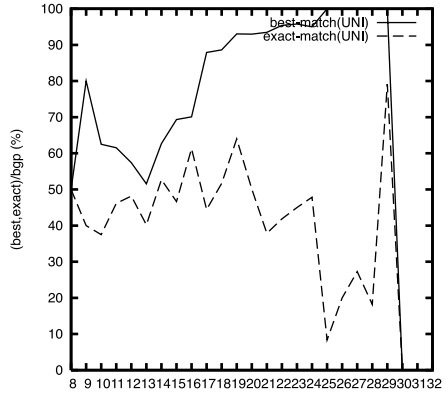


図 3 IRR/BGP 割合分布

Fig. 3 Distribution of IRR/BGP ratio.

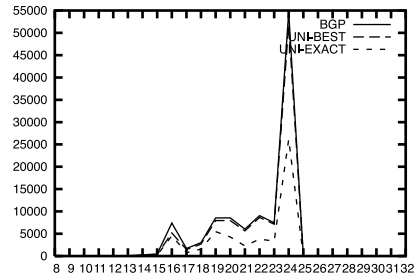


図 4 プレフィックス数分布

Fig. 4 Prefix distribution.

され、その登録率 (90% 台) は極めて高いといえる。

### 5.3.3 Exact Match, Best Match に関する考察

Exact Match, Best Match のそれぞれの結果について述べたが、本項では、両者の相違点について検討する。図 3 は、y 軸を IRR/BGP の割合 (%), x 軸をプレフィックス長としてプロットしたグラフである。

また、図 4 は、x 軸はプレフィックス長であるが、y 軸をプレフィックス数でプロットしたグラフである。

これらのグラフから分かることは、以下である。

- 旧クラス B ブロック (/16) では、登録率に関しては、Exact Match, Best Match とともにそれほど大きな差はない
- インターネットの経路情報が集中している /19 ~ /24 の登録率では、Exact Match は 50% 程度に対して、Best Match では 90% と大きな差がある

この結果から、Best Match と Exact Match との間には大きな離れがあることが明らかになった。それでは、どうして Best Match と Exact Match との間にかい離れがあるのか。Best Match は、マッチング方

法として本当に IRR の経路情報が BGP 経路情報を包含しているのか、その有効性を次節において検証する。

#### 5.4 Best Match 手法の有効性についての検証

5.3.2 で指摘したように、Best Match による登録率は高いことが分かった、しかし、それが本当に IRR の経路情報が BGP の経路情報を包含つまり同一ネットワークであるかどうかは、この結果では分からない。これを分析する方法として、以下のアプローチがある。

- IRR の aut-num object に記述することができる as-in, as-out 属性と実際の BGP における AS\_PATH が一致しているかを調査する。AS\_PATH が、ある程度一致していれば、IRR に記載されている経路情報が BGP の経路情報と同一であるか判断することが可能である

- IRR の route object に含まれる origin 属性と BGP に含まれる Origin-AS が同一かどうかで判断する。もし、両者が同一であれば、共通した AS から広告されたということであり、IRR/BGP は同じネットワークであると判断することが可能である

前者のアプローチでは、as-in, as-out 属性は、必須項目ではなく任意項目なので、すべての as-in, as-out 属性が登録されているわけではない。また、AS\_PATH は観測する BGP ルータによって異なるため、同じネットワークであるかを判断することは難しい。ゆえに、ここでは後者の Origin-AS の検証を通じて、Best Match 手法の有効性を検証する。

##### 5.4.1 Origin-AS の検証

Origin-AS の検証にあたって、次の手順に従って分析する。

(1) Best Match によって IRR と一致した BGP プレフィックス情報を抽出する。

(2) IRR route object における origin 属性から Origin-AS を抽出する。

(3) (1) と (2) が一致するかどうかを検証する。

上記の手順に基づき、表 6 に Origin-AS Match の結果を示す。各 IRR によってどれくらい Origin-AS が一致するかを調査するため、Unified Database ではなく、個別の IRR を対象としたが、サービス開始して間もないこともあり、route object の数が圧倒的に少ない APNIC, JPIRR は除外し、RADB, RIPE を対象とした。

表 6 をもとに Origin-AS 不一致率 (Origin-AS 不一致数/Best Match 数) を表 7 に示す。この表から分かることは、IRR によって Origin-AS 不一致率が

表 6 Origin-AS Match の結果

Table 6 Result of Origin-AS Match validation.

IRR	Best Match 数	Origin 一致数	Origin 不一致数
RADB	86,674	29,845	56,829
RIPE	26,284	17,324	8,960

表 7 Origin-AS 不一致率

Table 7 Incorrect ratio of Origin-AS.

IRR	Origin-AS 不一致率
RADB	65.57%
RIPE	34.09%

表 8 RADB における不一致 OriginAS

Table 8 Incorrect OriginAS in RADB.

AS 番号	不一致 Origin プレフィックス数
AS11908	2,749
AS1	2,003
AS6389	1,735

大きく異なる点である。RADB, RIPE を比較した場合では、RADB の方が圧倒的に Origin 不一致率が高い。この Origin-AS 不一致の最大の原因として挙げられるのは、古いデータの登録である。表 8 は、不一致 Origin-AS 数を集計したもので、これらの AS は IRR に実ネットワークとはかい離している古いデータ、あるいは NSFNET 時代に登録したデータが削除されず、そのまま登録されているものであると考えられる。

一方、RIPE DB の Origin 不一致率が低い原因として、以下の要因が考えられる。

- Whois v3 [13] によって RIR の whois database と IRR database が同期している

- RRCC などユーザに IRR と実インターネットとの不整合を通知するメカニズムが整っている

## 6. む す び

本論文では、IRR における経路情報データベースに関して、以下のような評価検証を行った。

(1) IRR に“実際に”登録されている経路情報の量

(2) 各 IRR (RADB, RIPE, APNIC) における経路情報の整合度の実態比較

### 6.1 結論 1: インターネット経路と IRR 経路との整合性

インターネット経路における IRR 登録率であるが、本論文では Exact Match と Best Match の 2 種類のマッチング方法を用いて、IRR と BGP 経路情報の比較をした。その結果から、IRR 登録率に関しては以下

のことがいえる。

- Exact Match では、Unified Database でも登録率は 47%程度と半分にも満たない
- 一方で Best Match では、Unified Database での登録率は 94%程度と極めて登録率が高い

## 6.2 結論 2 : IRR ごとの登録率の違い

前述のとおり Best Match の場合、高い登録率が観測されたが、Origin-AS 検証を通じて、IRR ごとにその登録精度に差があることが分かった。5.4.1 では、RADB、RIPE の二つのデータベースに絞って分析したが、RADB には、NSFNET 時代から受け継がれているメンテナンスされていない古いデータが登録されているため、登録精度が低い一方、RIPE では、データベースがメンテナンスされているために登録精度が高いことが分かった。

## 6.3 今後の課題

最後に、今後の課題について述べる。今後の課題として挙げられるのは、以下の点である。

- 経路情報の正確さの検証
- その他のオブジェクトの検証

前者の経路情報の正確さの検証とは、先述したようにインターネットの経路情報は観測地点によって異なり、何をもってインターネットに流れている経路とみなすかという点である。本研究では、ISP 2 社からの経路を受けて解析したが、その経路情報が果たして正確なのか、正確さを測定するための指標を作り、分析する必要がある。

しかしながら、より精度の高い経路情報を利用して、今回の解析において、導き出された結論に関して以下の点において変更はないと考えられる。

### (1) IRR/BGP 登録率について

Best Match の登録率が、Exact Match の登録率より約 50%高い。より精度の高い経路情報によっても、この結論が変わることは考えにくい

### (2) IRR ごとの登録率の違い

IRR データベースがメンテナンスされている RIPE のような RIR の方が RADB に比べて正確なデータが登録されている。より精度の高い経路情報によって比較しても、RADB に優位なデータが得られるとは考えにくい

後者の、その他のオブジェクトの検証であるが、本研究では、Route Object に絞ったが、aut-num object, as-macro object など他のオブジェクトも同様に調査する必要がある。

謝辞 本研究は、社団法人日本ネットワークインフォメーションセンター JPIRR プランニングチームの協力を得て実施された。JPIRR プランニングチームの共同チェア近藤邦昭氏、吉田友哉氏、同メンバーの松本順一氏、衛藤将史氏に感謝する。

## 文 献

- [1] IRRToolSet. <ftp://ftp.ripe.net/tools.IRRToolSet>
- [2] Routing Assets Database. <http://www.radb.net/>
- [3] RIPE Network Coordination Centre. <http://www.ripe.net/>
- [4] Asia Pacific Network Informatin Centre. <http://www.apnic.net/>
- [5] X. Zhao, D.P. Lan, W.D. Massey, A. Mankin, S. Felix, and W.L. Zhang, "An analysis of BGP multiple origin AS (MOAS) conflicts," ACM SIGCOMM Internet Measurement Workshop, Aug. 2001.
- [6] L. Gao, "On inferring autonomous system relationships in the Internet," IEEE/ACM Trans. Netw., no.6, pp.733-745, Dec. 2001.
- [7] S. Kerr, A. Robachevsky, J. Schmits, E. Gunduz, and J. Luis Silva Damas, Routing Registry Consistency Check, ripe-201, Dec. 2001.
- [8] A. Antony and H. Uijterwall, Routing Information Service R.I.S. Design Note, ripe-200, Oct. 1999.
- [9] C. Alaettinoglu, C. Villamizar, E. Gerich, and D. Kessens, Routing Policy Specification Language (RPSL), RFC 2622, June 1999.
- [10] Y. Rekhter and T. Li, A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4), RFC 1771, Match 1995.
- [11] Merit Internet Performance Measurement and Analysis Project. [http://www.merit.edu/ipma/routing\\_table/](http://www.merit.edu/ipma/routing_table/)
- [12] Oregon Exchange BGP Route Viewer. Host:route-views.oregon-ix.net
- [13] S. Damas, J. Luis, and A. Robachevsky, RIPE Database Reference Manual, ripe-251, July 2002.

(平成 15 年 8 月 25 日受付, 12 月 9 日再受付)



長橋 賢吾

平 12 慶大・環境情報卒。平 14 同大学院政策・メディア研究科修士課程了、同年、東大大学院情報理工学系研究科博士課程入学。現在に至る。コンピュータネットワークにおける経路制御、アドレッシング技術に関する研究開発に従事。修士(政策・メディア)。共著「使って学ぶ IPv6」(アスキー)。



江崎 浩 (正員)

昭 62 九大・工・電子工学修士課程了。同年 4 月(株)東芝入社総合研究所にて ATM ネットワーク制御技術の研究に従事。平 2 より 2 年間米国ニュージャージー州ベルコア社, 平 6 より 2 年間米国ニューヨーク市コロンビア大学 CTR (Centre for Telecommunications Research) 客員研究員。高速インターネットアーキテクチャの研究に従事。平 6 ラベルスイッチ技術のもととなるセルスイッチルータ技術を IETF に提案し, その後, セルスイッチルータの研究・開発・マーケティングに従事。IETF の MPLS 分科会, IPv6 分科会では, 積極的に標準化活動に貢献している。平 10 より東大大型計算機センター助教授, 平 13 より現職(東大情報理工学系研究科助教授)。WIDE プロジェクトボードメンバー。MPLS-JAPAN 代表, IPv6 普及・高度化推進協議会専務理事, 通信放送機構ジャパングガビットネットワーク運営委員。工博。著書「RFC 辞典」(アスキー出版), 監修「インターネット辞典」(I&E 研究所), 「インターネット用語辞典」(I&E 研究所)。