

ローカル AS から見た AS ネットワークの構造

遠藤一步¹ 石田亨² 原山美知子³岐阜大学工学部人間情報システム工学科¹岐阜大学大学院工学研究科電子情報システム工学専攻²岐阜大学工学部電気電子・情報工学科³

1. はじめに

インターネットは急速に成長を続けているが、統一して管理する機関が存在しない。そのため、発生した事件・事故に対して、迅速かつ適切に対処するには、グローバルな状況の把握が重要であると言われてきた[1]。しかし、昨今のインターネット事情から、グローバル・ローカル双方の視点で構造や特徴を把握することが重要ではないかと考えられてきている。

AS を単位とするネットワーク構造の情報収集・解析を行っている組織に CAIDA[2]がある。CAIDA は主要なネットワークに計測拠点をもち、その観測結果からグローバルな視点での把握を目指している。しかし、任意(ローカル)の AS 近傍の構造は CAIDA のデータには必ずしも反映されておらず、その AS が持つデータの解析が不可欠である。

我々はこれまでインターネットの地域性に着目し、その構造などの特徴を明らかにしてきた[3]。本研究では、AS ネットワークの局所性に注目し、ローカル AS が持つ AS パスリストの解析を行い、2 つの視点から見る構造に関する相違点を調べた。

2. 解析手法

地域 ISP(A 社)が持つ経路情報から AS パスリストを抽出し、R 言語を用いて解析した。AS パスリストは約 323 万件である。ここから、IPv4 に関する 2 バイト AS だけからなる AS パスリストを取り出す。加えて、StubAS、トランジットをしないマルチホーム AS はネットワーク構造に影響しないので対象から外す。これにより AS 数 5,688、ユニークな AS パス 31,322 件となる。本研究はインターネット全体を俯瞰する解析の予備段階として、解析を容易とするため、このようなデータを取り扱うこととする。これをコア AS パスリスト(CorePath)と呼ぶ。CorePath を無向グラフとみなし、AS の接続関係を解析した。

3. 解析結果

3.1 Tier1 AS 間で観測されるリンク

CAIDA のデータから、有力な AS[2]のうち、上位 ISP を持たないものを Tier1 と定義する。17 個の AS が該当し、それらはフルメッシュ(リンク密度 100%)であった。

一方、CorePath に現れるその Tier1 の接続関係を調べたところ、Tier1 間のリンクのうち 1/4 程度(27.5%)が観測されていることがわかった。

3.2 パス長

CorePath のパス長の出現頻度を調べたところ Fig.1 のようになった。Fig.1 より A 社から見えるパス長は平均 5.1、最大 10 であった。

Structure of AS networks observed from a local AS

1) Endo Kazuho, Department of Human and Information Systems, Gifu University

2) Ishida Akira, Graduate School of Engineering, Gifu University

3) Harayama Michiko, Faculty of Engineering, Gifu University

パスリスト数

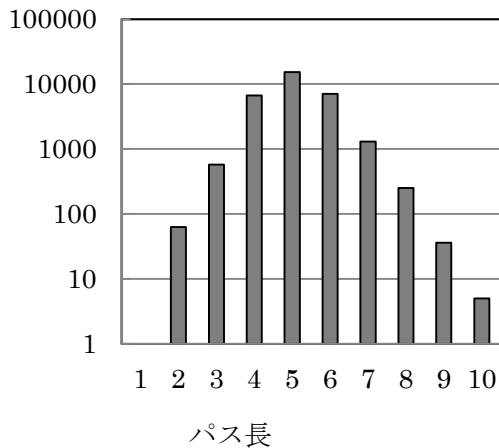


Fig.1 パス長頻度分布

パスリスト数

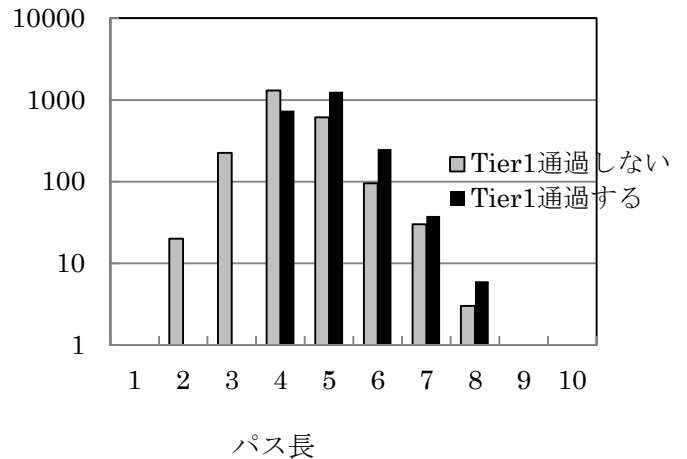


Fig.2 Tier1 の関わるパスの最小値

3.3 隣接 AS

CAIDA のデータによると、A 社の隣接 AS 数は 13, プライベートピアリング数は 5 である。現実には A 社は 138 の隣接 AS を持ち、うち 130 はプライベートピアリングである。今日のインターネットにおいてコンテンツホルダーとのプライベートピアリングは有力 ISP でなくとも必要不可欠であると考えられる。そのため、グローバルな視点では観測できないリンクの存在が利用者の利便性に大きな影響を与えている。

3.4 ショートカット

プライベートリンクによる AS パスのショートカットの効果を調べるため、CorePath を対象とし、宛先 AS に到達するまでに Tier1 を通過するもの、通過しないものの両方のパスを持つ AS を抽出した。

Tier1 を通過するパス長の最小値と、通過しないパス長の最小値を比較した。これを Fig.2 に示す。これらの最小値の差を調べたところ、Tier1 を通過するパス長は通過しないものにくらべて 1~2 程度長い。なお Tier1 を通過しないパスをもつ AS は全体の 34.9%であった。

4. 考察

CorePath の解析結果を CAIDA のデータと比

較したところ、大きな差異があることがわかった。中小 ISP は利用者の利便性向上のため、コンテンツホルダーはリンクの負荷軽減のためローカルなリンクを多く持つ傾向にあることを示唆する結果が得られた。

グローバルな視点で得られるネットワーク構造には反映されないプライベートリンクやショートカットの存在が利用という視点から見たインターネットの構造に大きな影響を与えていると考えられる。

5. おわりに

今後、全 AS を対象とした解析を行い本研究で得られた結果を確認するとともに、CAIDA 等が目指すグローバルな構造が示す意味やローカル AS が持つ構造の情報の重要性について再考する必要がある。

参考文献

- [1] あきみち, 空閑洋平, "インターネットのカタチ", オーム社, 2011.
- [2] CAIDA : <http://www.caida.org/>
- [3] 青木大知, "AS ネットワークの構造特性およびその変化", 電気電子情報通信学会総合大会講演論文集 2015 年_通信(2), p.231, 2015.