

# 学生の自律ネットワークと学術クラウド

鈴木 常 彦<sup>†1</sup>

中京大学の学生を中心に進められている自律的なネットワーク Convivial Net の構築と東海アカデミッククラウド等との産学連携の試みについて報告する。彼らは自由に実験し、失敗を経験し、新しいネットワークサービスを生み出すことができる力をもった環境を求め、規制の多い大学のネットワークから独立し、学生たち自らが自律的なネットワークを IPv6 を用いて構築し運用している。

## Convivial Network by Studens and Academic Cloud

TSUNEHICO SUZUKI<sup>†1</sup>

I report the autonomous network named "Convivial Net" by students in Chukyo University and their friends, and industry-university cooperations such as with the Tokai Academic Cloud project. They became independent of the inconvenient campus network, and are building and operating their autonomous IPv6 network which allows trial and failure for getting the power of innovation.

### 1. はじめに

教育機関において最重要なことは何か。学習環境と教育の提供であることはいうまでもないだろう。しかし、インターネットと呼ばれるネットワークの社会における重要性が増大し多様なインシデントが発生するにつれ、教育現場においてもセキュリティの名の元に多くの制約が学習環境に加わられるようになってきている。

もちろん学ぶ環境を守るためこそその制約のはずであり、そうではない制約の存在とその可否について本論文で議論するつもりはないが、学ぶ環境の自由が部分的にでも奪われつつあ

るジレンマが発生していることは否めない。

特にネットワーク技術、とりわけ運用技術を学ぶという領域においてはこの問題が顕著となる。ネットワーク利用者の学ぶ環境を守るための制約の多くは、その裏返しとしてネットワーク技術者の学ぶ環境を奪っている。演習用パソコンのシステム管理権限は与えられておらず、IP アドレスはプライベートで TCP/UDP の多くのポート番号は F/W で閉じられ、プロキシ越しでしか外部と通信することができなかったりする。

こうした状況における学生たちはイヴァン・イリイチの言葉を借りれば、「品物がどのように作られるかということに発言権を持たないし、その品物をどうするかということも決められない... 単なる消費者の地位に降格されている」<sup>1)</sup> という豊める国々の囚人と同じだと言えないだろうか。

学習者はいろいろ失敗をして学ぶ。「エキスパートとは、ごく限られた分野で、ありとあらゆる間違いをすべて経験した人物のことだ」とニールス・ボーアは語っている。初学者がいろいろな挑戦をし失敗し自律的に学んでいける環境が、次第になくなってきているという問題については、名古屋大学情報連携基盤センターニュースのための座談会「これからの学術ネットワークはどうあるべきか」<sup>3),4)</sup> において議論し、「学術ネットワークの行方」<sup>5)</sup> で考察しているので参照されたい。

本論文はこのような自由に学ぶ環境が失われつつある中で、自律的な学びを求めて立ち上がった学生たちの活動と筆者らによるその支援について報告するものである。

## 2. ConvivialNet

### 2.1 はじまり

中京大学情報理工学部では学部独自の教育用コンピュータネットワーク環境を整備しており、学生たちは演習室だけでなくガーデンと呼ばれるオープンスペースに設置されたパソコンを 24 時間利用することができる。自負ではあるが学部として用意されたカリキュラムに従って教育を受ける分には十分な環境であり、多くの学生からは不満の声は聞こえない。

しかしすべての学生にとってこれが満足いく環境であるのは難しい。特にカリキュラムの範囲では満足できず積極的に学びを求める学生にとっては、はじめに述べたような制約により自由で自律的な学習が阻害される環境であり、一部の学生からは不満の声が聞こえてきていた。そうかといって他の多くの学生にとって必要な安定した教育環境を維持するために課している制約をすべて排除するわけにもいかない。

2009 年の秋、特に不満を唱えていた学生の一人に筆者は「与えられたネットワークにそ

<sup>†1</sup> 中京大学 情報理工学部

Chukyo University School of Information Science and Technology

んなに不満があるのであれば、自分たちのネットワークを作ればよいではないか」と挑発し応援を約束した。大した期待もしていなかったが彼は何人かの仲間を集め、どうすればよいのかの助言を求めてきた。

## 2.2 自律 IPv6 ネットワークの提案

学生たちに提案したのは、IPv6 による自律ネットワークの構築である。大学のネットワークと学生たちのネットワークが混じってしまうと運用ポリシーの境界づくりが困難となる。そうかといって物理的に完全に隔離されたネットワークをつくるのもおもしろくない。IPv6 であれば、いまだ IPv4 のみのキャンパス内にオーバーレイ<sup>\*1</sup>して完全に使い分けることのできるネットワークが構築できるのではないかというのが第一の理由である。そして IPv6 は開発がはじまってからもう 20 年経とうとしているものの、まだまだ普及の進まない未開のフロンティアであり、学生たちが自ら切り拓いていくには最適ではないかとも考えられる。そうしたことを伝え、最低限必要なリソースは用意するから、自分たちの自由なネットワークを築いてみなさいというのが学生たちへの提案であった。

## 2.3 ブートストラップ

筆者から大学にも協力を求め、学生たちに用意（あるいは取得に協力）したものは、自律したネットワークの立ち上げのために必要と思われる以下のリソースである。

- (1) PI な IPv6 アドレスブロック：2001:df:68::/48
- (2) AS 番号：AS45689
- (3) ドメイン名：CONVIVIAL.NE.JP
- (4) 初期ピアリング相手
- (5) トランジット
- (6) 活動場所
- (7) 制約の例外措置
- (8) 各種機材（ほとんどが中古）
- (9) 物理回線（2011 年度より）

大学のネットワーク管理に極力縛られないネットワークをつくるためには、世界との自律した接続を確立する必要がある。そこで第一に用意したのは大学とは独立な、そしてプロバイダ (ISP) とも独立な、すなわち PI(Provider Independent) な IPv6 アドレスブロックで

ある。筆者が学生たちのネットワークの代表を代行し JPNIC<sup>\*2</sup>と手続きし、2010 年 1 月 29 日、学生たちのネットワークに対して 2001:df:68::/48 の割り当てを受けた。PI の割り当てを受けるためには、マルチホームでの接続相手を示すことが必要であり、これも 2 箇所交渉し確保した。そのうち一社は ISP であり、趣旨に賛同しトランジットを提供頂けることとなった。

自律にもうひとつ必要なのは、AS(Autonomous System) 番号<sup>\*3</sup>である。これも IPv6 アドレスと同日に JPNIC より AS45689 の割り当てを受けた。

さらに学生たちにはネットワーク構築拠点すなわち NOC(Network Operation Center) として、中京大学人工知能高等研究所にあるインキュベーションルームを一室を大学から借り受けて提供した。

ほかにもいろいろ中古の機材を学生たちと集めたり必要な準備を進めた。学内での学生たちのネットワーク構築に支障となる多様な制約については、各方面の理解と協力を得て例外措置をとる手続きを進めることができ、学生たちの活動の下地は十分に確保された。

本来はこうしたものも彼ら自身に求めさせ手配させるのが理想ではあるが、時間のない在学期間を考えると、この程度までは用意してあげないとスタートのハードルが高いと考えられる。

## 2.4 運用開始

ここまでお膳立てして学生たちが奮起しなかったらおかしい。彼らは始めて目にするインターネットワーキングの道具立てに目を輝かせてネットワーク構築に勤しみ、2010 年 2 月 28 日、AS17955 との IPIP 接続が開通し BGP4+ による経路交換とトランジットの提供を受け、世界の IPv6 ネットワークへの仲間入りを果たした。ルータは当初 Quagga の予定だったが、フルルートを受けて見たところ、ベースの Linux のルーティングテーブルのリソース不足で失敗し、中古の CISCO ルータに差し替えを行っている。なおリソース不足は OS パラメータの調整で確保できることがわかり、再挑戦するつもりだとのことである。

学生たちは彼らのネットワークに "Convivial Net"（コンヴィヴィアルネット）と名づけた。これは自律共生の社会を説いた 20 世紀の思想家イヴァン・イリイチの "Tools for Conviviality"（邦訳『コンヴィヴィアリティのための道具』<sup>1)</sup>）からその名をとったもので

<sup>\*2</sup> 一般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

<sup>\*3</sup> その名のとおりにインターネットワーキングにおけるひとつの自律ネットワークであることを示す。この AS 番号を持って他の ISP たちと経路制御プロトコル BGP によって経路交換（ピアリング）し、自律協調分散の仲間入りができる。

<sup>\*1</sup> 仮想 PC など既存ネットワークから独立した機器にのみトンネル接続することを想定している

ある。人々は技術官僚に支配されることなく、自らの意思と喜びを持って自分たちに必要なものをつくりだす道具を持たなくてはならないというイリイチの Conviviality の思想は、彼らに実にフィットしている。

実際、かつてのインターネットやパソコンを生み出した人々はイリイチの書をバイブルとしたという話<sup>2)</sup> が伝わっている。

以下にこれまでの Convivial Net の学生たちの活動の経緯を以下に示す。

2010.01.29 2001:df:68::/48 と AS45689 割当  
2010.02.28 IPIP により AS17955 へトランジット接続開始  
2010.05.27 IPIP により AS45679 とのピアリング開始  
2010.07.12 IPv6Forum の IPv6 Enabled Program に www.convivial.ne.jp を登録  
2010.08.07 オープンソースカンファレンス名古屋 2010 で活動報告<sup>6)</sup>  
2010.11.19 産学連携 IPv6 実験地域ネットワーク研究会を立ち上げ  
2011.05.17 IPv6Forum の IPv6 Enabled ISP Logo 取得  
2011.06.17 広域イーサネットによる IPv6 ネイティブ接続を開始  
2011.07.05 東海アカデミッククラウドと接続  
2011.08.20 オープンソースカンファレンス名古屋 2010 で活動報告<sup>7)</sup>  
2011.10. 中 Convivial Net 参加者へ VPN による接続サービス開始  
2012.01.20 JANOG29 Meeting の LT で活動報告<sup>8)</sup>

2010 年度中はキャンパスネットに依存したトンネル接続 (IPIP) で運用を始めたが、2011 年 6 月には広域イーサネットを引き込み、IPv6 ネイティブ接続を開始した。

また、2011 年 10 月からは利用規約と参加手続きを正式に策定するとともに、VPN サービスを正式運用開始し、キャンパス外からの参加も可能となっている。VPN の種類としては、PPTP、L2TP over IPSec、GRE Tunnel、tinc、OpenVPN が用意されている。

当初の目論みでは、学内の演習用パソコンの VirtualBox による仮想環境から Convivial Net に自動的に VPN 接続して自由なネットワーク環境を利用するための Linux ディストリビューションを作成するという話があったが、これはまだ実現していない。

現状のネットワークを図 1 に示す。

### 3. 産学連携 IPv6 実験地域ネットワーク研究会と MAN

学生たちの活動とは別に、筆者が中心となって産学連携 IPv6 実験地域ネットワーク研究会 (通称 v6tokai)<sup>10)</sup> を立ち上げた。研究会の目的は、組織のセキュリティポリシーに縛ら

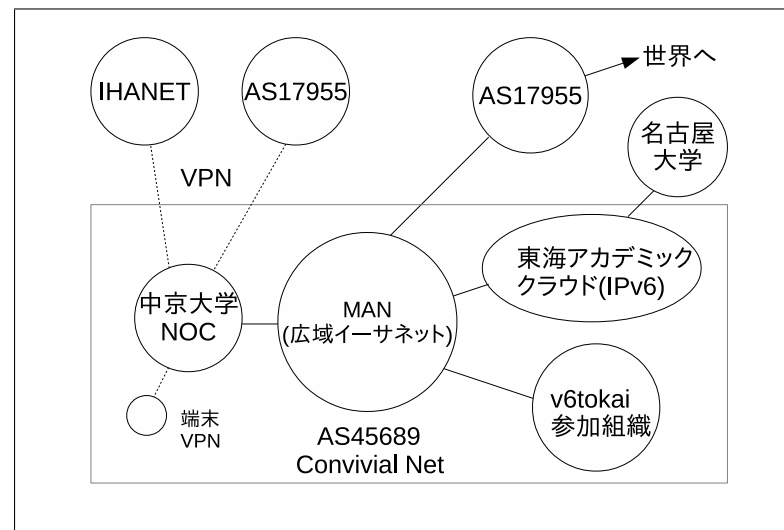


図 1 コンヴィヴィアルネット接続図  
Fig. 1 Convivial Net

れて自由を失った既存のネットワークの中へ、「自由のための自律ネットワーク」や「地域インターネットワーク」あるいは「目的指向のクローズドなイントラネット」をセキュアに引き込む研究、実験を行い、企業や大学から失われつつある「生み出す力」<sup>9)</sup> や、グローバル化、フラット化する世界における「地域の協調」を取り戻すことにある。

この目的のために、Convivial Net の学生たちにも研究会に参加してもらい ISP の役割を担ってもらうことにした。

そして、実験ネットワークの参加者の接続により次第に地域ネットワークが構成されていくことを目論み、またネットワークへの参加ができるだけ低コストになるよう、Convivial Net で引き込んだ広域イーサネットの片端を提供し MAN(Metropolitan Area Network) を構成する方策をとった。各組織がそれぞれキャリアと契約する従来の形態だと、それぞれの組織は広域イーサネットの両端を契約し、専用線のように利用するしかなく、MAN として機能させることはできない。

#### 4. 東海アカデミッククラウド

次に地域の学術連携プロジェクトとの連携について述べる。東海地域において名古屋大学を中心に、大規模仮想化計算機リソースによる教育研究支援のための東海アカデミッククラウド共同研究拠点の中心となるパイロットシステムとして東海アカデミッククラウドの構築<sup>11)~13)</sup>が進められている。

東海アカデミッククラウドはその利用だけでなく、構築、運用にも学生の参加を求めている。特に筆者が担当している IPv6 ネットワークの構築、運用はできるだけ学生にまかせる方針をとっている。

2011 年 7 月、東海アカデミッククラウドに IPv6 リーチャビリティを提供すべく、中核システムがある名古屋大学情報連携基盤センターに広域イーサネットを引き込み、中京大学人工知能高等研究所の Convivial Net と RIPng で接続する作業を学生たちと行った。

東海アカデミッククラウド全体に/56 を割り当て、各リンク（サブネット）は/64 としている。中心となるサーバ向けのリンクでは RA や DHCPv6 は提供せず、接続する機器や仮想サーバは割り当てられた IP アドレスを静的に設定して使用している。

また IPv6 から IPv4 のセグメントのリソースも利用できるよう、DNS64 と NAT64 を提供するゲートウェイサーバを立ち上げたが、これは現在調整中である。今後 Windows や Linux の仮想 PC に対して IPv6 を提供していく予定であり、評価は別の機会にまた報告したい。

#### 5. あとがき

学生たちの自律的な活動は 3 年目に入ろうとしている。学生たちの自律性を重んじているがゆえに、多くを指示するわけにもいかず歯がゆい思いもあるし、後継の学生たちが今後参加してくるかも心配ではあるが、来年度には学部として正式に学生たちの自律的活動を支援する予算枠も確保され、学生たちがプレゼンを行い予算確保をしてくれた。メンバーは現在 3 年生が中心に 16 人（4 人が卒業予定）である。自律した学びの活動の中から、未来に素晴らしいインターネットをつくってくれる若者が多く育ってくれることを期待したい。

#### 謝 辞

学生たちの活動に理解を示し、接続に協力頂いている株式会社電算様、中部テレコミュニケーション株式会社様、ピアリングに応じて頂いた TOMOCHA-NET 様、学生たちをご指

導頂いている産学連携 IPv6 実験地域ネットワーク研究会の会員の皆様、長谷川明生先生や磯先生をはじめとする中京大学の関係諸氏に感謝の意を表する。なお、本報告の一部は科学研究費基盤研究 (B)「仮想コンピューティング実験室によるクラウド型専門教育実習環境とその応用 (研究代表: 梶田将司, 課題番号 22300288) によるものである。

#### 参 考 文 献

- 1) イヴァン・イリイチ:『コンヴィヴィアリティのための道具』, 日本エディタースクール出版部
- 2) 古瀬幸広・廣瀬克哉:『インターネットが変える世界』, 岩波新書, 1996
- 3) 「座談会 これからの学術ネットワークはどうあるべきか 前編」, 名古屋大学情報連携基盤センターニュース 72, p138-145, 2008-05-30
- 4) 「座談会 これからの学術ネットワークはどうあるべきか 後編」, 名古屋大学情報連携基盤センターニュース 73, p264-283, 2008-08-29
- 5) 鈴木常彦: 学術ネットワークの行方, 中京大学「IASAI News」, No.23, p3-6, 2008-12
- 6) 野原志郎: Convivialnet, オープンソースカンファレンス 2010 Nagoya, <http://www.convivial.ne.jp/main/wp-content/uploads/2011/01/oscnagoya.pdf>
- 7) 高橋祐也: Convivialnet, オープンソースカンファレンス 2011 Nagoya, <http://www.convivial.ne.jp/main/wp-content/uploads/2011/08/OSCNagoya2011.Main.pdf>
- 8) 高橋祐也: 学生による ISP の実験 ConvivialNet, Japan Network Operators Group JANOG29 Meeting, <http://www.janog.gr.jp/meeting/janog29-downloads/janog29-convivialnet-after-takahashi-01.pdf>
- 9) ジョナサン・ジットレイ:『インターネットが死ぬ日』, ハヤカワ新書
- 10) 産学連携 IPv6 実験地域ネットワーク研究会, <http://www.e-ontap.com/convivial/society/>
- 11) 梶田将司: アカデミッククラウド環境: 大学の情報化における新たなパラダイム, 放送大学 ICT 活用・遠隔教育センター「メディア教育研究」, Vol.7, No.1, pp.S9-S18
- 12) 梶田将司: 仮想コンピューティング実験室によるクラウド型教育学習支援環境の構築, 電子情報通信学会サービスコンピューティング時限研究専門委員会第 3 回研究会, Vol.110, No.AI-172, pp.59-64, 国立情報学研究所, 2010 年 08 月 23 日
- 13) 松尾啓志: “東海アカデミッククラウド”, 情報処理学会教育学習支援情報システム研究会企画セッション「大学間連携による教育学習支援情報環境の現状と課題」, 平成 22 年度情報教育研究集会講演論文集, 2010 年 12 月 10 日~11 日, 京都テルサ

## IOT16-8 「学生の自律ネットワークと学術クラウド」 正誤表

現状のネットワークの図 1 に誤りがありました。以下が正しい図です。

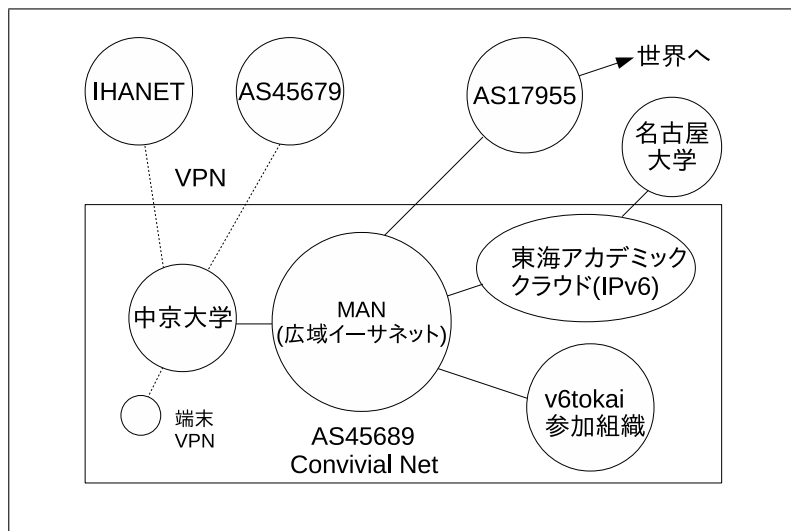


図 1 コンヴィヴィアルネット接続図  
Fig. 1 Convivial Net

誤 AS17955 と記載された円形が二つ

正 左の円形が AS45679