

地域内インターネット相互接続機構 の技術と運用

林 英輔, 八代一浩[†], 本多弘樹, 吉川雅修, 山本芳彦[†]
山梨大学工学部, [†]サンテクノカレッジ

概要：インターネットが地域内で拡大する過程で、多くのネットワークサービスプロバイダの活動が展開され、グローバルな情報ネットワーク空間へのアクセスが実現しつつある。地域内の人々が世界と地域の双方の情報を共有し、社会活動と地域コミュニティにおける生活の双方にこれを生かしていくのに適したネットワーク利用環境を確保する上で、異なるネットワークに接続しているホストの間でも、地域内の最短経路による情報転送が望まれる。これを実現するには、地域内の全てのネットワークの相互接続する機能が必要になる。山梨県域内での地域ネットワークの運用を通じて実現した異なるネットワークの網間接続の技術と経験に基づき、更に多数の網間相互接続を実現する機構を提案し、それが果たすべき役割とそのために実現べきネットワークポリシー及び経路制御の運用について報告する。

Regional Network Information Exchange Organization in Yamanashi Prefecture

Eisuke HAYASHI, Kazuhiro YATSUSHIRO[†], Hiroki HONDA,
Masanobu YOSHIKAWA, Yoshohiko YAMAMOTO[†]

Faculty of Engineering, Yamanashi University
[†]Sun Techno College

Abstract: Many networks constructed by network service providers realize circumstances to access cyberspace. However, it is important for people live in the region to have fast and secure route of data communication for sharing both global and regional information, especially for local information. Regional network information exchange organization in Yamanashi prefecture is proposed for this purpose. The method of routing technology used in the regional network so far is applied to this exchange organization.

1. はじめに

地域におけるインターネットの拡大の過程にはいろいろある。第一は地域において先駆けを果たすネットワークボランティアの活動によって、いくつかの機関(大学等)の構内ネットワークを相互に接続する地域ネットワークが組織され、そこから広がっていった場合、第二は、もっぱら商用ネットワークサービスプロバイダー(Network Service Provider: NSP)の地域での事業展開に依存して広がってゆく場合、第三は、地方自治体の外郭団体や地域の業界団体が起こしたNSP事業によって広がってゆく場合である。比較的早い時期からインターネット拡大の動きがあった地域では、第一の過程が先行し、後発の地域では第二の過程から始まり、最近では第三の動きが増えつつある。全般的に見ると、最近のインターネットの急速な拡大の潮流の中では、どの地域でも、大なり小なり、複数の過程が並行し、混在する形で進行している。中でも、地域における商用NSPによる個人ユーザーのインターネット利用の増加傾向が顕著である。元来、インターネットは自律・協調・分散的であるというシステムの特徴を持つので、この理解に基づいたネットワークボランティアのボトムアップ的展開によるインターネットの普及活動が活発であったが、ダイヤルアップPPP接続サービスを利用する個人ユーザーの場合には、インターネットの利用環境への関心は比較的薄く、パソコン通信の場合と同様に、トップダウン的なシステムを利用する感覚との間に大きな違いを感じていない。しかし、第一の経過をもつ地域では、ネットワークの運用やインターネットの利用環境に対する関心が高く、地域におけるネットワークの状況の進展に合わせて、よりよい利用環境を確保するためのシステムの改造やソフトウェアの整備を指向する動きが、いまだ活発である。

山梨県域におけるインターネットの広がり経緯は、第一の過程を辿ったものであった。1992年3月、山梨大学の学内LANがTRAINに接続し、1994年1月、山梨医科大学が山梨大学に接続し、ここを経由してTRAINと接続した。これが契機になって、県内にある大学や公立研究機関が、山梨大学の学内LANの対外接続セグメントをNOC(Network Operation Center)として相互接続を行い、ここを介してTRAINと接続し、TRAIN-Yamanashiと称する県域内のインターネットネットワークが運用されることになってきた。一方、1994年1月から、県内の民間企業の技術者達の自主的な活動によるインターネットネットワーク構築を準備する動きが始まり、同年8月、このネットワークのNOCが、情報専門学校サンテクノカレッジの中に設けられ、試験運用が開始された。同年10月、山梨インターネット協会が設立され、この協会が運営するネットワークとして、上記の地域ネットワークYACCの運用が正式に開始された。

YACCの構築計画では、既に運用経験をもつTRAIN-Yamanashiとの協調運営が考慮され、両者を網間接続することになった。この網間接続により、両ネットワークの範囲内では、情報を完全に透過的に配送することができることになった。しかし、TRAIN-Yamanashiは、それ自身完全な自律システムを構成しているが、関東地方に広がる学術ネットワークTRAINの部分集合であり、TRAINのAUP(Acceptable Use Policy)に従う運用原則があり、一方、YACCは商用NSPのInfoWebと接続し、この契約を遵守する運用原則があることを考慮すると、県内での情報の透過的な転送については自主的な判断によって運用することができるけれども、対県域外(対TRAIN及び対InfoWeb)に関しては、二つのネットワークは完

全に独立なネットワークシステムであり、TRAINにはTRAINの加入組織からのみ情報が転送され、InfoWebには、YACCの加入組織からのみ情報が転送されるように機能しなければならない^[1]。ここで行われた網間接続によるネットワーク運用はこの条件を満たすものであった。

次の節では、この網間接続の技術と運用について報告し、第3節では、この技術し運用経験を応用して、県内のネットワークの相互接続による情報交換を実現するための相互接続機構の提案を示す。第4節では、この報告のまとめ及び相互接続機構設立へ向けての最近の動向に触れる。

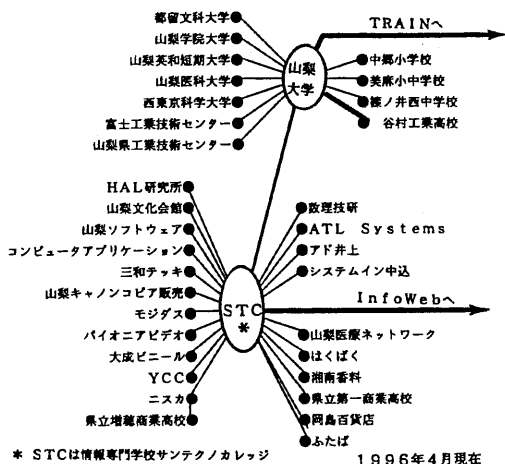


図1. 山梨県域内のネットワーク

2. 網間接続の技術と運用

前節で述べたように、1994年の8月から10月の期間に、TRAIN-YamanashiのNOCとYACCのNOCの間を専用線(64kb/s)で接続し、物理的な(通信回線の)接続を行うとともに、それぞれのNOCにおいて、対外接続機能に関して、経路制御情報の伝達及び各ネットワーク内からの発信情報の対外フィルタリング機能の設定を行い、網間接続による運用が開始された。両ネットワークのトポロジーと接続

の現況を図1に示す。

TRAIN-YamanashiのNOCとTRAINの間を接続する専用回線の伝送速度は、網間接続の当初、192kb/sであったが、現在は1.5Mb/sである。一方、YACCのNOCとInfoWeb間の専用線は、64kb/sであるが、現在512kb/sへ更新中である。両網の間を接続する専用線は64kb/sである。

TRAIN-YamanashiのNOCの構成を図2に示す。学内LANとは集合型のルーターによって隔てられた(LANの)外部に二つの接続対外接続セグメントを有し、一方(gateと称するサブネット)には、TRAIN-Yamanashiの各組織との間を接続する専用線がルーターを介して接続し、YACCのNOCともここを介して接続している(①は、そのためのルーター)。他方(100pと称するサブネット)は、100校プロジェクトの山梨、長野、新潟県内の対象校との接続セグメントである。

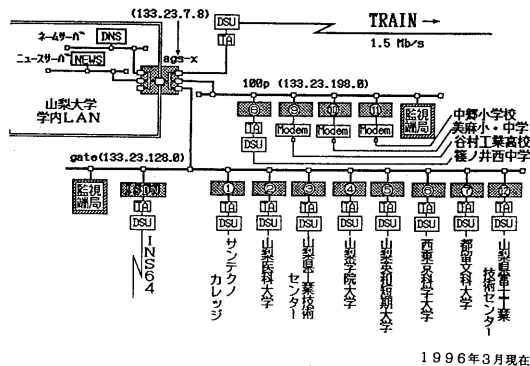


図2. TRAIN-YamanashiのNOC

TRAINとの接続は集合型のルーターを介して行われ、このルーターの外側ポートにおいて、ソース・アドレスによるフィルタリングの設定が行われている。透過可能なのはTRAIN加入組織のネットワークから発信されたデータグラムのみである。このルーターの経路制御機能としては、TRA

INから送られてくる情報はデフォルト・ルートとして設定され、全ての情報が通過する。TRAINに対しては、TRAIN-Yamamashiの組織がTRAINに加入する時点でTRAIN側の経路制御情報へ登録する必要があり、また、山梨県域内に対して、TRAIN-Yamamashiの加入組織への経路情報を動的に送出する必要がある。新規加入組織がある場合の経路制御の更新情報は、山梨大学側のDNS情報の更新とともに、入力される。域内の経路制御のプロトコルとしてはRIPが使用されている。これに該当する経路制御情報は、前述の二つの対域内の接続セグメント上の各ルーター上では交換されていると同時に学内LAN側及び対域内の全てに対しても交換されている。YACCとの接続系統及びYACCのNOC内の構成は図3に示されるようである。この図はサンテクノカレッジがTRAINの加入組織であった時期のもので、そのため、この学校内に設置されているNOCは対TRAIN-Yamamashi側と対YACC域内及び対InfoWeb側との二種類の接続セグメントがIPルーターの役割を担うEWS (GATEWAY) によって隔離されている。

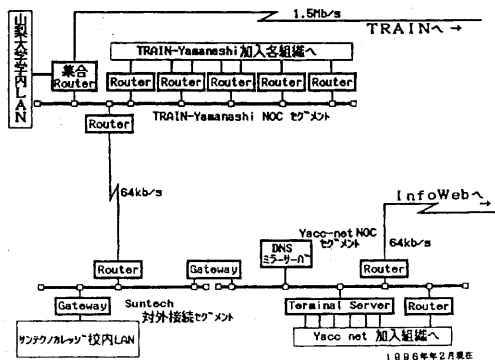


図3. TRAIN-YamamashiとYACCの接続系統

YACCのNOCの経路制御機能及び対InfoWeb側との情報交換に関しては、前述のTRAIN-YamamashiのNOCの場合

とほぼ同様である。異なるのは、常にYACCの加入組織の経路制御の更新情報を上述のルーター (GATEWAY) に、更新の都度入力すること、InfoWeb側にYACC加入組織のみの経路制御情報を送出していることである。

YACCの場合、アナログ専用線による接続組織が少なからずあり、モデムを介した伝送運用を行う上で、このような経路に対しては静的な制御を行う設定がなされている。

前述のようにYACCとInfoWebとの間の通信回線の伝送速度64kb/sであったので、NetNewsの更新情報を常時転送するには十分ではないため、域外からのNetNewsの更新情報のフォーワーディングは、TRAIN-Yamamashi側で受け、ここからYACC側のサンテクノカレッジへ転送している。網間接続の運用によるトラブルは、開始以後2年近くになるが、発生していない。トラブルではないが、新たに加入した組織の経路情報の登録が遅れた場合、この組織が属しない網内からこの組織宛ての情報が、網間を直接転送されるのではなく、一旦域外へ送出され、外部の経路を経て他方の網へと転送された場合が散見されたことがあり、この場合の転送効率から見ても網間接続による域内の最短経路を介した転送の能率のよさが再確認された。

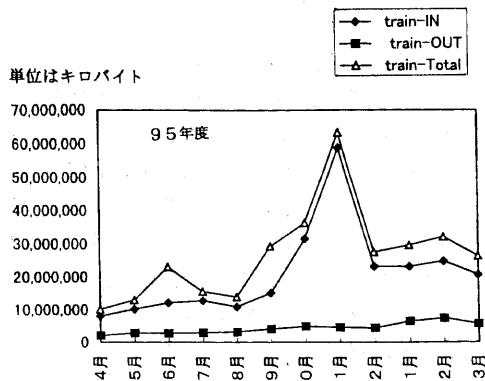


図4. 対TRAINの伝送量

TRAIN-YamanashiのNOCにおけるデータ伝送量の統計データは、相互接続運用状況を把握する重要な情報である。まず、TRAINに対しての毎月ごとの伝送量は図4に示すように推移している。域内方向へ流れ込む情報量は域外へ流れ出す量に比べて多いことが分かる（TRAIN-Yamanashi側の入超）。入出力伝送量の合計が最も多い月でみると、平均的には専用回線のバンド幅（伝送許容範囲）の1/8程度に相当する。次に、YACCのNOC側（STCはサンテクノカレッジ）との伝送量は図5に示されるようである。この場合の伝送量のデータの採取は図2における①のルーターの外側のポートについて採取されているため、入力とは、YACC側からセグメントgateへの流入を指し、出力とは、gateからYACC側への流出を指す。この流出量の方が流入量より多く、YACC側の入超現象が継続していることが分かる。

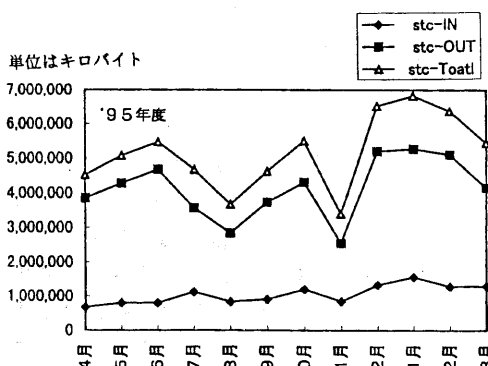


図5. TRAIN-YamanashiのNOC上でのSTCの伝送量

伝送量を日単位で観察した例を示そう。図6はセグメントgate上で採取されたデータである。このデータは、セグメント上を流れる全てのイーサフレームの長さ（バイト長）の総和である。土曜や日曜の伝送量が平日に比べて極端に少ないかもしれないという予想はくつ返された結果になっている。

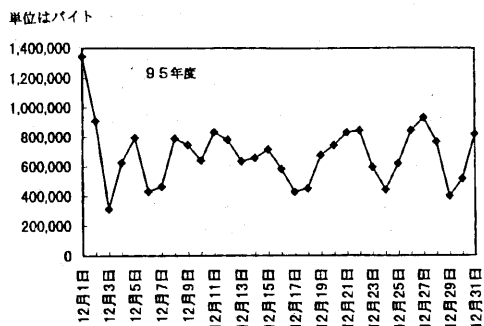


図6. gateセグメント上の'95-12月の伝送量

県域内での組織内LANの規模や伝送量では、多分、山梨大学のLANが最大であると思われるので、そこでの伝送量と上に示した部分の伝送量との対比を図7に示す。学内LANには50の支線網（subnet）があり、この支線網上全伝送量の44%が学内基幹網（4つのFDDIから構成）上の伝送量に当たり、対TRAINの伝送量は学内基幹網の25%に当たる。また、対TRAINの伝送量に対し、対YACCは20%弱に当たる。TRAIN-YamanashiとYACC間の通信回線は、最も伝送量の多かった月では、平均すると、回線容量の約1/3が占有されている。100校プロジェクトの利用は、対TRAINの伝送量の2%弱を占めるに過ぎない。

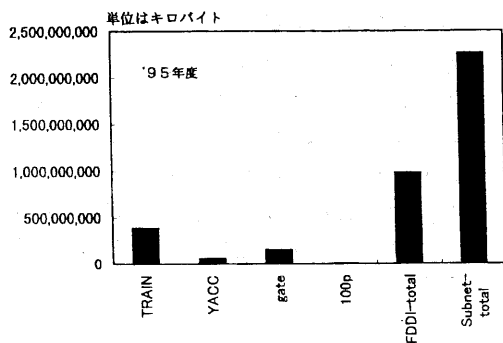


図7. 学内網と対外伝送量の比較

網間を転送される情報量は年々増加する傾向にあり、図4に示した平成7年度の対TRAINの伝送量を前年度と比較すると月平均で2.6倍になっている^[2]。また、対YACCの伝送量は2.18倍になっている。

TRAIN-Yamanshi側から見た各種の網間の接続回線（対加入組織、対TRAIN、対YACC）の現状は、対YACCの部分を除けば、伝送量対回線速度のバランスはとれていると判断される。対YACCの回線容量は、来年度以降、レベルアップの必要が生じると予想される。それにしても、YACCとの網間接続がなかったなら、上に述べた情報量の全てが、県外の広域網を経由して転送されるから、その大部分は東京を通る広域網や複数のNSPの回線を渡りながら、全体として、上記の網間接続回線上の総転送量に等しい負荷（'95年度は620ギガバイト）を余分ににかけていたことになり、この分が地域内の網間接続の運用がわが国のインターネット運用への貢献した度合に相当する。一方、地域にとっては、域外を経由すれば、複数の回線にわたって情報がフォーワーディングされるから、域内の単一回線上の転送に比べて、より緩慢な転送になる可能性が高いため、この接続方式の運用は迅速で安全性の高い情報交換環境確保の可能性を拓くものであることが分かる。YACCのNOC上でも伝送量の監視が行われているが、データ量が非常に多いため、累積データ採取のタイミングの上で困難があり、十分な確度をもつデータが得られていないため、定量的な比較はできていないが、TRAIN-YamanshiのNOCに比べると非常に多量の情報が流れており、中でもhttpの情報量の流れが最も多く、全体の大半を占めているものと推測される。

3. 地域内情報ネットワーク相互接続機構 RIX

山梨県域においても、商用NSPの活動が活発に展開されるようになってきている。昨年の後半から、県内で活動するNSPの数が増え続けている。最近の山梨県域内でのNSPとそのユーザーとの接続系統の概念図を図8に示す。ここで、TRAIN-YamanshiとYACCの間を結ぶ点線は前述の網間接続を示す。また、山梨21世紀産業開発機構（図中の21財団、県の外郭団体）と山梨県工業技術センター（図中のvitic）を結ぶ点線も、前述の方式を適用して最近実施した網間接続の回線（無線）を示す。

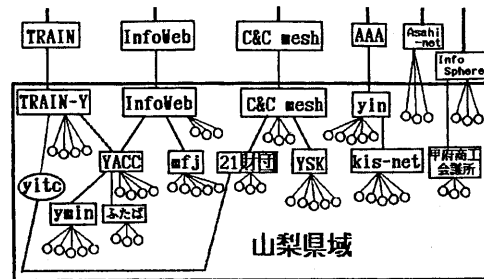


図8. 山梨県域内NSP接続系統

今後、この県域内でインターネットへの接続サービス活動を行う商用NSPの数、それぞれのNSPによるネットワークの範囲と規模、域内NSPに接続する県外の広域ネットワークの系統の数は更に増加する傾向にある。他の地域でもこれと同様な状況が展開されている。現状では、今後、強力な一社のNSPが県内のユーザーのインターネットへの接続を独占的に行うことは、たとえ、地方自治体がNSP事業に乗り出したとしても、かなり難しいと判断される。したがって、上記のような事態の推移によって形成される地域内のインターネットのユーザーは、多数の独立なネットワークにばらばらに接続することになり、異なるネットワーク間では、域外のネットワークを経由して情報がやりとりされることになるであろう。このような情報通信による情報

の伝送効率、外部のネットワークの状態によって大きく影響される。

今後、地域内では、情報ネットワークを利用して、学校教育、生涯学習、文化活動、教養、娯楽、スポーツ、医療や福祉分野の社会活動、行政や災害対策の活動、そして、広範な経済活動や日常生活が行われるようになることが予想されている。このために、迅速で安全性の高い情報ネットワークの利用環境が必要である。このような観点から、地域内の情報交換では、域内の最短経路を通るような情報通信の環境が望まれる。

一方、地域内での情報ネットワークの普及には、ネットワークへ接続するコンピュータを、職場、学校、公共施設だけでなく、一般の家庭や個人が持ち、使えるようになることが必要であり、このような普及は、NSPをはじめとする民間の経済活動の活力に大きく依存するから、前述のような、多数のNSPの活発な活動は、地域情報化の上で、大いに望ましいものと考えられる。

以上のような背景の下で、地域内のインターネットの利用環境を形成する有効な手段として、各NSPのネットワークを地域内で相互に接続し、各ネットワークから発信された情報のうち、県内を宛先とする情報を最短経路で転送する経路運用の実施が考えられる。ネットワークの経路運用の方式として、前節で示した網間接続の方式を適用して、二つのネットワークごとに網間接続を行う方法も考えられる。前述の山梨21世紀産業開発機構とTRAIN-Yamashiに接続する山梨県工業技術センターとの網間接続はこの適用例であり、これにより、YACCも含めた三つのネットワークの間の接続が可能になっている。しかし、網間接続を拡張した場合の各ネットワーク間の等距離性を考慮すると、全てのネットワークが単一の接続機構に接続するトポロジーの方が望ましい。このようなモデルとして、図9に示すような接続機構が考えら

れる。図中に太線示された部分が、この機構のために新設されるべき部分である。この機構を地域内情報ネットワーク相互接続機構と名付け、RIX (Regional Information Exchange) と呼ぶ。

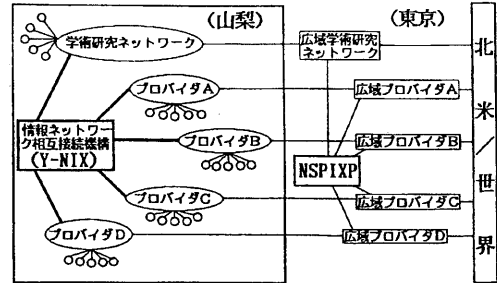


図9. 地域内情報ネットワーク相互接続機構 RIX

RIXには、各ネットワークから地域内にあるネットワークを宛先とする情報が送られ、そこにあるルーターによって、情報はそれぞれの宛先に配送する。各ネットワークのNOCにおいては、上位ネットワークから送られてくる情報パケットはすべて内部へ、内部から送られてくる情報のパケットのうち、地域外が宛先のもの上位ネットワークへ、域内の他のネットワークが宛先のものRIXへ、このネットワーク内が宛先のもの、内部の該当するルーターへと、それぞれ配送する。RIXを含め、ここに接続するすべての域内ネットワークでは、同一の経路制御プロトコルによって経路運用が行われ、これにより、全網にわたり透過的な情報転送が行われ得る。各ネットワークのNOCでは、上位ネットワークに対してソースアドレス・フィルタリングを実施し、また、上位ネットワーク内で運用される経路制御情報は内部に対しては伝えない、また内部の経路制御情報も、そのままでは、上位に伝えない。もともと各ネットワーク

はその上位ネットワークの部分を構成しており、多くの場合、一方、その全体部のネットワークの内部では独自に経路制御を運用する自律システムを構成している。この意味ではインターネットは全体が同一の自律システムを構成しているわけではなく、異なる経路制御を運用する複数の自律システムが相互接続したものである。地域内の相互接続では、このような異なる自律システム同士を接続することになるため、上述のようなやや複雑なNOC運用が必要になる。このような接続運用を可能にする前提は、接続に加わる各地域ネットワークが自律システムであることである。

RIXを運用するには、当然、運用組織が必要になる。もともと、RIXの必要性は、その地域の情報化政策の観点から提唱されるものであるため、この設立と運用組織は、地方自治体の指導又は奨励策の下で進められる必要がある。また、RIXの運営は、ここに接続するネットワークを運営するNSPの協力なしでは成立しないから、この組織の運営には、NSPの参加が必要である。

RIXの運営組織は、当然、RIXシステム運用を主要業務とするが、地域ドメインの割り当て業務を担当するのに適当な機関となり得る。

RIXによって相互接続された地域ネットワークの上では、各ネットワークが単独ではできないネットワークの応用が可能になる。ネットワークポロジの利用としては、スキヤングラスな情報が届かない初等・中等教育用のネットワーク環境の構築が可能が考えられ、その他、情報サーバの適正配置や、全体が連携した利用も可能であり、このような環境の上で利用する応用ソフト活用の可能性も考えられる。災害時には経路変更により、単独では果たせない非常時ネットワーク運用の可能性も考慮されている。

4. おわりに

この報告では、過去一年以上にわたって山梨県域内の二つの地域ネットワークの間の協力によって運用してきた経路制御及び各網の対外運用における独立性を考慮した網間接続の方式、技術及び運用状況を示す定量的データなどを示すことにより、このようなネットワーク運用の利点と有効性を明らかにした。更に、最近の地域における多数のNSPによる互いに連携のとれないネットワーク展開状況の中で、地域の多様な活動、地域コミュニティに有利な、連携がとれる、迅速で安全性の高い情報ネットワーク利用環境を確保するのに有効な、前述の網間接続で検証した技術を応用した、地域内情報ネットワークの相互接続機構の提案を行った。

最近、山梨県は、この提案による相互接続機構を設立するための調査研究委員会を発足させ、各NSPの協力した活動が組織されようとしている。同県では、この機構をY-NIX(Yamanashi Network Information Exchange)と呼んでいる。

参照資料：

- [1]. 林英輔, 本多弘樹, 吉川雅修, 八代一浩, 山本芳彦: 「TRAIN-YamnashiのNOC運用と山梨地域インターネットYACC」, 研究会論文集「地域ネットワークの新しい展開と県域ネットワーク」, pp. 49-53, 東京大学大型計算機センター(1994).
- [2]. 林英輔, 嶋田真一郎, 秋場秀之, 小田桐智美: 「キャンパスネットワークの構築設計と管理運用システム」, 情報処理学会分散システム運用技術研究グループ研究報告No. 2, pp. 328-334, 情報処理学会(1996).