

地域ネットワークTRAINの道程

東京大学大型計算機センター
佐藤安一郎，岩崎直樹，今田哲也

1. はじめに

東京地域アカデミックネットワーク（Tokyo Regional Academic Inter-Network，以下TRAIN）は、「関東甲信越地域における大学等を中心として，その相互協力のもとに運営される学術ネットワーク」として東京大学大型計算機センター（以下，東大センター）が運用母体となり1992年12月18日に発足した。TRAINの目的は「計算機及び情報資源の利用並びに情報交換等の便宜を図るため，大学等のネットワーク間の接続及び各種の広域ネットワークとの相互接続を行い，学術，教育，研究の発展に資すること」としている。

TRAINの発足以降，急速なインターネットの普及に伴いTRAINへの加入組織数は年々増加し続け1997年度には大学等の104組織に加えて100校プロジェクト等による学校及び施設等の特例加入も36組織となり合わせて140組織に及び，また，利用の増大に伴い各加入組織においても相次いで回線速度の増強を行うようになった。

加入組織数とトラフィックの増加は，それに見合うNOC（Network Operation Center）の設備増強やインターネットバックボーンに対する回線の確保，運用の複雑化等の問題を顕在化させ，東大センターがTRAINを運営し続けることの難しさをもたらした。

一方，この間においてインターネットをとりまく環境はTRAIN発足当初と比べて著しく進歩してきており，商用ISPの発展や学術情報ネットワーク（SINET）の強化等，各組織のインターネット接続に対する選択肢も増大している。

このような状況の変化に伴い，1996年度末にTRAIN運用部会の下に「TRAIN将来計画ワーキンググループ」が設置され，TRAINの今後の在り方について検討を行うことになった。同ワーキンググループは凡そ1年間にわたり種々検討重ねた結果，各TRAIN加入組織が今後より適したインターネット接続環境を維持するためには，TRAINの運用を終結することが適当であるとの結論に至り中間報告がまとめられた。

これを受けてTRAIN運用部会では，TRAINの解散

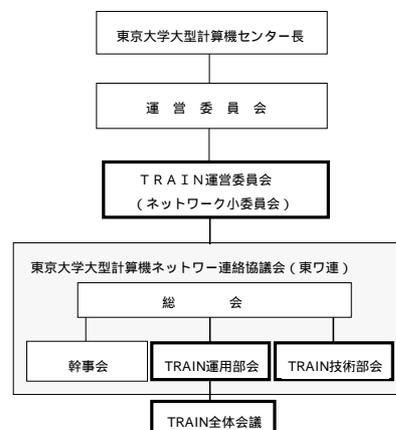
に関する方針について提案を行い，1998年6月に開催されたTRAIN全体会議（TRAIN加入組織全体で行う会議）において「東京地域アカデミックネットワークの解散に関する決議」について合意がなされ，TRAINは1998年度末をもって運用を停止し翌1999年度末までには解散することが確定した。

本稿では，TRAINの発足から解散が決議されるまでの経緯について，TRAIN将来計画ワーキンググループでなされた検討の概要も含めて報告する。

2. TRAIN発足の経緯と運営組織

TRAINは，1992年3月25日に東京大学と山梨大学との間で最初のIP接続を行い実験運用を開始したことに始まる。

この時期，東大センターをN-1ネットワークを介して利用する第3地区の各大学で組織される東ワ連（東京大学大型計算機ネットワーク連絡協議会）においてN-1ネットワークからIPネットワークへ移行するための活動が計画されることになり，1992年12月に開催された東ワ連総会において，「当面の方針としてN-1からIPへの移行を推進すること」及び「東ワ連内部にTRAINの運用組織の一部を置きTRAINを発足すること」の提案がなされ承認されたことで，TRAINとしての正式運用が開始された。



(図1) TRAINの運営組織

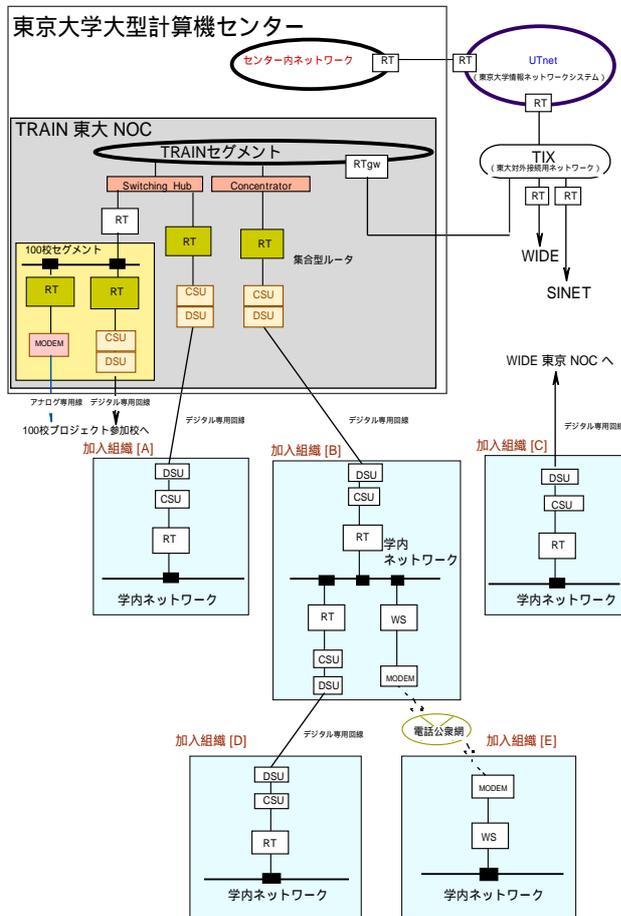
TRAINの運営組織は、東大センターネットワーク小委員会をTRAIN運営委員会に充て、その下に運用に係る諸事項について意見の集約や連絡調整を行うために東ワ連の中にTRAIN運用部会とTRAIN技術部会が置かれている（図1）。

また、TRAINの事務については、東大センターネットワーク管理掛に付託されているが、私立大学等が負担するTRAIN共通経費の徴収等の事務については、東大センターから私立大学等の当番校に付託している。

3. TRAINの接続構成と加入組織数の推移

3.1 TRAINの接続構成

TRAINは、（図2）に示すように東大センターに設けられたTRAIN NOCへのデジタル専用回線によるIP接続と既TRAIN加入組織を経由する接続及び中継網（他のネットワーク）を経由する接続で構成されている。



（図2）TRAINの接続構成

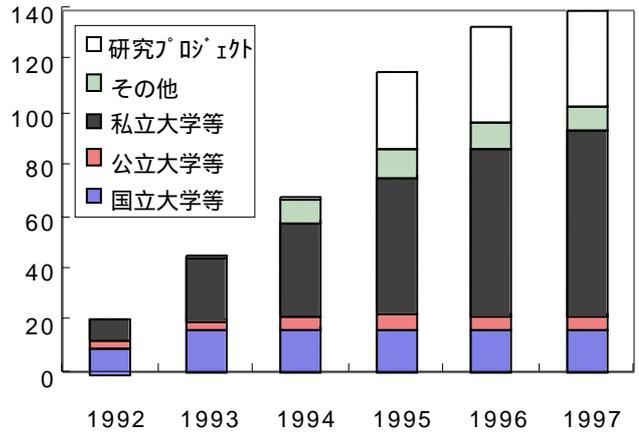
なお、この図における100校セグメントは、100校プロジェクトへの協力に伴い特別に設けたものであり、また、既TRAIN加入組織を経由したUUCP接続は1996年度末以降は存在しない。

3.2 加入組織数の推移

（図3）はTRAIN発足当初から最近に至るまでの加入組織数の年度別推移を組織の種別毎に示している。

国公立大学等の加入については1993年度末頃ではほぼ頭打ち（国立大学等についてはやや減少）となっているが、私立大学等については、今後のTRAINのあり方についての検討が本格化する1997年度まで増加傾向が続いた。

「その他」の組織とあるのは、大学以外の研究組織で加入に際して「特に大計センター長が認めた機関」であり、研究組織のインターネット利用の普及と便宜を図るためにTRAIN発足当初は比較的緩やかな条件で接続が認められてきたが、各種ISPの出現に伴い1996年度以降の新規加入は認められていない。



（図3）TRAIN加入組織数の推移

4. TRAIN運用に伴い顕在化した問題

4.1 増加し続ける加入組織数

TRAIN加入組織数（100校プロジェクト等を除く）は1997年度には100組織を超えているが、TRAINが守備範囲とした地域は関東地方（一都六県）と山梨県である。この範囲での国立、公立、私立を合わせた大学の数は200を超え、更に短大と高専を加えると380程になる。

現時点で、上記大学の大半は既にTRAINの他

SINETやWIDEまたは商用ISP等に接続されているとしても私立の短期大学についてはインターネットに未接続も多くあると推測され、今後もTRAINが運用を続ける限り加入組織数は増加し続けることは十分予測される。

4.2 加入組織の相次ぐ回線増強

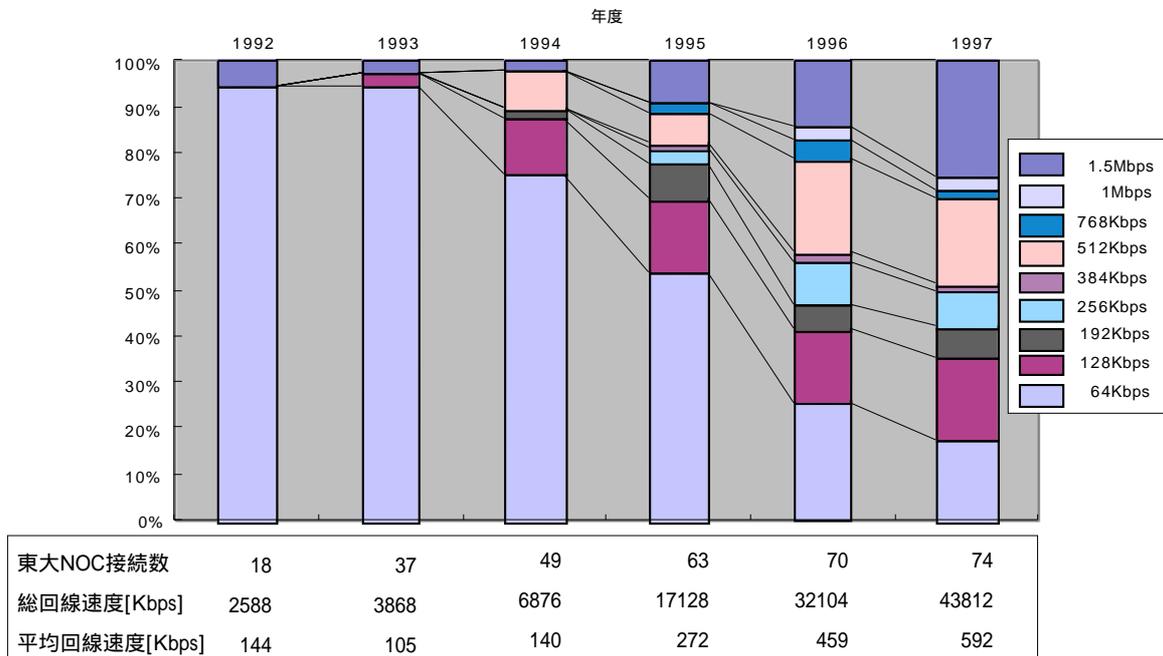
各大学においてインターネットの利用が増大するに伴いTRAINへの接続回線も次第に増強するようになる。

(図4)は、東大NOCに接続される加入組織(100校プロジェクト等を除く)の接続回線速度の

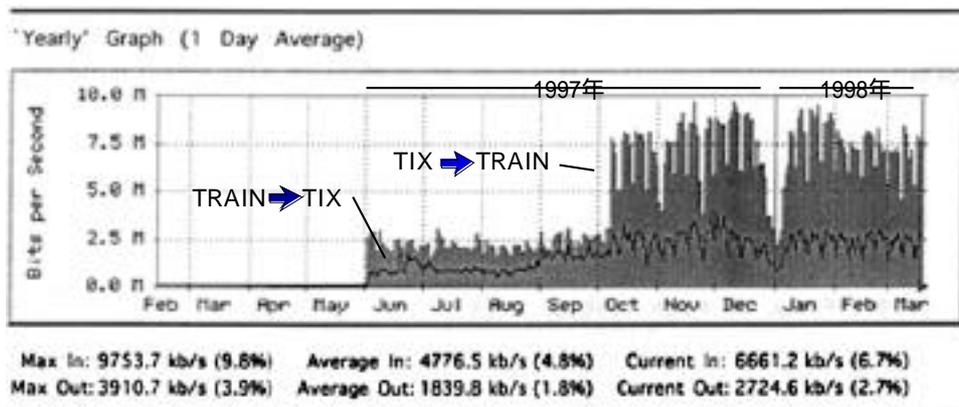
割合を年度末毎に集計したグラフで、下側には各年度末における接続数と回線速度の合計及び平均値を示している。

1992年度末では、1.5Mbpsでの接続が1組織あった他は総て64Kbpsでの接続であったが、以降、年度毎に加入組織数の増加と回線の高速化が進み1997年度末では東大接続74組織中の約半数が512Kbps以上の回線を用いるようになった。

このような状況に対応するために、年度毎のルータの更新や増設が必要となり、また、TRAINセグメントについてもスイッチングハブの導入、FDDI化等の強化が行われている。



(図4) 東大NOCの接続回線速度の年度毎推移



(図5) TRAIN - TRAIN外部間のトラフィック

4.3 急増する対外へのトラフィック

TRAINから海外及びCOドメインへの通信は当初からWIDEを経由していたが、次第に東大センターからWIDEの東京NOCまでの回線、また、WIDEの対米国回線が混雑するようになり、1995年度後半頃には対海外の通信においてパケットロスが多発する等の問題が生じる程となった。更に、TRAINのトラフィックがWIDEで行われている実験研究の妨げとなる状況もあり、1996年7月にはTRAINの海外との通信経路をWIDEからSINETに変更を行っている。しかし、その後、SINETの対米国回線の大幅な増強が行われるまでの1年数カ月間は、海外への通信の「遅い、止まる、繋がらない」という状況は改善されず、TRAINのトラフィックがインターネットバックボーンにもたらす影響やTRAINとして独自に商用ISPに加入して対海外への回線を確保する必要性の問題について議論が行われるようになった。

(図5)は、1997年7月からのMRTGによるTRAINの対外接続ルータ((図2)のRTgw)におけるトラフィックである。1997年10月3日に実施されたSINETの対米国回線の6Mbpsから45Mbpsへの増強時期とトラフィックの急激な増加(特に外部からTRAINへのトラフィック)が一致しており、それまで飽和していたトラフィックが一挙に流れたと推定されるが、別な見方をすれば、TRAINに接続されている組織は常に回線能力一杯までネットワークを使うという傾向があるといえる。

4.4 共通経費の方式

TRAINを運用するために必要な経費の中でTRAIN加入組織が共用する通信回線や機器の設置、運用、保守等、また、JPNIC年会費等はTRAIN共通経費として年度毎に定め、加入組織全体で負担することとしている。

この共通経費の徴収や支払に伴う事務は、国立の大学等(大学・短大・高専・大学共同利用機関)については東大センターが行い、それ以外の私立大学等の組織(公立、他省庁組織も含む)については、「TRAIN加入私立大学等の共通経費分担に関する申し合わせ」を定め、それに基づき年度毎の持ち回りで選出される「TRAIN加入私立大学等当番校」に事務を付託することで、1994年度から実施が開始された。

具体的には、国立大学等の負担金は校費の振替により東大センターの予算に移算され、私立大学等は

その当番校がTRAIN用の銀行口座を設け、そこに分担金を振込むという方法である。

共通経費事務を開始した1994年度では、国立大学等が共用する通信回線の費用としてWIDE東京NOCまでの回線費(東大UTnetと折半した額)を支払い、私立大学等はJPNIC年会費と東大NOC機器(ルータ)の保守委託費を支払うことで、国立大学等と私立大学等のそれぞれの1組織あたりの金額がほぼ同額(10万円/年程度)で余剰金を繰り越すこともなく処理がなされた。

しかし、この方法は、加入組織数が国立大学等は15~16組織で頭打ちとなり私立大学等は大きく伸び続ける状況では1組織あたりの分担額を国立大学等と私立大学等で均等にすることは難しく、各加入組織にとっては分担額が年度毎に大きく異なるとは予算が組みにくく不便であること等の理由から、翌年度からは当該年度に支払いが必要な経費を全加入数で頭割りした額を基本額として、均等に分担するよう変更され、その後、1997年度からは接続形態(回線速度に応じた3段階の負担)と組織種別(プロジェクト以外の特例加入組織の5倍負担)に応じて区分を設ける改訂が行われている。

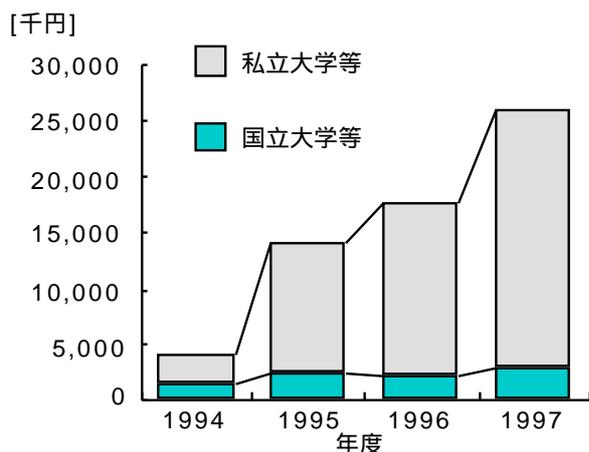
4.5 支払いに伴う問題点

共通経費の支出項目は大きく

- (1) 対外接続の回線費
- (2) JPNIC年会費
- (3) 保守委託費
- (4) 設備費

に分けられ、(1)の回線費については東大センターからWIDEへの回線費を国立大学等が支払いその他の項目については私立大学等が支払いを行ってきた。

国立大学等と私立大学等の年度毎の分担額は(図6)に示すように大幅な格差が生じているが、加入組織の増加と各組織の回線の高速化に伴って必要なNOC設備及び共用する回線の増強に必要な経費を私立大学等から支払うことについては、東大センターにNOCを置き、また、分散NOCの大部分も国立大学であるという状況で、国立大学における会計の扱いで問題が生じる可能性もあり、必要な項目について予算があっても執行ができないという問題が生じている。



(図6) 共通経費分担額の推移

以下は、1997年12月時点での東大センターと分散NOCにおける接続数であるが、分散NOCとなっている各大学の東大センターまでの回線費やルーター等設備に要する経費は上記理由で当該大学の持ち出しとなっている。

NOC	大学等の接続数	プロジェクトによる接続数
東大センター	74	16
山梨大学	8	11
千葉大学	6	4
宇都宮大学	6	4
埼玉大学	1	
麗澤大学	2	
WIDE 東京 NOC	5	
その他	1	1
(計)	103	36

5. TRAINの今後の在り方に関する検討

はじめに述べたように、TRAIN運用部会では種々状況の変化に伴い1997年1月「TRAIN将来計画ワーキンググループ」を設置し、今後のTRAINの在り方について検討を行うことになった。

同ワーキンググループでは、TRAIN発足時に組織作りに関わった元部会委員等をメンバーに含めて、TRAIN運用に伴うこれまでの問題と東大センターがTRAINを運用する意義や地域の大学のネットワークとしての在り方等についての議論を背景に

(1) TRAINの運用体制を変更し、強力なネットワーク運

用組織として改組する可能性

- (2) 現行の運用体制を維持しつつ、商用ISPなどとも接続性を確保して国内外の商用セクターとの接続安定性を確保していく可能性
- (3) TRAINのNOCの運用を商用ISPに委託するなどの方式を採用する可能性
- (4) 各大学が個別に商用ISP等に接続し、TRAINを廃止することの可能性

について、商用ISPへの接続に関するシミュレーションや加入組織に対してアンケート調査を行う等の方法で検討を行い、その結果として、TRAINの運用を停止すること及びそれに伴う作業計画を策定することについて中間報告により提言を行っている。

5.1 商用ISPへの接続に関するシミュレーション (1997年7月～10月)

商用ISP数社の協力を得て以下の接続における経費の試算が行われた。

- (1) 各組織が個別に商用ISPへ移行した場合
- (2) 東大センター接続以外のNOC接続組織は現行の接続形態を維持して、NOC毎に商用ISPへ移行した場合
- (3) 現行の運用体制でTRAIN全体がBGP4のオペレーションを行い、商用ISPを対外接続として利用する場合

この結果は、(1)については、全組織が個別にOCNへ移行した場合の経費（現状のTRAIN接続の回線速度に応じてOCNサービス品目128Kbpsまたは1.5Mbpsを適用）の総額を現状の経費（回線費 [NTTの料金を摘要] + 共通経費額）の総額と比較すると、OCNにおける経費総額の方が現状経費総額よりも16%程低くなり、また、(2)について(1)と同様OCNで比較した場合は、現状よりも高くなった。

その他のISPについては、回線料金を含まない接続料金で比較した場合は、概ねTRAINよりも割高であるがTRAIN向けに特別なディスカウントを示す等も見られ、サービスの品質等を含め単純に現状のTRAINとの優劣を比べることはできない。

(3)については、この時点でOCNが電気通信事業者向けとして1.5Mbpsまたは6Mbpsのサービスを開始しているが、TRAINにおける海外とCOドメイン向けを合わせたトラフィック状況は既に10Mbpsを超えていることが推測され、それに見合う帯域を確保することは従来のTRAIN共通経費の枠では困難と思われる。

5.2 TRAINの将来に関する意見調査（1997年11月）

この調査は、1997年11月1現在のTRAIN加入組織で東大及び研究プロジェクト等による加入を除く113組織に対して、これまでの検討の概要及び組織毎の商用ISP接続に関するシミュレーション結果を添付して実施された。質問は、各組織のインターネット接続の現状と将来計画に関して13項目（質問数25）、TRAINの現状と将来計画に関して8項目（質問数12）の計21項目に及び、また、各組織に対してワーキンググループにおける検討の方向を伝える内容でもあった。

調査の集計結果については、TRAINを強化し存続すること及びそのために共通経費を増額することはやむを得ないという意見が多くあった一方で、SINETや商用ISP等への接続を構想している組織も相当数あった。また、各組織の現状に関係して「学術研究目的をAUPとするネットワークの必要性」についての質問については、60%弱の組織が必要と答えている反面、インターネットが一般に普及した状況で目的を限定することの疑問やグレーな利用を制限することは難しいこと、また、学校法人の活動全体をカバーできないこと等の意見も多数あった。

5.3 方策の検討（1997年12月～1998年2月）

商用ISPへの接続に関するシミュレーションや各組織に対する意見調査の結果、

- ・各組織がTRAINに接続する理由として、コストが商用ISPより低いということは最早成り立たなくなってきている。
- ・海外やCOドメインへの通信の安定性確保といった理由の他にAUPに縛られない利用やボランティアに頼らない安定した運用を目指す等様々な理由でTRAIN以外のインターネット接続を構想する組織も多くなってきている。

等のことが明らかになり、TRAINの今後のあり方についての具体的な方策として以下の3案に絞られた。

- (1) TRAINの外注化。（TRAINとしてまとめて商用ISPに移行すること。）
- (2) TRAINの分散化。
- (3) TRAINの解散。

この3案について、(1)については、現状のネットワークトポロジーにおける通信トラフィックの問

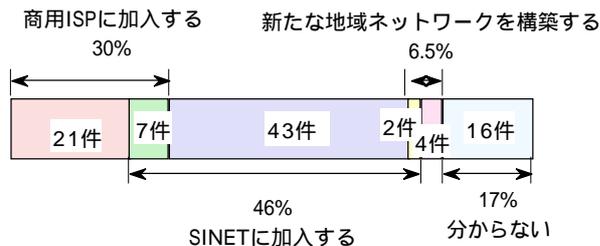
題等の欠点があるまま受け継がれ更に各組織の費用負担の面でも各組織が個別に商用ISPへ移行したよりも不利になる可能性があり、(2)については、新たにNOCとなる組織が必要であり、また、新組織への移行の過程では(3)と同様であること等から、(3)が最も現実的であることで意見が一致した。更に解散の時期については先延ばしする利点は見いだせず各組織に対しては早急にこれまでの検討結果及びSINETや商用ISPへの移行を行う際の道筋と問題点を示して「TRAINに代わるインターネット接続方法についての問い合わせ」を行い、この結果に基づきTRAINの運用を終結させる時期及びそれに伴う作業計画の策定を行うことが重要であるとの確認がなされ、「TRAIN将来計画ワーキンググループ中間報告」（1998年2月6日）をまとめることになった。

5.4 TRAINに代わるインターネット接続方法についての問い合わせ（1998年2月18日）

TRAIN運用部会では「TRAIN将来計画ワーキンググループ中間報告」を承認し、直ちに各加入組織に対して、SINETや商用ISPへの移行に関する説明と留意事項を添え、以下の項目について問い合わせを行うことになった。

- (1) TRAINを経由しないでインターネット接続する方法の選択について（「SINET」、「商用ISP」、「近隣のTRAIN加入組織と協力して新たな地域ネットワークを設立」、「分からない」から選択）
- (2) TRAIN運用停止の時期（運用停止時点]について「平成10年秋以前」、「平成10年秋ごろ」、「平成11年3月末」から選択）（移行期間について]「3ヶ月」、「6ヶ月」、「1年」から選択）
- (3) TRAINの運用停止にともなって必要と考えられるTRAINの作業について（「ワークショップの企画」、「より効率的な小規模地域ネットワークの設計」、「その他」から選択）
- (4) その他（意見・疑問・提案等自由に記載）

この結果、(1)については（図7）に示すように全体の2割程度の組織が「分からない」と答えている他は、大半がSINETや商用ISPへの加入を選択しており、SINETと商用ISPとのマルチホームや新たな地域ネットワークの構築を構想する組織もみられた。



(図7) 接続先の選択

(2)のTRAINの運用を停止する時期については、平成11年3月末が回答数93件中76%であるのに対して約20%の組織は平成10年秋ごろ若しくは秋以前と回答しており、そうした組織においては既にTRAIN以外のインターネット接続について検討が進められていると思われる。

(3)については、ワークショップの企画について約80%（複数選択を含む）の組織が選択しており、(4)においては、他のプロバイダに移る際の手続きや費用、TRAINのCIDRブロックで運用している組織のIPアドレス変更の問題、通信回線の接続先変更に伴う長期割引の違約金問題等、具体的な質問や意見が相次いだ。

ワーキンググループでは引き続き各組織からの意見や質問について個々に検討を行い、また、TRAIN技術部会においても移行に伴う技術的な問題についての検討が重ねられ、典型的な事項についてはFAQとしてTRAINのWebページに掲載し各組織が必要に応じて参照できるようにしている。

6. TRAINの解散に伴う諸作業

6.1 他プロバイダへの移行に関するワークショップの開催

ワーキンググループから提案のあった移行の方向性及び技術的な問題に関するワークショップについてTRAIN運用部会及びTRAIN技術部会により以下のように開催されている。

- (1)TRAINに代わるインターネット接続に関するワークショップ（1998年5月14日）
 - ・学術ネットワークと商用ネットワークの動向について
 - ・移行に伴う技術的な問題について
 - ・商用ISP（10社）との個別相談会

(2)TRAINから他プロバイダへの移行に伴う技術的な問題に関するワークショップ（1998年8月28日）

- ・学術情報ネットワークについて
- ・移行事例紹介
- SINET への移行について
- OCN, SINET とのマルチホームの運用について
- IJ への移行について
- ・小地域ネットワークの運用について
- ・インターネットにおけるセキュリティ問題の近況について

6.2 残務処理

TRAINの解散に伴い以下の事項については、従来の「TRAIN将来計画ワーキンググループ」の名称を「TRAIN残務処理検討ワーキンググループ」に変更し引き続き検討が行われている。

- (1) 移行準備が進まない組織への対応
- (2) 共通経費の残額及びTRAINで所有している機器の扱い
- (3) TRAIN解散後の組織体制

特に(3)については、ネットワークコミュニティー機能の存続を望む声も多くあり、従来の東ワ連の在り方とも関連して今後の課題である。

7. おわりに

TRAINは、これまで加入組織間の相互の啓発・情報交換等により高い技術水準を維持し発展してきた。また、TRAIN運用部会及びTRAIN技術部会の活動に加えてNOCとなる遠隔大学や私立大学等の共通経費の会計処理を行う当番校の協力等があって、TRAINの運用が成り立ってきたといえる。

しかし、このことはボランティアにより支えられたネットワークという側面があり、日常的にネットワークが利用され24時間365日止まらないネットワークが当たり前という今日の状況に至り、TRAINの物理的なネットワーク接続サービスという役割については早晚見直すことは必然であったとも思われる。

なお、TRAINを解散することに伴い、1998年8月末において既に21の組織がTRAINを廃止しており、移行先の内訳は、SINET：14件、商用ISP：7件である。