

# INTERNET

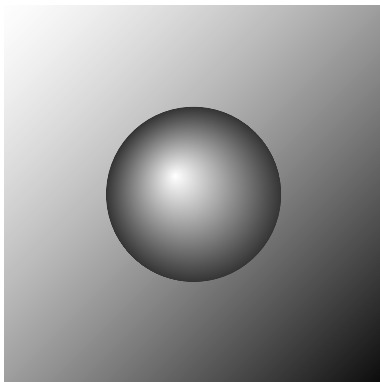
## ● インターネット最新テクノロジー：第21回

次世代インターネット技術を研究開発するプロジェクト

# Internet2

商業インターネットが活発に事業展開している中で、米国の大学関係者は次世代インターネット技術を研究開発するInternet2の活動を開始した。Internet2は高速なインフラ技術や応用技術の研究を行っており、次世代インターネットの標準技術を占うプロジェクトとして注目を集めている。今回はこの活動が開始された背景とその特徴、現在の研究開発、今後の課題、展望などについて解説する。

小西 和憲 (株)KDD研究所  
konishi@lab.kdd.co.jp



### 実験の場としての インターネット

Internet2はインターネットを育成してきた大学に所属する第一世代のインターネット関係者により提唱され、その後、米国政府関係者からも次世代インターネットNGI (Next Generation Internet) 活動の1つだと認められたインターネットの先端的応用とそのインフラを研究開発するプロジェクトである(図1)。

第一世代のインターネット関係者から見ればまだまだインターネット技術の発展に貢献

できるはずなのに、商業インターネットは信頼性を重視するあまり「実験」に協力的ではなく、活躍の場が狭まっていた。さらに、政府機関などからインターネットに関する研究資金を入手するためにも実証的な研究の場が必要であった。このため、1996年10月に彼らは団結して第二世代のインターネットに必要な技術を研究開発するという意味で、「Internet2」という名前を付けたプロジェクトを公表した。

このInternet2というプロジェクトを推進するには、資金を集め、プロジェクトの管理や支

援を専業とするスタッフをそろえることが重要であり、そのための非営利法人UCAID (University Corporation for Advanced Internet Development) を1997年10月に設立することとなった。

### コアとなる2つのプロジェクト

当初、UCAID会員はNSF (米国科学財団) の最高速 (622Mbps) バックボーンvBNS (very-high-performance Backbone Network Service) を利用する計画であった。しかし、vBNSはATM技術に固執しているという問題があった。しばらくして、新興の電話会社クエストがノーザンテレコムやシスコシステムズと共同してSONET (Synchronous Optical Network) インターフェイスの上にIPを直接載せるvBNSより高速なバックボーン計画 (2.5Gbps) を発表した。UCAIDはこの計画に協力して推進する代わりに同グループ企業から5億ドルの寄付を約束してもらい、さらに大統領府が推進しているNGIの1プロジェクトであるとお墨付きをゴア副大統領から取り付けることに成功した。

このインフラ技術に関するUCAIDの第二プロジェクトをAbilene (アビリーン) という。

Internet2は、狭い意味ではUCAIDが推進している応用からインフラ要素技術までをカバーする一プロジェクトであるが、UCAIDよりも古くから名前が浸透していることもあり、Internet2プロジェクトとAbileneプロジェクトの両者を併せて「Internet2」と称する場合が多い。本記事でもこの立場から説明する(図1)。

### 新しい技術と標準の決定が 期待される

Internet2グループの活動資金は、UCAIDが会員から集めた年会費 (2万5000ドル/年・正会員) からまかなわれていて、1年間に総計約330万ドルの予算しかない。これら

の資金は、大半が人件費や事務所経費、設備費に使用されていて、残りの約28パーセントが会合や出版、旅費に使用されているだけであり、研究費は皆無である。UCAID会員はNSFやDoE、NASAなどの政府機関や民間企業から資金を自ら調達して研究を遂行し、その研究成果をInternet2関連の会合やデモで発表している。つまり、UCAIDはその会合や発表の場を提供する役割を果たしているにすぎない。にもかかわらずInternet2グループが注目されているのは、先端的な研究をする大学が協力して団結すれば、新技術の流れを決め、新しい実質標準を決定付けるのではないかという期待感からである(図2)。

UCAID自体は研究予算を持っていないため、Internet2グループのメンバーはそれぞれのパイプを通じて研究予算を獲得することとなる。したがって、どのようなプロジェクトを推進するかというような規則的なガイドラインは、Internet2グループによって定められていない。それぞれの大学は、自己の関心事に興味を示すスポンサーを探して共同研究あるいは受託研究を開始する。その成果をInternet2のメンバーに見てもらいたい場合、Internet2の会合やデモなどで発表するだけである。

## 大学から生まれる 次世代の応用技術

Internet2グループは大学をメンバーとしているため、大学にとって必要と思われる次世代インターネット技術を中心に研究開発を進めることになるが、将来、これらの技術は一般社会にとっても有用なものになるであろうというわけである。

別の言い方をすれば、大学に一番優れたインターネット環境(=超高速インターネット)をいち早く提供して欲しい、そうすれば、大学が次世代に必要なインターネット技術を開発してあげましょう、WWWやヤフーに続く次世代の応用技術もきっと大学から生まれる

でしょう、という主張である。

現在までに、Internet2グループが発表してきた応用技術に関する研究課題はおおむね表1のように分類される。

これまではInternet2のメンバー会合に合わせて、vBNSに接続されたワシントンの常設デモ会場で、NSFやDoEの政府機関などから受託した研究の成果、あるいは民間企業と一緒に開発した製品などのデモを行ってきた

図1 Internet2の位置付け

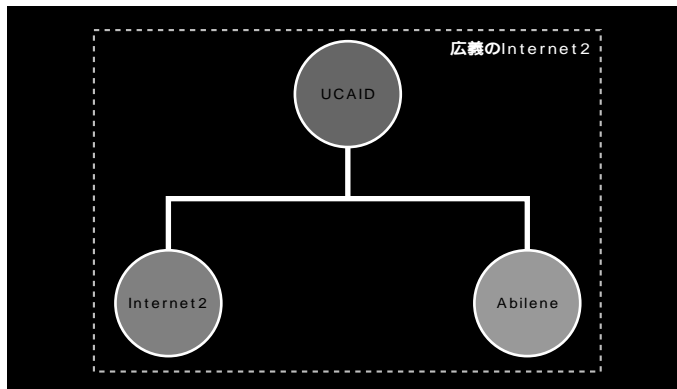


図2 Internet2と外部団体の関わり

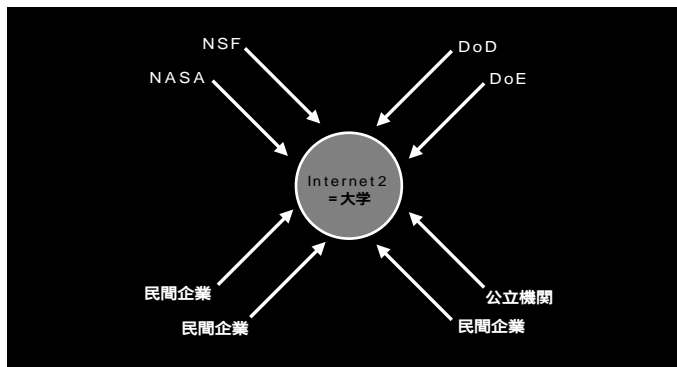
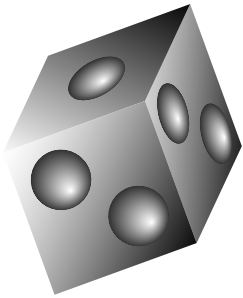


表1 Internet2の応用技術

代表例	概要
遠隔学習システム	生徒の学力に応じて、順次最適な教材を与える、効率的な学習ツールとそのコンテンツを開発する。
電子図書館	広帯域回線やQoS、マルチキャスト技術などを用いて、テキストやイメージだけでなく、音声やビデオも含むコンテンツの検索やアクセス機能などを実現する。
バーチャルラボラトリ	分散した研究者による協同作業環境を構築する。それぞれのジョブに対して、最適な資源を適宜割り当て、効率よく目的を達成する。
テレイメージジョン	単一の仮想環境を複数の地点にいる人が共有する技術を開発する。たとえば、位置センサー付きの立体メガネを着用し、ハンドル操作に対応する立体イメージを逐次投影し、最適なハンドル操作訓練(たとえば危険作業の訓練)システムを構築する。





が、今年の9月27日から29日にサンフランシスコで開催されるメンバー会合では、会合の会場で多数の先端的アプリケーションが展示されるとのことである。

### vBNSより高速な「Abilene」

Internet2グループは、当初はもっぱら1996年3月に発表されたNSFの高速ネットvBNSの開放政策「接続プログラム」に応募して高速ネット環境を入手してきたが、vBNSに厳しい利用規約があるだけでなく、ただ1つのインフラに依存することは「大学人の自由

度」が制限されると考えていた。

このため、Internet2グループはクエストから発表された2.5GbpsのIP over SONETの全米バックボーン計画に協力したこと(Abilineプロジェクト)は前述のとおりである。

Abileneは、ATMサービスの上に構築されているvBNSと比較してATMのヘッダーによるロスがなくなるだけでなく、今まで以上の高速化に適応できるのである。現状ではATMでは622Mbpsに速度限界があり、また、単一の波長を用いる光伝送では10Gbps程度に速度限界があると考えられているが、インターネット上で動画が広く伝送されるようになるとvBNSを凌駕するインフラが必要となる。

したがって、Abileneは第一フェーズで10GbpsまでのIP over SONET網を実現し、第二フェーズでは10Gbpsを超えるIP over WDM(Wave Division Multiplexing:波長分割多重)を実現する計画となっている(図3)。

Internet2グループは、Abileneのネットワーク設計に協力しているだけでなく、高速でインテリジェントな加入者局“GigaPoP”の運用も担当することとなっている。

### 高速でインテリジェントな加入者局「GigaPoP」

vBNSと同様にAbileneのバックボーンのコアノードもクエストの社内に設置され、クエストの職員によって運用される。Internet2グループにとっては、バックボーンの運用には直接タッチできないことから、先端的なインフラ技術についての研究や実験活動は加入者系の課題に注力される。このために生み出されたのが“GigaPoP”であり、Internet2のキーワードの1つである(図4)。

GigaPoPは以下の3つの目的を持つ。

- ・vBNSもAbileneも当分はバックボーンノードが全米で10か所程度であり、これらに各大学が接続すると加入者系のコストが高くなる。そこで加入者線を集線することで、

図3 vBNSとAbileneの伝送路

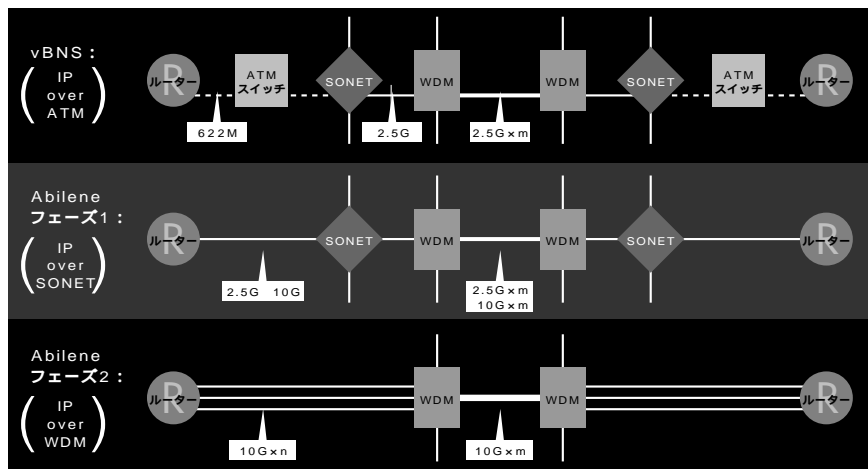
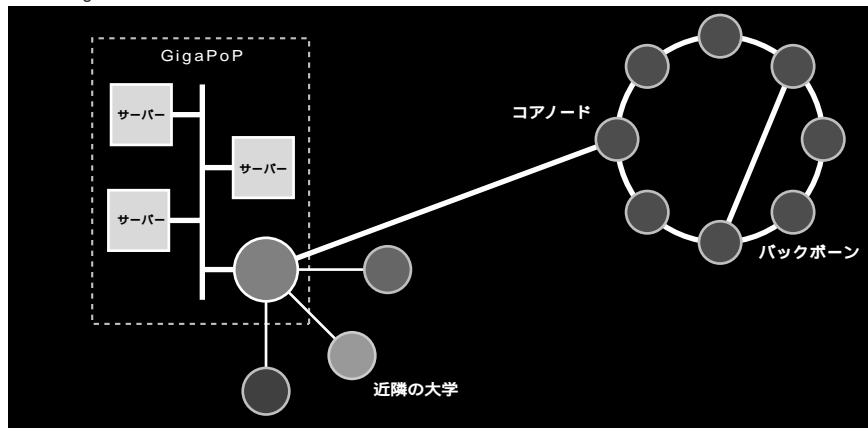


図4 GigaPoPの位置付け



トータルコストを削減できる。

- ・電話会社は安全性を重視するため、新技術の実験に必ずしも積極的ではない。よって自ら加入者局を運用することでInternet2内のインフラ技術者の活躍の場を確保できる。
- ・加入者局には各種のサーバーが設置され、文化や情報の発信基地になる。加入者局を中心として、大学を地域の情報センターにしたい。

しかし、GigaPoPの運用者となるためには、下記の要件を満足することが要求されている。

- ・経験と実績を証明できる
- ・立地条件が良く、設備と場所を所有している
- ・人材を有し、献身的である
- ・柔軟で、ノウハウを開示する
- ・外部にも協力者を有している
- ・研究開発能力に優れている
- ・バックアップ機能を有する

電話会社にとっては、先端技術に基づくサービスを全国展開するために、負担のかかる加入者系の運用を人材の宝庫である大学に委託できることはありがたい。一方、Internet2グループにとっても、先端的なインフラ技術の実践の場を確保でき、情報センターとして地域の期待を集められるのはうれしいことに違いない。つまり、電話会社と大学関係者は相互補完関係にあるといえよう。

## 社会的な影響力を持つ 大規模知的集団

Internet2グループ自体は研究予算を持っていないため、規制力がなく、取りまじめに苦労している側面もあるようだ。しかし、Internet2に参加した大学はそれぞれがNSFなどの政府機関や民間企業から集めた資金を使って研究を行い、Internet2の会合やデモでも多くの研究成果を発表している。

Internet2は大規模な知的集団であることから、その社会的な影響力は非常に大きい。

たとえば、すでに教育や研究協調に関するツールの研究開発に力を発揮しているだけでなく、インフラ技術についてもAbileneの発表を追いかけて、ついに、vBNSもカリフォルニアでIP over SONETの運用実験を開始した。さらに、SONET端局を通さずに、WDMの加入者側ファイバーを直接ルーターに接続する方式についても検討を開始したとのことである。このSONET端局を省略することにより、伝送コストが劇的に削減（一説には95パーセントを削減）できるといわれている<sup>[10]</sup>。

一方で、Internet2に参加した大学が、AbileneやvBNSの加入者局であるGigaPoPを運用することで、それぞれの地域の情報センターになろうとしていることも今後の大学のあり方を示すものであろう。

我が国でも研究者がNSFを通してInternet2グループと共同研究を開始することがAPAN (Asia Pacific Advanced Network)<sup>[11]</sup>により企画中であり、その活動が注目される。とりわけ、IPv6への移行技術、高性能なマルチキャスト技術、性能測定技術、階層的なキャッシュサーバー技術などの研究開発がInternet2グループと協調して推進され、成果を上げるものと期待されている。

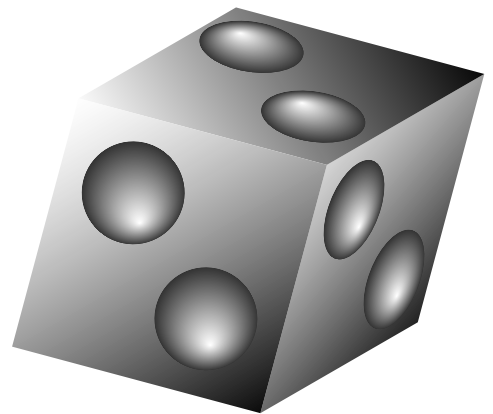
### 参考文献

[10] Internet2  
<http://www.internet2.edu/>

[11] 小西和憲：インターネット2と次世代インターネット、電子情報通信学会ソサイエティマガジン（第2号）  
<http://www.ieice.or.jp/cs/jpn/magazine/>

[12] Optical IP Backbone Revolution Emerges  
<http://tweetie.canarie.ca/ntn/hypermil/testnet/1036.html>

[13] APAN Japan Consortium  
<http://www.jp.apan.net/>





## [インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

**株式会社インプレスR&D**

All-in-One INTERNET magazine 編集部

[im-info@impress.co.jp](mailto:im-info@impress.co.jp)