

平成24年度 国立情報学研究所 市民講座 第1回
「先端研究のネットインフラと社会～科学者の輪を広げる SINET とは?～」
講師：漆谷 重雄
(国立情報学研究所 アーキテクチャ科学研究系 教授)

◆ 講 義 ◆

本日は、夕方の遅い時間にたくさんの方にお集まりいただき、ありがとうございます。
これから8時まで、おなかの空く時間で恐縮ですが、どうぞよろしくをお願いします。

・スライド2「本日の講演内容」

本日の講演の内容です。

まず、非常にざっくりとですが、通信ネットワークの仕組みについてお話させていただきます。

それから、本題の最先端のネットワークインフラということで、SINETのお話。

次に、そのSINETがどのように使われているかというお話をします。

その後、若干ですがネットワークの設計や、大震災のときの影響についてお話させていただきます。

そして最後に、今後の方向性についてお話させていただきます。

・スライド3「本講演の対象」

ネットワークというと、皆さんにとって身近なものは、ご自身のご家庭にある通信機器を使っての通信だと思えます。

30年前を考えると、私の家もそうでしたが、一般家庭には黒電話しかありませんでした。

非常にがっしりとした丈夫なもので、このときは買い取りではなくレンタルでした。

その後、プッシュホンなどが出てきて便利になってきましたが、黒電話のいいところは、停電でも給電していて、災害時にも使えたということです。

その後、FAXが出てきて、町内会や塾などの連絡用として、家庭に入っていました。

最近だと、もう普通にパソコンがあります。

パソコンは、インターネットの普及と同時にどんどん一般家庭にも入ってきました。

最初、ISDNの使い放題から始まり、その後、SoftbankがADSLの安いものを出し、これによってブロードバンドが広がりました。

最近ではFiber To The Home (FTTH) ということで、非常に速いサービスが出ています。

私の妻も、テレビを見るより、パソコンの前に座っていることが多くなりました。

最近では、テレビにブロードバンド回線がつながってきています。

黒電話はどんどんIP電話に替わり、FAXなどは解像度が低いので、最近はいわゆるメール添付になり、電話やFAXはどんどん縮退しています。

一方で、高速の無線やワイヤレスがはやり、携帯電話の発展はめざましいですね。

スマートフォンを使うと会社のメールも見られるので、電車の中でも仕事ができ、タブレットだとパソ

コンの代わりに使え、非常に便利になってきています。

このように、一般ユーザ向けの通信ネットワークもすごい勢いで発展していますが、今回お話するのは学術機関向けのネットワークについてです。

一般向けとはひと味違う、超高速のネットワークの話です。

何が違うかという、まず、利用しているユーザが大学や研究機関で、非常にたくさんの研究者や学生がいて、つながる回線も非常に速いということです。

また、それがつながっている端末（装置）には、望遠鏡やスーパーコンピュータなど最先端の設備がたくさんあります。

こういった最先端の設備の通信を支えているのが、今回お話する SINET です。

・スライド4「通信ネットワークの仕組み」

まず、通信ネットワークの仕組みについて、非常に大雑把に説明します。

通信ネットワークには、まず「ノード」という、ユーザのデータを転送する装置があります。

例えば、インターネットだとパソコンからデータが送られてきて、それを宛先まで届けます。

ノードとしては、「エッジノード」というユーザを識別してデータを転送する装置、

「コアノード」というユーザを識別せずにデータ転送に専念する装置があります。

それ以外に、ネットワークをいろいろな形で制御する「ネットワーク制御サーバ」があります。

これらの「エッジノード」「コアノード」「ネットワーク制御サーバ」を把握しておく、通信ネットワークの仕組みが大体分かると思います。

・スライド5「例1 電話網の仕組み」

電話網がどうなっているかを実際に見ていくと、エッジノードに当たるのが加入者交換機です。

音声で通信するときは、まず帯域という予約席のようなものを確保します。

つまり、AさんからBさんまでの予約席を確保して、その上で通信を行っていきます。

そして、中継交換機というのは、大雑把に言えば、県外や国外などに接続するためのものです。

いろんな所につなげるために、たくさんの線でつながっています。

電話番号は、基本的に物理的な位置と紐付けられています。

「03」なら東京、「06」なら大阪です。

ただ、「0120」から始まるフリーダイヤルは交換機では判断できないので、ネットワーク制御サーバである番号変換サーバで、物理番号に変換してから接続していきます。

携帯電話もほとんど同じで、加入者交換機と中継交換機があります。

「090」や「080」という番号は物理的な位置に紐付いていないので、位置管理サーバでユーザの位置を登録し、電話番号と位置情報を紐付けて接続していきます。

もう一つ、ネットワーク制御サーバのひとつである輻輳制御サーバがあります。

電話網というのは割と帯域が細く、何らかの企画や災害があると、混んでつながらなかったりします。そのときに、ネットワーク全体が落ちてしまうと困るので、輻輳制御サーバを使います。混んできて輻輳が起きてくると、これが段階的につながる確率を減らしていきます。減らしたり増やしたりして、輻輳が減ったときにはつながりやすくして、ネットワーク全体を輻輳から救うわけです。

・スライド6「例2 インターネットの仕組み」

続いて、インターネットについてです。

これにも同じように、ノードには「エッジルータ」というものがあり、ユーザを収容しています。

それから、「コアルータ」というものが中継をするコアノードに当たります。

電話と違うのは、パソコンAからパソコンBへデータを送る場合に、通信データがあるときのみ帯域を使用することです。

データにIPアドレスという電話番号のようなものを付けて、データがあるときのみ送ります。

ですから、回線やノードはデータがあるときのみ、帯域が使用されます。

ただし、IPアドレスというものは、普通は皆さん知らないわけです。

ウェブなら、<http://www...>とありますし、メールだと urushi@...ということは知っていますが、そういったアドレスをIPアドレスに変換するDNSサーバ群というものが、ネットワークの中にあります。

そうして変換されたIPアドレスをこのデータに付けてAから送ると、ルータがどこに送ればいいのかを判断してBまで届けます。

このネットワーク全体が混んでくると、ネットワークはデータを廃棄するだけで、全体的な輻輳制御は行いません。ユーザの方で廃棄されたデータを再送するわけですが、このあたりが電話網と大きく違います。

・スライド7「例3 SINET4の仕組み」

次に、SINET4はどうでしょうか。

いきなり説明するのは難しいのですが、SINETは、インターネットだけでなく共同研究や先端実験用のサービスをいろいろ提供しています。そのため、ネットワーキングが非常に複雑です。

例えば、ユーザのデータにはIPアドレスベースのものと、IPアドレスベースではないものがあります。

SINETのネットワーキングは、VLANやMPLSなどのヘッダをたくさん付けて制御していることに特徴があります。

その場合に、インターネットだけではなく共同実験用の閉域網を組んだりするために複数の仮想のルータを形成しています。

また、先端実験用に臨時専用線、すなわち帯域を完全に確保して通信をサポートする仕組みも取り入れています。

このあたりの全体の仕組みは複雑なのですが、ネットワークを効率よく制御することが必要なので、こ

の制御のためにネットワーク制御サーバの一つであるオンデマンド・リソース制御サーバをN I Iで開発しました。この制御サーバで、経路の制御や帯域の確保、共同研究用の閉域網の設定などを行っています。

・スライド8「(参考) 研究人生27年の歩み」

若い人がたくさんいたらお話ししようかと思っていましたが、会場を見ると諸先輩方が多く、私はまだ未熟者だと思いましたので、これは割愛します。

・スライド10「学術情報ネットワーク (SINET)」

本題に入ります。まず、SINETの特徴です。

一番大きな特徴は、先端的リソース、つまり実験装置をたくさん接続していることです。

例えば、地震観測器や電波望遠鏡、核融合実験装置、高エネルギー実験装置、スーパーコンピュータなどをネットワークに収容しています。そして、ネットワークを介していろんな大学がこれを共同で使えるということが特徴です。

また、米国、欧州、アジアなどいろいろな国と国際的に連携することができます。

これらのネットワークにはSINETの国際回線を通じて接続しています。

最近は、こうした国際連携のプロジェクトが非常に盛んです。

というのも、実験装置の中には非常に莫大なお金がかかって一国では作れないものもあるので、各国でお金を出し合って一つの装置を作り、共同利用をして成果を競い合うということをしています。

このために、海外ネットワークとの接続が非常に重要であり、これをSINETが支えています。

これらを通じて、SINETは、生産性や質の向上、新しい未来価値や知的 Break-Through の創出を支援することをミッションとしています。

・スライド11「ネットワークへの要求条件」

ネットワークを設計するに当たっては、まず要求条件をしっかりと絞り出すことがポイントです。

先端的リソースを収容しているので、これらがどうネットワークを使うかという通信の特徴を抽出し、このあたりは難しいので一部省略しますが、その後ネットワークへの要求条件を洗い出します。

また、「もう少し安定させてほしい」「格差を解消してほしい」といったユーザからのいろいろな要求・要望も聞いて、全体的な要求条件としてまとめてSINET4を設計・構築しました。

・スライド12「SINETの歩みとSINET4」

SINETの歩みについてです。「SINET」という名前が付いたのは、1992年です。

最初は通常のインターネットでしたが、先端研究のために超高速ネットワークが必要だということで、2002年に「スーパーSINET」というものができました。

その後、2007年に「SINET3」が運用を開始しました。

これは「SINET」と「スーパーSINET」を統合したもので、サービスをどんと多様化させました。

「SINET4」は、「SINET3」を構築し終わった約1年後から徹底的に要求条件を洗い出し、3年間かけて設計・構築し、2011年4月から運用開始しています。

・スライド13「SINET4の方向性とアーキテクチャ」

この図は、以前のネットワークである「SINET3」と新たな「SINET4」では、どのようにアーキテクチャが変わったのかを示しています。

左の図は、以前のネットワークである「SINET3」です。

「SINET3」には、エッジノード、コアノードがあり、エッジノードは62の大学に置かれていました。

コアノードは12あり、通信キャリアのビルに置かれていました。

エッジノードが置かれていた大学は直接接続し、それ以外の大学はエッジノードまで専用線を引いて接続するという形態でした。ただ、大学に置いてあると計画停電などの影響があります。

1年に1回の法定点検があり、必ず電源を止めなくてはなりません。

そうすると、配下の他の大学の通信も途絶えてしまうという問題がありました。

もちろん電源トラックを配備して、止まらないようにはしますが、それでも通知せずに電源を落としてしまう大学がありました。

「SINET4」になってからは、なるべくそういった通信断を避けたいということで、ノードをすべて商用のデータセンタに移動しました。

その際、ネットワークのトポロジー（構成）も徹底的に見直し、ノードの数も62から29に絞りました。コアノードも12拠点ありましたが8拠点としてエッジノードの機能も含め、全部で84から37に絞り込み、その分で回線をどんと太くしました。

エッジノードから大学までは、Fiber To The Home（FTTH）の普及でわれわれも県内であれば手に入れやすくなった光ファイバと、新しい技術であるWDM技術を使って経済的に太くしました。

こうしたエッジノードやコアノードなどの選定によって、経済的にネットワーク構築ができました。

また、これまでノードが置かれていなかった県が13あったので、これらすべての県にもノードを置きました。

つまり、29に13を加えた42のエッジノードを置きました。

サービスについては、SINET3のサービスをさらに高度化させて、最近はやりのクラウドサービスをサポートできるように設計を行いました。

・スライド14「ネットワーク構成 ～バックボーン～」

この図は、バックボーン、つまり大学へのアクセス回線を除いたネットワーク構成を示しています。

ポイントは、北海道から九州までを横断する、40Gbpsのバックボーンです。東名阪については80Gbpsと、非常に太い帯域で日本全国をカバーしています。

もちろん各県にノードを置いて、全県をカバーしたネットワークです。

・スライド15「ノード未整備県の完全解消」

以前のネットワークである SINET3 のときは、地図に白く示したように、ノードが置かれていなかった県が13ありました。

SINET4 になってから2年かけて、全県にノードを配備しました。エッジ回線の帯域はすべて2.4Gbps となっています。

・スライド16「SINET4の提供サービス一覧」

多様なサービスを提供することが、われわれのミッションです。

L3はIPサービスですが、いわゆるインターネット接続のほか、IPv6や共同研究を支えるVPNという仮想専用網（閉域網）を提供しています。

また、QoSすなわち品質の制御、マルチキャストなどのサービスを提供しています。

L2サービスというのは、同一のビルの中にあるような環境を与える共同研究のためのサービスです。

L2VPNという1対1のネットワークに加えて、VPLSという複数の帯地間を接続する閉域網などのサービスを提供しています。

最近では、そういったことをオンデマンドでしてほしいという要望があり、まもなくL2オンデマンドというサービスを提供します。

L1サービスというのは、いわゆる臨時専用線のようなもので、他に類を見ないこのようなサービスもサポートするなど、さまざまなサービスを提供しています。

・スライド17「3. SINETで広がる共同研究の輪」

ここから、SINETがどういう形で使われているかを説明します。

・スライド18「SINET利用例—地震研究」

まず、地震研究についてです。

地震の観測器は、気象庁だけでなく、大学も結構持っています。

その観測器から観測データを集めてきて、みんなが競争して分析しています。

現在、1300の観測点からの地震データがネットワークの中を流通しています。

ポイントは、まず、そうした各地の観測データを地震データ集配信装置に集めてきて、そこからSINETのマルチキャスト機能を用いて分配していることです。

どこにいても全国のデータが素早く手に入るという環境を構築し、地震研究を支えています。

リアルタイムでデータが入ってくるので、どのように地震が伝わっていくかリアルタイムで分かるようになっています。

・スライド19「SINET利用例—高エネルギー研究」

こちらは高エネルギーの研究です。

ノーベル賞を取った小林・益川理論がありますが、この理論を検証する必要がありました。

私もあまり詳しくないのですが、CP対称性の破れがポイントであり、その破れを見つけるには膨大なデータを集めて、本当に破れているかどうかを検証しないとイケないのです。

そのために筑波の KEK に Belle 測定器というものを建設し、ここから出てくる膨大なデータをまずデータベースに蓄積し、ネットワークを通じて各大学に分配しました。

あるいは、各大学がネットワークを通じてデータベースの方にアクセスして、データを取りに行くパターンもあります。

やはりこれも、同じデータを用いて競争し合って小林・益川理論の検証を行っていったのです。

このようなデータ転送のために SINET が使われました。

最近では、スイスに大型ハドロン衝突型加速器 (LHC) というものを建設し、ここから出てくる膨大なデータを、国際回線を通じて東大などに転送しています。

スライドの右側にある図が測定器ですが、全周 27 km ほどで実験装置としては非常に大きなものです。

右下の写真の真ん中に映っているのが人です。

ここから出てくる膨大なデータを、SINET の国際回線ならびにネットワークが支えています。

・スライド 20 「SINET 利用例—核融合研究」

それから、核融合研究です。最近、核というイメージが悪くなってしまいましたが、核融合という分野では、有害物質を残さないクリーンエネルギーの開発を将来的には目指しています。

岐阜県土岐市に、超巨大な LHD という大型ヘリカル実験装置があり、ここから出てくるデータを、各大学が競争で分析し合っています。

また、九州にも球状トカマク実験装置 (QUEST) という装置があります。

これもネットワークを通じて、データをいったん土岐市まで送り、そこから分配しています。

それから、今 ITER という超巨大な装置をフランス、日本、他の国が連携して建設中です。

平成 30 年ごろになりますが、ここからのデータが六ヶ所村に送られて、そこから全国に分配される計画です。このデータも超巨大と聞いています。

・スライド 21 「SINET 利用例—天文研究」

続いて、天文研究についてです。電波望遠鏡は、日本全国にあります。

もちろん一つだけでも星を観測できますが、これらを結合させると、仮想的な望遠鏡ができます。

距離があればあるほど、高精度な望遠鏡になります。

それぞれの望遠鏡がとらえる星の角度が違うので、星の動きなどが立体的に見えるというわけです。

従って、ネットワークを使って離れた望遠鏡を結合させて天体を観測しています。

ただ、ここから出てくるデータ量は非常に大きいのです。8.4Gbps という、電話のデータの 10 万倍以上です。ちょっとイメージしづらいかもしれませんが、ともかく超巨大であるため、帯域をずっと割り当てることは難しいので、望遠鏡を使うときだけ割り当てるようにしています。

従来はそういうことができませんでしたが、SINET の L1 オンデマンドというサービスによってそれが実現できました。

つまり、観測の時間帯だけ、必要な電波望遠鏡を接続しています。

例えば、夜 12 時から明け方 6 時まで 8.4Gbps という臨時専用線を設定し、そのときだけ結合させて帯域

を確保しています。

そういったことにより、新しい星が見つかるなどの成果が出てきています。

・スライド22「SINET利用例—測地研究」

同じく電波望遠鏡を使って、地球上の経緯度の基準、プレート運動や地殻変動などの検出、地球の自転の振る舞いなどが分かります。

これは国土地理院が行っているものですが、筑波の電波望遠鏡と、アメリカのヘイスタック望遠鏡やスウェーデンのオンサラ望遠鏡を結合させて、そういった自転の振る舞いを分析しています。

これも国際連携だからできる話で、SINET だけではできません。

各国に超高速の研究ネットワークがあり、それらが連携してこのようなことを可能にしています。

・スライド23「SINET利用例—アルマ望遠鏡」

昨日このデータをもらったばかりなので、資料には入れていませんが、アルマ望遠鏡の利用例です。

この望遠鏡はチリのアタカマ砂漠、標高 5000m の所にあります。

雨が少なく高地にあるので、空気が非常に澄んでいて、天体がクリアに見えるのです。

日本だけでなくアメリカや欧州が連携して、ここに望遠鏡群を作ろうという国際連携・協調プロジェクトです。

標高 5000m の所にアンテナを置いて、ここから出てくるデータをネットワークを通じて転送しています。これもやはり学術系のネットワークが連携し、米国からは SINET の国際回線を通じて、望遠鏡からのデータを三鷹の国立天文台まで転送しています。

このように複数経路があるのは、帯域の太さや遅延の大小などがあるので、その時々ネットワークの状況を見ながら最適なルートを決めて、データ転送しているからです。

・スライド24「SINET利用例 - HPCI (High Performance Computing Infrastructure)」

HPCI、High Performance Computing Infrastructure の利用例です。

事業仕分けで有名になったスーパーコンピュータ「京」ですが、その結果、これを全国から共同で使えるようにしようということになりました。

そのとき、京コンピュータだけでなく、大きな大学に置かれているスーパーコンピュータもみんなで共同で使い合おうというプロジェクトが始まりました。

そのためには超高速のネットワークが必須だということで、SINET を使って、全国からスーパーコンピュータへのアクセスを可能にしています。

NII としては、このネットワーク、それから認証の基盤の整備を担当しています。

実は今まで、認証については各大学で別々でした。

例えば、七つのスーパーコンピュータにアクセスしようとする、七つの ID とパスワードが必要でした。

しかし、シングルサインオンというものにより、認証基盤を統一して 1 回の認証でどこでもアクセスできるような基盤を構築しました。HPCI は平成 24 年 9 月末より本格運用を開始する予定です。

・スライド 25 「SINET 利用例—超臨場感メディア装置」

これは、超臨場感メディア装置の利用例です。ネットワークが非常に広帯域なので、映像情報もストレスなく送れます。そうすると、特別な映像装置も開発することができます。

これは SINET の L1 オンデマンドというサービスを使っており、いわゆる臨時専用線なので、非常にハイクオリティです。データのロスがなく、遅延時間の揺れもないという最適な通信環境なので、新しい端末の開発に集中することができます。

左下の写真では、京都や厚木など違う所に人がいるのですが、八つの高精細映像の HDTV ビデオカメラを使って、同室にいるような感覚や雰囲気を作っています。

このためには非常に大容量のデータを転送する必要があり、SINET が使われています。

・スライド 26 「SINET 利用例—超高品質遠隔会議」

これは超高品質遠隔会議です。実は、ハイビジョン映像をそのまま送ろうとすると、1.6Gbps くらいの帯域が必要です。

先ほどのものも、ハイビジョンを使っていますが、八つの映像を圧縮して 300Mbps ぐらいに落としています。そうすると、どうしても遅延時間が大きくなります。

圧縮しないと遅延時間が非常に短くて、すごく離れていても違和感なく通信できるのです。

それを体験してもらうために、SINET では利用説明会のときに時々デモを行っています。

これは、北海道大学と九州大学の間で無圧縮のハイビジョン伝送を行った例です。

遅延時間が少ないので、すぐそこにいるような感覚で、非常に臨場感あふれる会議ができました。

・スライド 27 「SINET 利用例—国際スーパーハイビジョン伝送」

こちらは、国際スーパーハイビジョン伝送です。ハイビジョンもどんどん高度化していて、現在 NHK を中心に、HDTV の 16 倍の画素数があるスーパーハイビジョンというものを開発しています。

まもなくオリンピックがありますが、最初に断っておきますと、オリンピックとは別です。

スーパーハイビジョンを使って伝送するとどうなるかという実験です。

イギリスの BBC からスーパーハイビジョン映像を流してもらい、欧州、アメリカ経由、SINET 経由で日本まで持ってくるというものです。これも国際連携で実験をしています。

ある程度の遅延やロスがあるとうまくいかないこともあります。

帯域を確保するとうまくいくし、ベストエフォートだと今はうまくいきません。

まもなくオリンピックが始まりますが、そのときにこの実験成果が活かせるか今検証中だそうです。

・スライド 28 「SINET 利用例—遠隔授業・講義」

非常に広帯域ですので、遠隔授業などもスムーズにできます。

特に最近では、単位互換制度が大学間にあり、遠隔授業で単位も取れるので、どんどん盛んになってい

ます。

これは東京農工大を中心とした多地点遠隔講義ですが、農学系の研究科ではこういう遠隔会議はかなり前から行われています。

広帯域のネットワークになると、ハイビジョンでテレビ会議ができます。

北陸での遠隔授業や、琉球大学などは海外の大学と遠隔授業をしています。

・スライド29「SINET利用例—遠隔ドリル操作 体験システム」

SINETには、大学だけでなく高専も入っています。

ただ、高専の線は少し細くて、広帯域の映像などはなかなか通りにくい場合があります。

この場合、一般のインターネットのデータと実験用データを分けて制御しなくてはならず、それはネットワーク側で行う必要があります。

このドリルは遠隔で操作しており、函館で操作をして、豊橋にドリルがあります。

押しているとドリルで削っている感覚が手に伝わってきます。遠隔ですが感覚も伝わるので、演習には問題ないようです。

このためには、普通のインターネットとは区別して、優先度を高くして、制御情報、映像情報、感覚情報などを送らなければなりません。それをSINETの品質制御機能を使って行っています。

優先制御しない場合とした場合では、この感覚が全く違います。

優先制御しないと実験はうまくいかず、制御するとうまくいくことがほとんどでした。

・スライド30「大学等のプライベートクラウド構築のサポート」

これは、いわゆる先端研究の話とは違いますが、この前の大震災を受けて、大学の情報基盤に求められる姿が変わってきています。大学などが自分たちで設備を持っていると、計画停電があるとそのたびに自分たちでサーバを落とさないといけません。

これは非常に大変だし、そのたびに研究や業務が止まるので非常に困るのです。

そこで最近では、地理的に離れたデータセンタで計算リソースを提供するようなクラウドサービスがあり、大学などがネットワークを介して使いにくいという使い方が結構ポピュラーになっています。

普通の契約だと、各大学がクラウドサービス事業者と契約して、直接専用線で結ばないといけなかったのですが、SINETに加入している機関なら、SINETを介して接続することができます。

また、クラウド提供事業者が自らの専用線で接続してくれば、非常に安くSINETを使ってサービスを受けられます。

大学としては、高信頼の基盤をSINETを介して構築できるようになるため、SINETはこれを強力的にサポートしています。

現状では、CTC、IIJ、UQ コミュニケーションズ、NTT コミュニケーションズ、NTT データ九州に接続して頂いており、サービスを提供しています。

・スライド32「SINET4のサービス収容イメージ」

時間がなくなってきましたが、SINET の設計の部分について、ごく簡単に説明します。

まず、SINET の特徴は、いろいろなサービスを一つの基盤の上に乗せていることです。

ポイントとしては、サービスごとに論理ネットワークを構築しています。

例えばインターネットであればインターネットの論理ネットワーク（仮想ネットワーク）を作ります。

L3VPN や L2VPN、L2 オンデマンドなどは共同実験用のサービスですが、それぞれのサービスの特徴に応じて、論理ネットワークを構築しています。

その上に、各研究プロジェクトの閉域網、共同実験網を構築しています。

・スライド 33 「SINET4 のネットワーキング方式」

これがネットワーキング方式です。

時間もないので省略しますが、ここに書いてあるように、いろいろなヘッダを付けて、サーバで高度な制御をしています。

・スライド 34 「アクセス回数構成」

これは省略させていただきます。

・スライド 35 「リソースオンデマンドサービス」

これは、リソースオンデマンドサービスの例です。

私どもは、先端研究を支えるために、商用にないサービスをどんどん提供していくことがミッションであり、これがその一例です。

これは、L1 オンデマンドサービスの例で、先ほどからお話している臨時専用線のようなものなのですが、このオンデマンドサービスでは、まず帯地として、例えば東京から札幌、東京から福岡というように指定し、その後、時間を 5 時から 6 時、そして帯域を 2Gbps というように予約します。

その時間になると自動的にその帯地間にパスが張られる、つまり臨時専用線が張られます。

・スライド 36 「オンデマンドサービス提供方式」

これは少々難しいので、省略します。

・スライド 37 「L10D ユーザ予約画面例」

ユーザとしては、非常に簡単に使えます。

まず、自分たちのプロジェクトを選び、エッジノードはどこからどこまでかを選びます。

それから、何時から何時までかという時間指定をして、どこのポートを使うか、どのくらいの帯域を使うか、遅延時間を短くしたいかどうかなどを指定して、臨時専用線を予約することができます。

・スライド 38 「20 社以上の協力・連携により実現」

このような設計をしています、大きなネットワークなので、もちろん NII だけではできません。

いろいろな業者の協力を得て、ネットワークを構築しています。

SINET4 の場合は、ここに書いてあるように、20 社以上のキャリア、販社、ベンダ、工事業者から協力を

得て実現しています。

・スライド39「SINET4の高信頼化設計」

SINET4は、昨年2月頭から運用開始をして、それから以前のネットワークから移行していったのですが、ちょうどその移行の時期に大震災がありました。

ただ、たまたま東北地域の方は移行作業が終わっていて、新しいネットワークが災害に遭ったのです。しかし、高信頼化設計に基づきネットワークを設計していたので、幸いにもネットワークとしてはサービスを止めることはありませんでした。

そのあたりの話を少しだけします。

まず、SINET4の高信頼化設計のポイントです。

1点目は、今までは大学に置いていたノードを、すべて商用のデータセンタに置きました。

その際には、非常時に10時間以上の給電ができること、阪神・淡路大震災レベルの地震にも耐えられることといった要求条件でデータセンタを選び、そこにノードを置きました。

2点目は、回線を二重化して、現用系と予備系で構成しました。

現用系が切れたら予備系に切り替わるように、すべてのノードの間を二重化回線で結んでいます。

3点目に、コアノード間については、迂回路を形成するようにループ構成としました。

4点目に、いろいろなサービスを提供していますが、サービスごとに高速迂回機能を入れました。

・スライド40「東日本大震災時の影響」

この図は、東日本大震災時の影響を示したものです。左側が地震前で、実線はすべて現用系の回線です。

地震後にどうなったかが右側ですが、まず、グリーン丸がエッジノード、青丸がコアノードです。東北地域だけを示していますが、地震のときはこれくらいのノード数がありました。

ノードへの影響ですが、震度7の地震に対しても、耐震工事や補強工事をしっかりしていたので、機器が壊れることはありませんでした。

ただ、長時間の停電があり、特に仙台では96時間の停電がありました。

しかし、データセンタに設置したおかげで、燃料を補給して何とかこの96時間を持ちこたえました。

実は、「もうそろそろ駄目だ」という連絡が来て、一瞬目を閉じたのですが、その後、何とか燃料が尽きる前に商用電源の方に回復して、ノードは落ちませんでした。

一方、回線の方は、現用系の回線はほとんど切れてしまい、点線で示した予備系の回線も切れた所がありました。

仙台―金沢と仙台―東京については、予備系の回線も切れてしまいました。

ただし、仙台からは何とか札幌回りで東京へのルートが確保できたので、全体を見ると、どこの地域も孤立することはなく、大震災にも何とか耐えることができました。

・スライド41「(参考) 通信ネットワークにおける災害対策」

ネットワーク設計をする際に、どこまでが想定内で、どこまでを想定外とするかを説明します。

まず、ネットワークの設計をする場合、原則として多重故障を含めてさまざまな障害を想定して設計します。

ですが、実際の仕様としては、費用対効果を吟味して決定しなくてはなりません。

特に想定できるものでも確率の低いものは、想定外として妥協せざるを得ません。

SINET においても予算は限られており、非常に厳しい財政状況の中でネットワークを構築しないといけません。高速性、高機能性、高信頼性を同時に追求する必要があるので、ある程度の妥協の上で設計しました。しかし、想定外のことが起こったら、今回はもちろんそれを想定内にしなければなりません。

では、実際どうだったのかということ、これまでの事例から見てみます。

例えば想定内だったものを見ると、阪神淡路大震災のときには、耐震性の不足により通信ビルが非常にたくさん倒壊しましたので、このときの教訓から、通信ビル自体がかなり強化されました。

また、阪神淡路大震災のときは耐震固定などはあまりしておらず、固定環境の不備によって機器が損壊しことを教訓にして、東日本大震災のときにはかっちり耐震固定がなされていました。

東日本大震災では、予想もしていなかった非常に大きな津波が来たので、通信ビルや設備に壊滅的な破壊がありましたが、これはどうしようもなかったと思います。

それよりも予想外だったのは、燃料不足が起きて、通信ビル自体がどんどん落ちていったことでした。

また、原発事故があり計画停電や電力不足もあって、東北地域以外の組織の基盤装置、サーバやストレージなどが止まってしまったということが想定外でした。

では、今後、どうすべきでしょうか。

SINET も本当にぎりぎりでしたが、経路としては今後はより多ルート化しないといけないと思います。

また、通信ビルはやはり位置を選ぶべきで、通信キャリアのビルは高台や内陸部へ移転しているそうです。

それから、燃料の備蓄はわれわれとしてはどうすることもできませんが、キャリアやデータセンタ事業者としては備蓄をする方向です。

一方、ユーザから見ると、通信ネットワークを活用した基盤装置、サーバやストレージなどの地理的分散を図らなければいけません。

先ほど申し上げたようなクラウド設備をどんどん活用していくことが一つの対策です。

・スライド 43 「今後の方向性」

今後の方向性です。SINET としては、新サービスをどんどん出していくこと。

それから、商用クラウドサービスとの連携の強化。

また、クラウドを使った新しいサービスも提供していきたいと考えています。

また、2016 年の運用開始に向けて、次期ネットワークの検討もそろそろ始めなくてはなりません。

SINET として変わらないポイントは、多様な先端サービスを提供すること、そして超高速・低遅延・高信頼のネットワークであるということです。

それから、これからどんどんクラウド化が進むだろうし、ビッグデータの分析基盤も出来上がるでしょうから、これらとうまく連携していきたいと思います。

さらに、今、SDN 技術の開発が盛んになってきていますが、この技術を用いて新しいサービスの提供や効率的ネットワーク制御ができればと思います。

現在、クラウドやビッグデータ分析、SDN などに対してすごく開発投資がなされています。

たくさん投資されている分野の技術は必ず進むので、それをうまく取り入れてネットワークを高度化していきたいと考えています。また、産学連携も重要です。

スライド 44 「米国の動向—Internet2 NET+Services」

あと 5 分ぐらいで、今後の動向を説明します。

少し諸外国の動向についてお話しします。

このスライドは、ベンダのロゴなどがいろいろ気になったので、配布資料からは割愛しました。

米国の学術ネットワークとして Internet2 network というものがあります。

先端的なネットワークサービスを提供していますが、クラウドのサービスが今後非常に重要との認識から、戦略的にクラウド事業者と組んでいます。

特にここにあるような 16 事業者と組んで、学術コミュニティを支えています。

クラウド事業者と組むことで、いわゆるカスタマイズド・サービスや、お試しのサービス、アカデミック・ディスカウントなどをやろうとしているのです。

もちろん、アカデミアで開発する試みも重要なので、自分たちでも開発しつつ、クラウドサービス事業者ともどんどん組んで進めています。

・スライド 45 「欧州の動向—Helix Nebula Initiative」

欧州もいろいろあり、これは若干小さいプロジェクトですが、やはり米国と同じようにクラウド事業者と組んで、今後のクラウド基盤をどうするかを検討しています。

ただ、まず評価が必要だろうということで、先ほどお話しした高エネルギー研究やゲノムの研究、宇宙科学研究などでクラウドリソースを使ってもらって、2 年ぐらいで評価をして、2014 年から本格的な基盤整備を検討する予定とのことです。

・スライド 46 「SINET でも企業との連携を強化」

SINET としても、企業の皆さんと連携して新しいサービスを安く大学などに提供したいと思っています。現在でも、これらの事業者さんにつなぎにきていただいています。今後もう少し深い連携をして進めていきたいと思っています。

・スライド 47 「大学クラウド連携の支援」

大学でも、クラウドの連携の動きがあります。

例えば、北海道大学ではクラウド基盤は自分たちで持っていますし、NII も研究クラウドを作り始めました。大学間で連携していくと、フレキシブルなリソースアサインや災害に強いクラウド基盤が構築できるのではないかと思います。

これは若干研究モードですが、北海道大学、東京工業大学、九州大学、NII などが連携して、クラウド基盤をどうするかを検討しています。

そのときに、ネットワークと連携すると面白いことができるのではということで、SINET も連携しながら、こういった試みを行っています。

・スライド 48 「クラウド機能と連携した新サービス例」

それから、クラウドの基盤を使うと、新しいネットワークサービスも提供できるのではないかと思います。

SINET では L2VPN を提供していますが、もう少し高度なサービス、例えば技術的というと Open Flow というものを使えば、サーバ間に仮想的な L2VPN を構成することができます。

この仮想的な L2VPN と固定的 L2VPN を接続して、VPN サービスを高度化できないかという試みを行っています。

・スライド 49 「多様なクラウド基盤との連携」

SINET の方向はこれから議論していくのですが、クラウドにはどんどん投資がされているので、技術としては進んでいくでしょう。

ですから、いろいろな形で連携していこうと思っています。

商用クラウドも進んでいくでしょうから、産学連携で進めていき、大学クラウドについては共同検討や支援を進めていこうと考えています。HPCI というのもクラウドの一種ですから、共同推進していきます。今後、もう少し先端的な、とがったクラウド基盤とか、ビッグデータの分析基盤なども出てくるでしょうから、ネットワークを連携させたいと思います。

このように、今後も SINET の発展に向けて、検討を進めていきたいと考えています。

・スライド 50 「ご清聴ありがとうございました！」

非常に雑ぱくになりましたが、私の講演は以上です。

どうもご清聴ありがとうございました。