

第2部

特集2 StarBEDを中核とした北陸地区での研究開発の取り組み

宮地利幸、宇多 仁

ここでいう「北陸」地区は石川県能美市を示しており、国立大学法人 北陸先端科学技術大学院大学、国立研究開発法人 情報通信研究機構 北陸StarBED 技術センターが立地しており、WIDEとも密接に関連し、研究開発を推し進めている。本報告では、最近の北陸地区での研究活動について情報通信研究機構が所有する汎用テストベッドであるStarBED [1, 2]を中心にまとめる。

StarBEDは2002年度に設置された汎用ネットワークテストベッドであり2002年当初は512台のPCが設置された。当時、インターネット向けの技術を大規模に検証するためにソフトウェアシミュレータが広く使われていたが、実機での大規模な実験環境構築はその構築コストの高さからあまり行われていなかった。また、ソフトウェアシミュレータの多くではそのシミュレータ専用の実装を行う必要があり、実環境と同じ実装での検証が出来ないという問題もあった。実際に実装が動作するのは大規模な実機からなるネットワーク上であり、大規模かつ実実装が動作する実験環境としてStarBEDが設置された。ただし、新たなアイデアを理想的な環境で確認するといった作業にはソフトウェアシミュレータが有効であり、すべての実験においてStarBEDのような環境を使う必要はなく、開発段階、およびその検証目的によりさまざまな検証基盤を使い分けるべきである。2015年度時点でStarBEDには合計1396台のPCノードとそれらを接続するネットワーク機器が設置されている。StarBEDでは論理構成と物理構成のマッピングなどを利用者が任意に設計でき、実験ノード間のボトルネックを出来るだけ排除する構成になっており、クラウド環境では実施が難しい場合もあるパフォーマンス検証などにも対応している。

StarBEDに関連する研究としては基本的に二本の柱を立てて推進している。一つは現状の技術検証を効率的に実

施するための研究開発、そしてもう一つは、次の世代の技術検証を可能とする研究開発である。一つ目の研究課題に対してはSpringOS [2, 3]と呼ばれるミドルウェアを開発することでOSの自動インストールや実験ネットワークの自動構成、実験ノード上でのシナリオ実行などを可能としている。

QOMET [4]は無線環境を有線環境上に模倣するソフトウェアであり、有線ネットワークでのみ構成されているStarBED上に仮想的ではあるが無線環境を構築し実験実施を可能としている。StarBEDのコンセプトはあくまで本物の実装を動作させることでありQOMETは無線環境を模倣するものそれらを利用して動作するソフトウェア群は現実世界と同一の物を利用できる。SpringOSとQOMETを組み合わせることでさまざまな実験の実行が可能となった。CAIDAが持つ自律システム(AS)の観測データを利用し、日本周辺のBGPネットワークを実際のルーティングソフトウェアを動作させることで模倣し、BGPネットワークがどのように自動構成されるか、あるいは一点に障害が起きた場合にはネットワーク全体としてどのように破壊されるのか等を確認した(図1)。これを実現するためにはXENebulaとAnybedを連携して環境構築を自動化している[5]。

SpringOSとQOMETを統合的に利用した実験としては、iHouseと呼ばれるスマートハウスで実際に取得されたデータを元にStarBED上に200軒の家からなるスマートタウンを模倣し、無線アクセス網、ISP網を通して電力会社が持つ電力管理サーバに接続された環境でHEMS制御がどのように障害からの影響を受けるかについての実験例がある(図2)。本実験では、無線アクセス網が雷などの影響で停止する、OSPFにより構成されるISP網での設定ミス、そして外部のネットワークからの背景トラフィッ

クによる影響でHEMSの管理パケットが送信出来なかった場合の町全体の電力の使用量がどのように変化するかを確認した[6]。

また、災害がどのようにICT環境に影響を与えるかについても実験を実施している。仮想的なISPネットワークを想定し、ICTに関する情報だけで無く、海拔情報など地理的な条件を実験環境に導入し、地震による停電、津波による浸水での機器故障などを踏まえた災害の影響についてのエミュレーションを実施した。さらにこの際には破壊されたネットワークに先進的な技術を投入した場合にどのようにどの程度環境の復旧が可能化についての検証も同時に実施した。このフレームワークをさらに進歩

させ、QOMETの持つ無線エミュレーション機能をリアルタイムで実験環境への反映を可能とし、さらにインタラクティブに実験環境に新たな実験要素の導入を可能としたフレームワークNERVFを構築、実験者が任意の場所に鉄塔やUAVなどを設置した場合に環境全体にどのような影響があるかを目視により確認出来るようになり、さらに新規設備設置のプランニングにも利用が可能となった(図3)[7]。本年度は本フレームワークを一般的に構築するための設計について再検討を行っており、今後より柔軟にさまざまな環境に対応出来るNERVFの後継粗放とウェアを構築していく。これらに加え近年のセキュリティ人材の不足解消に貢献するため、サイバー人材育成のための取り組みを行っている。StarBEDは物理的にノー

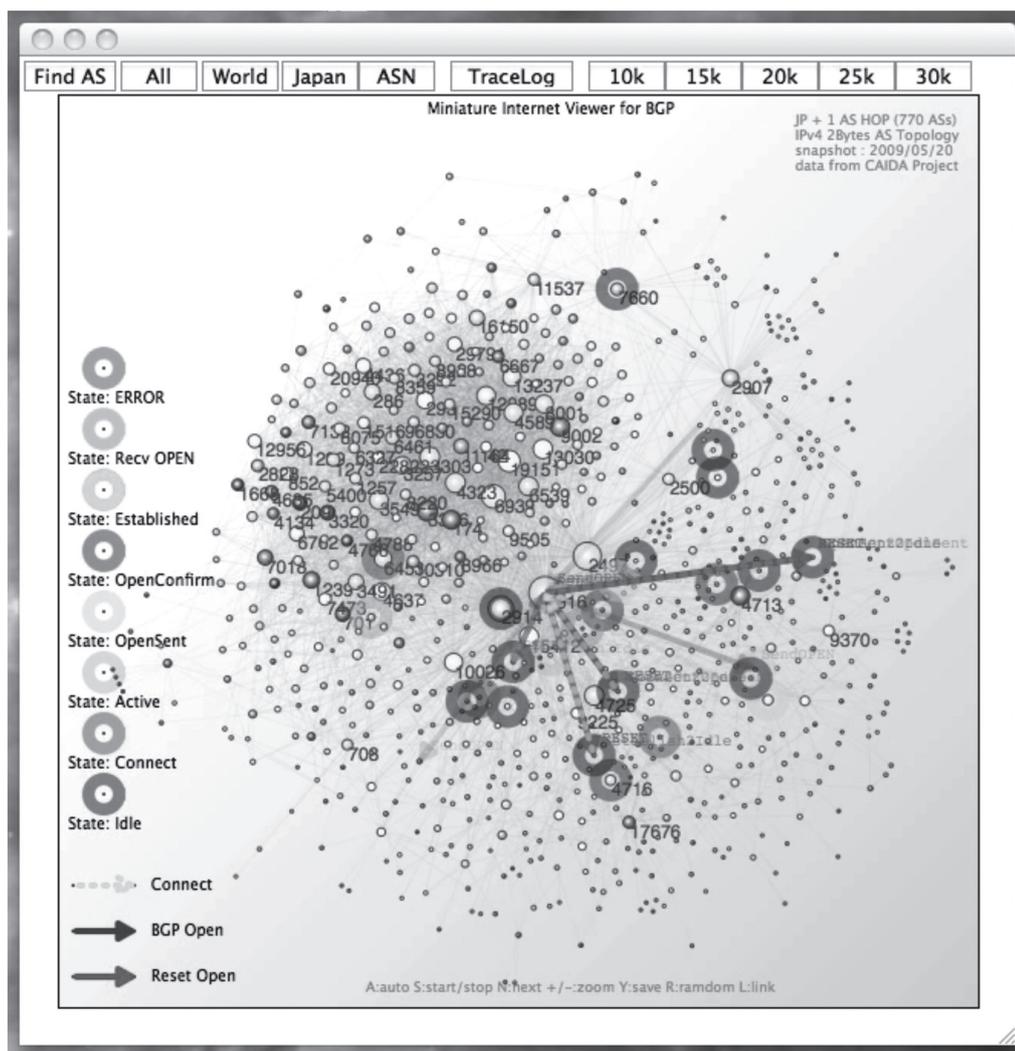


図 1 BGP網の模倣

下の貸し出しを行っており、必要であれば物理的な構成変更も可能とすることで、一般的なクラウド環境では実施が不可能なセキュリティ実験の実施を許容できる。このようなセキュリティ実験を実施するための研究開発としてAlfons [8]のような実験環境設定ツール、柔軟なトラフィック解析を可能とするSF-TAP [9]などの開発も行っており、これらを活用してサイバー人材育成イベントに協賛などの形で貢献している。具体的にはHardening

Project [10]の過去すべてのイベントの競技環境の中核部分はStarBED上にSpringOSやAlfonsを用いて構築されており、SecCap [11]やCYDER [12]にも環境および知見の提供を行っている。特に本年度行われたHardeningのイベントではAlfonsを活用し競技環境全体で350台を越える環境を非常に少人数で構築・管理した。これにより、Alfonsによりどの程度作業を低減できるのか、そして不足する機能が明らかとなり、今後解決を行っていく。

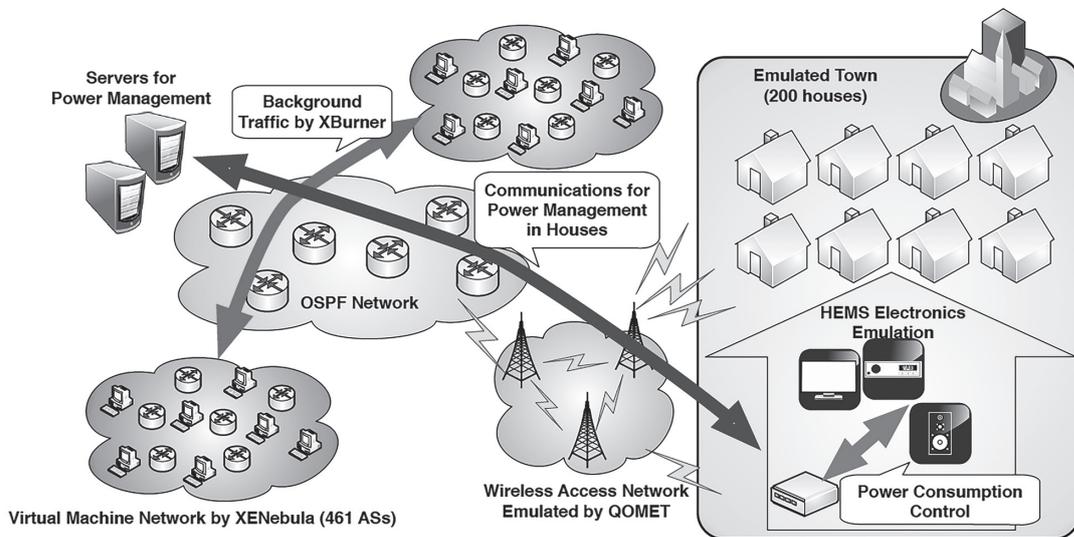


図 2 HEMS環境のエミュレーション

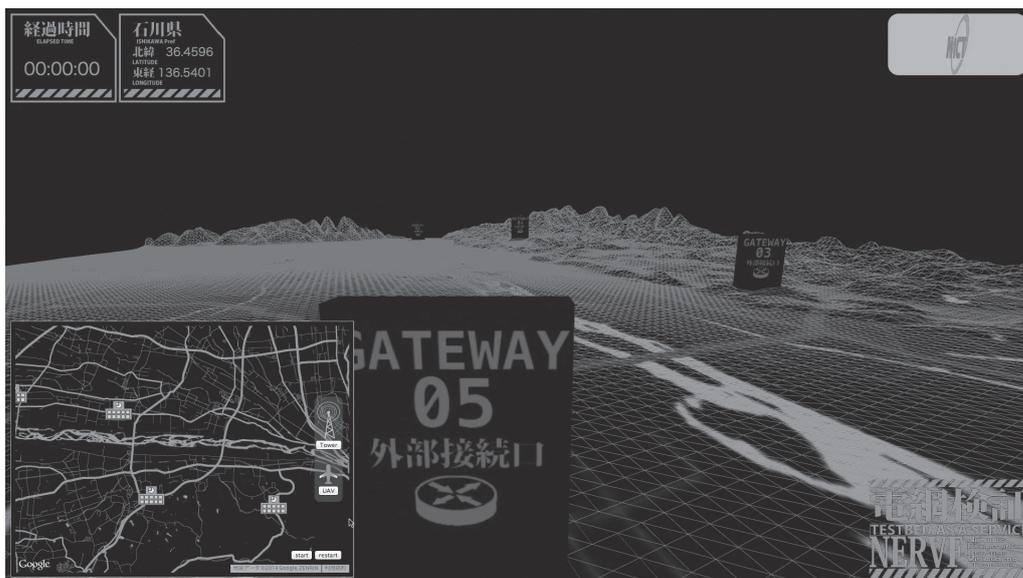


図 3 インタラクティブな実験実施を可能とするNERFV

WIDE ProjectではSpringOSの開発やStarBED自体の利用についてさまざまな議論を行いその成果を取り込んでいる。特にDeepSpaceOne WGではStarBEDをはじめとする大規模なネットワークテストベッドをどう制御するかについての議論を行っており、Nerdbox-Freaksでは、テストベッドを応用したさまざまな実験の実施方法や応用方法について議論をすすめている。またさまざまなWGで議論され実装された技術の検証基盤として環境を提供している。企業の研究開発を推進するための議論も行っており、過去にはパナソニック社のテレビ会議システム開発の為にデータ取得および検証、富士通研究所が開発しているSA46T-ASの検証[13]などを行っており、今後ともWIDE Projectとの連携を推進していく予定である。