



# 大規模エミュレーション基盤「StarBED<sup>3</sup>」に採用 QFabricシステムで低遅延・柔軟なネットワーク構成を実現

## サマリー

### 独立行政法人情報通信研究機構 北陸StarBED技術センター

本 社: 石川県能美市旭台2-12  
(いしかわサイエンスパーク内)

NICTテストベッド研究開発推進センターの研究機関として、2011年4月に北陸StarBED技術センターを開所。JGN-Xとの相互連携を図りつつ、大規模エミュレーション基盤として、次世代ICT技術の対応や研究開発を推進している。

<http://starbed.nict.go.jp>



テストベッド研究開発室  
副室長  
北陸StarBED技術センター  
センター長  
三輪 信介氏

独立行政法人情報通信研究機構(NICT)では、大規模エミュレーション基盤「StarBED」を構築・運用し、企業、大学、公的研究機関などの研究開発を支援してきました。第3期プロジェクト「StarBED<sup>3</sup>」の開始にあたり、多数のPCサーバーを収容するスイッチにユニバーサルネットワークの「QFabricシステム」が選定されました。フラットな単一の論理スイッチとして動作でき、サーバーとスイッチを高速に相互接続。次世代技術の研究開発に欠かせない低遅延かつ柔軟性に優れたネットワーク構成を可能にしています。NICT北陸StarBED技術センターのセンター長を務める三輪信介氏に大規模エミュレーション基盤に求められるネットワークの要件などを伺いました。

### 世界最大規模のエミュレーション基盤を構築・運用するStarBED

StarBEDの歴史は今から10年以上前に遡ります。2002年に開始された第1期プロジェクト「StarBED」は512台のPCサーバーを相互接続スイッチにつなぎ、大規模汎用インターネットシミュレータとして構築・運用を開始。それまで、企業や大学、公的研究機関などが個別に構築してきたシミュレーション設備を常設し、複雑かつ大規模な実験・検証が行えるテストベッドとしてインターネットの研究開発を支援してきました。

第2期プロジェクト「StarBED 2」は、ユビキタスネットワークをテーマに2006年から実施され、モバイルなど多種多様なデバイスが混在するICT環境の検証などを支援。1000台を超えるPCサーバーを利用して統合的な実験・検証が行える世界最大規模のエミュレーション基盤を構築・運用しています。そして、2011年に第3期プロジェクト「StarBED<sup>3</sup>」がスタート。「新世代ネットワーク及びセキュリティ、サービスに関する技術など、新しいICT技術の研究開発や人材育成などに活用しながら、テストベッドとしての高度化を目指しています」とNICTテストベッド研究開発室の副室長で北陸StarBED技術センターのセンター長を務める三輪信介氏は話します。同センターの主な研究テーマは、様々な研究・開発段階に対応した実験・検証を容易に行える「大規模エミュレーション基盤技術」、有線と無線のエミュレータを同一のネットワーク上で実現する「ネットワーク基盤検証技術」、サイバー空間と物理空間がつながるサイバーフィジカルシステム(CPS)など「マルチレイヤ統合検証技術」の研究を実施する計画です。

### 研究開発に支障が出ないよう低遅延のネットワークを要望

StarBEDでは利用者が様々な新技術の研究開発や検証が行えるよう、多数のPCサーバーで構成されるクラスター環境と、PCサーバーを直収するスイッチを利用者が自由に設定できる柔軟なネットワーク環境を提供しています。そのインフラ上に、検証のためのエミュレーション基盤を用意することにより、例えば「利用者が開発した通信制御のシステムを実際のノードで動作させ、想定通りかどうか検証することができます」と三輪氏は説明します。

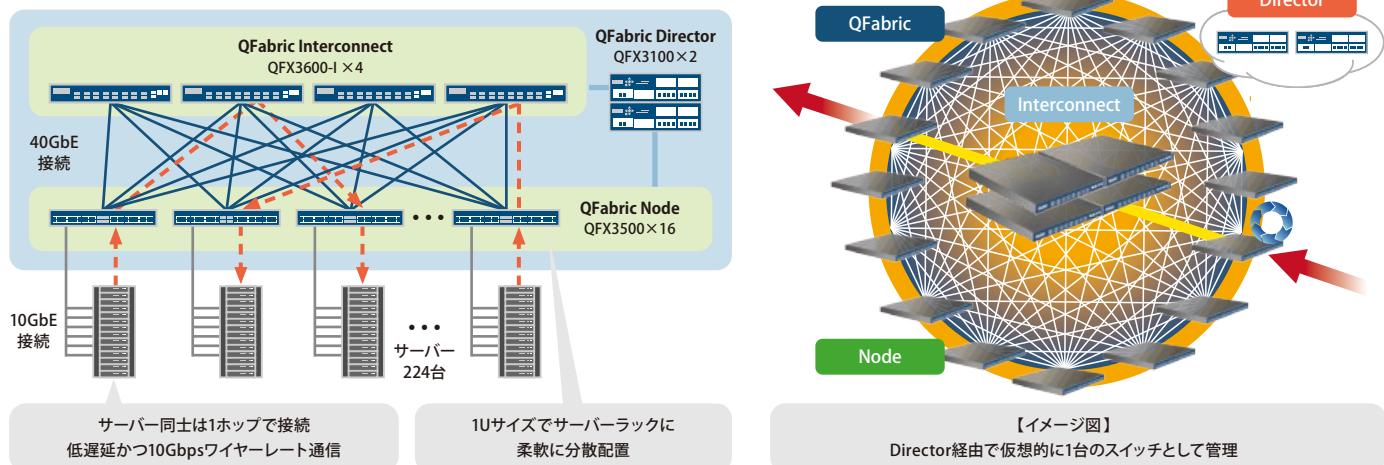
また、近年はクラスター環境を利用したクラウド基盤の検証や、データセンター間のネットワークの検証を実施したいといったニーズも増えていると言います。そうした要望に対し、NICTの新世代通信網テストベッド「JGN-X」とStarBEDが連携。ネットワーク回線の技術の実験・検証はJGN-X、制御層やアプリケーションの技術の実験・検証はStarBEDで行うなど、「データセンター間、データセンター内のテストを統合的に行える環境を提供しています」と、三輪氏は北陸StarBED技術センターでの取り組みを話します。

StarBEDの設備は、1110台規模のPCサーバーで構築される実験用ノード群、広帯域バックボーンで実験用ノード間の相互接続を担う実験用スイッチ群、実験用ノードを制御する管理用スイッチ群の3つに大別されます。多数のPCサーバーをスイッチに直収し、各スイッチ同士を高速に相互接続しながら研究開発を実施。スイッチの遅延によって実験・検証に支障を来たすこともあります。そのため、「できるだけ、遅延時間を小さくする要望もあり、StarBED<sup>3</sup>で許容される遅延はわずか数マイクロ/秒程度です」(三輪氏)。



QFabricシステム (QFX3600-Iを4台、QFX3500を16台、QFX3100を2台) を導入し、224台のサーバーを収容。

QFabricシステムは1台の論理スイッチとして運用。



### フラットな単一のネットワーク構成で 低遅延の要件を満たした「QFabricシステム」

こうした利用者の要望を踏まえながら、NICTではStarBED<sup>3</sup>のプロジェクトが開始された2011年から設備の検討を開始。そして、要求仕様の策定、入札を経て、2013年2月、新たに224台のPCサーバーや、スイッチとしてジュニパーネットワークスの「QFabricシステム」を採用しています。「QFabricシステムはフラットな単一のネットワークとして動作できます。サーバーをスイッチの各ポートに直収し、低遅延かつ帯域幅が制約されるオーバーサブスクリプションの影響を受けないといった要件を満たしていました」と三輪氏は説明します。

具体的には、224台のサーバーを10Gbpsの速度で直収し、そのI/Oを担うエッジデバイスとなるQFabricノード「QFX3500」を16台、QFabricノードを40Gbpsのフルメッシュで相互接続する伝送デバイスのQFabric Interconnect「QFX3600-I」を4台、これらのデバイスを仮想的に単一のスイッチとして制御・管理するQFabric Director「QFX3100」を2台導入しています。新規導入のPCサーバーとQFabricシステムはラックに収容。既存設備と接続され、大規模なエミュレーション基盤を構成しています。

StarBED2のときには、シャーシ型スイッチを導入し、モジュラーカードに1Gbpsの速度でPCサーバーを直収。サーバーの増設に応じてスイッチを増やす場合、スイッチ同士を多段接続すると遅延が発生する問題があったと言います。

それに対し、QFabricシステムは単一のネットワークとして動作するため1ホップで接続でき、サーバーの増設にも柔軟に対応。三輪氏は「QFabricシステムの導入により、ネットワーク構成イメージが一新されました」と強調します。

従来はシャーシ型スイッチを収容するネットワーク用ラックと、サーバー用ラックを別々に調達しており、サーバールーム内のラックの配置や管路

の確保にもひと苦労だったようです。コンパクトでボックス型のQFabricシステムはサーバーと一緒にラックに収容でき、ラックの設置場所に制約されることなく、柔軟なネットワーク構成が可能です。「物理構成が柔軟に行える上、論理構成は1つのスイッチとして扱えるので、スイッチの増設も容易です。ボックス型スイッチの柔軟なネットワーク構成に加え、シャーシ型スイッチと同様の高いパフォーマンスと一元的な運用管理が可能です。つまり、QFabricシステムはボックス型とシャーシ型の“いいとこ取り”をしたソリューションと言えます」と三輪氏は評価します。

### 自由度の高いオペレーションを支える「管理の仮想化」に着手

StarBED<sup>3</sup>は2013年6月から本格稼働を開始。これまででも、StarBEDは多いときには10程度のプロジェクトが同時に動いており、利用者がサーバーやネットワークを自由に設定できる環境を整備。例えば、NICTが開発した検証環境構築支援システム「Spring OS」を用いてVLANの設定なども柔軟に行えます。

さらに、利用者が自由度の高いオペレーションが行えるよう「ジュニパーに管理を仮想化する仕組みづくりを依頼しているところです」と三輪氏は付言します。QFabricノードの各ポートに直収される224台のサーバーは仮想化されています。さらにスイッチのポート単位で利用者へ管理権限を割り当てるネットワーク管理の仮想化を実現することで、管理業務を省力化できると見ています。

こうした新技術の開発を含め、「次世代のネットワーク技術の実験・検証のみならず、新技術のショーケースの役割を果たしています」と三輪氏はStarBEDの意義を話します。大規模エミュレーション基盤として実験・検証のテストベッドを提供し、ネットワーク研究開発を支援するStarBED<sup>3</sup>。その最先端のインフラの一翼をジュニパーネットワークスのQFabricシステムが担っています。

**JUNIPER**  
NETWORKS

### ジュニパーネットワークス株式会社

東京本社

〒163-1445 東京都新宿区西新宿3-20-2 東京オペラシティタワー 45階

電話:03-5333-7400 FAX:03-5333-7401

西日本事務所

〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜1-1-27 グランクリュ大阪北浜

<http://www.juniper.net/jp/>