

グリーンネットワーク 基盤技術の研究開発

担当課室名：情報通信国際戦略局技術政策課研究推進室
 実施研究機関：日本電気(株)
 研究開発期間：H22年度
 研究開発費：H22年 10.76億円・・・ 計10.76億円

1. 研究開発概要

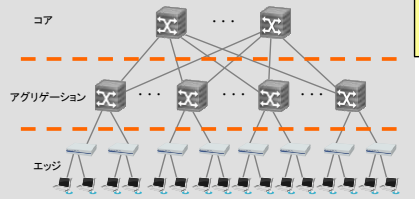
ノードの構成を抜本的に見直し、消費電力低減と同時に高速処理を実現する技術の研究開発を緊急に実施することにより、国民が高速化・省電力化されたネットワークを利用することが可能となり、国民の利便性の向上及び温室効果ガス排出削減に資することを目的とする。また、本研究開発の実施の結果として、海外企業とのパートナーシップ等により、世界に先駆けて製品化したノードをグローバルに市場展開することで、現在、海外の特定ベンダにより寡占状態にあるノード市場の牙城を崩し、当該分野における我が国の国際競争力強化を目指す。

スケーラブル分散型ノードにより、低消費電力・高速ネットワーク制御を実現

目標 性能:10倍
消費電力:25%以上削減

新たなシステム
アーキテクチャの確立

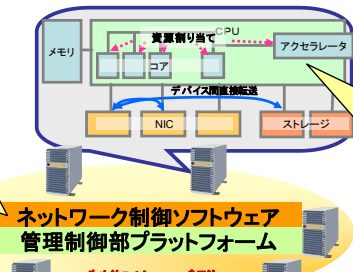
従来型



トラヒックに関係なく、固定接続、固定ルーティング。ノード毎に高度な制御機能を搭載するため、消費電力が増大。

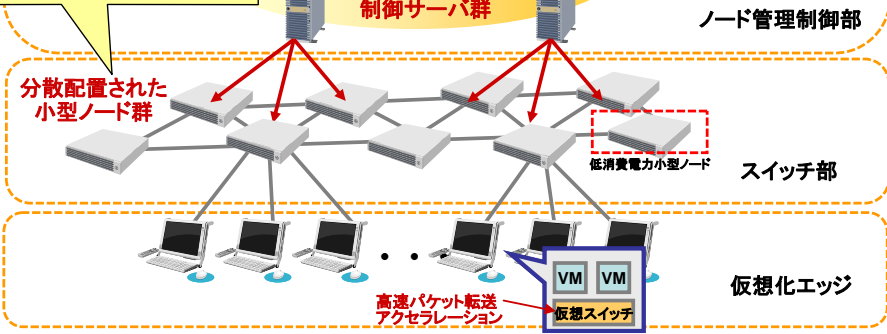
大規模分散型ノードの構成技術

データ転送に特化した低消費電力スイッチを多数接続し、さらにノードの制御機能を制御サーバに集約することにより、ネットワーク全体の性能向上と低消費電力を実現。



ノード内資源割当の最適化技術

ノード管理制御部内の資源利用を最適化し、ノード単体の性能向上と低消費電力を実現。



2. 研究開発成果概要

ノード管理制御部構成技術(課題ア)及びノード内資源割り当て技術(課題イ)の研究開発により、到達目標である処理性能向上と消費電力低減の両立を実現した。

【目標】
処理性能:10倍
消費電力:25%削減

【成果】
処理性能:10倍
消費電力:30%以上削減

課題	目標	結果
ア-1 大規模分散ノードにおける高性能管理制御	従来のハイエンドルータと比較し、スイッチ部の通信速度10倍、かつ消費電力を25%削減	<ul style="list-style-type: none"> 方式検討完了。ソフトウェア試作完了。 評価用ネットワークを構築し、性能評価で最終的に通信速度10倍、スイッチの消費電力25%削減を達成。
ア-2 仮想化エッジの通信効率最適化技術	仮想スイッチ処理の最適化により、サーバ間スループットを10倍	<ul style="list-style-type: none"> 仮想スイッチオフロードにて、2ポートNIC利用時性能約25.7倍(受信)、9.8倍(送信)を達成。 高速再送制御の効果を実機にて検証。パケット廃棄率0.5%の環境下で、高速再送制御によりTCPスループットが12.1倍改善することを確認。 データ転送最適化技術とネットワーク管理制御機構の連携例としてFcoEシステムへの適用を実施。実機による正常動作を確認。
ア-3 検索処理エンジン省電力化技術	既存TCAMに対し、消費電力を1/10以下に削減	<ul style="list-style-type: none"> HDL設計を行い、RTLレベルでの論理合成、消費電力評価を行った結果、TCAMと同等の250Mspsの検索性能時において、消費電力を平均1/5.6(検索キー長16/32bytes、64k~512kエントリ)、最大1/12.5(検索キー長32bytes、512kエントリ)に削減することを確認。
ア-4 ノード管理制御部高効率冷却技術	冷却ファンの消費電力を従来に比べ10~20%削減。CPUの熱をカード外に熱輸送することにより、冷却電力を50%削減	<ul style="list-style-type: none"> エアフロー：試作機にて消費電力20%削減を実証。 熱伝導構造：試作機にて60%削減を実証。
イ-1 ノード管理制御部内資源の最適化技術	現行ノードの管理制御部と比較して通信系制御処理性能を10倍、かつ消費電力を25%削減	<ul style="list-style-type: none"> ノード管理制御部資源の最適化技術の評価を完了。 一部の評価は、PowerEN評価ボード上で実施。 通信系制御処理性能10倍、消費電力25%削減を達成。
イ-2 ノード管理制御部の冗長構成動的制御技術	現行と比較して、性能を落とさずに3対1冗長構成化し、消費電力を30%削減	<ul style="list-style-type: none"> 呼処理性能50call/s、TAT10msを達成。消費電力30.2%削減を確認。 実機にて、データ移動帯域1.8倍、CPU使用率62%削減を達成。

3. 成果から生み出された経済的・社会的な効果

<成果の社会展開に向けた取組状況>

(1) 製品化

- 当研究成果を、OpenFlowを活用した次世代ネットワークシステムの商用化における、要素技術として活用
 - ・平成23年(2011年)3月に世界で初めて商用OpenFlowコントローラおよびスイッチ(ProgrammableFlow PF6800, PF5240)を開発、発表
 - ・その後の商用OpenFlowコントローラの機能追加にあたり本研究成果である「大規模分散ノードにおける高性能管理制御技術」を製品適用
- 当研究成果を転用した商用OpenFlowコントローラおよびスイッチ製品を使用したシステムは累計600システムに導入
 - ・当初は企業ネットワーク、データセンターシステム、通信事業をターゲットに
 - ・その後、大学等の学術領域、病院、製造業、鉄道、交通等社会インフラシステム領域へ適用が拡大

国内外で600システム以上※の導入実績 ※2016年5月現在 (通信キャリアについては後述するNFVを含む)

自治体・公共 ・品川区様 ・沖縄県西原町様	製造業 ・竹内製作所様 ・東洋製罐グループホールディングス様
文教・科学 ・龍谷大学様 ・港区教育委員会様 ・Stanford University様 (アメリカ) ・Marist College様 (アメリカ)	卸売・小売業・飲食店 ・コープさっぽろ様
医療・ヘルスケア ・国立国際医療研究センター様 ・名古屋市立大学病院様 ・金沢大学附属病院様	情報・通信サービス ・JALインフォテック様 ・福島県中央計算センター様 ・新日鉄住金ソリューションズ様 ・南日本情報処理センター様 ・日本事務総務様 ・ビッグロブ様 ・NTTコミュニケーションズ様 "Biz Hosting" ・NDDI様 (アメリカ)
運輸・サセビ業 ・西日本高速道路様 ・東日本旅客鉄道様 ・日本通運様	通信キャリア ・Etisalat様 (UAE)* ・Telefónica Brasil様 (ブラジル) ・Portugal Telecom様 (ポルトガル)* ・Telekom Austria Group様 (オーストリア)* ・Telefónica様 (スペイン) ・Myanmar Posts and Telecommunications様 (ミャンマー) ・Cricket Communications様 (アメリカ)*
金融機関 ・愛媛銀行様	
放送メディア ・北日本放送様	



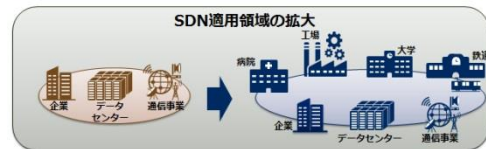
(2) 終了評価時に設定したベンチマークの達成状況 ⇒ いずれも目標を上回る実績を達成

終了評価時のベンチマーク設定項目	目標	実績 (平成27年度末時点)
① 特許取得数	10件	特許取得済 25件 (国内15件、国外10件)
② 事業化数	2件	4件
③ 技術情報発信/技術協力/技術普及の数	10件	21件

事業化数：「ノード管理制御部の冗長構成動的制御技術」を適用したワークステーションの製品化 (平成24年度)、ワークステーション用のメモリ拡張キットの製品化 (平成25年度)、クラウドデータセンター用高性能サーバ拡張ボックスの製品化 (平成27年度)、プログラマブルな集積回路の回路ライブラリの定義及び提供に関するのパートナー契約締結、等を実施
 技術情報発信/技術協力/技術普及の数：開発成果や製品のプレスリリースや口頭発表、展示、メーカー等への技術普及等を実施

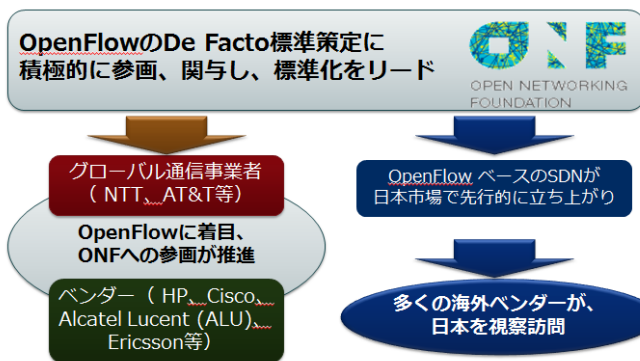
<新たな市場の形成、売上げの発生、国民生活水準の向上>

実施研究機関においても、研究開発した省電力技術、OpenFlowを活用した大規模分散型ノードにおける高性能管理制御技術によって、SDNコントローラ・スイッチ製品のコストパフォーマンス向上を達成。これにより、SDNの適用領域は、当初の企業ネットワーク市場、データセンター市場を皮切りに、大学等の学術領域、病院、製造業、鉄道、交通といった社会インフラ領域へと広がっており、市場セグメントの拡大が続いている。

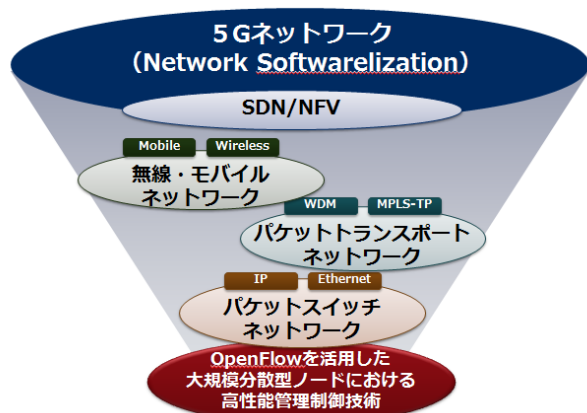


<知財や国際標準獲得等の推進>

- 本研究においてOpenFlowを活用した大規模分散型ノードにおける高性能管理制御技術領域を中心に、集中的に特許出願を進め、25件 (国内15件、国外10件) の特許を取得済み
- ONF (Open Networking Foundation) を中心に進められたDe Facto標準策定に積極的に参画、関与し、標準化をリード。



4. 成果から生み出された科学的・技術的な効果



<新たな科学技術開発の誘引>

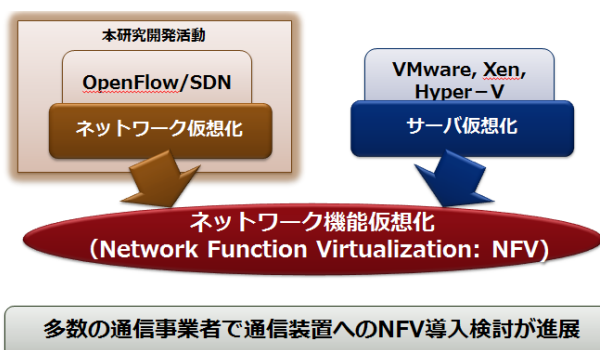
当初、本研究開発にて確立したOpenFlowを活用した大規模分散型ノードにおける高性能管理制御技術は、Ethernet、IPを対象とするパケットスイッチネットワークが対象であったが、その後、OpenFlowより導出されたSDNおよびネットワーク仮想化の概念は、その有効性が広く認識されることとなり、パケットスイッチネットワークに留まらず、WDM、MPLS-TP等のパケットトランスポートに拡張して適用されることとなった。

さらに現在、SDNおよびネットワーク仮想化は、無線ネットワーク、モバイルネットワークへの適用検討も開始されており、ONFにて標準化活動が推進されている。

5GネットワークやNetwork Softwareizationの研究開発活動に繋がっている。

5. 副次的な波及効果

OpenFlow、SDNの登場により、ネットワーク機能仮想化 (Network Function Virtualization : NFV) 技術領域が立ち上がることとなり、現在多くの通信事業者にて、通信事業者向け通信装置へのNFV導入検討が進展している。



6. その他研究開発終了後に実施した事項等

- 研究終了後に、学会発表や製品展示等の情報発信等、本研究成果の普及活動を継続して実施
 - ・ 論文・口頭発表36件、報道発表・掲載5件などの情報発信を実施
 - ・ 国際学会 (Icep2011、WTC2012、SASIMI2012等) を含む国内外の学会、イベント等での発信した
 - ・ 国際学会以外に、SDN Japanや米国NSF-GENI、ONF等のイベントにてSDNの普及促進を推進
- 国内学術ネットワークテストベッド (JGN) におけるOpenFlowスイッチ・コントローラの導入によるSDNの技術検証環境の構築によって、大学を中心とした学術研究者のすそ野拡大に貢献するとともに、欧米のプロジェクト等にも影響を与えた。
- 後継の委託研究として、SDNの適用先をパケットスイッチネットワークから、WDM、MPLS-TP等のパケットトランスポート、無線ネットワークに拡張して適用することを目指した「ネットワーク仮想化技術の研究開発」(03プロジェクト)、といったネットワーク仮想化の後継研究開発プロジェクトが実施されるなど、本研究開発はネットワーク仮想化研究の立ち上げの端緒となった。

7. 政策へのフィードバック

<国家プロジェクトとしての妥当性、プロジェクト設定の妥当性>

- 産業競争力強化の観点からの短期的な実用化研究開発として、技術動向が不透明な段階で国のプロジェクトとして推進したことで、その後の我が国の立ち位置をよくしたプロジェクトであり、国が実施するプロジェクトとして妥当であった。

<プロジェクトの企画立案、実施支援、成果展開への取組み等に関する今後の政策へのフィードバック>

- 今後も、SDNの世界的な市場の拡大にあわせて、本研究開発成果の普及促進への取組を進めて行くべきである。
- また、本プロジェクトのような一受託機関に閉じた実用化研究開発ではなく、大学、標準化団体、関連企業が協働で参画するオープンイノベーションによる技術開発の枠組みを政策的に盛り込むことが望まれる。