

限りあるエネルギー —電力を支えるイノベーション

世の中のあらゆるモノにセンサーや無線タグ技術が備わり、モノがインターネットにつながるInternet of Things(モノのインターネット)によって、データが加速度的に増え続けています。この膨大なデータを活用し、世の中のさまざまな事象や状況変化をタイムリーに認識し適切なサービスを提供するために、複雑なデータをより高速に処理するIT技術の活用への関心が高まっています。その一方で、ITの活用拡大に伴って増えていく電力消費が無視できないものになってきました。

今回は、先端技術で消費電力の低減に取り組む日本と、限られた環境下で不安定な電力供給問題に取り組むインドでの課題解決に向けた研究活動をご紹介します。

半導体の物理的限界を超える

トランジスターを微細化することにより半導体の消費電力を下げながら処理能力を向上させるということが、今日物理的限界を迎えつつあります。そこで、IBM東京基礎研究所のサイエンス&テクノロジー・チームは、システム全体の高速化を阻害せずに低消費電力に貢献するために、コンピューターの心臓部をつかさどるチップの主要な構成要素であるシリコン・デバイス間の接続方法や、新しい接続方法である3次元実装技術、光インターコネクトなどを用いたシステム手法の変革に取り組んでいます。

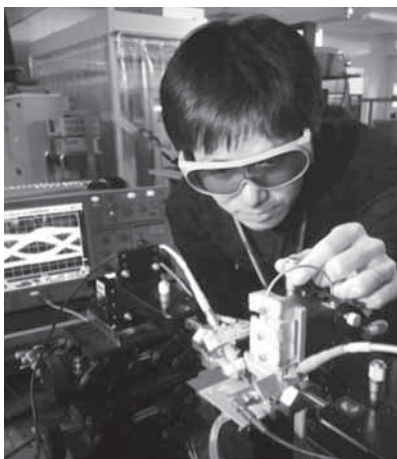


図1. モジュールのテスト風景

新しい接続方法である3次元実装技術では、従来の2次元配線に加えてシリコン素子間の縦方向の接続を可能にすることにより全体の配線の長さを大幅に短くし、高速化と低消費電力化の両方を実現することを目指しています。また、光が持つ高速性や信号伝送の損失性が低いという特性をうまく活用する、新しいフォトニック・デバイスの開発にも取り組んでいます。

今後さらに、エネルギー効率やシステム・レベルの性能を桁違いに向上させるためには、従来のスケールリングや微細化の発想とは異なる新しい発想が必要です。例えば、脳の神経細胞の情報伝達からインスピレーションを得て、自由空間でデータを最小限のエネルギーで効率良く伝送できる仕組みなどの新しいアプローチにも取り組んでいかなくてはなりません。

このような新しいデバイスの研究開発には、「得意技」を持っているさまざまな分野の企業や研究機関が協力して、イノベーションを起こしていく必要があります。日本には、

世界から注目されている高水準の材料や製造装置の技術が多く存在しています。従来のシリコンに変わる材料や加工方法にイノベーションを起こせる環境が整っているとと言えます。IBM東京基礎研究所でも、さまざまなコラボレーションを通じて、省エネルギー化に貢献できる新しいデバイス開発の可能性を探求しています。

新しい画期的なデバイスのイノベーションが期待されている日本は、停電もほとんど起きず、電力が安定的に供給され、モバイル機器の充電にも事欠かない恵まれた環境にあります。一方、日本とは対照的に、インドでは電話線や電力網といったインフラが整備されることなくモバイル機器が急速に普及してきました。そこで、次章ではインドでの取り組みに目を向けてみましょう。

インフラ環境の限界を超える

近年ITハブとして成長著しいインドは世界で5番目の発電国ですが、ピーク時の電力は12.9%不足している状況にあります[1]。電力不足から長時間の停電が頻繁に起き、停



図2. nPlug



図3. SocketWatch

電でないときでも電圧が低くなることもしばしばです。照明は薄暗く、冷蔵庫の故障の心配をしながら、ろうそくの火を使って勉強し、夏は猛暑の中で扇風機も動かない生活を営んでいる人々も多くいます。

IBMインド研究所でスマーター・エネルギー・ソリューションの研究開発に取り組んでいる研究チームとUniversiti Brunei Darussalam (ブルネイ・ダルサラーム大学)などの研究者たちは、インフラが整備されていないインドの現状を踏まえて、身近なものを使って低コストで最大の価値を生み出すフルーガル(frugal)なイノベーションを生み出しました。発想は至ってシンプルです。インフラが整備されていない環境では、ネットワークを必要としない安価で自律した電力需要管理を行うデバイスが有効だと考えたのです。

研究チームが2011年に開発した「nPlug」(図2)は、電力を使う消費者側の使用状況にメスを入れる、自律した電力需要管理システムの役割を果たすスマートなプラグです[1]。壁面のコンセントと電化製品との間に設置し、どのくらいの電力をどのくらいの頻度で使うかを感知し、機械学習と分析の手法を使ってピーク時間帯と不安定な需給状況を推測します。nPlugに接続されている電化製品の電気使用量を、消費者の要件に反することなくスケジュールし、

ピーク時間帯の負荷軽減に寄与します。また、電流の周波数の大幅な変化から停電がいつ起こりそうかを確認することもできます。

さらに同研究チームは、自律的に電化製品のパフォーマンスをモニターするシステム「SocketWatch」(図3)も開発しています[2]。このデバイスも、安価で使い方も簡単。通信インフラも不要です。SocketWatchには、学習するフェーズとモニターするフェーズがあります。学習するフェーズでは、SocketWatchに接続されている電化製品の電力消費パターンを学習し、学習内容を機械学習のアルゴリズムを使って分析し、その電化製品の動きのモデルを作ります。モニターするフェーズでは、学習したモデルと電化製品が消費する電力パターンを比較して、そのズレから家電の不調や漏電を見つけることができます。SocketWatchは、例えばスタンバイ・モードのままになっているテレビの電源を切ったり、冷蔵庫やエアコンの不調を消費者に知らせたりするなど、適切なアクションを起こすことも可能です。また、多くの電力を消費する冷蔵庫やエアコンを所有するスーパーマーケットやホテルなどでも、その力を発揮できる可能性を持っています。

このように、研究員たちが持つ専門知識を生かして、本当に必要とさ

れていることを、身近なものや技術を使い低コストで生み出すフルーガルなイノベーションは、IBMの基礎研究所が新興国向けに行っている取り組みの一つです。今回ご紹介した取り組み以外にも、アフリカ・ケニアの交通事情改善に向けて、現地特有の事情に合わせたフルーガルなイノベーションが挙げられます[3]。これには、IBM東京基礎研究所、IBMアフリカ研究所の研究員たちをはじめ、現地企業が取り組んでいます。

世界各地の異なる環境によって、課題解決に向けたアプローチは異なります。ITによる消費電力の低減、そして、エネルギー供給側に加えてエネルギーを使う側もエネルギー需要の平準化により容易に参加できるようにするソリューションなど、IBMの研究員たちはイノベーション力をさまざまな形で生かそうとしています。

波岡ジューン直子

[参考文献]

- [1] Ganu, T., Seetharam, P.D., Arya, V., Kunnath, R., et al.: nPlug: A Smart Plug for Alleviating Peak Loads, <http://www.ibm.com/in/research/documents/a30-ganu.pdf>
- [2] Ganu, T., Rahayu, D., Seetharam, P.D., Kunnath, R., et al.: SocketWatch: An Autonomous Appliance Monitoring System, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6813941>
- [3] IBM: 新興国におけるスマーター・シティ事例: ケニアのfrugal交通ソリューション, https://www.ibm.com/connections/blogs/ProVISION76_80/resource/no78/78_overseas1.pdf