



ひびきの便りー第4回ー

パワーエレクトロニクス技術と環境未来都市

九州工業大学大学院工学研究院教授
次世代パワーエレクトロニクス研究センター長
国際東アジア研究センター客員研究員

大村 一郎

今年の5月22日に、永田町で行われた環境未来都市評価・調査検討会で配布された資料には、北九州市の取り組みの概要として、

- 「公害を克服した市民の高い環境意識」
- 「地域独自の技術と産業を支える企業の集積」
- 「国際協力の実績と高い評価」

の3つがクローズアップされています。技術に関連するキーワードは「地域節電所」(エネルギー利用効率の向上)、「環境関連技術」と「社会システム・ノウハウ」を組み合わせた「国際ビジネス化」とあります。本稿では、パワーエレクトロニクスが環境未来都市実現に向けて、どのような貢献が出来るかについて考えていきたいと思います。

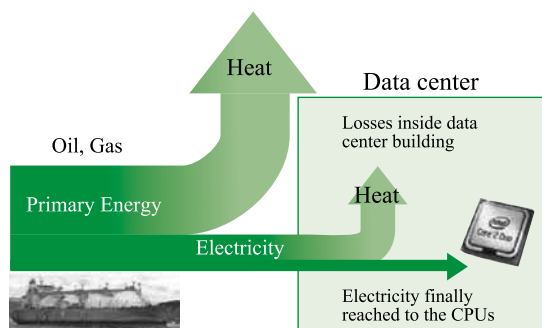
1. エネルギー利用効率の悪い社会からの脱却

ネット検索や音楽のダウンロードを可能にしているデータセンター1棟の消費電力は100MWクラスになってきています。このデータセンターを例として、エネルギー利用効率の課題について説明しましょう。石油やガスなどの一次エネルギーのうち、データセンターの心臓部である多数のCPUに届けられるエネルギーはわずか1割程度です。残りの9割は、発電電でのロス、数～十キロVの高電圧をCPUが受け取る1V程度の電圧まで約1万分の1下げる「電源機器」のロス、コンピュータ機器を冷却する「エアコン」の電力として消費され、熱として捨てています。非常にエネルギー効率の悪い技術になっています(図1)。一方で、電源機器の効率が上がれば、発熱も減り、エアコンの消費電力も減って、一気に電力の消費が減る可能性も秘めていることになります。この可能性を、技術の面と社会的な導入の面から以下に述べていきます。

2. 省エネ＝節電所：ネガワットという新しい考え方

「省エネルギーはリニューアブル・エネルギーである」といわれても、ぴんと来ないと思います。ところが、例えば、家庭で500Wだけエネルギー消費の少ない高効率インバータ・エアコンを導入することと、500Wの太陽光パネルを屋根に取り付けることは、一次エネルギーから生み出された電力のうち家庭に供給される分を500Wだけ減らすという意味では同じです。つまり、エアコンの消費電力が減ることと太陽光パネルを導入することを、同じコスト対効果(kWh当たりの価格)で比較できることになります。このように省エネルギー機器を導入することを「節電所」とよび、そのエネルギーをネガワット(Negawatt)と呼びます。この考え方は、1980年代から議論され、1996年にドイツより事例に基づく本が出版されています。最近では

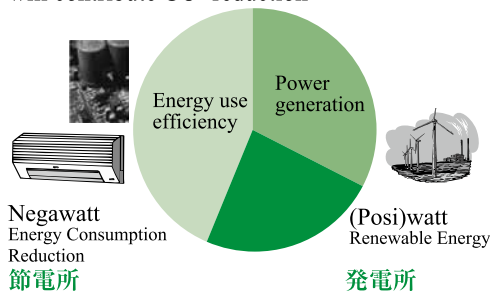
図1 エネルギーのほとんどを熱として捨てている社会



(出所) 筆者作成 (以下同じ)

図2 2050 年に向けた CO₂ 削減

Efficiency improvement technology will contribute CO₂ reduction



ネガワット取引という言葉も新聞に出てくるようになりました。つまり「省エネ・節電＝ネガワット」の考え方により、発電と同じコスト単位で、エネルギー利用の高効率化技術の導入への投資が考えられるようになってきました。IEA（国際エネルギー機関）の長期的視点に基づく予想では、図2に示すように、ネガワットによる低炭素化技術への期待が大きいのです。

3. ネガワットの普及の鍵＝ネガワットコスト

試しに、高効率なインバータ・エアコンを導入した場合の節電量を、ネガワットと考えてその電力換算のコストを計算してみましょう。図3は、同じく IEA の 2007 年のレポートの図ですが、日本のエアコンの価格と電力効率の関係を示しています。自宅にエアコンを新たに導入するとして、通常のエアコンの消費電力を 1kW とし、高効率なエアコンの消費電力が 0.5kW と考えて、消費エネルギーの差とエアコンの市場価格の差からネガワットコストを計算すると、1kWh 当たり約 0.15 ドルになります。

計算で求めた価格を、発電による電力価格と比較しましょう。発電コストは世界銀行のデータを用いています。大規模石炭（火力）発電は非常にコストが安いのですが、大量の二酸化炭素を排出しますのでここでは比較の対象としません。太陽光発電や風力発電と比較すると、100MW クラスの大規模風力発電以外は実は高効率なインバータ・エアコンの導入の方が、費用対効果が高いことになります。北九州市が掲げる、「地域節電所」の構想は、図4に示すような高効率インバータ等の技術により各家庭を小さな「節電所」にする技術が重要な役割を果たしていくと思われます。この目的のためには技術の「普及」がキーワードになります。

4. 低炭素化社会の実現：「効率改善×普及」

真に低炭素化への効果を期待するのであれば、高効率機器の莫大な数の普及への取り組みが重要です。図5は世界銀行の CDM（Clean Development Mechanism）への投資に関するレポートの図を書き直したものです。CDM の考え方自体は多くの議論がありますが、図5は世界中の個人や家庭に莫大な数が導入される機器で、わずかな効率改善（ネガワット）の積み重ねが重要であることをあらわしています。このような莫大な普及のためにはネガワットコストを、石炭火力発電のコストに限りなく近づける技術開発のチャレンジが必要になります。

図3 節電所の電力コスト（ネガワットコスト）

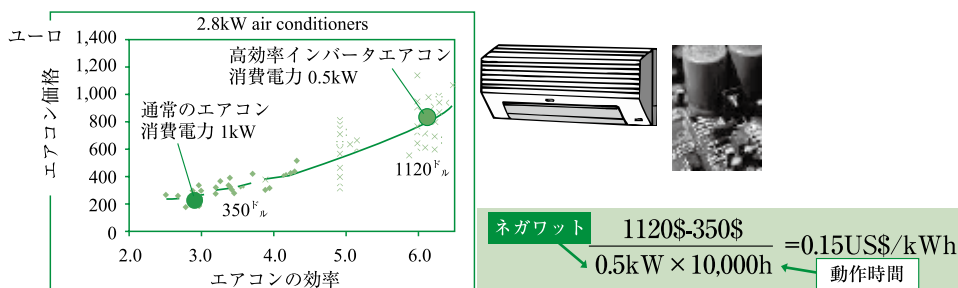
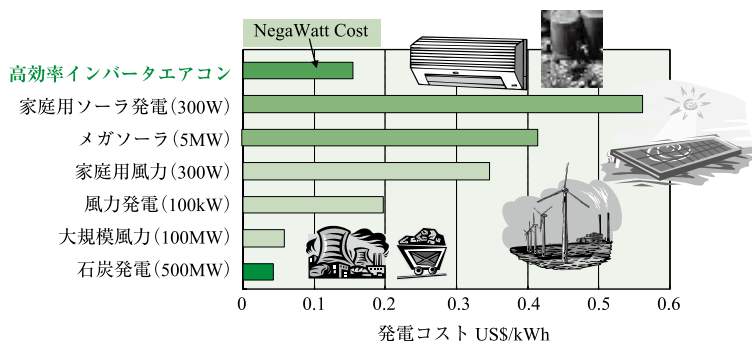


図4 節電コスト(ネガワットコスト)と発電コストの比較



5. 公害を克服した市民の高い環境意識：「環境クズネツ曲線」

北九州ではかつて、市民の高い環境意識から公害を克服した経験があります。社会が発展するためには公害は必要悪だといわれた時代もあったかもしれませんが、現在そのようなことを考える必要はなくなりました。豊かな社会と公害のない社会は両立できることを北九州市民が証明しました。日本国内の粗鋼生産量は横ばいですが、日本中でかつてのようなひどい公害はみられていません。このように、豊かな社会と低い環境負荷を両立する考えかたを「環境クズネツ曲線」で表現します(図6)。公害克服の次は、豊かな社会と低炭素社会の両立を実現しましょう。

6. 北九州の独自技術としてパワーエレクトロニクス技術開発の目指すもの

高効率インバータ・エアコンの「インバータ」や、データセンタの「電源機器」はまさにパワーエレクトロニクス技術の適用できる技術分野です。今後大幅な効率改善とネガワットとしてのコストダウンによる技術の普及を目指しています。すでに始まっている産業技術総合研究所、九州工業大学と北九州市との研究協力や九工大「次世代パワーエレクトロニクス研究センター」の設立、さらに国際東アジア研究センター(ICSEAD)での「環境エレクトロニクス研究」の活動は注目を集め始めています。かつて「鉄の街」として世界中に鉄鋼を輸出してきた北九州が、あらたに「環境技術」の国際ビジネス推進を狙うと環境未来都市のプランの中で宣言しています。未来が引き続き電気の時代であるならば「パワーエレクトロニクス」は世界中で「クズネツ曲線」を実現する重要な技術であり、その技術開発を北九州市の地で行うことが、か

図5 ネガワットのロングテール（長いしっぽ）

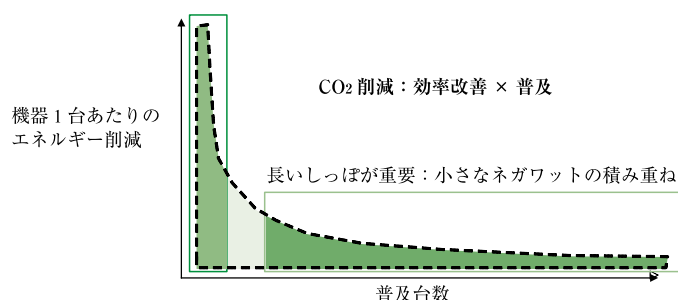


図6 環境クズネツ曲線



つて公害を克服した市民の方々の誇りと、ネガワットによる新しい産業の創出、さらに世界に通用する人材の育成という3つの目標の実現への最初のステップになると考えています。

参考文献

- AlLee, G., M. Milenkovic and J. Song (2007), "Data Center Energy Efficiency," *Research @ Intel Day 2007 press kit*.
- Dinda, S. (2004), "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey," *Ecological Economics*, 49, pp. 431-455.
- Energy and Mining Sector Board, The World Bank Group (2007), "Technical and Economic Assessment of Off-grid, Mini-grid and Grid Electrification Technologies," ESMAP Technical Paper, 121/07.
- Figueres, C. and B. Martina (2006), "Achieving Greenhouse Gas Emission Reductions in Developing Countries Through Energy Efficient Lighting Projects in the Clean Development Mechanism (CDM)," World Bank Working Paper, 38619, The Carbon Finance Unit at the World Bank.
- Hennicker, P. and D. Seifreid (1996), "Das Einsparkraftwerk: eingesparte Energie neu nutzen," Birkhäuser Verlag GmbH.
- IEA (2006), *Energy Technology Perspectives 2006 Scenarios and Strategies to 2050*, OECD Publishing.
- Koizumi, S. (2007), "Energy Efficiency of Air Conditioners in Developing Countries and the Role of CDM," OECD/IEA, Paris.
- Lovins, A. (1989), "The Negawatt Revolution - Solving the CO₂ Problem -," The Green Energy Conference, Montreal. (<http://www.ccnr.org/amory.html>)
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2009) 『平成20年度調査報告書「2050年における省エネルギー社会の実現に向けた電気エネルギー有効利用に関わるグリーンエレクトロニクス技術」に係る調査研究』