

情報通信のエネルギー問題 —求められる通信インフラの省電力化—

我々はエネルギー問題というと、運輸・物流に伴うエネルギー消費、製造活動に伴うエネルギー消費のみを想像しがちである。しかし現在、情報通信に関わるエネルギー消費が世界的にクロズアップされつつある。

米国では 1990 年代の終わり頃から、米国内において情報通信のために使用される電力の量がやがて国の総発電量の数十%を占める時代が来る可能性があるとの危機感から議論が始まった。日本でも情報通信インフラの大半を抱える NTT グループが、我が国の総発電量の 1%もの電力を買電する時代を迎え（NTT グループの買電量は 1990 年当時の 2 倍にも達する）、危機感を募らせている。日本の通信トラフィック量は 1990 年代後半以後、ムーアの法則をも超える年率 40%もの増加を示し、そのペースは現在も衰える気配がない。今後、放送と通信の融合も含めた動画配信の本格化、公共サービスや情報サービスの一層の本格化によるデータ量の増大を考えると、少なくとも今後しばらくはこのペースで増加し続けることは間違いない。そのような状況下で、この通信量の増大を支えるネットワークインフラの電力消費量を試算すると、デバイスや回路技術の低消費電力化技術の進展が停滞した場合には、2020 年には現在の総発電量の 50%近くにまで達してしまうという予測もある。

我が国は民生品を中心として低消費電力に関わるデバイス技術や回路技術は世界でもトップレベルにあるが、現在までに確立されてきた技術の延長では通信インフラの中核を成すルーターの用途での低消費電力化は難しく、デバイス、機器、ネットワークアーキテクチャー等、多面的な視点かつシステム的な視点からの検討が求められている。これらの検討では、省庁間の分野横断的な政策あるいは分業の明確化等が必要になる。いずれにしてもデバイスからシステム、発電に至るまでのグランドデザインが必要な領域である。

一方、通信量の増大を導く人間の情報要求の増大は、社会科学的な側面からも、情報や通信の根源となるコミュニケーションの本質に遡って考える必要がある。例えば携帯電話への消費支出は、他の消費財と比較して異質な傾向にあり、他の支出を切り詰めても優先する傾向にある。また情報に対する欲求は、認知限界（脳が情報を認識、処理できる能力）を超えていてもさらに追い求める傾向にある。情報通信の増大については、例えば認知科学的などの側面や詳細な経済学的な側面からも検討することが必要であり、工学と社会科学の境界領域の大きな課題である。

日本国内の問題としても、世界的な問題としても、まさにこの「情報通信のエネルギー問題」は、今後も持続的発展を遂げられるか否かの重要な課題となり得る。

情報通信のエネルギー問題

—求められる通信インフラの省電力化—

小笠原 敦
客員研究官

1 はじめに

1987年のブルントラント委員会でのサステイナブル・ディベロップメント（持続的発展）の提唱、1992年のリオ会議、2005年の京都議定書の発効等では着実に進展が見られ、環境負荷の考慮が市場経済社会の発展を左右する重要な要素として認識されつつある。20世紀は経済規模の拡大とエネルギー消費の増大の歴史であったが、限りある資源を効率的に使う視点、環境負荷を最小限にする視点は、21世紀の社会・経済の持続的発展のためにはや不可欠な視点となっている。

ハードウェアとしての製品技術、製造技術、それらを運ぶ物流・輸送システム等、実体を伴う世界（ハードイノベーションの世界）ではそのような概念が急速に進展、普及してきており、リサイクルを意識したLCA（ライフサイクルアセスメント）や、最小限のリソース投入と最小限のエネルギー投入での製造を目指すミニマルマニュファクチュアリングは、そのような持続的発展におけるハードイノベーションの究極の例の一

つである。

20世紀の工業化社会から高度情報化社会へと21世紀は急速に移行しつつあるが、一方、高度情報処理および通信に伴うエネルギー消費効率化の概念、エネルギー消費の最小化の概念は、必ずしも十分に議論されていない。特に米国・日本をはじめとして先進国経済の70%以上をサービス産業が占めるようになった現在、ハードイノベーションからソフトイノベーション、サービスイノベーションへの移行が重要なテーマとなっており、そのようなイノベーションを支える情報流通やサービスの高度化に伴う情報処理・通信によるエネルギー消費の増大が懸念されている。

我々はエネルギー問題というと、運輸・物流に伴うエネルギー消費、製造活動に伴うエネルギー消費のみを想像しがちである。しかし現在、情報通信に関わるエネルギー消費が世界的にクローズアップされつつある。情報通信に関わるエネルギー消費、すなわち、情報通信機器およびインフラに関

わるエネルギー消費がエネルギー消費全体に対してどの程度を占めるのか、今後どのように拡大して行くのかを慎重に見極める必要がある、エネルギー消費を制御・抑制することは、持続的経済発展および産業競争力の点からも非常に重要な課題となりうる。

現在、日本ではブロードバンド情報インフラの整備を目的としたe-Japan重点計画から、そのインフラを高度に活用し、サービス産業やコンテンツ産業のより一層の推進を目指したu-Japan政策にIT戦略を移しつつある。ユビキタス時代のエネルギー消費についても本格展開前に十分に議論し、発展が抑制あるいは阻害されることのないように検討しておく必要がある。また、この問題では、情報通信のもつ社会的側面についても、情報や通信の根源となるコミュニケーションの本質に遡って考える必要もある。

ここでは、そのような視点で情報通信とエネルギー消費の現状を分析し、今後の研究の方向性を考える参考としたい。

2 情報通信で消費されるエネルギー

我々が身近な情報通信機器の消費エネルギーを考えた場合、その低消費化は着実に進んでいる。携帯電話ひとつとっても、1990年以

前までの携帯電話は、肩からショルダーバッグのように掲げる形態だったものが、90年代に入ってから片手で持てる物になった。し

かしその重さは300グラム以上あり、待ち受け時間も1日がやっという時代が90年代後半まで続いた。90年代後半以後はデジタル

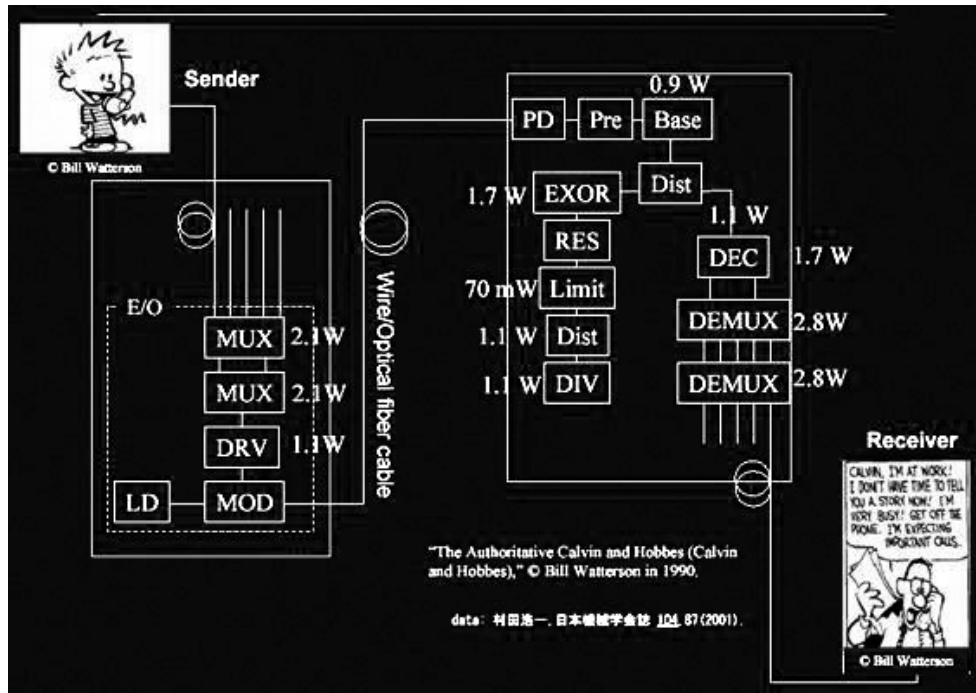
化の進展とともに急速に端末の小型化と低消費電力化が進み、今では待ち受け時間が500時間（約20日）を超えるのがほとんどとなっている。

ところが、現在でも、一人の人が電話をかけて相手につながる

までには、多数の情報処理機器、通信機器を経由しなければならぬ。それらの機器を全て一人で占有している訳ではないので単純な合計値では表せないが、例えば、塚本は村田らの試算を入れて図表1のように書き表し、18Wの

エネルギーを消費すると試算した。このように、情報通信によって付加されるエネルギー消費が大きいということを意識しなくてはならない。

図表1 通信インフラの消費電力



参考文献⁴⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

3 情報通信とエネルギーに関する問題意識と最近の議論

3 - 1

米国における議論

米国では1990年代の終わりに、オフィスでのPC等電子機器の導入やインターネットの拡大に伴って、どのように電力消費が伸びて行くかの試算がなされ、問題提起がなされた。

Mark P. Millsは、インターネットに関わる機器の消費エネルギーが、1999年には全米の全消費エネルギーの8%を占めると試算した¹⁾が、これが米国における情報通信とエネルギー問題の議論の端緒とされている。ま

た同時期に、DOE（米国エネルギー省）ローレンスバークレー研究所 Environmental Energy Technologies Division (EETD)、End - Use Energy Forecasting Group のKawamotoらは、1999年度のオフィス機器の消費電力を11分類して詳細に分析した結果を報告している²⁾。その結果によると、オフィス機器の総消費電力は71TWh/年で、これにネットワーク機器（通信機器は除く）の3TWh/年を加えると74TWh/年となり、これは全消費電力のおよそ2%を占めると推定された。Mills Reportの試算値とは大きく値が異なるが、Kawamotoらの試算

の方がより詳細に分析されており、米国ではこの1999年時点で2%という値が、信頼度の高い基準値とみなされた。

しかし、この1999年の試算時から後、年率40%にも及ぶ通信量の増大が続き、また通信に関わる機器の消費電力もオフィスや家庭内のPCから、膨大な情報量を振分けるルーターが中心へと変化・拡大しているため、今後は通信インフラも含めた試算が必要となると考えられている。オフィス機器や家庭内PCにおいては、不使用時（低負荷時）の消費電力低減技術が発展したため、機器の性能向上の割合ほどには消費電力が増大

しなかったという背景がある。一方、情報通信インフラに関わる機器は、デバイスレベル、回路レベルで高水準での稼動が続くため、低負荷時に不必要な回路ブロックを遮断するといったオフィス機器や家庭用PCで有効であった低消費電力化手法が機能しにくい。したがって今後は、デバイスや回路、ネットワークアーキテクチャーの基本的な見直しを含めた議論が必要だという共通認識が、政府レベルでも民間企業レベルでも形成されている。

3 - 2

日本における議論

日本では、NTTグループが通信量の増大による消費電力の増大に直面し、検討を行っている。NTTグループの消費電力は、その事業構造から、通信ネットワークインフラに関わる消費電力、情報通信需要増大と相関が強い。

図表3のグラフはNTT西日本のホームページから転載したもの³⁾であるが、この資料によれば、IT化が進展することにより、仮に何も対策を打たなければ、2010年には1990年時点との比較で実に3倍もの電力消費量(34億kWhから100億kWh)に達すると予測されている。勿論、この電力消費量の全てが情報通信に関わるものとは言えないが、情報通信の伸び率が大きく影響することは間違いない。

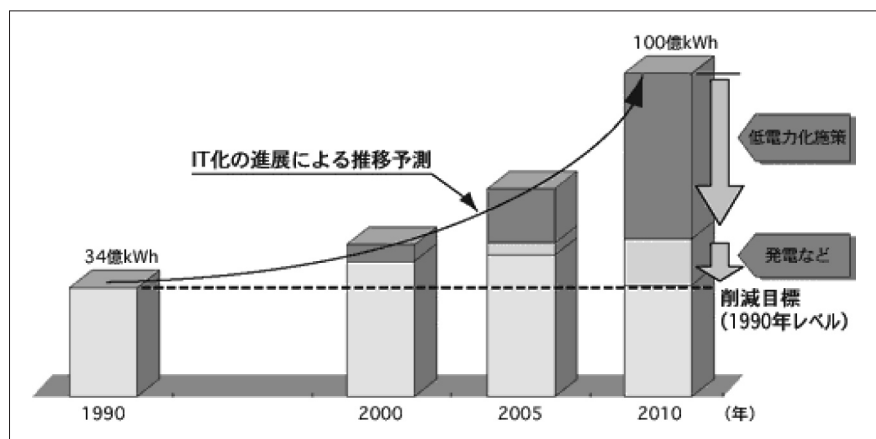
(株)NTTファシリティーズによれば、2002年度のNTTグループの買電量は66億kWhであった。これはわが国の総発電量の0.8%に相当する。2006年現在ではさらに1.0%程度に達しているとのことである。NTTグループでは、送電損失、交流-直流変換損失低減等を目的としたブロードバンド関連装置(サーバ・ルーター等)への直流給電化等、低消費電力化

図表2 Best estimate of annual electricity used by U.S. office equipment in 1999, TWh/year

Equipment Type	Residential	Commercial	Industrial	Total
Portable Computer	0.14	0.13	0.02	0.29
Desktop Computer	2.67	10.21	1.46	14.34
Server	0	1.60	0.23	1.83
Minicomputer	0	8.86	2.95	11.81
Mainframe	0	5.62	0.63	6.25
Terminal	0	1.83	0.61	2.44
Display	3.13	9.82	1.40	14.35
Laser Printer	0.10	5.36	0.77	6.23
Inkjet/Dot Printer	1.10	1.56	0.22	2.88
Copier	1.10	5.71	0.82	7.63
Fax	0.44	2.26	0.32	3.02
Total	8.7	53	9.4	71

参考文献²⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表3 NTTグループの電力消費量の推移予測と削減目標



参考文献³⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

施策の強化による削減を目指している。また、発電等の電力供給源の自給化も目指しているが、自給化では電力消費量そのものは下らない。

3 - 3

今後必要とされる議論

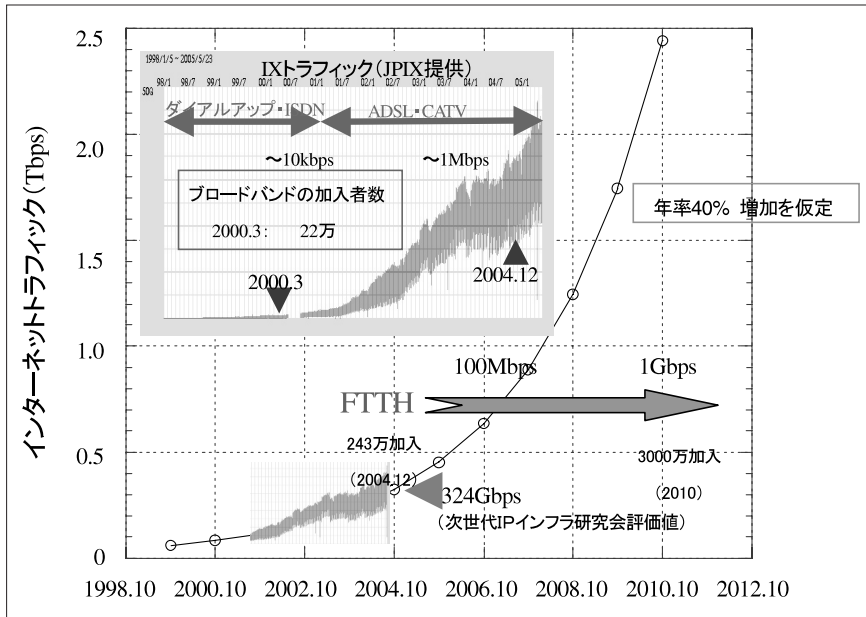
図表4のように、インターネットのトラフィック増大は指数関数的な伸びを示しているが、この要因には90年代末までは文字情報が中心だった通信が、音楽、静止画、動画といったデータ量の大きい通信に変化してきたことが挙げられる。

図表5に示したように、電子メ

ールも、つい5~6年ほど前までは文字情報が主流だったのが(数kB程度)、3~4ほど前には静止画像が添付できるようになり(数十kB~1MB程度)、ここ1~2年では動画も送れるようになってきている(数MB)。また、インターネットトラフィックの相当量を占めるのが音楽ソフト、映像ソフトのファイル交換である。一時期東京-大阪間の基幹線のトラフィックの実に90%を占めたこともあり、このようなP2P(サーバーを介さない端末間の直接通信)のアプリケーションが台頭してきていることも、見逃せない要因のひとつである。

携帯電話の普及も、通信データ

図表4 インターネットトラフィックの将来予測



参考文献⁴⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表5 携帯電話の進展とデータトラフィック増大の経緯

1999年2月	NTT DoCoMo, i-mode サービス開始 ● 文字情報が携帯端末から送信可能に (~1KB) ● コンテンツ閲覧が可能に (文字) (~数KB)
2000年11月	J-Phone (現 Vodafone) 写メールサービス開始 ● 静止画画像情報が携帯端末から送信可能に (数十KB) ● カラー液晶端末の上市 ● 画像コンテンツの閲覧が可能に
2001年10月	NTT DoCoMo, FOMA サービス (第3世代2GHz帯) 開始 ● 通信速度の向上, 9.6Kbps → 384Kbps (静止時) へ ● テレビ電話 (動画) サービスの開始 (数十~数百KB)
2003年11月	au がパケット定額サービスの開始 (MB時代へ)
2004年6月	NTT DoCoMo がパケット定額サービスの開始 ● 定額でデータの送受信が無制限に (MB時代へ)

量の増大、通信インフラの拡大に大きな影響を及ぼしつつある。インターネット上では比較的大きなデータ量 (MB ~) のコンテンツ流通等が課題となるが、携帯電話においては、静止画像・動画データのような大容量のデータ流通も勿論ではあるが、小ビットの頻繁なデータ流通も課題となる。ユビキタスネットワークにおけるセンシングデータも同様であるが、リアルタイム性が要求されることから、小ビットではあってもデータを受け取るネットワークはオンになっている必要があること、ルーティングが頻繁になされること、などに課題がある。ユビキタスネットワークの利便性とエネルギー消費はトレードオフになることもあり得るため、総合的な収支の観点からの議論が必要である。

日本の通信トラフィック量は1990年代後半以後、ムーアの法則をも超える年率40%もの増加を示し、そのペースは現在も衰える気配がない。今後放送と通信の融合も含めた動画配信の本格化、公共サービスや情報サービスの一層の本格化によるデータ量の増大を考えると、少なくとも今後数年以上このペースで増加し続けることは間違いのないといえる。

4 情報通信インフラに関わる機器のエネルギー消費

情報インフラの整備、通信トラフィックの増大とともに鍵となってくるのは、データを送受信するサーバーとデータを振り分けるルーターの設置数の増大である。2002年6月の経済産業省の「省エネルギー技術戦略報告書」では、日本におけるサーバー消費電力を84億kWh/年、ルーター消費電力36億kWh/年と試算していたが、その増大が現実のものとなってきている (図表6)。

挟間は、ルーターの構造をさら

に詳細に分析してLSIの低電力化等の要素も加え、データトラフィックの実際の伸びと併せて下記のようルーターの消費電力予測を行っている (図表7)⁴⁾。この予測をみると、ここ数年の実績値である年率40%の通信トラフィック増大が今後も続くと仮定するならば、2010年には現在のおよそ8倍の158億kWh/年、2020年で600倍近い4,478億kWh/年に達することになる。もしも国内の年間総発電量が9,200億kWh/年でほぼ

変わらないと仮定するならば、その約50%にまで達してしまうことになる。この予測は、ルーターの消費電力がルーターに使用するLSIの低電圧化を織り込めない場合には、エネルギー的な破綻が来ることを意味している。もちろん、この48.7%というのはあくまでも最大限の仮定であり、従来のトレンドでのLSIの低消費電力化が進むならばこのようにはならないはずである。

我々は、身近な電子機器の低消

図表6 サーバー納入台数と消費電力量

	項目	平均電源容量 (W)	平成 12 年度 納入台数	稼働台数 (平成 12 年度現在)	年間稼働時間 (h/年)	年間消費電力 (MWh/年)	原油換算 (kl/年)
サーバ	メインフレーム (大型)	60,000	456	5,018	8,760	2,637,461	245,213
	メインフレーム (中小型)	7,500	1,034	8,491	8,760	557,859	51,866
	ミッドレンジコンピュータ (ハイエンド)	5,000	9,753	21,591	8,760	945,686	87,923
	ミッドレンジコンピュータ (ミドル)	1,000	25,154	139,823	8,760	1,224,849	113,878
	ミッドレンジコンピュータ (ローエンド)	400	123,660	383,542	8,760	1,343,931	124,949
	PC サーバ	300	326,496	649,326	8,760	1,706,429	158,652
	小計		486,553	174,923	0	8,416,215	782,480
ルータ	ハイエンド ATM 交換器	2,000	6,800	14,260	4,380	124,918	11,614
	ハイエンドルータ	1,200		225,000	4,380	1,182,600	109,950
	ミッドレンジルータ	200		2,625,000	4,380	2,299,500	213,791
	ローエンドルータ	30		15,000	4,380	1,971	183
	小計			2,879,260	0	3,608,989	335,538
合計			486,553	3,054,183		12,025,203	1,118,019

サーバ消費電力：84 億 kWh/年、ルータ消費電力：36 億 kWh/年

参考文献⁴⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表7 ルータの電力消費量予測

	2001年	2004年	2010年	2015年	2020年
トラフィック増加率 (40%)	1	2.7	21	111	597
予測トラフィック (Tbps)	0.12	0.324	2.4	13	71
ルータ消費電力 (億 kWh/年)	7.5	20	158	833	4478
国内総発電量比率 (%) (9,200 億 kWh/年と仮定)	0.08	0.22	1.7	9.0	48.7
LSI 駆動電圧 (V)	5.0	3.3	2.5	1.0	0.8
電子機器省消費電力化率	1.0	0.44	0.25	0.04	0.03
LSI 低電圧化によるルータ消費電力 (億 kWh/年)	7.5	8.8	40	33	134
国内総発電量比率 (%) (9,200 億 kWh/年と仮定)	0.08	0.1	0.4	0.4	1.5

参考文献⁴⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

費電力化が進んできた経緯から、LSI の低消費電力化を楽観視しがちである。しかし、従来低消費電力化を達成するために重要な要素であった LSI のスケールング、すなわちトランジスタサイズの縮小と、低負荷時の回路ブロック遮断の技術による低消費電力効果は、これから市場投入されるルータにはあまり期待できない可能性がある。スケールングに関しては、配線幅 90nm 以降の微細 MOS トランジスタでは、スケールングによる効果をゲートからのリーク電

流が打ち消してしまうこと、また、プロセスバラツキの問題からトランジスタの閾値電圧を容易に下げられないことが問題となる。これらに関しては、デバイスの基本構造にまで遡った研究開発を始める必要がある。一方、比較的日本メーカーが得意としてきた低負荷時の回路ブロック遮断の技術は、高水準の動作が続くルータの場合には能力を発揮できない可能性がある。通信インフラの中核を成すルータの用途での低消費電力化は難しいことを十分認識する必要

があり、デバイス、機器、ネットワークアーキテクチャー等、多面的かつ体系的な視点からの検討が必要である。

ハード的な面で日本には、世界をリードする材料技術やデバイス技術、低消費電力回路技術がある。また電子技術を代替する光デバイス技術も世界のトップレベルにある。これらの技術を「情報通信とエネルギー」の視点から整理し、強化することは今後重要である。特に光技術は、小容量では光-電子変換の損失が大きく効率が悪いが、大容量では利得が損失を上回り、容量が増大するほど効率が高まるという利点がある。米国では IBM を中心に次世代のスーパーコンピュータのバックプレーンの光化が検討されている。一方、日本では文部科学省が主導する次世代スーパーコンピュータにおけるノード間接続等の光化の他、(株)日立製作所がルータのバックプレーンを光化する検討を開始している⁵⁾。現在総務省および独立行政法人情報通信研究機構、経済産業省および独立行政法人産業技術総合研究所でも電子ルータ

ーのバックプレーンの光化が検討されている。

このように情報通信とエネルギーに関わる課題はデバイス等の基礎研究を担う文部科学省から応用を担う総務省、経済産業省の各領域に横断的に関わる課題であり、システムテックに解決する必要がある。分野横断的に行うか、分

担を明確化して行うか議論はあるが、デバイスから通信機器、ネットワーク、発電に到るまでのグラウンドデザインが必要であろう。

NTTグループの買電量が既に90年当時の2倍に膨らんできている現状や、通信に使われている次世代コアルーターの消費電力がメガワットクラスになりつつあると

いう現在、現状の正確な把握とその対策の議論が急がれる。去る3月30日には独立行政法人産業技術総合研究所主催で「情報とエネルギーシンポジウム」が開催されたが、通信事業者、通信機器メーカー、大学関係者、政策担当者らも多数出席して活発な議論が行われ、関心は急速に高まっている。

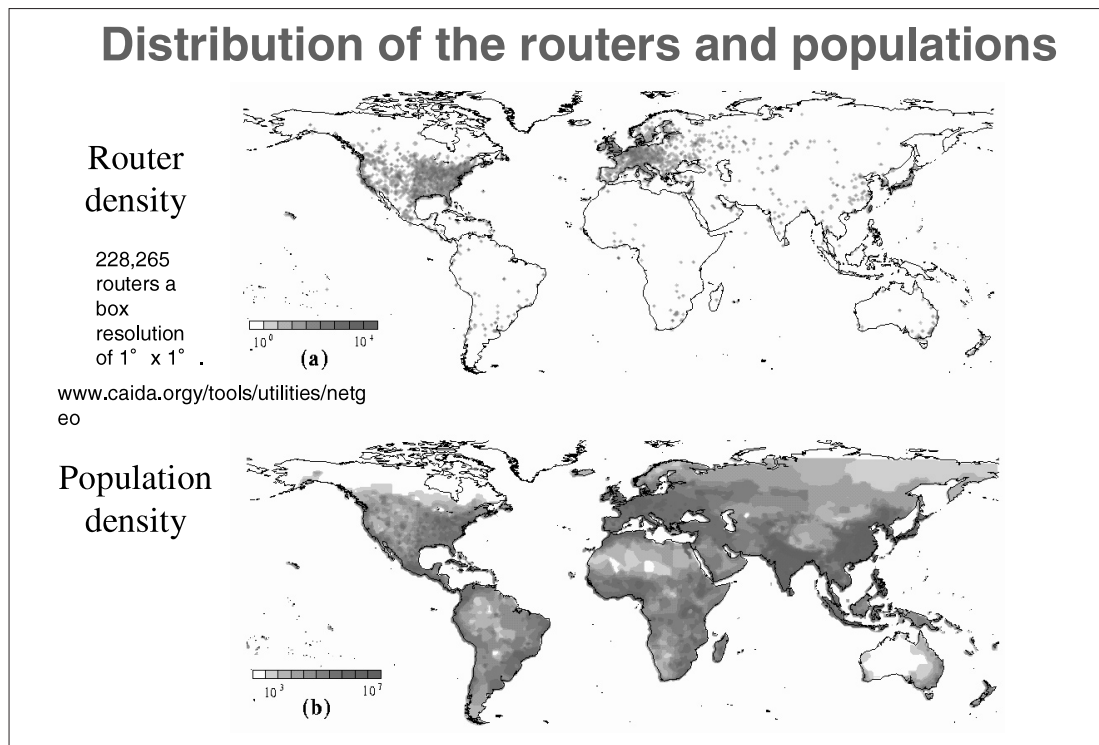
5 世界の情報通信インフラ拡大にともなうエネルギー消費増大の懸念 ●●●

S. H. Yook らのデータ⁴⁾によれば、現在先進国に偏在しているルーターの設置が人口分布と同様に進んだ場合、世界的にもエネルギー危機が生じる(図表8)。特に、中国、インドのように、経済成長が著しく人口の多い地域では、電話、インターネット、テレビ(動画配信)のインフラがセットになって整備されて行くケースが多いため、通信量が一気に増大していく可能性が高い。仮に伸び率は飽和しても、情報通信の総量拡大が著しいことは大いに懸念される。

さらに設置数だけの問題だけではなく、基幹網に配置されるハイエンドルーターの高速化と大型化の問題もある。現在、米シスコシステム社の最上位機種ルーターの消費電力は2MWhにも達している。我が国の最速スーパーコンピュータである地球シミュレーターの消費電力が6~8MWhであるから、これらの最上位機種ルーターの消費電力は、これまでの我々が抱えてきたルーターのイメージを大きく覆すものがある。地球シミュレーターなど現在の世界

のスーパーコンピュータのほとんどは、体育館のような設置スペースに数十台~数百台の筐体が並べられ、さらに筐体から発生する熱を冷却するために計算機本体の消費電力と同等程度の空調電力を必要としている。スーパーコンピュータは一国に何台もあるわけでは無いが、現在の通信ネットワークのアーキテクチャからすると、必ず相当数の最上位機種ルーターが、全世界で必要とされるようになる。

図表8 全世界のルーター設置分布と人口分布



参考文献⁴⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

6 情報通信のもつ社会科学的側面の研究課題

前節までは、情報通信量増大の現状とハードウェアの研究開発の視点から問題点を把握してきたが、「情報通信」では社会科学的な側面の把握も非常に重要である。

図表4あるいは7では、現在の通信トラフィックの外挿から年率40%もの非常な勢いで通信量が増大して行くと予想しているが、これに対し、「情報インフラが十分に整備された地域の通信量は、本当に現在の勢いで伸び続けるのか？」という問いがある。人間の情報処理能力は、五感というインターフェースを介しての情報交換である限り、限界がある。

しかし一方で、人間には、処理しきれなくても本質的により多くの情報を求める「情報に対する欲求」がある。携帯電話普及以前の1990年頃に、「携帯電話ができたらあなたは使いますか？」というアンケートを行ったところ、「必要が無い」と答える者がほとんどであり、メールや写真が送れるようになっても「使わない」という人がほとんどであった。ところが現在では、子供から老人まで国民の過半数がそれらを使いこなし、音楽配信や動画配信等もあたりまえのように使われるようになっていく。コミュニケーションの取り

方も、メールというPCや携帯電話を介した形態が普通になってきた。すぐ隣に座っているのにPCや携帯電話でコミュニケーションを取っているという光景も、若い世代を中心にもはや珍しいものではなくなっている。純粋に資源制約的な観点からすると、このような行動、つまり、隣人への通信であっても、巨大な通信インフラを通り、数十キロから場合によっては数万キロも回ってデータが伝達されている状況というのは抑制されるべきなのであろう。しかし、コミュニケーションの意義という観点から考えると、単に情報を伝達するだけではない要素が絡んでくる。

持続的発展の議論においては、例えば石油資源の節約のように「抑制」を伴う議論がメインとなりがちであるが、情報通信の場合には、どのような考え方に立って議論を始めるべきかを考えることが議論のひとつになる。一般的には、可処分所得の限界とエネルギー消費増大によるコスト増から、人々の情報取得量は自然と制限されるだろうという見方がある。しかし、通信に関わる費用は「欲求」の飽和が単純な構造ではなく抑制が困難な可能性もある。

例えば、総務庁統計局「家計調査」を見ると、1995年以降、1世帯あたりの消費支出が減少しつつある中で(1995年：329,062円→2005年：266,508円)、交通・通信費の割合は拡大しつつある(1995年：10.0%→2005年：13.0%)。年間収入を5段階に分けた「五分位階級別1世帯あたり1ヶ月間の収入と支出」においても、交通・通信費の割合は年収の額に依存せず10.8%～14.0%を占める。これは、家計における「財」の性格としても、正常財(所得の上昇に伴い、需要の割合が増加する財：被服、教育、娯楽等)や劣等財(所得の上昇に伴い需要の割合が減少する財：食料など)とは異なった性格を持つ。例えば、携帯電話に対する消費支出は、他の支出を切り詰めても優先する傾向にあり、他の消費財と比較して異質な傾向にある。

「情報に対する欲求」は認知限界を超えていても追い求める傾向にあることから、情報処理や通信量の増大について、認知科学的な側面からも議論する必要があると考えられる。工学と社会科学の境界領域での、今後の大きな課題である。

7 まとめ

情報通信技術に関わるエネルギー問題は、定量的な議論が世界的に始まりつつある。米国ではDOE(米国エネルギー省)やIEEE(米国に本部のある電気電子学会)、民間企業ではIBM社やインテル社などが問題意識を持って取り組んでいる。日本でも、総務省やNTTグループで問題意

識を持って取り組みは始めているが、まだ緒についたばかりというのが現状である。e-Japan重点計画による情報インフラの整備の推進で、ADSLをはじめFTTH(光ファイバ)等ブロードバンド回線の普及が急速に進展し、また音楽配信や映像配信等コンテンツビジネスの急速な拡大で、ムーアの法

則をも超える年率40%もの勢いでデータトラフィック(情報流通)が急増し、それに伴うエネルギー消費量も急速に増大している。NTTグループの買電量は、すでに1990年当時の2倍近くに達しており、わが国の総発電量の1%を占めるまでになっているが、このことは一般にはあまり認識され

ていない。

一般に、家庭やオフィスで直接接する情報・通信機器は低消費電力化が進んでいるために、我々は楽観的な見通しを持ちがちだが、情報通信インフラに関わるエネルギー消費の削減は同じようには進まない可能性がある。常時動作状態にあり、また負荷水準も高い状態を保持し続ける通信インフラ用の機器は、低消費電力化が従来のトレンドに従った削減を達成できなくなる領域に入っており、これらに関しては、デバイスの基本構造にまで遡った研究開発をはじめるとともに、デバイス・機器・ネットワークアーキテクチャー等の多面的かつシステムの視点からの検討が必要である。

一方、情報通信の社会科学的

な側面についても議論が必要である。情報や通信の根源となるコミュニケーションの本質に遡って、情報への欲求と通信量の増大について、例えば認知科学的な側面からも議論することや、消費の概念をさらに詳細な経済学的な側面から検討することが必要であり、工学と社会科学の境界領域の今後の大きな課題である。

日本国内の問題としても、世界的な問題としても、まさにこの「情報通信のエネルギー問題」は、今後も持続的発展を遂げられるか否かの重要な課題となり得る。

参考文献

- 1) Mark P. Mills, "THE INTERNET BEGINS WITH COAL", GREENING EARTH SOCIETY
- 2) Kawamoto, et al, Best estimate of annual electricity used by U.S. office equipment in 1999, 1999
- 3) NTT グループ会社の電力エネルギー削減の取り組み、NTT 西日本: <http://www.ntt-west.co.jp/corporate/2010-e/>
- 4) 「情報とエネルギーシンポジウム」、産業技術総合研究所、2006年3月30日発表資料: http://www.aist.go.jp/aist_j/research/honkaku/symposium/info-ene/index.html
- 5) 竹内寛爾、「光インターコネクション技術動向—「京速計算機システム」への適用を目指して—」、科学技術動向、2006年1月号

執筆者



客員研究官

小笠原 敦

独立行政法人産業技術総合研究所
主任研究員

<http://www.aist.go.jp>



立命館大学理工学部電気電子工学科、大学院テクノロジーマネジメント科教授。東京大学大学院工学系研究科。専門は半導体デバイス、計算科学。近年はイノベーションマネジメント、テクノロジーマネジメントを認知科学的視点、行動経済学的視点から分析する研究を行っている。
経済産業省技術革新型企業創生プロジェクト（ルネッサンスプロジェクト）事務局、CTO ポリシーフォーラムリエゾン。