



## インターネットを支える化合物 半導体デバイス特集に寄せて

富士通カンタムデバイス(株)代表取締役社長

福田 益美

約百万年前、人類は火を制御する方法を覚え、暖房、照明や料理に使ってきた。物々交換の不便さを補うため、通貨を発明した。18世紀後半に、ワットは水蒸気の力を動力へ変換させる方法を考え、蒸気機関を発明した。20世紀に入ると、蒸気機関は発電を可能にし、いつでも、どこでも、安易に使えるエネルギーである電気を手に入れた。エレクトロニクスを利用した無線通信、コンピュータ、トランジスタ、光通信技術が生まれ、情報処理と通信の融合が始まった。ネットワークを通じてグローバルに通貨の決済を行う電子決済システムの概念も誕生した。人類は情報がエネルギーや通貨に匹敵するとも劣らないほど重要な存在であることに気づいた。いつでも、どこでも、誰とでも、安く情報交換する手段として、また通貨を決済する手段として、人類はごく最近、インターネット技術を手に入れた。

インターネットの歴史は、1969年9月、米国カリフォルニア大学のホストコンピュータ「シグマ7」が米国防省のARPAネット(Advanced Research Project Agency net)に接続されたことで始まったと言われている。冷戦以前の情報通信システムは、例えば電話局や放送局のように機能を一か所に集中させる考え方で開発されてきた。集中システムは心臓部がやられただけで全体が駄目になるため、米国は敵の核攻撃で指揮命令系統が麻痺するのを非常に恐れていた。これに対し、1964年、ランド社のバランは奇抜なアイデアを考え出した。システムもネットワークも分散させてしまえ。データも短いメッセージに細分化し、宛先のコンピュータの番号を書いた封筒に入れ、紙吹雪のようにネットワークにばらまいてしまえ。そうすれば核攻撃を受けても、データはどこかの回線を経由して自動的に相手に届く。もしデータが途中でなくなっても、コピーを再度送ればよい。パケット交換の概念は、1961年にMIT(Massachusetts Institute of Technology)で芽生えていたが、米国防省のARPAネットで実験され、成功したのは、バランの交換ネットワークの考え方である。

1983年からは、このシステムが一般に開放された。インターネットにはRFC(Request For Comments)と呼ばれるプロトコルの仕様書があり、無料で配布される。プロトコルの研究開発者だけでなく、誰でも手に入れることができるので、実際に使用してみ

て、必要なら改良を重ねて、新しいRFCの番号を付けることができる。これをまた無料で配布するという、ボランティア精神がインターネットの普及に大変貢献してきた。1972年にアラン・ケイが、その概念を考え出したといわれるパソコンは、今やいつでも、誰もが使える情報通信端末に進化している。端末のパソコンの台数が増えるだけでなく、扱う情報の内容も、文字から、静止画像へ、また動画へと情報量が何桁も増えている。近い将来、インターネットは、個人は言うに及ばず、世界的な規模で、政治・経済・文化・教育・産業などあらゆる方面に影響を与える必要不可欠なツールになると思われる。

評論家の立花隆は、彼の著書の中でインターネットの普及により、我々の生活空間が物理空間から情報空間へ大移動を始めると予想している。物理空間とは、距離とか移動時間などの4次元の物理的条件で制限されている空間であり、情報空間とはインターネットのように情報が、世界規模で瞬時に移動する、距離や時間に拘束されない空間と定義している。今、国家や国境という概念は、ほとんど物理空間から成っている。情報空間ではそれらの概念がどんどん薄れ、無意味になると指摘している。

今後、インターネットが喚起する通信需要の増大は想像を絶する。電話の回線需要は、増加率にして年数%程度だが、インターネットの回線需要は時間とともに、指数関数的に伸びている。1998年末、アメリカのインターネットの加入者数は電話のそれを追い越した。現時点での全世界の加入者数は、3億を超しているだろう。さらに、各加入者が要求する、文字から画像へ、静止画像から動画へという高速化(1 kbps 10 Mbps)も回線需要を爆発させる。

この回線需要の爆発に応えるためには、DWDM(Dense Wavelength Division Multiplex)など光多重通信幹線網を世界中にくまなく張り巡らせる以外にない。国際間のインフラは大容量光海底通信システムや通信衛星システムが受け持ち、幹線から分岐された支線は光アクセスや無線通信システムが支える。プロバイダと各家庭や個人の端末の間を支えるのは、従来の電話線やCATV(Cable Television)などの有線、携帯電話などに使われている無線である。

以下、インターネットを実現するため、重要となった技術を、開発された年代順に列記する。どれも、今から20-40年前の出来事だが、これらがインターネットの必須技術として、お互いに結び着くとは、当時誰も予想できなかったようである。

- |        |               |                 |
|--------|---------------|-----------------|
| ・1961年 | パケット交換システムの概念 | MIT(米国)         |
| ・1962年 | GaAs半導体レーザー発明 | IBM(米国)         |
| ・1966年 | Ge APDの開発     | ベル研究所(米国)       |
| ・1966年 | GaAs FETの発明   | カリフォルニア工科大学(米国) |

- ・1966年 石英ファイバにレーザ信号を通す実験      スタンダード・テレコム・ラボ  
(英国)
- ・1969年 ARPAネット接続実験      米国防省とカリフォルニア大学  
(米国)
- ・1970年 常温発振レーザの開発      ベル研究所(米国)
- ・1970年 低損失石英ファイバの開発      コーニング社(米国)
- ・1972年 パソコンの概念      ゼロックス社(米国)
- ・1973年 高出力GaAs FETの開発      富士通(日本)
- ・1976年 GaAsデジタルICの開発      HP(米国)
- ・1979年 HEMTの発明      富士通(日本)

我々のミッションは、富士通が最高性能の通信・情報システムを開発するために必要な化合物半導体デバイスを、世界に先駆けて開発・製品化することであった。富士通は、無線通信用基本デバイスとも言える、送信段に使用される高出力GaAs FET( Field Effect Transistor ), 受信段に使用されるHEMT( High Electron Mobility Transistor )のほか、種々の光通信用基本デバイスも開発、製品化してきた。受光素子として、低雑音Ge APD( Avalanche Photo Diode )を1978年に開発、1980年に製品化した。現在世界中の2.5 G/10 Gbpsシステムに使用されている富士通のInGaAs APDは1983年に開発、1985年に製品化したものである。長波長帯半導体レーザは1982年に製品化した。GaAsデジタルIC( Integrated Circuit )は1977年に開発、1981年に製品化したが、今では光通信の超高速信号処理に必要不可欠な存在になっている。

富士通研究所で生まれ、富士通株式会社のシステムによって育まれてきた、化合物半導体デバイスも、世界に広く知られるようになった。その結果、外販比率も次第に上昇し、70%を超えるようになった。1997年10月、富士通の化合物半導体事業は、専門分野への特化によるお客様のサービス体制の充実、事業展開のスピードアップ、経営の効率化を図るため、富士通カンタムデバイス株式会社に統合された。

#### 参考文献

村上健一郎：インターネット．岩波科学ライブラリ17，岩波書店，1994．

立花隆：インターネット探検．講談社，1996．