

会長就任あいさつ

電子情報通信における 元気の出る芽

伊賀 健一

伊賀健一 正員：フェロー 日本学術振興会

Message from the President : Bud not Bad in Electronics, Information, and Communication. By Kenichi IGA, Fellow (Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo, 102-8471 Japan).

1. まえがき——What's bad?——

我が電子情報通信学会が取り扱う電子、情報、通信の分野は三十兆円を超える売上げを持つ基幹産業として我が国産業の一翼を担い、21世紀の世界発展にとって必要欠くべからざるものでありながら、制御の効かない市場経済のバブルによって大きな痛手を被り、かつてないほど困難な状況下にある。これまで年率2倍の成長を続けた光ファイバ通信にしても、今市場は凍ったままだ。一方、世界的な中国への技術を伴うマネー投資と工場シフトによって、国内の生産拠点は衰退に向かう。この二つのことは、将来どうしても避けられないことであり、10年くらいかけて徐々に進行すべきだった。しかし、この2年くらいで急激に顕在化したから、企業は対応に

困惑する。企業会計の仕組みの変化と、銀行の業績悪化がそれに輪をかけた。技術開発、企業戦略などを超えた大きな波に飲まれた我々はなすすべなく翻ろうされている。

それに、イラクにおける戦争とSARS（重症急性呼吸器症候群）の発生が貿易と観光の行く手をはばむ。大学も、少子化による学生数減少、国立大学の独立法人化、評価の導入など緊張感を強いられている。これらの暗雲のもとでは、次世代に輝く目を持つことを期待する側の責任の方がもっと大きそうだ。

悪い状況とその潜在的要因を分析することは大事である。そのことに気づき、早々と手を打った企業や大学が、多くをしり目に好成績を挙げていることを見ることはできる。しかし、事態はいつ何時変わるか分からない。学会としても、周到なる対策を講じて、関係する企業、大学、研究機関の会員へ適切な情報を提供する責務が生じているのではないか？また、日本としての知的財産防衛と利益確保も急務となってきた。米国の政策はもちろん、中国がいち早く特許保護（Propatent）に向かったのも厳しい条件である。学会におけるこの役目も増す。

余り悪いことばかり考えても先が暗いので、前置きは今のくらいにして、我が学会が扱う三つの分野すなわち電子、情報、通信において、元気の出る話を考えてみたい。そこで、自分でも半ば素人としての疑問を投げかけると同時に、筆者の知己を頼って情報を提供してもらった。系統的にまとめるには時間の制約があり、提供頂いたものすべてを含むこともできなかったかもしれない。

2. エレクトロニクスにおける芽 ——Bud in Electronics——

まず、半導体分野について見てみよう。超LSIはますます高密度化、高速化を進め、パーソナルコンピュータレベルでもクロック周波数がギガヘルツの領域に入っ



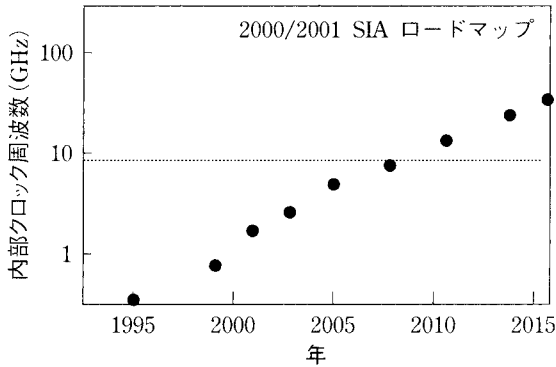


図1 パーソナルコンピュータのクロック周波数 (小林功郎氏による)

た。図1のように、小林功郎氏の調査した予想では2010年には10GHz超に至り、光技術の援用が不可欠になりそうだ。メモリ容量と種類も大容量、多様化してテラバイトが既に視野に入った。光通信分野の産業は今壊滅的であることは「1. まえがき」でも述べた。成長著しい産業分野が短時間にして壊滅することは歴史上なかったことである。一方、照明、表示という大市場をにらむ可視半導体光源の分野は元気が良い。以下Q&A風につづってみた。

Q LSIの高速化、高密度化はどうなる？

A 大見忠弘氏が進めるULSI製造法の革命は、日本の半導体を救う技術として注目される。シリコンLSIも超高速の時代に向かう。ガリウム砒素やインジウムりんなど化合物半導体による高速エレクトロニクスの分野に迫る。10～12インチの大型サファイア基板上的高速Si-LSIやSiGe系による高速化が通信用途などに入り込むだろう。

Q 夢のトランジスタはできるか？

A トランジスタはもちろん、イメージ撮像センサに

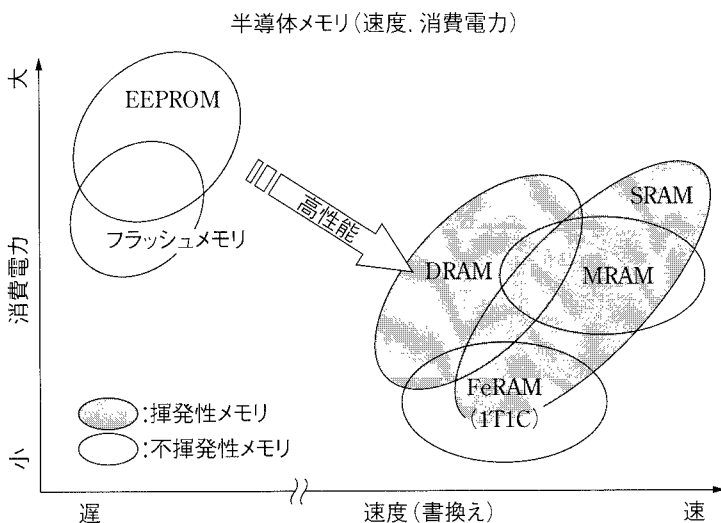
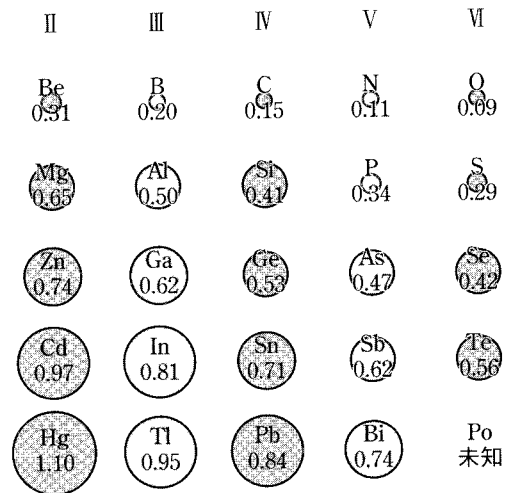


図2 不揮発性メモリの特性 (石原 宏氏による)

元素の周期表から



Note : Numerals are ionic radii (Å).

図3 半導体と元素 (円の大きさはイオンの大きさを表す)

もCMOSが拡大している。古屋一仁氏によると、「電荷蓄積と放電の原理によるCMOSトランジスタの消費電力削減には限界があるので、別の原理によるトランジスタができないのか」という。

Q メモリの将来は？

A 石原 宏氏のコメントでは、図2を参照して「ダイナミックランダムアクセスメモリ(DRAM)は生き残った企業の寡占になってしまった。期待が持てるのは不揮発性DRAMで、この実用化によってコンピュータの様相がすっかり変わるかもしれない。強誘電体によるFeRAMは無線タグへの応用から、SoC(System on Chip)などの高度利用が進みそうだ。磁気抵抗効果を利用するMRAMも、宮崎照宣氏らの発見したトンネル磁気抵抗効果を用いるデバイスの大規模化が検討されつつある」とのこと。

Q 量子デバイスは使えるか？

A ナノテクノロジーに大きな研究開発予算が投じられたので、その進歩によるナノトランジスタができるかどうか。小田俊理氏によると、「単電子トランジスタ、トンネル効果やバリスティック伝導の適用、量子波干渉効果による新しい量子効果電子デバイスもおもしろい」という。

Q 材料面ではどうか？

A 図3に示すようなIII-V属元素のほとんどが利用できる日も近いだろう。ほう素(B), 窒素(N)などの軽い元素, タリウム(Tl), ビスマス(Bi)などの重い元素が使われようとしている。特に高温, 対環境性から、ガリウム砒素(GaN)系の電子デバイスの発展が見ものだ。

Q 有機電子デバイスは？

表1 ナノテクノロジーの分野——技術分野—— (信学誌, vol.85, no.11 pp.784-787, Nov.2002)

1000	ナノ基礎科学	2100	ナノメモリ
1010	ナノ物理(ナノ量子物理, ナノ量子伝導及び移動)	2110	ナノ磁気メモリ
1020	ナノ化学(ナノ反応, ナノバイオ現象)	2120	近接場ナノメモリ
1030	ナノ材料物理(ナノ結晶, ナノ超高速現象)	2130	三次元, 多波長ナノメモリ
1040	ナノ光学(近接場光学, 超分解能, フォトニック結晶)	2200	ナノフォトニクス
1050	ナノ力学(ナノ力学, ナノ音響学, ナノ破壊, ナノアコースティックエミッション)	2210	ナノレーザ, VCSEL
1060	ナノ生物学	2220	フォトニック結晶デバイス
1100	ナノ構造材料	2230	単一光子レーザ
1110	ナノ半導体(量子ドット・ワイヤ, 超格子)	2240	単一原子または分子レーザ/原子波レーザ
1120	ナノ超伝導	2250	ナノフォトニックデバイス及び回路
1130	ナノボール, チューブ	2260	ナノ集積及びモジュール
1140	ナノ磁流	2270	ナノ光伝送及びインタコネクト
1150	ナノ微粒子及び流体	2300	ナノコンピュータ
1160	ナノ誘電体及び強磁性体	2310	角砂糖コンピュータ
1170	ナノ有機体	2320	微粒子チップ
1180	ナノ複合材料	2330	ナノオートメーション
1200	ナノ工作及び編成	2330	ナノワイヤ
1210	ナノリソグラフィ(EB, X-ray, UV)	2340	ナノ量子コンピューティング
1220	放射光利用ナノ技術	2400	ナノマシン
1230	ナノ自動編成	2410	NEMS (Nano Electro-Mechanical System)
1240	ナノ構造工作及び編成	2420	ナノロボット
1250	ナノエッチング	2430	生物集積
1260	ナノ表面及び表面制御	2440	ナノシステム
1270	ナノ集積	2450	ナノ運動制御
1300	ナノマシニング	2460	ナノ操作
1310	ナノ切削	2500	ナノセンシングシステム
1320	ナノ研磨	2510	ナノ変動測定
1330	ナノビーム加工	2520	ナノプロファイラ
1340	ナノ放電加工	2530	ナノセンサ
1400	ナノ測定及び評価	2540	ナノアドレッシング
1410	極限観測	2600	ナノ情報技術
1420	ナノ測定	2610	ナノ暗号
1430	ナノフィールド顕微鏡	2620	ナノランダム理論
1440	ナノイメージング	2630	ナノ統計
1500	ナノ操作	2640	ナノあいまい理論
1510	原子及び分子操作	2650	ナノシミュレーション
1520	光学ピンセット	2660	ナノバーチャルリアリティ
1530	ナノ化学プロセス	2700	ナノバイオ及びメディカルシステム
2000	ナノデバイス	2710	バイオテックマシン
2010	ナノトランジスタ	2720	生体模擬集積
2020	ナノコンピューティングデバイス	2730	ナノバイオセンサ
2030	ナノスケール機能デバイス	2740	ナノメディカルツール
2040	ナノ集積	3000	ナノ新領域
2050	単一電子ナノデバイス	3010	ナノ新現象
2060	ナノ磁気デバイス	3020	ナノ新技術
2070	分子デバイス	3030	その他

A 有機材料の可能性は非常に大きい。表示素子を中心としながらも、電子デバイスへの応用も盛んだ。柔軟性基板上の回路は表示デバイスと関係している。電子用紙などはコンピュータの試し印刷などこれから普及するだろう。バイオとエレクトロニクスへの融合もセンサを中心に広がるだろう。

Q ナノテクノロジーは救世主か？

A 表1に示すナノテクノロジーの分野は広範だ。投資に見合った産業が生まれるかどうかはわからないが、センサ、新材料など、明るい材料も多くある。

Q 光の新時代とは？

A 図4に示すような光の分野も一皮むけてくるだろう。機能の高度化、応用の拡大が続く。デバイスの分野では、量子効果がいよいよデバイスに導入されてきた。光通信や光ディスクの使われる半導体レーザには量子井戸が常識的になり、部分的には量子ドットなど低次元の電子閉込め効果が利用され始めた。

Q 面発光レーザの発展はどうか？

A 基幹通信網は波長多重方式の急激な発展で、通信容量の供給が一時的に需要を大幅に上回った。しばらくはこの状態が続くので、これから発展する主な通信形態は高速ネットワーク、アクセス系だろう。そのとき、温

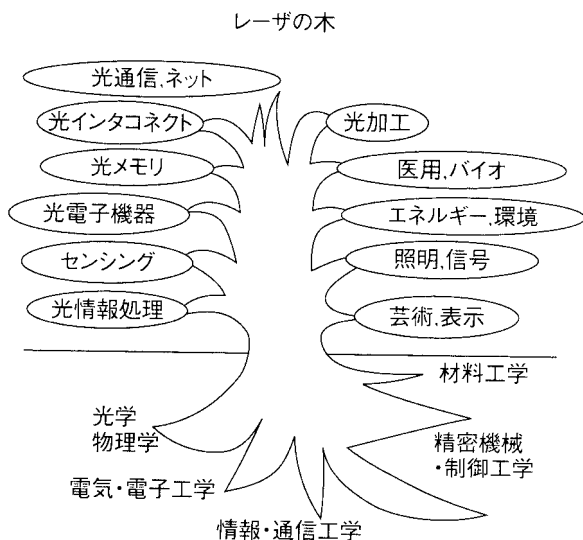


図4 レーザの木 (光エレクトロニクスの分野)

度特性に優れ、消費電力の小さい面発光レーザーが活躍する。既に、ギガビットイーサネットやファイバチャネルには大量に使われている。これから当面は短距離の10ギガイーサネット、並列データ転送に拡大するだろう。Electronicast社の予測では、2010年には世界マーケットで面発光レーザー使用のトランシーバのマーケットが12B\$に達する見込みだ。距離を数キロメートルまで伸ばすには、GaAs系の850nm波長帯では無理で、やはり1,300nm帯が欲しいところ。図5に示すように、GaInNAs系がGaAs基板上に形成できることから期待されている。既に、製品化まで進んでいる部分もある。

Q PhDがPhCに？

A フォトニックデバイス (PhD) が一部フォトニック結晶 (PhC) になりつつある。つまり、三次元的な周期構造を利用した光デバイスで、半導体レーザーや光回路に検討されている。

Q 光の分野で話題の多い青色発光素子では？

A 日本がこの分野では最先端だが、台湾、韓国がGaAs系の開発投資からGaN系へ大転換した。青色半導体レーザーもターゲットにしている。

Q ストレージやメモリの分野はどうなるか？

A 大容量ストレージは通信、情報の両世界では永遠の課題で、日本の得意とするところだ。テラバイトに迫る容量のみならず、アクセス速度が鍵となる。

Q ディスプレイはどうなる？

A ディスプレイは激しい競争の下に新時代を迎えるだろう。大画面、高精細、可とう性、高品質化などやることは多い。上羽貞行、中村健太郎氏らによると、超音波無接触搬送法など大面積部品の製造工程に変革があるかもしれない。部品の製造工程に変革が必要だ。

Q 電気エネルギーはどうなる？

A もちろん、電力エネルギー全般は大きな問題だ。一方、パソコン用の電池にしても、燃料電池か化学電池か、など技術の革新が迫る。電池は電気製品の命である。

Q 明かりはどうなる？

A 21世紀は半導体照明の幕開きである。エジソンが発明した日本の竹による炭素 (C) を使う白熱電灯、水銀の253.7nmの紫外線を蛍光励起源に使う蛍光灯から、GaN系の半導体へと照明の主役が変化しつつある。調光可能で効率の良い半導体照明の時代が遠からず来るだ

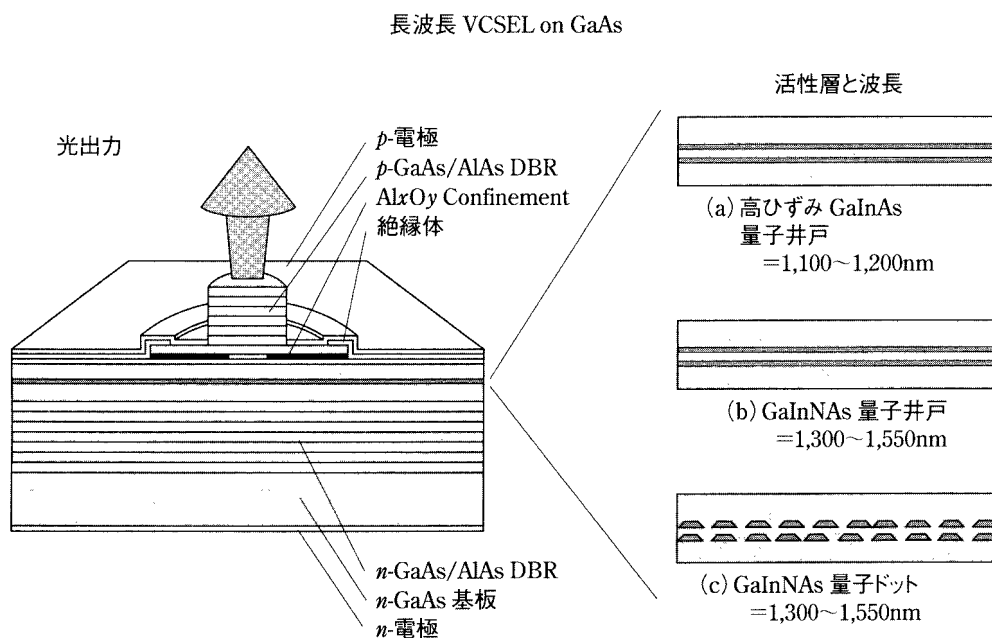


図5 GaAs基板上に形成できる長波長面発光レーザー (宮本智之氏による)

ろう。これら3種類のランプで期待される効率の向上は、5%→20%→40%くらいであろうか。半導体レーザーにすると、50%を超えるかもしれない。量産という面では、米国のエネルギー政策による照明プロジェクト、台湾、韓国の企業群などが迫る。可視半導体光源生産で遅れをとるな、ということだろう。

Q 統合イメージ機器の行方

A コピー、プリンタ、ファクシミリ、スキャナ、カメラ、プロジェクタなど、画像を取り込んだり、形成したりする統合イメージ機器はこれからもオフィス、家庭用に広がるだろう。特に、家庭用の機器は静粛さが必要とされる。現在のオフィス用途では、ノイズレベルが高すぎる。

3. 情報における芽

—Bud in Information—

Q コンピュータの進歩はどこまで?

A 例えばパーソナルコンピュータを見ても、どのコンピュータもみんな同じようだというのは能がない。過剰性能ソフトのために全世界の人の時間が無駄に使われているのではないか。自動車のように、ハードは違うがどの車もみんながマニュアルなしに簡単に運転できるようにならないといけない。日本発にも TRON のような優れた OS があるのだから、それに見合った見事なソフトやハードができないものか。

Q 懐翻訳機のようなものではないか?

A 翻訳ソフトの進歩は著しい。自然言語処理の発展と小型ハードによって将来は可能になるだろう。

Q イメージ機器はどうか?

A デジカメは日本の独断場で、当分伸びるだろう。大型の機種でない限り連写が難しいなど、改良の余地は大きい。ストロボ撮影の質も今一つだ。それに、処理したり、送信したりするのに時間がかかりすぎる。

Q 知識とその活用は?

A データマイニングという言葉をよく聞く。直訳では“データ採掘”か。古井貞熙氏によると、「今まではばらばらにあったデータを統合して大規模データシステムにし、更に使いやすくする技術ができなければいけない。それとともに、音声を機械が認識することから更に理解まで進むだろう」という。

Q 情報の将来は?

A 人間が主役にならねば。高度感覚システム (High Sense System) ともいうべき人の高度な感覚にマッチしたシステムが一つの解だろう。音声、音楽、イメージの分野で世界をリードしなくては。

Q コンテンツは文化がないとできないのでは?

A (中嶋正之情報・システムソサイエティ次期会長)



「コンテンツは、まだまだ望みが大いにある分野である。エンジニアはこのままでいいかとの議論も起る。エンジニア自身が売れる製品のコンセプトを自ら考えよと試してみても所詮、使う脳の場所が違い、かつ日ごろの訓練がなされていないのでグットアイデアが浮かびにくい。しかし、研究室に閉じ込もってばかりではますます世の中の流れに乗り遅れる。このような時代にはエンジニアも社会勉強が必須となる。休暇には若者の街渋谷や新宿にでも繰り出し、今何が受けているか自分の肌で感じるのもよし、インターネットを駆使してネットサーフィンに明け暮れるのもよし、現代の流行を肌で感じ、次の世代のエンジニアの目指す方向を模索してほしい。」

それと、日本人の持つ感性、精緻などを生かしたシステムやコンテンツが世界に向けて発進中だ。筆者は、感覚システムと呼んでいる。音楽、美術、映画、味覚、など分野は広い。本学会も、ソサイエティ制の柔軟な改廃がないと、いつまでも電子、情報、通信の区分けでは古くなっていくだろう。

Q コンテンツが盗用、悪用、流用されてはいないか?

A コンテンツを守れ、でないと文化が死ぬ。時に技術は文化を創り、同時に瞬時のうちに破壊もする。例えば、アナログの LP レコードは一つの文化を形成し、再生の限界をも感じさせて人々をコンサートホールへ導いた。デジタル CD は 1984 年ごろからあつという間に LP レコードを駆逐した。その音質は平均的な愛好者にはほぼ満足のいく水準を提供した。一家に 1 台のレコードプレーヤから、個人、車載など膨大な数の試聴機会が増える一方、コンサート離れを起した。それに加えて、圧縮技術とインターネットの発達により半ば公然とコピーや無料配布が流布し、コンテンツの著作権が著しく侵害されたばかりでなく、芸術家や制作者の存在すら脅かす。電子情報通信の分野は正に両刃の刀であることを

Lightwave System, Key Issues?

- (1) Global Robe
- (2) Trunk Backbone Network
 - WDM?
 - Waveguide and fiber components?
 - Microoptics DMX?
 - Optical Amplifier: EDFA(S, C, L Band), Raman Amplifier?
 - Multi-wavelength light source?
 - TDM?
 - 40G, 80G, 160G or higher?
 - SiGe-LSI? From Mobile Technology
- (3) LAN? : WAN, MAN, LAN, VSR(Very Short Reach)
- (4) Access network? Wireless? Optical Wireless?
- (5) Sellular/Mobile Networking? 1300nm/1500nm Tranceiver?
- (6) Interconnect/Data Transfer

図6 光通信の範囲

認識し、不正をくい止めなければいけない。

Q ロボットはハードウェア、制御能力など総合技術になりつつあるが、人間との関係は？

A ハードは格段に進んで、歩行、受け身、立ち上がり、などできるようになった。小池康晴氏によると、「人間の体が持っている節電や脳の信号により、直接ロボットが制御できるのではないか」という。

4. 通信における芽

—Bud in Communication—

Q 通信の発展形態はどうなる？

A ネットワーク、基幹、ネットワークの連鎖環が続く。植之原裕行氏によると、「ブロードバンドがネットワーク需要をけん引」という面がしばらくあるだろう。

Q 有線と無線はどちらが勝つか？

A 通信の歴史を見ると、有線と無線は競争を繰り返してきた。レール線による電信が無線電信になり、同軸のケーブルによる海底ケーブル、マイクロ波の中継、光ファイバケーブル、携帯電話、無線LAN、光ネットワークなどである。これからは、競争のみならず協調と競合の時代に入った。荒木純道氏によると、マルコーニ式パルス通信が突然見直されたり、高速無線通信も新しい発展が期待できるという。

Q 電話とインターネットの関係はどうなる？

A 長谷川晃氏の意見はこうだ。「電話についてみると、日本は従量制を続けた。アメリカは固定制を採用し、課金部分を削減した。インターネットが拡大し、その利用量は電話をしのぐ。ところがアメリカの電話は固定制なので、時間がかかっても電話を利用したインターネットの利用者が減らない。ブロードバンドへの熱意が低い。日本では、画像などをどんどん送るので、電話だと高くつく。そこで高速化とブロードバンドへの要求が旺盛だ。

日本はチャンスだ。」また、韓国は通貨ウォンのクラッシュ時にいち早く ADSL を導入したブロードバンド先進国だが、引きすぎたために光ファイバへの転換が難しい。技術と需要の波はなかなか思うようにはいかないようだ。これからは IP 電話に少なからずなるだろう。一般には、インターネットによる実時間の音声伝送に問題がなくはないので、光ファイバの高速ネットワークが効果を発揮するようになる。

Q 光通信はどうなる？

A 光通信の範囲を図6に示す。160Gbit/sの時間領域多重伝送が現実のものとなってきた。エレクトロニクスがどこまで対応していくかがこれからの課題だ。

Q 通信産業はどうなる？

A 酒井善則氏によると、「通信は量から質の時代」という。その質とは、安全性、移動性、サービスの質補償、コンテンツの管理、アクセス能力だ。

Q ユビキタスとは？

A Ubiquitous のことで、「どこでもだれでも」という意味か。コンピュータや端末の利用様相に使う。「同時点在」が一番近い日本語だが、「弁当」や「ケータイ」も一理あっておもしろい言い方だ。ケータイは世界語になってみんな画像を送るようになり、「写す、送る、見る」の世界をリードするかもしれない。

そうなれば、どこでもだれでも 100Mbit/s という時代になる。筆者は 1Gbit/s ではないかと言っているのだが、いずれにしても、このためにはデバイスや通信の水準と規模がけた外れに向上しないといけない。

Q IP とは？

A 二つの IP がある。Internet Protocol と Intellectual Property だ。前者はインターネットの仕組みで、IPv6 と呼ばれる第 6 バージョンの IP が広がるだろう。ネットワーク接続用のソフトウェア開発も進んでいる。そうになると、「猫にも個番」、みんなに IP 時代が来る。Intellectual Property は知的財産で、特許や著作権である。米国の政策はもちろん、中国が特許保護 (Propatent) になってきているのは不気味だ。学会の役割として、公正な知識の整備、標準化の先導など重要だ。

Q 放送と通信はどうなる？

A 地上波デジタルテレビの完成で一段落か。しかし、無線の広範な利用の波が押し寄せれば、放送は光ファイバで、という考えが再び持ち上がる。

Q 通信と電子社会システムの安全性はどうなる？

A インターネットに安全性の対策はなされてきたが、それでも悪性のウイルスとのイタチごっこが続く。均質化社会はいつか報復を受ける。無線が多用されるよ

うになると盗聴の問題が遅からず発生する。暗号と認証の技術は、量子情報処理、光技術、生物認証技術などを導入してこれからも進む。最近の田中昭二氏の論によると、量子計算が実現すればいかなる暗号もすぐ解読されるかもしれない。

5. おわりに——Summary——

まとめることは難しいが、幾つかの提言を含む個人的意見を述べて、終わりにしたい。制御の効かない市場経済、戦争、病疫の拡散など、グローバル化する経済、産業にとって、行き過ぎを冷やし、フェアな競争を促す Normalization Theory が必要ではないだろうか？人間が幸福感を持って生きることができる、これが究極の目標であろう。このための必要条件として五つがある。すなわち、食料、エネルギー、健康、安全、それに知である電子情報通信はそれらの基盤技術であるといえよう。特に、知は人間の本性であり、文化の創造と伝承、精神の健康、など、物質的条件に勝るとも劣らない重要事項となってきた。

一つのアイデアとして、2時間ほど標準時を早める。日本の標準時は遅すぎる。夏期では朝4時半に夜が明け、冬季は夕方5時にはもう暗くなる。夏時間の採用は一つの方法であるが、アメリカや欧州と比べて人と物の流通が激しい日本では経済的消費が大きい。2時間ほど標準時を早めれば、以下のような幾つかの効果が出てくる。(イ) 明るい時間を有効に利用できるのでエネルギーの消費が少ない。(ロ) 夕方の時間を有効に文化、スポーツ活動に使える(一種の夏時間効果)。ただし、働き過ぎになる恐れは十分にあるので、法律によって勤務時間を決めないといけない。ワークシェアの導入も一方法だろう。(ハ) 日照に合わせたバイオリズムの改善、などが望める。

最後に幾つかの問答を。

Q 日本独特のやり方がないのか？

A 米国の経済の底流で動く金の流れは M & M (Military & Medicine)といわれる。これらの分野に国防

省と健康省を通じ巨大な国家予算が投じられる。一方、日本の底流は C&C (Consumer and Communication)であり、アメリカが逆に日本の仕組みを評価し始めている。日本のやり方があるはずだ。

Q Only in Japan はあり得るか？

A 公平と合理化、元々思いやりなどは日本のもの、まだ残っているうちにその知恵を知的財産にしよう。

Q 生産方式はどうなる？

A 画一大量から多様・柔軟へ向かうだろう。戦争、病疫、等の理由により、グローバル化からの回帰が起る。

Q 日本での“もの作り”は生き残れるか？

A そうならねばならない。まずは、Made in Japan から“Make in Japan”へと意識を変えないといけない。「良質日本製品を買おう：Buy Japanese」キャンペーンも必要だ。良いものには、学会が「良質日本製品」のレッテルを張る努力などをすべきだ。しかし、物の値段が不当に安くなっているのは、もの作りの根本を破壊する。これには二つの原因がある。第1は、安い労働力を外国に求めること、第2はハードウェアをダンピングし、ソフトウェアあるいはサービスで儲けるビジネス風潮だ。いずれにしても、これを防ぐ手だては、公正取引を部分ごとに行うこと、労働賃金の格差に対して関税をかけること、など政策が動かないと止めようがない。

経済の停滞によって、特に研究の分野は国家予算への依存度を高める傾向にある。税金を無駄にしないためにも、直接調達の道を選ぶべきだ。小野元之氏が提案する建設予算による学校建設など有効だろう。建設業界を救い、学校教育によって将来にも希望をといるねらいだ。また、日本の税制は、おおむね良いことができないような仕組みになっていたようだ。そのため、例えば納税や寄付より消費という傾向が生じる。最近の税制改正で、企業からの研究開発資金や文化創成資金が有効に流れやすくなるのが期待される。

謝辞 本文をまとめるにあたり、貴重な御意見を頂いた各位に深く感謝申し上げます。