

エイトラムダフォーラム2008
2008.4.17

水澤純一

青山学院大学工学部

光通信技術のマクロトレンド

エイトラムダフォーラムの活動

光ファイバ通信について

- × 通信網は社会のインフラストラクチャ
 - 光通信技術を広く普及させる（1997年当時）
 - 安価でやさしい技術（DWDMよりCWDM）
- × 光ファイバ通信技術の特徴（電気に比較して）
 - 周囲の電磁界の影響を受けない
 - 通信が安定しBERが低い
 - 高速通信が容易に実現できる
 - 波長多重が利用できる
- × 光ファイバ通信の発展経緯（2008年まで）
 - CWDMのLDデバイスが安価に入手できるようになった（数十万円から一万円以下に）
 - LDデバイスが小型化し実装が容易になった
 - 波長フィルタのラインアップが揃った。
 - ファイバアンプが利用できるようになった
- × これからの時代、通信網への期待は？

光ファイバ通信発展の壁

- × 光通信網は光信号のまま通信処理を行いたい
 - ✓ 光信号でデジタル処理を行うことができない
 - ✓ 高速論理に適した光メモリ技術がない
 - × DVD、ホログラムメモリは大容量の記録媒体
 - × 光ファイバを遅延回路としてメモリにした例はあり
 - × 光信号は干渉を利用している。
 - ✓ E/O, O/E回路が必要になる。
 - ✓ 波長変換素子が安価に利用できない
- × 一方で電気配線の課題がある
 - ✓ 高品位画像の伝送には制限がある
 - ✓ HDMIケーブル5m?、USBケーブル2.5m、RGBケーブル5m?
 - ✓ 光ファイバで安価な延長ケーブルが作れるか?
 - ✓ ディ스플레이などの切替処理を行うコントロールBOXを作れるか? (プロトコル処理が必要)
 - ✓ 屋内配線：ホームバスは能力不足、LANが一般的

簡便なネットワークとして発展した LANケーブルの課題

- × 複雑なケーブル配線を容易に管理する手段が存在しない。
 - ✓ 配線のトポロジー構成を知る
 - ✓ ループ配線を検出する
 - ✓ ETHERの中継段数超過の検出する
 - ✓ 回線の占有率を調べる
- × 分散制御の弱点
 - ✓ ローカルで帯域割当て制御が困難
 - ✓ 処理能力とメモリの無駄遣いが発生しやすい
 - × ウイルスチェックを個々に実施など
- × LANケーブルが発展する方向
 - ☆ 汎用通信配線が求められるようになる
 - ☆ インターネット+CATV+電話+ドアフォン
 - ☆ 高速ブロードキャスト：
ETHERフレーム形式のブロードキャスト型光ファイバネット、
+波長コンセント
 - ☆ ネットワーク一元管理機能
 - ☆ 汎用の電気光変換回路、など
- × 無線LANが便利に使われている、その発展方向は？

高速無線の発展を支える光ファイバ通信技術

- × 携帯ネットワークは8000万台を超えた
 - 携帯電話の基地局は光ファイバと無線電波の変換を行っている。
 - 携帯向けIPサービスが急速に拡大
 - 当面画像、動画サービスもIPで提供されよう
更に先を読むには？

- × 光ファイバと高速無線を効率よく実現するネットワーク技術とは
 - ☆ 高い周波数の無線電波の利用技術が進歩すると、それに対応する光ファイバ通信技術がアクセス系で必要になる。
 - ☆ 高速無線電波は伝送距離が短い。それにマッチした光ファイバネットワークの構成技術が求められる。
分岐型、スター型、ピコセル、ADHOC など
 - ☆ 無線電波と光信号の間では、どのような変換が賢いか？
直接変調、符号化技術？、ETHERフレーム
研究開発の課題は沢山ある・・・が

- × 今一度通信技術のマクロトレンドを読むと
過去10年間、インターネットは通信網サービスを大きく変化させた

インターネットは過去10年間 通信サービスにどのような変化を与えたか

- × 通信サービスの社会的使命：インフラストラクチャ
- × サービス開発競争の場を提供することで急速に普及
 - オープンなネットワーク：管理を避ける、無料
 - ハードとソフトの分担が明確
 - × IPプロトコルは固定、ハードの発展は主に高速化
 - × IPプロトコルを超える技術は？
 - ✓ アドレスの不足：IPv6
- × セキュリティの問題：
 - ✓ 情報送信側のアドレス情報欠如
 - ✓ 一元的に割り当てられているのはMACアドレス、
 - ✓ IPパケットが通過したMACアドレス経路情報ログを必須とする
 - IPプロトコルを導入すればセキュリティの問題はかなり解決できる。
- × 過去10年間の延長で21世紀通信網の発展を読めばよいのか？

「日本の情報産業の行方」(1/2)

今世紀初めに策定された「e-Japan構想」の効果もあり、今や日本の情報通信は国内総生産（GDP）の一角を占める最大規模の産業となり、成長への寄与率もほぼ半ばに達している。

振り返ると、これ

までの道程には様々な障害があったものの、その都度、産官学当事者の協働と熱意によって課題を克服してきた。しかし、事業の

大機小機

舞台がグローバル規模に拡大するに伴って生じた国際的難題を前にし、我が国の当事者は立ちすくみ、往年の情熱が失われたように見える。

先般「日本の一人あたりG

DPは十八位、日本経済はもはや一流でない」との一閣僚の発言が話題になった。情報分野の競争力でも、世界経済フォーラムは十九位と報じている。個々の製品ではデジタルカメラや液晶テレビ、青色レーザーなど依然として世界首位のものもある。だが、社

日本の情報産

会の情報ネットワークの基幹を担うサーバー、ルーター、半導体や日本製ソフトウェアの過去十年における低落ぶりは目を覆うばかりだ。

かつて世界が目を見張ったノートパソコン、DVD機器、携帯電話端末も今世紀に入りじり貧状態だ。技術革新を担

「日本の情報産業の行方」(2/2)

ってきたはずのメーカーは過
当競争にあえぎ、技術開発の
エネルギーを失っている。

転落の原因は様々だが、官
民ともに日本型規格にこだわ
り続けて世界の標準規格化に
後れをとったこと、官民協力の
姿勢が著しく弱まったこと
が指摘できよう。その結果、

産業の行方

日本企業は欧米の同業他社に
比べ、国内市場志向から脱し
得ず、素材から加工に至る技
術的な強みを世界の競争市場
に生かせられなかった。

これからの国民国家の経済
競争力は、グローバル情報ネ
ットワーク構築の巧拙とその
活用による生産性向上にかか

っている。

三年後に迫った地上デジタ
ル化の際には、個人、企業、
政府各層の広帯域超高速ネッ
トワーク化と情勢変化に即応
した新たな法的規制を定める
と同時に、国はあるべき情報
社会の目標と全貌（ぜんぽ
う）、および構築の工程表の
計画を明示すべきである。

特に政府規制の強い公的分
野と医療、教育、農業におけ
る情報通信技術の戦略的活用
が今後の日本復活の鍵になる
だろう。また、アジアあるい
は環太平洋共同体への情報イ
ンフラ強化の提案と実行が、
日本の持続的成長への唯一の
方途であることを官民ともに
自覚すべき時だ。

(悠憂)

日本の情報産業は自信を失ったか？

- × 日経記事の指摘（前半）
 - 日本の情報通信は国内総生産（GDP）の1割を占める最大規模の産業
 - 経済成長への寄与率はほぼ半ばに達している
 - △ 日本の一人当たりGDPは世界で18位、情報分野の競争力19位
 - × 情報ネットワークの基幹を担うサーバ、ルータ、半導体や日本製ソフトウェアの過去10年における低落ぶりは目を覆うばかりだ
 - その通り、だがまだ土俵は残っている
 - アクセス形への光ファイバブロードバンド導入率は世界の最先端レベル
 - 日本の光ファイバ関連部品技術は世界をリードしている。
- どのように、最先端の情報産業を復活させるか？

日本の情報産業の進む道

× 日経記事の指摘（後半）

- これからの国民国家の経済競争力は、グローバルネットワーク構築の巧拙とその活用による生産性向上にかかっている
- 特に政府規制の強い公的分野と、医療、教育、農業における情報通信技術の戦略的活用が今後の日本復活の鍵になるだろう
- アジアあるいは環太平洋共同体への情報インフラ強化の提案と実行が、日本の持続的成長への唯一の方途であることを官民ともに自覚すべき時だ

- 情報通信マーケットは成長を続ける分野で、ビジネスチャンスは今後とも多くある。（ハードソフトとも日本オリジナルな技術を大切にしたい。同時にグローバルな連携もむろん重要である）
- 情報通信産業に携わっている日本企業は、アジアの社会基盤（インフラストラクチャ）構築に向けて自信を持って活動すべきである

社会基盤としての ネットの発展方向を予想すると

- × 推測 1：管理の厳しいネットと、管理のゆるいネットという具合に、目的別に多数のネットが構築される。
 - + 物理的に分離されたネットワークであればセキュリティの問題は発生しない。
 - + 設備投資が増えるので、複数のネットでどのようにアクセス形を共用するか、特にソフトウェア技術による解決策が重要視されよう。（VPN, IPSECなど）
- × 推測 2：高速無線アクセスポイント接続サービスが重要となる。
 - + ネットの収入源は広告に移行しているので、広告をいとわないネット利用者にはすべてのネットサービスが無料となる。その動向を加速するのが、高速無線LANであり、光ファイバ通信は高速無線LANのアクセスポイントへの接続技術が重要視されるようになる。
 - + 例：無線電波の光キャリア伝送
- × 推測 3：現状のIPネットでは性能が不足するので、IPに比較してより高性能なネットワークが特殊用途向けに開発される。
 - + リアルタイム性を重視したネット
 - + 高精細画像の伝送
- × 推測 4：ユビキタス通信のためのネットワークの開発がすすむ。
 - + ICタグなどID情報を伝達し管理することに特化したネットワークパッケージ
 - + 画像やセンサー情報で人やシステムを監視することに特化したネットワークパッケージ
- × 推測 5：

光テクノロジーの可能性

× 光ナノテクノロジー

- + 光と物質の相互作用を理解し利用する（原子、分子、金属、半導体、生体超分子、異方性物質、近接場光学顕微鏡）
- + 光で数nmの微細加工を行う（MEMS、ナノリソグラフィ、ナノ振動子、マイクロアクチュエータ）
- + 光で原子を操る（スリット型原子偏光器、単一分子光メモリ、ナノメートル単位で分子を観察、光ピンセット）

× テラヘルツ光（遠赤外光、 $1\sim 1,000\text{THz}$, $0.3\mu\sim 0.3\text{mm}$ ）

- + 電磁波のフロンティア領域を開拓する
- + 通信に利用する電波帯域を増やす
- + 火災現場での人物探知レーダ、DNAテラヘルツ分光、光触媒
 - × 水質管理：消毒、分析、濁度測定
 - × 温熱療法、血流状態の観察、食品分析・・・

× 光テクノロジーの進歩で、人類が扱う情報量は格段に増加する。その情報を伝え活用するのも光（通信）技術である。

光ネットワーク技術に社会が求めるサービス（例）

- × 多量情報を扱う
 - + より高速：多量キャラクタ情報に悩まされるので情報の選択技術が進歩する。
 - + より高精細な画像：視覚のメリットを活かしたネットワークサービスが進展（文化遺産など）
- × 安心安全に寄与する
 - + GPS位置情報+画像情報で110番、119番、
 - + 例：常時モニターする画像警護サービス
- × ロボット専用ネット
 - + 工場や家庭ではロボットの制御に適したネットワークが普通に利用される。ロボットがパソコンや電話機の代わりに働くようになる。
- × 道路専用ネット
 - + 道路の側道には光ファイバが敷設され、道路上では無線で高速通信が提供される。（自動運転、交通制御、衝突防止など）
- × 公共ネット
 - + コンビニで全ての公共サービスが受けられる
- × 環境ネット
 - + 環境問題解決（二酸化炭素削減）に寄与するネットワーク
- × . . .

まとめ：光通信技術のマクロトレンド

- × 光通信技術を含め光技術は日本の平和的戦略技術である。
- × 日本の経済力、知識力を維持し向上するには、光通信ネットワークを最先端技術で整備し続ける必要がある。
- × 光技術には膨大な未開拓領域が存在し、研究が精力的に進んでいる。人類は分子レベル、DNAレベルの情報を調べる手段を入手しつつある。
- × 光ネットワーク活用の事例とビジネス情報は、今後10年以上ますます重要となろう。