

光と超電導の融合について

田中 昭二

(超電導工学研究所)

光産業技術振興協会のロードマップ委員会が「インターネットが急速に普及し、各家庭に 100 Mbps の高速情報が導入されるであろう」と予測したのが 1996 年であり、その 10 年後には FTTH が普及して、わが家にも昨年光ファイバーが導入された。しかも、その敷設に 1 時間もかからず、その迅速さにも驚かされてしまう。インターネットを通過する総通信量も年率 1.5 倍となり、通信業界は「次世代ネットワーク」の開発に懸命となっている。ここでは、高精細の動画通信を目指すので、高速大容量通信となり、現在の 10 Gbps から 40 Gbps への移行が求められよう。この際、問題になるのは、交換機であるルーターの性能である。

現在、最新のルーターであるシスコ社の CRS-1 は、1.28 Tbps の処理能力があるが、これを用いて 92 Tbps のルーターを作るとすると、1.3 MW の電力を消費し、重量も 30 t に達すると試算されている。このように巨大化した原因はシリコン CMOS 素子の速度限界のためであり、このままではインターネットの全ルーターの消費電力は 2010 年には年間 200 億 kWh を超えるとの予測もある。これを超える素子としては、超電導単一磁束量子素子 (SFQ 素子: single flux quantum device) しかないのが現状である。

SFQ 素子については、超電導工学研究所において、10 年に及ぶ開発がなされ、1 万素子の集積も可能となり、CMOS 素子に比較して何 10 倍も高速であり、かつ消費電力も 100 分の 1 となり、きわめて安定した性能を示している。これを用いれば、光ファイバーからの 40 Gbps の信号をストレートに処理し、交換することは不可能ではないが、問題は 1 mV 以下の微小出力をいかにして液体ヘリウム温度から室温にまで取り出すかである。

数百本にも及ぶ導線を用いれば熱流入が激しく、結局光ファイバーを利用して SFQ 素子からの出力を室温まで導くほかはなく、そのためには磁束量子を検知する磁気光学素子を用いざるを得ないが、現在の磁気光学素子では感度がやや不足しているように思われ、今後いろいろな工夫が必要となろう。結局、将来のインターネットは「光技術と超電導技術の融合」にかかっているといえよう。