

J. W. Goodman, F. J. Leonberger, S.-Y. Kung and R. A. Athale : Optical Interconnections for VLSI Systems

Proceedings of the IEEE, 72 (7) pp.850-866 (1984)

FTTHの普及もあり光通信技術は大変身近な技術になっているが、もっと短距離の、たとえば機器間・ボード間・チップ間といった階層まで光を導入する光インターコネクションの起源ともいえる論文である。集積化光半導体技術が未成熟だった当時としては革新的に見通しのよいストーリーを示し、以降の光インターコネクション研究に重大な影響を与えた。VLSIシステムでは微細加工技術の進歩に伴って、演算そのものよりもむしろさまざまな階層での通信・信号伝送性能が全体の支配的要因となり得る。この問題を物理モデルで整理し実現技術を位置づけ、光がいかにしてVLSIシステムに貢献し得るかを包括的に示している。当時はまだきわめて萌芽的だった光技術（たとえば面発光レーザ）も含め、これを新しい前提として議論した。クロックスキューの問題や行列演算等のいくつかの信号処理アルゴリズムなど、具体的な応用についてもかなりのページを割いて論じた。80年代の初頭でここまで示したその構想力は目を見張るものがあると評価されている。これまでのおおむね Goodman の手のひらの上で技術が展開してきたとも言えるかもしれない。現在ではシステム研究者とデバイス研究者が一体となって毎年開催されるワークショップ¹⁾や、小型・低消費電力・低コストな光実装技術開発に向けた大変まとまった資料²⁾などが最新動向として興味深い。

ところで、本論文収録の Proc. IEEE は、Special Issue on Optical Computing だった。周囲状況も見渡すと2つのことが言えるように思う。1つは、Goodman 以外が本号で論じていた「当時の光コンピューティング」は、誤解を恐れずに言えば今日では終焉している。このことから Goodman のビジョンの見通しの良さが際立っている。Goodman は「Introduction to Fourier Optics」という Fourier 光学のまさにバイブルと言える名著の著者でもあり、その意味では伝統的で美しい光学の原理に依拠した「光コンピューティング」に流れてもよさそうな気がする。しかし LSI の配線問題や高速システムにおける

タイミングの問題の重要性を明確に認識し、しかも新しい実現技術の可能性を見きわめていた。実際、90年代に光半導体技術は急速に進歩し、現在ではインテルが光通信の展示会に大きなブースを出すのもごく普通に受け取られている。もう1点は、上にも関連するが、非線形光学技術の認識の仕方だ。Goodman は論文の冒頭で、非線形光学技術の進歩は排除はしないが厳しく見積もった上で議論する、と明確にことわっていた。つまり当時の光コンピューティングで想定されがちな「たれば」の机上の非線形性を厳しく認識した。だからこそ光のメリットがインターコネクションにおいて活かされ、VLSI システムの問題解決につながると主張し、後の大きな影響につながったといえる。

ただしこの非線形性の問題は最近になって状況に変化があるように思われる。最近のナノテクノロジーの進歩は、過去には想定不能、あるいは理論的可能性のみ信じられていた「非線形性」を別の次元で現実化しつつある。1Tbps を超えるワイヤスピードで動作する超高速光デバイス等々、物理レイヤのブレイクスルーはいまだ止まらない。また、回折限界のため光はおおよそ波長の寸法以下にはならないので「光は大きい」と言われてきた。しかし、近接場光を使ったナノフォトニクス技術によって波長の限界は打破され、「光の集積化」への道も拓かれつつある。さらに、増え続けるネットワークトラフィックへの対応など切実な要求もすぐそこにある。とすれば、新しい実現技術を踏まえ、しかも応用システムまで含めて考えること、言い換えれば Goodman が80年代に行った努力の現代版もまた、改めて問われることになる。この先の展開や如何。

参考文献

- 1) <http://www.ieee.org/organizations/society/leos/LEOSCONF/HSD2004/hsd04.htm>
- 2) 光回路実装技術ロードマップ(03年度版) - 光インターコネクションの実現への展望 -, エレクトロニクス実装学会。

(平成16年3月16日受付)

成瀬 誠 / 独立行政法人情報通信研究機構情報通信部門
naruse@nict.go.jp