特集

光 産 業 の 発 展

本 田 辰 篤*

(1987年 5 月21日 受理)

The Current State of Optoelectronics Industry in Japan

Tatsutoku HONDA*

(Received May 21, 1987)

The optoelectronics industry is expected to be one of the leading industries in the 21st century. Extensive growth in the optoelectronics industry has been sustained by recent advances in laser and optical fiber technologies, such as fiber-optic communications, optical disks, laser printers, laser processing systems and others.

The 1986 total production value was ¥1040 billion, an increase of 22% over 1985. Of this total, that concerned with optical devices such as laser and optical fiber totaled ¥370 billion, equipment and facility related production, such as laser processing, fiber communication and optical memory accounted for ¥543 billion and optical application systems, such as fiber communications, figured ¥127 billion. At present there is a growth in companies offering optoelectronic application devices and systems. The current state of optoelectronics industry in Japan will be surveyed for three technological areas: communication, information handling and energy application.

Key Words: Optoelectronics, Industry, Communication, Information, Energy.

1. はじめに

レーザーや光ファイバーを核とする光技術はその革新性と将来性により、新たな産業世界を創出するものとの期待から、これを一つの産業分野として扱うことになった¹⁾。

光産業とはレーザー、光ファイバー、光 I C などの材料、部品を提供する分野、光計測、光加工、光通信、光ディスクなどの機器を主製品とする分野。さらに光情報伝送システム、光計測制御システム、光情報処理システム、光エネルギーシステムなどのシステムを構築する分野からなる製造業である。1982年 3 月に光産業技

術振興協会の報告書“光産業の将来ビジョン”において初めて光産業生産統計と2000年に12兆円の期待額が発表され注目をあびた。

1960年代は固体レーザーに始まり、気体レーザー、半導体レーザーと次々に発明され、強力でコヒーレントな光源を入手できた。これにより従来の光学技術とエレクトロニクスの関係を密接なものとし、オプトエレクトロニクス新時代を開いた。一方、1970年に画期的な低損失(20 dB/km)光ファイバが発表され、同時期に室温連続発振を達成した半導体レーザーとの組み合わせにより、在来の電気通信技術を越える革新的な通信手段を提供するに至った。続く10年

* 電子技術総合研究所 (〒305 茨城県新治郡桜村梅園1-1-4)

* Electrotechnical Laboratory (1-1-4, Umezono, Sakura, Niihari, Ibaraki 305)

Table I 光産業の生産規模

昭和62年1月
財団法人 光産業技術振興協会

	製 品 名	60年度生産実績 (百万円)	61年度生産見込 (百万円)
光 部 品	発光素子	134,719	159,293
	半導体レーザー	40,797	54,015
	気体レーザー	8,027	8,887
	固体レーザー	3,635	2,935
	発光ダイオード	82,198	93,386
	(通信用)	(5,075)	(16,034)
	(非通信用)	(77,123)	(77,352)
	その他のレーザー	62	70
	受光素子(個別受光素子など)	23,946	29,325
	複合光素子	32,463	39,186
	太陽電池	10,565	12,002
	光ファイバー(ケーブルを含む)	54,059	67,228
	石英系ファイバー	51,771	64,665
	非石英系ファイバー(プラスチック ・ライトガイド・その他)	2,288	2,563
	その他の光部品	46,371	62,449
	コネクタ・プラグ	6,933	8,974
	光回路部品・その他	39,438	54,475
	小 計	302,123	369,483
光 機 器 ・ 装 置	光伝送機器および装置	28,234	36,456
	光測定器	20,717	26,753
	布設用機器	5,024	4,707
	光ファイバー利用センサ	2,501	4,502
	レーザー利用センサ	6,894	8,864
	光学式ディスク	249,653	300,075
	デジタルオーディオディスク装置	198,252	236,861
	ビデオディスク装置	45,783	50,279
	追加記録用ディスク装置(文書・デ ータファイル)	5,130	12,030
	記録媒体(CD-ROM・追加記録用)	488	905
	光入出力装置	75,943	102,440
光 シ 応 ス 用 テ ム	医用レーザー装置	4,833	5,829
	レーザー加工装置・その他	52,878	53,570
	小 計	446,677	543,196
	光通信システム	92,662	119,662
	公衆通信システム	53,154	65,627
光 シ 応 ス 用 テ ム	特定ユーザ通信システム	39,508	54,035
	その他	6,434	7,226
	小 計	99,096	126,888
光 製 品 合 計		847,896	1,039,567

間は半導体レーザーはもとより、気体レーザー、固体レーザーなどレーザー発振器の長寿命化、高出力化、安定性向上、発振波長範囲の拡大、各種の光素子、さらに光ファイバーの低損失化、低価格化など要素技術、そしてこれらの応用面において目覚ましい進歩が見られた。

2. 光産業の生産規模

(財) 光産業技術振興協会が昭和55年度より毎年実施している光製品生産額アンケートの結果をTable Iに示す(メーカー118社の回答による)²⁾。

Table Iに示したデータは、日本国内の生産規模を会計年度で捉えた値である。1985年度は実績値であり、1986年度については見込みの値となっている。また、調査した光製品には、半導体レーザー等の光部品、光伝送機器および装置等の光機器・装置、公衆通信システムなどの光応用システムが含まれている。

なお、光応用システムの生産額には、それに利用されている非光機器および装置は含まれていない。例えば、光通信システムに利用されているコンピュータやテレビカメラなどの光機器でない製品、またはシステムを設置するためのコストは除外されている。

1986年度(見込み)の総生産額は10,395億円に達し、対前年度比で22%の伸びを示している。総生産額の推移をFig.1に、内訳をFig.2に示す。

総生至額に占める割合をみると、光部品が36%、光機器および装置が52%、光応用システムが12%と光機器および装置が最大の割合を占めている。これは、光学式ディスク装置の生産が急成長し、生産規模も3,000億円に達したことによる。1983年度から1986年度までの年平均成長率は、光産業全体で31%と依然高い値となっている。

光部品、光機器および装置、光応用システムについても1983年度からの年平均成長率は、各々、15%、51%、23%となる。光機器および装置の高い成長率は、光学式デジタルオーディオ

Fig.1 光産業の生産額推移

Fig.2 光産業生産額内訳

内側の円: 60年度: 8,479億円
外側の円: 61年度10,360億円

ディスクの伸びによるものであり、また、光応用システムでは、NTTによる幹線網と日本高速通信(株)や日本テレコム(株)など第一種事業者の光通信システムの敷設が成長要因となっている。

1982年度からの生産額推移について、Fig.3に光部品、Fig.4に光機器および装置、Fig.5に光応用システムをおのおの示した。

Fig. 3 光部品の生産額推移

Fig. 4 光機器・装置の生産額推移

Fig.5 光応用システムの生産額推移

3. 分野別の光産業動向

3.1 光通信分野

光通信分野では、公衆通信システムが先端技術の推進役として光産業に及ぼす影響は大きい。N T Tの日本縦貫光伝送路は、昭和60年2月に開通したが、引きつづき全国網の構築が進められている。また、次期大容量方式として1.6Gb/s方式の実用化、中継スパンを伸長する1.55 μ m帯の実用化、コヒーレント伝送技術の実用化が進められ、さらに加入者系へのシングルモードファイバの導入が検討されている。K D Dでは、太平洋横断海底光ファイバーケーブルの建設が進行しつつある。一方、昭和60年4月には、新電気通信事業法が施行され、N T Tが民営化されるとともに、新規参入第一種電気通信事業者が出現し、市場拡大とともに競争が激化してくる。光通信分野では、建設省、日本道路公団系の日本高速通信株式会社が、東名・名神高速道路の中央分離帯に光ケーブルを埋設、国鉄(現J R)系の日本テレコム株式会社が、東海道

新幹線沿いに光ケーブルを布設して、ともに400Mb/s通信回線を構築して、昭和61年秋に、東京一名古屋一大阪間でサービスを開始した。また市内系についても、東京電力系の東京通信ネットワーク株式会社が進出を計画しており、C A T V会社を含めて、今後第一種電気通信事業への進出が増加しよう。これらの動向は、特定ユーザ光通信システムへも大きなインパクトを与えるものと思われる。

特定ユーザ光通信システムでは、各電力会社の光通信導入計画が、積極的に推進されている。東京電力のほか、関西電力、中部電力も第一種電気通信事業への参入を計画しており、順次他の電力会社へも波及してゆくであろう。

工場、大学、研究所、ビル内でのL A Nの導入は増加傾向にあるが、本格的普及には未だ時間がかかるであろう。最近では、インテリジェントビルに対する関心が高まっている。移動体内光通信システムや機器装置内光通信システムは、コスト低下への要求が強く本格的に立ち上るまでには、技術的にもブレイクスルーが必要

であろう。

3.2 情報機器分野

光産業全体の中で情報分野の比重は大きく、この傾向は将来ますます強まりそうである。特に光ディスク、光プリンタは生産額も大きいというえ、伸び率も高い。1990年にはこの2つの機器で、光産業の生産額の半分を占めることになるであろう。

電子技術全体の中で、光が情報処理そのものを担う部分は限られている。情報の処理は、まだしばらくは電子的に行われるだろう。情報を記憶（記録）する機器として光ディスク、出力インタフェースとして光プリンタ、入力インタフェースとしてレーザースキャナがある。さらにこれらの機器用デバイスとして、光ディスク用記録媒体と光カードのほか、発光素子・受光素子が重要である。

1990年までの展望をするうえで注目すべきは、CD-ROMのゆくえであろう。音楽用コンパクトディスク（CD）を記録媒体として用いるCD-ROMは再生専用光ディスクの一つである。すでに国内数社が試作機を完成させている。用途の面から、その記憶容量(550 MB/枚)、同一情報の大量複製の容易さを生かし、プログラムソフト再生用、テキストデータベース用、教育用が考えられている。

市場規模としては、1986年度は数万～数十万台から始まり、1987年以降倍増することが予想され、1990年には80～100万台に達するものとみられている。光プリンタもきわめて大きい市場が期待されている。光プリンタは印刷速度と解像度で他のプリンタをしのぎ、印字方式で分類すると、レーザプリンタ、発光ダイオードプリンタ、液晶プリンタ等がある。大型コンピュータの高速出力プリンタとしては、その印字速度、解像度についての優位性を生かし、大型レーザプリンタが主流を占めている。印刷速度が2,000 LPMから10,000 LPMまでのいわゆる高速機ではガスレーザーが有利であり価格も1,000万円から1億円未満まで幅広く分布して

いる。小型のレーザプリンタも1983年、1984年中にA4判で10枚/分前後の印刷速度を持つものが80～300万円の価格帯で販売されるようになった。中・低速のレーザプリンタでは半導体レーザプリンタが主流となっており、1985年後半には3,500ドル（約70万円）以下のプリンタが続々と登場してきた。これらのプリンタはビデオのみでなく、セントロニクスやRS-232C等のインタフェースを持っているものがほとんどである。レーザプリンタは、印刷速度と解像度では他の方式の光プリンタにくらべ図抜けているが、その構造上、小型化、低価格化という面で、液晶プリンタや発光ダイオードプリンタ（LEDプリンタ）にくらべ不利である。光源の半導体レーザーの技術開発が進んでいるものの、低・中速機分野では、半導体レーザー、液晶、発光ダイオードの三方式が入り乱れていくことだろう。全般的に、技術開発の方向は低価格化、小型化、高耐久性及び低保守性に向けられている。

3.3 エネルギー分野

光は、光のまま照明、表示などして利用されるほか、熱エネルギー、化学エネルギー、電気エネルギーなどに変換されて利用される。レーザ光は、集光性に優れており、エネルギー密度を高くすることができ、レーザ加工、医療応用など独特の利用分野がある。レーザ利用法の将来的分野として、レーザ核融合が考えられ、また、レーザ兵器の可能性も指摘されている。

レーザ光の化学エネルギーとしての利用法は、単色性を利用したアイソトープ分離、紫外光を用いた光化学プロセスなどがあるが、いずれも研究開発段階にある。

以下は、最も有望な市場が期待できるレーザ加工に絞って述べる。

産業用としては、CO₂レーザーとYAGレーザーが用いられている。CO₂レーザーは、発振波長が、10.6μmと比較的長く、微細加工にはそれほど適していないが、高出力で高効率のレ

Fig. 6 導入されたレーザー加工機の利用内訳

レーザー発振器が得られ、高エネルギー密度加工が可能である。一方、YAGレーザーは、1.06 μm の波長で発振し、微細加工が可能であり、石英系ファイバーを導波路として使用できるという一般的な特徴をもっている。こうした特徴を反映し、CO₂レーザー加工機は、金属、セラミックなどの表面処面処理、切断、溶接などに使用されているのに対し、YAGレーザー加工機は、トリミングなどの半導体プロセス、タービンブレードの穴あけなど精密加工に主たる用途がある。

Fig. 6は昭和58年度までに導入された加工機の利用内訳を示した。CO₂レーザーは金属切断が大半を占め、次いで非金属切断、電子部品加工、溶接の順で、表面処理はわずかである。

わが国のレーザー加工機の生産規模は、昭和60年度 300 億円であり、昭和61年度には、横這いの 290 億円と見込まれる（光産業の生産規模中のレーザー応用生産装置の分類では、印刷・製版装置も含んだ数字となっている）。ここ1年間に限っては、CO₂レーザー加工機の増加率が、YAGレーザー加工機を大幅に上廻った。これは、TEA型CO₂レーザーを用いたレーザーマーカーの伸びが急速であったことと、半導体不況

を反映して、YAGレーザー加工機の伸びが少なかったことによると考えられる。CO₂レーザー、YAGレーザー加工機とも、発振器部分は、ほぼ完成に近づいた技術となっており、現在は、加工台の高機能化および加工ノウハウの蓄積に目が向けられている状況であり、3次元加工機なども出現してきている。より高精度な加工およびレーザー化学反応を伴った加工法を実現するために、紫外光で発振するエキシマレーザーが注目されている。しかし、まだ研究開発段階の域を出ていない。

4. おわりに

西暦2000年に12兆円の規模達成が予想されている光産業は現在までのところ順調に成長を続け、レーザー発明後25年を経てついに一兆円産業になった。しかし今後もこのような高い成長率を維持していくにはニーズ開拓と技術開発の両面における一層の努力、人材の確保が必要と考えられる。光技術の導入に当たって多くの場合、まず光製品のコストが高いことが指摘される。コストや信頼性は大量に使用されるようになれば改善されるから光技術の導入には政策的な配慮も必要であろう。光産業の成長要因

は光技術と他のテクノロジーが組合わされ、融合されて、極めて高い付加価値が産みだされていることにある。将来、光集積デバイスや非線形光素子などの要素技術、超高性能光通信、光コンピュータ、レーザー核融合、光制御化学、光バイオ、などの応用分野が開けば光産業が

21世紀の基幹産業となるのも夢ではない。

参 考 文 献

- 1) 光産業の将来ビジョン：(財)光産業技術振興協会, 1982.3, 57-001.
- 2) 光産業の動向：(財)光産業技術振興協会, 1986.3, 61-001.