2014年版レーザ市場予測

レーザ市場、21世紀のイノベーションに向けてゆっくりと前進

ゲイル・オーバートン
アレン・ノジー
コナード・ホルトン

レーザメーカーは先行き不透明な経済情勢に辟易しており、世界中のレーザ業界の新たな成長を促進するような、消費者市場や産業分野における新しいイノベーションに力を注ぎたいと切望している。

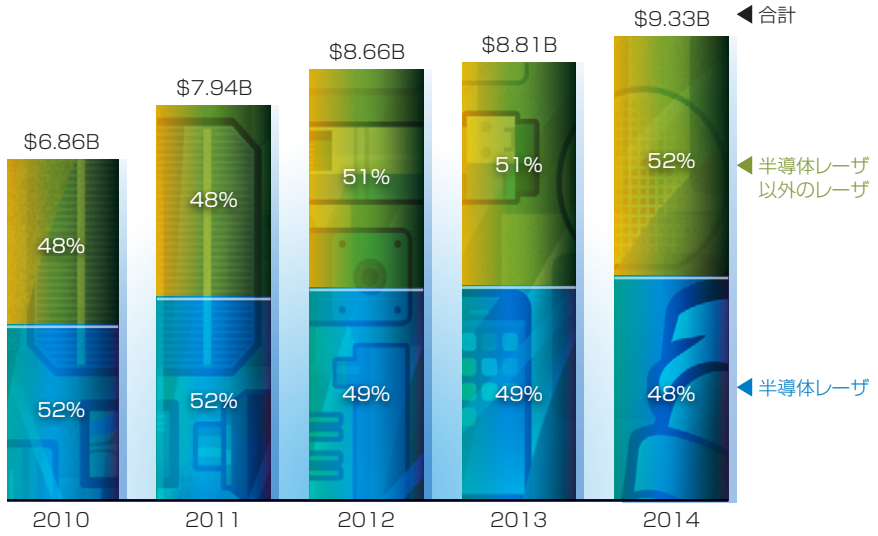
財政緊縮、歳出強制削減、ソブリン債務危機、規模縮小、規模適正化――これらはすべて、「新たな常態」(the new normal)となりつつある先行き不透明な経済情勢を表す語である。2013年10月、米議会が短い政府機能停止期間を終えた直後に、CBS Newsのアンカーを務めるボブ・シーファー氏(Bob Schieffer)はこの状況(と世界経済情勢)を次のように総括した。「発砲されたが当たらなかった場合と同じように、われわれは皆、胸をなで下ろすべきだと私は思う」。つまり、われわれは2008年から2009年にかけての大不況を生き伸びたが、多くの人々がまだ、その混乱によるショックから抜けきれずにいる。

現実的には、主要国の国内総生産(GDP:gross domestic product)の成長率は鈍く、開発途上国のGDPは、記録的な2ケタ成長から低下の一途をたどっている。それでも、レーザメーカーの大多数は楽観的な展望を抱いている。不況がもたらした「世界規模の逆風」はようやく収まりつつある。製造業は回復し、通信帯域幅に対する渇望は続き、レーザを搭載する医療機器や計測機器の勢いは高まりつつある。R&Dと軍用に対する予算が削減される最中においても、その傾向ははっきりと見てとれる。

「われわれは皆、経済情勢をやきもきしながら見守る状態に辟易しており、レーザ技術によって実現可能な将来の機能に対して投資を始める準備ができている」と米バイオフォトニック・ソリューションズ社(Biophotonic Solutions)の最高経営責任者(CEO)を務めるキヨミ・モンロ氏(Kiyomi Monro)は述べる。「光子は21世紀の新しい『燃料』であると私は考えている。蒸気が綿繰り機と産業革命を促進し、20世紀には石油が米フォード社(Ford)の『Model T』とジェットエンジンを促進したように、光子は、材料加工の効率改善を促進し、医療と材料科学に飛躍的な進歩をもたらし、電気エネルギーの生成に利用され、われわれの社会を変革する仮想化を既に実現しつつある通信インフラにも光を与えている」(モンロ氏)

2050年までに世界中の大規模企業がフォトニクス企業になるというモンロ氏の予測は、今日の同業界の規模を考えると大胆すぎると言わざるを得ないが、新たな可能性を切り拓くフォトニクス技術の力に期待するモンロ氏の熱意には、同業界の先駆者の1人であるヴァレンティン・ガポンセフ氏(Valentin Gapontsev)も共感している。米IPGフォトニクス社(IPG Photonics)のCEOを務める同氏は、「IPGフォトニクス社は2014年、小規模な石炭火力発電所と同等のレベルに相当する、総出力20メガワットの半導体レーザを製造する予定である。自動車がわれわれの生活を向上させて必需品になったように、そして、マイクロプロセッサがコンピューティング分野の中心に位置するように、ファイバレーザは現代の製造業に大きく貢献する原動力になりつつある」と述べている。

IPG社とそのファイバレーザ・ポートフォリオが多大な成功を収めていることは、新しいレーザ技術が産業分野に根付いている様子を示す1つの例である。IPG社によるキロワットレベルのレーザの2013年の出荷台数は、2012年から40%増加する見込みで、同社は2013年第3四半期に、1億7220万ドルという最高記録の売上高を達成した。2013年9月30日を末日とする同四半期の売上高は、材料加工分野向けの販売が19%増加したことを受けて、前年同期比10%増となった。多くの用途において、CO_2(炭素ガス)レーザに代わってファイバレーザが使用されるようになったが、さらに好都合な事実として、ファイバレーザは、切断、溶接、表面テクスチャリングに対する機械的



このLaser Focus World 2014年版レーザ市場予測は、米ペンウェル社(PennWell)傘下のストラテジーズ・アンリミテッド社(Strategies Unlimited)との共同調査に基づくものであり、Industrial Laser Solutions誌の情報も引用している。

手段にもとって代わっている。

レーザ業界において、垂直統合型の大規模企業であるIPG社が成功を収めていることによって、競合メーカーが軽視される状況が引き起こされるのではないかと思うかもしれない。しかしその反対に、われわれがこの1年間で話をしたファイバレーザとダイレクトダイオードレーザの両方のメーカーからは、IPG社を称賛する声しか聞かれなかった。ファイバレーザが、材料加工に対する現行の機械的手法に代わる、信頼性と効率に優れた低コストの手段であることを製造業界に確信させたという点において、IPG社が道を切り拓いてくれたことに、競合メーカーらは感謝している。

「IPG社が成功を収めたことには感謝しており、通信バブルにはそれ以上に感謝している。それがなければ、IPG社などの企業がバブル崩壊後、通信以外の分野をターゲットとしていた新しいファイバレーザ技術にこれほどまでに大きく投資しようと考えるすべも動機もなかったかもしれない」と、米ポーラーオニキス社（PolarOnyx）の創設者で最高技術責任者（CTO）を務めるジエン・リウ氏（Jian Liu）は述べる。「2008/2009年次の初頭に、超高速フェムト秒ファイバレーザを疑問視する声は消え去った。既に同等のダイオード励起固体（DPSS：diode pumped solid state）レーザよりも安価で、1μmと1.55μmの波長で最大100μJのエネルギーレベルを達成するフェムト秒レーザが現在、産業分野で利用されている。レーシック手術には一般的に利用されており、シングルモードで高い輝度を一点のスポットに集中させることができ、内視鏡用ファイバの伝送に適していることから、最近では、マイクロ（超微細）手術やナノ手術の分野において、Ho:YAGレーザやその他のレーザの性能をしのぎつつある」（リウ氏）

「独カール・ツァイス・メディテック社（Carl Zeiss Meditec）、米アルコン・ラボラトリーズ社（Alcon Laboratories）、米オプティメディカ社（OptiMedica）、韓国ルートロニック社（Lutronic）など、他にも多数の企業が、フェムト秒ファイバレーザを手術用途に採用している。ポーラーオニキス社は、『スマートな手術』用器具の開発に参入しており、LIBS（laser induced breakdown spectroscopy：レーザ誘起ブレークダウン分光法）技術を利用して画像処理と特定を行い、検出された軟部組織や硬組織（または金属インプラント）を切断、削開、除去するための適切な手術用エネルギーを適用する器具を開発している」とリウ氏は述べる。ポーラーオニキス社の取り組みについて執筆した最近の記事の中で同氏は、「超高速ファイバレーザの未来は、われわれの想像の範囲を超えており、無限に広がっている」と締めくくっている。

Laser Focus World誌は昨年、レーザが目新しい科学的産物から産業用「ツール」へと進化を遂げてきたことをあらためて指摘した。また、一部のレーザ分野を2ケタ成長へと促進する可能性を秘める新しい用途について、今こそ検討し始めるべきだと考えている。これによって、（不況時を除いて）これまでCAGR（compound annual growth rate：年平均成長率）が5～6%だったレーザ市場の「緩やかで着実な成長」に改善がもたらされる可能性がある。

2013年の世界のレーザ売上高は88億600万ドルに達した。2012年の修正（上方修正）後のレーザ市場規模である86億5700万ドルからの成長率は1.7%で、本誌の2013年レーザ市場予測における予測成長率3.5%を下回った。光ストレージ分野の低下傾向が強まったことが主な要因だが、リソグラフィ、R&D、軍用分野のレーザ販売に対するわれわれの予測が甘かったことも一因である。これら4つの分野を2013年の総売上高から除けば、世界のレーザ市場の成長率は実に7.5%だったことになる。

2014年については、世界のレーザ売上高は2013年から6.0%増加して93億3400万ドルになるとわれわれは予測する。ストラテジーズ・アンリミテッド社の定量的なレーザ市場報告書に記載さ

詳細情報の入手方法

レーザ市場のより詳細な情報はストラテジーズ・アンリミテッド社の新しい報告書「レーザの世界市場2014年版」（www.strategies-u.com）から入手できる。この報告書には2017年までのレーザ販売数量、平均単価、分野別売上高の予測が含まれ、市場シェアの予測とレーザ分野別の動向分析も記載されている。これはレーザ市場を総合的に調査した唯一の報告書であり、ファイバレーザと産業用レーザを含む記事の12回目の刊行になる。連載特集では中赤外レーザと超高速レーザを取り上げている。

ストラテジーズ・アンリミテッド社は、レーザ、LEDおよび照明、イメージングを含むフォトニクス市場を専門としている。1979年に設立され、米国カリフォルニア州マウンテンビューを拠点としている。ストラテジーズ・アンリミテッド社は、ペンウェル社傘下の多数のブランドの1つである。ペンウェル社傘下のブランドとしてはその他に、Laser Focus World、Industrial Laser Solutions、BioOptics World、Vision Systems Design、LEDs Magazine、Lightwaveなどがある。

れている、2014年の予測と2017年までの予測市場数値に、一部の新しい分野を対象とするレーザメーカーはきっと満足するにちがいない。

製造におけるイノベーション

2013年のレーザ市場総売上高のほぼ37%を、材料加工とリソグラフィの市場が占めることから（これを上回るのは、合わせて39%を占める通信と光ストレージ用レーザのみ）、製造業界の情勢は、レーザ市場の健全性を大きく左右する。大不況時に経験したような、レーザ材料加工の分野での30%もの売上減少は、誰もが避けたいところだ。幸い、補償光学技術（AO：adaptive optics）によるビーム伝送方式の改良や、軽量で耐久性に優れた材料に対するレーザ加工、そして将来的に有望な3Dレーザプリント（Laser Focus World誌では、LAM [laser additive manufacturing]という名称を好んで使用している）といった製造関連のイノベーションが、今後のレーザ市場の好材料となる可能性がある。

「MEMS（microelectromechanical systems）をベースとする当社の補償光学（AO）技術が、その場でのビーム成形を可能とすることによって、材料加工用工具を拡張できることを実証した。2～3kW/cm^{2}の出力レベルに対応できる当社のAOシステムは、ビームの均一性とM^2（ビーム伝搬特性）を向上させることができる」と米アイリスAO社（Iris AO）の社長兼CEOを務めるマイケル・ヘルムブレヒト氏（Michael Helmbrecht）は述べる。また同氏は、プログラム可能なAOシステムによって、レーザメーカーは1本の光ファイバケーブルまたは光ヘッドを使用して、簡単なソフトウェア制御のMEMS調整によって、無数の形状の空間ビームを実現できる可能性があるとも付け加えている。

このような光学的なイノベーションによって、単一の産業用レーザシステムで多様な材料を簡単に加工することができるようになる。これは、製造業界における材料開発の進歩を考えると、特に重要な機能である。例えば、われわれは昨年、自動車や航空機の部品が、アルミニウムやHSS（high-strength steel：高強度鋼板）材料へと移行していることに触れた。2014年には、CFRP（carbon-fiber-reinforced plastic：炭素繊維強化プラスチック）という新たな材料がこれに加わる。

CFRPは、重量は鋼鉄よりも50%軽く、アルミニウムよりも30%軽いにもかかわらず、それらと同等の（またはそれらを上回る）強度を持つ。ただし残念ながら、他の材料よりも高価である。しかし、独フラウンホーファー研究機構（Fraunhofer）などの研究機関は、CFRPを量産向けに経済的な材料にしようと、そのコストの削減に取り組んでいる。フラウンホーファー研究機構は、CFRPに対する需要が2030年まで、毎年20%の割合で増加すると予測する、マッキンゼー・グローバル・インスティテュート（McKinsey Global Institute、www.mckinsey.com）による調査結果を挙げている。

独レーザライン社（Laserline）の米国事業担当副社長を務めるウルフガング・トート氏（Wolfgang Todt）は、「当社の光学部品を均質化に利用した、3kW程度のダイレクトダイオード・ファイバカプル・レーザシステムが、レーザを用いたテープ積層といったCFRP製造処理に非常に適していることがわかった」と述べている。「ダイレクトダイオードレーザについては、レーザの『輝度』が大きな注目を集めているが、実際には、金属切断を除けば、すべての応用

SPI® Lasers

溶接・切断・
マーキング・・・
微細加工に最適の
ファイバーレーザー

パルスファイバーレーザー
【redENERGY G4 EP-Zシリーズ】

最大70W
ビームエキスパンダーは、
ワンタッチで取外し・交換可能
パルス幅レンジ：3～500 nsec

S：Single Mode M2＜1.3
20ミクロン以下の微細加工に最適
L：Low Mode M2＜2
マーキング用途に最適
H：High Mode M2＜3.2
幅の広いライン加工、高速加工に最適

CW ファイバーレーザー
【redPOWER OEMモジュール】
1000W

【redPOWER スタンドアローンタイプ】
150W～500W

http://www.japanlaser.jp/
E-mail:indus@japanlaser.jp
JLC JAPAN LASER 株式会社日本レーザー
本　社　〒169-0051 東京都新宿区西早稲田2-14-1
TEL: 03-5285-0863（直）
大阪支店　TEL: 06-6323-7286
名古屋支店　TEL: 052-205-9711

分野で小さいM^2値が求められるわけではない。必要な面積あたり出力は、ダイレクトダイオードレーザであれ、ファイバレーザであれ、DPSSレーザであれ、任意の材料加工用レーザに対し、ビーム伝送用のカスタム光学部品によって操作することができる」と同氏は主張する。「当社の材料加工用ダイレクトダイオードレーザシステムの設置台数は3000台にも及ぶ。これまでの経験からわれわれは、他のレーザや機械的手法が対抗できない価格で、顧客のニーズに最も適したレーザシステムを供給することが、最も重要だということを学んだ」という。

レーザ加工に特に適した新たな代替材料や産業用プロセスの出現が、大規模な「不況」に見舞われようともレーザ業界を保護するはずである。アルミニウム、HSS、そして新しいCFRPのいずれを加工する場合でも、航空宇宙関連部品の穴あけや、さらには燃料インジェクタの穴あけに対しても、また、携帯電話やタブレット用の超薄型ガラスの加工においても、レーザは、好調な販売を示すにちがいない。それに匹敵する別の加工手段がまったく見当たらないためである。

ところで米GTアドバンスト・テクノロジーズ社（GT Advanced Technologies）は2012年11月、ゴリラガラス（Gorilla Glass）よりも硬度と強度に優れたサファイア材料に関する複数年契約を米アップル社（Apple）との間で締結した。アリゾナ州メサにある同社の施設では、最初の1年間で700人の従業員を雇用する予定で、サファイアガラスの仕上げ処理には、レーザが採用される可能性が高い。

「レーザには、ドリルやナイフのような機械的な摩耗は生じないため、歩留まりが高く、より予測可能なプロセスが実現される」と、米コヒレント社（Coherent）の戦略的マーケティング担当ディレクターを務めるマグナス・ベングトソン氏（Magnus Bengtsson）は、2013年のスタンフォードフォトニクス研究センター（SPRC：Stanford Photonics Research Center ）シンポジウムにおいて「Lasers in Smart Phone Manufacturing—enabling the mobile revolution」（スマートフォン製造におけるレーザ—モバイル革命の実現）というタイトルで行った自身の発表の中で述べた。ベングトソン氏は、例えば、超薄型ガラス、有機フィルム、一部の半導体材料が、レーザを利用しなければ適切に加工できないことを説明し、「イネーブラーとしてのレーザ」の概念に立ち返って発表をまとめた。

コヒレント社は、その広範囲にわたる材料加工用レーザのポートフォリオによる恩恵を享受した。その結果は、同社の2013年の収益増加に現れている。同社の2013年9月28日を末日とする会計年度の年間売上高は8億1010万ドルで、2012年9月29日までの1年間の売上高7億6910万ドルから大きく増加した。コヒレント社のCEOを務めるジョン・アンブロセオ氏（John Ambroseo）は、同社の第4四半期決算を報告するプレスリリースで、「同四半期の材料加工受注は季節柄低かったが、会計年度全体では材料加工受注で新たに記録を更新した」と述べた。

「レーザのみを利用する」製造方法や、「レーザによって可能となる」製造方法が新たに出現している状況を、最もよく表す例はおそらく、3Dプリントである。ただし、世間一般で大きく取り上げられている内容ではなく、技術的な事実に注目することが重要である。

世間を大いに賑わせているのは主に、1000～3000ドルの価格で提供されている、熱を利用するノズル押出式プラスチック製3Dプリンタである。学生や小規模企業向けに提供され、0.1mmのレイヤ解像度を持つこのプリンタは、レーザとは全く関係がない。技術的な事実として注目すべきなのは、これよりもかなり高額なプロ仕様の高性能3Dプリンタである。ミクロン単位またはそれ以上の解像度を持ち、LEDまたはレーザを内蔵して、金属や特殊ポリマー、またはセラミック材料を使用する、LAM、レーザ溶融堆積、液層光重合（vat photopolymerization）の処理に使用される。一般消費者に提供されることは決してなく、このようなシステムが広く商業的に普及するには、部品製造コストが大幅に低下する必要がある。

「レーザ焼結は、他のAM（additive manufacturing：アディティブ・マニュファクチャリング、積層造形）手法よりも品質が高いことから、われわれの業界において世界中で急速に成長している」と、独EOS社北米担当地域ディレクタを務めるアンディ・スノー氏（Andy Snow）は述べる。「EOS社のプラスチックレーザ焼結システムは50WのCO_2レーザを搭載する。当社の直接金属レーザ焼結（DMLS：direct metal laser sintering）システムは、単一の200WのYb（ytterbium：イッテルビウム）ファイバレーザを搭載し、高速加工用にオプションで400Wに対応する。次期DMLSシステムでは、ますます拡大する当社の顧客が求める、さらなる製造時間短縮に向け、4つのレーザを使用したマルチフィールドの手法を採用している」（スノー氏）

レーザとは無関係の3Dプリンタが世間を大いに賑わせていることさえも、長い目で見ればレーザメーカーにとって好都合以外の何物でもない。そのプロセスがメディアに大きく取り上げら

れ、さらに広く認知されるためである。3Dプリンタシステムの世界売上高の大部分を占める米国では、特にそういえる。米ウォーラーズ・アソシエイツ社（Wohlers Associates）の2013年次報告書によると、3Dプリンタシステムの世界の総売上高は2012年にCAGR28.6%の伸びを示し、22億ドル相当であったという。3Dプリントは、何十年間にもわたって製造を国外に委託してきた米国にとって、救世主のような存在とみなされている。実際、米NAMII（National Additive Manufacturing Innovation Institute：全米積層造形イノベーション機構、http://namii.org/americamakes）は2013年10月に、組織名を「アメリカ・メイクス」（America Makes）に変更している。

ユビキタスセンサやスマート機器

米II-VIインコーポレイティッド社（II-VI Incorporated）は2013年、さらなる企業買収を実施した（同社は2012年終わりに米ライトワークス・オプティカル・システムズ社[LightWorks Optical Systems]を買収している）。同社は、独HIGHYAG社、米VLOC社、米イージス・ライトウエイブ社（Aegis Lightwave、後述のフォトップ社と2013年に合併）、米マーロー・インダストリーズ社（Marlow Industries Technologies）、米エム・キューブド・テクノロジーズ社（M Cubed Technologies）、中国フォトップ・テクノロジーズ社（Photop Technologies）、オーストラリアAOFR社（フォトップ社と2013年に合併）など、多数の事業部門を傘下に置いている。II-VIインコーポレイティッド社が2013年に買収したのは、米オクラロ社（Oclaro）の半導体レーザ、マイクロ光学部品、増幅器の各部門である。「オクラロ社は、GaAs（gallium arsenide：ガリウム砒素）半導体レーザ事業を売却することによって、同社が中核とする通信市場に専念することができる。一方II-VIは、同社のGaAsベースの高出力端面放射型発光ダイオードと高速VCSELの専門技術を活用して、産業、医療、消費者向け量産市場における成長を図るつもりである」とII-VIインコーポレイティッド社で製品管理シニアディレクタを務めるカールハインツ・グルデン氏（Karlheinz Gulden）は述べた。

「われわれは、民生機器用のAOC（active optical cable：アクティブ光ケーブル）や、ジェスチャ認識における新しい応用分野に期待している」とグルデン氏は続けた。「アップル社は、先陣を切って高精度タッチスクリーン技術を推進した。米グーグル社（Google）は、高品質な音声認識入力に注力し、米マイクロソフト社（Microsoft）は、同社の高度な『Xbox Kinect』によって、ハイエンドなジェスチャ認識においてリードしている。これらの機能は、市場全体にわたって広く浸透する見込みで、そのすべてが融合して、次世代スマート機器が構成される。そして、次世代スマート機器には、端面放射型発光ダイオードとVCSEL光源の両方が必要になる。II-VI社は現在、民生機器の分野で求められる量産体制に向けたインフラがしっかりと整備されている。最も近い競合供給メーカーでも、当社の既存の製造レベルのわずか10%にしか満たない」（グルデン氏）

グルデン氏は、カメラによる画像処理をこれに加えて、家電製品が手を触れることなく反応し、セキュリティドアがバッジを携帯する必要なく自動的に開き、小売店舗が顧客の集まる場所や気に入る商品を監視し、タッチレスセンサが医療現場や食品を取り扱う現場の衛生環境をさらに改善する世界を思い描いている。人々の身の回りにセンサが絶えず存在する状態と、民生分野へのスマート機器の導入に向けたこの動きは、時間、労力、エネルギーの削減につながるだけでなく、人々の安全と健康を促進する。特に、高価な研究用計測機器が利用できないことの多い開発途上国では、その効果は大きい。つまり、レーザを採用する携帯型センサ機器は、技術を一般大衆にもたらすのである。

米PARC（Palo Alto Research Center：米ゼロックス社パロアルト研究所）の主席科学者であるピーター・キーセル氏（Peter Kiesel）は、「すべての人にフローサイトメータ（flow cytometer：流量血球計算器）が必要である。ただ、まだ誰もそれを知らないだけだ」と述べる。「臨床の場で使用されるハイエンドのフローサイトメータが、引き続き市場を占有し、それらには一般的に、DPSSまたは半導体レーザが使用される。しかし、PARCの空間変調技術のような新しい技術では、半導体レーザとLEDの両方を使用することができる。LEDを使用すれば、低コストの携帯型計測機器が実現できる。従来の医療診断や、乳製品加工や水質監視といった農業分野の品質管理に適用可能な、プロトタイプの計測機器がデモ製作されている」と同氏は言う。またキーセル氏は、「今後4～5年で、携帯型や携帯電話を利用するフローサイトメトリ（流量血球計算）が、POC（point of care：ポイント・オブ・ケア）診断の分野に変革をもたらすだろう。特定用途向けの使い捨てのテストカートリッジが提供され、リアルタイム分析が可能になるだろう」とも付け加えた。

米ソーラボ社（Thorlabs）は2012年終わりに、米コンピュサイト社（CompuCyte）を買収し、同社のレーザスキ

ャニングサイトメトリのポートフォリオを手に入れた。フローサイトメトリ計測機器の有望な将来性を見込んでの動きである。われわれが話を聞いたメーカーの中には、フローサイトメトリが今後数年間のうちに、2億5000万ドル規模のレーザ市場になる可能性があると予測する企業もあった。米BCCリサーチ社（BCC Research）が35億ドル弱と予測した、2013年の世界のフローサイトメトリ市場のうち、レーザが占める割合を5%と仮定すると、これらのメーカーによる予測はかなり正確である可能性がある。

分子レベルの時代の到来？

光子が21世紀を促進するという見方を支持する意見として、成長著しいペタワットレベルのレーザ業界や、分子イメージングと分光法の分野に、光源や部品を販売する一部のレーザメーカーは、補完光（complementary light）に同業界の今世紀があると考えている。「原子フォトニクスや分子フォトニクスにとっての黄金時代である。レーザは、分子や原子を深く調査するために使用され、材料科学や生命科学の業界を何十年にもわたって悩ませてきた多くの謎をついに解明するだろう」とスコットランドのMスクエアレーザー社（M Squared Lasers）のCEOであるグレイム・マルコム氏（Graeme Malcolm）は述べる。

マルコム氏はさらに、「われわれが製品を販売する学術機関や科学者は、絶対零度を再定義し、量子シミュレーションを実証し、量子暗号技術を研究し、赤外線・中赤外線・テラヘルツセンサ、分光法、ハイパースペクトラル・イメージング技術の普及を促進し、さらにはテレポーテーションが実現可能であることを証明している」と続けた。「当社の事業はこの5年間、毎年倍増し続けており、これらの科学的応用分野が、多数のレーザおよびフォトニクス企業を支え、多くの応用分野において1億ドル規模のビジネスを生み出す可能性があると、われわれは強気に予測している」（マルコム氏）

バイオフォトニクス

バイオフォトニクス業界は、人口高齢化に伴い、レーザメーカーにとっておそらく最大の成長機会となる。消費者市場に参入したり、臨床現場に導入されたり、現場環境で広く普及したりする可能性を秘めたすべての製品に、近年のヘルス関連のR&D分野で見られたレベルを大きく上回るほどにまで、レーザ販売を増加させる可能性がある。

「誰もがBMWを運転したいと思うのと同じ理由で、レーザ美容治療が人気を集めている。われわれは皆、自分の外見と気分を良くしたいと思っている。BMWやメルセデス・ベンツのように、当社では、2013年に多大な成功を収めた『Forever Young BBL』のような、人々に熱望される製品を構築している」と米サイトン社（Sciton）のグローバル・マーケティング担当シニアディレクターを務めるリック・メンデス氏（Rick Mendez）は述べる。「美容治療用レーザシステムは、世界中の美容以外の医療分野に対しても新しい収益源を創出している。特に、給与と診療報酬が低下し続ける中、その差を埋め合わせようと、医者は新しい収益源を探している」（メンデス氏）

メンデス氏は、レーザ施術が一般大衆にとって手に届く価格で利用できるものになりつつあること、そして、最も大きな成功を収めている同氏の顧客の一部は、人口が1000人程度の町の医者であることを指摘した。「美容整形のボトックス注入だけでも、業界規模は（年間）5億ドルを超えている。ボツリヌス毒素を顔に注入する効果を医者が人々に確信させることができたならば、非侵襲性で有効なレーザ治療は大成功となる」と同氏は続けた。「ここでのキーワードは有効性である。当社は1997年に、当社社長のダン・ネガス（Dan Negus）とCEOを務めるジム・ホバート（Jim Hobart）によって設立された。ホバートはコヒレント社の創設者でもある。当社システムの95%以上が今でも使用されている。サイトン社はレーザを熟知しており、それが人間の細胞組織に作用する方法も理解している」（メンデス氏）

美容治療以外にも、小型DPSSレーザや半導体レーザ（さらにはLED）を搭載し、医療市場と消費者市場の両方の現場で使用される生物医学計測機器も好調である。例えば、日本の株式会社リガク、米B&Wテック社（B&W Tek）、米ステラネット社（StellarNet）、米ベイスペック社（Bayspec）、米オーシャン・オプティクス社（Ocean Optics）といった企業が提供する1064nmの携帯型ラマン分光計は、化学物質や爆発残留物の検出に使用されている。また、小型の呼気分析機器が、疾病マーカーとしての役割を果たす、人間の呼気中の分子の分析に使用されている。スタートレック並みの携帯型医療診断機器の開発を募って1000万ドルの賞金を提供するコンテスト「Qualcomm Tricorder XPRIZE」には、300を超える団体が参加登録している。

シネマと照明

「レーザデジタルシネマ業界はようやく、2014年に始動する準備が整った」と、米ネクセル社（Necsel）のセールスおよびマーケティング担当副社長を務

めるグレッグ・ニヴェン氏（Greg Niven）は述べている。「映画館スクリーンは、米国内に4万台、世界全体では12万台存在すると推定されており、200～600WのRGBレーザモジュールで構成される2万～6万ドルのレーザプロジェクションエンジンによって、最大7万ルーメンのプロジェクタが実現されている。その輝度は、今日のキセノンプロジェクションランプの限界である3万ルーメンの2倍以上である。普及率を50%と見積もっても、10億ドル規模のレーザ市場が見込まれることになる」（ニヴェン氏）

ネクセル社は、米ノバラックス社（Novalux）の拡大キャビティ表面発光レーザ（NECSEL：Novalux extended cavity surface emitting laser）技術の事業化の際に設立された企業である。親会社がウシオ電機であるという点で、ネクセル社は有利な立場にある。ウシオ電機は、米（およびカナダの）クリスティ・デジタル・システムズ社（Christie Digital Systems）も完全子会社として保有している。クリスティ・デジタル・システムズ社は、デジタルシネマ市場の40%を占有すると推定されている。残りの大部分を占めるのは、ベルギーのバーコ社（Barco）、ソニー、NECである。「キセノンランプが3～6カ月しか持たないのに対してレーザは10年間使用可能で、消費エネルギーが50%低いことを考えれば、レーザプロジェクションのROIには説得力がある。プロジェクタの運用コストが年間1万5000ドルを超える可能性もある、より大きなスクリーンに対して特に有効である」とニヴェン氏は付け加えた。

レーザプロジェクタの普及率については盛んに議論されており、また、導入価格も高いが、映画、特に3D映画が不鮮明すぎるという不満を絶えず抱いている映画観賞客を満足させるには、高い輝度が必須だとニヴェン氏は考えている。2010年には、わずか4本の3D映画で12億ドルの興行収入を上げ、2010年4月までに公開された127作品による米国における合計興行収入の33%を占めた。このような業績を上げることはもうないかもしれないが、若い世代は今後も、3D映画を鑑賞する習慣を持ち続けると予測されている。12～24歳の50%が2012年に3D映画を鑑賞したのに対し、60歳以上ではその割合がわずか13%だった。

レーザシネマプロジェクション以外にも、マルチワットレベルの半導体レーザ照明（光ファイバカップリングとの相性が良く、影響を受けやすい部分から熱源を隔離し、従来型照明やさらにはLED照明と比較しても、輝度、信頼性、色彩の面で格段に優れている）が、これまで以上に大きな役割を担うようになるとニヴェン氏は予測している。屋外のネオンボーダーチューブや、石油やガスの精製所などの危険な場所の照明に加え、無線塔や携帯電話基地局の信号灯など、ランプの交換にコストがかかるあらゆる場所において、利用の増加が見込まれる。

半導体レーザダイオードの台頭

ファイバレーザがCO_2レーザにとって代わり、DPSSレーザが488nmと515nmのアルゴンイオンレーザにとって代わりつつあるのと同じように、これまではDPSSレーザ技術が占有していた可視スペクトルの領域においても現在、輝度と出力においてますます進化を遂げている半導体レーザダイオードが台頭しつつある。

「中出力の生命科学用の計測機器に対し、DPSS技術は、400～750nmの可視領域のうちの550～600nmという

MenloSystems

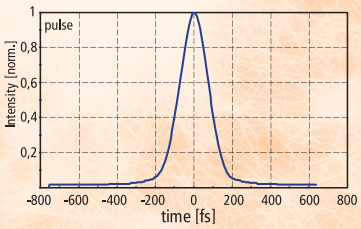
FemtoRay 780

全光ファイバー
モードロッキング方式
figure 9 を採用

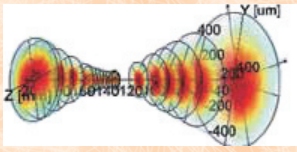
FEMTOSECOND
FIBER LASER
780nm

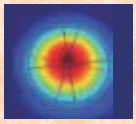
KEY BENEFITS 周波数コム用光源等で定評のある（独）MenloSystems 社より、新開発・過飽和吸収体を使用しない全光ファイバーモードロッキング方式（figure 9）を採用した製品がリリース致しました。従来の方式に比べ受動的共振状態から常に安定したモードロッキング条件下で発振する為、信頼性の向上に一翼を担っております。
その他、1560nm、1030nm、789nm、515nmの発振波長バリエーションも充実し、THz応用用途に対応した製品も取り揃えております。

Autocorrelation Trace



Beam Parameters





Divergence, M^2 <1.2

AUTEX オーテックス株式会社
URL http://www.autex-inc.co.jp
E-mail Sales11@autex-inc.co.jp

東京本社 〒162-0067
東京都新宿区富久町16-5 新宿宿高砂ビル
TEL. 03(3226)6321 FAX. 03(3226)6290

大阪支社 〒530-0004 大阪市北区堂島浜2-1-29
TEL. 06(6344)6328 FAX. 06(6344)6342

狭い範囲しか制御できない。現在、日亜化学工業の出力250mW、405nmのシングルモードレーザダイオードや、150mW、635nm、赤色のシングルモードレーザダイオードが簡単に入手できる」と、米マーケット・テック社（Market Tech）のCEOを務めるフィル・クロウリー氏（Phil Crowley）は述べる。「このような漸進的な変化は今後、レーザ計測機器に多大な影響を与えるだろう。さらに小型で、軽量で、エネルギー効率の高いシステムが実現され、大型で複雑なガスまたはDPSSレーザライトエンジンでは、これまで可能であるとは考えられなかった新しい応用分野がさらに開拓されるだろう。次の大きなレーザイノベーションについて検討する際に、レーザ技術動向におけるこの漸進的な変化は、見落とされることがある」とクロウリー氏は付け加えた。

「私の考えでは、次の10年間は、レーザ業界にとって特に素晴らしい時代になる。2010年のレーザ発明50周年に主流業界から寄せられた関心と、米NPI（National Photonics Initiative）や欧州で継続中の『Photonics21』の取り組みの背景にある勢いは、間違いなく財政支援を促進し、レーザメーカーの堅調な市場成長につながるはずである」と、米スタンフォード大学のスタンフォードフォトニクス研究センター（Stanford Photonics Research Center）でエグゼクティブ・ディレクターを務めるトム・ベア氏（Tom Baer）は述べる。「消費電力が高く効率が低いというレッテルを張られてきたレーザのこれまでの経緯を考えると、次世代データセンターへのレーザの採用を促す主要な要因が、データセンターの効率改善を求める多大な圧力にあるというのは、かなり皮肉なことである。半導体レーザは今や、効率化のためのモデルであり、太陽光レーザは、究極の再生可能エネルギー源の典型例である。ここでは、光子が大いに有効利用されている」と同氏は続けた。

市場別分析

光ストレージ向けレーザの販売は大きく減少したものの、通信と光ストレージ分野は引き続き、レーザ業界の最大の割合を占める。それに続くのは、材料加工とリソグラフィ用レーザである。しかし2013年には、医療と美容向けレーザの販売が、科学研究と軍用の分野と計測機器とセンサの分野を上回った。

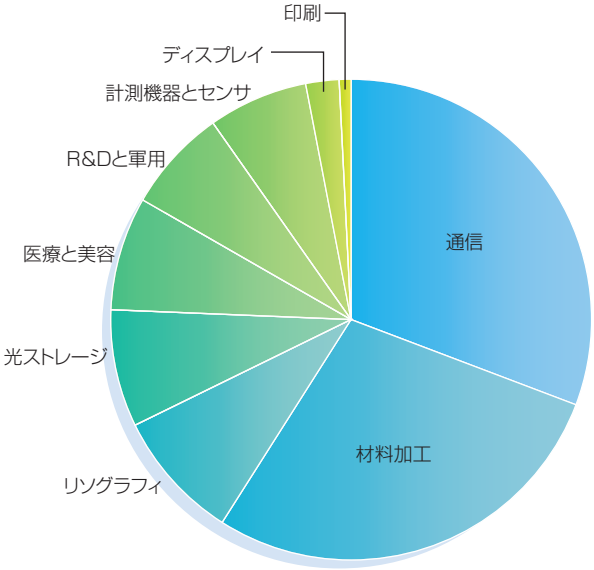
通信と光ストレージ

フラッシュドライブ、ストリーミング動画、そしてクラウドが、CDやDVD、さらにはブルーレイを含む光ストレージ機器向けレーザの販売に打撃を与えた。実際、米IHSアイサプライ社（IHS iSuppli）によると、NAND型フラッシュメモリの需要までもが、クラウドサービスの増加に起因して、2012年第4四半期の16%増から2013年第4四半期にはわずか5%増へと減速しているという。

スタンドアロン型のブルーレイプレーヤーと、「Xbox」や「Playstation」などのゲーム用光ストレージの販売は、2014年にピークを迎える見込みである。しかし、光ストレージを搭載するデスクトップPCやノートPCの販売は引き続き減少する。全体としては、光ストレージ用レーザの売上高は、2012年の9億6700万ドルから大きく減少して、2014年には5億6600万ドルと予測されている。一方、通信向けレーザは、まったく逆の状況にある。

総売上高は、2012年の24億8100万ドルから2013年には27億3400万ドルに増加し、2014年にはさらに10.2%増加して30億1300万ドルに達すると予測されている。

米フィニサー社（Finisar）でトランシーバエンジニアリング担当ディレクタを務めるクリス・コール氏（Chris Cole）は、「フィニサーなどの通信部品供給メーカーが、厳しいスケジュールで高度な技術を開発し、競争が極めて激し



出典:ストラテジーズ・アンリミテッド社

いためにマージンが抑えられる市場に製品を提供している」と述べる。「これによって、グーグル社などの顧客は、データセンター構築のコストを低く抑えることができている。明るい材料は、光ファイバ業界のその他の分野がほとんど横ばいである中、データセンターや伝送用の100Gbpsの光通信など、製品にフォトニック集積が必要となる、市場のハイエンド側が、急速なペースで成長していることである」(コール氏)

実際、米インフォネティクス・リサーチ社(Infonetics Research)は、100G光トランシーバの出荷台数が2013年に倍増し、2014年にもまた倍増すると予測している。米ネオフォトニクス社(NeoPhotonics)のマーケティング担当副社長を務めるフェリス・リップスコム氏(Ferris Lipscomb)は、「ポート数が毎年倍増することから、100G技術があと10年間、市場に存在し続けるとわれわれは見ている。コヒーレント伝送により、敷設済みの古いファイバをデジタル信号処理によって活用することができる。当社の顧客は、テラビット伝送に向けた実用的な道すじを見出しており、当社はその目標を達成するためのコンポーネントを構築している」と述べた。

ネオフォトニクス社の2013年第3四半期(2013年9月30日締め)の売上高は、7680万ドルという同社最高記録を達成し、前四半期比で2.4%増、前年同期比では16.1%増加した。また、フィニサー社は、2013年10月27日を末日とする四半期に、売上高2億9070万ドル(前四半期比9.3%増)を達成し、記録を更新したと発表した(同社は5四半期連続で売上高が増加している)。営業利益率も10.4%と好調だった。米インフィネラ社(Infinera)も、100Gのフォトニック集積回路(PIC:photonic integrated circuit)による恩恵を受けた。同社の2013年第3四半期GAAP売上高は1億4200万ドルと、2012年同期の1億1220万ドルから大きく増加した。

通信と光ストレージ

テレコム、データ通信、光ストレージの用途に使用されるすべての半導体レーザと、光増幅器用のポンプレーザが含まれる

2011年、2012年と比較的平坦に推移した通信部門は2013年、力強い成長を見せた。通信事業者が通信回線を100Gトランシーバへとアップグレードしたことが主な牽引要素となった。この分野は一気に変化する傾向がある。サービスプロバイダは可能な限り現行技術にとどまり続けたのちに、選択すべき新しい技術に確信が得られた時点で、直ちにそれに移行するためである。一方、これとはまったく対照的に、光ストレージ用レーザの販売は急速に減少している。映画や音楽のストリーミング配信や、オンラインのアプリケーションストアに加え、タブレットや軽量なポータブルコンピュータが好まれる傾向から、光ドライブは過去の技術として捨て去られつつある。光ストレージ分野の唯一の明るい材料は、ソニーやマイクロソフト社が新しいゲーム機を発売したばかりという点である。それが数年間は、この分野を大きく後押しするはずである。

米M/A-COMテクノロジー・ソリューションズ社(MACOM:M/A-COM Technology Solutions)の社長兼CEOであるジョン・クロトー氏(John Croteau)の発言も、100G導入をめぐる勢いと期間の持続性を裏付けるものだった。同氏は、MACOM社が米マインドスピード・テクノロジーズ社(Mindspeed Technologies)を買収する計画を発表した際に、「これによってMACOM社は、100Gセグメント全般、物理層製品全般、そして必須技術全般にわたってリーダーとしての明確な地位を確立し、今後10年間かけて構築されると予測される100G光市場において利益を生成するだろう」とコメントした。

通信業界に恩恵をもたらしているのは100Gの需要だけではない。ストリーミング動画や家庭での高精細テレビの視聴といった膨大な帯域幅を必要とする用途も、AOCの急速な成長を後押ししている。「光接続への移行を必要とする1000億ドル規模の銅線による電気式インターコネクト市場が存在する。特に、テレビ解像度のHDTVから4Kや8Kへの移行に伴い、インタフェース速度の飛躍的な増加が求められる」と、独VIシステムズ社(VI Systems)のCEOであるニコライ・レデンツォフ氏(Nikolay Ledentsov)は述べる。

相互接続規格であるThunderboltは当初、チャネルあたり10Gbps(10G)の銅線を対象に策定されたが、Thunderbolt 2では速度が20Gにまで引き上げられている。20Gの銅線によるインターコネクトは、同等の光接続と比較して重量が重く、コストが高く、消費電力が高いため、半導体レーザメーカーにとって朗報であることは間違いない」とレデンツォフ氏は続けた。「実際、米コーニング社(Corning)はつい最近、ThunderboltとThunderbolt 2に準拠する光インターコネクトを発表し、この莫大な規模の民生通信市場での収益確保を目指している。この市場では、フォトニクスとレーザが主要な役割を担い、相互接続コストのかなりの割合を占める可能性がある」(レデンツォフ氏)

データストレージ用レーザの販売は減少しているものの、100G導入に牽引される通信分野は好調である。英オーバム社(Ovum)によると、100Gによる売上高は2013年第2四半期に初めて40Gによる売上高を超えたという。この

ことから、通信および光ストレージ分野の総売上高は、2013年の34億4300万ドルから約4%増加して、2014年には35億7900万ドルになると予測される。

材料加工とエキシマリソグラフィ

マーキング、微細加工（マイクロマシニング、半導体加工、AM）、キロワットレベルのマクロ加工（主に金属切断。金属切断は引き続き、最大の産業用レーザ応用分野である）、レーザリソグラフィの分野で構成される材料加工用レーザの売上高は、2013年に32億2100万ドルに達した。2012年の修正後売上高から2.2%近く増加している。2014年は、7.6%と堅調に増加し、総売上高は34億6700万ドルになるとわれわれは予測する。

製造業界は世界的に、2012年半ばから終わりにかけてやや落ち込んだ後、回復の兆しを見せている。米J.P.モルガン社（J.P. Morgan）によるJPモルガン・グローバル製造業PMI（JPMorgan Global Manufacturing PMI）は2013年10月に、過去2年半の最高値となる52.1に達した。中国と新興諸国における販売増加が産業用レーザ出荷台数を牽引し、米国は適度なベースでそれに続くが、欧州は未だ後れをとっている。増加に最も貢献したのはまたしても、「低温加工」マイクロマシニング向けのファイバレーザと超高速または超短パルス（USP：ultrashort pulse）レーザの販売の増加である。

「2013年第3四半期までの9カ月間で、売上高が12%増加した」と、中国BWT北京社（BWT Beijing）社長のジャック・チェン氏（Jack Chen）は述べている。「2014年には、当社の売上高は2013年総売上高から30%増加する見込みだ。低出力励起、高出力CW、超高速ファイバレーザの要件を満たす、当社の励起レーザダイオードに対する需要が高いためである」と同氏は言う。2014年には、ファイバレーザが引き続きマーキング分野を牽引し、マクロ材料加工用レーザ総売上高の3分の1を占めるまでに成長して、過半数のシェアを占めるCO_2レーザとの差を急速に縮める見込みである。微細材料加工の分野では、ファイバレーザの売上高が、CO_2レーザおよびDPSSレーザとほぼ同等になっている。

中国ハンズレーザ社（Han's Laser）の副社長兼CTOを務めるチータオ・ルエ氏（Qitao Lue）は、2013 Laser World of Photonics Munichにおける自身の発表で、中国国内の産業用レーザシステム売上高は、2012年に27%増加して13億ドルだったと述べた。システムの多くはマーキングに使用されているという。しかしルエ氏は、Laser World of Photonics 2013カンファレンスレビューによると、国外のレーザ企業が成功を収めるには、中国に拠点を置くことが絶対に必要であるとも述べている。

実際、英スペクトラム・テクノロジーズ社（Spectrum Technologies）がとった方法を検討したいと考える企業もあるだろう。航空宇宙向けのレーザワイヤマーキングを専門とする同社は、企業形態を変更してFICE（Chinese Foreign-Invested Commercial Enterprise：中国外商投資商業企業）となり、上海のより大規模な新しいオフィスに移転した。FICEとして設立される企業は、独自の卸売、小売、フランチャイズシステムを通して、輸入製品および中国国内で製造した製品を販売することができる。

独トルンプ社（TRUMPF）は2013年10月、中国の加工機械メーカーであるジアンス・ジンファンギュアン社（Jiangsu Jinfangyuan CNC）の株式の72%を取得した。同社はレーザ切断機分野において、ますます重要性を増していると、トルンプ社は述べている。トルンプ社の2012/13会計年度の総売上高はわずか1%増にとどまったが、レーザ技術の売上高は8%増加して9億1900万ドルだった。

CCC（China Compulsory Certification：中国製品安全強制認証制度）（通称3C marking requirements：3Cマー

材料加工とエキシマリソグラフィ

すべての方式の金属加工（溶接、切断、アニール、穴あけなど）、半導体とマイクロエレクトロニクスの製造（リソグラフィ、スクライビング、欠陥修復、ビアホール加工）、すべての材料のマーキング、その他の材料加工（有機材料の切断と溶接、高速プロトタイピング、マイクロマシニング、回折格子製造など）が含まれる。リソグラフィ用のエキシマレーザも含まれる。

産業用レーザは2013年、新興諸国と中国で力強く成長したことを受けて、緩やかに成長した。米国と日本の成長は平均的だった一方、欧州は2012年よりも好調だった。ただしそれでもまだ、かなり低い水準にあることに変わりはない。半導体業界の回復は当初の見込みよりも遅れており、その影響が2013年前半のエキシマレーザと交換部品の販売の大きな落ち込みとして現れた。2013年後半には順調な回復の兆しが見られ、この傾向は2016年まで続くはずである。これに加えて、EUVリソグラフィ用のCO_2レーザの売上高が伸びを示し始めており、この新技術の浸透に伴って、この傾向はさらに続くと予測される。

キング要件）も、より高度な超高速レーザとUVレーザに対するニーズを促進している。「3Cのより高品質なマーキング要件と、超微細加工の用途により、販売は前年から倍増している」と、中国ウーハン・ハーレイ・プレシジョン・レーザ社（Wuhan Huaray Precision Laser）のマーケティング・スーパーバイザを務めるブレンデン・スン氏（Brenden Sun）は述べる。「短期間で大量のレーザ提供が、当社の顧客にとって重要である。また、フラットパネルディスプレイやタッチスクリーンの加工や、新しいフレキシブルディスプレイ用に、さらに短パルスで短波長のレーザが絶えず求められている」（スン氏）

「ディスプレイ分野には、レーザパターニングに対する困難だがやりがいのある機会がある」と、ベルギーのスキャンヘッドメーカーであるネクスト・スキャン・テクノロジー社（Next Scan Technology）の共同創設者でCEOのラーズ・ペニング氏（Lars Penning）は述べる。「アジアでは大面積パターニングに対する需要が急速に伸びており、スループットの高い『低温』レーザ加工を、運用にコストがかかり、環境に優しくないウェットエッチングの代わりに採用すれば、パターニングコストを低減することができる。米アイディーテック・イーエックス社（IDTechEx）によると、ますます高まるタッチディスプレイの需要に対応するために、2013年には60 km^2以上の透明導電性薄膜をパターニングする必要があり、その量は今後10年間で倍増するという」とペニング氏は警告する。「ただし、レーザシステムが受け入れられるためには、高いスループットを実現できるレベルまで出力を引き上げると同時に、変更コストを正当化できるほど価格を低下させなければならない」（ペニング氏）

太陽光業界におけるレーザ加工の普及率が増加するのを、未だ待ち続けているレーザメーカーは、米GTMリサーチ社（GTM Research）の報告書に勇気づけられるに違いない。同報告書では、世界の太陽光発電（PV：photovoltaic）の価格が2014年に9%増加すると予測している。日本、中国、米国が引き続き、高まるエンド市場の需要を支援することが追い風になっている。独および米ロフィンシナール社（Rofin-Sinar）は最近、PERC（passivated emitter rear cell）と選択エミッタ技術によって、結晶系太陽電池の効率を最大1%向上させる、レーザシステムに対する需要の増加が見られると記している。2013年9月30日までの12カ月間で、ロフィンシナール社の純売上高は5億6010万ドルとなり、前年の同じ期間よりも4%増加した。

半導体分野では、米ニューポート社（Newport Corporation）の2013年7～9月期の売上高が引き続き増加（増加額は480万ドル、3.6%増）したのは、マイクロエレクトロニクスのエンド市場売上高が約20%増加して、3470万ドルになったことが主要な牽引要素だったとされている。ニューポート社は2013年11月、「次世代半導体装置アプリケーション」向けの光学機械サブシステムを対象とする、1400万ドル規模の共同開発プログラムに参加した。

コヒレント社CEOのジョン・アンブロセオ氏は同社会計年度第4四半期の決算発表で、半導体設備投資の改善傾向に言及した。「新しいエキシマ・レーザ・アニール（ELA：excimer laser annealing）に対する初めての受注（1500万ドル以上）を獲得し、2014会計年度のELA受注の見通しは良好である。新しいウエハ検査ツールの導入に関連して、半導体設備投資業界において需要の著しい改善が見られた」と同氏は述べた。

EUV（extreme ultraviolet：極端紫外線）リソグラフィはどうだろうか。2012年終わりに米サイマー社（Cymer）を買収した、オランダのASML社による2013年7～9月期の決算を報告するプレスリリースには、次のように記されていた。「第4四半期には、当社が2013年に出荷予定の3台の『NXE:3300B EUV』システムのうちの1台の売り上げが得られる予定である。このようなシステムの最初のシリーズは、利益には貢献しない。その理由は次のとおりである。まず、当社のEUV製造インフラの利用率が低いことと、当社サプライチェーンにおいて初期学習曲線コストが生じることが挙げられる。また、サイマー社買収に伴う直接的な影響として、設置済みの最初の11台のEUV光源をアップグレードするためのコストを、ASMLが現在負担するためである」。つまり、EUVは確実に前進しているが、まだ実を結ぶまでには至っていない。

次世代リソグラフィ装置に対するニーズが高まっていることから、2014年のリソグラフィ用レーザ売上高（材料加工分野に含まれる）は2013年のわずか7億9300万ドルから、およそ17%増の9億2500万ドルへと、大きく躍進するとわれわれは予測する。ただし、2013年の売上高は、2012年のリソグラフィ用レーザ売上高8億1700万ドルから大幅に減少している。米国半導体製造装置材料協会（SEMI）によると、2013年終わりの半導体設備投資の出荷受注比率の減少（2013年8月と9月で1.0未満まで低迷）の影響を受けたという。

医療と美容

米国で2013年1月1日に導入された医療機器に対する2.3%の物品税が一部の企業に影響を与え、また、欧州連合

（EU：European Union）の新しいRoHS II 指令が2014年7月から医療機器に適用されるが、医療（外科、眼科、歯科、治療）と美容の分野のレーザ装置の売上高は、2013年に11%近く増加して6億8200万ドルとなった。2014年には、さらに10%近く増加して世界全体で7億4600万ドルになるとわれわれは予測する。

眼科用レーザを扱う米イリデックス社（Iridex）は、糖尿病に起因する失明や緑内障を対象とする同社の「Micro-Pulse」による組織温存療法が市場に受け入れられたことで、利益を享受した。同社の2013年第3四半期売上高は、前年同期から21%増加して950万ドルとなった。カール・ツァイス・メディテック社の外科的眼科（Surgical Ophthalmology）事業部門も、同様に好調な状態にある。同部門の2013年6月30日までの9カ月間の売上高は、16.2%増加した。カール・ツァイス・メディテック社は2013年終わりに、新しいエキシマレーザ「MEL-90」をリリースした。同レーザは、わずか1.3秒間で1ジオプターの手術時切除速度を達成し、レーザ周波数は500 Hzで、目に対する球円筒面補正を行う際の患者に対する処置時間を短縮する。

美容レーザを提供する米サイノシュア社（Cynosure）は2013年6月24日、米パロマー社（Palomar）の買収を完了し、同社のレーザおよび照明製品シリーズの2013年第3四半期の売上高は64%増加した。特に需要が高かったのは、皮膚のリサーフェシング、しわ取り、タトゥー除去、体形矯正、脱毛、良性色素性皮膚病変の分野である。サイノシュア社は、同社の「PicoSure」レーザを、欧州、カナダ、米国で積極的に推進している。2013年終わりにはオーストラリアの認可も得た。波長755nm、パルス持続時間750ピコ秒（公称）、パルスエネルギー200mJの同レーザは、タトゥー除去と良性色素性皮膚病変を対象とする世界初のピコ秒レーザである。タトゥー除去前後の画像が、その性能を如実に物語っていると思う。www.cynosure.com/products/picosure/photos.phpを参照してほしい。

歯科の分野でレーザがさらに広く浸透するには、さらに多くの臨床試験とレーザコストの低下が必要だが、レーザは、歯科インプラントの3Dプリントに使用されている。例えば、米バイオレース社（Biolase）は、デュアル波長の「iPlus WaterLase」によって、2780 nmのYSGG（yttrium scandium gallium garnet）レーザと940nmの半導体レーザを提供しており、軟部組織や硬組織に対するほとんど痛みのない歯科処置を可能にし、成長する歯科レーザ市場の恩恵を既に享受している。バイオレース社の2013年9月30日までの9カ月間の純売上高は4120万ドルで、前年同期間の純売上高3830万ドルから8%増加した。

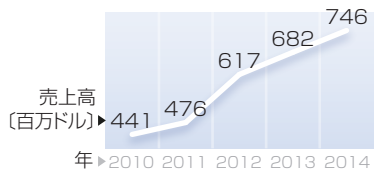
科学研究と軍用

米バテル社（Battelle）と米技術情報誌「R&D Magazine」による「2013 Global R&D Funding Forecast」（2013年度世界のR&D助成予測）では、拠出額が3.7%増加して1兆4960億ドルになると予測しているが、これには、歳出強制削減が考慮されていない。537億ドルの増加分のうち、中国が最大の割合（229億ドル）を占めると予測されており、米国と欧州の助成金の増加率は、それぞれの国のインフレ率である1.9%と1.5%にも満たないと予測されている。「潤沢な資金を備えている大規模企業は、軍用分野に対するR&D助成金がなくても何とか持ちこたえられる。しかし、小規模企業は廃業に追い込まれたり、上級科学者が退職してその技術が完成しないまま中断され、何年間にもわたる貴重な研究成果が失われたりする恐れがある」と、米ステラ・フォトニクス社（Stellar Photonics）社長のイングリッド・ファーマン氏（Ingrid Fuhriman）は述べる。

ステラ・フォトニクス社は、緑色ダズラーと同社独自のDPD（Dynamic Pulse Detonation：ダイナミック・パルス・デトネーション）システムを搭載するPASS（Plasma Acoustic Shield System）（対象物の前で、空気をレーザで過熱することによってプラズマを生成し、閃光と大きな音を発するシステム）の概念検証を終えているにもかかわらず、軍用レーザ削減の犠牲となる恐れがある。「資金が底をついたとき、より強力で目に優しい（eyesafe）レーザの

医療と美容

眼科（屈折矯正手術と光凝固手術を含む）、外科、歯科、治療、皮膚、毛髪、その他の美容の用途を含む。



医療機器に新たに物品税が課税されることで、販売への悪影響が懸念されていたにもかかわらず、2013年の医療用レーザの販売は好調だった。医療用レーザ販売で最大の割合を占めるのは、美容、皮膚科、眼科の処置に使われるものである。このような処置は通常、健康保険の適用外だが、経済情勢が好転すると増加する傾向がある。男性も女性も限られた雇用市場での競争を強いられていることから、タトゥー除去としわ取りの人気が特に高かった。歯科においてもレーザの利用が増加しており、ドリルの代わりにレーザビームが用いられるケースが増えている。

科学研究と軍用

大学や国立研究所などで基礎研究と開発に使用されるレーザと、測距計、照明装置、赤外線防衛手段、指向性エネルギー兵器研究などの新規および既存の軍用レーザが含まれる。

2012年までは景気刺激策による支出がR&D助成に寄与したが、2013年には、歳出強制削減から数週間にわたる米政府機能停止にいたるまでのすべてが、R&D支出に多大な悪影響を及ぼした。R&D予算に影響を与えている要因の多くが、軍事調達予算にも影響を与えたが、80年代から90年代にかけての「スターウォーズ」並みの壮大な兵器システムから、より実用的で低コストの兵器システムへと推移してきた長期的な傾向も、これに影響を与えている。活発なプロジェクトとしては、中赤外防衛手段、UAV/自律車両ナビゲーション、ダズラー、分光計や監視装置を含む国家安全保障などがある。

開発は3分の2まで完了していた。我が国の戦争従事者は非致死性兵器を求めており、PASSは、大使館や国境の警備、そして暴徒鎮圧に最適である」とファーマン氏は続けた。「何という税金の無駄だ」(ファーマン氏)

「米国の防衛市場と産業市場への参入を図る米国外企業との競争がますます激しくなっている。多数の当社の競合企業が、米国市場シェア獲得の手段として、米国外の大規模な多国籍企業に買収された」と、米SAフォトニクス社(SA Photonics)でセンサおよび通信担当副社長を務めるマイケル・エヴァンス氏(Michael Evans)は述べる。「しかし当社は、小型スーパーコンティニューム(SC:supercontinuum)レーザシステムに、基礎的な進歩をもたらすことができる。このシステムは、石油やガスのセンシングとイメージング、軍事や医療分野向けの高度なヘルメット装着表示装置、自律走行車やUAV(無人航空機)用の慣性センサをターゲットとし、多様な業界に対応するため、軍事支出削減によって当社が受ける影響を緩和するだろう」(エヴァンス氏)

エヴァンス氏はさらに、「ドット、ワイヤ、チューブ内の量子定義構造や、デバイス作製や集積のための新手法といったいくつかの重大な技術が、新たな機能開発の復興を予感させるが、多くの企業や機関は、トウモロコシを種の状態でさっさと食べてしまい、飢えの危険を冒しているようだ。この場合、飢えの原因は、同業他社との相互評価や技術交換に力を入れることなく、レーザと光技術に不適切な投資をしていることである」と続けた。

米国における政府機能停止や債務上限問題といった「manufactured crisis」(でっち上げの危機、作られた危機)と多くの人々がみなすものと、欧州で未だ続く債務危機によって、特に大きな打撃を受けたことで、2013年の世界のR&Dおよび軍事レーザ助成は減少し、2014年に入ってもこの低い状態が続く見込みである。R&D助成レベルと極めて密接に関連するニューポート社や米FLIRシステムズ社(FLIR Systems)といった大手株式公開企業の業績と今後の見通しには、その影響が顕著に現れている。

2013年9月28日を末日とする四半期に、ニューポート社の科学研究分野の売上高は前年同期比6.4%減、軍用およびセキュリティエンド市場の売上高は同16.7%減となった。FLIRシステムズ社の2013年第3四半期の売上高は、商用システム部門では前年同期比で17%増加して2億1290万ドルだったものの、政府向けシステム部門は同 4%減の1億4520万ドルだった。同社の決算発表によると「(前略)米政府からの受注即出荷(book and ship)の受注の流れが減速したことによる負の影響を受けた」という。

世界の科学研究および軍用レーザ支出は、2012年に局所的なピークに達し、2013年には減少し、2014年には少しだけ回復して合計6億2000万ドルになる見込みである。朗報として、米連邦事業機会(FBO:Federal Business Opportunities、www.fbo.gov)のウェブサイトに掲載されている2万7200件の有効な米連邦機会のうち、「レーザ」のキーワードで2013年12月17日までの90日間の期間を検索すると、206件の助成金調達機会がヒットした。大型レーザ切断機からターンキー式半導体レーザシステム、地雷探査用飛行レーザシステムまで多岐にわたる。また欧州では、「Framework Programme 7」の

数値の情報源

レーザ出荷の推定と予測はストラテジーズ・アンリミテッド社による需要と供給の両面からの分析にもとづいている。ストラテジーズ・アンリミテッド社は30年以上にわたってフォトニクス製品に関する市場調査を実施しており、レーザと高輝度LEDを専門としている。市場分析では、四半期ごとの動向と長期的なこれまでの動向の両方を検討し、それらの結果を比較し、調整を行って明らかな誤差を修正した。さらに詳細な情報については、2014年2月3日にサンフランシスコで開催されたSPIE Photonics West併催のLaser & Photonics Marketplace Seminarにおいて詳細が報告された。

後を継ぐ欧州助成計画「Horizon 2020」が2014年1月1日、主要なR&D制度として正式に始動した。同計画には、フォトニクスプログラムに対する「大幅な助成拡大」が盛り込まれており、2020年まで年間約1億3700万ドル規模の財政支援が投入されると期待されている。

計測機器とセンサ

「生命科学、分析化学、計測学の分野の計測機器のOEM企業は、高出力で高性能な100mWを超えるDPSSレーザをいまだ必要としている。蛍光顕微鏡検査、ラマン分光法、干渉法、ホログラフィに加え、ハイエンドのフローサイトメトリや遺伝子配列解析にそれが必要である」と、米コボルト社(Cobolt Inc.)社長のフィリップ・アマヤ氏(Phillip Amaya)は述べる。「例えば、顕微鏡検査において無数の蛍光色素分子を分析するための複数波長のモジュールに対する需要が、販売を促進し続けている。市場は今後も2ケタ成長を続けるとわれわれは予測している。レーザ計測機器はますます多くの分野で使用され、レーザに基づく手法の数はますます増加し、市場規模が中国やインドといった開発途上国で拡大しているためである」(アマヤ氏)

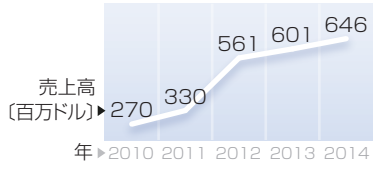
前述のとおり、フローサイトメトリは今後大きく成長する可能性がある。また、分光法はますます進歩を遂げて、研究施設に設置される大型の計測機器から、携帯型のコンパクトな機器へと進化し、さらには、統合型やチップベースといった多数の種類の分光計が登場すると予測される。

センサについては、マイクロソフト社の「Kinect」が成功を収め、医用生体ホログラムの視覚化やロボットビジョンの改良など、これによって実現される応用分野が、民生と産業の両方の分野でまだ次々と出現していることは、誰もが認めるところである。アップル社もジェスチャ認識を商機ととらえ、資金を投入している。同社は最近、3Dセンサを手掛けるイスラエル企業であるプライムセンス社(PrimeSense)を3億4500万ドルで買収した。IHSアイサプライ社は、自動車の接近検知システムやジェスチャ認識システムの世界市場規模が、2013年の100万ドル未満から2023年には3800万ドル以上にまで成長すると予測している。

計測機器とセンサ向けレーザの市場規模は2013年、7%以上増加して6億100万ドルとなった。われわれは、この傾向が続き、2014年には同市場の売上高が6億4600万ドルに達すると予測する。

計測機器とセンサ

生物医学計測機器、分析機器(分光計など)、ウエハとマスクの検査、計測工学、水準器、光学マウス、ジェスチャ認識、ライダ、バーコードリーダ、その他のセンサが含まれる。



インテリジェントな機器への入力手段としてのレーザ利用の増加に伴い、計測機器とセンサは、レーザ業界にとってますます重要な分野になりつつある。グーグル社や米軍などは自律走行車両を設計し、マイクロソフト社の新製品「Xbox One」などのビデオゲームでは、ジェスチャ認識や顔認証からプレーヤーの心拍数測定にいたるまでのあらゆる機能にレーザが利用されている。その他の用途としては、国家安全保障のための危険物検出用携帯型センサ、フローサイトメータ、科学および医療分野向けの分光法、石油と天然ガスの掘削や周辺セキュリティ確保を目的としたファイバセンサ用狭帯域レーザなどがある。

エンタテインメントとディスプレイ

エンタテインメントとディスプレイの分野に含まれるのは、ライトショー、「Google Glass」のような頭部装着型ディスプレイ、ピコプロジェクション装置、レーザシネマプロジェクタ用のレーザである。

頭部装着型ディスプレイメーカーが、半導体レーザ搭載システムやMEMSダイレクトプロジェクションシステムに、コストの低いLEDを採用するか、有機ELディスプレイを採用するかについては結論が出ていない。言うまでもなく、この最新型頭部装着装置に一般大衆がどのような反応を示すかについてはまだ何とも言えない。

そして、ピコプロジェクタは消えたのだろうか。おそらく消えてはいない。「ピコプロジェクタ用に多数のレーザが供給されるという予測はまだ実現に至っていないが、成功の前例はある」と、米マイクロビジョン社(MicroVision)のR&D担当副社長を務めるデール・ツィンマーマン氏(Dale Zimmerman)は述べる。「ソニーの『ハンディカム』は、ピコプロジェクタを内蔵し、積極的な実演やプロモーションとともに店舗で販売されている。そして、インターネット上でひっそりと販売されている他のピコプロジェクタよりも10倍ほど多く売れている。米ブルックストン社(Brookstone)も店頭実演によって成功を収めている。ピコプロジェクタが動作する様子を実際に目にした人々は、それを購入している」(ツィンマーマン氏)

マイクロビジョン社によるMEMSベースのRGB技術「PicoP」は、25ルーメン、720p、低消費電力、高精細ディスプレイといった卓越した性能を誇ると、同氏は述べている。「もちろん、テレビ画面が利用できるならばPicoPを使

エンタテインメントとディスプレイ

ライトショー、デジタルシネマ、前面および背面プロジェクタ、ピコプロジェクタ、レーザポインタが含まれる。

この分野は、エンタテインメント市場において急速に成長しており、ディスプレイ市場においても力強く成長する可能性を秘める。レーザは現在、ほとんどの大規模コンサート、クルーズ船、テレビ番組、公共用ディスプレイで、花火の代わり、またはそれを補完するものとして使われている。この分野が急速な伸びを示したのはこのわずか2年間のことである。緑色半導体レーザは現在、商品化されて価格が低下しており、デスクトッププロジェクタとピコプロジェクタの両方において利用が増加している。2014年には、映画館でプロジェクション用にレーザ光源の採用が始まる見込みである。まずは、カリフォルニア州ハリウッドのグローマンズ・チャイニーズ・シアター(Grauman's Chinese Theatre)や、マイクロソフト社共同創設者のポール・アレン氏(Paul Allen)が所有するシアトル・シネラマ(Seattle Cinerama)といった有名な数館の劇場で導入される予定である。

画像記録と印刷

商業用プリプレスシステムと写真仕上げ用のレーザに加えて、消費者用および商業用の従来型のレーザプリンタが含まれる。

紙の時代は過ぎ去り、すべてがオンラインに掲載されるようになったという話を頻繁に耳にするが、印刷に使用されるレーザの売上高は、年々わずかに減少するだけで何年間にもわたって比較的安定している。印刷物の代わりに、オンラインアカウントへのアクセスと電子メールが使われるようになったが、オンライン注文であっても発送ラベルや住所ラベルは必要であり、それが失われた印刷需要を一部埋め合わせている。

用しようとは思わない。しかし、携帯電話かカメラしか手元になく、写真を表示したり動画を視聴したりするために大きな画面が欲しいと思う場面は多数存在する。それを他人と共有する場合は、特にそうである」と同氏は述べた。ユーザーが、大きなタブレットを持ち歩くことなくオンデマンドでディスプレイや動画を得ることの利点を理解し始めたまさにそのタイミングで、半導体レーザ、「ビデオ出力」機器、光小型化の技術が成熟を迎えたと、ツィンマーマン氏は主張する。「これらすべての要素が組み合わさって1つのエコシステムを形成し、ピコプロジェクションの有効性を実証するだろう。日亜化学や独オスラム社(Osram)といった企業は、ピコプロジェクションレーザがまもなく急峻な傾きの成長曲線を描くと確信して、RGB半導体レーザに投資している」と同氏は述べた。

Laser Focus Worldは前述のとおり、レーザシネマプロジェクションについても楽観的に予測しているが、この分野のレーザ販売に著しい増加が現れるのは、おそらくまだ数年先になると認識している。ただし、レーザポインタの販売と、エンタテインメント業界におけるレーザライトショー用レーザの販売は、堅調なペースで成長し続け、2013年から約15.4%増加して、エンタテインメントとディスプレイ分野の2014年の売上高は2億1000万ドルになると、われわれは予測する。

米パンゴリン・レーザ・システムズ社(Pangolin Laser Systems)の最高執行責任者(COO)を務めるジャスティン・ペリー氏(Justin Perry)は、「パンゴリン社やレーザライトショーを手掛けるその他多くの企業の2013年の売上高は、2012年を上回るだろう」と述べる。「私は2013年に、世界中を旅して、米国、欧州、アジア、オーストラリア、南アメリカのレーザエンタテインメント市場を調査するという有意義な経験をした。レーザショーの人気は世界中で高まり続けている。レーザほどの斬新で万能な効果を発揮する光源は他にはない」と同氏は続けた。「当社の使いやすいソフトウエアと、『純粋なダイオード』レーザプロジェクタのおかげで、レーザエンタテインメントは、マーケティング、広告、さらには、『Absolut Vodka』(アブソルートウオッカ)や『Capital One』(キャピタル・ワン)ファイナンスといった大手企業のコマーシャルなど、新しい応用分野へと進出しつつある」(ペリー氏)

画像記録

ファイバレーザは、輪転グラビア印刷用シリンダやその他のグラビア印刷版のマイクロマシニングを占有しており、赤色半導体レーザの小型化によって、多機能レーザプリンタの価格低下と設置面積縮小が実現されている。しかし、レーザプリンタ、商用レーザプリプレス、写真仕上げ用レーザの全体的な市場規模は、拡大も縮小もしていない。売上高はこの5年間、6500万ドル周辺で横ばいが続いており、何らかの新しい応用分野が出現しない限り、この分野の成長を確信させる材料はほとんどない。 LFWJ