フォトニクス市場概況2022 パンデミック最中の技術革新と欠乏

ピーター・フレッティ

今年の市場分析と予測では、現在の半導体チップ不足と、それがフォトニクス業界に与える影響についても、詳しく分析したいと思う。

フォトニクス市場が1970年代から享受してきたような、堅実で健全な成長を持続した市場はほとんど存在しない。しかし、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）のパンデミックに見舞われたとき、フォトニクス市場は、50年間続いた成長に終止符を打たれる危機にさらされた。幸い、同市場はパンデミックの中で、多くの人々が予想していたような、深刻に不安定な状態に陥ることはなかった。パンデミック前と同じ成長率は維持できなかったかもしれないが、快適に安定した状態を保っている。

インドのモルドール・インテリジェンス社（Mordor Intelligence）によると、フォトニクス市場にはまだ、目覚ましい成長が予測されているという[1]。具体的な数値としてモルドール社は、2020年の世界フォトニクス市場の規模を5898億2000万米ドルと評価し、2026年までに1兆197億7000万米ドルに達すると予測している。これは、2021～2026年の年平均成長率（Compound Annual Growth Rate：CAGR）が約7.14%と見積もられていることを意味する。

また、米マッキンゼー・アンド・カンパニー社（McKinsey & Co.）が2021年6月に発行した「The Next Wave of Innovation in Photonics」（フォトニクスにおけるイノベーションの次なる波）というレポートの中でも、フォトニクス市場全体でイノベーションに専念してきた実績が、このレーザデバイス市場を2020年の170億ドル規模にまで押し上げたことが示されている[2]。このレポートでは、同市場が10%の成長率を維持して、2025年までに280億ドル規模に達すると予測されている。マッキンゼー社はさらに、精密オプティクス部門で8%、フォトニクス部門

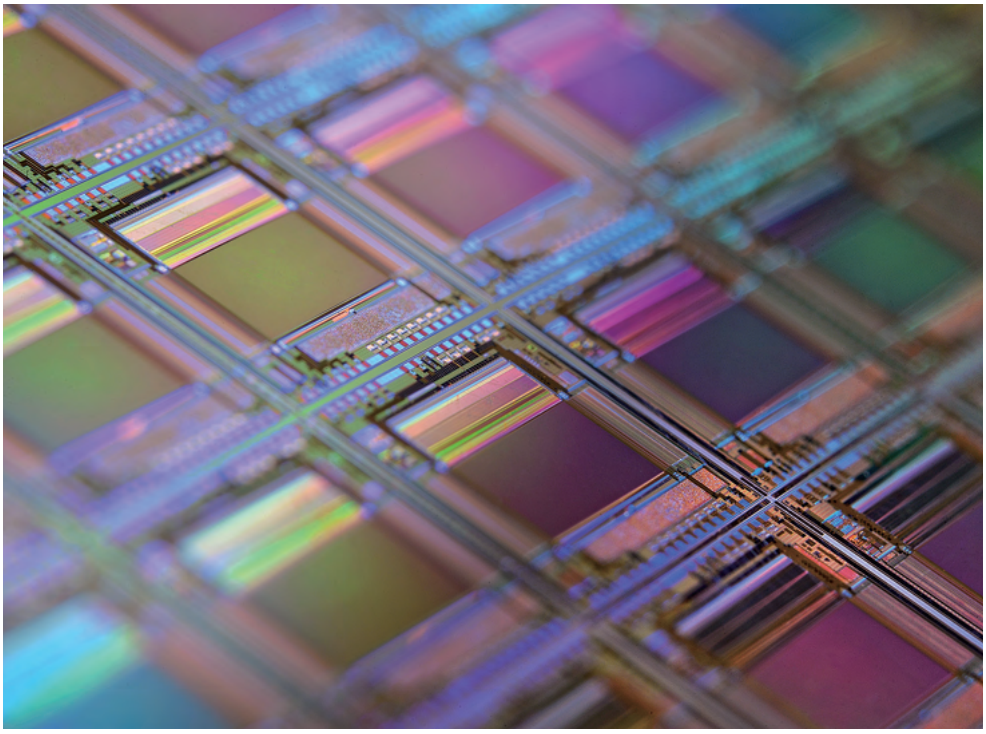


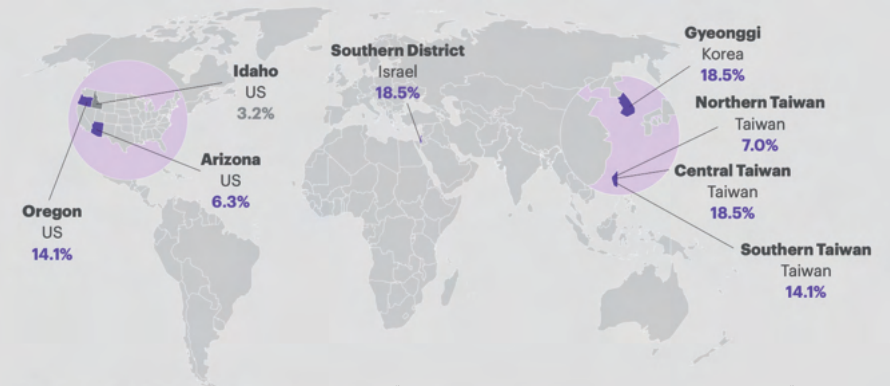
図1　シリコンウエハ上の個々の正方形が、微細なトランジスタや回路を搭載するチップである。通常、このようなウエハが個々のチップに切断され、チップは、スマート技術デバイスの頭脳となるプロセッサに搭載される。（写真提供：Unsplash社のLaura Ockel氏）

で9%の成長率が得られると予測している。フォトニクス部門の車載分野は、自動運転に向けた市場動向を理由に、同社が特に力強い成長（年間21%）を予測している分野である。

これらの数値からわかる重要な点は、パンデミックは意外にも、同業界にそれほど大きな影響を与えていないようだということであると、オプティカ（Optica、以前はOSAという名称だった米国光学会）のシニア業界アドバイザーを務めるトム・ハウスケン氏（Tom Hausken）は説明している。「ビジネス地区のオフィスビルが空いたままで、ビルを対象に商売をしていた近隣店舗が打撃を受けていることなど、パンデミックによる長引く影響を耳にするが、私たちの業界は驚くほど無傷のようだ」（ハウスケン氏）。

「2020年の業績は、パンデミックがなかったと仮定した場合と比べると低かったが、2021年は、混乱が縮小し、累積需要が売上高を押し上げたことで、予測を上回る業績が得られた。現在は、サプライチェーン問題が成長を抑制しているが、業界は、パンデミックが起きなかったと仮定した場合とほぼ同じ状態に戻っているようである。2022年については、今と同じ状態がさらに続くと期待できる。『平常』どおりの1年になるはずだが、新たな外的混乱が私たちの行く手を阻む可能性は、もちろん存在する。しかしこの業界は、私たちの世代における最も厳しい2度の時期を、力強く乗り越えてきた」と、ハウスケン氏は述べた。

Laser Focus World誌の1月号（日本版では3月号）では毎年、レーザ市場予測の記事を掲載してきたが、今年はそれよりもはるかに広い視点で、レーザ市場という1つのカテゴリーに絞るのではなく、フォトニクス市場全体を見ていきたいと思う。この変更は、大きな理由に基づいている。レーザが、それよりも大きなフォトニクス市場において重要な意味を持つ要素であり続けることに変わりはないが、フォトニクス市場は、市場全体を俯瞰することが重要となる、一定の成熟レベルに達したことが、その理由である。



*10nm以下のノードでチップを製造するファブ。灰色で示されているのは、最先端メモリファブである。四捨五入により%値の合計は100%にならない可能性がある。

図2　世界半導体バリューチェーンは、最先端のファブ生産能力を提供する、ほんのわずかな地域に依存している（画像は、SEMIの2020年第2四半期および2021年第2四半期の最新情報／カーニー社の分析に基づく）。

チップ不足問題

思いどおりに進まない現在の状況を、誰もがチップ不足のせいだと考えているように見受けられる。チップ不足は現在、ほぼすべての業界に共通する障害となっている。今日の工業製品には、とてつもない数の半導体チップが含まれているので、この状況にはやむを得ないものがある。加えて、スマート技術が標準になるのに伴ってチップ需要はますます激化しており、火に油を注ぐ事態となっている（**図1**）。具体的には、人工知能（AI）、機械学習、自律動作の活用や、モビリティソリューションの電動化を目指す、根強い取り組みが、需要期待をさらに押し上げる要因になっている。

どれだけの数のチップが1つの製品に含まれるかと考えるだけで、この問題の状況が見えてくる。例えば、自動車には100個程度（内燃エンジン車）から最大で3000個（バッテリー搭載の自動運転電気自動車）ものチップが搭載されており、自動車メーカーは、現在のチップ生産量の約10%を消費する。スマートフォン、家電製品、産業用モノのインターネット（Industrial Internet of Things：IIoT）デバイス、さらには玩具にも、多くのチップが使われており、世界供給量は瞬く間に使い果たされてしまう。

米カーニー社（Kearney）の2021年12月のレポートによると、「最先端半導体に対する需要は、15%の年間成長率で増加する見込み」だという[3]。カーニー社は、AI、ハイパフォーマンスコンピューティング（HPC）、エッジコンピューティング、ワイヤレス通信を、その主要な促進要素として挙げるとともに（**図2**）、そうした製品が「2030年までに最先端半導体消費の80%以上」を占めることになると予測している。

現在のこの傾向によって最終的に描かれる未来はバラ色ではなく、残念ながら、簡単な解決策は存在しない。例えば、英デロイト社（Deloitte）は、多くの種類の半導体チップについて、

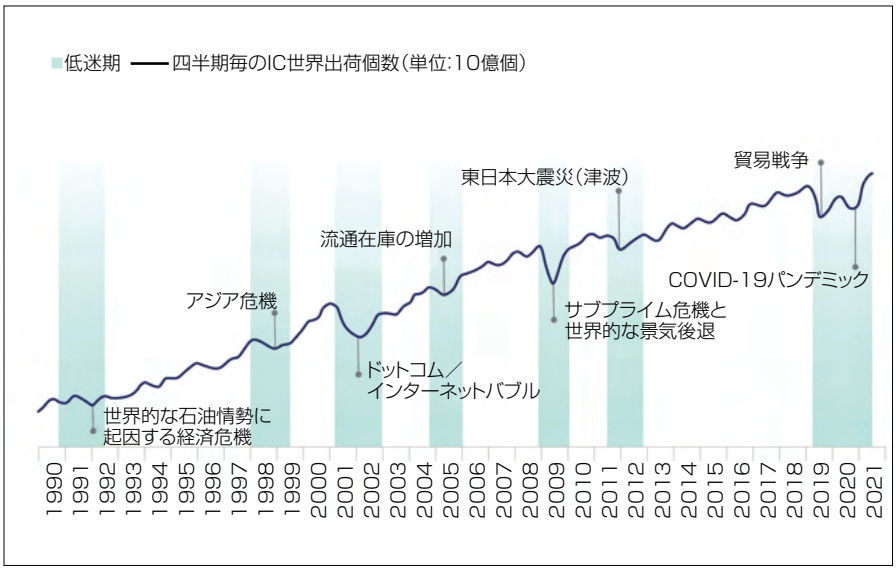


図3　集積回路(IC)の世界出荷個数の、1990年から2021年第2四半期までの四半期ごとの移り変わりを示したグラフ(対数目盛)。さまざまな低迷期に見舞われたことが示されている。(画像提供:デロイト社)

2022年を通して供給不足が続き、一部の部品のリードタイムは2023年にまで長期化すると予測している[4]。従って、この供給不足は収束までに24カ月続く見込みで、2008～2009年のチップ不足に似た状況が予想されるが、当時との違いは、多数のチップを必要とするスマート製品によって、需要が増大し続けることである(**図3**)。

解決策の1つは、生産能力を拡大することだが、それは、多大なコストに加えて、かなりの時間を要する、現時点の不足状態を解消するための長期的な手段である。「ここで明確にしておきたいのは、200mmファブの増加は、主に既存ファブの生産能力の拡大によるものであり、全く新しい工場の建設によるものではないということである。新工場の建設は、2020～2022年の約120億米ドルの資本設備支出に相当する。技術的観点からは、主流ノードとそれよりも先進的な300mmプロセスノード(10nm未満、主に3nm、5nm、7nm)の生産能力は、それらよりも成熟したプロセスノードよりも急速に成長する見込みである。ここで、最先端のプロセスノードだけでなく、すべてのプロセスノードにおいて、両方のウエハサイズに対する需要が増加していることは、注目に値する」と、デロイト社の調査レポートの著者らは記している。

関連性

こうしたあらゆる弊害以外にも、半導体供給問題が、フォトニクス関連の課題と機会を理解する上で重要な役割を担うことを示す、正当な理由が存在する。半導体市場において、レーザ(特に近赤外レーザとグリーンレーザ)の利用が増加していることに疑いの余地はない。また、半導体製造市場に販売されるフォトニクス製品(光学部品、計測器、アクセサリなど)は広範囲に及ぶだけでなく、チップ需要の急増とともにますます増加している。

さらに突き詰めて考えると、フォトニクスと半導体チップの使用量には、最先端半導体チップ製造プロセスだけでなく、その結果として得られる製品においても、密接な関連があることがわかる(しかもおそらく後者は前者よりも重要である)。フォトニクス市場の企業が、既存の注文にうまく対応できたとしても、手頃な価格のチップが手に入らなければ、最終製品の製造者は製品を完成させることができない可能性が高い。

チップ不足がここまで大きな問題になってしまったのはなぜだろうか。その答えには、複数の側面がある。需要の急増が、スマートな自動化製品に対する飽くなき欲求に端を発する、大きな要素であることは明らかである。パンデミックに伴う在宅勤務によって、民生エレクトロニクス製品(コンピュータ、モニター、ウェブカメラ、会議用スピーカーなど)に対する需要が、市場予測をはるかに上回って増加したことで、半導体チップに注目が集まることとなった。PCの2020年第4四半期の世界出荷台数だけを見ても、米ガートナー社(Gartner)によると、前年同期比で10.7%増加したという。2020年の年間出荷台数は2億7500万台に達し、この市場は10年以上にわたって既に安定した状態にあったにもかかわらず、過去最高の成長率を記録した。

しかし、需要の増加は全体像のほんの一部にしかすぎない。供給問題も、進行中のチップ危機に深刻な影響を与えている。中でも注目すべきは、パンデミックの期間を通して、災害が半導体生産に影響を与えたことである。具体的に挙げると、2021年の大寒波はテキサス州に停電をもたらして各種施設に損害を与え、それに伴う経済活動の停止は、サプライチェーンに深刻な影響を与えた。蘭NXPセミコンダクターズ社(NXP Semiconductors)や韓国サムスン社(Samsung)のような大企業が、それぞれ生産能力が25%以

上低下するという被害を被った。また日本では、工場火災によって1四半期間の生産能力を失う被害が生じ、それらの工場から供給を受ける世界中の自動車メーカーの業務に影響を与えた。

世界的な労働力不足も、供給側に影響を与える要素の1つである。労働力不足は、フォトニクス業界にも影響を与えている。また、パンデミックがもたらした相次ぐ雇用上の課題によって、労働力不足はさらに深刻化している。誰もが喜んで語るであろうその雇用問題は、実は非常に複雑である。

燃え尽き症候群、健康に関する懸念、コロナ給付金のすべてが、この問題に絡んでくる。加えて、パンデミック期間を通して人々の心に芽生えた、人生の優先順位の見直しについて考察することも、同等に重要である。メーガン・レオンハルト氏（Megan Leonhardt）が執筆したFortune誌の記事によると、退職と一時休職の両方が、労働力不足の有意義な要因になっているという（**図4**）[5]。「最近の分析によると、パンデミックが始まってから仕事を辞めたと米ゴールドマン・サックス社（Goldman Sachs）が推定する500万人を超える米国人のうち、約340万人が55歳以上で、そのうちの約150万人は

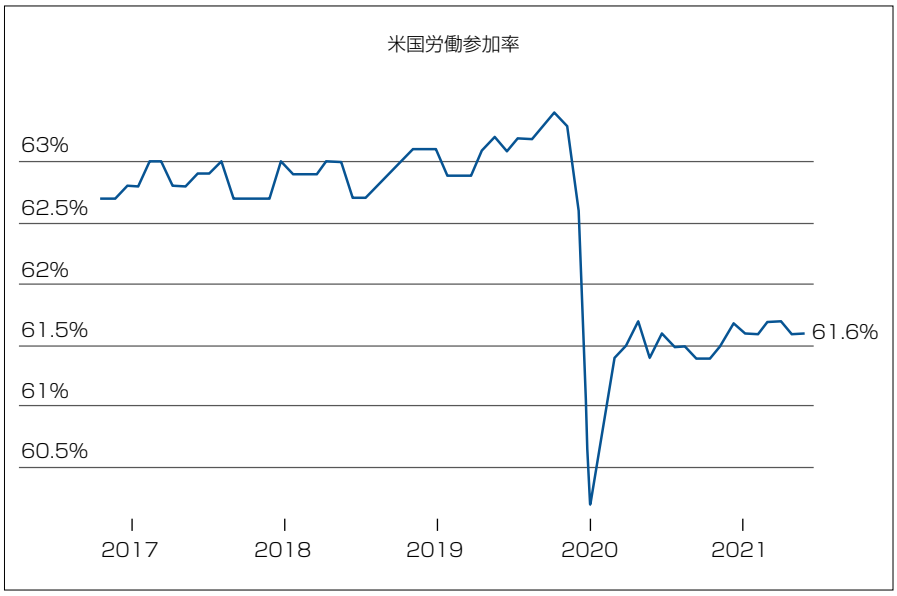


図4　2021年10月の時点で、労働参加率は61.6%で横ばい状態だが、2020年2月と比べると約1.7%低い（出典：Fortune誌）。

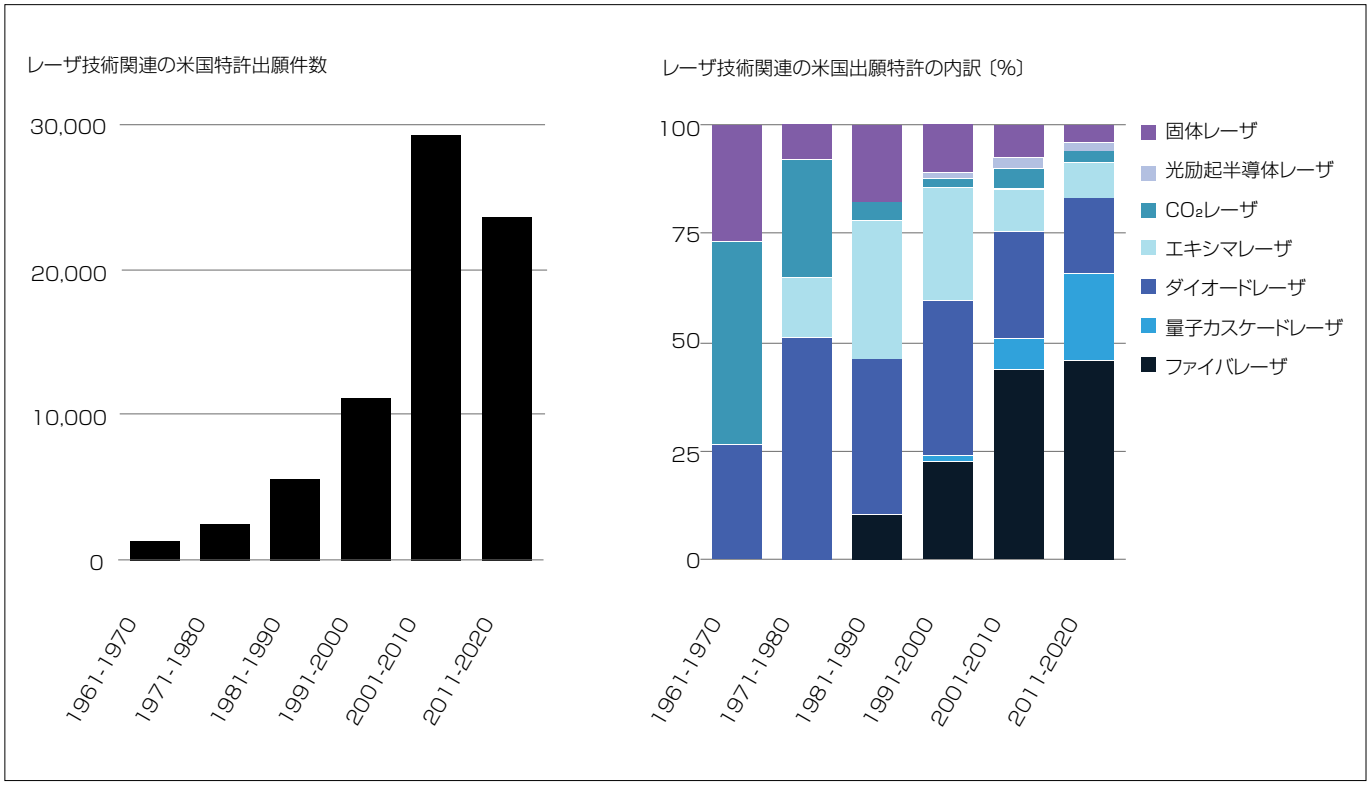


図5　新規特許出願件数は減少しており、技術の焦点は変わり続けている（出典：マッキンゼー社）。

早期退職者、約100万人は定年退職者だったとされている。一方、米リンクトイン社（LinkedIn）の調査では、有職米国人の半数近くに相当する42%が、一時的な休職を検討していると回答した」[6]と、レオンハルト氏は記している。

進行中の労働力と供給不足の問題について、ハウスケン氏はそれらを、不足という1つの大きなカテゴリーに基本的にひとまとめにすることによって、適切に説明している。「それらはすべて関連している。部品供給に遅れが生じている原因の1つは、労働力不足にあるからだ。基本的に、現時点では需要が製造能力を超えている。しかしそれは、ほとんどが短期的なものであり、良い種類の問題であると言ってよい」と同氏は述べている。

将来に目を向けた考察

イノベーションは、フォトニクス市場が次世代に向けて現在の成功した状態を持続するために不可欠な要素である。マッキンゼー社のレポートが示しているように、特許出願が明らかに小康状態であることは、イノベーションの低下を表している。しかしこれは、機会が枯渇したことを意味しているわけではない。特に集積デバイスは、フォトニクス市場に携わる企業にとって守備範囲を広げるための機会を秘めた重要な分野である。デバイスメーカーが積極的に技術開発者との戦略的提携を追求することに伴って、この機会は今後数年間で、特に重要であることが明らかになるはずである。

イノベーションの機会は、業界内の大企業に限定されるものではない。例えば、New York Timesのある記事では、さまざまなものが不足している現在の状態が、より広範な半導体サプライチェーンの中のニッチな企業と表現するのが最も適切な多くのメーカーにとって、重要な好機になるという主張が展開されている[7]。その機会は、半導体企業に限られたものではない。

残念ながら、上で述べた業界の成熟レベルもここに関連してくる。業界が成熟するにつれて、当然ながら純粋なイノベーションの割合は減少していく。そしてマッキンゼー社のレポートによると、レーザとフォトニクス市場全般でこの傾向を示す実際の証拠が存在するという。マッキンゼー社は、特許出願件数を主要な指標として挙げている。具体的には、2001～2010年に米国で出願されたレーザ関連の特許件数は2万9000件を超えており、その数はその前の10年間の2倍を上回っていた（**図5**）。しかし、2011～2020年の出願件数はわずか2万4000件程度にとどまった。この低下は、これまで特許出願件数が10年ごとに倍増していた業界にとっては、異常事態である。

特許の減少傾向は明らかだが、フォトニクス市場の状況に日常的に気を配っている人ならば、イノベーションのレベルは、本質的に反復的なものであっても、かなり高い状態にあることを、誰もが知っている。それどころか、パンデミックが新しい炎に火をつけて、世界的な問題に対する最良の解決策の提供において、フォトニクス業界が有意義な役割を担えるような手段を考案しようとする、研究開発グループの取り組みが促進されている例が多く見られる。

パンデミックは多くの業界に打撃を与えたが、その発生によって、医療業界におけるフォトニクスデバイスの適用範囲は確実に拡大した。ハウスケン氏はその完璧な例として、オプティクスの役割は、パンデミックに対処することだけでなく、あらゆるウイルスを撲滅するという大きな取り組みをできる限り前進させることにあると指摘している。

「新型コロナのパンデミックは突然発生したかのように見えるが、パンデミックそのものは新しいものではなく、今後はますます頻繁に発生するだろうと専門家は指摘している。それと同時に、オプティクスに基づく技術には現在、ウイルスを特定して、ワクチン有効性の実証を裏付ける能力がある。その技術はこの数年間で、処理能力とコストの面で大幅に進歩している。私たちは決してこれを当たり前だと思ってはならない。COVID-19が発生した時に、私たちの技術が10年か20年遅れていたとしたら、どうなっていただろうか。今の悪い状況から考えて、はるかに悲惨な状態になっていたに違いない」とハウスケン氏は述べた。

今後については楽観視できる理由があるとして、ハウスケン氏は次のように説明した。「この危機に対してこれだけの労力を注いだのだから、私たちは将来のパンデミックに対して準備を整えるだけでなく、インフルエンザや一般的な風邪などの他のウイルスをこれまでよりもはるかにうまく緩和する機会を得たことになる。それは無駄にしてはならない機会であり、オプティクスやフォトニクスなしでその機会を活かすことはできない。うまくいけば、私たちはそれを当たり前と考えるようになるだろうが、それは、このパンデミックから得られた良い結果の1つである」。

参考文献

(1) See https://bit.ly/MarketRev22-Ref1.
(2) See https://mck.co/31YJ9YB.
(3) See https://bit.ly/MarketRev22-Ref3.
(4) See https://bit.ly/MarketRev22-Ref4.
(5) See https://bit.ly/MarketRev22-Ref5.
(6) See https://bit.ly/MarketRev22-Ref6.
(7) See https://nyti.ms/3q3gfhT.

LFWJ