

# —President's Message



Space presents limitless possibilities for exploration, all of which push the boundaries of optical technology.

This industry continues to undergo a shift in the use of optics, and several emerging trends are defining the future of space optics:

- Free-space optical communications: Laser-based systems have the potential for higher data rates, greater security and more efficient links between satellites, spacecraft and ground stations.
- Miniaturization: Smaller optical systems for microsattellites and CubeSats developed using unconventional methods can increasingly rival the performance of larger platforms.
- Advanced sensing: Optical sensors continue to expand what is possible in Earth observation, planetary science, navigation, environmental monitoring and defense-related applications.
- Quantum science: Space-based experiments in ultracold atom physics and quantum key distribution are opening new frontiers for fundamental science and secure communications.

As the cost of accessing space continues to fall, the optics community has a unique opportunity to innovate with disruptive technologies like computational imaging, freeform optics, integrated photonics and advanced laser systems. These technologies will help meet the demands of a growing space economy and perhaps inspire the next generation of engineers and scientists, just as that NASA engineer once inspired me.

—Gisele Bennett,  
Optica President

I had the pleasure of growing up watching rocket and space shuttle launches. In fact, it was a NASA engineer who encouraged me to pursue my degree in electrical engineering, saying it would allow me to use physics and math. There is more to the story, of course, but that conversation planted an early seed for me about the importance of mentorship and advisors.

Today, I still enjoy watching launches. Just as fascinating are the optical illusions they can create during dusk and dawn, when sunlight, exhaust plumes and atmospheric conditions combine to produce striking displays in the sky. These moments remind us that space exploration is not only about engineering and propulsion—it is also intricately connected to light.

In 2019, Optica held a workshop on optics in space in Melbourne, FL, USA. When I reached out to the community in advance of that meeting, I was amazed by the breadth of the work in this field. More recently, at FiO 2025, there was a session on “The Space Optics Industry: Perspectives and Opportunities.” What a great topic—and one that continues to capture the public’s imagination.

Space presents limitless possibilities for exploration, scientific inquiry and commercial enterprise, all of which push the boundaries of optical technology. Satellites and probes are equipped with specialized, purpose-built optical equipment designed to survive the rigors of the space environment, including imagers, sensors and communications systems. Earth-based optical systems, such as adaptive optics in large-aperture telescopes and high-bandwidth optical communications links, also play unique and vital roles in space missions.

---

A French translation of this message appears on the next page. Additional translations (Chinese, Japanese, Korean and Spanish) can be found at [optica-opn.org/link/0726-presidents-message](https://optica-opn.org/link/0726-presidents-message).

J'ai eu le plaisir de grandir en regardant des lancements de fusées et de navettes spatiales. C'est d'ailleurs un ingénieur de la NASA qui m'a encouragé à poursuivre mes études en génie électrique, en m'expliquant que cette voie me permettrait de mettre à profit la physique et les mathématiques. L'histoire ne s'arrête pas là, bien sûr, mais cette conversation a très tôt éveillé en moi l'importance du mentorat et de l'accompagnement.

Aujourd'hui encore, j'éprouve toujours autant de plaisir à regarder ces lancements. Les illusions d'optique qu'ils peuvent créer au crépuscule et à l'aube sont tout aussi fascinantes : la lumière du soleil, les panaches de gaz d'échappement et les conditions atmosphériques se conjuguent pour offrir des spectacles saisissants dans le ciel. Ces moments nous rappellent que l'exploration spatiale ne se résume pas à l'ingénierie et à la propulsion ; elle est aussi intimement liée à la lumière.

En 2019, Optica a organisé un atelier sur l'optique spatiale à Melbourne, en Floride, aux États-Unis. Lorsque j'ai pris contact avec la communauté avant cet événement, j'ai été impressionné par l'ampleur des travaux menés dans ce domaine. Plus récemment, lors de la conférence FIO 2025, une session était consacrée à « L'industrie de l'optique spatiale : perspectives et opportunités ». Quel sujet passionnant, qui continue de captiver l'imagination du public.

L'espace offre des possibilités illimitées d'exploration, de recherche scientifique et d'activités commerciales, repoussant sans cesse les frontières de la technologie optique. Les satellites et les sondes sont équipés d'instruments optiques spécialisés conçus pour résister aux rigueurs de l'environnement spatial, notamment des imageurs, des capteurs et des systèmes de communication. Les systèmes optiques terrestres, tels que l'optique adaptative des télescopes à grande ouverture et les liaisons de communication optique à haut débit, jouent également un rôle unique et essentiel dans les missions spatiales.

Ce secteur connaît une transformation continue dans l'usage de l'optique, et plusieurs tendances émergentes façonnent l'avenir de l'optique spatiale :

- Communications optiques en espace libre : les systèmes laser offrent un potentiel de débits de données plus élevés, une sécurité renforcée et des liaisons plus efficaces entre les satellites, les engins spatiaux et les stations au sol.
- Miniaturisation : des systèmes optiques plus compacts pour microsatsellites et CubeSats, développés à l'aide de méthodes non conventionnelles, rivalisent de plus en plus avec les performances des plateformes de plus grande dimension.
- Détection avancée : les capteurs optiques repoussent continuellement les limites de l'observation de la Terre, des sciences planétaires, de la navigation, de la surveillance environnementale et des applications liées à la défense.
- Science quantique : les expériences spatiales en physique des atomes ultrafroids et en distribution quantique de clés ouvrent de nouvelles perspectives pour la recherche fondamentale et les communications sécurisées.

Avec la diminution continue du coût d'accès à l'espace, la communauté de l'optique bénéficie d'une occasion unique d'innover grâce à des technologies de rupture telles que l'imagerie computationnelle, l'optique à surfaces libres, la photonique intégrée et les systèmes laser avancés. Ces technologies contribueront à répondre aux besoins d'une économie spatiale en pleine expansion et inspireront peut-être la prochaine génération d'ingénieurs et de scientifiques, tout comme cet ingénieur de la NASA m'a inspiré en son temps.

—Gisele Bennett,  
Presidenta de Optica



# 会长致辞

在我的成长岁月中，能时常目睹火箭与航天飞机腾空而起，实乃人生幸事。事实上，让我决心攻读电子工程学位的，正是NASA的一位工程师。他告诉我，这个专业能让我将物理和数学真正运用起来。当然，这背后还有更多故事，但那次谈话让我在很小的时候就隐约意识到，有人为你指引方向，答疑解惑，是多么的重要。

时至今日，我依然很享受火箭发射的过程。同样令人着迷的，还有在黄昏与黎明时分因发射所形成的各种光学幻象——阳光、尾焰羽流以及大气条件共同作用，在天空中呈现出震撼的景象。这些时刻提醒着我们，航天探索不仅关乎工程与推进技术，更与光影息息相关。

2019年，Optica在美国佛罗里达州墨尔本举办了一场太空光学研讨会。在会前与业内人士交流时，这一领域研究工作的广度令我惊叹。最近，在2025年“光学前沿”大会 (FiO 2025) 上，还举行了一场题为“空间光学产业：视角与机遇”的专题研讨会。这真是一个极佳的选题——而且是一个持续激发公众想象力的领域。

太空为探索、科学考察与商业开发提供了无限可能，并不断拓展着光学技术的边界。卫星与探测器均搭载了特制的专用光学设备，以应对严苛的空间环境，其中包括成像仪、传感器及通信系统。此外，地面光学系统也在航天任务中发挥着独特且至关重要的作用，如大口径望远镜中的自适应光学技术，以及高带宽光通信链路。

可以说，该行业对光学的应用一直在优化与调整，而以下几个新兴趋势也许将决定空间光学的未来样貌：

- 自由空间光通信：基于激光的通信系统有望实现更高的数据传输速率、更强的安全性，以及卫星、航天器与地面站之间更高效的通信链路。
- 微型化：采用非传统方法开发的微型卫星与CubeSat（立方卫星）小型光学系统，其性能正越来越媲美大型平台。
- 先进传感：光学传感器正在不断拓展地球观测、行星科学、导航、环境监测以及国防相关应用的可能性。
- 量子科学：超冷原子物理实验和量子密钥分发领域的空间实验，正在为基础科学研究与安全通信开辟新的前沿。

随着进入太空的成本持续降低，光学领域迎来了利用颠覆性技术进行创新的独特机遇，例如计算成像、自由曲面光学、集成光子学以及先进激光系统。这些技术将有助于满足日益壮大的太空经济的需求，并有望激励下一代的工程师与科学家——正如当年那位NASA工程师曾激励了我一样。

Gisele Bennett  
Optica 会长



幸運にも私は、ロケットやスペースシャトルの打ち上げを見ながら育ちました。それどころか、NASA(米航空宇宙局)のエンジニアがすすめてくれたからこそ、電気工学を学ぶ道に進むことになりました。そうすれば物理や数学の力を活かせると言ってくれたのです。もちろんそれほど単純な話ではないにせよ、あのときの会話が私の中に早い段階で種が蒔かれ、メンターシップやアドバイザーがいかに大切に気づくことになります。

今なお私は打ち上げを見るのが好きです。夕暮れや夜明け時の打ち上げで生じる幻想的な視覚効果にも魅せられます。日の光や噴煙や大気の状態が相まって空に映し出される、壮観な光景が生み出されます。こうした瞬間を目にすると、宇宙探査とは工学や推進技術にとどまるものではないことが思い起こされます。光とも密接な関わりがあるのです。

2019年、Opticaは、宇宙における光学に関するワークショップを米国フロリダ州メルボルンで開催しました。会議に先立ってこの分野の研究者の方たちに連絡を取った際、この分野の研究がいかに幅広いものであるかに感銘を受けました。最近では、FiO 2025で「宇宙光学産業—展望と機会」と題するセッションがありました。何とすばらしいテーマでしょう。人々の想像力をかき立て続けているテーマでもあります。

宇宙は、探査、科学研究、商業活動において無限の可能性を示しています。いずれも光学技術の限界を押し広げるものです。人工衛星や探査機には、イメージャー、センサー、通信システムなど、特定用途向けに作られた専用の光学機器が搭載されています。過酷な宇宙環境でも性能を発揮するように設計されたものです。大口径望遠鏡の補償光学や高帯域幅の光通信リンクといった、地上設備の光学システムもあります。これらも宇宙ミッションに不可欠な独自の役割を担っています。

この業界は、光学の用途において変化を続けています。以下のような新たなトレンドが、宇宙光学の未来を形づくっています。

- 自由空間光通信—レーザー光線を利用したシステムは、より高速のデータ送信、より高い安全性、より効率的なリンクで衛星・宇宙船・地上局間の通信を実現する可能性をもっています。
- 小型化—斬新な手法で開発される、超小型衛星やキューブサット向けの小型光学系は、大型プラットフォームの性能に匹敵しつつあります。
- 高度なセンシング—光センサーにより、地球観測、惑星科学、航法、環境モニタリング、防衛関連分野への応用などの可能性が広がり続けています。
- 量子科学—極低温原子物理学や量子鍵配送の宇宙実験で、基礎科学や安全な通信について新たなフロンティア開拓が進んでいます。

宇宙がますます身近になる中で、光学コミュニティにはイノベーションに対するまたとない機会が訪れています。計算イメージング、自由曲面光学、集積フォトニクス、先進的レーザーシステムといった破壊的技術で革新を起こす絶好の機会です。こうした技術は、成長を続ける宇宙経済の需要に応えるにとどまらず、次世代のエンジニアや科学者に刺激を与えるかもしれません。あのNASAのエンジニアがかつて私にインスピレーションを与えてくれたように。

Gisele Bennett  
Optica 会長



저는 어린 시절 로켓과 우주선 발사를 즐겨보면서 자랐습니다. 실제로 물리학과 수학을 쓸 일이 있을 거라면서 저에게 전기공학 학위를 취득하라고 말해주었던 것도 NASA 엔지니어였습니다. 물론 이 사연에는 말할 내용이 더 있지만 당시 대화는 어린 저에게 멘토링과 조언자의 중요성에 대해 알려주었습니다.

오늘날에도 저는 로켓 발사를 지켜보는 것을 즐깁니다. 해질녘이나 새벽에 햇빛, 배기가스, 대기 상태가 하늘에 놀라운 광경을 자아내는 광학적 착시 현상도 환상적입니다. 이러한 순간은 우주 탐사가 공학과 추진력만이 아니라 빛과도 밀접하게 연결되어 있음을 일깨워줍니다.

2019년 Optica는 미국 플로리다주 멜버른에서 우주 광학 워크숍을 개최한 바 있습니다. 워크숍 전에 저는 학계에 연락하였는데 우주 광학 연구의 폭에 놀라게 되었습니다. 최근에는 FiO 2025에서 “우주 광학 산업: 관점 및 기회”라는 주제로 세션이 진행되었습니다. 여전히 대중의 상상력을 사로잡고 있는 정말 멋진 주제입니다.

우주는 탐험, 과학 연구, 상업적 기업을 위한 무한한 가능성을 제공하며, 광학 기술의 한계를 넓혀가고 있습니다. 위성과 탐사선은 영상, 센서, 통신 시스템 등 가혹한 우주 환경에도 살아남도록 특수하게 설계된 광학 장비를 갖추고 있습니다. 대구경 망원경의 적응 광학, 고대역폭 광통신 링크 등 지상 기반 광학 시스템도 우주 임무에서 독특하고 중요한 역할을 하고 있습니다.

우주 산업의 광학 활용 방식은 계속 변화하고 있으며 아래와 같은 새로운 트렌드가 우주 광학의 미래를 만들어 가고 있습니다.

- 자유공간 광통신: 레이저 기반 시스템은 높은 데이터 전송 속도, 더 나은 보안, 위성, 우주선, 지상국 간 더욱 효율적인 링크를 제공할 수 있는 잠재력이 있습니다.
- 소형화: 새로운 방식으로 개발된 마이크로위성 및 큐브위성용 소형 광학 시스템은 점차 대형 플랫폼에 버금가는 성능을 구현하고 있습니다.
- 첨단 센서: 광학 센서는 지구 관측, 행성 과학, 항법, 환경 모니터링, 국방 관련 응용 분야에서 가능성을 계속 넓혀가고 있습니다.
- 양자 과학: 극저온 원자 물리학 및 양자 키 분배에 대한 우주 기반 실험은 기초 과학 및 보안 통신을 위한 새로운 지평을 열고 있습니다.

우주 접근 비용이 계속 하락함에 따라 광학계는 계산 영상, 자유곡면 광학, 집적 포토닉스, 첨단 레이저 시스템 등 첨단 기술을 혁신할 수 있는 소중한 기회를 확보하게 되었습니다. 이러한 기술은 성장하는 우주 경제의 수요를 충족하고 예전에 NASA 엔지니어가 저에게 영감을 주었던 것처럼 차세대 엔지니어와 과학자에게 영감을 줄 수도 있을 것입니다.

Gisele Bennett  
Optica 회장



**T**uve el privilegio de crecer viendo lanzamientos de cohetes y transbordadores espaciales. De hecho, fue un ingeniero de la NASA quien me animó a estudiar ingeniería eléctrica, asegurándome que me permitiría aplicar física y matemáticas de manera significativa. Por supuesto, la historia es más larga, pero aquella conversación sembró en mí una primera comprensión sobre el valor de la mentoría y de contar con buenos asesores.

Hoy sigo disfrutando enormemente los lanzamientos. Igualmente fascinantes son las ilusiones ópticas que pueden producirse durante el amanecer o el crepúsculo, cuando la luz solar, las estelas de gases de escape y las condiciones atmosféricas se combinan para crear espectáculos impresionantes en el cielo. Estos momentos nos recuerdan que la exploración espacial no es solo ingeniería y propulsión, sino que también está profundamente entrelazada con la luz.

En 2019, Optica organizó un taller sobre óptica en el espacio en Melbourne, Florida, EE. UU. Al dirigirme a la comunidad antes de esa reunión, me sorprendió la amplitud del trabajo que se estaba realizando en este campo. Más recientemente, en FiO 2025, se presentó una sesión titulada “La industria de la óptica espacial: perspectivas y oportunidades”. Un tema extraordinario, y uno que continúa capturando la imaginación del público.

El espacio ofrece posibilidades ilimitadas para la exploración, la investigación científica y la actividad comercial, todas ellas impulsando los límites de la tecnología óptica. Los satélites y sondas incorporan equipos ópticos especializados, diseñados para soportar las exigencias del entorno espacial: sistemas de imagen, sensores y plataformas de comunicación. A su vez, los sistemas ópticos terrestres —como la óptica adaptativa en telescopios de gran apertura o los enlaces ópticos de comunicación de gran ancho de banda— desempeñan funciones esenciales en misiones espaciales.

La industria continúa transformándose, y varias tendencias emergentes están definiendo el futuro de la óptica espacial:

- Comunicaciones ópticas en espacio libre — Los sistemas basados en láser permiten mayores tasas de transmisión, mayor seguridad y enlaces más eficientes entre satélites, naves y estaciones terrestres.
- Miniaturización — Los sistemas ópticos compactos para microsátélites y CubeSats, desarrollados mediante métodos no convencionales, están alcanzando niveles de rendimiento comparables a plataformas mucho más grandes.
- Detección avanzada — Los sensores ópticos siguen ampliando las capacidades en observación terrestre, ciencia planetaria, navegación, monitoreo ambiental y aplicaciones de defensa.
- Ciencia cuántica — Experimentos en física atómica ultrafría y distribución cuántica de claves están abriendo nuevas fronteras para la ciencia fundamental y las comunicaciones seguras.

A medida que el costo de acceso al espacio continúa disminuyendo, la comunidad óptica tiene una oportunidad única para innovar mediante tecnologías disruptivas como la imagen computacional, la óptica de forma libre, la fotónica integrada y los sistemas láser avanzados. Estas tecnologías no solo responderán a las necesidades de una economía espacial en expansión, sino que también podrían inspirar a la próxima generación de ingenieros y científicos, tal como aquel ingeniero de la NASA me inspiró a mí.

—Gisele Bennett,  
Presidenta de Optica

