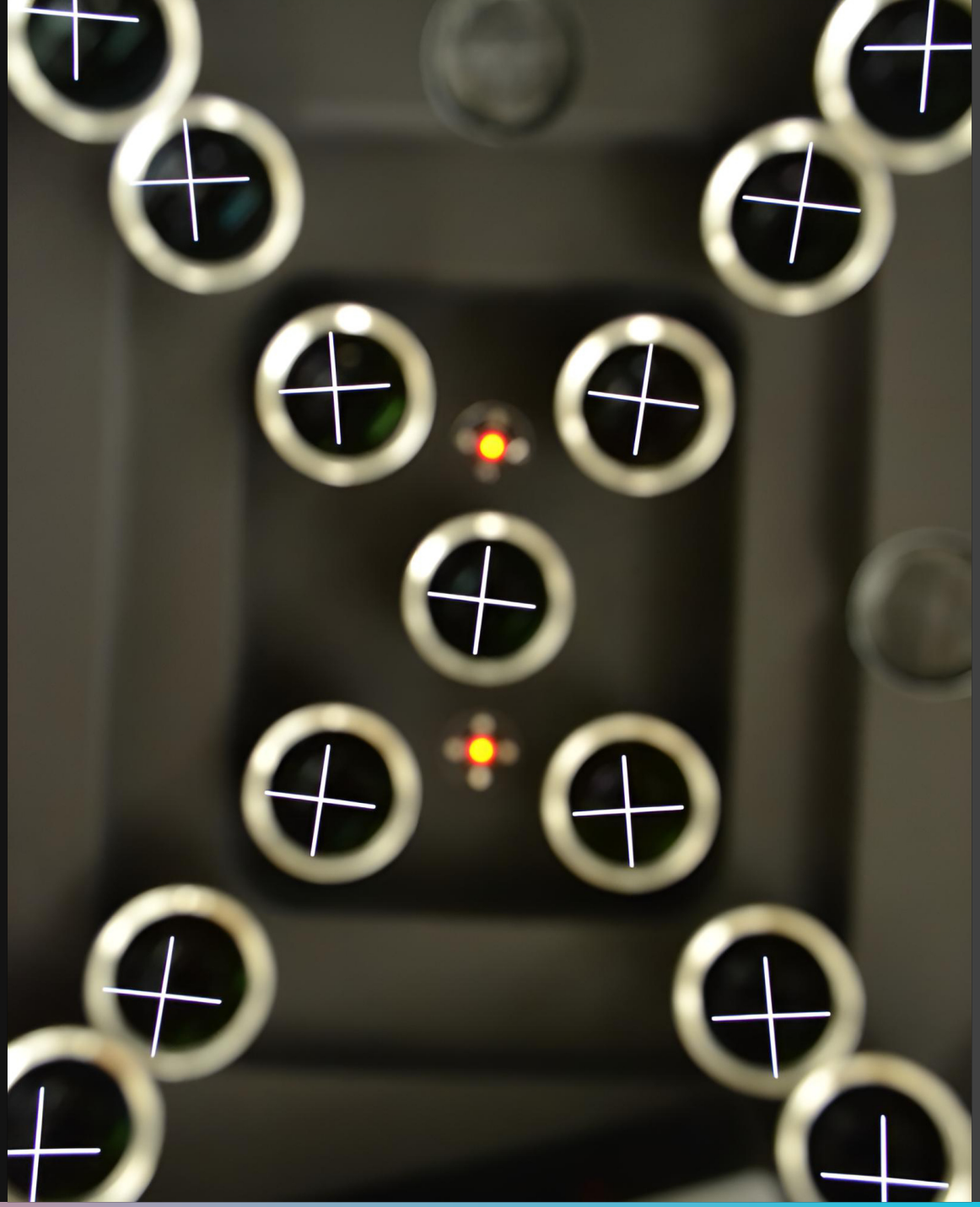
技術論文

走査ペンタプリズムとデジタルアライメント望遠鏡を用いた投影された仮想物体の物体距離の測定

ケビン・スウィーニー
デビッド・A・イムリー博士

SPIE Photonics West
OPTO 13373-8



技術論文

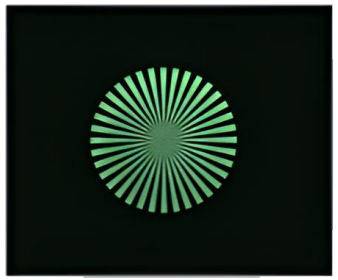
イメージャーのテスト シナリオはユース ケースと**一致**している必要があります。

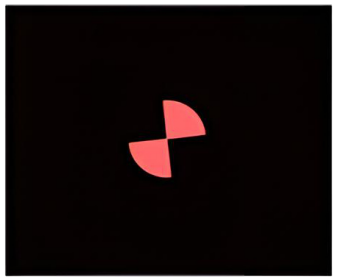
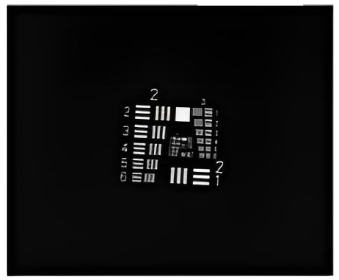
どのように確保

共役距離

これらに関係無く

アパーチャーサイズ、波長スペクトル



または、ターゲット形状？

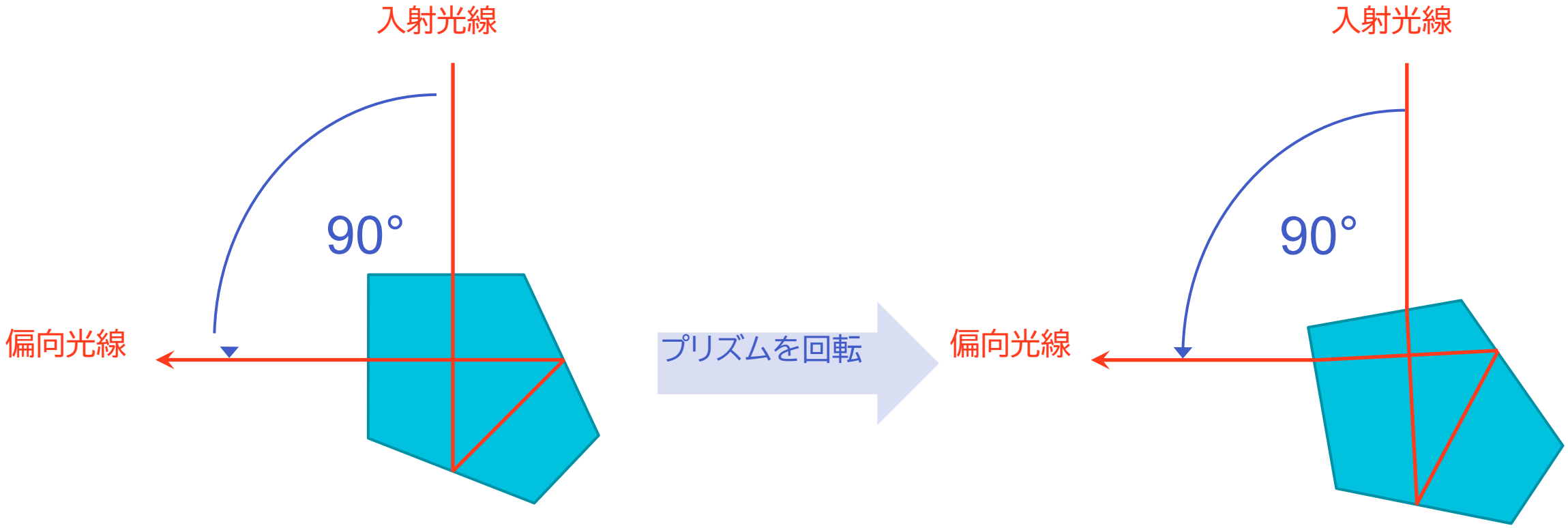
技術論文

コリメーションを確実にする方法はいくつかあります…

	制限事項				
方法	ピンホール光源	単色光源	機器EFL >> コリメータEFL	リレー光学系 > コリメータ開口	コリメータの調整機能
レーザー不等光路干渉計	✗	✗	✓	✗	✗
校正済みカメラ	✓	✓	✗	✗	✓
シャック・ハルトマン波面センサー	✗	✓	✓	✗	✓
シアプレート干渉計	✗	✗	✓	✗	✓
オートコリメーション	✓	✓	✓	✗	✗
スキャニングペンタプリズム	✓	✓	✓	✓	✓

スキャニングペンタプリズムは、私たちが必要とする汎用性を備えています。

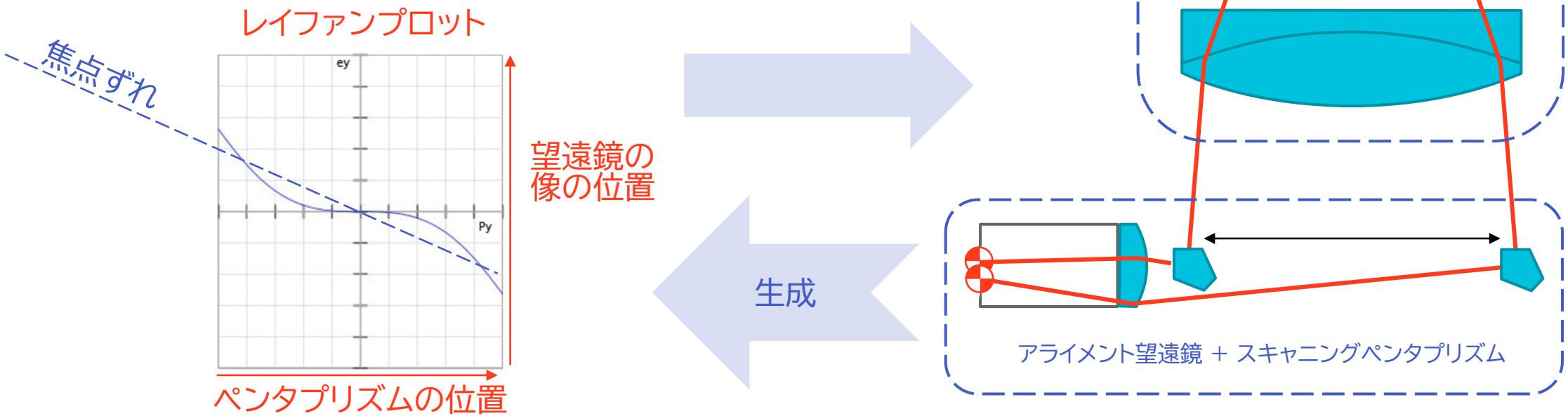
ペンタプリズムは一定の偏向角を提供します。



技術論文

走査ペンタプリズム方式

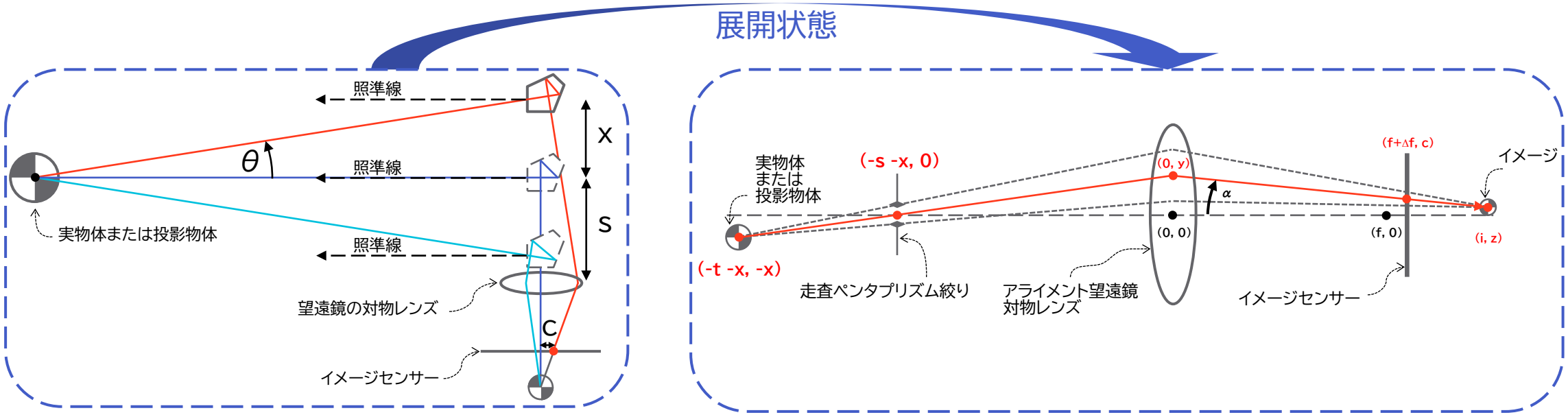
- アライメント望遠鏡とコリメータは互いにしっかりと固定されています。
  - ペンタプリズムのみを動かすことで、リニアガイドウェイに求められる真直度が大幅に低減します。
- 望遠鏡像の位置は、ターゲットプロジェクターから集光された光線の角度に比例します。



技術論文

幾何光学解析 — 原稿参照

ペンタプリズム = 開口絞り → 物体空間における視線を定義する



設計により既知
- s — 公称開口間隔
- f — 望遠鏡の対物レンズの焦点距離

動作中に監視
- x — ペンタプリズムの位置
- c — センサー上の主光線の高さ

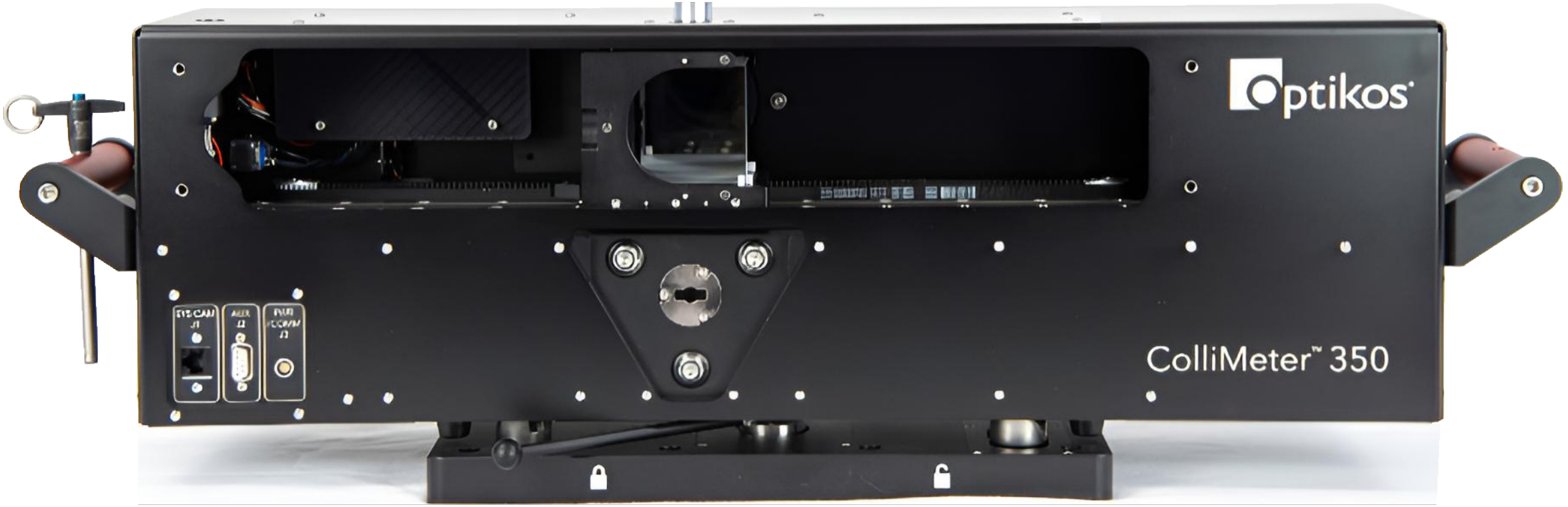
数量は計算対象
- t — 物体距離

- $y = \frac{x(t+x)}{t-s} - x$ 望遠鏡対物レンズにおける主光線の高さ
- $z = \frac{x}{\frac{(t+x)}{f} - 1}$ 像の位置
- $\tan \alpha = \frac{z-y}{i}$ 像空間における主光線の角度
- $c = z - (i - f - \Delta f)\tan \alpha$ 撮像素子における主光線の高さ

技術論文

スキャニングペンタプリズム実証機

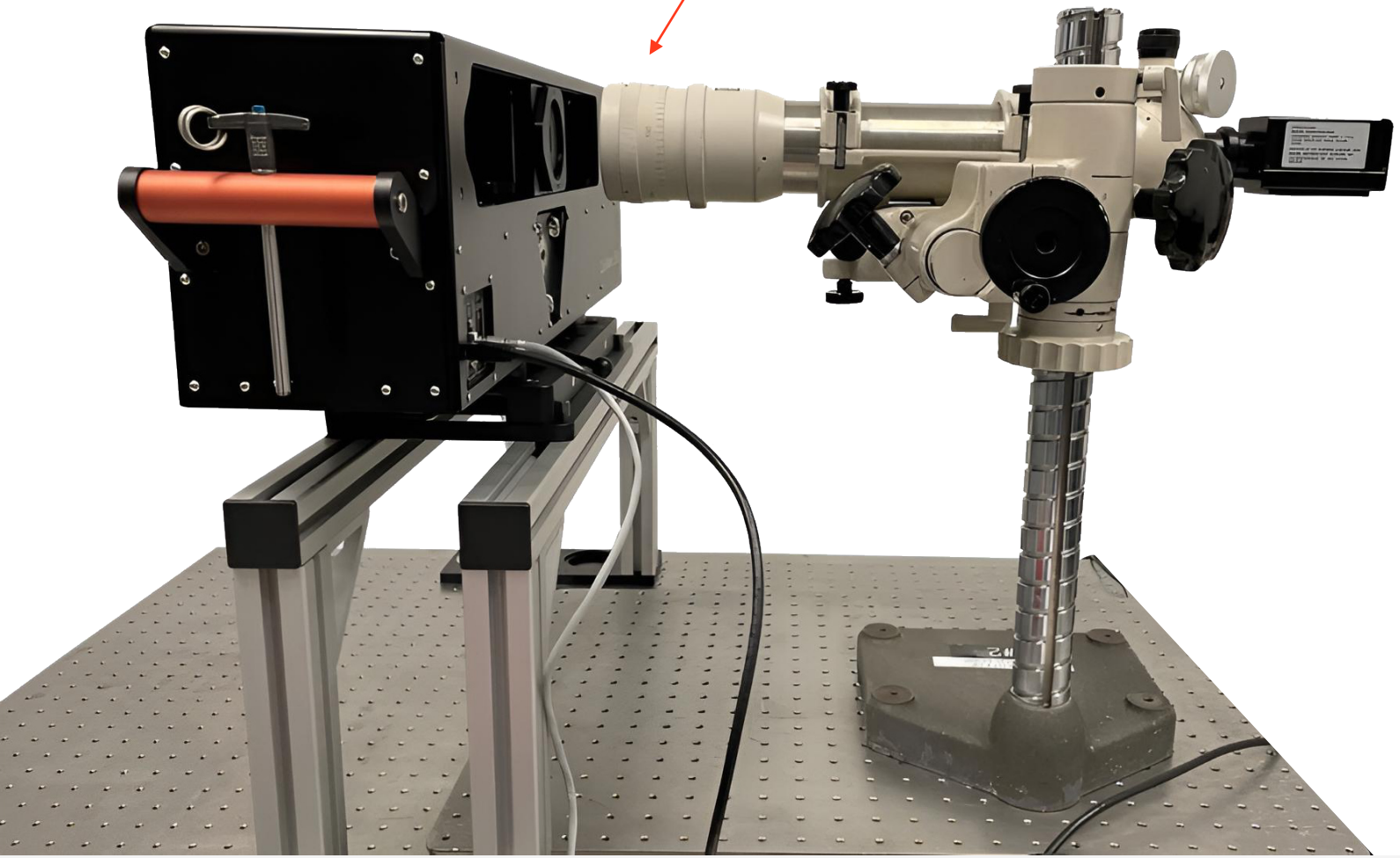
スキャン範囲	重量	ピクセル対角線	全視野角	スペクトル範囲
350 mm	16.9 kg	2秒角	1.38°	300～1000nm



技術論文

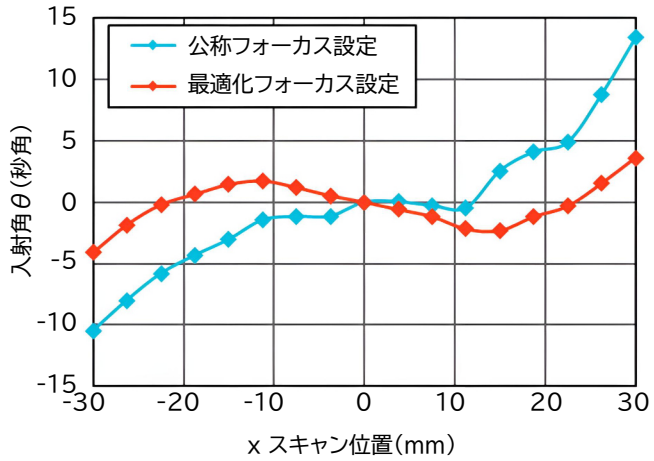
球面収差の補正

フォーカス設定の調整



ライブビデオにおけるオートコリメータの十字線

測定された光線ファン

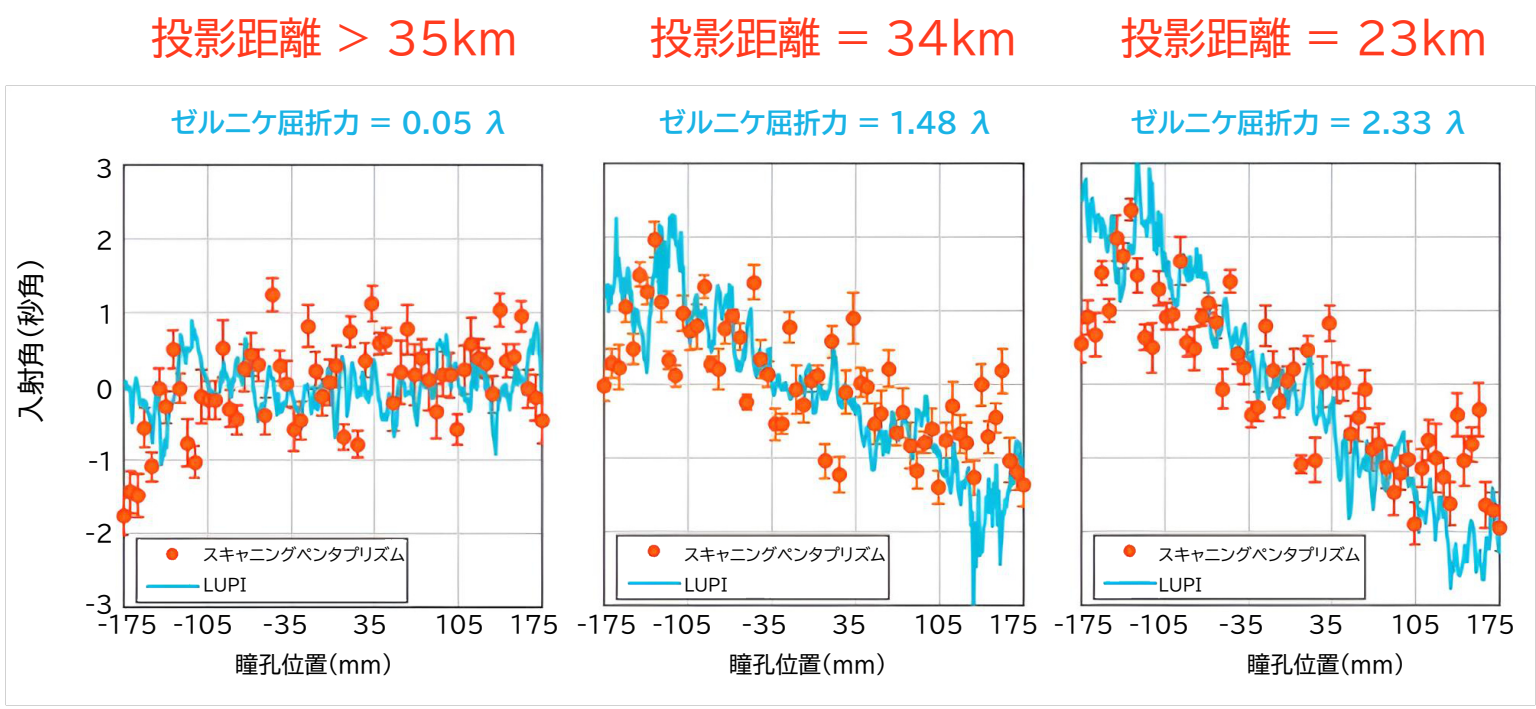


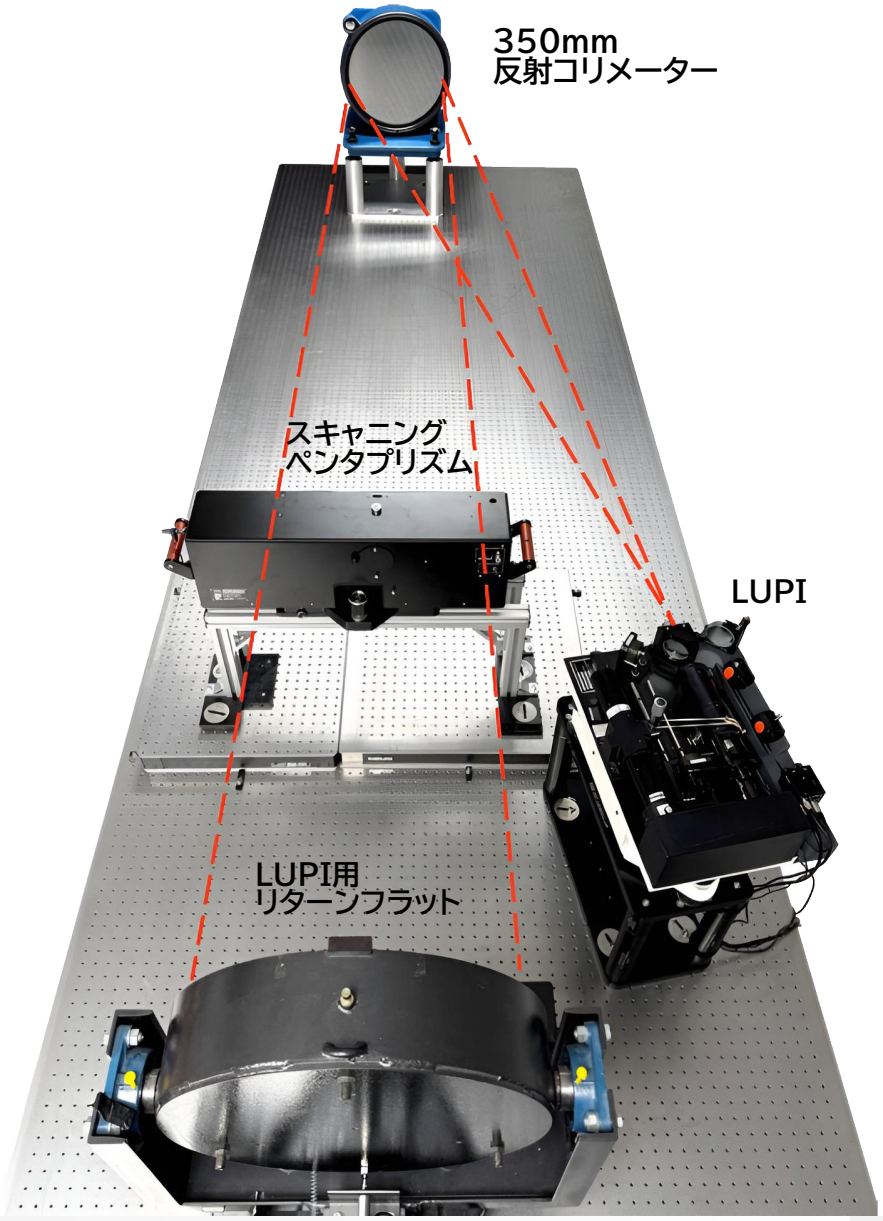
技術論文

コリメーションからのずれの測定

- レーザー不等光路干渉計(LUPI)は、以下の両方の機能を備えています。

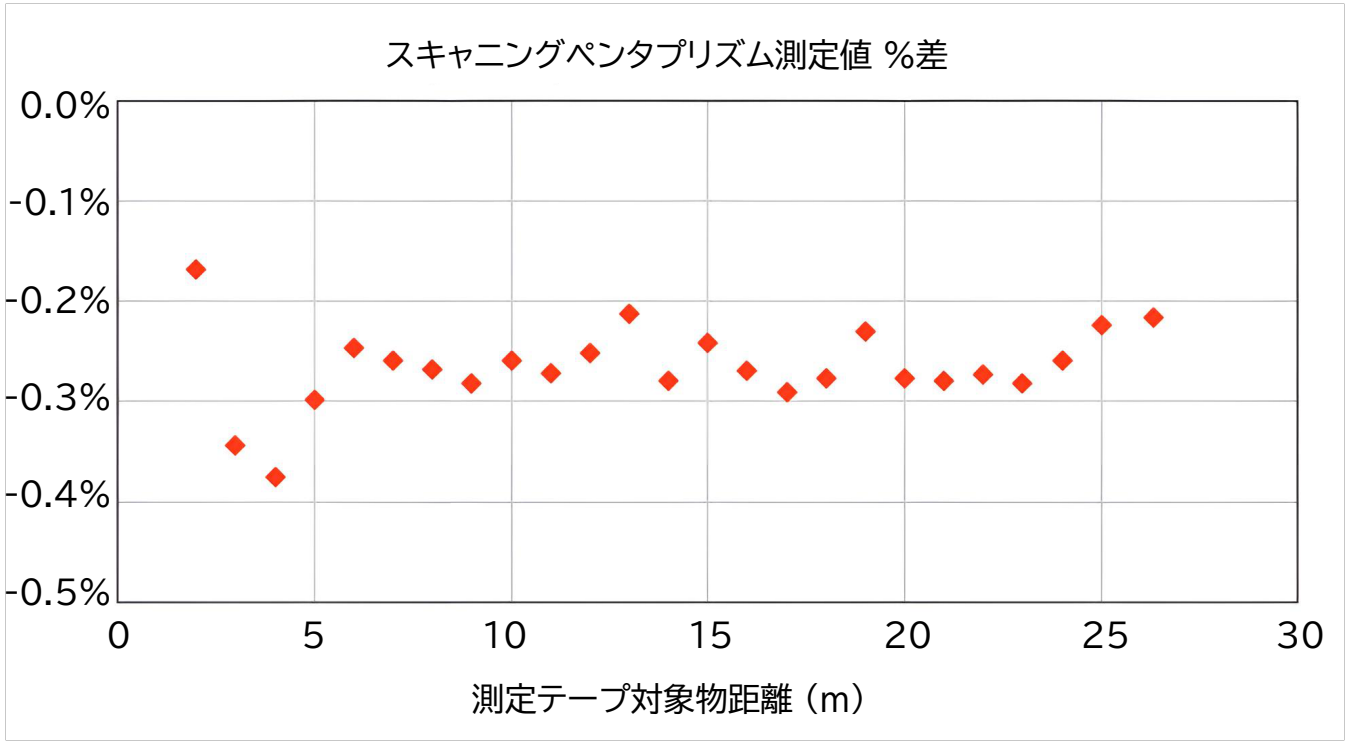
1. コリメーション測定のための点光源
2. コリメーションの独立測定

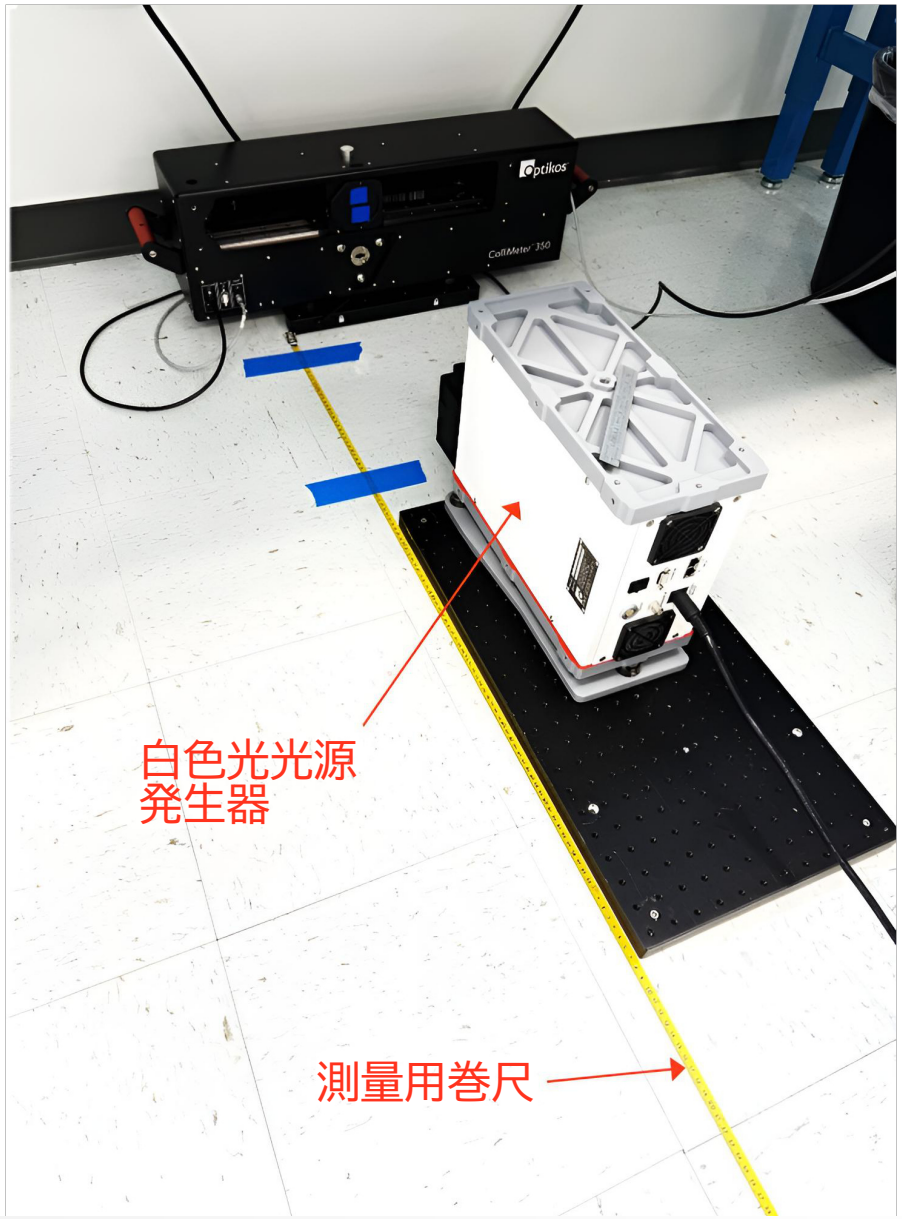




技術論文

有限共役の測定

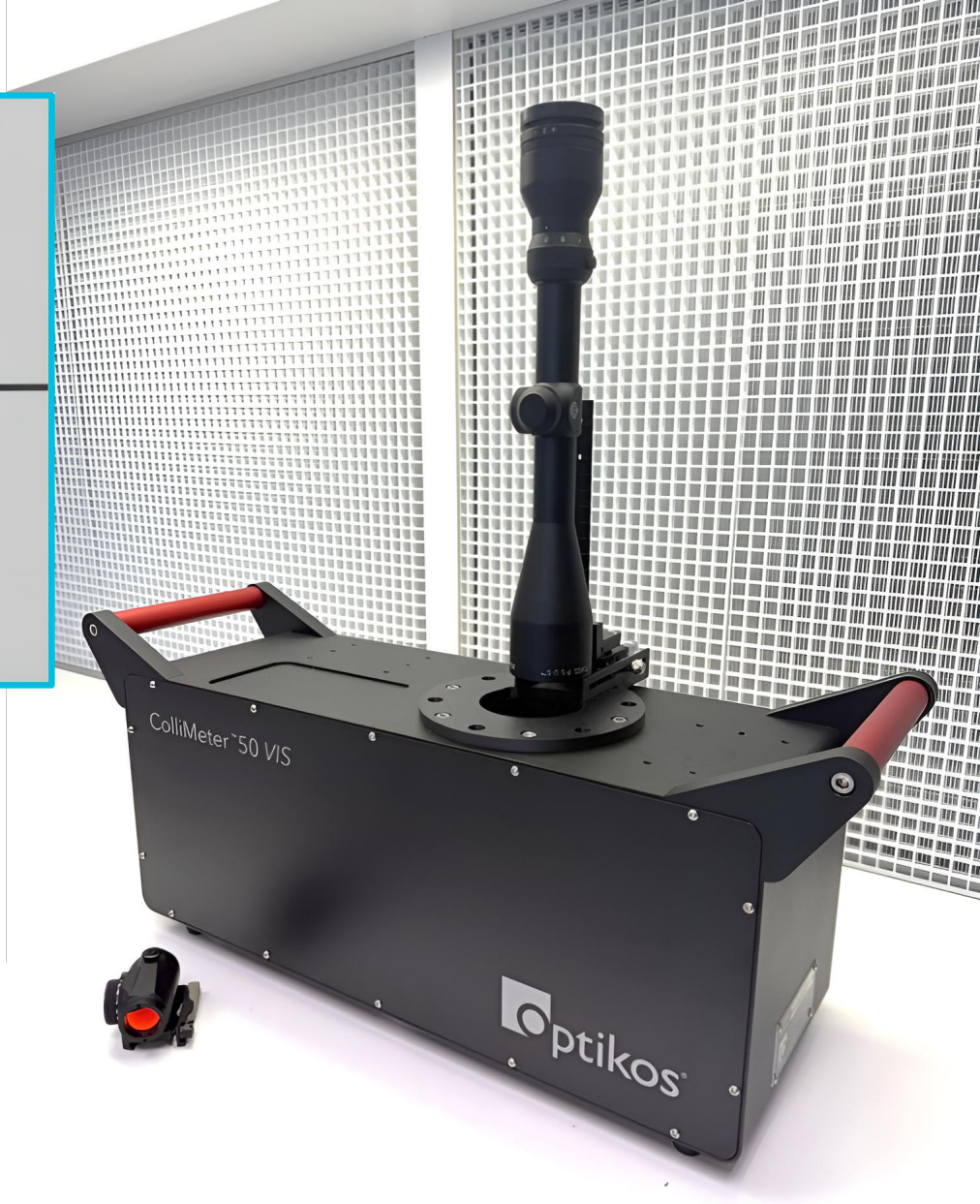




- 走査ペンタプリズムは、あらゆる光ビームの共役距離を測定するための多用途な技術です。

技術論文

視差の測定



- 望遠鏡のレチクルは、均一な背景照明があれば測定できます。
- ライフルスコープの場合、スコープの対物レンズ側にある「視差ゼロ距離」を直接測定できます。

技術論文

謝辞

- Lucas Delbanco

  デモンストレーターの設計・製作

- Michael Halligan

  デモンストレーター用チップ/チルトベースの設計・製作

- Jian Zhang博士

  モーションコントロール、画像取得、重心追跡用ソフトウェア

- Stephen D. Fantone博士

  Optikos Corporationの資金およびその他のリソース

参考文献

- Wetthauer and Brodhun, "Objektiv Untersuchungen," Zeitschrift für Instrumentenkunde, vol. 40, no. 5, pp. 96-97 (1920年5月)
- R. N. Wilson, ""Matching Error" (Spherical Aberration) in the Hubble Space Telescope (HST): Some Technical Comments," The Messenger, no. 61, pp. 22-24 (1990年)
- W. Scott Smith, "Testing the 8.3-meter telescope optics", Proc. SPIE 2576, International Conference on Optical Fabrication and Testing, pp. 220-231 (1995年8月) https://doi.org/10.1117/12.215597
- P. Su, J. H. Burge, B. Cuerden, J. Sasian, H. M. Martin,「オフアクシス非球面レンズの走査型ペンタプリズム測定」, Proc. SPIE 7018, Advanced Optical and Mechanical Technologies in Telescopes and Instrumentation, 70183T (2008年7月25日); https://doi.org/10.1117/12.789588
- S. Qian, W. Jark, P. Z. Takacs, K. J. Randall, W. Yun,「高熱負荷ミラー測定のためのインサイチュー表面プロファイラ」, Optical Engineering 34(2), pp. 396-402 (1995年2月1日); https://doi.org/10.1117/12.194834
- S. Qian, W. Jark, P. Z. Takacs,「ペンタプリズムLTP:固定光学ヘッドと可動ペンタプリズムを備えた長軌跡プロファイラ」, Review of Scientific Instruments, vol. 66, p. 2562–2569 (1995); https://doi.org/10.1063/1.1145658
- K. von Bieren,「非球面光学面用ペンシルビーム干渉計」, Proc. SPIE 0343 Laser Diagnostics, pp. 101-108 (1982年11月19日); https://doi.org/10.1117/12.933743
- P. C. V. Mallik、C. Zhao、J. H. Burge、「ペンタプリズム走査システムを用いた2メートル平面の測定」、Optical Engineering 46(2)、023602 (2007年2月1日) https://doi.org/10.1117/1.2700386
- 光学および光学機器 — 光学伝達関数(OTF)測定の精度、ISO 11421:1997(E)、ジュネーブ、スイス、(1997年9月15日)
- K. Mohammadi、Y. S. Lee、T. Jennewein、「大型コリメータ用走査ペンタプリズムによる光学収差の特性評価」、CLEO: アプリケーションとテクノロジー、複数のモダリティと次元にわたるイメージング技術(ATh1D)、サンノゼ、2022年。