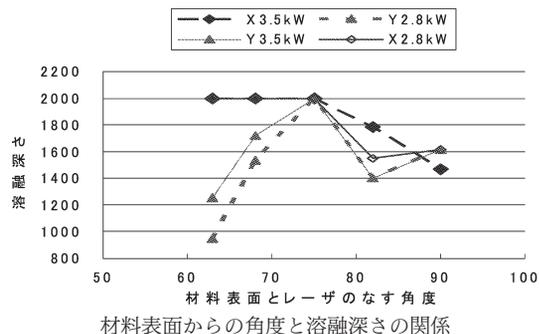


### 炭酸ガスレーザーおよび YAG レーザーによるリモート溶接

Experimental Investigation of Remote Welding with CO<sub>2</sub> and Nd:YAG Laser-Based Systems  
[G. Tsoukantas, A. Stournaras and G. Chryssolourisa: J. Laser Appl., 20, No. 1 (2008) 50-58]

スキャナーによるビームの走査を応用したリモート溶接は焦点距離が長いほど高速移動に優れており、広い空間に溶接領域が分散している対象ではビーム移動時間の短縮に好適である。著者らは大小2種類の溶接システムを使い、ステンレス鋼材など自動車産業で利用される5種類の薄板材料に斜め方向からレーザー照射したときの溶接特性について述べている。大型の装置は3.5 kW 炭酸ガスレーザーで作業空間は580×450×490 mm、他方は4.4 kW の LD 励起 YAG レーザーでアームロボット先端のスキャナーまで光ファイバーで伝送し100×100×40 mm の領域を溶接できる。実験の結果、レーザー入射角が20度程度までは実用性があり、接合部の幅・深さが最大になる領域があることが示されている。この理由として、材料表面形成されるプラズマが少ないことが挙げられ、入射角に伴う単位面積あたりのレーザーパワーの変化(1.5~6%)と材料のビーム吸収損失(2~4%)の影響が指摘されている。図はステンレス(SUS304、厚さ1 mm、溶接速度5 m/min)の場合で、レーザー照射の角度(走査方向前方 X、走査方向側方 Y)と溶接深さの関係である。(図11、文献22)

リモート溶接はヨーロッパの自動車関連業界で特に積極的に進められている。溶接電極不要という自由度は今後の生産工程に有利という判断である。レーザー加工分野に対する国家レベルの意気込みは非常に高い。(徳永 剛)



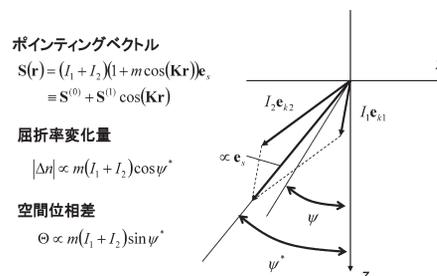
### 光異性化過程に由来する二光波混合ゲイン

Optical Gain by a Simple Photoisomerization Process  
[F. Gallego-Gómez, F. Del Monte and K. Meerholz: Nat. Mater., 7, No. 6 (2008) 490-497]

従来、光誘起屈折率格子に起因した光波間のエネルギー移動(二光波混合ゲイン)は、干渉縞と屈折率格子との間に空間位相差をもつフォトリフラクティブ材料でのみ起こると考えられてきた。本論文では、フォトリフラクティブ効果が起こることのない光伝導性のない光異性化材料(アゾ色素)において二光波混合ゲインを確認し、その実験結果を説明する経験的モデルを提案している。

提案された経験的モデルには物理的な解釈にやや疑問が残る部分があるものの、実験結果をほぼ完璧に説明できている点はすばらしい。今後、この研究を足がかりとして光異性化反応による格子形成の起源解明が行われることに期待したい。(藤村 隆史)

著者らは、光異性化反応による屈折率格子形成のメカニズムを2光波が作るポインティングベクトルの変調にあると考え、その向きと大きさによって屈折率変調量と空間位相差が決まると考えた。これにより、透過型配置、反射型配置などいくつかの記録配置における実験結果をうまく説明することができている。また外部から別のコントロール光を入射することによってポインティングベクトルを変化させ、ゲインの向きや大きさを変える“gain steering”という方法を提案し、試料の吸収を差し引いた実効的なゲインで $\Gamma=560 \text{ cm}^{-1}$ という大きな値を得ることに成功している。(図5、文献28)



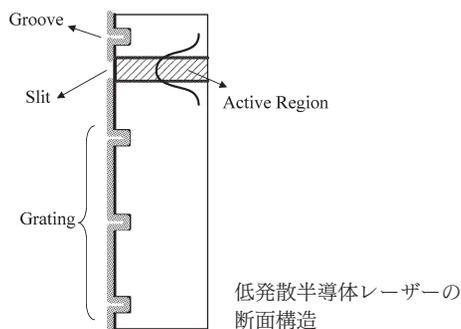
光異性化反応による屈折率格子形成の経験的モデル

### プラズモニックコリメーションを用いた低発散半導体レーザー

Small-Divergence Semiconductor Lasers by Plasmonic Collimation  
[N. Yu, J. Fan, Q. J. Wang, C. Pflugl, L. Diehl, T. Edamura, M. Yamanishi, H. Kan and F. Capasso: Nat. Photonics, 2, No. 9 (2008) 564-570]

半導体レーザーの活性部で発生した光は、内部を伝搬し、端面において、回折によって所定の発散角度で出力される。この光は、レンズ等の光学素子を用いてコリメート光に変換され、種々の用途に利用されている。著者らは、周期的な凹凸形状を有する金属構造膜をレーザーの出射端面に形成することで、半導体レーザーからコリメートされた光を直接射出させることを提案している。レーザー内部を伝搬し、端面に到達した光は、金属膜のプラズモンを誘起する。プラズモンは金属膜を伝搬し、周期的に設けられた凹部に到達するたびに一部の光が空気中に回折される。回折された光は互いに干渉し、特定の方向に強められ出力される。この報告では、一次元的な溝構造を有する金属膜を端面に設けた素子について、解析および実験を行い、コリメート効果を評価している。実験では、金属構造膜を設けない場合に比べて90%のスロープ効率を得られ、半値幅で2.4度の低発散ビームが出力されることを確認している。(図5、文献22)

ズモンは発生させていることが興味深い。より複雑な構造を設けることで、レーザー単体でさまざまな強度分布を有する光の生成が期待される。(池本 聖雄)



半導体レーザーに金属構造膜を直接形成することで、効率よくプラ

デジタルホログラムを用いたレーザー誘起キャビテーションバブル

Generation of Laser-Induced Cavitation Bubbles with a Digital Hologram

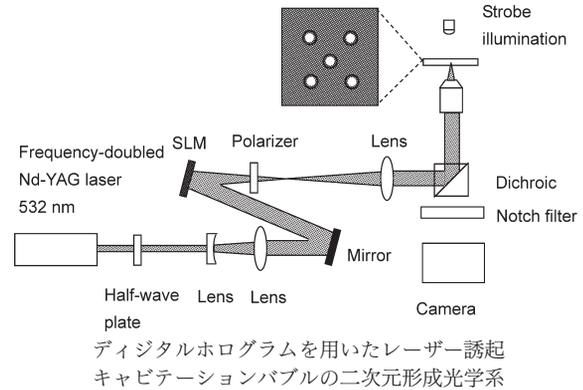
[P. A. Quinto-Su, V. Venugopalan and C. D. Ohl: Opt. Express, 16, No. 23 (2008) 18964-18969]

空間光変調素子を用いたデジタルホログラム技術により、複数の集光点を同時に形成することが可能であり、光マニピュレーション、光トラッピング、光加工に応用されている。一方、高強度のレーザーパルスを液体中に集光すると、キャビテーションバブル（気泡）が発生する。著者らは、デジタルホログラムを用いて液中に複数のキャビテーションバブルの生成を行っている。ナノ秒レーザーパルス（波長 532 nm, パルス幅 6 ns）を空間光変調素子と対物レンズ（開口数 0.75）により水中に集光し、キャビテーションバブルアレイを生成している。3×3 個, 4×4 個のキャビテーションバブルアレイを 100 μm 間隔で生成し、バブル発生後 1.6 μs 後の顕微鏡像を得ている。バブルの最大直径は 20 μm から 50 μm に達し、消滅時間は 5 μs である。また 34 の焦点からなる文字を水中に生成することに成功している。（図 3, 文献 27）

液中の任意の二次元面内の位置にキャビテーションバブルを生成する技術は、マイクロ流路での水の流れの制御, 細胞への遺伝子導入な

どへの応用が期待される。

(渡辺 歴)



波面コーディング技術を用いた小 f 値コンパクトカメラの超回折限界特性

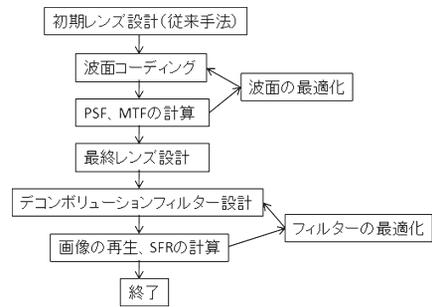
Breaking Diffraction Limit of a Small f-number Compact Camera Using Wavefront Coding

[S.-H. Lee, N.-C. Park and Y.-P. Park: Opt. Express, 16, No. 18 (2008) 13569-13578]

Wavefront coding 技術は、所定の収差があらかじめ付与されたレンズ系と画像処理を組み合わせることで画像を生成する技術であり、深い被写界深度の実現が可能となることから、オートフォーカス機構の代替として、あるいは、生産性の向上にも寄与する技術として注目されている。この技術では、通常、特定のぼけを発生させるために所望の収差を付与する位相素子が光学系内に挿入されるが、著者らはそのような位相素子を追加することなく、本技術に基づいたカメラレンズシステムを設計している。提案されている手法では、まず従来の方法で光学系が設計され、その後、本来位相素子が受け持つ波面の情報がレンズ系を構成する各々のレンズの収差の和となるように、レンズ形状の最適化が再度行われる。目標とする波面は、瞳面を複数の同心円状に分割した領域の数、分割領域のサイズ、および各領域における最大の光路長を設計パラメータとして、設定した焦点深度と画角の範囲で同様の点像分布関数が得られるように繰り返し計算によって求められる。著者らは、4 枚のプラスチックレンズからなる f 値 2.0 の小型カメラを設計し、回折限界を超える高解像度の特性を得ている。（図 12,

表 1, 文献 3)

本手法は、空間的に余裕のないカメラモジュールを想定しており、撮像特性と薄さを両立する技術として期待される。近年、本技術のほかにも画像処理との組み合わせによる方法で特徴のある撮像システムがいくつか提案されており、今後の動向に注目したい。（渡邊由紀夫）



設計フロー

光ファイバー分布型温度センサーにおける差動減衰を用いた自動補正方法

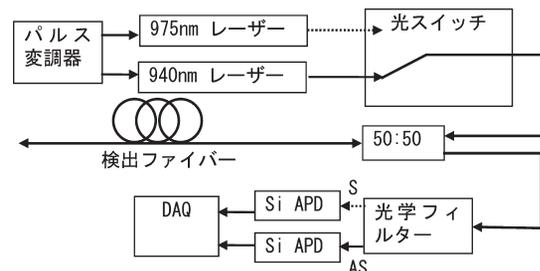
Auto-Correction Method for Differential Attenuation in a Fiber-Optic Distributed-Temperature Sensor

[K. Suh and C. Lee: Opt. Lett., 33, No. 16 (2008) 1845-1847]

光ファイバーは光通信用の素子としてよく知られているが、近年、センシング技術への応用分野が急速に成長している。そのひとつとして、光ファイバー内で発生する散乱を利用した分布型温度測定が知られているが、その散乱特性は温度だけでなく、ファイバーの個体差や、ファイバーへの圧力、張力などの物理的な擾乱による影響を受けるため、補正を行う必要があった。著者らは、第一の光源の波長が、第二の光源のストークス散乱波長と一致するように選択することで、他の要因による散乱特性の影響をキャンセルする方法を提案し、その有効性について実証した。975 nm と 940 nm のレーザー光源をパルスモードで駆動させ、それぞれの光源に対するストークス散乱光強度とアンチストークス散乱光強度を選択的に検出し、その比から温度測定を行った。メーカーの異なる 3 種のファイバーとオイルに浸すことで水素欠損を発生させたファイバーについて、すべて正しい温度が測定できていることが確認された。（図 4, 文献 7）

耐環境性に優れ、セットアップ後のキャリブレーションが不要な温

度センサーとして、プラントやトンネルなどへの応用が期待できる。（白附 晶英）



二波長による自動補正型光ファイバー分布温度センサーの構成