

# 数字に見る 科学と未来 Vol.8

## 1人2役の駆動装置で 2分の1サイズ レーザーのちらつきを低減

プロジェクターをはじめとしたディスプレイの光源として、明るく色再現性の高い半導体レーザーが注目されている。しかし、レーザー光源には独特の細かいちらつき(スペckル)が発生するという課題があった。スペckルをいかに低減するかが、レーザー光源が普及する鍵を握っている。この低減技術に挑んだのがリコー工業ソリューションズの永瀬修花巻生産センター担当理事と藤村康浩シニアスペシャリストだ。

### 期待が高まるレーザー光源

壁やスクリーンに画像や映像を投影するプロジェクターは、教室や会議室から映画館、テーマパークまで幅広く普及している。現在、光源の主流は超高圧水銀ランプだが、水銀汚染防止や小型化の観点から、LEDやレーザーといった固体光源への転換が進んでいる。その中で次世代の光源として期待されているのが、LEDよりエネルギー効率を高くできるレーザーだ。明るさだけでなく広い色再現が可能で、高コントラストの画像を投影できるという強みもある。

「レーザー光源の普及には、価格、安全規格、レーザー特有の細かいちらつき(スペckル)、の3つの課題があります。このうち価格については量産によるコスト低下が期待できます。安全規格も整備されてきました。残された

課題がスペckルです」と、リコー工業ソリューションズの永瀬修花巻生産センター担当理事は説明する。

### 光学素子を動かし干渉を抑制

スペckルを低減するためには、レーザーの干渉を目立たなくする必要がある。そのためには、レーザー光ではそろっている波の形(位相)や波の方向(偏光)をずらすことが有効だ。今回開発されたスペckル低減モジュール(機能を担う部品)で用いられているのは、光学素子と半導体製造などで使われる微細加工技術で作られた微小な機械(MEMS)を用いた方法だ。

藤村康浩シニアスペシャリストらは、マイクロ(100万分の1)メートルサイズのレンズ数万個と偏光板を2ミリメートル角の基板上に作り込むことに成功した(図1)。これによってレーザー光の干

渉が起こりにくくなり、スペckルの低減が可能になった。

「私たちはレンズなどの光学素子を作るメーカーなので、マイクロレンズと偏光板を組み合わせた光学素子の開発には得意の技術を活かすことができました」と藤村さんは振り返る。

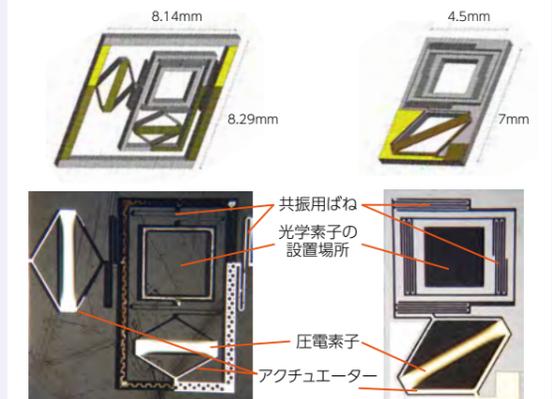
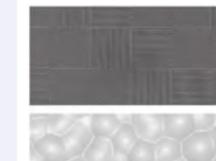
しかし、光学素子による対策だけでは十分にスペckルを低減することは難しい。

「スペckル低減に使用する光学素子は拡散板と呼んでいますが、拡散板を動かすことで、さらにスペckルを抑制できます。従来はモーターを使って

藤村さんと永瀬さんの手前があるのがスペckル観察装置。



■図1 開発された光学素子(イメージ図)。偏光板(分割素子)を通してレーザー光の波の方向をさまざまな方向に変化させ(偏光)、マイクロレンズを通して、レーザー光の波の形(位相)を変化させる。



■図2 スペckル低減モジュールの駆動部分。従来モデルでは、X軸用とY軸用の2つのアクチュエーターが必要だった(左)が、斜めに配置することでアクチュエーターを1つに集約し小型化が可能になった(右)。

いましたが、小型化が難しいのが課題でした」と永瀬さんは指摘する。

### MEMSで大幅に小型化

次世代のディスプレイ光源として期待されるレーザー光源であるが、モーターを使用してスペckル低減対策を行うと、装置サイズが大きくなってしまふ。小型プロジェクターや車載用途などを想定すると、小型化は普及の鍵ともなる重要な技術課題だ。

「以前から共同研究を行っていた東北大学大学院工学研究科の田中秀治

教授が小型の共振アクチュエーター(駆動装置)を研究していました。この技術を使うことで、小型化への道筋が見えてきました」と藤村さん。

田中教授が研究しているのは、圧電素子を用いたアクチュエーターをMEMSで作製する技術だ。圧電素子に電圧をかけると伸びたり縮んだりする。この性質を利用する。「田中教授の技術を応用し、拡散板を動かすモーターをMEMSに置き換えました。これにより大幅な小型化が可能になりました」と永瀬さんはMEMSの有効性を強調する。

### 配置の工夫で2軸駆動を実現

スペckル低減モジュールの開発を進めていくうちに、藤村さんはさらなる小型化の可能性に気づいた。モジュールは、拡散板をX軸とY軸の2つの方向に動かすことでスペckルを低減する(図2)。そのため、当初はアクチュエーターを2つ使用していた。

「さまざまな実験やシミュレーションを繰り返していくうちに、アクチュエーターを斜めに配置し共振駆動すれば、X軸とY軸の両方の動きを1つの圧電素子で実現できることが分かってきました。1つの圧電素子にX軸用とY軸用の2つの役割を担わせるわけです。これにより、モジュールをさらに2分の1まで小型化できたのです」と藤村さんは胸を張る。

スペckルの度合いは「スペckルコ

ントラスト」という指標で表され、数字が大きいほどスペckルが目立つことを示す。何も対策しない場合のスペckルコントラストは1となる。今回開発したスペckル低減モジュールを使用すると、スペckルコントラストを0.14まで低減することができた。

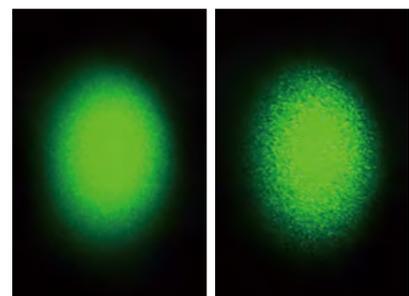
「今回のモジュール開発のような基盤的な研究には、企業の予算が付きにくい。A-STEPでは開発のフェーズに応じた支援を受けられますし、企業単独ではなく研究機関とタッグを組んで申請できます。このような制度が日本のものづくりを支え、発展させる上で重要だと感じています」と永瀬さんは支援政策の有効性についても触れる。「評価委員や担当者からの的確なアドバイスにも助けられました」と藤村さんも付け加える。スペckル低減モジュールは、産学官の活動がうまく連携し、実を結んだ成果なのだ。

レーザー光源の弱点であったスペckルの低減により、今後、手のひらサイズの小型プロジェクターや大規模なプロジェクションマッピングなど、さらに活用の幅が広がると予想される。さらなる小型化が進めば、自動車のフロントガラスにさまざまな情報を表示するヘッドアップディスプレイへの適用なども期待できる。開発されたスペckル低減モジュールは、今後のレーザー光源の普及を支え色鮮やかな美しい映像を届けてくれるだろう。

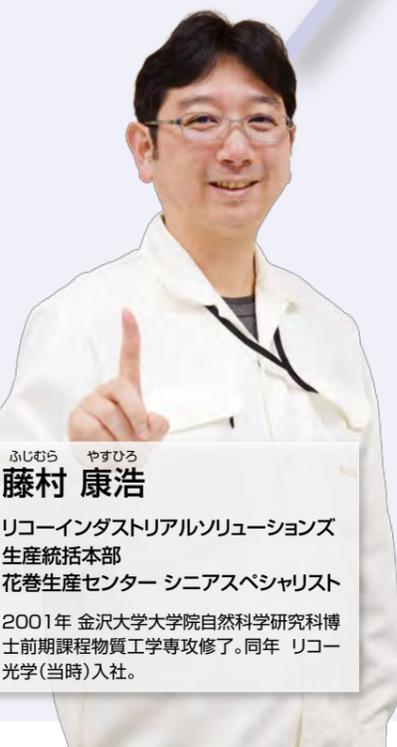
### スペckル(ちらつき)とは?

光は波の性質を持っているが、波の形や方向がそろった光が「レーザー」である。光の波が重なることで弱め合ったり強め合ったりする現象を「干渉」と呼ぶが、レーザーでは干渉が起こりやすいという特徴がある。

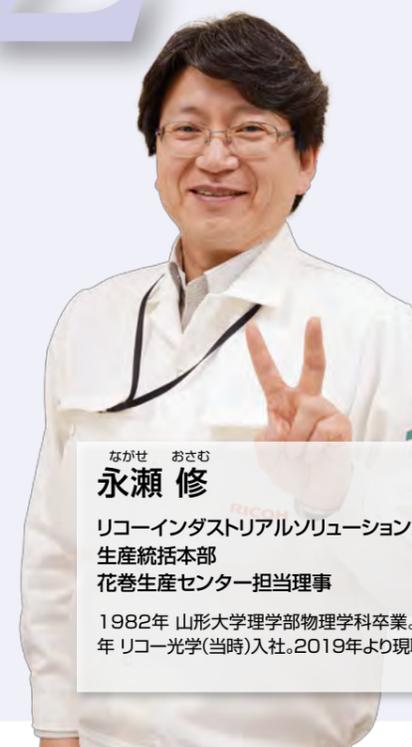
レーザーを光源に用いたプロジェクターでも干渉が発生し、輝度に点状のばらつきが生じ素早く変化するためちらついて見える。これが「スペckル」と呼ばれ、見る人に目の疲れや、不快感を与える原因になる。



緑色レーザーのスペckル。開発したスペckル低減モジュール作動時(左)と非作動時(右)。非作動時にはスペckルが生じ、「ざらついている」ように見えるのがはっきりとわかる。



ふじむら やすひろ  
**藤村 康浩**  
リコー工業ソリューションズ  
生産統括本部  
花巻生産センター シニアスペシャリスト  
2001年 金沢大学大学院自然科学研究科博士前期課程物質工学専攻修了。同年 リコー光学(当時)入社。



ながせ おさむ  
**永瀬 修**  
リコー工業ソリューションズ  
生産統括本部  
花巻生産センター担当理事  
1982年 山形大学理学部物理学科卒業。同年 リコー光学(当時)入社。2019年より現職。