

# 短パルスレーザが引き起こす 空気中の凝縮

フェムト秒レーザは、それらが生み出した様々なエアロゾル効果に新たなトリックを追加するだろう。それらは雨を降らせることも可能かもしれない。欧州の研究チームは、空気中の短パルスレーザの集束によって生成されるフィラメントが空気中での水の自発的凝縮を引き起こすことを発見した。

短パルスレーザが生み出す多数の非線形効果の中でも、フィラメンテーションは特に見事だ。短パルスの自己集束は空気中の屈折率の非線形性によって起こる効果であり、パルスの鋭い集束によって局所電場が十分に高くなると空気自身がイオン化を起こし、その

イオンとそれらの電子が再結合して最高数百mの距離に広がるビーム伝搬方向に沿った「フィラメント」の束を形成する。

イスラエルのジュネーブ大学のジェローム・カスパリアン氏らの研究チームは、これらのフィラメントが空気から水の自発的凝縮を引き起こすことを発見した。カスパリアン氏も指摘するように、この凝縮効果はさほど新しいわけではない。ロード・ウィルソン氏は、100年以上も前に、宇宙線が空気中を通過する時に空気をイオン化するため、宇宙線もほぼ同じ方法で凝縮を誘発できることを見出していた。

カスパリアン氏は、「高強度レーザは空気をイオン化するのだから、飽和大気中の凝縮を開始させることもできるはずだと推測した」と語っている。このことを試験するために、ジュネーブ大学、ベルリン自由大学、仏リヨン大学の研究チームは、湿度と温度を制御できる「霧箱」を使った実験を行った。

## 最初のテスト：過飽和空気

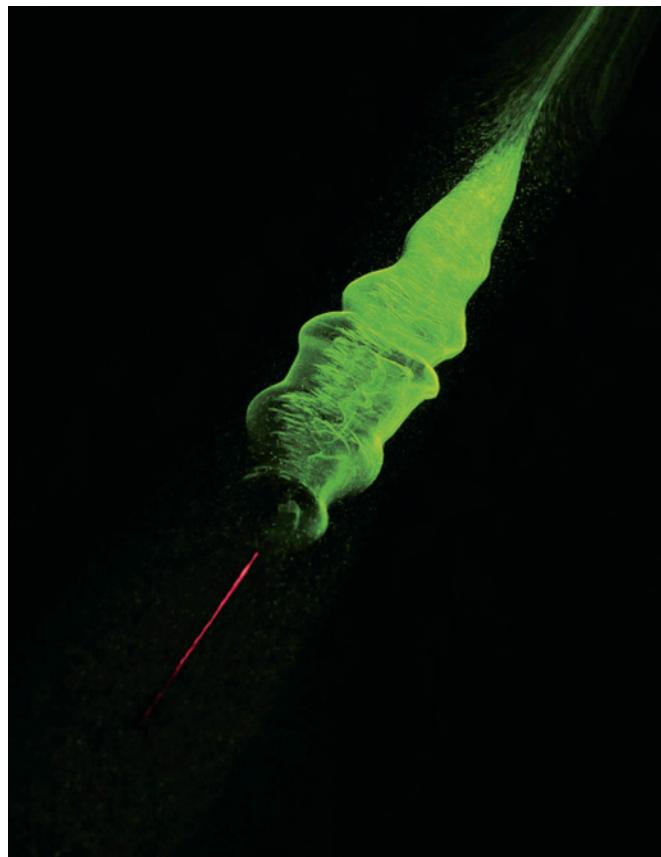
研究チームは、霧箱内への負のスペクトルチャームによって800nm波長で220mJ、60fsパルスの10Hz列を事前設定し、非線形相互作用によるビーム再集束によって20～30本のフィラメント束形成へと導いた。このチームは最初に飽和を超える230%の相対湿度と-24℃以下の温度を設定した。

カスパリアン氏は、「飽和空気で満たされたチャンバ内にレーザビームを投射した時に、いくつかの液滴発生に加えて、肉眼で見える程に大きな効果も発生したことに、非常に驚かされた」と語っている。

研究チームは、フィラメントによって誘起された液滴のサイズをエアロゾル粒度分析計で測定した。彼らは、液滴発展の最初の3秒以内にビーム体積内の水の容積が100倍に増大していることに気づいた。

これは注目すべき結果ではあるが、空気の過飽和条件ではおそらく驚くほどのことではないだろう。しかし、カスパリアン氏は、彼のチームは20～60℃の温度で、相対湿度が70～90%の空气中で同一の実験を試みてきたと言う。

「われわれの驚きは、水蒸気で飽和さ



**図1** 800nmのフェムト秒レーザビームは霧箱内の水蒸気を凝縮させる。生成した液滴は第2の532nmレーザ光を散乱させる。(資料提供: ジャン・ピエール・ウルフ氏/ジュネーブ大学)

れていない実際の大気とほぼ同じ条件の空気中でも液滴凝縮が起きることを発見したときに一層大きくなつた。」

## 空に照準を合わせる

この結果は、実際の大気条件にあるベルリン上空に向けた研究チームのTeramobileレーザの発射によって起きた高さ45~75mの範囲のフィラメントテーションにおいても、再び繰返された。このチームは、伝搬方向から後方散乱する光を測定し、ビーム内の液滴数が1%の有意な割合で増加していることを確かめた<sup>(1)</sup>。

研究チームは、荷電粒子がその電荷によって凝結核としての働きをし、二酸化硫黄や窒素などの微量ガスに関係

する酸化性の光化学も一つの役割を果たすということがヒントになると指摘しているが、正確な凝縮機構は謎に包まれたままだ。

カスパリアン氏は、この結果が浮遊する雲のシード(種)アプローチと同様の「シード」析出でないことを認めている。しかし、彼は、有効容積を増大させるためにビームを掃引したとしても同じ効果がおそらく起きるだろうと言う。

カスパリアン氏は、「レーザ誘起凝縮機構の研究は、パルス幅、波長、エネルギーなどのレーザパラメータを最適化し、より大きな効果が得られる有利な条件を決定するのに役立つだろう」と語っている。

さらに、これらの条件の評価にひとたび成功すれば、この効果は、逆にリモートセンシング用途における大気関連の確実なデータ取得に役立つはずだ。

カスパリアン氏は、「凝縮に対するレーザの効果は大気条件、特に相対湿度と温度に強く依存する。そのため、発生した液滴を検出し、その密度とサイズを評価すれば、大気条件についての情報が得られる。リモートセンシングによるエアロゾル検出は非常に容易なため、これは大気パラメータの遠隔アクセス法として有用だ」と説明している。

(Jason Palmer)

## 参考文献

- (1) P. Rohwetter et al., Nature Photon., DOI: 10.1038/nphoton.2010.115.

LFWJ

## PennWellが 世界を相手にした マーケティングをお手伝いします。

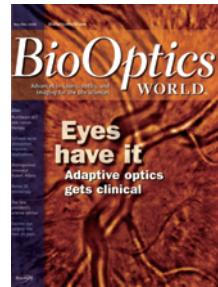
貴社の技術 / 製品を必要としているバイヤーは、国内だけに限りません。PennWellでは、「フォトニクス」が関わるすべてのアプリケーションをカバーするLaser Focus Worldのほか、加工、バイオ、LEDなど成長分野に特化したメディアをグローバルな読者にお届けしています。技術 / 製品の情報を世界に発信するメディアとして、PennWellの各誌をご活用ください。



[www.laserfocusworld.com](http://www.laserfocusworld.com)



[www.industrial-lasers.com](http://www.industrial-lasers.com)



[www.bioopticsworld.com](http://www.bioopticsworld.com)



[www.ledsmagazine.com](http://www.ledsmagazine.com)

各誌の資料をご用意しています。  
広告掲載については、お気軽に下記までお問い合わせください。

株式会社 ICS コンベンションデザイン  
Tel: 03-3219-3641 email: [lfwj@ics-inc.co.jp](mailto:lfwj@ics-inc.co.jp)