

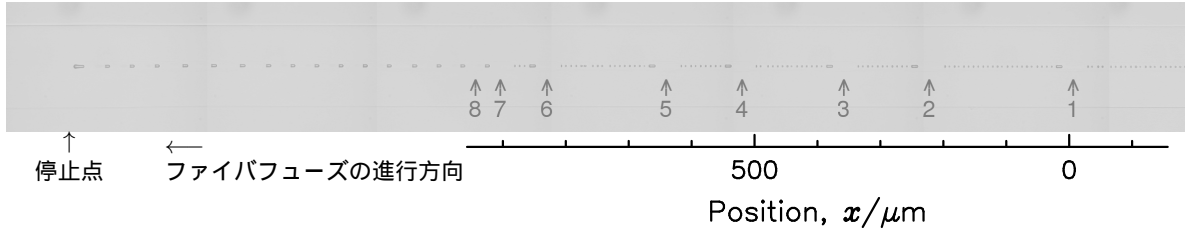
# ファイバフューズの自然停止に伴う2重周期的空孔列の生成

轟 眞市

NIMS 物質・材料研究機構 物質研究所



シリカガラス製  
単一モード  
光ファイバ内に  
生成した空孔列



## 内容

### 撮影技術

どのように停止の瞬間を捕えたのか？

### 撮影結果

自然停止直前に何が見えたのか？

### 生成機構

残された空孔列から何がわかるのか？

## 結論

### 撮影技術

無被覆区間での放熱が伝搬エネルギーを奪い自然停止

### 撮影結果

断続的な閃光 (120 $\mu$ 秒)。そこでは空孔列が生成されず

### 生成機構

空孔生成を伴わない過渡的な伝搬モードが散発的に発生

## 背景

ファイバフューズとは？

## 撮影結果

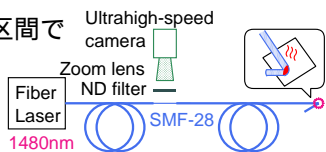
自然停止直前に不規則な閃光  $\Rightarrow$  その区間は無空孔 (上写真参照)

- 数 W の光を伝搬している光ファイバを局所加熱すると発生 (下装置図参照) Video 1
- '87年に発見、生成した空孔が光を遮断  
近年のレーザー出力増加  $\Rightarrow$  事故が顕在化
- 停止デバイスの提案はあるが、  
現象の本質は未解明  
自然停止時に特異構造を残すことを発見

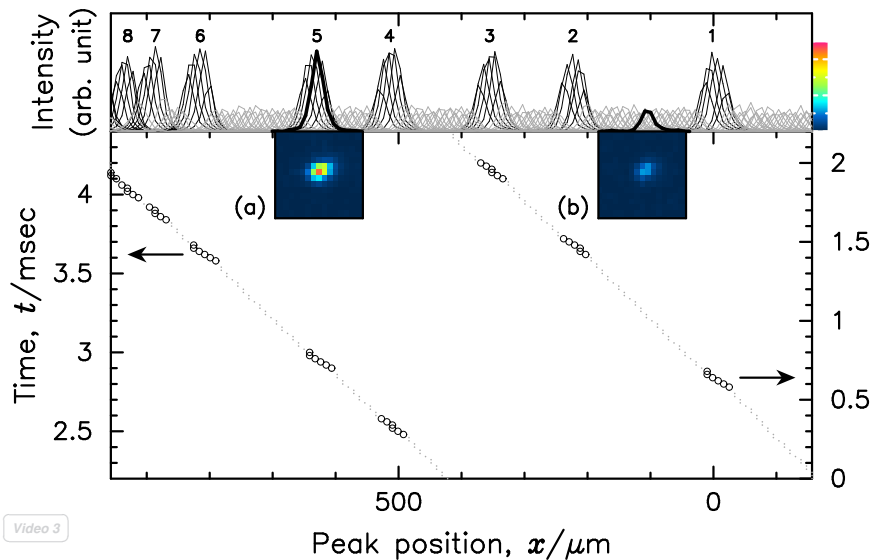
## 撮影技術

## 撮影条件

- 毎秒 25 万コマ・単色画像
- 露光 1 $\mu$ 秒、ND フィルタ 8 倍
- 256 $\times$ 32 ピクセル
- 被覆を剥いた区間で自然停止する様子を撮影



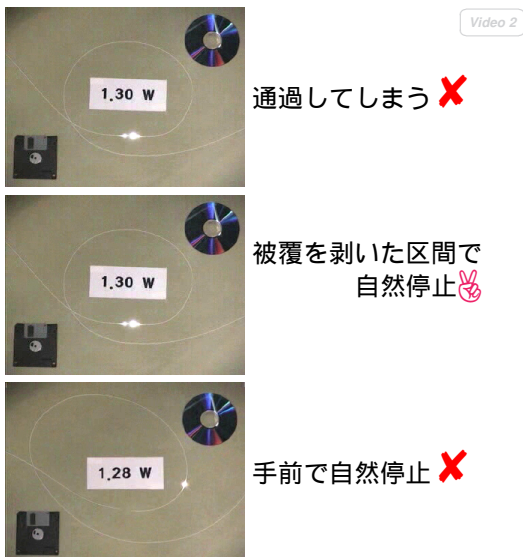
## Video 3



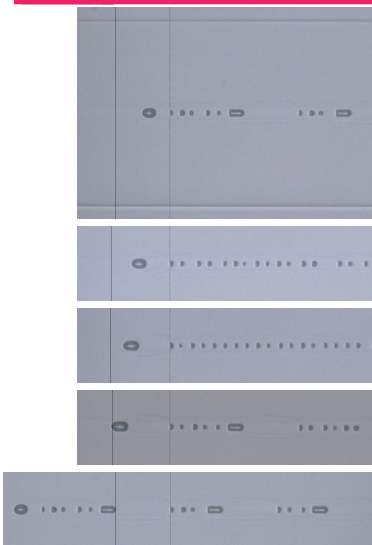
## 撮影技術

カメラの視野内で自然停止させる方法

- 供給レーザー光強度を減少させていくと、



## 生成機構 無空孔区間の生成機構

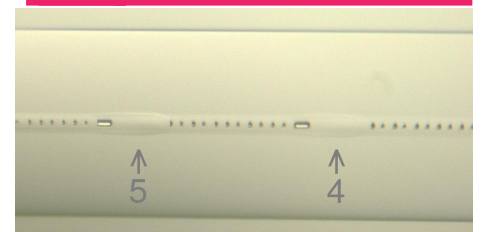


約 1.3 W のレーザー光を受けて移動するファイバフューズを強制停止させた時の損傷先端部の写真を時系列で並べたもの。縦線の間隔は、無空孔区間の平均幅。

$\Rightarrow$  過渡的な伝搬モードの割込

## 生成機構

無空孔区間の屈折率変調



- 高温のプラズマ状発光体の通過  $\rightarrow$  屈折率分布が変化
- 無空孔区間で幅広  $\rightarrow$  閃光と発熱

## 謝辞

超高速撮影用機材を提供して下さった、株式会社フォトロンの花香和秀氏と坂巻顯氏に深く感謝します。

## 参考文献

S. Todoroki: "Transient propagation mode of fiber fuse leaving no voids", *Optics Express*, 13 [23] 9248 (2005).  
<http://www.opticsexpress.org/>

## 参考文献

- [1] 轟 眞市 : “ファイバヒューズ—その危うさと怪しさ”, *New Glass*, **21** [2] (2006) (6 月上旬発行予定).
- [2] 轟 眞市 : “考古学的手法によるファイバヒューズの損傷生成機構の考察”, *The 16th Meeting on Glasses for Photonics 講演要旨集*, pp. 7–8 (2006) (4).  
[http://www.geocities.jp/tokyo\\_1406/index.html#06MGP.pdf](http://www.geocities.jp/tokyo_1406/index.html#06MGP.pdf)
- [3] 轟 眞市, 井上 悟 : “ファイバヒューズ点火現象の直接観察”, 第 46 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会講演要旨集, 滋賀県彦根市, pp. 42–43 (2005) (P06).  
[http://www.geocities.jp/tokyo\\_1406/index.html#05SGPM.pdf](http://www.geocities.jp/tokyo_1406/index.html#05SGPM.pdf)
- [4] S. Todoroki: “Transient propagation mode of fiber fuse leaving no voids”, *Optics Express*, **13**, 23, pp. 9248–9256 (2005).  
<http://www.opticsexpress.org/abstract.cfm?URI=OPEX-13-23-9248>  
和訳: [http://www.geocities.jp/tokyo\\_1406/index.html#05OEX2\\_J.pdf](http://www.geocities.jp/tokyo_1406/index.html#05OEX2_J.pdf)
- [5] S. Todoroki: “Animation of fiber fuse damage, demonstrating periodic void formation”, *Opt. Lett.*, **30**, 19, pp. 2551–2553 (2005).  
<http://www.opticsinfobase.org/abstract.cfm?URI=ol-30-19-2551>  
和訳: [http://www.geocities.jp/tokyo\\_1406/index.html#05OL\\_J.pdf](http://www.geocities.jp/tokyo_1406/index.html#05OL_J.pdf)
- [6] 轟 眞市 : “ファイバヒューズ損傷写真に基づく周期的空孔生成機構の考察”, 秋季第 66 回応用物理学会学術講演会講演予稿集, 第 3 巻, 徳島県徳島市, p. 1058 (2005). (8p-T-21).  
[http://www.geocities.jp/tokyo\\_1406/index.html#05JSAP.pdf](http://www.geocities.jp/tokyo_1406/index.html#05JSAP.pdf)
- [7] S. Todoroki: “Origin of periodic void formation during fiber fuse”, *Optics Express*, **13**, 17, pp. 6381–6389 (2005).  
<http://www.opticsexpress.org/abstract.cfm?URI=OPEX-13-17-6381>  
和訳: [http://www.geocities.jp/tokyo\\_1406/index.html#05OEX\\_J.pdf](http://www.geocities.jp/tokyo_1406/index.html#05OEX_J.pdf)
- [8] S. Todoroki: “In-situ observation of fiber-fuse propagation”, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **44**, 6A, pp. 4022–4024 (2005).  
<http://jjap.ipap.jp/link?JJAP/44/4022/>
- [9] 轟 眞市, 井上 悟 : “ファイバヒューズ伝搬現象の直接観察”, 第 45 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会講演要旨集, 茨城県つくば市, pp. 50–51 (2004). (P-8).  
[http://www.geocities.jp/tokyo\\_1406/index.html#04SGPM.pdf](http://www.geocities.jp/tokyo_1406/index.html#04SGPM.pdf)

動画紹介ページ <http://www.geocities.com/Tokyo/1406/node7.html>

ファイバフューズ文献目録 <http://www.geocities.com/Tokyo/1406/node6.html>