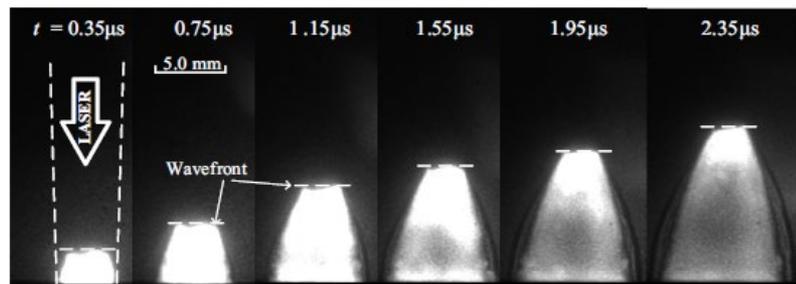
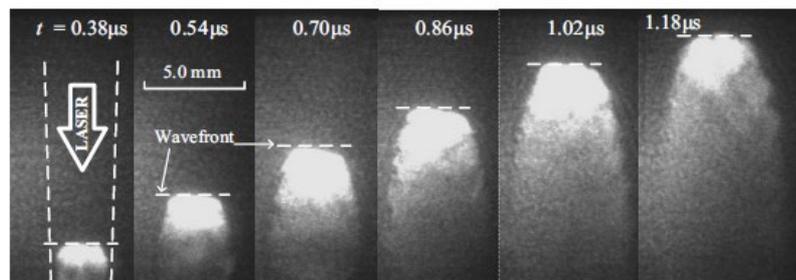

Numerical Investigation of Chemical Species Dependency of Laser Supported Detonation Propagation

Ayaka Sasaki and Hiroshi Katsurayama
(Yamaguchi Univ.)

ガス種による伝播速度のレーザー強度依存性の違い

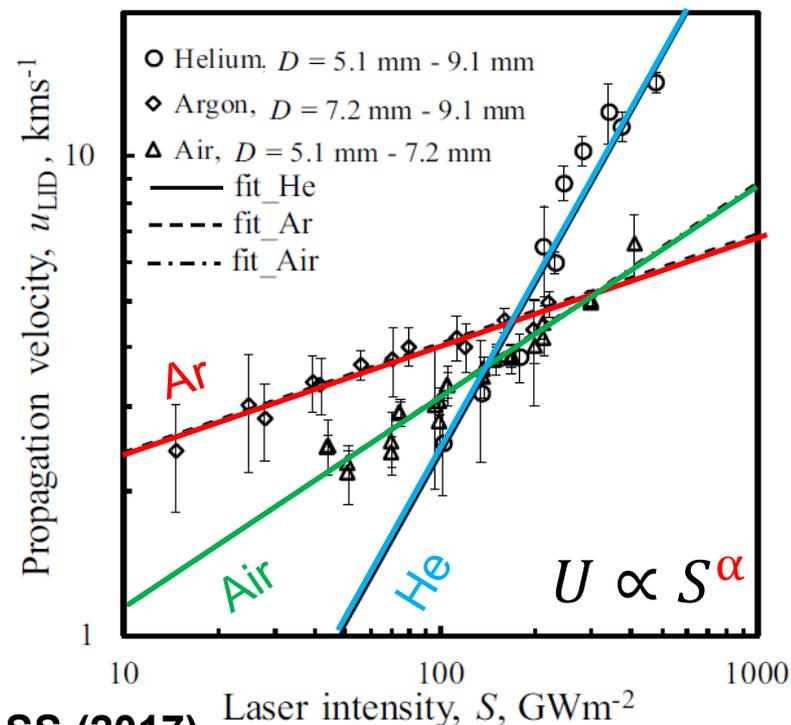


(a) Ar



(b) He

Shimamo, Komursaki, et al. Trans. JSASS (2017)

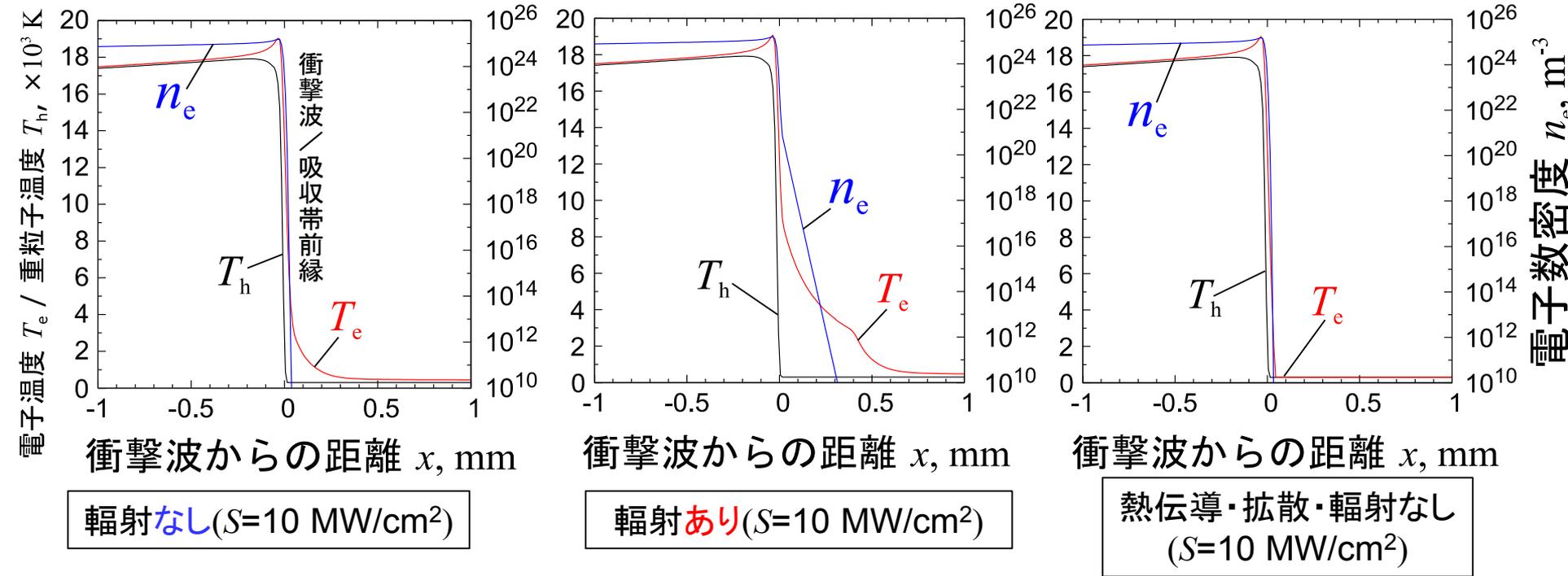


- 空気、アルゴン、ヘリウム雰囲気中でのLSD実験(準一次元)
- ガス種によって $U \propto S^\alpha$ の関係は異なる
- どのガス種の場合でもC-J条件の $\alpha=1/3$ の関係から外れている
- C-Jデトネーションとは違う物理機構でLSDが形成?

化学種	α
He	1.18 (>1/3)
Air	0.46 (>1/3)
Ar	0.23 (<1/3)

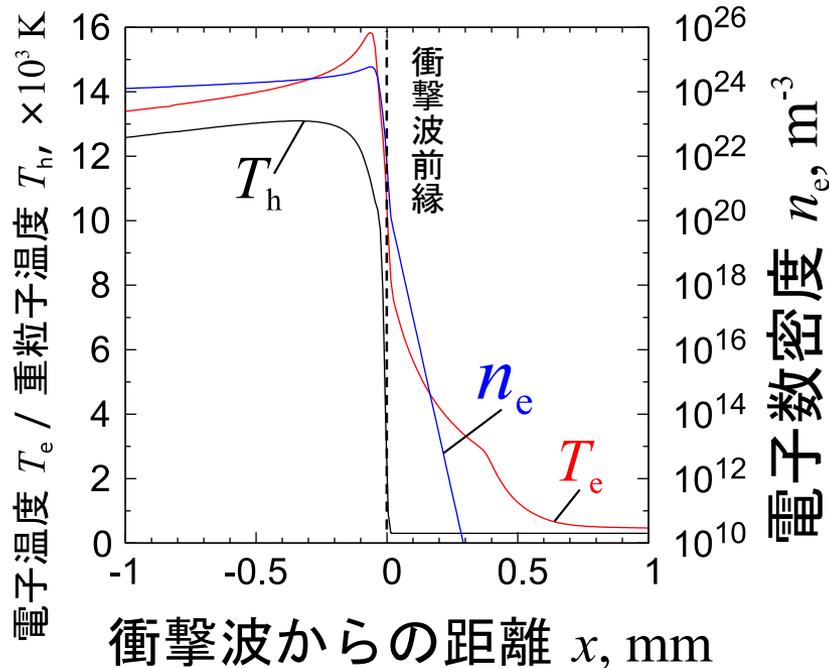
(C-Jの場合は $\alpha=1/3$)

先行電子の生成源(アルゴン)

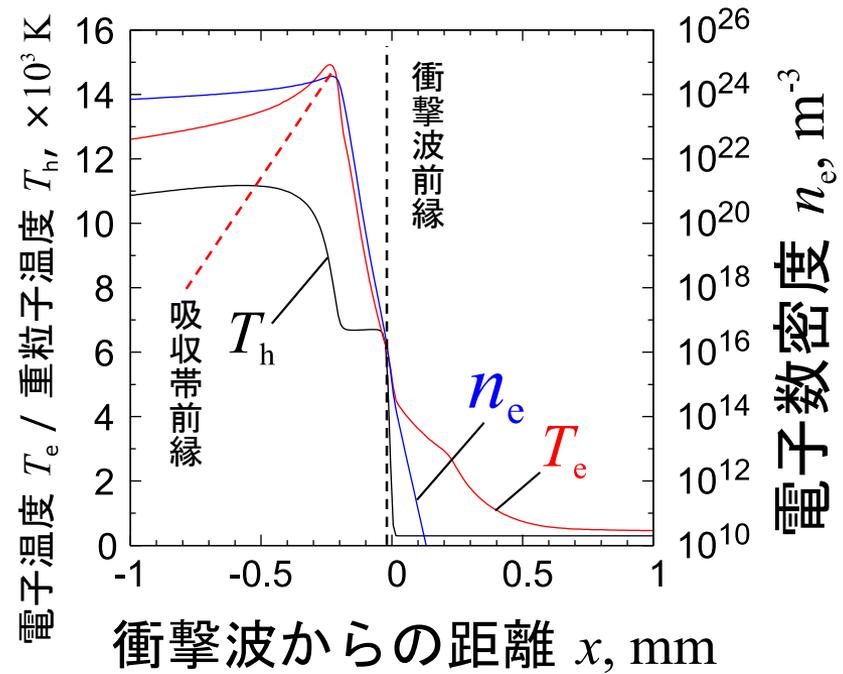


- 輻射なしの場合
 - 熱伝導により T_e が上昇、 n_e の生成(衝撃波加熱)
 - 輻射ありの場合
 - 衝撃波前方から領域で n_e が生成されるが、LSD速度・構造に変化はない
 - 熱伝導・拡散・輻射なしの場合
 - 衝撃波加熱による電子生成のみ、LSD速度・衝撃波背後の構造に変化なし
- ⇒ レーザー強度 S が大きい場合の主たる先行電子生成機構は 衝撃波加熱

$S_{\text{LSD}}^{\text{Limit}}$ 付近でのLSD構造(アルゴン)



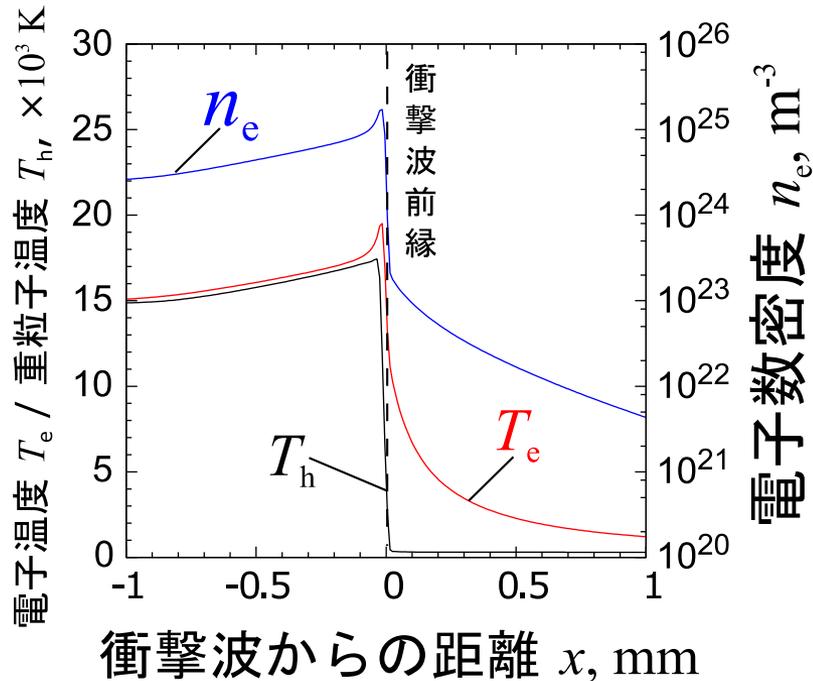
$$S=3 \text{ MW/cm}^2 = S_{\text{LSD}}^{\text{Limit}}$$



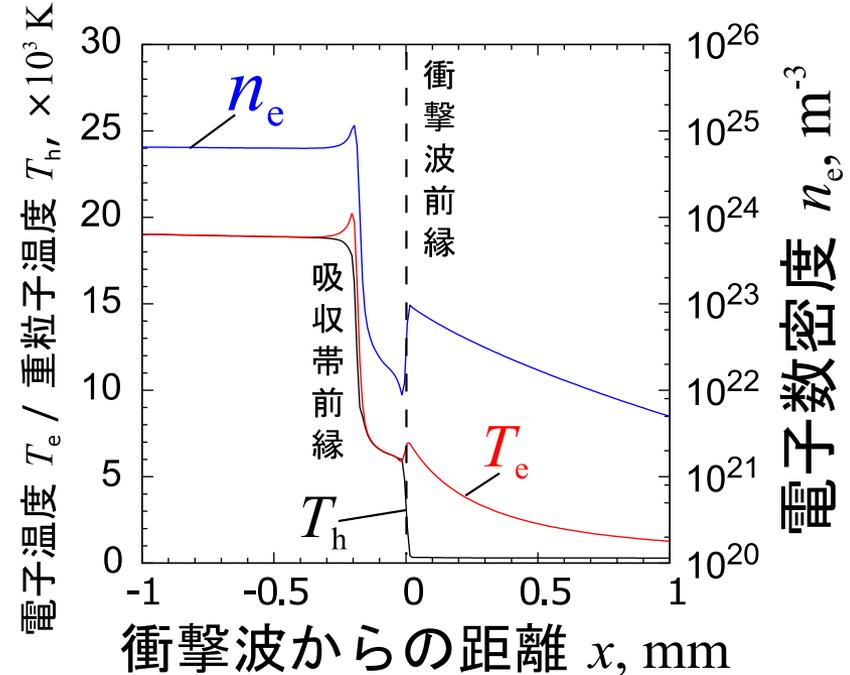
$$S=2 \text{ MW/cm}^2$$

- アルゴンは、電離しやすいため、 S が小さい領域でも衝撃波加熱により多くの先行電子が生成
- $S < 3 \text{ MW/cm}^2$ で衝撃波前縁とレーザー吸収帯が離れ、不完全なLSD構造となる

S_{LSD}^{Limit} 付近でのLSD構造(空気)



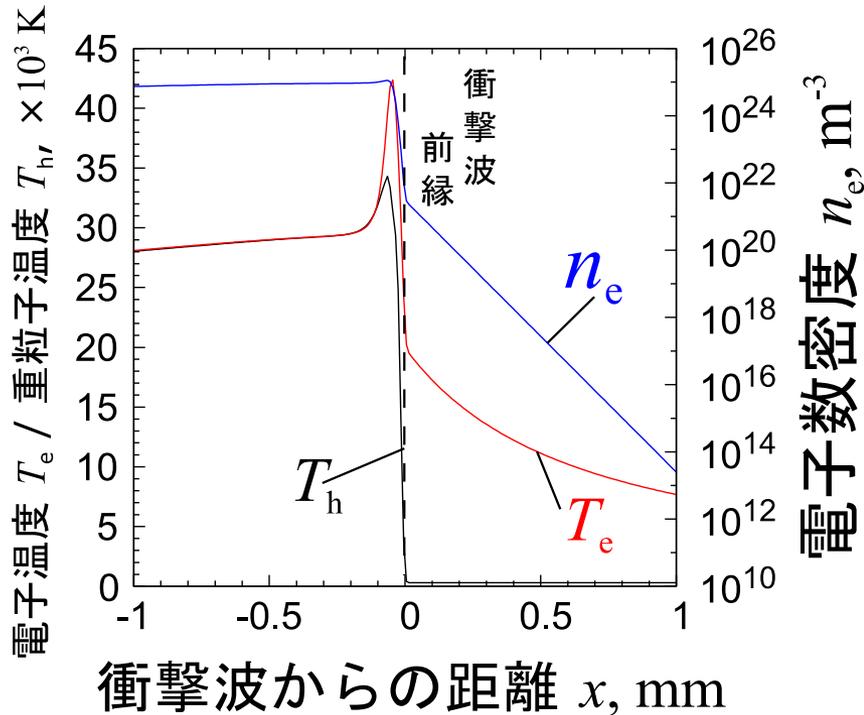
$$S=40 \text{ MW/cm}^2 = S_{LSD}^{Limit}$$



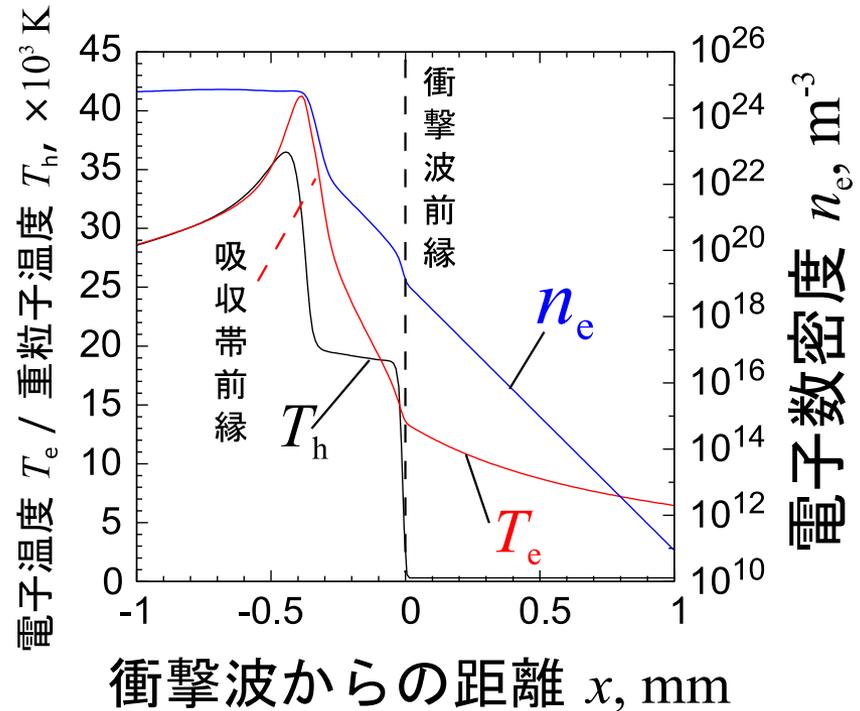
$$S=20 \text{ MW/cm}^2$$

- 分子の乖離の次に電離が起こるため、衝撃波加熱による先行電子生成がしにくい
- $S < 40 \text{ MW/cm}^2$ で衝撃波前縁とレーザー吸収帯が離れ、不完全なLSD構造となる
- 輻射先行電子は、衝撃波背後の電子再結合反応により失われる

S_{LSD}^{Limit} 付近でのLSD構造(ヘリウム)



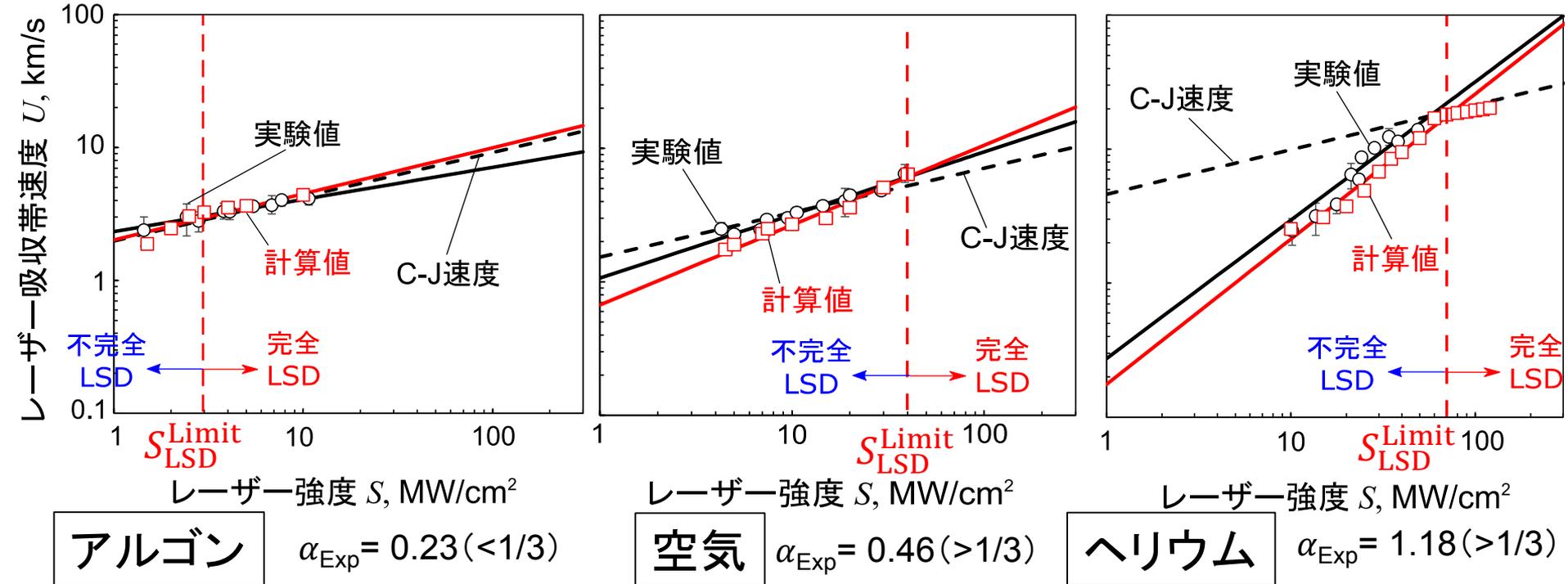
$$S=70 \text{ MW/cm}^2 = S_{LSD}^{Limit}$$



$$S=50 \text{ MW/cm}^2$$

- 電離エネルギーがArの約1.5倍も大きいいため、LSDになるレーザー強度の閾値が大きくなる
- $S < 70 \text{ MW/cm}^2$ で、衝撃波前縁とレーザー吸収帯が離れ、不完全なLSD構造となる

LSD伝播速度の化学種依存性



- アルゴンの場合、ほぼ S の全域において、完全なLSD(C-Jデトネーション)
- 空気とヘリウムの場合、不完全なLSD($S < S_{LSD}^{Limit}$)の領域が多く含まれるため、傾きが大きくなる
 - 実験では、不完全／完全を区別するのは困難？不完全LSDも重要機構？
- 依然として、不完全LSDの領域で、CFDの伝播速度は実験値を下回る
 - S_{LSD}^{Limit} 以下(不完全なLSD)の物理機構は未説明