

研究種目：基盤研究（S）

研究期間：2006~2010

課題番号：18106016

研究課題名（和文）衝撃点火レーザー核融合の概念実証

研究課題名（英文）Concept Exploration of Impact Fast Ignition

研究代表者

疇地 宏(AZECHI HIROSHI)

大阪大学・レーザーエネルギー学研究センター・教授

研究者番号：90135666

研究分野：工学

科研費の分科・細目：核融合学

キーワード：慣性核融合,飛翔体加速、衝撃点火、

1. 研究計画の概要

研究代表者が提案する衝撃点火方式は、核融合の実現に向けて、大幅な小規模化を実現可能とする。小規模ながら、中心点火方式と同様、現象の予測性の高さが特徴である。本研究の目的は、衝撃点火方式による核融合が可能であるか否かを判断するために、物理的・工学的理解を得ることと、衝撃点火レーザー核融合の概念を実証することである。

2. 研究の進捗状況

本研究の大きな課題の一つは、飛翔体を 1000km/s に加速しなければならないことである。ところが、飛翔体をこのような高速度域まで加速しようとする、流体不安定性の成長により、飛翔体そのものが崩壊してしまうという問題が生じる。このことが、衝撃点火方式の最も大きな問題であった。しかし、研究代表者等は、Br を適量ドープすることによって、この流体不安定性が抑制されることを考案し、衝撃点火方式における飛翔体加速に適用することで、飛翔体の崩壊の問題を回避することに成功した。その結果、飛翔体を 0.2g/cc の密度をたもったまま、700km/s 以上の速度まで加速させることに成功した。

これは、計画半ばにして、当初の目標の 70%をすでに達成したことを意味している。

このことから、計画の大幅な前倒しを計画し、現段階で得られている知見をもとに、予備的な統合実験を行った。主燃料が最も高密度に爆縮された瞬間に飛翔体が衝突したとき、 2×10^6 の中性子が観測された。2 桁の中性子量の増加を観測し、予備的な高速点火実験で得られている中性子量に迫るものであった。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している

本研究の目的は、衝撃点火方式の概念実証であったが、原理実証にも匹敵する結果を得ることができた。これは、衝撃点火方式が小規模な設備で可能なだけでなく、予測性に優れていることが、最大の要因である。

米国との共同研究では、本研究の大きな目標であった飛翔体速度 1000km/s を超える飛翔体速度の達成に成功し、当初の目的の一つを 100%達成することができた。

4. 今後の研究の推進方策

最も大きな課題であった、飛翔体速度 1000km/s を計画半ばで 100%達成できたことから、今後は、衝撃点火統合実験を集中的に行う予定である。これまでに得られた飛翔体加速実験の結果をもとに、統合実験におけるパラメータの最適化を行い、衝撃点火方式で 10^6 を超える中性子発生量の実現を目指す。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

①"Fast ignition by detonating

hydrodynamic flow", S. Yu. Gus' kov1 and M. Murakami, Accepted for publication in Plasma Phys. and Contr. Fusion 2009. (査読有)

② "Impact-driven shock waves and thermonuclear neutron generation", S. Yu. Gus'kov, H. Azechi, N. N. Demchenko, I. Ya. Doskoch, M. Murakami, V. B. Rozanov, T. Sakaiya, T. Watari, N. V. Zmitrenko, Accepted for publication in Plasma Phys. and Contr. Fusion 2009 (査読有)

③ "Comprehensive Diagnosis of Growth Rates of the Ablative Rayleigh-Taylor Instability" H. Azechi, T. Sakaiya, S. Fujioka, Y. Tamari, K. Otani, K. Shigemori, M. Nakai, H. Shiraga, N. Miyanaga, and K. Mima, Phys. Rev. Lett, **98**, 045002-1-4, 2007 (査読有)

[学会発表] (計 3 件)

① "Neutron generation from Impact Fast Ignition" T. Watari, T. Sakaiya, H. Azechi, M. Nakai, H. Shiraga, K. Shigemori, H. Hosoda, H. Saito, Y. Arikawa, Y. Sakawa, S. Fujioka, Y. Hironaka, M. Murakami, M. Karasik, J. Gardner, J. Bates, D. Colombant, J. Weber, S. Obenschain, Y. Aglisky, P. A. Norreys, S. Eliezer, and K. Mima, IFSA on Kobe, 2007

② "Fast response neutron scintillation detector for FIRE-X" Y. Arikawa, M. Nakai, T. Watari, H. Hosoda, K. Takeda, T. Fujiwara, Y. Furukawa, T. Norimatsu, H. Shiraga, N. Sarukura and H. Azechi, IFASA on Kobe, 2007

③ "From physics understanding of the ablative Rayleigh-Taylor instability to impact fast ignition", M. Murakami et al. Fifth International Conference on Inertial Fusion Sciences and applications, IFSA, on Kobe, 2007