

循環型超音速風洞中のラムジェット衝撃波淀み点を炉芯とするミュオン触媒連続核融合炉の概念設計

**Conceptual design of a muon-catalyzed continuous fusion reactor
- on a ramjet shock wave stagnation point in a circulating supersonic wind tunnel as the core-**

*佐藤元泰¹, 木野康志², 棚橋美治¹, 伊藤公孝¹, 山本則正¹, 岡田信二¹, 飯吉厚夫¹
¹中部大学, ²東北大学

Abstract: プラズマ、磁力、慣性力を必要としないラムジェットミュオン触媒核融合炉を提案する。

キーワード: ミュオン核融合炉、循環風洞ラムジェット、高密度ガス、プラズマ、磁場、慣性力閉じ込め不要

1. Introduction

負のミュオンが電子に交換されると、「ミュオン原子 (MA)」と通常の原子核との間の距離は 1/200 に減少する。MA は通常の原子と共鳴的に分子を形成、核融合が起きる機構は Vesman⁽¹⁾ によって説明された。1980 年代までに、常温核融合は固体/液体の水素同位体 (d-d, d-t) で実験的に成功した。しかし、エネルギー出力は、ミュオン粒子の生成に主に消費されるエネルギー入力を超えることはできなかった。木野⁽²⁾ は波動関数を正確に解き、核融合断面積が 2000 バーンに増加したプラズマ状態のない飛行中の核融合を予測した。1.4 keV のエネルギーは、減衰プロセスの $t_{s=2}$ 状態に励起された MA に供給することができる。図 1 に示すように、自由空間を飛ぶ粒子間の二体衝突による核融合条件を満たす。ミュオンは崩壊するまで、高密度 D / T ガス混合ガスと核融合反応を繰り返すから、核融合炉にはローソン条件に束縛されない。

2. ミュオン触媒核融合の概念⁽³⁾

図 2 は、新しい核融合炉の概念を示す。炉芯は、約 1cm³ の小さなコアで 10¹⁹s⁻¹ の中性子と 28MW の熱出力を発生する。閉じた循環トンネルに沿って、D₂ + T₂ 混合ガスはマッハ 4~7 まで加速される。超音速流中一対の鋭い楔を設置すると、斜め衝撃波が発生し流れが減速、マッハ 1 に近いところで、空間的に孤立した 10²²cm⁻³ の高密度のピークが発生する。このラムジェットセクションにミュオンを入射して核融合炉芯とする。アルファ粒子のエネルギーはガス流で除去、炉芯の最高温度は 500K 未満に制限出来る。下流中に Li 塗布 SiC ハニカムコアを置き、中性子束を照射してトリチウムを増殖させる。核融合炉芯を取り巻くブランケットで中性子エネルギーを吸収。リアクターのすべての機能は、図 2 に示す様に閉ループに沿って配置され、有機的に結合している。これらのコンポーネントは、自動車、航空宇宙、核分裂炉による既存の技術を転用することで、短時間に実用化出来る。ヘリウム分離器と安価な小型ミュオン発生源が、実用化に必要な課題である。

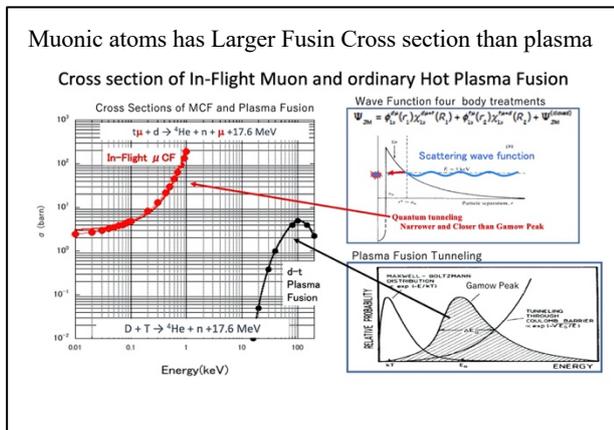


Fig.1 Comparisons of cross-sections of ordinary thermo nuclear fusion with Maxwellian plasma and muon catalyzed fusion.

Muon forms an atom having larger fusion cross-section than bare nucleons (plasma), due to strong Coulomb shielding of the muon. The tunneling is more effective than Gamow peak in hot plasma.

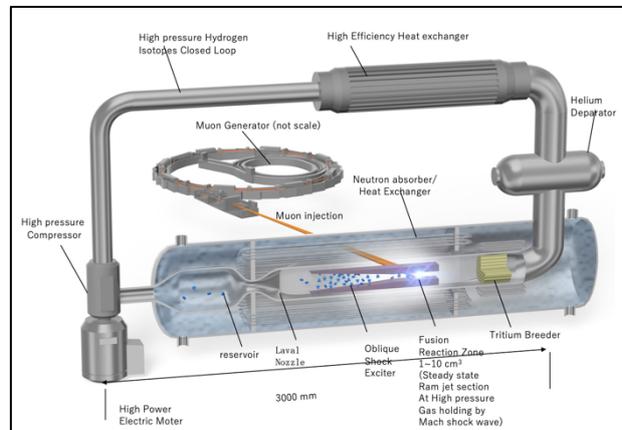


Fig.2 System layout of a steady-state muon catalyzed fusion reactor. Reaction gas is circulating along the closed wind tunnel consisting of the High pressure tank - Laval nozzle - Mach shock exciter - Ramjet Fusion Core - tritium breeder - helium separator gas cooler /heat exchanger - compressor to the tank. Water Jacket including LLFP, Boron water is similar structure to the core of BWR. The fusion neutrons dump their energy in the water.

References

- [1] E. A. Vesman, Sov. Phys. JETP Lett., 5, (1967), pp. 91
 [2] Y. Kino, M. Kamimura, Hyperfine Interact. 82, 45 (1993)
 [3] M. Sato, Y. Kino, Y. Tanahashi, N. Yamamoto, H. Takano, T. Mutoh, A. Fujita, A. Iiyoshi, A. Matsubara, Proc. of 2018 Fall Meeting Atomic Society of Japan, Okayama, Japan, (2018) 2N03

*Mototasu Sato¹, Yasushi Kino², Yoshiharu Tanahashi¹, Kimitaka Itoh¹, Norimasa Yamamoto¹, Sinji Okada¹, Atsuo Iiyoshi¹

¹Cubu University, ²TohokuUniversity