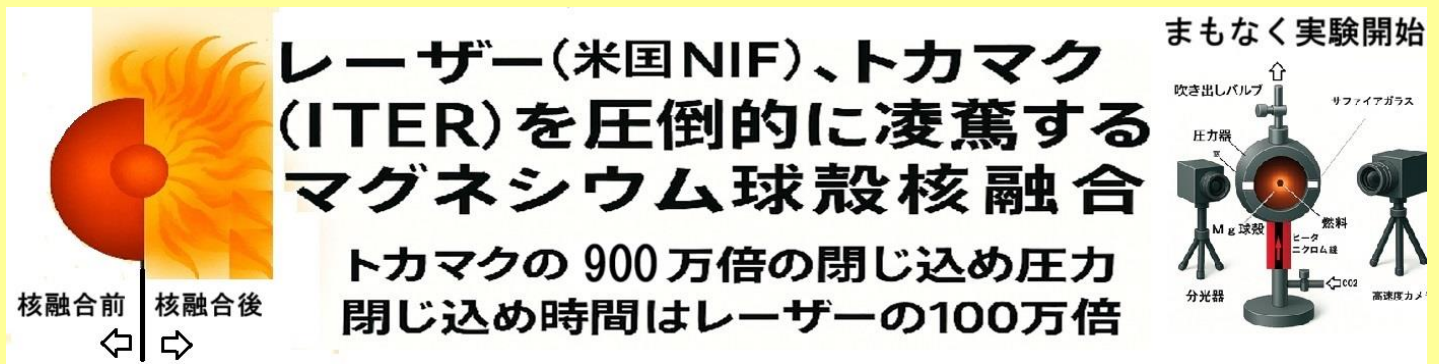




1. はじめに

マグネシウム球殻核融合はマグネシウム球殻アメリカ機械学会発電部門 (ASME-POWER) に論文投稿し、2024 年 4 月に受理され、同年 9 月にはワシントン DC で発表した。論文は二酸化炭素とマグネシウム球殻との爆轟エネルギーとその爆発時間によって内部の燃料を圧縮加熱し LAWSON 条件を満たし核融合に至ると解析したものであった。しかし、核融合に至るまでのメカニズムが不明であった。以降 1 年でそのメカニズムについて研究を行い、マグネシウムの爆轟サイクルによって

燃料を繰り返し圧縮加熱することにより核融合に至ることを明らかにした。また核融合後の冷却メカニズムも解き明かし、この過程で地球温暖化の元凶である二酸化炭素を大量に資源化することが理解された。それらによって従来炉の課題を飛躍的に克服すると期待される。さらに核融合発電所への構想まで展開した。以後順追って解説する。

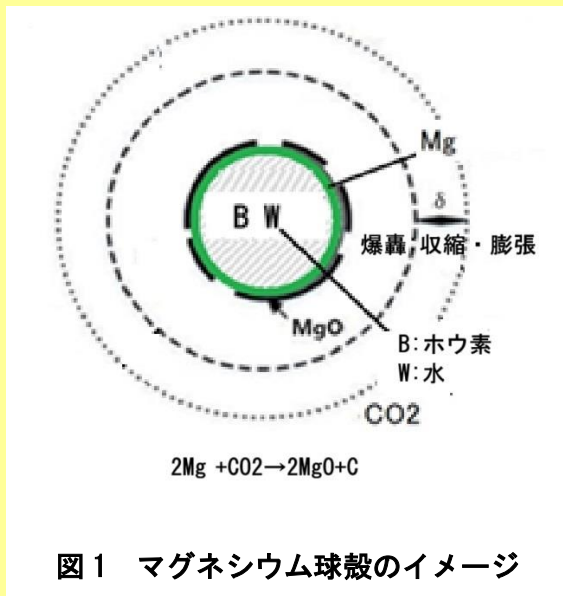


図1 マグネシウム球殻のイメージ

2. マグネシウム球殻核融合の構造

図1の通り 10mm 前後の Mg 球殻にホウ素水 (B) と (W) に注入し発火防止の為に酸化マグネシウム (MgO) を被膜する。

3. Mg 球殻核融合の手順

①加熱と着火

図2の通りバーナーが Mg 球殻を 1200℃ の CO₂ ボイラーに投入すると被膜が破れ外側の Mg が CO₂ と反応して燃焼・爆轟が始まる。

②内部燃料の加熱とプロトン生成

爆轟による衝撃波が球殻内部へ伝わり、Mg と水が反応して水素が生成、高温で電離してプロトン (P) となる。

③爆轟とプラズマ化

球殻温度が 1 万℃を超えると Mg-CO₂爆轟が本格化し、1.5 万℃付近で Mg がプラズマ化して一時的に爆轟が止まる。

④爆轟サイクル(多段衝撃波)

内圧で膨張して冷えると再び爆轟が起こり、爆轟→停止→再爆轟のサイクルが繰り返される。

⑤核融合点火

この多段爆轟サイクルが数 μ 秒 11 回爆轟サイクルを繰り返すと、最終的に BP は 10 億℃以上に達し核融合に至る。

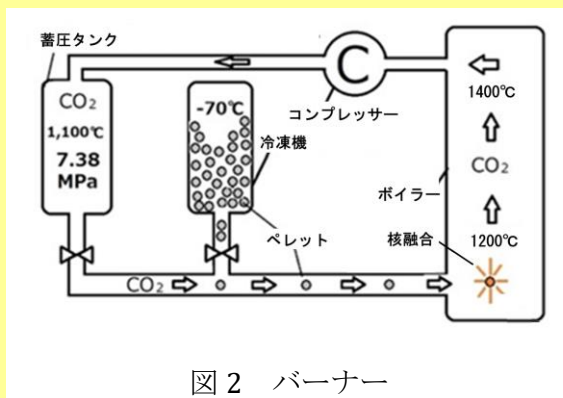


図2 バーナー

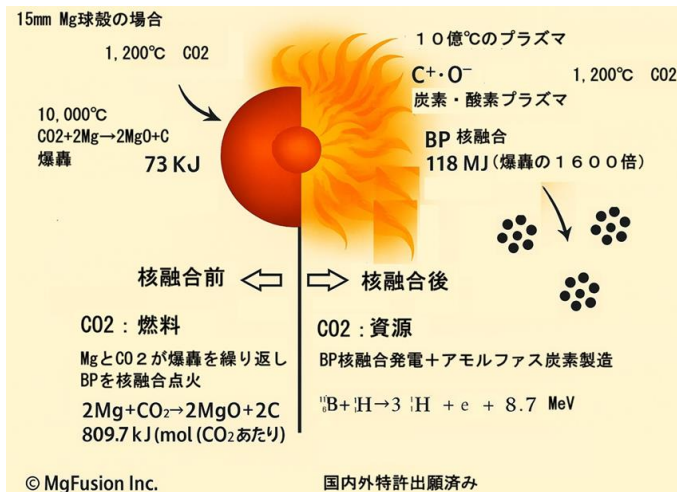


図3 核融合前後の二酸化炭素の働き

4. 核融合前後の二酸化炭素の役割

図3に核融合前後を想定した。

(1) 核融合前

マグネシウムと二酸化炭素が繰り返し爆轟し、その圧力で内部のBPを加熱・圧縮して核融合を起こす。この段階では二酸化炭素そのものが「燃料」として働く。

(2) 核融合後

核融合により発生したヘリウム(He)は約200億°Cで飛散し、その衝撃で周囲の二酸化炭素はプラズマ分解して炭素プラズマと酸素プラズマに分かれる。これらは周囲のCO₂で急冷され、炭素プラズマはアモルファス炭素となり、高付加価値の資源とる。二酸化炭素そのものが「冷却材」として働く。

5. コンバインドタービン採用による高効率発電を実現

原子力発電所は火力発電所のボイラーの代わりに原子炉を据えている。核融合発電所もLNGコンバインドタービン発電所のボイラーの代わりに図2に示したバーナーを核融合炉とともに置き換えることができる。(図4)

LNG火力発電はドバイで600万KW級のコンバインド発電所があり1次的には1000°Cを超える高温ガスがガスタービンを回し、その予熱800°Cがスチームを起こし2次のスチームタービンを回して60%の発電効率を得ている。

核融合発電所は1200°Cの二酸化炭素を捨てることなく循環させるので理論的には80%となるが、アモルファス炭素の回収などの熱損失を考慮し70%程度は期待される。

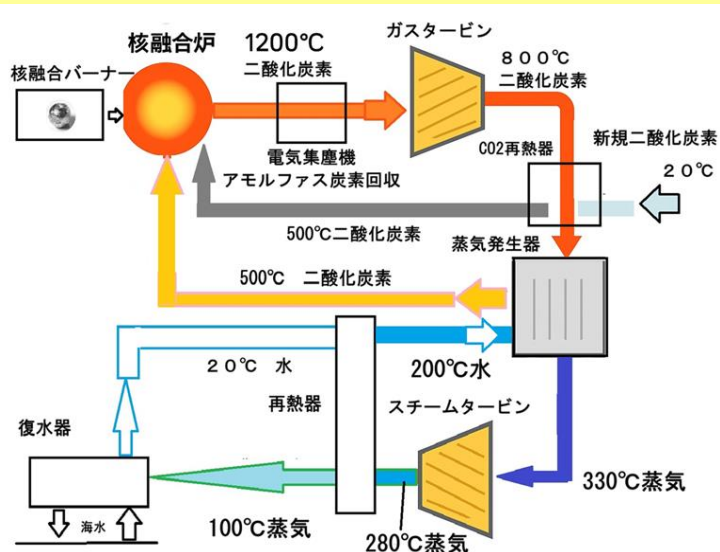


図4 マグネシウム球殻核融合コンバインド発電所

6. 地球温暖化対策と核融合発電所耐熱壁の問題を同時解決

Mg球殻核融合発電所は、同規模の石炭火力が排出するCO₂の約2.5基分を燃料として回収・利用できる。核融合で生じた約200億°Cのヘリウムの熱は、周囲のCO₂が一時的にプラズマ化して吸収し、壁面温度は1400°C以下に抑えられるため既存材料で対応可能となる。同時に、冷却過程で生成するアモルファス炭素を高価値資源として回収できる。(図5)

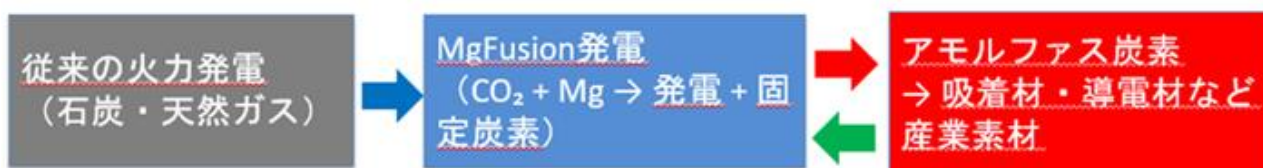


図5 Mg核融合発電所の二酸化炭素固定

7.マグネシウム球殻核融合とトカマク核融合(ITER)・レーザー核融合(NIF)との比較

(1) 10mm マグネシウム球殻と ITER の閉じこめ圧力比較評価(圧縮込み)

トカマク型核融合炉 ITER は、超電導コイルで最大約 12T の磁場を発生させますが、そこから求まる磁場圧はおよそ $5.5 \times 10^7 \text{Pa}$ (55MPa = 0.055GPa) 程度にとどまる。 β 値が 0.5% 程度見込んでいることから 0.28MPa しか実効圧力しかない。LAWSON 条件を満たすとしているが、制動輻射の損失を考慮すると DT 点火すら厳しい、増して BP 核融合は不可能ともいえる。

一方、外径 10mm・内径 2mm のマグネシウム球殻は約 0.90g の Mg が含まれ、Mg- CO_2 反応によって約 15kJ の化学エネルギーを放出する。そのうち半分(約 7.5kJ) が内径 2mm (半径 1mm) の空洞内 CO_2 を加熱すると仮定すると、瞬間的な内圧は約 $5 \times 10^{11} \text{Pa}$ (500GPa) となり、この時点で既に ITER の約 9,000 倍 に達する。

さらに爆轟と多段衝撃波で内径が 1/10 (半径 1mm → 0.1mm) まで圧縮されると、空洞体積は 1/1000 になり、最終的な内圧は 約 $5 \times 10^{14} \text{Pa}$ (500TPa) に達し、ITER の磁場圧のおよそ 900 万倍 に相当する。

(2) 10mm マグネシウム球殻と NIF の閉じこめ時間比較評価

アメリカのレーザー核融合施設 NIF (National Ignition Facility) では、多数の高出力レーザーで燃料カプセルを一気に圧縮し、ナノ秒 (10^{-9} 秒) オーダーのごく短い時間だけ高温高密度状態を維持して点火を狙う方式を採用している。NIF の燃料はレーザー照射に伴う非対称性やレイリー・テイラー不安定性の影響を受けやすく、理想

的な球対称閉じこめを維持するのが難しい。NIF が成功した核融合の実験でも 4 段の爆轟しかない。燃料が最も圧縮された「滞留時間」(stagnation time) は、概ね数百ピコ秒～1 ナノ秒程度とされる。

これに対して、MgFusion では、球殻が 1200°C CO_2 中に投入されてから図 6 の通りサイクル 0.2 μ 秒を約 1 万回衝撃波サイクルを繰り返す(図 6)、崩壊に至るまでの有効な閉じこめ時間はミリ秒 (10^{-3} 秒) オーダーと見積もられる。したがって、

- NIF の閉じこめ時間 : およそ 10^{-9} 秒
 - MgFusion の閉じこめ時間 : およそ 10^{-3} 秒
- となり、閉じ込め時間だけを比較すると MgFusion は NIF の約 10^6 倍 (100 万倍) 長い閉じこめ時間を持つことになる。

このため、融合の成否を決める指標である $n\tau$ (密度×時間) で評価した場合、MgFusion は NIF に対して、閉じこめ時間で 100 万倍となる。

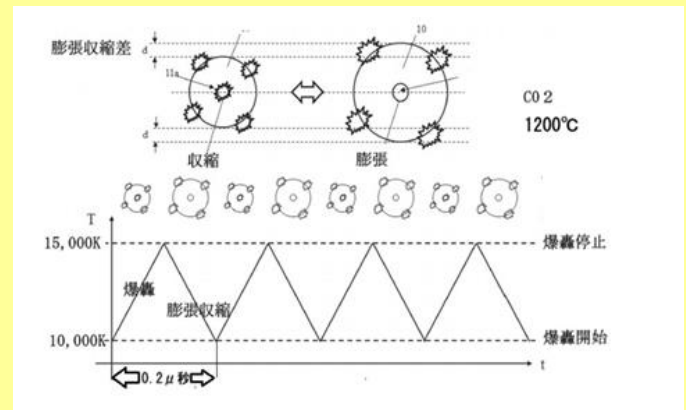


図 6 マグネシウム球殻核融合の爆轟サイクル

(3) 核融合点火条件

- ① LAWSON の BP 核融合条件 密度 ($1/\text{cm}^3$) × 時間 (秒) × 温度 (Kev) ($n\tau T$) $\geq 10^{17} \text{keV} \cdot \text{s}/\text{cm}^3$
 $n(1.5 \times 10^{23} 1/\text{cm}^3) \times \tau(2 \times 10^{-3} \text{sec}) \times T(100 \text{Kev}) = 3 \times 10^{22}$ (LAWSON 条件の 10 万倍以上)
閉じ込め時間 2m (10^{-3}) 秒

- ② 到達温度 BP 核融合点火必要温度 10 億°C 以上

5 億°C の時の音速 : 1,930 km/s 衝撃波速度 : 4,826 km/s マッハ数 2.5 温度比 2.8 圧縮率 1000
初期温度を 1 万°C すると衝撃波 11 回 $10,000 \times 2.8^{11} = 1.1 \times 10^8$ (11 億°C)
実際には LAWSON 条件に達する最大条件の 1/10 万にて核融合が起こると想定される。

7. 従来炉の課題をブレイクスルー

MgFusion が従来炉を超えること出来たのは爆轟圧がトカマクの閉じこめ圧 900 万倍を圧倒し、また爆轟という化学反応故 m 秒が光速のナノに 100 万倍長いことに象徴される。

- 1) 閉じこめ圧力：500GPa～500TPa の爆轟圧でイーターの 900 万倍の圧力を実現する。
- 2) 閉じこめ時間： 10^{-3} 秒（ミリ秒）級で NIF の 100 万倍長く燃料を閉じ込められる。
- 3) 超耐熱壁：核融合熱を CO₂ が冷却することにより超耐熱壁を必要としない。
- 4) 中性子・放射線：十分に点火条件に余力があり放射性物質を発しないポロンプロトン核融合が可能



図 7 案山子型核融合実験装置

8. 実験計画（案山子型実験装置）

MgFusion で提案している核融合原理を実証するため、現在、AI と製作メーカーと連携しながら案山子型実験装置（設計・見積り完了）（図 7）の準備を進めている。本装置は特許出願済みで、製作期間は約 3 か月、試験期間も約 3 か月を予定している。トカマク炉やレーザー装置に比べて 100 万分の 1 以下という極めて低コストで検証が可能である。第一期の実験費用は 1 億円以下に収まる見込みです。その一方で、得られる成果は既存の大型核融合研究を凌駕する可能性があります。

- 本実験は次の 2 段階で構成されます。
- マグネシウム球殻燃焼試験

Mg 球殻に CO₂ のみを封入し、Mg-CO₂ 燃焼・爆轟による加熱挙動や到達温度、衝撃波の伝播を計測します。

- Mg 球殻核融合試験

Mg 球殻に燃料水素（DT 水など）を封入し、多段爆轟サイクルによって核融合が起こるか検証する。

10. 国際共同開発の推進

MgFusion の特許はすでに国内外で出願済みであり、クロスライセンスを軸とした発電だけでなく地球温暖化対策早期実現の為に世界同時に開発を連携して推進します。

既に国内はもとより、中国・インド・韓国を含む海外企業とも商談が進行中です。森重晴雄は MgFusion の黄金株（拒否権付株式）を保持し、技術戦略と国際展開の舵取りを担います。個人投資家の方には、まずセミナー・年会会員として参加いただき、そのうえで株式投資へのご協力をお願いする方針です。また、企業各社からの積極的な資本参加を歓迎します。

募集対象：

・戦略投資家 ・電力会社 ・重工メーカー ・素材メーカー ・金融機関

対応内容：

- ・ PCT を含む特許ポートフォリオに基づく柔軟な技術導入契約
- ・ MgFusion プラントへの優先参加権
- ・ CO₂ 資源化（カーボンリサイクル）事業への優先参加権

お問い合わせ先：MgFusion
(株)

info@mgfusion.com

Web: <https://mgfusion.com>



mgfusion.com