

1. 緒言

2018年9月6日北海道胆振東部地震により、北海道全体がブラックアウトに見舞われた。原因は、当時北海道の発電量の半分を支えていた北海道電力苫東厚真火力発電所の3基が止まってしまったことにある。他の発電所も発電設備保護のために順次自動停止した為、北海道全体で停電を起こしてしまった。

北海道電力は、電力10社の中でも規模がかなり小さく、立地的に他社からの電力供給も難しい。北海道の電力供給は、危機事象に対して事実上孤立していると言える。これらのことから、北海道の発電状況から早急に対策が必要であると言える。その対策の一つとして新水素エネルギーを用いる。

新水素エネルギーとは、核融合的反応から生まれたエネルギーで、金属の触媒作用により重水素を核融合させて生まれたものである。

図1に核融合的反応の原理を示す。核融合反応では、2つの原子核(図では重水素と三重水素)が十分近づくと、原子核の間に働く引力が反発力(斥力)に打ち勝ち1つに融合し、新しい原子核(ヘリウム)が生まれることである。これを核融合反応という。この際にエネルギーと僅少な中性子が発生する⁽²⁾。

本研究では、この核融合を用いた新水素エネルギーを用いて、従来の発電方法である火力・水力・原子力・風力・太陽光発電等に代わる新しい発電方法を確立する。また、その新しい発電方法のエネルギーの入出力比2倍以上を求めることを目的とする。

2. 実験装置及び実験方法

図2に実験装置の概要を示す。水素技術応用開発株式会社、水野博士の開発した装置を、実験環境を整備して再現試験を始めた。金属の触媒作用による重水素ガスと金属の核融合的反応による過剰熱を測定した。測定方法は、断熱箱内部で発熱させ、上部にブロワーを設置し加熱した空気を排出させる。その空気を熱電対で測定し、排出される空気の熱量の総量を算出する。その後、入力した空気の熱量と比較することで入出力比を算出する。それらの方法は水野博士と同じである。

反応炉(チャンバー)を右側、制御系、測定系、を左側に記述した。左下から、入力電源、データロガー、データ集積用パソコンとなっているチャンバー内の圧力測定はピラニー真空計を使用した。測定は炉温度としてチャンバー表面中央部を1か所測定する。炉体温度は場所によって違うために温度が高いであろう中央部を選んで定点的に測定した。さらに送風機電圧、電流、チャンバー加熱用入力電圧、電流、空気入口中央部1箇所と出口温度のデータを5~30秒毎に測定し、熱計算を行った。図2の数字①~⑨は表1の①~④、表2の⑤~⑨のチャンネルに対応している。表1、表2にデータロガーの設定を示す。また、①・②はブロワーを制御するための電流と電圧である。

チャンバーの上から覆い、発生した熱を逃がさないようにするための断熱箱の形状を図3に示す。箱の大きさは縦横高さが700mm,500mm,700mmの亚克力箱を使用する。箱の横側底部と上部中央に直径50mmの円形の穴を開ける。上の穴はブロワー設置し空気出口とする。箱の内部表面は厚さ10mmのアルミ箔で被覆した発泡プラスチックフィルムで覆われている。しかし、この断熱箱でも熱を完全に封じ込めることはできない。その為、発熱抵抗(校正ヒーター)でもチャンバーと同様の環境で入力電力を変え実験を行う。これにより

校正ヒーターの入出力測定から断熱箱から散逸した熱量が求められるため、この量を回収する補正式を求めてデータの精度を高めていく。

図4にブロワーの空気出口には、プラスチック製の断面が丸いパイプ、長さ約200~300mmのものを取り付けた。これはブロワーの出口断面形状が長方形では場所による風速が不均一で風量計算が複雑になるため、簡単に計算を行うために円形とする。

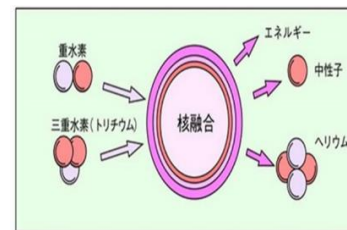


図1 核融合の原理

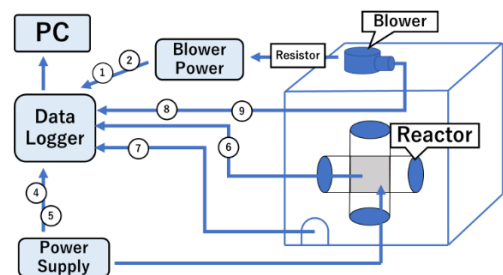


図2 実験装置概要

表1 データロガーの設定(①~④)

番号	①	②	③	④	⑤
単位	V	A	Ω	V	A
名称	電圧	電流	抵抗	入力電圧	入力電流

表2 データロガーの設定(⑤~⑨)

番号	⑥	⑦	⑧	⑨
単位	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
名称	表面温度	入口温度	出口温度	炉体温度

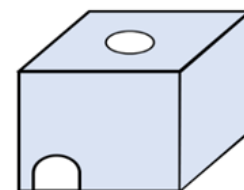


図3 断熱箱の形状



図4 ブロワーの概要

これらは表 1 表 2 からの入力値を使用して、空気出口で測定した、温度、風量から熱の計算を行う。

ブローアへの入力計算 Blower in(w)を、データロガーの設定①列、②列の値を抵抗器の値を用いて(1)式で表す。

$$\text{Blower in}(w) = ((\textcircled{1}n \times \textcircled{2}n) - (\textcircled{2}n)^2 / 3) \quad (1)$$

炉内ガスの圧力 Np (Pa)をデータロガーの設定列の値と出力電圧の変換係数 1330 を用いて(2)式で表す。

$$Np = (\textcircled{3}n) \times 1330 \quad (2)$$

炉体への入力値 Win(W)を④列、⑤列の電圧、電流値と電源方の電流と電圧出力の変換係数 32 を用いて(3)式で表す。

$$\text{Win} = (\textcircled{4}n \times \textcircled{5}n) \times 32 \quad (3)$$

ブローア出口と箱入口温度の温度差 T(°C)を⑦、⑧列より空気出口、入口の温度差からのブローアから出てくる空気温度が変化する量を差し引いて(4)式で表す。

$$T = ((\textcircled{8}n) - (\textcircled{7}n) - (0.31 * \text{EXP}(-(\textcircled{12}n) / 1.83))) - 0.3755 \quad (4)$$

定圧空気比熱 Hc(J/°C)を、ブローア出口からの空気温度、⑧列を用いて(5)式で表す。

$$Hc = 987 + 0.066 * ((\textcircled{8}n)) \quad (5)$$

ブローア出口の風速から得られた風量を空気重量 Air weight(kg/s)で表す式を、(6)式に示す。

$$\text{Air weight} = (\textcircled{17}n) * 0.0035 * (3.5 * \text{EXP}(-((\textcircled{8}n) + 273.2) / 201.3)) + 0.415 \quad (6)$$

空気出口からの熱エネルギー Wout(W)をブローア出口と箱入口温度の温度差 T、定圧空気比熱 Hc、空気重量 Air weight を用いて(7)式で表す。

$$Wout = (\textcircled{15}n) \times (\textcircled{16}n) \times (\textcircled{18}n) \quad (7)$$

熱回収率を考慮した空気出口からの発熱量 Wout' を熱回収率から近似値を用いて(8)で表す。

$$Wout' = (\textcircled{19}n) / (0.98 - 5.0811 * 10^{-4} * (\textcircled{9}n)) \quad (8)$$

3. 実験結果及び考察

3.1. 重水素による過剰熱の研究

チャンバーの加熱量を 72W から 1000W までの入出力比の値を取得し、750W 以下を上述の校正ヒーターとの対比で熱散逸分を校正 (追加) して出力を算出した。図 5 にチャンバーの加熱量とチャンバーの入出力比の関係を示す。図 5 に示すように、すべての入力で過剰熱を確認することができた。345W~750W では 4 割以上の過剰熱を記録した。値にはバラつきが見られた為、このままでは温度の制御は難しいと考えられる。

現在の実験装置で 1000W までの測定で、発熱の傾向が概ね把握できた。このまま入力を上げていけばこれまでの傾向から予測すると、現在の環境、方法では入出力比 2 倍に到達する可能性がある。

今後の課題として 1 つ目は、発熱の勾配の高い制御して量子力学の観点から重水素の最適濃度を求める。

2 つ目は、ナノ金属触媒として Ni をチャンバーの内側に敷設しているが、それを二層に増やし反応の確率を高めることを検討する。

3 つ目に現在使用している触媒の金属を変更し、より高効率な金属がないかを検討する。

4 つ目に、重水素は一般にあまり普及していないため入手にある程度の時間を要してしまう。そこで、水素でも同じような反応が起こることが確認されているが、現在のチャンバーでは重水素が染み込んでいるため、純粋な水素のみでの実験を行うことが出来ない。その為、新しいものを用意する。既存のチャンバーの内側を削る。しかし、どの程度重水素が染み込んでいるのかわからない、安全強度が多少下がるといった不確実性がある。その為新しいものを用意した方がよいと考えられる。

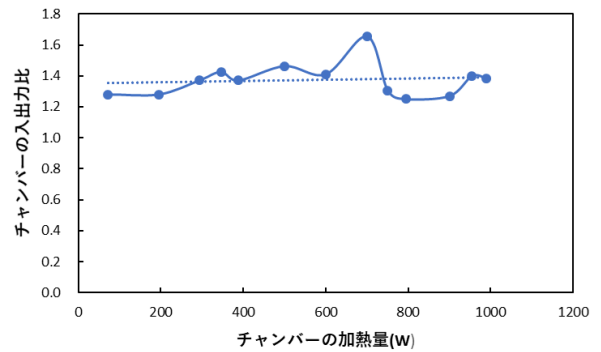


図 5 チャンバーの加熱量と入出力比の関係

3.2. 放射線量の測定

実験を行った日の実験室内の放射線量と札幌市の北海道新聞に記載されていた値をもとに単位換算をおこなったものを表 6 に示す。また、表 7 は月間の放射線量の平均を表にまとめたものを示す。表 6、の赤い字は値の大きい方を表している。表 7 からわかるようにほぼすべての日付で札幌市の放射線量が同等の値を示している。更に北海道新聞で書かれている平常値を単位換算すると 0.17~0.91mSv/y までだとされている。これらのことから人体に影響がない程度の僅少なものと考えられる。発生していることが認められる以上無視することはできないが、本実験では安全に行うことができたと考えられる。今後は外部の機関とも連携を取りより厳密にやっていく必要がある。具体的には、株式会社千代田テクノルのガラスバッチを使用していく。ガラスバッチとはクリップで体につけその人に当たっている放射線の量を測定するものである。

4. 結論

本実験を行った結果、実験装置より過剰熱が発生させることを再現できた。今回は、目的であるエネルギーの入出力比 2 倍には至らなかったが理論値上では入出力比 2 倍にすることも可能ということが分かった。

謝辞

本卒業論文の作成にあたり、全学共通教育部講師飛田豊先生、(株)北海光電子代表取締役武藤正雄氏、のご指導いただき、ここに深く感謝の意を表す次第であります。

参考文献

- (1) F・D・ピート: 常温核融合科学論争を起す男たち(1995)
- (2) 核融合エネルギーを求めて (1) - 絵でわかる核融合の基礎 : <http://www.fusion.qst.go.jp/reading5/pamphlet/PDF/sho-usasshi-1.pdf>
- (3) 北海道新聞

表 6 実験室と札幌市の放射線量の比較⁽³⁾ (mSv/y)

10月	チャンバー	札幌市	10月	チャンバー	札幌市
16日	0.25	0.00	24日	0.34	0.00
17日	0.30	0.00	25日	0.29	0.00
18日	0.32	0.00	28日	0.33	0.00
21日	0.26	0.00	29日	0.29	0.00
23日	0.38	0.00	30日	0.32	0.00

表 7 月間の放射線量の平均値の比較 (mSv/y)

	10月	11月	12月
チャンバー	0.31	0.36	0.34
札幌市	0.30	0.35	0.32