

論	文
---	---

水中アーク放電による元素転換の可能性

中村 勝一, 河瀬 貴志, 小倉 勲

Possibility of Element Transmutation by Arcing in Water

Katsuichi NAKAMURA, Takashi KAWASE*, Isao OGURA**

ABSTRACT

We searched a possibility of element transmutation causing by the action of the deuteron generated from heavy water electrolysis.

The electrolysis was given by a discharge electricity in heavy water.

Experiments were performed in completely closed vessel with herium atmosphere.

Analysis of the atmosphere gas by gas-chromatography revealed that the possibility of the element transmutation from carbon to nitrogen was large.

Excess heat was 1.21 times larger than consumed electric power.

【序 論】

地球上には軽い元素が多く、重い元素は少ない。星間物質のほとんどは水素であるといわれている。このことは軽い元素が自然の条件の中でより重い元素に転換することを伺わせる。

軽い元素が重い元素に転換されるには、核融合反応が考えられる。核融合反応といえば一般に高エネルギーが必要であるが、1989年に Pons & Fleischmann⁽¹⁾ が化学的電気分解による常温核融合について発表して以来、常温核融合について多くの研究、報告がなされた^{(2)~(4)}。

本研究では、重水中での炭素電極間アーク放電による元素転換の可能性を追求した。また元素転換における重水中の重陽子の関与について検討した。

本研究において、常温での元素転換の可能性が見いだせ、また、それによりエネルギーが取り出せるのなら、新エネルギー源として新たな道が開かれるのではなからうか。

【実 験】

・実験装置

Fig. 1 に示した装置を用いた。放電容器にはガラス製のセパブルフラスコを用いた。Fig. 1 における各部の機能は次のようなものである。

- ①試料採取口。シリコンゴムパッキンが填めてあり、ここより気体試料を採取する。
- ②電線。ガラス管の中を通っており、電極へ電流を流す。
- ③ヘリウムガスを流すための連絡口。ここよりヘリウムガスを流し込み先端で泡状にする。
- ④セパブルフラスコ。放電容器。
- ⑤マグネチックスターラー。容器内の液を攪拌する。
- ⑥小孔。ガラス管内も容器と同じ雰囲気、同じ圧力とするため。
- ⑦三つ又コック。
- ⑧減圧口。ここより装置内を減圧し、空気を取り

近畿大学原子力研究所 〒577 東大阪市小若江 3-4-1

*近畿大学理工学部原子炉工学科

**元近畿大学原子力研究所教授

Kinki University Atomic Energy Research Institute, 3-4-1 Kowakae, Higashiosaka 577, Osaka

*Faculty of Science and Engineering of Kinki University

**Former Professor of the Institute

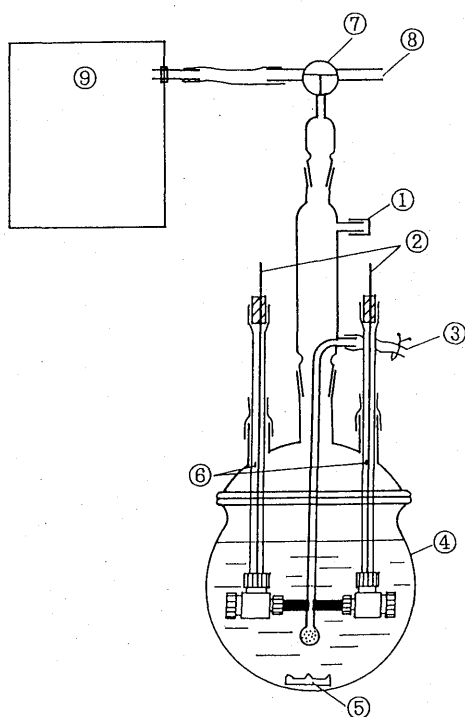


Fig. 1 実験装置

- ① sampling port
- ② electrode lead
- ③ connecting port to replace atmosphere in the chamber with helium
- ④ reaction chamber
- ⑤ magnetic stirrer
- ⑥ small opening
- ⑦ three-way cock
- ⑧ connecting port to reduce the inner chamber pressure
- ⑨ Tedlar bag

除く。

- ⑨エアバッグ。ヘリウムガスを封入し、放電により変化する装置内の圧力を一定に保つ。

重水は蒸留法により精製したものをを用いた。電極には550°Cで15時間ヘリウムガスを通しながら加熱し包含されている空気を除いた炭素電極を用いた。電源は15V 直流電源を使用した。

・方法

装置を組み立て、蒸留水により容器内を煮沸洗浄した後、容器を再度乾燥させる。容器内に重水を入れた後、装置の結合点を空気の入りが無いようにビニルテープで補強した。還流装置をつけて約3時間煮沸還流して溶存空気を追い出した後、密封された状態で装置内をヘリウム雰囲気気置換した。置換方法は、容器内を約70トールに減圧後、超音波洗浄機にかけながらヘリウムガスをバブリングさせ容器内を1気圧にする。この操作を20~30回繰り返す、容器内をヘリウム雰囲気にした。容器内をヘリウムで置換するのは、ガスクロマトグラフのキャリアガスがヘリウムであり、放電によって発生した気体のみを分析できるようにするためである。

放電は5分間の間欠放電で20分、もしくは30分行った。また、電極間距離を手動で調節したため、必ずしも定常状態での放電ではない。

・分析方法

放電により発生した気体をガスクロマトグラフで、放電後の重水、炭素電極を高周波プラズマ発光分析装置(ICP)にて測定した。また、放電による温度変化よりエネルギー収支を算出した。

◎ガスクロマトグラフによる測定

放電により発生した気体をガスクロマトグラフ(使用カラム: Molecular Sieve 5A, Polapak. N, カラム温度: 40°C, 検出器温度: 50°C, インジェクタ温度: 50°C)を用いて分析した。

放電後、重水を冷却し(同じ温度で試料を採取)、採取口より気体を0.1ml採取し、ガスクロマトグラフで測定した。その時のガスクロマトグラフをFig. 2に示す。測定結果を検量線法によりmolに換算した。その結果がTable 1である。このTable 1をグラフに表したものがFig. 3である。Table 1より、重水素、窒素と酸素との比率を表にしたものがTable 2である。

◎ICPによる測定

放電後の重水と放電により飛散した炭素電極片を島津社製 ICP-1000 III でプラズマ発光分析を行い、

Table 1 生成気体の変化

arcing time (min)	0	30	50	70	90	120	140	160	180	
material (10 ⁻⁹ mol/0.1ml)	D ₂	0	453.4	415.2	487.2	678.6	836.7	1,227.0	1,079.7	1,183.0
	O ₂	0	59.1	132.4	141.5	158.6	262.1	271.9	271.8	270.7
	N ₂	0	292.1	596.8	643.9	659.0	1,099.6	1,052.1	1,180.2	1,175.8
	CO	0	93.1	60.2	82.8	97.7	135.3	243.9	212.5	234.7
	CO ₂	0	4.9	2.8	4.1	4.6	6.3	17.2	11.7	14.5
	total O ₂	0	110.6	165.3	187.0	212.1	336.1	411.1	389.8	402.6

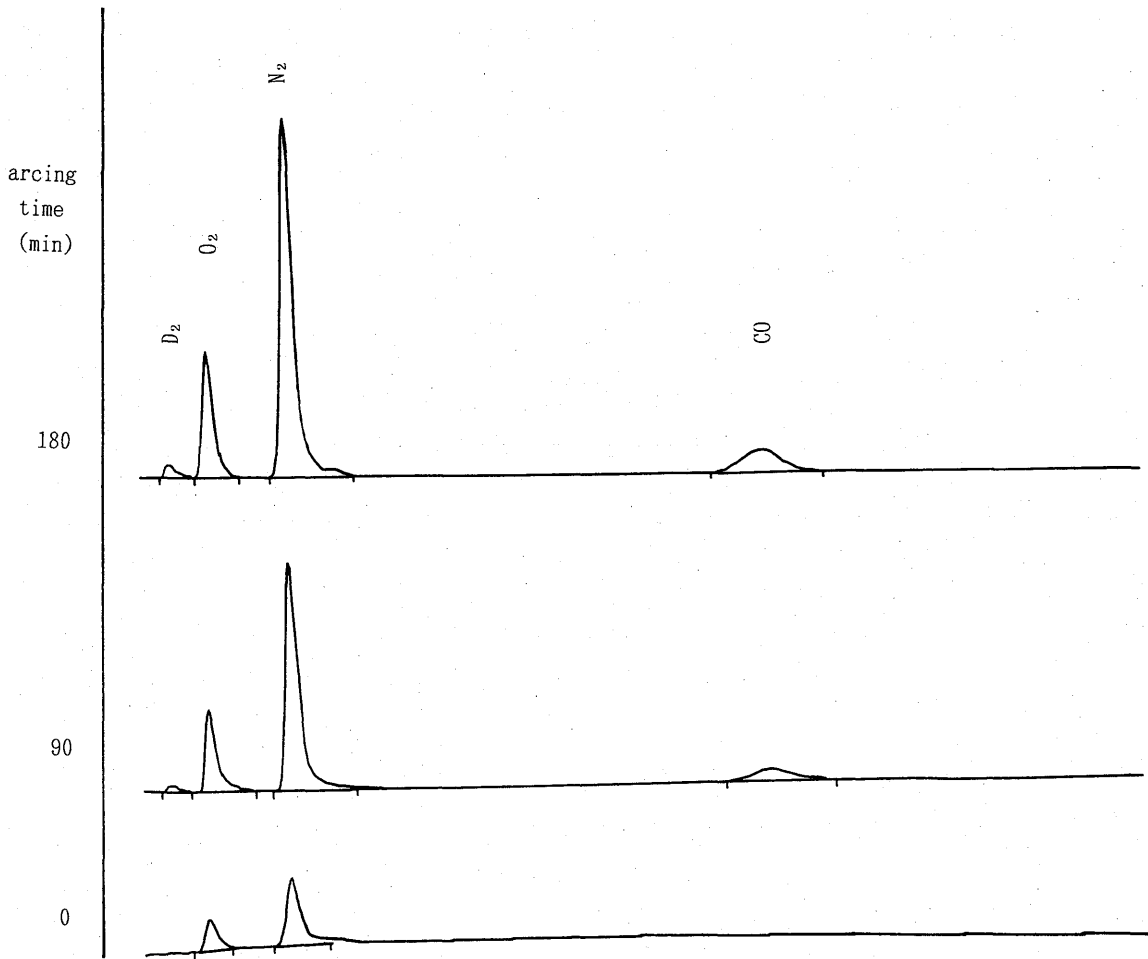


Fig. 2 ガスクロマトグラフ Column: Molecular Sieve 5A

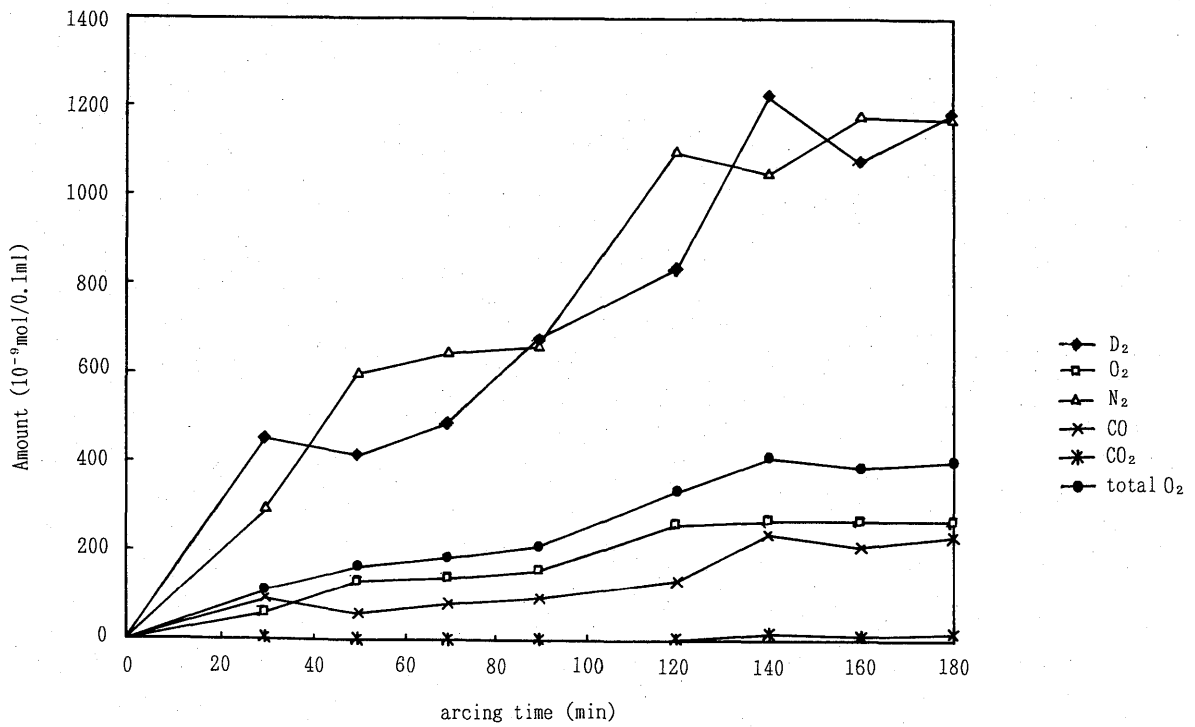


Fig. 3 生成気体の量的変化

Table 2 生成気体の割合

arcing time (min)		30	50	70	90	120	140	160	180
rate	O ₂ /N ₂	0.38	0.28	0.29	0.32	0.31	0.39	0.33	0.34
	O ₂ /D ₂	0.24	0.40	0.38	0.31	0.40	0.34	0.36	0.34
	O ₂ /(N ₂ +D ₂)	0.15	0.16	0.17	0.16	0.17	0.18	0.17	0.17

Table 3 放電による重水及び炭素電極の元素濃度変化

元素	濃 度 (ppm)			
	D ₂ O control water	D ₂ O arcing water	Detritus control	Detritus sample
Na	0	0.052	1.229	1.316
Mg	0.001	0.045	0.327	0.322
Al	0	0	0.317	0.113
Si	0.058	0.020	0	0.009
P	0.006	0.007	0.012	0.034
K	0.008	0.042	0.072	0.070
Ca	0.057	0.329	2.249	2.171
Cr	0	0	0	0.005
Mn	0.029	0.022	0.012	0.020
Fe	0.002	0.019	1.521	1.601
Co	0.002	0	0	0.002
Ni	0.197	0.187	0.191	0.193
Cu	0	0	0.041	0.099
Zn	0.025	0.018	0	0.192

試料に含まれる元素の濃度を測定した。試料は放電後の重水と、炭素電極片を王水と共にアンプル管に封入し一夜130°Cに放置した後、蒸発乾固し硝酸に溶解したものを測定した。また、対照試料として予め採取しておいた放電前の重水、および試料同様に処理した炭素電極片も測定した。測定結果は検量線法により定量した濃度で表されている。(Table 3)

◎熱収支の計算

放電により、どれ程の熱エネルギーのやり取りがあったかを計算した。

(電力として供給されたエネルギー)

放電中の電流・電圧を記録し、それにより電力として供給されたエネルギーを算出した。電流・電圧の記録はペン記録計により記録し (Fig. 4), その記録紙より電流と電圧それぞれの平均値を計算し、30分間の放電時間に費やされた電力 (熱量 cal) を次式にて求めた。

$$\text{電力(cal)} = 0.2389 \times \text{電流(A)} \times \text{電圧(V)} \times 1800(\text{sec}) \quad \dots\dots(1)$$

(放電により生成した熱量)

放電により生成した熱量は次のように表せる。

生成した熱量 C = 水中に保持された熱量

$$C_1 + \text{放電中に放散した熱量 } C_2 \quad \dots\dots(2)$$

水中に保持された熱量 C₁ は次の式で求められる。

$$C_1 = cQ\Delta\theta_i \quad \dots\dots(3)$$

c : 水の比熱 1(cal/g·°C)

Q : 水の量 1000(g)

Δθ_i : Δt 時間の上昇温度(°C)

放電中に放散した熱量 C₂ は次の式で表される。

$$C_2 = hA_h\Delta\theta \cdot t \quad \dots\dots(4)$$

h : 熱伝達係数(cal/cm²·min·°C)

A_h : 容器外表面積 600(cm²)

Δθ : 液温と外気温との温度差(°C)

t : 放電時間 30(min)

式(4)で用いる熱伝達係数 h を求めるために、容器表面に達する熱量を q_i 容器表面から外に逃げる熱量を q_o とすると q_i, q_o はそれぞれ次のように表せる。

$$q_i = kA\Delta\theta'_i/L \quad \dots\dots(5)$$

k : ガラスの熱伝導度

0.1577(cal/cm·min·°C)

A : 容器内面の面積 566(cm²)

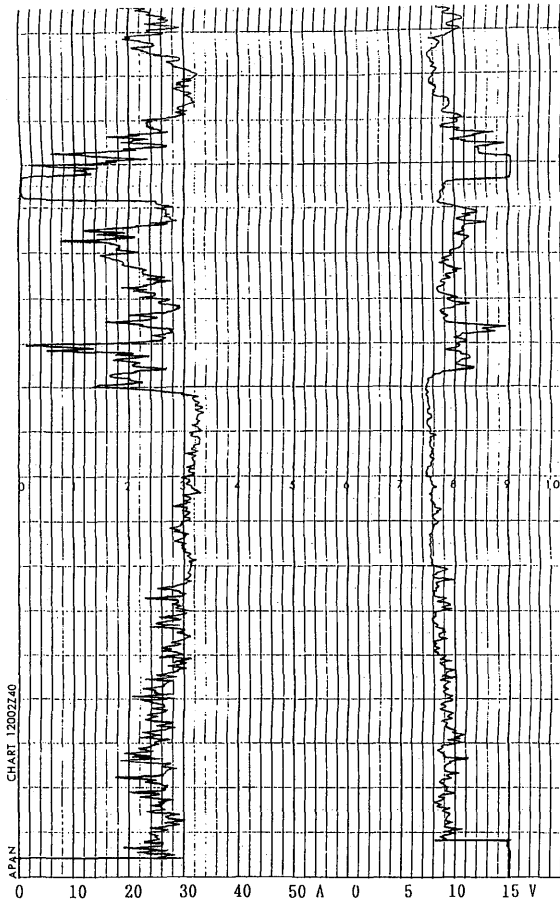


Fig. 4 放電時の電流と電圧

$\Delta\theta'_i$: 容器内面と外面の温度差(°C)

L : 容器の厚さ 0.2(cm)

$$q_o = hA_h\Delta\theta'_o \quad \dots\dots(6)$$

h : 熱伝達係数(cal/cm²·min·°C)

A_h : 容器外表面積 600(cm²)

$\Delta\theta'_o$: 容器外面と外気との温度差(°C)

q_i と q_o が等しいとすると

$$h = kA\Delta\theta'_i / A_h\Delta\theta'_o L \quad \dots\dots(7)$$

それぞれの温度を測定し、(7)式よりそれぞれの h を求め、その平均値を h として(4)式に用い放散した熱量を求めた。

それぞれの熱量を求め、(2)式により生成した熱量を計算し、供給された熱量と比較した。

◎熱収支の計算結果

(電力として供給されたエネルギー)

ペン記録計より求めた電流・電圧の平均値は

電流=17.99(A)

電圧=8.42(V)

(1)式より電力として供給されたエネルギーは

65.13(kcal)

(放電により生成した熱量)

・水中に保持された熱量 C₁

30分間の温度上昇 $\Delta\theta_1$ は測定により

$$\Delta\theta_1 = 60.1(°C)$$

(3)式より、水中に保持された熱量 C₁ は 60.1(kcal)

・放電中に放散した熱量 C₂

下表に温度変化とそれに対する熱伝達係数を示す。

time	$\Delta\theta'_i$	$\Delta\theta'_o$	$\Delta\theta'_i/\Delta\theta'_o$	h
14:00	12.6	33.6	0.375	0.289
05	12.0	32.4	0.370	0.276
10	11.4	31.1	0.367	0.273
15	11.1	29.4	0.378	0.281
20	10.5	28.2	0.372	0.277
25	10.2	27.0	0.378	0.281
30	9.8	25.7	0.381	0.284
35	9.4	24.6	0.382	0.284
40	9.0	23.4	0.385	0.286
45	8.8	22.3	0.395	0.294

これにより熱伝達係数 h の平均値は

$$h = 0.283(\text{cal}/\text{cm}^2 \cdot \text{min} \cdot °C)$$

また、液温と外気温との温度差 $\Delta\theta$ は液温の平均と外気温の平均より求めて

$$\Delta\theta = 47.15(°C)$$

(4)式より、放電中に放散した熱量 C₂ は 18.48(kcal)

よって(2)式より、放電により生成した熱量は 78.58(kcal) となり放電により1.21倍の熱エネルギーを生成したこととなる。

【考 察】

実験結果の Fig. 2 を見ると、放電時間が増すにつれて生成気体が増加する傾向にあることがわかる。酸素や重水素の原子は重水として容器内に存在しているが、窒素については装置内に存在しなかったはずである。この窒素の発生は空気への侵入によるものである可能性もある。Table 2 では、発生した酸素と窒素や重水素との生成比率を表してある。重水の電気分解では、重水素と酸素が発生する。その比率は2:1で O₂/D₂ は0.5となる。Table 2 によると、実験結果では0.5より小さく酸素の発生量が少ないことがわかる。もし、空気の混入があったら、電気分解により発生した酸素と空気中の酸素により容器内の酸素と重水素の割合 O₂/D₂ は0.5より大きくなるはずである。また酸素と窒素の割合を見てみると、空気中では21:79で O₂/N₂ は0.27

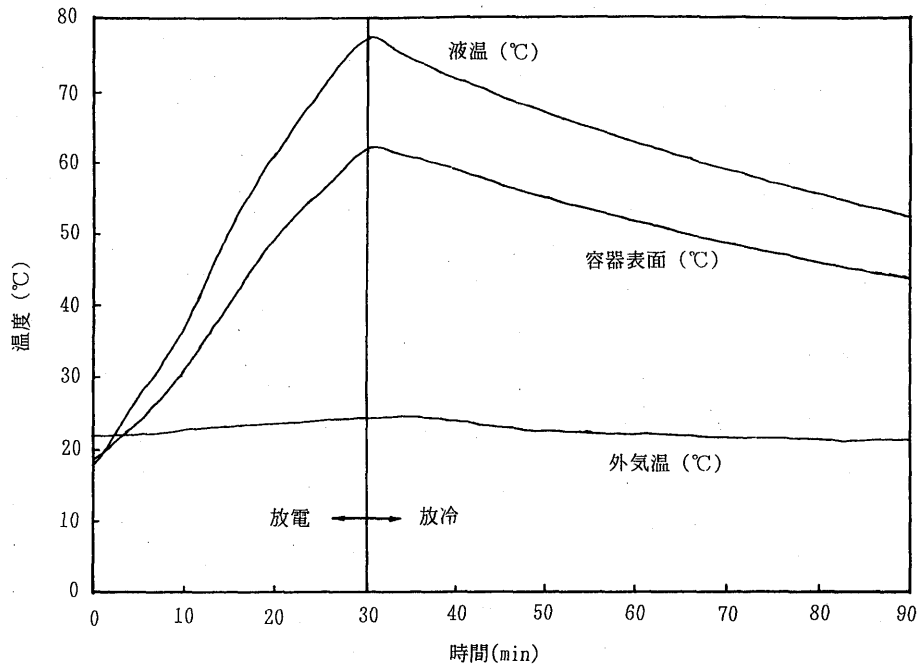
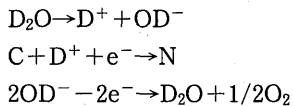


Fig. 5 放電による温度変化

となるが Table 2 ではそうになっておらず、酸素の量が多い結果となっていることがわかる。しかし、電気分解により発生すべき酸素の量と、ここに存在する窒素の量に対応する空気中の酸素の量を考慮した場合、酸素の量は少なく Table 1 に示されている酸素量の 2 倍は必要となる。このことより容器内の窒素の存在は空気の混入によるものだけではないように思われる。

この窒素の発生が元素転換のものであるとしたとき、放電により次のような反応が起こっているのではないかと予想した。

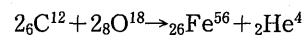


ただ、この反応では酸素の発生も考えられ、実験結果の酸素量と合わないところがある。

次に ICP の結果を見してみる (Table 3)。ここでは 14 種類の元素について、放電前後における濃度を測定している。対照試料 (control) とを比較すると、ほとんどの元素に変化が見られる。ただ、誤差などを考慮すると有意な差を示さないものもあるが、明白な増加を示しているものもある。この結果は、放電により何らかの変化があったことを示しているように思われる。

R. SUNDARESAN と J.O'M. BOCKRIS は FUSION TECHNOLOGY において、水中での炭素電極間アーク放電による鉄の生成を報告してい

る¹⁰⁾。彼らの実験と本研究での実験は同様のものである (彼らは軽水を用いている)。彼らの報告では、放電後の電極片から鉄の濃度に増加が見られたというもので、次のような式を示している。



つまり、電極の炭素と、水中の酸素の融合によって鉄とヘリウムが生成するというものである。このような反応が本実験においても起こっているとすれば、少ない酸素量や ICP の結果も説明がつきそうである。ICP の結果を見ると、鉄の濃度は若干ではあるが増加している。

低温核融合としては、電極にパラジウムを用い重水の電気分解により、重水素と重水素が融合しヘリウムが発生したという報告¹⁷⁾¹⁸⁾がある。過剰熱や中性子の発生があったとして核融合を主張している。これらの低温核融合の報告に対しては否定的な意見が大勢である。その理由として再現性が低いことが挙げられる。パラジウムによる電気分解にしても追試験の結果が肯定的なもの、否定的なものとも色々みられる。理論的にみても、クーロン障壁などを考えると低いエネルギーでは核融合は起こらないと思われる。しかし、クラック誘起説¹⁹⁾などを考えると可能ではある。ただ、この理論 (他の肯定的な理論でも) においても、核融合の起こる確率は低く確認は困難であると思われる。

本研究においても、問題点は多くある。実験にお

いて窒素の生成があったが、この窒素は容器外からの侵入の可能性が全く無いとは言い切れない。細心の注意を払ったが絶対には考えられない。また、重水中に溶け込んでいる空気が大きく問題になってくる。こちらも処理を施しての実験ではあったが、この重水中の空気を完全に脱気できたとは断言できない。酸素の発生量についても、金属による酸素の吸蔵を考慮する必要がある。再現性については、重水による何回かの放電で今回同様に窒素の増加が認められる。しかし、前記の問題が存在するため元素転換が起こったとは明言できない。ICPの結果にしても、この濃度変化は他の要因によるものである可能性もある。

ただ、この実験結果が元素転換のためではないと明言することもできないと思われる。放電により明らかに変化が生じたわけである。理論的に見ると起こり得ない事象であるかもしれないが、ある事象が存在して、それを導く理論が判らないからといって、その事象が存在しなかったことにはならないし、それを導く理論が存在しないことにはならない。ただ、その事象をはっきりさせる必要がある。

今後、本研究については条件を変えて実験するなどして、窒素の生成が元素転換によるものであることを明確にする必要があると思われる。

【総 括】

本実験における窒素の発生は、空気中のものとは考えにくい点があり、また重水中、炭素電極中の元素濃度変化より、元素転換の可能性があることを示しているように思われる。

しかし、問題点もあり、それらを解決し窒素の発生が元素転換にともなうものであるかどうか確認することが、今後の課題だと思われる。

Reference

- (1) M. Fleischmann and S. Pons: Electrochemically induced fusion of deuterium, *J. Electroanal. chem.*, 261 (1989) 301-308.
- (2) Hal Fox: Cold Nuclear Fusion and Enhanced Energy Devices: a Progress Report, presented at ICCF4.
- (3) Y. Kucherov, A. Karabut and Savvatimova: Calorimetric and Nuclear Products Measurements at Glow Discharge in Deuterium, presented at ICCF4.
- (4) A. L. Samgin, et al.: The Influence Conductivity on the Neutron Generation Process in

Proton Conducting Solid Electrolytes, presented at ICCF4.

- (5) J. T. Waber and M. de Llano: Boson Condensation in the Solid State within a Sea of Fermions as a Model for Cold Fusion, presented at ICCF4.
- (6) T. Matsumoto: Cold Fusion Experiments by using Electrical Discharge in water, proceedings ICCF4, vol. 3, pp 10-1 to 6.
- (7) V. I. Vysotskii and R. N. Kuz'min: On the Possibility of Non-barrier dd-Fusion in Volume of Boiling D₂O During Electrolysis, presented at ICCF4.
- (8) V. A. Romodanov, et al.: Ecological Aspects of Thermal System Using Hydrogen Isotopes, presented at ICCF4.
- (9) A. G. Lipson, et al.: Initiation of Nuclear Fusion Reactions Durring Cavitation on Deuterium-Containing Media, *Zh. Tekn. Fiz.* 1992, vol. 62, no. 12, pp 121-130.
- (10) P. Graneau: Capillary Fusion: *J. of Scientific Exploration*, vol. 8, no. 3, 1994, pp 428.
- (11) Yu. N. Bazhutov et al.: Excess Heat Observation During Electrolysis of Cs₂CO₃ Solution in Light Water, *Proceedings ICCF4*, vol. 2, pp 24-1 to 4.
- (12) Y. Arata and Yue-Chang Zhang: New Energy Generated in Double-Structured cathode Using Palladium Black, *Proc. Japan Acad.*, vol. 70, Ser. B (1994), p 106.
- (13) H. E. Puthoff: On the Feasibility of Converting Vacuum Electromagnetic Energy to useful Form: *J. of Scientific Exploration*, vol. 8, no. 3 (1994), pp 425.
- (14) V. A. Romodanov and V. I. Savin; Development of demonstration and Commercial Devices for Nuclear Fusion in Condensed Media, *Fusion facts*, vol. 6, no. 5 (1994).
- (15) C. White: Achieving Cold Fusion with Acoustical Waves: *21st Century Sci. and Tech. Winter*, 1993-95, pp 57-59.
- (16) R. Sundaresan and J. O'M. Bochriss: Anomalous Reactions during Arcing between Carbon Rods in Water, *Fusion Technology*, vol. 26, Nov. 1994.
- (17) M. McKubre: SRI Experiments Explore Excess Heat, *21st Century Science and Technology*, Spring 1994, pp 76-80.
- (18) S. Blagus et al.: Evidence for Neutron Production during Heavy Water Electrolysis on Palladium Electrode, *Fusion Tech.*, vol. 26, no. 1 (1994), pp 105-109.
- (19) L. H. Bagnulo: Crack-Fusion; a Plausible Explanation of Cold Fusion, *Conf. Proc.-Ital. Phys. Soc.* 1991, vol. 33, pp 267-270.