

The 25th Meeting of Japan CF-Research Society

# JCF25概要集

2026年3月14-15日

ビジョンセンター横浜（西口）

Japan CF-Research Society

# JCF25 研究会プログラム

Japan CF-Research Society

日時: March 14 & 15, 2026  
会場: ビジョンセンター横浜（西口）4階 405  
発表時間: 発表 20分 + 質疑 5分  
使用言語: 日本語または英語

## 2026年3月14日（土）

13:00-13:30 Registration

13:30-13:40 Opening

### セッション-1

13:40-14:05 JCF25-1 福田 晋也

転位消滅型核融合について

14:05-14:30 JCF25-2 小島 英夫

Cold Fusion Research Laboratory

The Cold Fusion Phenomenon in PdHx and Detection of Tritium – A Historical Review of the Cold fusion Phenomenon (1) –

14:30-14:55 JCF25-3 太田 雅之

Cold Fusion Research Laboratory

The Neutron, a Versatile, Talented and Wonderful Actor – A Historical Review of the Cold fusion Phenomenon (2) –

Break

### セッション-2

15:25-15:50 JCF25-4 小島 英夫

Cold Fusion Research Laboratory

Discovery of the Solid State-Nuclear Physics – A Historical Review of the Cold Fusion Phenomenon (3) –

15:50-16:15 JCF25-5 大山 和男

大山パワー株式会社

Nuclear Physics of Metal Lattice Fusion Reactors

16:15-16:40 JCF25-6 鈴木 瑛介

早稲田大学

高圧軽水素の多重パルス噴流衝突圧縮と CNZ 粒子による非化学的反応の探索研究

16:40-17:05 JCF25-7 佐々木 沙彩

岩手大学大学院

Pd-Ni多層膜試料における水素吸脱蔵過程での過剰熱評価および核変換の検証

17:10-17:30 JCF 総会

## 2026年3月15日(日)

### セッション-3

9:30-9:55	JCF25-8	大山 和男	大山パワー株式会社 The Existence of Long-Range Nuclear Forces
9:55-10:20	JCF25-9	平間 駿斗	神戸大学大学院 海事科学研究科 水素雰囲気中校正用 ZrO <sub>2</sub> ビーズ試料を用いた過剰熱試験装置の特性評価
10:20-10:45	JCF25-10	長谷川 雅彦	神戸大学大学院 海事科学研究科 水素雰囲気中 Cu-Ni/ZrO <sub>2</sub> 粉末試料の初期処理方法の違いによる発熱特性の効果
10:45-11:10	JCF25-11	下村 竹千代	神戸大学 少量試料による発熱を観測可能な新規試験装置の応答特性
11:10-11:20	Closing		

# Mechanism of CF I: Fusion induced by dislocation annihilation

S. Fukuta

email: luckfield29@gmail.com

Since the historic announcement of cold fusion by Fleischmann and Pons in 1989, numerous experimental results have confirmed nuclear reactions in metals. However, the theoretical framework remains insufficient.

To explain cold fusion in the palladium–deuterium system, known as the Fleischmann–Pons effect, I proposed a fusion model induced by dislocation annihilation (Fig. 1). Huizenga’s three miracles are resolved as follows: The macroscopic force accompanying dislocation annihilation confines multiple deuterium nuclei at an octahedral site, enabling quasi-static fusion by atomic-scale confinement. As a result, the reaction produces the thermally most stable nucleus,  $^4\text{He}$ , without generating tritium or  $^3\text{He}$ . Consequently, no neutron is emitted. Because  $^4\text{He}$  is a doubly magic nucleus, the suppression of photon emission promotes conversion of the released energy into heat via internal electron conversions or phonon interactions.

Furthermore, the reaction probability and excess heat generation are derived to be proportional to  $(D/Pd)^{14}$ , as shown in Fig. 2. The threshold deuterium loading ratio required for excess heat generation is calculated as  $0.1^{(1/14)} \simeq 0.85$ , consistent with McKubre’s law. The model also explains the dependence of excess heat generation on material properties across different manufacturers and predicts a maximum heat generation density close to values estimated from dislocation density. Thus, this framework provides not only qualitative insight into observed behaviors but also quantitative estimations of cold fusion phenomena.

Finally, Paneth’s experimental results from the 1920s were reevaluated. When the amount of helium predicted by my model was estimated, it showed remarkable agreement with their reported values, strongly suggesting that Paneth’s experimental observations were indeed correct as the earliest excellent proof for cold fusion.

## References

- S. Fukuta, "Mechanism of cold fusion I: Fusion induced by dislocation annihilation", Zenodo, 2026. Available at: <https://zenodo.org/records/18266917>

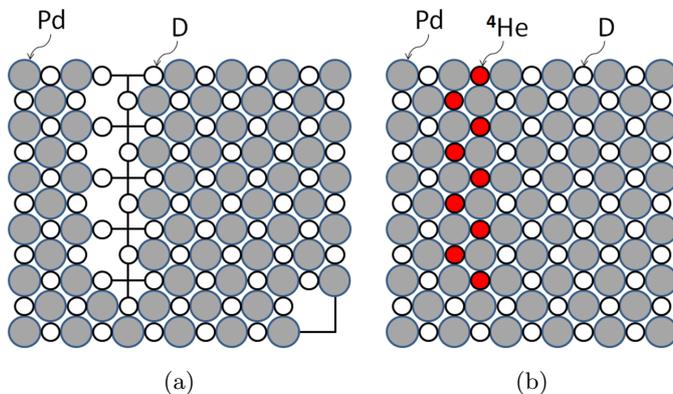


Figure 1: Concept images of fusion by annihilation of dislocation.

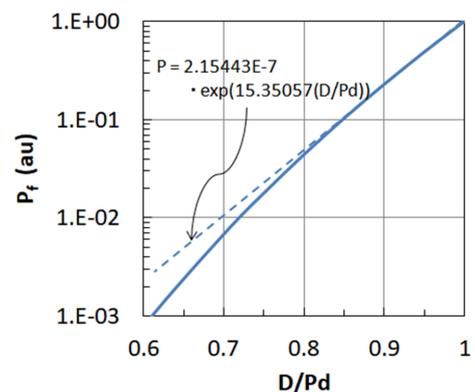


Figure 2: Fusion Probability.

# The Cold Fusion Phenomenon in PdH<sub>x</sub> and Detection of Tritium – A Historical Review of the Cold fusion Phenomenon (1) –

H. Kozima

Cold Fusion Research Laboratory  
597-16, Yatsu, Aoi, Shizuoka, 421-1202 Japan

## **Abstract**

The cold fusion phenomenon (CFP) was declared its existence in 1989 as caused by the presupposed  $d-d$  fusion reactions in the PdD<sub>x</sub> sample ( $x \leq 1$ ). As an inevitable result of its premises, the PdH<sub>x</sub> system was taken up as a natural system for the control experiment to the PdD<sub>x</sub> experiment. In the several inappropriate premises assumed due to the presupposed  $d-d$  fusion reactions, one of the most harmful assumptions was the PdH<sub>x</sub> system as the control experiment. Due to the observed excess energy in the PdH<sub>x</sub> system, the experiments performed by a pioneering group lost credibility and devalued. Unfortunately, enough, the premises of the  $d-d$  fusion reactions as the cause of CFP was incorrect and therefore the results it implied were impossible to occur. In succeeding several years, there appeared several experiments showing CFP in PdH<sub>x</sub> systems and theoretical verification of the results was given using knowledge of quantum mechanics and complexity in the transition metal hydrides. First, we survey the research history of the PdH<sub>x</sub> system in these more than 35 years giving a correct interpretation for the important episode in the whole program of the science of CFP now its full picture is beginning to be revealed.

Despite the results of the initial hypothesis, tritium has attracted attention because it is ubiquitous and can be easily tested for its presence. We noticed several problems raised by the presupposed inappropriate assumptions which hindered the progress of scientific research of CFP very much. Secondly, we have scrutinized various issues related to the problem on the tritium in CFP based on the current knowledge and considered the direction of the research in CFP through the investigation in relation to the essence of science. This must also be remembered as an incident in the history of science that clearly shows that unscientific judgments based on simple anecdotes do not lead to the correct direction of research.

# The Neutron, a Versatile, Talented and Wonderful Actor – A Historical Review of the Cold fusion Phenomenon (2) –

H. Kozima, M. Ohta and K. Kaki\*

Cold Fusion Research Laboratory

\*Faculty of Science, Shizuoka University

## **Abstract**

Since the discovery of nuclear reactions in solids at near room temperature, researchers in the field of cold fusion phenomenon (CFP) have paid close attention to neutrons, which are thought to be closely related to nuclear reactions that occur in solids for which no acceleration mechanism can be considered. The neutron has been an important particle in nuclear physics since their discovery in 1932. The history of nuclear physics related to the behavior of neutrons shows that, needless to say, the fundamental principle to be upheld in our research at CFP is scientific inquiry based on experimental facts. Focusing on this point, we provide an overview of the history of CFP. An explanation of CFP from a unified perspective has been given by an approach using a phenomenological model named as the trapped neutron catalyzed fusion model (the TNCF model). We give brief explanation of the characteristics of the model and then describe key success stories of CFP. The fundamentals of the TNCF model in relation to the quantum mechanics and the complexity will be discussed in the following paper.

## Discovery of the Solid State-Nuclear Physics – A Historical Review of the Cold Fusion Phenomenon (3) –

### **Abstract**

Since the announcement of the existence of nuclear reactions in palladium deuterides, evidences of the cold fusion phenomenon (CFP), in 1989, there have been sincere efforts to understand the mechanism to induce the nuclear reactions in solids (CF materials) without any acceleration mechanism at around the room temperature up to several thousand degrees centigrade. In relation to the situation we met in CFP, we noticed other peculiarities observed in specific materials (SP materials) including the transition metal hydrides/deuterides and biological organs for more than a hundred years. As we have proposed a possible common cause of the nuclear reactions in CFP and those peculiarities in these SP materials due to the interaction by the nuclear forces between nucleons recognized in the nuclear physics. In this paper, we review the possible interaction through the nuclear forces between protons/deuterons and lattice nuclei in CF and SP materials, both of which are composed of the superlattice of protons/deuterons and lattice nuclei. We extend our investigation to the case where the exotic nuclei exist in the lattice nuclei expanding our research field largely to unknown realm of many nuclei system, an area that is rarely addressed in the nuclear physics.

The interaction between nucleons in CF materials by the nuclear forces gives to an end a new outlook to *the super-nuclear interaction* between lattice nuclei, a new perspective we had given by 2013. It ultimately gives a new perspective to the interaction between protons/deuterons in the interstitial sites mediated by neutrons in lattice nuclei (*the super-nuclear interaction* between interstitial protons/deuterons). These super-nuclear interactions have opened the new world of the solid state-nuclear physics by the formation of *neutron energy bands* in the CF materials and *the proton/deuteron energy bands* in the SP materials, resulting in the cold fusion phenomenon in the former and the peculiarities of physical properties in the latter.

## Nuclear Physics of Metal Lattice Fusion Reactors

Kazuo Ooyama

Ooyama Power Inc.

3-14-33 Shimoochai, Shinjuku-ku, Tokyo-to 161-0033, Japan

e-mail; [k1@ooyama-power.com](mailto:k1@ooyama-power.com)

This study elucidates the nuclear physics mechanism underlying the "Heat after Death" phenomenon reported by Fleischmann and Pons [1], and demonstrates the feasibility of metal lattice fusion reactors. Nuclear fusion chain reactions are sustained near room temperature through the channeling effect in palladium metal lattices. The initiating reaction involves thermal neutrons and  ${}^6\text{Li}$ , which has a reaction cross-section of 940 barns for 0.025 eV thermal neutrons [2]—14 times that of  ${}^{235}\text{U}$ .

Experiments were conducted using 99.95% pure Pd samples doped with 180 keV  ${}^6\text{Li}$  ions at  $5.1 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ , initiated by an  $\alpha$ -ray source. In the protium system, continuous  $\gamma$ -ray emission ( $\geq 0.100 \mu\text{Sv/h}$ ) was confirmed for 1.5 hours during baking at  $75^\circ\text{C}$ . In the deuterium system, multiple neutron bursts (5-minute average maximum of  $52.4 \mu\text{Sv/h}$ ) were observed at an extremely low deuterium concentration of D/Pd atomic ratio of 0.00446 mol%.

Theoretical considerations propose that within metal lattices, binary nuclei that do not exist in conventional vacuum are formed by transferring energy and momentum to the metal lattice through phonon emission, and furthermore, DDD trimers can be formed due to the bosonic nature of D nuclei. Nuclear reactions of DDD trimers regenerate  ${}^6\text{Li}$  and produce numerous high-energy ions, leading to explosive activation of fusion chain reactions and neutron bursts. The existence of long-range nuclear forces provides positions that satisfy the quantization conditions for DD binary nuclei, forming broad and low Coulomb barriers. These results demonstrate the feasibility of a novel fusion reactor that produces no radioactive waste and enables easy miniaturization.

### References

- [1] S. Pons and M. Fleischmann "HEAT AFTER DEATH", Proceedings ICCF4, 8-1 (1994)
- [2] Shibata, K. et al. Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version3 Revision-3: JENDL-3.3. J. Nucl. Sci. Technol. 39, 1125 (2002). Japan Atomic Energy Agency HP 3He: [https://www.ndc.jaea.go.jp/jendl/j5/fig1/n\\_002-He-003\\_f1.jpg](https://www.ndc.jaea.go.jp/jendl/j5/fig1/n_002-He-003_f1.jpg) etc.

## 高圧軽水素の多重パルス噴流衝突圧縮と CNZ 粒子による非化学的反応の探索研究

鈴木瑛介<sup>1</sup>, 内藤健<sup>1</sup>, 鈴木優太<sup>2</sup>, 馬場翔太郎<sup>2</sup>, 角拓磨<sup>2</sup>,  
内海政春<sup>3</sup>, 中田大将<sup>3</sup>

<sup>1</sup>早稲田大学, 基幹理工学部, 機械科学・航空宇宙学科

<sup>2</sup>早稲田大学, 理工学術院, 基幹理工学研究科, 機械科学・航空宇宙専攻

<sup>3</sup>室蘭工業大学, 航空宇宙機システム研究センター

E-mail: k-naito@waseda.jp

凝縮系核反応の分野では金属粒子と H<sub>2</sub>/D<sub>2</sub> の接触による Anomalous heat の観測が数多く報告されている。ZrO<sub>2</sub> に粒子径 100nm の Pd ナノ粒子を分散させた試料に高圧の H<sub>2</sub>/D<sub>2</sub> 吸蔵させると再現性のある Anomalous large absorption energy が確認された [1]。また, Pd よりも安価な Cu を用いた CNZ(Cu-Ni-Zr 系合金)に H<sub>2</sub> を供給した場合, PNZ(Pd-Ni-Zr 系合金)と同程度の Excess heat が確認されており, CNZ の有効性が示唆されている [2]。

我々はこれまで, 高圧 H<sub>2</sub> のパルス噴流一本を反応容器内金属粒子試料に衝突させる実験を実施してきており, 大気圧~8.0MPaG の範囲で, 供給する H<sub>2</sub> の圧力と試料の温度上昇量に正の相関があることを確認してきた [3] [4]。そこで, パルス噴流群を一点で同時衝突させることで高温・高圧縮領域を生成できる多重衝突パルス噴流圧縮原理を応用した反応容器を製作し, 高温かつ高圧縮された H<sub>2</sub> を試料に供給して実験を実施してきた。

300°C の CNZ 粒子 1.0g に 8.0MPaG の H<sub>2</sub> を供給した場合は温度上昇量が  $\Delta T=115\sim 128^\circ\text{C}$ , Anomalous heat output が  $W_{\text{Anomalous}}=1.27[\text{kW/g} - \text{CNZ}]$  を記録し, 再現性も確認した。この Anomalous heat output は PNZ に 8.0MPaG の H<sub>2</sub> を供給した場合よりも大きかった。14.0MPaG の H<sub>2</sub> を CNZ に供給した場合はさらに増大した。また, Cu を用いた実験も行い, 化学反応を除いた Anomalous heat output についても検討した。

### 参考文献

- [1] A. Kitamura et al., *Physics Letters A*, no. 35, pp. 3109-3112, 2009.
- [2] Y. Iwamura et al., *J. Condensed Matter Nucl. Sci.*, 29, pp. 119-128, 2019.
- [3] T. Kobayashi et al., *J. Condensed Matter Nucl. Sci.*, vol. 36, pp. 318-326, 2022.
- [4] T. Kobayashi et al., *Proceedings of the 23rd Meeting of Japan CF-Research Society (JCF23)*, pp. 143-152, 2023.

# Pd-Ni 多層膜試料における水素吸脱蔵過程での過剰熱評価および核変換の検証

○佐々木沙彩、川原田知己、北林拓也、武田洋一、成田晋也

岩手大学大学院総合科学研究科

我々は、これまで Pd-Ni の複合金属試料における軽水素吸脱蔵実験を行い、水素ガス放出時の断続的な温度変化を観測した[1]。この結果は、試料固有の性質によって起こる、試料内部の水素拡散過程で誘起される新奇な反応が関わっていると考えられる。

本研究では、これまでの実験より高真空にした装置内で、Pd-Ni 多層膜試料を用いた加熱水素脱蔵実験を行い、脱蔵時の試料の温度変化から、過剰熱発生現象を調べた。

また、水素吸蔵 Pd へのレーザー照射より、核変換の発現や過剰熱発生効率が向上するという報告もなされている[2]。そこで、本研究では、CO<sub>2</sub> レーザー照射による過剰熱発生現象と核変換についても検証した。

本研究では、15 × 15 × 1 mm のジルコニア基板上に、Pd および Ni 薄膜を高周波スパッタリングによって成膜した Pd-Ni 多層膜試料を用いた。厚さは Pd を 10 nm、Ni を 70 nm とし、合計 6 層の多層膜を成膜した。

## 加熱吸脱蔵実験

作製した多層膜試料を図 1 のように反応器に設置し、装置内を 1Pa 以下まで排気する。その後、水素ガスを約 250 Pa 封入し、ヒーターで 180 °C に加熱をしながら 20 時間、試料への吸蔵を行った。吸蔵後、反応器内を真空引きした後、ヒーター出力を 30 W に設定して試料を加熱し、脱蔵実験を行った。

過剰熱評価のための参照実験として、①ジルコニア基板のみを設置し、水素を封入後にヒーター加熱と排気を行った実験、② Pd-Ni 多層膜試料を用い、水素を封入せずに同様のヒーター加熱を行った実験の 2 種類を実施した。

参照実験②との比較から算出した過剰熱を図 2 に示す。脱蔵開始から 1 時間は、ヒーター温度 (TCH) の過剰熱が減少しているが、これは水素放出に伴う吸熱反応だと考える。その後 TCH の過剰熱は増加し、同時に試料付近温度 (TC2) の過剰熱も増加している。この時発熱反応が起こっていると考えられる。この実験では、6.5W 以上の発熱が 1 時間以上継続して発生した。

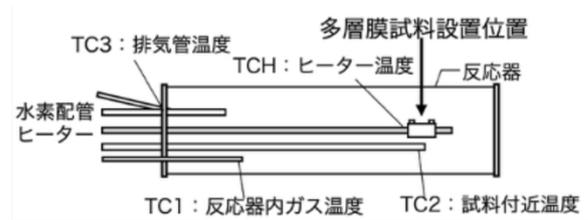


図1 反応器内概略図

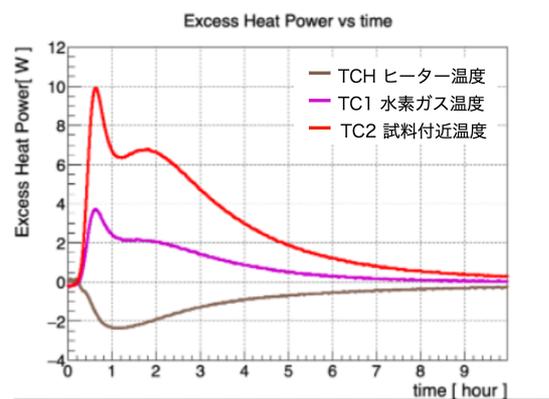


図2 30W脱蔵時の過剰熱

## CO<sub>2</sub> レーザー照射実験

Pd-Ni 多層膜試料を用いたレーザー照射実験について、水素吸蔵・排気までの手順は加熱吸脱蔵実験と同様の手順で行う。レーザーの出力は 14W とした。参照実験として、同試料に水素吸蔵をせずにレーザー照射を行った。この実験における過剰熱評価や核変換生成物の探索について発表時に報告する。

本研究では Pd-Ni 多層膜試料の水素吸脱蔵過程での発熱現象について、加熱実験とレーザー照射実験を行い、検証した。結果、30W 脱蔵実験にて水素放出時に最大 10W の発熱が観測された。レーザー照射による核反応誘起については現在検討中である。

## 参考文献

[1] T. Nemoto et al., Proc. of JCF24 (2024) 36.

[2] Jean-Paul Biberian. J. Condensed Matter Nucl. Sci. 37 (2023) 9–22

# The Existence of Long-Range Nuclear Forces

Kazuo Ooyama

Ooyama Power Inc.

3-14-33 Shimoochai, Shinjuku-ku, Tokyo-to 161-0033, Japan

e-mail; [k1@ooyama-power.com](mailto:k1@ooyama-power.com)

This study demonstrates the existence of long-range nuclear forces distinct from conventional short-range nuclear forces (effective range  $\sim 2.5$  fm), based on detailed neutron reaction cross-section data [1] published by the Japan Atomic Energy Agency (JAEA). Thermal neutron reaction cross-sections for nuclides such as  $^3\text{He}$ ,  $^6\text{Li}$ ,  $^7\text{Be}$ , and  $^{10}\text{B}$  exhibit effective radii extending from hundreds to over a thousand femtometers. This corresponds to more than 100 times the range of short-range nuclear forces, suggesting the existence of long-range nuclear forces. Additionally, the elastic scattering cross-section of  $^1\text{H}$ , which shows 20.4 barns—more than 100 times the geometrical cross-section—also suggests the existence of long-range nuclear forces.

Traditional nuclear physics textbooks have explained the  $1/v$  law merely through the conceptual statement that "slow neutrons spend more time near the target nucleus and are therefore more likely to undergo nuclear reactions." However, this is not knowledge based on peer-reviewed publications but merely a common belief. The same applies to the explanation of energy-independent behavior in scattering cross-sections.

In this study, we derived a long-range potential of the form  $-NA/r^4$  through classical mechanics from the experimental fact that nuclear reaction cross-sections follow the  $1/v$  law, and calculated the nuclear force potential coefficient  $NA$  for  $^3\text{He}$ ,  $^6\text{Li}$ ,  $^7\text{Be}$ , and  $^{10}\text{B}$ . Furthermore, we performed quantum mechanical finite element calculations using the two-dimensional Schrödinger equation for neutron waves at energies of 250 eV, 1 keV, and 4 keV for  $^3\text{He}$ , successfully reproducing both the  $1/v$  law for absorption cross-sections and energy-independent behavior of scattering cross-sections.

These results provide a crucial theoretical foundation for understanding novel nuclear phenomena, including metal lattice nuclear fusion.

## References

[1] Shibata, K. et al. Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version3 Revision-3: JENDL-3.3. J. Nucl. Sci. Technol. 39, 1125 (2002).

Japan Atomic Energy Agency HP

$^3\text{He}$ : [https://www.ndc.jaea.go.jp/jendl/j5/fig1/n\\_002-He-003\\_f1.jpg](https://www.ndc.jaea.go.jp/jendl/j5/fig1/n_002-He-003_f1.jpg) etc.

# 水素雰囲気中校正用 $ZrO_2$ ビーズ試料を用いた 過剰熱試験装置の特性評価

平間駿斗\*, 長谷川雅彦, 下村竹千代, 金崎真聡, 山内知也  
神戸大学大学院 海事科学研究科  
\*Email: [250w221w@stu.kobe-u.ac.jp](mailto:250w221w@stu.kobe-u.ac.jp)

我々は、Cu-Ni/ $ZrO_2$ 粉末試料（CNZ 試料：アモルファス合金から作成）と軽水素  $H_2$  ガスローディング法により過剰熱評価を行っている。現在稼働している発熱試験装置は、先行研究によって開発されたものを引き継いでいる。過剰熱の測定精度を向上させ、データの信頼性を高くするためには継続的な改良が求められている。その一つとして、過剰熱試験装置が持つ熱応答特性に及ぼす水素ガス圧の影響を定量的に把握する必要がある。先行研究者らが開発した過剰熱試験装置の概要を図 1 に示す。ステンレス製反応容器と断熱用の外チャンバーから構成され、反応器内の中心には円柱形のヒータが設置されている。その周囲に CNZ 粉末試料をステンレスメッシュにて保持し、数気圧の水素環境下でステンレスメッシュ表面及びガス温度を計測し、過剰熱を観測する。過剰熱の評価方法として、過剰発熱を示さないジルコニア ( $ZrO_2$ ) ビーズを校正試料として用い、ヒータ入力を変化させて各計測点における基準温度を計測し、CNZ 試料との温度差から発熱量を評価している[1]。本研究では、過剰熱の計測精度向上を目的として、校正用  $ZrO_2$  ビーズを用いて水素圧力の変化に対する装置特性評価を行った。実験では、1 mm $\phi$  の  $ZrO_2$  ビーズを CNZ 試料と同様の体系で 69.1 g 装荷し、真空中にてベーキングした。その後、基準圧力としているゲージ圧 0.3 MPa の水素を導入し 120 W でヒータ加熱した。その際、ステンレスメッシュ表面に接触した熱電対にて試料温度を計測し、反応器上部の熱電対にて水素のガス温度を計測した。それぞれの温度が平衡に達した後、水素の圧力を 0.1~0.7 MPa の範囲で変化させ、試料温度と水素ガス温度を計測した。その結果を図 2 に示す。横軸に反応器内の水素圧力、縦軸にそれぞれの平衡温度を示している。図に示されているように、試料温度は水素圧力の増加に伴い単調に低下した。一方で、ガス温度は 0.3 MPa 以下では水素圧力とともに上昇し、0.5 MPa 以上で低下した。これは、水素ガスによる熱伝達が行なわれにくくなるためだと考えられる。発表では、水素の圧力変化が装置の熱応答特性に与える影響を整理し、水素雰囲気下における過剰熱試験装置の特性評価結果を報告する。

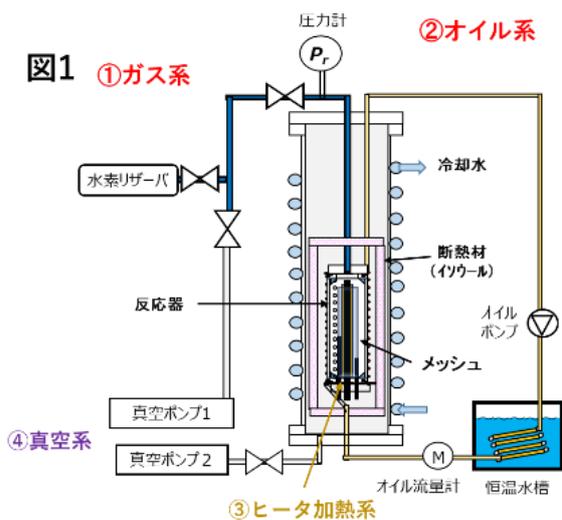


図 1 神戸大学過剰熱測定装置の体系

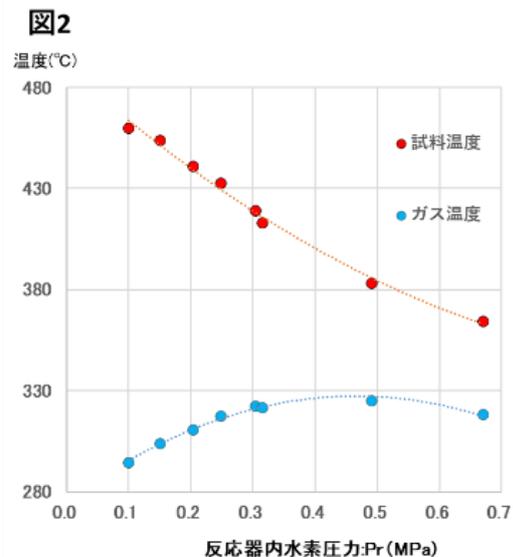


図 2 反応器内の水素圧力と平衡温度

[1] 長谷川ら, プラズマ核融合学会誌 Vol.101, No.9 pp.348-352.(2025)

# 水素雰囲気中 Cu-Ni/ZrO<sub>2</sub> 粉末試料の初期処理方法の違いによる発熱特性の効果

#長谷川雅彦, 金崎真聡, 平間駿斗, 下村竹千代, 山内知也  
神戸大学大学院 海事科学研究科

Email: [hasemasa@port.kobe-u.ac.jp](mailto:hasemasa@port.kobe-u.ac.jp)

神戸大における常温核融合の研究は、ナノ複合材料である Cu-Ni/ZrO<sub>2</sub> 粉末試料と軽水素 (H<sub>2</sub>) を用いて、ガスローディング法により反応発熱の過剰熱発生を評価している。将来の製品実用に向けては、過剰熱の増加要因の特定と、反応試料の改良研究が重要課題である。

これまでの研究進展で、過剰熱は増加してきている。また、試験後に、反応器から試料を取り出して、再度、大気焼成する熱処理過程(再焼成)の繰り返しによっても反応発熱の増加がみられた。今後さらに、過剰熱の増加を目指すためには、試料に加えらる、いくつかの加熱過程が、反応サイトの生成や増加に、どう寄与しているかの詳細説明が重要である。現状では、まだすべての影響要因は特定できていない。

試料生成方法は、メルトスピニング法で作成したアモルファスリボンを大気焼成で酸化処理(初期焼成過程)して、粉末に粉砕して作成する。評価過程では、反応器内に反応試料と軽水素を装荷して、真空状態で加熱昇温してベーキングした後、ヒータ加熱で350℃以上に昇温する。温度上昇の過程で水素が試料内に吸蔵された後に、反応発熱の発生が開始する。その反応発熱の条件と発熱状況などから、過剰熱への影響要因を評価・解析している。

本報告では、試料に加える初期の熱処理ステップの中で、試料の装荷後に反応器内を真空引きした後のベーキング(試料周囲に水素がない真空状態で昇温する過程)の有無が、反応発熱による過剰熱の状況に与える影響を解析した。

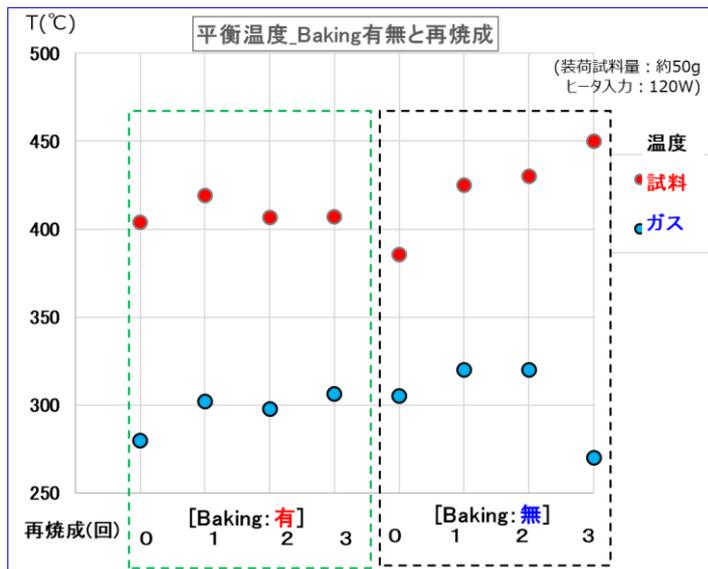


図1, Baking 有無でのガスと試料の平行温度の状況

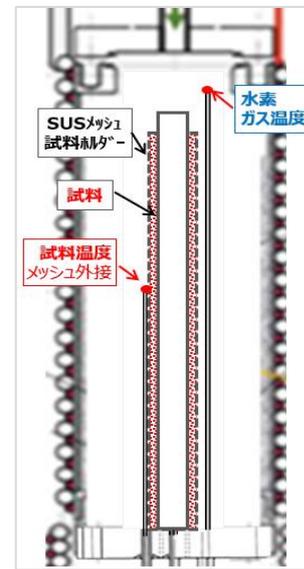


図2. 反応器内の温度計測点

- [1] A. Takahashi et.al., “Rising characteristics of MHR power with CNZ material”, IN Proc. JCF23, pp. 119-125.
- [2] Y. Mori et.al., “New MHE experiments by D-system”, IN Proc. JCF22, pp. 1-12. (2022).
- [3] M. Hasegawa et.al., “Characteristics of excess power generation in MHE experiments by D-system”, IN Proc. JCF22, pp. 13-26.

## 少量試料による発熱を観測可能な新規試験装置の応答特性

下村竹千代\*, 長谷川雅彦, 金崎真聡, 山内知也,  
神戸大学大学院 海事科学研究科  
Email : 2217131z@stu.kobe-u.ac.jp

我々は CuNiZr アモルファス合金から作成する Cu-Ni/ZrO<sub>2</sub> 粉末試料を用いて、H<sub>2</sub> ガスローディング法により過剰熱を評価している。使用してきた試験装置は先行研究者らによって開発・改良されてきたものである。反応器の中心に円柱形ヒーター（直径 1 cm、長さ 20 cm）を置き、その周りに粉末試料（約 50 g）をステンレスメッシュで覆って保持し、試料温度や H<sub>2</sub> ガス温度を複数の熱電対で計測している。より優れた発熱特性を有する材料開発が必要であるが、この装置では材料の交換だけで 1 日以上を要している。本研究では、効率のよい材料開発を進めるためにおよそ 10 分の 1 の試料で発熱特性が評価可能な新しい装置を開発する。新規試験装置では、試料ホルダの形状や冷却媒体他、全般的な構造を見直した。主な改善点として、ステンレスメッシュ状の試料ホルダをカップ状に変更することで、試験 1 回あたりに用いる試料量を 5 g 程度に減量した。また、反応器の冷却方法をオイル冷却から水冷却に変更し、流量を増やすことで試料温度が平衡に達するまでの時間を短縮させた。従来装置ではチャンバ下部の油配管と熱電対の分解と組付けに 90 分以上の時間を要したが、チャンバ上部に機能を集約することで下部の操作を不要にし、操作性及び安全性を向上させた。

新規試験装置の特性を調べるために、過剰発熱を示さないジルコニアビーズを用いて校正実験を行った。試料ホルダに 5 g のジルコニアビーズを装荷し、0.3 MPa の水素環境下で定電力電源によりヒータ入力を変化させながら、試料及びガス温度を計測した。その結果を図 1 に示す。

<定量的な話を書く>

ヒータ入力を 120 W から 180 W に上げると、ヒーター温度の上昇とともに、試料温度は 300°C から 400°C 近くに上昇しているが、従来装置と比較して、試料温度の到達温度が低いことが判明した。加えて水素圧力や水流量の変化に対する平衡温度の寄与も小さいことが分かった。この原因として、円筒形ヒータの熱が周囲の水素ガスにくここ不明の伝熱損失が大きいことが考えられる。今後、試料温度を上げるために試料ホルダの周囲に断熱材を取り付け、再試験を行う予定である。また、熱漏洩の原因について調査と解析を進める。

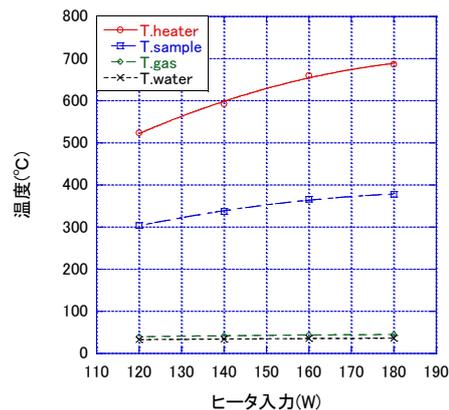


図 1 ヒータ入力に対する各計測点の温度