



Title	Experimental Studies on Non-equilibrium Hydrogen in Metals
Author(s)	山本, 孝夫
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37660
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	山 本 孝 夫
博士の専攻分野 の 名 称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 9 8 6 7 号
学位授与年月日	平 成 3 年 8 月 1 日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	Experimental Studies on Non-equilibrium Hydrogen in Metals (金属中の非平衡水素に関する実験的研究)
論文審査委員	(主査) 教 授 三宅 正宣 教 授 住田 健二 教 授 岡田 東一 教 授 井澤 靖和

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、核融合に関連する分野における材料と水素活性種との相互作用についての理解を深めるために、主に、イオンビーム注入や γ 線の照射により生ずる金属中の非平衡水素に係わる実験的研究の成果をまとめたものである。

第1章は序論で、本研究の背景と研究内容の概要について述べ、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章では、非平衡状態、並びに、金属-水素系について考察し、本研究で対象とする非平衡系とその内容について説明している。

第3章では、トリチウムを吸蔵したチタン層を主体とする中性子発生用ターゲットを重水素イオンで照射後、核反応分析法を用いて、ターゲット中のトリチウムの深さ分布を測定し、重水素イオンの飛程付近の深さでトリチウム濃度が低減することを観察して、これがイオン照射に誘起されたトリチウムの移行に原因すること、および、ターゲットによる中性子の発生収率やそのエネルギースペクトルに影響することを指摘している。

第4章では、液体室素温度で照射量をパラメータとして行った重水素照射実験から、トリチウムが自らの濃度勾配を逆上る移行の機構をさらに詳しく検討し、イオン注入された重水素の非平衡分布がトリチウムの化学ポテンシャルに及ぼす効果と照射イオンによるエネルギーで活性化された原子ジャンプを考えればこのような移行の機構が説明可能であることを示している。

第5章では、 ^{60}Co 線源を用い、D-T燃焼による核融合実験炉の第一壁での強度に匹敵する γ 線照射を平衡状態にある水素-パラジウム銀合金系に対して行って、僅かながら照射効果による平衡のずれを見出したことを述べている。 γ 線照射では、イオン照射と対照的に、電離エネルギーの付与だけで

照射損傷の発生や水素原子の注入が起らないことから、この結果より、第4章で述べたイオンによる照射効果における電離エネルギーの果たす役割は小さいと結論付けている。なお、本章の実験に用いられた γ 線照射場の特性については付録に詳述されている。

第6章では、重水を電気分解中のパラジウム陰極に含まれている重水素の非平衡濃度をX線回折法を応用してその場測定し、その結果から、電気化学的方法は、損傷の生成や電離作用を伴うことなく、活性水素種の電極表面への供給だけで非平衡水素を生成することを指摘している。

第7章では、本研究で得られた非平衡水素に関する上記の3種類の実験結果を比較、総括している。

論文審査の結果の要旨

材料中の水素同位体の挙動、特に、非平衡状態における挙動は、学問的興味のみならず、実際面でも、核融合炉第一壁材料や強力中性子発生用ターゲット等の開発、性能評価の上で重要な問題である。本論文は、高エネルギーのイオン注入、強力な γ 線照射、および、パラジウム陰極を用いた重水の電気分解等により発生する金属中の非平衡水素に関する実験的研究の結果をまとめたもので、主な成果は以下の3点に集約できる。

- (1) 中性子発生用トリチウムターゲットにおいて、チタン金属中のトリチウム濃度は、高エネルギー重水素イオンの照射により、その飛程付近で顕著に低下することを見出している。この濃度低下はイオン照射により誘起されたトリチウムの移行に起因すると考え、照射量をパラメータとして行った低温照射実験の結果からその機構の解明を試みている。すなわち、ターゲットのチタン中にイオン注入された重水素の非平衡分布がトリチウムの化学ポテンシャルに影響を与えること、および、照射粒子のエネルギーによる活性化でトリチウムの原子ジャンプが起こることの2点から、トリチウムが自らの濃度勾配を逆上る移行が生ずるものと説明している。
- (2) 水素とパラジウム銀合金の平衡系に対する γ 線の照射実験から、照射により僅かではあるが系の平衡にずれの生じること、すなわち、 γ 線の照射下では、系の平衡水素圧、従って、この合金の水素溶解度が変化することを見出している。しかし、 γ 線の照射効果は系に電離エネルギーを与えることが主である点から、この電離による非平衡状態への寄与は小さいと結論している。
- (3) 重水の電気分解中のパラジウム陰極の格子定数をその場X線回折法により測定、陰極中に溶解している重水素濃度を評価して、電気分解により非平衡水素の生成することを確認している。

以上のように本論文は、金属材料中の非平衡水素の挙動を解明するため、3種類の手法による非平衡水素の生成について実験的に検討したもので、核融合炉第一壁材料や、中性子発生用ターゲット等における水素活性種の挙動の解明と、これらの材料性能の評価、開発等の上で有用な基礎的知見を与えており、原子力材料学並びに核融合炉工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。