

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：82108

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H03849

研究課題名(和文) 金属表面近傍の水素位置の可視化

研究課題名(英文) Visualization of Hydrogen permeated through Metal Membrane

研究代表者

板倉 明子 (Itakura, Akiko)

国立研究開発法人物質・材料研究機構・先端材料解析研究拠点・グループリーダー

研究者番号：20343858

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,300,000円

研究成果の概要(和文)：材料表面および近傍の水素の存在位置を走査型電子顕微鏡レベルの分解能で可視化し、動的環境・顕微視野で水素の挙動を観察することを目的に研究を行った。

独自開発したオペランド水素顕微鏡特(許第06796275号(2020年))により、構造材料を透過する水素の時間応答性を反映する水素画像を取得し、数百枚の水素画像と局所構造分布画像を計算科学的な手法で画像解析し、局所的な結晶構造に依存した水素拡散係数と透過流量の決定に成功した。特定の対応粒界での拡散速度が速く、透過流量が大きいことも分かった。水素の拡散バリアについても、参加クロムの被膜の組成と、水素透過挙動を関連付けることに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

オペランド水素顕微鏡は独自開発の水素可視化装置である。原著論文を執筆した他、多くの解説記事を依頼され招待講演も多かった。また、2016年に出願した申請が科研費期間内に特許化され、また関連特許12件を出願した。水素の可視化手法の多くは試料を汚染・破壊しながら測定するものであり、透過を実時間で可視化する装置も少ないため、開発当初から数十社以上の企業がコンタクトをしてきている。そのうちの数社と現在共同研究実施中であり、本研究の成果をもとに、(株)エリオニクスとライセンス契約し、商品化した。(電子線水素可視化装置『ERA-600H2』)

研究成果の概要(英文)：The purpose of the study is to visualize the location of hydrogen on and near the surface of materials with a scanning electron microscope-level resolution, and to observe the behavior of hydrogen in a dynamic environment and in a microscopic field. Using Operando Hydrogen Microscope, patent No.06796275 (2020)), hundreds of time-dependent images of the distribution of hydrogen which permeated through structural materials were observed. Hydrogen images were compared with local distribution images of the material structure, by using image analysis in computational science techniques. The hydrogen diffusion coefficient and permeation flow rate, which depend on the local crystal structure, were successfully determined. We also found the unique diffusion rate and permeation flow rate at the coincidence boundary. As the hydrogen diffusion barrier material, we succeeded in correlating the composition of the segregated chromium oxide film and the hydrogen permeation behavior.

研究分野：表面科学

キーワード：水素 水素透過 可視化・画像化 構造解析

1. 研究開始当初の背景

水素エネルギー社会においては水素の製造・貯蔵・輸送・利用のすべてのフェーズで周辺構造物の構造材料が必要であり、水素キャリアを考えた時、酸と水素の双方に対する耐性の高い材料が求められる。しかし、構造解析や元素分析が電子顕微鏡レベルの空間分解能なのに対し、水素検知の分解能を高くするのは容易ではなく、透過や脆化の起点となり得る場所と水素の関係は対応しきれていなかった。

たとえば材料強度に着目すると結晶粒の小さい材料が強く、耐食性には大傾角粒界が強いことが報告されている。しかし腐食が目視や電子分光等での酸素の可視化が容易なのに対し、水素は可視化しにくいいため、耐水素のための構造制御は耐食研究に比べて進んでいなかった。

研究開始当初、水素環境への溶接材の利用や高強度鋼の利用が制限されており、水素環境での実用材料には、研究・開発に大きな余地が残る状況だった。水素脆化に強い安全な構造材料を開発するには、その材料の微視的構造を含めた基礎データを積み上げる必要があり、そのためには水素を可視化しなければならない。水素脆化や遅れ破壊の起点、構造材料中の局所的な構造解析(結晶構造・結晶粒界・結晶方位など)を反映した各種の粒界拡散やトラップサイトでの水素挙動がわかれば、水素に強い材料設計が行える。物理学としては、金属中の水素挙動は量子拡散であると言われており、ガス放出の実験とは矛盾しないが、説明仕切れない部分や残留課題もある。我々はそれが水素の透過経路が単一ではないことに起因しており、この研究が課題解決に繋がるひとつと考えた。

2. 研究の目的

研究目的は、材料表面および近傍の水素の存在位置を、走査型電子顕微鏡レベルの分解能で可視化し、動的環境・顕微視野で水素の挙動を観察することで、粒界性格を考慮した水素脆化解釈を可能にする、そのための材料構造解析の基盤を作ることである。

構造材料の局所的な構造解析(結晶構造・結晶粒界性格・結晶方位)と、水素透過とを、同一の空間分解能、共存ガス(酸素・窒素・水蒸気など)、複数の温度領域で画像化し、対比する。水素の検出は、拡散の動的測定に対応した電子遷移誘起脱離法(DIET法、励起源に電子を限定した場合ESD法とも呼ぶ)で行い、空間分解能10nm以下、一画像処理時間400秒で、微小空間・微量透過を追跡する。現在、水素検出側の振動およびノイズ除去に成功し、画像精度が上がったことで粒界や点欠陥からの水素放出の測定が可能になった。装置改造と時間・温度など多変量の画像解析により、水素脆化が問題となりやすい溶接箇所の水素マッピング、および粒界拡散評価と解析を行う。

3. 研究の方法

- (1)構造材料を代表するステンレス鋼の水素透過経路を高分解能で解析できる実験装置を構築する。粒界構造と転位を判定するためにSEM像と同等の空間分解能で水素放出を測定する。10nm以上の空間分解能の可視化装置を開発し、水素放出量の定量評価のレベルも高める。
- (2)水素画像データの解析により、各構造での局所拡散係数を決定する。結晶粒方位・粒界性格を考慮し温度依存性、共存ガス依存性、時間応答性等を加味した水素放出の顕微解析を行う。主構造間の大傾角粒界、同小傾角粒界について、透過にかかわる拡散速度、透過総量を算出し、結晶構造を考慮した透過のモデル計算を試行する。水素画像の取得情報は多次元ビッグデータとなるため、多変量解析の手法を用いて解析する。
- (3)温度依存性、時間応答性、各構造(及び粒界)での拡散係数、材料側の動的変化追跡を材料研究の基盤とし、局所構造を踏まえた水素拡散挙動のモデル化を行う。

4. 研究成果

前述の研究の方法に合わせて成果を報告する。

- (1)水素可視化技術の高度化について：科研費およびその他の研究費で、新規の水素可視化装置を立ち上げた。旧装置がタングステンフィラメントの電子源を利用し、空間分解能が数ミクロンだったのに対し、新規装置では電界放出型(FE)電子源を用いることで、10nm以下の空間分解能を達成した。また真空排気についても、水素の排気速度の大きいNEGポンプを利用することで、計測中に計測室の環境から付着する残留水素の影響を排除した。この装置、および我々の開発したESDと水素透過を組み合わせた水素可視化装置をオペランド水素顕微鏡

と名付け、FE 電子源の装置については、企業とライセンス契約することで市販を可能とした。同時に実験中に試料に歪みをかける方法、薄膜試料の水素透過を計測する方法などを考案し、特許出願した。

- (2)水素透過の可視化と構造解析との比較について：水素環境下で使用する構造材料であるステンレス鋼に加工転位を入れ、母材のオーステナイト構造とマルテンサイト構造が共存する試料について、水素を透過させ、時間ごとの水素画像を取得した(図 1(a))。試料の同位置を電子線後方散乱回折法(EBSD)で構造解析(b)し、局所的な水素挙動と結びつけ、水素量変化の時間応答性(c),(d)から、拡散係数と透過流量を算出した【1,2,3】。なお、図 1(b)で関係が不明と書かれた領域には、 $\Sigma 3$ の対応粒界があったことも確認している【3】。

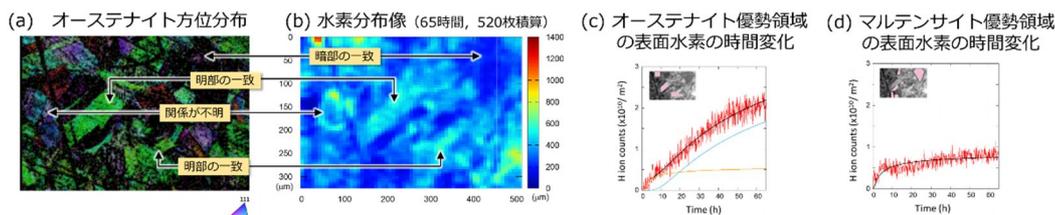


図 1 構造解析と水素分布の比較。および局所的な水素透過の時間依存性。

- (3)より詳細に構造と水素透過量を関連付けるため、画像フュージョンを行った後に主成分分析をし、試料画面上の領域ごとに分け、拡散係数等を求めた【4】。さらに EBSD データを詳しく解析し、画像フュージョンの変数を増やした【5】。その後、構造割合を変数として分類した(図 2、図 3)。

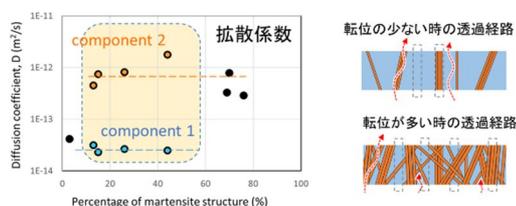


図 2 構造割合と拡散係数および拡散モデル

拡散係数について、構造が共存している領域ではオーステナイト(Component 1)とマルテンサイト(Component 2)の拡散係数が現れること、また表面での計測から、内部の構造を推測できることが分かった。マルテンサイト構造は転位の周りに線状にできることが EBSD の結果からもわかっている。透過流量に関しては、実験結果と水素の透過経路を仮定したシミュレーション(図 3 参照)結果との比較から、透過流量は水素が透過してきた構造の割合よりも、通過した界面の数に強い影響を受けていることが推測された。

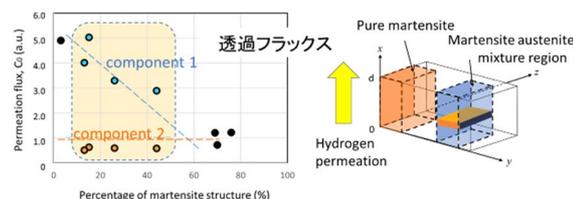


図 3 構造割合と水素流量および界面の模式図

- (4)研究開始時に予定していなかった研究成果として、ステンレス鋼表面に偏析させた酸化クロム膜の、水素バリア特性を計測した。水素可視化および表面の元素分布の確認から、表面のバリア層が十分でない部分から水素が放出されていたこと、また、該当部分は被膜が切れているだけでなく、(事前の試料の電解研磨時などに)マイクロインクルージョンなどが塊として外れたことにより、井戸のような深い穴が開いていることが予測された【6】。

関連で高水素透過材料であるパラジウム(Pd)を用いた水素センサーの開発【7,8】に水素可視化を導入し、センサー内の水素存在位置を確認していること、また、高水素透過材料であり、かつ非常に柔らかい Pd の表面構造の確認等も論文化している【9】。

参考文献

- 【1】 N. Miyauchi, et al., Scripta Materialia **144** (2018) 69-73
- 【2】 N. Miyauchi, et al., Applied Surface Science **527** (2020) 146710
- 【3】 A. N. Itakura, et al., Scientific Reports **11** (2021) 8553
- 【4】 T. Akiyama, et al., Journal of Vacuum Science & Technology B **38** (2020) 034007
- 【5】 S. Aoyagi, et al., e-Journal of Surface Science and Nanotechnology **21** (2023) in printing.
- 【6】 N. Miyauchi, et al., Applied Surface Science **492** (2019) 280-284
- 【7】 T. Yakabe et al., Journal of Physics Communications **4** (2020)025005
- 【8】 T. Yakabe et al., Scientific Reports **11** (2021) 18836
- 【9】 Y. Murase et al., Materials Transactions **62** (2021) 41-47

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計26件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 18件）

1. 著者名 Murase Yoshiharu, Miyauchi Naoya, Itakura Akiko, Katayama Hideki	4. 巻 86
2. 論文標題 Evaluation of Surface Damage of Pd Using Cross-Sectional Electron Backscatter Diffraction Analysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Japan Institute of Metals and Materials	6. 最初と最後の頁 217 ~ 223
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/jinstmet.J2022021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 YAKABE Taro, IMAMURA Gaku, YOSHIKAWA Genki, MIYAUCHI Naoya, KITAJIMA Masahiro, ITAKURA Akiko N.	4. 巻 66
2. 論文標題 Hydrogen Sensing and Theoretical Understanding of Absorption Phenomena for Materials	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Vacuum and Surface Science	6. 最初と最後の頁 114 ~ 119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1380/vss.66.114	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Aoyagi Satoka, Hayashi Daisuke, Murase Yoshiharu, Miyauchi Naoya, Itakura Akiko N.	4. 巻 1
2. 論文標題 Classification of EBSD Kikuchi Patterns for Stainless Steel by Unsupervised Learning Methods to Investigate Grain Boundaries	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 e-Journal of Surface Science and Nanotechnology	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1380/ejssnt.2023-023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Taro Yakabe, Gaku Imamura, Genki Yoshikawa, Naoya Miyauchi, Masahiro Kitajima & Akiko N. Itakura	4. 巻 11
2. 論文標題 2step reaction kinetics for hydrogen absorption into bulk material via dissociative adsorption on the surface	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 18836-1-18836-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-98347-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 青柳里果、秋山智美、鈴木菜摘、宮内直弥、板倉明子	4. 巻 64
2. 論文標題 鉄鋼試料中水素拡散評価を目指したマルチモーダルデータ解析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Vacuum and Surface Science	6. 最初と最後の頁 472-475
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1380/vss.64.472	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Keiko Onishi, Seiko Nagano, Daisuke Fujita, Taro Yakabe & Akiko N. Itakura	4. 巻 64
2. 論文標題 Aging Analysis of Reference Sample Surface Using Helium Ion Microscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Vacuum and Surface Science	6. 最初と最後の頁 424-429
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1380/vss.64.424	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Akiko N. Itakura, Yoshiharu Murase, Taro Yakabe, Naoya Miyauchi, Masahiro Kitakjima and Satoka Aoyagi	4. 巻 64
2. 論文標題 Proposal of Diffusion Model Obtained from Time-resolved Hydrogen Permeation Measurement with Operando Hydrogen Microscopes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Vacuum and Surface Science	6. 最初と最後の頁 568-574
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1380/vss.64.568	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 板倉明子、宮内直弥	4. 巻 92
2. 論文標題 オペランド水素顕微鏡による水素透過の可視化	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 金属	6. 最初と最後の頁 256-263
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yakabe Taro, Imamura Gaku, Yoshikawa Genki, Kitajima Masahiro, Itakura Akiko N	4. 巻 4
2. 論文標題 Hydrogen detection using membrane-type surface stress sensor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics Communications	6. 最初と最後の頁 025005-025005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2399-6528/ab7319	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Akiyama Tomomi, Miyauchi Naoya, Itakura Akiko N., Yamagishi Takayuki, Aoyagi Satoka	4. 巻 38
2. 論文標題 Fusion data analysis of imaging data of hydrogen-permeated steel obtained by complementary methods	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Vacuum Science & Technology B	6. 最初と最後の頁 034007-034007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1116/6.0000009	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Murase Yoshiharu, Miyauchi Naoya, Itakura Akiko, Katayama Hideki	4. 巻 62
2. 論文標題 Evaluation of Surface Damage of Pd Using Cross-Sectional Electron Backscatter Diffraction Analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 MATERIALS TRANSACTIONS	6. 最初と最後の頁 41-47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.MT-M2020220	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 板倉明子	4. 巻 37
2. 論文標題 水素の動きを可視化する オペランド水素顕微鏡の開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 WE-COMマガジン	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 ITAKURA Akiko N.	4. 巻 70
2. 論文標題 Time resolved visualization of permeated hydrogen through metal materials	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Japan Institute of Light Metals	6. 最初と最後の頁 556-561
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2464/jilm.70.556	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Miyuchi Naoya, Iwasawa Tomoya, Murase Yoshiharu, Yakabe Taro, Kitajima Masahiro, Takagi Shoji, Akiyama Tomomi, Aoyagi Satoka, Itakura Akiko N.	4. 巻 527
2. 論文標題 Visualization of local hydrogen diffusion in stainless steel using time resolved electron stimulated desorption	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Surface Science	6. 最初と最後の頁 146710-146710
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apsusc.2020.146710	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Itakura Akiko N., Miyuchi Naoya, Murase Yoshiharu, Yakabe Taro, Kitajima Masahiro, Aoyagi Satoka	4. 巻 11
2. 論文標題 Model of local hydrogen permeability in stainless steel with two coexisting structures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-87727-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 MIYUUCHI Naoya, IWASAWA Tomoya, MURASE Yoshiharu, TAKAGI Shoji, ITAKURA Akiko N.	4. 巻 62
2. 論文標題 Observation of Metal Surface by Operando Hydrogen Microscope	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Vacuum and Surface Science	6. 最初と最後の頁 27-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1380/vss.62.27	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 IWASAWA Tomoya, MIYAUCHI Naoya, TAKAGI Shoji, MURASE Yoshiharu, YAMADA Yoichi, ITAKURA Akiko, SASAKI Masahiro	4. 巻 62
2. 論文標題 Observation of Behavior of Deuterium Permeated Through Stainless Steel	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Vacuum and Surface Science	6. 最初と最後の頁 635-640
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1380/vss.62.635	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Taro Yakabe, Gaku Imamura, Genki Yoshikawa, Masahiro Kitajima and Akiko N Itakura	4. 巻 4
2. 論文標題 Hydrogen detection using membrane-type surface stress sensor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics Communications	6. 最初と最後の頁 025005-025005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2399-6528/ab7319	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Miyuchi Naoya, Iwasawa Tomoya, Yakabe Taro, Tosa Masahiro, Shindo Toyohiko, Takagi Shoji, Itakura Akiko N.	4. 巻 492
2. 論文標題 Visualization and characterization of localized outgassing position on surface-treated specimens: Chromium oxide layer on stainless steel	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Surface Science	6. 最初と最後の頁 280-284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apsusc.2019.06.172	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 MIYAUCHI Naoya, IWASAWA Tomoya, MURASE Yoshiharu, TAKAGI Shoji, ITAKURA Akiko N.	4. 巻 62
2. 論文標題 Observation of Metal Surface by Operando Hydrogen Microscope	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Vacuum and Surface Science	6. 最初と最後の頁 27-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1380/vss.62.27	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toda Masaya, Miyake Koji, Chu Li-Qiang, Zakerin Marjan, Foerch Renate, Berger Ruediger, Itakura Akiko N.	4. 巻 15
2. 論文標題 Young's modulus of plasma-polymerized allylamine films using micromechanical cantilever sensor and laser-based surface acoustic wave techniques	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plasma Processes and Polymers	6. 最初と最後の頁 1800083-1800083
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ppap.201800083	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Miyachi Naoya, Hirata Kenichirou, Murase Yoshiharu, Sakaue Hiroyuki A., Yakabe Taro, Itakura Akiko N., Gotoh Tetsuji, Takagi Shoji	4. 巻 144
2. 論文標題 2D mapping of hydrogen permeation from a stainless steel membrane	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scripta Materialia	6. 最初と最後の頁 69-73
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scriptamat.2017.09.026	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 ITAKURA A.N., TOSA M., YAKABE T., MIYAUCHI N., KASAHARA A., MIYATA T., SHINDO T.	4. 巻 61
2. 論文標題 Low Outgas Surface Treatment of Stainless Steel 316L Using Segregated Chromium Oxide Layer	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Vacuum and Surface Science	6. 最初と最後の頁 675-680
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1380/vss.61.675	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計56件 (うち招待講演 14件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 青柳里果, 林 大介, 村瀬義治, 宮内直弥, 板倉明子
2. 発表標題 鉄鋼試料EBSD(後方散乱電子回折法)全菊池バンド解析の教師なし機械学習による解析とオペランド水素顕微鏡による水素透過評価 (7 /
3. 学会等名 表面分析研究会 第59回表面分析研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 矢ヶ部太郎、今村岳、吉川元起、宮内直弥、北島正弘、板倉 明子
2. 発表標題 水素センシングと吸着を経た吸蔵理論モデル
3. 学会等名 NIMS先端計測シンポジウム2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大西桂子、永野聖子、藤田大介、矢ヶ部太郎、板倉明子
2. 発表標題 ヘリウムイオン顕微鏡の像コントラストの検討
3. 学会等名 NanospecFY2022mini
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤丸朋泰、木本裕大、佐藤翔一、宮内直弥、大西桂子、艸分倫子、板倉明子、松本佳久
2. 発表標題 バナジウムを透過する水素原子の水素顕微鏡による可視化
3. 学会等名 NanospecFY2022mini
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 青柳里果, 林 大介, 村瀬義治, 宮内直弥, 板倉明子
2. 発表標題 水素顕微鏡像と EBSD 回折図形を組み合わせた鉄鋼表面水素分布変化の評価
3. 学会等名 日本学術振興会R026 先端計測技術の将来設計委員会 第 11 回研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮内直弥、村瀬義治、矢ヶ部太郎、高木祥示、板倉明子
2. 発表標題 オペランド水素顕微鏡の開発
3. 学会等名 第32回日本MRS年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 板倉明子、村瀬義治、矢ヶ部太郎、艸分倫子、宮内直弥、青柳里果
2. 発表標題 ステンレス鋼を透過する水素の拡散モデル
3. 学会等名 第32回日本MRS年次大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢ヶ部太郎、今村岳、吉川元起、北島正弘、板倉明子
2. 発表標題 水素センサーの開発と表面吸着を経た水素吸蔵現象理論モデル
3. 学会等名 先端計測シンポジウム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 板倉明子、村瀬義治、矢ヶ部太郎、青柳里果、宮内直弥
2. 発表標題 Measurement of hydrogen diffusion in metal using time-resolved electron stimulated desorption
3. 学会等名 先端計測シンポジウム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 板倉明子、村瀬義治、矢ヶ部太郎、宮内直弥、青柳里果
2. 発表標題 Local Permeation of Hydrogen through Stainless Steel Measured by Hydrogen Microscope
3. 学会等名 第30回日本MRS年次大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mihoko Nojiri, Akiko N. Itakura, Chihoko Nonaka and Mamiko Sasao
2. 発表標題 Women in Physics seen in the Survey on Research environment in JPS
3. 学会等名 IUPAP 7th International Conference on Women in Physics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Atsushi Matsuda, Noriko Chikumoto, Atsuko Ichikawa, Emiko Hiyama and Akiko N. Itakura
2. 発表標題 Activities for diversity in physics field in Japan
3. 学会等名 IUPAP 7th International Conference on Women in Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 板倉明子、村瀬義治、矢ヶ部太郎、宮内直弥
2. 発表標題 オペランド水素顕微鏡による水素の時間分解透過測定
3. 学会等名 日本学術振興会 69委員会 非鉄製錬 講演会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 板倉明子
2. 発表標題 オペランド水素顕微鏡の開発とその展開
3. 学会等名 第5回TIAかけはし 成果報告会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 林大介、宮内直弥、村瀬義治、板倉明子、青柳里果
2. 発表標題 鉄鋼試料における水素分布と結晶構造に関するマルチモーダルデータの評価
3. 学会等名 2021年日本表面真空学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akiko N. Itakura, Yosh, Yoshiharu Murase, Taro Yakabe, Masahiro Kitajima, Naoya Miyauchi and Satoka
2. 発表標題 Diffusion Model of Hydrogen Permeating in Stainless Steel
3. 学会等名 The 9th International Symposium on Surface Science（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢ヶ部太郎、今村岳、吉川元気、宮内直弥、北島正弘、板倉明子
2. 発表標題 水素の吸着・吸蔵現象の反応速度論を用いた理論モデル
3. 学会等名 2021年日本真空表面学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮内直弥、矢ヶ部太郎、北島正弘、吉田肇、板倉明子
2. 発表標題 標準コンダクタンスエレメントを用いたESD計測の定量化の試み
3. 学会等名 2021年日本真空表面学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮内直弥、村瀬義治、北島正弘、吉田肇、板倉明子
2. 発表標題 水素可視化による金属中水素透過挙動の解析
3. 学会等名 VACUUM2021真空展
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akiko N. Itakura
2. 発表標題 Visualization of Hydrogen Permeation Through Stainless Membrane Using Electron Stimulated Desorption
3. 学会等名 Microscopy and Microanalysis (M&M) 2022 Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 板倉明子、宮内直弥、矢ヶ部太郎、青柳里果
2. 発表標題 水素透過の実時間可視化からみる水素拡散モデル
3. 学会等名 日本表面真空学会2022年度 関東支部講演大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 板倉明子、宮内直弥、矢ヶ部太郎、村瀬義治、青柳里果
2. 発表標題 Hydrogen diffusion behavior by image analysis of time depending operando hydrogen microscope
3. 学会等名 先端計測シンポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢ヶ部太郎、今村岳、吉川元起、宮内直弥、北島正弘、板倉明子
2. 発表標題 水素センシングと水素吸着・吸蔵の理論モデル
3. 学会等名 先端計測シンポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. Onishi, S. Nagano, D. Fujita, T. Yakabe, A. N. Itakura
2. 発表標題 Molecular Structure of Sputtered Neutral Species with Cluster Ion
3. 学会等名 14th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '22 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮内直弥、矢ヶ部太郎、北島正弘、吉田肇、板倉明子
2. 発表標題 標準コンダクタンスエレメントを用いた電子衝撃脱離の定量化
3. 学会等名 原子衝突学会第47回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 A. N. Itakura, Y. Murase, T. Yakabe, T. Kusawake, M. Kitajima, N. Miyauchi, S. Aoyagi
2. 発表標題 Diffusion model of Hydrogen Permeation in Two Coexisting Structure
3. 学会等名 The 22nd International Vacuum Congress (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Naoya Miyauchi, Taro Yakabe, Masahiro Kitajima, Hajime Yoshida, and Akiko N. Itakura
2. 発表標題 Quantification of ESD measurements using standard conductance elements
3. 学会等名 THE 22ND INTERNATIONAL VACUUM CONGRESS (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 板倉明子、村瀬義治、矢ヶ部太郎、青柳里果、宮内直弥
2. 発表標題 Local Permeation of Hydrogen through Stainless Steel Measured by Hydrogen Microscope (水素顕微鏡によるステンレス鋼の局所水素透過計測)
3. 学会等名 第30回日本MRS年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮内直弥, 村瀬義治, 矢ヶ部太郎, 北島正弘, 高木祥示, 青柳里果, 板倉明子
2. 発表標題 ステンレス鋼の透過測定から考察する水素拡散モデル
3. 学会等名 2020年日本表面真空学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 矢ヶ部太郎, 今村岳, 吉川元起, 北島正弘, 板倉明子
2. 発表標題 PdCuSi / 膜型応力センサを用いた水素検出
3. 学会等名 先端計測シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 秋山智美, 鈴木菜摘, 山岸崇之, 宮内直弥, 板倉明子, 青柳里果
2. 発表標題 鉄鋼試料中の水素拡散評価のためのマルチモーダルデータ解析
3. 学会等名 2020年日本表面真空学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 板倉 明子, 宮内 直弥
2. 発表標題 水素エネルギーの将来性と課題
3. 学会等名 SJWS新春シンポジウム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 板倉明子、岩澤智也、宮内直弥
2. 発表標題 金属の水素透過画像の時間変動から算出した局所拡散係数
3. 学会等名 材料中の水素機能解析技術第190委員会 第3回総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 矢ヶ部太郎、今村岳、吉川元起、板倉明子
2. 発表標題 膜型応力センサーを用いた水素検出
3. 学会等名 材料中の水素機能解析技術第190委員会 第3回総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 N. Miyauchi, T. Iwasawa, Y. Murase, S. Takagi and A.N. Itakura
2. 発表標題 LOCAL DIFFUSION COEFFICIENT OF DEUTERIUM PERMEATING THROUGH STAINLESS STEEL MEMBRANE
3. 学会等名 1st International Symposium "Hydrogenomics" combined with 14th International Symposium Hydrogen & Energy (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 板倉明子、青柳里果、村瀬義治、矢ヶ部太郎、高木祥示、岩澤智也、宮内直弥
2. 発表標題 オペランド水素顕微鏡による金属表面の水素観察
3. 学会等名 日本女性科学者の会2019年度例会・新春学術シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 板倉明子、岩澤智也、村瀬義治、青柳里果、宮内直弥
2. 発表標題 オペランド水素顕微鏡を用いた局所拡散係数の導出
3. 学会等名 NIMS先端計測シンポジウム2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 板倉明子、青柳里果、村瀬義治、矢ヶ部太郎、高木祥示、岩澤智也、宮内直弥
2. 発表標題 水素の可視化がもたらす耐水素構造材料の展望
3. 学会等名 2020年度 日本表面真空学会関東支部学術講演大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 板倉（中村）明子 宮内直弥 村瀬義治 矢ヶ部太郎 高木祥示 青柳里果 谷本育律 吉田肇
2. 発表標題 材料およびバリア膜・接合界面等からの ガス透過放出位置の可視化に関する調査研究
3. 学会等名 第2回TIAかけはし成果報告会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 矢ヶ部太郎 今村岳 吉川元起 板倉（中村）明子
2. 発表標題 膜型応力センサー（MSS）を用いた水素検出
3. 学会等名 材料中の水素機能解析技術第190委員会 第2回総会・講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮内直弥 岩澤智也 村瀬義治 高木祥示 板倉（中村）明子
2. 発表標題 オペランド水素可視化顕微鏡による透過水素可視化
3. 学会等名 材料中の水素機能解析技術第190委員会 第2回総会・講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮内直弥 岩澤智也 村瀬義治 矢ヶ部太郎 高木祥示 吉田肇 板倉(中村)明子
2. 発表標題 オペランド水素顕微鏡による透過水素可視化
3. 学会等名 真空展 Vacuum2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩澤智也 宮内直弥 高木祥示 村瀬義治 山田洋一 板倉(中村)明子 佐々木 正洋
2. 発表標題 ステンレス鋼を透過する重水素の結晶粒依存性
3. 学会等名 Tsukuba Global Science Week 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮内直弥 中村颯月 岩澤智也 村瀬義治 高木祥示 板倉(中村)明子
2. 発表標題 Visualization of permeated hydrogen from stainless steel by DIET method
3. 学会等名 ACSIN-14 & ICSPM26 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩澤智也 宮内直弥 高木祥示 村瀬義治 山田洋一 板倉(中村)明子 佐々木 正洋
2. 発表標題 ステンレス鋼を透過した重水素の挙動観察
3. 学会等名 2018年日本表面真空学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 板倉 明子 宮内 直弥 岩澤 智也 矢ヶ部 太郎 村瀬 義治 高木祥示
2. 発表標題 オペランド水素顕微鏡による金属表面の観察
3. 学会等名 第15回 水素量子アトムクス研究会 / 第1回ハイドロジェノミクス研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮内 直弥 岩澤 智也 矢ヶ部 太郎 土佐 正弘 高木祥示 板倉 明子
2. 発表標題 オペランド水素顕微鏡による表面処理効果の比較
3. 学会等名 第15回 水素量子アトムクス研究会 / 第1回ハイドロジェノミクス研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 板倉 明子 宮内 直弥 岩澤 智也 矢ヶ部 太郎 村瀬 義治
2. 発表標題 金属材料を透過する水素の可視化 ---オペランド水素顕微鏡の開発---
3. 学会等名 日本女性科学者の会 第12回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 板倉 明子 矢ヶ部 太郎 宮内 直弥 土佐 正弘 大西 桂子 吉田肇 間瀬一彦 青柳里果 土橋和也
2. 発表標題 先進イナート表面への挑戦：極低活性・極低反応性表面を実現する材料/処理技術の探索とその計測技術の調査
3. 学会等名 TIA-イナート・TIA-NEG合同キックオフミーティング
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 板倉 明子 宮内 直弥 村瀬 義治 矢ヶ部 太郎 土佐 正弘 吉田肇 青柳里果
2. 発表標題 オペランド水素顕微鏡による材料透過水素の可視化
3. 学会等名 鉄鋼協会・水素脆化評価 水素フォーラム（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 矢ヶ部太郎 今村岳 吉川元起 板倉（中村）明子
2. 発表標題 膜型表面応力センサを用いた水素検出法の開発
3. 学会等名 応用物理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩澤智也 宮内直弥 高木祥示 村瀬義治 山田洋一 板倉（中村）明子 佐々木 正洋
2. 発表標題 ステンレス鋼表面の透過重水素の時間変化
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 矢ヶ部太郎 今村岳 吉川元起 板倉（中村）明子
2. 発表標題 非晶質金属を用いた水素センサの開発
3. 学会等名 NIMS先端計測シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮内直弥 岩澤智也 村瀬義治 高木祥示 板倉明子
2. 発表標題 ステンレス鋼隔板を透過する重水素の局所拡散係数の導出
3. 学会等名 NIMS先端計測シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 板倉 明子 岩澤智也 宮内 直弥 村瀬 義治 高木祥示
2. 発表標題 オペランド水素顕微鏡による金属表面の水素観察とその応用
3. 学会等名 TIA光量子計測シンポジウム
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 板倉明子, 森山匠, 近藤剛弘, 他	4. 発行年 2021年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 576
3. 書名 図説 表面分析ハンドブック	

1. 著者名 Akiko N. Itakura, Satoka Aoyagi, Yoshiharu Murase, Taro Yakabe, Shoji Takagi, Tomoya Iwasawa and Naoya Miyauchi	4. 発行年 2019年
2. 出版社 International Society of Offshore and Polar Engineers (ISOPE)	5. 総ページ数 4998
3. 書名 Proceedings of the Twenty-ninth (2019) International Ocean and Polar Engineering Conference	

1. 著者名 The Surface Science Society of Japan (Ed.)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 853
3. 書名 Compendium of Surface and Interface Analysis	

1. 著者名 日本真空学会編	4. 発行年 2018年
2. 出版社 (株)コロナ社	5. 総ページ数 590
3. 書名 真空科学ハンドブック	

〔出願〕 計20件

産業財産権の名称 観測対象ガスの観測装置及び観測対象イオンの観測方法並びに試料ホルダ	発明者 中村明子、村瀬義治、宮内直弥、矢ヶ部太郎	権利者 物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2021/017111	出願年 2021年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 水素透過検出用試料ホルダー及び水素透過拡散経路観測装置	発明者 中村明子、矢ヶ部太郎、宮内直弥	権利者 物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2021/030476	出願年 2021年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 水素透過検出のための試料及びその製造方法	発明者 中村明子、矢ヶ部太郎、宮内直弥	権利者 物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-057858	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 水素センサー及び水素検出方法	発明者 矢ヶ部太郎、今村岳、吉川元起、中村明子	権利者 物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/005694	出願年 2020年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 観測対象ガスの透過拡散経路観測装置及び観測対象ガスの計測方法、点欠陥位置検出装置及び点欠陥位置検出方法、並びに観測用の試料	発明者 中村明子、西川嗣彬、村瀬義治、矢ヶ部太郎、宮内直弥	権利者 物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、2020-92742	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 観測対象ガスの観測装置及び観測対象イオンの観測方法並びに試料ホルダ	発明者 中村明子、村瀬義治、宮内直弥、矢ヶ部太郎	権利者 物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、2020-100461	出願年 2020年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 試料接合体、観測対象ガスの観測装置及び観測対象イオンの観測方法	発明者 中村明子、村瀬義治、西川嗣彬、宮内直弥、矢ヶ部太郎	権利者 物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、2020-103408	出願年 2020年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 水素透過検出のための試料及びその製造方法	発明者 中村明子、矢ヶ部太郎、宮内直弥	権利者 物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、2020-120958	出願年 2020年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 水素透過検出のための試料及びその製造方法	発明者 中村明子、矢ヶ部太郎、宮内直弥、村瀬義治	権利者 物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、2020-123946	出願年 2020年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 水素透過検出用試料ホルダー及び水素透過拡散経路観測装置	発明者 中村明子、矢ヶ部太郎、宮内直弥	権利者 物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、2020-164186	出願年 2020年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 観測対象ガスの透過拡散経路観測装置及び観測対象ガスの計測方法、点欠陥位置検出装置及び点欠陥位置検出方法、並びに観測用の試料	発明者 中村明子、西川嗣彬、村瀬義治、矢ヶ部太郎、宮内直弥	権利者 物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2021/007011	出願年 2021年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 水素センサー及び水素検出方法	発明者 矢ヶ部太郎、今村岳、吉川元起、中村明子	権利者 国立研究開発法人物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019- 40136	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 固体材料における応力応答ガス透過拡散経路の観察測定方法、および装置	発明者 中村明子、村瀬義治、西川嗣彬、矢ヶ部太郎、宮内直弥	権利者 国立研究開発法人物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-3471	出願年 2020年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 水素センサー及び水素検出方法	発明者 矢ヶ部太郎、今村岳、吉川元起、中村明子	権利者 国立研究開発法人物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/005694	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 水素センサー及び水素検出方法	発明者 矢ヶ部太郎、今村岳、吉川元起、中村明子	権利者 国立研究開発法人物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、2019-40136	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 観測対象ガスの透過拡散経路観測装置及び観測対象ガスの計測方法、点欠陥位置検出装置及び点欠陥位置検出方法、並びに観測用の試料	発明者 中村明子、西川嗣彬、村瀬義治、矢ヶ部太郎、宮内直弥	権利者 国立研究開発法人物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、2022-505152	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 観測対象ガスの透過拡散経路観測装置及び観測対象ガスの計測方法、点欠陥位置検出装置及び点欠陥位置検出方法、並びに観測用の試料	発明者 中村明子、西川嗣彬、村瀬義治、矢ヶ部太郎、宮内直弥	権利者 国立研究開発法人物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、17/908744	出願年 2022年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 観測対象ガスの透過拡散経路観測装置及び観測対象ガスの計測方法、点欠陥位置検出装置及び点欠陥位置検出方法、並びに観測用の試料	発明者 中村明子、西川嗣彬、村瀬義治、矢ヶ部太郎、宮内直弥	権利者 国立研究開発法人物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、21764967.2	出願年 2022年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 観測対象ガスの透過拡散経路観測装置及び観測対象ガスの計測方法、点欠陥位置検出装置及び点欠陥位置検出方法、並びに観測用の試料	発明者 中村明子、西川嗣彬、村瀬義治、矢ヶ部太郎、宮内直弥	権利者 国立研究開発法人物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、202180017533.9	出願年 2022年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 水素透過検出のための試料及びその製造方法	発明者 中村明子、矢ヶ部太郎、宮内直弥	権利者 国立研究開発法人物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、2022-57858	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 イオンの測定装置及びそれを用いた点欠陥の位置検出方	発明者 中村明子、宮内直弥、土佐正弘、高木祥示	権利者 国立研究開発法人物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、7016096	取得年 2022年	国内・外国の別 国内

〔その他〕

<p>表界面物理計測グループHP https://www.nims.go.jp/research/group/surface-physics-characterization/Observing H corrosive effects on metals https://www.youtube.com/watch?v=QoGNjfwHCbA NIMS 先端材料解析研究拠点 表界面物理計測グループHP https://www.nims.go.jp/research/group/surface-physics-characterization/ Youtube 金属をもろくする水素が見える！ 世界唯一の電子顕微鏡 https://www.youtube.com/watch?v=JlWVGxk5rEQ&t=9s</p>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	村瀬 義治 (Murase Yoshiharu) (10354193)	国立研究開発法人物質・材料研究機構・構造材料研究k拠点・主任研究員 (82108)	
研究分担者	青柳 里果 (Aoyagi Satoka) (20339683)	成蹊大学・理工学部・教授 (32629)	
研究分担者	宮内 直弥 (Miyachi Naoya) (70451416)	国立研究開発法人物質・材料研究機構・技術開発・共用部門 材料創製・評価プラットフォーム・主任エンジニア (82108)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	北島 正弘 (Kitajima Masahiro)		
研究協力者	高木 祥示 (Takagi Shoji)		
研究協力者	舛分 倫子 (Kusawake Tomoko)		
研究協力者	永森 繭 (Nagamori Mayu)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	吉田 肇 (Yoshida Hajime) (80391241)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・圧力真空標準研究グループ・主任研究員 (82626)	
連携研究者	秋山 英二 (Akiyama Eiji) (70231834)	東北大学・原子力材料物性学研究部門・教授 (11301)	
連携研究者	矢ヶ部 太郎 (Yakabe Taro) (80354364)	国立研究開発法人物質・材料研究機構・先端材料解析研究拠点・主幹研究員 (82108)	
連携研究者	西村 睦 (Nishimura Chikashii) (20344434)	国立研究開発法人物質・材料研究機構・エネルギー・環境材料研究拠点・リサーチアドバイザー (82108)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関