

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H04617

研究課題名(和文) 先進ブランケット用機能分担型多重界面構造の創生と過酷環境下自己修復機能発現解析

研究課題名(英文) Study on function sharing type interface structures and demonstration of self-healing function in corrosive environment for advanced blanket systems of fusion reactors

研究代表者

近藤 正聡 (KONDO, MASATOSHI)

東京工業大学・科学技術創成研究院・准教授

研究者番号：70435519

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,300,000円

研究成果の概要(和文)：核融合炉先進ブランケットや液体ダイバータの熱交換器を対象として、トリチウム透過抑制、耐食性、自己修復性を兼ね備える機能分担型多重被覆構造の開発研究を実施した。大気プラズマ溶射や固層拡散接合を活かして、異なる機能を有する被膜を積層させた試験体の試作に成功し、水素透過挙動や液体金属中の共存性に関する情報を獲得した。更に、多重被覆構造の劣化や自己修復挙動などを評価するために、電気化学インピーダンス法や水晶振動子マイクロバランス法を応用したIn-situ技術の開発研究を実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、核融合炉冷却系の信頼性向上を目指し、耐食材料やトリチウム透過防止膜、様々な積層技術を機能分担型多重被覆構造として統合し、技術的成立性や工学的課題を評価した。更に、多重被覆構造の劣化をIn-situ(その場)監視する技術について、電気化学法を基礎として開発した。被覆構造の劣化や回復に関わる動的な挙動の解明に繋がる他、核融合炉等へ実装し得る監視技術としてのポテンシャルも有している事がわかった。以上のように工学的な意義のみならず、十分な信頼性を有した核融合炉や原子炉、再生可能エネルギー等の早期実現に直結する技術に関する研究であり、エネルギー問題や環境問題を中心として社会的意義が大きい。

研究成果の概要(英文)：For the development of heat exchanger of liquid breeder blankets and liquid divertors, experimental study on function sharing multiple interface structures which have the function of tritium permeation barrier, corrosion resistance, and self-healing was performed. The multiple interface structures were fabricated by plasma spray and diffusion bonding of ceramic coatings and metal layers, and their tritium permeability and material compatibility with liquid metals were studied. Electrochemical methods were studied to monitor the degradation of the multiple interface structures in liquid metals. The experimental study on the electrochemical impedance spectroscopy and the quartz crystal microbalance under liquid metal conditions were performed to verify their availability for the installation in the liquid breeder blankets and liquid metal divertors.

研究分野：核融合炉工学

キーワード：液体ブランケット 液体ダイバータ 材料共存性 腐食 被膜 水素透過 電気化学インピーダンス法 水晶振動子マイクロバランス法

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

核融合炉の先進ブランケットシステム開発において、トリチウム(T)の循環確保と高効率な熱交換の両立が重要な課題である。自己冷却型燃料増殖材が T と共に循環する一次冷却系と高温高压水(もしくは高温ガス)が流れる二次冷却系を繋ぐ熱交換器の設計高度化は、こうした課題の中核といえる。T 透過防止を目的として、肉厚 1 $\mu\text{m}$  以下の酸化物セラミクスコーティングの開発とその特性評価に関する研究が世界各国で実施されてきた。従来の課題とされてきた機能性被覆の大面積応用については、近年の金属有機化合物分解法(Metal Organic Decomposition: MOD)や有機金属気相成長法(Metal Organic Chemical Vapor Deposition: MOCVD)を応用した研究により大きく前進しつつある。ただし、一定の経済性が求められる商業用核融合炉では、熱交換器等の重要機器は 10 年以上の寿命を持つ事が要求される。そのため、液体増殖材環境下や高温ガス流動下のような過酷環境下における材料共存性をこれまで以上に向上させる必要がある。これまでの研究で、薄膜セラミクスコーティングが優れた T 透過防止機能を有する事が明らかになってきた。ただし、液体増殖材中で腐食が生じる他、クラックや欠陥、剥離が発生するため、耐環境性を同時に要求する事はほぼ不可能である事もわかった。腐食による減肉に加えクラックや欠陥の発生は、T 透過抑制機能を低下させてしまう。コーティングのような界面構造に対して、頻繁にメンテナンスをする事は困難であるため、自己修復機能を備えている事が要求される。こうした背景から、核融合炉の熱交換器の界面機能として欠かす事のできない T 透過防止と耐環境性、自己修復性という複数の機能を同時に達成する構造の開発が必要不可欠である。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、核融合炉の熱交換器のような機器を対象として、液体増殖材や高温流動ガス環境下において、欠陥を自己修復する機能や耐食性、T 輸送抑制機能を同時に兼ね備えた機能分担型多重被覆構造を開発する事である。液体増殖材である鉛リチウム合金(Pb-16Li)や、最近注目を集める液体ダイバータの冷却材である錫(Sn)等を対象として、材料共存性を明らかにする。更に、欠陥回復機能や高温過酷環境下における性状変化を機構論的に明らかにする為に電気化学インピーダンス法や水晶振動子測定法を応用した In-situ 評価法に関する研究を行う。

## 3. 研究の方法

次の 2 つの項目に関する研究を弘前大学や東海大学、核融合科学研究所と共同で実施した。

**3.1 機能分担型多重被覆構造開発** 多重被覆構造のうち、化学的還元性を有する液体増殖材に接液する最も外側の層には、熱力学的に安定で液体金属等に対して耐食性を有する  $\text{Al}_2\text{O}_3$  や  $\text{ZrO}_2$  等の酸化物を採用する事とした。こうした被膜を積層させるために、大気プラズマ溶射や固層拡散接合等の技術を応用して機能分担型多重被覆構造を開発した。試験片形状は円板状試験片の他、熱交換器伝熱管のように曲率を有する円筒状試験片とした。膜厚は、熱交換器の総括熱輸送係数の評価と要求される寿命の観点から 30 $\mu\text{m}$  程度とした。作成した多重被覆構造を光学顕微鏡(OM)や電子顕微鏡(SEM)などにより金相分析を実施し、溶射膜組織や結晶性、基板材料との接合性等を調べた。

**3.2 電気化学的手法を応用した多重被覆構造の In-situ 評価手法について** 機能分担型多重被覆構造の開発と同様に、電気化学インピーダンス法や水晶振動子マイクロバランス法を用いて、項目①で製作した溶射被覆試験片や多重被覆試験片に対して、液体金属環境下の In-situ 腐食試験を実施した。電気化学インピーダンス法を用いた試験では、測定温度(300 $^{\circ}\text{C}$  から 600 $^{\circ}\text{C}$ )と測定周波数(10Hz から 100kHz)をパラメーターとして、被覆の電気抵抗直流成分や静電容量を計測した。層内に欠陥や組成の分布がある場合に特有のインピーダンス応答(Constant Phase Element 等)について電気経路交流インピーダンスシミュレーションコード Z-view によるシミュレーション計算を実施した。また、液体金属中の腐食に伴う微小な重量変化をオンラインで評価するために、水晶振動子を応用した新しい共存性試験を実施した。電極を塗布した水晶振動子を試験片として液体金属に直接接触させた後、周波数の変化を測定する事により電極の溶出量を  $\text{mg}/\text{m}^2$  のオーダーで評価した。

## 4. 研究成果

**4.1 機能分担型多重被覆構造開発に関する成果** 大気プラズマ溶射や固層拡散接合を応用して製作した機能分担型多重被覆界面を図 1、図 2 及び図 3 に示す。図 1 は、MOD 法により緻密な  $\text{Al}_2\text{O}_3$  被膜を 316L 鋼の上に製膜し、その上から  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を大気圧溶射により積層させた多重被覆構造の表層断面 SEM 観察結果である。膜厚にはバラつきがあるものの、当初の

想定通り 20-30 $\mu\text{m}$  程度の膜厚の溶射膜を積層させる事に成功した。

図 2(a)は、酸化時に化学的に安定で 10 ミクロン以上の比較的厚い酸化被膜を形成する金属ジルコニウム(Zr)を 316L 鋼の上に固層拡散接合により積層した Zr/316L 界面の OM 断面観察結果である。図 2(b)と(c)に示すように、Zr 金属中に Fe と Cr が拡散した層が形成されている事が分かる。図 3(a)は、Zr 金属を Nb 層と Cu 層を介して積層させた Zr/Nb/Cu/316L 多重被覆界面の OM 断面観察結果である。図 3(b)と(c)に示すように、Zr 中への Nb の拡散層、Nb 中への Cu の拡散層、Cu 中への Fe、Cr、Ni の拡散層、ステンレス中への Cu の拡散層が形成されている事がわかった。

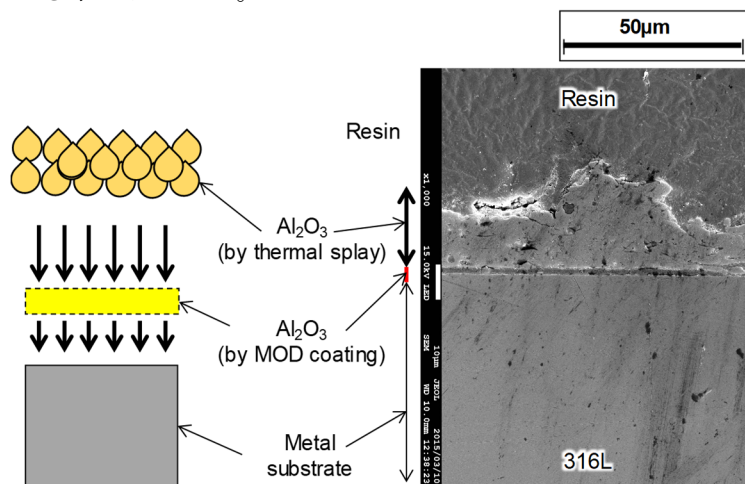


図 1 MOD 法による  $\text{Al}_2\text{O}_3$  層とプラズマ大気圧溶射による  $\text{Al}_2\text{O}_3$  層を 316L 上に積層した界面の断面 SEM 像

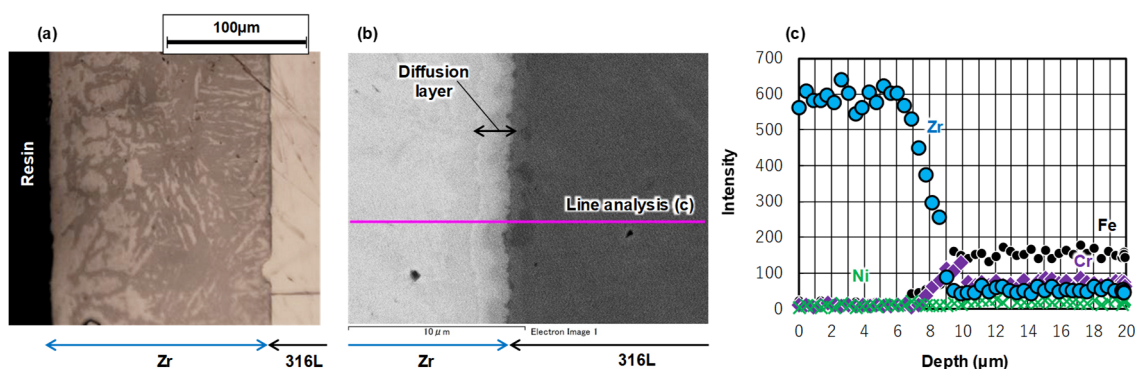


図 2 固層拡散接合により 316L の上に金属 Zr を積層した界面構造, (a) OM 断面観察結果, (b) Zr/316L 界面の FE-SEM 観察結果, (c) Zr/316L 界面の EDX 線分析結果

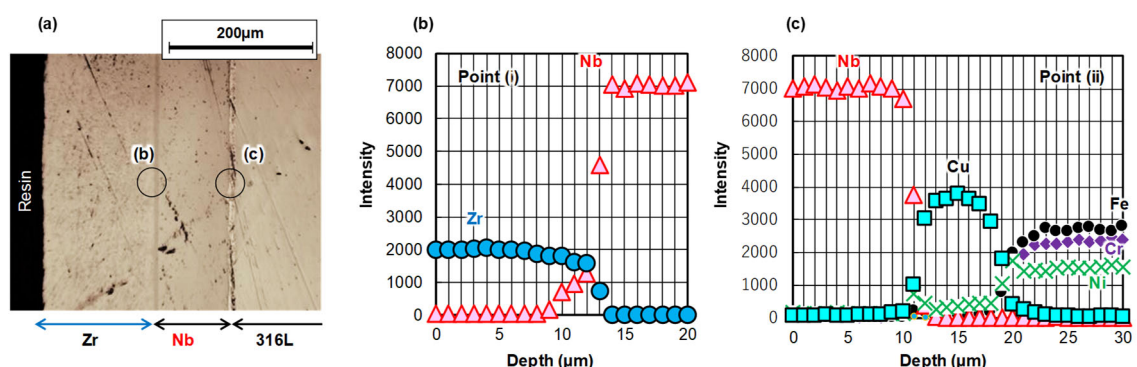


図 3 固層拡散接合により 316L の上に Nb と Cu を介して金属 Zr を積層した界面構造, (a) OM 断面観察結果, (b) Zr/Nb 界面の EPMA 線分析結果, (c) Nb/Cu/316L 界面の EPMA 線分析結果

次に金属 Zr の高温酸化挙動について調べた。500 $^{\circ}\text{C}$ の大気中で 268-1192 時間の酸化処理を実施したところ、図 4 に示すように約 11 $\mu\text{m}$  から 34 $\mu\text{m}$  の膜厚の酸化被膜が形成させる事が分かった。しかし、酸化による体積膨張が原因で酸化皮膜に圧縮応力が生じ、母材/酸化物界面付近の結合力の弱い部分での部分的な剥離や、酸化皮膜の成長面に対して平行なク

ラック(平行なクラック)の発生を誘起する事が分かった。500°C、268時間の酸化処理を施した Zr 試験片の水素透過挙動を 550°Cで計測したところ、水素透過フラックスは  $5.6 \times 10^{-8} \text{ mol/m}^2/\text{s}$  であり、同じ条件の金属 Zr の場合の  $0.015 \text{ mol/m}^2/\text{s}$  に比べても、ZrO<sub>2</sub> 酸化被膜が水素の透過を大きく抑制できている事が分かった。同じ条件の低放射化フェライト鋼 JLF-1 に比べても、水素の透過を 1/30 程度に抑制できる事が分かった。弘前大学で金属 Zr の表面に緻密な酸化被膜を形成する条件について調査を行った結果、500°Cの 3%H<sub>2</sub>O/N<sub>2</sub> 気流中にて製膜し、昇降温速度を 5°C/hour と低くする事によりクラックの少ない緻密な酸化被膜を形成できる事がわかった。この条件において、Zr/316L のタイプと Zr/Nb/Cu/316L のタイプの多重被覆構造の酸化処理を実施した。酸化処理に伴う重量の増加分を評価した結果、約 10μm 程度の厚さの被膜が形成されている事がわかった。

酸化処理を施した金属 Zr 試験片や 316L ステンレスに Zr を固層拡散接合で積層した試験片に対して、液体金属(鉛(Pb)、鉛リチウム(Pb-16Li)、錫(Sn))環境下における腐食試験を 400°C から 600°Cの温度条件で実施し、その耐食性を調べた。図 5(a)は、500°Cの大気中で 350 時間の予備酸化処理を施した Zr 試験片を、425°C-625°Cの Pb に合計 458 時間浸漬した後の試験片表層断面の SEM 観察結果である。分析結果からクラックを介して液体金属が侵入している事がわかる。図 5(b)は、500°Cの大気中で 263 時間の予備酸化処理を施した Zr 試験片を Sn に 262 時間浸漬した後の試験片表層断面の SEM 観察結果である。酸化被膜の厚さに変化は見られない事から、ZrO<sub>2</sub> は化学的に安定であり、液体 Sn の酸素ポテンシャルが比較的高いにも関わらず、成長も限定的である事がわかった。Sn が被膜内のクラック中に侵入しており、とくに基板の金属 Zr との界面に凝縮している様子が観察された。これは金属 Zr との合金化によるものであると考えられる。ZrO<sub>2</sub> 膜自体は、これらの液体金属に対して安定であるものの、クラックを介して液体金属が拡散してしまう事がわかり、長寿命化にはクラック発生制御が重要である事がわかった。

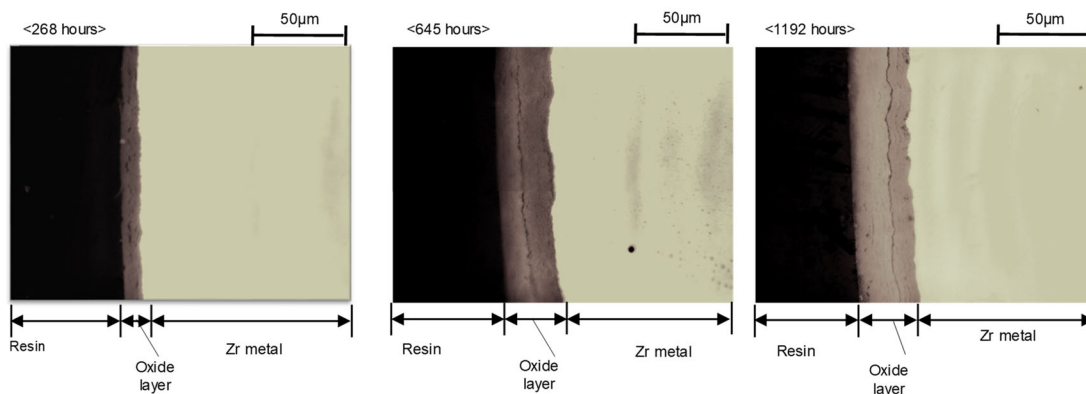


図 4 500°Cの大気中で酸化処理をした金属 Zr 試験片の表層断面の OM 観察結果

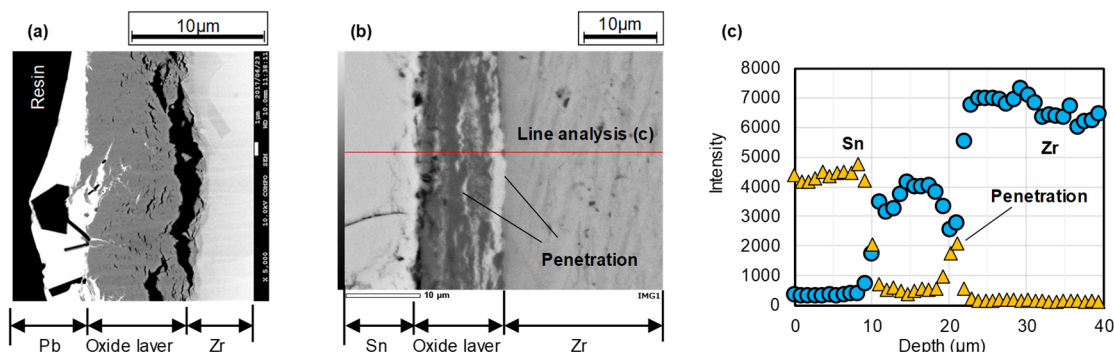


図 5 ZrO<sub>2</sub>/Zr 試験片に対する各種腐食試験の結果 (a) Pb 浸漬後の表層断面 SEM 像, (b) Sn 浸漬後の表層断面 SEM 像, (c) Sn 浸漬後の表層断面 EDX 分析の結果

## 4.2 電気化学的手法を応用した多重被覆構造の In-situ 評価手法に関する成果

### 4.2.1 電気化学インピーダンス法を応用した酸化被膜の健全性評価に関する研究成果

上述のように、液体金属環境下において安定な酸化被膜は膜内のクラックに沿った液体金属の侵入を生じるものの、化学的な腐食の発生は限定的である事がわかった。そこで、液体金属環境下における酸化被膜の成長や剥離等による膜厚の変化や、クラック等の欠陥の発生に伴う構造の変化を In-situ で監視するために、電気化学インピーダンス法を応用した

技術を開発した。液体 Pb 中に浸漬した円筒状  $ZrO_2/Zr$  試験片(予備酸化処理:大気中、500°C、350 時間)を通じて、接液界面および被膜構造の電気化学信号をナイキストプロットとして取り出した。図 6 にナイキストプロットの時間変化を表す。試験片を浸漬した直後に DC 抵抗値を表すナイキストプロットの半円の直径が増加し、時間が経過するとほぼ一定の値を取るようになった。こうした変化を図 7 に示す電気化学モデルにより評価した。また、被膜内にクラックが発生した場合の抵抗成分や静電容量成分の変化などについても類似のモデル評価を行い、ナイキストプロットの時系列的な変化について考察した。

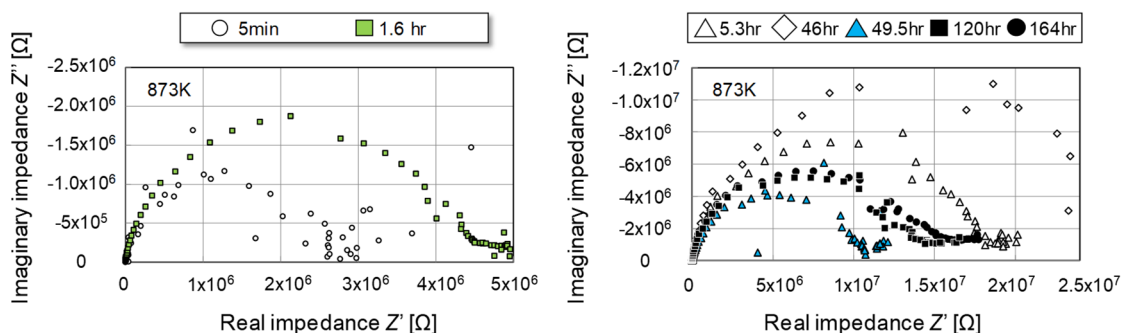


図 6 液体 Pb に浸漬した  $ZrO_2/Zr$  試験片から得られたナイキストプロットの時間変化

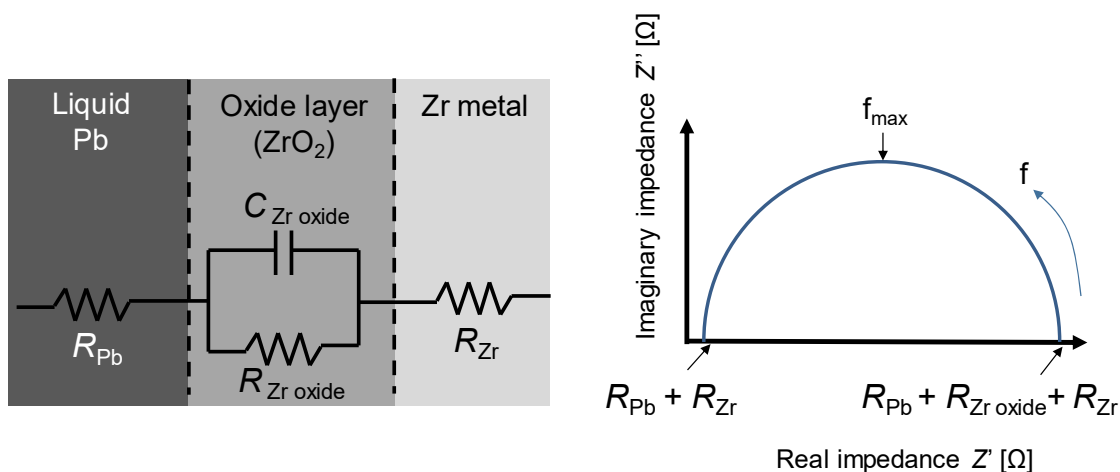


図 7 ナイキストプロットの電気化学モデル評価

#### 4.2.2 水晶振動子計測法を応用した腐食挙動の評価に関する研究成果

電気化学インピーダンス法を応用して被膜構造の変化を In-situ で監視する技術について研究を実施したが、核融合炉機器のように年単位の長期の運転を念頭に置いた場合、化学的な腐食反応に伴う微小な質量変化についても明らかにする必要がある。そこで、腐食に伴う微小な重量増減を水晶振動子の振動数の変化から取り出す技術に関する研究を実施した。図 8 に実験体系を示す。Ni コーティングを施した水晶振動子に Li を接触させながら、200°C-250°C の温度条件で 600s-1200s 保持する事により腐食試験を実施した。試験後、水晶振動子を水やエタノールを用いて洗浄し、振動数を測定した。

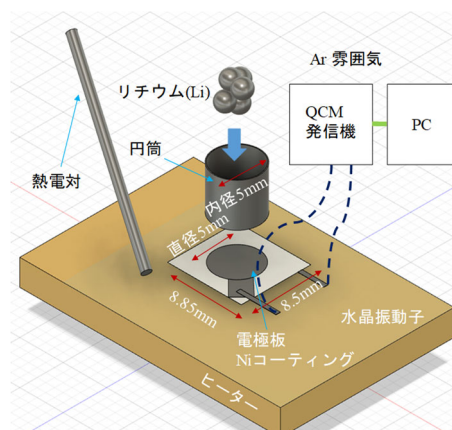


図 8 水晶振動子を用いた腐食試験の体系

実験前後の水晶振動子の振動数の変化と Sauerbrey の式を用いて、液体 Li 中への Ni の溶出量を求めた。その結果、Ni の溶出量を従来の腐食試験の重量減少量( $1 \text{ g/m}^2$ )の 1/1000 である  $10^{-3} \text{ g/m}^2$  の精度で求める事に成功した。極めて短い時間で生じている定常的な溶出現象を捉えていると仮定し、拡散方程式を用いたモデル評価から、静止場 Li 中における Ni 拡散係数を求めた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 10件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Masatoshi Kondo, Masaomi Ishii, Takayoshi Norimatsu, Takeo Muroga	4. 巻 877
2. 論文標題 Experimental study on corrosion and precipitation in non-isothermal Pb-17Li system for development of liquid breeder blanket of fusion reactor	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series	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) 10.1088/1742-6596/877/1/012001	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 Masatoshi Kondo, Masaomi Ishii, Yoshimitsu Hishinuma, Teruya Tanaka, Takashi Nozawa, Takeo Muroga	4. 巻 125
2. 論文標題 Metallurgical study on corrosion of RAFM steel JLF-1 in Pb-Li alloys with various Li concentrations	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Fusion Engineering and Design	6. 最初と最後の頁 316-325
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fusengdes.2017.04.058	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 Pribadi Mumpuni Adhi, Nariaki Okubo, Atsushi Komatsu, Masatoshi Kondo, Minoru Takahashi	4. 巻 131
2. 論文標題 Electrochemical impedance analysis on solid electrolyte oxygen sensor with gas and liquid reference electrodes for liquid LBE	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Energy Procedia	6. 最初と最後の頁 420-427
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.egypro.2017.09.472	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 Teruya Tanaka, Daiji Kato, Takashi Nozawa, Bun Tsuchiya, Masatoshi Kondo, Takeo Muroga	4. 巻 125
2. 論文標題 Characterization of functional materials for liquid blanket systems by cathode luminescence measurement	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Fusion Engineering and Design	6. 最初と最後の頁 573-576
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fusengdes.2017.04.095	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 Masatoshi Kondo, Pribadi Mumpuni Adhi, Minoru Takahashi, Narumi Suzuki, Yoshihito Matsumura, Teruya Tanaka, Yosimitus Hishinuma, Akio Sagara, Take Muroga	4. 巻 83
2. 論文標題 On-line monitoring of oxygen potential and structure of oxide layer in liquid metals by electrochemical methods	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Transactions of the JSME (in Japanese)	6. 最初と最後の頁 1 - 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/transjsme.16-00412	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 Pribadi Mumpuni Adhi, Masatoshi Kondo, Minoru Takahashi	4. 巻 241
2. 論文標題 Performance of solid electrolyte oxygen sensor with solid and liquid reference electrode for liquid metal	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sensor and Actuators B: Chemical	6. 最初と最後の頁 1261-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.snb.2016.10.003	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 該当する

1. 著者名 Narumi Suzuki, Ryosuke Sasaki, Yoshihito Matsumura, Masatoshi Kondo	4. 巻 80
2. 論文標題 In-Situ Evaluation of Functional Layer Based on Impedance Behavior	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J. Japan Inst. Met. Mater.	6. 最初と最後の頁 585-592
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/jinstmet.JAW201604	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 Narumi Suzuki, Ryosuke Sasaki, Yoshihito Matsumura, Masatoshi Kondo	4. 巻 80
2. 論文標題 [6]Narumi Suzuki, Ryosuke Sasaki, Yoshihito Matsumura, Masatoshi Kondo, In-Situ Evaluation of Functional Layer by Electrochemical Impedance Spectroscopy	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J. Japan Inst. Met. Mater.	6. 最初と最後の頁 284-288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/jinstmet.JBW201503	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 Masatoshi KONDO, Yuu NAKAJIMA, Teruya TANAKA, Takashi NOZAWA, Takehiko YOKOMINE	4. 巻 11
2. 論文標題 Experimental Study on Chemical Behaviors of Non-Metal Impurities in Pb, Pb-Bi and Pb-Li by Temperature Programmed Desorption Mass Spectrometer Analysis	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Plasma and Fusion Research	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.11.2405076	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 T. Muroga, M. Kondo	4. 巻 1912
2. 論文標題 Materials issues for liquid metal coolant nuclear systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IAEA-TECDOC-1912: Challenges for Coolants in Fast Neutron Spectrum Systems	6. 最初と最後の頁 152-156
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 無
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 M. Kondo, C. Park, T. Nozawa, K. Sasaki, M. Takahashi, Y. Hishinuma, T. Tanaka, T. Muroga, B. Matovic,	4. 巻 1912
2. 論文標題 Thermodynamic consideration on chemical interactions between liquid metals and steels	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IAEA-TECDOC-1912: Challenges for Coolants in Fast Neutron Spectrum Systems	6. 最初と最後の頁 157-164
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 無
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 M. Kondo, K. Yamanoi, T. Norimatsu	4. 巻 1911
2. 論文標題 Material issues related to tritium breeding and energy conversion in inertial fusion reactors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IAEA-TECDOC-1911: Pathways to Energy from Inertial Fusion: Structural Materials for Inertial Fusion Facilities	6. 最初と最後の頁 216-220
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 無
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 Masatoshi Kondo, Teruya Tanaka, Satoshi Fukada, Tsisar Valentyn	4. 巻 2
2. 論文標題 Liquid Breeder Materials	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Comprehensive Nuclear Materials 2nd edition	6. 最初と最後の頁 1-27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/B978-0-12-803581-8.11619-4	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 該当する

[学会発表] 計16件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Masatoshi Kondo, Yuu Nakajima, Teruya Tanaka, Takayoshi Norimatsu
2. 発表標題 Study on neutron transport and material activation for development of inertial fusion reactor
3. 学会等名 International conference on computation in science and engineering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masatoshi Kondo, Toru Obara
2. 発表標題 Status of JAPAN LFR activities
3. 学会等名 GLANST 2017 (Global Symposium on Lead and Lead Alloy based Nuclear Energy Science and Technology) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masatoshi Kondo
2. 発表標題 DEVELOPMENT OF SOLID ELECTROLYTE CERAMIC SENSORS FOR OXYGEN AND HYDROGEN MONITORING IN FAST REACTORS AND FUSION REACTORS
3. 学会等名 4th Conference of the Serbian Society for Ceramic Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名	Masatoshi Kondo, Changho park, Takashi Nozawa, Yoshimitsu Hishinuma, Teruya Tanaka, Kazuya Sasaki, Yoshihito Matsumura, Minoru Takahashi, Takayoshi Norimatsu, Takeo Muroga
2. 発表標題	Thermodynamic considerations on chemical interactions between liquid metals and steels
3. 学会等名	First IAEA workshop on challenges for coolants in fast spectrum system: chemistry and materials (国際学会)
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	Takeo Muroga, Masatoshi Kondo
2. 発表標題	Material issues for liquid metal coolant nuclear systems
3. 学会等名	First IAEA workshop on challenges for coolants in fast spectrum system: chemistry and materials (国際学会)
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	Pribadi Mumpuni Adhi, Masatoshi Kondo, Minoru Takahashi
2. 発表標題	Study on Performance of Oxygen Sensors with Solid and Liquid Reference Electrodes in Liquid LBE with the Parameters of Oxygen Potential and Temperature
3. 学会等名	2017 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants (ICAPP2017) (国際学会)
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	Masatoshi Kondo, Park ChanHo, Teruya Tanaka, Takashi Nozawa
2. 発表標題	Fabrication of high-purity lead lithium alloy and its excellent thermophysical and chemical characteristics
3. 学会等名	The 18th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM 18th) (国際学会)
4. 発表年	2017年

1. 発表者名 Masatoshi KONDO, Yoshimitsu Hishinuma, Takayoshi Norimatsu, Takeo Muroga
2. 発表標題 Dynamic behaviors of corrosion-erosion and mass transfer in non-isothermal Pb-17Li system
3. 学会等名 13th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT 13th) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 近藤 正聡、菱沼 良光、田中 照也、室賀 健夫、乗松 孝好
2. 発表標題 鉛リチウム流動場における低放射化フェライト鋼の共存性に関する研究 (3)ナノインデンテーション法によるコロージョン・エロージョンダイナミクスの解析
3. 学会等名 日本原子力学会 2017秋の大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 近藤 正聡、田中 照也、菱沼 良光、相良 明男、松村 義人、室賀 健夫
2. 発表標題 自己修復性を有する機能性界面構造の基礎的検討
3. 学会等名 日本原子力学会 2017年春の年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 近藤 正聡、田中 照也、菱沼 良光、相良 明男、松村 義人、室賀 健夫
2. 発表標題 自己修復性を有する機能性界面構造の基礎的検討
3. 学会等名 日本原子力学会「2017年春の年会」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Pribadi Mumpuni Adhi, Masatoshi Kondo, Minoru Takahashi
2. 発表標題 Performance of Oxygen Sensors with Solid Fe/Fe3O4 and Liquid Bi/Bi2O3 Reference Electrode in Liquid LBE
3. 学会等名 日本原子力学会「2017年春の年会」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Pribadi adhi, Nariaki Okubo, Atushi Komatsu, Masatoshi Kondo, Minoru Takahashi
2. 発表標題 Electrochemical impedance analysis on solid electrolyte oxygen sensor with gas and liquid reference electrodes for liquid LBE
3. 学会等名 The Fifth International Symposium on Innovative Nuclear Energy Systems INES-5 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Masatoshi KONDO, Masaomi ISHI, Takayoshi Norimatsu, Takeo MUROGA
2. 発表標題 Experimental study on corrosion and mass transfer in flowing Pb-17Li with temperature gradient for development of liquid breeder type fusion blanket system
3. 学会等名 International Conference on Energy Sciences (ICES 2016) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 飯塚玲雄, 近藤正聡
2. 発表標題 水晶振動子マイクロバランス法による液体金属中の微小物質輸送現象に関する研究
3. 学会等名 日本原子力学会 2020年春の年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤正聡, 秋吉優史, 大野直子, 田中照也
2. 発表標題 液体金属錫(Sn)の材料共存性に関する研究 (1)鉄系材料の場合
3. 学会等名 日本原子力学会 2020年春の年会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>東京工業大学 先導原子力研究所 研究成果  <a href="http://www.lane.iir.titech.ac.jp/jp/activities/achievement/2017/170706.html">http://www.lane.iir.titech.ac.jp/jp/activities/achievement/2017/170706.html</a>  (東京工業大学 先導原子力研究所)近藤正聡助教が平成29年度吉川允二核融合エネルギー奨励賞を受賞  <a href="http://www.lane.iir.titech.ac.jp/jp/events/data/2018/news180228.html">http://www.lane.iir.titech.ac.jp/jp/events/data/2018/news180228.html</a>  (東京工業大学 科学技術創成研究院)近藤正聡助教が平成29年度吉川允二核融合エネルギー奨励賞を受賞  <a href="https://www.iir.titech.ac.jp/news/news-1014/">https://www.iir.titech.ac.jp/news/news-1014/</a>  東京工業大学STARサーチ  <a href="http://search.star.titech.ac.jp/titech-ss/pursuer.act?event=outside&amp;key_rid=B000245395&amp;lang=jp">http://search.star.titech.ac.jp/titech-ss/pursuer.act?event=outside&amp;key_rid=B000245395&amp;lang=jp</a></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	菱沼 良光  (Hishinuma Yoshimitsu)  (00322529)	核融合科学研究所・ヘリカル研究部・准教授    (63902)	
研究分担者	田中 照也  (Tanaka Teruya)  (30353444)	核融合科学研究所・ヘリカル研究部・准教授    (63902)	
研究分担者	佐々木 一哉  (Sasaki kazuya)  (70631810)	弘前大学・理工学研究科・教授    (11101)	

## 6. 研究組織（つづき）

	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	松村 義人 (Matsumura Yoshihito) (60239085)	東海大学・工学部・教授  (32644)	
研究分担者	相良 明男 (Sagara Akio) (20187058)	核融合科学研究所・ヘリカル研究部・名誉教授  (63902)	
研究分担者	八木 重郎 (Yagi Juro) (70629021)	京都大学・エネルギー理工学研究所・講師  (14301)	