

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	タービン燃焼効率改善のための高温用温度感知型変位制御材料の設計
研究機関・部局・職名	独立行政法人物質・材料研究機構・環境・エネルギー材料部門先進高温材料ユニット構造機能融合材料グループ・グループリーダー
氏名	御手洗 容子

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	71,000,000	71,000,000	0	71,000,000	70,990,156	9,844	0
間接経費	21,300,000	21,300,000	0	21,300,000	21,300,000	0	0
合計	92,300,000	92,300,000	0	92,300,000	92,290,156	9,844	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	449,925	1,575,000	35,310,001	2,770,896	40,105,822
旅費	0	173,700	1,178,903	1,002,260	2,354,863
謝金・人件費等	0	4,462,668	10,715,624	10,408,039	25,586,331
その他	0	9,600	1,759,404	1,174,136	2,943,140
直接経費計	449,925	6,220,968	48,963,932	15,355,331	70,990,156
間接経費計	135,000	11,430,000	5,145,000	4,590,000	21,300,000
合計	584,925	17,650,968	54,108,932	19,945,331	92,290,156

4. 主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関名
Ti合金熱力学データベース (消耗品)	総合型熱力学ソフトウェアThermo-Calc用データベース Ti-DATA vwe. 3	1	1,575,000	1,575,000	2011/7/27	(独) 物質・材料研究機構
高温試験機	Shimadzu AG-X	1	33,495,000	33,495,000	2012/4/27	(独) 物質・材料研究機構
多目的高温用Pt炉体 (消耗品)	Cat.No.2311 R102	1	630,000	630,000	2013/12/25	(独) 物質・材料研究機構

5. 研究成果の概要

国内の二酸化炭素排出量のうち約34%がエネルギー部門から、20%が運輸部門から排出されている。化石燃料の消費量を抑え、二酸化炭素の排出量を削減するためには、火力発電、航空機のジェットエンジンなど燃焼機関の燃焼効率向上が必要不可欠である。燃焼効率向上(空気/燃料比率の向上)のため、これまで、燃焼機関に使われる耐熱材料の耐熱温度の上昇、耐熱材料の軽量化の二つの方法が行われてきた。しかし、耐熱温度の上昇や軽量化には限界があり、燃焼効率をさらに向上させるためには新たな取り組みが必要となっている。新たな取り組みの一つに、発電機やジェットエンジンの主機関であるタービン内の動的部材を高温形状記憶合金により制御する方法が提案されている。これにより、差堂システムの軽量化が可能となり、さらなる燃焼効率の向上が期待される。そこで、温度に応じて動的部材を動的に適正な位置に戻すようなクリアランスコントロールが重要となってくる。そのためには、温度を感知して変位を制御する材料が有効であるが、高温下で使用可能な変位制御材料は未だ開発されていない。本研究では、燃焼効率をあげるため、新たな、第三の取り組みの鍵となる、同素変態を利用し、高温で作動する温度感知型変位制御用材料の設計を行う。

そこで、変態温度が500°C以上であるTiPdおよびTiPt合金に着目し、高温形状記憶合金の形状回復向上のための因子を検討し、高温形状記憶合金開発を行った。具体的には、第4から第10族までの元素を系統的に添加し、変態温度、形状回復、各相における強度、変態歪み、繰り返し特性について調べた。これらの系統的な実験から、形状回復向上に有効な元素を見いだした。形状回復向上に有効な元素を添加した合金に、さらに変態温度向上のため、第4元素の添加を行い、トレーニングによる繰り返し特性向上を目指した。その結果、トレーニングにより仕事量が増大し、形状記憶合金が安定して動作することがわかった。さらに、これらの特性向上が、トレーニング中の組織変化により引き起こされることも明らかとなった。これらのことから400-600°Cの温度範囲で、安定して動作する合金を開発することができた。

課題番号	GR094
------	-------

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名 (下段英語表記)	タービン燃焼効率改善のための高温用温度感知型変位制御材料の設計
	Design of high temperature shape memory alloys to improve combustion efficiency of Turbine
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	独立行政法人物質・材料研究機構・環境・エネルギー材料部門先進高温材料ユニット構造機能融合材料グループ・グループリーダー
	National Institute for Materials Science・Environment and Energy Materials Division High Temperature Materials Unit Functional Structure Materials・Group Leader
氏名 (下段英語表記)	御手洗 容子
	Yoko Yamabe-Mitarai

研究成果の概要

(和文):

高温形状記憶合金の設計指針を確立するために、マルテンサイト変態が高温で起こるTiPd、TiPt化合物に、第三元素を系統的に添加し、相変態、力学特性への元素添加の効果を明らかにした。添加元素により、形状記憶合金の作動温度を決めるマルテンサイト変態温度を変化することができ、400-1100°Cで動作可能な候補合金を見いだした。また、固溶強化の効果にすぐれ、形状回復を阻害する析出物の生成を抑制する元素が、大きな形状回復を示すことが明らかとなった。さらに、10回まで安定に動作する合金を見いだした。以上により、高温形状記憶合金の設計指針を確立するとともに、数回の動作であれば、十分使用可能な合金を開発することができた。

(英文):

To establish design of high temperature shape memory alloys, the effect of alloying element on phase transformation and mechanical properties was investigated for TiPd and TiPt compounds whose martensitic transformation temperatures are high. Martensitic transformation temperature, which decides application temperature of shape memory alloy was changed by addition of an element. Candidate alloys whose transformation temperatures are between 400 and 1100 °C were

様式21

found. Some alloys had large shape recovery strain due to large solid solution hardening effect and suppression of detrimental precipitates by alloying element. We also found some alloys was stable during ten thermal cyclic test. In this study, alloy design was successfully established and new alloys which can survive at least ten thermal cyclic test were developed.

1. 執行金額 92,290,156 円
(うち、直接経費 70,990,156 円、間接経費 21,300,000 円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

3. 研究目的

国内の二酸化炭素排出量のうち約 34%がエネルギー部門から、20%が運輸部門から排出されている。化石燃料の消費量を抑え、二酸化炭素の排出量を削減するためには、火力発電、航空機のジェットエンジンなど燃焼機関の燃焼効率向上が必要不可欠である。燃焼効率向上(空気/燃料比率の向上)のため、これまで、燃焼機関に使われる耐熱材料の耐熱温度の上昇が試みられてきた。しかし、耐熱温度の上昇には限界があり、燃焼効率をさらに向上させるためには新たな設計指針が必要となっている。

新たな設計の候補として、発電機やジェットエンジンの主機関である圧縮機やタービン等高温部内の動的部材を、温度を感知して変位する高温形状記憶合金を用いて作動させるという案がある。これにより、これまで油圧システムなど、複雑で重量のあるシステムを使っていた部位が、軽量でメンテナンスが比較的楽な形状記憶合金に置き換えられるため、燃焼機関の軽量化につながる。軽量化も燃焼効率向上には効果的な方法である。しかし、現時点では、高温下で使用可能な高温形状記憶合金がない。そこで、本研究では、高温における形状記憶効果発現に有効な因子を解明し、400-600℃で作動する高温形状記憶合金の設計指針を確立することを目的とする。

4. 研究計画・方法

通常の金属材料は、外力を加えると変形前の形に戻らないが、同素変態であるマルテンサイト変態を起こす金属間化合物は、変形しても変態点以上に加熱、あるいは外力の除荷により、元の形状に回復する性質を持つ。このような性質を持つ材料としては、TiNi が知られており、広い分野で実用化されている。しかし TiNi は変態点が低いため、100℃程度までしか使用することができず、高温で変態する合金の開発が求められている。そこで、高い変態点を示す材料として TiPd, TiPt に着目した。これらの化合物に対して、ターゲットとする変態温度範囲、適切な歪回復量を得られる添加元素を明らかにする。

まず、アーク溶解法により様々第三元素を添加した合金インゴットを作製し、変態温度、歪み回復量、高温強度、変態時の体積変化を調べ、ターゲットの変態温度範囲、適切な歪み回復量が得られる添加元素をスクリーニングする。これにより、高温で形状回復するために必要な因子や傾向を明らかにす

る。

プロジェクト後半では、可能性のある化合物に対して、一定荷重下で温度を変態点以上に上昇させ、再び室温まで下降させる熱サイクル試験を行い、仕事量と繰り返し特性を評価する。さらに、後方電子散乱法(EBSD)により、繰り返し試験前後の組織変化を観察することにより、効果的な形状回復を導く組織についても検討する。以上により、高温形状記憶合金の設計指針を確立する。

5. 研究成果・波及効果

適切な変態温度、形状回復を示す第三元素のスクリーニングを周期律表の4族から6族の元素を対象に系統的に行った。その結果、形状回復量は4族>5族>6族の順に小さくなり、4族の元素が最も大きな回復量を示すことが明らかとなった。4族の元素について組成依存性を詳細に調べたところ、100%の回復を示す組成を見いだした。添加元素種や組成による形状回復量の違いは、元素添加によるマルテンサイト相と母相の強化、マルテンサイト再配列応力の低下、および変態温度以上に加熱したときに生成する析出物の生成温度の違いによることを明らかにした。特に6族元素を添加すると、形状回復を阻害する析出物が生成しやすくなることをつきとめた。

さらに第4元素の添加により、各相の強度を高いレベルに保ったまま、変態温度を上昇させることに成功し、400°Cから1100°Cの温度範囲で形状回復が可能な合金を見いだした。強度向上に寄与する元素、変態温度向上に寄与する元素など、各元素の役割を明確にし、合金設計指針を確立した。

また、高温で温度サイクル試験を行うための機械試験装置を新たに設計、設置した。非接触式二次元画像解析により、これまで難しかった高温での正確な歪み測定が可能となった。この装置を用いて、温度サイクル試験により、形状回復による仕事量を測定した。開発合金の仕事量は、今まで開発されている合金の仕事量よりも大きな値を示すことが見いだされた。(図1)

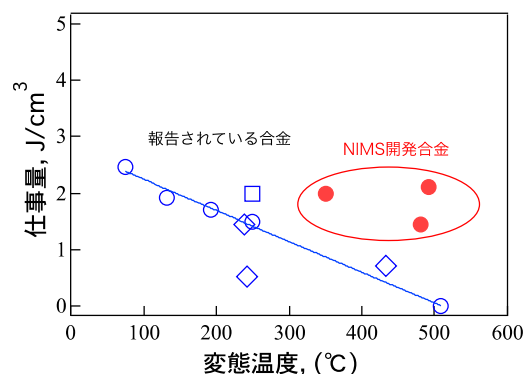


図1 変態温度に対する仕事量の比較

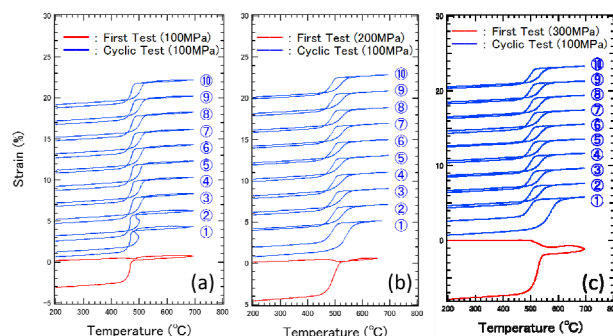


図2 温度繰り返し特性

TiPd 合金に第三元素を添加した合金について、一定荷重下で、温度を室温から変態温度以上まで上昇させ、再び室温までさげる、熱サイクル試験を施すことにより、繰り返し特性の評価を行った。その結果、安定した繰り返し特性を示し、かつ大きな仕事量を示す添加元素が明らかとなった。これらの元素は、合金の固溶強化に有効であり、かつ、形状回復を妨げる析出物の生成を抑える効果

があることが明らかとなった。図 2 は、TiPd 合金の熱サイクル試験の結果を示す。1サイクル目は大きな塑性歪みを示すが、2回目以降は、塑性歪みが 0.5%以下に抑えられ、10回まで安定した繰返特性を示した。熱サイクル試験前後の組織を比較したところ、熱サイクル試験前は、マルテンサイトバリエーションがランダムに生成していたが、熱サイクル後の組織は、001 方向にそろったバリエーションが生成した。これは圧縮方向に最も歪みを緩和し、塑性歪みの導入を最小限にして大きな変態歪みを与える方向であることから、このような組織変化が優れた繰返特性につながるということが明らかとなった。

以上により、本研究では、高温形状記憶合金の特性向上に有効な元素の探索と、その機構を解明することにより、高温形状記憶合金の設計指針を確立した。

本研究により、高温で少なくとも 10 回までは動作が可能な合金が開発されたため、数回の動作で十分な場所に応用が可能である。また、本研究で得られた設計指針を元に、高温形状記憶合金開発が加速する効果が期待される。

6. 研究発表等

雑誌論文 計 17 件	<p>(掲載済み一査読有り) 計 17 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A. Wadood, H. Hosoda, Y. Yamabe-Mitarai, Phase transformation, oxidation and shape memory properties of Ti-50Au-10Zr alloy for high temperature application, <i>J. Alloy and Comp.</i>, 595 (2014) 200-205. 2. R. Arockiakumar, M. Takahashi, S. Takahashi, Y. Yamabe-Mitarai, X-ray diffraction studies on Ti-Pd shape memory alloys, <i>Thermec 2013</i>, 783-786, (2014) 2517-2522. 3. Y. Yamabe-Mitarai, A. Wadood, R. Arockiakumar, T. Hara, M. Takahashi, S. Takahashi, H. Hosoda, High-temperature shape memory alloys based on Ti-Platinum group metals compounds, <i>Thermec 2013</i>, 783-786 (2014) 2541-2545. 4. Y. Yamabe-Mitarai, T. Hara, T. Kitashima, S. Miura, H. Hosoda, Composition dependence of phase transformation behavior and shape memory effect of Ti(Pt, Ir), <i>J. Alloy and Compounds</i>, 577S (2013), S399-S403 5. R. Arockiakumar, M. Takahashi, S. Takahashi, Y. Yamabe-Mitarai, Microstructure, mechanical and shape memory properties of Ti-55Pd-5x (x=Zr, Hf, V, Nb) alloys, <i>Mat. Sci. Eng. A</i>, 585 (2013) 85-93. 6. A. Wadood, Y. Yamabe-Mitarai, Recent research developments related to near-equiatomic TiPt alloys for high-temperature (above 800 degree C) applications, <i>Platinum Metals Review</i>, 58, 2, (2013) 61-67. 7. A. Wadood, M. Takahashi, S. Takahashi, H. Hosoda, Y. Yamabe-Mitarai, High-temperature mechanical and shape memory properties of TiPt-Zr and TiPt-Ru alloys, <i>Mater. Sci. Eng. A</i>, 564 (2013) 34-41. 8. A. Wadood, T. Inamura, Y. Yamabe-Mitarai, H. Hosoda, Strengthening of Ti-6Cr-3Sn alloy through β grain refinement, α phase precipitation and resulting effects on shape memory properties, <i>Mater. Sci. Eng. A</i>, 559 (2013) 829-835. 9. 御手洗容子、「チタン基化合物の高温形状記憶合金としての可能性」、<i>チタン誌</i>, 61, 4 (2013) 318-323. 10. A. Wadood, M. Takahashi, S. Takahashi, H. Hosoda, Y. Yamabe-Mitarai, Improvement of mechanical and shape memory properties of Ti-50Pt high temperature shape memory alloys by addition of group IV elements, <i>TMS 2013</i>, (2013), 949-958. 11. A. Wadood, M. Takahashi, S. Takahashi, H. Hosoda, Y. Yamabe-Mitarai, Improvement of mechanical and shape memory properties of Ti-50Pt high temperature shape memory alloys by addition of group VI elements, <i>proceeding of TMS 2013</i> (2013) 949-958. 12. M. Kawakita, M. Takahashi, S. Takahashi, Y. Yamabe-Mitarai, Effect of Zr on phase transformation and high-temperature shape memory effect in TiPd alloys, <i>Mater. Letter</i>, 89 (2012), 336-338. http://dx.doi.org/10.1016/j.matlet.2012.07.104 13. Y. Yamabe-Mitarai, T. Hara, M. Phasha, P. Ngoepe, H. Chikwanda, Phase transformation and crystal structure of IrTi, <i>Intermetallics</i>, 31 (2012) 26-33. 10.1016/j.intermet.2012.05.016 14. Y. Yamabe-Mitarai, T. Hara, T. Kitashima, S. Miura, H. Hosoda, Composition dependence of phase transformation behavior and shape memory effect of Ti(Pt, Ir), <i>J. Alloy and Compounds</i>, (2012), doi:10.1016/j.jallcom.2012.02.136 15. K. Maweja, M. Phashaa, Y. Yamabe-Mitarai, Alloying and microstructural changes in platinum-titanium milled and annealed powders, <i>J. Alloy and Compounds</i>, 523 (2012), 167-175 16. Y. Yamabe-Mitarai, T. Hara, S. Miura, H. Hosoda, Phase transformation and shape memory effect of Ti(Pt, Ir), <i>Metall. Trans. A</i>, 43A (2012) 2901-2911, 10.1007/s11661-011-0954-y. 17. 御手洗容子、「高温形状記憶合金」, <i>金属</i>, 82, 6 (2012) 19-25.
----------------	--

	<p>(掲載済みー査読無し) 計 0 件</p> <p>(未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 38 件</p>	<p>専門家向け 計 37 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 御手洗容子、R. Arockiakumar, 原徹、高橋円、高橋聡、細田秀樹、TiPd 高温形状記憶合金の形状記憶特性と温度サイクル繰返特性、日本金属学会 (2014) 3 月 23 日、東京 2. A. Wadood, M. Takahashi, S. Takahashi, H. Hosoda, Y. Yamabe-Mitarai, Ti-Au and Ti-Pthigh temperature shape memory alloys, IBCAST , (2014) 1 月 14 日、パキスタン 3. P. Zywicki, D. H. Ping, H. Garbacz, Y. Yamabe-Mitarai, K. J. Kurzydłowski, phase transformation and twinning in a beta-type Ti-30Nb-3Pd alloy, Thermec 2013 (2013) 12 月4日、アメリカ. 4. R. Arockiakumar, M. Takahashi, S. Takahashi, Y. Yamabe-Mitarai, Microstructure and shape memory properties of Ti-Pd based ternary alloys, Thermec 2013 (2013) 12 月 5 日、アメリカ. 5. R. Arockiakumar, M. Takahashi, S. Takahashi, Y. Yamabe-Mitarai, X-ray diffraction studies on Ti-Pd shape memory alloys, Thermec 2013 (2013) 12 月4日、アメリカ 6. Y. Yamabe-Mitarai, A. Wadood, R. Arockiakumar, T. Hara, M. Takahashi, S. Takahashi, H. Hosoda, High- temperature shape memory alloys based on Ti-Platinum group metals compounds, Thermec 2013, (2013) 12 月5日、アメリカ. 7. A. Wadood, H. Hosoda, Y. Yamabe-Mitarai, TiAu Based Shape Memory Alloys for High Temperature Application, Thermec 2013 (2013) 12 月 5 日、アメリカ 8. R. Arockiakumar, S. Takahashi, M. Takahashi, Y. Yamabe-Mitarai, High temperature shape memory properties of Ti-50Pd-2.5Hf-2.5Zr, ISAJ symposium (2013) 10 月 11 日、東京. 9. 御手洗容子、R. Arockiakumar, 原徹、高橋円、高橋聡、細田秀樹、8族減を添加した TiPd 合金の相変態と形状記憶特性、日本金属学会 (2013) 9 月 18 日、金沢 10. R. Arockiakumar, Y. Ya,abe-Mitarai, M. Takahashi, S. Takahashi, Isobarack thermal cycling of Ti-50Pd-5Z shape memory alloy; effect of twinning、日本金属学会(2013)9 月 18 日、金沢 11. A. Wadood, H. Hosoda, Y. Yamabe-Mitarai, TiAu-based high temperature shape memory alloys, 日本金属学会 (2013) 9 月18日、金沢 12. Y. Yamabe-Mitarai, Recent development of high temperature shape memory alloys, TICMS (2013) 8 月 30 日、つくば. 13. A. Wadood, H. Hosoda, Y. Yamabe-Mitarai, Thermo-mechanical and shape memory properties of TiAu-Zr and Ti-Au-Ag high temperature shape memory alloys, TICMS (2013) 8 月 30 日、つくば. 14. P. Żywicki, D.H. Ping, H. Garbacz, Y. Yamabe-Mitarai, K. J. Kurzydłowski: The stress-induced alpha” martensite at the surface layer in beta-type Ti alloys, TICMS (2013) 8 月 30 日、つくば. 15. R. Arockiakumar, S. Takahashi, M. Takahashi, Y. Yamabe-Mitarai, Mechanical and shape memory properties of hot worked Ti-Pd-based alloys, TICMS (2013) 8 月 30 日、つくば. 16. 御手洗容子、R. Arockiakumar, 原徹、高橋円、高橋聡、細田秀樹、TiPdZr 合金の形状記憶特性、日本金属学会春期大会(2013)3 月 27 日東京理科大学 17. A. Wadood, M. Takahashi, S. Takahashi, H. Hosoda, Y. Yamabe-Mitaraim High temperature shape memory effect and oxidation behavior of Ti-Au-Zr alloy, 日本金属学会春期大会(2013)3 月 27 日東京理科大学 18. R. Arockiakumar, Y. Yamabe-Mitarai, M. Takahashi, s. Takahashi, Effect of

	<p>Pd content on phase stability and shape memory behavior of Ti-Pd-5x (x=Zr, Hf, V, Nb) shape memory alloys, 日本金属学会春期大会(2013)3月27日東京理科大学</p> <p>19. Y. Yamabe-Mitarai, R. Arockiakumar, T. Hara, M. Kawakita, M. Takahashi, s. Takahashi, H. Hosoda, Effect of alloy composition on the phase transformation and the shape memory behavior of TiPd alloys, TMS 2013 (2013)3月5日, San Antonio, USA</p> <p>20. R. Arockiakumar, H. Maheswari, M. Kawakita, M. Takahashi, S. Takahashi, Y. Yamabe-Mitarai, Effect of alloying and hot rolling on the shape memory behavior of Ti-Pd alloys, TMS 2013 (2013)3月5日, San Antonio, USA</p> <p>21. A. Wadood, M. Takahashi, S. Takahashi, H. Hosoda, Y. Yamabe-Mitarai, Improvement of mechanical and shape memory properties of ti-50Pt high temperature shape memory alloys by addition of group IV elements, TMS 2013 (2013)3月5日, San Antonio, USA</p> <p>22. H. Shim, T. Kawamura, M. Tahara, T. Inamura, K. Goto, H. Kanetaka, Y. Yamabe-Mitarai, H. Hosoda, Effect of Cr addition on phase transformation of AuTi and AuTiCo shape memory alloys, TMS 2013 (2013)3月5日, San Antonio, USA</p> <p>23. A. Wadood, M. Takahashi, S. Takahashi, H. Hosoda, Y. Yamabe-Mitarai, TiPt based shape memory alloys for high temperature materials applications, IBCAST, (2013) 1月9日 パキスタン</p> <p>24. Y. Yamabe-Mitarai, Ti base functional and structural materials -high temperature use-, 3rd Workshop on Joint Graduate Program between WUT and NIMS, (2012) 10月16日 Warsaw</p> <p>25. Y. Yamabe-Mitarai, A. Wadood, R. Arockiakumar, M. Takahashi, S. Takahashi, H. Hosoda, Potential of TiPt and TiPd as high-temperature shape memory alloys, Energy Materials conference 2012 (2012) 10月18日 イギリス</p> <p>26. R. Arockiakumar, H. Maheswari, M. Kawakita, M. Takahashi, s. Takahashi, Y. Yamabe-Mitarai, Phase transformation behavior of Ti-Pd based ternary shape memory alloys, India- Japan symposium 2012, (2012) 9月21日東京</p> <p>27. 御手洗容子、原徹、川喜多磨美子、高橋円、高橋聡、細田秀樹、TiPdZr における相変態と形状記憶効果の合金組成依存性、日本金属学会秋期大会(2012)9月18日愛媛大学</p> <p>28. A. Wadood, Y. Yamabe-Mitarai, T. Inamura, H. Hosoda, Analyzing Ti-Cr and Ti-Pt based alloys for room to high temperature applications, 日本金属学会秋期大会(2012)9月18日愛媛大学</p> <p>29. R. Arockiakumar, H. Maheswari, M. Kawakita, Y. Yamabe-Mitarai, M. Takahashi, S. Takahashi, Effects of group IVBm VB and VIB transition elements on the shape memory behavior of Ti-Pd alloys, 日本金属学会秋期大会(2012)9月18日愛媛大学</p> <p>30. 沈炫甫、田原正樹、稲邑朋也、細田秀樹、金高弘、御手洗容子、後藤研滋、AuTi 高温形状記憶合金の変態温度と機械的性質に及ぼす時効の影響、日本金属学会秋期大会(2012)9月18日愛媛大学</p> <p>31. Y. Yamabe-Mitarai, High temperature shape memory alloys, NIMS conference (2012) 7月5日、つくば</p> <p>32. TiPt base High Temperature shape memory alloys, Y. Yamabe-Mitarai, T. Hara, T. Kitashima, S. Miura, and H. Hosoda: Ti 2012, Beijing, China, 6月20日から6月23日</p> <p>33. 高温形状記憶合金、御手洗容子、川喜多磨美子、高橋聡、高橋円、iSM シンポジウム、つくば、11月21日から22日</p> <p>34. IrTiにおける相変態と構造変化、御手洗容子、原徹、Maje Phasha, Hilda Chikwanda, 日本金属学会、沖縄、2011年11月6日から8日</p> <p>35. TiPd のマルテンサイト変態温度と形状記憶特性に対する Hf・Zr の効果、川喜多磨美子、高橋聡、高橋円、御手洗容子、日本金属学会、沖縄、2011年11月6</p>
--	--

	<p>日から 8 日</p> <p>36. Composition dependence of phase transformation behavior and shape memory effect of TiPt, Y. Yamabe-Mitarai, T. Hara, T. Kitashima, S. Miura, and H. Hosoda ICOMAT-2011, Osaka, 9 月5日から 9 月 9 日</p> <p>37. High temperature shape memory alloys, Y. Yamabe-Mitarai, T. Hara, S. Miura, and H. Hosoda, South Africa-Japan workshop, Cape Town, South Africa, 9 月 12 日から 9 月 13 日</p> <p>一般向け 計 1 件</p> <p>1. 御手洗容子, Ti 合金の高温への応用の可能性、チタノミックス研究会 2014 年 2 月 24 日、豊橋</p>
図 書	
計 0 件	
産 業 財 産 権 出 願・取 得 状 況	<p>(取得済み) 計 1 件</p> <p>高温形状記憶合金及びその製造方法: 発明者:御手洗容子、川喜多磨美子、平徳海、原徹、高橋聡、高橋円 権利者:独立行政法人物質・材料研究機構 出願番号:PCT/JP2012/067988 出願日:平成 24 年 7 月 13 日 国内・国外の別:国外</p> <p>(出願中) 計 2 件</p> <p>1. 平成 25 年 2 月 7 日ワドウド アブドゥル、御手洗容子 特願 2013-021948、TiAu 形状記憶合金</p> <p>2. 平成 24 年 9 月 14 日ワドウド アブドゥル、御手洗容子高橋円、高橋聡、特願 2012-203383、TiPt系高温形状記憶合金及びその製造方法</p>
計 3 件	
Web ペー ジ (URL)	<p>http://www.nims.go.jp/group/g_functional-structure-materials/index.html NIMS 公式 HP</p> <p>http://www.nims.go.jp/units/high-temp-mat-u/function-structure-mat-g/ グループ HP</p>
国 民 と の 科 学・技 術 対 話 の 実 施 状 況	<p>1. NIMS 一般公開にてポスター発表および簡易実験講座:2012 年 4 月、2013 年 4 月</p> <p>2. 東北大オープンキャンパスにて高校生向け講座:2012 年 7 月 30 日 HP にてビデオ公開</p> <p>3. NIMS ちびっこ博士にて小学生向け実験講座開催(小中学生対象 90 名):2011 年 8 月 24 日、2012 年 8 月 23 日</p> <p>4. アメリカンスクール高校生向け実験講座開催:2012 年 9 月</p> <p>5. 最先端・次世代プログラム研究者が語る 公開講座 グリーン・ライフイノベーションへの材料研究最前線 にて一般向け講座開催:2012 年 10 月 27 日 HP にてビデオ公開 御手洗容子、吉見享祐、細田秀樹、中野貴由、国民との対話のための公開講演会「グリーン・ライフイノベーションへの材料研究最前線」を開催して、まてりあ, 52, 1, (2013) 32-35.</p> <p>6. 女子中高生夏の学校 にてポスター発表、2011 年 8 月 11 日、土木学会、中高生対象、50 名 2013 年 8 月 10 日、女性教育会館、中高生対象、50 名</p>
新 聞・一 般 雑 誌 等 掲 載	<p>日刊工業新聞 2012 年 12 月 3 日 1 面「物材機構が高温形状記憶合金」</p>
計 1 件	

様式21

その他	
-----	--

7. その他特記事項