

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	水素化物に隠された物性と機能性－水素の存在状態の根源的探求からエネルギーデバイス実証へ
研究機関・部局・職名	東北大学・原子分子材料科学高等研究機構・教授
氏名	折茂 慎一

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成25年5月30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	98,563,360	98,563,360	0	98,563,360	98,563,360	0	0
間接経費	29,569,008	29,569,008	0	29,569,008	29,569,008	0	0
合計	128,132,368	128,132,368	0	128,132,368	128,132,368	0	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	122,325	22,381,117	22,030,154	8,825,231	53,358,827
旅費	0	3,361,090	5,720,055	717,926	9,799,071
謝金・人件費等	0	10,047,603	19,199,976	1,561,912	30,809,491
その他	105,000	2,885,454	1,329,799	275,718	4,595,971
直接経費計	227,325	38,675,264	48,279,984	11,380,787	98,563,360
間接経費計	60,000	9,551,235	14,335,862	5,621,911	29,569,008
合計	287,325	48,226,499	62,615,846	17,002,698	128,132,368

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
ハイパフォーマンス・コンピュータ 1式	HPCシステム 構築 HPC5000- Z800(3.46H/2-48G)-	1	1,071,840	1,071,840	2011/6/29	東北大学
排気セット 1式	アルバック機工(株)製 VPT-050	1	674,006	674,006	2011/7/21	東北大学
デジタルマイクロSCOPE 一式	株式会社エヌ製VHX- 1000SP1459	1	4,980,570	4,980,570	2011/9/12	東北大学
カーボンコート基本モデル (親水化機能付) 1台	メイワフォーシス(株)製 CADE-E/BSC	1	1,491,000	1,491,000	2012/2/1	東北大学
超小型真空アーク溶解装置 一式	日新技研(株)製 NEV-AD03型B型	1	3,780,000	3,780,000	2012/2/14	東北大学
ボールミル容器 10セット	ウメク社製C符号 2(C-2) NPT1/8なし	1	840,000	840,000	2012/3/21	東北大学
高圧・高温X線回折測定セル 一式	(株)スイス連邦材料 試験研究所製	1	6,015,000	6,015,000	2013/2/21	東北大学
180TON高圧合成装置 一式	(株)ティーアフリ製 TRYCA180P-CTF010	1	11,959,500	11,959,500	2013/2/26	東北大学
フォーカシングミラー Cu用 一式	(株)PANalytical社製 9430 031 52631	1	3,724,875	3,724,875	2013/4/18	東北大学
マルチポテンシオスタット 一式	(株)東方技研製 PS-08	1	2,292,675	2,292,675	2013/4/30	東北大学
ハイパフォーマンス・コンピューター 一式	HPCシステムズ(株)製 HPC5000-XS216R2S- SIP(2.9M20-8/2-64G-CLV)	1	1,450,000	1,450,000	2013/5/20	東北大学

5. 研究成果の概要

水素化物中での水素の存在状態に関わる根源的探究を進めることで、「水素を貯める」や「イオンを動かす」などの性質を高めた新しい水素化物を合成するとともに、エネルギーデバイスとしての有効性を実証しました。本研究によって、燃料電池や二次電池、超伝導などの応用分野での水素化物の研究開発が進み、環境対応車の社会普及、次世代蓄電・送電システムの技術革新、さらにはエネルギー・環境関連産業での材料開発競争力の強化と新たな研究シーズの創出、などの波及効果が期待できます。

課題番号

GRO08

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)	水素化物に隠された物性と機能性 –水素の存在状態の根源的探求からエネルギーデバイス実証へ
	Discovering Properties of Hydrides –from Basic Research on Hydrogen States to Energy-Device Demonstrations
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	東北大学・原子分子材料科学高等研究機構・教授
	Tohoku University・ WPI Advanced Institute for Materials Research (AIMR)・Professor
氏名 (下段英語表記)	折茂 慎一
	Shin-ichi ORIMO

研究成果の概要

(和文):

水素化物中での水素の存在状態に関わる根源的探究を進めることで、「水素を貯める」や「イオンを動かす」などの性質を高めた新しい水素化物を合成するとともに、エネルギーデバイスとしての有効性を実証しました。本研究によって、燃料電池や二次電池、超伝導などの応用分野での水素化物の研究開発が進み、環境対応車の社会普及、次世代蓄電・送電システムの技術革新、さらにはエネルギー・環境関連産業での材料開発競争力の強化と新たな研究シーズの創出、などの波及効果が期待できます。

(英文):

By conducting basic researches on bonding states of hydrogen in hydrides, we synthesized novel hydrides with superior properties for “hydrogen storage” and “ion conduction”, and furthermore, demonstrated the validity of these hydrides for energy-device applications. The outputs of the present study will contribute to the advanced R&D on next generation environmental-friendly vehicles and electricity storage/transmission systems, and also will lead to revitalization/strengthening of international competitiveness of energy- and environment- related industries, as well as to create new seeds of the related researches.

様式21

1. 執行金額 128,132,368 円
(うち、直接経費 98,563,360 円、 間接経費 29,569,008 円)

2. 研究実施期間 平成 23 年 2 月 10 日～平成 25 年 5 月 30 日

3. 研究目的

グリーン・イノベーションの推進に不可欠な「再生可能エネルギーやその高効率変換・貯蔵・輸送」に関わる研究開発を加速するために、世界に先駆けて提唱した“水素ダイアグラム(水素の地図)”を用いて、水素化物に隠された物性と機能性を引き出すことを狙う。具体的には以下の課題Ⅰ～Ⅲを設定した。

課題Ⅰ 水素の存在状態の混在性と外場による変化の解明

典型例としてマンガンを含むラーベス相構造をベースとした水素化物を合成し、水素圧力や温度などの外場により誘起される水素の存在状態の変化を、ラボX線回折測定やラマン分光測定、中性子回折測定や高輝度X線回折/XAFS測定、さらに理論・シミュレーションも含めた原子・電子構造解析により評価する。また、マンガン以外の多様な遷移金属を含むラーベス相構造、およびラーベス相構造以外の結晶構造をベースとした水素化物に関しても同様な評価を進める。

課題Ⅱ-i) 高機能水素化物の創製:存在状態が変化することで水素密度が高まる水素化物

採択時の指摘事項①「テーマの絞込みを意識した柔軟な推進」への対策の観点から、本項目を重点的に実施する。また指摘事項②「基礎研究-開発研究-実用化のシナリオ作成、および各ステージでの技術課題の抽出と具体的・定量的な目標の設定」の観点から、「(存在状態の変化に伴う)水素高密度化の促進」を基礎研究ステージでの技術課題として抽出し、その高密度化割合に関して、a)1-1.3 倍程度(23 年度)、b)1.3-1.7 倍程度(24 年度)、c)1.7-2 倍以上(25 年度)、の目標を設定する。

課題Ⅱ-ii) 高機能水素化物の創製:リチウムや水素などがイオン伝導する水素化物

上述の指摘事項①の観点から本項目は広域的な視野で実施する。具体的な材料系として、リチウムや資源性の観点から重要なナトリウム、さらに水素を含む多様な錯イオンに注目した錯体水素化物を合成し、外場によるイオン伝導性の向上に関する研究を進める。

課題Ⅱ-iii) 高機能水素化物の創製:水素間距離が近接した水素化物

指摘事項①の観点から本項目も広域的な視野で実施する。具体的な材料系として遷移金属を含むペロブスカイト水素化物を合成し、外場による水素化物形成機構や物性に関する研究などを進める。

課題Ⅲ エネルギーデバイスとしての原理実証

上述の基礎研究ステージに続く開発研究(初期)ステージとして「可逆的な水素高密度化の促進」を技術課題として抽出するとともに、特に社会的に注目度が高い「(リチウム高速イオン伝導を示す錯体水素化物を固体電解質として用いた)新たな全固体リチウムイオン二次電池の開発」を目指したエネルギーデバイスとしての原理実証を進める。

4. 研究計画・方法

以下に申請段階での全体研究計画を示す。実際は、採択時の指摘事項①「テーマの絞込みを意識した柔軟な推進」への対策の観点から、特に課題Ⅱ-i) 存在状態が変化することで水素密度が高まる水素化物を重点的に実施した。さらに、全体研究計画および課題Ⅱ-i)に関する具体的・定量的な目標は、予定以上のエフォートで補助事業の実施に集中したため、ほぼ一年間先行して達成することができた(点線の部分は24年度内に実施)。

	22年度	23年度	24年度	25年度
課題Ⅰ. 水素の存在状態の混在性と外場による変化の解明		—————	—————	—————
課題Ⅱ. 高機能水素化物の創製	{ 存在状態が多段変化… i) 複数イオンが高速伝導… ii) 水素間距離が近接… iii)	—————	—————	—————
		—————	—————	—————
		—————	—————	—————
課題Ⅲ. エネルギーデバイスとしての原理実証		{ i) ————— ii) ————— iii) —————	—————	—————

また実施体制の概要を以下にまとめる。

- ・ 研究代表者は、自己責任での研究遂行(計画・実行(特に研究協力者とともに水素化物中での水素の存在状態の変化の解析を主に担当)・進捗評価)と成果発信に務める。
⇒ 結果として、本補助事業期間中、雑誌論文 24 報(すべて査読あり(うち、未掲載 3 報))、会議発表 70 回(うち、専門家向け 64 回・一般向け 6 回)、知的財産権 6 件(うち、出願中 4 件(公表分 2 件と非公表分 2 件)・手続き中 2 件)、新聞・一般雑誌等への掲載 9 件、国民との科学・技術対話の累積実施件数 15 件、の成果発信。
- ・ 研究部門スタッフは、材料合成から評価・解析に至る全面的な協力体制で本研究に臨む(博士研究員および研究支援員を採用)。
- ・ 研究協力者(国内)とともに、J-PARC 設置の中性子全散乱装置や SPring-8 設置の高輝度 X 線回折/XAFS 測定装置などを利用した実験と、理論・シミュレーションとを有機的に融合することで、外場により誘起される水素の存在状態の変化を解明する。特に錯体水素化物の原子・電子構造解析に関しては、研究協力者(海外)との共同研究も実施する。
- ・ 複数の関連企業や研究機関とともに、高密度水素貯蔵デバイスを中心とした研究成果の応用化や社会普及に向けた検討を進める。

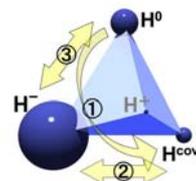
5. 研究成果・波及効果

何れの課題に関しても、当初の目的・目標を十分に達成した。

課題Ⅰ 水素の存在状態の混在性と外場による変化の解明

課題Ⅱ-i) 高機能水素化物の創製: 存在状態が変化することで水素密度が高まる水素化物

(1) マンガンを含む水素化物に対して外場としての水素圧力を高め、水素の存在状態を中性原子に近い状態から水素が高密度化した共有結合状態に変化させることに成功した。右図の水素ダイアグラムにおける H^0 から $H^{cov.}$ への変化①に対応する。

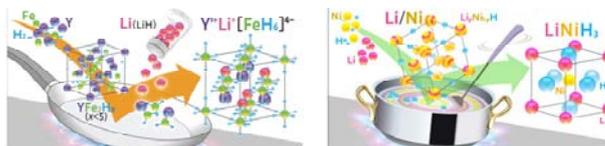


(2) 特に水素化温度が423Kの場合には、水素圧力が50気圧以下でもこの変化が進行した。この水素圧力は従来報告されていた1700気圧と比較すると1/30以下と非常に低く、水素化物中の水素の高密度化(すなわち、燃料電池用水素貯蔵材料における水素量の増大やそれにとまなう燃料電池利用時間の向上)を実現するための新たな材料開発指針として極めて重要である。

(3) マンガンを含む水素化物に対して鉄などを添加することで、上述の変化①が制御・促進できることも実証した。この結果は、「課題Ⅲ-i) 高密度水素貯蔵デバイスとして利用するための原理実証(技術課題は「可逆的な水素高密度化の促進」)」としても拡張することができた。

(4) ニッケルなどを含む水素化物に関する共同研究によって、変化②および③の可能性も示唆された。これは下記(5)の新規ペロブスカイト水素化物の合成に発展した。

国民との科学・技術対話などで用いた新規錯体水素化物(図左)および新規ペロブスカイト水素化物(図右)の形成機構の模式図。



課題Ⅱ-iii) 高機能水素化物の創製: 水素間距離が近接した水素化物

(5) 水素ダイアグラムの観点に基づいた材料設計を進めることで、新規ペロブスカイト水素化物 $LiNiH_3$ の合成に成功し、その安定化要因を含む形成機構を実験・理論計算の両面から詳細に解明した。ペロブスカイト水素化物は水素貯蔵材料としての機能性に加えて、ペロブスカイト酸化物と同様の超伝導などの多様な物性・機能性が期待されているが、これまで合成報告は限定されていた。今回の合成と形成機構の解明によりペロブスカイト水素化物の設計・開発指針が得られるので、今後の関連研究が大いに加速されることになる。(ブレイクスルーと呼べる特記すべき研究成果として平成25年3月7日にプレスリリース。)

課題Ⅱ-ii) 高機能水素化物の創製: リチウムや水素などがイオン伝導する水素化物

課題Ⅲ エネルギーデバイスとしての原理実証

(6) $LiBH_4$ におけるリチウム高速イオン伝導と水素を含む錯イオンのダイナミクスとの相関を解明した。さらに、 $LiAlH_4$ や $NaAlH_4$ などでは錯イオンにおける水素の数の増大に応じて、リチウムやナトリウムのイオン伝導性が向上することも見出した。

(7) 2種類の異なる錯イオン($[\text{BH}_4]^-$ と $[\text{NH}_2]^-$)を含む新規錯体水素化物を合成してナトリウムイオン伝導性を系統的に解析した結果、ナトリウム高速イオン伝導を示し、しかも電気化学的にも安定な新規錯体水素化物 $\text{Na}_2(\text{BH}_4)(\text{NH}_2)$ の合成にも成功した。この成果は、ポスト・リチウムイオン二次電池の候補としての全固体ナトリウムイオン二次電池にも応用できると期待される。(ブレイクスルーと呼べる特記すべき研究成果として平成24年5月15日にプレスリリース。)

(8) リチウム高速イオン伝導を示す錯体水素化物を固体電解質として用いた全固体リチウムイオン二次電池を設計し、全固体二次電池として作動することを実証するとともに、産学応用を目指した企業との共同研究を開始した。

「関連する研究分野における研究成果の具体的な寄与」の観点からの波及効果：

燃料電池・水素関連材料や二次電池材料、超伝導材料などの再生可能エネルギーやその高効率変換・貯蔵・輸送に関わる材料の高性能化はグリーン・イノベーションの推進において不可欠であり、新たな科学的知見に立脚した革新的技術・材料の研究開発指針の確立が強く望まれていた。水素ダイアグラムの概念に基づいて、存在状態の変化により水素密度が高まる水素化物の研究を実施することで、燃料電池用水素貯蔵材料における貯蔵量の増大(すなわち燃料電池利用時間の向上)、さらに水素放出温度の低温化や可逆的な高密度化の促進などを実現するための新たな材料開発指針を提起することができた。また、リチウム高速イオン伝導を示す錯体水素化物を用いた新たな全固体リチウムイオン二次電池の技術的フィジビリティやポスト・リチウムイオン電池の候補となる全固体ナトリウムイオン二次電池への展開に先鞭をつけることができた。さらに、水素貯蔵や超伝導などの多様な物性・機能性が期待されるペロブスカイト水素化物の合成とその安定化要因を含む形成機構の解明によりペロブスカイト水素化物の設計・開発指針が得られたので、今後の関連研究が大いに加速されることになる。

「研究成果の社会的、経済的課題の解決への具体的な貢献」の観点からの波及効果：

自動車用・定置用燃料電池の社会普及のためには、水素を高密度で安全に貯蔵し供給する材料(あるいはシステム)の開発が不可欠である。また、電気自動車やプラグインハイブリッド自動車、スマートグリッドなどにおける本格的な使用が予想されるリチウムイオン二次電池に関しては、その安全性確保に向けた全固体化、さらにはリチウムより資源性に優れるナトリウムを用いた全固体二次電池の開発が重要である。燃料電池・水素関連材料や二次電池材料、超伝導材料などに関わる本補助事業での研究成果、すなわち、水素ダイアグラムに基づく研究アプローチや水素密度を高めた水素化物、リチウム・ナトリウム高速イオン伝導性を示し、しかも電気化学的にも安定な水素化物、そして酸化物と同様の多様な物性・機能性の発現が期待されている水素化物などの研究開発が今後も進むことで、環境対応車の社会普及、次世代蓄電・送電システムの技術革新、さらにはエネルギー・環境関連産業での材料開発競争力の強化と新たなシーズや雇用の創出などに貢献できる。

6. 研究発表等

雑誌論文	(掲載済み－査読有り) 計 21 件
計 24 件	<p>Motoaki Matsuo, Kazutoshi Miwa, Satoshi Semboshi, Hai-Wen Li, Mika Kano, Shin-ichi Orimo, “First-principles studies of complex hydride YMn_2H_6 and its synthesis from metal hydride $YMn_2H_{4.5}$”, Applied Physics Letters, 98 (2011) 9221908-1-3. ISSN: 0003-6951, DOI: 10.1063/1.3597363</p> <p>Tamio Ikeshoji, Eiji Tsuchida, Tetsuya Morishita, Kazutaka Ikeda, Motoaki Matsuo, Yoshiyuki Kawazoe, Shin-ichi Orimo, “Fast-ionic conductivity of Li^+ in $LiBH_4$”, Physical Review B, 83 (2011) 144301-1-5. ISSN: 1098-0121, DOI: 10.1103/PhysRevB.83.144301</p> <p>Yigang Yan, Hai-Wen Li, Hideki Maekawa, Kazutoshi Miwa, Shin-ichi Towata, Shin-ichi Orimo, “Formation of intermediate compound $Li_2B_{12}H_{12}$ during the dehydrogenation process of the $LiBH_4$-MgH_2 system”, The Journal of Physical Chemistry C, 115 (2011) 19419-19423. ISSN: 1932-7447, DOI: 10.1021/jp205450c</p> <p>Pascal Martelli, Arndt Remhof, Andreas Borgschulte, Ralf Ackermann, Thierry Strässle, Jan Peter Embs, Matthias Ernst, Motoaki Matsuo, Shin-ichi Orimo, Andreas Züttel, “Rotational motion in $LiBH_4/LiI$ solid solutions”, The Journal of Physical Chemistry A, 115 (2011) 5329-5334. ISSN: 1089-5639, DOI: 10.1021/jp201372b</p> <p>Shin-ya Ayukawa, Kazutaka Ikeda, Masatsune Kato, Takashi Noji, Shin-ichi Orimo, Yoji Koike, “Synthesis and specific heat of $CaPdH_{3-6}$ with the perovskite structure”, Journal of Physical Society of Japan, 81 (2012) 034704-1-5. ISSN: 0031-9015, DOI: 10.1143/JPSJ.81.034704</p> <p>Hiroyuki Oguchi, Motoaki Matsuo, Shingo Kuromoto, Hiroki Kuwano, Shin-ichi Orimo, “Sodium-ion conduction in complex hydrides $NaAlH_4$ and Na_3AlH_6”, Journal of Applied Physics, 111 (2012) 036102-1-3. ISSN: 0021-8979, DOI: 10.1063/1.3681362</p> <p>Andreas Borgschulte, Martin O. Jones, Elsa Callini, Benjamin Probst, Suhnsuke Kato, Andreas Züttel, William I.F. David, Shin-ichi Orimo, “Surface and bulk reactions in borohydrides and amides”, Energy and Environmental Science, 5 (2012) 6823-6832. ISSN:1754-5692, DOI: 10.1039/c2ee02975h</p> <p>Mika Kano, Takashi Ito, Motoaki Matsuo, Shigeyuki Takagi, Satoshi Semboshi, Shin-ichi Orimo, “Synthesis and structural investigation of metal hydride $Y(Mn_{1-x}Fe_x)_2H_y$ ($x \leq 0.3$, $4.0 \leq y \leq 4.5$) and complex hydride $Y(Mn_{1-x}Fe_x)_2H_6$”, Key Engineering Materials, 508 (2012) 310-314. ISSN: 1662-9795, DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.508.310</p> <p>Shigeyuki Takagi, Kazutoshi Miwa, Tamio Ikeshoji, Motoaki Matsuo, Mika Kano, Shin-ichi Orimo, “Theoretical investigation of Fe substitution for Mn in complex hydride YMn_2H_6”, Applied Physics Letters, 100 (2012) 21908-1-3. ISSN: 0003-6951, DOI: 10.1063/1.3675913</p> <p>Motoaki Matsuo, Daiju Matsumura, Yasuo Nishihata, Guanqiao Li, Nao Hiyama, Shigeyuki Takagi, Shin-ichi Orimo, “Experimental studies of complex hydride YMn_2H_6 on formation kinetics and X-ray absorption fine</p>

<p>structure analyses”, Applied Physics Letters, 100 (2012) 044101–1–3. ISSN: 0003–6951, DOI: 10.1063/1.3678032</p> <p>Motoaki Matsuo, Shingo Kuromoto, Toyoto Sato, Hiroyuki Oguchi, Hideki Maekawa, Hitoshi Takamura, Shin-ichi Orimo, “Sodium ionic conduction in complex hydrides with $(\text{BH}_4)^-$ and $(\text{NH}_2)^-$ anions”, Applied Physics Letters, 100 (2012) 203904–1–4, ISSN: 0003–6951, DOI: 10.1063/1.4716021</p> <p>Keisuke Tomiyasu, Toyoto Sato, kazumasa Horigane, Shin-ichi Orimo, Kazuyoshi Yamada, “Hydrogen release from Li alanates originates in molecular lattice instability emerging at ~ 100 K”, Applied Physics Letters, 100 (2012) 193901–1–3, ISSN: 0003–6951, DOI: 10.1063/1.4712053</p> <p>Kazuyoshi Tatsumi, Syunsuke Muto, Kazutaka Ikeda, Shin-ichi Orimo “Chemical bonding of AlH_3 hydride by $\text{Al-L}_{2,3}$ electron energy-loss spectra and first-principles calculations”, Materials, 5 (2012) 566–574, ISSN: 0003–6951, DOI: 10.3390/ma5040566</p> <p>Yigang Yan, Arndt Remhof, Son-Jong Hwang, Hai-Wen Li, Philippe Mauron, Shin-ichi Orimo, Andreas Züttel “Pressure and temperature dependence of the decomposition pathway of LiBH_4”, Physical Chemistry Chemical Physics, 14 (2012) 6514–6519, ISSN: 1463–9076, DOI: 10.1039/c2cp40131b</p> <p>Kuniaki Takahashi, Kazuto Hattori, Toshihiro Yamazaki, Kazunori Takada, Motoaki Matsuo, Shin-ichi Orimo, Hideki Maekawa, Hitoshi Takamura, “All-solid-state lithium battery with LiBH_4 solid electrolyte”, Journal of Power Sources, 226 (2013) 61–64, ISSN: 0378–7753, DOI: 10.1016/j.jpowsour.2012.10.079</p> <p>Motoaki Matsuo, Hiroyuki Saitoh, Akihiko Machida, Ryutaro Sato, Shigeyuki Takagi, Kazutoshi Miwa, Tetsu Watanuki, Yoshinori Katayama, Katsutoshi Aoki, Shin-ichi Orimo “Formation of an Fe–H complex anion in YFe_2: Adjustment of imbalanced charge by using additional Li as an electron donor”, RSC Advances, 3 (2013) 1013–1016, ISSN: 2046–2069, DOI: 10.1039/C2RA22497F</p> <p>Dadi Sveinbjornsson, Jon Steinar Gardarsson Myrdal, Didier Blanchard, Janet Jonna Bentzen, Takumi Hirata, Mogens Bjerg Mogensen, Poul Norby, Shin-ichi Orimo, Tejs Vegge, “Effect of heat treatment on the lithium ion conduction of the LiBH_4–LiI solid solution”, Journal of Physical Chemistry C, 117 (2013) 3249–3257, ISSN: 1932–7447, DOI: 10.1021/jp310050g</p> <p>Ryutaro Sato, Hiroyuki Saitoh, Naruki Endo, Shigeyuki Takagi, Motoaki Matsuo, Katsutoshi Aoki, Shin-ichi Orimo, “Formation process of perovskite-type hydride LiNiH_3: <i>In situ</i> synchrotron radiation X-ray diffraction study”, Applied Physics Letters, 102 (2013) 091901–1–4, ISSN: 0003–6951, DOI: 10.1063/1.4794067</p> <p>Shigeyuki Takagi, Hiroyuki Saitoh, Naruki Endo, Ryutaro Sato, Tamio Ikeshoji, Motoaki Matsuo, Kazutoshi Miwa, Katsutoshi Aoki, Shin-ichi Orimo, “Density-functional study of perovskite-type hydride LiNiH_3 and its synthesis: Mechanism for formation of metallic perovskite”, Physical Review B, 87 (2013) 125134–1–6, ISSN: 1098–0121, DOI: 10.1103/PhysRevB.87.125134</p>
--

	<p>Kazutoshi Miwa, Shigeyuki Takagi, Motoaki Matsuo, Shin-ichi Orimo, “Thermodynamical stability of complex transition metal hydrides M_2FeH_6”, Journal of Physical Chemistry C, 117 (2013) 8014–8019, ISSN: 1932–7447, DOI: 10.1021/jp3122159</p> <p>Guanqiao Li, Motoaki Matsuo, Stefano Deledda, Ryutarō Sato, Bjørn C. Hauback, Shin-ichi Orimo, “Dehydriding property of $LiBH_4$ combined with Mg_2FeH_6”, Materials Transactions, 54 (2013) 1532–1534, ISSN: 1345–9678, DOI: 10.2320/matertrans.M2013145</p> <p><u>(掲載済み一査読無し) 計 0 件</u></p> <p><u>(未掲載) 計 3 件</u></p> <p>Motoaki Matsuo, Hiroyuki Oguchi, Toyoto Sato, Hitoshi Takamura, Eiji Tsuchida, Tamio Ikeshoji, Shin-ichi Orimo, “Sodium and magnesium ionic conduction in complex hydrides”, Journal of Alloys and Compounds, in press.</p> <p>Shigeyuki Takagi, Kazutoshi Miwa, Tamio Ikeshoji, Ryutarō Sato, Motoaki Matsuo, Katsutoshi Aoki, Shin-ichi Orimo, “Hexavalent hydrogen complex in Mg_3CrH_6 and Y_2CrH_6: Geometrical and electronic structures”, Journal of Alloys and Compounds, in press.</p> <p>Hai-Wen Li, Etsuo Akiba, Shin-ichi Orimo “Comparative study on the reversibility of pure metal borohydrides”, Journal of Alloys and Compounds, in press.</p>
<p>会議発表</p> <p>計 70 件</p>	<p><u>専門家向け 計 64 件</u></p> <p>折茂慎一, “エネルギー利用を目指した錯体水素化物の機能設計”(依頼講演) 名古屋(名城大学), 2011年2月23日 環境調和型水素製造システムにおける生成と吸蔵貯蔵の一体化研究会.</p> <p>折茂慎一, “Stability and dynamics of metal borohydrides for energy applications” (招待講演), 仙台(仙台国際センター), 2011年3月9日-10日, 東北大学グローバルCOEプログラム/ International Workshop on WATER DYNAMICS.</p> <p>折茂慎一, “Hydrogen storage and ion conductivity in complex hydrides”(招待講演), カンクン(メキシコ), 2011年5月16日-20日, International Conference on Muon Spin Rotation, Relaxation and Resonance.</p> <p>折茂慎一, “Hydrogen storage and ionics in complex hydrides”(招待講演), マンチェスター(イギリス), 2011年7月4日-7日, International Conference on Materials Chemistry.</p> <p>松尾元彰, 折茂慎一, “錯体水素化物のリチウム高速イオン伝導機能”(招待講演), 仙台, 2011年8月22日-23日, 水素量子アトムクス研究会(企画者のひとりとして参画).</p>

<p>折茂慎一, “Materials tailoring on “complex hydride” for energy applications” (招待講演), 京都, 2011年9月18日-19日, International Symposium on Renewable Energy & Materials Tailoring.</p> <p>折茂慎一, “Lithium ionics in complex hydrides: Review and prospects” (招待講演), 上海(中国), 2011年10月16日-21日, International Union of Pure and Applied Chemistry.</p> <p>李関喬, 桧山奈央, 松尾元彰, 狩野みか, 高木成幸, 千星聡, 折茂慎一, “Synthesis and characterizations of complex hydride YMn_2H_6”, 上海(中国), 2011年10月16日-21日, International Union of Pure and Applied Chemistry.</p> <p>折茂慎一, “Advanced complex hydrides for energy applications” (招待講演), 大連(中国), 2011年10月19日-26日, Low Carbon Earth Summit.</p> <p>高橋邦彰, 服部和人, 山崎敏広, 高村仁, 折茂慎一, 松尾元彰, 高田和典, 前川英己, “水素化物固体電解質 $LiBH_4$ を用いた全固体リチウム二次電池の試作”, 那覇, 2011年11月7日-9日, 日本金属学会秋期大会.</p> <p>池庄司民夫, 土田英二, 森下徹也, 池田一貫, 松尾元彰, 川添良幸, 折茂慎一, “$LiBH_4$ における高速 Li イオン伝導機構と Li 金属との界面挙動”, 那覇, 2011年11月7日-9日, 日本金属学会秋期大会.</p> <p>黒本晋吾, 松尾元彰, 折茂慎一, 大口裕之, 前川英己, 高村仁, “B-H系および N-H系 錯体水素化物でのナトリウムイオン伝導”, 那覇, 2011年11月7日-9日, 日本金属学会秋期大会.</p> <p>松尾元彰, 狩野みか, 高木成幸, 千星聡, 折茂慎一, 三輪和利, 松村大樹, 西畑保雄, “金属水素化物-錯体水素化物の遷移を利用した水素の高密度化”, 那覇, 2011年11月7日-9日, 日本金属学会秋期大会.</p> <p>三輪和利, 松尾元彰, 折茂慎一, “錯体水素化物 YMn_2H_6 に対する第一原理計算”, 那覇, 2011年11月7日-9日, 日本金属学会秋期大会.</p> <p>高木成幸, 松尾元彰, 狩野みか, 池庄司民夫, 折茂慎一, 三輪和利, “錯体水素化物 YMn_2H_6 における置換効果の理論的考察”, 那覇, 2011年11月7日-9日, 日本金属学会秋期大会.</p> <p>高村仁, 黒沼洋太, 松尾元彰, 折茂慎一, 前川英己, “岩塩型構造を有する $LiBH_4$ のリチウムイオン伝導特性”, 那覇, 2011年11月7日-9日, 日本金属学会秋期大会.</p> <p>桧山奈央, 李関喬, 松尾元彰, 狩野みか, 高木成幸, 千星聡, 折茂慎一, 三輪和利,</p>
--

<p>松村大樹, 西畑保雄, “マンガン-水素錯イオンの形成条件とその物性”, 那覇, 2011年11月7日-9日, 日本金属学会秋期大会.</p> <p>小野光遥, 伊藤宜司, 狩野みか, 高木成幸, 松尾元彰, 千星聡, 折茂慎一, “マンガン-水素錯イオンの形成条件に対する遷移金属の置換効果”, 那覇, 2011年11月7日-9日, 日本金属学会秋期大会.</p> <p>斉藤郁彦, 平田匠弥, 松尾元彰, 折茂慎一, 佐藤豊人, 大口裕之, 前川英己, 高村仁, “LiNH₂-LiI系錯体水素化物でのリチウム高速イオン伝導”, 那覇, 2011年11月7日-9日, 日本金属学会秋期大会.</p> <p>折茂慎一, “Complex hydrides for energy applications”, 仙台, 2011年12月1日-2日, GCOE, Int. Symposium on Advanced Synthesis and Processing Technology for Materials.</p> <p>狩野みか, 松尾元彰, 千星聡, 高木成幸, 李関喬, 折茂慎一, “Synthesis of complex hydrides, Y(Mn_{1-x}Fe_x)₂H₆ under low hydrogen pressure”, 仙台, 2011年12月1日-2日, GCOE, Int. Symposium on Advanced Synthesis and Processing Technology for Materials.</p> <p>鮎川晋也, 池田一貴, 加藤雅恒, 野地尚, 折茂慎一, 小池洋二, “Search for new superconductors in perovskite-type palladium hydrides”, 仙台, 2011年12月1日-2日, GCOE, Int. Symposium on Advanced Synthesis and Processing Technology for Materials.</p> <p>毛受正治, 森山聡子, 松尾元彰, 千星聡, 折茂慎一, “Cyclic hydrogenation and dehydrogenation property of impregnated lithium amide”, 仙台, 2011年12月1日-2日, GCOE, Int. Symposium on Advanced Synthesis and Processing Technology for Materials.</p> <p>松尾元彰, 折茂慎一, “Fast ionic conduction in complex hydrides”, Stoos(スイス), 2012年1月22日-27日, EMPA Symposium Hydrogen and Energy.</p> <p>折茂慎一, 李関喬, 桧山奈央, 松尾元彰, 狩野みか, 高木成幸, 千星聡, “Synthesis and characterizations of complex hydride YMn₂H₆”, Stoos(スイス), 2012年1月22日-27日, EMPA Symposium Hydrogen and Energy.</p> <p>折茂慎一, “Ionics in complex hydrides” (招待講演), 大阪, 2012年1月30日-31日, Workshop on Physics of Hydrogen in Materials.</p> <p>折茂慎一, “Complex hydrides for energy applications” (スピーカー), 京都, 2012年2月25日-28日,</p>

<p>科学技術振興機構(JST)日仏先端工学シンポジウム.</p> <p>鮎川晋也, 池田一貴, 加藤雅恒, 野地尚, 折茂慎一, 小池洋二, “ペロブスカイト型水素化物 $APdH_{3-\delta}$ (A=Ca, Sr) における超伝導発現の可能性”, 東京, 2012年3月15日-18日, 応用物理学関係連合講演会.</p> <p>池庄司民夫, 高木成幸, 松尾元彰, 川添良幸, 折茂慎一, “金属 固体電解質界面でのイオンの挙動 -Li $LiBH_4$ の第一原理分子動力学-”, 横浜, 2012年3月28日-30日, 日本金属学会春期大会.</p> <p>高木成幸, 狩野みか, 伊藤宜司, 池庄司民夫, 千星聡, 松尾元彰, 折茂慎一, 三輪和利, “錯体水素化物 YMn_2H_6 における 3d 遷移金属の置換効果”, 横浜, 2012年3月28日-30日, 日本金属学会春期大会.</p> <p>松村大樹, 西畑保雄, 松尾元彰, 李関喬, 桧山奈央, 千星聡, 折茂慎一, “錯体水素化物 YMn_2H_6 に対する X 線吸収分光での金属-水素結合直接観測”, 横浜, 2012年3月28日-30日, 日本金属学会春期大会.</p> <p>大口裕之, 松尾元彰, 黒本晋吾, 桑野博喜, 折茂慎一, “Al-H 系錯体水素化物のナトリウムイオン伝導”, 横浜, 2012年3月28日-30日, 日本金属学会春期大会.</p> <p>折茂慎一, “Transition between bonding states of hydrogen in hydrides” (招待講演), サンフランシスコ(アメリカ), 2012年4月9日-13日, 2012 MRS Spring Meeting & Exhibit, Symposium P: “Advanced Materials and Nanoframeworks for Hydrogen Storage and Carbon Capture”.</p> <p>折茂慎一, “Transition between bonding states of hydrogen in hydrides” (招待講演), チェジュ(韓国), 2012年4月22日-25日, The 2nd Asian Symposium on Hydrogen Storage Materials 2012.</p> <p>巽一徹, 武藤俊介, 池田一貴, 折茂慎一, “Chemical bonding of AlH_3 hydrogen storage material by electron energy loss spectroscopy and ab-initio calculation” (ポスター), 岐阜, 2012年5月9日-11日, The 3rd International Symposium on Advanced Microscopy and Theoretical Calculations (AMTC3).</p> <p>折茂慎一, “水素と水素化物に関わる物理・化学・工学の統合研究” (依頼講演), 東京 (科学技術振興機構 東京本部), 2012年5月21日, ナノテクノロジー・材料分野俯瞰ワークショップ(独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター(CRDS)).</p> <p>池庄司民夫, 土田英二, 森下徹也, 高木成幸, 松尾元彰, 川添良幸, 折茂慎一, “Solid ionic conductor and its interface with metal: First principles molecular dynamics” (ポスター), ワシントン(アメリカ), 2012年5月21日-25日, 11th Spring Meeting of the International Society of Electrochemistry.</p>

<p>折茂慎一, “Transition between bonding states of hydrogen in hydrides” (招待講演), キルケネス-トロンハイム(ノルウェー), 2012年6月14日-18日, Conference on Materials for Hydrogen Storage - Future Perspectives?.</p> <p>池庄司民夫, 土田英二, 森下徹也, 池田一貴, 松尾元彰, 川添良幸, 折茂慎一, “Fast Li-ion conductor: How the ions move in solid electrolyte LiBH_4” (口頭), 仙台, 2012年7月17日-20日, The 13th Asian Conference on Solid State Ionics (ACSSI-2012).</p> <p>松尾元彰, 大口弘之, 高村仁, 前川英己, 折茂慎一, “Fast ionic conduction in complex hydrides” (口頭), 仙台, 2012年7月17日-20日, The 13th Asian Conference on Solid State Ionics (ACSSI-2012).</p> <p>折茂慎一, “エネルギー利用を目指した水素化物の機能設計 -最先端・次世代研究開発支援プログラムでの取り組み-” (基調講演), 鳥取, 2012年8月9日-10日, 日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部講演大会.</p> <p>折茂慎一, “水素化物中での水素の結合状態の変化” (招待講演), つくば, 2012年8月20日-21日, 第10回 水素量子アトムクス研究会.</p> <p>巽一徹, 武藤俊介, 池田一貴, 折茂慎一, “Local chemical bonding state of Al in AlH_3 analyzed by $\text{Al-L}_{2,3}$ ELNES and first principles calculation” (ポスター), マンチェスター(イギリス), 2012年9月16日-21日, The 15th European Microscopy Congress.</p> <p>李関喬, 伊藤宜司, 狩野みか, 高木成幸, 松尾元彰, 折茂慎一, 三輪和利, “Mn-H系錯体水素化物での遷移金属による置換効果” (ポスター), 松山, 2012年9月17日-19日, 日本金属学会2012年秋期(第151回)大会.</p> <p>関大輔, 松尾元彰, 佐藤豊人, 折茂慎一, 大口裕之, 高村仁, “高速ナトリウムイオン伝導を示す新規錯体水素化物の創製” (ポスター), 松山, 2012年9月17日-19日, 日本金属学会2012年秋期(第151回)大会.</p> <p>松尾元彰, 佐藤龍太郎, 高木成幸, 青木勝敏, 折茂慎一, 齋藤寛之, 片山芳則, 松村大樹, 西畑保雄, 三輪和利, “新規 Fe-H系錯体水素化物の合成と物性評価” (口頭), 松山, 2012年9月17日-19日, 日本金属学会2012年秋期(第151回)大会.</p> <p>三輪和利, 高木成幸, 松尾元彰, 折茂慎一, “遷移金属錯体水素化物の熱力学的安定性” (口頭), 松山, 2012年9月17日-19日, 日本金属学会2012年秋期(第151回)大会.</p> <p>高木成幸, 池庄司民夫, 佐藤龍太郎, 青木勝敏, 松尾元彰, 折茂慎一, 三輪和利, “Cr-H系錯イオン形成に関する理論的考察” (口頭), 松山, 2012年9月17日-19日, 日本金属学会2012年秋期(第151回)大会.</p>
--

	<p>池庄司民夫, 土田英二, 松尾元彰, 折茂慎一, “マグネシウム系錯体水素化物における Mg^{2+} イオンの挙動—第一原理分子動力学シミュレーション” (口頭), 松山, 2012年9月17日-19日, 日本金属学会 2012年秋期(第151回)大会.</p> <p>池庄司民夫, 土田英二, 大谷実, 高木成幸, 松尾元彰, 折茂慎一, “Bias imposed interface between solid Li-ion conductor $LiBH_4$ and Li metal: First principles molecular dynamics simulations” (口頭), ホノルル(アメリカ), 2012年10月7日-12日, PRiME 2012.</p> <p>松尾元彰, 池庄司民夫, 大口弘之, 高村仁, Tejs Vegge, Arndt Remhof, Andreas Borgschulte, Andreas Züttel, 折茂慎一, “Ionics in complex hydrides” (招待講演), 京都, 2012年10月21日-26日, International Symposium on Metal-Hydrogen Systems 2012 (MH2012).</p> <p>李関喬, 松尾元彰, 松村大樹, 西畑保雄, 高木成幸, 三輪和利, 折茂慎一, “Synthesis and characterizations of YMn_2H_6” (ポスター), 京都, 2012年10月21日-26日, International Symposium on Metal-Hydrogen Systems 2012 (MH2012).</p> <p>池庄司民夫, 土田英二, 松尾元彰, 折茂慎一, “Fast ionic conduction in complex hydrides: First principles simulations” (ポスター), 京都, 2012年10月21日-26日, International Symposium on Metal-Hydrogen Systems 2012 (MH2012).</p> <p>松尾元彰, 大口弘之, 佐藤豊人, 高村仁, 池庄司民夫, 折茂慎一, “Sodium fast ionic conduction in complex hydrides” (ポスター), 京都, 2012年10月21日-26日, International Symposium on Metal-Hydrogen Systems 2012 (MH2012).</p> <p>高木成幸, 三輪和利, 池庄司民夫, 狩野みか, 松尾元彰, Guanyao Li, 折茂慎一, “Synthesis and compositional modifications of YMn_2H_6” (ポスター), 京都, 2012年10月21日-26日, International Symposium on Metal-Hydrogen Systems 2012 (MH2012).</p> <p>宮崎怜雄奈, 松尾元彰, 折茂慎一, 高村仁, “岩塩型 $LiBH_4$ の合成とリチウムイオン伝導特性” (口頭), 京都, 2012年12月3日-5日, 第38回固体イオニクス討論会.</p> <p>松尾元彰, Guanyao Li, 折茂慎一, Stefano Deledda, Björn C. Hauback, “ホウ素-鉄系錯体水素化物の合成と脱水素化特性” (口頭), 東京, 2013年3月27日-29日, 日本金属学会 2013年春期(第152回)大会.</p> <p>佐藤龍太郎, 高木成幸, 松尾元彰, 青木勝敏, 折茂慎一, 齋藤寛之, 遠藤成輝, “ペロブスカイト水素化物 $LiNiH_3$ の高温高圧下における形成過程” (口頭), 東京, 2013年3月27日-29日, 日本金属学会 2013年春期(第152回)大会.</p>
--	---

<p>高木成幸, 齋藤寛之, 遠藤成輝, 佐藤龍太郎, 松尾元彰, 三輪和利, 青木勝敏, 折茂慎一, “アルカリ金属-遷移金属系ペロブスカイト水素化物の合成と電子状態解析” (口頭), 東京, 2013年3月27日-29日, 日本金属学会 2013年春期(第152回)大会.</p> <p>栗田圭輔, 原山勲, 千東謙太, 関場大一郎, 原田慈久, 木内久雄, 酒井智香子, 尾嶋正治, 袖山慶太郎, 館山佳尚, 佐藤龍太郎, 松尾元彰, 折茂慎一, “Mg₂FeH₆の超高分解能軟X線発光分光” (口頭), 東京, 2013年3月27日-29日, 日本金属学会 2013年春期(第152回)大会.</p> <p>藤崎布美佳, 大友季哉, 池田一貴, 大下英敏, 鈴谷賢太郎, 折茂慎一, 松尾元彰, 佐藤豊人, 中村優美子, 榊浩司, 金子直勝, 瀬谷智洋, “高強度中性子全散乱装置NOVAによるTi添加したNaAlD₄水素吸蔵放出反応の<i>in-situ</i>中性子回折測定” (口頭), 東京, 2013年3月27日-29日, 日本金属学会 2013年春期(第152回)大会.</p> <p>佐藤豊人, 折茂慎一, 富安啓輔, 池田一貴, 大友季哉, 山田和芳, “LiAlD₄の40-300Kにおける局所構造変化” (口頭), 東京, 2013年3月27日-29日, 日本金属学会 2013年春期(第152回)大会.</p> <p>松村大樹, 西畑保雄, 松尾元彰, 高木成幸, 折茂慎一, “金属-水素結合直接観察によるYMn₂H₆への元素置換効果の解明” (口頭), 東京, 2013年3月27日-29日, 日本金属学会 2013年春期(第152回)大会.</p> <p>池庄司民夫, 大谷実, 森下徹也, 佐藤茂樹, 信原邦啓, 濱田幾太郎, 折茂慎一, “Ni-MH電池正極の第一原理分子動力学シミュレーション” (口頭), 東京, 2013年3月27日-29日, 日本金属学会 2013年春期(第152回)大会.</p> <p>一般向け 計6件</p> <p>折茂慎一, “水素ダイアグラムで探る水素化物に隠された物性と機能性” 東京(東京ビッグサイト), 2011年3月2日-4日 リードエグジビションジャパン / FC-EXPO(FCアカデミックフォーラム).</p> <p>折茂慎一, “水素ダイアグラムで探る水素化物に隠された物性と機能性”, 東京, 2011年2月29日-3月2日, FC-EXPO(FCアカデミックフォーラム).</p> <p>折茂慎一, “錯体水素化物YMn₂H₆のMnに対する置換効果の実験的考察”(研究室学生のポスター発表), “LiNH₂-LiI系錯体水素化物でのリチウム高速イオン伝導”(研究室学生のポスター発表), 仙台, 2011年3月5日, 東北大学研究所連携プロジェクト報告会(企画者のひとりとして参画).</p>

	<p>折茂慎一, “エネルギーデバイス応用を目指した錯体水素化物の機能設計”, 名古屋, 2012年3月21日, 名古屋大学グリーンモビリティ連携研究センター次世代自動車公開シンポジウム.</p> <p>折茂慎一, “エネルギー利用を目指した錯体水素化物の機能設計”(口頭), “新規 Cr-H 系錯イオン形成に関する理論的考察”(研究室員のポスター発表), “新規 Fe-H 系錯体水素化物の合成と物性評価”(研究室員のポスター発表), “高速ナトリウムイオン伝導を示す新規錯体水素化物の創製”(研究室学生のポスター発表), 仙台, 2013年2月5日, 東北大学研究所連携プロジェクト報告会(企画者のひとりとして参画).</p> <p>折茂慎一, “水素化物に隠された物性と機能性 -NEXT Program での最新の研究成果-”, 東京, 2013年2月27日-3月1日, FC-EXPO (FC アカデミックフォーラム).</p>
<p>図書</p> <p>計0件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得 状況</p> <p>計2件</p>	<p><u>(取得済み)</u> 計0件</p> <p><u>(出願中)</u> 計2件</p> <p>産業財産権の名称: 固体電解質、その製造方法、及びその固体電解質をそなえる二次電池 発明者: 折茂慎一, 松尾元彰, 黒本晋, 佐藤豊人, 大口裕之, 前川英己, 高村仁 (以上東北大学) 権利者: 国立大学法人東北大学 産業財産権の種類番号: 特願 2012-32575 出願日: 2012年2月17日(国内)</p> <p>産業財産権の名称: 固体電気二重層キャパシタ 発明者: 池庄司民夫, 松尾元彰, 折茂慎一 (以上東北大学), 大谷実, 土田英二 (以上産総研) 権利者: 国立大学法人東北大学, 独立行政法人産業技術総合研究所 産業財産権の種類番号: 特願 2012-57714 出願日: 2012年3月14日(国内)</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>http://www.hydrogen.imr.tohoku.ac.jp/</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p> <p>計15件</p>	<p><u>計15件</u></p> <p>FC-EXPO(FC アカデミックフォーラム)での口頭発表・ポスター展示, 2011年3月2日-4日, 東京(東京ビッグサイト), 口頭発表:約50名, ポスター展示:約500名, 水素・燃料電池に関心を持つ一般から関連技術者・研究者までを対象として、水素化物中の水素の多様な存在状態を体系的・一元的に捉える水素ダイアグラムなどについてわかりやすく紹介。</p> <p>「みやぎ県民大学」での研究紹介と科学・技術対話, 2011年8月26日, 仙台(金属材料研究所講堂), 一般(主に社会人), 約20名, 企画者のひとりとして参画して,“エネルギーとしての水素の秘密を探る”と題した研究内容に関する口頭説明とその後の質疑応答を含めた対話を実施した。</p>

	<p>宮城県工業高等学校の生徒・教員への研究紹介と科学・技術対話, 2011年10月13日, 仙台(金属材料研究所講堂), 一般(生徒・教員), 約50名, 研究所訪問で来所とした同高校生および引率教員への研究内容に関する口頭説明を実施した。この対話を契機として、2012年10月の宮城県工業高等学校教員への研修と科学・技術対話に至った。</p> <p>「第1回 NEXT セミナー」での研究紹介と科学・技術対話, 2011年11月23日, 千葉(千葉県立現代産業科学館), 一般(主に児童と保護者), 約20名, 企画者のひとりとして参画して、“水素で発電!”と題した研究内容に関する口頭説明と簡単な実験(小型燃料電池の組上げと水素による発電)を含めた対話を実施した。</p> <p>「市民公開講座 東北大ブランドの最先端・次世代材料を語る」での研究紹介と科学・技術対話, 2011年12月28日, 仙台(せんだいメディアテーク), 一般(主に社会人・学生), 約80名, 企画者のひとりとして参画して、“未来のエネルギー・水素をもっと身近に”と題した研究内容に関する口頭説明と実演(水素による発電)を含めた対話を実施した。</p> <p>「FC-EXPO(FC アカデミックフォーラム)」での口頭発表およびポスター展示, 2012年2月29日-3月2日, 東京(東京ビッグサイト), 一般および関連技術者・研究者 口頭発表:約50名, ポスター展示:約500名, 水素・燃料電池に関心を持つ一般から関連技術者・研究者までを対象として、口頭発表では水素化合物中の水素の多様な存在状態を体系的・一元的に捉える水素ダイアグラムなどについてわかりやすく紹介するとともに、ポスター発表では水素貯蔵材料やイオン伝導材料に関する最近の研究成果なども交えて対話を実施した。この対話を契機として、2012年に新たな産学共同研究を開始した。</p> <p>「東北大イノベーションフェア」でのポスター展示, 2012年3月15日, 東京(東京国際フォーラム), 一般および関連技術者・研究者, 約50名, 水素・燃料電池に関心を持つ一般から関連技術者・研究者までを対象として、水素貯蔵材料やイオン伝導材料に関する最近の研究成果なども交えて対話を実施した。</p> <p>「鶴岡南高校理数科進学予定者東北大学研修」での研究紹介と科学・技術対話, 2012年3月22日, 仙台(金属材料研究所セミナー室), 一般(生徒), 約10名, “未来のエネルギー・水素をもっと身近に”と題して、同高校生への研究内容に関する口頭説明と実演(水素による発電)を含めた対話を実施した。</p> <p>「第2回 NEXT セミナー」での科学・技術対話, 2012年6月2日, 室蘭(蘭市青少年科学館), 一般(主に児童と保護者), 約60名, 企画者のひとりとして参画して、“水素で発電!”と題した研究内容に関する口頭説明と簡単な実験(小型燃料電池の組上げと水素による発電)を含めた対話を実施した。実施の様子は、平成24年6月3日付の北海道新聞(朝刊)でも児童の写真などととも掲載された。</p> <p>「東北大市民公開講座「12夏 最先端・次世代材料の研究最前線」」での科学・技術対話, 2012年7月30日-31日, 仙台(東北大学大学院工学研究科), 一般(主に高校生), 約15名,</p>
--	--

	<p>企画者のひとりとして参画して、“未来のエネルギー・水素をもっと身近に”と題した研究内容に関する口頭説明と簡単な実験(小型燃料電池の組上げと水素による発電)、その後の質疑応答を含めた対話を実施した。</p> <p>「宮城県教育研修センター・工業教育技術研修」での科学・技術対話, 2012年10月4日, 仙台(金属材料研究所講堂), 一般(高校教員), 約10名, 宮城県工業高等学校教員(理科・技術系)に対して、研究内容に関する口頭説明と簡単な実験(小型燃料電池の組上げと水素による発電)を含めた対話を実施した。</p> <p>「エネ学教室」での科学・技術対話, 2012年11月4日, 千葉(千葉県立現代産業科学館), 一般(主に児童と保護者), 約70名, 2011年11月実施の「第1回 NEXT セミナー」が好評につき、再度同じ会場での実施を依頼されたもの。研究内容に関する口頭説明と簡単な実験(小型燃料電池の組上げと水素による発電)を含めた対話を実施した。</p> <p>「メッセナゴヤ 2012」でのポスター展示による科学・技術対話, 2012年11月7日-10日, 名古屋(ポートメッセなごや), 一般および関連技術者・研究者, 約200名, 水素・燃料電池に関心を持つ一般から関連技術者・研究者までを対象として、水素貯蔵材料やイオン伝導材料に関する最近の研究成果なども交えて対話を実施した。</p> <p>「第3回 NEXT セミナー」での科学・技術対話, 2012年11月16日-18日, 沖縄(沖縄こどもの国), 一般(主に児童と保護者), 約150名, 企画者のひとりとして参画して、“水素で発電!”と題した研究内容に関する口頭説明と簡単な実験(小型燃料電池の組上げと水素による発電)を含めた対話を実施した。</p> <p>「FC-EXPO(FC アカデミックフォーラム)」での口頭発表およびポスター展示, 2013年2月27日-3月1日, 東京(東京ビッグサイト), 一般および関連技術者・研究者 口頭発表:約50名, ポスター展示:約500名, 水素・燃料電池に関心を持つ一般から関連技術者・研究者までを対象として、口頭発表では水素化合物中の水素の多様な存在状態を体系的・一元的に捉える水素ダイアグラムなどについてわかりやすく紹介するとともに、ポスター発表では水素貯蔵材料やイオン伝導材料に関する最近の研究成果なども交えて対話を実施した。</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載 計9件</p>	<p>計9件</p> <p>2012年5月17日 化学工業日報 8面, 「室温で高速ナトリウムイオン電導 錯体水素化合物を合成」</p> <p>2012年5月25日 日経産業新聞 10面, 「全固体電池材料を開発 ナトリウム中心の化合物」</p> <p>2012年6月1日 科学新聞 4面, 「次世代蓄電池の有力候補 東北大金属研の研究グループ 新たな錯体水素化合物合成」</p> <p>2012年6月3日 北海道新聞(朝刊), 「最先端の科学に興味津々 小中学生60人が燃料電池の実験 室蘭でセミナー」</p> <p>2013年3月12日 化学工業日報 9面, 「ペロブスカイト型水素化合物 東北大など合成に成功」</p>

	<p>2013年3月12日 日刊工業新聞 28面, 「水素貯蔵材の形成解明 東北大など 化合物の開発指針に」</p> <p>2013年3月12日 電波新聞 3面, 「ペロブスカイト型水素化物 形成機構初めて解明」</p> <p>2013年3月13日 日経産業新聞 5面, 「2次・燃料、両方に 東北大など 電池向け物質開発」</p> <p>2013年3月29日 科学新聞 1面, 「ペロブスカイト型水素化物の形成機構を解明 東北大・原子力機構が世界初」</p>
その他	

7. その他特記事項

平成23年3月25日～27日

東日本大震災のため中止された日本金属学会(東京(東京都市大学)で予定)にて、功績賞受賞講演ならびにシンポジウム基調講演として本研究課題の研究内容・進捗状況を報告予定でした。これらに関する講演概要は同学会講演概要集(ISSN 1342-5730)に掲載されています。

2012年4月17日

本プログラムに関連した研究業績も含めまして、**平成24年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術(研究部門)を受賞**しました。(業績名: 錯体水素化物の合成とエネルギー関連機能に関する研究)

2012年5月13日

古川元久国家戦略担当・内閣府特命担当大臣(経済財政政策, 科学技術政策)(当時)が折茂研究室を視察されました。視察の様子は2012年5月14日付の河北新報に写真付きで掲載されました。

2012年6月30日

折茂研究室の研究アクティビティーが河北新報・特集記事で紹介されました。(特集記事名: 加速 北の拠点-トヨタ東日本誕生へ 未来の技術 開発本格化)

2012年8月19日

平野博文文部科学大臣(当時)が折茂研究室を視察されました。