



水素貯蔵材料先端基盤研究事業 (事後評価)

(2007年度～2011年度 5年間)
プロジェクトの概要 (公開)

NEDO
新エネルギー部
2012年7月30日

【公開】

1

水素貯蔵材料先端基盤研究事業



【報告の流れ】

プロジェクトの概要説明

- I. 事業の位置づけ・必要性
- II. 研究開発マネジメント
- III. 研究開発成果 (概要)
- IV. 実用化の見通し (概要)

プロジェクトの詳細説明

研究開発成果・実用化の見通しについて

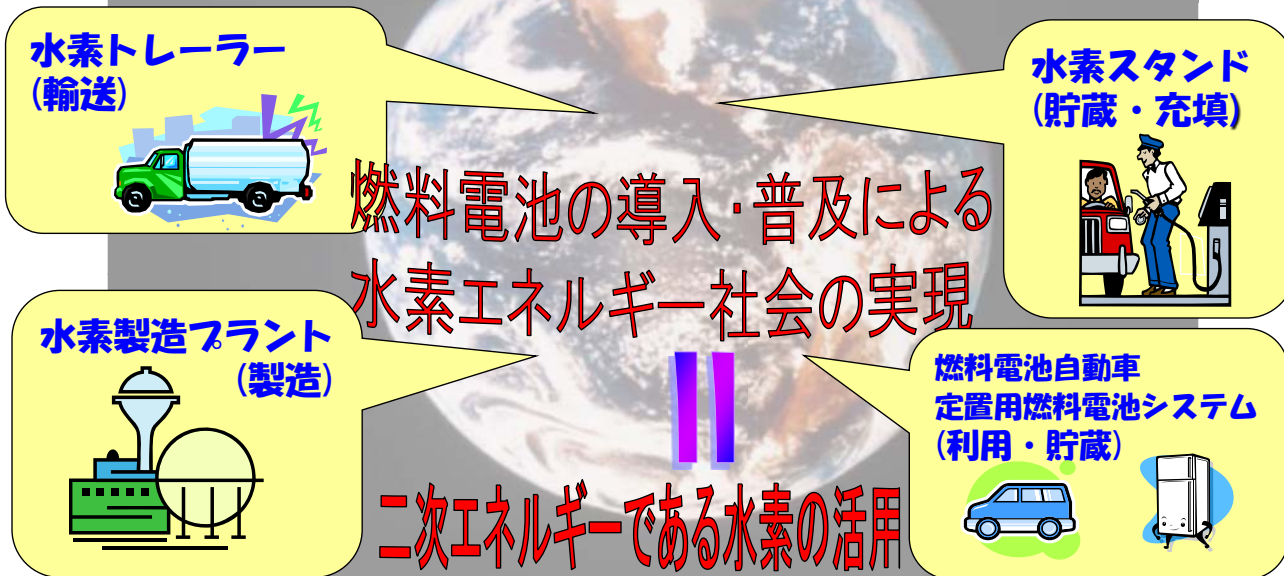
1. プロジェクト全体
2. 金属系材料の基礎研究
3. 非金属系材料の基礎研究
4. 中性子実験装置による水素貯蔵材料に関する共通基盤研究
5. 水素と材料の相互作用の実験的解明
6. 計算科学的手法に基づく水素貯蔵材料の特性評価とメカニズム解明に関する研究
7. 実用化の見通し

【公開】

2

水素エネルギー社会実現の意義

- ☆我が国のエネルギー供給の安定化・効率化
- ☆CO₂排出量の削減
- ☆都市部等地域環境問題(例 NO_x、粒子状物質等)の解決



「燃料電池」はエネルギー政策上、重要な技術分野と位置付け

【関連する政策等】

新・国家エネルギー戦略	2006年5月	・燃料電池を基幹技術として位置付け ・石炭ガス化燃料電池複合発電を総合資源戦略として位置付け
Cool-Earth エネルギー革新技術計画	2008年3月	・燃料電池をCO ₂ 排出量の大幅削減を可能とする革新技術として選定
環境エネルギー技術革新計画	2008年5月	・燃料電池を低炭素社会実現に必要な技術と位置付け
低炭素社会づくり行動計画	2008年7月	・2020～2030年に定置用燃料電池を本格普及を目指す
エネルギー基本計画	2010年6月	・燃料電池普及による天然ガスシフトを推進 ・FCV等の低コスト化技術開発を推進 ・供給インフラ整備に向けた規制適正化の為の安全性の検証や技術開発を推進
新成長戦略	2010年6月	・日本がイニシアティブを取り、国際標準化を推進

燃料電池自動車(FCV)、定置用燃料電池、水素製造・輸送・貯蔵技術を重点的に取り組むべきエネルギー革新技術に選定

【Cool Earth—エネルギー革新技術 技術開発ロードマップ】



エネルギーイノベーションプログラムの一環として実施

【エネルギーイノベーションプログラム】

- ・資源の乏しい我が国は、革新的なエネルギー技術の開発、導入普及により、次世代型のエネルギー利用社会の構築が不可欠。
- ・政府が長期を見据えた技術進展の方向性を示し、官民が共有することで長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能。

- エネルギーイノベーションプログラムの5つの柱
- ① 総合エネルギー効率の向上
 - ② 運輸部門の燃料多様化
 - ③ 新エネルギー等の開発・導入促進
 - ④ 原子力等利用の促進とその大前提となる安全の確保
 - ⑤ 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

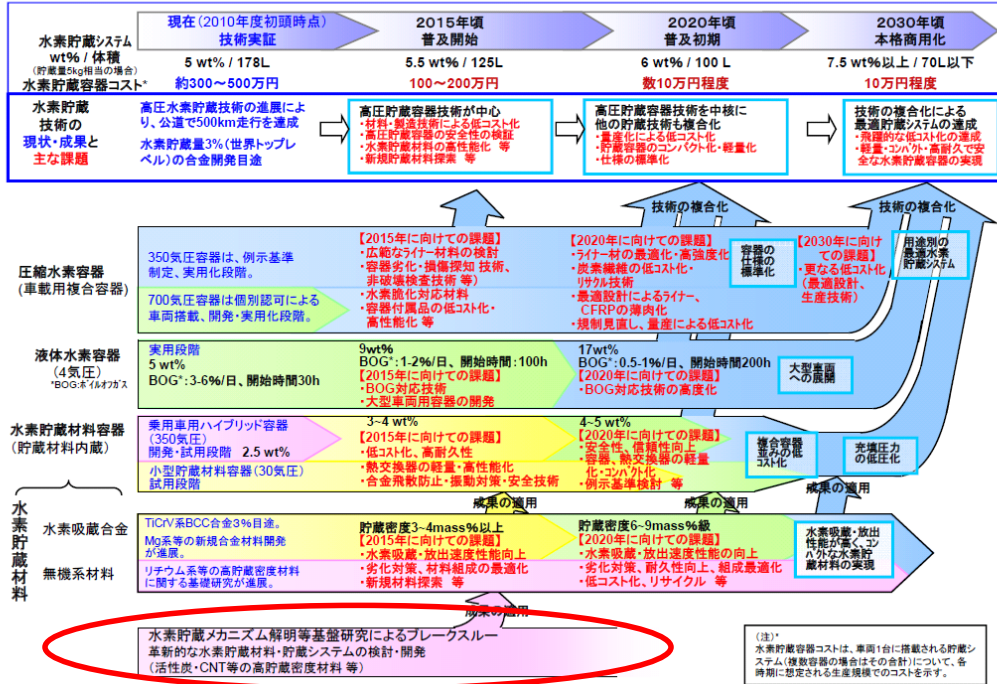
本事業

FCVの本格普及時に必要な、圧縮水素貯蔵方式よりコンパクトで効率的な水素貯蔵システムを実現可能とする水素貯蔵材料の開発指針を提供。

⇒ 上記①、②、③、⑤の目標達成に寄与

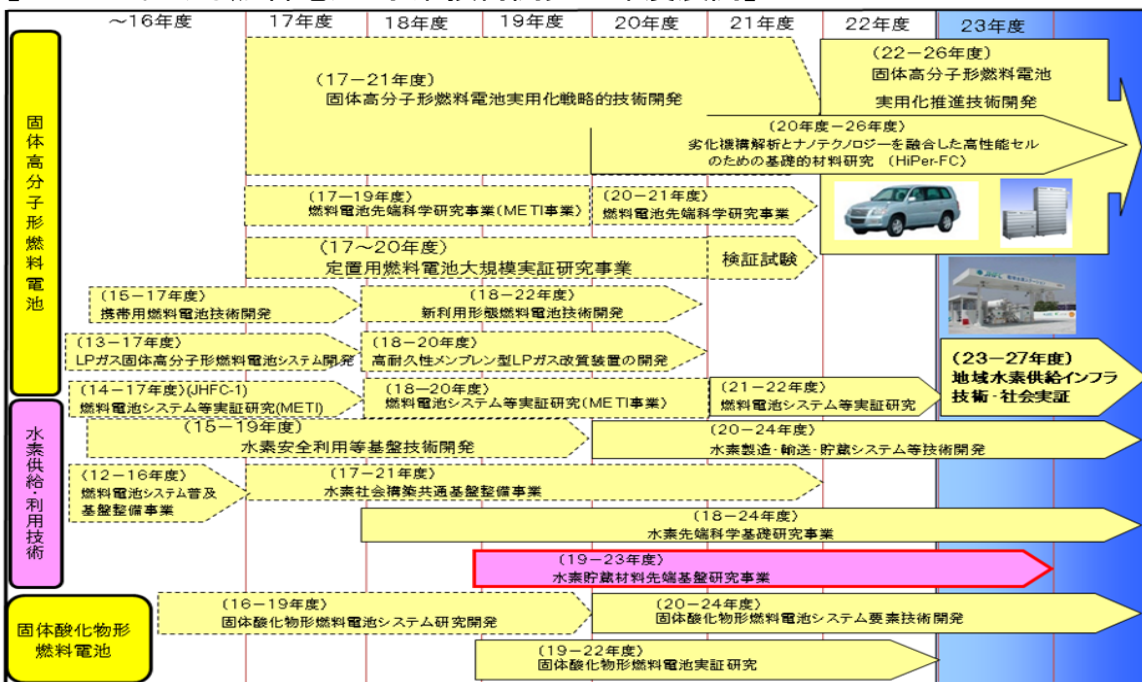
水素貯蔵技術開発は、長期的及び段階的に推進

【水素貯蔵技術ロードマップ】



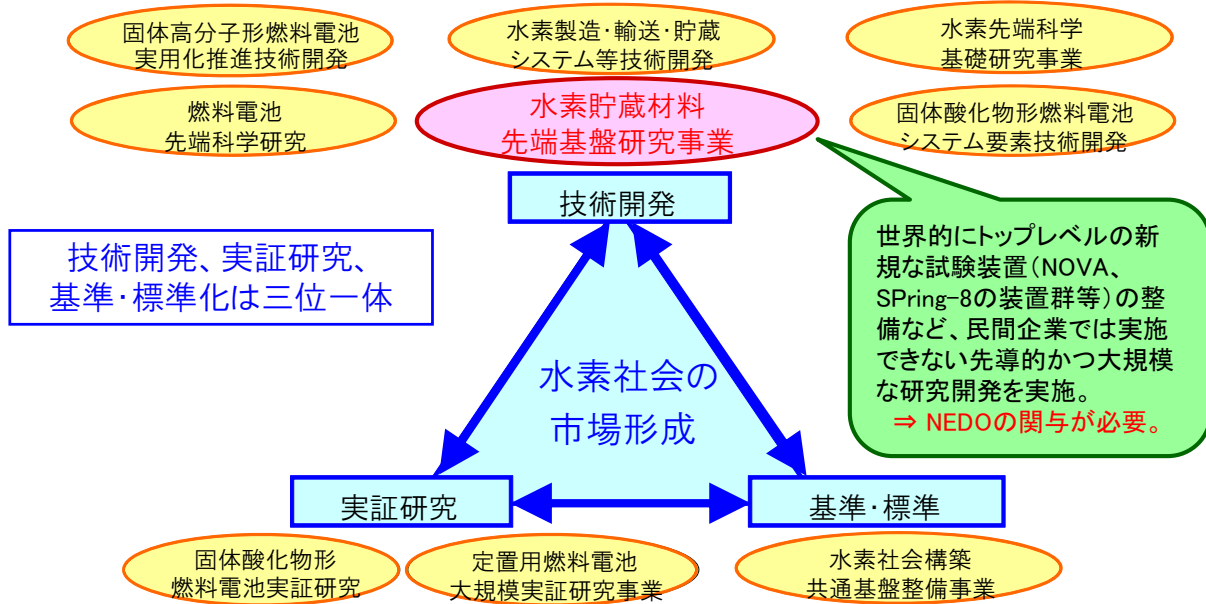
水素社会構築の基盤となる燃料電池及び水素関連技術の事業を一体的に推進

【NEDOにおける燃料電池・水素技術開発の年度展開】



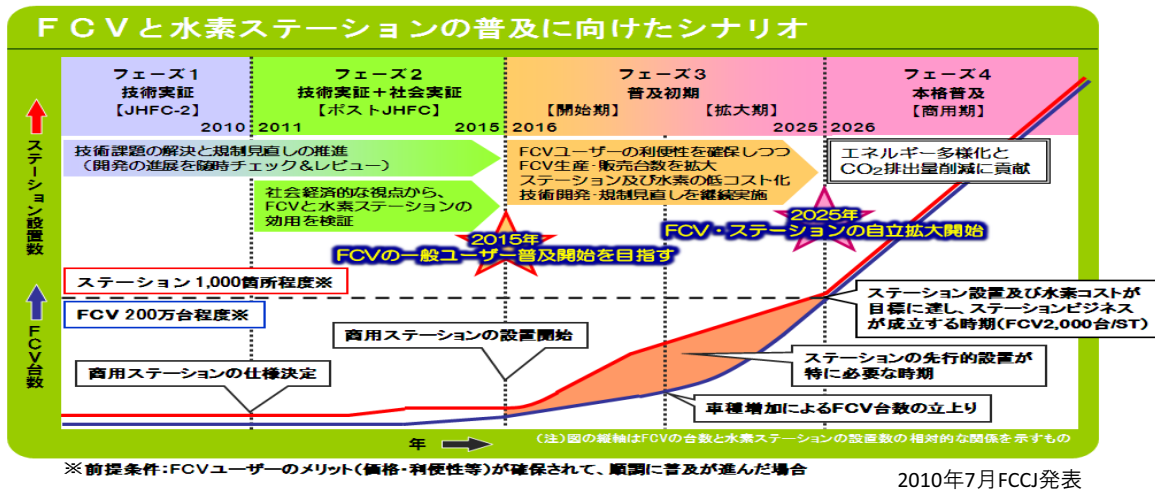
技術開発、実証研究、基準・標準化を連携・整合させ、
効果的・効率的に推進するには、NEDOのマネジメントが不可欠

【技術開発、実証研究、基準・標準化の連携・整合】



2025年時点での普及目標は、
FCV200万台、水素ステーション1,000箇所

【FCV等普及シナリオ】



我が国の主要な自動車メーカー、エネルギー関係企業等が参加する燃料電池実用化推進協議会(FCCJ)によって、「2015年に商用の水素ステーションの設置を開始し、FCVの一般ユーザーへの普及開始を目指す」という普及シナリオを発表。

燃料電池・水素分野の国内市場規模は、2兆円超(2025年)と
予測されており、我が国経済への効果大きい

【燃料電池関連技術・市場の将来展望】

	2015年		2025年	
	市場規模 (百万円)	数 量	市場規模 (百万円)	数 量
家庭用PEFC	90,000	15,000台	273,000	700,000台
家庭用SOFC	9,600	8,000台	234,000	600,000台
マイクロFC	34,500	5,400,000台	52,000	17,300,000台
ポータブルFC	2,750	6,000台	33,750	210,000台
FCV	9,750	1,500台	990,000	450,000台
車載用高圧水素容器	750	1,500台	38,000	450,000台
車載用水素圧力調整器	244	1,500台	24,750	450,000台
水素ステーション	3,400	10件	38,000	400件
水素ステーション用蓄ガス器	140	200台	1,800	18,000台
燃料電池用水素燃料	31,200	780百万m ³	658,000	16,450百万m ³
市場規模合計(百万円)	182,334		2,343,300	

出典:富士経済「2010年度版 燃料電池関連技術・市場の将来展望」

【公開】事業原簿p. I-(6)~(7)

11

2025年の市場規模に対応したCO₂排出削減量は
約250万トン-CO₂/年
⇒宮崎県のCO₂年間排出量に相当

【CO₂排出削減量の内訳】

- FCV: 1台当たり約2トン-CO₂/年 *1 × 45万台 = 90万トン-CO₂/年
*1: 「燃料電池システム等実証研究」での実測データに基づく試算値。
- 家庭用PEFC: 1台当たり約1.2トン-CO₂/年 *2 × 70万台 = 84万トン-CO₂/年
*2: 「定置用燃料電池大規模実証研究」での実測データ。
- 家庭用SOFC: 1台当たり約1.3トン-CO₂/年 *3 × 60万台 = 78万トン-CO₂/年
*3: 「固体酸化物形実証研究」での実測データ。

合計 252万トン-CO₂/年

【公開】事業原簿p. I-(7)~(8)

12

FCVは改良が進み、航続距離500km以上、最高速度150km/h以上となり、内燃機関車と遜色ない性能レベルに到達

【JHFCプロジェクト】

2002年よりJHFCプロジェクトで、FCVの公道走行試験や水素ステーションの運用等を実施。

燃料電池システム等実証研究
JHFC (Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Project)

JHFC参加車両 合計60台 (2007年度)

JHFC水素ステーション 合計12ヶ所 (2007年度)

FCV、水素インフラ等に係る実証研究及びその成果普及を展開。

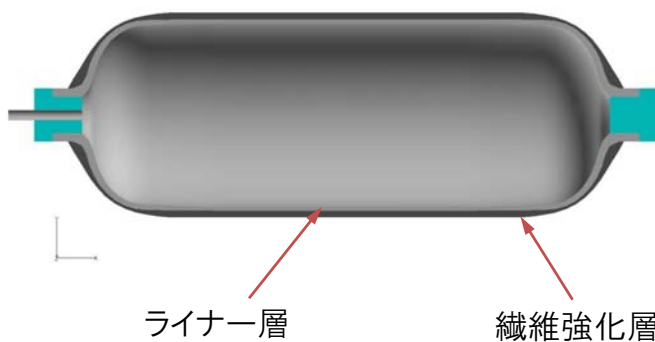
- 実使用状態のデータを取得し、水素エネルギー社会の実現に向けたFCV、水素インフラ等の有用性を検証。
- 実用化の課題抽出、FCV等の社会受容性向上を図る。

	トヨタ FCHV-adv	ホンダ FCX Clarity	ニッサン X-TRAIL FCV 2005モデル	GM Chevrolet Equinox	Daimler B-class F-cell
車両重量	1,880 kg	1,625 kg	1,860 kg	2,010 kg	
航続距離	830 km	620 km	500 km以上	320 km	400 km
最高速度	155 km/h	160 km/h	150 km/h	160 km/h	174 km/h
燃料電池出力	90 kW	100 kW	90 kW	93 kW	80 kW
水素充填圧力	70 MPa	35 MPa	70 MPa	70 MPa	70 MPa

【公開】事業原簿p. I-(8)~(9)

FCV本格普及に向け、一層の小型・軽量化とコストダウンが必須
⇒水素貯蔵材料を適用した水素貯蔵容器の開発が必要

【FCV用圧縮水素容器の構造と種類】



VH3 (Type-3) : ライナー層: 金属、 繊維強化層: CFRP*1
 VH4 (Type-4) : ライナー層: プラスチック、 繊維強化層: CFRP
 *1: CFRP: カーボン繊維強化プラスチック

FCV普及開始段階(2015年)は圧縮水素容器を採用するが、本格普及段階に向けた小型化(容積100L以下)達成が困難

【公開】事業原簿p. I-(11)

水素貯蔵材料は産業界及び大学機関等を中心に開発を実施
 ⇒着実に材料性能の向上は見られるが、
 実用化までのハードルは依然高い

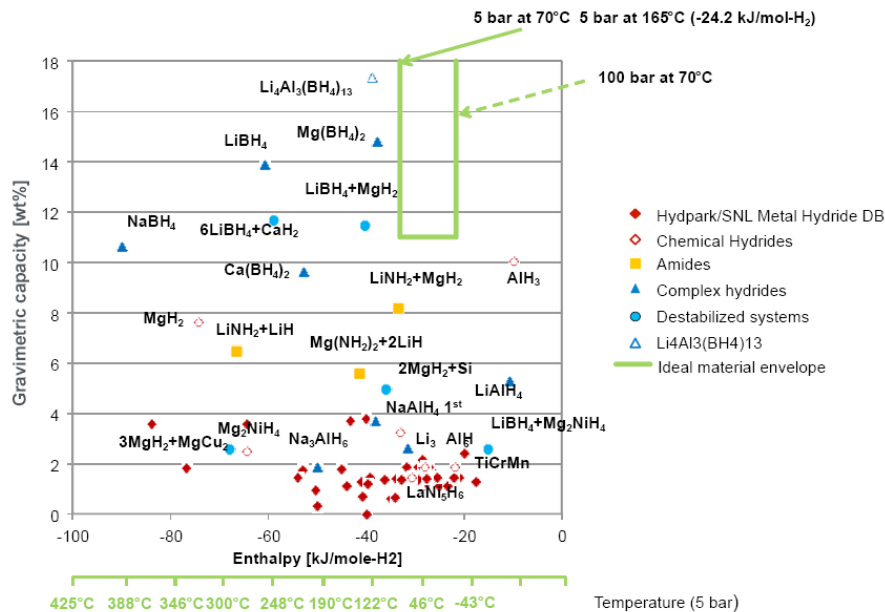
【主な水素貯蔵材料の現状】

材料種		重量比有効水素貯蔵量 (wt%)	体積比有効水素貯蔵量 (kg/l)	水素放出温度 (°C)	備考
目標値		7.5以上※)	0.07以上※)	100以下	NEDOロードマップ2030年目標値
合金系	BCC合金	3.2	0.19~0.22	120	-
	ラーベス	1.7	0.10~0.12	25	-
	Mg ₂ Ni	3.6	0.09	250~300	-
金属水素化物	MgH ₂	7.6	0.11	300~400	300°C以上で再吸蔵が可能
	AlH ₃	10.1	0.15	100	500°C以上、5GPa以上で再吸蔵が可能
ホウ素系	Mg(BH ₄) ₂ 系	10	約0.1	300以上	300°C以上で再吸蔵が可能、水素放出速度が遅い
アミド系	Mg(NH ₂) ₂ -LiH系	4.5~5.0	約0.045~0.05	150	200°C以上で再吸蔵が可能

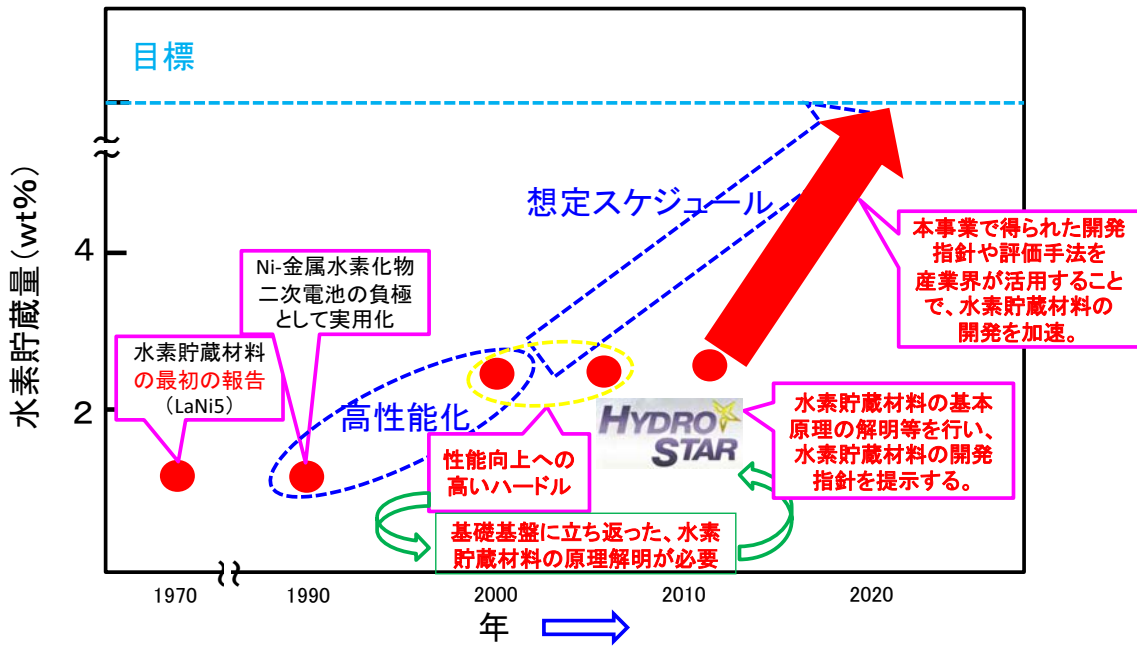
※) 水素貯蔵システムとしての目標値

海外でも多岐に渡る水素貯蔵材料開発が推進されているが、
 実用温度域で実用化可能な材料は開発されていない

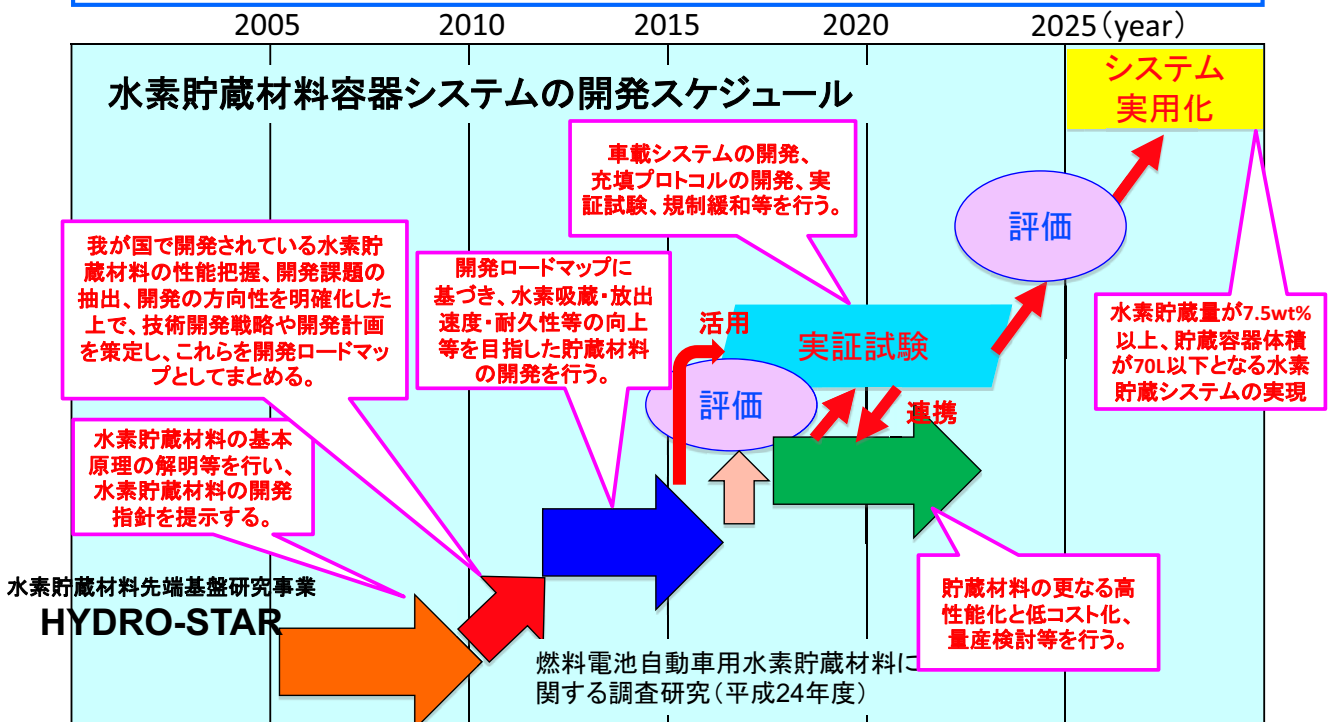
【海外の水素貯蔵材料開発の現状】



商品化を急ぐあまり、基礎基盤研究がおろそかであった
⇒基礎基盤に立ち返った研究が必要



本事業で得られた成果を活用して実用化に向けた材料開発を行い、貯蔵システムとして2025年の実用化を目指す



コンパクトで効率的な**水素貯蔵材料の開発指針を提供**
⇒水素貯蔵材料及び水素貯蔵容器の開発を加速し、
燃料電池自動車(FCV)の本格普及に貢献

【事業の目的】

水素貯蔵材料の基本原理の解明

材料研究への応用技術の基礎を確立

[水素貯蔵材料に求められる実用性]

2030年頃までに段階的にFeed Forwardを図りながら研究開発を進めて行く。

- ・水素貯蔵量: 7.5w%以上
- ・最適な水素吸蔵・放出温度(100℃以下)
- ・反応速度(水素吸放出速度)
- ・十分な耐久性等

水素貯蔵材料先端基盤研究事業

【報告の流れ】

プロジェクトの概要説明

I. 事業の位置づけ・必要性

II. 研究開発マネジメント

III. 研究開発成果(概要)

IV. 実用化の見通し(概要)

プロジェクトの詳細説明

研究開発成果・実用化の見通しについて

1. プロジェクト全体
2. 金属系材料の基礎研究
3. 非金属系材料の基礎研究
4. 中性子実験装置による水素貯蔵材料に関する共通基盤研究
5. 水素と材料の相互作用の実験的解明
6. 計算科学的手法に基づく水素貯蔵材料の特性評価とメカニズム解明に関する研究
7. 実用化の見通し

【事業の目標】

研究開発項目	研究目標	期待される効果
(1)金属系水素貯蔵材料の基礎研究(金属系G)	金属系水素貯蔵材料の開発指針提示	金属系水素貯蔵材料の高性能化を図るためには 1)水素吸蔵量の向上 2)劣化の機構解明とその改良法
(2)非金属系水素貯蔵材料の基礎研究(非金属系G)	非金属系水素貯蔵材料の開発指針提示	非金属系水素貯蔵材料の高性能化を図るためには 1)反応速度の向上 2)水素化物安定性の最適化
(3)水素と材料の相互作用の実験的解明(材料物性G)	高濃度水素化物の開発指針提示	放射光等を用いた水素と材料の相互作用の解明によって期待される水素貯蔵材料の特性向上 1)水素吸蔵量の向上 2)反応速度の向上
(4)計算科学的手法に基づく水素吸蔵材料の特性評価とメカニズム解明に関する研究(計算科学G)	計算科学的手法による開発指針提示	計算科学的手法によって期待される水素貯蔵材料の特性向上 1)水素吸蔵量の向上 2)水素化物の安定性の最適化
(5)中性子実験装置による水素貯蔵材料に関する共通基盤研究(中性子G)	基盤技術としての中性子散乱法確立	水素貯蔵材料の評価法として期待される特性向上 1)水素吸蔵量の向上 2)水素化物の安定性の最適化 3)反応速度の向上 4)劣化の機構解明とその改良法

【公開】事業原簿p. II-(1)～(2)

21

NOVA(高エネ研)、SPring-8(原研)等、国内初となる大型研究設備を導入する委託先に予算を重点配分

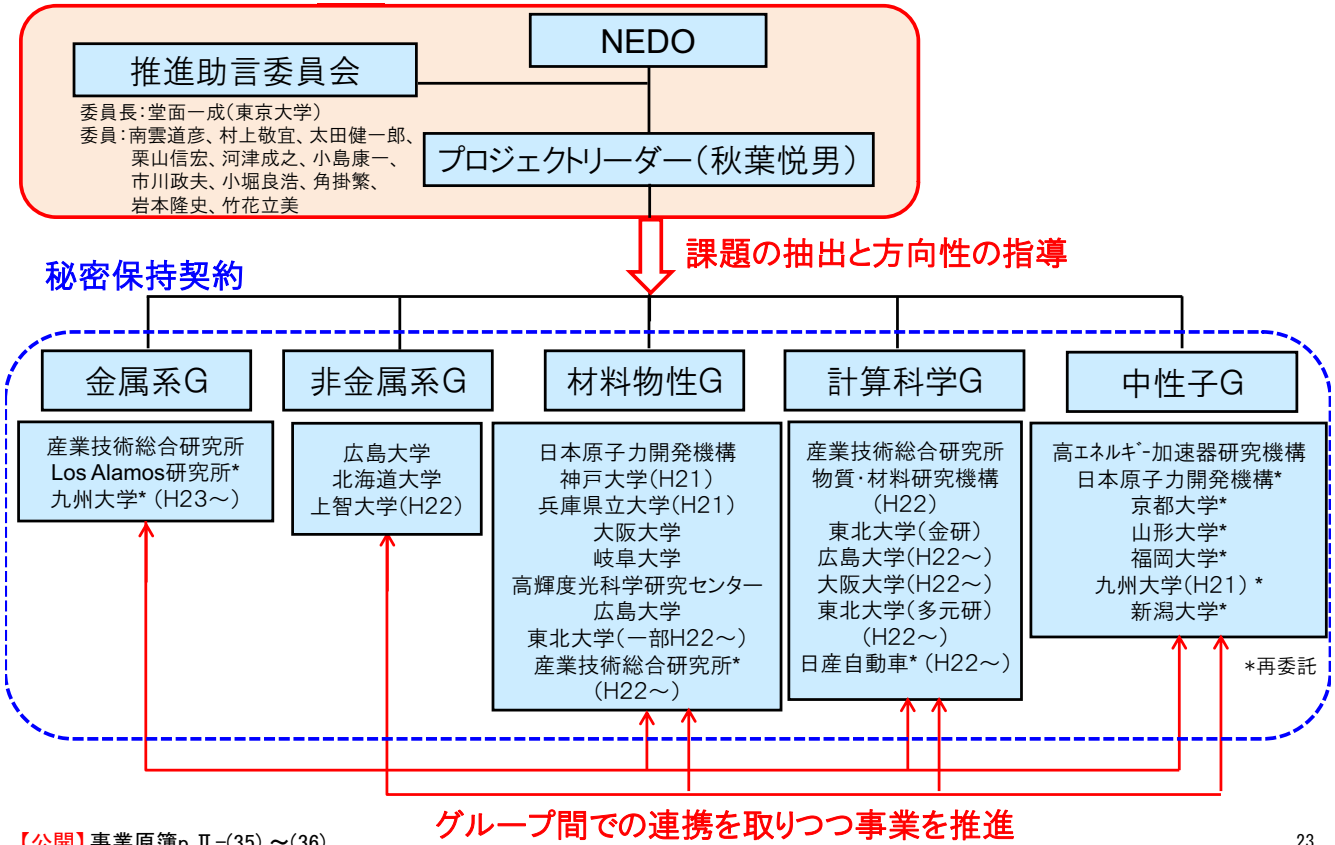
【研究開発予算】

研究G	会計・勘定	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	合計
金属系G (産総研など)	特別会計(需給)	149	148	273	184	76	829
	加速財源	0	11	40	0	0	51
	小計	149	158	313	184	76	880
非金属系G (広島大など)	特別会計(需給)	146	99	114	142	84	585
	加速財源	0	30	5	0	0	35
	小計	146	129	119	142	84	620
材料物性G (原研など)	特別会計(需給)	166	160	155	223	178	882
	加速財源	0	64	22	0	0	86
	小計	166	224	177	223	178	968
計算科学G (産総研など)	特別会計(需給)	98	117	167	126	139	647
	加速財源	0	0	80	0	0	80
	小計	98	117	247	126	139	727
中性子G (高エネ研など)	特別会計(需給)	198	384	291	168	103	1,145
	加速財源	0	105	122	0	0	227
	小計	198	489	413	168	103	1,372
	特別会計(需給)	757	908	1,000	843	580	4,088
	加速財源	0	210	269	0	0	479
	合計	757	1,118	1,269	843	580	4,567

【公開】事業原簿p. II-(3)

22

【研究開発実施体制】



【公開】事業原簿p. II-(35) ~ (36)

事業前半は、各種評価手法の構築を重点実施。事業後半は、水素貯蔵材料の構造解析、貯蔵機構の原理解明等を重点的に実施

【研究開発スケジュール】

研究項目	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	PJ全体の最終目標
①金属系水素貯蔵材料の基礎研究(担当:産総研他)	結晶・局所・欠陥構造解析手法の開発		▽金属系評価手法を確立	▽材料評価による指針		コンパクトで効率的な水素貯蔵材料の開発指針を提供する
②非金属系水素貯蔵材料の基礎研究(担当:広島大他)	ナノ構造材料解析手法の開発	装置導入・手法開発	▽非金属系評価手法を確立	▽材料評価による指針		
③水素と金属の相互作用の研究(担当:原子力機構他)	典型金属・合金の水素化物物評価		▽Spring-8活用評価手法を確立	データ提供		
④計算科学的手法に基づく水素吸蔵材料の特性評価とメカニズム解明に関する研究(担当:産総研他)	Spring-8・J-PARC共通高圧容器製作と計測	計算手法の開発・動力学解明		▽計算科学的評価手法を確立	水素貯蔵材料評価 ▽高濃度水素化物物指針	
⑤中性子実験装置による水素貯蔵材料に関する共通基盤研究(担当:高エネ機構他)		中性子散乱装置の開発製作		▽中性子散乱装置の立上	▽中性子散乱法の確立	
[参考] 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発	両PJは密接な連携の下に推進			▽中性子散乱装置による実材料計測解析		
			☆中間目標(H21) 水素貯蔵材料の開発指針作成の方向性を定める			

【公開】事業原簿p. II-(6)

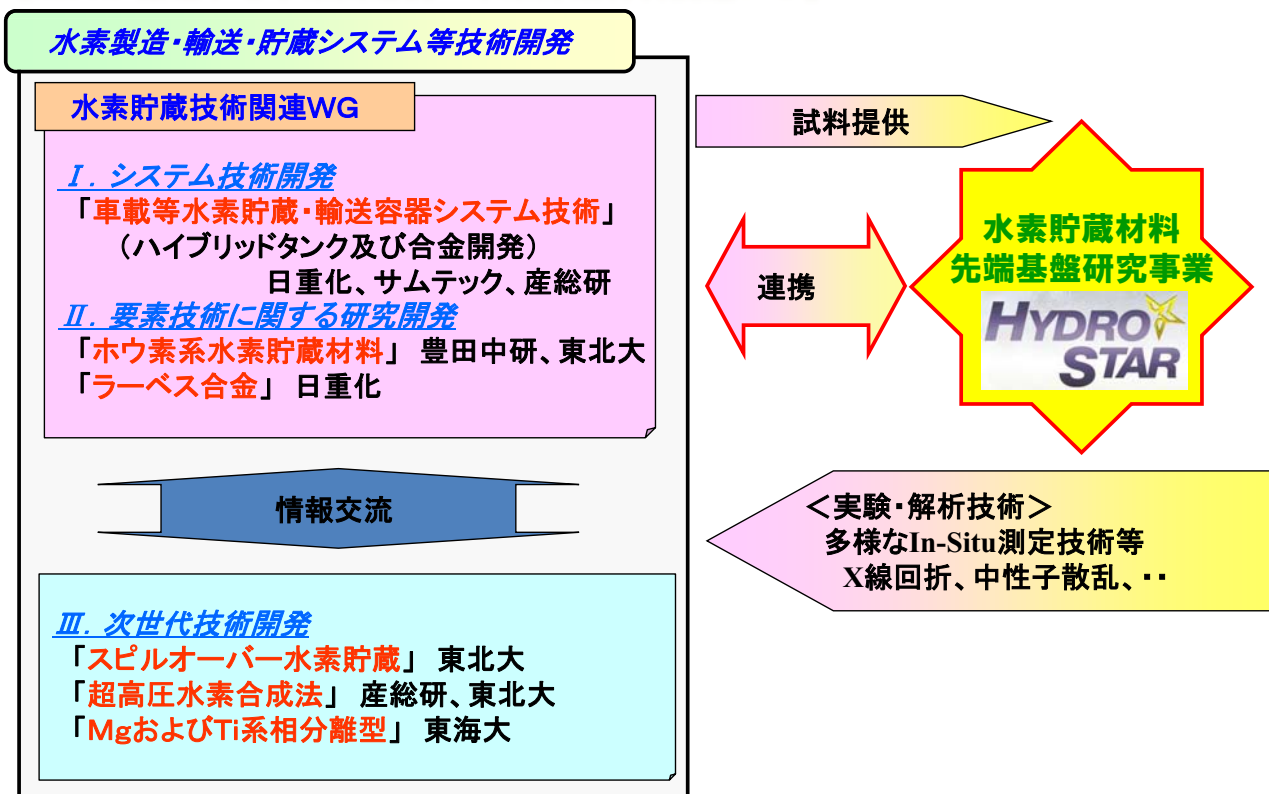
【NEDOの役割】

- ・研究計画の策定と見直し : **重要案件の加速等**
- ・予算作成／配分検討 : **加速予算による重要課題の推進**

【PLの役割】

- ・実施計画の推進／進捗状況の管理: **事業内の成果報告会等**
- ・成果発信、事業の認知度向上: **HP情報発信、ニュースレター発行**
- ・成果の普及: **産業界を交えた技術検討会議の開催等**
- ・産業界との連携推進: **技術検討会議及び並行事業との連携等**

【NEDOが推進する事業間連携 水素貯蔵材料関連PJ】

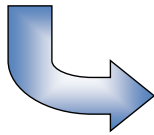


【推進助言委員会におけるマネジメントの議論と対応】

金属系材料の水素貯蔵メカニズム解明を通して、
貯蔵限界を超えるための方策を明確にすべき

NEDOの対応

原研SPring-8、高エネ研NOVA等、研究基盤
追加の重点加速(約4.8億円)を実施した



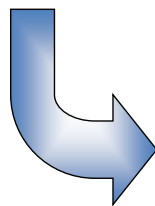
AlH₃の高圧下直接合成に成功

→ 水素量比2(H/M=2)の壁を超えるために、高圧環境下における
水素化挙動をブレイクスルーとすべく、研究を展開した

水素貯蔵材料の実用化上の技術課題を念頭に、
材料開発指針の提示に向けたアプローチが大切

NEDOの対応

アプローチの具体化を図るべく実務者レベル
の研究者を集めて推進会議を主催し、実用化
上の技術課題の共有化を促進した



実験系Gのみならず、計算科学Gも実用課題を意識した展開

- ①吸放出温度を予測するためPCT曲線の平衡計算を実施した
- ②耐久性向上のため格子欠陥等を考慮した水素吸蔵挙動解析を実施した
- ③吸放出速度向上のため材料中の水素拡散挙動の解析を実施した
- ④温度及び圧力特性を考慮した新規材料探索を実施した

各種フォーラムを積極的に開催し、産業界等に頻繁に情報を発信
⇒合計1,000人以上が参加

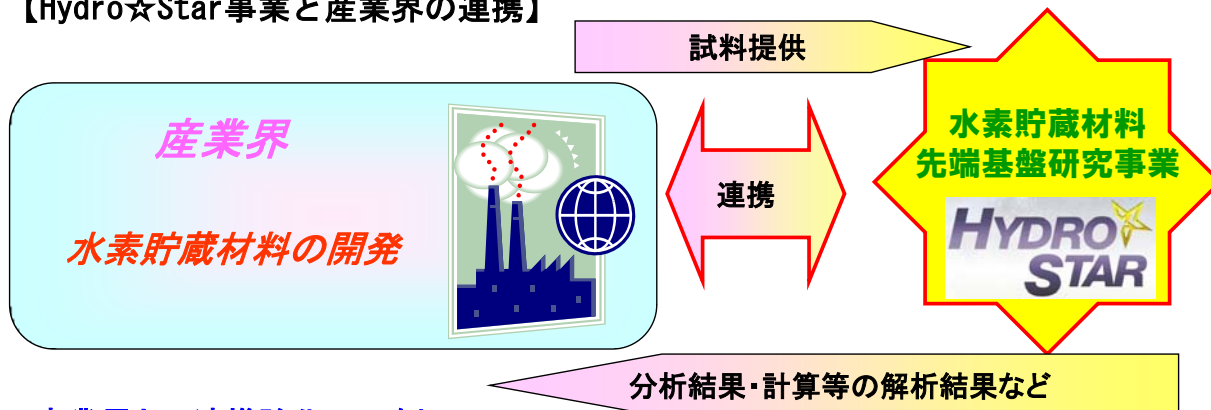
【開催したフォーラムの一例】

フォーラム名	日時	内容
水素貯蔵材料フォーラム2009	2009/02/24	・水素貯蔵材料関連PJについての研究報告 ・産業界を交えたパネルディスカッション
水素貯蔵材料フォーラム2011	2011/03/01	・研究成果の報告 ・産学官の有識者によるパネルディスカッション
水素貯蔵材料先端基盤研究事業検討会	2011/05/27	・研究開発成果(シーズ)と自動車メーカーの要望(ニーズ)を紹介 ・今後の技術開発の展開を討議
水素貯蔵材料先端基盤研究事業最終報告会	2012/01/26	・プロジェクトの成果報告 ・本田技術研究所、神戸製鋼所による講演



本事業の成果がより早期に産業界で活用されるよう
産業界等との連携を強化

【Hydro☆Star事業と産業界の連携】



産業界との連携強化の一例

- ・豊田中央研究所と共同で金属系材料の評価を実施した
- ・本田技術研究所などとNOVAを用いた材料評価を実施した
- ・日産自動車が事業へ参加し吸着材料の開発を加速した(H22年度～)

【知的財産に関する取り組み】

- ・材料設計手法については、開発成果である指針を必要に応じて特許化した上で広く公開し、水素貯蔵材料開発を促進した

産業界からの要望を受け、各種測定・観察に関わる
研究基盤整備の重点加速を実施した。

(1) 平成20年度重点加速課題 (2.1億円)

水素貯蔵材料の**その場観察・分析等を実施するため**、原研SPring-8及び高エネ研NOVAに水素雰囲気X線利用試験設備を追加し、更に産総研に高圧PCT測定に対応する温調設備を追加導入し、**研究基盤を構築した**

(2) 平成21年度重点加速課題 (2.7億円)

ロスアラモスとJ-PARCの双方で高温用研究基盤を実証し研究を加速すると共に、中性子全散乱データの傍証を得るため、実験室系研究設備群を整備することにより、高温環境下における**中性子全散乱測定技術**を確立した

世界的にも注目される成果により、「優良」評価

【中間評価での指摘事項と対応】

中間評価での指摘事項		対応
1	先端基盤研究の重要性を考えると、 さらに加速すべき である。	先進的な水素貯蔵材料の開発を実施している日産、東北大・産総研を新たに組み込み、 研究体制の再構築・強化を実施 した。 (1)原研に機能集約 (2)材料研究強化のため研究機関を追加
2	基盤研究成果と、 開発指針設定を目指す最終目標の間には依然ギャップ がある。	開発指針設定に向けて最重要な指標を設定し、 ギャップの内容の明確化を図る工夫 をした。 最重要な指標:①水素吸蔵量、②水素化物の安定性、③反応速度、④耐久性
3	5つのグループの関係付けが弱い。最終段階に向けて 協調体制をさらに強化 せよ。	各グループ間の討論会をより積極的に実施すると共に、非金属系グループの一部(広島大学等)を計算科学グループへ編入した。 (3) 計算科学関連部門を集約

【中間評価結果】

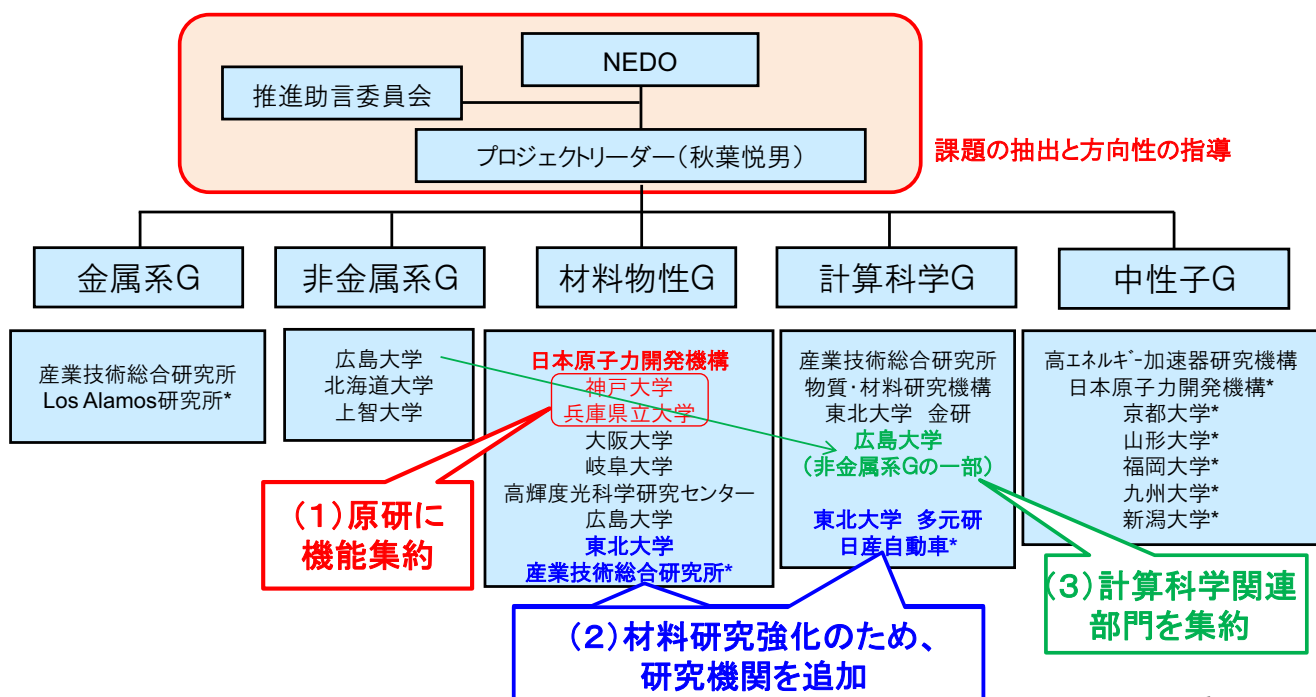
優良 (X+Y=4.8)

	事業の位置づけ・必要性	研究開発マネジメント	研究開発成果	実用化の見通し
中間 (平成21年7月)	3.0	2.4	X= 2.7	Y= 2.1

各項目につき3点満点、 評価基準: X+Y≥3(合格)、X+Y≥4(優良)

中間評価での指摘事項を受け、研究体制の再構築・強化を実施

【研究体制の再構築】



装置が完成した中性子全散乱装置(NOVA)を含め、
これまで以上にグループ間連携を強化

【グループ間連携の1例】

連携グループ	連携内容	連携による効果
非金属系G 中性子G、材料物性G	非金属系Gの作成した水素化物試料を中性子GがJ-PARC、材料物性GがSPring-8にて同一の条件で計測/評価した	LaHxを対象として水素が占有するサイト位置を解析評価することによって、最大水素吸蔵量を達成するための水素吸蔵プロセスを解明した
金属系G、計算科学G	金属系Gが反応速度向上を実験的に得た結果を、計算科学Gが解析した	計算科学的手法が実験系の結果と一致することを確認し、計算で材料設計が可能であることを実証した
中性子G、材料物性G	材料物性G、中性子Gが10wt%以上の高い水素吸蔵量を有するアルミニウム水素化物の表面分析およびバルク分析を行った	J-PARCに設置した中性子全散乱装置NOVAの性能をSPring-8の分光装置と比較して、世界最高性能を有することを実証した
金属系G、材料物性G	金属系Gの作成した試料を用いて水素化・脱水素化反応のその場観察を材料物性Gが行った	SPring-8の高輝度放射光と本事業で開発した観測手法により、水素化・脱水素化反応をリアルタイムでその場観測できる技術を開発した
非金属系G、計算科学G	非金属系Gの研究対象としていた錯体系水素化物の安定性を計算科学Gが安定性および反応性を調査した	水素の放出機構を明らかにし、アニメーションによって予測した

【公開】事業原簿p. II-(49)

33

水素貯蔵材料先端基盤研究事業

【報告の流れ】

プロジェクトの概要説明

- I. 事業の位置づけ・必要性
- II. 研究開発マネジメント
- III. 研究開発成果 (概要)**
- IV. 実用化の見通し (概要)

プロジェクトの詳細説明

研究開発成果・実用化の見通しについて

1. プロジェクト全体
2. 金属系材料の基礎研究
3. 非金属系材料の基礎研究
4. 中性子実験装置による水素貯蔵材料に関する共通基盤研究
5. 水素と材料の相互作用の実験的解明
6. 計算科学的手法に基づく水素貯蔵材料の特性評価とメカニズム解明に関する研究
7. 実用化の見通し

【公開】

34

【プロジェクト全体の最終目標】（平成23年度）

水素貯蔵材料の構造解析、貯蔵機構の原理解明等を実施して、高圧水素貯蔵方式よりコンパクトで効率的な水素貯蔵材料の開発指針を提供する。

【達成状況と成果の意義】

各研究開発項目の達成状況(次項)のとおり、最終目標を達成。

- (1) 高圧水素下などにおける様々なIn-situ解析方法や計算科学的手法を構築し、各手法により構造解析等を実施することで、各種水素貯蔵材料の開発指針を提供した。
- (2) 本事業で得られた開発指針や先端的評価手法を産業界が活用することで、高性能な水素貯蔵材料の開発が加速される。

中性子全散乱装置(NOVA)等の活用により、
 実用化可能な水素貯蔵材料の開発指針を提示した
 ⇒水素貯蔵材料開発の素地を構築出来た

【事業全体の主な成果】

※)達成度:「◎:大幅達成、○:達成、△:一部未達、×:未達」

研究開発項目	目標	主な成果	達成度
(1)金属系水素貯蔵材料の基礎研究	・構造解析技術の高度化 ・金属系水素貯蔵材料の開発指針提示	・X線回折、中性子回折(PDF)、陽電子消滅をPCTと同時に「その場」測定する手法を確立した(世界初)。 ・結晶構造・局所構造・欠陥構造と吸蔵特性との相関を明らかにし、吸蔵量・耐久性・反応速度向上のための指針を提示した。	○
(2)非金属系水素貯蔵材料の基礎研究	・非金属系水素貯蔵材料の開発指針提示	・水素化物のナノ複合化によりエントロピーが変化することを発見した(世界初)。 ・その場TEM観察技術を開発し、非金属系水素貯蔵材料の水素吸蔵放出反応を解析した(世界初)。	○
(3)水素と材料の相互作用の実験的解明	・高濃度水素化物の開発指針提示	・AlとAl基合金の直接水素化に成功した(世界初)。 ・新規希土類金属水素化物を実現した(世界初)。	◎
(4)計算科学的手法に基づく水素吸蔵材料の特性評価とメカニズム解明に関する研究	・計算科学的手法による開発指針提示	・ZTCの水素貯蔵特性向上の条件を計算科学的に解析し、実験的に水素貯蔵量の増大を確認した。 ・新規水素貯蔵材料を探索し提案した。 ・格子欠陥や元素置換効果のメカニズムを解明した。	○
(5)中性子実験装置による水素貯蔵材料に関する共通基盤研究	・基盤技術として中性子散乱法確立	・中性子全散乱装置を建設し、世界トップレベルの性能を有することを実証できた。 ・水素貯蔵・放出過程の構造変化を観測した。	◎

		H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	合計
研究開発項目① 金属系水素貯蔵 材料の基礎研究	論文発表	0	1	8	9	24	42
	口頭発表・ポスター発表・講演	32	33	55	40	30	190
	特許出願(国内)	0	0	0	0	0	0
	特許出願(国外)	0	0	0	0	0	0
	プレス発表	0	0	0	0	0	0
	受賞	0	1	0	0	0	1
研究開発項目② 非金属系水素貯蔵 材料の基礎研究	論文発表	2	9	15	28	6	60
	口頭発表・ポスター発表・講演	17	95	114	85	65	376
	特許出願(国内)	0	2	1	1	0	4
	特許出願(国外)	0	0	0	0	0	0
	プレス発表	0	2	0	0	0	2
	受賞	1	1	2	5	1	10
研究開発項目③ 水素と材料の相 互作用の実験的 説明	論文発表	1	10	19	28	31	89
	口頭発表・ポスター発表・講演	13	60	90	72	68	303
	特許出願(国内)	0	1	0	0	0	1
	特許出願(国外)	0	0	0	0	0	0
	プレス発表	0	2	0	0	2	4
	受賞	0	3	2	1	2	8
研究開発項目④ 計算科学的手法 に基づく水素吸 蔵材料の特性評 価とメカニズム解 明に関する研究	論文発表	1	15	16	16	13	61
	口頭発表・ポスター発表・講演	11	65	90	88	45	299
	特許出願(国内)	0	0	0	0	3	3
	特許出願(国外)	0	0	0	0	0	0
	プレス発表	0	0	0	0	1	1
	受賞	0	0	1	2	1	4
研究開発項目⑤ 中性子実験装置 による水素貯蔵 材料の共通基盤 研究	論文発表	2	1	3	5	3	14
	口頭発表・ポスター発表・講演	4	15	25	22	18	84
	特許出願(国内)	0	0	0	0	0	0
	特許出願(国外)	0	0	0	0	0	0
	プレス発表	0	0	1	0	0	1
	受賞	0	0	0	1	0	1
合計	論文発表	6	36	61	86	77	266
	口頭発表・ポスター発表・講演	77	268	374	307	226	1252
	特許出願(国内)	0	3	1	1	3	8
	特許出願(国外)	0	0	0	0	0	0
	プレス発表	0	4	1	0	3	8
	受賞	1	5	5	9	4	24

【論文・口頭発表等】
 ・PJ全体の**論文発表266報**、
口頭・ポスター・講演発表
1252件と、
 精力的に成果を発信

【プレス発表】
 ・**8件のプレス発表**。いずれ
 も新聞/TV等で報道され、注
 目されている。

【受賞】
 ・**24件**
 若手からPLまで成果・功績
 が高く評価

【知財】
 ・**8件**

【公開】事業原簿p.Ⅲ1-(7)～(11)

若手からPLまで成果・功績が高く評価され、多くの賞を受賞

【主な受賞】

受賞者	賞等の名称	受賞日
秋葉悦男	The Herbert C. Brown Award for Innovations in Hydrogen Research, Purdue University, April 2008.	2008/4/24
前川英己	(財)科学計測振興会「科学計測振興会賞」「NMR(核磁気共鳴)装置の開発と実用材料への応用研究」	2008/12/11
前川英己	(社)日本金属学会 功績賞「材料化学部門」	2009/3/25
齋藤寛之	日本高圧力学会奨励賞	2009/7/29
高村仁	(社)日本金属学会 功績賞「材料化学部門」	2010/3/28
秋葉悦男	IPHE Technical Achievement Award, The International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy (IPHE)	2010/5/17
西原洋知	炭素材料学会 研究奨励賞(2010)「ナノカーボンの合成とエネルギー貯蔵への応用に関する研究」	2010/12/2
三沢正勝	平成22年度 日本中性子科学会 功績賞 「パルス中性子を用いた液体・非晶体の構造測定技術や解析法の開発と分子性液体の構造研究」	2010/12/9
栗岩貴寛、亀川厚則	文部科学大臣表彰(2011) 平成23年度科学技術分野(研究部門)表彰業績:「材料における水素利用技術に関する研究」	2011/4/11
岡田益男	日本金属学会(2011) 平成23年度村上記念賞「水素の有効機能と新規水素化物・新規物質の超高压合成」	2011/11/9

【公開】事業原簿p.特許・論文・発表・プレスリリース・その他リスト

【報告の流れ】

プロジェクトの概要説明

- I. 事業の位置づけ・必要性
- II. 研究開発マネジメント
- III. 研究開発成果（概要）
- IV. 実用化の見通し（概要）

プロジェクトの詳細説明

研究開発成果・実用化の見通しについて

- 1. プロジェクト全体
- 2. 金属系材料の基礎研究
- 3. 非金属系材料の基礎研究
- 4. 中性子実験装置による水素貯蔵材料に関する共通基盤研究
- 5. 水素と材料の相互作用の実験的解明
- 6. 計算科学的手法に基づく水素貯蔵材料の特性評価とメカニズム解明に関する研究
- 7. 実用化の見通し

【公開】

39

IV. 実用化の見通し

1. 成果の実用化可能性

2025年頃の水素貯蔵材料の実用化に向けて、本事業で得られた材料開発指針や、先端的評価手法をいかして、次のフェーズでは水素貯蔵量、水素吸放出速度及び反応温度等の性能向上を目指した開発を行うと共に、実用化に必要な低コスト化、量産化に関する検討を行い、着実にステップアップを図る予定である。

