

水素先端科学基礎研究事業

2006年度～2012年度(7年間)

プロジェクトの概要 (公開)

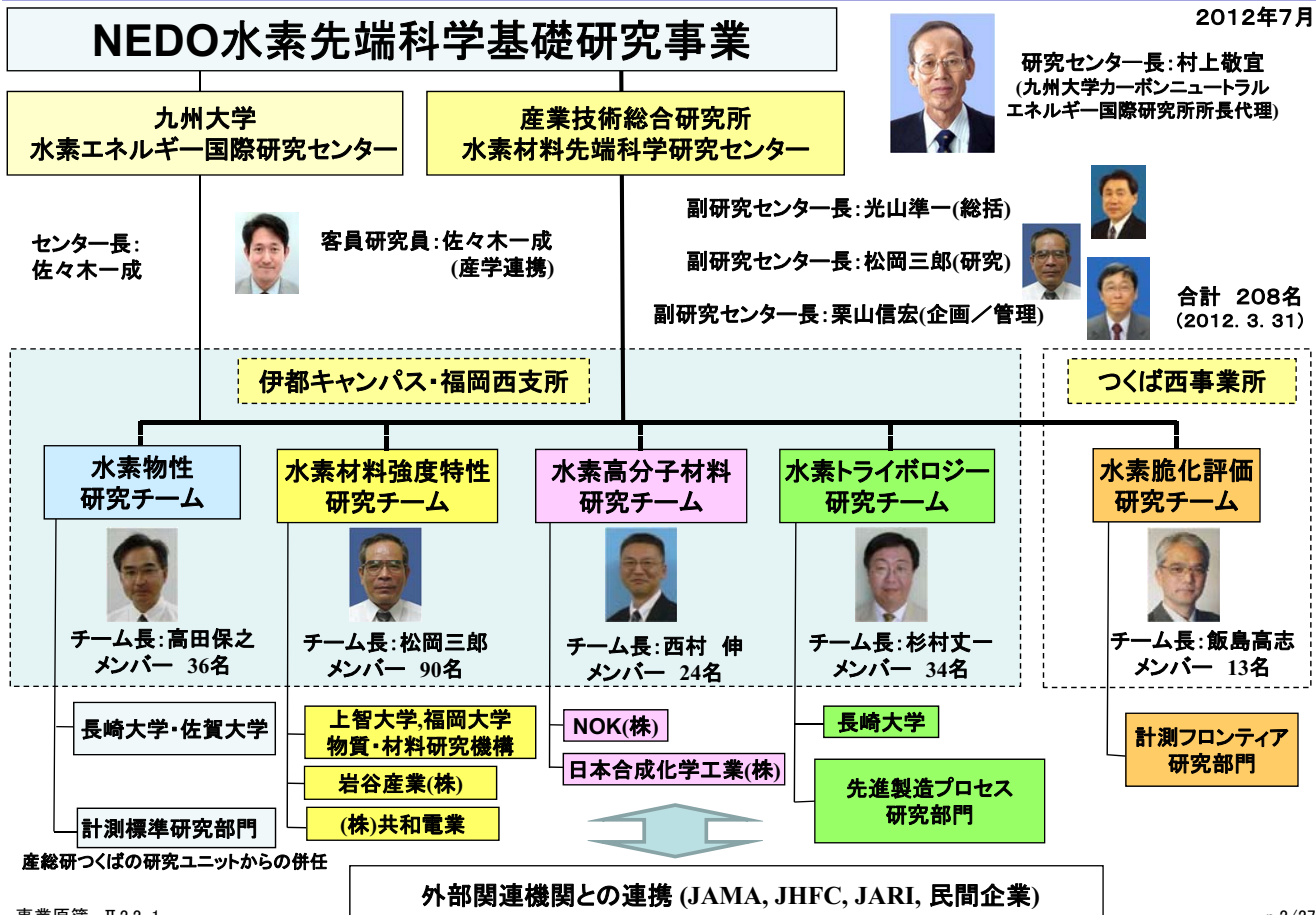
- I. 事業の位置づけ・必要性
- II. 研究開発マネジメント
- III. 研究開発成果
- IV. 実用化の見通し

2012年 10月5日(金)

p.1/27

III. 研究開発成果(プロジェクトの概要)

公開



III. 研究開発成果(プロジェクトの概要)

公開

本プロジェクトは、水素の物性、材料、トライボロジーに関する集中的研究を行い、企業と連携しながら国の施策を支える恒久的な世界的拠点、HYDROGENIUSを設立した。

水素の世界的研究拠点

国内外より研究者を結集し、水素と材料に関わる先端的な基礎研究を推進。

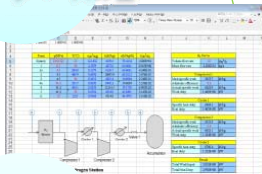
世界唯一の水素トライボロジーの系統的な研究



世界で唯一の一貫した水素集中研究施設

120MPa 水素環境疲労試験機 (3台)を世界で初めて運用

世界初となる高温高圧水素物性データベースの整備



独自で開発した唯一無二の装置群

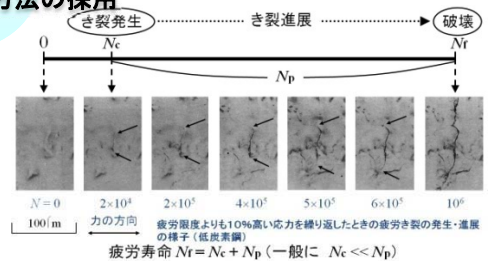
世界に類を見ない観察方法の採用



水素機器設計の基盤となる高圧水素トライボロジーデータベースを世界に先駆けて整備

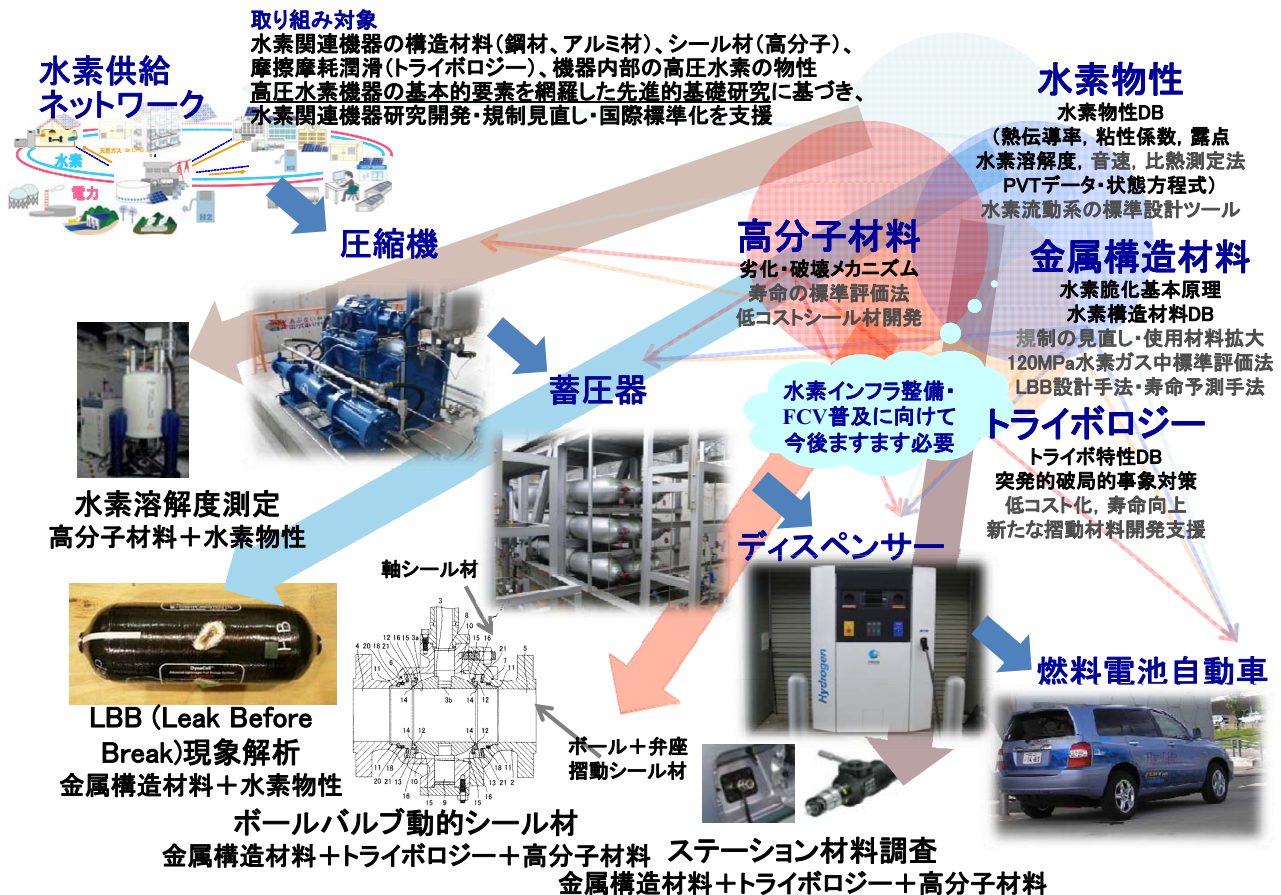
項目	単位	値
圧力	MPa	120
温度	°C	300
材料	鋼材	SC16
試験速度	mm/min	0.01
試験時間	h	100
試験結果	破断	あり
試験場所	HYDROGENIUS	

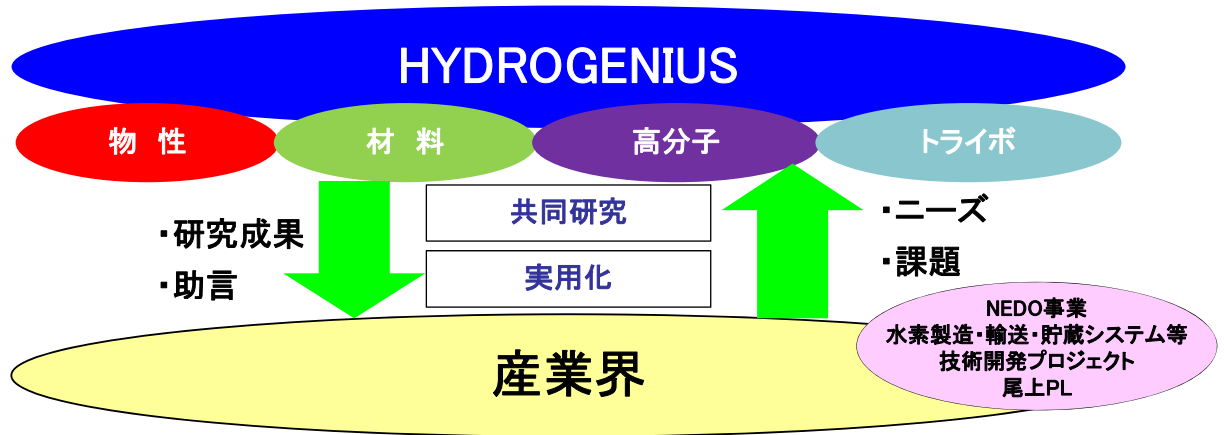
国際規格・標準化に向けた戦略的取組み



III. 研究開発成果(プロジェクトの概要)

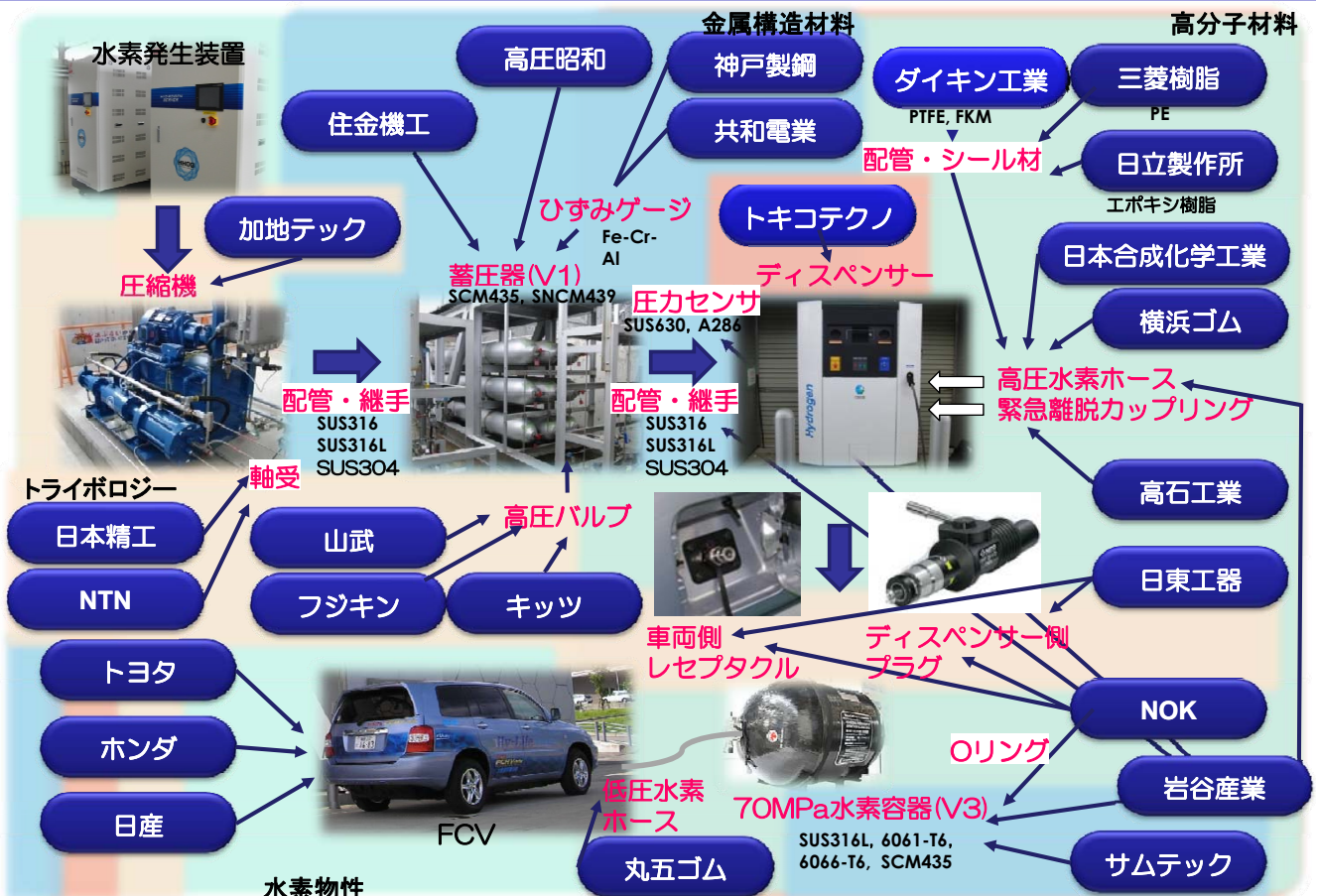
公開





企業及び関係機関 (●物性, ●材料, ●高分子, ●トライボ)

● 岩谷産業(株)	● ダイキン工業(株)	● ● トヨタ自動車(株)
● (株)共和電業	● 三菱樹脂(株)	● ● 日産自動車(株)
● ● NOK(株)	● トキコテクノ(株)	● ● (株)本田技術研究所
● ● 日本合成化学工業(株)	● 高石工業(株)	● ● 高圧ガス保安協会
● ● (株)山武	● ● 日本精工(株)	● ● (社)日本自動車工業会
● ● (株)フジキン	● ● (株)加地テック	● ● (財)石油エネルギー技術センター (40数社内, 個別数社)
● ● 日東工器(株)	● ● (株)キッツ	● ● (財)エンジニアリング協会
● ● (株)明豊エンジニアリング	● ● 川崎重工業(株)	● ● HyTReC
● ● 豊田通商(株)	● ● (株)IHI	



Ⅲ. 研究開発成果(研究開発の最終目標と達成度)

公開

プロジェクト全体の最終目標(～平成24年度)

燃料電池自動車や水素ステーションなど、高圧状態の水素を利用する際に重要となる、水素高圧状態下における水素の物性、水素を取り扱う容器や機器における材料の水素脆化やトライボロジーなど、水素に関わる現象や挙動の基礎的メカニズムなどを解明するとともに、基礎的な水素物性のデータベース構築など学術的な基盤を確立し、関係産業界が水素を利用する際の技術の信頼性向上や安全性の確立に資する。

研究開発項目	研究チーム	最終目標	達成度
① 高圧水素物性の基礎研究	水素物性研究チーム	PVTデータ、粘性係数、熱伝導率、比熱、物質に対する水素の溶解度等 水素物性について、具体的な計測値及び理論的考察に裏付けられたデータを元に、水素物性データベースを纏め、関係産業界に提供するとともに、更なる測定精度や信頼性向上のための校正技術を纏める。	○
② 高圧化状態における金属材料等の水素脆化の基本原理の解明及び長期使用、加工、温度などの影響による材料強度特性研究	水素材料強度特性研究チーム	高圧水素環境下における金属材料等に発生する水素脆化メカニズムや水素疲労メカニズムについて、具体的な計測値及び理論的考察に裏付けられたデータをもとに、水素環境下における組織・強度変化予測手法や疲労き裂進展挙動予測手法をまとめ、関係産業界に提供し、関係産業界が水素を利用する際の材料に関する信頼性向上や安全性の確立に資する。 また、高圧化状態に曝される材料、部品等の加工(成形・溶接・表面修飾)プロセスや同プロセスにおける温度等の影響について、上記の科学的知見も含めて、水素構造材料データベース、最適水素材料探索指針をまとめ、関係産業界に提供するとともに、材料劣化判断・健全性評価法や水素用機械要素設計法等を提供し、関係産業界が水素を利用する際の材料に関する信頼性向上や安全性の確立に資することに加え、規制見直し、使用材料拡大、国際標準化に貢献する。 さらに、水素関連機器に用いる材料内の水素拡散挙動・漏洩挙動を計算するシミュレーション手法を用いて、上記の実験・解析データに理論的根拠を与え、産業界に対して水素材料や水素機械の信頼性向上や安全性の確立のための科学的知見を可能なかぎり一般化して提供することを試みる。	◎
③ 高圧化状態における高分子材料等の長期使用及び加工、温度などの影響による材料強度及び化学構造評価	水素高分子材料研究チーム	高圧化状態の水素に曝される高分子材料等の材料強度及び化学構造について、高分子材料の組成、長期使用及び加工、温度などの影響を評価し、基礎研究の結果に基づく知見も含めて、最適な耐水素高分子材料創製指針を纏め、関係する産業界に提供する。また、水素シールとして実使用されるOリング等の性能評価法等、高分子材料の劣化や破壊に関する評価法や基礎的データを提供し、関係する産業界が水素を利用する際の高分子材料に関する信頼性向上や安全性の確立に資する。	◎
④ 高圧水素トライボロジーの解明	水素トライボロジー研究チーム	高圧水素環境下における軸受け、バルブ摺動材料、締結部材料、シール材料等について、具体的な計測値及び理論的考察に裏付けられたデータを纏め、関係産業界に提供するとともに、高圧水素トライボシステムや使用する材料に関する設計指針や管理指針等を提供し、関係産業界が水素を利用する際の摺動材料やシール材料に関する信頼性向上や安全性の確立に資する。	○

事業原簿 Ⅲ1-2～12

p.7/27

Ⅲ. 研究開発成果(研究開発の概要) 水素物性研究チーム

公開

①「高圧水素物性の基礎研究」

水素物性研究チーム

チーム長: 高田保之(九州大学工学研究院 教授)



共同研究機関: 長崎大学, 佐賀大学

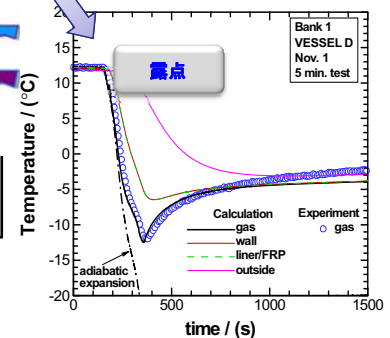
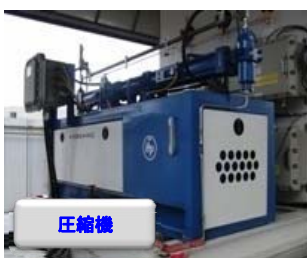
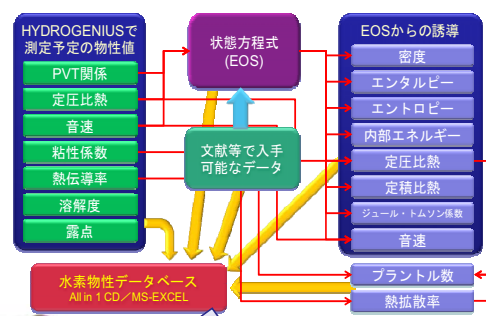
研究実施項目

- (1) PVTデータの測定装置の開発および状態方程式の作成
- (2) 粘性係数の測定
- (3) 熱伝導率の測定
- (4) 水素ガスの種々の物質に対する溶解度の測定
- (5) 水素物性データベースの研究開発
- (6) 水素雰囲気における高沸点ガスの露点の測定
- (7) 比熱の測定

研究実施項目	① 高圧水素物性の基礎研究	
研究チーム	水素物性研究チーム	
最終目標 (24年度末)	PVTデータ、粘性係数、熱伝導率、比熱、物質に対する水素の溶解度等 水素物性について、具体的な計測値及び理論的考察に裏付けられたデータを元に、水素物性データベースを纏め、関係産業界に提供するとともに、更なる測定精度や信頼性向上のための校正技術を纏める。	
研究開発成果	<ul style="list-style-type: none"> ・ PVT性質に関し、100MPa、500°C (773K)までの定容積法測定装置、250°C(523K)までのパーネット式PVT測定装置および磁気式密度計を開発し、異なる測定法によるデータをクロスチェックを可能にした。得られた信頼性の高いデータを基に高精度の状態方程式を作成した。 ・ 状態方程式のさらなる高精度化のために必要な音速に関し、球型共鳴器音速測定装置を開発し、1MPa、60-90°Cまでの条件下の測定技術を確立した。 ・ 粘性係数に関し、細管法により100MPa、500°C (773K)まで測定可能な高圧水素粘性係数測定装置を開発し、データを取得し、従来のデータを含めて推算式(偏差2%以内)を作成し、データベースに組み込んだ。 ・ 熱伝導率に関し、非定常短細線法を確立し世界で初めて高温高圧条件下の水素に適用した。本方法では熱伝導率と熱拡散率の同時測定が可能である。100MPa、500°C (773K)まで測定可能な高圧水素熱伝導率測定装置を開発し、データを取得し、既存のデータを含めて推算式(偏差2%以内)を作成し、データベースに組み込んだ。 ・ 種々の物質に対する水素の溶解度に関し、物質内拡散係数を測定可能なNMR装置を開発し、ゴム材料および固体高分子電解膜への水素ガスの溶解度及び拡散係数の測定法を確立した。 ・ 水素雰囲気中の高沸点ガスの露点の測定に関し、鏡面冷却方式計測システムを開発し、5-10MPa、水分濃度5-55ppmの実測値を蓄積し、露点推算法を構築し、70MPa水素ステーションへの適用を試みた。 ・ 全く新しいコンセプトに基づいた物性推算機能付きデータベースシステム(All-in-1 CD/DVD/USB)を完成し、本プロジェクトで収集されたデータに基づいてデータベースの拡充を行った。また、プロセス設計に使える熱物性値推算ツールとしての水素物性ライブラリ(MS-Excel版, Mathcad版)を作成した。 ・ 水素物性推算アドインライブラリには、水素物性値計算用の既存の推算式と本実測を基にして得られたビリアル状態方程式および粘性係数と熱伝導率のそれぞれの推算式が関数として組み込まれている。 ・ 水素関連のプロセス・システム設計、計測装置開発等関係産業界への普及のため、「高圧水素物性データベース、水素物性推算ツール活用セミナー」を開催し、さらに、プロジェクト参加企業や公的機関へ本データベースのプロトタイプを提供を開始した。 	
達成度	○	<p><達成状況 評価基準> 7月末における研究成果が</p> <p>◎:最終目標を超過達成済み。 ○:最終目標を達成済み。 △:最終目標未達であるが、年度末までに達成する見込み。 ×:最終目標未達であり、年度末においても未達となることが懸念される。</p>

- ・水素の物性値データは水素エネルギー技術を支える基盤情報
- ・**世界初**となる高温高圧水素物性データベースの体系的な整備を実施

- ・水素の物性値は、水素関連機器の設計の基盤情報であり、高精度かつ高信頼性の機器設計には、高精度の物性値が必要不可欠である。
- ・エンジニアが機器を設計する際に必要となる物性値について、その使用範囲や精度を分かりやすい形で提供するとともに手軽に入手できる環境を整備する必要がある。
 - 水素物性データベース(All in 1 CD)
- ・圧力、温度に対する物性値を与えるだけでなく、プロセス設計に使えるツールとして提供することが重要である。
 - MS-Excel版水素物性ライブラリ



水素の物性値は圧縮・充填プロセスの計算に不可欠

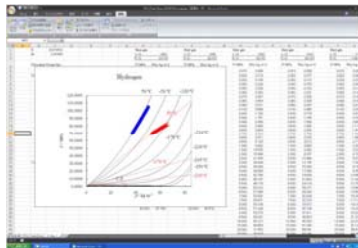
供給側タンク内の水素温度低下の例 (供給側 P = 35 MPa, 車載タンク P₀ = 0.1 MPa)

エクセル(MS-Excel)用水素物性ライブラリの使用例

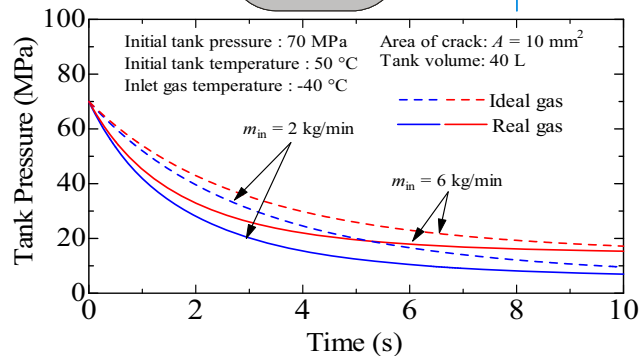
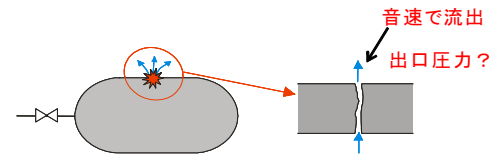
1. 水素ステーションの圧縮仕事の計算シート
2. 車載水素容器の亀裂発生時における圧力解析用シート



使用例1: 水素ステーションの圧縮仕事の計算



使用例2: 車載水素容器の亀裂発生時における圧力解析



き裂発生時の容器内の圧力変化

SAE J2579 委員会(高圧水素容器の規格)日本側関係者にへデータと技術情報を提供

1st ステップ: ライブラリ (DLL) をシステムフォルダ (もしくはパスが通ったフォルダ) にコピー
 2nd ステップ: Excelにインポートモジュール (関数定義ファイル) を追加
 SUMやAVERAGE等の関数を使って計算するのと同じ感覚で、水素物性が計算できる。
 ユーザー認証機能付きインストーラーを作成し、制限付き配布の準備完了。

②「高圧化状態における金属材料等の水素脆化の基本原理の解明及び長期使用および加工、温度などの影響による材料強度特性研究」

水素材料強度研究チーム

チーム長: 松岡三郎 (九州大学工学研究院 教授)



共同研究機関: 上智大学, 福岡大学, NIMS
 岩谷産業(株), (株)共和電業

研究実施項目

「高圧／液化による金属材料等の水素脆化の基本原理の解明及び対策検討」

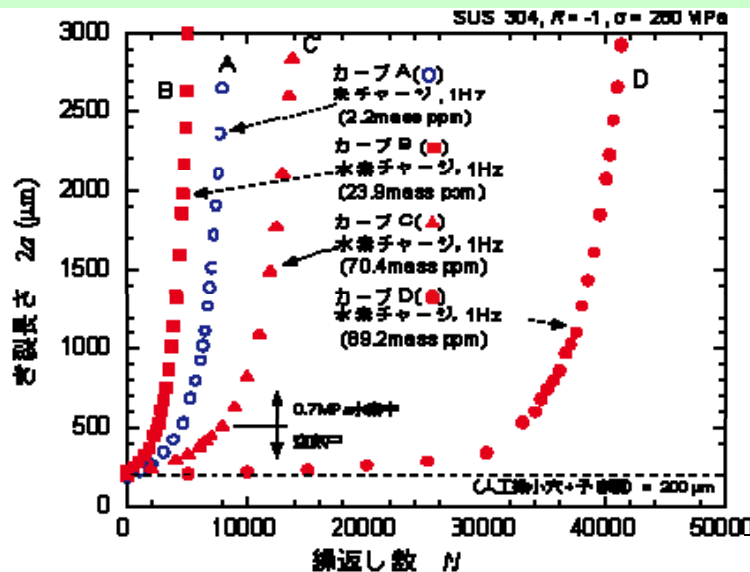
- (1) 疲労き裂先端における塑性変形(すべり変形)と水素の相互作用の解明
- (2) 高圧ガス水素下における疲労き裂発生・進展メカニズムの解明
- (3) 水素機器に使用される金属材料の強度評価
- (4) 水素機器の設計・製造における部品・接合部材の強度評価
- (5) 材料中の侵入水素の存在状態解析
- (6) 材料中の結晶粒内・粒界におけるすべり変形に及ぼす水素の影響調査
- (7) 材料中の疲労き裂先端の水素状態の調査
- (8) 水素ステーションに使用された金属材料の健全性及び強度評価
- (9) 水素デバイス等の安全設計シミュレーション

研究実施項目	② 高圧化状態における金属材料等の水素脆化の基本原理の解明及び長期使用および加工、温度などの影響による材料強度特性研究	
研究チーム	水素材料強度特性研究チーム	
最終目標 (24年度末)	<p>高圧水素環境下における金属材料等に発生する水素脆化メカニズムや水素疲労メカニズムについて、具体的な計測値及び理論的考察に裏付けられたデータをもとに、水素環境下における組織・強度変化予測手法や疲労き裂進展挙動予測手法をまとめ、関係産業界に提供し、関係産業界が水素を利用する際の材料に関する信頼性向上や安全性の確立に資する。</p> <p>また、高圧化状態に曝される材料、部品等の加工(成形・溶接・表面修飾)プロセスや同プロセスにおける温度等の影響について、上記の科学的知見も含めて、水素構造材料データベース、最適水素材料探索指針をまとめ、関係産業界に提供するとともに、材料劣化判断・健全性評価法や水素用機械要素設計法等を提供し、関係産業界が水素を利用する際の材料に関する信頼性向上や安全性の確立に資することに加え、規制見直し、使用材料拡大、国際標準化に貢献する。</p> <p>さらに、水素関連機器に用いる材料内の水素拡散挙動・漏洩挙動を計算するシミュレーション手法を用いて、上記の実験・解析データに理論的根拠を与え、産業界に対して水素材料や水素機械の信頼性向上や安全性の確立のための科学的知見を可能なかぎり一般化して提供することを試みる。</p>	
研究開発成果	<p>(基礎研究)</p> <ul style="list-style-type: none"> 材料強度チームと高分子材料チームの基礎研究成果をもとに、著書「水素脆化メカニズムと水素機器強度設計の考え方」(村上敬宜、松岡三郎、近藤良之、西村伸 共著)を出版した。 水素環境下におけるオーステナイト系ステンレス鋼の疲労き裂進展特性に及ぼす荷重荷速度、製造時に侵入した水素、過飽和水素の重要性を発見した。 水素による疲労き裂進展速度の加速には上限値が存在することを見出し、上限値は水素機器の安全な疲労設計の根拠になることを提示した。 水素により疲労き裂先端ですべりが局在化することに注目し、水素助長疲労き裂継続進展機構を提案した。 高圧水素ガス中での低速引張(SSRT)特性、疲労特性、疲労き裂進展特性を評価する方法並びに水素拡散係数と固溶度を評価する方法を確立した。 <p>(応用研究)</p> <ul style="list-style-type: none"> 水素構造材料データベース(材料強度特性データベースと水素拡散特性データベース)を作成し、外部の関係機関に提供している。提供したデータベースは、規制見直し、使用材料拡大(KHK, JPEC)並びに水素ステーション設置のための特認取得(HySUT)に使用されている。 外部の関係機関と連携し、実証が終了した35 MPa水素ステーションなどの部品・部材の調査・解析(事例解析)を行っている。事例解析の結果をもとに、水素機器の安全性確保、高性能化の指針を提言している。 オーステナイト系ステンレス鋼の溶接継手の高サイクル疲労特性に及ぼす水素の影響を明らかにし、溶接施工の水素機器への適用可能性を示した。 10MPa水素ガス中、周波数26Hzで疲労試験が可能な試験装置を開発し、水素ガス中での疲労限度のデータベース作成を可能にした。 	
達成度	◎	<p><達成状況 評価基準> 7月末における研究成果が</p> <p>◎:最終目標を超過達成済み。 ○:最終目標を達成済み。 △:最終目標未達であるが、年度末までに達成する見込み。 ×:最終目標未達であり、年度末においても未達となること懸念される。</p>

基礎研究—疲労における水素脆化メカニズムの解明

疲労破壊における水素脆化の新現象:

過飽和に水素をチャージすることで疲労き裂進展が大幅に減速



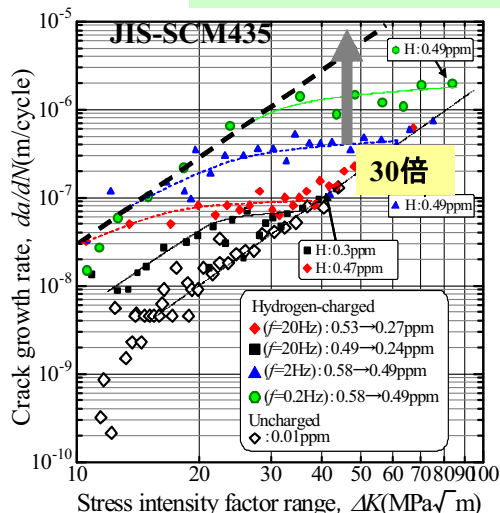
日本経済新聞
「技術トレンド調査」で
第4位になる。
(国内研究機関が2010年6月~8月に公表した主な開発成果63件中)

図 オーステナイト系ステンレス鋼SUS316Lの疲労き裂長さとの繰返し数の関係

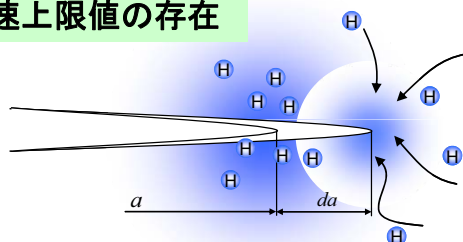
・70 mass ppm 以上の過飽和水素で疲労き裂進展抵抗が大幅に向上

基礎研究一 疲労破壊における水素脆化メカニズムの解明

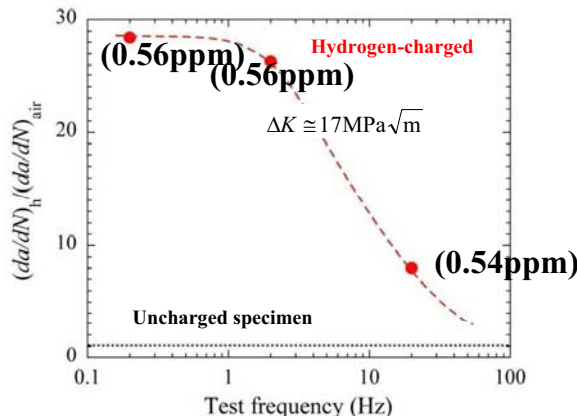
繰返し速度効果とき裂進展加速上限値の存在



蓄圧器用低合金鋼SCM435における疲労き裂進展速度と応力拡大係数範囲の関係 R = -1



Schematic image of the mechanism of effect of hydrogen and test frequency on fatigue crack growth.



・水素環境下では、繰返し荷重をゆっくりかけると、疲労き裂進展速度は加速する。
 ・水素による疲労き裂進展速度の加速には上限がある。上限値は約30倍である。

田中, 本間, 松岡, 村上, 機論A編, 75-736(200712)pp1358-1365

③「高圧化状態における高分子材料等の長期使用及び加工、温度などの影響による材料強度及び化学構造評価」

水素高分子材料研究チーム

チーム長: 西村伸 (九州大学工学研究院 教授)



共同研究機関: NOK(株), 日本合成化学工業(株)

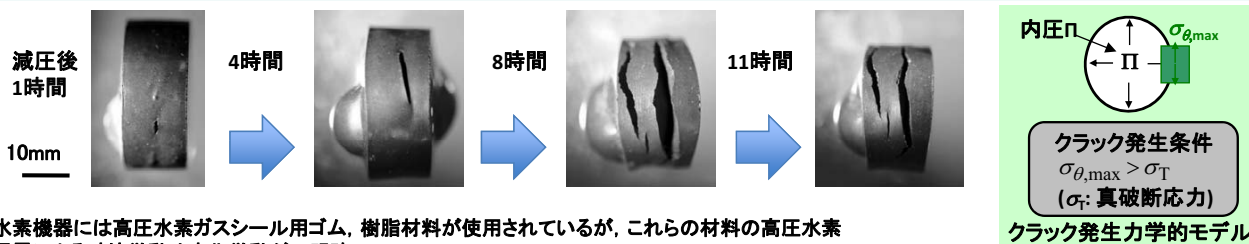
研究実施項目

- (1) 水素機器に使用される非金属材料(ゴム・樹脂)の強度評価
- (2) 水素機器に使用される非金属材料(ゴム・樹脂)の化学構造評価
- (3) 材料強度に及ぼす水素の影響に関する最新研究状況調査
- (4) 水素雰囲気下におけるゴム材料研究

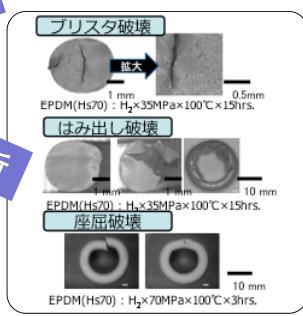
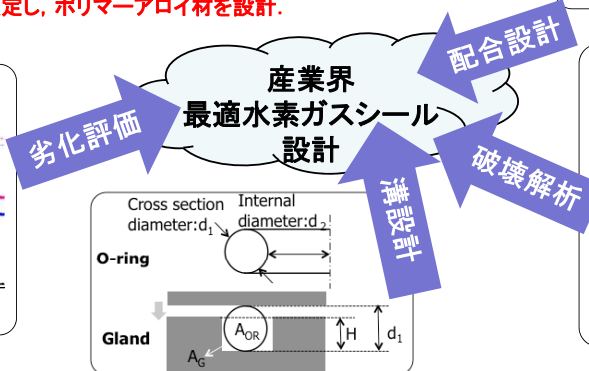
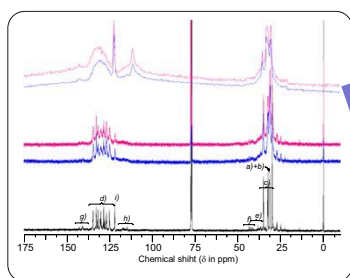
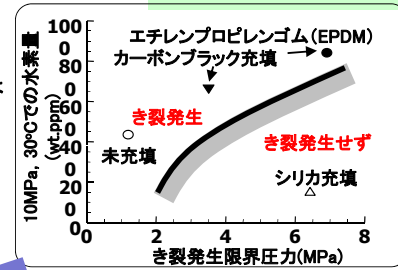
研究実施項目	③ 高圧化状態における高分子材料等の長期使用及び加工、温度などの影響による材料強度及び化学構造評価		
研究チーム	水素高分子材料研究チーム		
最終目標 (24年度末)	高圧化状態の水素に曝される高分子材料等の材料強度及び化学構造について、高分子材料の組成、長期使用及び加工、温度などの影響を評価し、基礎研究の結果に基づく知見も含めて、最適な耐水素高分子材料創製指針を纏め、関係する産業界に提供する。また、水素シールとして実使用されるOリング等の性能評価法等、高分子材料の劣化や破壊に関する評価法や基礎的データを提供し、関係する産業界が水素を利用する際の高分子材料に関する信頼性向上や安全性の確立に資する。		
研究開発成果	<p>(1)水素機器に使用される非金属材料(ゴム・樹脂)の強度評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・圧力差、減圧速度、ゴム材とプリスタ発生状況の関係を把握した。 ・プリスタによる内部クラックの進展状況を観察し、プリスタ発生メカニズムを推定した。 ・配合が明確なモデル配合材料による評価結果をまとめてデータベース構築を推進中。 ・取得したデータの産業界における水素機器開発への適用を進めた。 <p>(2)水素機器に使用される非金属材料(ゴム・樹脂)の化学構造評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水素曝露前の状態で分析を実施し初期のゴム材料の化学構造を把握した。 ・長時間水素雰囲気下に曝露された、ゴム材料の分析を実施し、水素曝露による構造変化を把握した。 ・水素曝露によるゴム材料の化学構造変化(劣化)を評価した。 ・水素曝露時に溶解した水素の溶解状態を分析し、耐プリスタ性に優れた分子設計指針の検討を実施した。 <p>(4)水素雰囲気下におけるゴム材料研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ゴム材料の高圧水素耐久試験機を開発し、プリスタ発生に起因する機構側要因(圧力差、昇圧・減圧速度等)、Oリング材料および溝設計の影響度を把握した。 ・Oリングの使用条件を模擬した温度、加減圧条件によるシールからの漏洩量により、Oリングの破壊モードを把握し、対策の指針を確立した。 ・5,500回加減圧サイクルによる長期シール性を確認し、加減圧周期がOリング損傷への影響が大きいことを確認した。 <p>(5)水素耐性に優れた適用材料の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水素に対して耐性に優れたガスバリア層のベース樹脂を選定した。 ・選定したベース樹脂を用いて高圧水素用ホースとして適用可能な柔軟性を持つガスバリア層として適用可能なポリマーアロイ材を設計した。 ・開発した材料に対する水素燃料の付臭剤の影響を調査した。 ・開発した材料の実機への適用評価を実施し、水素耐久性材料の設計指針を策定した。 		
達成度	◎	<達成状況 評価基準> 7月末における研究成果が	◎:最終目標を超過達成済み。 ○:最終目標を達成済み。 △:最終目標未達であるが、年度末までに達成する見込み。 ×:最終目標未達であり、年度末においても未達となることが懸念される。

III. 研究開発成果(成果の意義) 水素高分子材料研究チーム

Oリング用ゴム材料(カーボンブラック充てんエチレンプロピレンゴム)の高圧水素暴露-減圧後プリスタ破壊



- ・水素機器には高圧水素ガスシール用ゴム、樹脂材料が使用されているが、これらの材料の高圧水素曝露による破壊挙動や劣化挙動が不明確。
→ **破壊挙動のモデル化、化学構造変化の把握に基づく水素による破壊・劣化メカニズムの解明**
- ・ゴム、樹脂材料は多種多様な種類があり、さらに充てん材など配合試薬や資材などの組み合わせにより評価対象は膨大な数になる。また、メーカーは独自の配合による材料を使用。
→ **明確な配合の試験片による体系的な評価**
産業界における材料開発に活用しうるデータ整備
- ・高圧水素シール用Oリングの溝設計指針の確立によるシール構造全体の最適化が必要。
→ **高圧水素耐久試験機によるOリング溝形状の影響評価**
- ・高圧水素機器用樹脂材料として水素耐久性の高い材料が必要。
→ **水素バリア層のベース樹脂を選定し、ポリマーアロイ材を設計。**



④「高圧水素トライボロジーの解明」

水素トライボロジー研究チーム

チーム長: 杉村丈一(九州大学工学研究院 教授)



共同研究機関: 長崎大学

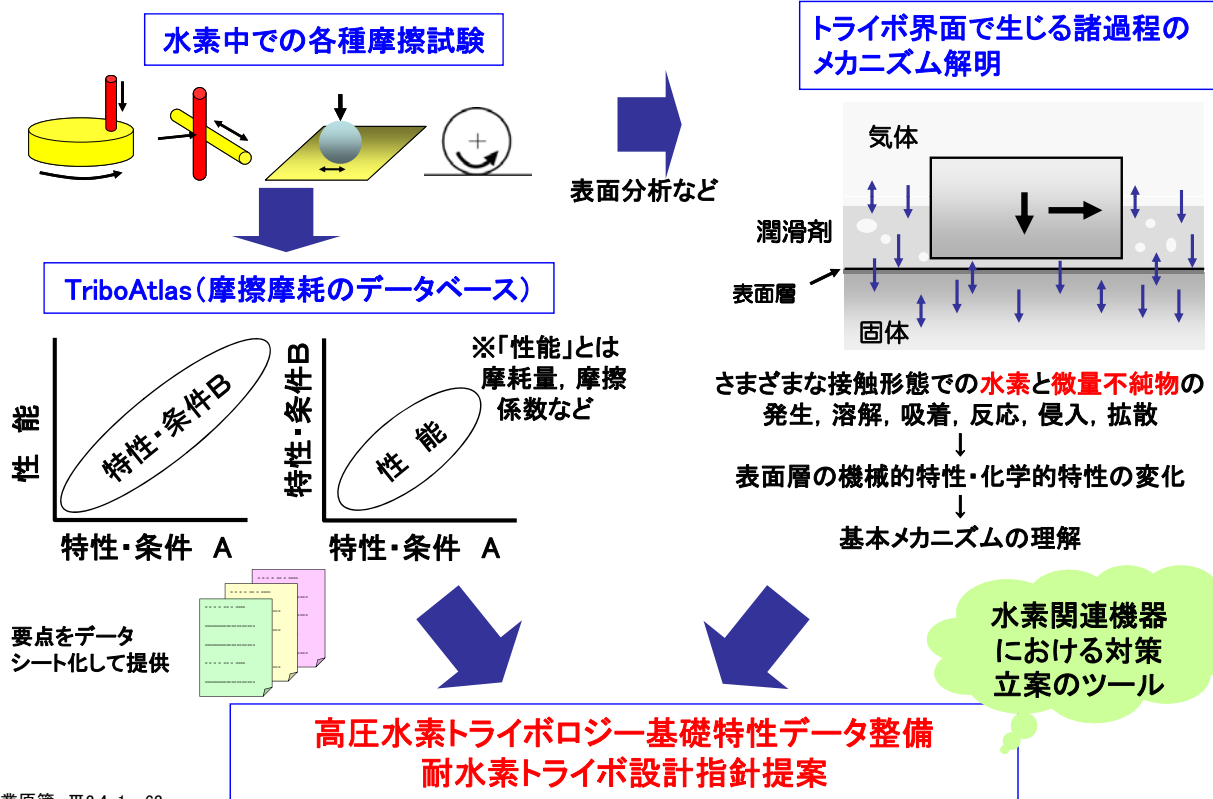
研究実施項目

- (1) 軸受・バルブ摺動材料の水素トライボロジー特性の調査研究
- (2) シール材料の水素トライボロジー特性の調査研究
- (3) 耐水素表面のトライボロジー特性(耐水素表面改質)の調査研究
- (4) トライボシステム中の気体分子の挙動解析
- (5) 水素トライボロジー信頼性評価

Ⅲ. 研究開発成果(研究開発の最終目標と達成度) 水素トライボロジー研究チーム

研究実施項目	④ 高圧水素トライボロジーの解明	
研究チーム	水素トライボロジー研究チーム	
最終目標 (21年度末)	高圧水素環境下における軸受け、バルブ摺動材料、締結部材料、シール材料等について、具体的な計測値及び理論的考察に裏付けられたデータを纏め、関係産業界に提供するとともに、高圧水素トライボシステムや使用する材料に関する設計指針や管理指針等を提供し、関係産業界が水素を利用する際の摺動材料やシール材料に関する信頼性向上や安全性の確立に資する。	
研究開発成果	<ul style="list-style-type: none"> ・試験ガス中の微量不純物(水、酸素)の量を制御可能な摩擦試験装置、摩擦試験片を大気に曝露せずに表面分析が可能な実験分析システム、圧力40MPa、温度373Kまでの摩擦力測定技術を確立までの高圧水素雰囲気中で摩擦試験が可能な摩擦試験機などを独自に開発し、水素トライボロジーの研究体制を築いた。 ・広範な摺動材料のトライボロジー特性の基礎データを蓄積し、諸現象の支配的影響因子を明らかにするとともに影響因子の作用機構を検討した。 ・産業界と連携し、軸受、バルブ、動的シール、ピストンリング等の候補材料について、常圧中、及び40MPaまでの高圧水素中における摩擦摩耗特性データを蓄積し、実機の開発に貢献した。 ・水素ガス中の微量水分、酸素が水素中のトライボロジー現象の重要な支配因子であることを見出し、代表的な摺動材料についてこれらの微量成分の影響を明らかにした。 ・高圧水素中に曝露された鋼材表面を分析し、高圧水素曝露により表面酸化膜の減少、表面硬度の上昇、炭素の析出などが起こり、温度依存性があることを明らかにした。 ・四フッ化エチレンを代表とする動的シール用樹脂材料の摩擦摩耗特性の支配因子として、転移膜形成とこれに及ぼす相手面金属表面での化学反応の影響を明らかにした。 ・軸受鋼の転がり疲れ寿命に及ぼす潤滑条件、水素侵入量、表面酸化膜形成状態の影響を明らかにした。 ・水素トライボロジー基礎データのデータベース(トライボアトラス)を構築し、産業界からの要望にもとづいて改良を加え、データシート化して関連企業に提供した。 	
達成度	○	<p><達成状況 評価基準> 7月末における研究成果が</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎:最終目標を超過達成済み。 ○:最終目標を達成済み。 △:最終目標未達であるが、年度末までに達成する見込み。 ×:最終目標未達であり、年度末においても未達となることが懸念される。

水素機器設計の基盤となる高圧水素トライボロジーデータベース(トライボアトラス)を世界に先駆けて整備



HYDROGENIUSで取得した評価データを取りまとめ、利用しやすい形で産業界に提供

- ・水素構造材料データベース
- ・水素物性データベース
- ・水素トライボロジーデータベース
- ・ゴム材料データベース

産業界等における研究開発、規制見直し、高圧ガス関係申請に大きく貢献

2011年6月以降、産業界・公的機関へ延べ330件を超える提供実績

「水素脆化メカニズムと水素機器強度設計の考え方」としてデータベースの基盤となる研究成果を書籍として出版(2012年1月)
最新の成果を水素機器の設計、製造の現場へ提供
世界的にも初めての書物



データ利用シート 実験条件

試験番号	材料	形状	試験機	試験速度	試験温度	試験圧力	試験時間	試験結果
1	304	円筒	MTS	0.1	300	1.0	1000	0.001
2	304	円筒	MTS	0.1	300	1.0	1000	0.001
3	304	円筒	MTS	0.1	300	1.0	1000	0.001
4	304	円筒	MTS	0.1	300	1.0	1000	0.001
5	304	円筒	MTS	0.1	300	1.0	1000	0.001

実験結果

試験番号	材料	形状	試験機	試験速度	試験温度	試験圧力	試験時間	試験結果
1	304	円筒	MTS	0.1	300	1.0	1000	0.001
2	304	円筒	MTS	0.1	300	1.0	1000	0.001
3	304	円筒	MTS	0.1	300	1.0	1000	0.001
4	304	円筒	MTS	0.1	300	1.0	1000	0.001
5	304	円筒	MTS	0.1	300	1.0	1000	0.001

図表表示 経時変化表示

	H18FY	H19FY	H20FY	H21FY	H22FY	H23FY	計
特許出願	国内1 海外0	国内3 国外6	国内3 海外18	国内2 海外6	国内0 海外4	国内0 海外0	国内9 海外34

発明の名称

水素物性

・「水素充填システムの水素用熱交換器」

材料強度特性

- ・「オーステナイト系ステンレス鋼, 及びその水素除去方法」
- ・「高圧水素タンクの損傷検知方法, 及びそのための装置」
- ・「水素ガス中疲労試験方法」
- ・「オーステナイト系ステンレス鋼, 及びその水素添加方法」

水素高分子

・「ゴム製品の検査方法及びゴム製品の検査装置」

水素トライボロジー

・「金属表面に四フッ化エチレン樹脂転移膜を形成する方法, 及びそれを用いた摺動部材」

- ◆毎年、「水素先端世界フォーラム」を福岡市で開催。年々活況を呈しており、第6回(平成24年2月)は、延べ787名(うち18ヶ国93名)が参加。産業界を初めとした世界の水素関係者の重要な意見交換の場に発展。
- ◆毎年、「水素エネルギー先端技術展」を北九州市で開催。地場中小企業に対する成果の報告、専門技術セミナーを開催。
- ◆平成21年6月、福岡水素エネルギー戦略会議とともに、福岡県麻生知事とともに、第8回産学官連携推進会議、日本経済団体連合会会長賞を受賞
- ◆平成22年5月、水素経済のための国際パートナーシップ(IPHE)優秀リーダーシップ賞の福岡水素エネルギー戦略会議受賞に貢献。
- ◆平成23年4月、松岡チーム長が「水素脆化の基本原理解明と水素機器の安全性確保の研究」について、文部科学大臣表彰「科学技術賞(研究部門)」を受賞。

	H18FY	H19FY	H20FY	H21FY	H22FY	H23FY	計
文献	2	9	31	77	54	42	215
口頭発表・講演	14	86	136	147	119	122	624
受賞実績	0	7	6	4	12	2	31
シンポジウム等の開催	1	3	2	4	6	7	23
展示会等への出展	0	2	4	4	3	3	16

III. 研究開発成果(標準化の取り組み)

公開

- ◆ 世界的研究拠点を形成するだけでなく、国際規格作成に有力な研究者との連携を密に行い、国際標準化を戦略的に推進
- ◆ 日本自動車業界とSAEとの標準化協議にデータを提供し、日本案での合意に貢献



III. 研究開発成果(成果の実用化可能性)

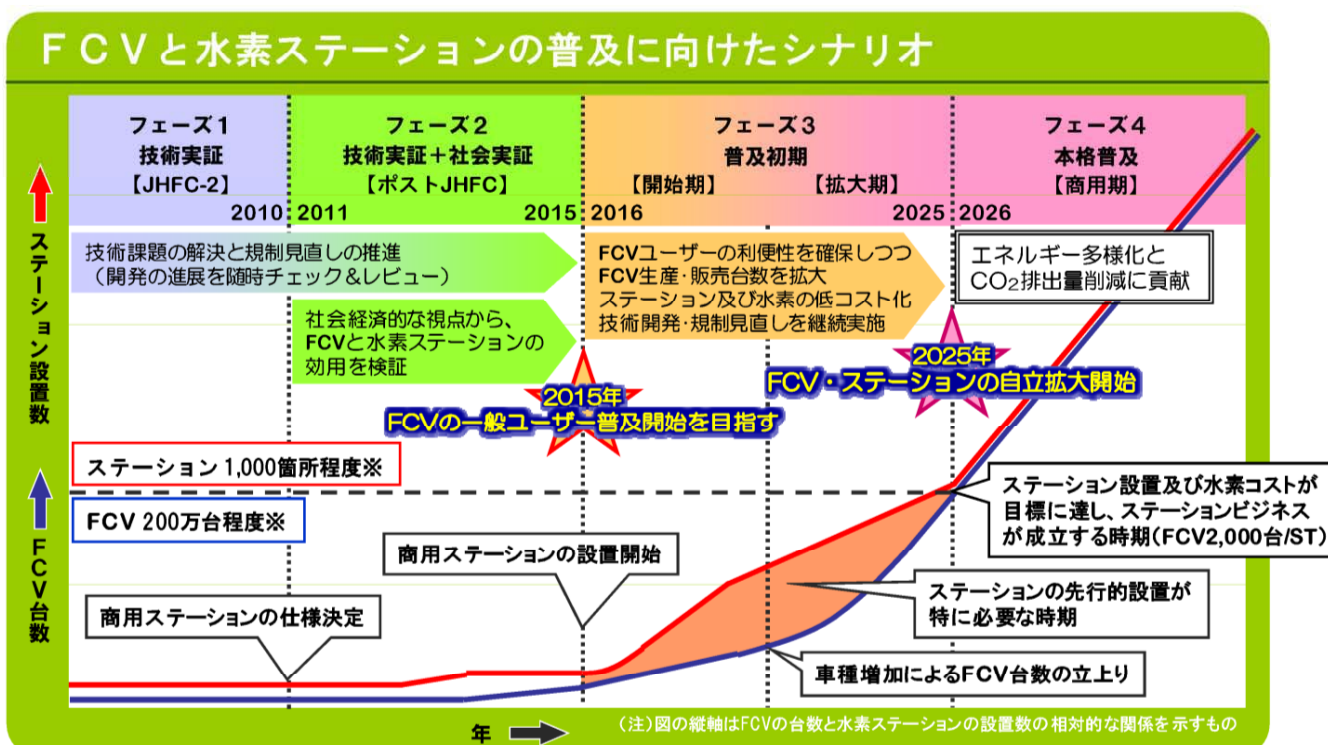
公開

燃料電池自動車・水素ステーションの将来シナリオ

(燃料電池実用化推進協議会FCCJ 2008年7月発表, 2010年3月更新)



ニワトリか卵かを解消



水素材料先端科学研究センターのロードマップ

