

九大の水素関連「ヒヤリハット」事象の分析



九州大学
水素材料先端科学研究センター
栗山信宏

伊都キャンパス内外での水素関連事業の展開

水素先端世界フォーラム

(最先端成果を世界に発信する国際会議)



水素タウン (世界最大規模、150台の燃料電池が集中設置)



水素ハイウェイ
(九大水素キャンパスから、全国へ展開)



**九州大学
水素材料先端科学研究センター**

5000m²超の実験研究エリアで、最先端の水素材料関連研究を実施

水素エネルギー先端技術展
(水素エネルギーの全体像がわかる産業界・一般向け技術展)



水素エネルギー製品研究試験センター
(糸島市に設置。産業化を支援)



**「次世代燃料電池
産学連携研究センター」**
(最先端研究を産業界へ)



**世界トップレベル研究所
「カーボンニュートラル・
エネルギー研究所」**
(低炭素エネルギー分野の
世界トップレベル研究所)



水素エネルギーシステム専攻
(世界初。工学府に平成22年度新設)



次世代エネルギー実証施設
(大学発技術をキャンパス内で実証)

産総研

水素材料先端科学研究センター
(水素に触れる材料に関する集中研)



**九州大学 水素エネルギー
国際研究センター**
(水素技術インキュベーター)



福岡水素エネルギー戦略会議
(671社・者民間企業522社⇒世界最大規模)
・福岡水素戦略
(国際的な「IPHE優秀リーダーシップ賞」受賞)

稲盛フロンティア研究センター
(世のため、人のための未来科学研究)



福岡水素利用技術
研究開発特区

九州大学
21世紀COE[®]
プログラム:水素機
械システムの
統合技術

Hy-Lifeプロジェクト

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

九州大学伊都キャンパスは「水素キャンパス」

高圧水素中材料強度評価、トライボロジー、水素物性
高分子材料評価、材料分析

次世代燃料電池産学連携研究センター

カーボンニュートラルエネルギー国際研究所

水素材料先端科学研究センター
HYDROGENIUS

燃料電池、水素貯蔵材料
水素製造 他

水素エネルギー国際研究センター

燃料電池、材料強度評価、高圧容器

稲盛フロンティア研究センター

高圧水素中
材料強度評価

工学部

水素材料強度実験棟

水素・燃料電池
実証研究サイト

水素ステーション

高圧水素曝露

新生HYDROGENIUS

- ・2006～13で、産総研HYDROGENIUSは世界でも類をみない水素集中研究拠点として整備された。
- ・産総研と九州大学が培った研究体制を継承発展させるため、九州大学HYDROGENIUSを設立。
- ・さらに、水素エネルギー利用の安全性・経済性・信頼性向上に寄与し、産業競争力強化に貢献する。

産総研HYDROGENIUS

(2006. 7-2013. 3)

水素エネルギー利用の安全性と経済性の両立

NEDO水素先端科学基礎研究事業(約90億円)

～水素物性・材料強度に関するメカニズムをふまえた
高信頼データの集積と企業への提供～

世界で唯一の一貫した水素集中研究拠点の形成
企業と連携し国の施策を支える恒久的な世界的拠点

2007. 11. 9 開所



基本原理の解明
データの集積・整備

機器開発支援
初期規制見直しへの貢献

継承・発展

九州大学水素材料先端科学研究センター

2013. 4

(HYDROGENIUS)

- ・水素材料に関する基礎原理の解明と実用化技術開発への貢献
- ・水素利用における安全性・経済性向上に寄与し本格普及への貢献
- ・我が国のグリーン成長戦略、国際競争力強化への貢献
- ・研究、産学官連携、国際連携、社会普及活動を通じ、人と知の呼び込み大学の新たな発展への貢献

金属材料研究部門

高分子材料研究部門

トライボロジー研究部門

物性研究部門

安全評価研究部門(新設)

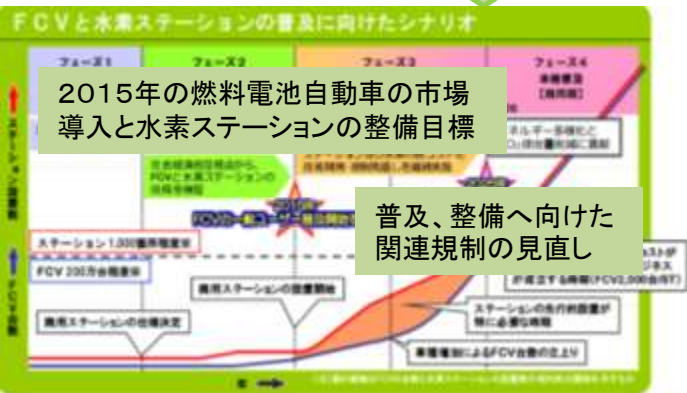
- ・工学研究院機械工学部門
- ・カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所
- ・システム情報科学研究院
- ・電気システム工学部門
- ・水素エネルギー国際研究センター

産総研

エネルギー技術研究部門
・水素材料先端科学
連携研究体
(HYDROGENIUS-CRT)
・安全科学研究部門

今後の課題

使用材料種拡大のための規制見直しと新規材料開発
効率的で長寿命の機器設計のための要素技術の信頼性向上
水素機器・システムの安全性向上
国際競争力強化のための標準化・規格化



研究成果の普及と活用／「データベース」と産業界への解説書

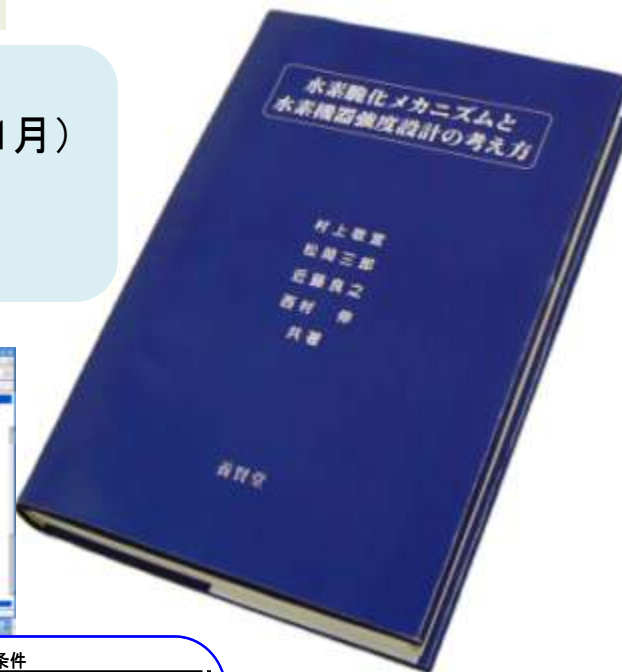
HYDROGENIUSで取得した評価データを取りまとめ、利用しやすい形で産業界に提供

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

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

産業界・公的機関へ延べ382件提供

「水素脆化メカニズムと水素機器強度設計の考え方」を
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



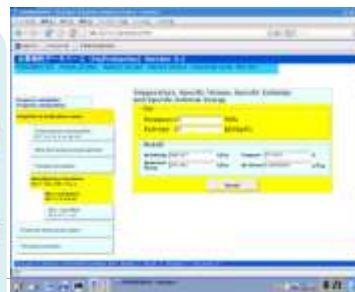
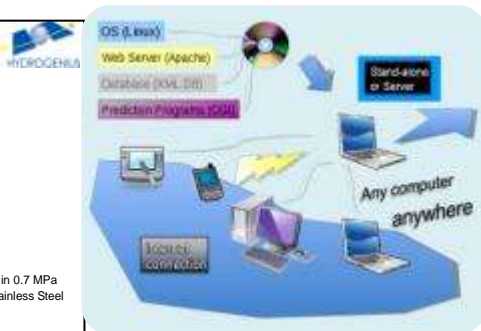
HYDROGENIUS DATA BASE

No. 2

Data Base on Short Fatigue Crack Growth Properties in 0.7 MPa Hydrogen Gas of Type 304 (JIS-SUS304) Austenitic Stainless Steel

December, 2008

Research Center for Hydrogen Industrial Use and Storage (HYDROGENIUS),
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
Kyushu University



HYDROGENIUS 水素高分子材料研究チームデータベース

(NBR 編)

1. シンプルな構成
2. 成熟安定
3. オブジェクト指向設計
4. 信頼性向上
5. プラチナ品質

データ利用シート

実験条件

実験番号	試験材料				試験条件				試験結果			
	材料名	厚さ	長さ	幅	試験速度	試験時間	試験温度	試験圧力	試験圧力	試験時間	試験温度	試験圧力
1	304	1.0	100	10	0.005	1000	100	0.7	0.005	1000	100	0.7
2	304	1.0	100	10	0.005	1000	100	0.7	0.005	1000	100	0.7
3	304	1.0	100	10	0.005	1000	100	0.7	0.005	1000	100	0.7
4	304	1.0	100	10	0.005	1000	100	0.7	0.005	1000	100	0.7

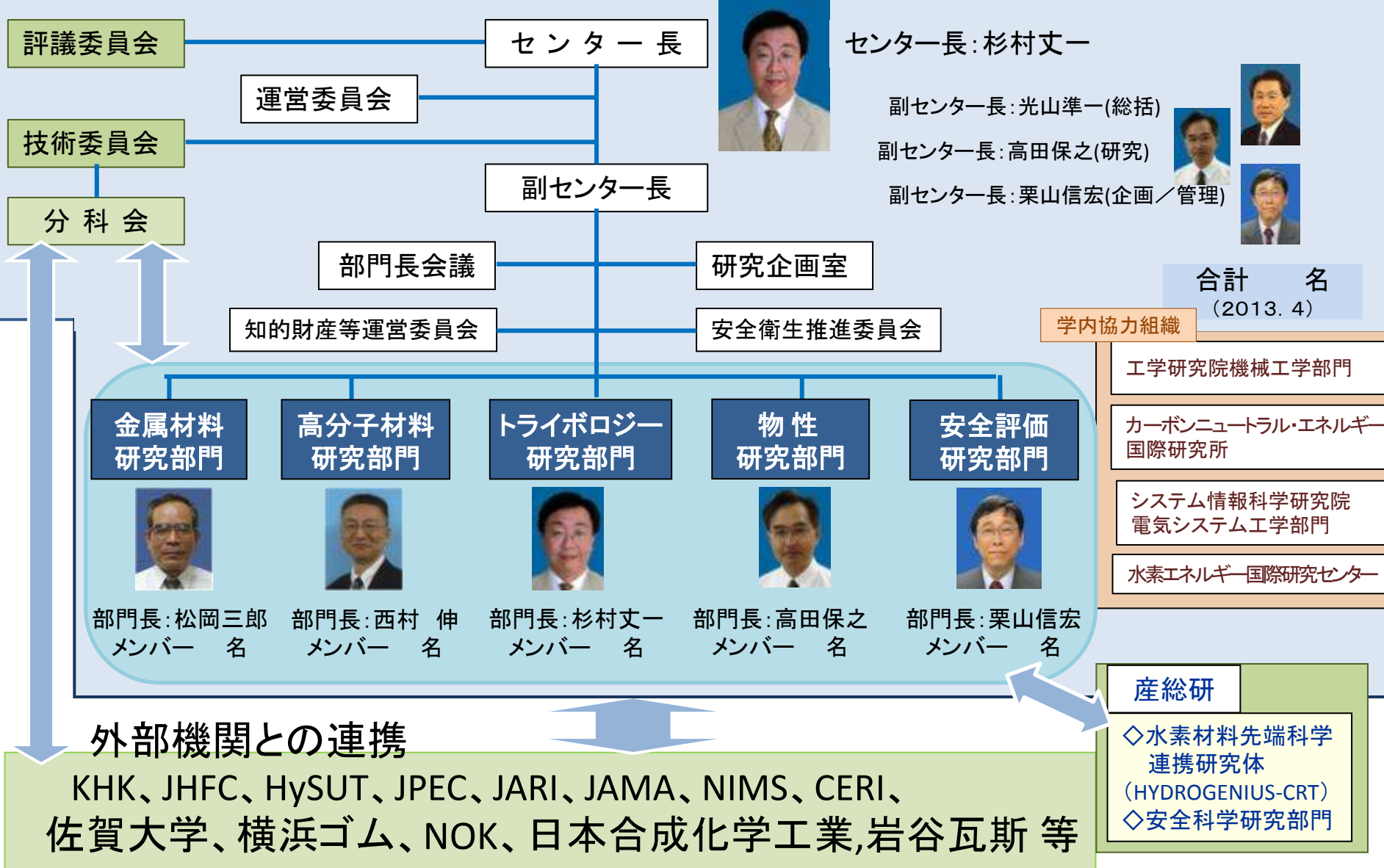
実験結果

実験番号	試験速度		試験時間		試験温度		試験圧力	
	単位	値	単位	値	単位	値	単位	値
1	mm/2h	0.005	h	1000	°C	100	MPa	0.7
2	mm/2h	0.005	h	1000	°C	100	MPa	0.7
3	mm/2h	0.005	h	1000	°C	100	MPa	0.7
4	mm/2h	0.005	h	1000	°C	100	MPa	0.7

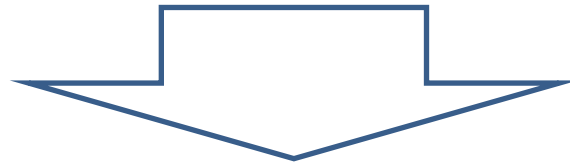
画像表示

経時変化表示

HYDROGENIUS (水素材料先端科学研究センター)



水素に関する世界的な研究拠点



【学術的貢献】

基礎原理の解明と実用技術開発への貢献

【社会への貢献】

水素エネルギー利用における安全性・経済性向上に寄与して本格的普及に貢献し、我が国のグリーン成長戦略国際競争力強化に貢献

【大学としてのメリット】

研究、産学官連携。国際連携、社会普及活動を通じて人と知を呼び込み新たな発展に貢献

研究活動の全体像 (FCV普及、水素インフラの整備へ)

HYDROGENIUS

水素インフラ・燃料電池自動車に必要な高圧水素下における
材料等のメカニズム解明・物性取得を実施

水素供給 ネットワーク



水素物性

水素物性データベース構築
(100MPa-500°CにおけるPVTデータ、
熱伝導率、粘性係数、露点、水素溶
解度等・状態方程式)

水素高分子材料

劣化・破壊メカニズム解明
高圧水素中高分子材料特性集積

水素材料強度

水素脆化基本原理解明
水素構造材料強度特性集積

水素インフラ整備・
燃料電池自動車の
普及に向けて今後
ますます必要

水素トライボロジー

金属-金属、金属-高分子接触
における摩擦・摩耗・潤滑特性集積
水素・不純物の影響メカニズム解明

圧縮機

軸シール材

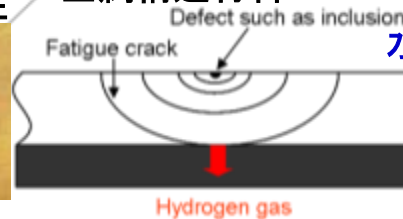
弁体+弁座
摺動シール材

圧縮機・バルブ等
動的シール材
金属構造材料
+トライボロジー
+高分子材料

使用材料拡大
高圧機器設計・申請
金属構造材料

蓄圧器

LBB (Leak Before
Break)現象解析
金属構造材料



水素ステーション制御
水素物性

ディスペンサー

燃料電池自動車

実証ステーション材料調査

金属構造材料+トライボロジー+高分子材料

水素関連研究の世界的拠点

水素先端基礎研究事業では、水素物性、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

国内外から研究者を結集し、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压水素物性データベースの整備



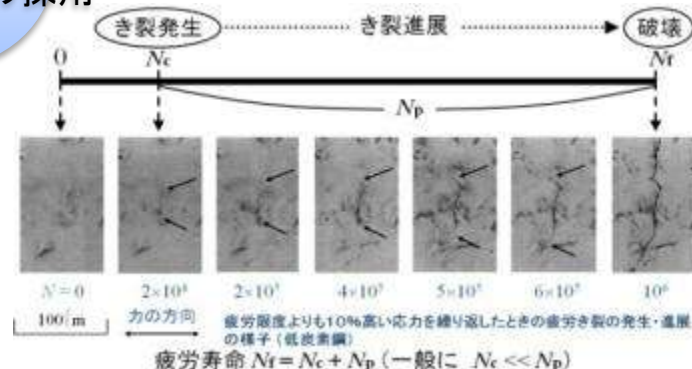
独自で開発した**唯一無二**の装置群

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温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

国際規格・標準化に向けた戦略的取組み



実験条件											
試料	材料	形状	寸法	試験機	試験速度	試験温度	試験圧力	試験時間	試験結果	試験者	試験日
1	SC19	棒状	φ10×L100	120MPa	1000	300	120	1000	破断	山本	2018.05.15
2	SC19	棒状	φ10×L100	120MPa	1000	300	120	1000	破断	山本	2018.05.15
3	SC19	棒状	φ10×L100	120MPa	1000	300	120	1000	破断	山本	2018.05.15
4	SC19	棒状	φ10×L100	120MPa	1000	300	120	1000	破断	山本	2018.05.15
5	SC19	棒状	φ10×L100	120MPa	1000	300	120	1000	破断	山本	2018.05.15
6	SC19	棒状	φ10×L100	120MPa	1000	300	120	1000	破断	山本	2018.05.15
7	SC19	棒状	φ10×L100	120MPa	1000	300	120	1000	破断	山本	2018.05.15
8	SC19	棒状	φ10×L100	120MPa	1000	300	120	1000	破断	山本	2018.05.15
9	SC19	棒状	φ10×L100	120MPa	1000	300	120	1000	破断	山本	2018.05.15
10	SC19	棒状	φ10×L100	120MPa	1000	300	120	1000	破断	山本	2018.05.15

実験結果											
試料	破断時間	破断位置	破断モード	破断速度	破断温度	破断圧力	破断変位	破断エネルギー	破断モード	破断位置	破断モード
1	1000	中央部	延性破断	1000	300	120	1000	1000	延性破断	中央部	延性破断
2	1000	中央部	延性破断	1000	300	120	1000	1000	延性破断	中央部	延性破断
3	1000	中央部	延性破断	1000	300	120	1000	1000	延性破断	中央部	延性破断
4	1000	中央部	延性破断	1000	300	120	1000	1000	延性破断	中央部	延性破断
5	1000	中央部	延性破断	1000	300	120	1000	1000	延性破断	中央部	延性破断
6	1000	中央部	延性破断	1000	300	120	1000	1000	延性破断	中央部	延性破断
7	1000	中央部	延性破断	1000	300	120	1000	1000	延性破断	中央部	延性破断
8	1000	中央部	延性破断	1000	300	120	1000	1000	延性破断	中央部	延性破断
9	1000	中央部	延性破断	1000	300	120	1000	1000	延性破断	中央部	延性破断
10	1000	中央部	延性破断	1000	300	120	1000	1000	延性破断	中央部	延性破断

燃料電池、水素貯蔵材料、水素製造 他



水素エネルギー国際研究センター

材料強度実験棟



曝露実験棟



高圧水素中材料強度評価、
トライボロジー、水素物性
高分子材料評価、材料分析



水素材料先端科学研究センター



水素用材料の材料強度評価



高圧水素容器

燃料電池、材料強度評価、高圧容器



燃料電池



風力発電



水素ステーション



水素・燃料電池実証研究サイト

保安体制

24時間監視体制と巡視(1日3回)(外部委託)
高圧ガス専門家による官庁申請・保安維持サポート

警報システム

水素ガスセンサ 第1警報: 1000ppm, 第2警報: 2000ppm
(HY10以外 500ppm, 1000ppm)
酸素濃度センサ 18.0%
警報伝達 実験棟、支援室、監視室、メール発送

安全教育

安全講習会(使用開始時及び年1回の受講義務)
講習会終了後に利用者証発行、カードキー発行とリンク
防災訓練(年1回)

安全衛生推進体制

産総研・九州大学共同による安全衛生委員会
(現在 安全衛生推進委員会による情報共有)

- ・利用者講習会 (HY10棟の利用者に高圧ガス安全管理・保安に関する受講を義務づけ)
- ・防災訓練の実施
- ・HYDROGENIUS独自の安全管理推進体制を構築 (ヒヤリハット、事故防止対策、巡視等)
- ・各研究部門に安全管理推進員を配置
- ・24時間体制の保安体制 (業務委託)



爆発被害軽減対策



入室管理、所在確認



電子錠による
入館管理



入退室確認ボード

実験安全対策



実験室の暗唱番号と
入退室ボード

実験室は二重扉



防爆仕様蛍光灯



センサーによる
漏洩管理
一段警報1000ppm
二段警報2000ppm

「ヒヤリハット報告」

- ・ガス漏洩、トラブル、ケガ等の危険事象の際に報告
- ・支援部門で集約
- ・安全衛生委員会で情報共有・対策議論

ヒヤリ・ハット報告書

年 月 日 記載

件名			
区分(○印)	<input type="checkbox"/> ガスの漏洩関連 <input type="checkbox"/> ガス設備関連 <input type="checkbox"/> 漏電関連 <input type="checkbox"/> 電気設備関連 <input type="checkbox"/> 建屋関連 <input type="checkbox"/> 誤操作関連 <input type="checkbox"/> けが <input type="checkbox"/> その他()		
発生日時	年 月 日 :	発生場所	
【ヒヤリ・ハット内容】 ※なるべく具体的に記入してください		該当する項目にチェックをしてください	
【概要】	<input type="checkbox"/> 機器が正常に作動しなかった <input type="checkbox"/> 安全装置が作動しなかった . . .		
【原因】	<input type="checkbox"/> 通常のとおりにしなかった <input type="checkbox"/> 指示通りしなかった . . .		
【対策】	<input type="checkbox"/> 見えなかった . . .		
【添付資料】	<input type="checkbox"/> 深く考えなかった <input type="checkbox"/> 大丈夫と思った . . . <input type="checkbox"/> 無理をした <input type="checkbox"/> 身体のバランスを崩した <input type="checkbox"/> その他:		

【コメント・アドバイス】 ※管理関連部門記入欄	
-------------------------	--

報告数 83件
(2007.7~2013.3)
今回上記を集計分析

- ・「ヒヤリハット」
 - 報告と冷静な対応を優先 (当事者は把握可能)
 - 無用な責任追及を避け、安全向上推進 (思考停止の回避)

300ヒヤリ→30小事故→1大事故
ヒヤリの要因を十分分析

注]1 報告書は、できるだけ速やかに提出してください。
 2 報告書作成者は、原則として、当該ヒヤリハット発生場所の試験担当者となります。
 3 作成者の段階では業者名等具体的に記入願います。(掲示時は個人名等は削除します。)
 4 できるだけ写真や図面等の資料を添付願います。

機器・組織的要因

機器の問題「機器機能」
(点検不備を含む)

- 01 機器が正常に作動しなかった
- 02 機器が劣化していた
- 03 機器が故障していた
- 04 機器の性能が不十分だった
- 05 安全装置が正常に作動しなかった

安全対策の問題「安全対策」

- 06 安全装置がなかった
- 07 安全装置が不十分だった
- 08 危険の表示がなかった
- 09 物の置き方がよくなかった
- 10 整理整頓をしてなかった
- 11 作業場所が狭かった
- 12 床面が滑りやすかった
- 13 点検、監視の範囲外だった
- 21 同じようなことが前にもあった*
(提起済み)

* 留意点

「大丈夫と思った」「深く考えなかった」が「正常であると思った」の意の場合には他の要因を割り当てる。
「同じようなことが前にもあった」は、実験者が無視していた場合と問題提起をしていた場合に分ける。

ヒューマンエラー的要因

作業者の無視行動「無視行動」

- 14 通常通りにしなかった
- 15 指示通りしなかった
- 16 手順を省略した
- 17 器具等の使用法を間違った
- 18 作業の位置・姿勢がよくなかった
- 19 危険箇所に手や身体を入れた
- 20 共同作業者と連携がよくなかった
- 21 同じようなことが前にもあった*
(未提起)
- 29 深く考えなかった*
- 30 大丈夫と思った*
- 35 無理をした

作業者の認知問題「認知問題」

- 22 見えなかった
- 23 見にくかった
- 24 聞こえなかった
- 25 気が付かなかった
- 26 忘れていた
- 27 知らなかった
- 28 わからなかった
- 29 深く考えなかった*
- 30 大丈夫と思った*
- 31 予想違いをした

作業者の情緒不安定
「情緒問題」

- 32 イライラしていた
- 33 あわてていた
- 34 疲れていた

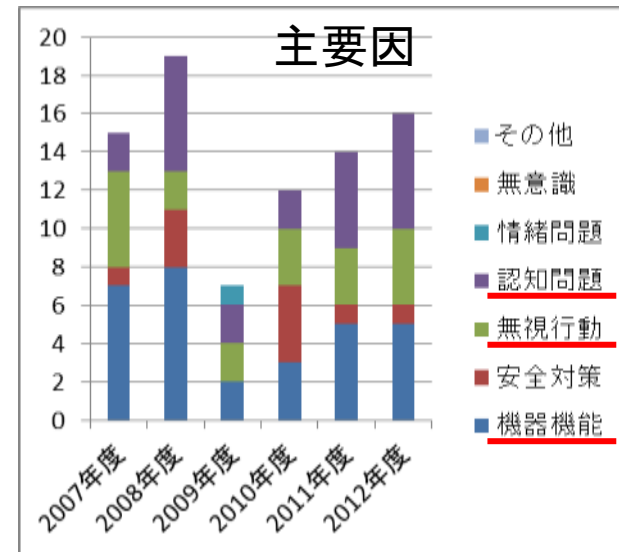
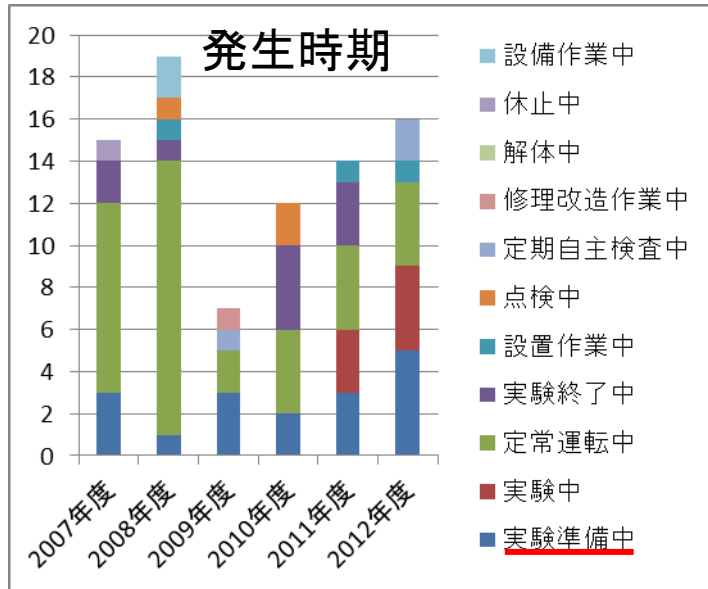
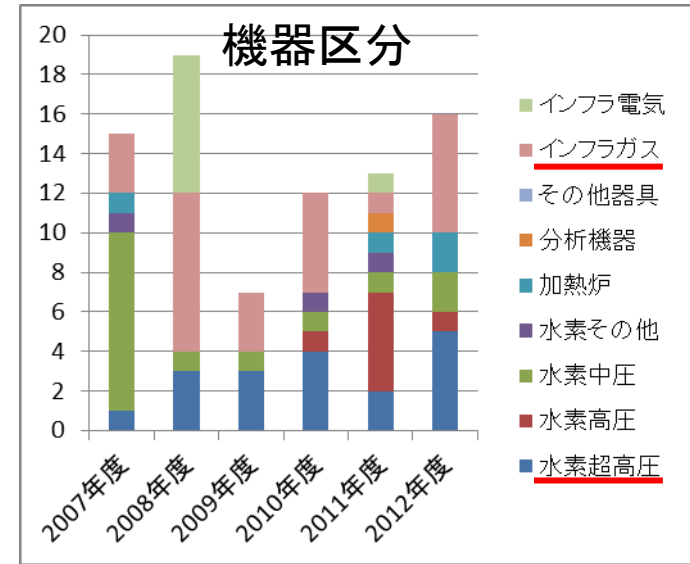
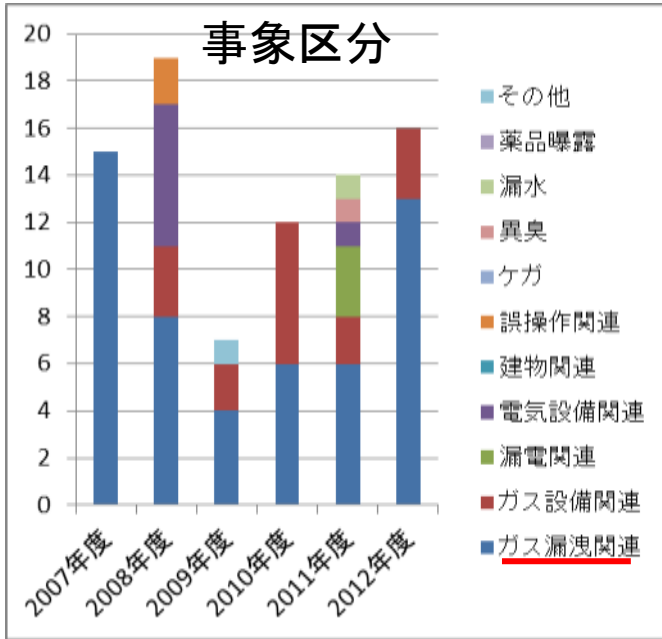
作業者の無意識行動「無意識」

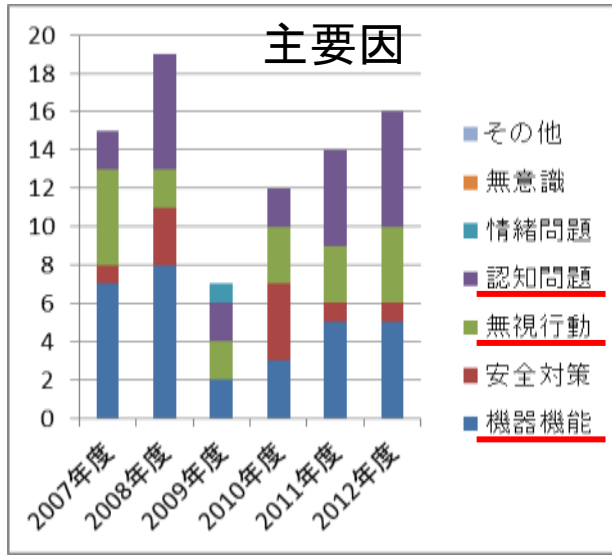
- 36 無意識に手が動いた
- 37 身体のバランスを崩した

水素ガス関連事象の概要

年度	2007	2008	2009	2010	2011	2012	合計
発生件数	15	19	7	12	14	16	83

7/1より記録





ヒューマンエラー

かなりの事象が作業者の問題に関係

先入観を避けるために

分析に先立って認識しておくべきこと:

- ・作業者の特徴(大学では?)
- ・ヒューマンエラーの特徴

「事故・ヒヤリハット報告が多い」⇒「いいかげん」? 「仕事が雑」?

管理者の短絡的な判断・指示により、的確な対策が妨げられる
 作業者の誤った自己認識によって、対策が受け入れられない
 (管理者への不信、隠蔽体質の形成、人間関係の悪化等)

平成25年度安全講習受講者

熟練度	階層	人数	%
熟練者(49%)	教員	44	20.7
	技術員	36	16.9
	その他	5	2.3
中級(32%)	博士課程	20	9.4
	修士課程	68	31.9
初心者(19%)	学部	40	18.8
	合計	213	

・学生、技術員の関連する事象が多い

学生(修士):27%, 技術員:43%、業者:16%

・作業の直接担当者に占める割合が多い

学生:約60%、技術員:約20%(登録ベース)

技術員は作業を多く担当、HY10初期不良対応

・熟練者やある程度経験のある者の事象が多い

熟練者:72%, 修士:27%

(熟練者:職員、技術員、博士課程、業者)

熟練者は困難な作業に従事するため事例が多い?

関係者種別	年度	2007	2008	2009	2010	2011	2012	合計	%
教員		1	2	1	2	1	1	8	9.6
技術員		2	12	4	6	4	8	36	43.4
博士研究員		0	0	0	0	0	0	0	0.0
博士課程		0	0	0	0	2	1	3	3.6
修士課程		10	1	0	2	6	3	22	26.5
学部		1	0	0	0	0	0	1	1.2
外部研究員		0	0	0	0	0	0	0	0.0
業者		1	4	2	2	1	3	13	15.7
不明		0	0	0	0	0	0	0	0.0

・ヒューマンエラーがほぼ半数

設備不具合:54%, ヒューマンエラー:46%

・熟練者やある程度経験のある者の事象が多い

熟練者:72%(内ヒューマンエラー:45%

→無視行動:2/3, 認知他:1/3)

修士 :27%(内ヒューマンエラー:73%

→無視行動:1/2, 認知他:1/2)

教訓

・熟練者でもヒューマンエラーを起こすことを認識すべき

・学生には、安全確保と卒論期限との葛藤の軽減が必要

全体	関係者種別	設備不具合		ヒューマンエラー				その他	合計	%
		機器機能	安全対策	無視行動	認知問題	情緒問題	無意識			
	教員	4	2	2	0	0	0	0	8	9.6
	技術員	21	8	3	4	0	0	0	36	43.4
	博士研究員	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	博士課程	0	0	1	2	0	0	0	3	3.6
	修士課程	5	1	8	8	0	0	0	22	26.5
	学部	1	0	0	0	0	0	0	1	1.2
	外部研究員	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	業者	3	1	7	1	1	0	0	13	15.7
	不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
合計		34	12	21	15	1	0	0	83	100.0
%		41.0	14.5	25.3	18.1	1.2	0.0	0.0	100	

- ・業者による事象が約15%(12件)を占める

設備不具合:1/4(3件), ヒューマンエラー:3/4(9件)

- ・ヒューマンエラー内容

水素漏洩

- ・対象システム内容伝達不足(2件)

- ・配管パージ用水素室内放出

- ・窒素パージ完了思い込み(2件)

水素供給遮断

- ・緊急停止ボタンへの接触

- ・誤った容器バルブ閉止

低酸素誤報

- ・操作盤電源の誤遮断

CO漏洩

- ・開放しているバルブの未伝達

- ・設備不具合内容

H₂緊急遮断弁閉止(停電復帰後の設定異常?)

実験装置継手の水素漏洩(締付後の緩み)

配管の継手部漏洩(合わない継手を長期間使用)

教訓

- ・業者任せきりにならず、コミュニケーションを取ることが必要

- ・作業開始時に現場担当者から作業員への確実な連絡が必要(書面)

- ・「ガス漏洩」「ガス設備関連」「電気設備」「漏電」が多い
 ガス漏洩:63%, ガス設備:19%, 電気:12%
 警報:57%, 巡回:30%
- ・異常時には警報が出るため、報告せざるを得ない
 (ガス関連の情報は把握しやすい)
 (ケガ、作業環境によるものは把握しにくい)

年度	2007	2008	2009	2010	2011	2012	合計	%
事象区分								
ガス漏洩関連	15	8	4	6	6	13	52	62.7
ガス設備関連	0	3	2	6	2	3	16	19.3
漏電関連	0	0	0	0	3	0	3	3.6
電気設備関連	0	6	0	0	1	0	7	8.4
建物関連	0	0	0	0	0	0	0	0.0
誤操作関連	0	2	0	0	0	0	2	2.4
ケガ	0	0	0	0	0	0	0	0.0
異臭	0	0	0	0	1	0	1	1.2
漏水	0	0	0	0	1	0	1	1.2
薬品曝露	0	0	0	0	0	0	0	0.0
その他	0	0	1	0	0	0	1	1.2

- ・「水素取扱中」が大半：70%
 - ・多くが水素に関わる業務
 - ・漏洩すれば警報発報
(窒素でも液体窒素多量漏洩の様に高リスク事象有)
- ・圧力域は「10気圧未満」(常圧、中圧)が大半
 - 常圧：51%，中圧：24%，高圧・超高圧：25%
 - ・超高圧(>15MPa)では数は少なくとも大きな漏洩
(第2警報レベル [2000ppm])
- ・事象発生タイミングは、準備終了時と長期定常運転中が多い
 - 準備中：21%，終了中：12%，定常運転中：43%
 - ・点検・修理・設置中も無視できない：計14%

- ・超高压水素機器 (>15MPa, 水素排出等低压作业时含む)
 毎年一定数発生 計18件
 超高压状態での事象は11件
- ・中压水素機器 (<1MPa)
 長期運転実施時期(2007年度)に多く発生
- ・インフラ関係は初期(2008年度)に多く発生(初期不良)
 ガス関係は最近増加
 電気関係は2013年度に入り、劣化による事象発生

	年度	2007	2008	2009	2010	2011	2012	合計	%
機器分類	水素超高压	1	3	3	4	2	5	18	21.7
	水素高压	0	0	0	1	5	1	7	8.4
	水素中压	9	1	1	1	1	2	15	18.1
	水素その他	1	0	0	1	1	0	3	3.6
	加熱炉	1	0	0	0	1	2	4	4.8
	分析機器	0	0	0	0	1	0	1	1.2
	その他器具	0	0	0	0	0	0	0	0.0
	インフラガス	3	8	3	5	1	6	26	31.3
	インフラ電気	0	7	0	0	1	0	8	9.6
	インフラ水	0	0	0	0	1	0	1	1.2
	インフラ建物	0	0	0	0	0	0	0	0.0

<超高圧設備は基本的に教員・技術員が操作>

・毎年一定数発生 ('07: 1, '08: 3, '09: 3, '10: 4, '11: 2, '12: 5 [計18])

・シール関係水素漏洩: 8件

ピストンリング破損1件、端子破損1件、変形1件、挟み込み1件

・Oリング関係: 4件

・水素膨潤によるバックアップリング入れ間違い

・水素膨潤による破損: 3件

(破損までの期間: 同部位でも数ヶ月～数年の開き)



・ベント管からの水素回り込み 7件 (第1警報 [1000ppm])

・放出速度を絞っても風の状況等で警報発生

・放出位置を1.5m高くすることで解決

- ・加圧中の増し締めによる水素漏洩: 1件
 - ・第2警報 [2000ppm]
 - ・中断を避けるため75MPa加圧状態で増し締め、流出拡大
- ・窒素パーシ不足による水素漏洩: 1件
 - ・第1警報 [1000ppm]
 - ・パーシ状況の定期自主点検業者への連絡が欠けていた
- ・液体窒素漏洩: 1件
 - ・供給管接続部の確認を行わなかった
 - ・供給管接続部の不具合により漏洩、酸素濃度低下
→使用量が多いため、供給中は立入制限、酸素濃度監視

教訓

- ・シール部の問題による事象多い: 技術は開発途上と認識すべき
- ・作業ミス(加圧状態作業)は大きな水素流出につながると認識すべき
- ・常に慎重かつ確実な作業の注意喚起が必要

・超高压水素機器 (>15MPa, 低压作業除く)

毎年数件発生 計11件(超高压水素機器全体18件)
7割はシール関係が原因、その半数がOリング異常
小さなミスが大きな漏洩に波及



- ・インフラ関係は初期(2008年度)に多く発生(初期不良)
電気関係は2013年度に入り、劣化による事象発生

・ヒューマンエラー

事象全体(83件)の約半数がヒューマンエラーに起因
ヒューマンエラーの3/4は熟練者(修士以下除く)によるもの
この内、慎重欠如、連絡不備、手順無視(無視行動)が2/3
→手順逸脱の危険、手順明記の重要性を注意喚起
工事業者事象(12件)の内3/4が連絡不備
→事務手続に指示書導入、書面による引き継ぎ指示

⇒今後の安全教育・安全向上に反映

FCV産業 利便性、快適性、航続距離、エネルギー源多様性
(>1万台/年)



認証
構造材料DB



裾野産業成立には
市場拡大必須



高信頼性
部品



効率的充填 制御ソフト
正確な計量 水素物性DB
(FCV普及には国際的共通性必要)

インターフェース



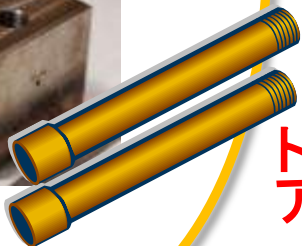
安全な材料
構造材料DB
高分子DB



高信頼性
部品

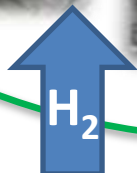
認可・認証
構造材料DB

管理手法



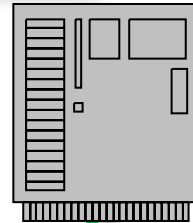
トライボ
アトラス

水素用部品・部材



水素インフラ
(~数十ヶ所/年)

水素製造・輸送



効率的運転
制御ソフト
水素物性DB

国内規制が諸外国の状
況と大差ないことが前提



稲盛研究センターにて 2012年12月14日