

日本ガス協会における水素導管 ネットワーク構築に向けた取り組み

一般社団法人 日本ガス協会
技術開発部
速水 征志

はじめに

Ø都市ガス業界の現状と将来の水素社会

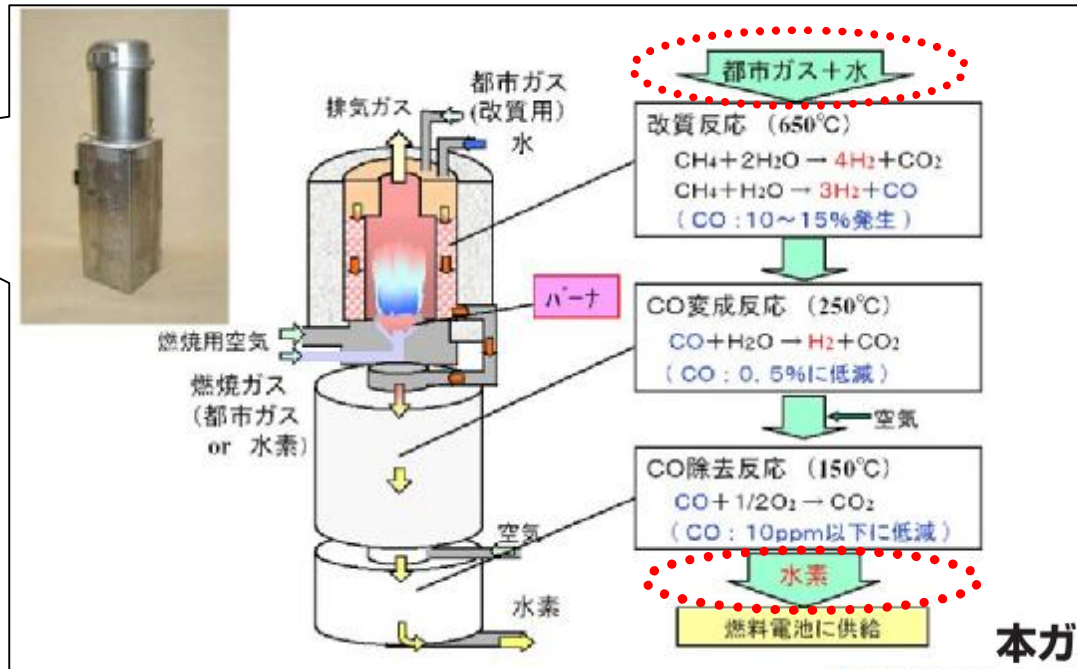
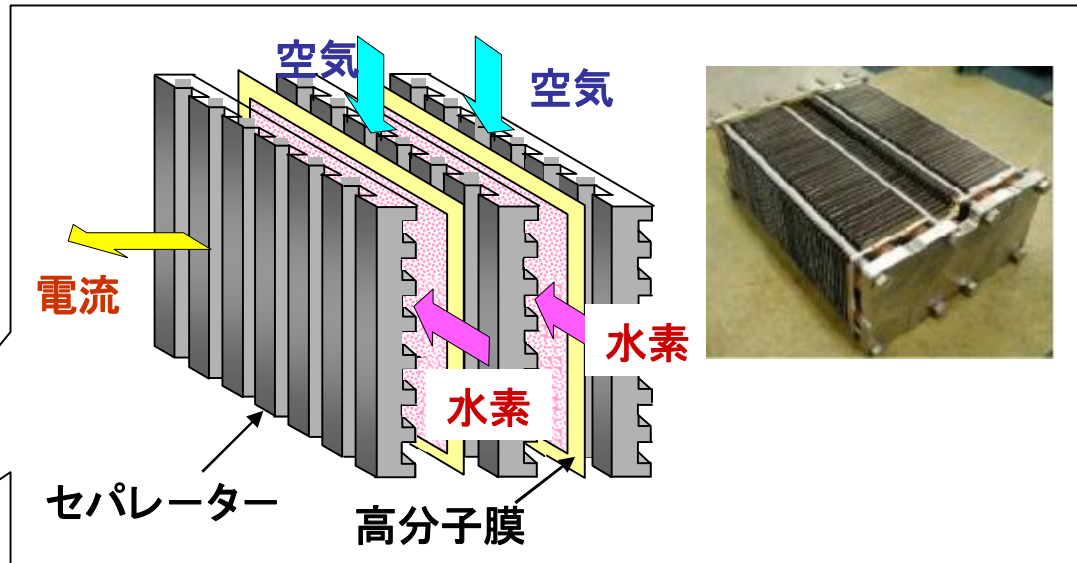
Ø過去の水素関連委託調査事業

Ø平成23年度 水素関連委託調査事業

Øまとめ

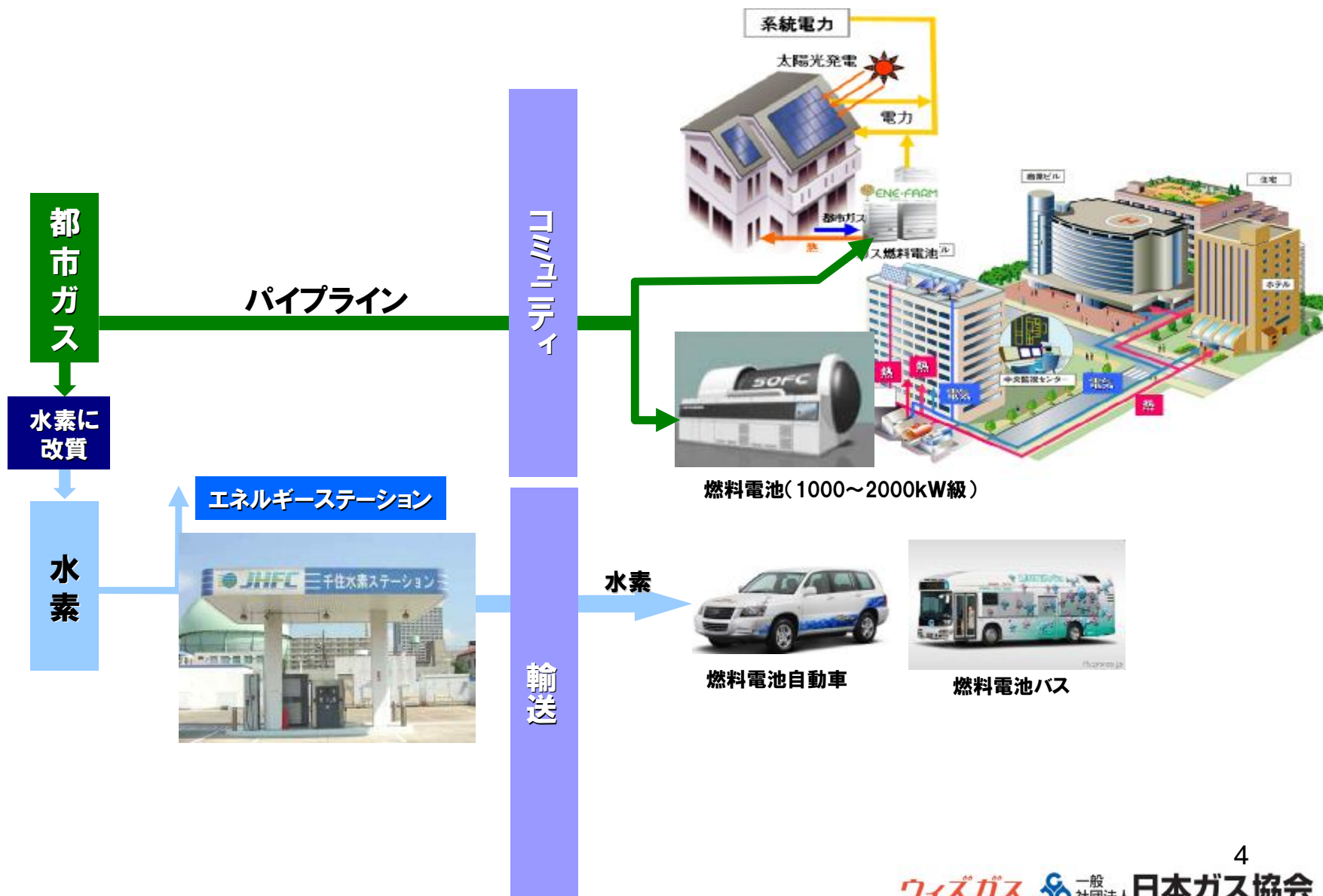
家庭用燃料電池「エネファーム」を2009年より発売

PEFC(固体高分子形燃料電池)
(エネファーム)



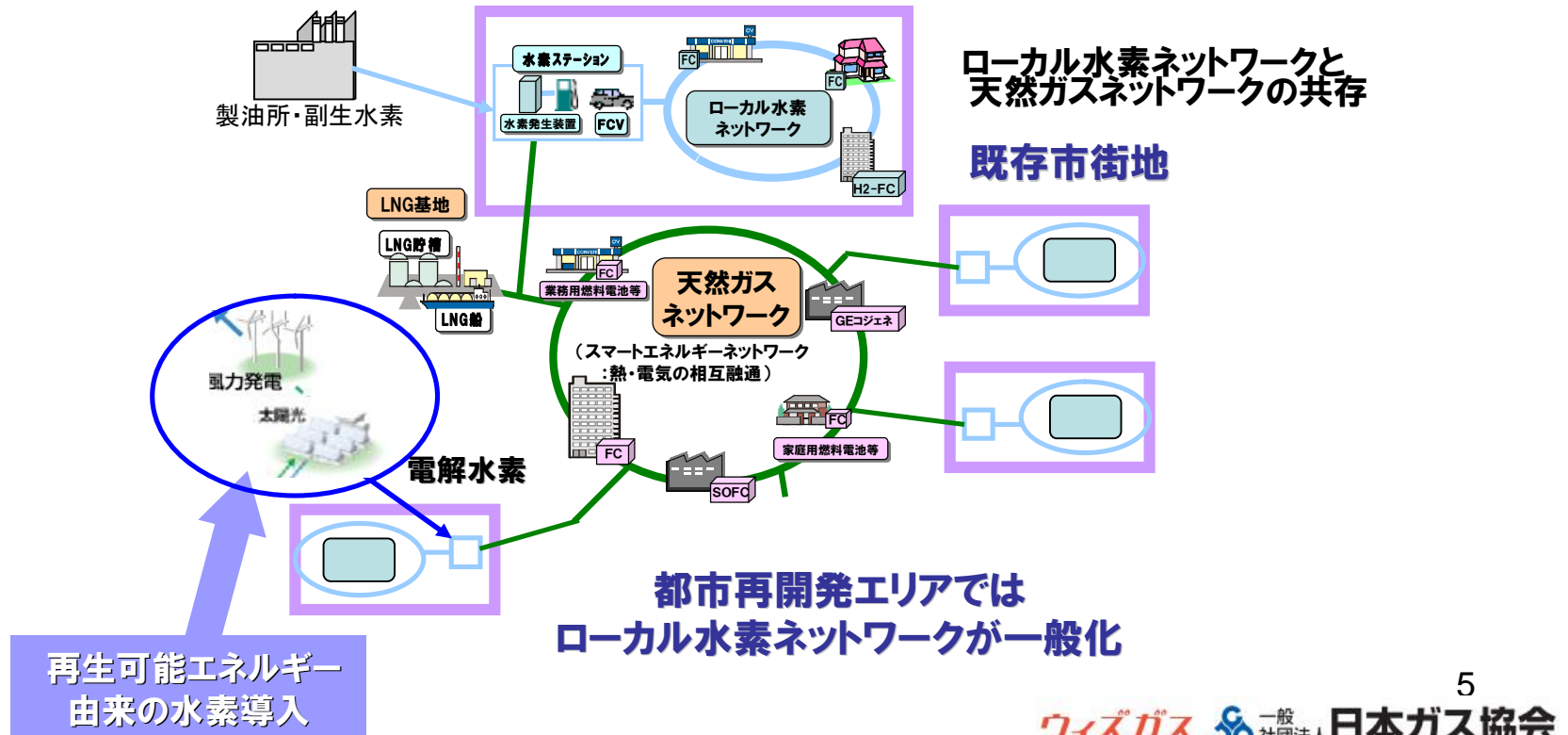
出典: Panasonic ホームページより

水素社会へ向けた姿 【コミュニティから輸送まで】



都市ガス業界が描く水素エネルギー社会の姿

- ①燃料電池自動車の普及開始とともに、水素ネットワークが地域単位で順次整備されていき、都市ガスとしての水素の利用が進む。
(国産再生可能エネルギー由来の水素も利用)
- ②水素エネルギーへの転換、再生可能エネルギー由来水素の導入等により、低炭素社会が構築されていく。



現状の都市ガス導管の状況

- 都市ガス導管は道路に並行して敷設されている

＜主な供給圧力区分＞

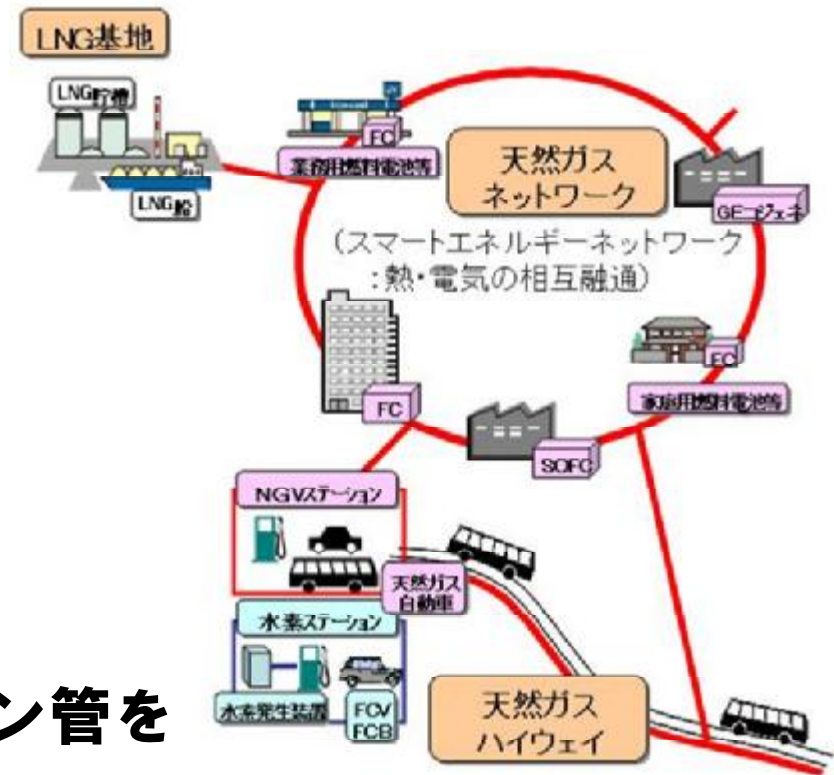
低圧 : 1.0～2.5 kPa
(一般家庭用)

中圧B : 0.1～0.3MPa
(産業用・業務用)

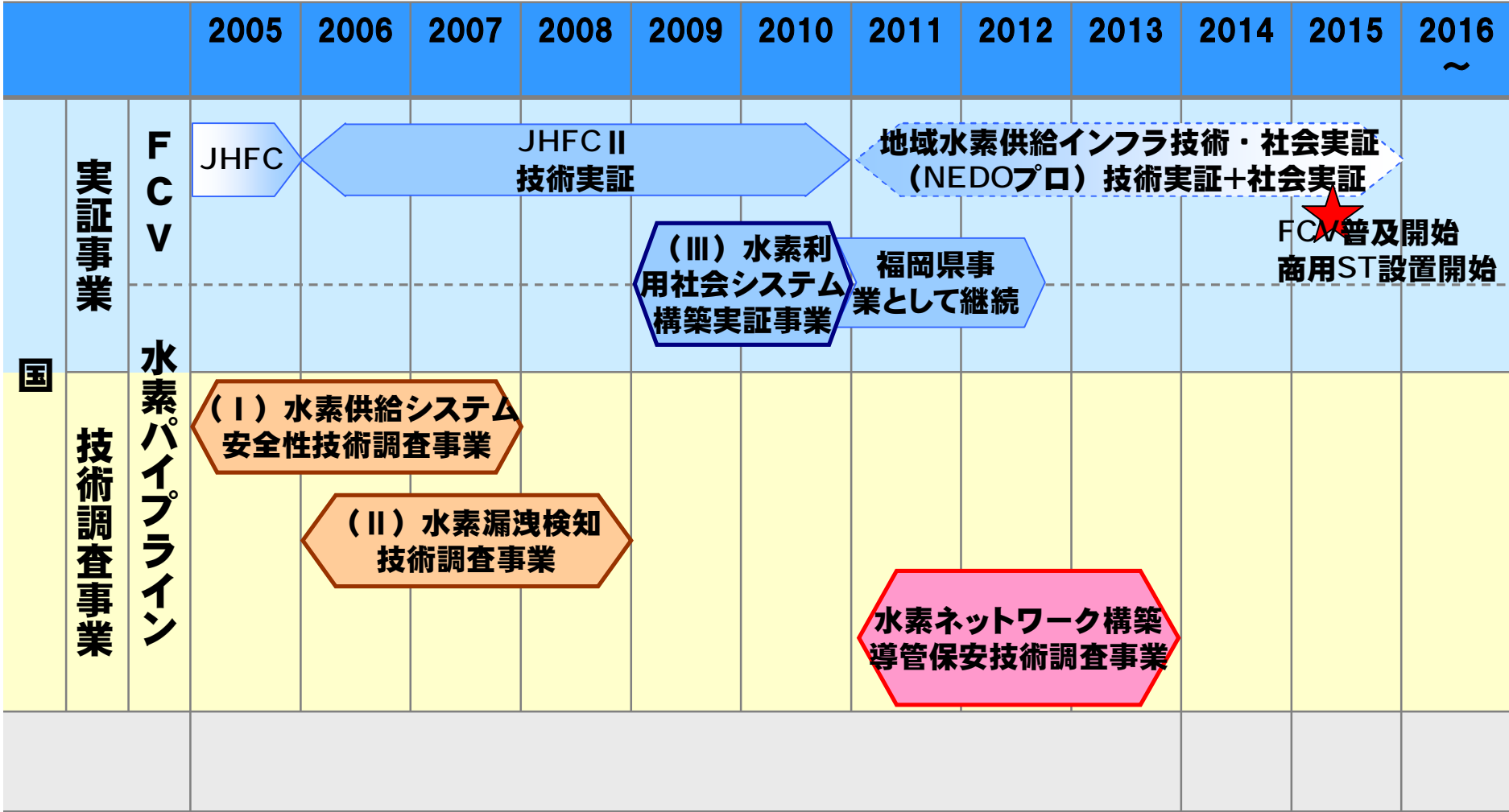
中圧A : 0.3～1.0MPa
(産業用・業務用)

高圧 : 1.0MPa以上

- 管材料は主に鋼管やポリエチレン管を使用している。
- 上記、圧力と材料の組み合わせにより導管ネットワークを形成している。



水素供給に関する技術調査事業と実証事業の経緯・展開



経済産業省 原子力安全・保安院
ガス安全課 委託調査事業
「水素供給システム安全性技術調査事業」
2005～2007年



事業概要

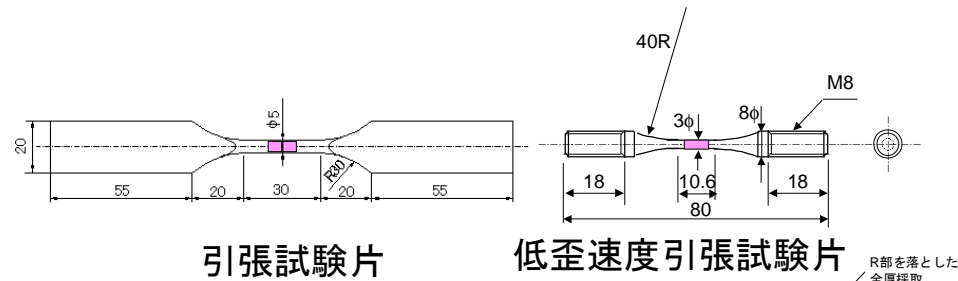
【目的】水素供給システムの構築に必要なパイプライン材料の安全性に係るデータ・知見等を取得し、安全性に係る項目及び規定値を整理する

導管材料			項目	
金属系材料	母材及び溶接接合部	配管用炭素鋼鋼管(SGP)、 圧力配管用炭素鋼鋼管(STPG370)	機械的性質	引張特性 破壊特性 疲労特性
樹脂系材料	母材	ポリエチレン(PE)管	物理的性質	熱安定性
			機械的性質	引張特性 破壊特性 疲労特性
	融着接合部	ポリエチレン(PE)管継手	機械的性質	融着部強度特性
金属・樹脂系材料	バルブ、継手		気密試験	

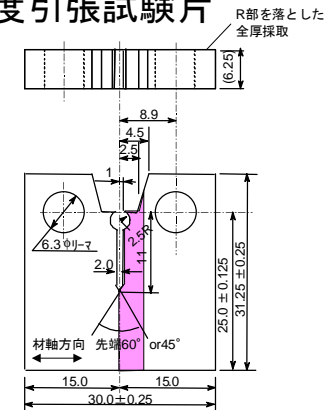
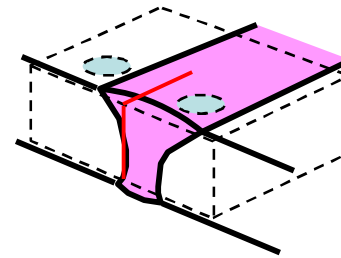
条件：パイプライン材料の中・低圧(1.0MPa未満)水素環境下

調査試験方法概要

- 引張試験
 - 引張試験
 - 低歪速度引張試験

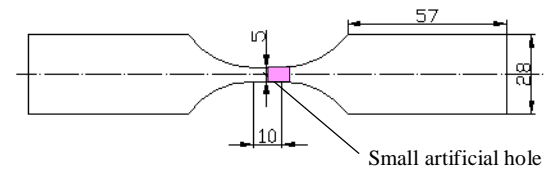


- 破壊靱性
 - 破壊靱性試験
 - 衝撃試験

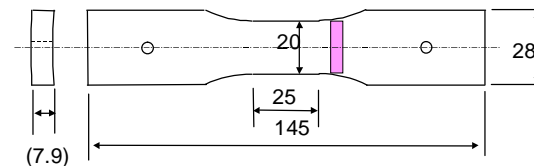


破壊靱性試験片

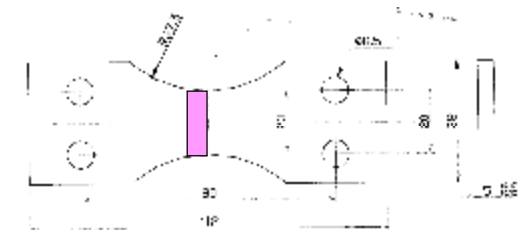
- 疲労試験
 - 高サイクル疲労
 - 伝播試験
 - 低サイクル疲労



高サイクル疲労試験片



低サイクル疲労試験片



疲労き裂進展試験片

金属系材料母材・溶接部への水素影響調査結果

試験	母材	溶接部	予ひずみ	
			±1%32回繰り返し 予ひずみ母材	±0.5%32回繰り返し 予ひずみ溶接部
引張試験	水素の影響なし	水素の影響なし	水素の影響なし	
破壊靱性	水素の影響なし	水素の影響なし	水素の影響なし	
高サイクル疲労	水素の影響なし	水素の影響なし	水素の影響なし	
疲労き裂伝播	実用応力域(0.1%):水素の影響なし 大ひずみ(0.2%以上)繰り返し(低サイクル疲労域)では、疲労き裂進展速度5~10倍加速		水素の影響なし	—
低サイクル疲労	水素の影響なし	ほぼ水素の影響なし	水素の影響なし	

母材：SGP、STPG370 溶接：被覆アーク溶接、TIG溶接

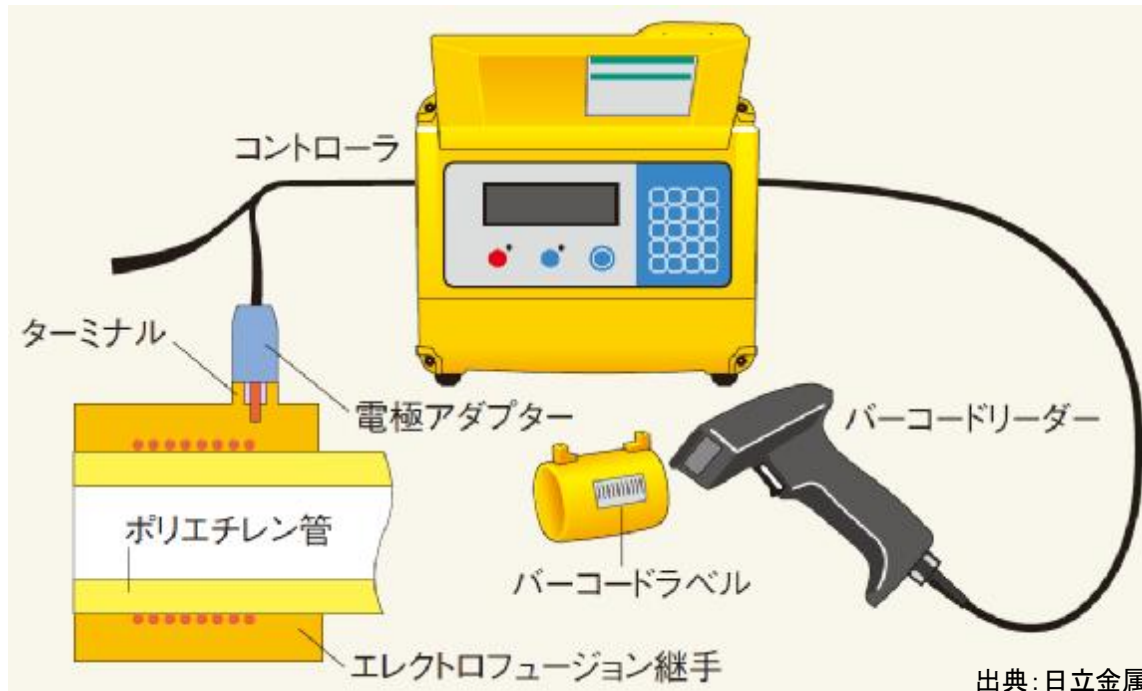
ほぼすべての試験項目で水素の影響は確認されなかった。
疲労試験では、材料塑性域（実用範囲外）においてき裂進展速度に一部影響が見られた。

(樹脂系材料) ポリエチレン (PE) 管の水素影響調査 -ポリエチレン管の特徴-

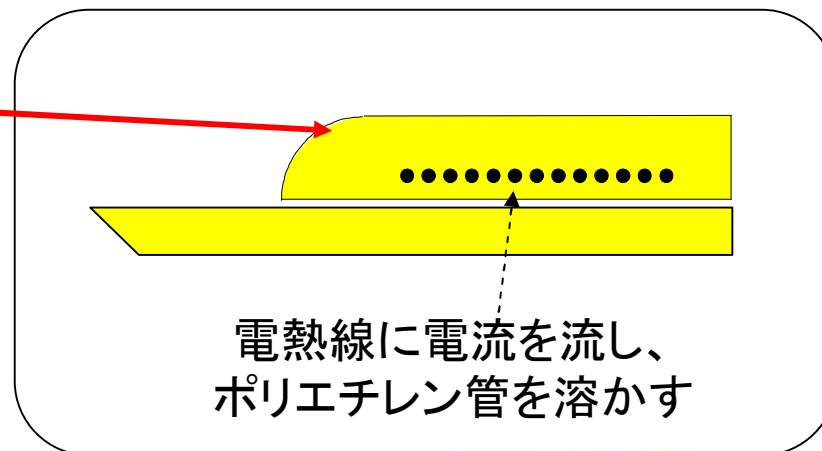
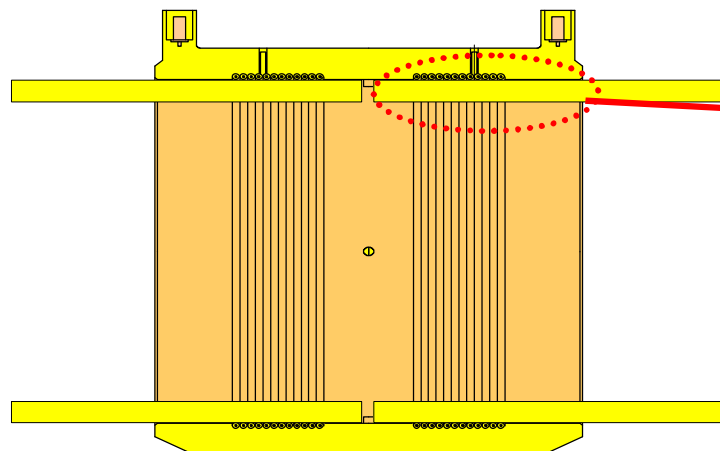
- Ⅰ 腐食しない。
- Ⅰ 低価格 (vs金属管)
- Ⅰ 伸びが大きく破断しにくい。(東日本大震災・中越沖地震でも実証)
- Ⅰ 軽くて曲げやすい。(施工性が良好)
- Ⅰ 接合が簡単。(施工性が良好)



ポリエチレン管融着の仕組み



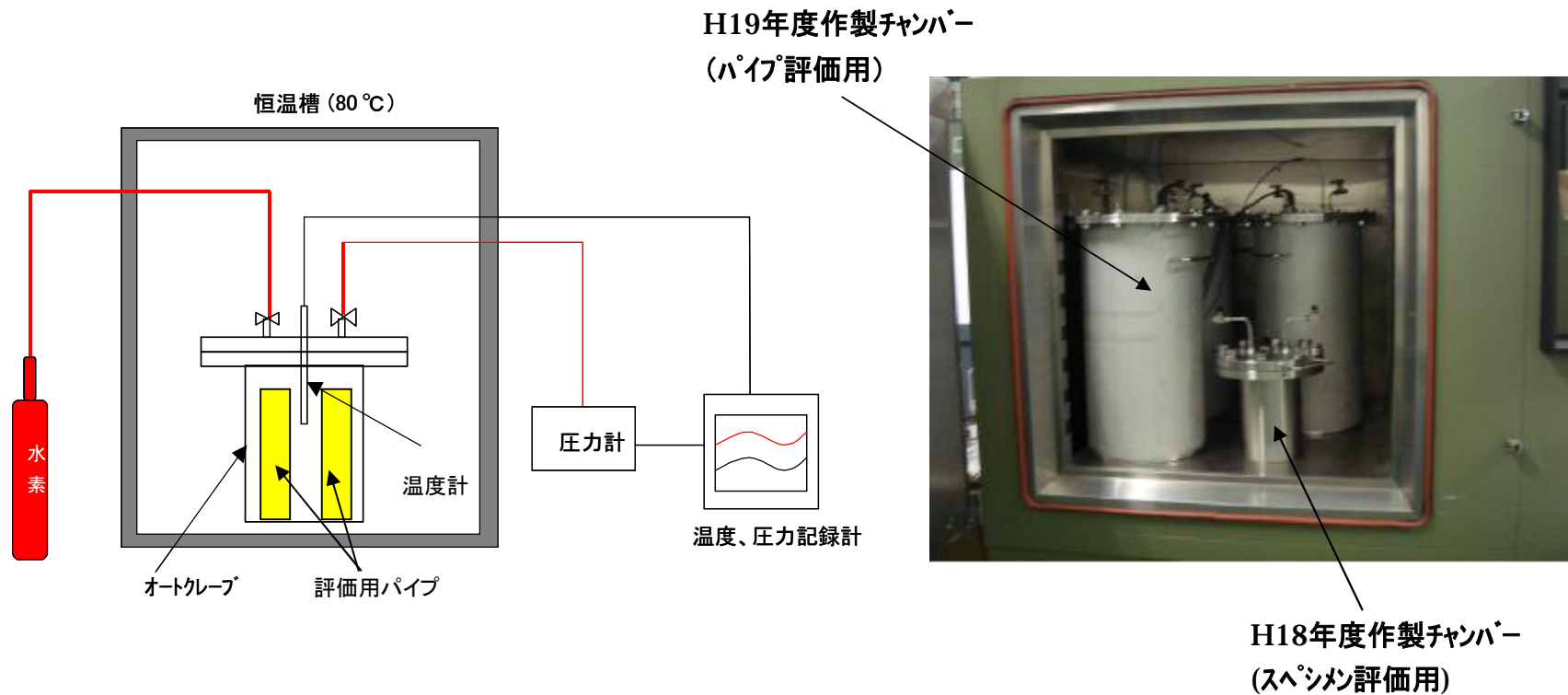
出典: 日立金属(株) ホームページより



ポリエチレン管の母材・融着部の水素影響調査

【水素暴露方法】

- ・各評価試験用サンプルをオートクレーブに投入し、高温（80℃）、加圧（0.1MPa）の水素環境下、および空気環境下にて、最大1,270h暴露（常温で50年相当）させる。



ポリエチレン管の母材・融着部への水素影響調査結果

【○:規格等合格】

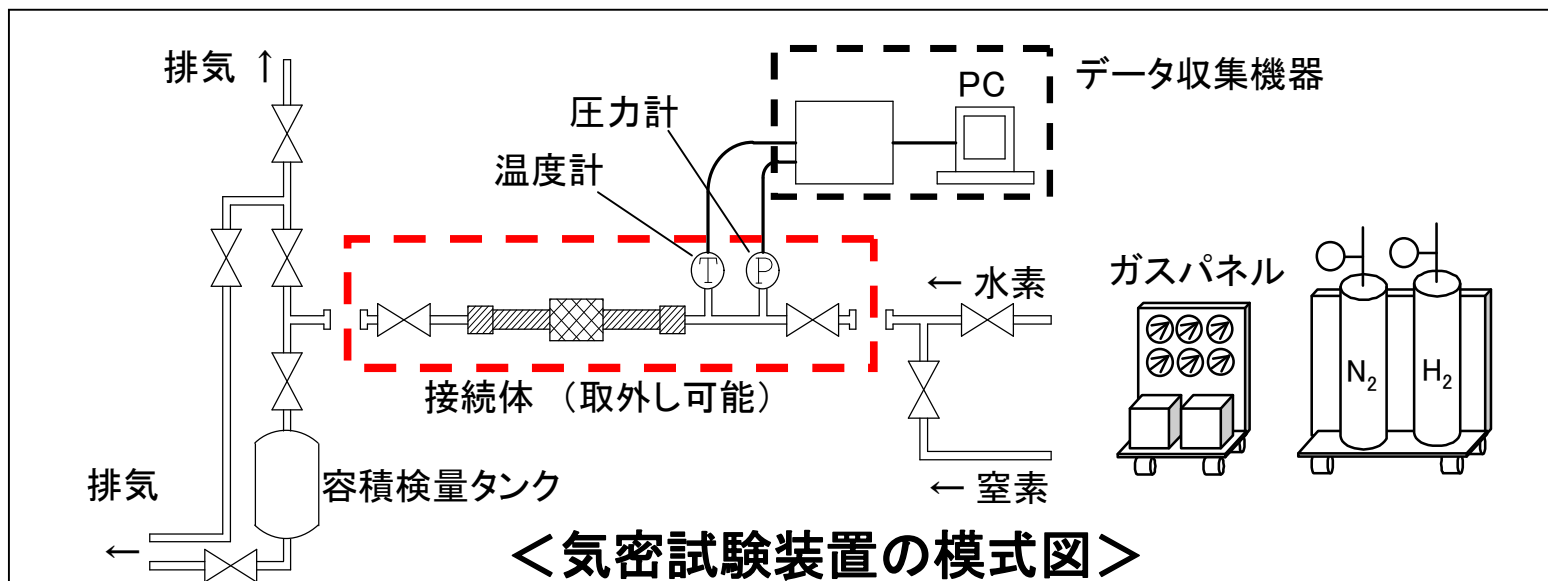
評価項目(水素暴露:80°C×1,270h後)		JIS規格	結果
管の物理的性能 (JIS K6774)	熱安定性試験	$\geq 20\text{min}$	○
	マルチスフローレイト試験	変化率 $\pm 20\%$	○
管の機械的性能 (JIS 6774)	内圧クリープ	規定時間で異常無し	○
	引張り伸び試験	$\geq 350\%$	○
	耐低速き裂試験	規定時間で破断無し	○
	シャルピ [°] -衝撃試験(*1)	($\geq 9.8\text{J/m}$:旧規格)	○(*2)
継手の機械性能 (JIS K6775)	融着部強度試験	剥離率 $\leq 33.3\%$	○
気密性(*1)	直管	—	○
	曲げ配管	—	○
	湿度の影響	—	○

*1:JIS規格外項目

*2:試験時水素暴露なし

水素暴露環境下(0.1MPa,50年相当)でも、JIS規格に合格する事を確認

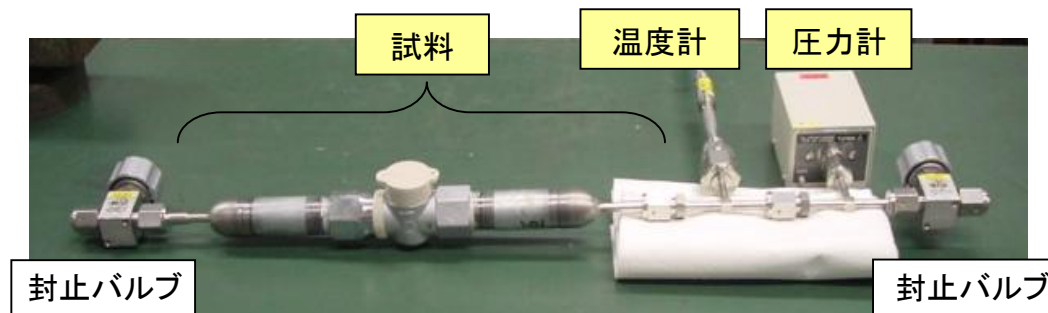
バルブ・継手等における水素気密性調査（耐久加速処理）



【試験手順】

耐久加速処理 → ドライ処理 → 内容積測定 → 水素封入
 (熱処理, 開閉処理)

→ 状態調整 (24h) → 計測 (48h) → 検査 (ディテクタ)



接続体外観 (機器接続ガス栓の計測状況例)

バルブ・継手等における水素気密性調査 (耐久加速処理)

【 PEボールバルブ 】



開閉処理の状況



開閉処理後の計測の状況

バルブ・継手等における水素気密性調査結果 (耐久加速処理後)

No	アイテム	呼び径	名称	材質	耐久処理条件	圧力値 [kPa (abs)]	確認結果
1	PCメカニカル継手	25A	パッキン	NBR硬度70	大気雰囲気 90°C × 1440時間	212	○
2	フレキ継手(A仕様)	20A	パッキン	NBR硬度50		212	○
3	フレキ継手(C仕様)	20A	パッキン	NBR		212	○
4	鋼管フランジ (ガスケット)	50A	ガスケット	ノンアスシート + ペースト		212	○
5	鋼管フランジ (絶縁スペーサー)	50A	Oリング	SBR+NR		212	○
6	メーターガス栓 (開栓状態)	25A	テーパ栓	グリース	開閉 2000回	124	○
7	メーターガス栓 (閉栓状態)	25A	テーパ栓	グリース		124	○
8	機器接続ガス栓 (開栓状態)	20A	テーパ栓	グリース	開閉 6000回	124	○
9	機器接続ガス栓 (閉栓状態)	20A	テーパ栓	グリース		124	○
10	PEボールバルブ (開栓状態)	50A	Oリング シートリング	NBR硬度70	開閉 100回	211	○
11	PEボールバルブ (閉栓状態)	50A	Oリング シートリング	NBR硬度70		211	○

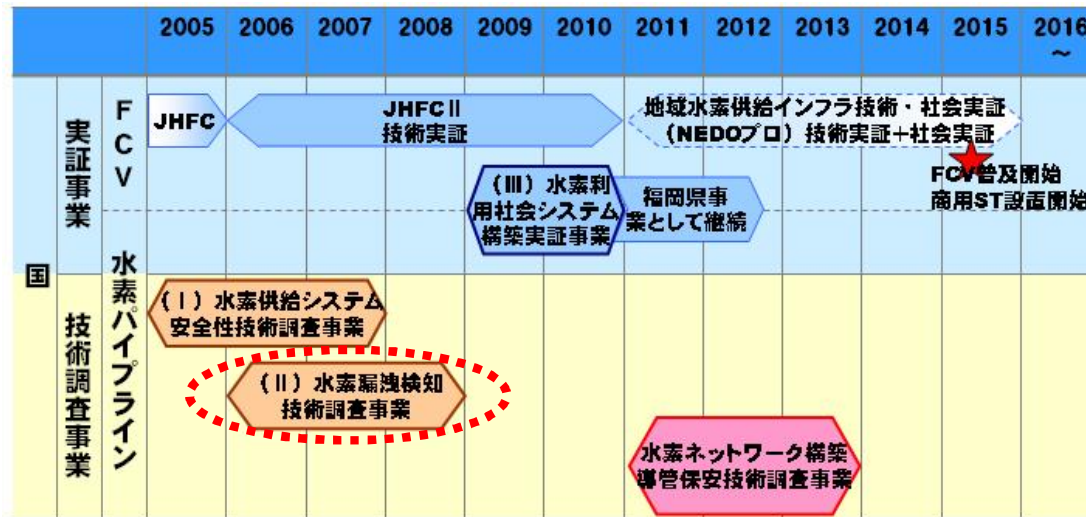
都市ガス用として使用されるバルブ・継手において水素気密性への影響は
見受けられない。

経済産業省 原子力安全・保安院

ガス安全課 委託調査事業

「水素漏洩検知技術調査事業」

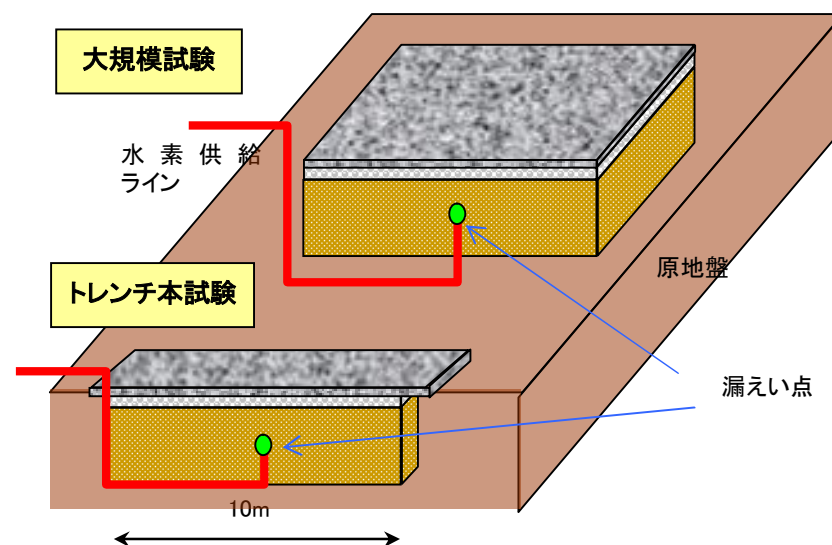
2006～2008年



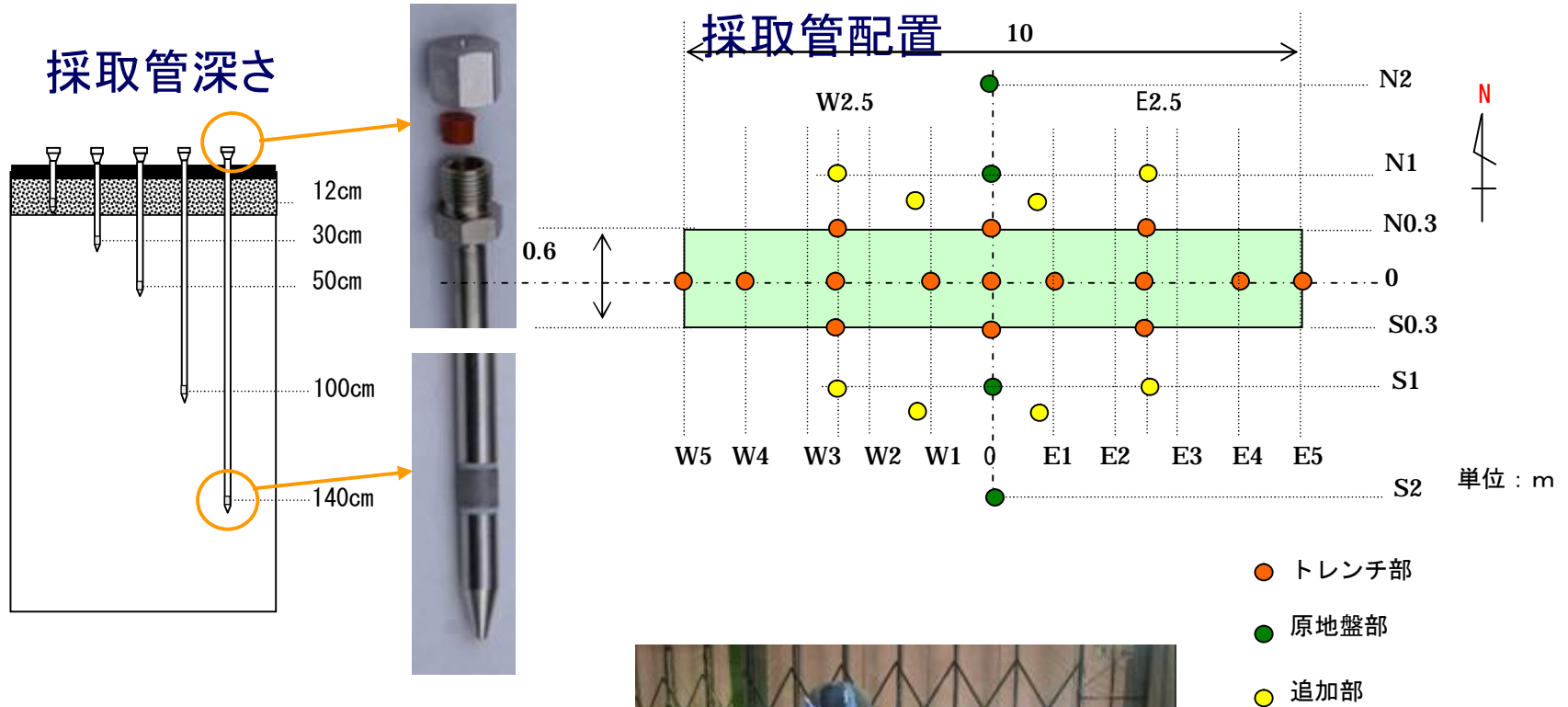
水素漏洩検知調査概要

	大規模試験	トレンチ予備試験	トレンチ本試験
試験フィールド	10 × 10 × 2m	0.6 × 10 × 1.5m	
試験フィールド境界	地表面: As 側面: 原地盤 底面: 遮水シート	地表面: As 側面、底面: 原地盤	

試験ガス	水素 + シクロヘキセン (臭気強度2000倍程度)
漏えい量	60リットル / hr
漏えい位置	深さ1.2m
実験時間	漏えい点から水平2.5m、 深さ0.5mの水素が定常 傾向となるまで
サンプリング間隔	漏えい開始から3、6、9、 12、27時間後、以降は、 24時間間隔



ガス採取管設置

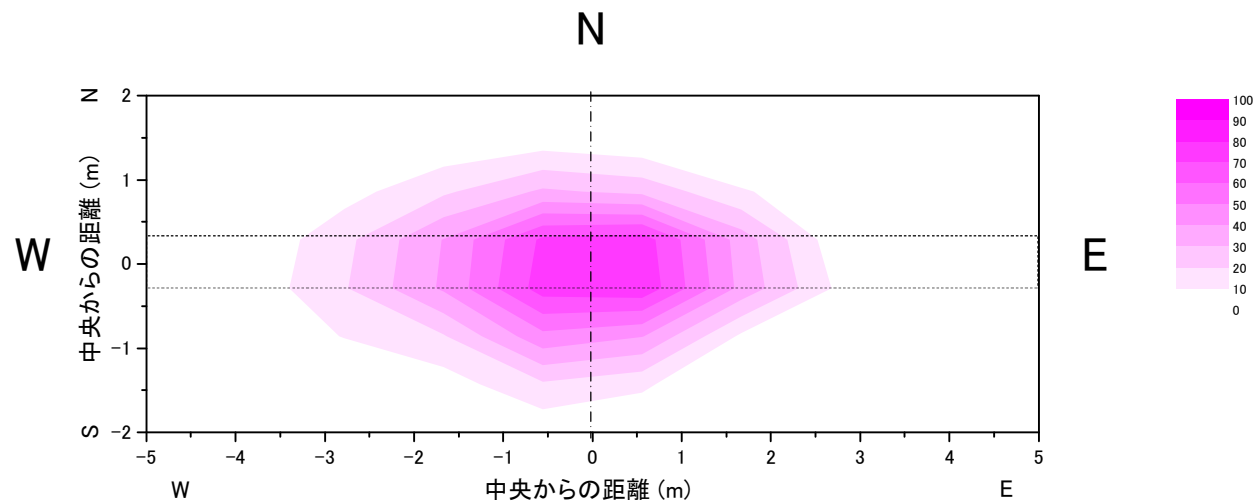
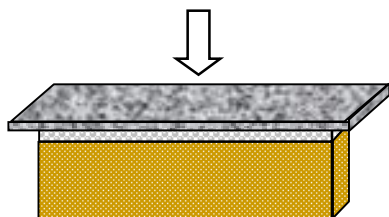


採取管打込み作業

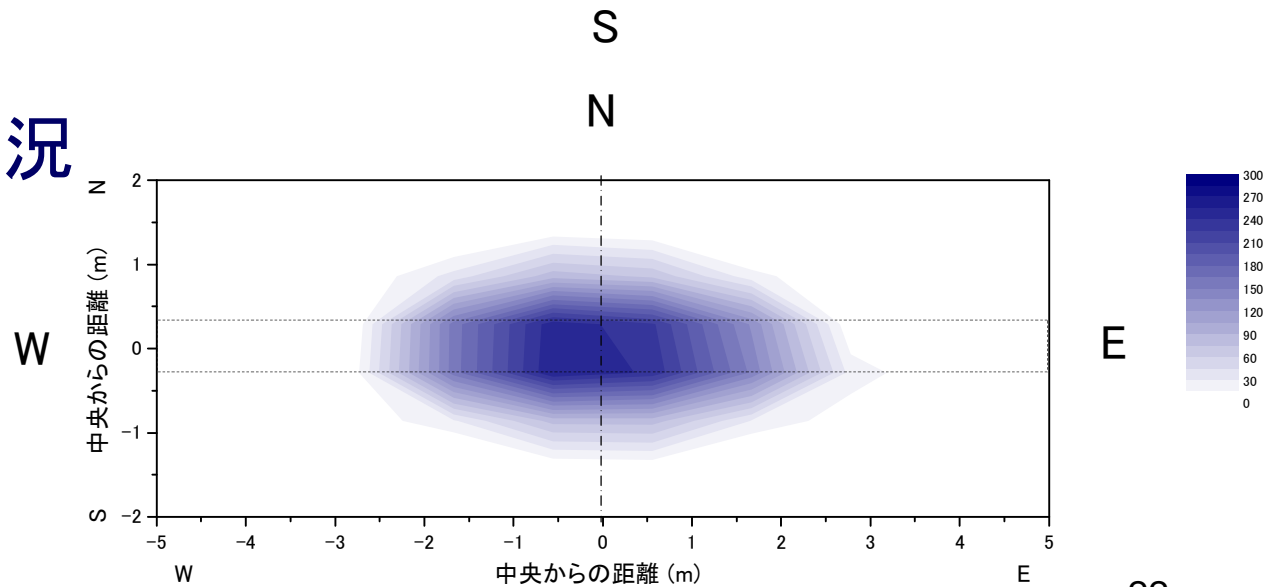
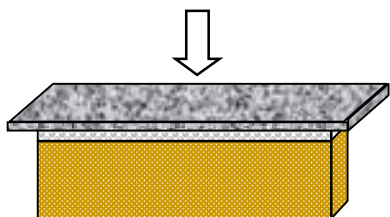


土中におけるガス拡散状況結果（平面）

水素拡散状況

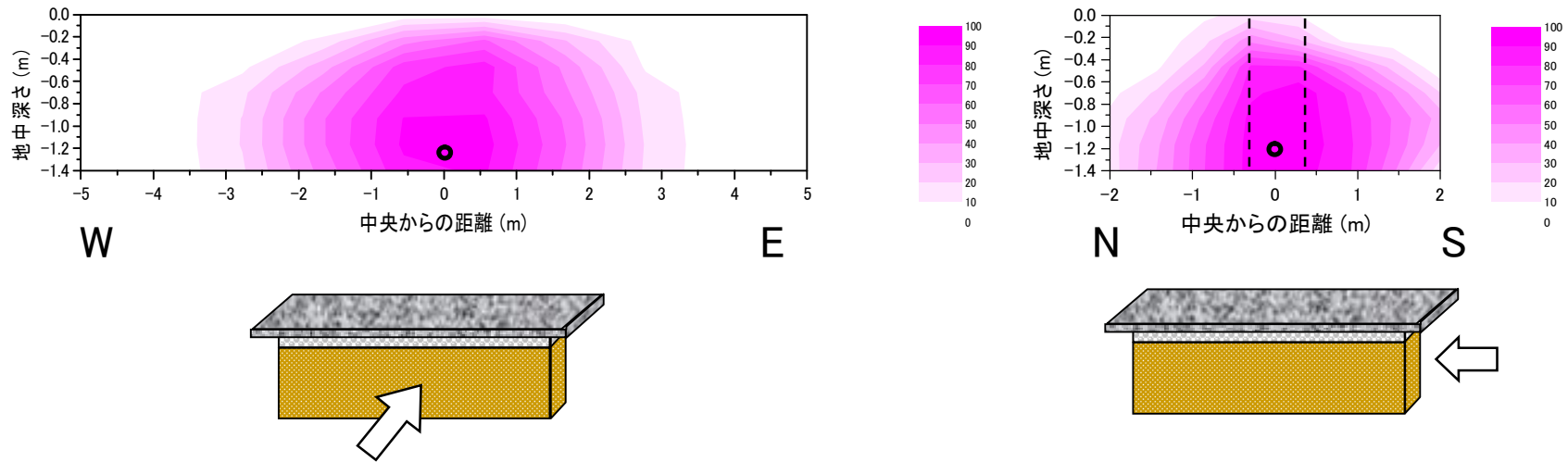


シクロヘキセン拡散状況

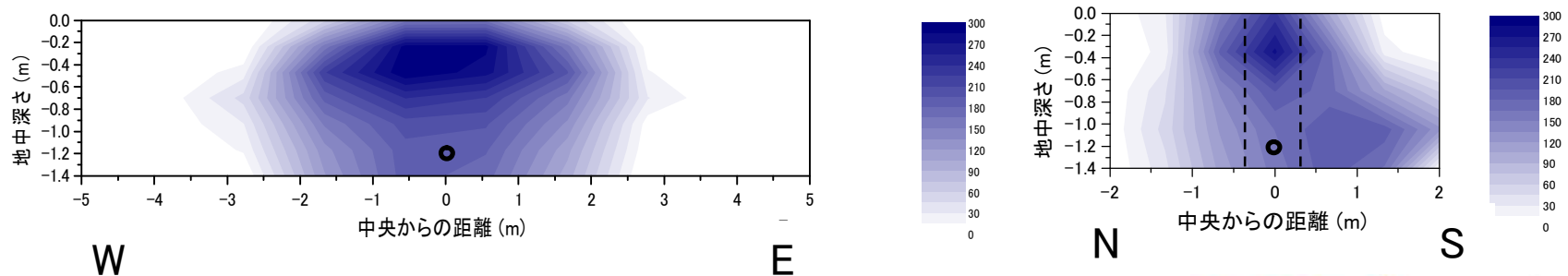


土中におけるガス拡散状況結果（断面）

水素拡散状況

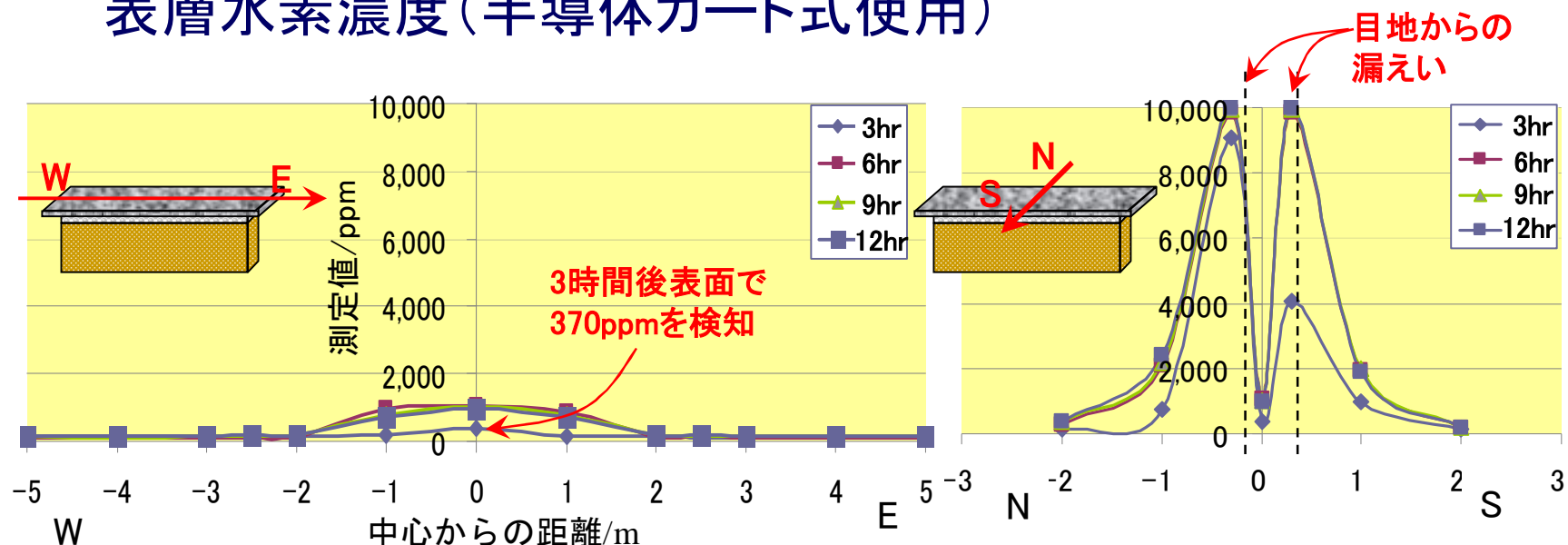


シクロヘキセン拡散状況



水素濃度検知結果

表層水素濃度(半導体カート式使用)

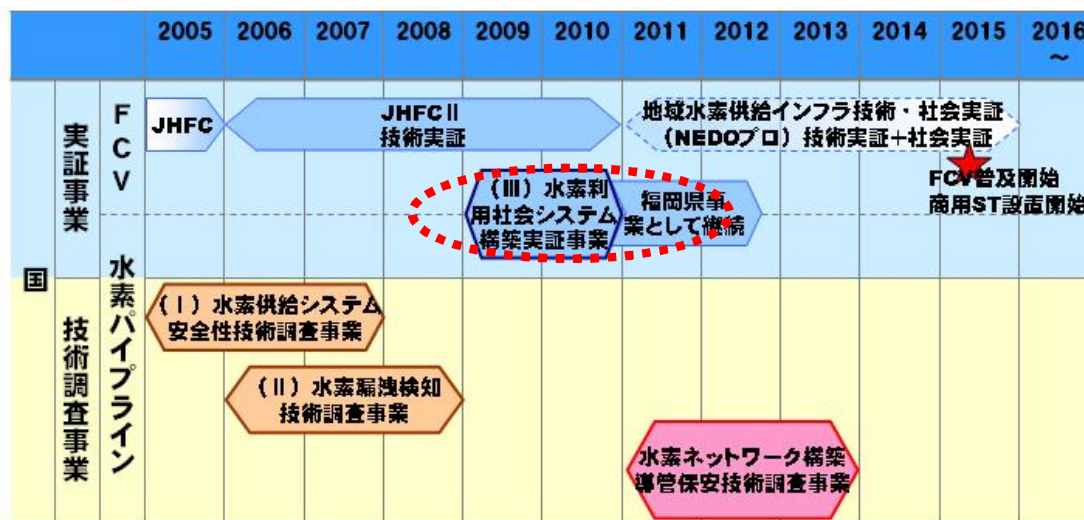


【調査結果】

- ・ 漏えい検知の観点から、水素ガスに添加可能な付臭剤を確認できた。
- ・ 漏えい点から離れた一定深度の地点および地表面で臭気を認知でき、水素も検知器で検知できた。

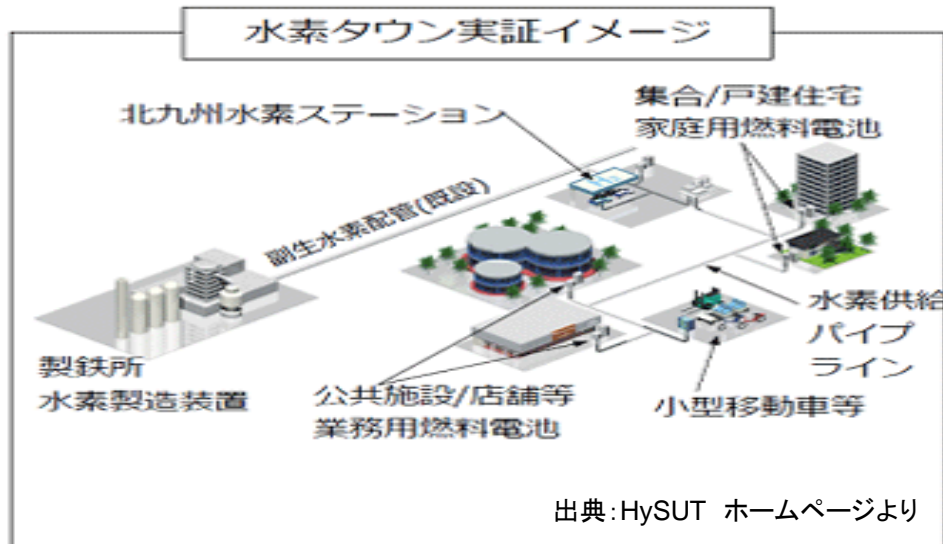
⇒ 都市ガス事業と同等の方法で漏洩検知が可能であることが示された

経済産業省 資源エネルギー庁
 省エネルギー・新エネルギー部
 新エネルギー対策課 委託事業
 「水素利用社会システム構築実証事業」
 2009～2010年
 （福岡県事業として現在も継続中）



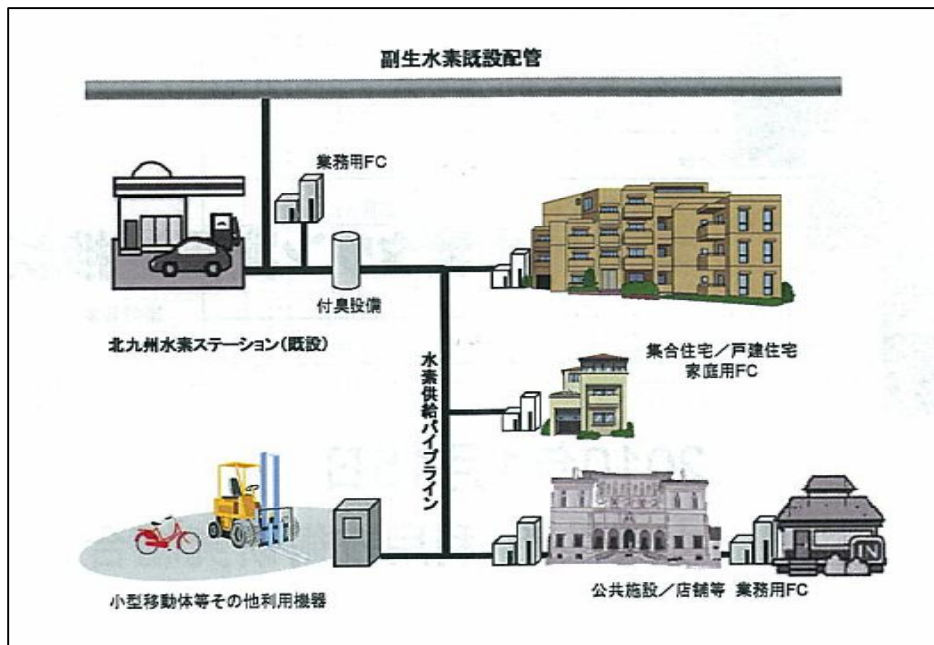
地域への水素供給実証事業（北九州水素タウン）

実施者：水素供給利用技術研究組合（HySUT）



【日本ガス協会の関わり】

都市ガス業界として、パイプライン及び供給に関する仕様案を検討し、提案



【水素供給技術実証内容】

水素ステーション内に設置した付臭設備で付臭した水素を供給し、24時間体制の監視のもと、安定・安全供給に関する運用面での課題抽出を行う

経済産業省 原子力安全・保安院 ガス安全課 委託調査事業 「水素ネットワーク構築導管保安技術調査事業」 2011～2013年度（予定）



従来技術調査事業・実証事業の成果と課題

事業名	積み残された課題等
<p>(Ⅰ) 水素供給システム安全性技術調査事業 (' 05～' 07年度)</p>	<p>Ⅰ <u>水素配管からの活管（分岐）工法や修理工法の安全性、有効性は未確認</u> 〇 水素の漏洩・着火挙動特性調査 〇 活管工法、修理工法の安全性評価 Ⅰ <u>実際に水素ガスを用いての圧損は未確認</u> 〇 水素ガス導管網の圧力解析</p>
<p>(Ⅱ) 水素漏えい検知技術調査事業 (' 06～' 08年度)</p>	<p>Ⅰ <u>水素に微量添加する付臭剤の導管への影響（水素脆性抑制効果）については未確認。</u> 〇 水素の付臭剤による脆性破壊影響</p>
<p>(Ⅲ) 水素利用社会システム構築実証事業 (' 09年度補正予算)</p>	<p>Ⅰ 導管の施工、維持管理は暫定措置で処理（<u>分岐、修理が発生した場合、都市ガス供給のような遮断区間限定ではなく、水素供給元一斉停止後に実施</u>） 〇 活管工法、修理工法の安全性評価</p>

まとめ

日本ガス協会では、「水素」を「低炭素社会を実現する次世代の都市ガス燃料候補」として位置づけ、導管による供給について技術開発・調査・実証を進めています。

これまでの取り組みにより、顧客向けガス供給に一般的に使用する圧力範囲（中・低圧）においては、現在天然ガス供給用に使用している導管材料が水素にも適用できるとの知見を得ています。

今後、さらに検討を行い、環境性に優れた水素を、導管を用いたより安全かつ便利な方法で各ご家庭や大口ユーザー様向けに供給する手法を確立してまいります。

ご清聴ありがとうございました

