

# 応力発光体による圧力容器の疲労亀裂診断技術



**松尾 尚、渡邊正五**  
公益財団法人 水素エネルギー製品研究試験センター



**郭樹強、小野大輔、Chenshu Li、徐超男**  
独立行政法人 産業技術総合研究所

# (背景)水素・燃料電池自動車の実用化迫る

日本の自動車メーカー、水素供給事業者13社は燃料電池自動車の量産車を2015年に首都圏、中部圏、関西圏、北部九州の4大都市圏を中心とした国内市場に導入し一般ユーザーへの販売を目指すことを発表した。  
国においても燃料電池自動車の普及促進に向け、水素ステーション等の供給インフラの整備を支援する方針を示している。

(トヨタ、日産、ホンダ、JX日鉱日石エネルギー、出光興産、岩谷産業、大阪ガス、コスモ石油、西部ガス、昭和シェル石油、大陽日酸、東京ガス、東邦ガス)

## 水素供給ステーション



## 燃料電池自動車

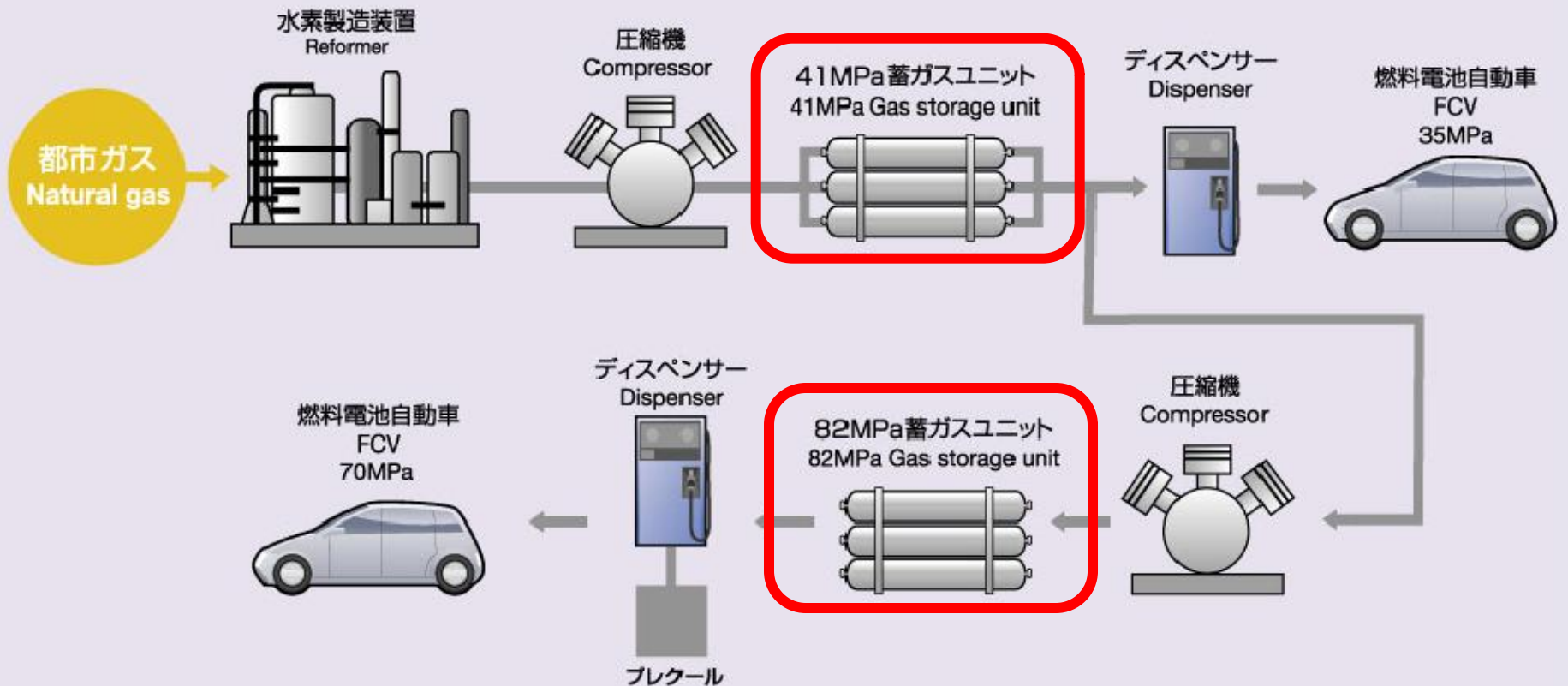


JHFCホームページより

# (背景)水素供給ステーションの構成要素

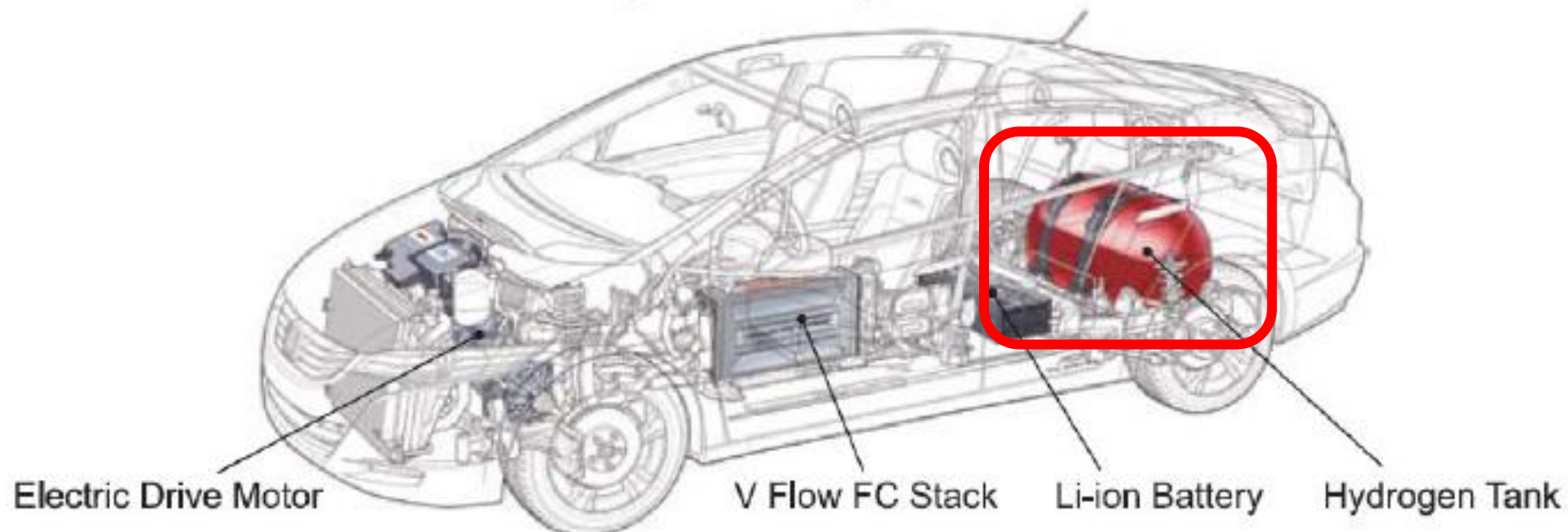
高圧の蓄圧器は水素ステーションの重要な構成要素のひとつである

都市ガス改質水素供給設備 Natural gas reforming type hydrogen refueling facility



# (背景)燃料電池自動車

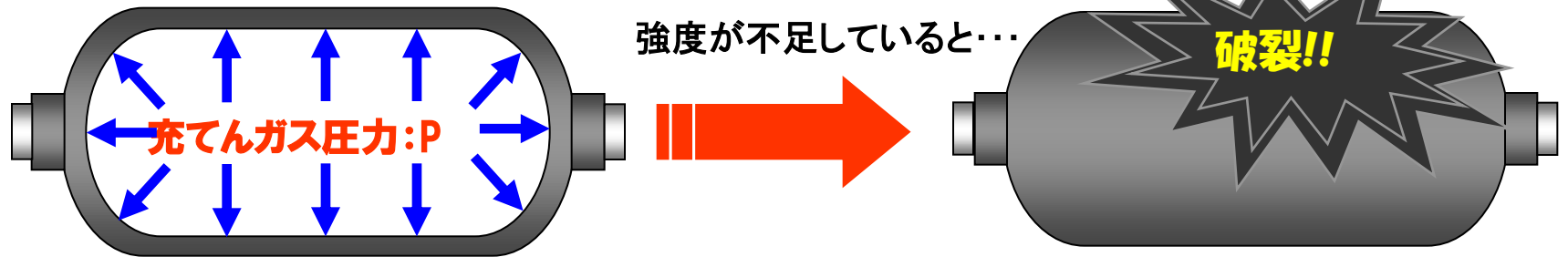
高圧複合容器は燃料電池自動車の重要な構成要素のひとつである



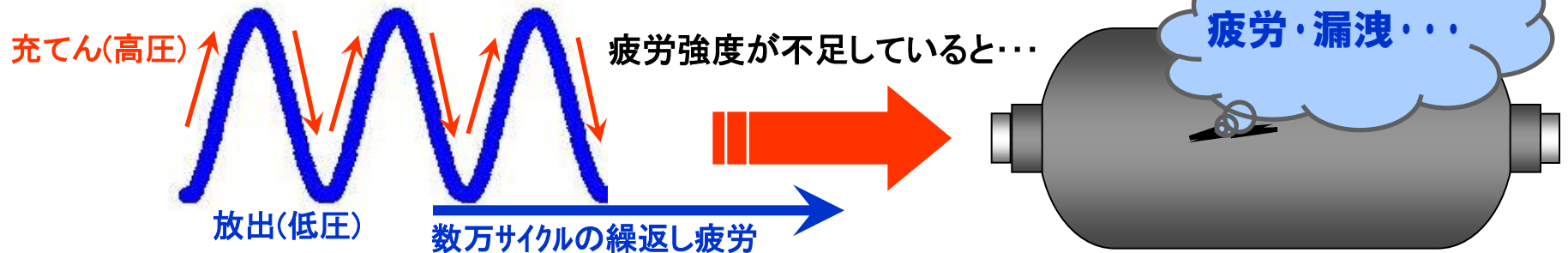
Dan Bonawitz, American Honda @EVS23 Opening Plenary

# (背景) 圧力容器に求められる基本性能(強度)

## 1. 充てんガス圧力に抗するための強度



## 2. 加減圧サイクルに対応するための疲労寿命



圧力容器の健全性を確保するために高圧ガス保安法によって厳しい基準が定められている

- ・水素ステーション蓄圧器: 設計係数4
- ・自動車用複合容器: 最小破裂圧力2.25、125%圧力サイクル11,250回

⇒ 水素ステーション、燃料電池自動車の高コスト化の要因のひとつ

# (背景)応力発光体による圧力容器の健全性評価

圧力容器の健全性を確保するために高圧ガス保安法によって厳しい基準が定められている

- ・水素ステーション蓄圧器：**設計係数4**
- ・自動車用複合容器：**最小破裂圧力2.25、125%圧力サイクル11,250回**

水素ステーション、燃料電池自動車の高コスト化の要因のひとつ

高圧ガス保安法基準見直しの動き

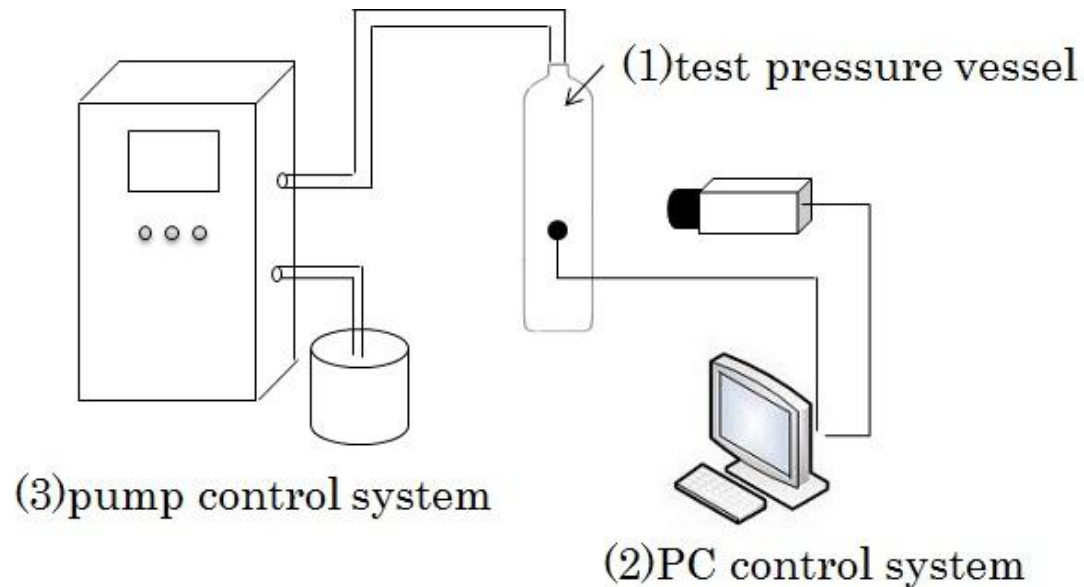
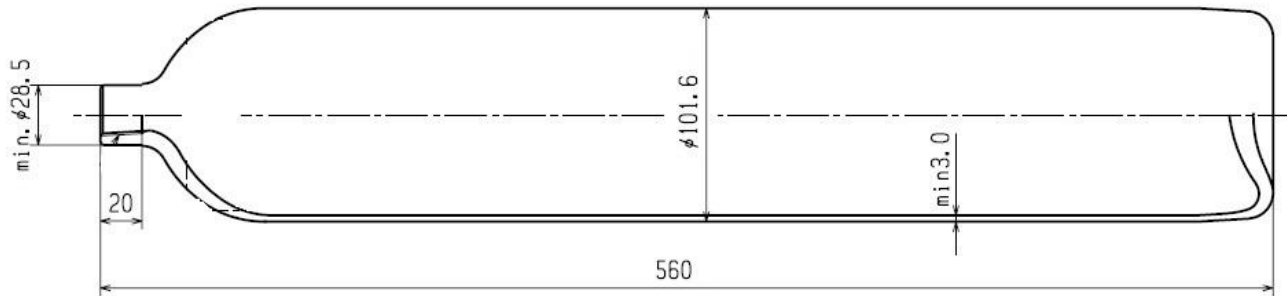
- ・水素ステーション蓄圧器：**設計係数4 → 3 あるいは 2.4**
- ・自動車用複合容器：**最小破裂圧力2.25 (初期性能)→1.8 (耐久試験後)**  
**125%圧力サイクル11,250回 → 5,500回**

使用過程における圧力容器の健全性評価技術  
応力発光体の適用



# (実験)試験用容器

一般工業用マンガン鋼製容器(内容積3.4L) 使用圧力:14.7MPa  
[mm]



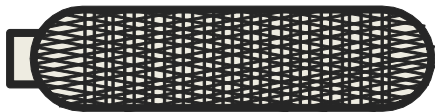



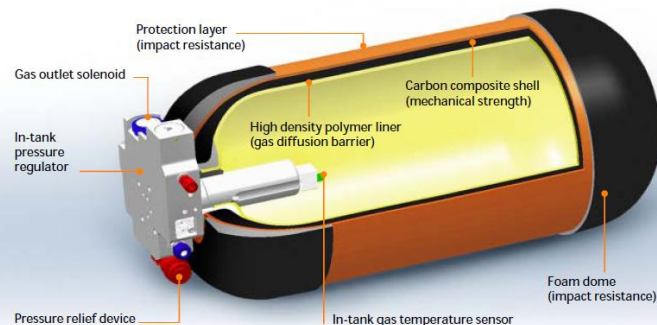
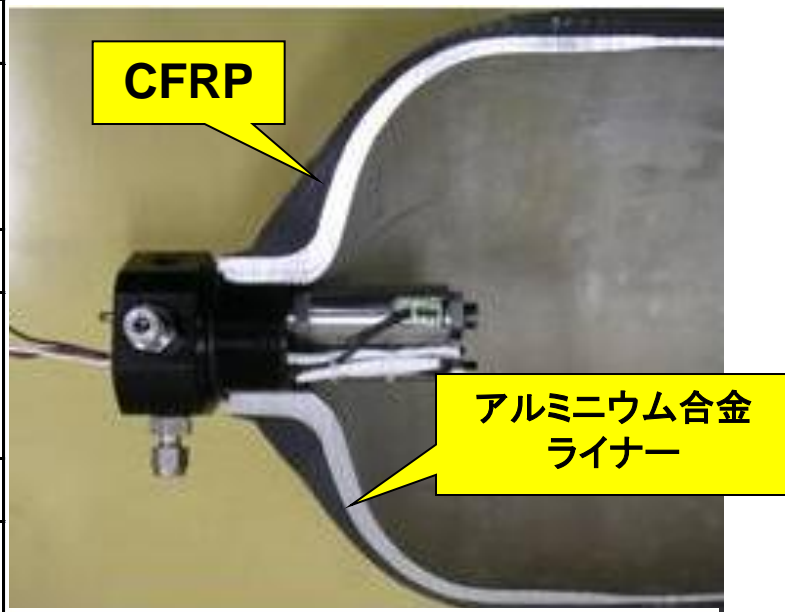
試験システム

# (今後の課題) 容器の種類と構造

今回の試験ではType1容器の疲労劣化(亀裂進展)を応力発光体によって検出することが可能であることが実証された。

今後は、自動車用として使用されている複合容器(Type3, Type4)について応力発光体の適用性検証を行う。

圧力容器の種類	形状・材質
Type 1	
	金属ライナー
Type 2	
	金属ライナー & フープ巻き
Type 3	
	金属ライナー & フルラップ
Type 4	
	プラスチックライナー & フルラップ



引用: GM広報資料



**応力発光体を鋼製容器表面に配置し、内圧サイクルによる疲労亀裂の進展を発光強度の増大により亀裂貫通前に検出することができた**

- 1. 応力発光分布から疲労亀裂の位置が検出できた**
- 2. 応力発光分布から容器表面の歪み分布の計算ができた**
- 3. 亀裂貫通の危険性レベルを歪み分布から予見することができた**