

高圧液体漏れ検査装置

次世代自動車用高圧部品の品質管理を
安全・安価・高精度に行う検査システムの提案

山口大学 大学院創成科学研究科
栗巢 普揮

技術背景

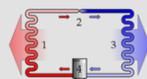
石油資源の枯渇対策 低炭素社会の実現のために

自動車産業



水素燃料電池, CNG, コモンレール

エネルギー産業



水素ステーション, ヒートポンプ

航空機産業



エンジン高効率化, 液体水素利用

次世代自動車では 液体燃料

- ◆ ガソリンの高圧直噴化 (23MPa)
(ポンプ、レギュレーター、インジェクター、周辺機器)
- ◆ クリーンディーゼル (300MPa)
(ポンプ、レギュレーター、インジェクター、周辺機器)

気体燃料

- ◆ CNG (26MPa)
(タンク、レギュレーター、インジェクター、周辺機器)
- ◆ 燃料電池 (水素蓄圧: 70MPa)
(タンク、レギュレーター、周辺機器)

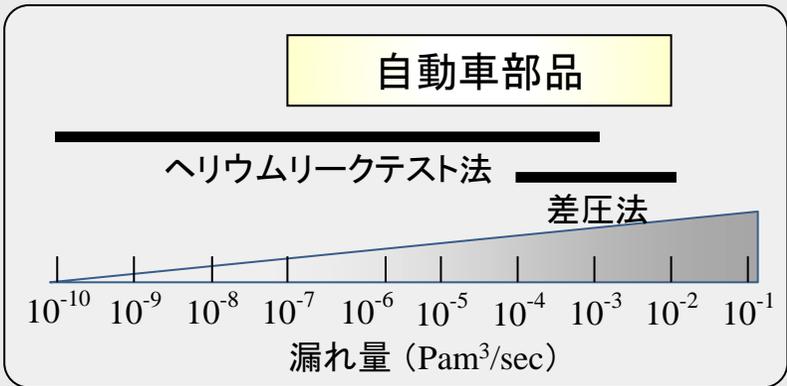


高圧部品の高圧下での漏れ検査が必要に

研究開発の背景：漏れ検査の動向

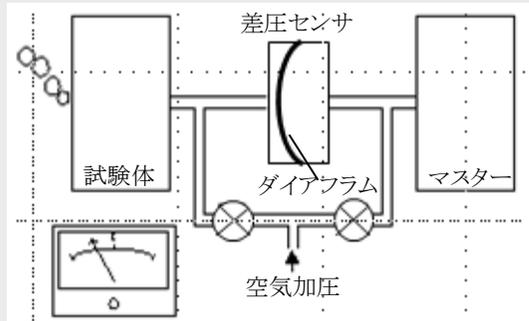
自動車部品の漏れ検査の動向

- 定量漏れ検査. (判定値: $10^{-7} \sim 10^{-3}$ Pam³/sec)
※ヘリウムリークテスト法・圧力法を用いる.
- 判定値の厳格化. より微小な漏れ判定値へ
次世代自動車部品では...
- 高圧下 (20 ~ 300 MPa) での漏れ検査が必要に.

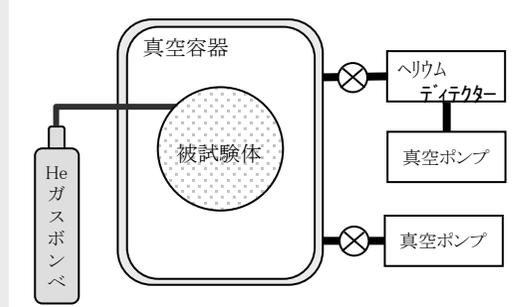


高圧下で漏れ検査を行うには...

- 差圧法:
20 MPa以上困難. (市販品16 MPaまで)
※ダイヤフラムで差圧を検知するため.
※検知漏れ範囲狭い. ($10^{-4} \sim 10^{-2}$ Pam³/sec)
- ヘリウムリークテスト法:
高圧下の漏れ検査可能.
※検知漏れ範囲: $10^{-10} \sim 10^{-3}$ Pam³/sec
ただしコスト・安全性に問題有.



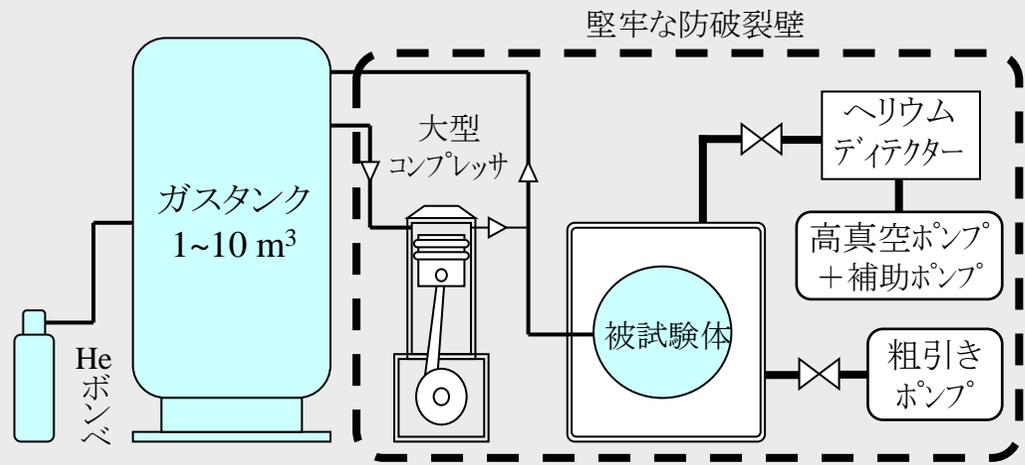
差圧法



ヘリウムリークテスト法

研究開発の背景：従来技術とその課題

従来のHeリーク検査装置を高圧にすると・・・



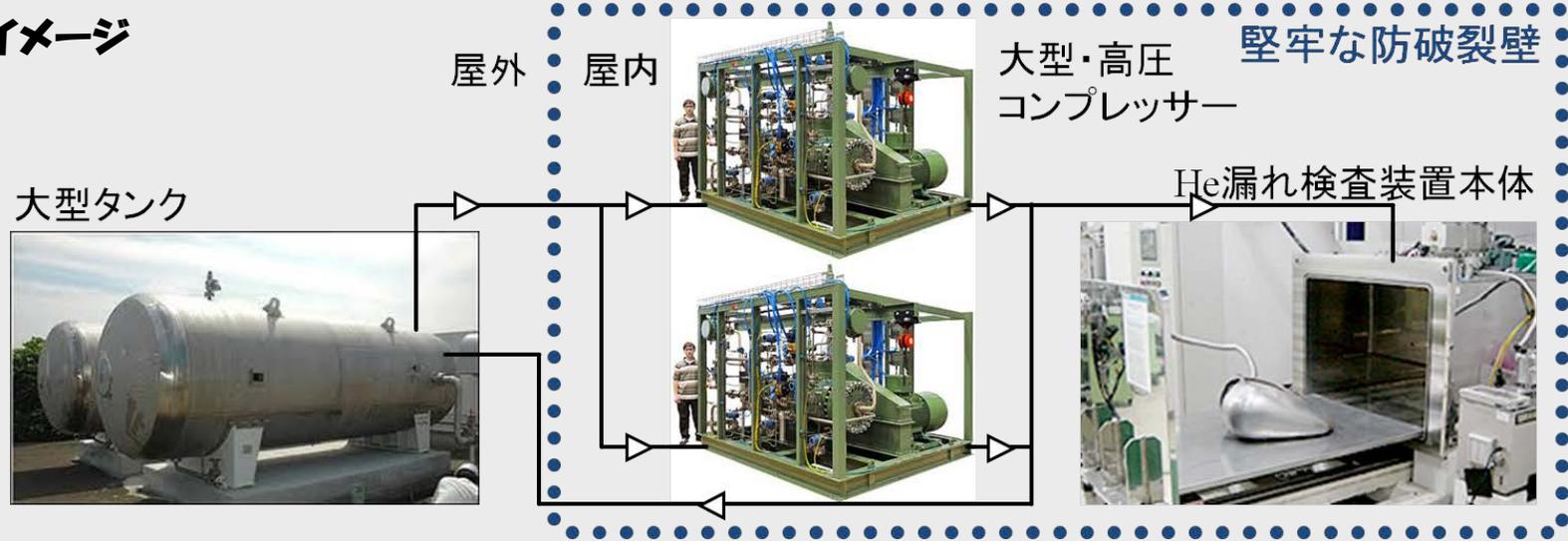
危険
※破裂の危険有
(要安全対策)

高い装置コスト
※気体圧縮機
※高圧ガス部品

エネルギー消費大
※高いランニングコスト
※CO₂排出量大

**広大な
マシンスペース**

イメージ



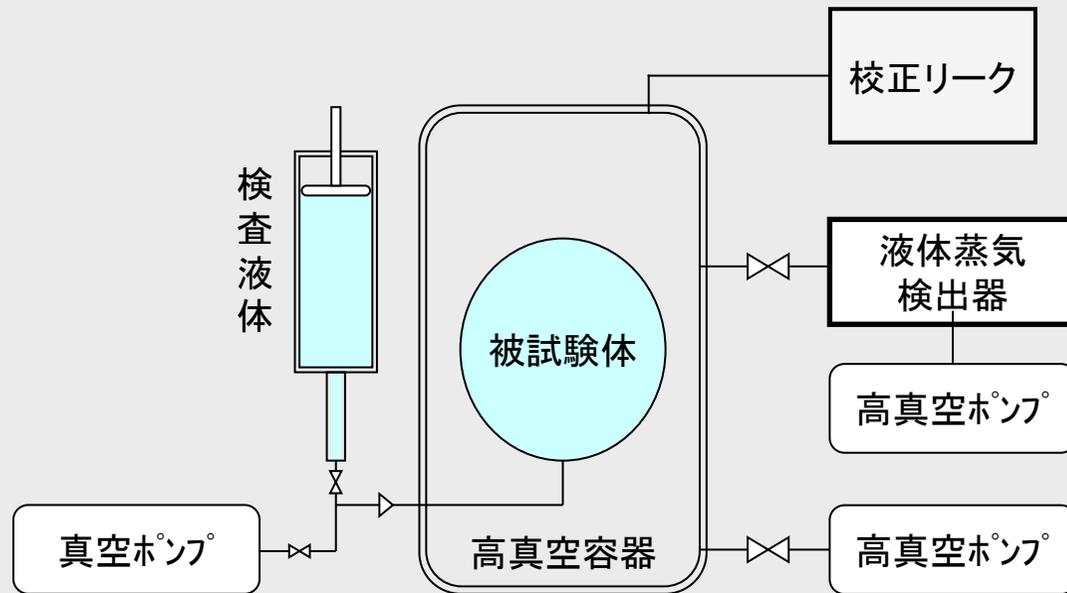
現状、高圧部品の漏れ検査は『目視』で検査されている。

開発技術：開発技術のポイント

『検査媒体を液体とする』ことで、
高圧気体(He)リーク検査の問題点は解決できる!!

☆液体は高圧を印加しても体積変化が小さい。

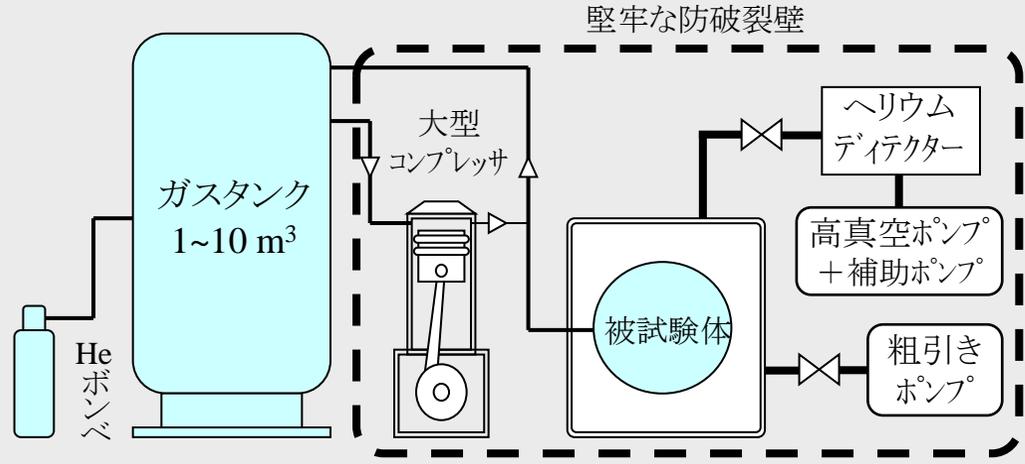
- ① 破裂しないので『安全』
- ② 防破裂不要・液体圧縮が容易なため『安価』



300 MPa可能
高い安全性
低コスト
省エネルギー
省スペース

開発技術：従来技術との比較

従来技術



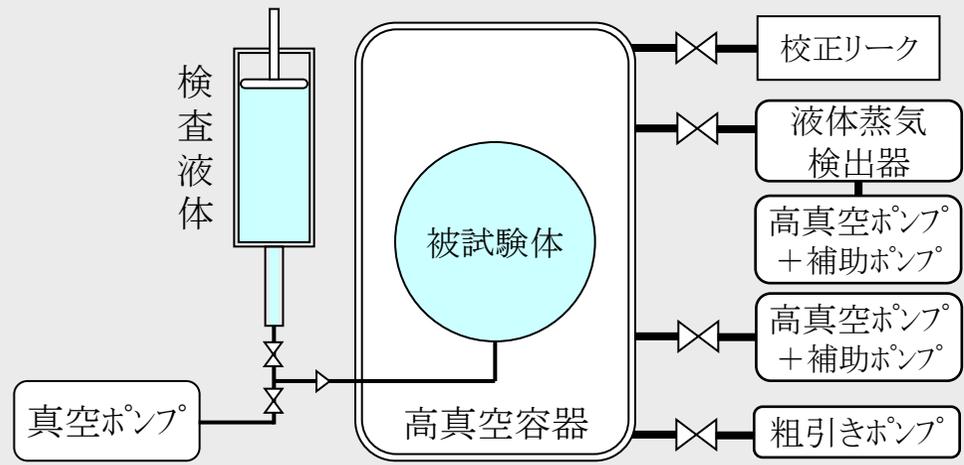
危険
※破裂の危険有
(要安全確保)

高い装置コスト
※気体圧縮機
※高圧ガス部品

エネルギー消費大
※高いランニングコスト
※CO₂排出量大

広大なマシンスペース

開発技術



原理的に安全
※破裂の危険無

低い装置コスト
※液体圧縮容易
※高圧ガス部品不要

省エネルギー
※低いランニングコスト
※CO₂排出量小

省スペース

開発技術：従来技術との比較(安全・コスト・性能)

	高圧He漏れ検査(従来技術)	高圧液体漏れ検査(新技術)
システム	テスター本体 ガス回収・昇圧ユニット (タンク,コンプレッサー,バルブ等) ※ 要認定品	テスター本体 液体回収・増圧ユニット (供給CYL+油圧系)
マシンスペース	大(400 m ² × 8 m)/防破裂壁	小(25 m ² × 3 m)
安全性	堅牢な防破裂壁 安全距離,等が必要 (高圧ガスにより破裂の危険性あり)	一般的な 安全カバーで可 (圧力による破裂の危険性無し)
イニシャル	高(1.5億円/台)	低(5千万円/台)
ランニング	高(1.5千万円/年:要法令検査)	低(0.25千万円/年)
エネルギー消費 (環境負荷)	多(60 kW) (電気料金:約370万円/年・台※1)	少(20 kW)
検査性能	10 ⁻¹⁰ ~ 10 ⁻³ Pam ³ /sec at 2 min	10 ⁻¹⁰ ~ 10 ⁻³ Pam ³ /sec at 2 min

コスト・エネルギー消費: 被試験体容積10⁻⁴ m³、印加圧力180 MPa で見積

※1 電気料金=15円/kWh × 60kW/台 × 15h × 260日/年=3744千円/年・台

研究開発状況

開発目標: 次世代自動車用高圧部品の検査要求に準拠.

検査液体: 有機溶媒 / 水, 印加圧力: 300 MPa

検知リーク量: $10^{-7} \sim 10^{-3}$ Pam³/sec

フェイルセーフ & 誤り率: 0.1 % 以下

検査時間: 120 sec 以下

開発内容 (企業2社, 産総研, 山口大)

基礎開発:

有機溶媒等による検査検証

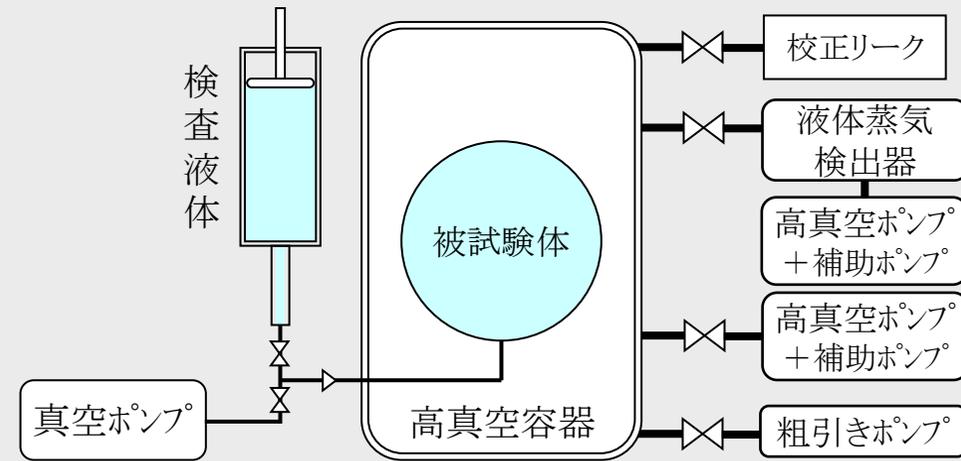
液体校正リーク:

標準コンダクタンスを用いた液体校正リークの開発

装置開発:

装置開発と検査検証 (N増しでの短時間工程・漏れ検知検証)

※関連特許出願登録済み (外国特許含む)

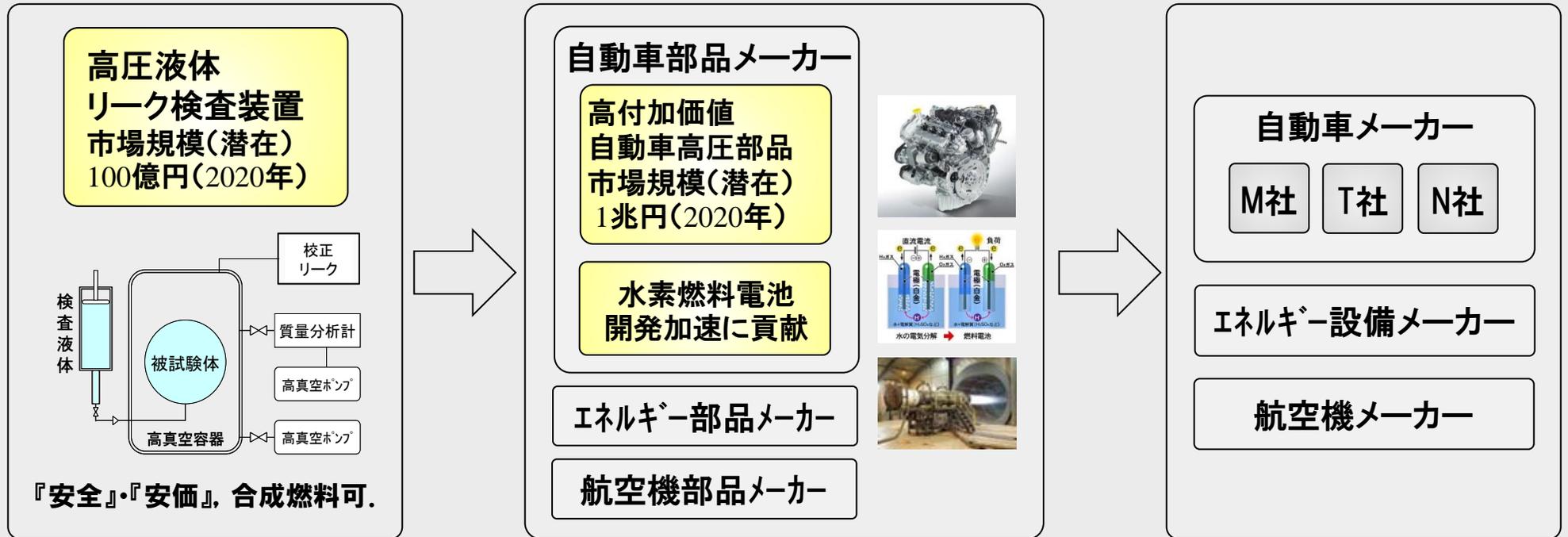


実用化に向け装置メーカー試作機が完成

開発成果の効果

高圧液体リーク検査装置は『安全』・『安価』であることから、

- ① 液体燃料系高圧部品の開発・製造現場に普及する。
 - 次世代自動車や航空機エンジンなどの部品検査に適用. ⇒ 競争力強化に貢献.
- ② 気体利用の新エネルギー源高圧部品の開発・製造現場に普及する。
 - 水素燃料電池やCNG供給部などの部品検査に適用. ⇒ 新産業創出に貢献.



自動車・エネルギー・航空機 産業の開発・製造の国際競争力強化に貢献!!