

# NEDO水素・燃料電池成果報告会2022

発表No.C-8

「超高压水素インフラ本格普及技術研究開発事業  
Ⅱ 水素ステーションのコスト低減等に関する技術開発」

「新型半導体メモリ方式による、  
超低消費電力水素検知センサシステムの研究開発」

河合 賢

委託先 : ヌヴォトンテクノロジージャパン株式会社

再委託先 : パナソニックホールディングス株式会社

2022年7月28日

連絡先 :  
ヌヴォトンテクノロジージャパン株式会社  
(kawai.ken@nuvoton.com)

# 事業概要

## ■ 期間

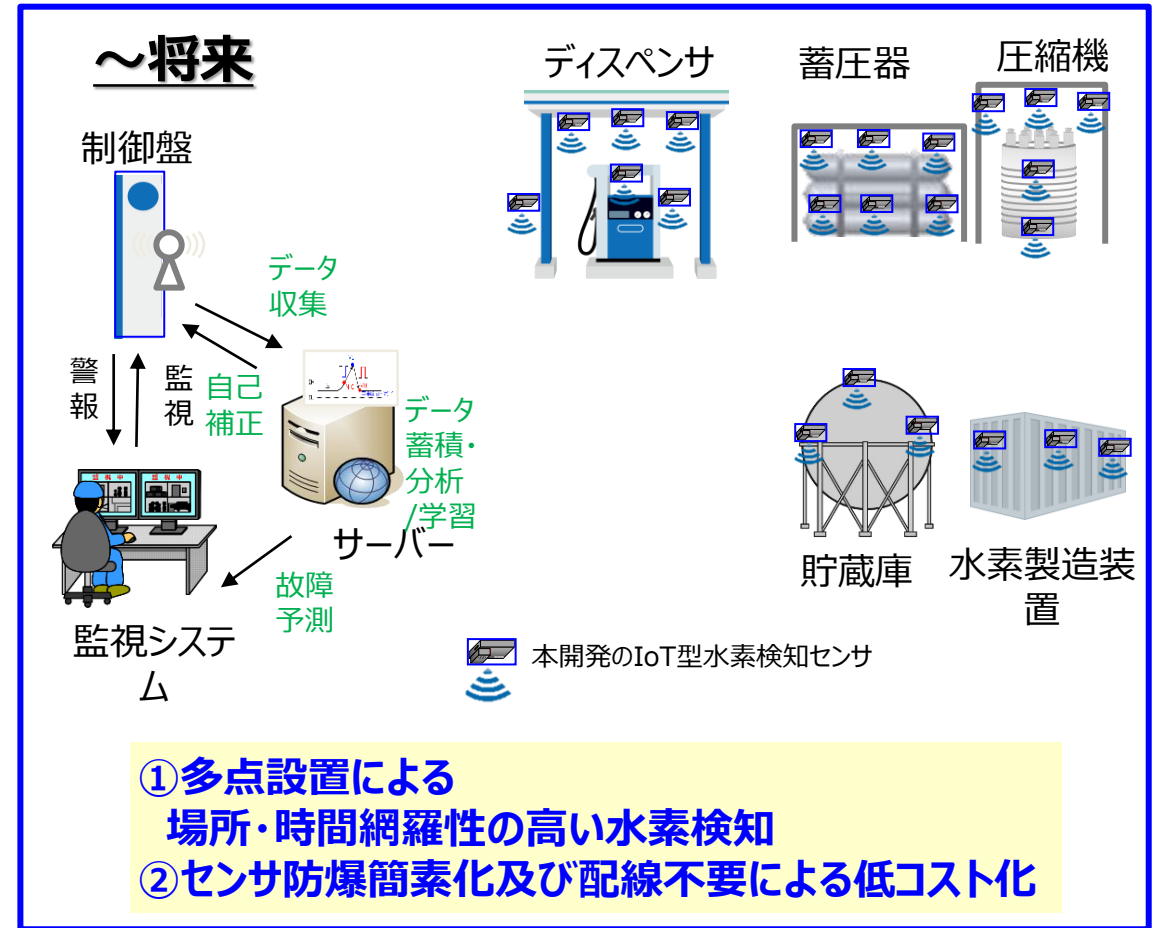
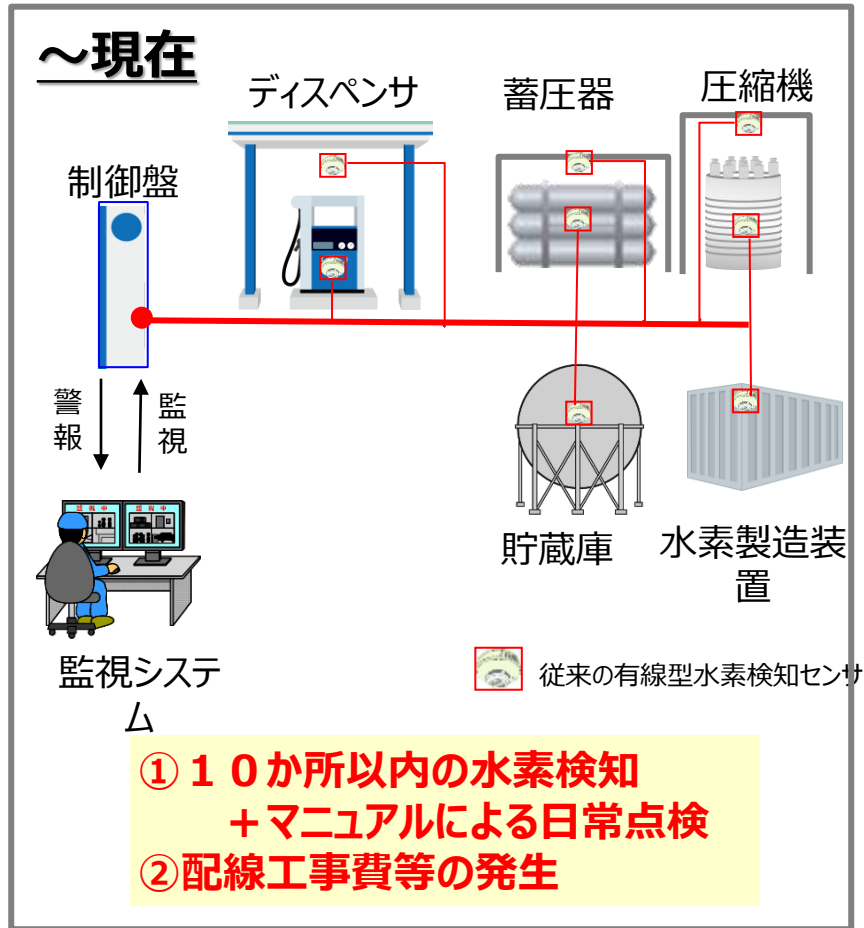
開始 : (西暦) 2020年8月  
終了 (予定) : (西暦) 2023年3月

## ■ 成果・進捗概要

研究開発項目	2021年度までの成果	2022年度の目標
①超低消費電力水素検知 センサエレメントの開発	センサエレメントの構造、 回路レイアウトの最適化 (水素雰囲気0.1% 反応速度 $\leq$ 10sec)	実使用を考慮したセンサ感度を実現し、 信頼性評価仕様を確立
②高耐湿/防水対応水素検知 センサモジュールの開発	高耐湿/防水センサモジュールの 仕様確立 (水素雰囲気1% 湿度100% 反応速度 $\leq$ 30sec)	実使用を考慮したセンサモジュール感度 を実現し、信頼性評価仕様を確立
③自己補正・故障予測システム を備えた水素検知 センサシステムの開発	自己補正技術の仕様確立 (自己補正アルゴリズムの確立) 劣化補正技術の確立	開発したシステム技術をベースに警報 (漏えい/故障) 機能を搭載した システム技術を確立

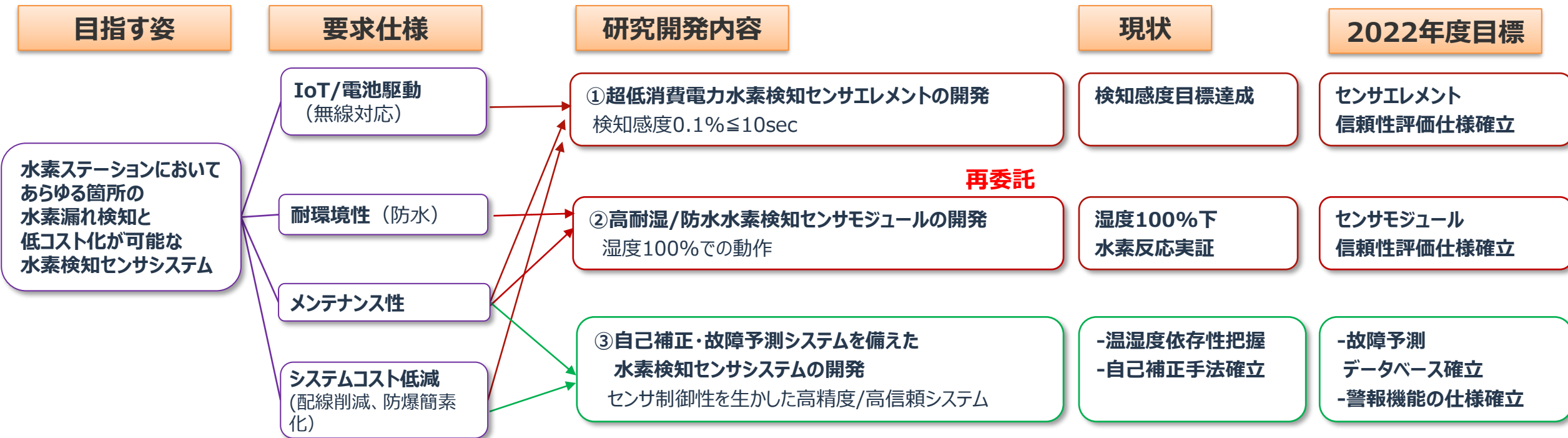
# 1. 事業の位置付け・必要性

## ■次世代向け水素ステーションでの水素検知多点化による高い安心安全と省人化及び工事費削減による低コスト化を目指す



## 2. 研究開発マネジメントについて

### ■ 次世代向け水素ステーションの安心安全利用、低コスト化に貢献する 水素検知センサシステムに関わる3つの研究開発を実施



### 3. 研究開発成果について ①超低消費電力水素検知センサエレメントの開発

## ■低消費センサエレメントでの性能目標を達成。実用化に向けた信頼性検証を開始。

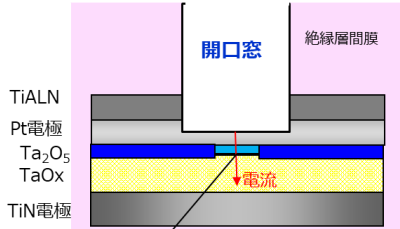
#### 研究内容

#### (1)センサエレメント構造、回路レイアウト最適化 2021年度

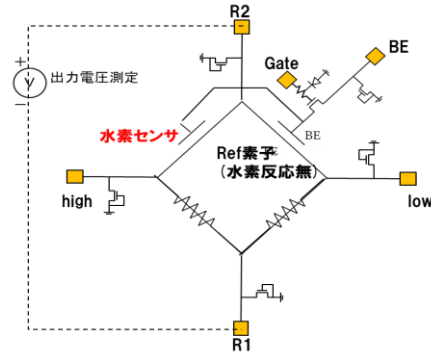
ターゲット性能

	本研究（半導体メモリ式）	従来（接触燃焼式）
ヒーター	不要	必要（300～450℃）
検知感度	0.1%@≤10秒（目標）	0.1%@≤10秒

#### 【最適化事例】



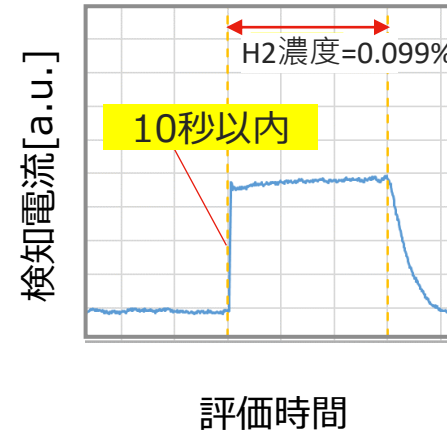
・エレメント構造(サイズ、形状)、電極膜厚/膜質



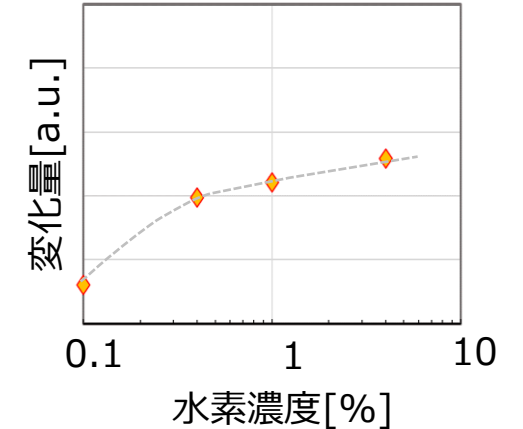
・ブリッジ回路導入、エレメント並列化

#### 成果

検知感度目標達成  
(0.1% 10秒以内)



0.1%～4%検知が可能  
(消費電力: 0.09mW\*)  
\*従来センサ: 0.2～1W



#### (2)信頼性評価仕様の確立 ～2022年度

- ・加速評価
- ・信頼性モデル検討
- ・信頼性評価仕様の確立

加速評価データ取得、信頼性モデル検討中  
～'22/11月予定

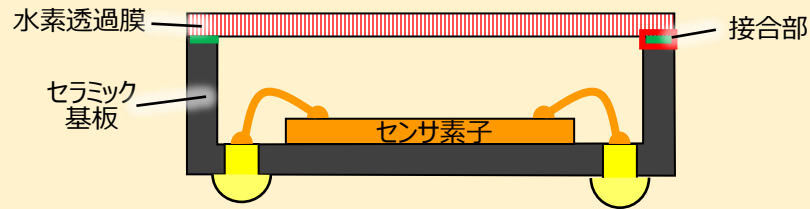
### 3. 研究開発成果について ②高耐湿/防水水素検知センサモジュールの開発

## ■湿度100%の高湿環境でのセンサ動作を実現するセンサパッケージ/モジュールの確立

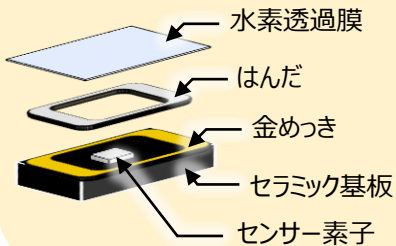
**研究内容** 水素透過膜材料および膜接合・成膜工法を検証し、パッケージ(PKG)構造を確立

**【構造1】** セラミック基板内を水素透過膜で気密封止

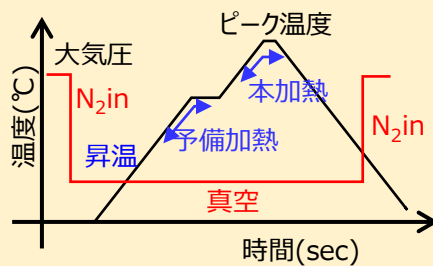
超音波(常温/低温)接合ではPKG反り吸収できず、リフロー接合を採用



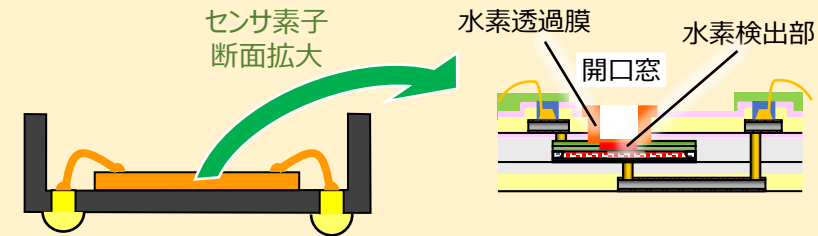
<リフローはんだ接合>



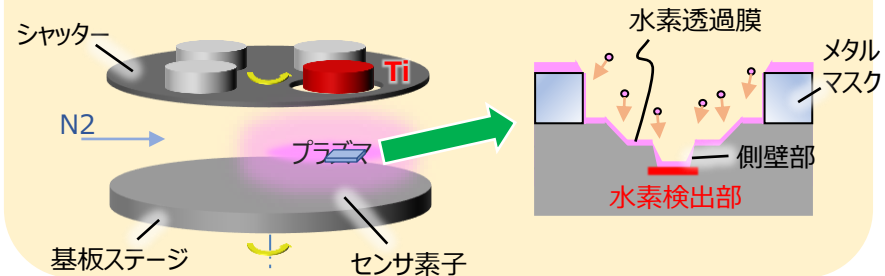
[リフロー条件]



**【構造2】** 素子の水素検知部+側壁部を水素透過膜で被覆



<スパッタリング>



**成果**

- ・各構造における材料と工法決定し、**水素検知機能**を確認
- ・湿度100%Rhにおいて**水素反応速度30sec以内**を達成
- ・反応速度、生産プロセス、コストの観点から**構造2に決定**

**課題と今後の予定**

高湿度環境下における水素反応感度・速度の向上

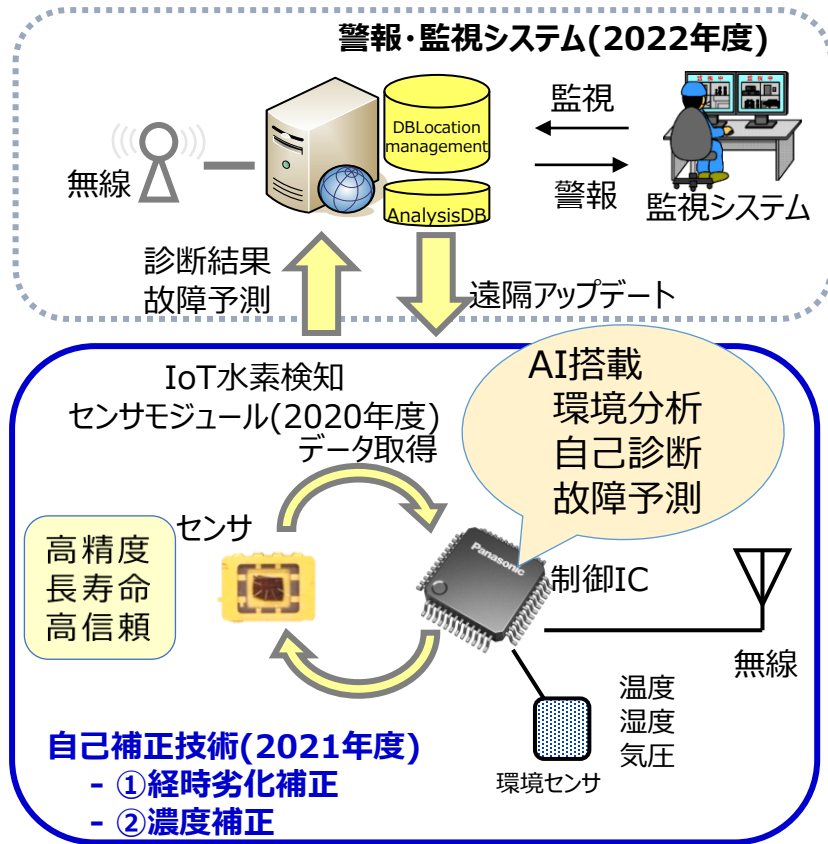
水素透過膜の厚み、触媒層種類など最適仕様を確立



# 3. 研究開発成果について ③自己補正・故障予測システムを備えた水素検知センサシステムの開発

## ■自己補正アルゴリズム/温度補正を実証し、経時劣化/濃度補正技術を確立

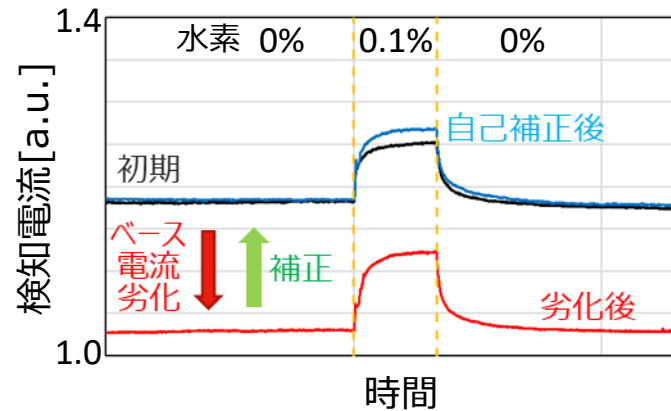
### 研究内容



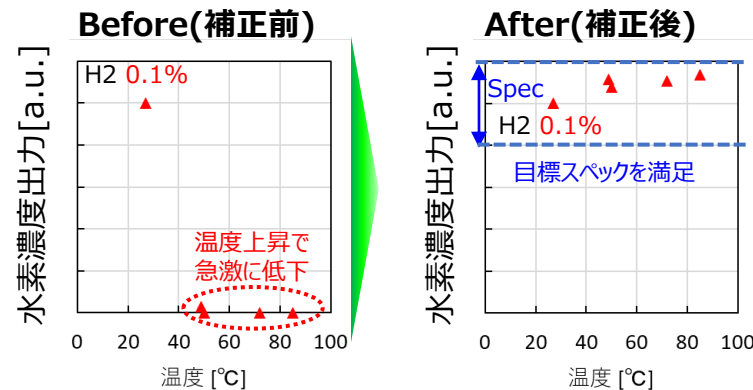
<システム全体像>

### 成果

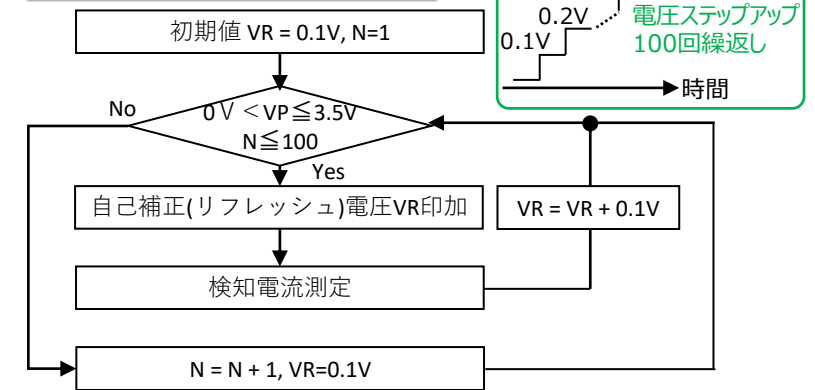
#### ①経時劣化補正技術の確立



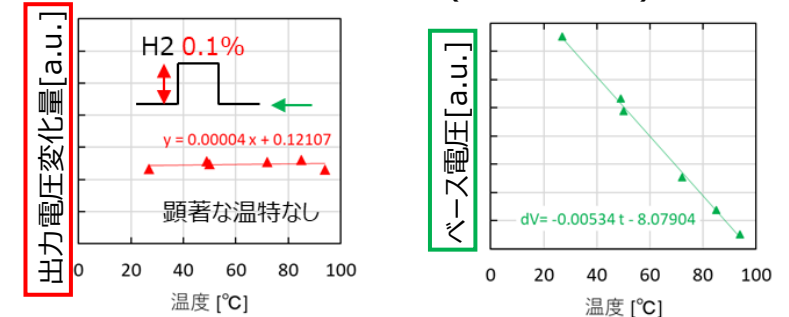
#### ②濃度補正技術の確立



#### センサ自己補正アルゴリズム



#### 水素反応特性の温度依存性(ブリッジ素子)



#### 温度により水素濃度を補正(ベース電圧温特を補正)

$$\begin{aligned}
 \text{H2濃度}(T) &= A \times (\text{出力電圧}(T) - \text{ベース電圧}(T)) + B \\
 \text{ベース電圧}(T) &= \text{ベース電圧}(T_0) + C \times (T - T_0)
 \end{aligned}$$