

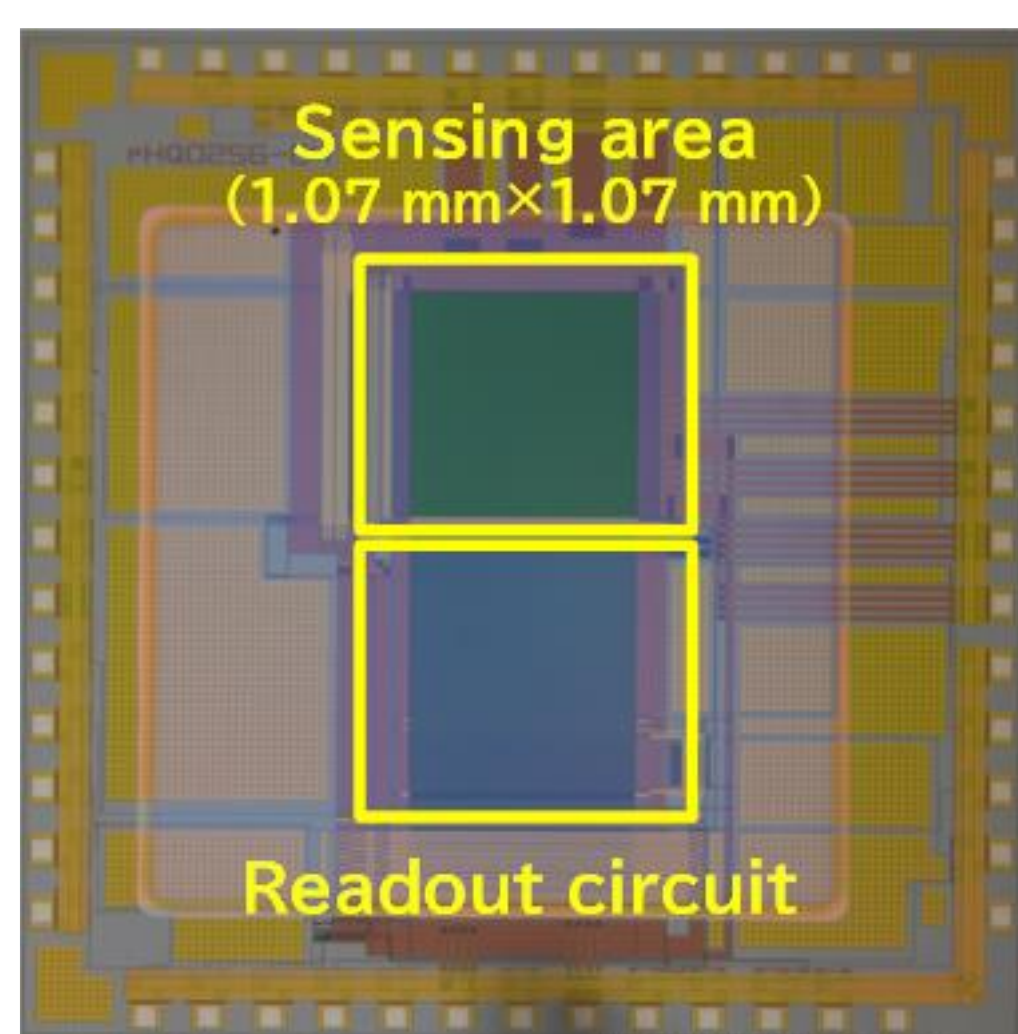
■ 緒言

豊橋技術科学大学が世界で初めて開発した「イオンイメージセンサ」の技術をベースとして、様々な物理現象や化学現象をリアルタイムで可視化する革新的な「マルチモーダルセンサ」の実現を目指します。そのためには、以下の技術が必要です。

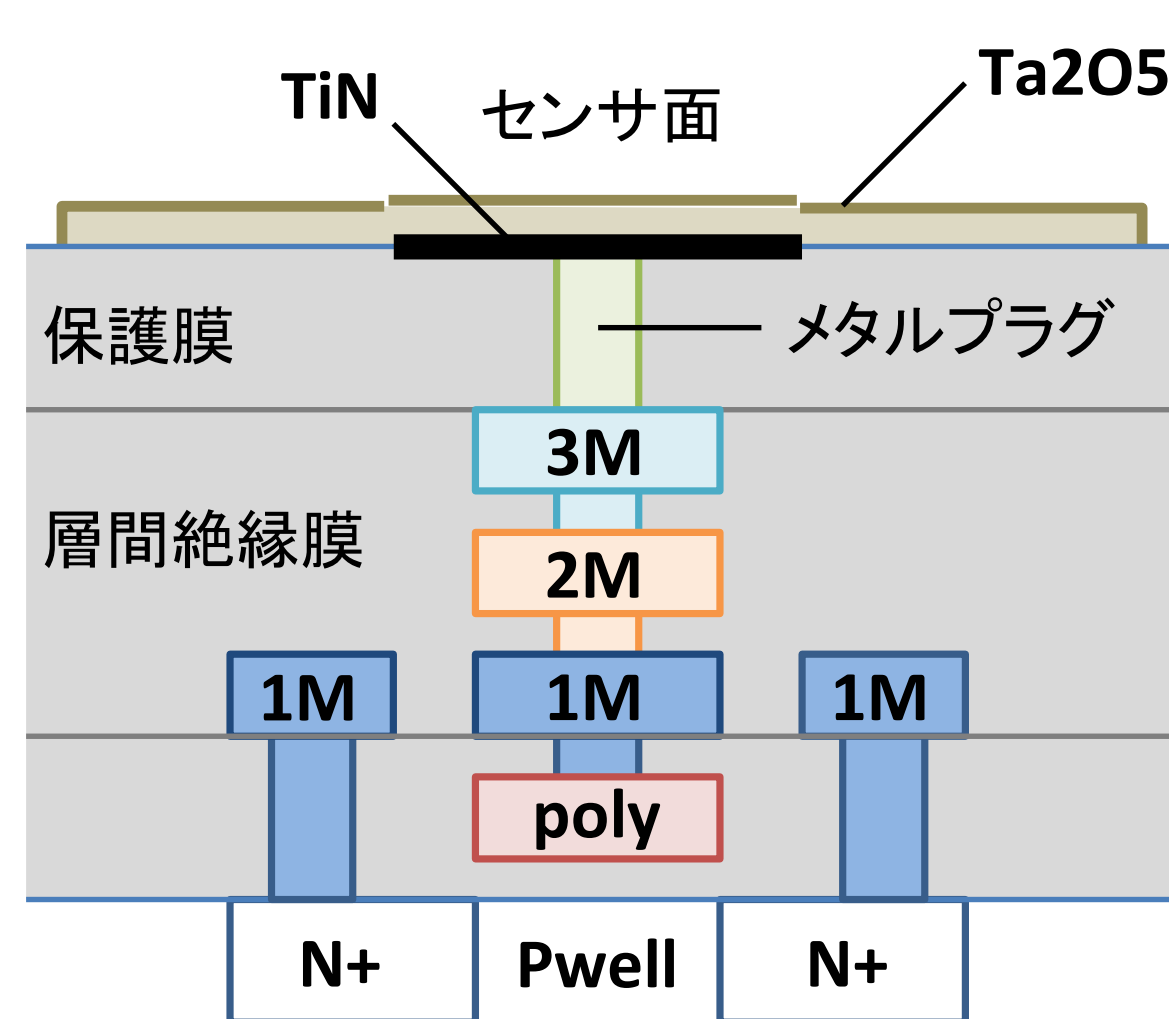
- ①ミクロンレベルの分解能を可能とするマイクロチップ設計製造技術
- ②複数の物理・化学現象を同時に観測するマルチモーダルセンシング技術
- ③様々な事象の変化をリアルタイムに検出する技術

これらの要素技術を民間企業とのコンソーシアムにより創出し、IoT、AI時代を支える”データ”の価値を飛躍的に高めるセンサの実現と、医療・バイオ・化学分野等の高度情報化に向けた基幹産業の創出につなげます。

■ センサ基本素子の開発

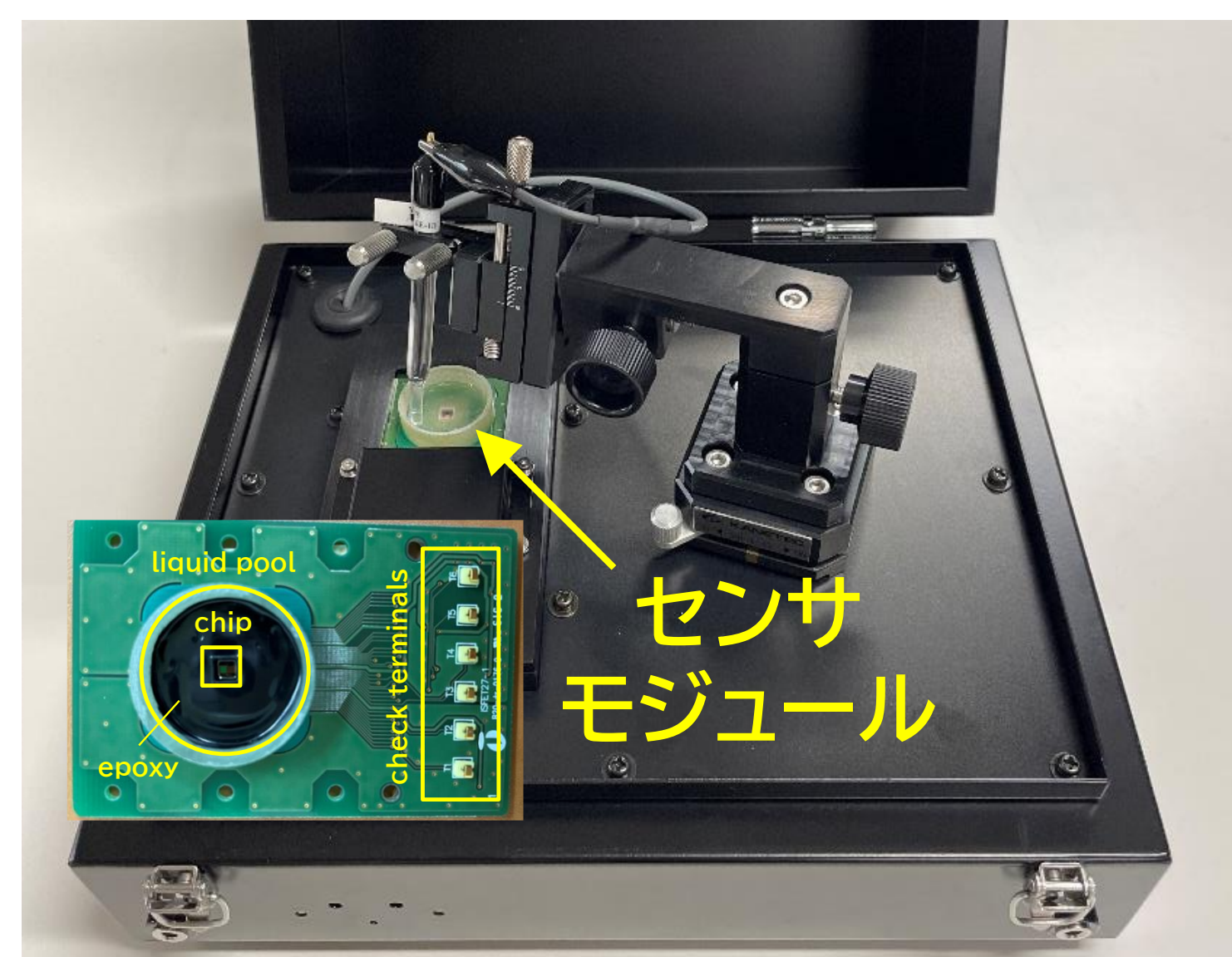


■ 開発したイオンイメージセンサチップ
画素ピッチ約4μm、画素数256×256。センサ出力読み出し回路を備え、フレーム速度は数10~1000fpsに対応。

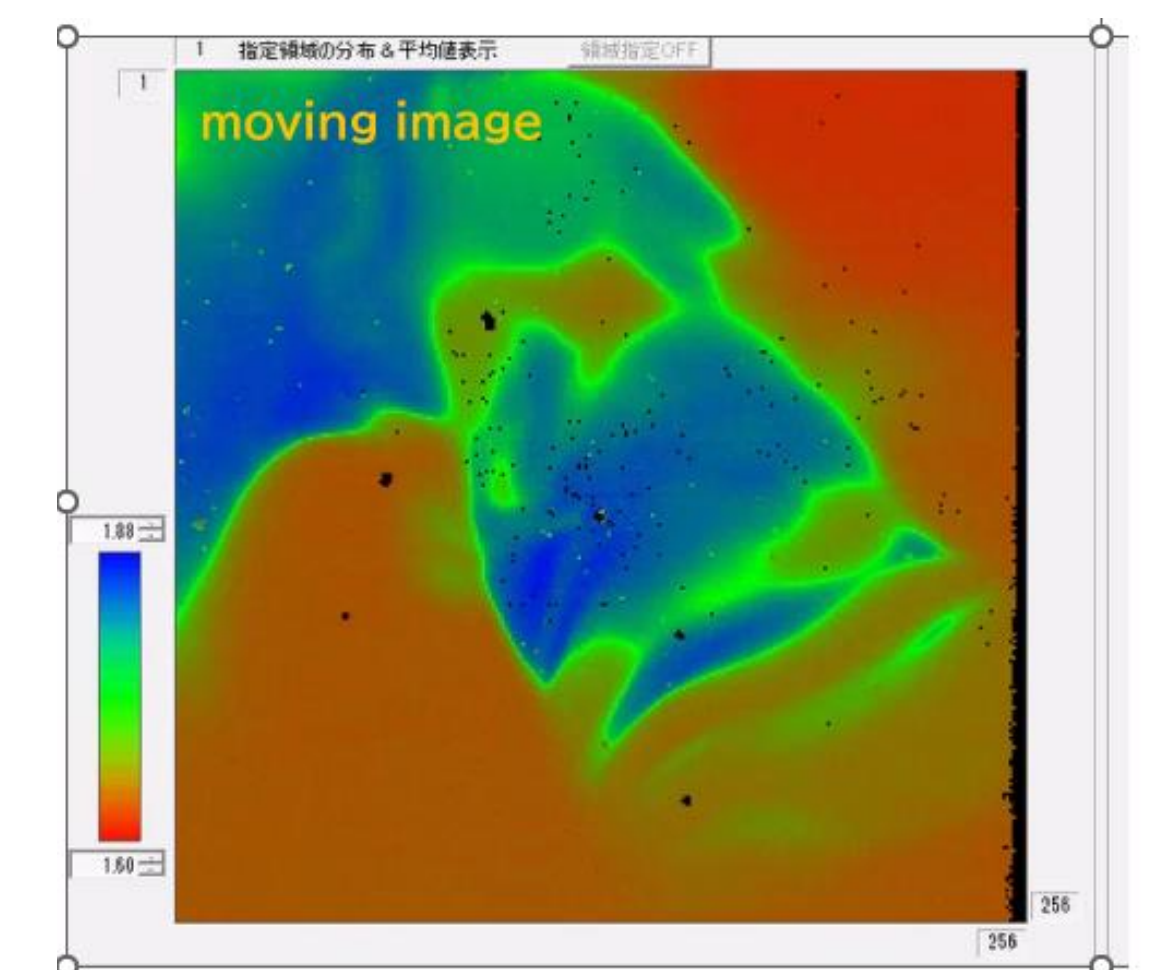


■ センサ構造
Pwell層の電位井戸の深さにセンサ面の電位が反映される。別箇所から電荷を注入して、電位井戸に充填される電荷量を電位として検出する仕組み。電荷蓄積を利用するため、微細化による性能低下も少なく、累積動作による低雑音化も可能。

■ モジュール、計測制御装置への実装



■ センサモジュールを組み込む計測装置
安定化電源、計測ステージ機構に加え、FPGA、AD/DA、I/Oインターフェースを備え、PCで制御する。



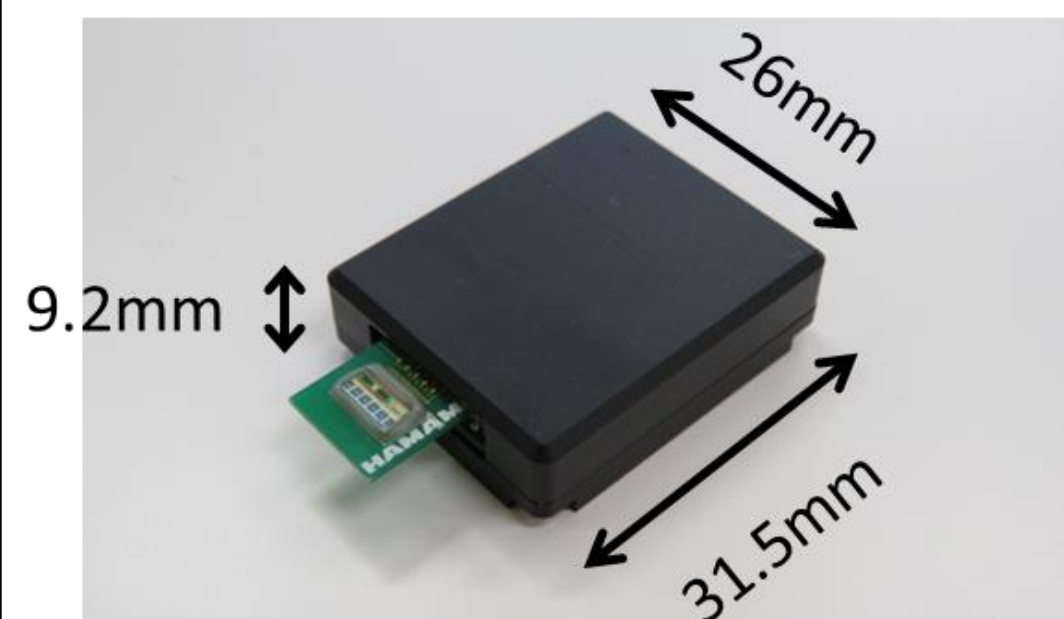
■ センサ出力データ例
リアルタイムで2次元イメージ画像が取得できる。他、各画素からの出力電位も記録されている。実験はpH標準液に酸性溶液を滴下した模様を観察した。

■ 多様な感応膜形成技術

計測対象	感応膜	検出例	特徴・利用分野
pH、表面電位	Ta ₂ O ₅ 膜、SiN膜	検出精度(0.01 pH、0.5 mV)	イオンセンサの基本計測対象
光学画像	SiN膜、(Ta ₂ O ₅ 膜)	画素レベルの分解能	
匂い、ガス	ポリアニリン膜	アンモニア(1 ppm~)等	環境、介護、認証、農業、食品、物流
	金属酸化膜	アンモニア(10 ppm~)等	車内環境、故障診断
イオン(アルカリ金属イオン)	イオノフォア担持膜(PVC膜)	K, Na, Caイオン等 (10 μM~0.1 mM)	医療・創薬
力、圧力、温度	PVDF膜	垂直・剪断応力(<10 nN)	医療・創薬、細胞機械的特性
神経伝達物質、生理活性物質	酵素含有膜	ATP等(10 μM~10 mM)	医療・創薬、ヘルスケア、健康診断
	酵素含有膜、Ti/Au膜	乳酸等(1 μM~0.1 mM)	
	分子鑄型ポリマー膜(MIP膜)	グルコース(10 μM~5 mM)	

■ 開発チップは高精細な電位検出器アレイであり、チップ表面上に検出対象と反応して電位状態を変化させる薄膜を形成すれば対象物を検出できる。例として、圧電薄膜(圧力、力)、イオノフォア(アルカリ金属イオン)を担持した樹脂薄膜、酵素含有樹脂膜などをセンサ表面上に形成する。

■ 匂いセンシング

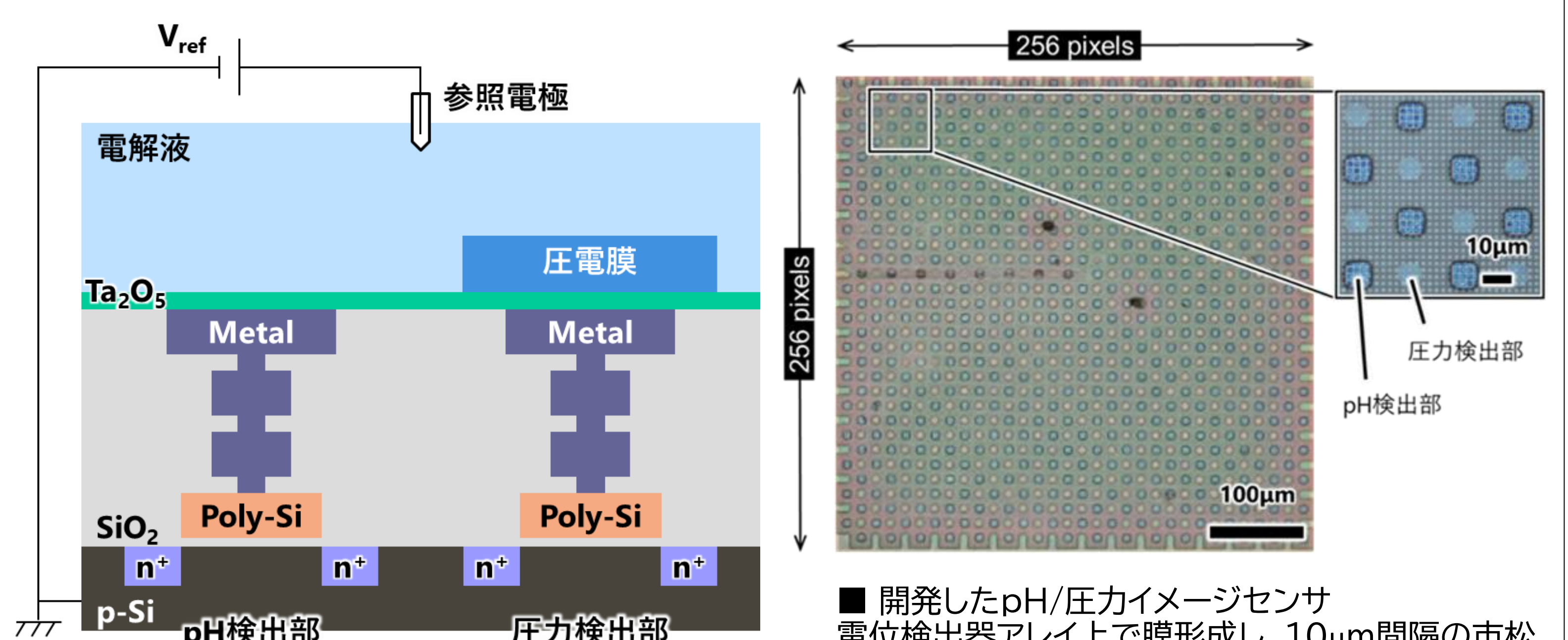


■ 小型ニオイセンサモジュール
4×4×5群のセンサ領域に5種類の匂い感応膜が形成可能であり、マイクロSDカードと同サイズである。



■ ニオイ自動計測装置
安定動作のために計測/リフレッシュ自動制御、流量自動制御(ポンプ/コンプレッサー接続可能)の他、計測データ分析機能を有している。

■ 圧力センシング



■ pH/圧力センサ構造
pH検出部の一部に圧電薄膜を形成することで同時検出が可能となる。圧電薄膜の分極処理(高電圧印加)を含んだ成膜プロセスを開発した。

■ 開発したpH/圧力イメージセンサ
電位検出器アレイ上で膜形成し、10μm間隔の市松模様でイメージングすることに成功した。
■ 他、別構造にて剪断力センサも実現している。