

Ampère

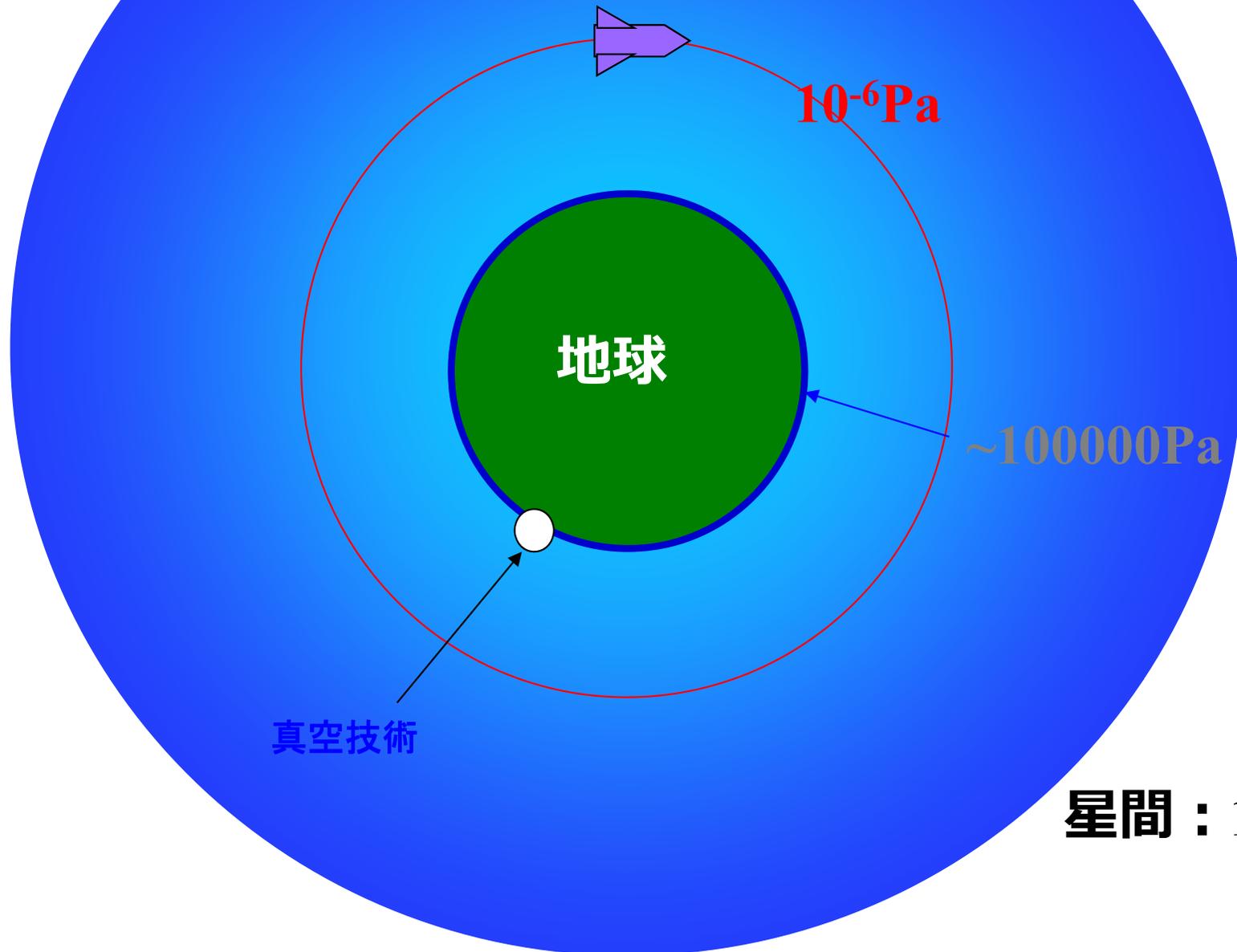
# 電離真空計 タフゲージ・CCTG説明資料

株式会社アンペール

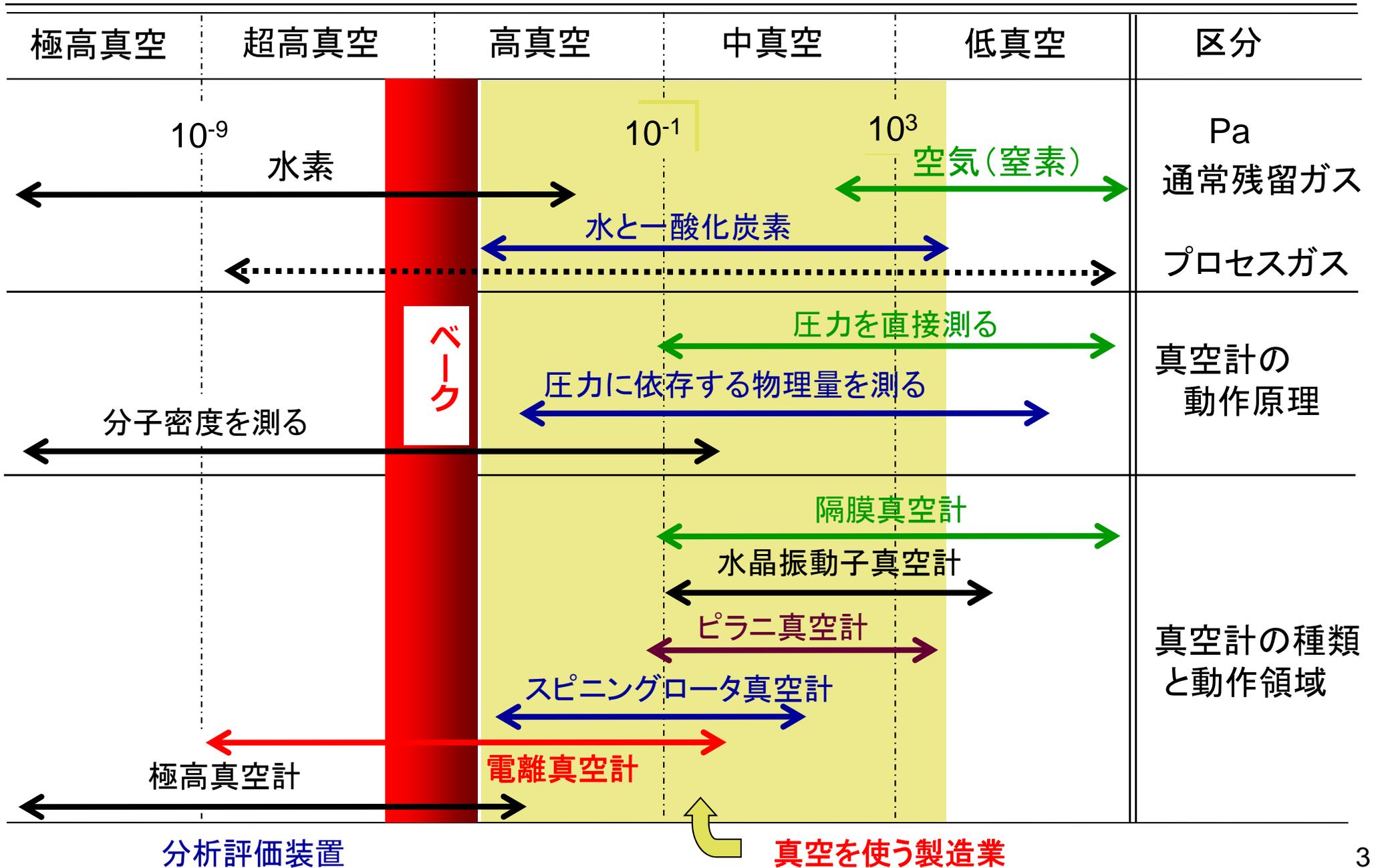
VTC-A016\_04

2015.8.24

# 真空技術の環境



# 真空領域と最近使用される真空計



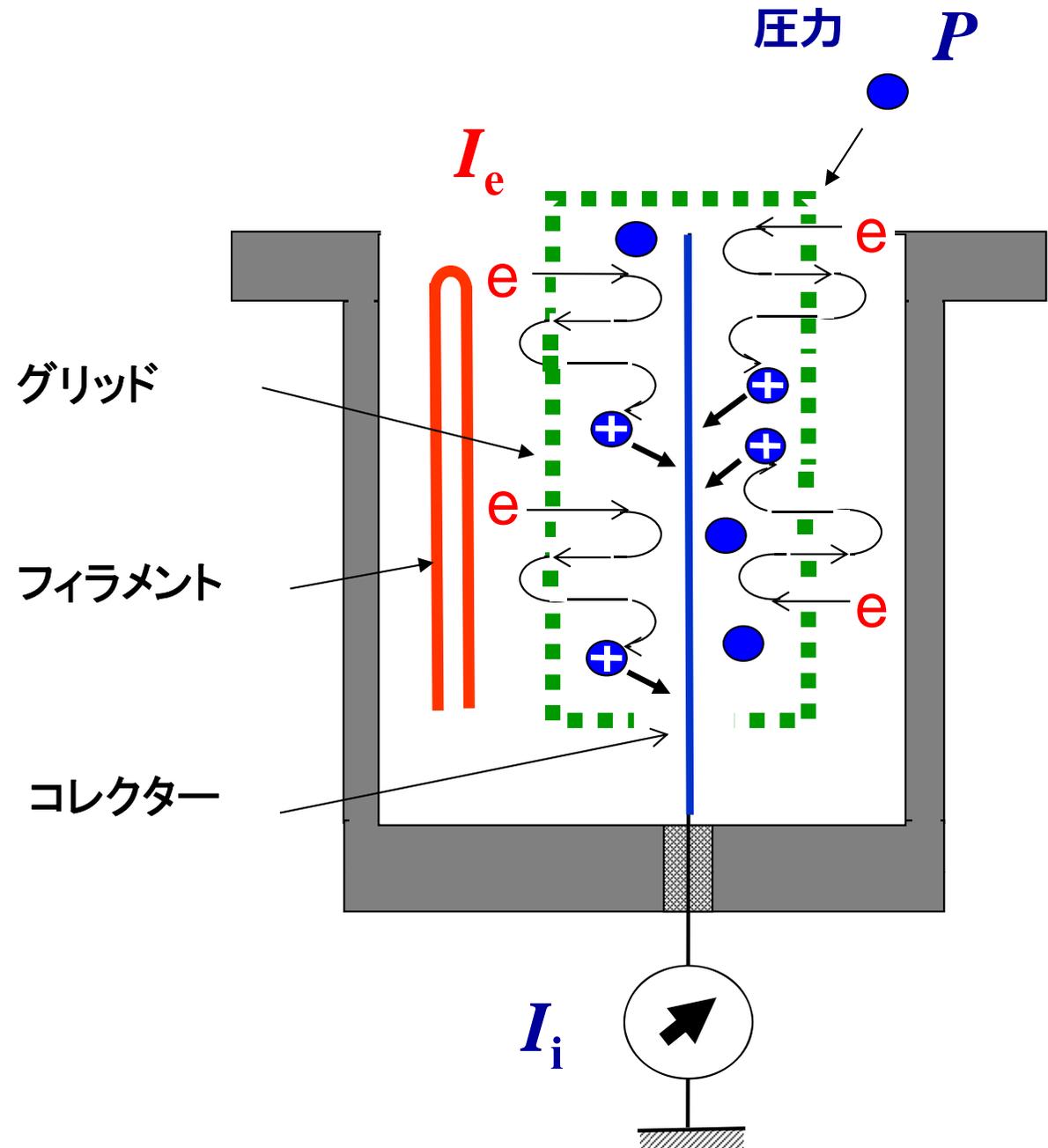
# B-A真空計の原理

$I_i = S I_e P$

↑                      ↑  
感度係数              電子電流

<計測器の条件>

1.  $I_e$ が一定
2.  $S$ が不変



## 真空計は危険に曝されている

プラスチックの表面に  
金属などを蒸着する  
真空蒸着装置  
スパッタ装置



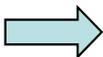
プラスチック可塑剤が蒸発  
フタル酸、アジピン酸

真空装置内の配線、  
モータ、シール材



シロキサン、フッ素塩素化合物等が発生

半導体製造装置



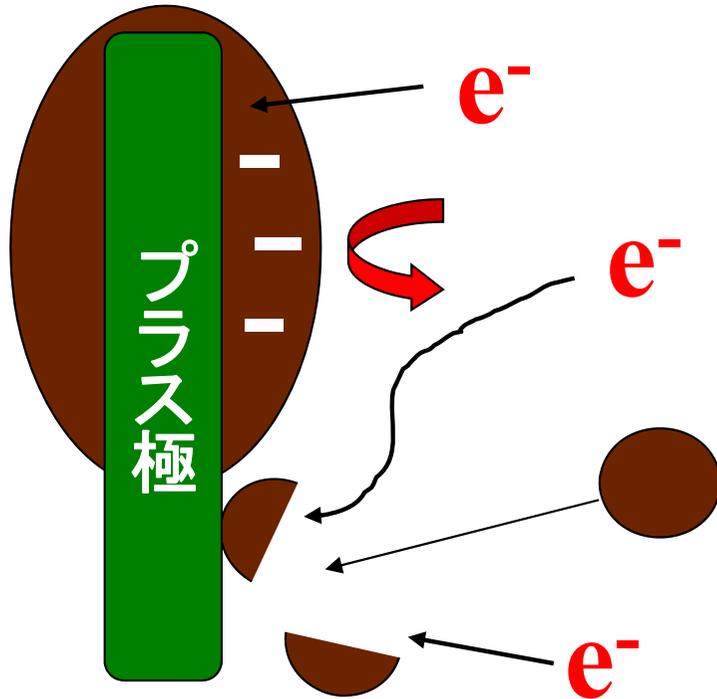
有機金属原料ガスの付着 レジストなどが残留

## 従来のB-A真空計の問題点

- ◇有機性汚染ガスの雰囲気中では、すぐに電極が汚染  
グリッドの汚染 → エミッション電力の増大 → フィラメントが短寿命  
短時間のデガス機能で汚染を除去しきれない
- ◇コレクタに汚染ガスが付着 気付かないうちに感度低下が発生  
コレクタの汚染 → 真空が良くなった → 実は感度低下！  
コレクタのデガス機能がない
- ◇短期間での交換が必要  
総合的にコスト高 → 直ぐに交換作業、都度購入

# BA真空計の汚染

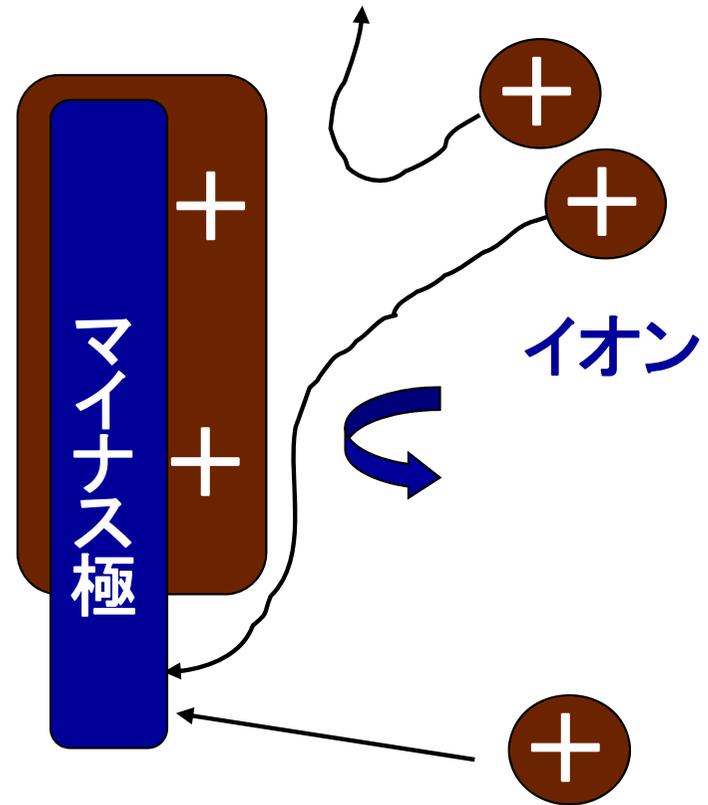
## グリッドの汚染



分解→重合→不導体膜

エミッション電力の増大  
→ フィラメントが短寿命

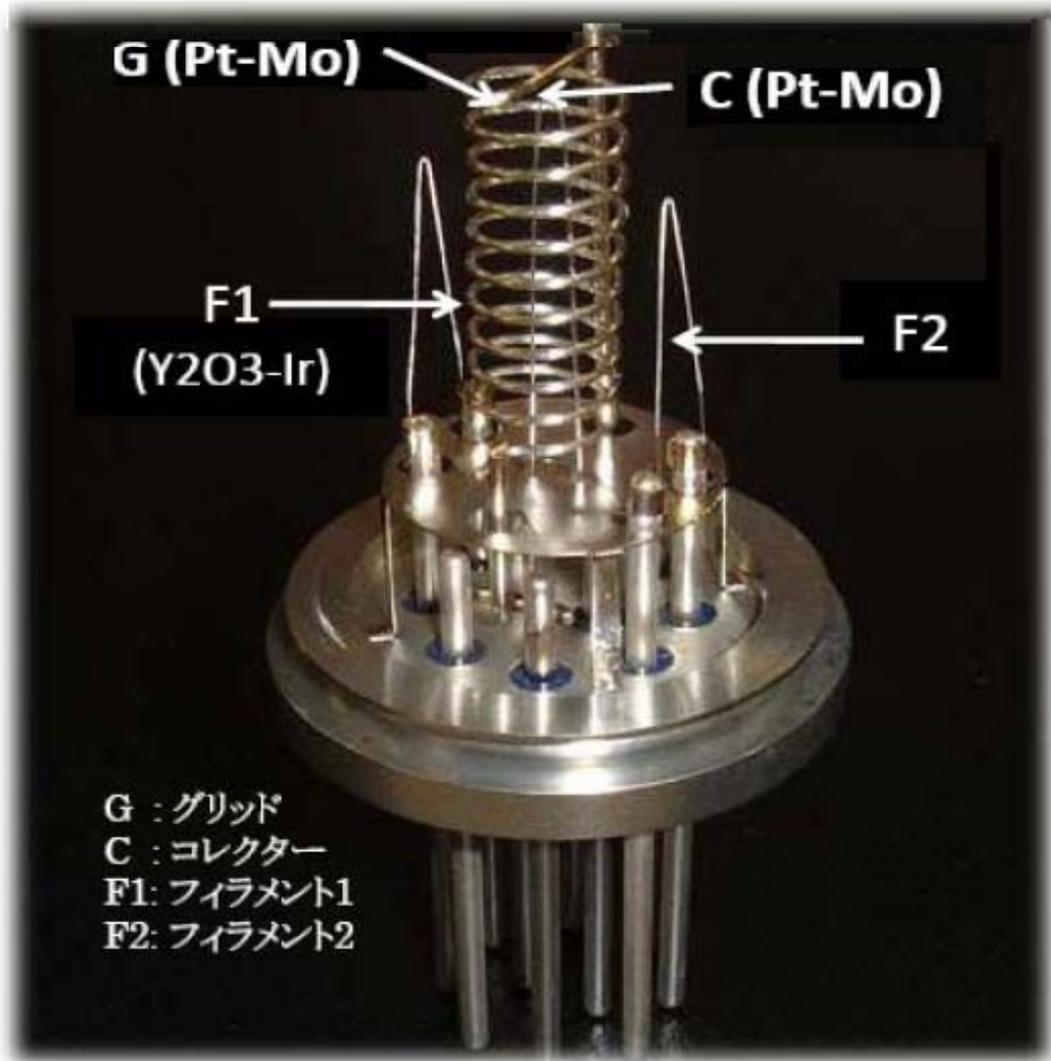
## コレクタの汚染



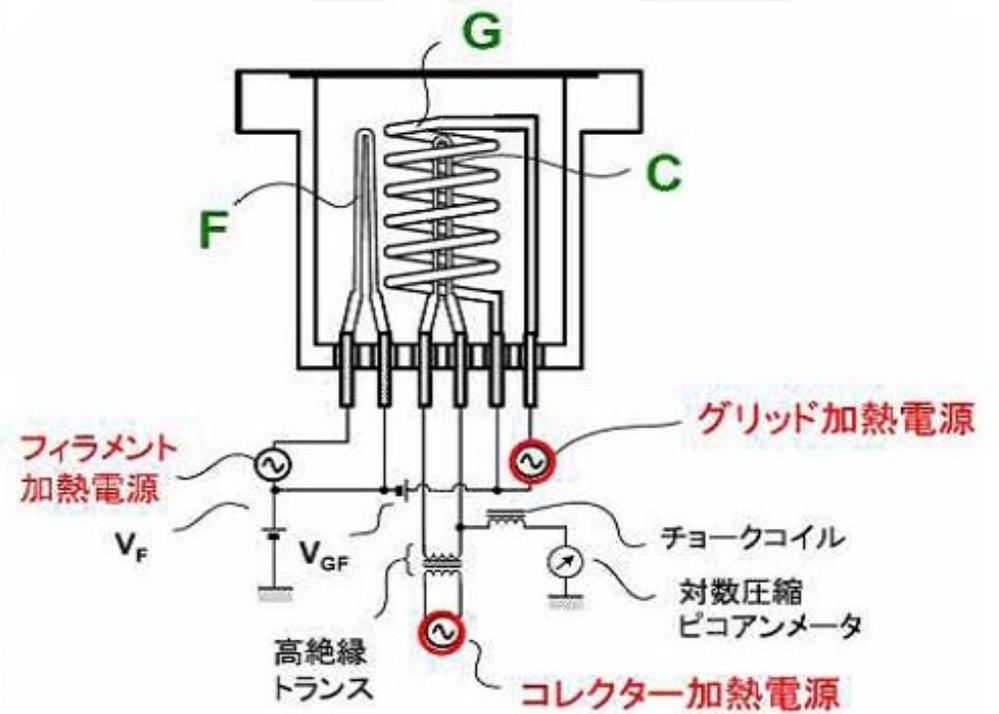
堆積→重合→不導体膜

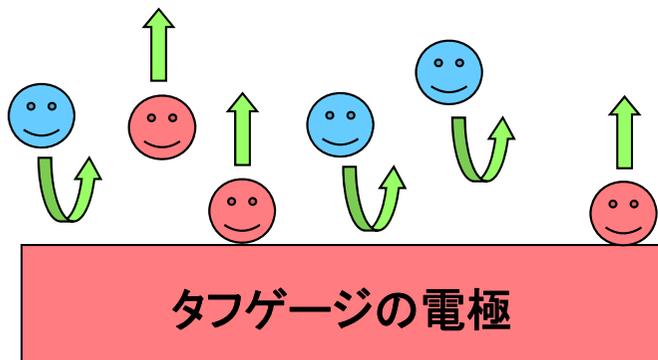
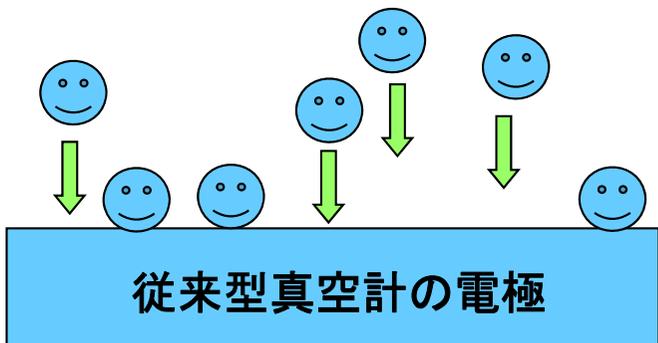
真空が良くなった  
→ 実は感度低下

# Tough Gauge(タフゲージ)の構造



Tough Gaugeは、測定中全電極を加熱するBAゲージです



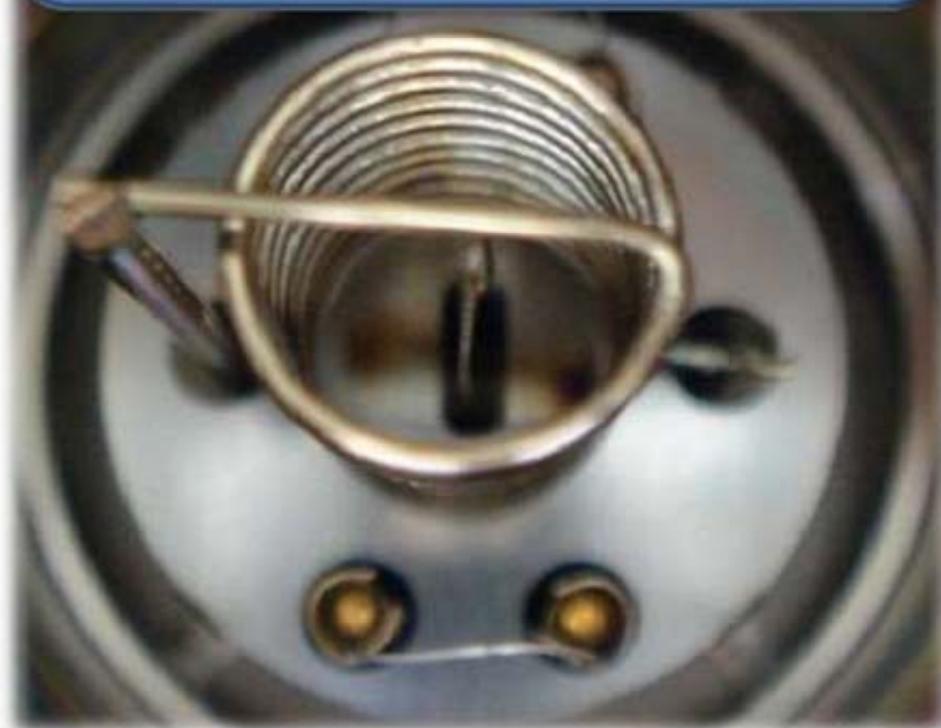


タフゲージ  
(BA型真空計)

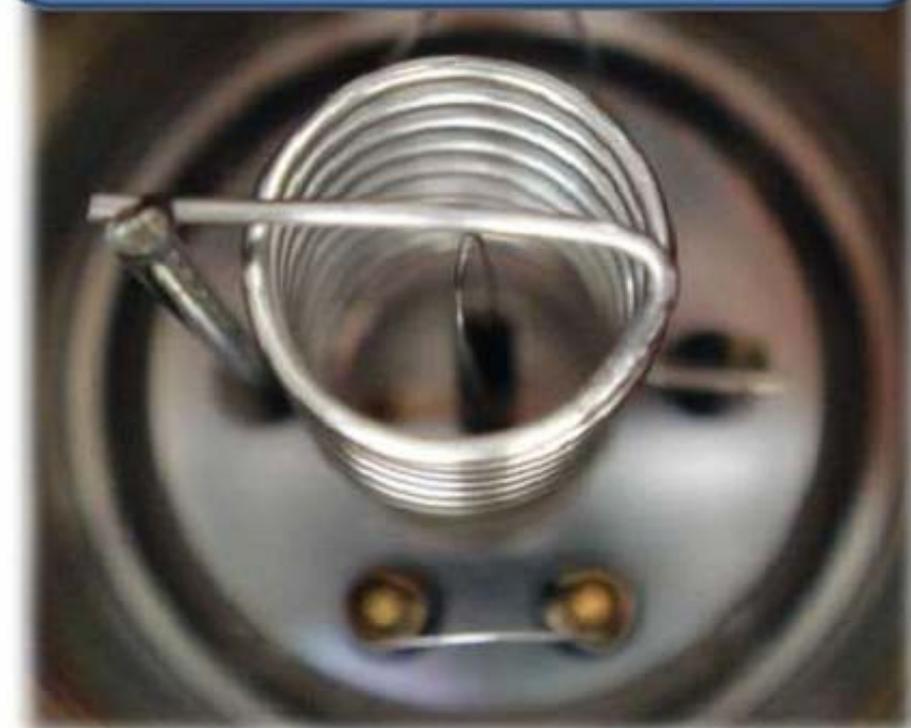
コールドカソードタフゲージ  
CCTG (冷陰極型真空計)

# フタル酸ジエチル中曝露試験

タフモードOFF

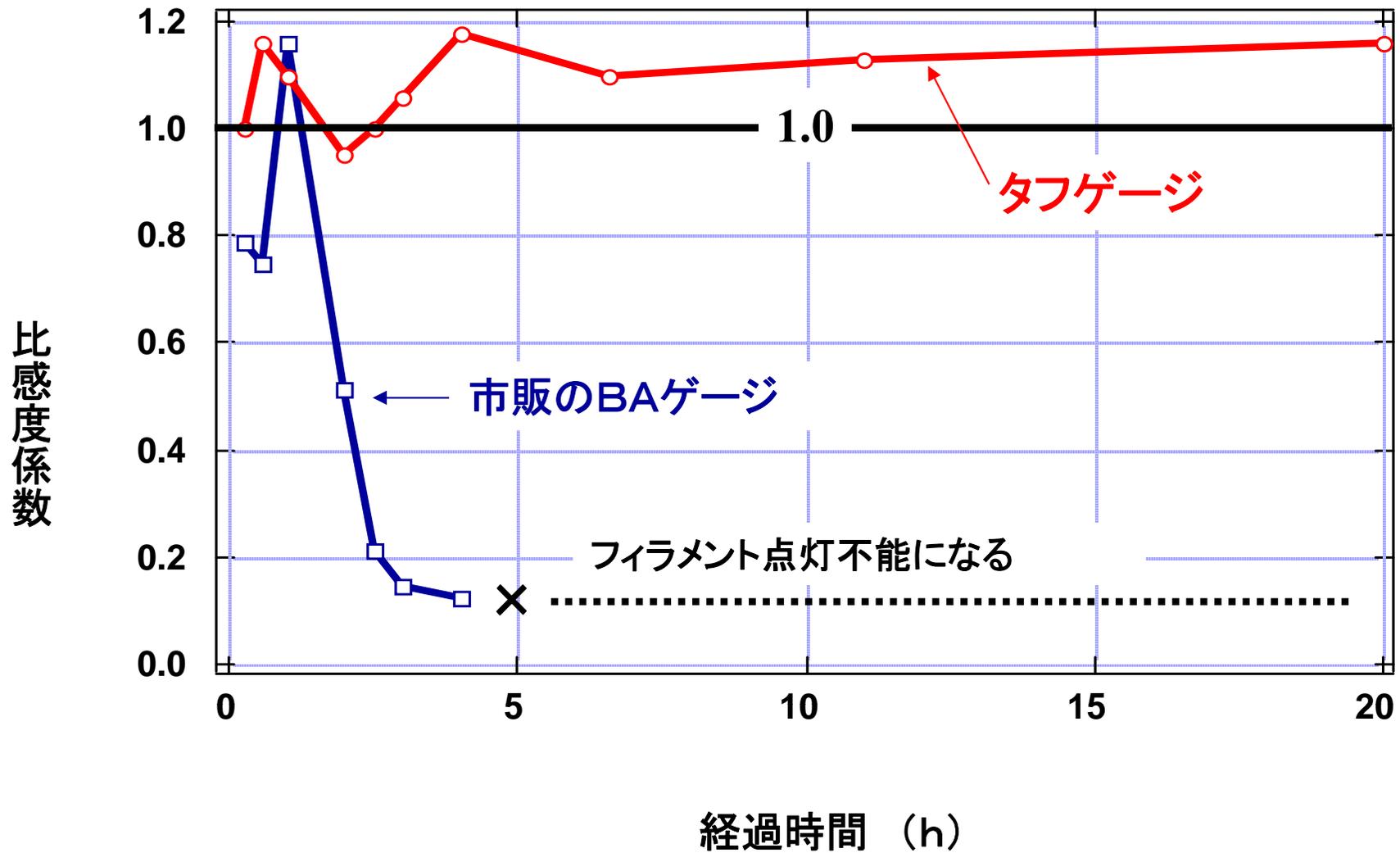


タフモード(500°C)



グリッドの汚れ具合の色比較(0.1Pa,22hours)

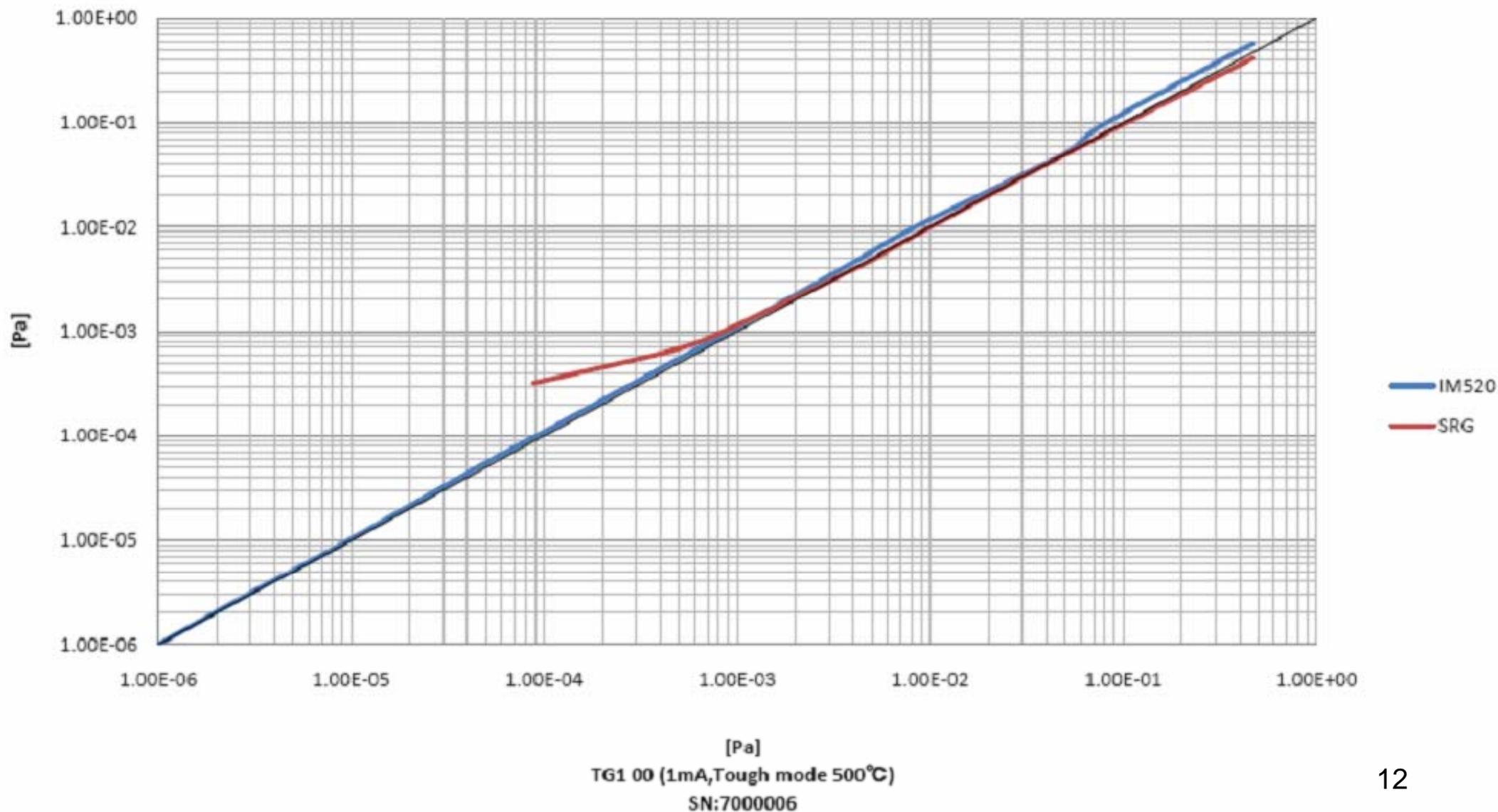
# シロキサン中の感度の経時変化



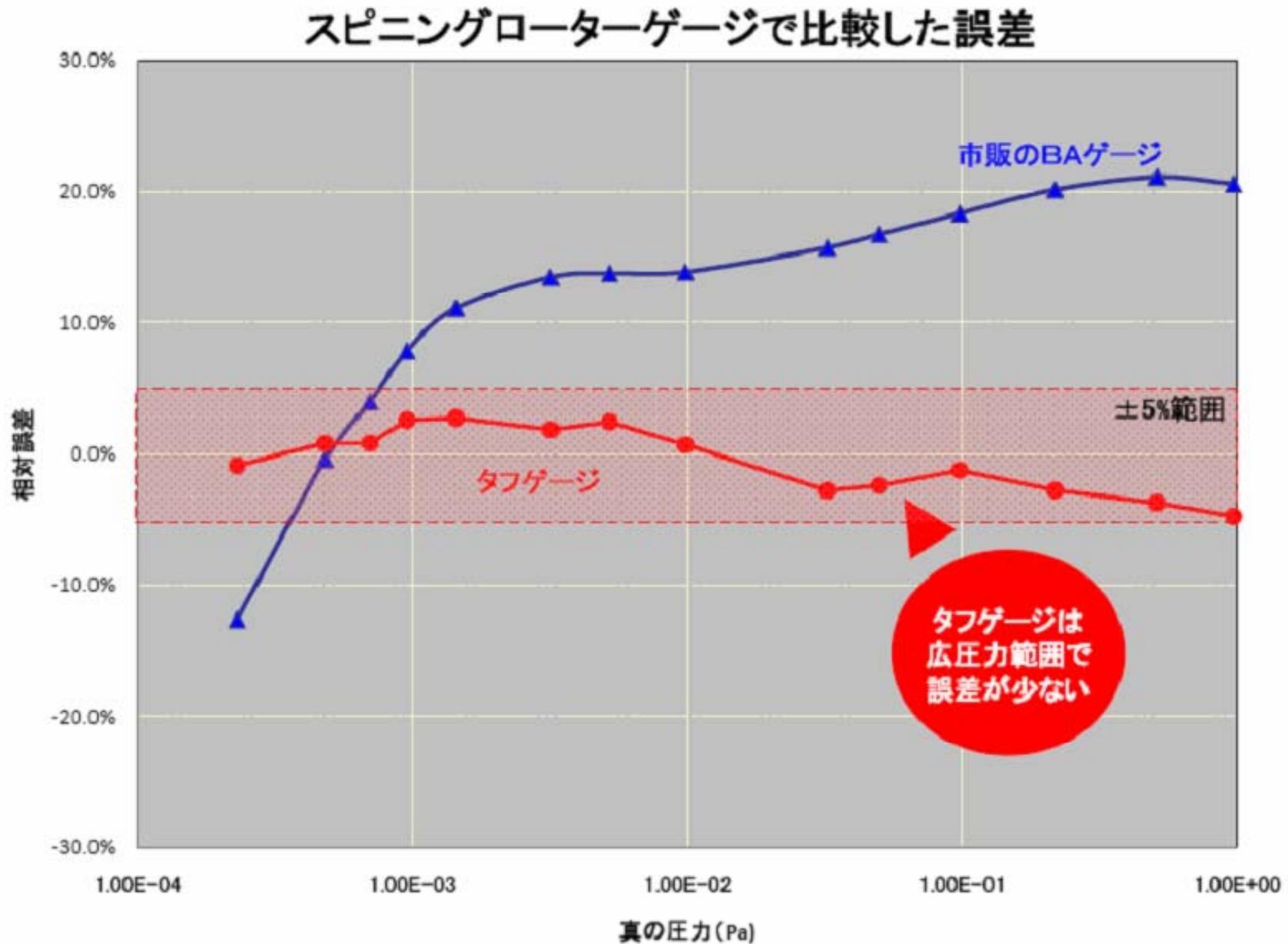
# 優れたリニアリティ(直線性)

Confidential

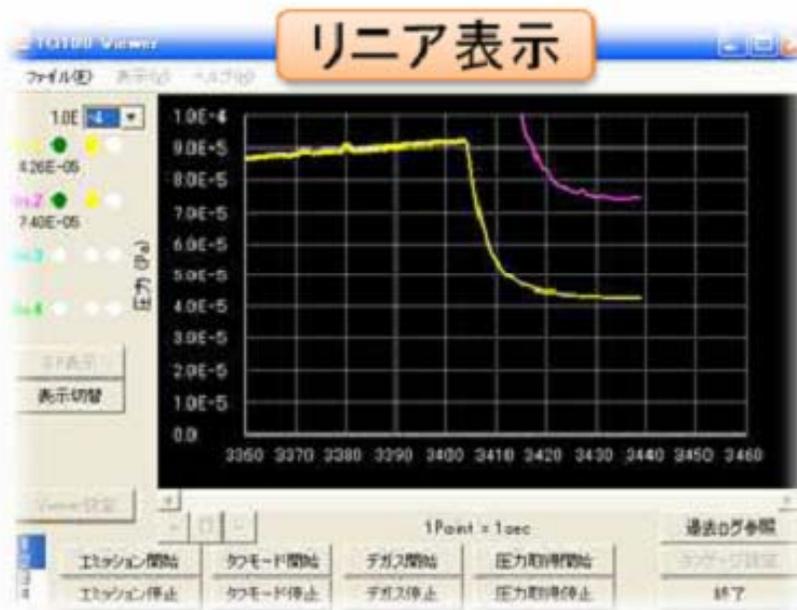
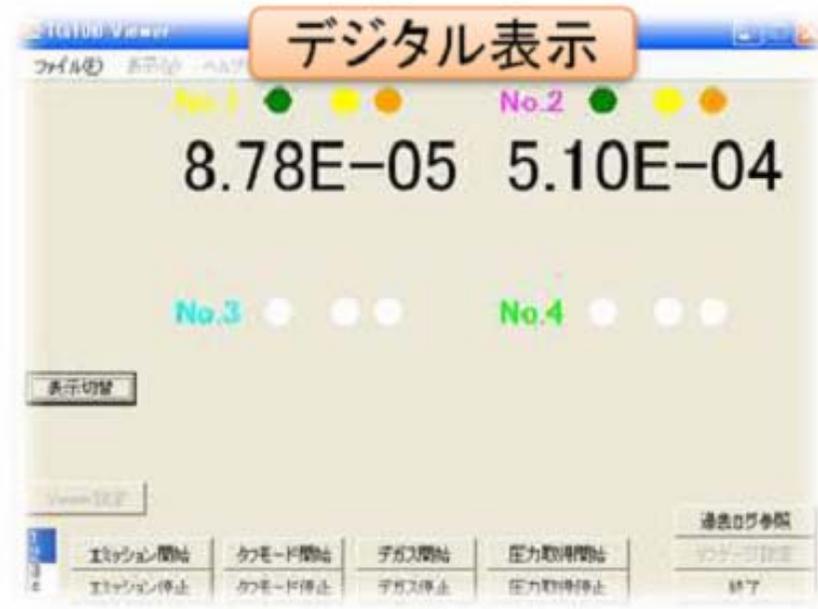
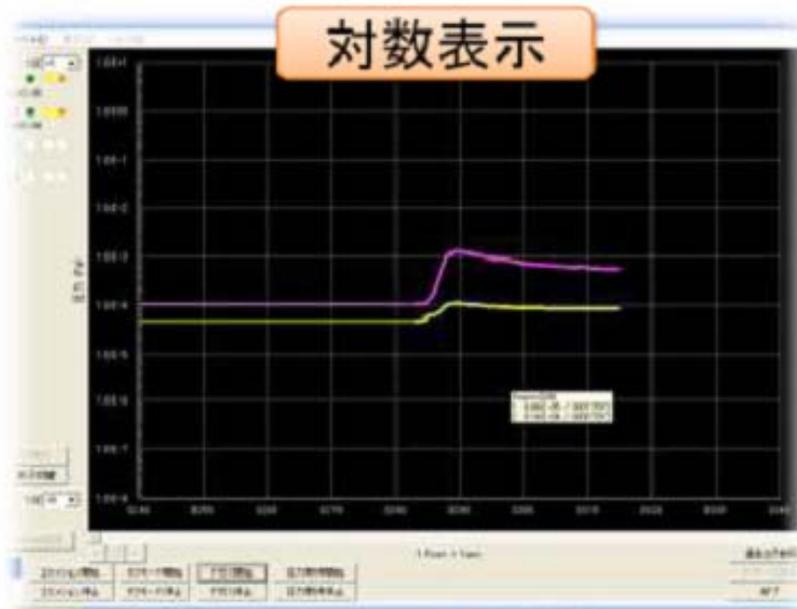
直線性比較  
TG100 vs SRG & IM520(B-A Gauge)



# 相対誤差(スピニングローターゲージと比較)



# Windowsアプリケーション:表示、データ保存



## B-A型タフゲージの特長

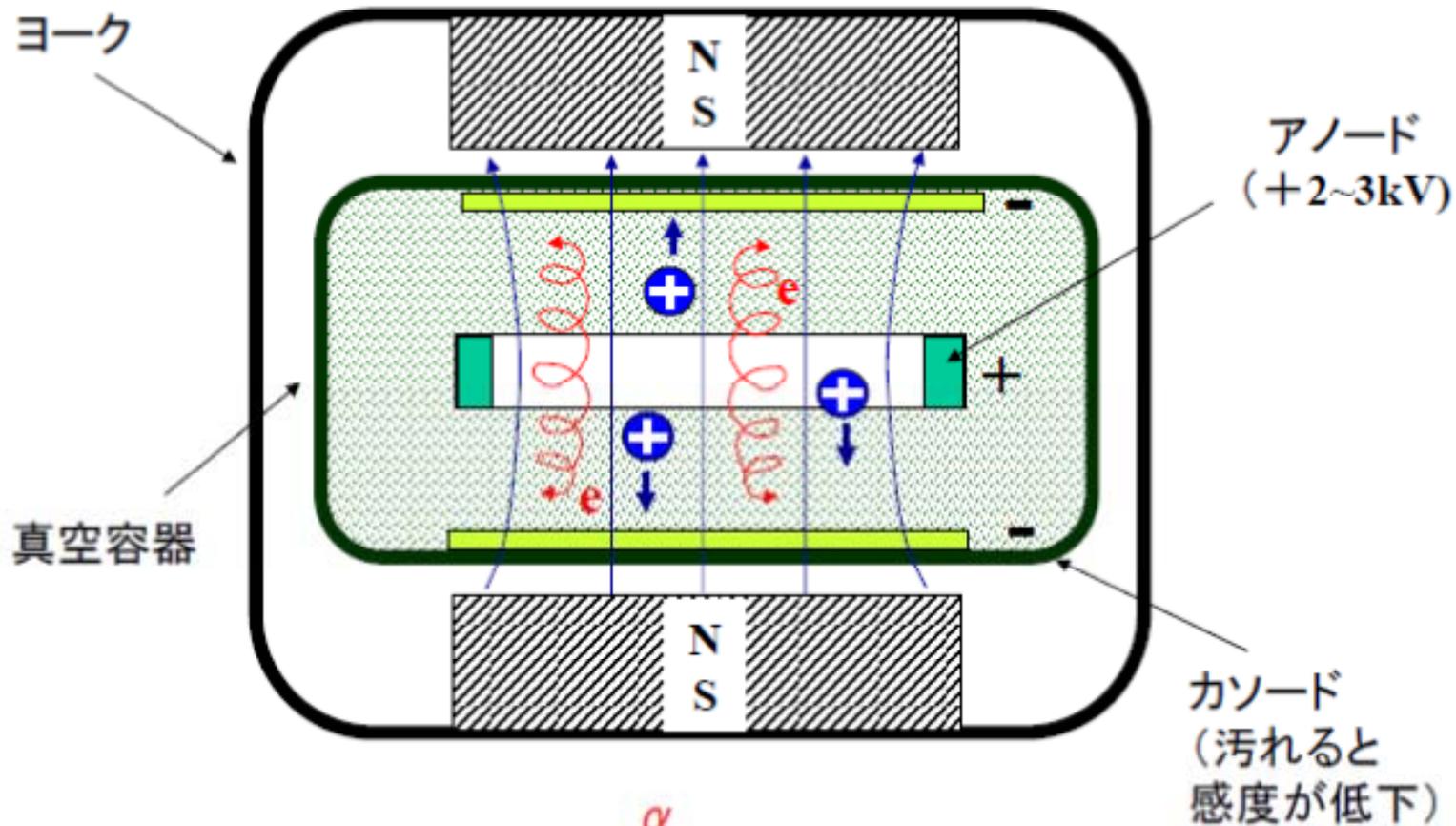
- **有機性汚染ガス中で感度が低下しない**  
グリッドとコレクターを加熱しながら測定  
汚染物質が電極に吸着するのを防ぐため、  
高精度の圧力測定が長期間に亘り可能
- **常に真の圧力を測定**  
電極が清浄なので電子、イオンの軌道が安定し感度が変化しない
- **メンテナンスフリーで経済的**  
頻繁な測定子の交換が不要
- **専用のwinアプリケーションでデータ取得**  
PCに接続しデータ管理。 Excelにデータ変換可能。

## B-A型タフゲージの主な仕様

- ◆ 測定圧力範囲  
10 ~ 10<sup>-7</sup>Pa (測定子 ICF70 使用時)
- ◆ 測定フィラメント  
イットリアコート・イリジウム 2本  
(フィラメント1,2自動切換)
- ◆ タフモード(汚染防止)  
グリッド及びビコレクタの通電加熱
- ◆ 外部通信  
USB, RS232C接続 (TG200シリーズはRS232Cのみ)
- ◆ 入力信号  
測定開始 ・ デガス開始
- ◆ 出力信号  
0-10V (対数 / リニア)  
セットポイント  
アラーム

# 冷陰極型真空計の原理

## ペニングゲージの原理

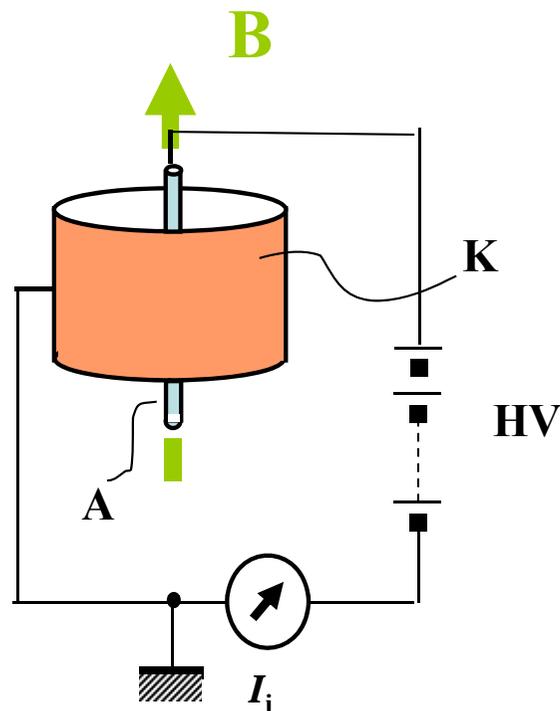


$$I_i = c P^\alpha$$

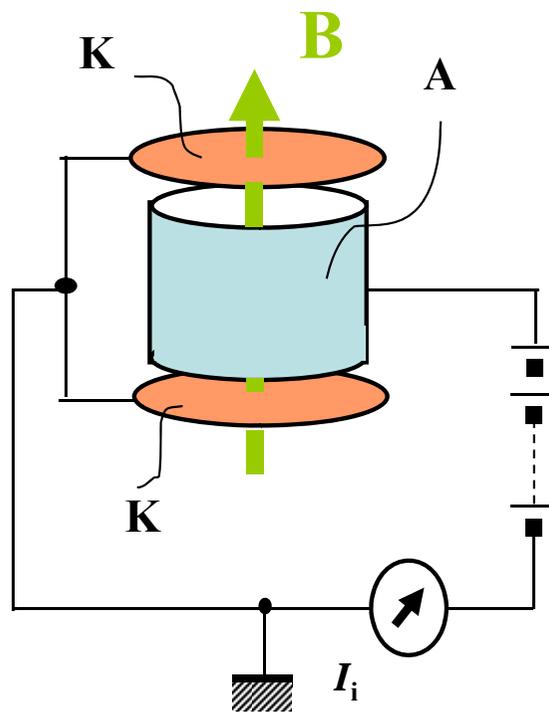
$\alpha = 1 \sim 2$   
圧力で多少変化

# 冷陰極型真空計の種類

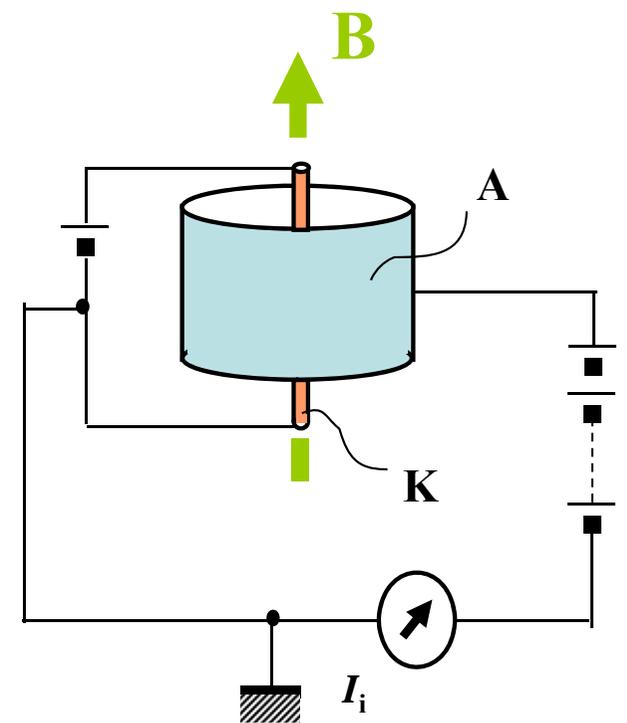
逆マグネトロン型



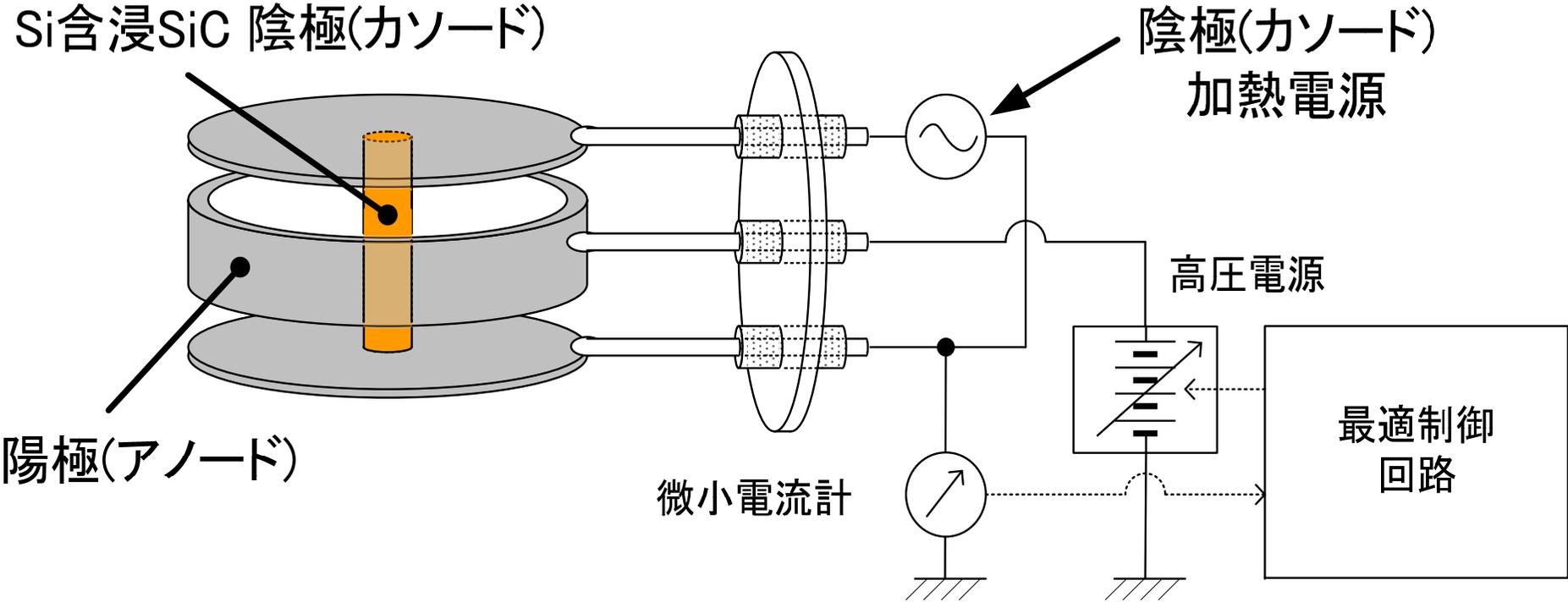
ペニング型



正マグネトロン型

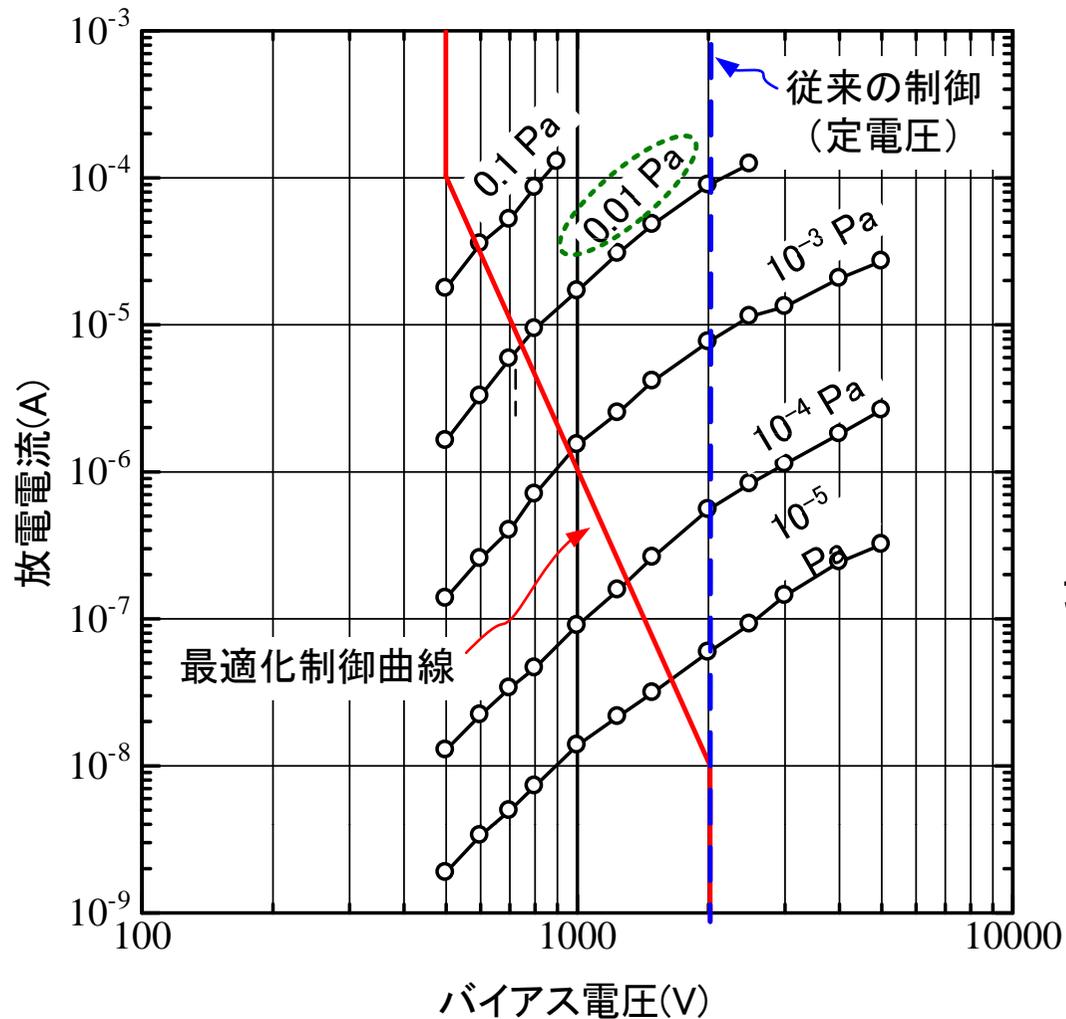


# CCTGの概念図



# カソードのスパッタを抑える制御

## バイアス電圧の最適制御



一般式

$$I_d = k P^n$$

|  
 $f(V_{bias}^m)$

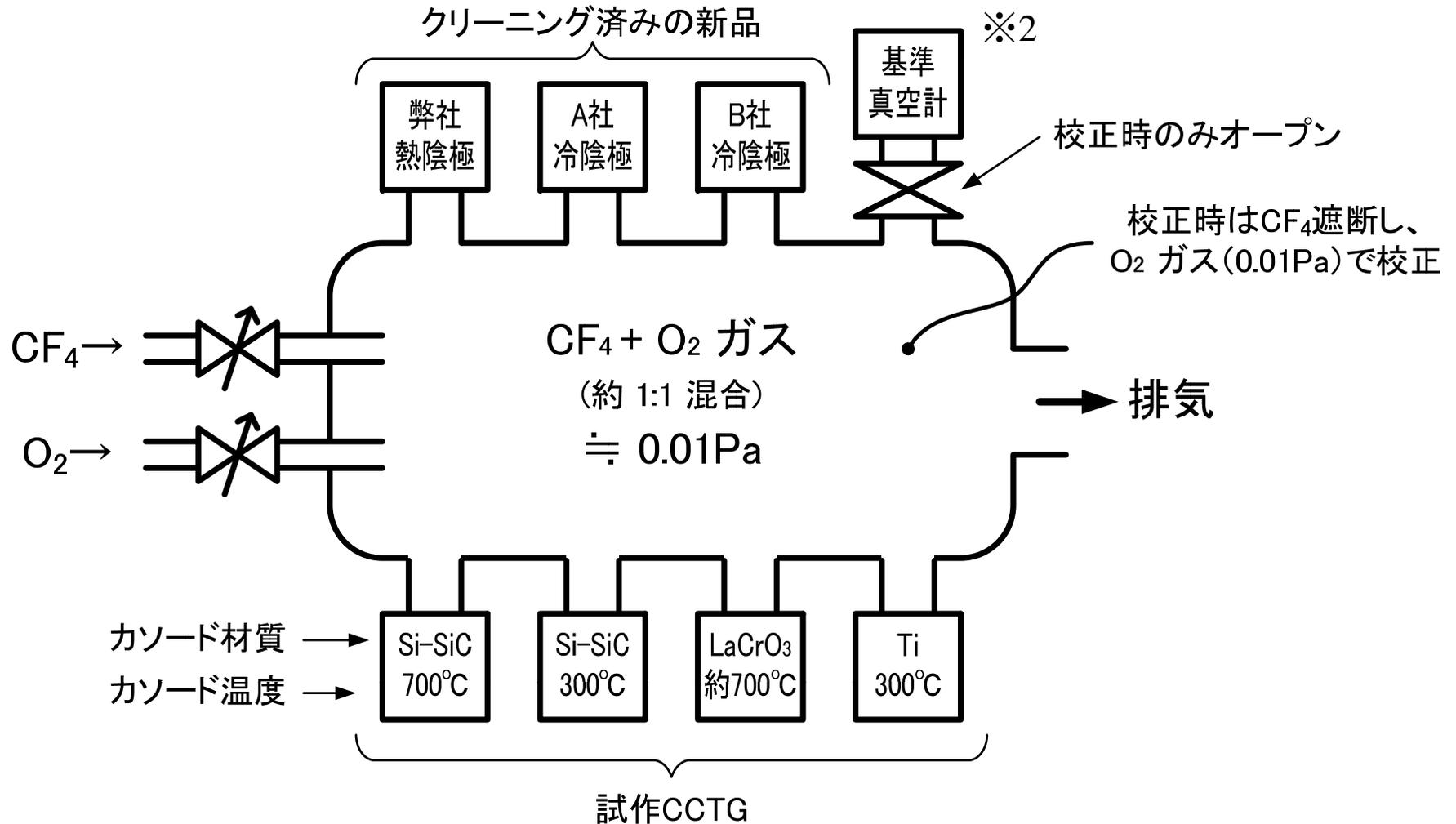
$$I_d = k' V_{bias}^m P^n$$

### 最適化制御の効果

- スパッタ率の大幅な低減
- 汚れの軽減
- 広帯域化

# CF<sub>4</sub>+O<sub>2</sub>混合ガスを用いた腐食実験

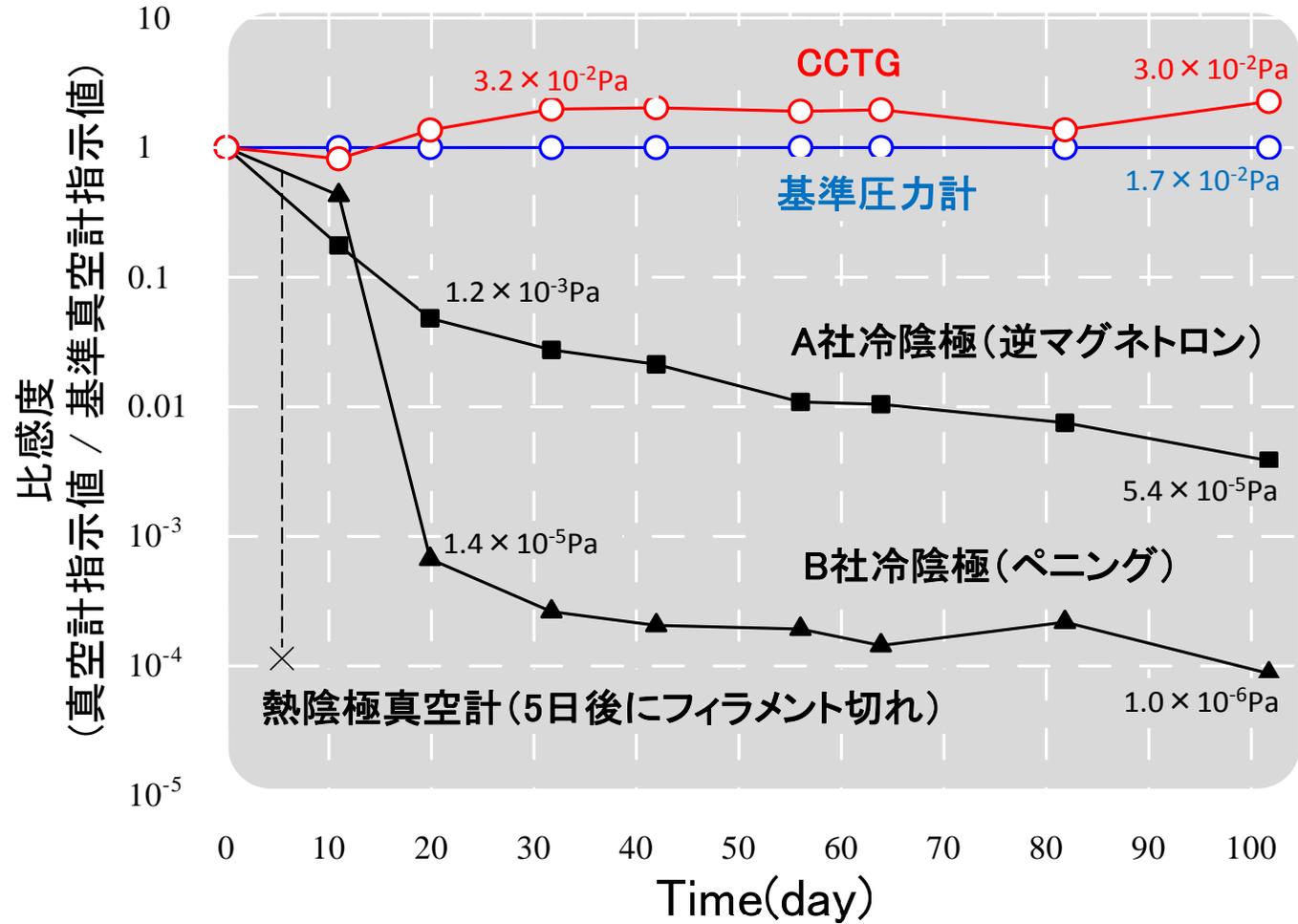
市販の熱陰極・冷陰極電離真空計(3台)及び CCTG (4台)をCF<sub>4</sub>+O<sub>2</sub>の混合反応性ガス中にさらし、各真空計の時間的な劣化を調べた。



- ※1 ガスが各真空計に均等に当たるように放射状チャンバーを用いた。  
※2 トレーサビリティの確保された基準真空計(熱陰極真空計)

# 腐食実験結果

CF<sub>4</sub>+O<sub>2</sub>混合ガス連続計測における  
CCTGと市販真空計の標準真空計に対する比感度の推移



# CCTGの特長

- 汚染・腐食性ガス中でも長寿命  
セラミック製カソードの加熱と最適制御により実現
- 安定した放電を維持・開始  
過酷な使用環境・超高真空でも安定した放電を行います
- メンテナンスフリーで経済的  
頻繁な測定子の交換が不要
- 低漏洩磁束  
周囲100G以下でドライバーやネジがつかず作業性UP
- 専用のwinアプリケーションでデータ取得  
PCに接続しデータ管理、Excelにデータ変換可能

## CCTGの主な仕様

- ◆ 測定圧力範囲  
0.1 ~  $10^{-8}$ Pa (測定子 ICF70 使用時)
- ◆ フランジ形状  
NW25, ICF70
- ◆ タフモード(汚染防止)  
カソード温度を 3段階に設定可能
- ◆ バイアス電圧  
3kV ~ 500V最適制御
- ◆ 外部通信  
USB, RS232C接続 (CCTG200はRS232Cのみ)
- ◆ 入・出力信号  
測定開始 ・ デガス開始  
0-10V (対数 / リニア)  
セットポイント  
アラーム