

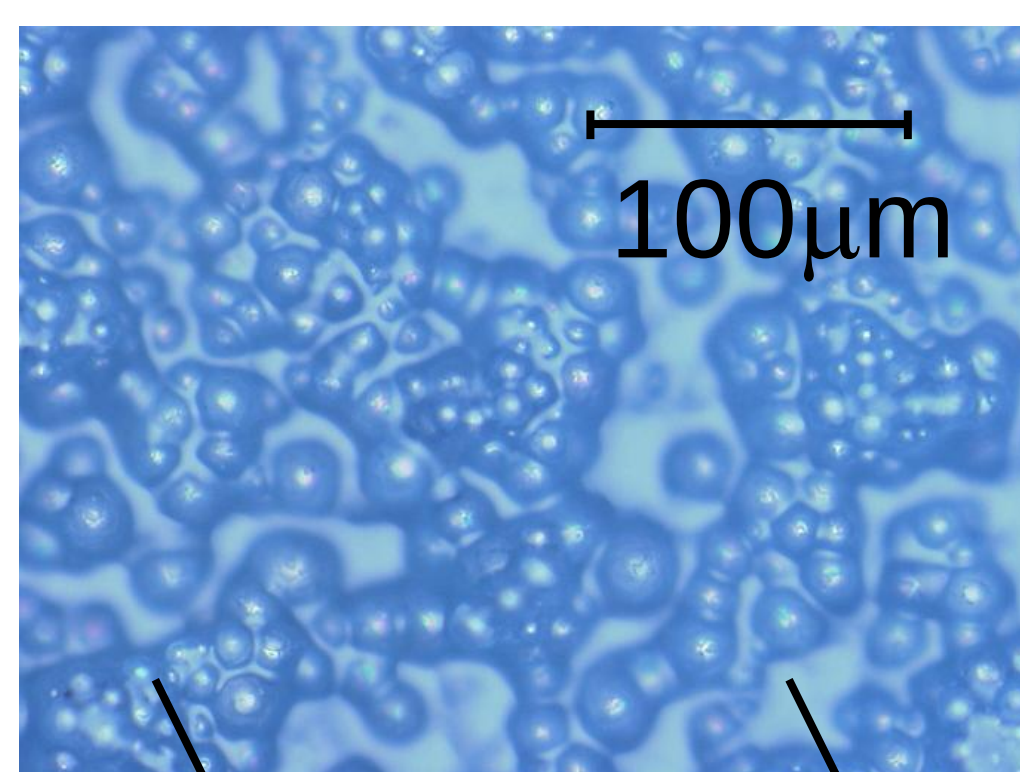
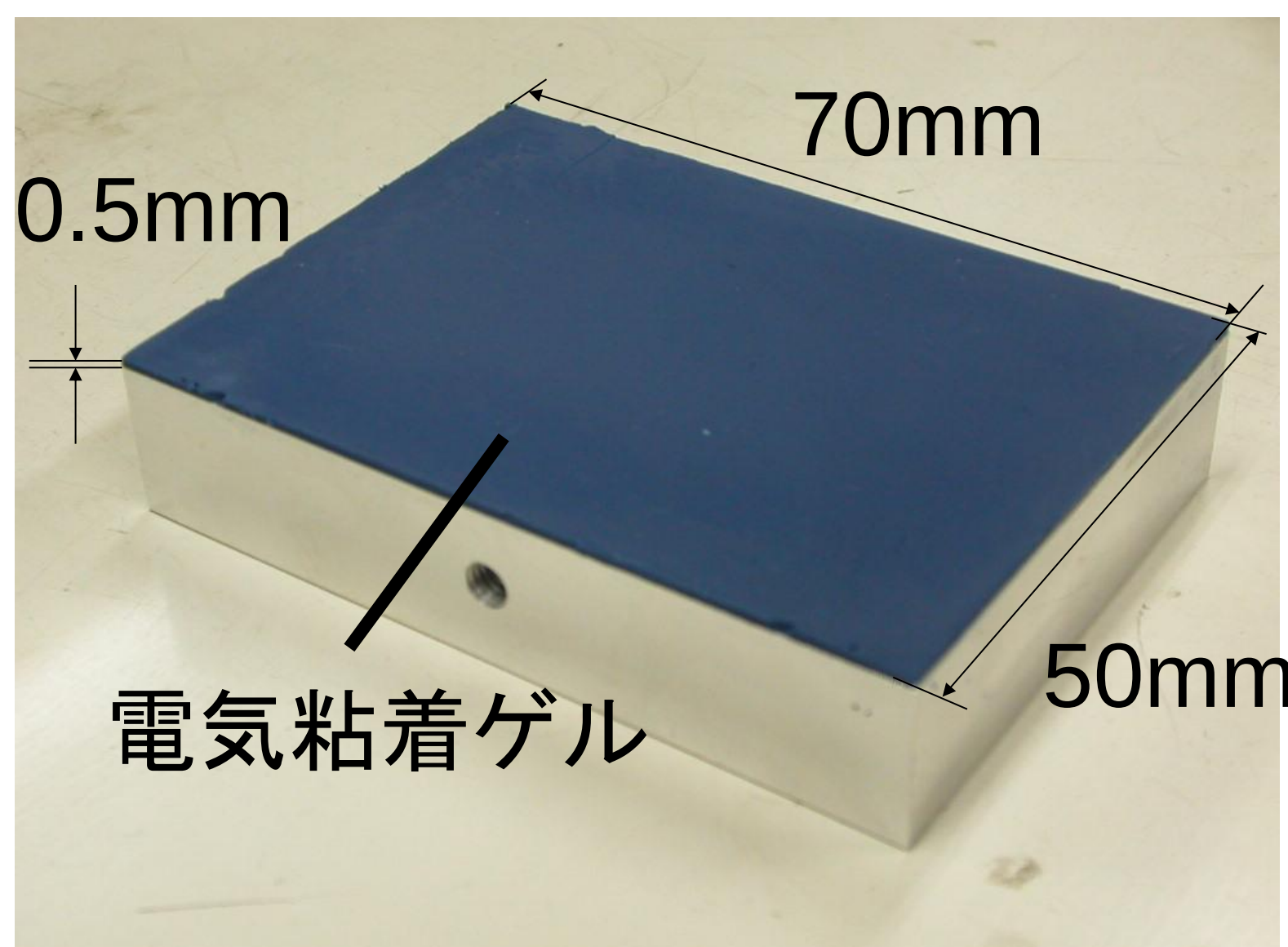
電気粘着エラストマの応用デバイス

電気粘着ゲル

Electro-Adhesive Gel

EAGはER流体をゲル化した新機能性材料

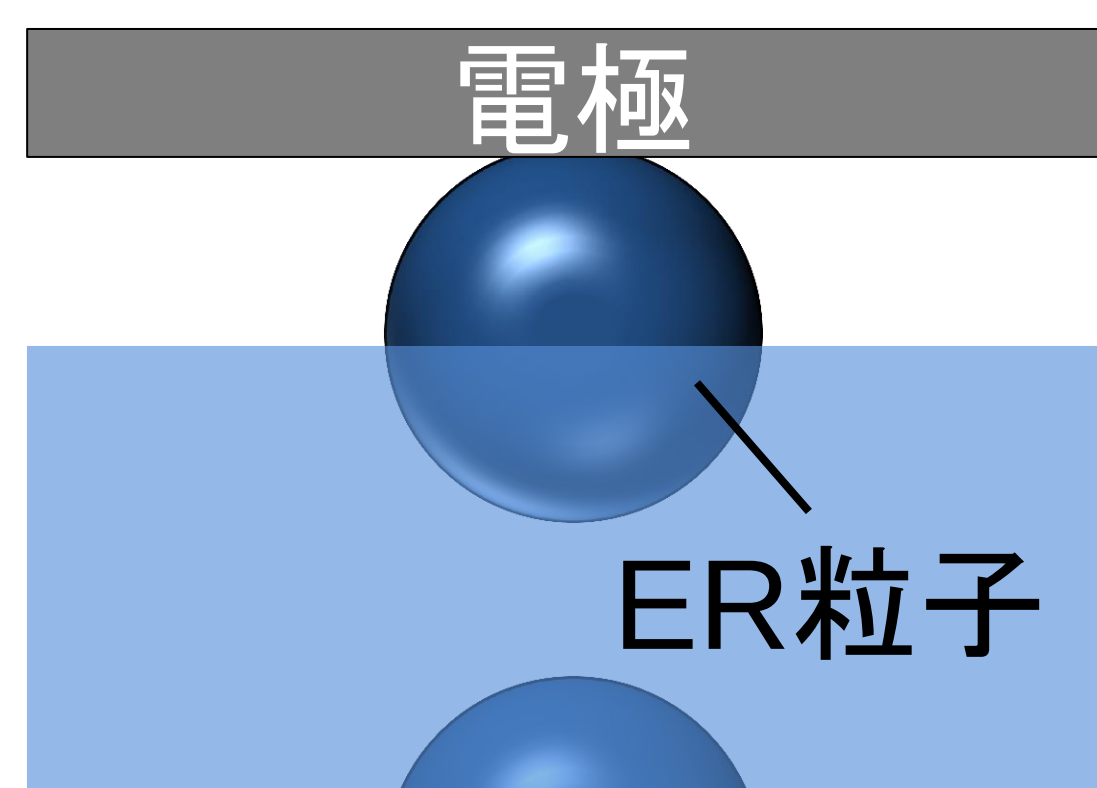
電場印加によりER粒子が沈み込み
ゲルが粒子に沿って盛り上がる



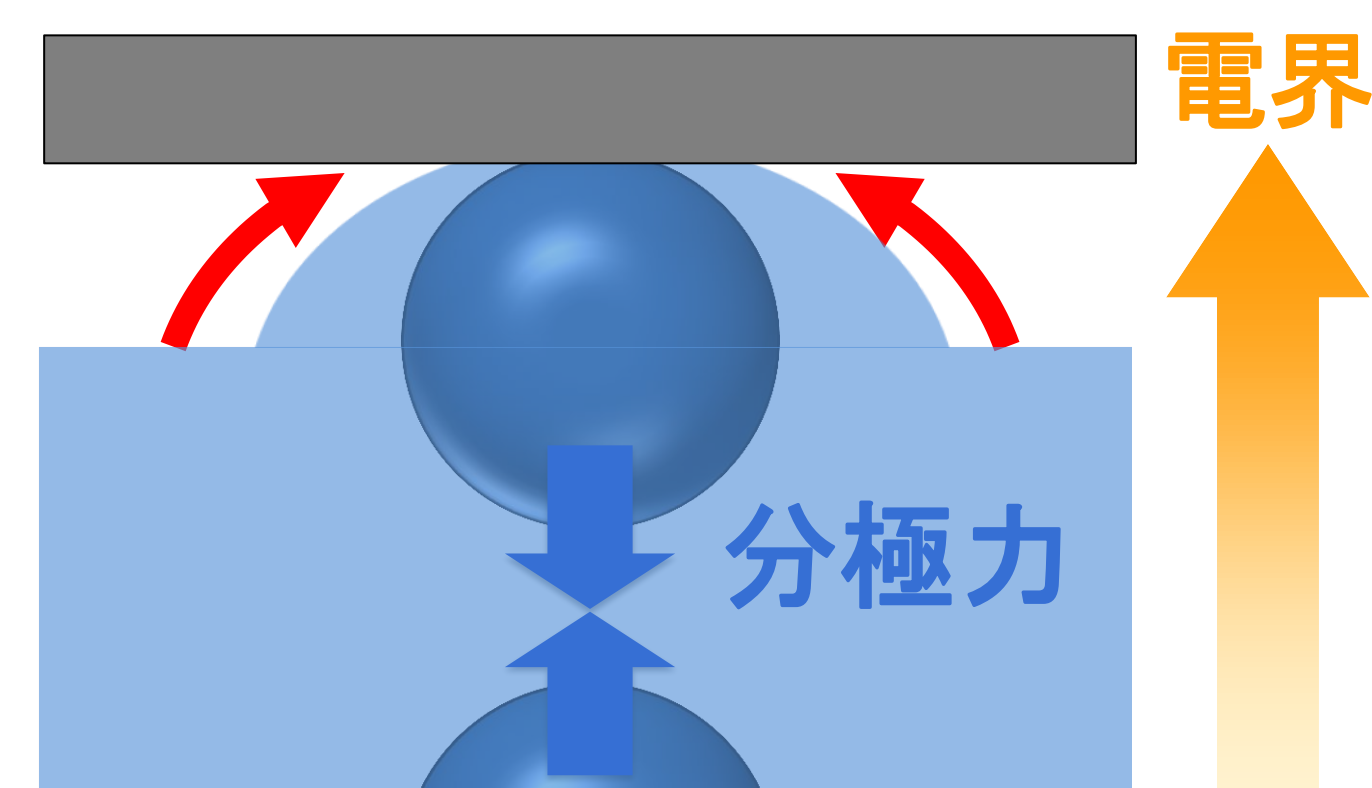
EAGの外観

ER粒子
ゲル
表面写真

マクスウェル応力+グラディエント力



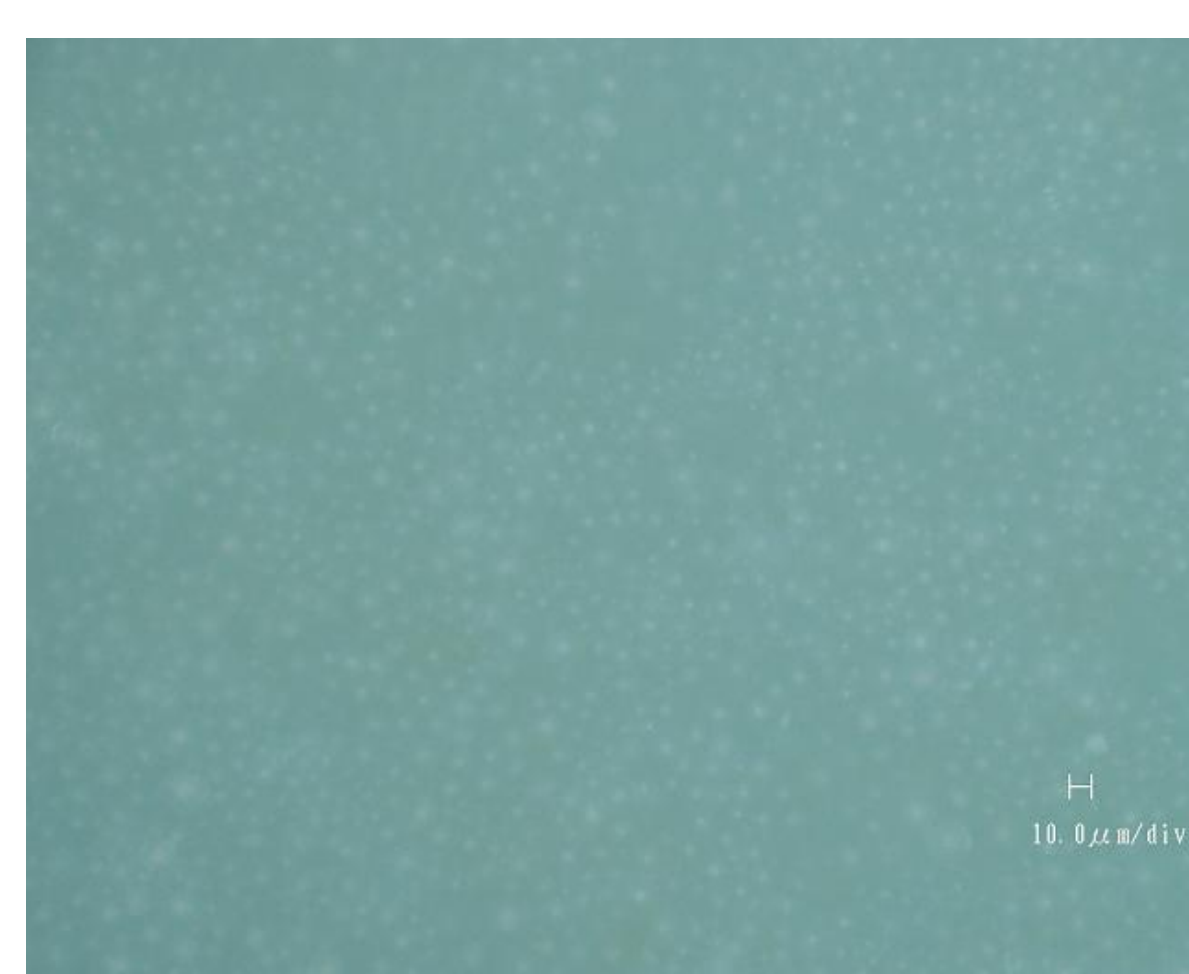
(a) 無電場時



(b) 電場印加時

粘着力を発揮

EAGの電気粘着現象と特性

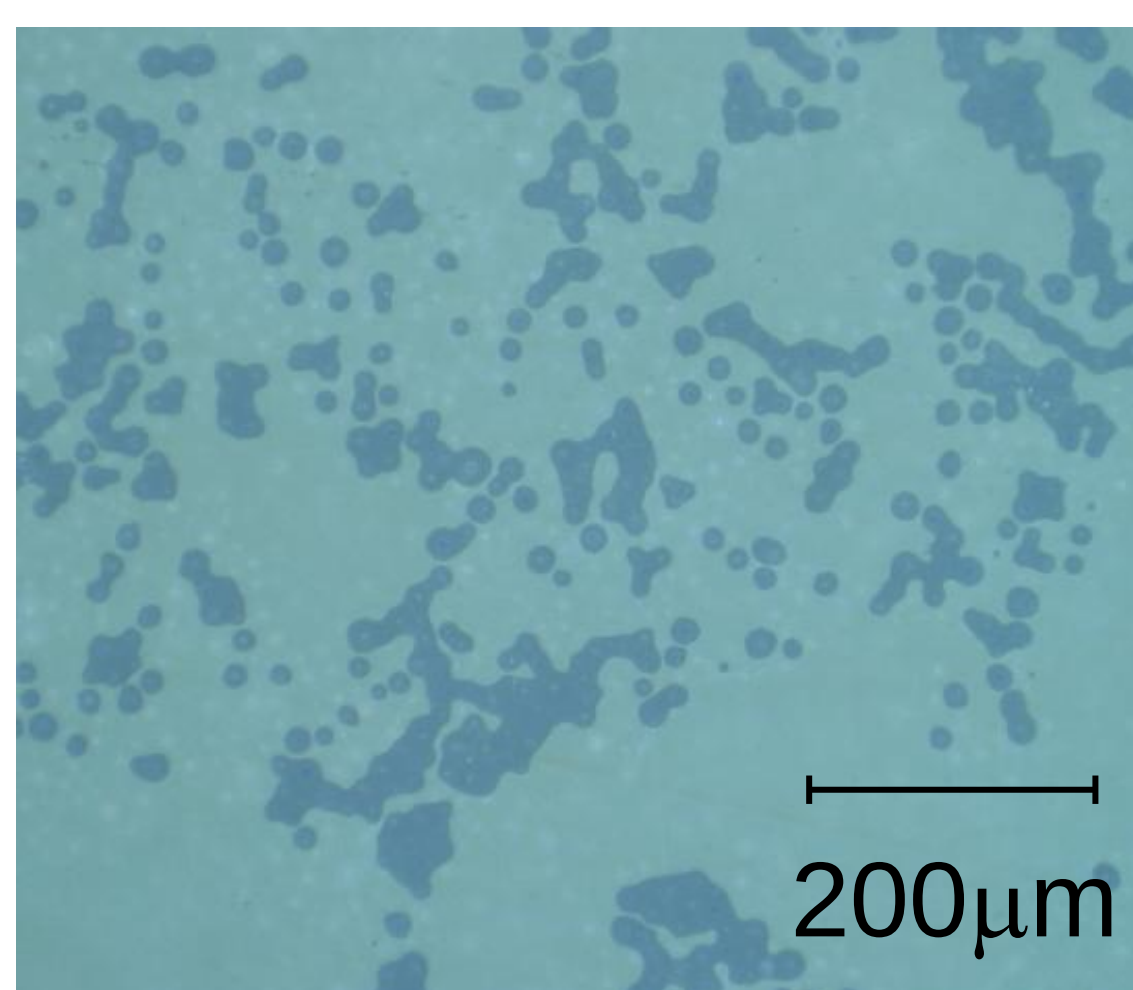


0 kV/mm

滑り特性の高いER
粒子が電極を支持



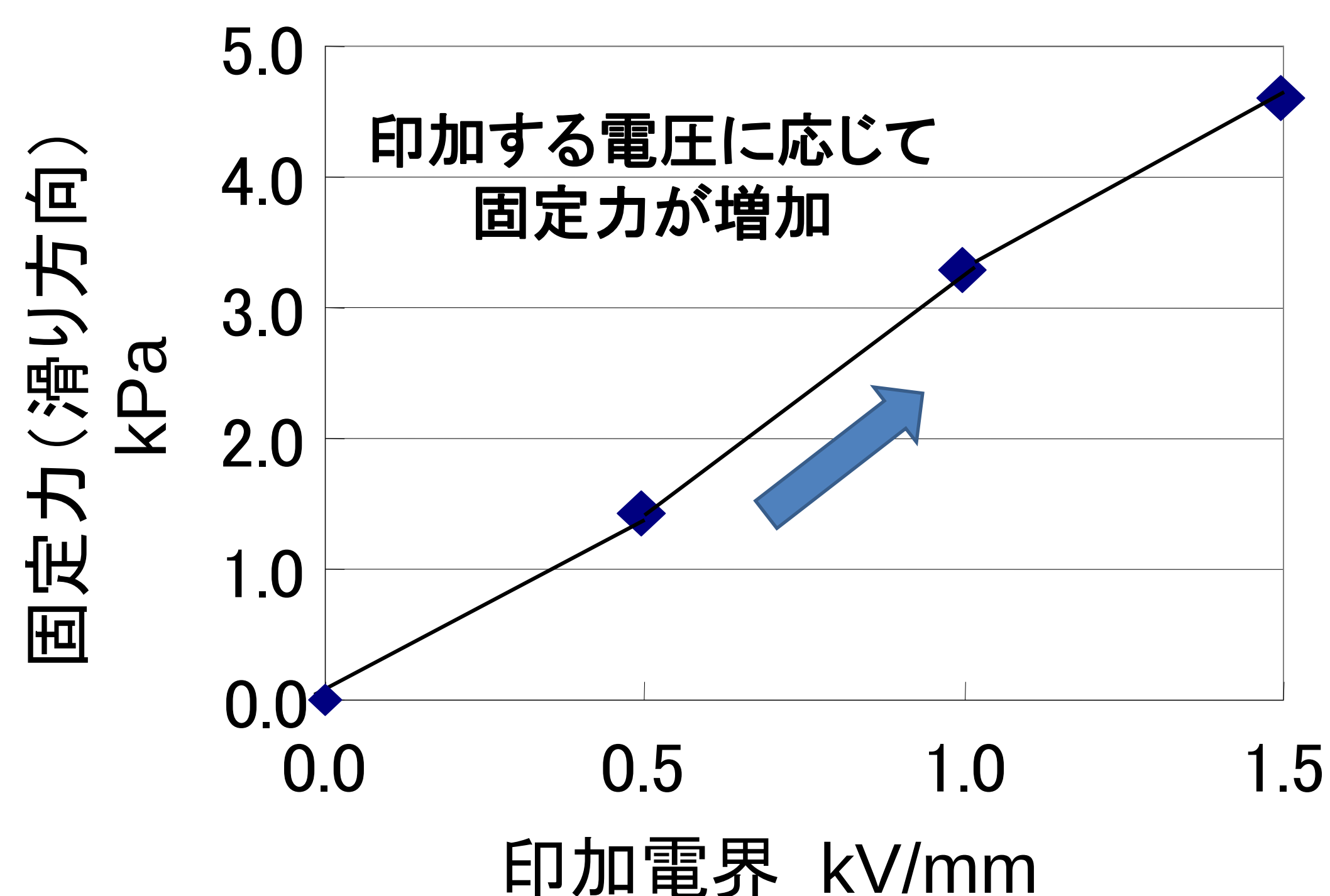
可逆



1.5 kV/mm

粘着性の高いゲル
と電極が接触

電気粘着現象の観察



印加電界と固定力の関係

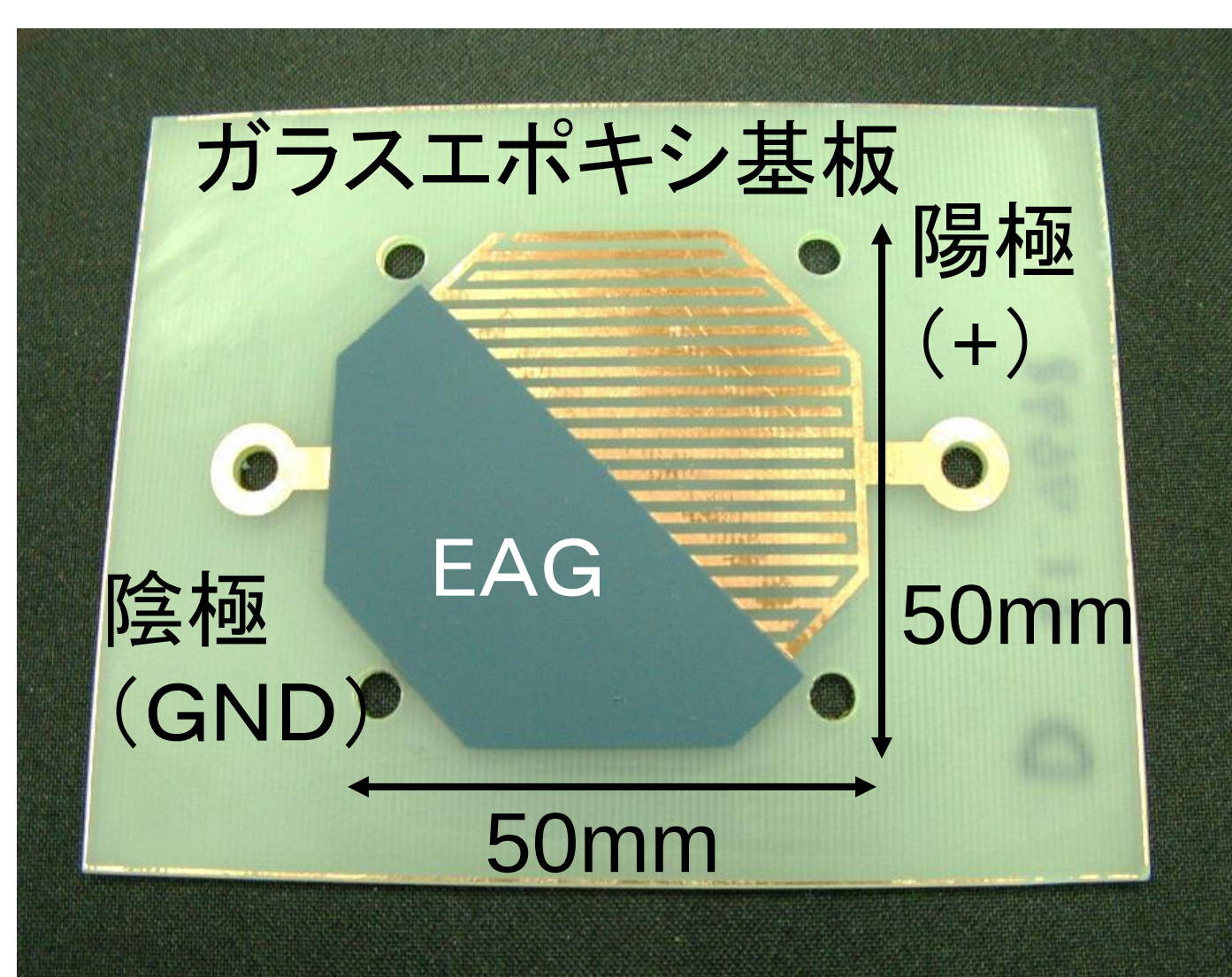
片側電極

One-sided Electrode

電気粘着現象はEAGに
電場を印加することで発生

片側電極の適用

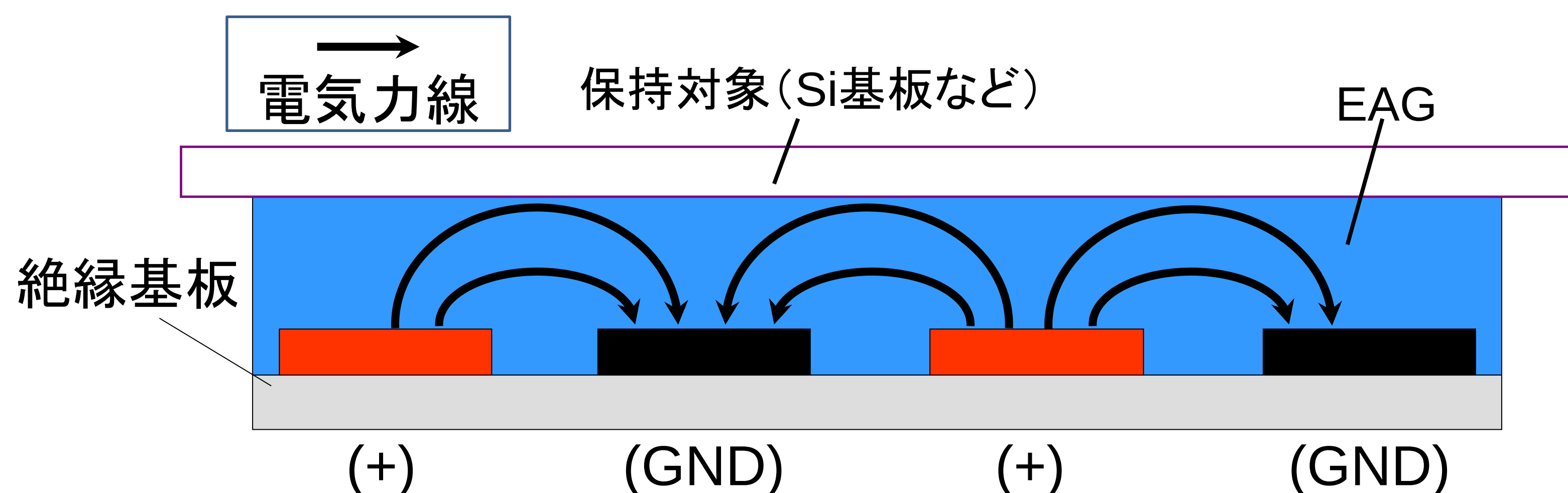
陽極と陰極を櫛歯状にし
対向物に配線が不要に



片側電極外観

片側電極の特徴

- 対向物に配線が不要であり回転部を持つデバイスに適用ができる
 - 半導体, 絶縁体を固定することが可能
- ⇒ EAGに片側電極を適用することで
高い汎用性を実現



片側電極における電界イメージ

電気力線は陽極から陰極へ
アーチ状にEAG内を通過していく

1枚の基板でEAGに電場を印加し
電気粘着効果を引き起こすことができる



Aoyama, Kakinuma
Laboratory

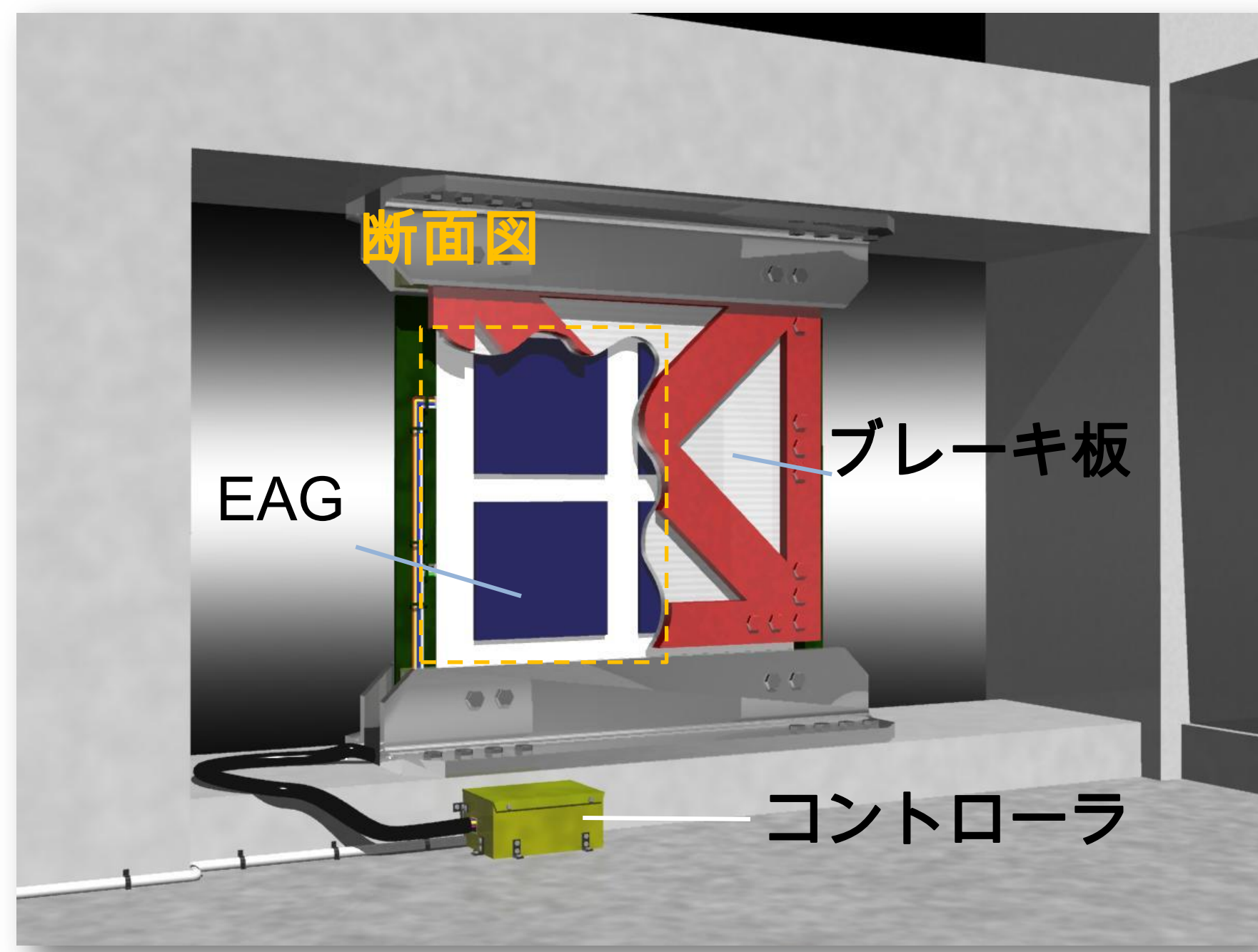
Laboratory for
Manufacturing Science

KEIO TECHNO
MALL 2014

EAG制振機構

Electro-Adhesive Damper

EAGを用いた制振装置



壁型EAG制振装置のイメージ図

従来の制振ダンパ

- オイルダンパ⇒制動力制御に機械要素が必要
- ER/MRダンパ⇒粒子凝集による性能低下が問題

EAGダンパ

- 流体を用いないため簡易な機構を実現
- 制動力 F_{EAG} を電圧 V で制御可能($F_{EAG} \propto KV$)
- 粒子凝集及び性能低下が起きない

高性能で汎用性の高い制振ダンパを実現

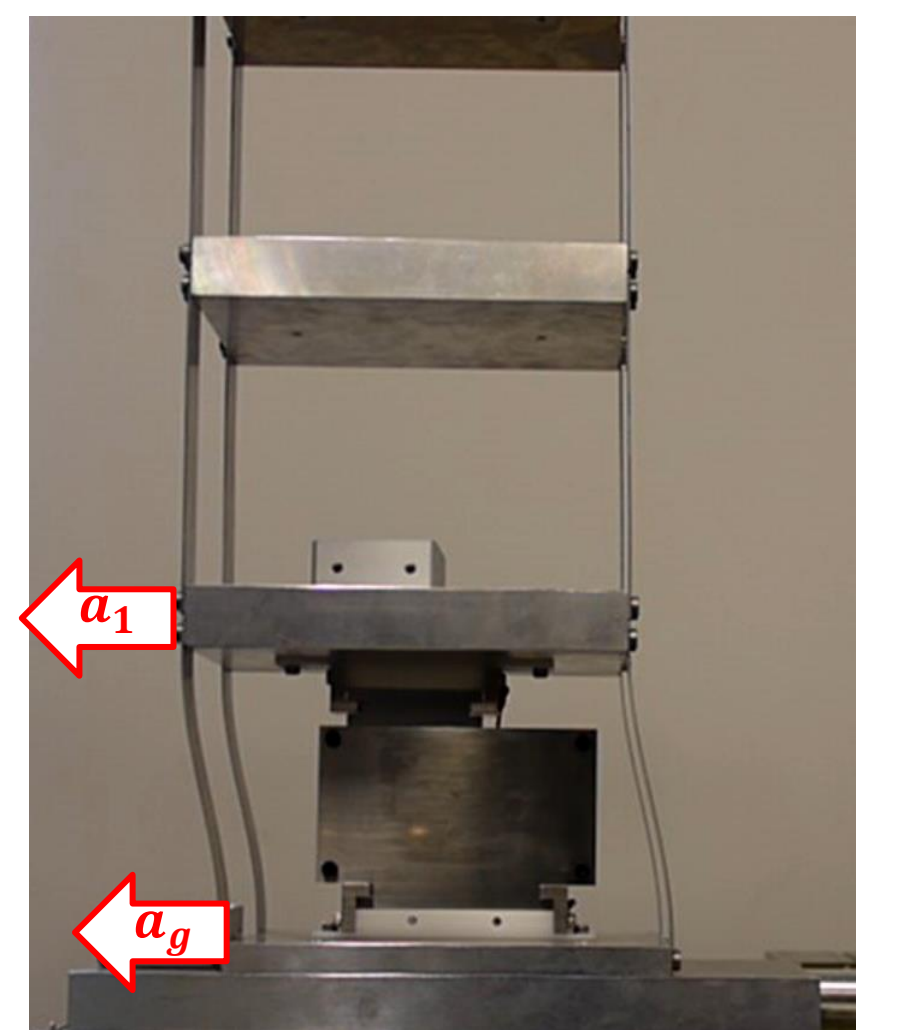
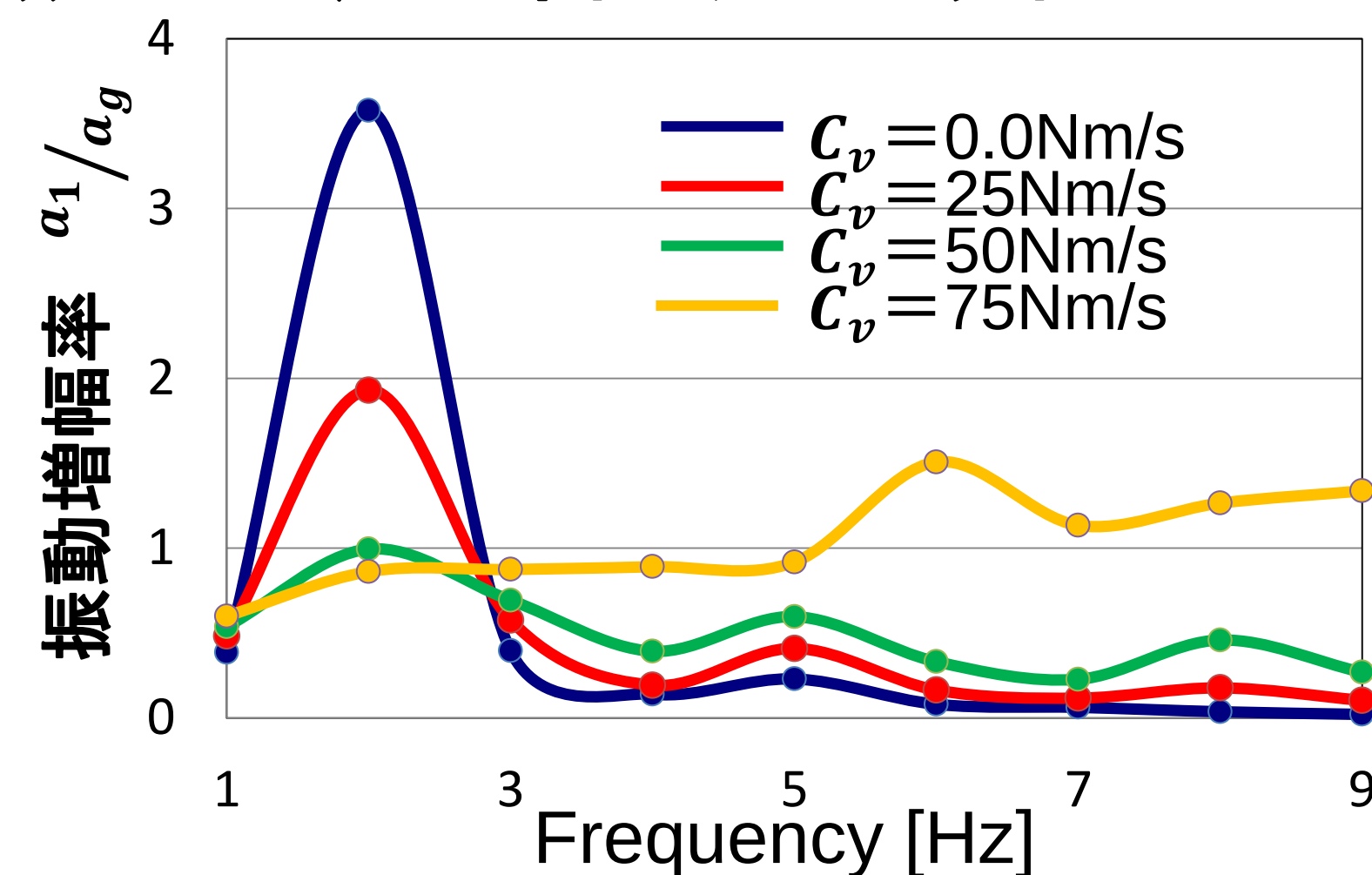
EAGダンパの制御方法

切替制御法

- ①低周波地震動⇒摩擦減衰制御
一定電圧を印加 $F_{EAG} = \text{一定}$
- ②高周波地震動⇒疑似粘性制御
速度に応じた電圧印加 $F_{EAG} = -C_v v_r$

地震動に応じた最適な減衰特性を実現

疑似減衰制御と周波数特性

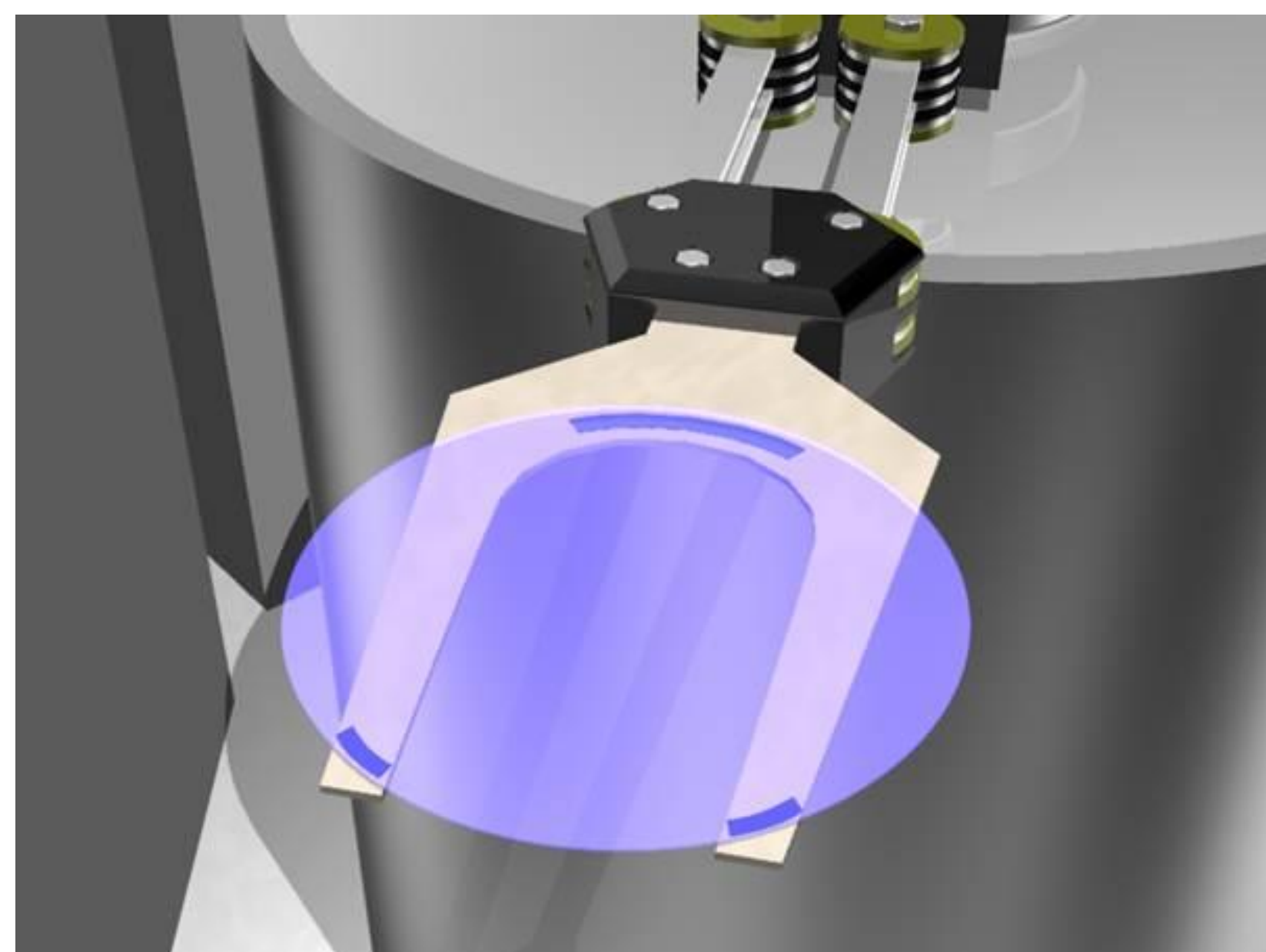


実験用建物モデル

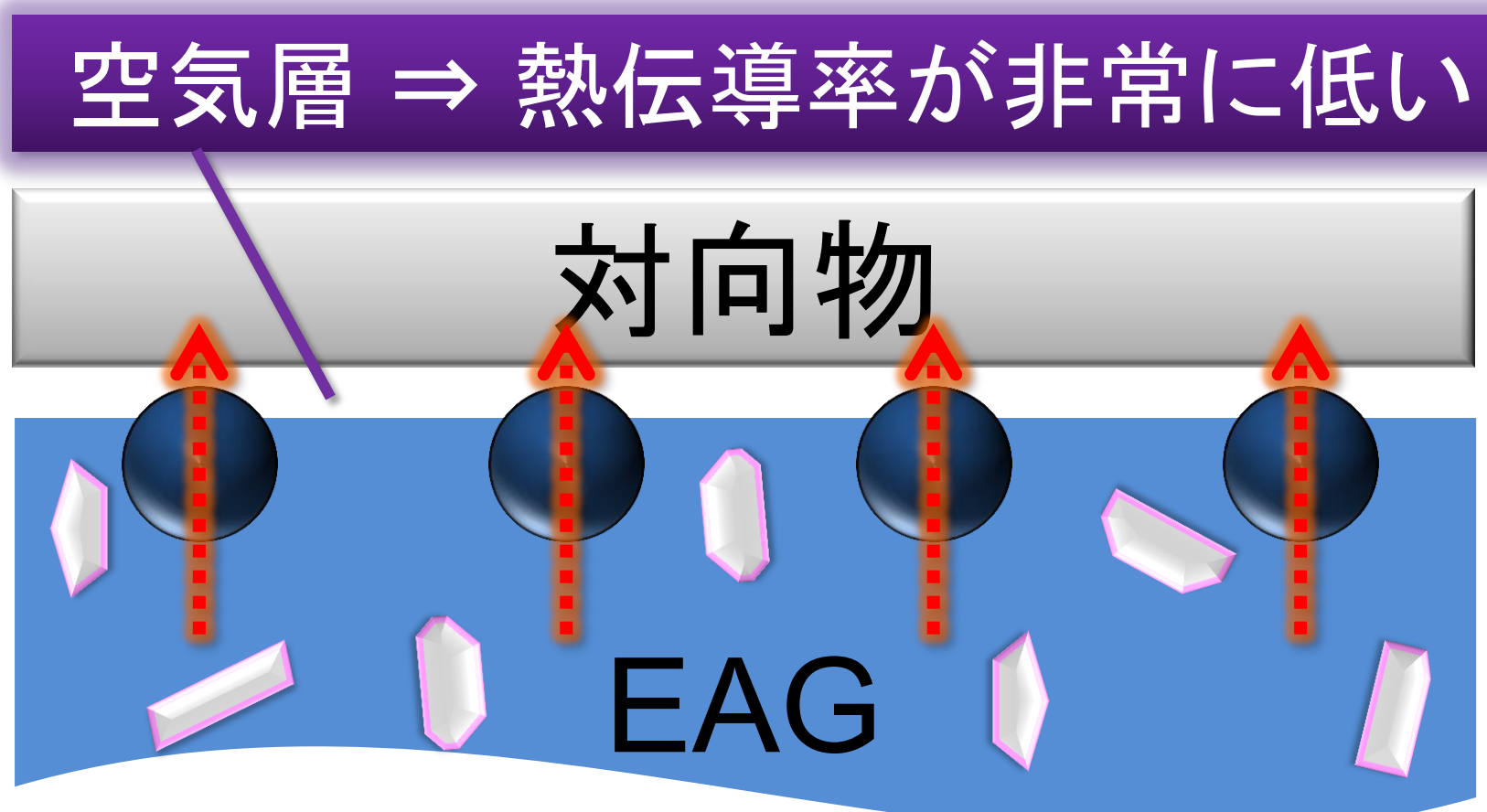
任意の疑似減衰係数 C_v に応じた減衰特性を再現可能

ウエハ搬送機構

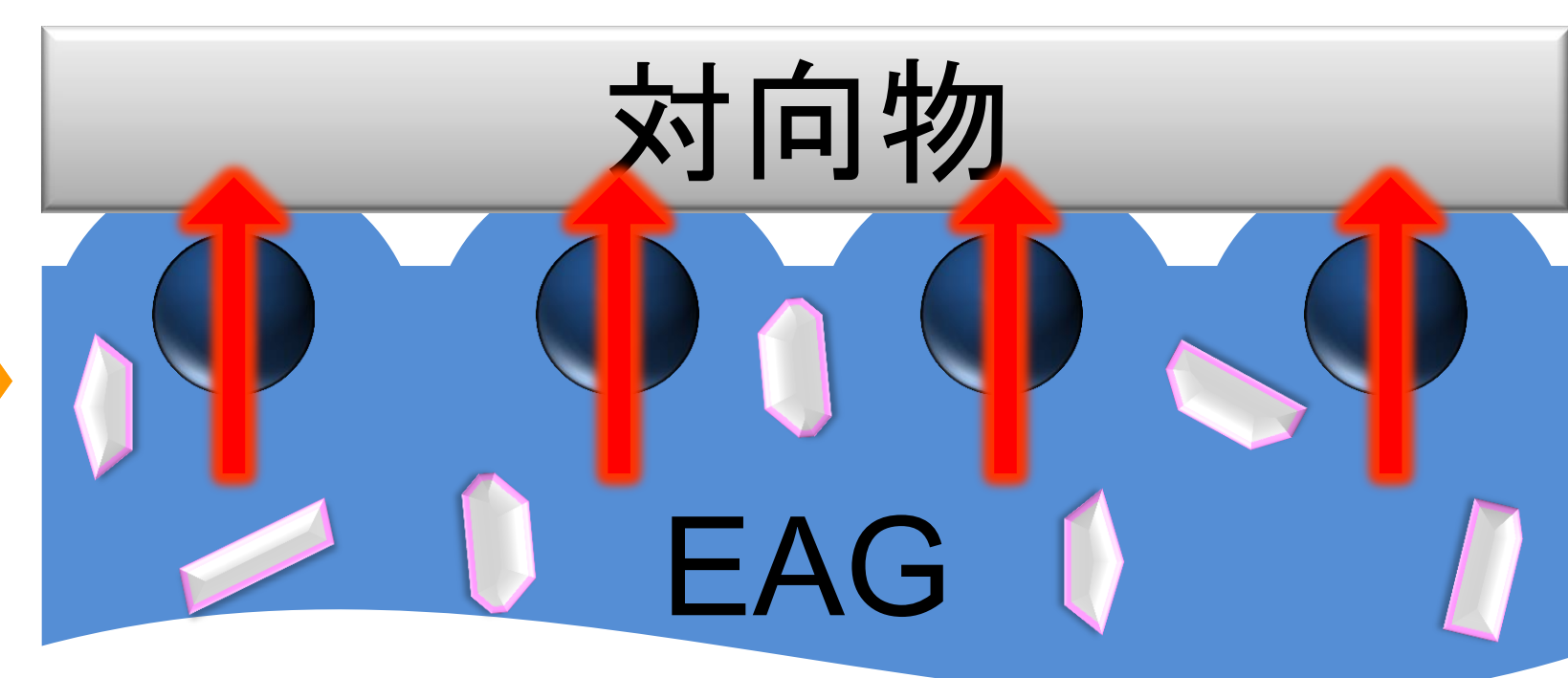
Wafer Transfer System



EAGの可変熱伝導特性



電圧印加後に空気層が減少



従来の熱処理デバイスの問題点

- 水冷・ガス冷⇒場所を取る
- ペルチェ素子⇒消費電力が大きい
- ヒートシンク⇒出力が一定

EAGの特長

小型

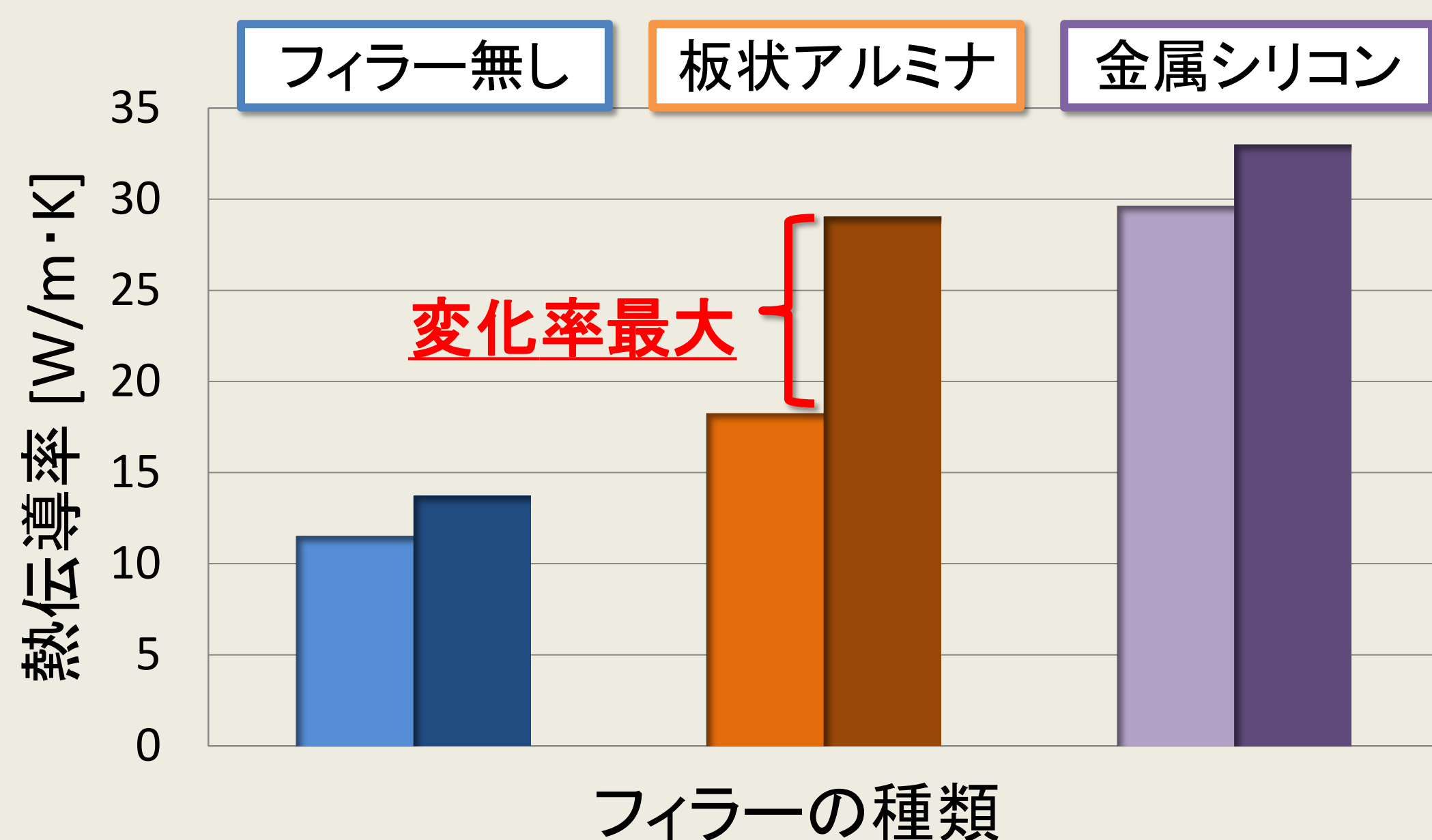
対向物の温度を
コントロールしつつ
搬送・固定が可能

出力の
調節が
可能

省エネ

シリコンウエハの搬送に最適

フィラー添加による性能向上



左: 電圧印加前
右: 電圧印加後

更なる変化率の向上を目指して研究



Aoyama, Kakinuma
Laboratory

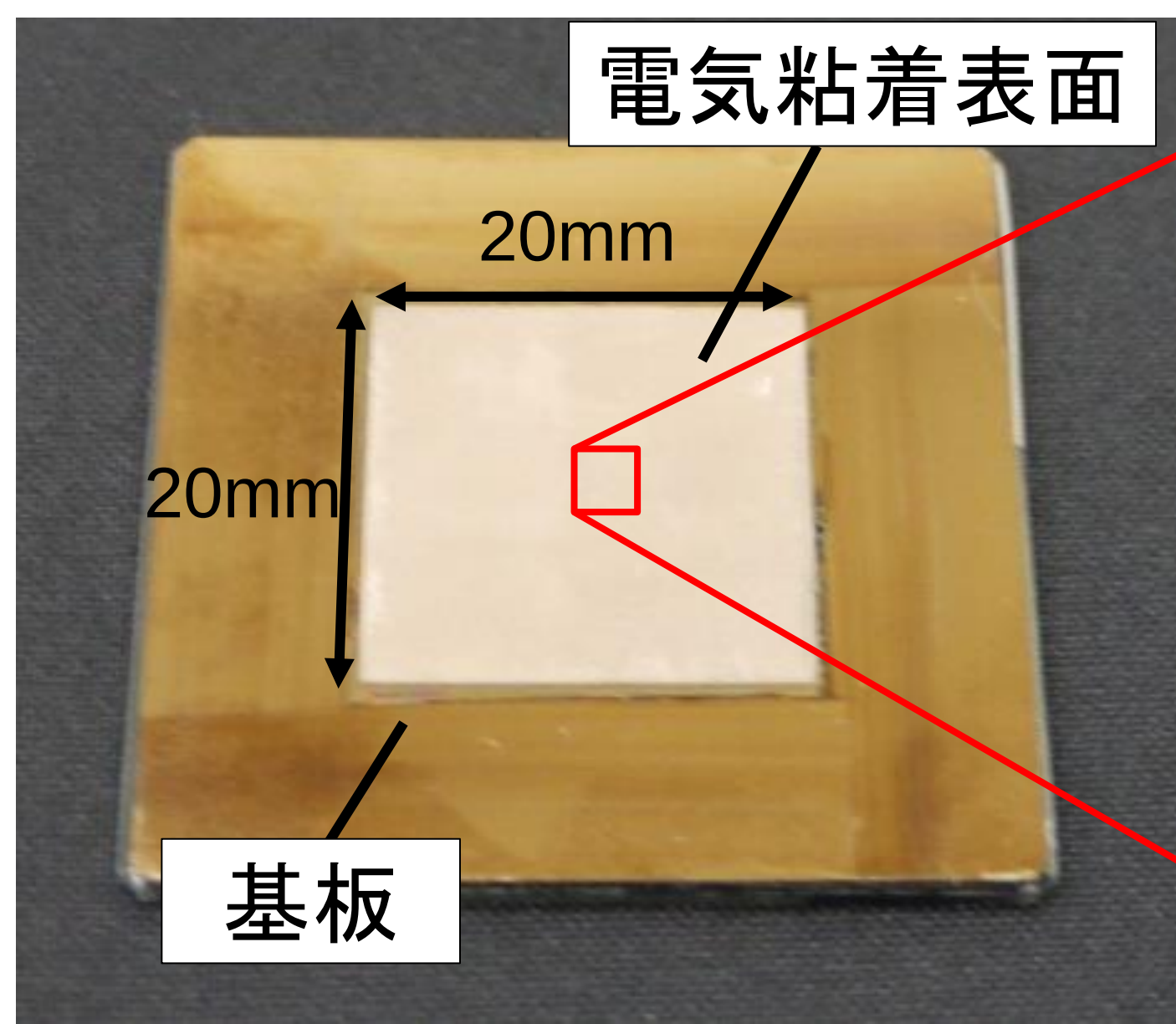
Laboratory for
Manufacturing Science

KEIO TECHNO
MALL 2014

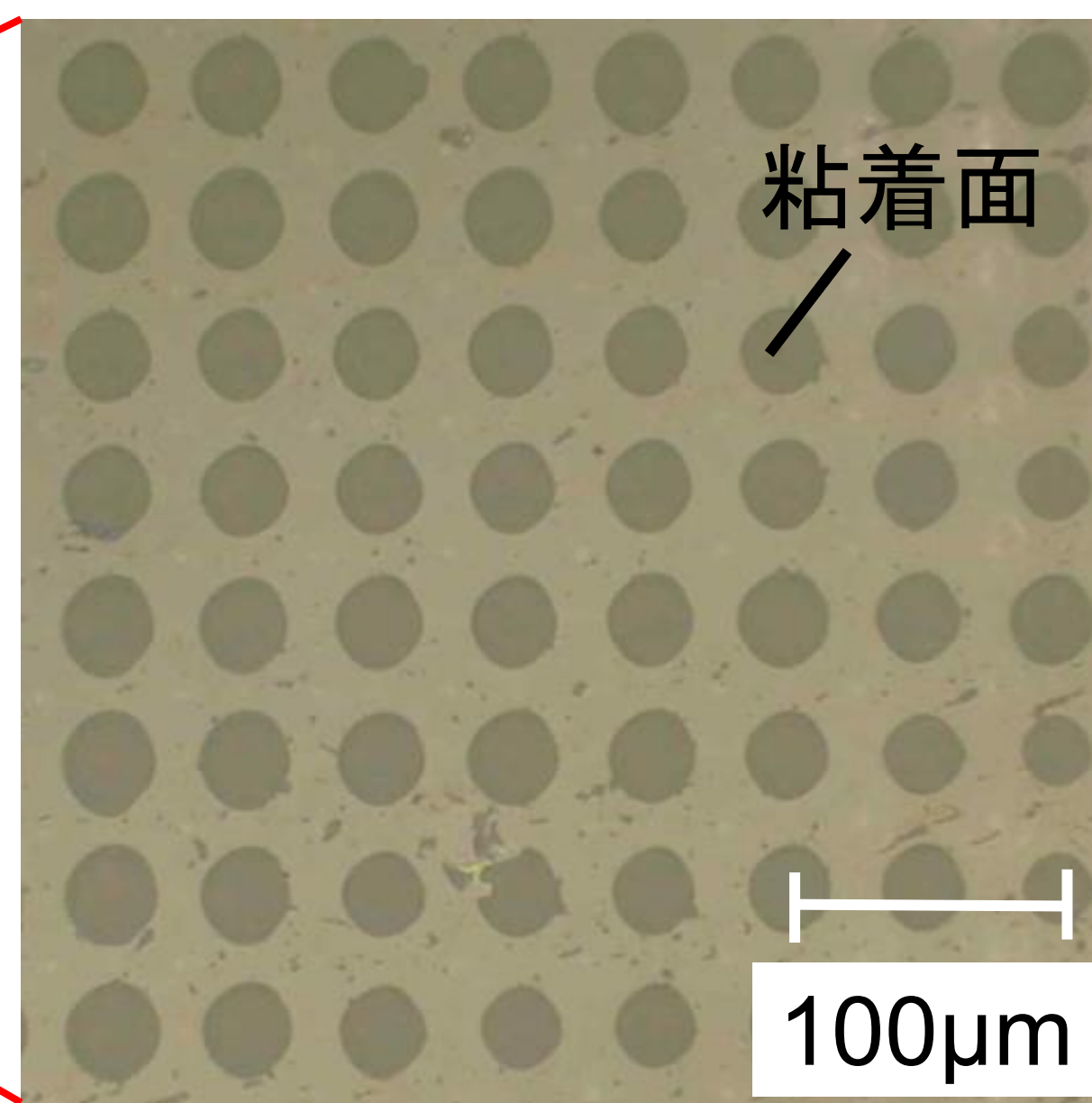
電気粘着エラストマの新展開

電気粘着表面

Electro-Adhesive Surface



電気粘着表面の外観



開発した試料の粘着面

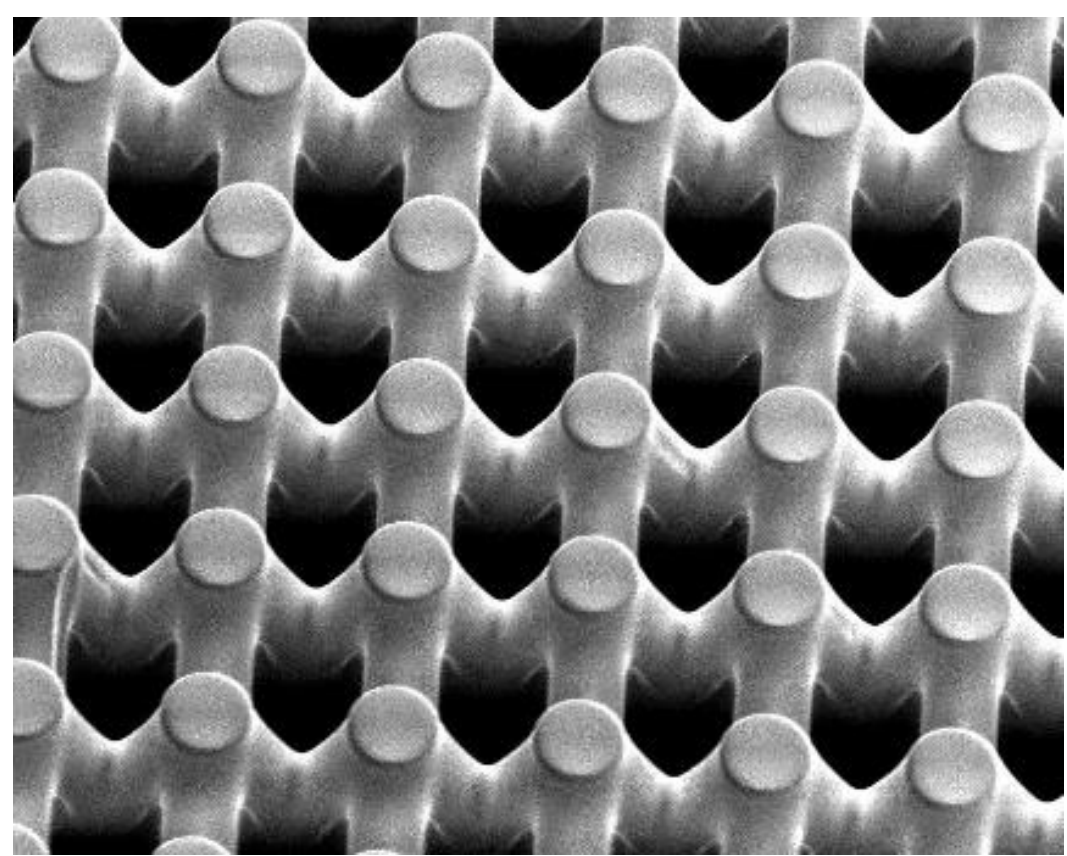
従来のEAG

表面に突出した粒子の分布が不均一
⇒粘着面に個体差が生じやすい

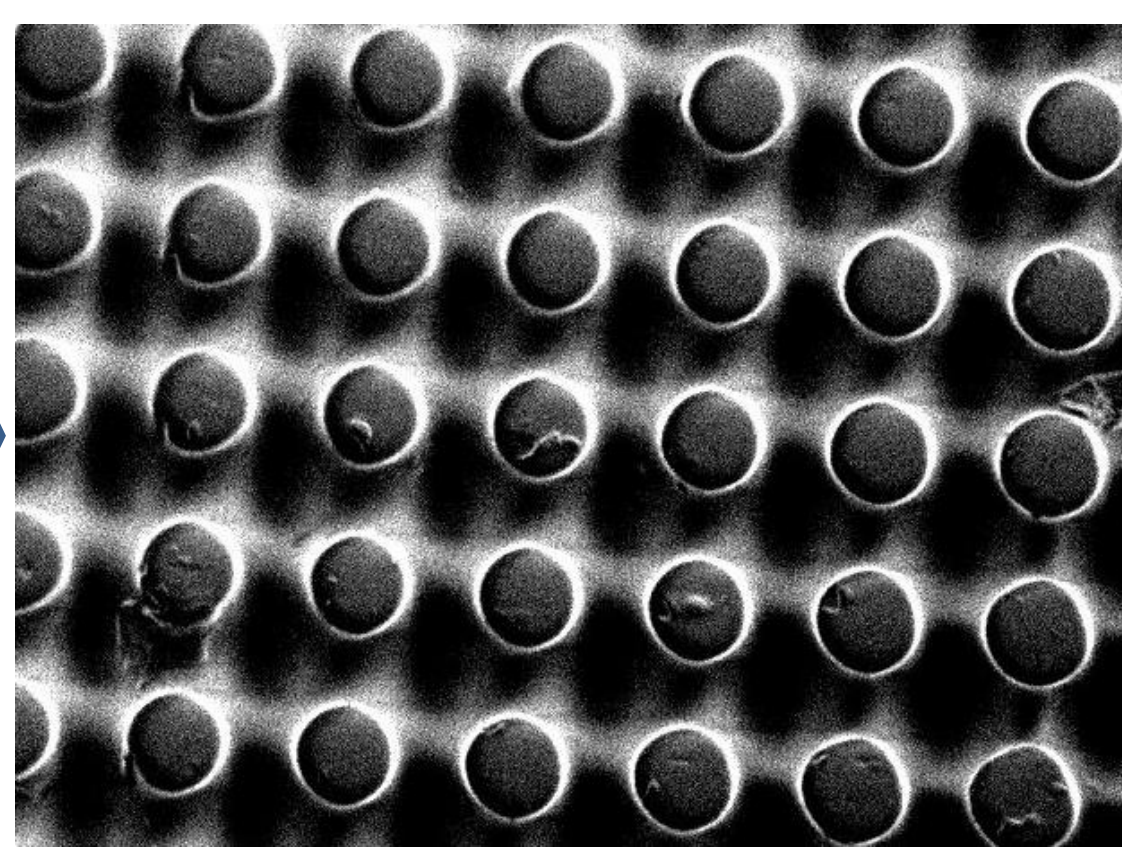
機能性表面(電気粘着表面)

粒子に代え、フォトリソグラフィにより
規則的に配列された構造体を作製
⇒**均一な粘着面を実現**

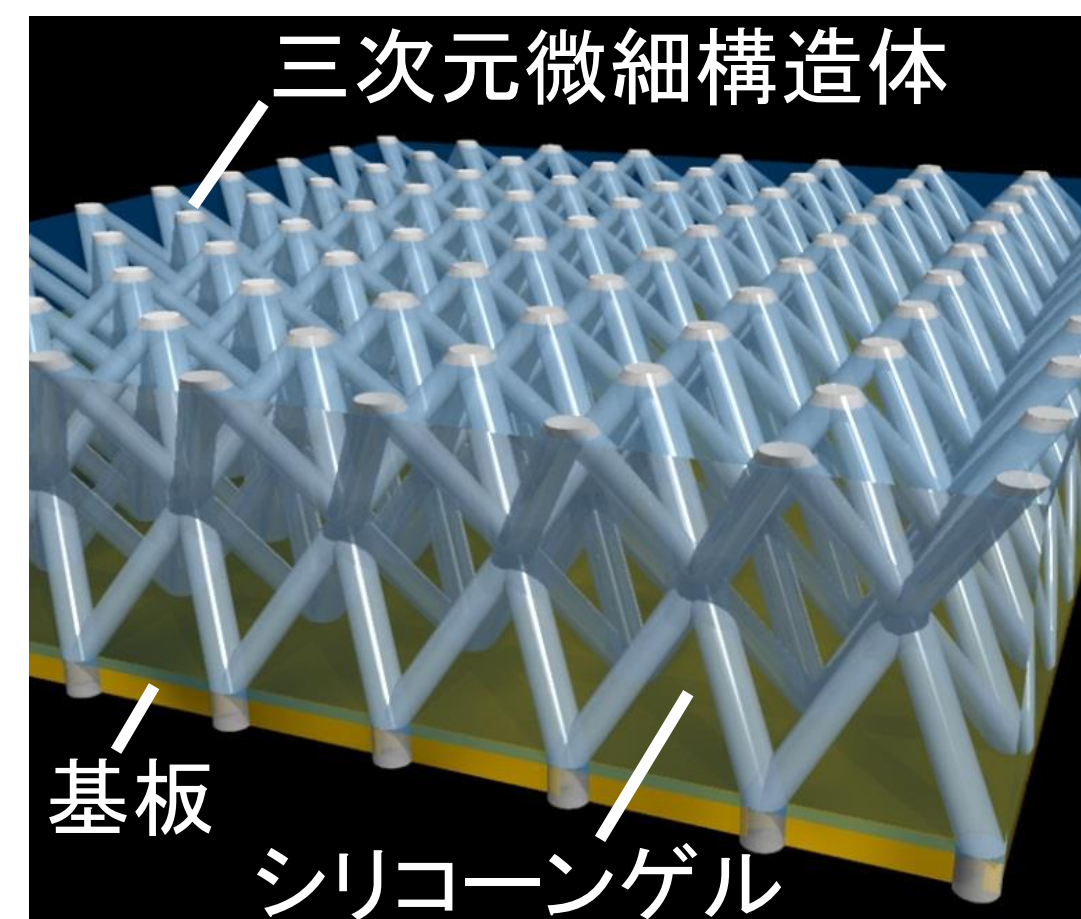
電気粘着表面の製造プロセス



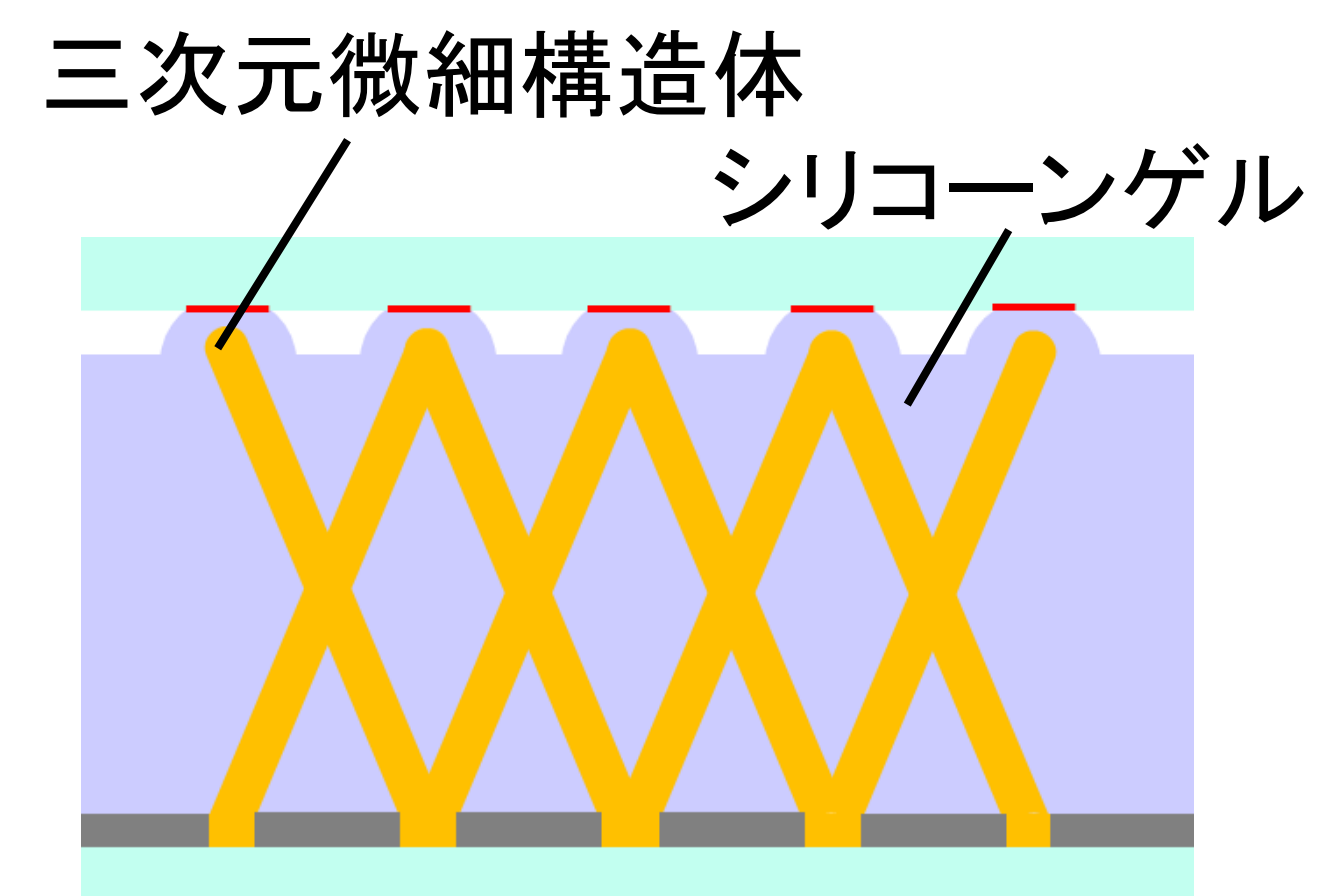
フォトリソグラフィを用いて
三次元微細構造体を作製



シリコーンゲルを充填



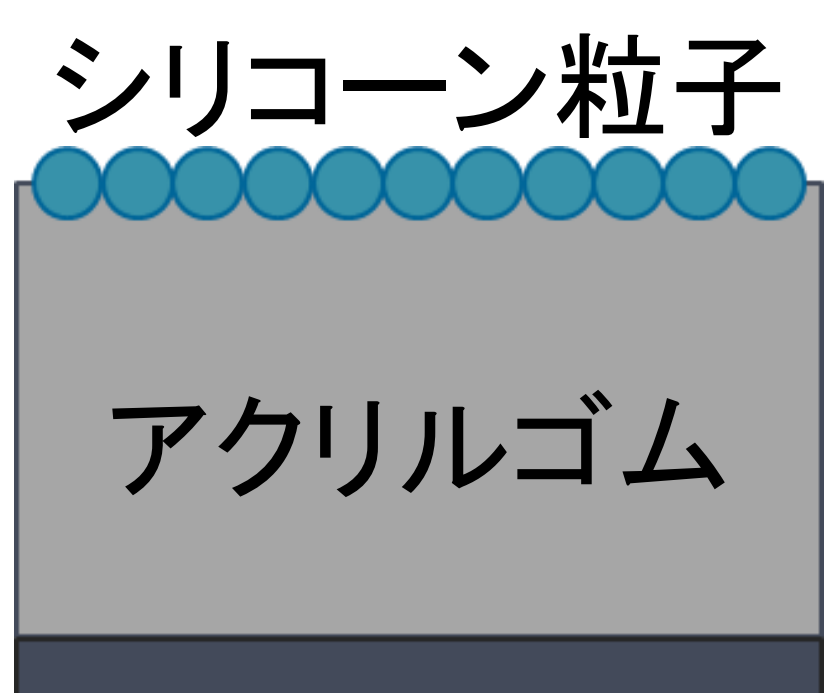
電気粘着表面のイメージ図



規則的に並ぶ
三次元微細構造体頂点にて粘着

電気粘着ゴム

Electro-Adhesive Rubber

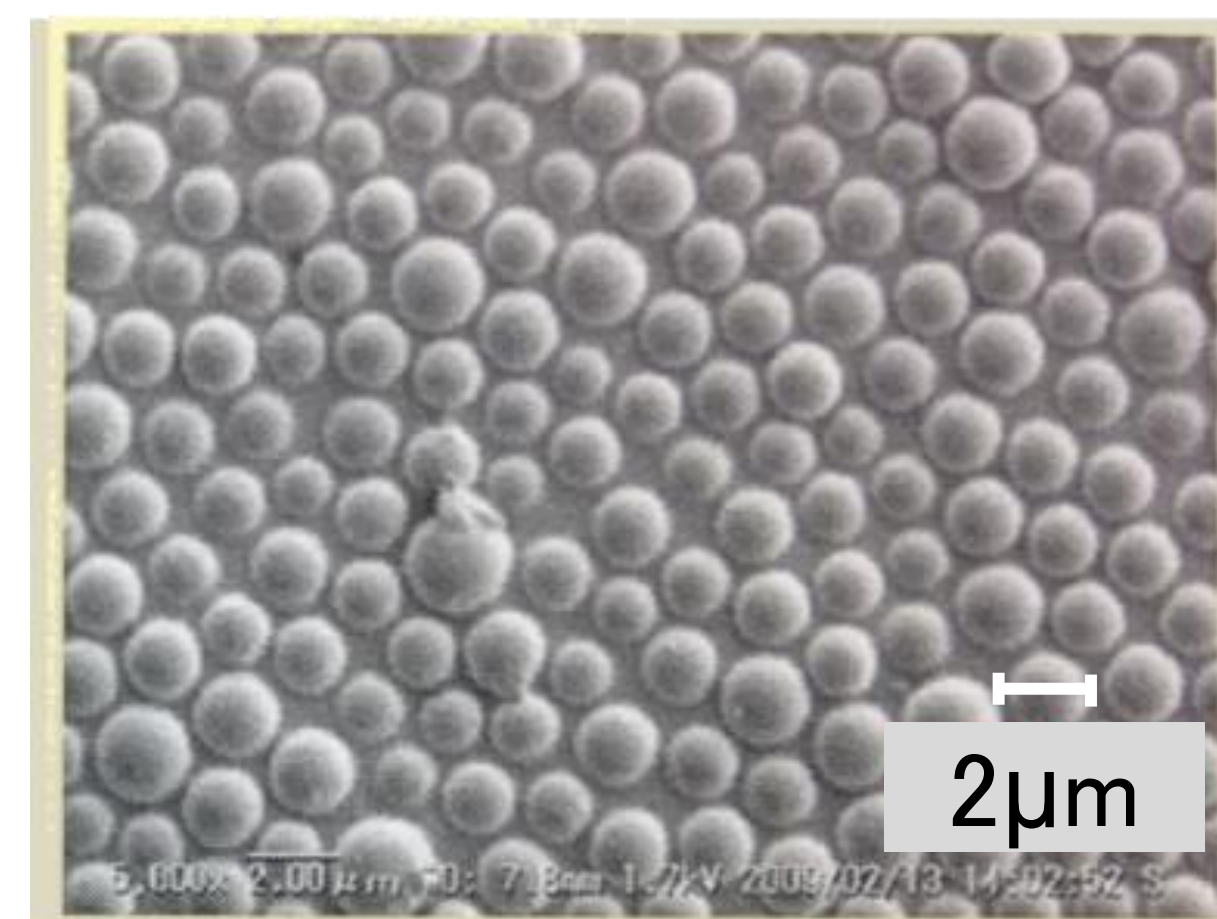


EAR断面構造

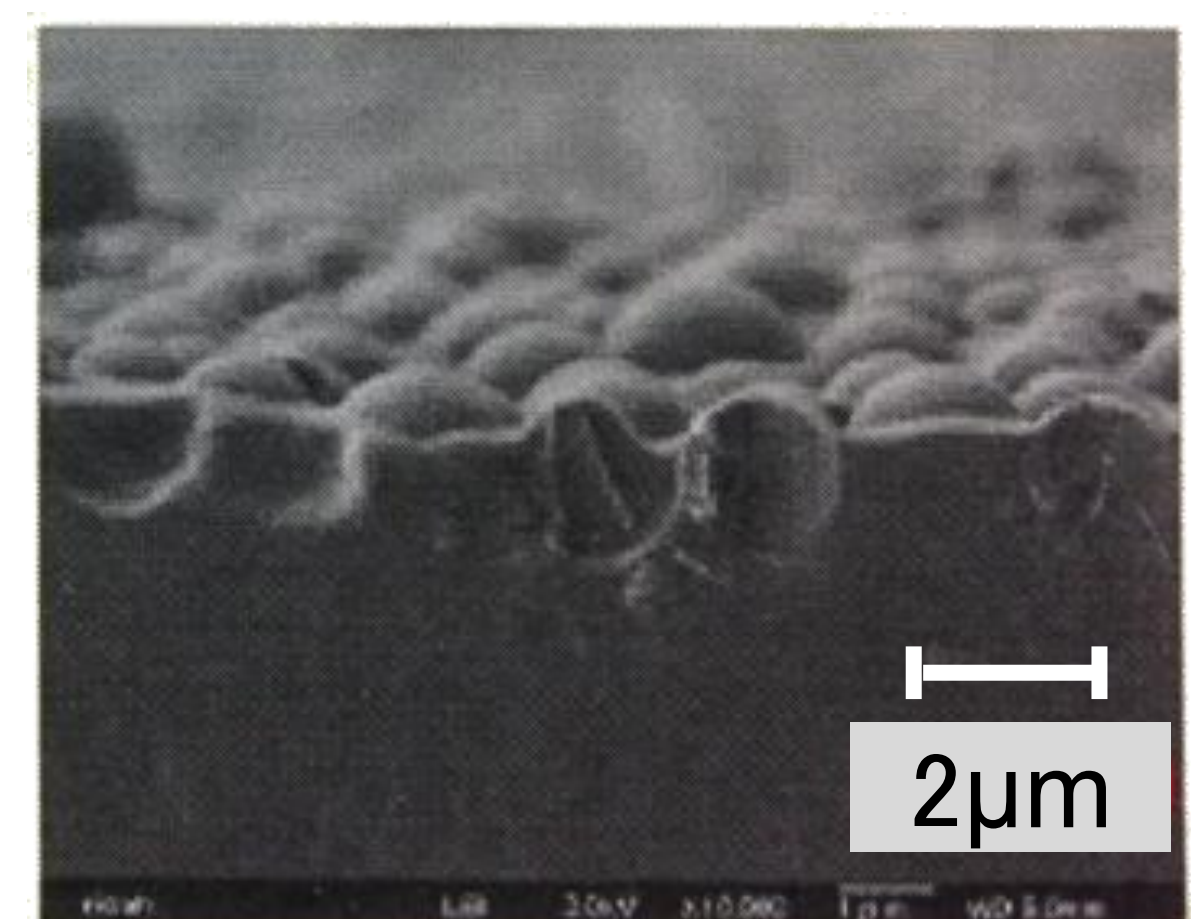
特徴

- ・内部に粒子を持たない
- ・エラストマ層にゴムを使用

- ・簡易な構造であるため製造が容易
- ・静電気力により高い固定力を発揮
- ・高い耐久性を実現

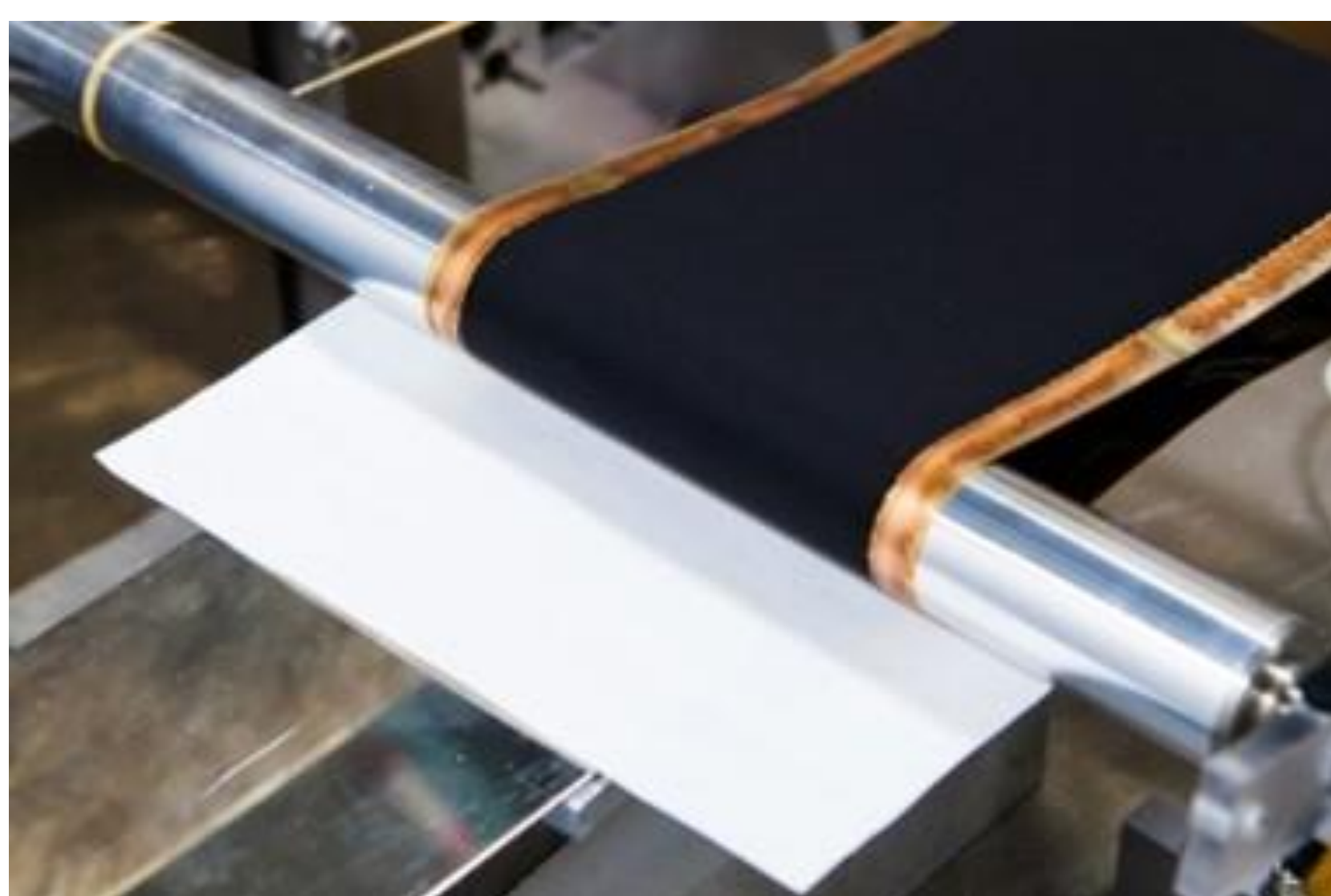


表面画像



断面画像

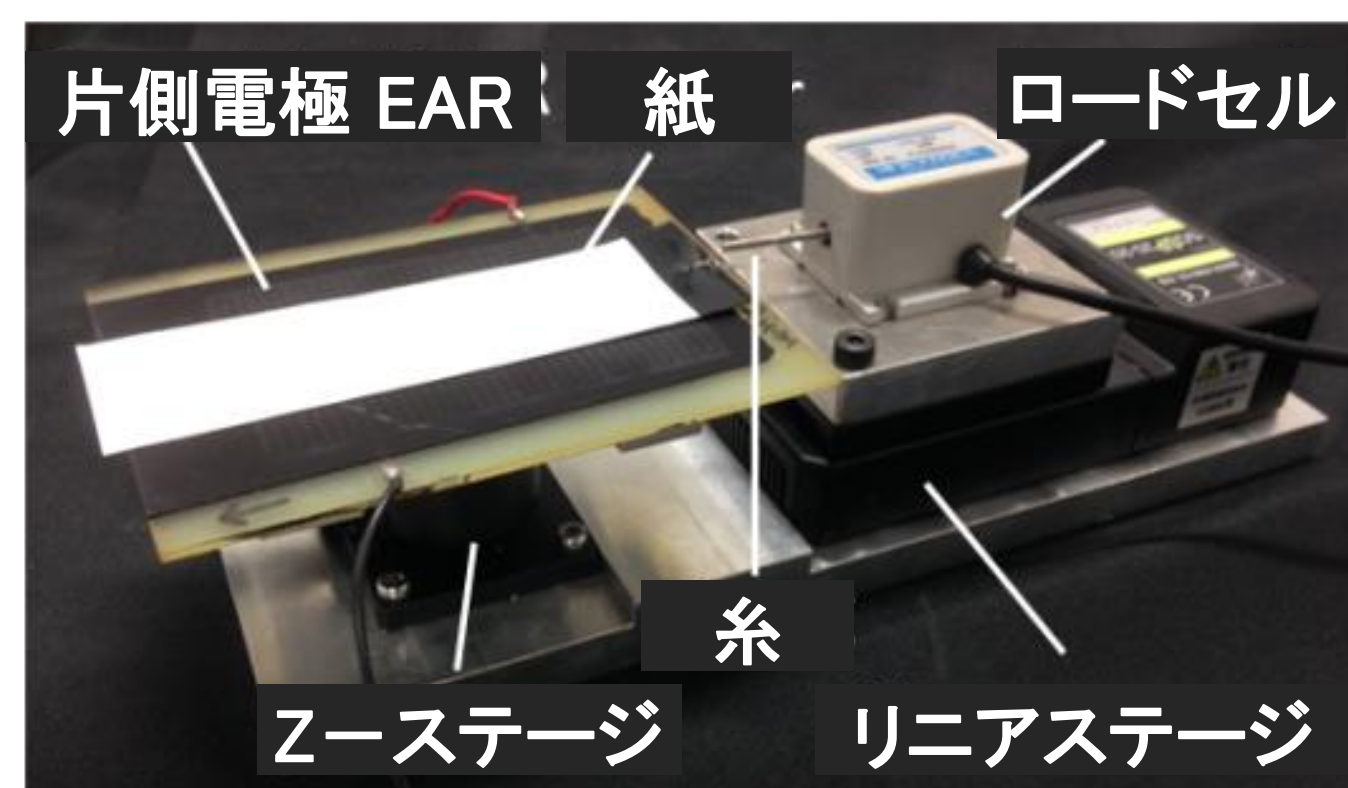
用紙搬送デバイスへの応用



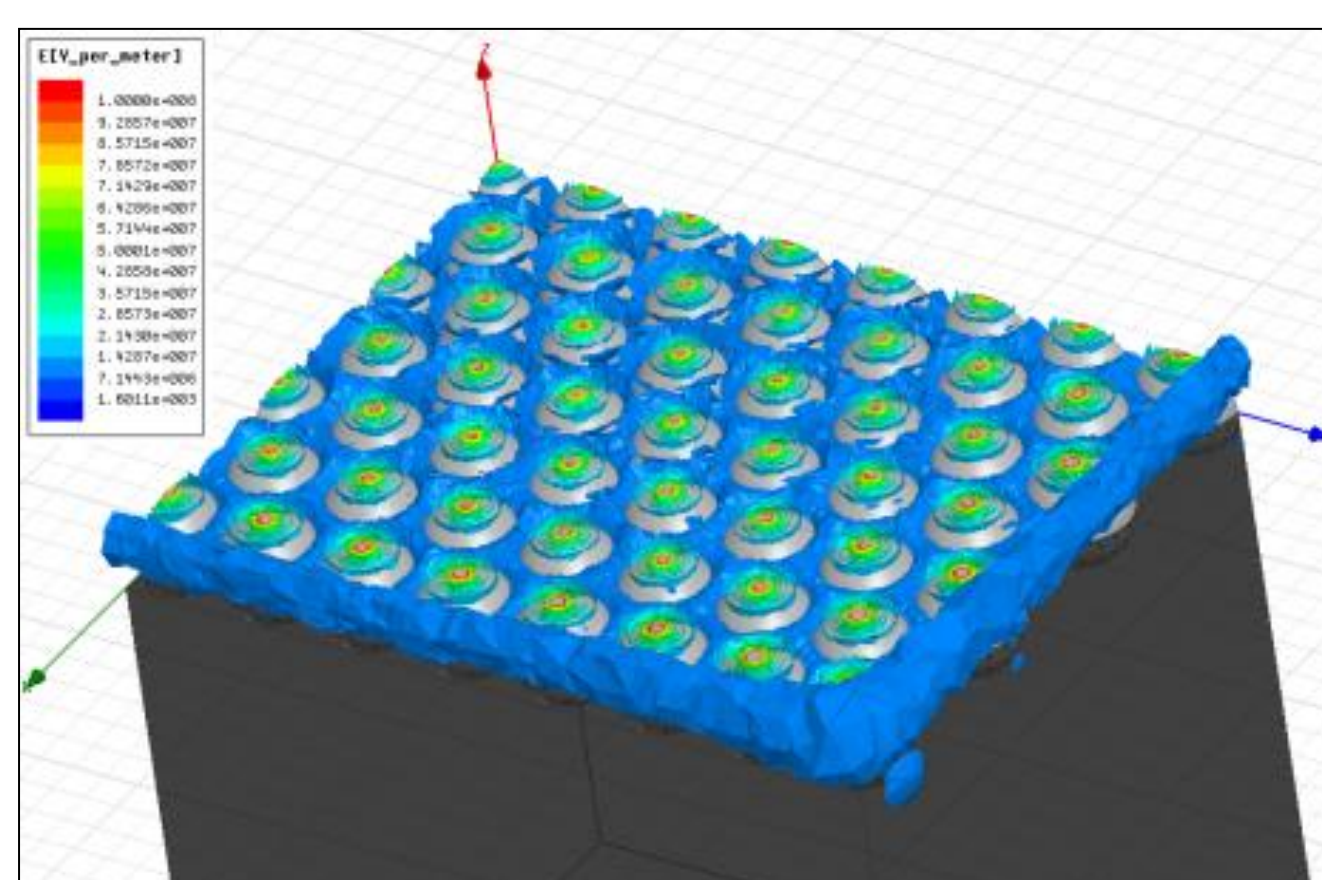
用紙搬送用EARベルト

EARの応用デバイスの一つとして
プリンタ用の紙搬送デバイスを開発

- ・部品点数削減
- ・つまりや重送リスクの低減



紙固定力測定装置



静電場解析

- ・様々な紙に対する固定力の測定
- ・シミュレーションによる静電場解析

材料と構造の両面からアプリケーション
に最適な組み合わせを研究



Aoyama, Kakinuma
Laboratory

Laboratory for
Manufacturing Science

KEIO TECHNO
MALL 2014