

プロアクティブ・ リサーチ commons 演習

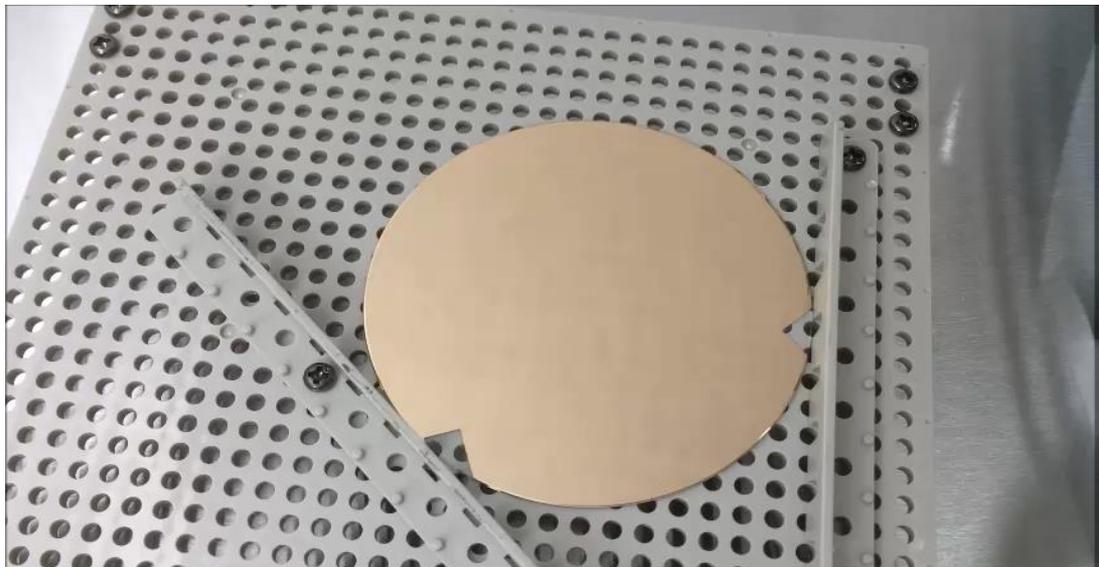
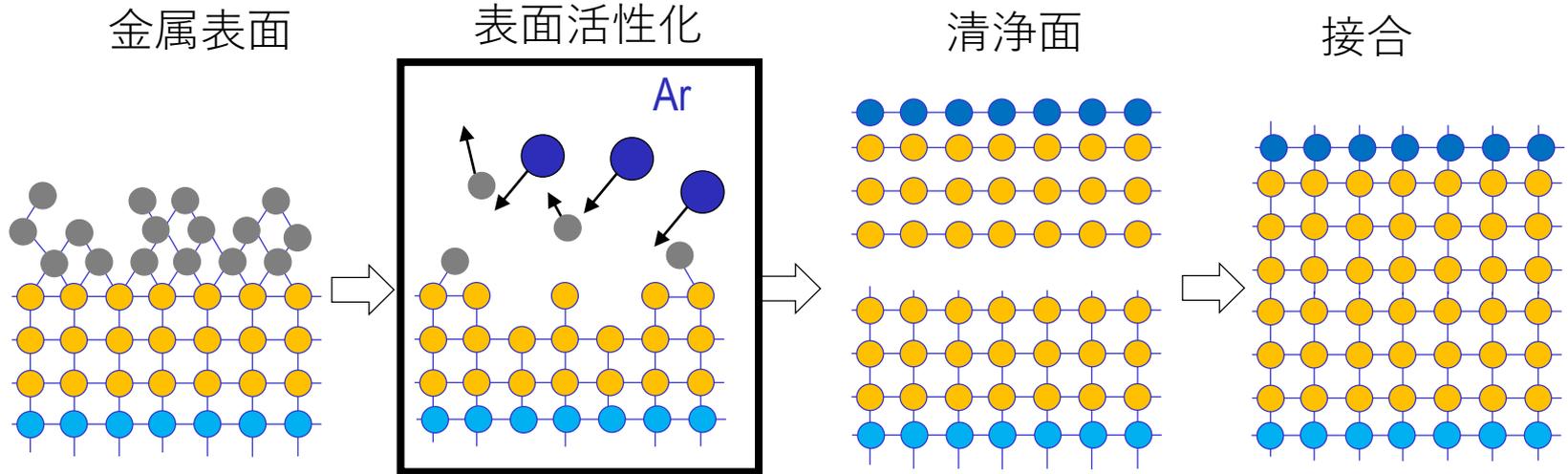
人間環境学専攻

伊藤研究室

(共同研究先：工学系研究科 精密工学専攻 須賀研究室)

山本

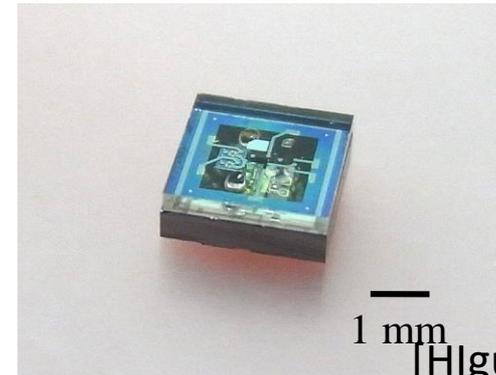
表面活性化接合



[Okumura 2014]

○常温での接合が可能
△平滑な平面が必要

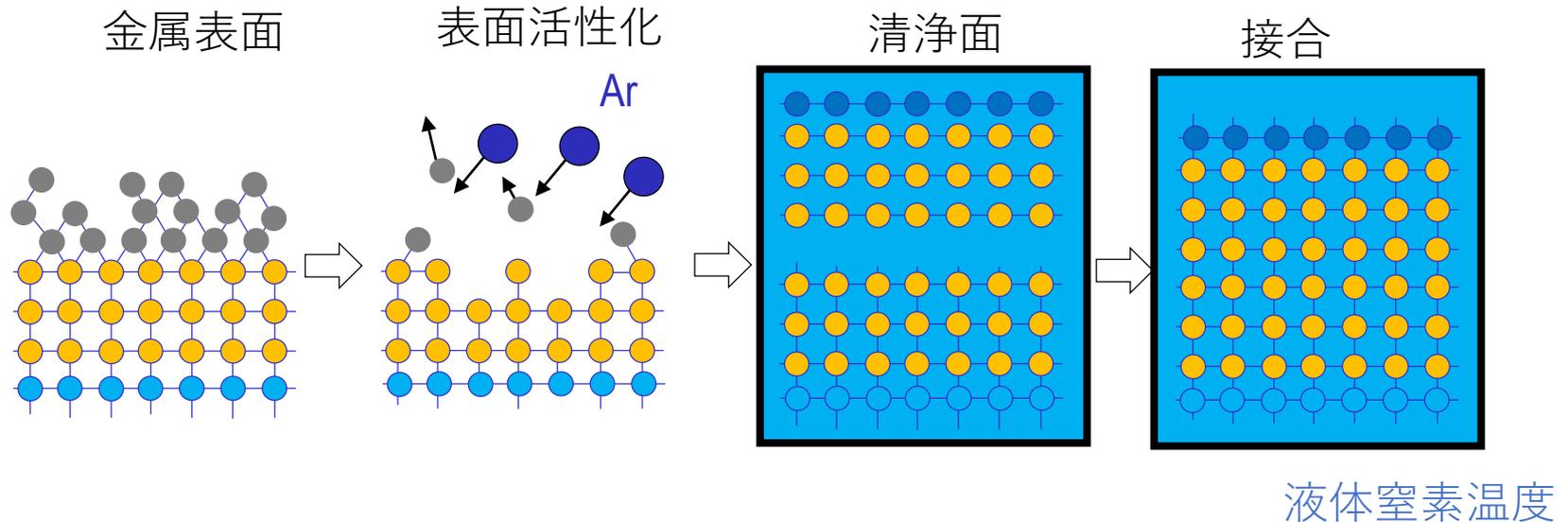
応用例：異種材料集積による
小型速度センサ



[Higurashi 2008]

0°C以下での表面活性化接合

[Morishita 2017]



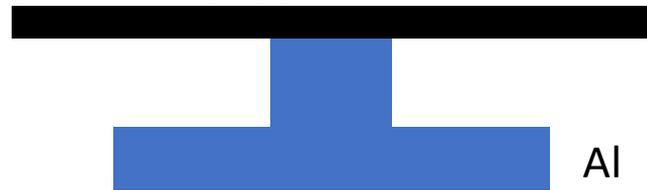
0°C以下で接合できるかを実験し、接合メカニズムの検証を行う

課題：低温で接合した後、室温に戻してから評価するため、低温で接合できたのか、室温に戻る際の熱によって接合したのか区別できない

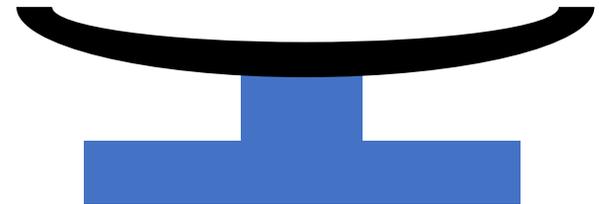
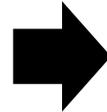
残留応力による反りを用いた接合温度の評価

高温での接合

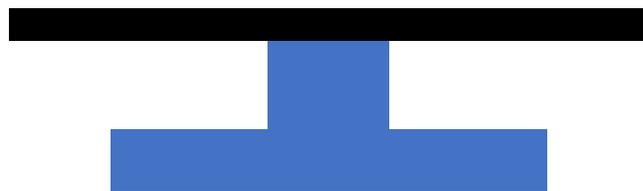
サファイア基板



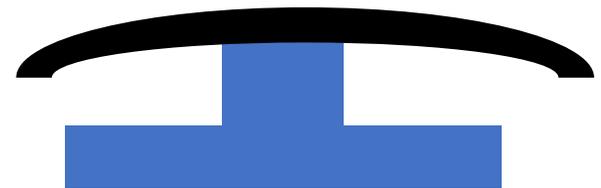
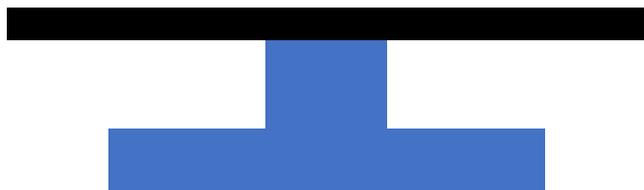
室温へ



常温での接合



低温での接合



- 接合温度から常温に戻す際に、
熱膨張係数による応力が発生→反り(歪み)が発生するはず。
→接合後の反りで、接合後の温度を評価できないか？

シミュレーションを導入することによる 実験期間の短縮



- 本実験の場合、一番時間がかかるのはサンプル準備。
準備すべきサンプル間違えると、再度準備しなおすまで数カ月待ち。
- シミュレーションを行うことで、
早い段階でフィードバックをかけることができる。
→**確実性の高い実験が行え、期間・費用の短縮が見込める。**

モデリング

構造及び各種サイズ

材料物性

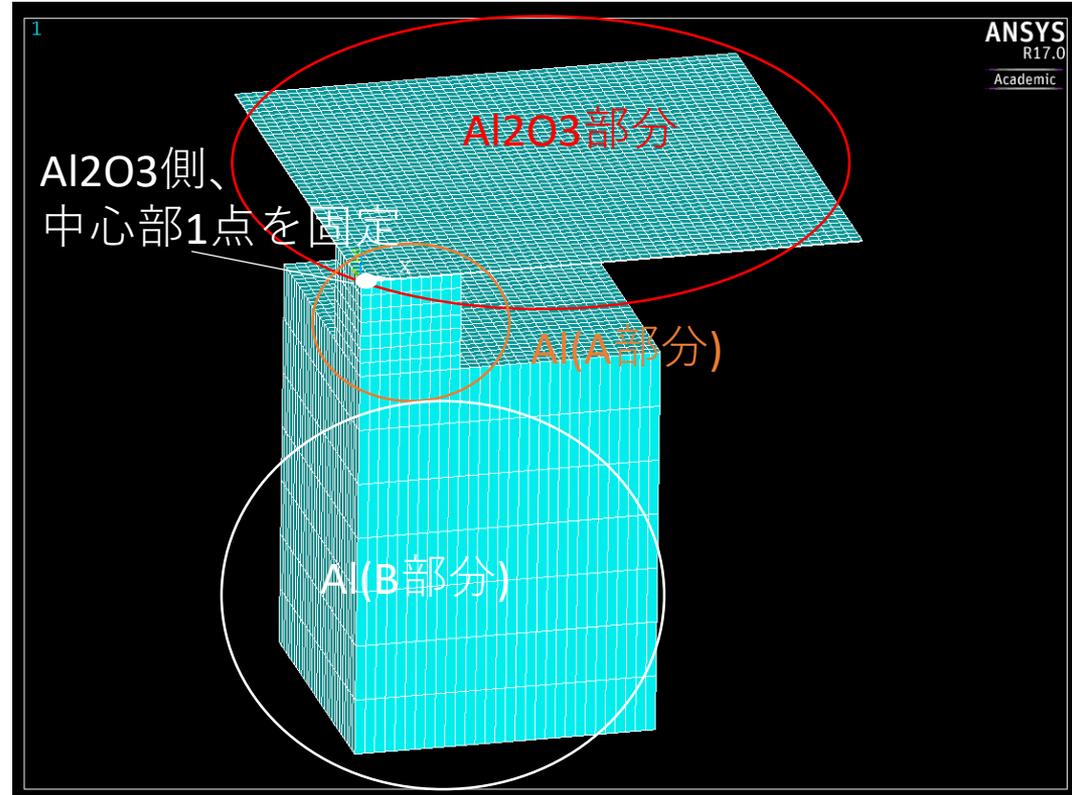
	Al	サファイア (Al ₂ O ₃)
ヤング率[GPa]	70	335
ポアソン比	0.35	0.25
熱膨張係数[1/K]	23.1×10^{-6}	X: 5.6×10^{-6} Z: 5.0×10^{-6}

接合条件

- 200 °C, 25 °C, 200 °C
(接合後、25°Cに戻した
場合の反りを計算)

メッシュサイズ

- X,Y方向：0.1 mm
- Z方向：各部分7分割



○4分割モデル

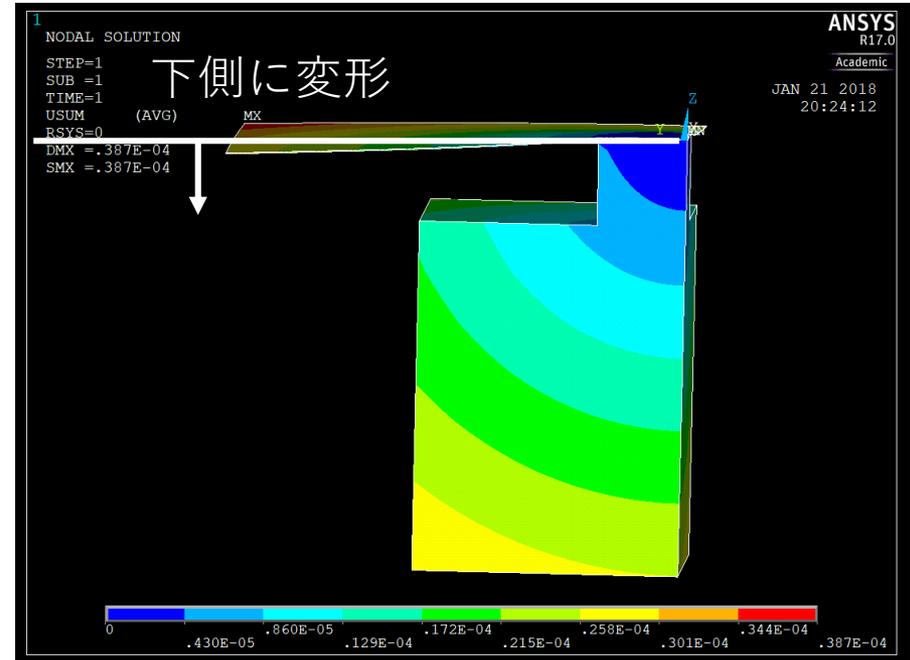
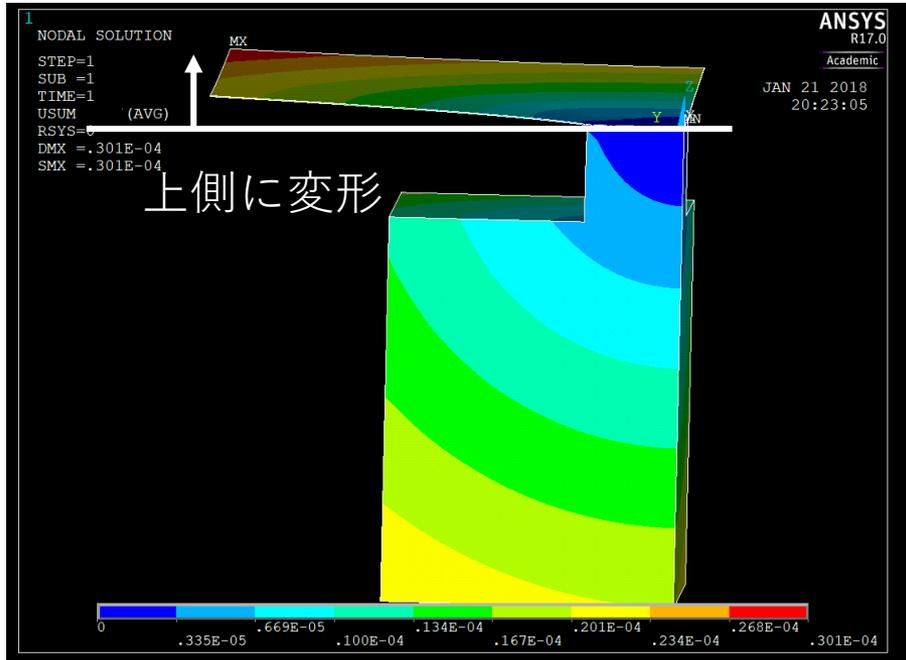
- Al₂O₃ : 5 mm□ × t 0.01/0.1/0.05 μm
- Al (A部分) : 0.5,1,2 mm□ × t 1,2,3,mm
- Al (B部分) : 3 mm□ × t 5,4,3,mm

シミュレーション1

接合温度による変位方向について

○200°Cにて接合

○-200°Cにて接合

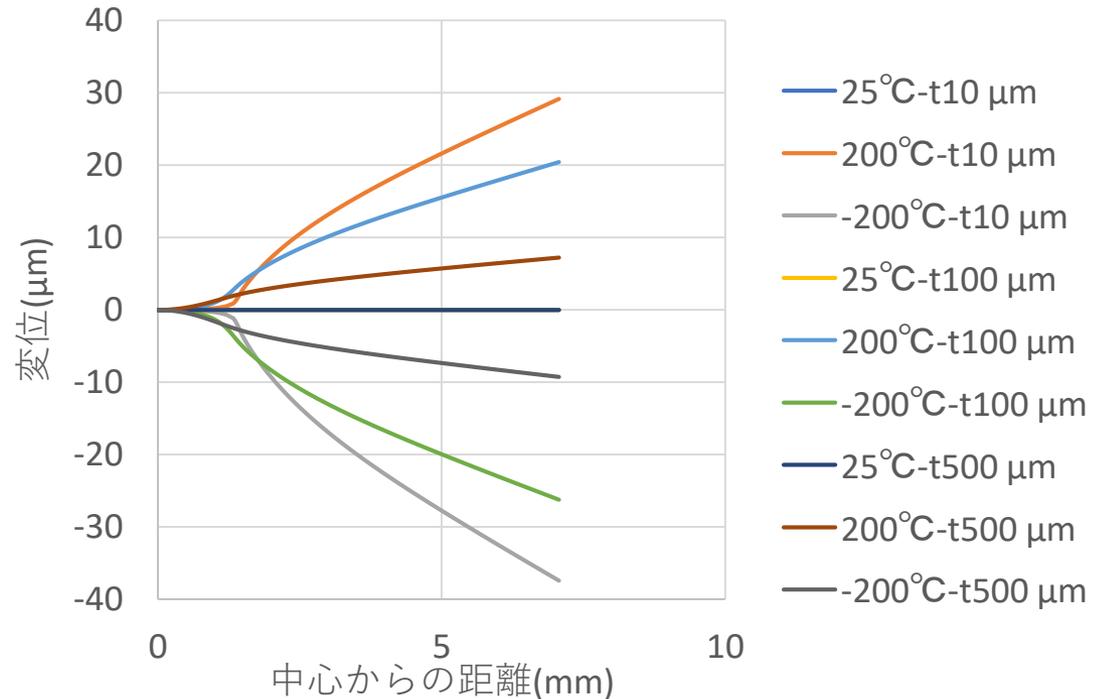
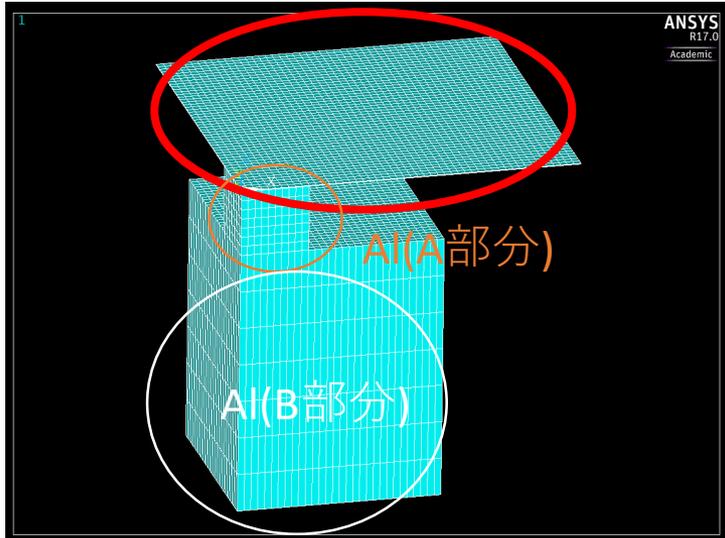


- 接合時の温度を変えることで応力が発生し、変位の向きが反転
→コンセプト自体は正しそう。
実際に測定装置で評価できる変形量かどうか？

シミュレーション2

接合温度と基板厚みによる変位の大きさ

Al₂O₃部分
の厚みを変更



- 厚み 10 μm で 29 μm 程度
- 厚み 100 μm で 20 μm 程度
- 厚み 500 μm で 7 μm 程度

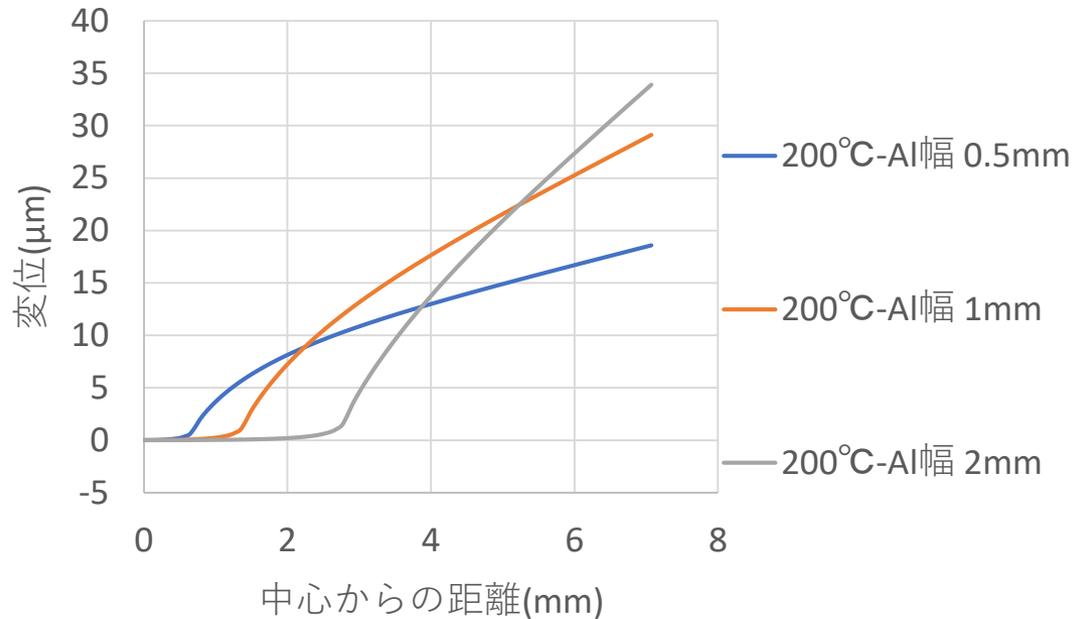
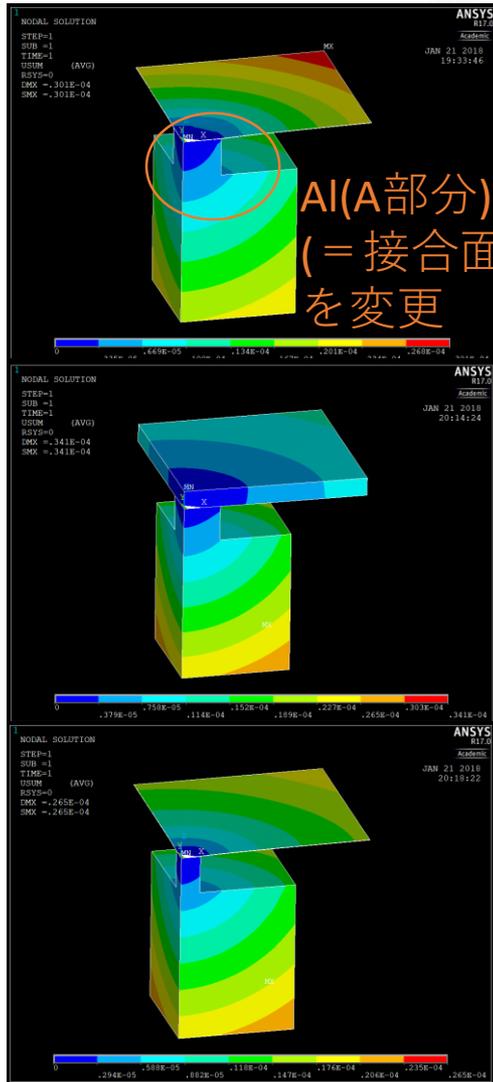
の変形が見込める。

○研究室所有のレーザー顕微鏡の分解能： $< 1\mu\text{m}$

→厚み500 μmの基板を使用しても、測定可能と考えられる。

シミュレーション3

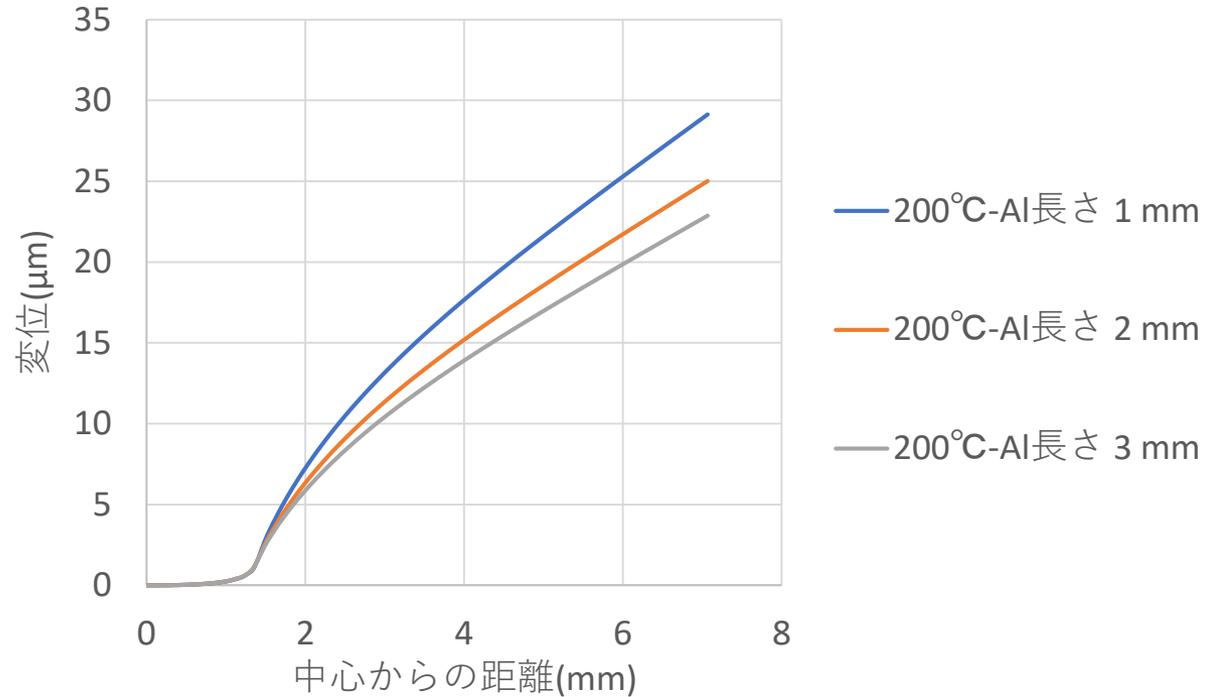
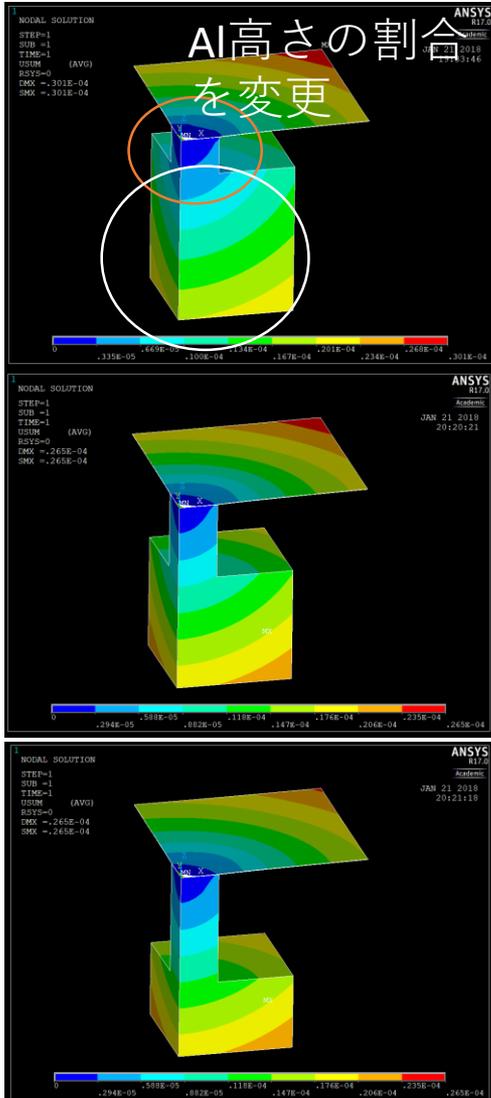
接合面積と変位量の関係



- 接合面積が大きいほど、端の変形量も大きくなる。
- 変形量を大きくするためには、接合面積に対してAl₂O₃の基板サイズを十分(2倍程度)大きくする必要あり。

シミュレーション4

アルミの高さ方向の割合の影響



○他の要素に比べて、アルミの高さ方向の影響は少ない
→実験のしやすいように変更して問題ない

まとめ

○シミュレーションによる実験期間の短縮方法について検討した。

○接合時の温度を変えた場合の実験について、
実際にシミュレーションを行い、計画の妥当性、
サンプル準備の際に重要な点を明らかにした。

→実験の繰り返し数、特にサンプル準備の回数を減らすことができ、
実験期間の短縮につながると期待される。

