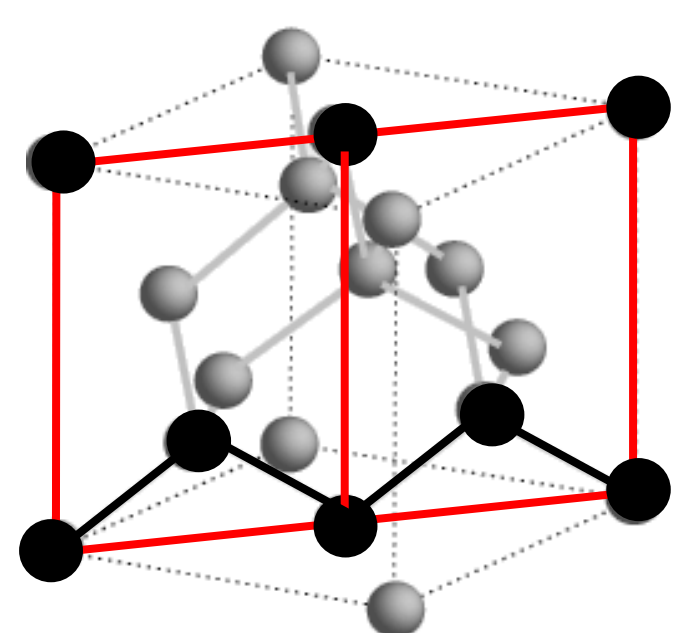


# シリコン表層原子面の2次元ストレス計測と 1軸ストレス印加によるカイラリティ構造制御

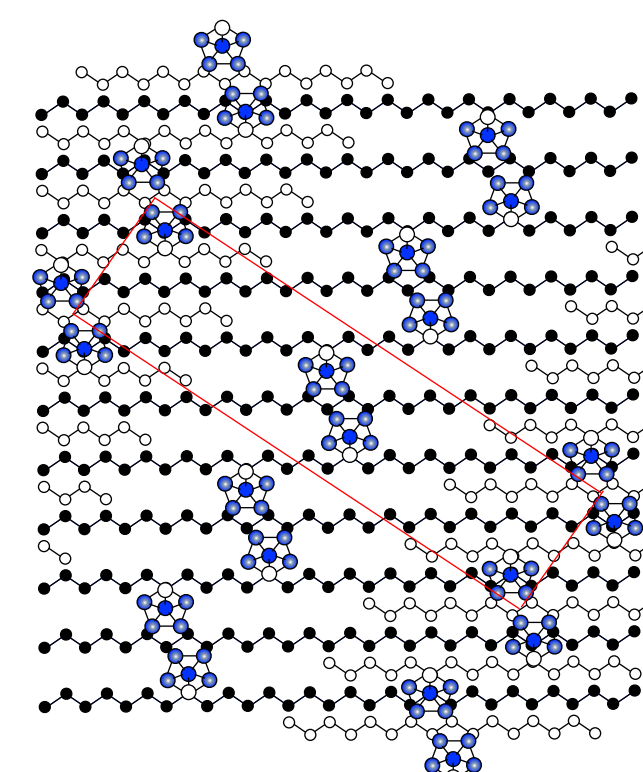
## ～シリコンテクノロジーに革新的新技術をアドオンする ナノ構造創製への道を拓く～



Si (110)面方位

先端基礎研究センター(ASRC)  
**朝岡秀人、矢野 雅大(研究員)、寺澤 知潮(研究員)**

ノウハウが蓄積されたシリコンテクノロジーを活かした技術開発は  
現実的なイノベーションを引き起す高いポテンシャルを有する  
新たなシリコン(110)表面原子構造の可能性に注目した萌芽研究



Si (110)  
表面原子構造

### 萌芽研究開発制度による成果

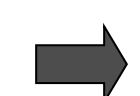
ストレス方向によるシリコン(110)表面の原子列方向の制御・  
右手・左手系のキラリティの組み替えに成功

### 今後の発展

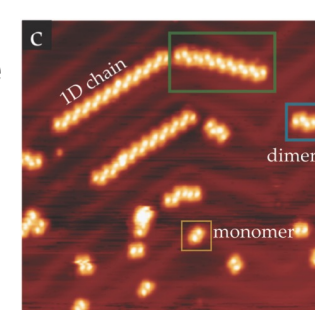
キラリティ制御はカーボンニュートラルに繋がる触媒反応や  
光学デバイスのイノベーションに直結する課題に挑戦

世界の研究として、原子オーダーの物質制御のため  
表面原子構造を利用して合成するアイデアが注目されている

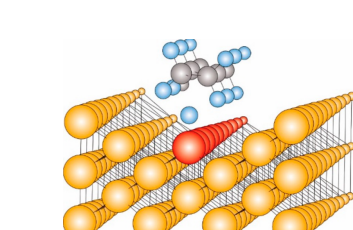
#### Self-assembled nano-structure growth by surface assist



Nucleation and reaction site of nano-structure



Graphene nanoribbons pinning at  
elbows and on fcc domains of Au(111)  
22×3 herringbone reconstruction  
*Chem. Commun.* (2018)

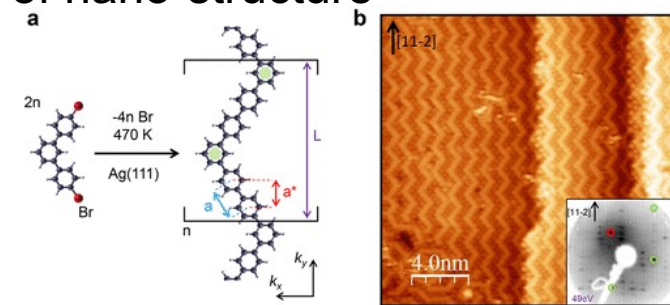


Alkane polymerization on active  
sites of Au atoms with lower  
coordination number in groove of  
Au(110) 1×3 reconstruction  
*J. Am. Chem. Soc.* (2018)

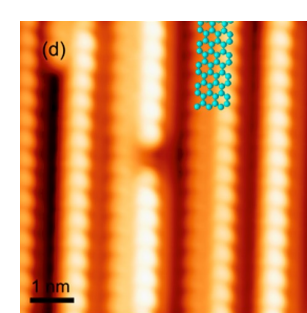
Step edge, Terrace on Vicinal surface



Direction and width of nano-structure



Zigzag covalent chains parallel  
to steps on vicinal Ag(111)  
*ACS Nano* (2018)



6 atom-wide armchair graphene  
nanoribbons on Au(322) terraces  
*J. Phys. Chem. Lett.* (2018)

萌芽研究として、シリコンテクノロジーを活かせる  
新たなシリコン(110)表面原子構造に注目する  
✓ナノサイズの1次元構造へのナノ物質合成の可能性

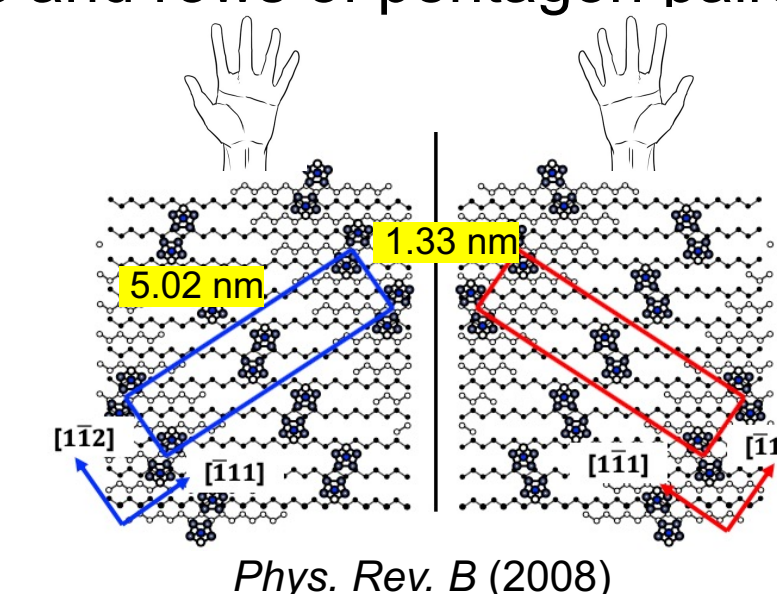
#### Reconstructed Si (110) “16×2” : potential for low-dimensional nano-structure self-assembler and chiral separator

nm size unite cell including mono-atomic steps  
along 1 direction with dangling bonds and rows of pentagon pairs

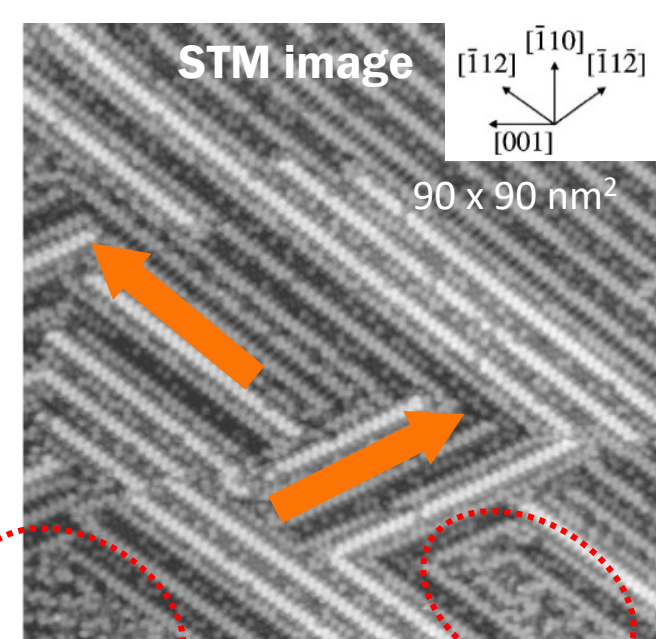
➡ Nucleation and reaction site  
Growth direction and width of nano-structure

Chiral domains with 16×2 structure

➡ Separation of chiral molecule



シリコン(110)表面構造の活用が困難である現状の課題と解決策



### 現状の課題

- ✓ Double-domain structure
- ✓ Disorder-domain consisting of pentagon-pairs

### 萌芽研究で提案する解決策

✓ 外部ストレスの活用  
表面原子列方向の制御、右手・左手系の組み替えが可能か？

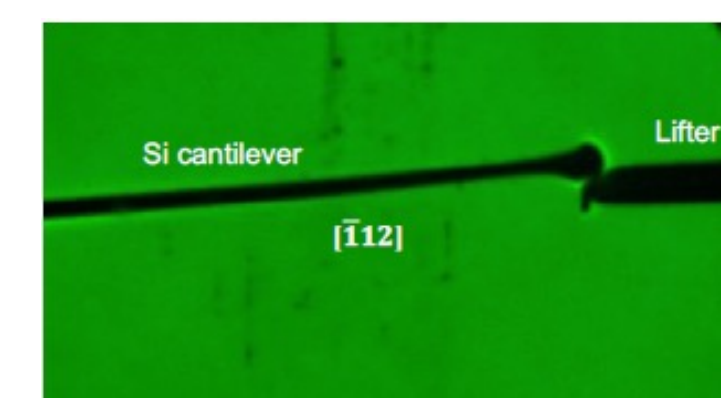


✓ 表面ストレスの解明  
右手・左手系に対応するストレスが存在するか？

ストレスによってシリコン(110)面の表面原子列方向の制御  
右手・左手系の組み替えが可能か？

### 装置開発と結果

超高真空チャンパー中のシリコン(110)カン  
チレバーと、外部ストレス印加装置開発



反射高速電子回折により基板方  
位を決定し、外部ストレス印加

外部ストレスにより右手系・左手系に対応する  
表層原子構造の組み替えに成功

### 発表予定の国際学会

✓ “Uniaxial stress-driven one-dimensional reconstructed silicon surfaces”,  
H. Asaoka, M. Yano, T. Terasawa, S. Yasuda, The 22nd International Vacuum Congress, Japan, 11-16 Sep. 2022.

✓ “In-situ observation of anisotropic stress evolution during H-terminating process of reconstructed Si(110) “16×2” surface”,  
H. Asaoka, M. Yano, T. Terasawa, S. Yasuda, 14th International symposium on atomic level characterizations for new materials and devices, Japan, 16-21 Oct. 2022.