

2024年4月新設

# 塚崎研究室

## 量子相を創成する物質科学と制御するデバイス物理の開拓

### Materials Science & Device Physics for exploration of quantum phases

#### 研究室の目的

塚崎研究室では、量子物質の基礎物性を明らかにしつつ、将来的なデバイス応用に資する機能の開拓と実証を目指しています。

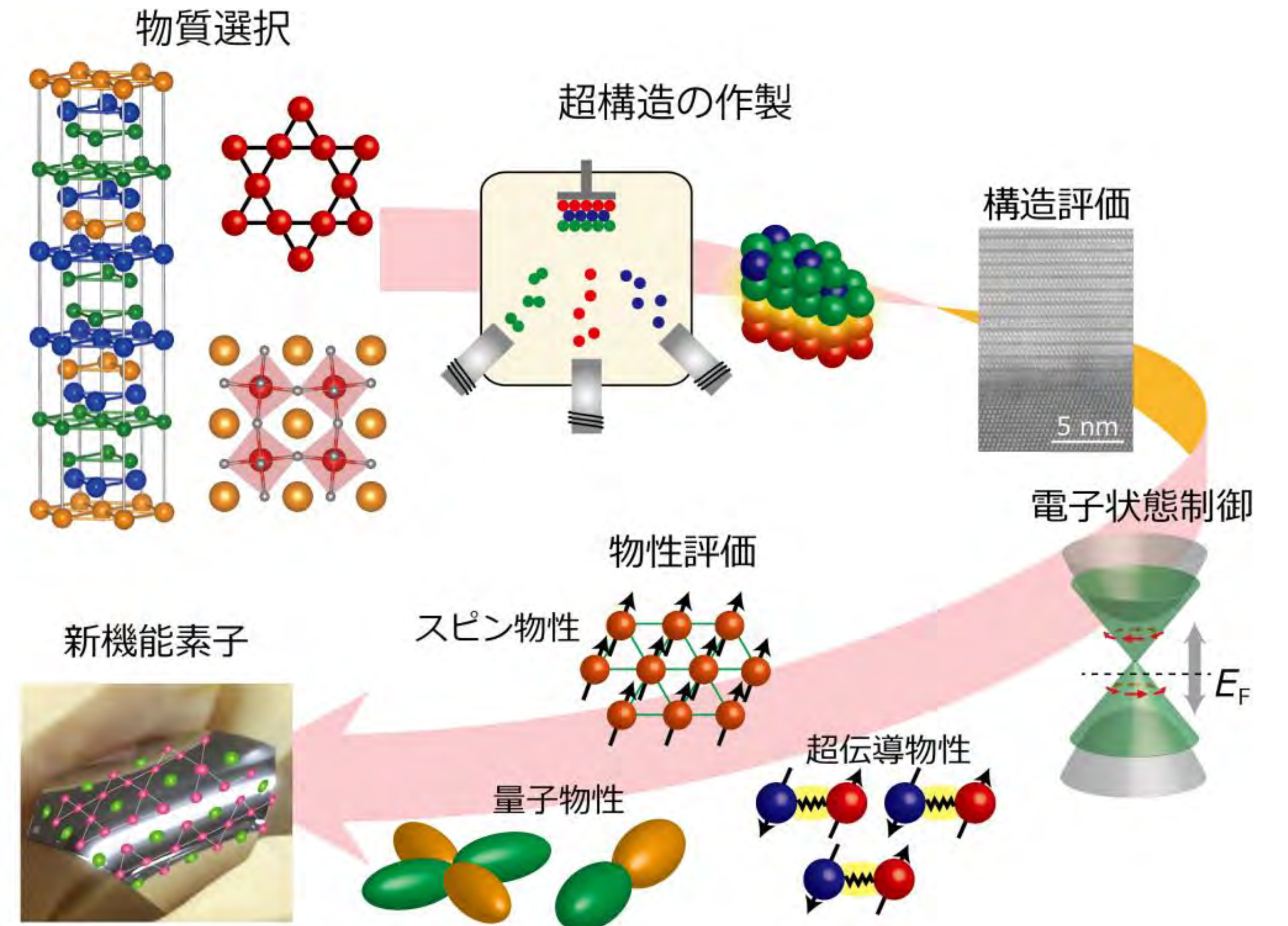
#### 研究室での実験

原子レベルでの制御を可能にする薄膜技術による物質創成と界面形成を行って、独創的に自らものづくりを行います。基礎物性の原理に基づいて、機能開拓のための積層構造や素子を考えます。試料合成から各種のデバイス加工を通じたデバイス作りと低温や強磁場、電場印加下での動作計測を行います。

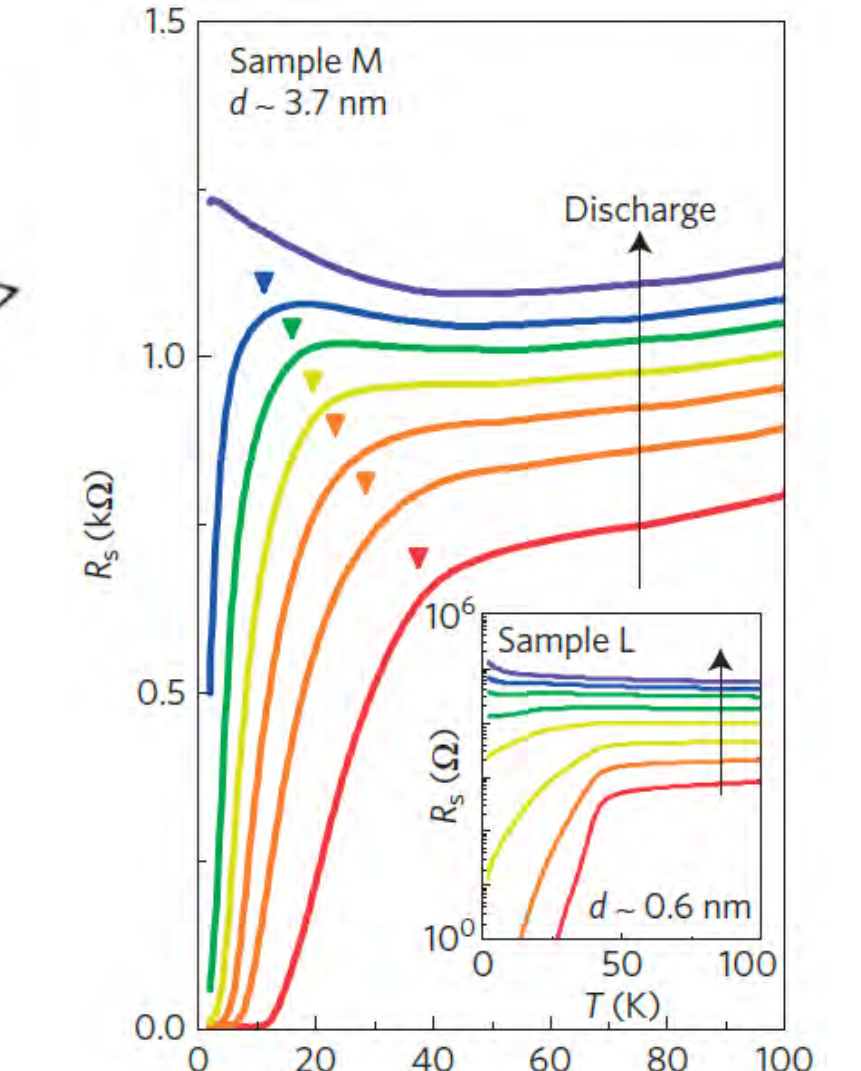
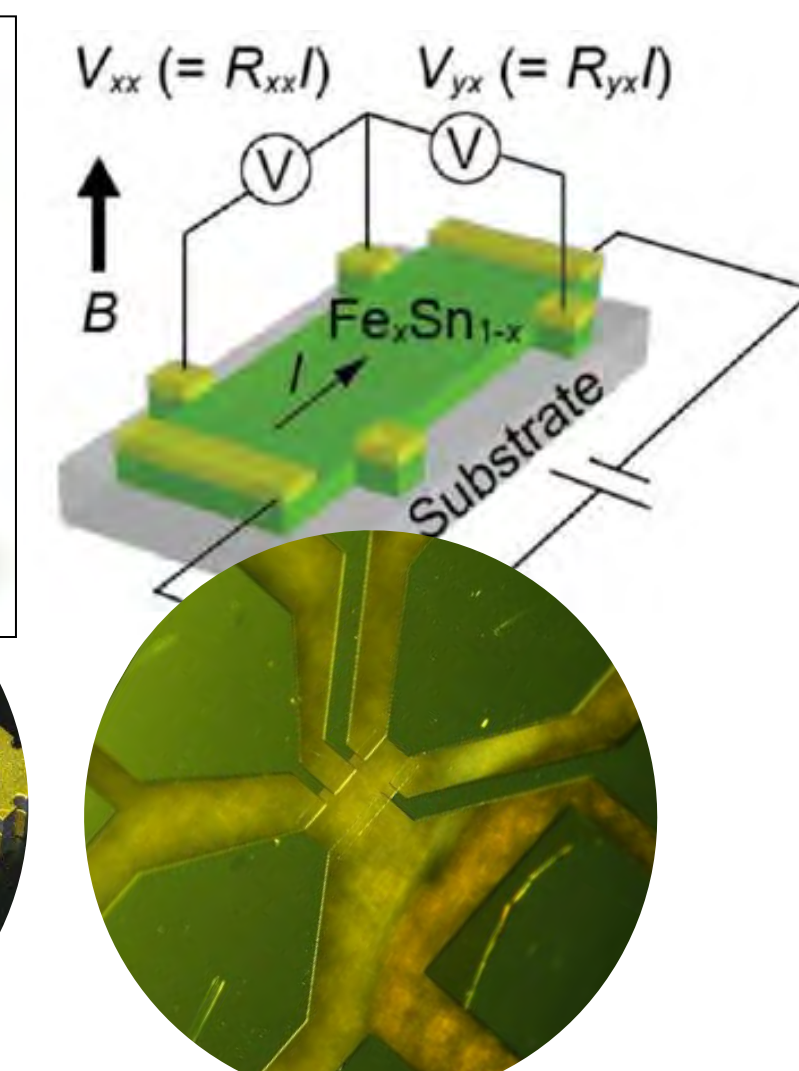
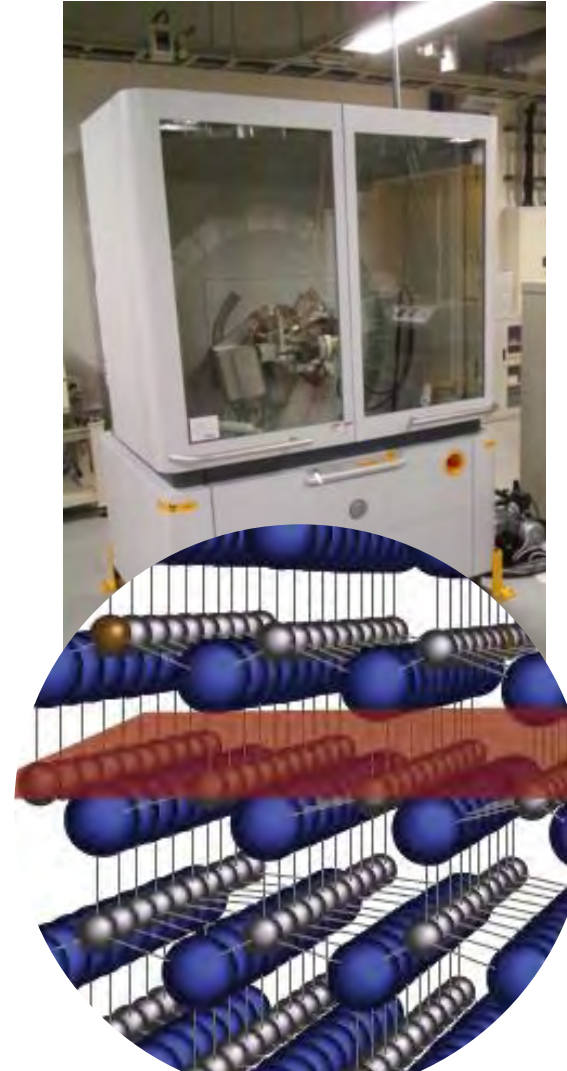
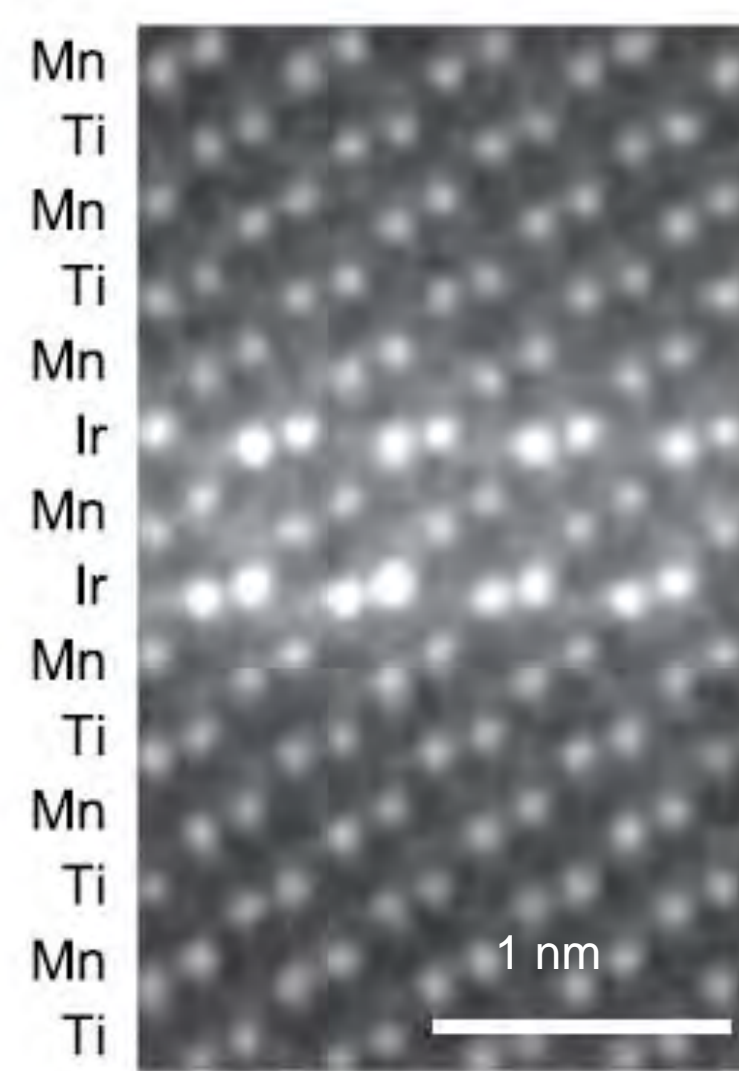
#### 研究対象

量子物質は、量子技術を可能にする基本的な物質群です。最新の物質もあれば、古くから研究される良く知られた物質でも、最先端科学によって新たな量子技術に適用可能な性質が明らかになることがあります。こうした量子物質の発見や機能開拓、デバイス実証を研究対象に実験研究に取り組んでいます。

#### 研究の流れ



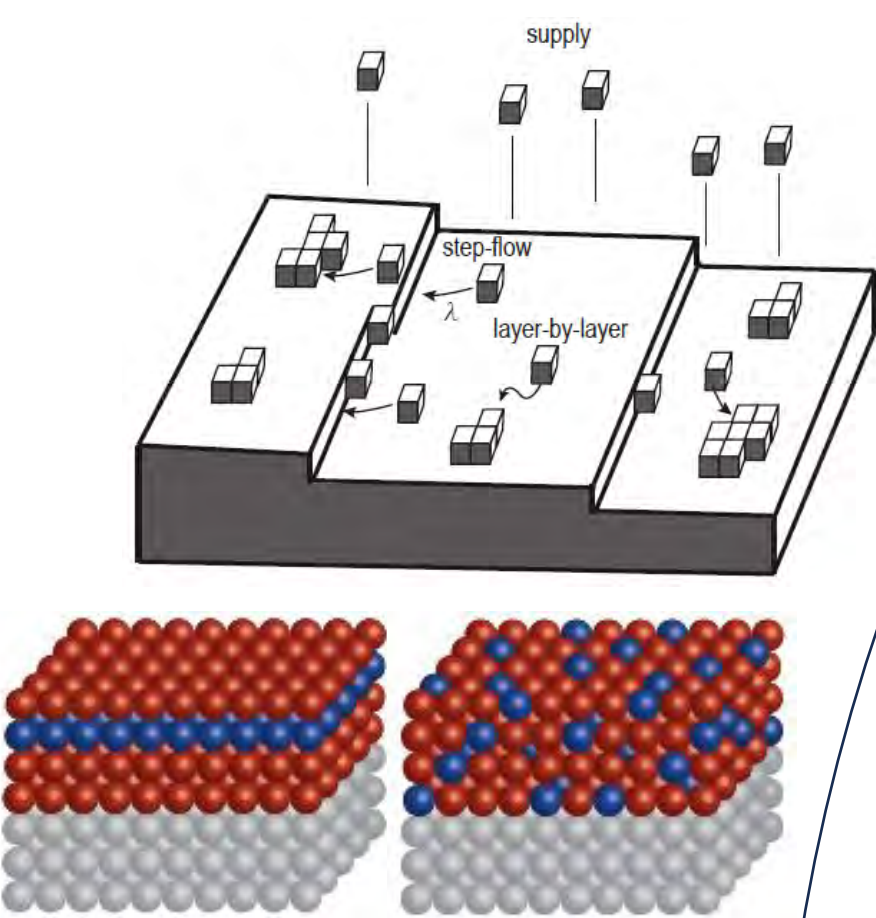
#### 実験室／実験イメージ



## 量子相を創成する物質科学

### ・表面状態制御のための界面合成

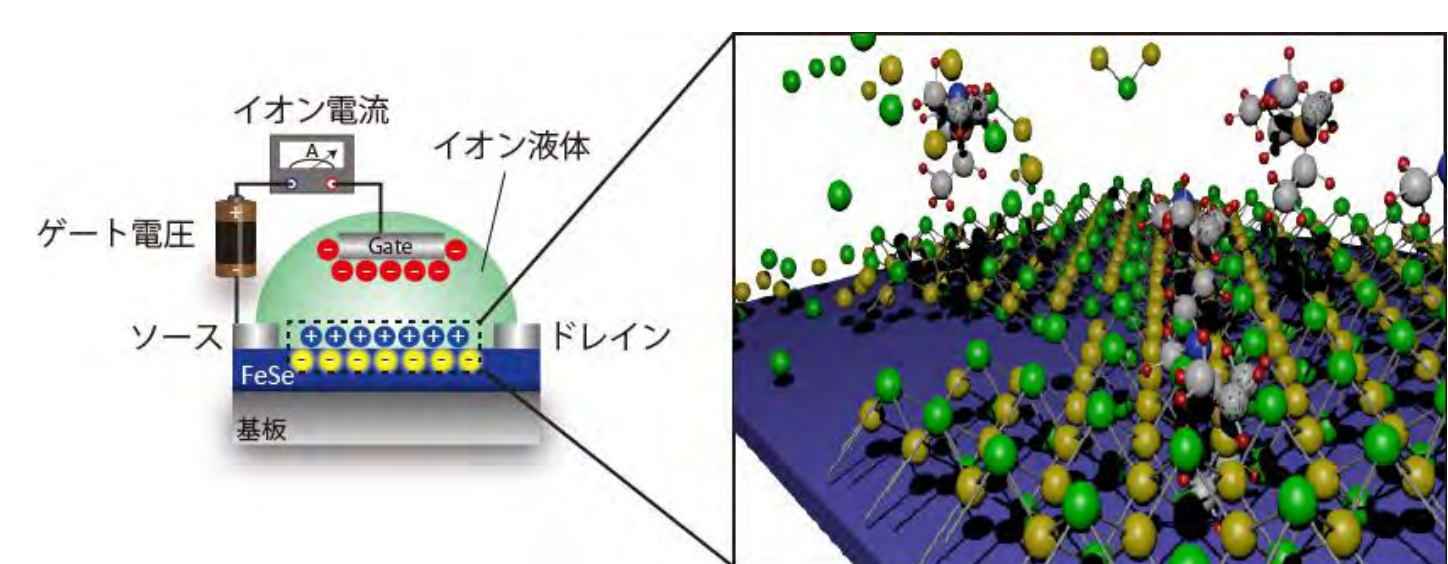
真空を介することで、精密合成が可能  
トンネル磁気抵抗素子や半導体レーザーなど、実用素子の作製にも利用されている技術



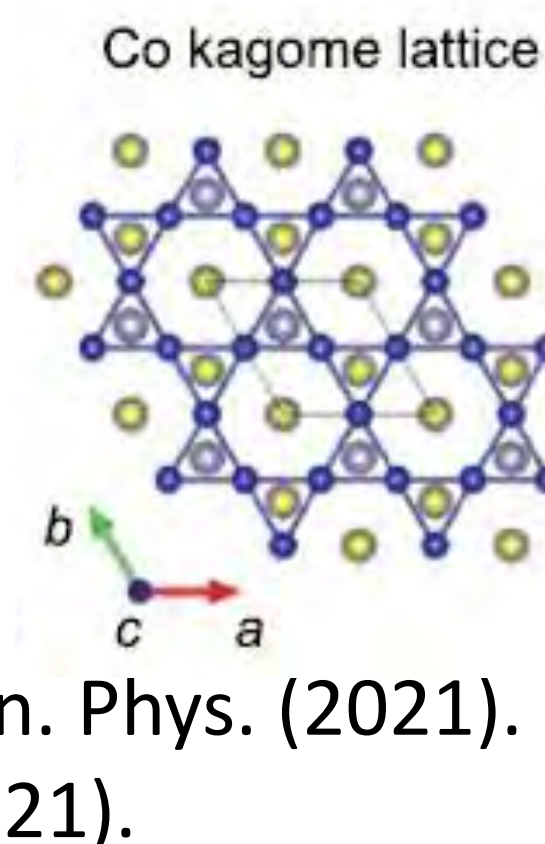
物質科学を理解すると、独創的な新物質や界面を世界に創出できます

### ・単原子層化技術で初めての観測へ

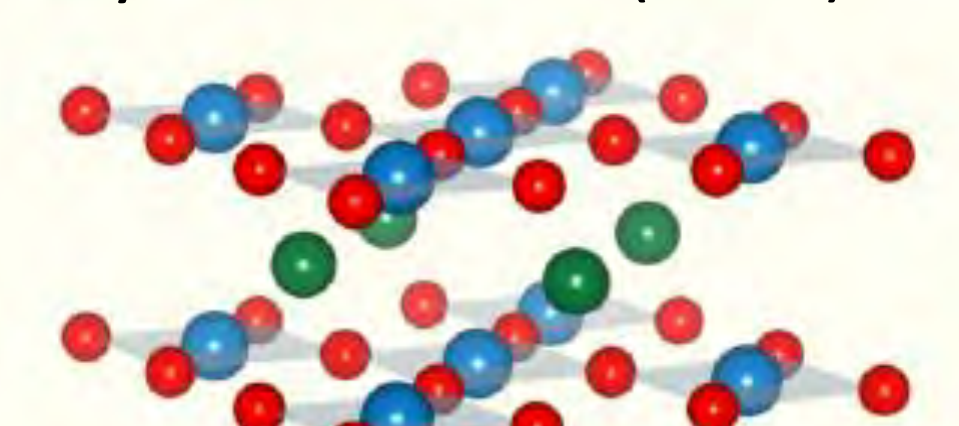
KEYWORDS  
鉄系超伝導、単原子層層高温超伝導  
EDLトランジスタ、巨大熱電変換  
J. Shioyai, AT *et al.*, Nature Phys. (2016).



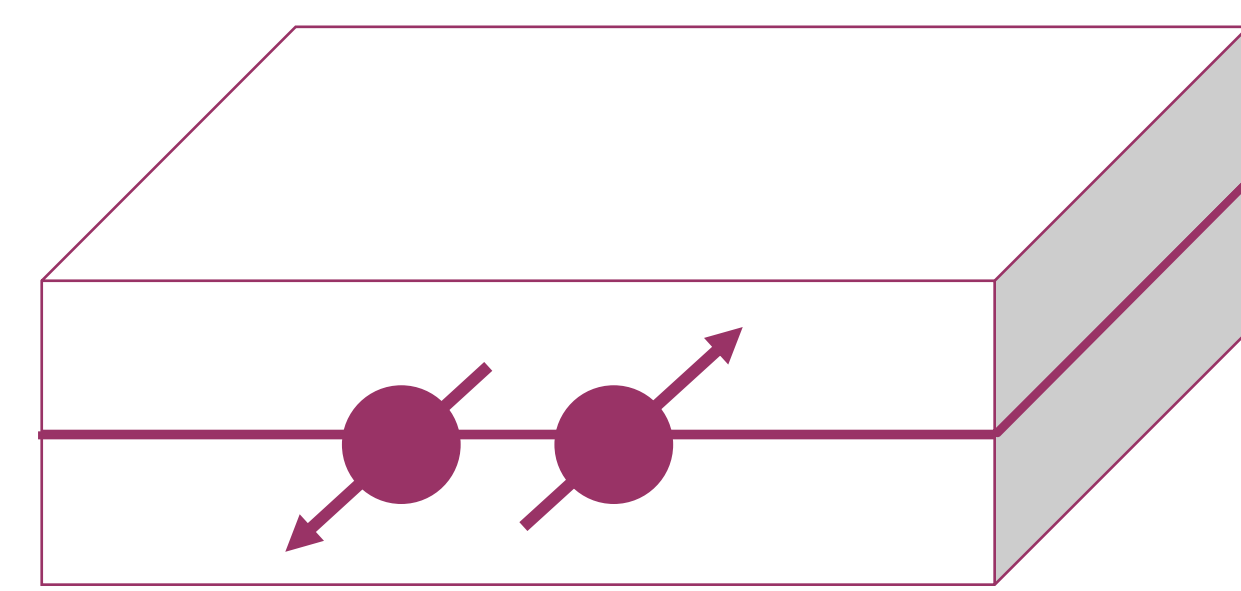
磁性ワイル半金属、世界初薄膜合成  
二次元表面伝導、カゴメ格子、量子化現象  
K. Fujiwara, AT *et al.*, JJAP (2019), Commun. Phys. (2021), Commun. Mater. (2021).



ニッケル酸化物超伝導体  
界面形成、非相反伝導現象  
M. Osada, AT *et al.*, Phys. Rev. Mater. (2023).



## The interface is the device.

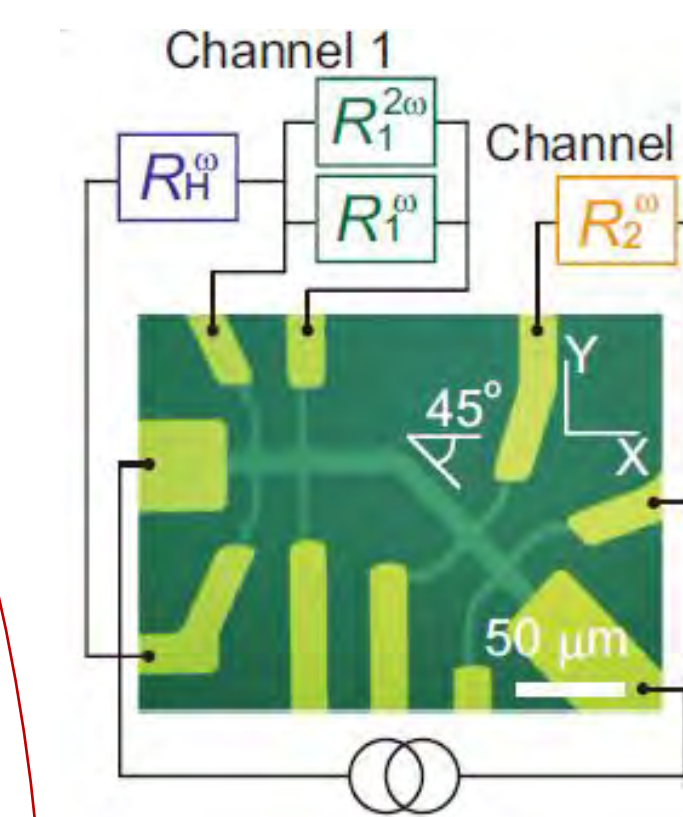


### トポロジカル物性 超伝導・磁性・スピン 半導体・低次元 生成・制御・検出

## 量子相を制御するデバイス物理

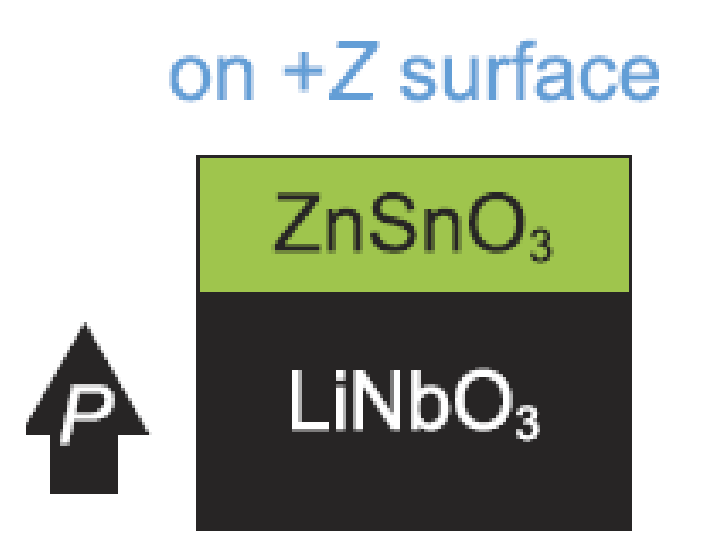
### ・量子相を利用するセンサ、電界素子

トポロジカルな電子状態やトポロジカル物性を新たなデバイスへ利用するための基礎技術と実証

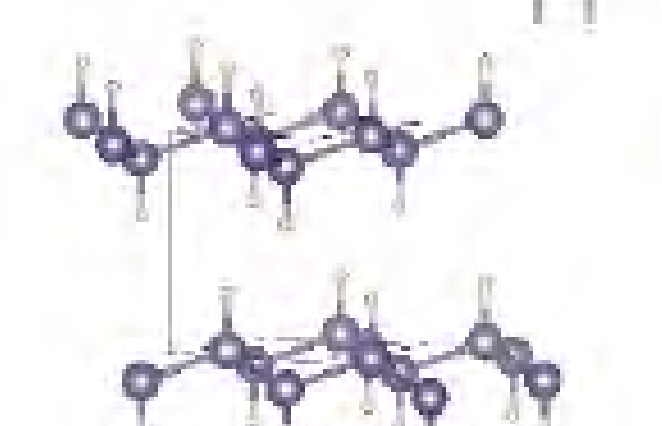


アモルファス磁性体  
3次元磁気センサ  
異常ホール効果  
一方向性磁気抵抗効果  
J. Shioyai, AT *et al.*, Commun. Mater. (2021).

強誘電体界面  
二次元電子系  
H. Minato, AT *et al.*, AIP Adv. (2019).

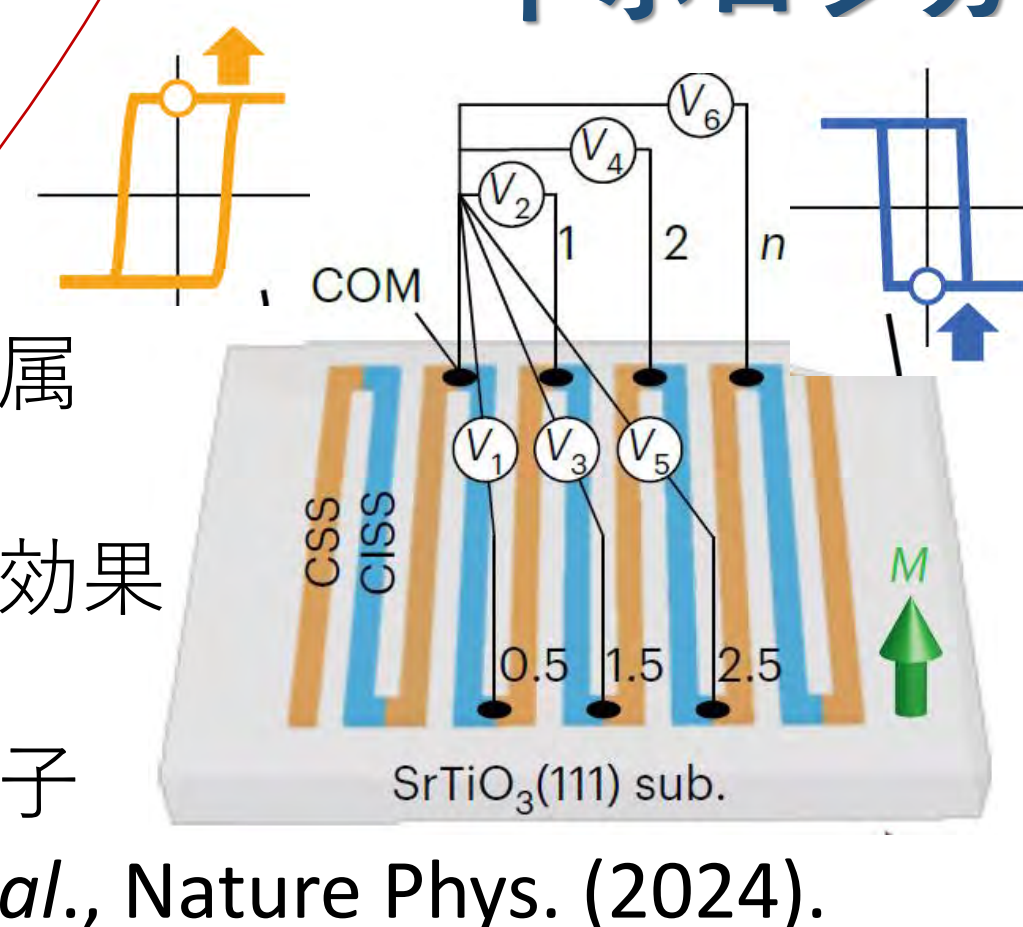


半導体技術に立脚した層状半導体、二次元伝導制御  
線形電子状態の活用



### ・トポロジカル物性のデバイス実証

磁性ワイル半金属  
電子状態制御  
異常ネルンスト効果  
エネルギー変換  
サーモパイル素子  
S. Noguchi, AT *et al.*, Nature Phys. (2024).



スピン流生成  
スピンホール効果  
電流-スピン流変換  
Y.C. Lau, AT *et al.*, PRB (2023).  
T. Seki, AT *et al.*, PRR (2023).

