

前回の講義スライド(公開版)で予告した 演習問題

問1

立方格子において、ミラー指数 $\{hkl\}$ で表される面についてはいくつの等価な面が存在するか？(ただし h 、 k 、 l は互いに異なる、ゼロではない整数である)

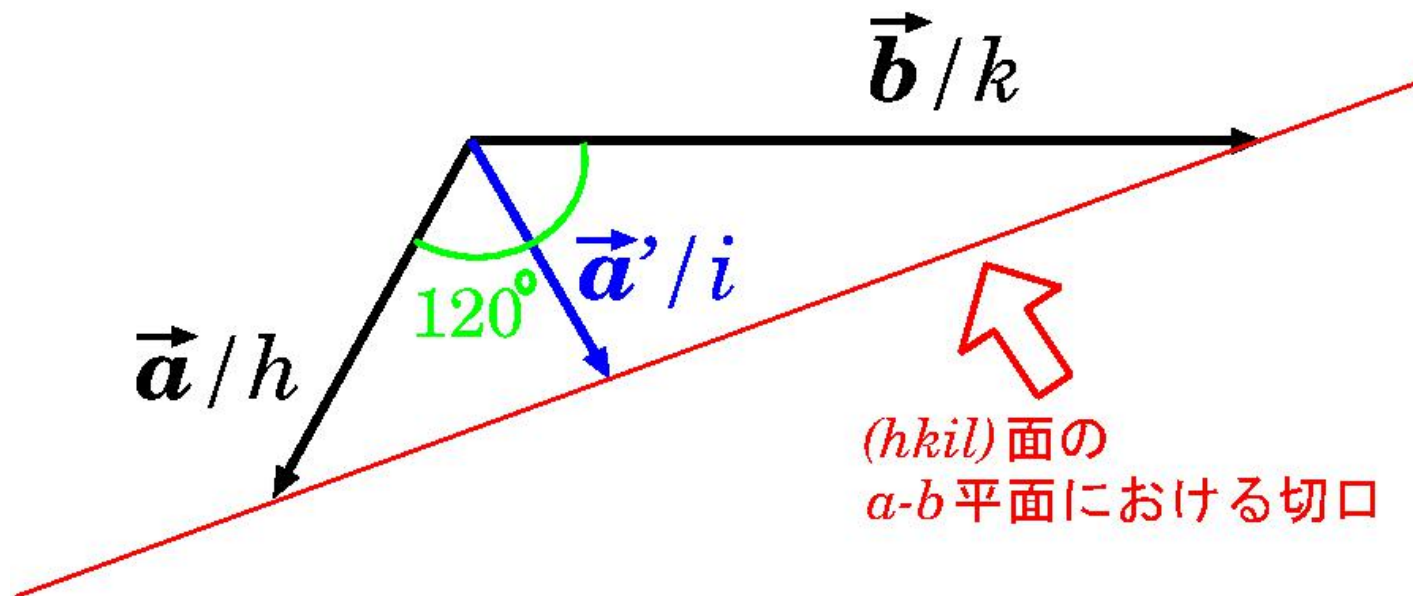
問2

六方晶の (100) 面と等価な面を、ミラー・ブラベー指数 $(hkil)$ で表記せよ。

六方晶の (110) 面と等価な面を、ミラー・ブラベー指数 $(hkil)$ で表記せよ。

(問1・2の解答は略)

問3 六方晶の面のミラー・ブラベー指数において、 $h+k+i=0$ であることを示せ。



hkl 面と xy 平面の交線で考えれば良い。第4の基本ベクトルがこの線を切る点に相当するベクトルは \vec{a}'/i であるが、この点は \vec{a}/h と \vec{b}/k の先端を結んだ線上にある (この線を内分する点である)。よって、 t をある実数とすると、

$$\vec{a}'/i = t\vec{a}/h + (1-t)\vec{b}/k$$

と書くことができる。ここに $\vec{a}' = -(\vec{a} + \vec{b})$ を代入、 \vec{a} と \vec{b} が線形独立であるから、各係数はゼロ。よって

$$\frac{1-t}{k} + \frac{1}{i} = 0 \quad \frac{t}{h} + \frac{1}{i} = 0.$$

これより t を消去して $h+k+i=0$ を得る。

基礎結晶学

1 結晶とは何か (単位胞／単位格子と基本構造)

2 対称性とブラベー格子

3 七つの結晶系、格子定数

4 二次元ブラベー格子

5 格子のスタッキング、典型的な結晶の形

6 ミラー指数その1：結晶における方向の記述

7 ミラー指数その2：六方晶におけるミラー指数

8 面間隔の求め方

1～8は終了

9 格子欠陥 (原子空孔と転位) ・多結晶体

10 X線の発生法・特性X線について

11 ブラッグの条件と面の間隔

12 粉末X線回折による格子定数の求め方

13 (単結晶による解析)

14 ステレオ投影と極点図

15 まとめ

到達目標

- ☆ 結晶を七つの結晶系に分類できる (14のブラベー格子についても理解する)
- ☆ 格子定数の記述ができ、与えられたミラー指数の面について、間隔を計算できる
- ☆ 種々の結晶について、粉末X線回折図に出現するピークの位置が計算できる

金属表面を鏡面研磨



表面を酸で腐食(エッチング)して顕微鏡で観察

多結晶の組織

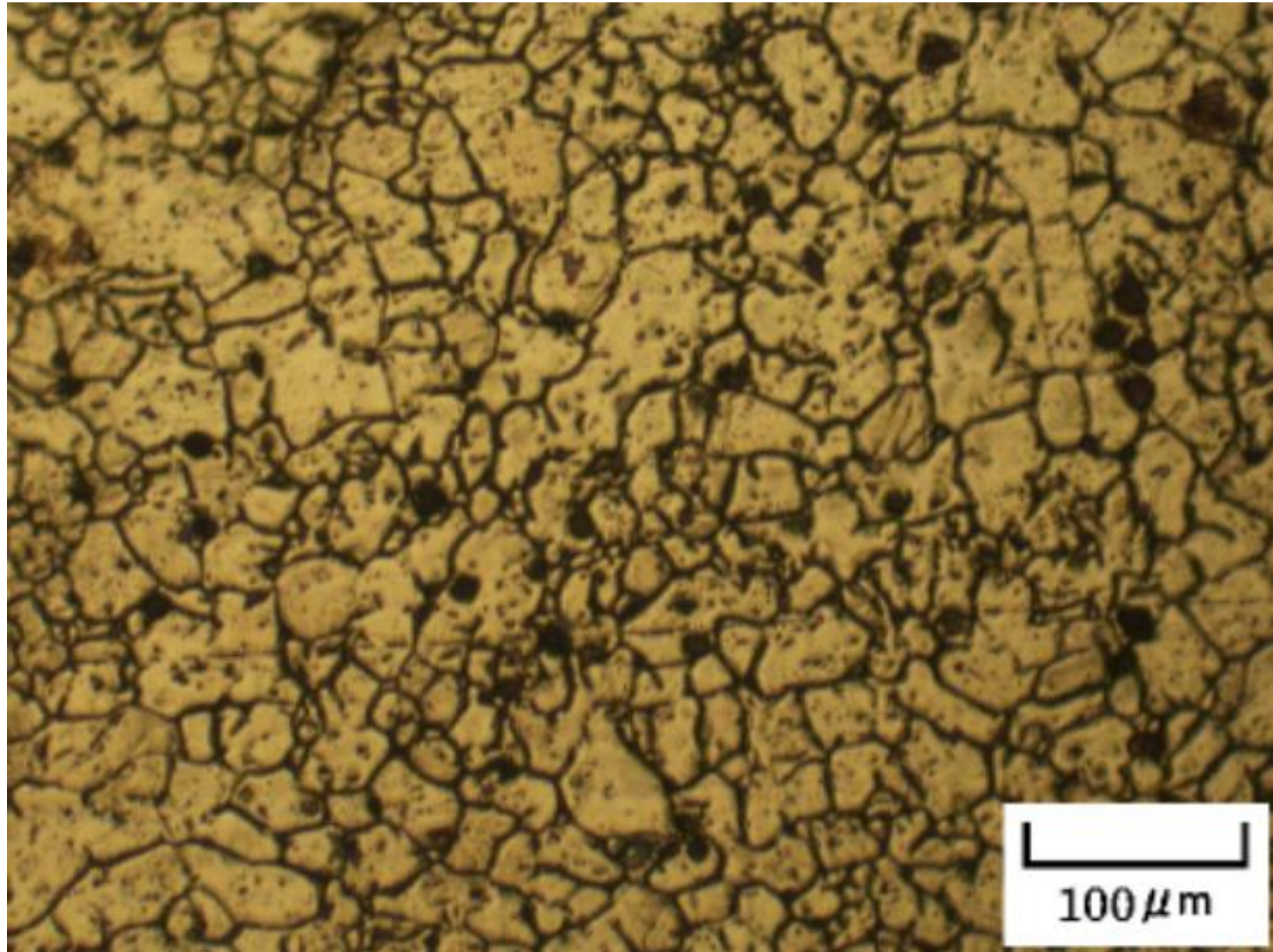


図1 真空中、900°Cで2時間焼きなましを行った鋼の組織

結晶格子欠陥のいろいろ

詳細は3年選択科目「金属材料」(前期)、
「材料組織学」(後期)「材料強度物性」(後期)等で講述されます。

0次元の欠陥=点欠陥 **原子空孔** (Vacancy)
「不純物原子」はここに分類されることもあります。

1次元の欠陥=線欠陥 **転位** (Dislocation)

2次元の欠陥=面欠陥 **積層欠陥**
(Stacking **Fault**)

3次元の欠陥 積層欠陥四面体
(Stacking Fault Tetrahedra)

結晶格子欠陥-(2)

絶対0度でない限り、原子空孔は必ず存在する

原子空孔1個の生成エンタルピーが E_f のとき、

$$C_v = e^{-\frac{E_f}{kT}}$$

転位の無い結晶は頑張れば作れる

Whisker = ひげ結晶 (厳密には1本だけ転位がある)

原子空孔の濃度 C_v を導出

原子空孔 1 個を生成するのに必要なエンタルピー E_f

原子空孔 n 個を生成するのに必要なエンタルピー nE_f

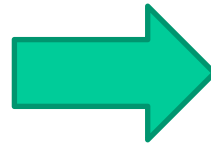
原子 N 個に空孔 n 個を導入した時のエントロピー変化 ΔS

$$\Delta S = k \ln \frac{(N + n)!}{N! \cdot n!}$$

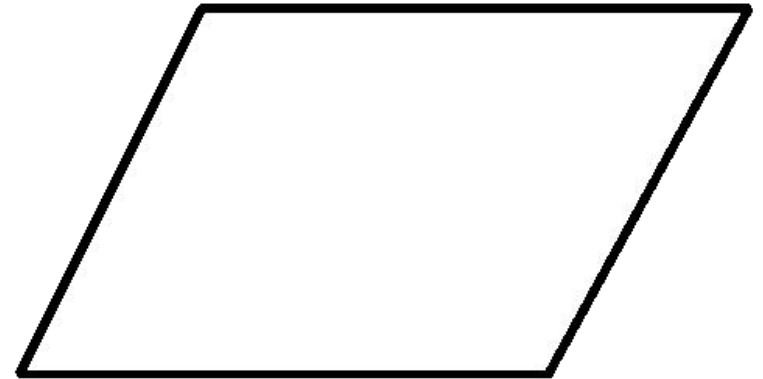
原子 N 個に空孔 n 個を導入した時の

ギブスエネルギーの変化 ΔG は？

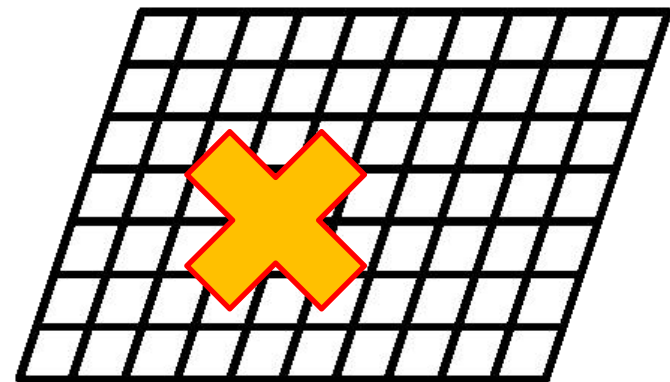
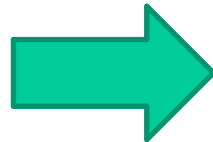
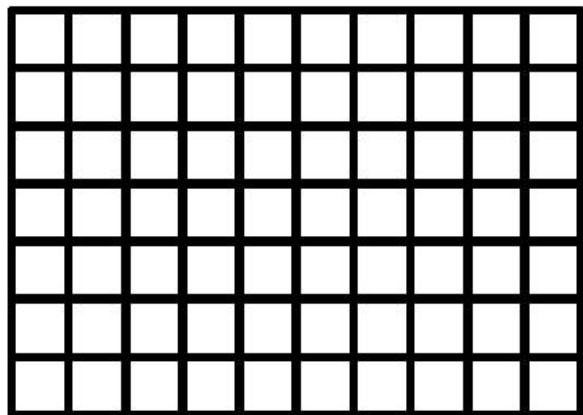
金属の変形機構



剪断応力による変形

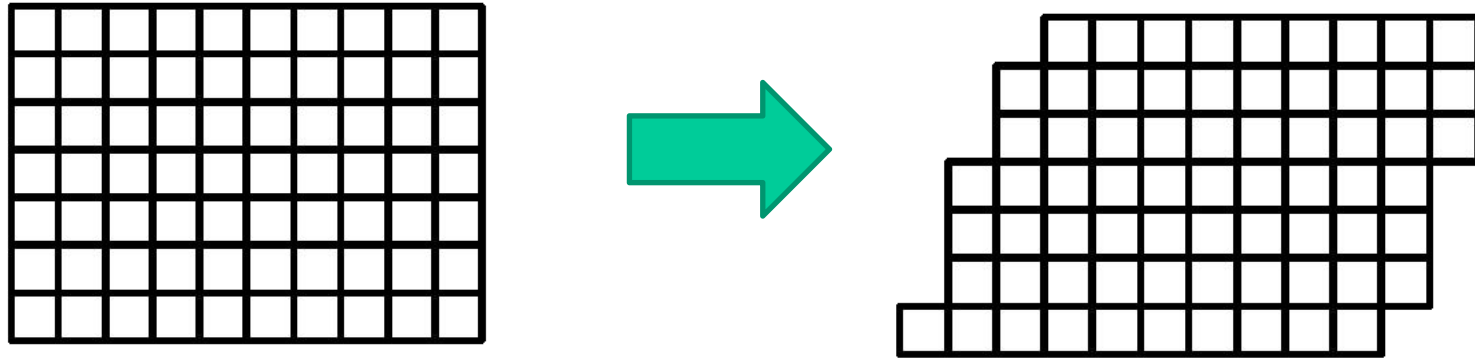


このとき、結晶格子は変形するか？

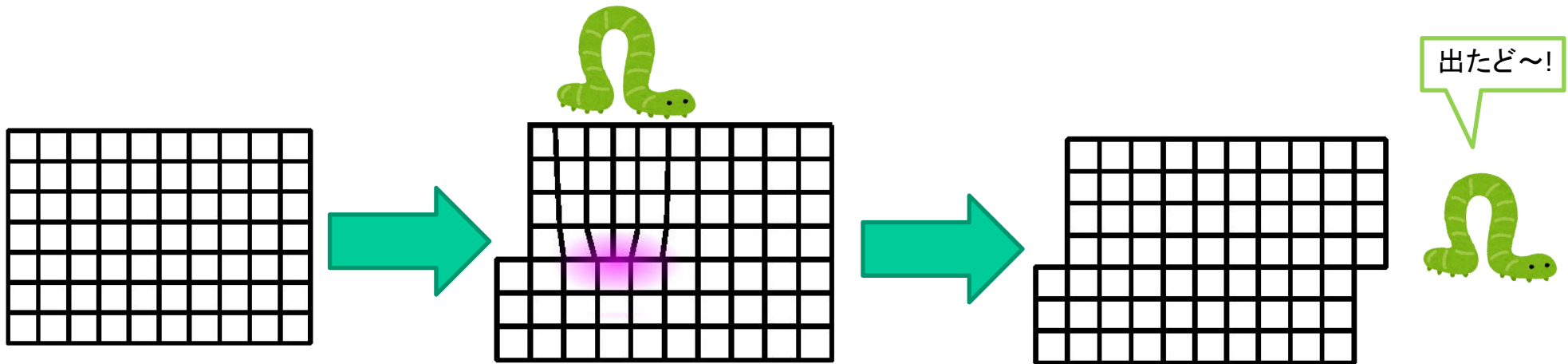


格子は変形しません！

金属の変形は**転位**の運動によって起こる



単位格子の形は変わらない。隣に来る原子がずれるだけ。
この「ずれ」もすべての原子について同時に起こるわけではなく、
絨毯のシワが移動するように変形が進行する



変形途中では、結晶の一部だけが変形し、格子の周期を乱している。
これを**転位(てんい: dislocation)**という。転位には大別して2種類あり、
この図のような物は「刃状転位」という。これとは別に「らせん転位」がある。