「材料物性」講義における反転授業実践紹介

工学部化学応用工学科　森賀俊広

「材料物性」概要

- 工学部化学応用工学科３年生（選択科目）
- 後期水曜日５･６校時
- 目標:　無機材料が示す様々な性質についてその基本を講義し,
  新素材設計のための基礎を修得させる.
  - 1. 半導体･金属などの電気伝導機構の違いについて理解する.
  - 2. 強誘電性･強磁性の発現機構について理解する.
  - 3. 材料の不定比性が物性に及ぼす影響について理解する.
- 講義スタイル:教科書＋板書, pptスライドは使用しない
  講義内容はビデオに録画、moodleにて提供
- 受講者数　履修登録者数80名

「材料物性」平成26年度講義実施内容

回	曜日	事前学習・ビデオコンテンツ内容	講義内容
1	10／1		固体の電気的性質
2	10／8	棒状半導体の電気伝導度と移動度・キャリア密度（演習）	固体の電子構造・真性半導体
3	10／22	価電子帯・伝導帯とフェルミ準位の位置（演習）	不純物半導体
4	10／29		不定比化合物と固溶体
5	11／5	固溶体の表し方（演習）	原子価制御
6	11／12	酸化ニッケルの原子価制御と電子伝導（演習）	固体中の欠損とイオンの拡散
7	11／19		結晶場理論とd電子配置
8	11／26	強・弱配位子場での遷移金属イオンの電子配置（演習）	3d金属酸化物のバンド構造
9	12／3		中間試験
10	12／10		協同現象としての磁性
11	12／17	磁化率の温度依存性と磁性元素の電子配置決定（演習）	スピネル化合物の磁性
12	1／14	強磁性体の磁化曲線と『永久磁石・釘』	固体の誘電的性質
13	1／21	チタン酸バリウム内の原子変位と誘電率（演習）	固体の光学的性質
14	1／28		蛍光体

事前学習・ビデオコンテンツ内容

- 前回の講義内容の理解を促し、次回の講義内容の理解を支援する。（復習型）
- 10/8日分、11/5日分、11/26日分

- 前回の講義内容を更に進めて、新しい内容を講義する。（事前学習型）
- 10/22日分、11/12日分、12/17日分、1/14日分

- ビデオコンテンツは昨年度の講義内容を録画したものを使用。
- 20分ないし25分のビデオを視聴したあと、用意した小テストを解く。
- 更に、講義時に10分ないし15分で同内容の問題を再度解答し（紙ベース）、提出する。

演習問題例

化学系学生は計算が苦手→講義で得た知識を実線で活かせるように演習を行う

2年生で習ったKröger-Vink欠陥表示法→講義で再度時間を割かなくてもビデオで確認

材料物性演習問題 No.2　番号 □□□□□□□□□□　氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

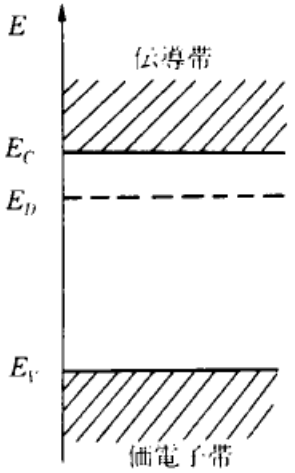
Si に代表される真性半導体は価電子帯の電子が伝導帯に励起され、その結果価電子帯に正孔（電子の抜け殻）、伝導帯に電子が導入されることにより、それらが電気伝導性を担うことになる。

真性半導体の伝導帯中の電子濃度 n、および価電子帯中の正孔濃度 p はそれぞれ①式、②式で表される。

$$n = N_C \times \exp\left[-\frac{(E_C - E_F)}{kT}\right] \cdots ① \qquad p = N_V \times \exp\left[-\frac{(E_F - E_V)}{kT}\right] \cdots ②$$

(1) 真性半導体中では $n=p$ が成立する。①式と②式から E_F を表す式を導け。ただし、E_F はフェルミ準位、E_V は価電子帯の最上部のエネルギー、E_C は伝導帯の最底部のエネルギー、N_C、N_V は比例定数とする。

(2) $N_C = N_V$ とした場合、E_F はどこに位置するか。(1)の結果から導き、30 字程度で説明せよ。



言葉で回答させる問題→表現力を養う

材料物性演習問題 No.5 番号 □□□□□□□□□□　氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

立方晶系に結晶化した不定比性化合物 $Ni_{1-\delta}O$ の欠陥平衡式は、

$$1/2\,O_2(g) \leftrightarrow V_{Ni}'' + O_O^{\times} + 2h^{\cdot}$$

である。ある条件でのこの化合物の格子定数 a は 4.00Å、δ が 1.00×10^{-2}、導電率σが $2.00\times10^{-2}\Omega^{-1}\mathrm{cm}^{-1}$ であった。

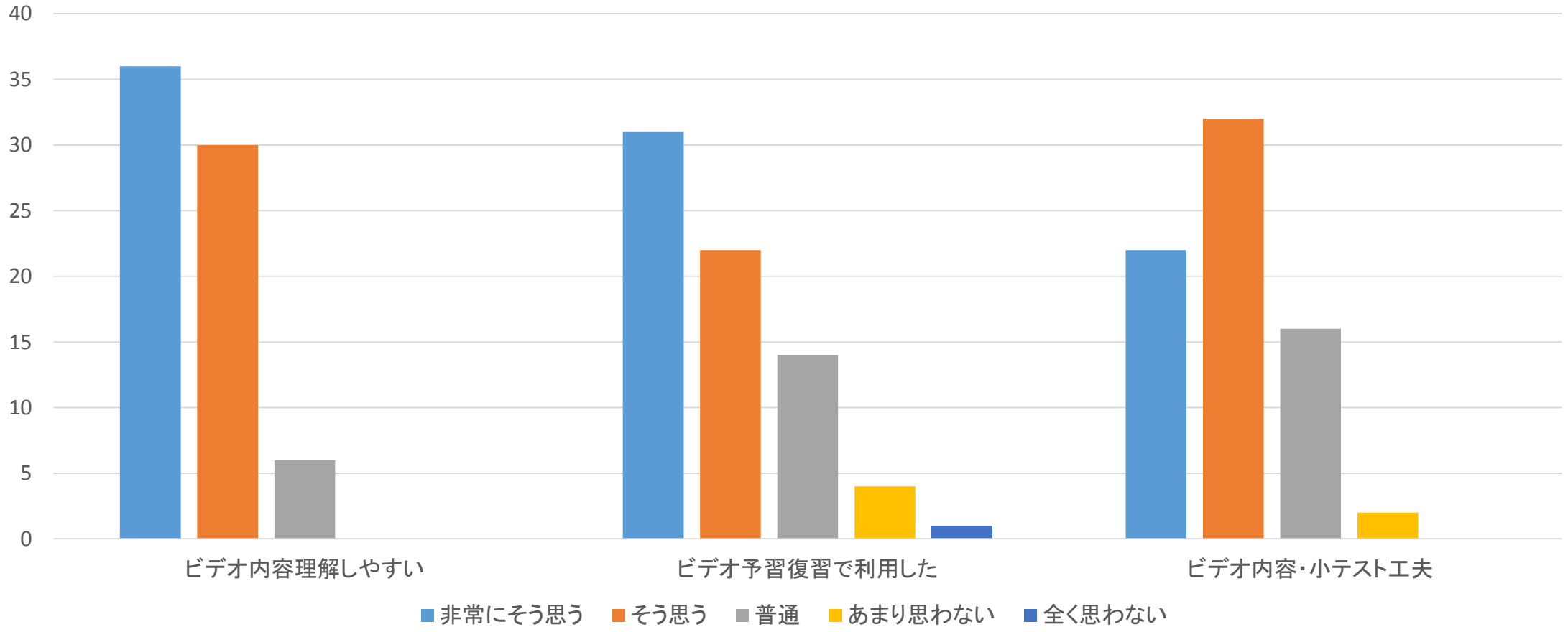
(1) 欠陥平衡式より、この不定比化合物のキャリアは何か。ニッケルの空孔の有効電荷はいくらか。ニッケルの空孔が 1 個できるとそのキャリアは何個生じるか。

(2) この不定比化合物は立方晶系 NaCl 型構造をとる。単位格子中に酸素、ニッケル、ニッケルの空孔はそれぞれ何個分存在することになるか。

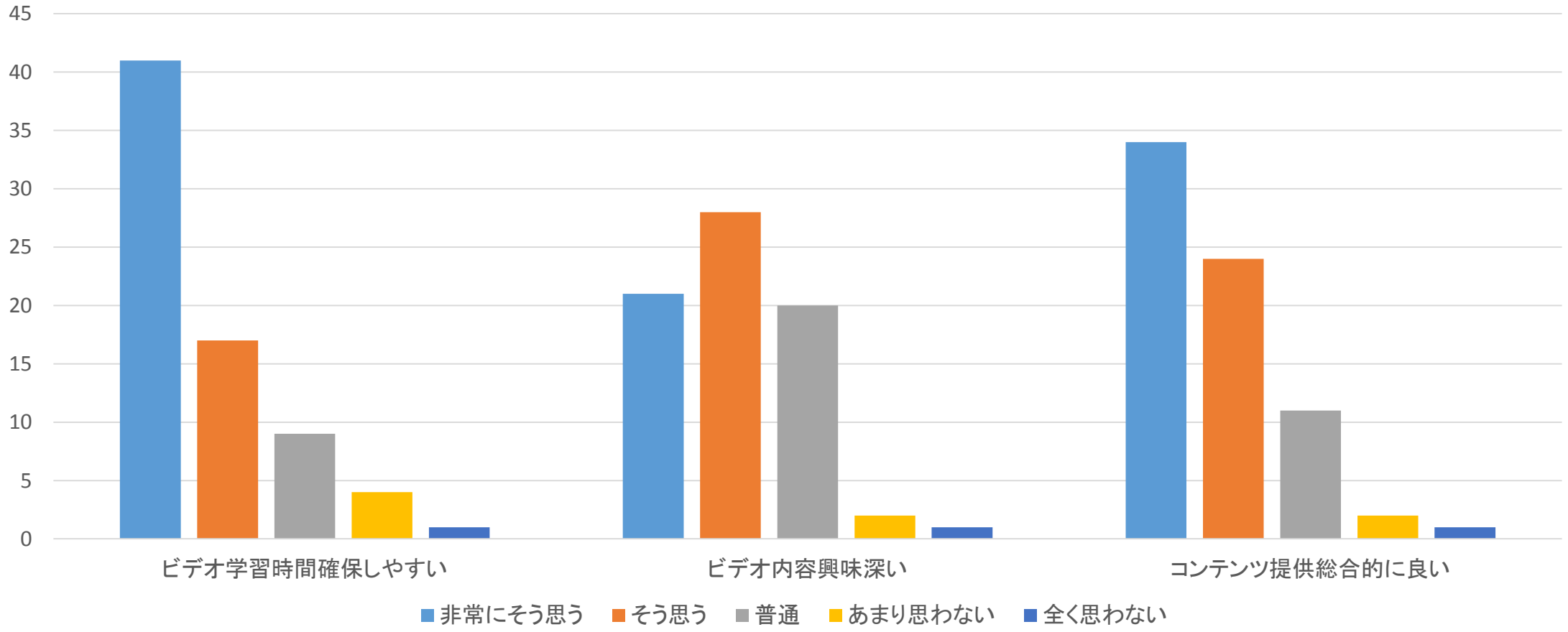
(3) この不定比化合物の単位格子中の正孔濃度[cm^{-3}]を求めよ。但し、1Å=1×10^{-10}m とする。

(4) 電子の電荷 e を 1.6×10^{-19}C として、移動度μ[$\mathrm{cm}^2/\mathrm{Vs}$]を計算せよ。

現時点でのアンケート結果（12/17実施，回答数72）



現時点でのアンケート結果（12/17実施，回答数72）



現時点での感想など

- アンケート結果からわかるように、学生には理解を得ているようだ。特に、内容を1つのトピックスに絞り、学生が時間的に耐えられる20分程度の内容にしたこと、および学生のペースに合わせて（時間配分、繰り返し）ビデオが視聴できることが好評だった。
- 昨年度録画したビデオコンテンツの一部を使用しているので、あまり苦労はない。講義で説明していた内容をビデオコンテンツに回せるので、重要な点はゆっくり、かつ丁寧に講義することができる。
- 如何に学生の興味を途切れさせることなくビデオ視聴を確実に続けさせることができるかが今後の課題である。