

化学Ⅱ

2013年10月～2014年2月

水曜日1時間目121M講義室

第2回 10月9日

イオン結晶, 共有結晶

担当教員: 福井大学大学院工学研究科生物応用化学専攻

教授 前田史郎

E-mail: smaeda@u-fukui.ac.jp

URL: <http://acbio2.acbio.u-fukui.ac.jp/phychem/maeda/kougi>

教科書: 乾ら, 「化学, 物質の構造・性質および反応」

前田は前半を担当し5・6章を解説する

1

化学Ⅰの内容に引き続き, 以下項目を講義し, 第8回目に中間テスト, 第16回目に期末テストを実施する。

担当教員: 前田史郎

第1回 単位格子, 金属結晶

第2回 共有結晶, 分子結晶

第3回 格子欠陥, 半導体

第4回 気体(気体分子運動論, 気体の液化)

第5回 液体, 固体—気体平衡と状態変化

第6回 自由エネルギー, エンタルピーおよびエントロピー

第7回 溶液(非電解質溶液, 電解質溶液)

第8回 中間テスト

担当教員: 久田研次

第9回 化学平衡(1)—平衡状態—

第10回 化学平衡(2)—酸と塩基—

第11回 酸化と還元(1)—可逆電池と可逆電極—

第12回 酸化と還元(2)—電池の起電力と平衡定数—

第13回 化学反応(1)—化学反応の種類—

第14回 化学反応(2)—反応速度と温度—

第15回 化学反応(3)—連鎖反応—

第16回 期末テスト

出席について(一部改正)

前半7回は、出席管理システムを利用しますので、学生証を忘れずに持って来て、授業開始前にカードリーダーに通して下さい。出席管理システムと授業終了前の小テストの両方で出席を確認します。45分～60分の遅刻は2回で1回の欠席とする。60分以上の遅刻は欠席とする。万一、学生証がない場合は、授業当日に教員に申し出て下さい。授業日以降に出席を申告しても認めない。私語などで授業中に注意を受けた場合、2回、4回、6回で最高40点、35点、30点の評価とする。

評価の方法(前半7回分)

評価は、試験(70%)と小テスト(30%)によって行う。小テストは採点する。

評価に占める出席の割合:出席するのが当然である。5回以上欠席すると大学の規定により不可。

○無機化学と同じような気が・・・

トピックスが同じなので、無機化学と同じで当然です。化学Ⅱは1年生の科目です。2年生は2回目で、しかも簡単な説明なので分かって当然です。同じことを2回繰り返したくなければ単位を落とさないで下さい。

○声が小さい。聞こえにくい。マイクを付けてほしい。

○黒板も可能であれば使用してほしいと感じた。

○スライドショーだけだとノートがとりづらくて難しいと思う。

6章は、式の誘導などで板書が多くなると思います。結晶構造をフリーハンドで板書するのは時間がもったいない。黒板に書かれた文字や図をノートに写しても勉強にはなりません。予習復習のときに、自分でノートを作るときに身に付きます。授業は勉強するきっかけを与えるものです。

○5.2単位格子のあたりが少し分からなかった。

この教科書の記述では分かりづらくて当然だと思います。

○プリントに載っていないスライドは映してある時間をもう少し長く取ってほしい。

○中間テストや期末テストは何か持ち込み可はありますか？

中間テストは持ち込みなし。期末テストは担当教員に聞いて下さい。

○充填率が等しいのに異なる2つの最密構造ができるのはどうしてか。

○ABABCABABC・・・のような繰り返しの構造となることは絶対にはないのですか。

○元素ごとに六方最密充填と立方最密充填をとるものにわかれているのはどうしてですか。

金属結晶の研究者ではないので詳細は分かりません。専門分野の分子構造解析でも理由の分からないことがたくさんあります。

○六方最密充填と立方最密充填の違いの説明がよくわかりませんでした。

○結晶構造の話がよく理解しにくかった。

かなり詳しく説明しました。この説明で分からなければ、理解するのは難しいでしょう。

○立方最密充填構造と面心立方格子との関係が分かりにくかった。模型など、立体的に見れたら良かったように思います。

○模型を使った方がイメージしやすいです。

専門の分子構造解析でも分子模型を使います。興味のある人は購入すると良いと思います。私は、3回生の頃に分子模型を買いました。

○原子網目間というのがどこの部分であるのか分からなかった。

○なんか立方最密充填の方が六方よりスカスカな気がしてしまう。

ABAとABCの積み方で違うのは、3段目のAとCですが、AとCの並び方は同じであり、平行移動すればぴったり重なります。

○回転軸の話は、軸で回して 360° 回す前に元と同じ形ができたらいってことですか？

はい。ある軸の回りに $(360/n)^\circ$ 回して、元と同じになれば、 n 回回転軸と言います。

○一番後ろがうるさい(多数)

注意して見るようにします。私語をしている人には注意を与えて、その回数で評価を下げます。他にも私語をしているのに、なぜ自分だけが注意されるのかといった、駐車禁止を取り締まられた大阪のおばちゃんのような言い訳は聞きません。

○進むスピードが速くてよく分かりませんでした。

○これ以上授業スピードがあがらないように気を配って下さると有り難い。専門科目はもっとスピードが速いと思います。

○単位胞と単位格子のちがいがいまいち分かりません。同じです。

○体心立方格子のところで、Feが 911° より高くなると別の格子に変わるのですか？

教科書のどこに書いてあるのでしょうか？ 個々の物質の相変化を議論し出すと時間が足りません。鉄や、鉄にクロムやニッケルを加えたステンレス鋼、鉄にケイ素を加えた電磁鋼などは、それだけで分厚い専門書が出来ます。鉄鋼技術者に聞いて下さい。

○結晶性と非結晶性の違いがよく分からなかった。

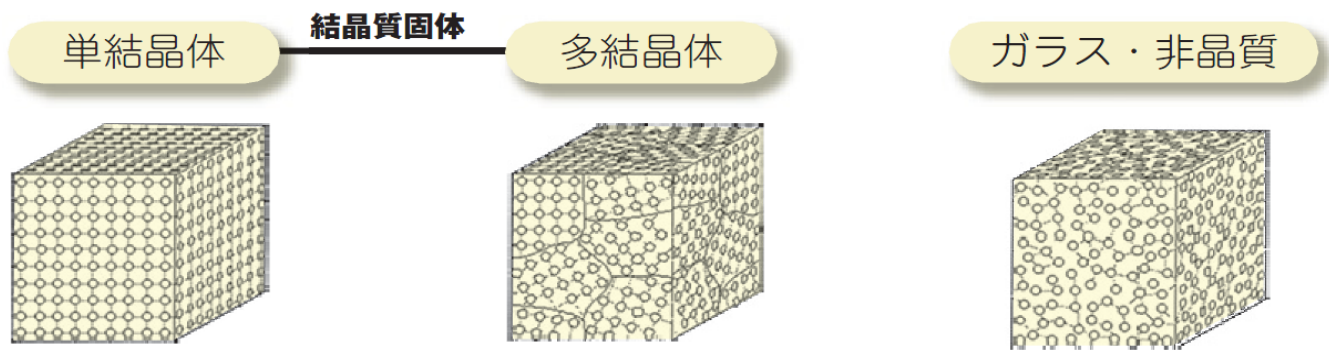
○どこが重要な部分なのかを教えてほしかった。

無機化学の授業では3回くらいに分けて説明する分量を1回で済ませるので、どこも重要な部分です。

○人工水晶はなぜ左水晶なのですか？ 面心単位胞と、面心立方格子は同じものですか？

人工水晶は一般に右水晶だと説明しました。面心単位胞の3つの辺の長さは等しいとは限りませんし、3つの角度も 90° とは限りません。立方格子では、3辺の長さが等しく、角度も全部 90° です。

結晶と非晶性固体



●「**ガラス・非晶質(アモルファス)**」: 原子の並びが, 周期性や広い範囲での規則性をもたない固体.

●「**結晶質固体**」: 原子が, 広い範囲を規則正しく一定の周期で配列している固体. 単結晶体と多結晶体があります.

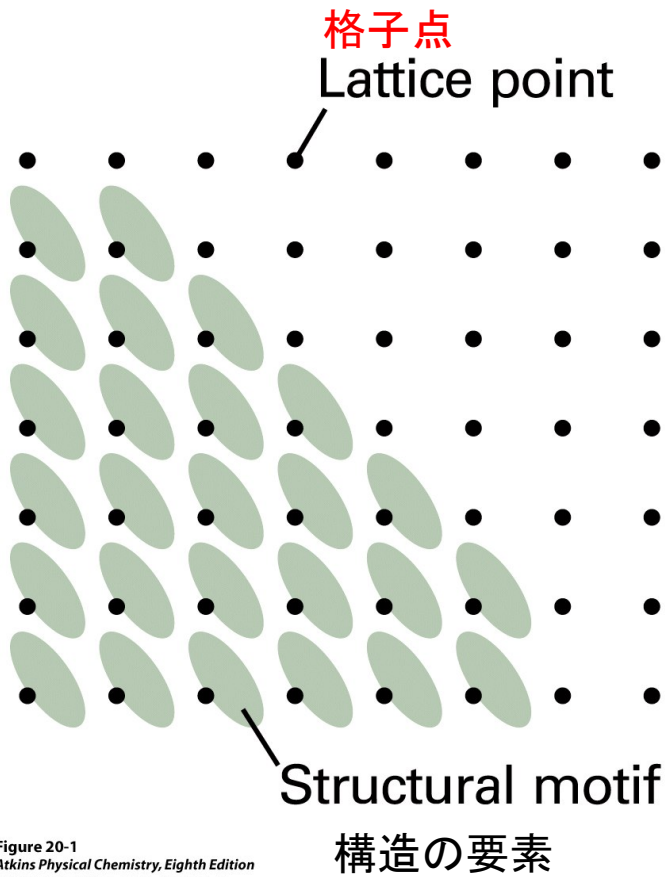
単結晶体: 端から端まで, 構成原子が規則正しく並んでいる固体.

多結晶体: 細かい単結晶の粒が集まってできている固体. 粉体を焼き固めることによってできる多結晶体は, 特に「**焼結体**」と呼ばれる(セラミックス).

5.2 単位胞(格子)

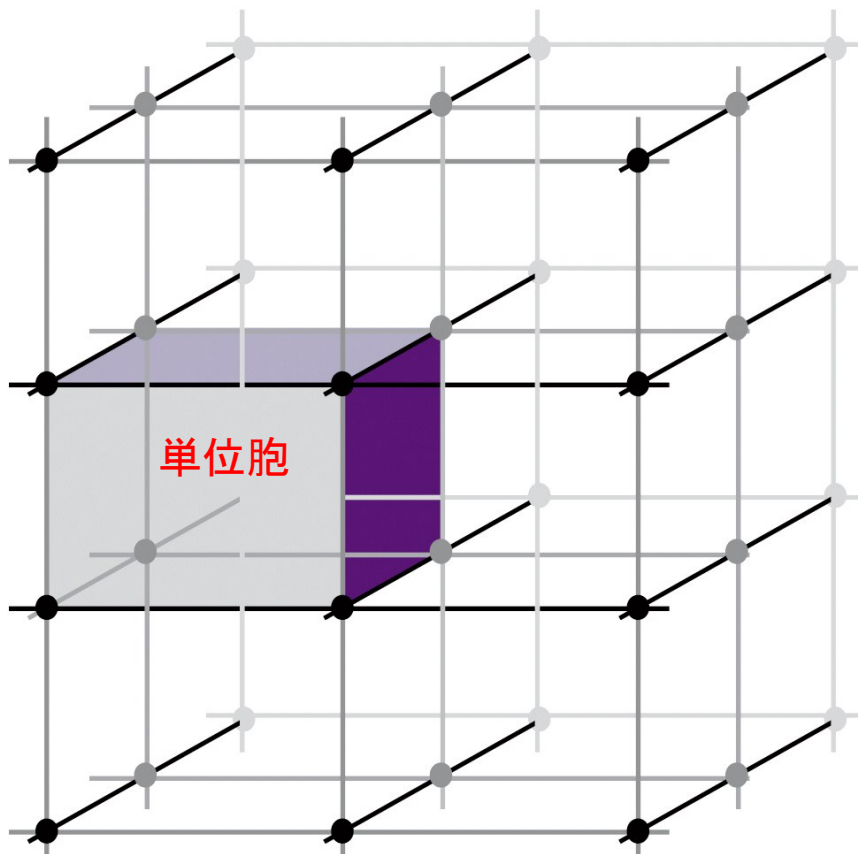
格子と単位胞 (unit cell; 単位格子)

結晶は規則的に繰り返す“構造の要素”からできていて, この構造の要素は原子であったり, 分子であったり, 原子, 分子, あるいはイオンの集団であったりする. **空間格子は, これらの図形的位置を表す点で構成される図形である.** 空間格子は, 結晶構造を調べるための抽象的な骨組みである. 空間格子は点が三次元的に無限に配列したものであり, これらの点はそれぞれ隣接する点によって全く同じ仕方で囲まれていて, 結晶の基本構造を決めている.



各格子点は、構造の要素(たとえば、分子あるいは分子の集合)を指定する。結晶構造は格子点が並んだものである。

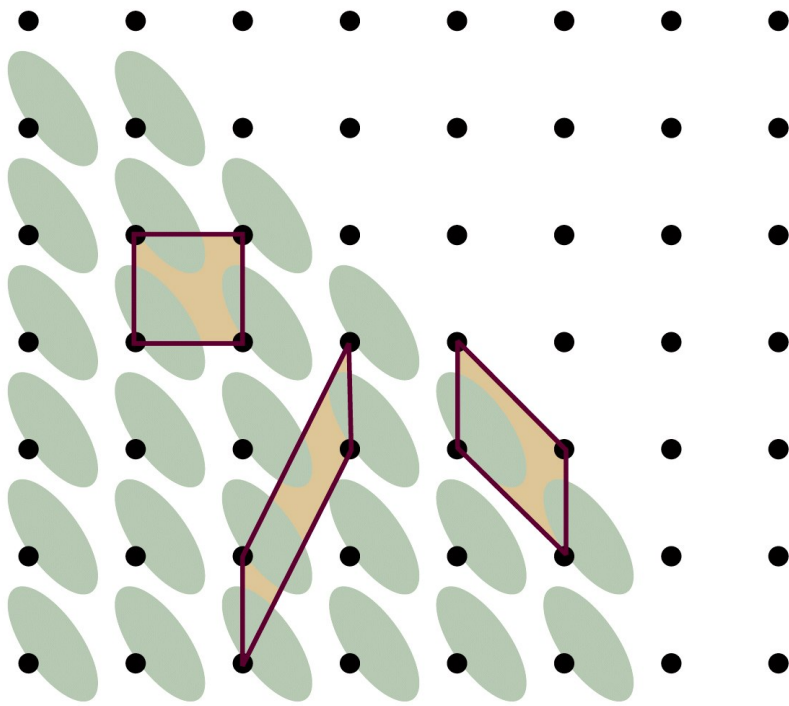
Figure 20-1
Atkins Physical Chemistry, Eighth Edition
© 2006 Peter Atkins and Julio de Paula



復習

単位胞は平行四辺形の形をしていて(直角である必要はない), それから並進だけを使って結晶構造全体を作り上げることができる。

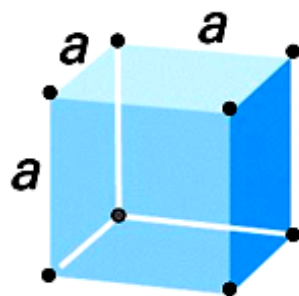
Figure 20-2
Atkins Physical Chemistry, Eighth Edition
© 2006 Peter Atkins and Julio de Paula



単位胞は、ここに示したようにいろいろな仕方を選ぶ。格子のすべての対称を表す単位胞を選ぶ約束になっている。この図の直角格子では、直角の単位胞を採用するのが普通である。

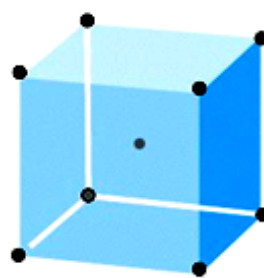
Figure 20-3
Atkins Physical Chemistry, Eighth Edition
© 2006 Peter Atkins and Julio de Paula

単位胞は仮想的な平行六面体(平行な面からなる図形)であって、並進によって繰り返される図形の一単位を含む。単位胞は、(壁を構成するレンガのような)基本的な単位であって、これから並進の変位だけによって結晶全体が形成されるものと考えることができる。単位胞は、ふつつ隣り合う格子点を直線で結んでつくる。このような単位胞を**単純単位胞**という。場合によっては、中心に格子点がある(**体心単位胞**)、または二つの相対する面上にも格子点がある(**面心単位胞**)。



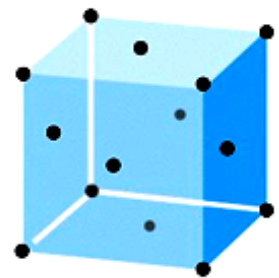
Cubic P

単純単位胞(P)



Cubic I

体心単位胞(I)



Cubic F

面心単位胞(F)

ブラベ格子

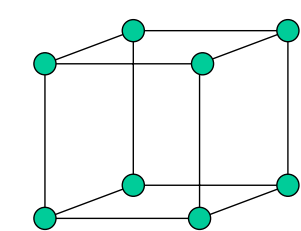
三次元では、7つの結晶系と4つの単位胞の組み合わせによる異なる空間格子は14個(ブラベ格子)しかない。

単純単位胞(P)は頂点にだけ格子点を持つ。

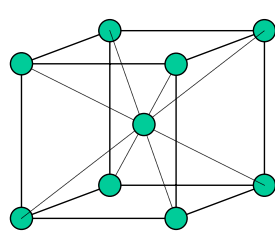
体心単位胞(I)は、その中心にも格子点を持つ。

面心単位胞(F)は、頂点と六つの面の中心に格子点を持つ。

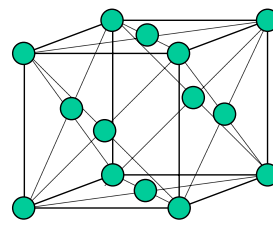
底面心単位胞(A, BまたはC)は頂点と二つの相対する面の中心に格子点を持つ。



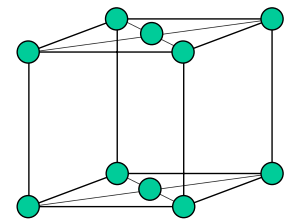
単純単位胞



体心単位胞



面心単位胞

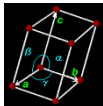
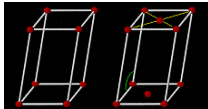
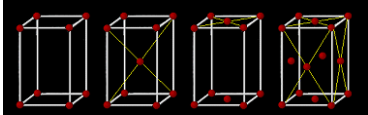
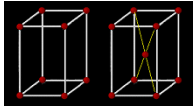
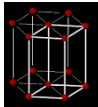

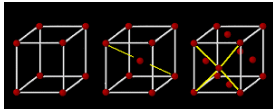


底面心単位胞

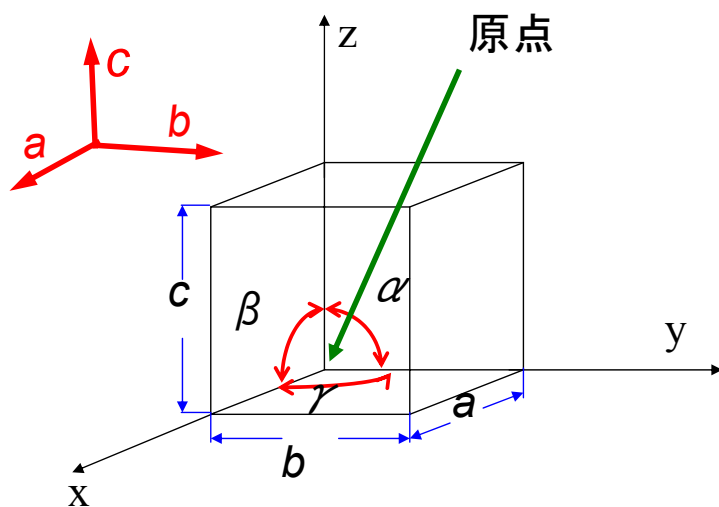
7晶系と14種類のブラベ格子

| 晶系 | 単位胞 | 対称 | 格子定数と角度 |
|------|------------|-----------|--|
| 立方晶系 | P, I, F | C_3 軸4本 | $a=b=c, \alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ |
| 正方晶系 | P, I | C_4 軸1本 | $a=b \neq c, \alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ |
| 斜方晶系 | P, C, I, F | C_2 軸3本 | $a \neq b \neq c, \alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ |
| 単斜晶系 | P, C | C_2 軸1本 | $a \neq b \neq c, \alpha=\gamma=90^\circ, \beta \neq 90^\circ$ |
| 三斜晶系 | P | なし | $a \neq b \neq c, \alpha \neq \gamma \neq \beta \neq 90^\circ$ |
| 六方晶系 | P | C_6 軸1本 | $a=b \neq c, \alpha=\beta=90^\circ, \gamma=120^\circ$ |
| 三方晶系 | P(R) | C_3 軸1本 | $a=b=c, \alpha=\beta=\gamma \neq 90^\circ$ |

P: 単純胞
 I: 体心胞
 F: 面心胞
 C: 底心胞

| 結晶系 | 格子軸の特徴 | 対称性 (右図の左から順に) | ブラベ格子 |
|---|---|--------------------------|---|
| 三斜晶系 Triclinic | $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma$ 単純 | 単純胞 |  |
| 単斜晶系 Monoclinic | $a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ$ $\beta \neq 90^\circ$ 単純+底心 | 単純胞 底心胞 |  |
| 斜方晶系 Orthorhombic | $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ 単純+底心 +面心+体心 | 単純胞 体心胞 底心胞 面心胞 |  |
| 正方晶系 Tetragonal | $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ 単純+体心 | 単純胞 体心胞 |  |
| 六方晶系 Hexagonal | $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$ 単純 | 単純胞 |  |
| 三方晶系 (菱面体晶系) Rhombohedral (Trigonal) | $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma < 120^\circ \neq 90^\circ$ 単純 | 単純胞子 |  |
| 立方晶系 Cubic | $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ 単純+体心+面心 | 単純胞 体心胞 面心胞 |  |

単位胞：
3つの長さ(a, b, c)と
3つの角度(α, β, γ)で規定される



- $a = b = c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ \Rightarrow$ 立方晶
- $a \neq b = c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ \Rightarrow$ 正方晶
- $a \neq b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ \Rightarrow$ 斜方晶

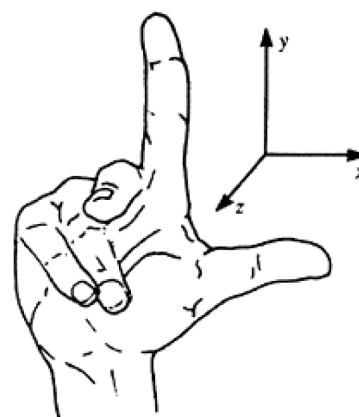


FIGURE 1.28 The right-handed rule for labelling axes.

通常、右手系座標を用いる

SOLID STATE CHEMISTRY, L. E. Smart and E. A. Moore, CRC Press, 2005.

金属結晶

ほとんどの金属元素は、結晶化して三つの単純な形のうちの一つになり、そのうちの二つは、剛体球ができるだけ最密な並列になるように充填するという観点から説明できる。

(a) 最密充填

- (1) 立方最密充填 (ccp : cubic close-packed)
- (2) 六方最密充填 (hcp : hexagonal close-packed)

(b) 充填率の低い構造

- (3) 体心立方 (bcc : body centered packed)

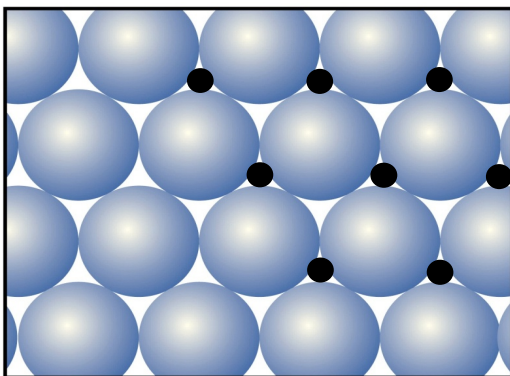


Figure 20-32
Atkins Physical Chemistry, Eighth Edition
© 2006 Peter Atkins and Julio de Paula

最密充填球第1層A

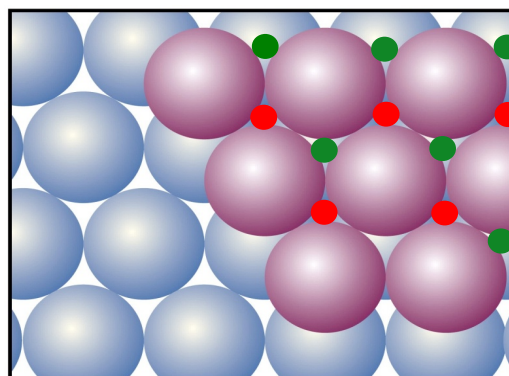
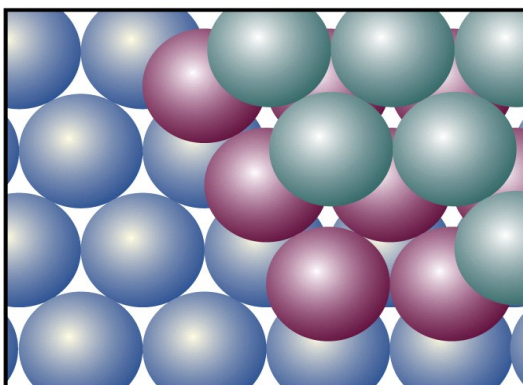


Figure 20-33
Atkins Physical Chemistry, Eighth Edition
© 2006 Peter Atkins and Julio de Paula

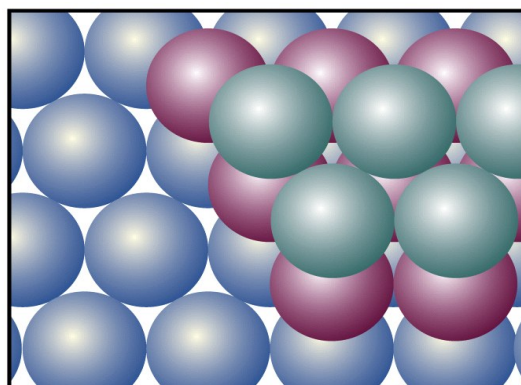
最密充填球第2層AB

復習

3層目は
●と
●の上に乗る2
通りがある。
●の下には
球がある。
●の下は隙間。

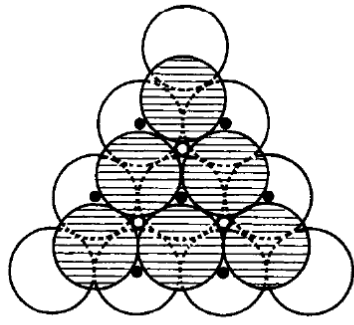


(a) 最密充填球第3層ABA

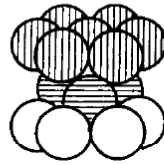


(b) 最密充填球第3層ABC

Figure 20-34
Atkins Physical Chemistry, Eighth Edition
© 2006 Peter Atkins and Julio de Paula

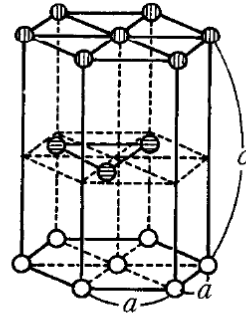


(a)
2段目までは同じ

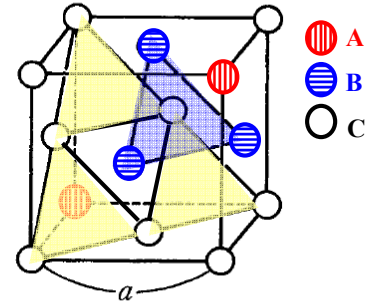
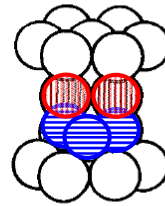
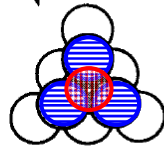


(b) 六方最密充填(3段目が●の上に来た場合) (A,B,A,B,...)
(3段目の位置は1段目の真上である)

どちらの場合も充填率74.1%



- C ○ : 1段目
- B ● (horizontal lines) : 2段目
- A ● (vertical lines) : 3段目

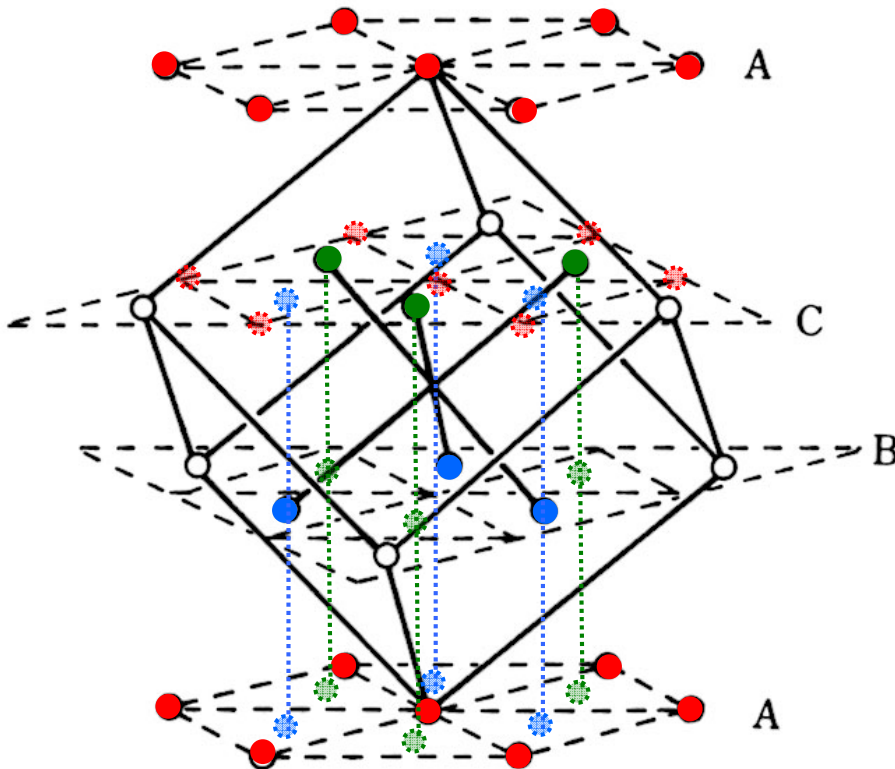


(c) 立方最密充填(3段目が○の上に来た場合)

六方最密充填(b)と立方最密充填(c)

(A,B,C,A,B,C,...)

(3段目の真下には原子がない)



A層の●と●の位置に2段目と、3段目の原子を積むと、ABCABC...の繰り返しである立方最密充填となる。

六方最密充填では、3段目の原子をA層の●と同じ●の位置に置くのでABAB...の繰り返しとなる。

立方最密充填構造と面心立方格子

5.3 イオン結晶

原子の中には、イオン化エネルギーが小さく、容易にイオン化する傾向を持ち、電子を1つ放出して陽イオンになりやすいものと、電子親和力が大きく、電子を受け入れて陰イオンになりやすいものがある。これら陽イオンと陰イオンの間の静電力により形成される結合をイオン結合という。イオン結晶の結晶格子において、反対符号のイオンに囲まれている数を**配位数**という。

○イオン結合の例: NaCl

Naのイオン化エネルギー(表3・1, p29)は496kJmol⁻¹と小さい。一方、Clの電子親和力(表3・3, p31)は348kJmol⁻¹と大きい。したがって、NaはNa⁺に、ClはCl⁻になりやすい傾向をもち、両者がクーロン引力で結合を作ってNaClとなる。

周期表の左側の元素はプラスイオンになる傾向がある。例えば、Na⁺。

【附表】

典型非金属 典型金属 遷移金属

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| 1 | 1 H 1.01 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He 4.00 |
| 2 | 3 Li 6.94 | 4 Be 9.01 | | | | | | | | | | | 5 B 10.81 | 6 C 12.01 | 7 N 14.01 | 8 O 16.00 | 9 F 19.00 | 10 Ne 20.18 |
| 3 | 11 Na 23.00 | 12 Mg 24.31 | | | | | | | | | | | 13 Al 26.98 | 14 Si 28.09 | 15 P 30.97 | 16 S 32.07 | 17 Cl 35.45 | 18 Ar 39.95 |
| 4 | 19 K 39.10 | 20 Ca 40.08 | 21 Sc 44.96 | 22 Ti 47.89 | 23 V 50.94 | 24 Cr 52.00 | 25 Mn 54.94 | 26 Fe 55.85 | 27 Co 58.93 | 28 Ni 58.69 | 29 Cu 63.55 | 30 Zn 65.39 | 31 Ga 69.72 | 32 Ge 72.61 | 33 As 74.92 | 34 Se 78.96 | 35 Br 79.90 | 36 Kr 83.80 |
| 5 | 37 Rb 85.48 | 38 Sr 87.62 | 39 Y 88.91 | 40 Zr 91.22 | 41 Nb 92.91 | 42 Mo 95.94 | 43 Tc [99] | 44 Ru 101.07 | 45 Rh 102.91 | 46 Pd 106.42 | 47 Ag 107.87 | 48 Cd 112.41 | 49 In 114.82 | 50 Sn 118.71 | 51 Sb 121.76 | 52 Te 127.60 | 53 I 126.90 | 54 Xe 131.29 |
| 6 | 55 Cs 132.91 | 56 Ba 137.33 | 57~71 * | 72 Hf 178.49 | 73 Ta 180.95 | 74 W 183.84 | 75 Re 186.21 | 76 Os [223] | 77 Ir [223] | 78 Pt [223] | 79 Au [223] | 80 Hg [223] | 81 Tl [223] | 82 Pb [223] | 83 Bi [223] | 84 Po [223] | 85 At [223] | 86 Rn [223] |
| 7 | 87 Fr [223] | 88 Ra [226] | 89~103 ** | 104 Unq [261] | 105 Unp [262] | 106 Unh [263] | 107 Uns [262] | | | | | | | | | | | |

中央にある炭素はイオンにならない。

周期表の右側の元素はマイナスイオンになる傾向がある。例えば、Cl⁻。

両端の元素同士はイオン性化合物
Na⁺Cl⁻

ポーリングによる電気陰性度(表3・6, p40)と結合の部分的イオン性

電気陰性度がそれぞれ χ_A , χ_B である原子AとB, その間にできている一重結合のイオン性の量に関する近似式として次のような式を使うことができる。

$$\text{イオン性の量} = 1 - e^{-\frac{1}{4}(\chi_A - \chi_B)^2}$$

表 3-7 電気陰性度の差と一重結合の部分的イオン性との関係

| $\chi_A - \chi_B$ | イオン性の量 | $\chi_A - \chi_B$ | イオン性の量 |
|-------------------|---------|-------------------|----------|
| 0.2 | 1 パーセント | 1.8 | 55 パーセント |
| .4 | 4 | 2.0 | 63 |
| .6 | 9 | 2.2 | 70 |
| .8 | 15 | 2.4 | 76 |
| 1.0 | 22 | 2.6 | 82 |
| 1.2 | 30 | 2.8 | 86 |
| 1.4 | 39 | 3.0 | 89 |
| 1.6 | 47 | 3.2 | 92 |

3章では, 双極子モーメントから, 結合のイオン性を評価した(p38)。

ライナス・ポーリング
化学結合論入門
小泉正夫訳
共立出版(1968)

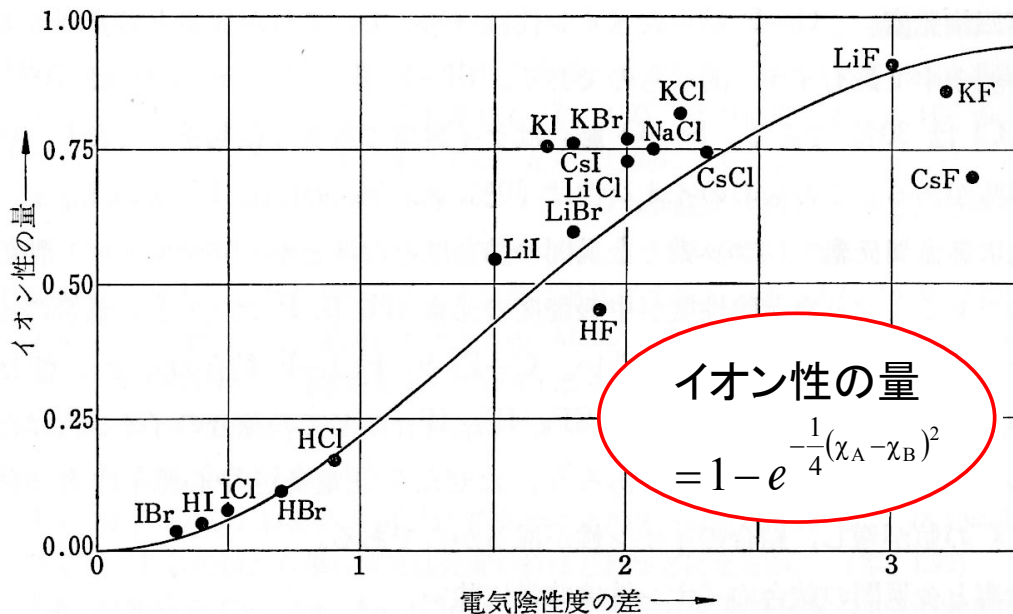
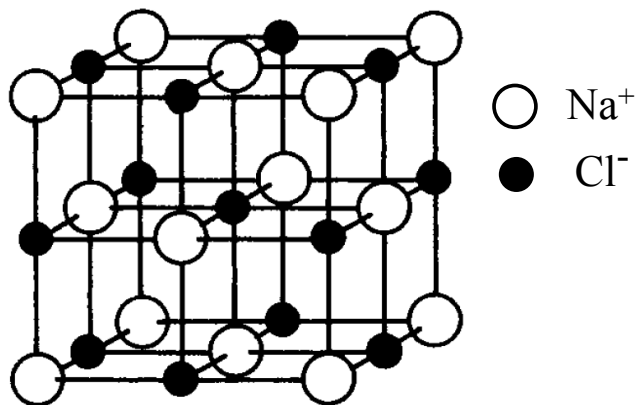


図 3-5 結合のイオン性の量と二つの原子の電気陰性度の差との関係を示す曲線。点は二原子分子の電気双極子モーメントの実測値から求めたもので, 18 個の結合に対して書いてある。

2個の原子の電気陰性度の差が1.7のとき50%のイオン性を持つ。フッ素($\chi=4.0$)と金属($\chi<2.0$), あるいはH($\chi=2.1$), B($\chi=2.0$), P($\chi=2.1$)など χ が2近くの元素との結合の性質は大部分イオン性である。

クーロン力には方向性がないので、 Cl^- は Na^+ のまわりあらゆる方向から集まってイオン結晶を形成する。反対符号のイオンに囲まれている数を配位数という。

Na^+ と Cl^- は、それぞれ**6配位**をとり、面心立方格子を形成する。



NaCl という分子は気体状態など特別な場合を除いて存在しない。 NaCl は分子式ではなく、**組成式**という。

NaCl : **塩化ナトリウム型構造**

Na と Cl はそれぞれ**面心立方格子**を形成する。

27

その他の主なイオン結晶とその結晶格子

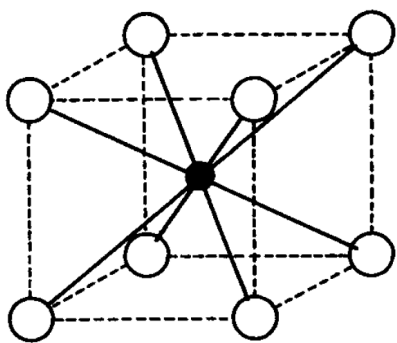


図5・5 塩化セシウム(CsCl)型

●: Cs (8配位) ○: Cl (8配位)

Cs と Cl はそれぞれ**8配位**をとり、**単純立方格子**を形成する。

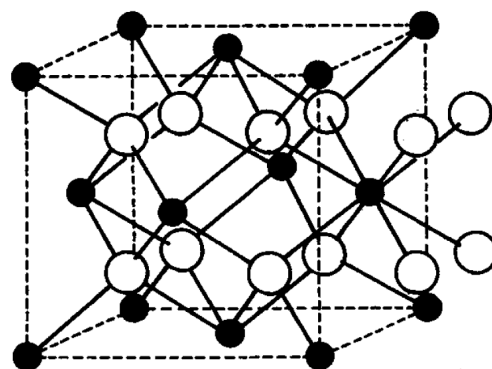
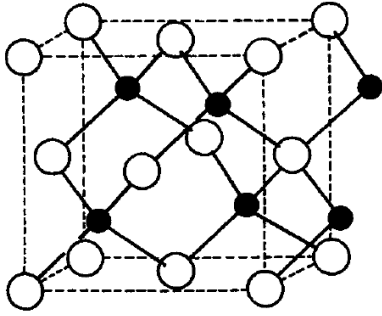


図5・7 フッ化カルシウム(CaF_2)型

●: Ca (8配位) ○: F (4配位)

Ca は**8配位**であり面心立方格子を形成する。 F は、その中にできる8個の立方体の中心にあり**正四面体4配位**である。

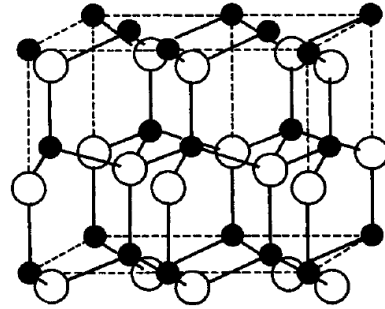
28



せん亜鉛砒(立方晶系ZnS)型

● :Zn ○ :S

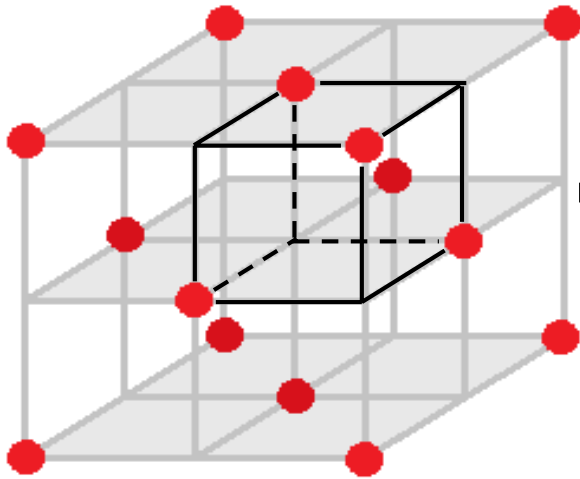
ZnとSがそれぞれ面心立方格子をとっている。Znが作る面心立方格子の中の8つの立方体のうち4つの中心にSが入っている。原子をすべてに代えるとダイヤモンド構造になる。



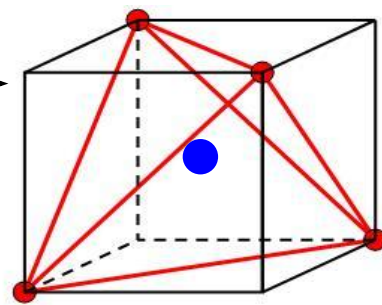
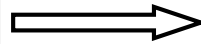
ウルツ砒(六方晶系ZnS)型

● :Zn ○ :S

ZnとSがそれぞれ六方最密格子をとっている。Znが作る六方最密格子のz方向に3/8ずれた位置にSが入っている。

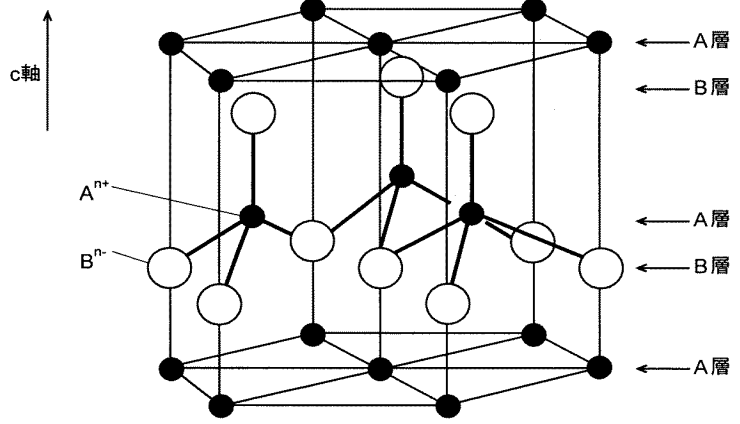
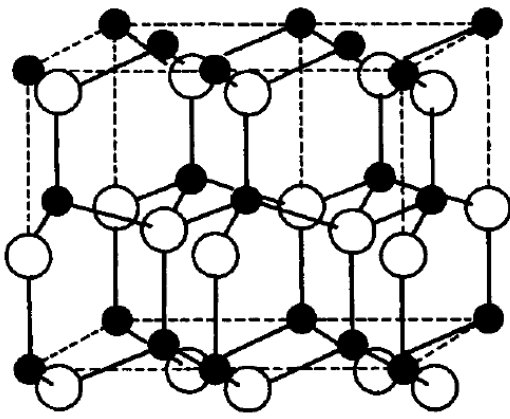


面心立方格子



立方体の中の正四面体

面心立方格子の単位格子は8個の立方体に分けることができる。それぞれの立方体の4つの頂点にある格子点は正四面体を形成している。この正四面体の中心に別の原子が入ると、四面体4配位となる。

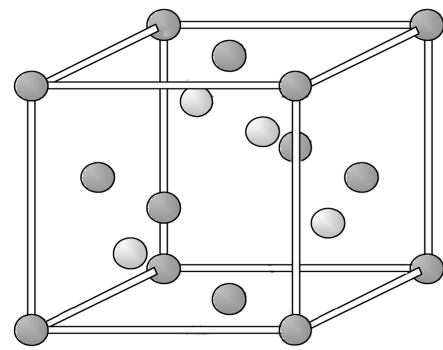
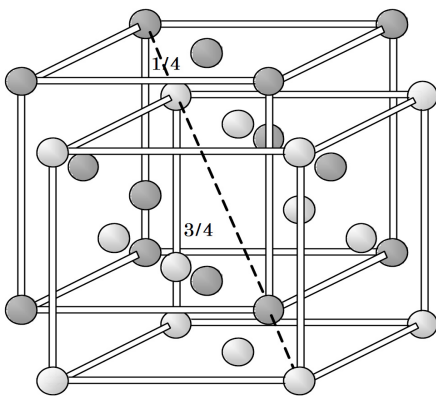


ウルツ砒(六方晶系ZnS)型

A層とB層はz方向に3/8ずれている

● : Zn ○ : S

ZnとSがそれぞれ六方最密格子をとっている. Znが作る六方最密格子のz方向に3/8ずれた位置にSが入っている.

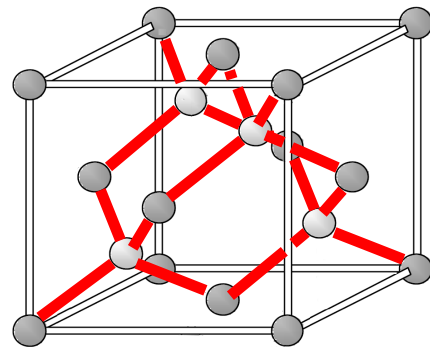


対角線上に1/4だけ移動した面心立方格子を付け加える

元の面心立方格子の中にある球だけ残し, 外にある球を消去する.

せん亜鉛砒(立方晶系ZnS)型

ZnとSがそれぞれ面心立方格子をとっている. Znが作る面心立方格子の中の8つの立方体のうち4つの中心にSが入っている. ZnとSをすべてCに代えるとダイヤモンド構造になる.



線で結ぶと, ...

イオン結晶は正、負のイオンが交互に規則正しく配列したもので、代表的なものとしてNaCl, Na₂SO₄, KCl, KNO₃, CsCl, CaCl₂などがある。結晶構造は格子点を占めるイオン間の静電引力(イオン結合)によって結びつけられているので、主として正、負のイオンの電荷や、半径比、それにイオン結合の共有性などで決まる。

イオン結晶の一般的性質

(i)硬くてもろい。

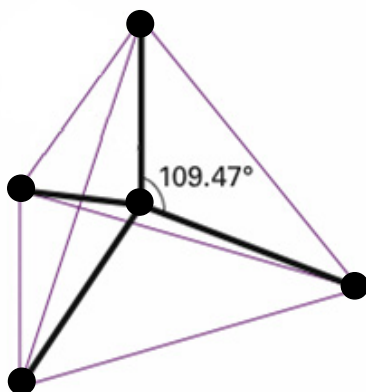
(ii)かなり高い融点を持つ。

(iii)純粋な結晶は動きうる電子を持たないので、電気の不良導体である。しかし、水に溶かすとイオンがばらばらになり、また、融解するとイオンが動きうるので、いずれの場合も電気を通すようになる。

5.3 共有結晶

ダイヤモンド型構造

ダイヤモンドでは、結合を4つ持ったテトラポッド型の炭素原子どうしが共有結合で結合し、立体的な網目構造を作っている。炭素原子はsp³混成状態を取っている。その他に、Si, Geもダイヤモンド型構造を取る。



炭素原子の正四面体構造

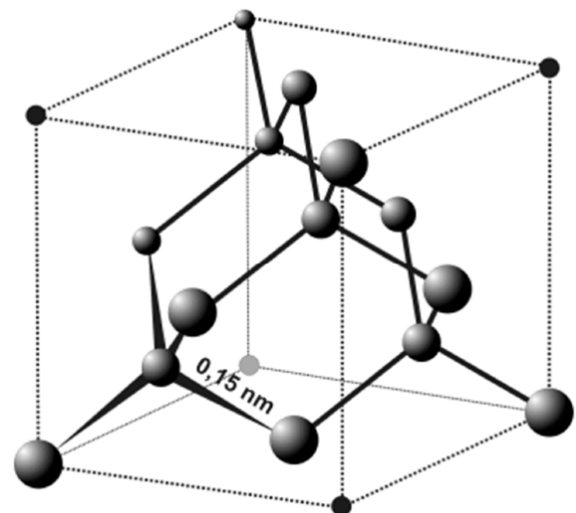
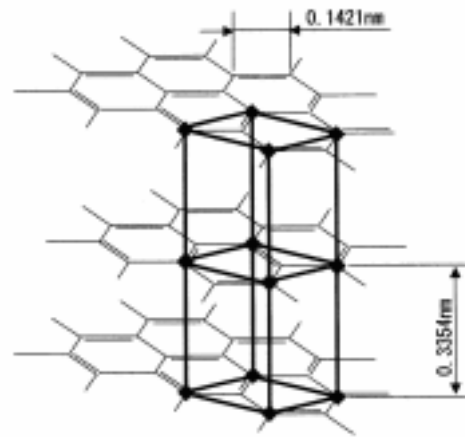


図5・11 ダイヤモンド型構造

グラファイト(黒鉛)

グラファイトは、ダイヤモンドと同じく炭素原子だけからできているが、炭素原子が平板状につながった六角形の網目構造を持っている。網目どうしの間は結合は共有結合ではなく、非常に弱い分子間力(ファンデアワールス力)だから、分子結晶の一種である。炭素原子は sp^2 混成状態を取っている。



炭素繊維協会HPより引用
<http://www.carbonfiber.gr.jp/>

炭素繊維は黒鉛が繊維状に伸びたもので、炭素鋼の10倍近い引っ張り強度をもっている。炭素繊維は熱に非常に強く、 2000°C でも安定である。

図5・12 グラファイトの構造

グラファイトでは、 sp^2 混成の炭素原子の σ 結合が六方の環を形成し、これが一つの面上で繰り返されてシート(グラフェン)を作り出す。不純物が存在するとこれらのシートは互いに滑りあえるから、グラファイトは潤滑剤として広く使われている。

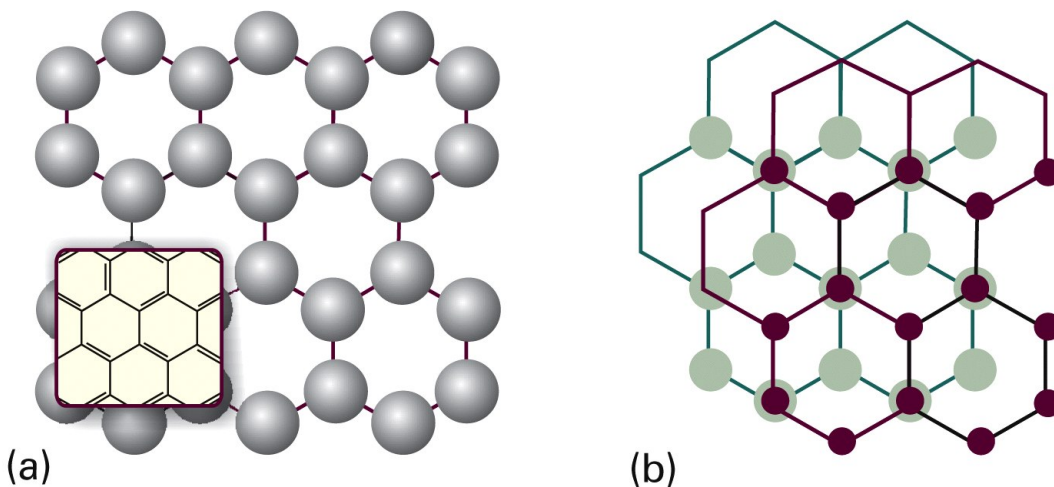
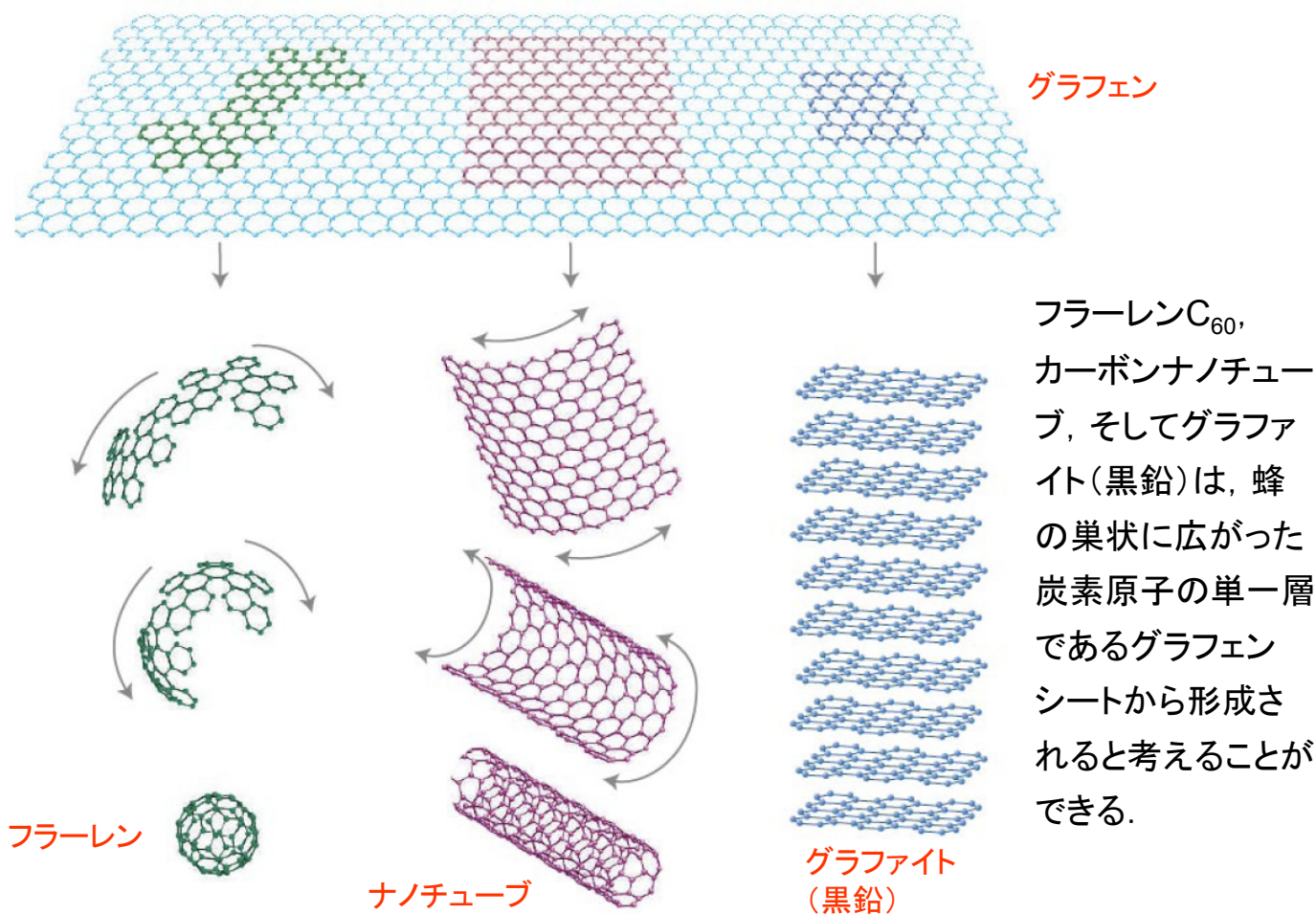


Figure 20-44
Atkins Physical Chemistry, Eighth Edition
© 2006 Peter Atkins and Julio de Paula

(a) グラファイトの1枚のシート内の炭素原子の配列。(b) 隣り合うシートの相対的な配列。



共有結合によって無限に結合した原子が格子点を占める結晶を共有結晶という。したがって、共有結晶は結晶全体が1個の巨大分子であるといえる。

共有結晶の一般的性質

- (i) 共有結合の強い結合力のため硬く、融点も高い。
- (ii) 電子が局在しているので、電気、熱の不良導体である。また、光を吸収することが少ないので無色透明である。

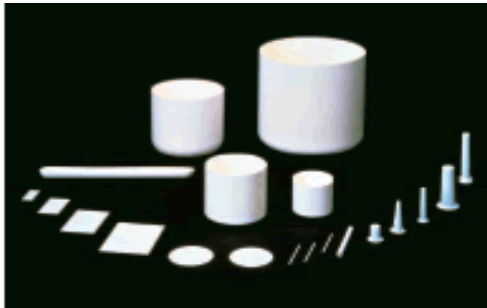
窒化ホウ素BN

- ①六方晶, 立方晶(閃亜鉛鉱型構造)の2つの結晶構造を有する
- ②実用型としてc-BN(Cubic Boron Nitride)が多用される

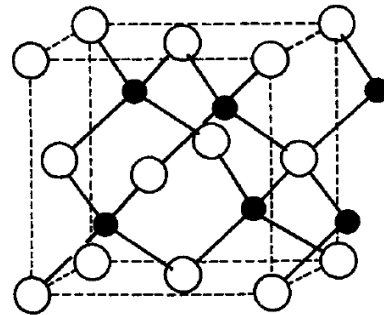
…ダイヤモンドに次ぐ硬度を有する

高温下において切削工具材料として期待

→セラミックス機械構造用材料



信越化学 <http://www.shinetsu.co.jp/j/>
より引用



閃亜鉛鉱(立方晶系ZnS)型
BとNがそれぞれ面心立方格子を
形成. 全部をCに換えるとダイヤ
モンド構造.

六方晶窒化ホウ素(h-BN)は、黒鉛類似の層状構造を有する
ファインセラミックスで、潤滑性、耐熱性、溶融金属に対する耐食
性、電気絶縁性、機械加工性など多くの機能を持っている。h-BN
は、化粧品用として、さらに、固体潤滑用途として、水、シリコンオ
イル、有機溶媒などに均一分散して塗布剤を開発し、とくに、高温
での潤滑・離型性が必要な用途において使用され高く評価されて
いる。

メーカー指定の潤滑剤を鍵穴に少量スプレー、もしくは鍵の切り込みを鉛筆で強めに黒くなぞり、数回鍵穴に抜き差ししよう。

潤滑剤を鍵穴に
0.5秒位少量スプレー

鍵の切り込みを
鉛筆でなぞる

鍵穴に抜き差し

★ポイント
住居用鍵専用の油の含まれていない潤滑剤(パウダースプレー)で鍵の滑りをよくすることが出来ます。
もしくは、鉛筆の黒鉛でも代用できます。鍵の切り込み部分を鉛筆で強めになぞり、数回鍵穴に抜き差ししよう。終了後、鍵についた黒鉛はふき取りましょう。



鍵穴専用潤滑剤 3069S
(U9、UR、PR、PXシリンダー用)



カバクリーナー
(JNシリンダー用)

潤滑剤は、ご使用の鍵に合った錠前メーカーの専用品をお使いください。
* 美和ロックサービス代行店(SD店)でお取り扱いしています。
* 業務用サイズもご用意しております。

美和ロック <http://www.miwa-lock.co.jp/>から引用

10月9日, 学生番号, 氏名 (用紙は縦に使って下さい)

(1) 硫化亜鉛(ZnS)の閃亜鉛鉱型構造とウルツ型構造の違いを, 図を示して説明せよ.

(2) 章末問題[3]食塩(NaCl)とショ糖($C_{12}H_{22}O_{11}$)とを同じように加熱すると, どのような差異が見られるか。また, この差異をどう解釈すれば良いか。

(3) 本日の授業についての質問, 意見, 感想, 苦情, 改善提案などを書いてください.