

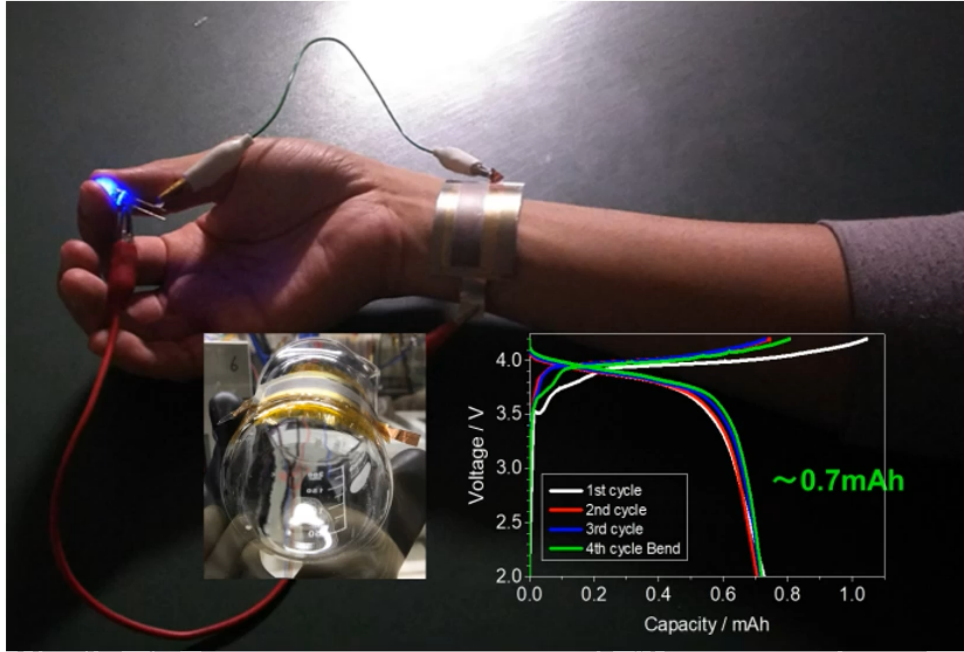
# 化学基礎 I

今日は 全固体電池 について、少しお話します。  
電池には電解“液” を用いるのが常識ですよね？  
一般の乾電池やニッケル水素電池には水溶液、リチウムイオン電池は有機電解液が用いられています。  
この電解“液”を 固体 にした固体電解質を用いる電池が全固体電池です。

電解液を用いる電池は、長期間使う上で様々な問題があります。リチウムイオン電池の場合は、電解液が可燃性であるため、安全性にも問題があります。

安全 かつ 高エネルギー密度を実現できる二次電池

それが全固体電池 です。  
リチウムイオン電池を越える次世代電池として世界的に注目があつまっています



私の研究室で修士修了した学生が作製した  
フレキシブル全固体電池

工学研究科 マテリアル工学科 入山 恭寿  
工・9号館 519号室  
iriyama@numse.nagoya-u.ac.jp



## 確認テスト

1. ベンゼンにおける炭素-炭素の結合エネルギーと結合距離は、どの程度の範囲にあると予測されるかを答えよ。また、その数値を調べてみよ。

C-C : 347 kJ/mol

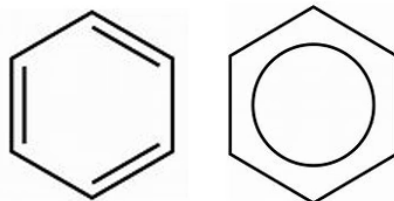
1.54 Å

C=C : 598 kJ/mol

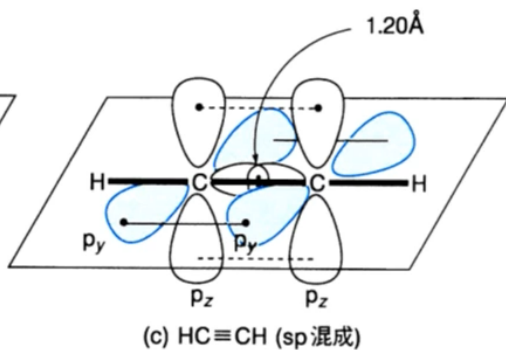
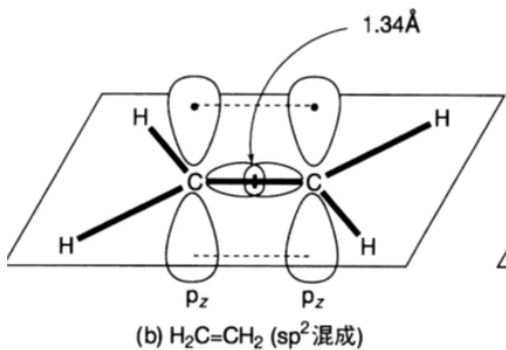
1.34 Å

C≡C : 813 kJ/mol

1.20 Å



同一元素の結合においては、結合エネルギーが大きいものは、結合距離も小さく、結合次数(○重結合)も大きくなります。



ベンゼン環の炭素-炭素 結合は、1.5重結合と考えられますので、その結合エネルギーは 347 kJ/mol と 598 kJ/mol の間 結合距離は、 1.34 Å よりも少し長い と予測できます。

実際に調べてみると、  
結合エネルギーは 520 kJ/mol 程度  
結合距離は 1.39 Å  
のようです  
(シュライバー・アトキンス 教科書より)



## 確認テスト

2. 酸素と炭素の結合では $\text{CO}_2$ が形成され、酸素とケイ素の結合では $\text{SiO}_2$ が形成される。これら酸化物の形状を調べるとともに、その違いが生じる理由について説明せよ。

$\text{CO}_2$  は 酸素の二重結合で形成される直線分子

$\text{SiO}_2$  は  $\text{Si-O}$  の 単結合で形成される 結晶 や 非晶質(ガラス)  $\text{Si}$ は 4つの $\text{O}$ と結合する。規則的な構造の場合(結晶)と、不規則な構造(非晶質)をもつ場合がある

同じ14族元素の酸化物ではあるが、  
 $\text{C}$ は小さな原子で $\text{O}$ と $\pi$ 結合を形成して安定化するのに対し  
 $\text{Si}$ は少し大きな原子で、 $\text{O}$ との $\pi$ 結合で安定化せず、  
単結合を複数形成して安定化する。

第二周期元素は、特に $\pi$ 結合の効果による安定化の影響が生じる。

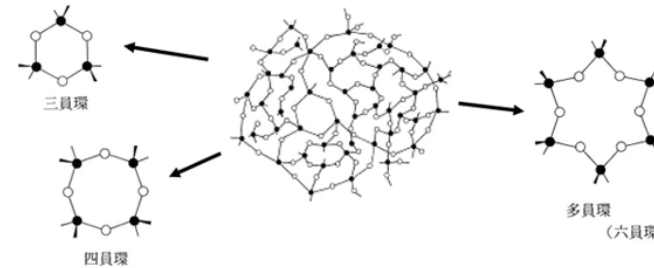
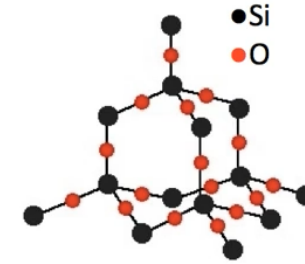
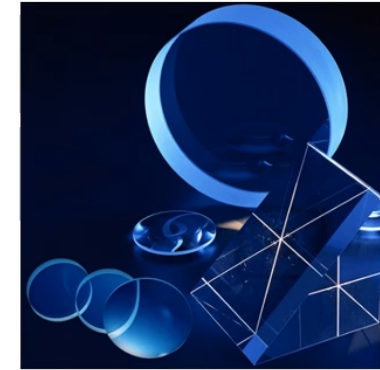


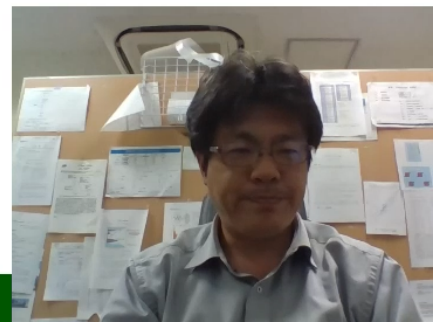
図1 ガラス中における $\text{SiO}_2$ の環状構造の概略図



## 確認テスト

3. 第二周期の元素 (M) においては右に行くほど有効核電荷は増大するが、同一元素間での単結合 (M-M) の結合エネルギーは必ずしも右に行くほど増大はしない。この理由を説明せよ。

第二周期の元素において、右に行くほど有効核電荷は大きくなり、原子半径も小さくなる。  
一方、単結合においては孤立電子対間の反発が生じるため、  
右に行くほど結合性エネルギーが増大する という傾向からはずれる。



次のページからは 中間試験対策のセルフチェックとなります  
各自でオンデマンド講義を見直して 復習してください

## 前期理解度セルフチェック

1. 次の語句・内容について 説明できるでしょうか？

- a) イオン化エネルギー・電子親和力の定義 及び 周期律表の同族・同周期における変化の傾向について
- b) ボーア半径
- c) パウリの排他原理
- d) フントの規則
- e) 有効核電荷 （スレーターの式を用いて計算できるでしょうか？）
- f) 遮蔽
- g) 4つの量子数（主量子数、方位量子数、磁気量子数、スピン磁気量子数）とその取り得る値

## 前期理解度セルフチェック

2-1 理想的な水素型原子における電子のエネルギーが右のような式で表されることが説明出来るでしょうか？

$$E_n = -\frac{hcRZ^2}{n^2}$$

2-2 水素ガスを放電させると、特定の波長の光がでる理由について説明できるでしょうか？



# 前期理解度セルフチェック

3. 右の図は、3s、3p、3d の動径分布関数を示しています。

3-1 3s、3p、3d における節の数の違いを説明できるでしょうか？

3-2 3s、3p、3d の各原子軌道の概観 が描けるでしょうか？

3-3 3s、3p、3d を構成する軌道の数 が答えられるでしょうか？

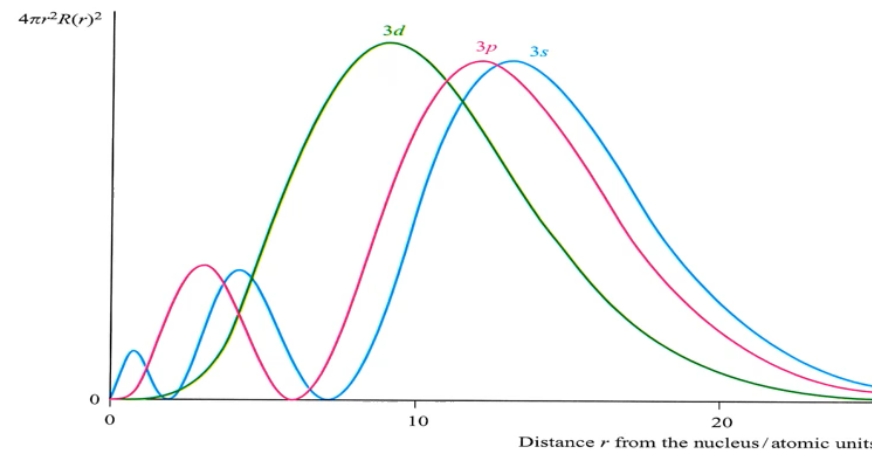
3-4 原子番号28番のNi の電子配置を書くことができるでしょうか？  
また、電子が収容される順番について説明できるでしょうか？

例 H



3-5 同様に、 $\text{Ni}^{2+}$  の電子配置を書くことができるでしょうか？  
また、どの軌道から電子が抜けるか わかるでしょうか？

3-6  $\text{Ni}^{2+}$  が6配位で高スピン・低スピンの場合の未対電子の数はわかるでしょうか？





## 前期理解度セルフチェック

4-1 結合エネルギー と 結合距離の相関について 説明できるでしょうか？

4-2 同じ原子間、異原子間の単結合のエネルギー差について 説明できるでしょうか？

4-3 多重結合 と その結合エネルギーについて説明できるでしょうか？