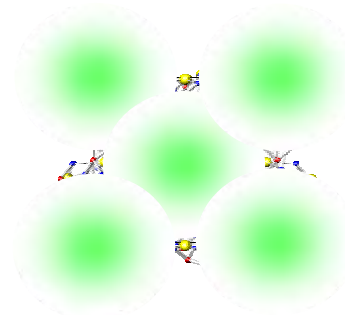
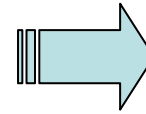
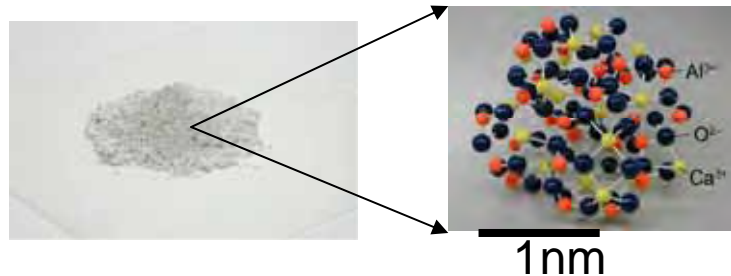


セメントを透明半導体、金属、そして超伝導体に変える



(絶縁体)



(透明半導体)



(金属的伝導体)



(超伝導体)

1962年 結晶構造の確認

J. Jeevaratnam et al., Nature 194, 764 - 765 (1962).

1986年 超酸化物イオンラジカル O_2^- の生成

H. Hosono et al. Inorg. Chem. 26, 1192-96 (1986)

2002年 光誘起電子伝導体化

K. Hayashi et al., Nature 419, 462 - 465 (2002).

2003年 安定なエレクトライドに変換

S. Matsuishi et al., Science 301, 626 - 629 (2003).

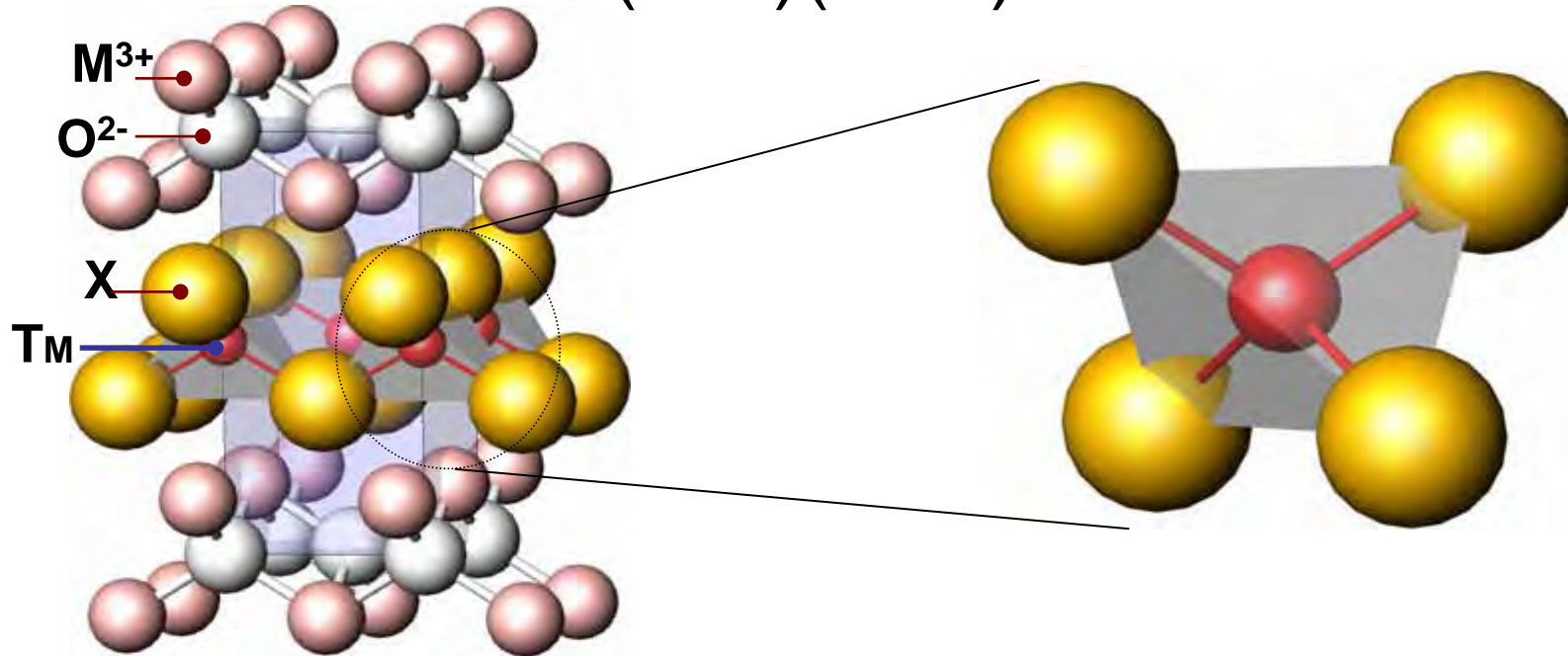
2007年 絶縁体 - 金属転移

S. W. Kim et al., Nano Letters 7, 1138 - 1143 (2007).

2007年 超電導転移 ($T_c=0.4K$)

M. Miyakawa et al., JACS (2007).

この物質をなぜ選んだか (MO)(TMX)

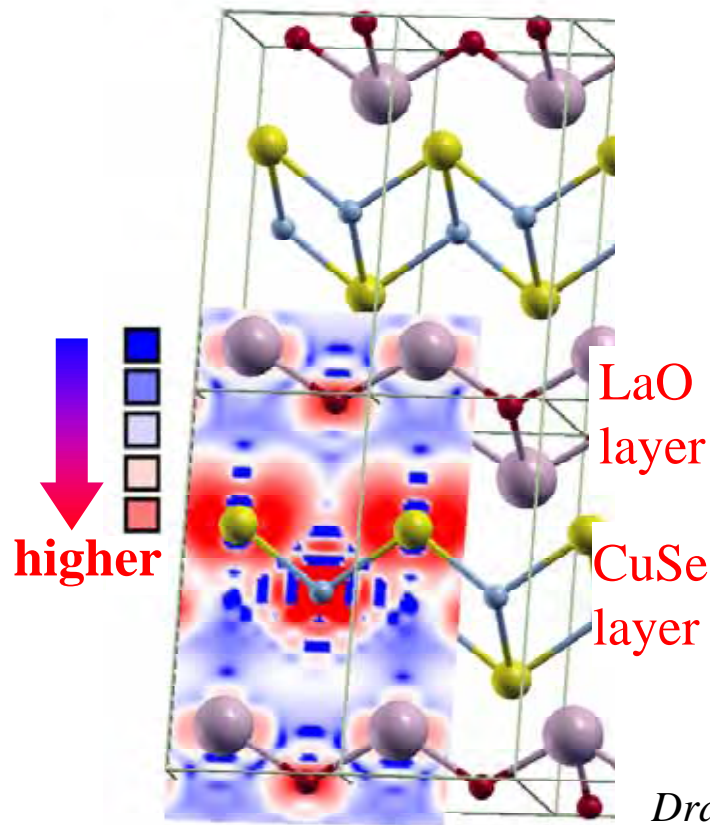
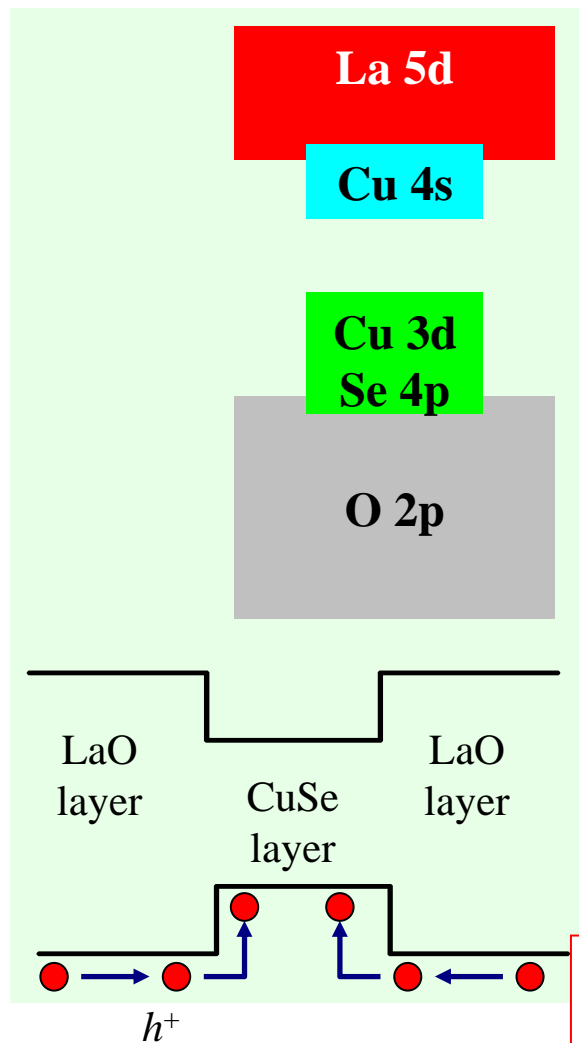


$T_M = Cu^+$, $X = S^{2-}$ または Se^{2-} の時 透明なP型半導体を実現(2004)

$T_M = +2$ 原子価の遷移金属イオン、 $X = P^{3-}$ または As^{3-} の時
どんな物性が生じるか ?

LaCuOSeの電子構造

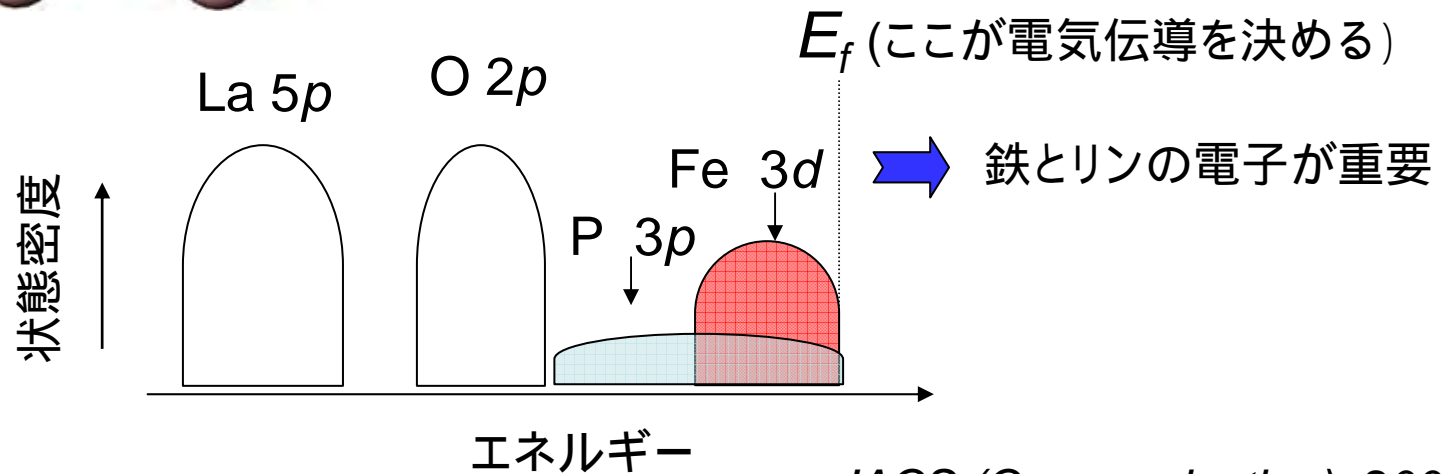
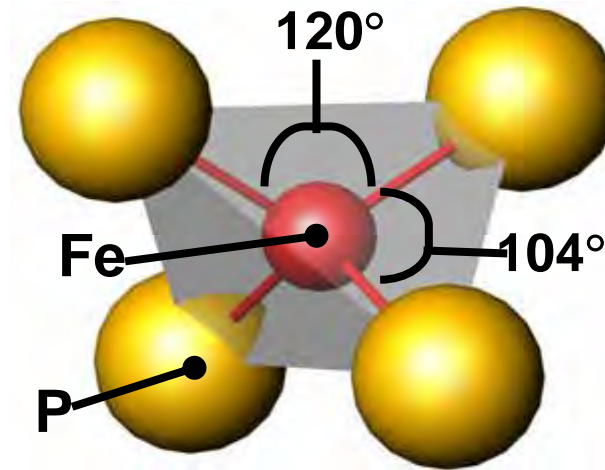
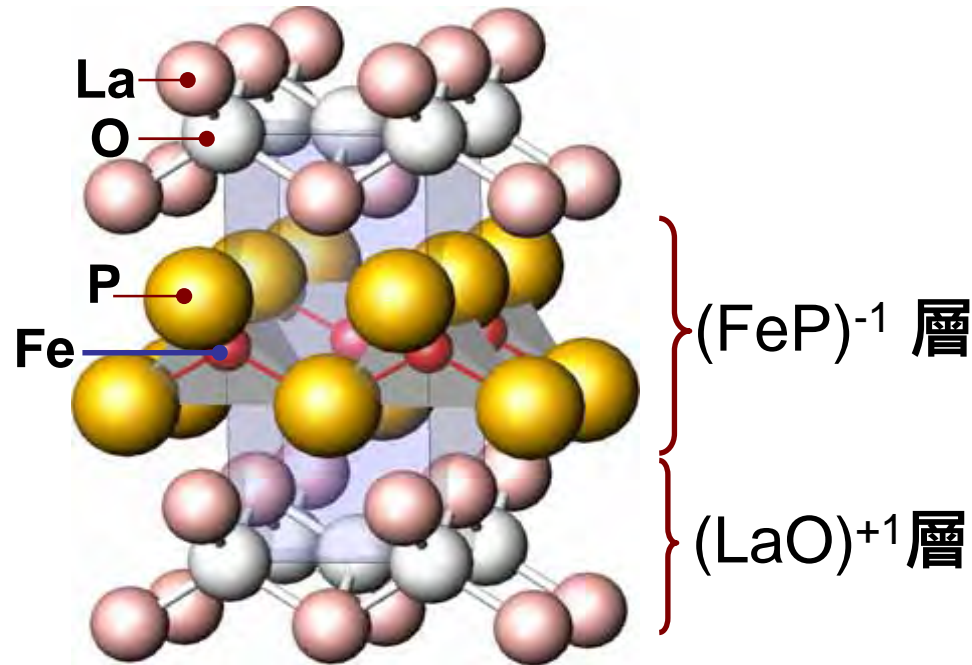
Calculated by WIEN2k



正孔、励起子が CuSe層に閉込められている
励起子結合エネルギー大 → 室温で安定
自然変調ドーピング構造

LaOFeP の超電導転移の発見(2006)

$T_c = 3-7\text{K}$

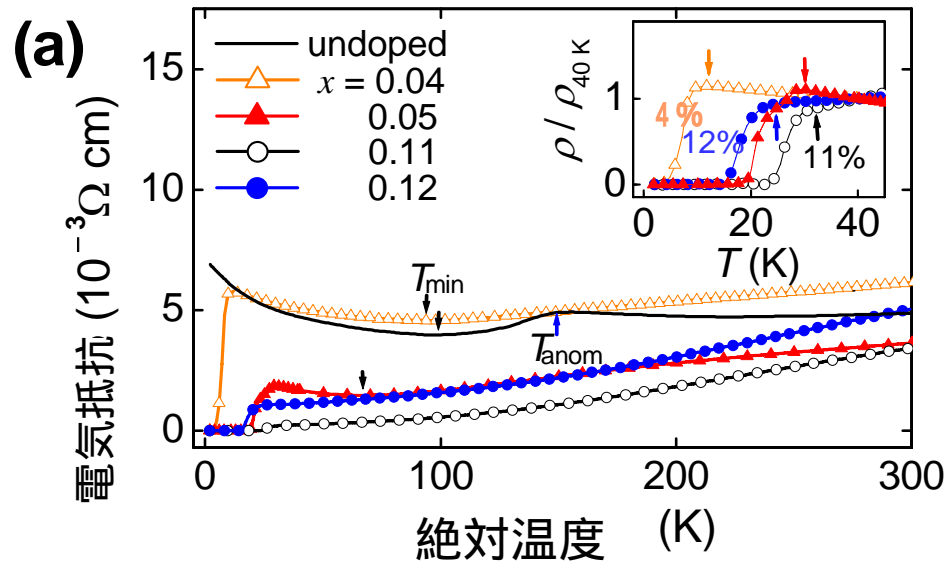


JACS (Communication) 2006

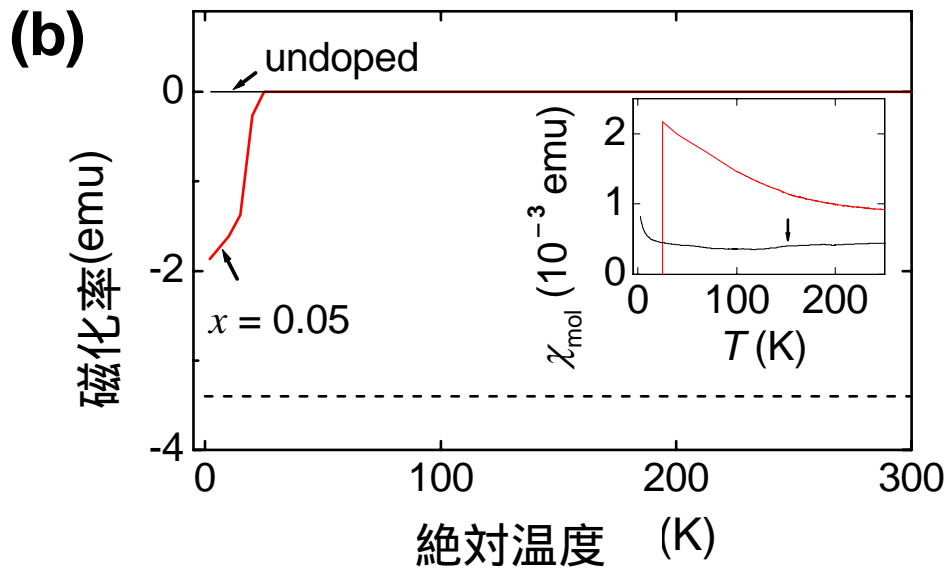
PをAsに変えてみた(化学の常識・物理の非常識)



$T_c \propto \hbar\omega_D$

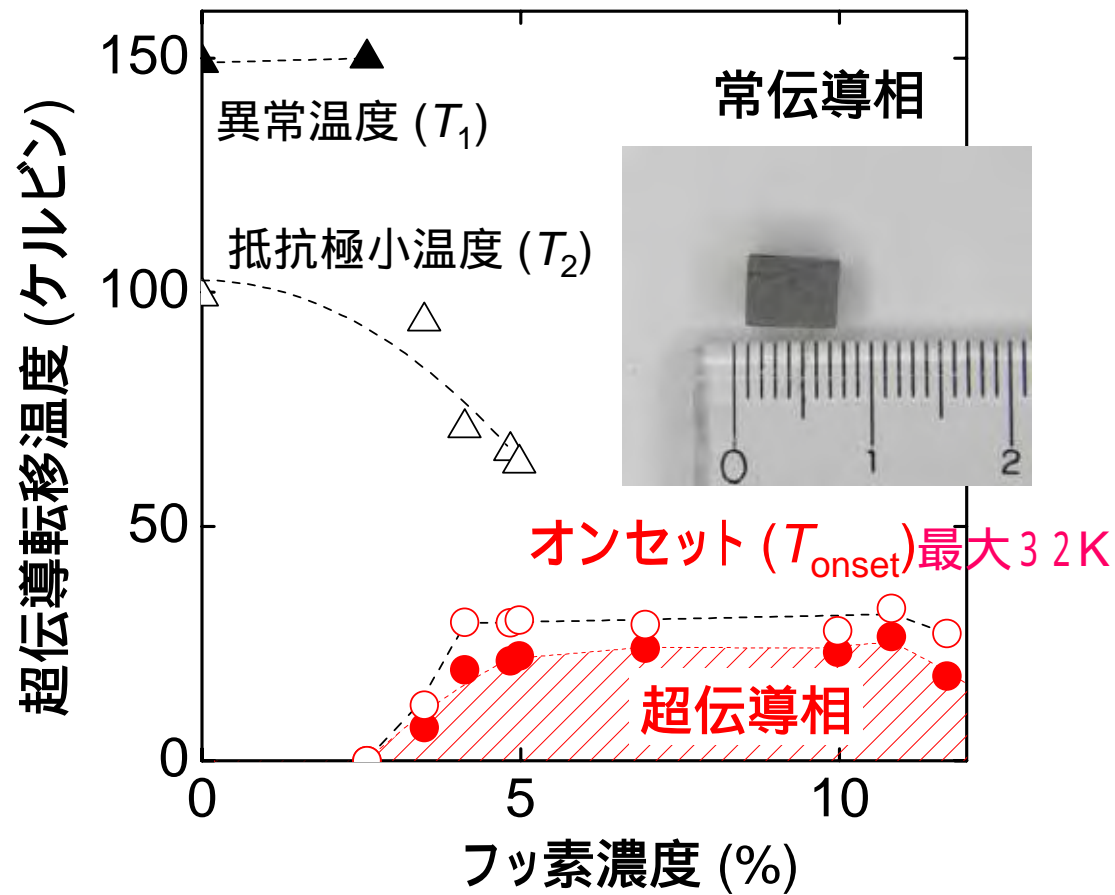
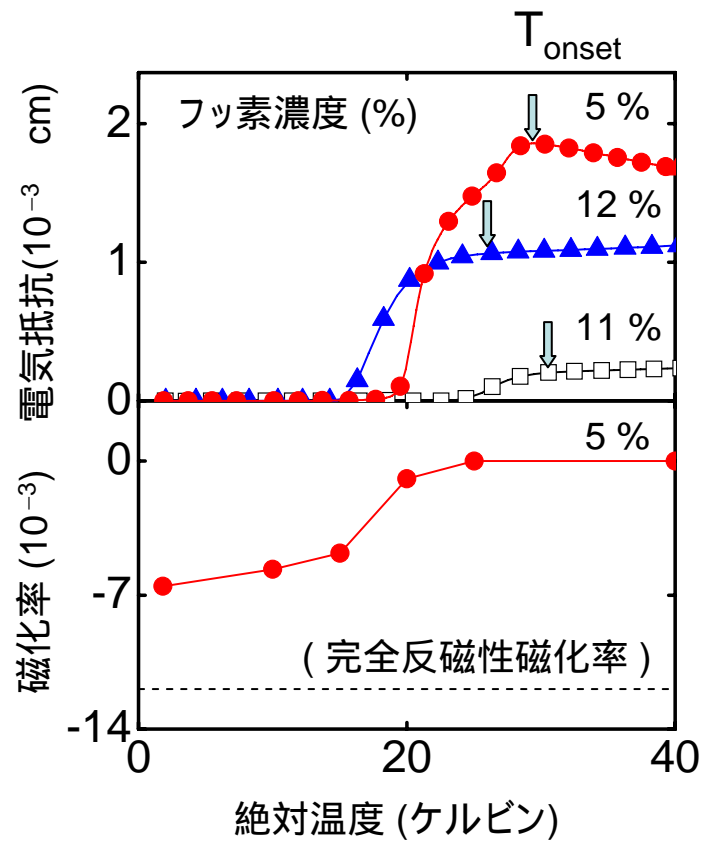


ドーピングしないと
 T_c は発現しない

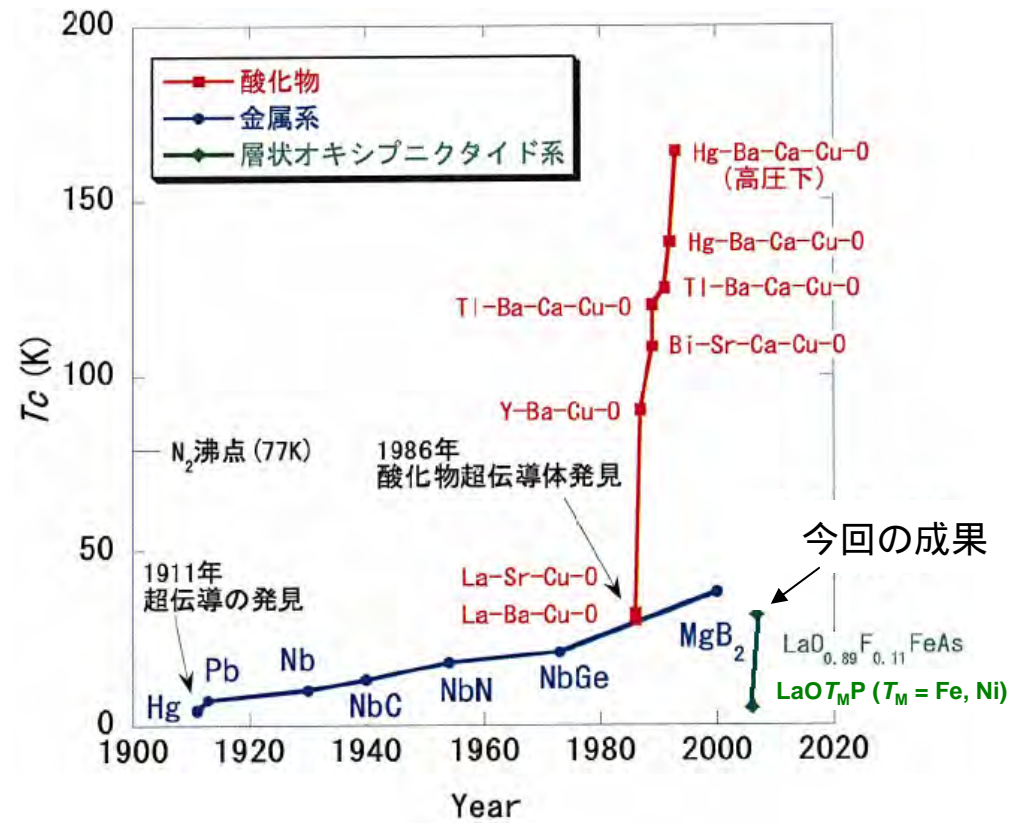


試料全体が
超電導になったとき

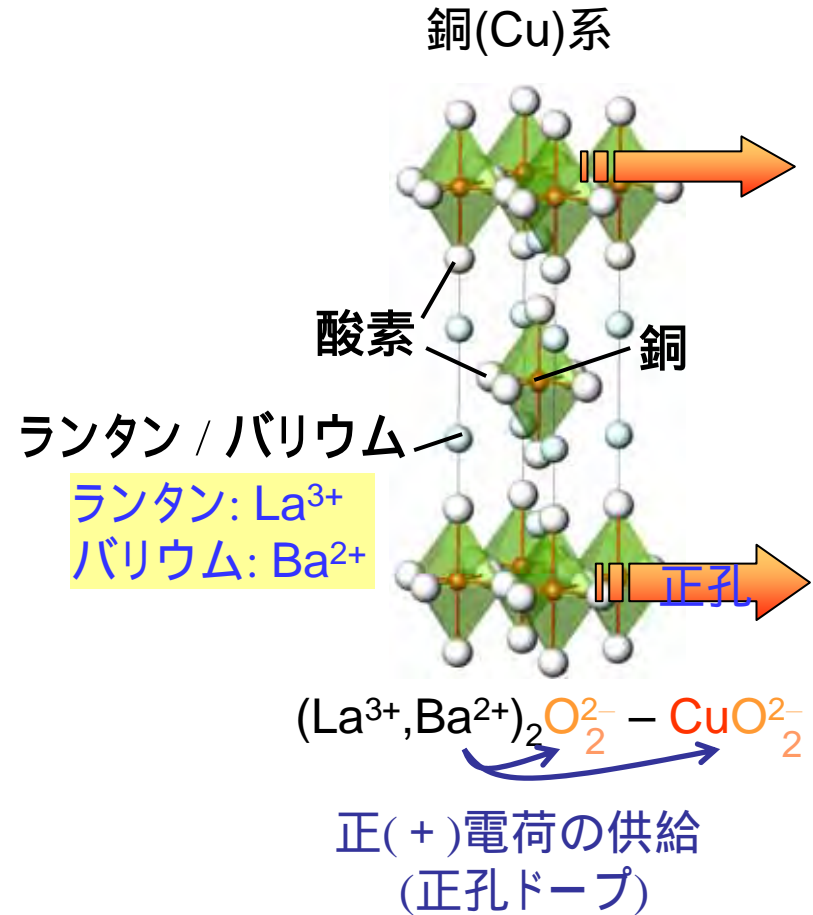
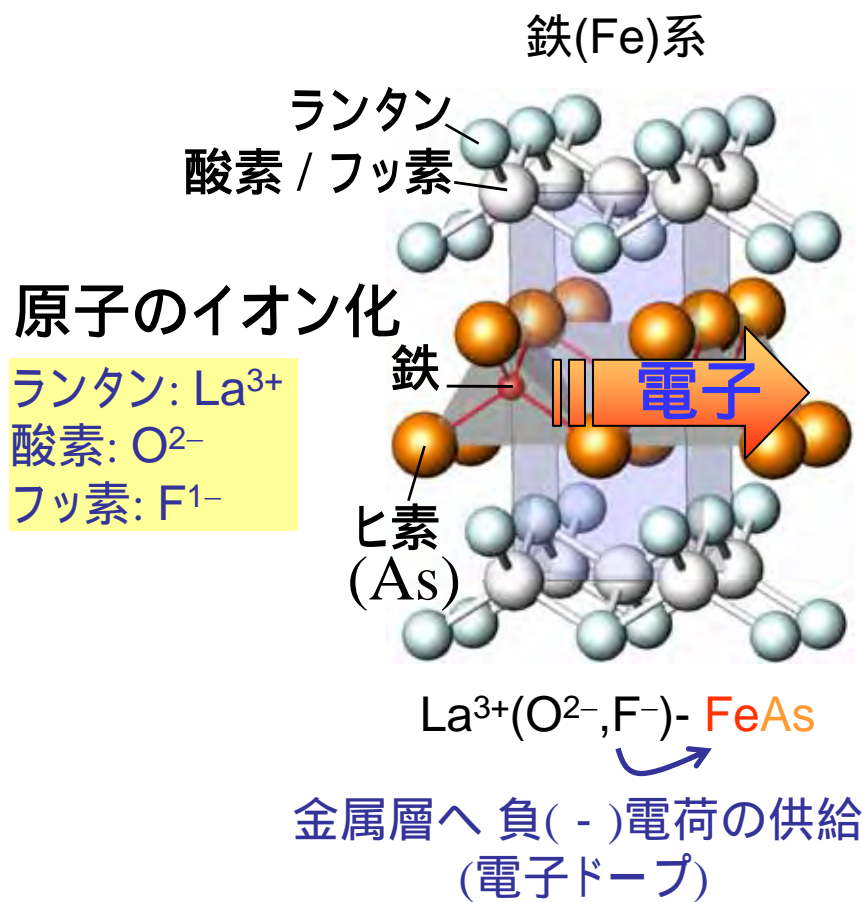
超伝導転移温度



超伝導転移温度の年度推移



鉄系 vs. 銅系 超伝導体



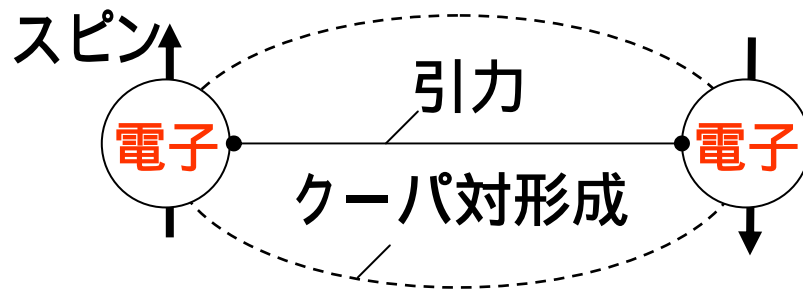
- 共通点: 層状構造。ドーピングで超伝導化
- 相違点: 2次元性 “鉄系オキシプニクタイト” > “銅系酸化物”
遷移金属の周りの対称性 (四面体 vs. 平面)

超伝導のメカニズム (BCS理論)

- 常伝導: 電子と電子はクーロン斥力で反発(散乱)
- 超伝導: 電子間に引力 = 電子カップルの形成 (クーパ対)

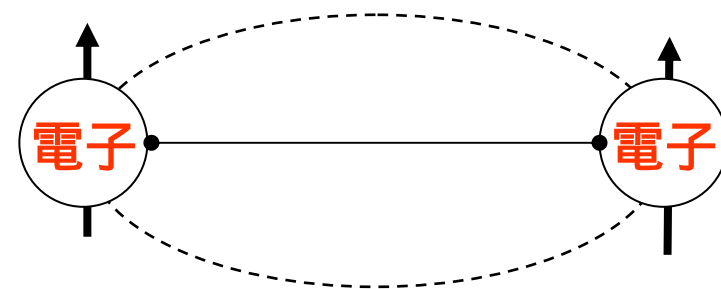
超伝導 = クーパ対が存在

クーパ対には2種類が存在



一重項

(Hg, MgB₂, Cu系酸化物 etc)



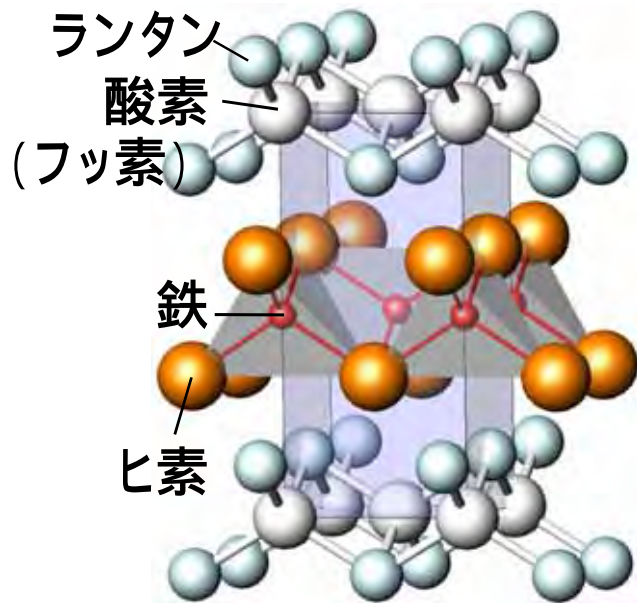
三重項 (スピンの向き)

(³He 超流動), (UPt₃, Sr₂RuO₄) T_c < 1K

抗強磁場超電導、新接合電子デバイス

La(O²⁻, F⁻)FeAs ? (単純ではなさそう)

LaOFeAsの類型化合物



超電導層が変えられる！

元素の周期表

	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	0		
1	H															He		
2	Li	Be										B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg										Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	L	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	A															
			L	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
			A	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

遷移金属

希土類

- 典型金属元素
- 半金属元素
- 非金属元素
- 遷移金属元素
- 希ガス

LaNiOP (T_c=3.8K、2007)

極めて多くのバリエーションが存在 ⇒ より高いT_cが期待

「元素戦略」が重要