§1. 錯体化学の基礎

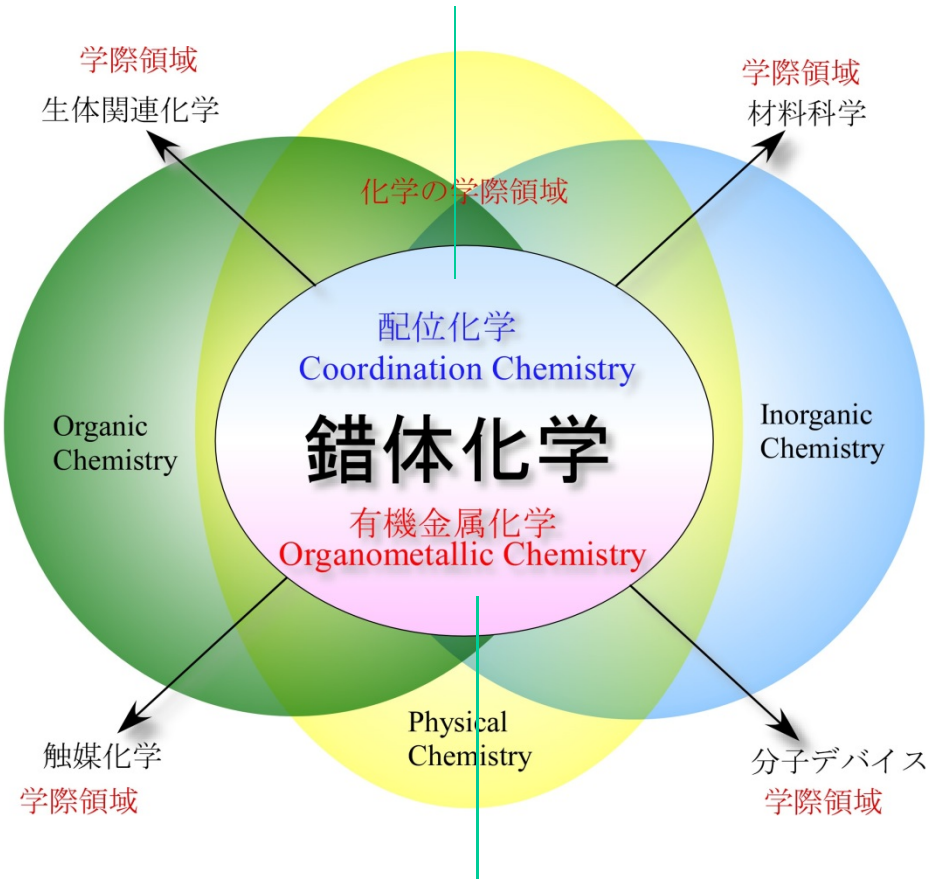
1. 金属錯体とは
2. 金属錯体の構造
3. 金属錯体の異性現象
4. 化学式と命名法

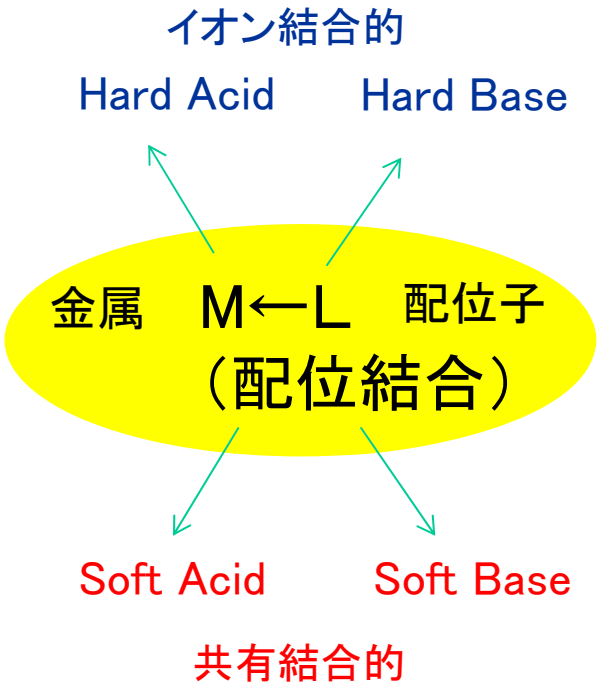
金属錯体(Metal Complexes)とは

配位化合物 (Coordination Compounds)

Werner型錯体

(1893年配位説, 1913年ノーベル賞)



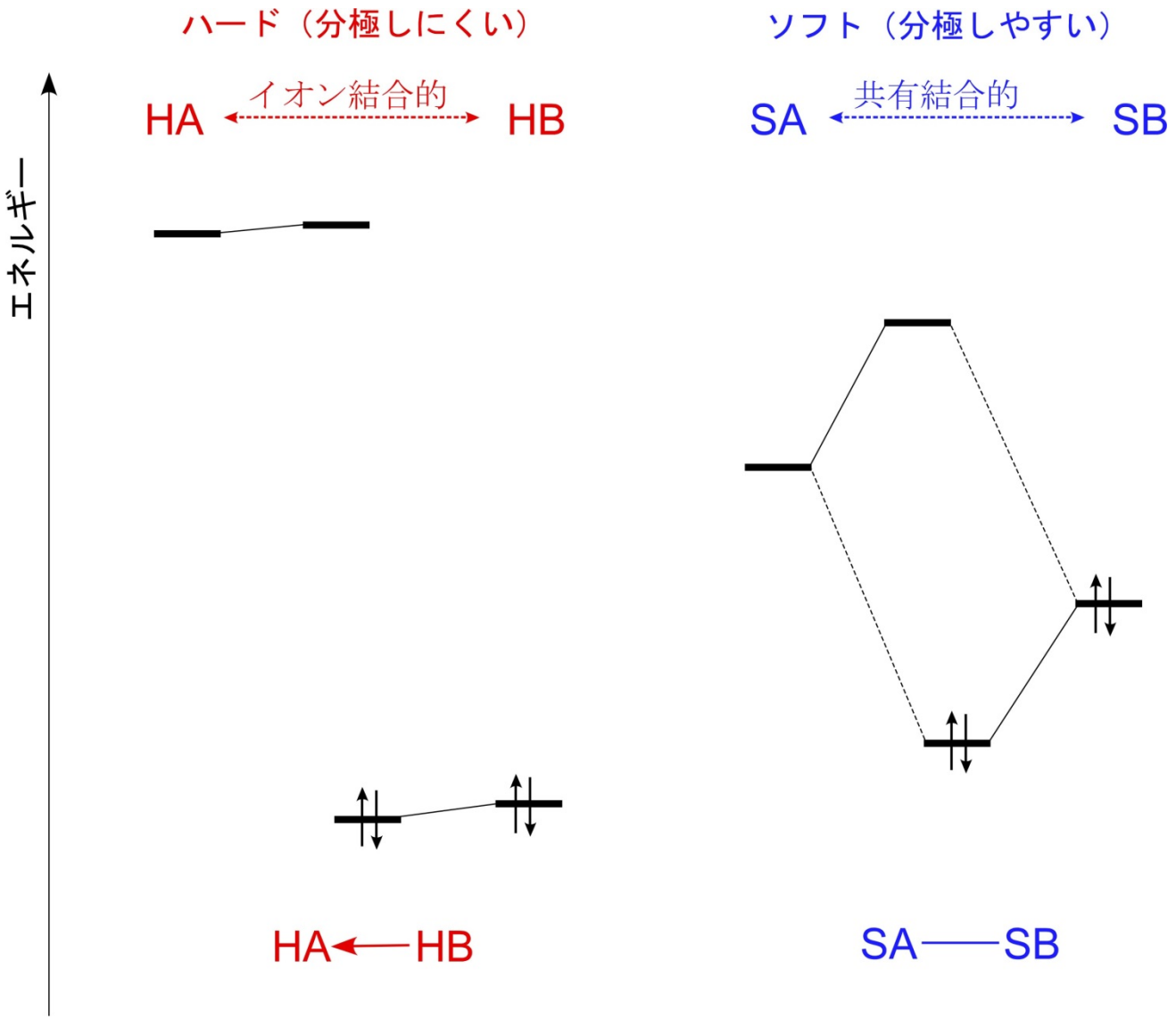


有機金属錯体 (Organometallic Complexes)

錯体化学におけるHSABの分類

	金属　A	配位子　B
ハード H	Mn(IV) V(V) Mo(VI) H(I) Mn(II) Cr(III) Na(I) Al(III) Co(III) K(I) Ga(III) Fe(III) Mg(II) Ca(II) Tl(III)	O^{2-} OH^- H_2O CO_3^{2-} NO_3^- NH_3 RNH_2 $RCOO^-$ RO^- ROH N_2H_4 PO_4^{3-} $ROPO_3^{2-}$ $(RO)_2PO_2^-$ Cl^-
中間	Fe(II) Ni(II) Co(II) Cu(II) Zn(II)	R_2O NO_2^- Im py N_2 SO_3^{2-} Br^- N_3^- S^{2-}
ソフト S	Cu(I) Mo(II) Cd(II) Pd(II) Au(I) Tl(I) Hg(II) Pt(II)	R_2S R_3P RS^- CN^- RSH RNC SCN^- CO NO $(RS)_2PO_2^-$ $(RO)_2P(O)S^-$ I^- H^- R^-

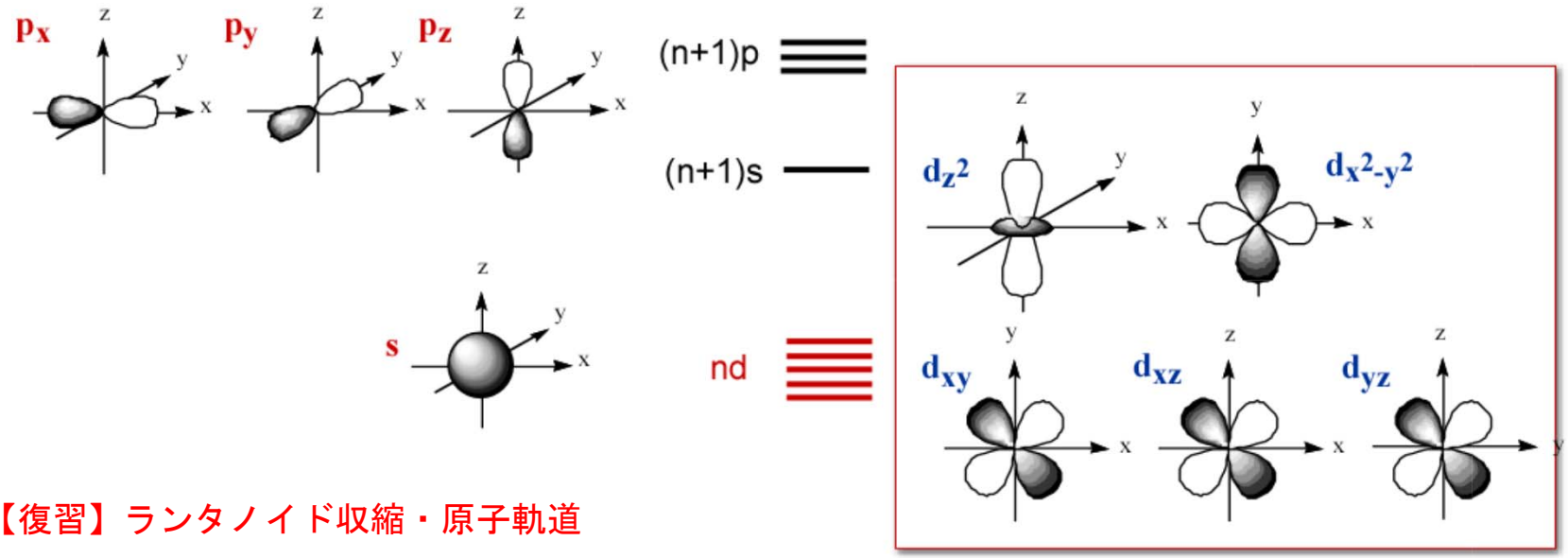
HSAB理論


ハード（分極しにくい）
イオン結合的
HA
HB
ソフト（分極しやすい）
共有結合的
SA
SB
エネルギー
HA←HB
SA——SB

金属イオンの最外殻電子

中性遷移金属原子のd電子数

group	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
valenve electron	s^1	s^2	d^3	d^4	d^5	d^6	d^7	d^8	d^9	d^{10}	$d^{10}s^1$	$d^{10}s^2$
			Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
			Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
			(La)	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg



【復習】ランタノイド収縮・原子軌道

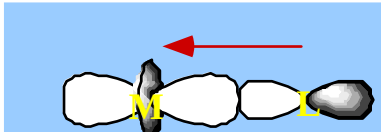
生体中に存在する主要金属イオンとd電子

electronic structure as neutral

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
s^1	s^2	d^3	d^4	d^5	d^6	d^7	d^8	d^9	d^{10}	$d^{10}s^1$	$d^{10}s^2$
Na(I) closed shell	**Mg(II)** closed shell	Sc(III)	Ti(IV) Ti(III)	**V(III)** d^2 **V(V)** d^0	**Cr(III)** d^3	**Mn(II)** d^5 **Mn(III)** d^4 **Mn(IV)** d^3	**Fe(II)** d^6 **Fe(III)** d^5	**Co(I)** d^8 **Co(II)** d^7 **Co(III)** d^6	**Ni(II)** d^8	**Cu(I)** d^{10} **Cu(II)** d^9	**Zn(II)** d^{10}
K(I) closed shell	**Ca(II)** closed shell				**Mo(II)** d^4 **Mo(III)** d^3 **Mo(IV)** d^2 **Mo(V)** d^1 **Mo(VI)** d^0						

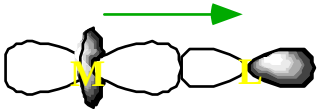
金属イオンと配位子との相互作用

ｄσ－ｐσ　相互作用



σ 供与
σ donation

many

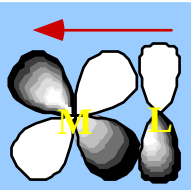


σ 逆供与
σ back donation

no

ｄπ－ｐπ　相互作用

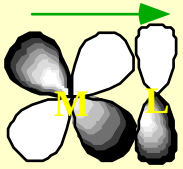
Hard



π 供与
π donation

Hard
O^{2-}, OH^-
NR^{2-}　NR_2^-

Soft



π 逆供与
π back donation

Soft
SR_2, SR^-
CO, PR_3
R^-, Ar^-
Alkene, Alkyne

配位子の分類

配位子
ligand

多座性

- 単座配位子（monodentate)
- 二座配位子 (bidentate)
- 三座配位子 (tridentate)
- ・・・・・
- 多座配位子 polydentate

denticity (σ donor): κ^n

hapticity (π donor): η^n

構造

- 末端配位子 (terminal ligand)
- 架橋配位子 (bridging ligand)
- キレート配位子 (chelating ligand)
- 大環状配位子 (macrocyclic ligand)

円錐角　cone angle (θ)
(M–P = 2.28Å

PF_3	104
$P(OMe)_3$	107
PMe_3	118
PEt_3	132
PPh_3	145
$P(^tBu)_3$	182

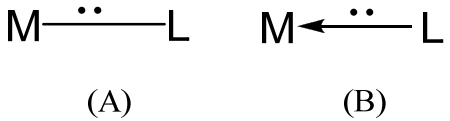
性質

- 塩基性度 (basicity)
- 両座配位子 (ambidentate ligand)
- トランス影響 (trans influence)
- トランス効果 (trans effect)
- 分光化学系列 (spectrochemical series)

配位挟角
bite angle
(θ, *d*/*r* (normalized bite))

dppe 78~80 °
dppp 87~90 °
dppp 98~100 °

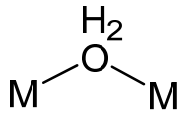
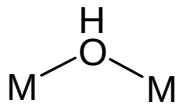
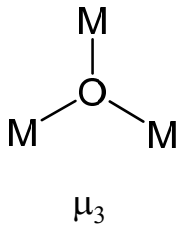
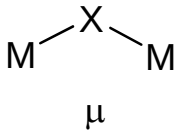
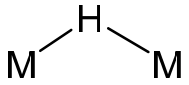
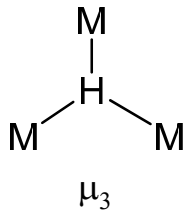
代表的な配位子



厳密には(A)と(B)は異なった結合を意味するが，
配位化合物では多くの場合(A)と(B)は同じ。

配位子の名称　化学式（構造式）　略号

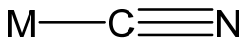
単座配位子 (monodentate ligands)

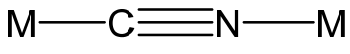
アクア (aqua)	OH_2	M—OH_2	 μ	 μ
ヒドロキソ (hydroxo)	OH^-			
オキソ (oxo)	O^{2-}	M═O	M—O—M μ	 μ_3
チオラト (thiolato)	SR^-			
スルフィド (sulfido)	S^{2-}			
フルオロ (fluoro)	F^-	M—X	 μ	
クロロ (chloro)	Cl^-			
ブロモ (buromo)	Br^-			
ヨード (iodo)	I^-	M—H	 μ	 μ_3
ヒドリド (hydrido)	H^-			

単座～2座配位子 (mono-, bidentate ligands)

Pseudohalides

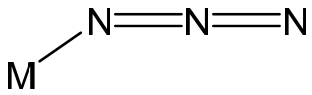
シアナト (cyanato)　CN^-

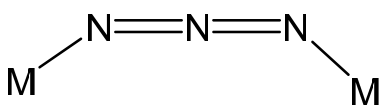




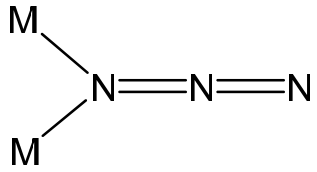
(μ–C,N)

アジド (azide)　N_3^-





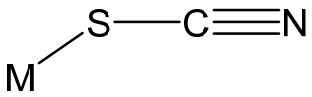
(μ–N,N')



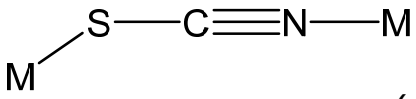
(μ–N,N)

チオシアナト (isothiocyanato)

$\underline{S}CN^-$



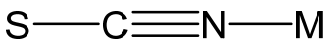
(thiocyanato–*S*)



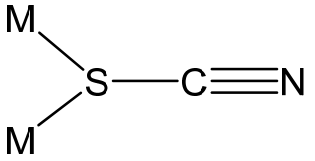
(μ–N,S)

イソチオシアナト (isothiocyanato)

$\underline{N}CS^-$

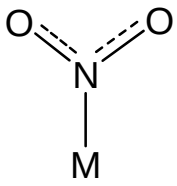


(thiocyanato–*N*)

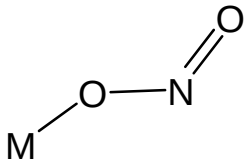


(μ–N,N)

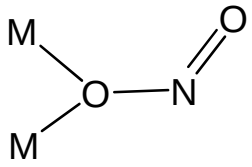
ニトロ (nitro)　NO_2^-



(nitrito–*N*)

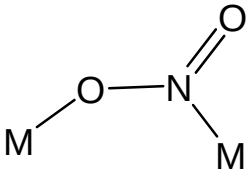


(nitrito–*O*)



(μ–O,O)

ニトリト (nitrito)　ONO^-



(μ–N,O)

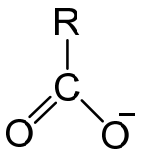
$[Co(NO_2)(NH_3)_5]^{2+}$ O (red), N (yellow)　linkage isomer

dmsoに注意　(その他配位性の溶媒：dmf, nitrile, ROH, H_2O)

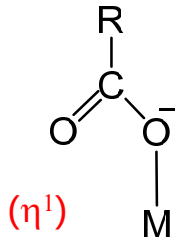
代表的な配位子

単座～2座配位子 (monodentate~bidentate ligands)

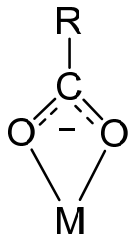
カルボキシラト (carboxylato)



RCOO⁻

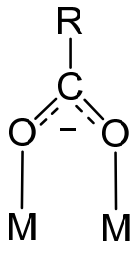


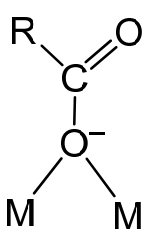
(η¹)

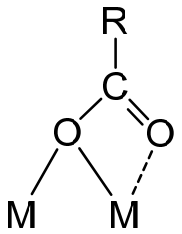


(η²)　(η¹, η¹,)

●多様な配位様式（カルボキシラトシフト）
●配位様式の記号ηⁿに注意
（意味が異なる場合有）

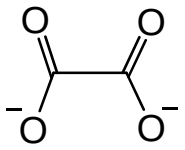






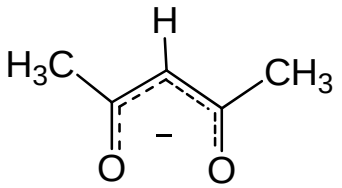
(μ–η¹, η¹)　(μ–η²)　(μ–η¹, η²)

オキサラト (ox)



ox²⁻

アクアク (acac)

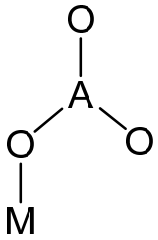


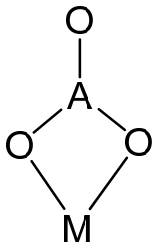
acac⁻

オキソアニオン

NO_3^-

CO_3^{2-}

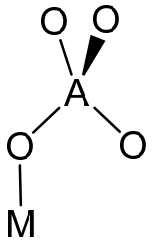




ClO_4^-

SO_4^{2-}

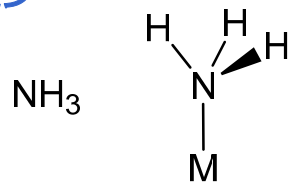
PO_4^{3-}



代表的な配位子

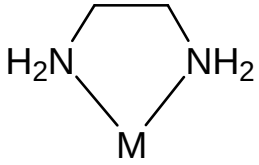
アミン系配位子（単座～多座配位子）

アンミン

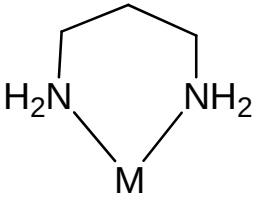


ジアミン

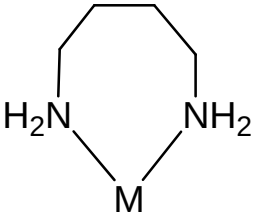
diamine



en



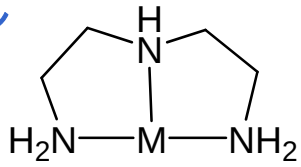
pn



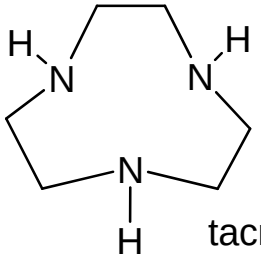
bn

キレート配位子(chelate ligand)

トリアミン



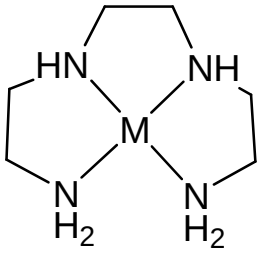
dien



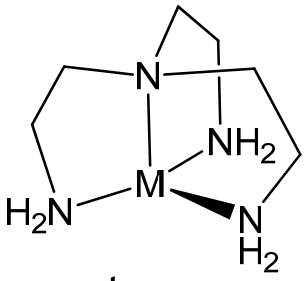
tacn

1,4,7-triaza-
cyclononane

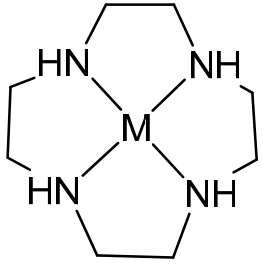
テトラミン



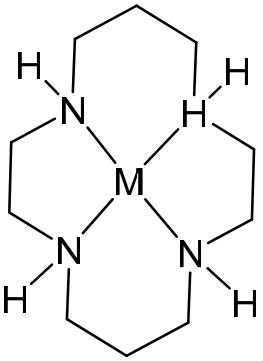
trien



tren



1,4,7,10-tetraaza-
cyclododecane



1,4,8,11-tetraaza-
cyclotetradecane

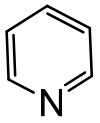
cyclam

大環状配位子(macrocyclic ligand)

代表的な配位子

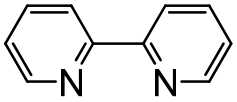
イミン系配位子（単座～多座配位子）

ピリジン
pyridine

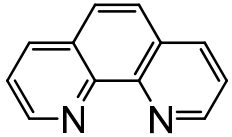


py

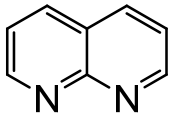
ジイミン
diimine



2,2'-bpy

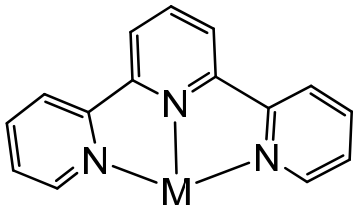


1,10-phen

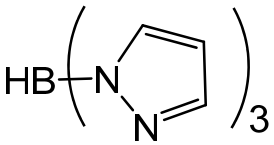


1,8-nap

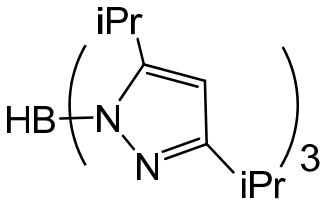
トリイミン



terpy

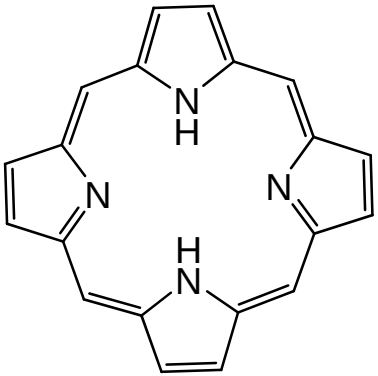


Tp^-

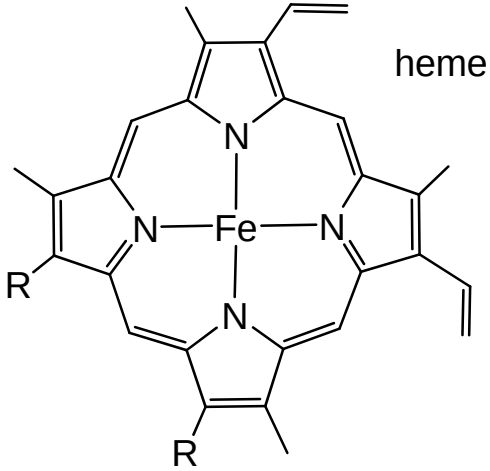


Tp^{*-}

ポルフィリン
porphyrin



H_2por



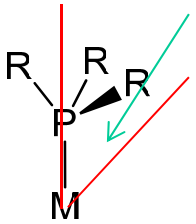
R = CH_2CH_2COOH
proto porphyrine IX

生体関連配位子
(macrocyclic ligand)

代表的な配位子

ホスフィン系配位子（単座～多座配位子）

円錐角(cone angle)



単座ホスフィン

monophosphine

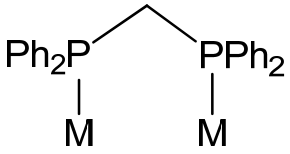
PPh_3 PMe_3 PEt_3

PCy_3 P^tBu_3

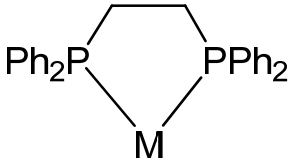
キレート角（配位挟角）
bite angle (normalized bite)

二座ホスフィン

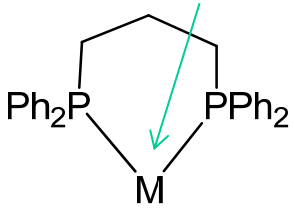
diphosphine



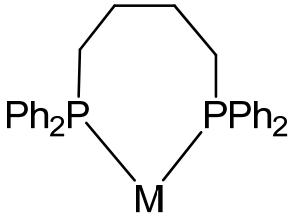
dppm



dppe

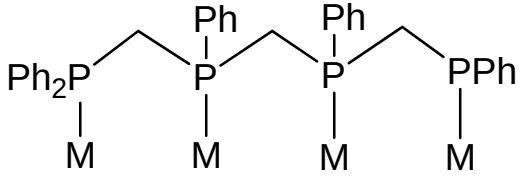


dppp

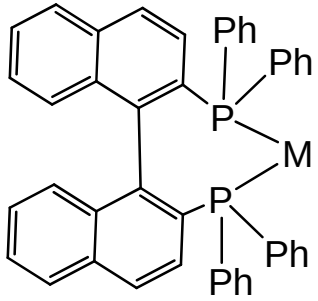


dppb

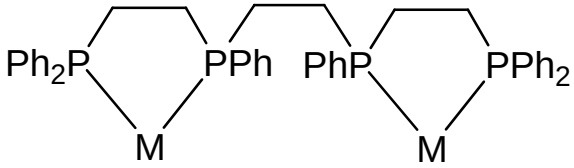
tetraphosphine



dpmppm



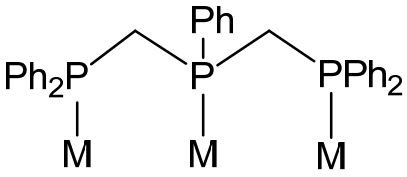
BINAP



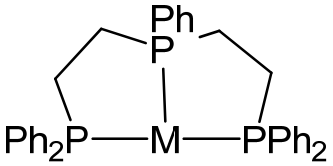
tetraphos

三座ホスフィン

triphosphine



dppm

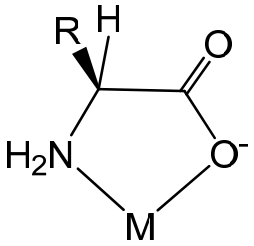


triphos

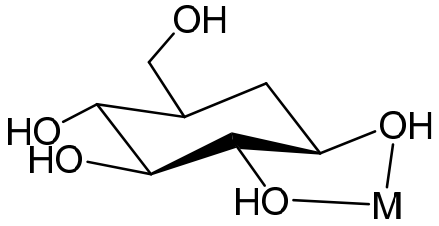
四座ホスフィン

多座性(denticity): κ^n

代表的な配位子

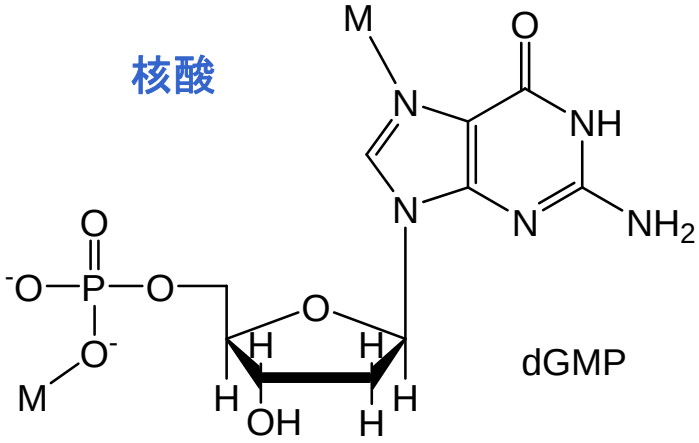


アミノ酸

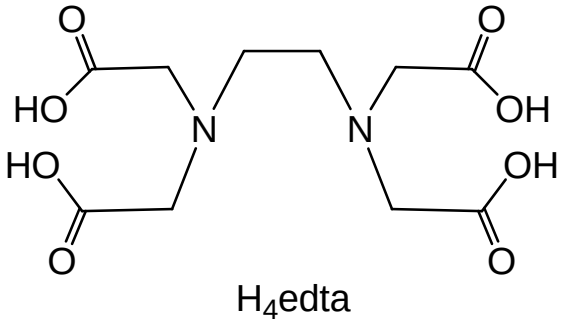


糖

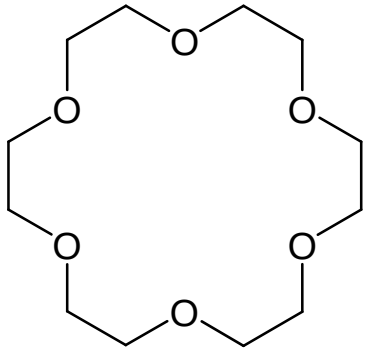
核酸



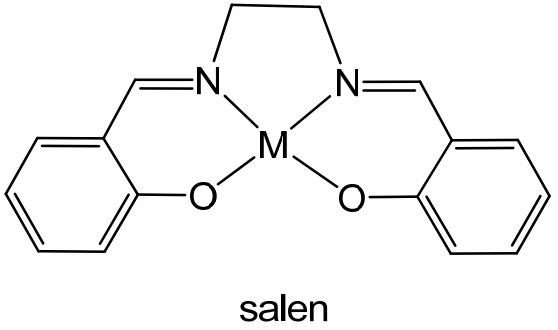
生体関連配位子



エチレンジアミン四酢酸



クラウンエーテル



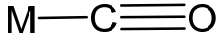
シッフ塩基

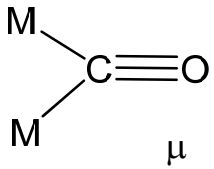
キレート剤（金属を取り込む配位子）

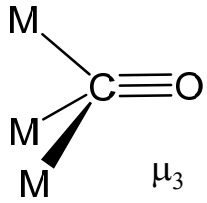
代表的な配位子

有機金属配位子（単座～多座配位子）

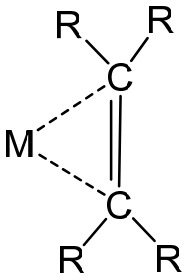
カルボニル



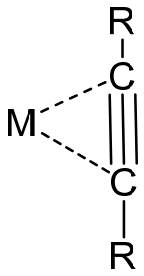




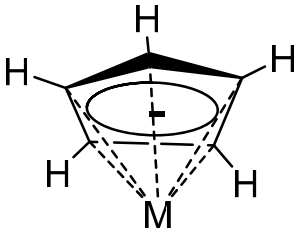
多座性(hapticity): η^n



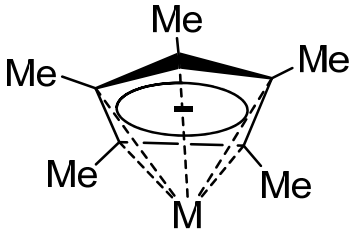
アルケン (η^2)



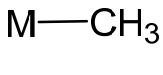
アルキン



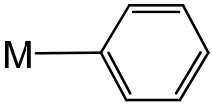
Cp (η^5)



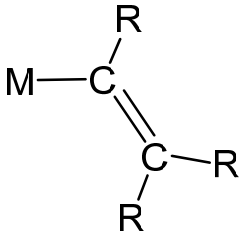
Cp*



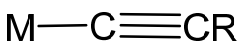
アルキル



アリール



ビニル

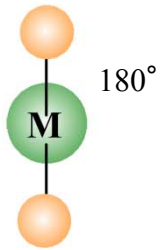


アルキニル

金属錯体の立体構造

配位数	N = 2	3	4	5	6

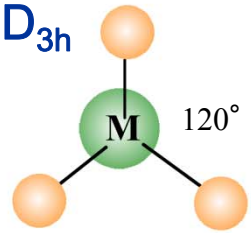
$D_{\infty h}$



直線
linear

Au(I), Ag(I)
Cu(I), Hg(II)

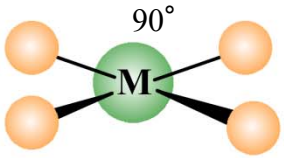
D_{3h}



平面三角形
trigonal
planar

Cu(0), Pd(0)
Pt(0)

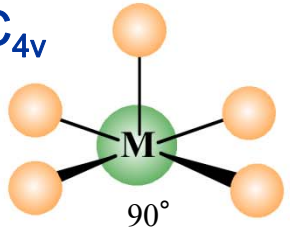
D_{4h}



平面四角形
square planar

Pt(II), Pd(II), Ni(II)
Ir(I), Rh(I)

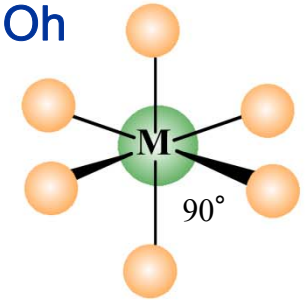
C_{4v}



四角錐
square
pyramidal

$[VO(H_2O)_4]^{2+}$
$[Ni(CN)_5]^{3-}$

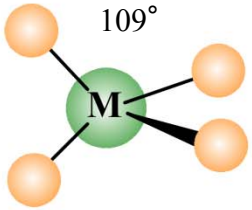
Oh



正八面体
octahedral

Co(III), Rh(III), Ir(III)
Pt(IV), Fe(II), d^6, d^3

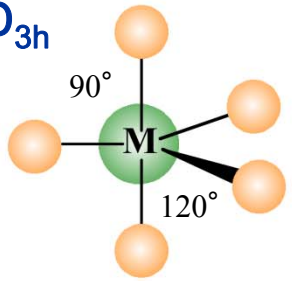
Td



正四面体
tetrahedral

Ni(0), Pd(0), Pt(0)
Zn(II), L = X

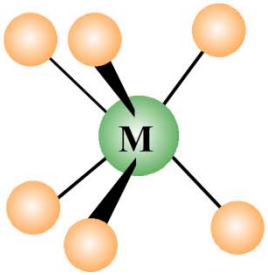
D_{3h}



三方両錐
trigonal
bipyramidal

$[Fe(CO)_5]$
$[CoH(N_2)(PPh_3)_3]$

D_{3h}



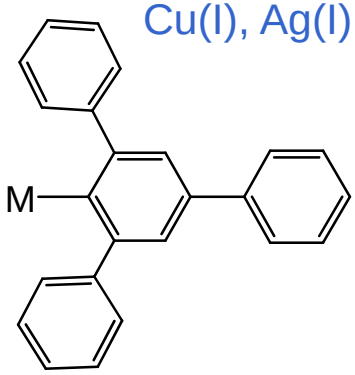
三角柱
trigonal prism

$[Re\{SC(CF_3)=C(CF_3)S\}_3]$

低配位錯体

一配位錯体（極めて稀）

Cu(I), Ag(I)　d^{10}



M = Cu(I), Ag(I)

二配位錯体

Cu(I), Ag(I), Au(I), Hg(II)
(Pd(0), Pt(0)) d^{10}

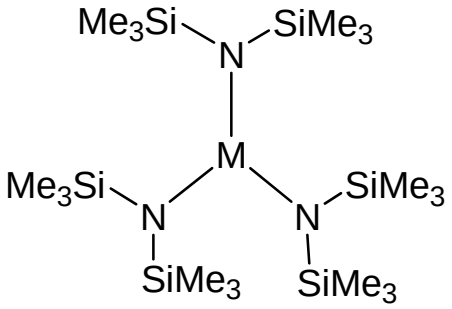
$[CuCl_2]^-$, $[Ag(NH_3)_2]^+$, $[Au(CN)_2]^-$
[AuClL] (L = PR_3, R_2S), $[Au(PR_3)_2]^+$
$Hg(CN)_2$, $Hg(CH_3)_2$

低配位錯体（1～3配位）はほとんどがd^{10}閉殻金属である。それ以外は嵩高い配位子を含む。

三配位錯体

Cu(I), Ag(I), Au(I), Hg(II)
(Pd(0), Pt(0)) d^{10}

$[Cu(CN)_2]^-$, $[Ag(PPh_3)_3]^+$, $[Au(PPhCy_2)_3]^+$
$[HgI_3]^-$, $[Hg(SPh)_3]^-$
$[M(PPh_3)_3]$ (M = Pd, Pt), $[Pt(PCy_3)_3]$



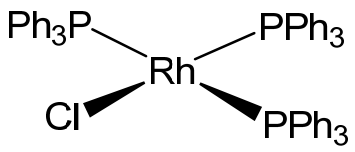
M = Fe(III), (Sc(III), Y(III)

四配位錯体

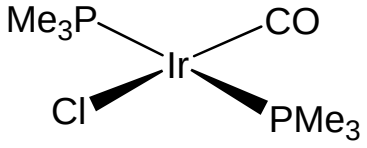
平面正方形錯体

Pt(II), Pd(II), Ni(II)
Ir(I), Rh(I), Au(III) d^8

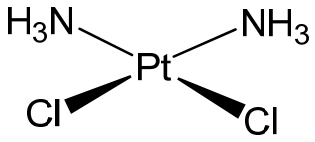
$[RhCl(PPh_3)_3]$ Willkinson錯体 (**1**)
trans-$[IrCl(CO)(PMe_3)_2]$ Vaska錯体 (**2**)
$[M(CN)_4]^{2-}$ (M = Ni, Pd, Pt),
$[MCl_4]^{2-}$ (M = Pd, Pt)
$[Pt(NH_3)_4]^{2+}$, *cis*-$[PtCl_2(NH_3)_2]$ シスプラチン (**3**)
$[AuCl_4]^-$



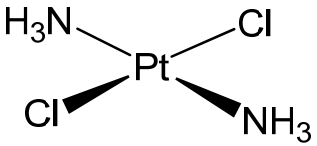
(**1**)



(**2**)



cis



trans

(**3**)

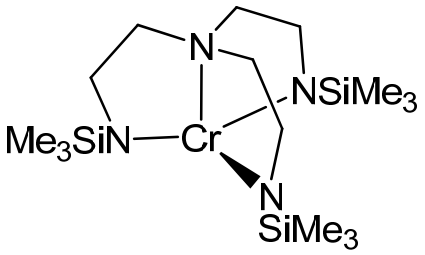
$[CoCl_4]^{2-}$ (d^7の平面正方形錯体では数少ない例)

四面体形錯体

多くのMX_4 アニオン(X = F, Cl, Br, F)
高原子価のMO_4アニオン

d^0: $[VO_4]^{3-}$, $[CrO_4]^{2-}$, $[MnO_4]^-$
$[MoS_4]^{2-}$, $[WS_4]^{2-}$
d^1: $[MnO_4]^{2-}$, $[TcO_4]^{2-}$, $[ReO_4]^{2-}$
$[RuO_4]^-$
d^2: $[FeO_4]^{2-}$, $[RuO_4]^{2-}$

d^5: $[FeCl_4]^-$, $[MnCl_4]^{2-}$
d^6: $[FeCl_4]^{2-}$, $[FeI_4]^{2-}$
d^7: $[CoCl_4]^{2-}$
d^8: $[NiCl_4]^{2-}$, $[NiBr_4]^{2-}$
d^9: $[CuCl_4]^{2-}$ (distorted)
d^{10}: $[Ni(CO)_4]$, $[Cu(CN)_4]^{3-}$
$[ZnCl_4]^{2-}$, $[Zn(OH)_4]^{2-}$
$[CdCl_4]^{2-}$, $[HgBr_4]^{2-}$



(d^3, d^4の四配位錯体は稀である)

五配位錯体

四角錐形錯体 ⟷ 三方両錐形錯体

これらのエネルギー
差は小さい
（Berry擬回転）

5配位構造指標
(τ value = (θ_{max}–θ_{2nd})/60
= 1 (tbp, 0 (sp))

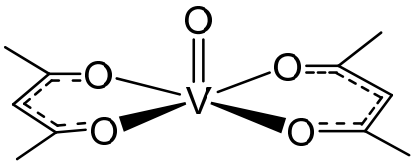
d^0: $[Nb(=O)Cl_4]^-$

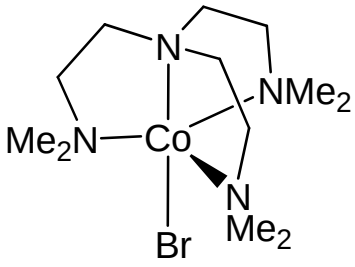
d^1: $[V(=O)(acac)_2]$, $[W(=O)Cl_4]^-$
$[Tc(\equiv N)Cl_4]^-$, $[Tc(\equiv N)Br_4]^-$

d^2: $[Tc(=O)Cl_4]^-$, $[Re(=O)Cl_4]^-$

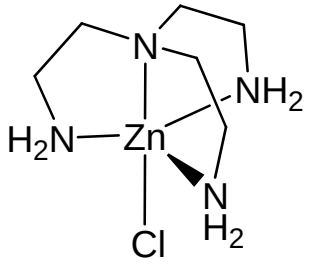
d^8: $[Ni(CN)_5]^{3-}$

d^8: $[Fe(CO)_5]$,
$[CoH(N_2)(PPh_3)_3]$
$[Ni(CN)_5]^{3-}$



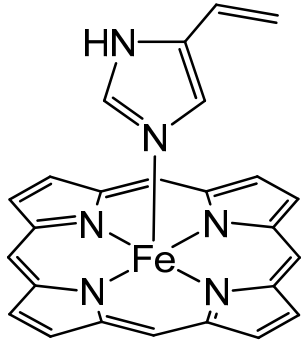


[CoBr(Me$_6$tren)]

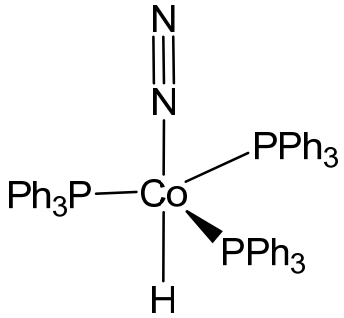


[ZnCl(tren)]

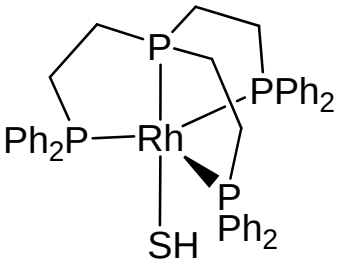
tripodal
ligandsは
tbpを安定化



Hb model



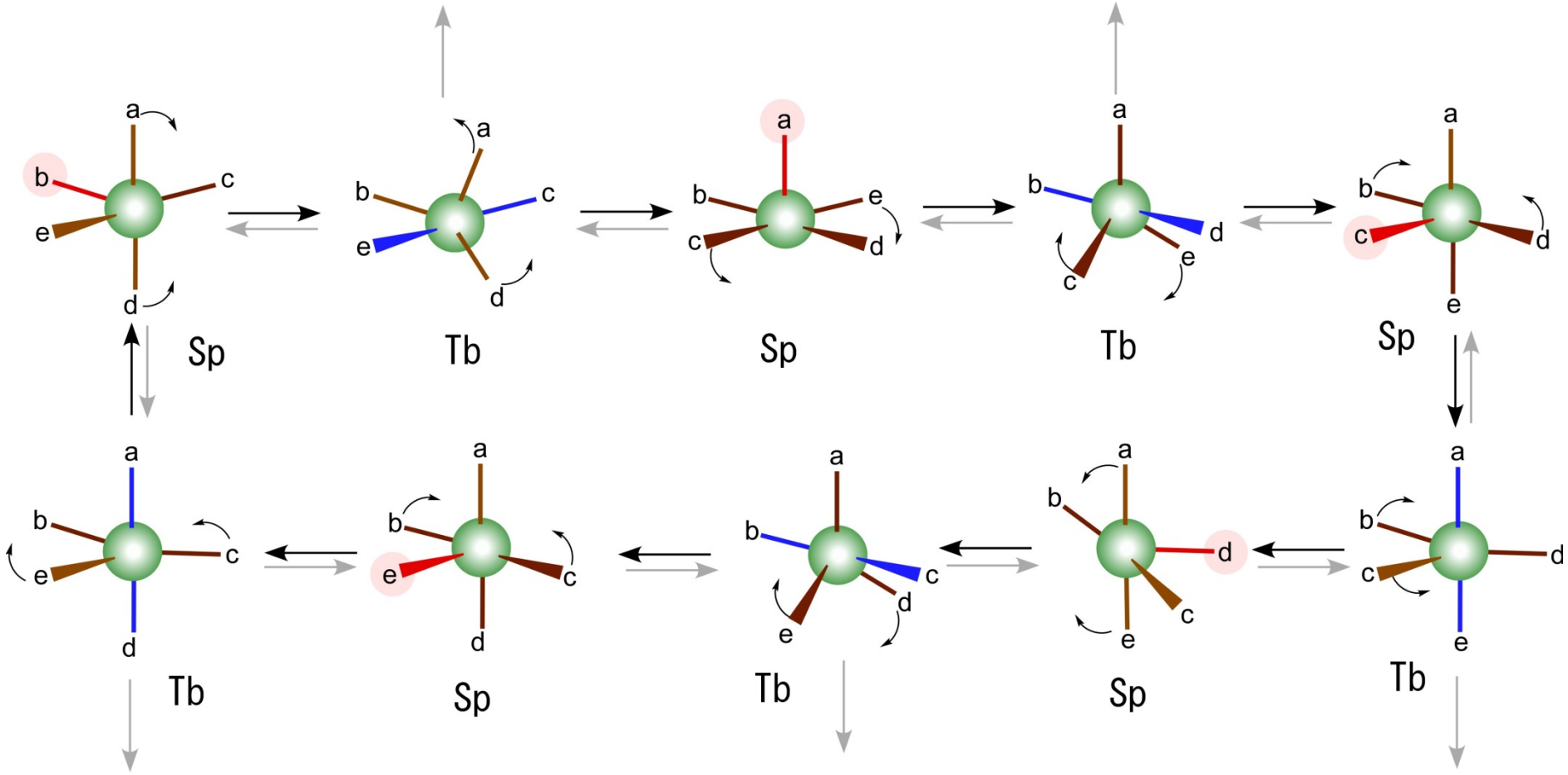
[CoH(N$_2$)(PPh$_3$)$_3$)]



[Rh(SH)(P(CH$_2$CH$_2$PPh$_2$)$_3$)]

五配位錯体

ベリー擬回転
(Berry Pseudorotation)

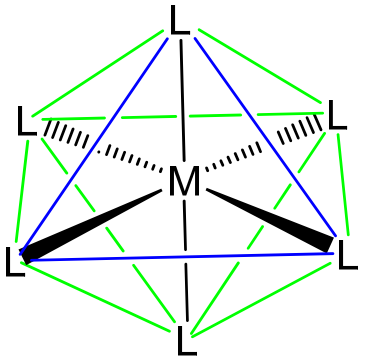


六配位錯体

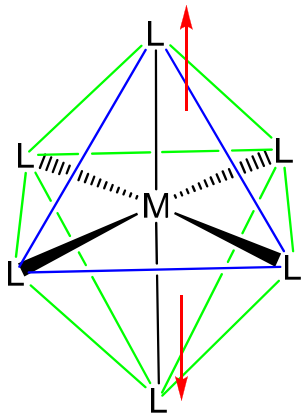
八面体形錯体

多くのd^3, d^6錯体 （これ以外も多い）
Cr(III), Fe(II), Co(III), Rh(III)
Ir(III), Pd(IV), Pt(IV)
$[M(H_2O)_6]^{2+}$ (M = Fe, Co, Ni, Cu, Zn)
$[M(H_2O)_6]^{3+}$ (M = Ti, V, Cr, Mn)

d^4 (Mn(III)), d^9 (Cu(II))はJahn-Teler正方歪

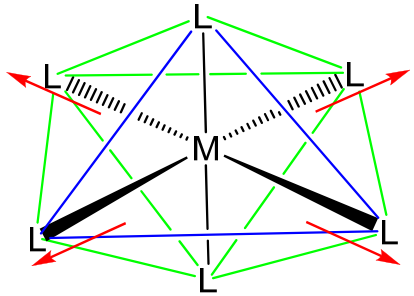


Oh



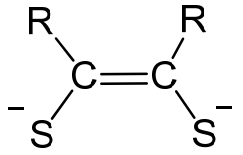
正方歪

D_{4h}

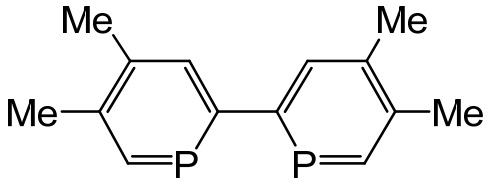


三角柱形錯体

数少ない
$[Zr(CH_3)_6]^{2-}$,
$[M(S_2C_2R_2)_3]$ (M = Mo, R = H; M = Re, R = Ph)
$[WL_3]$, $[ML_3]^{2-}$ (M = Ti, Zr, Hf, L = $P_2C_{14}H_{16}$)



$S_2C_2R_2^{2-}$ (ジチオレン）
R = H, Ph, CF_3
small normarized bite (d/r)

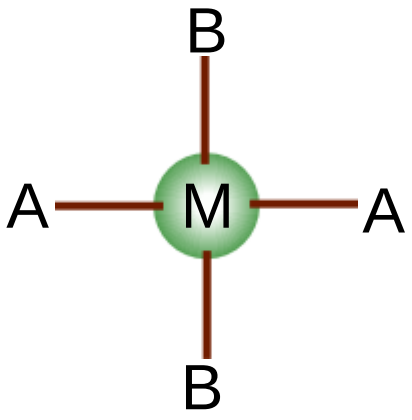


$P_2C_{14}H_{16}$ (phosphinine）

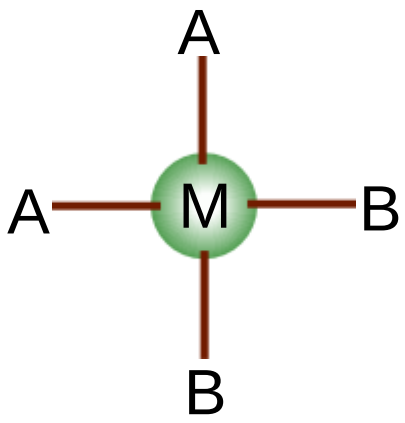
幾何異性体（Geometrical Isomers）

$[MA_2B_2]$

平面四角形錯体

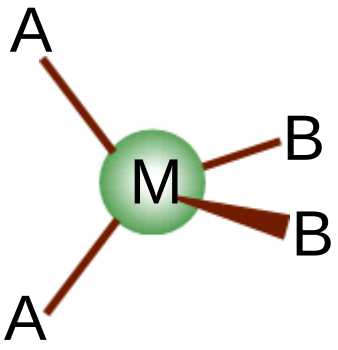


trans



cis

四面体形錯体

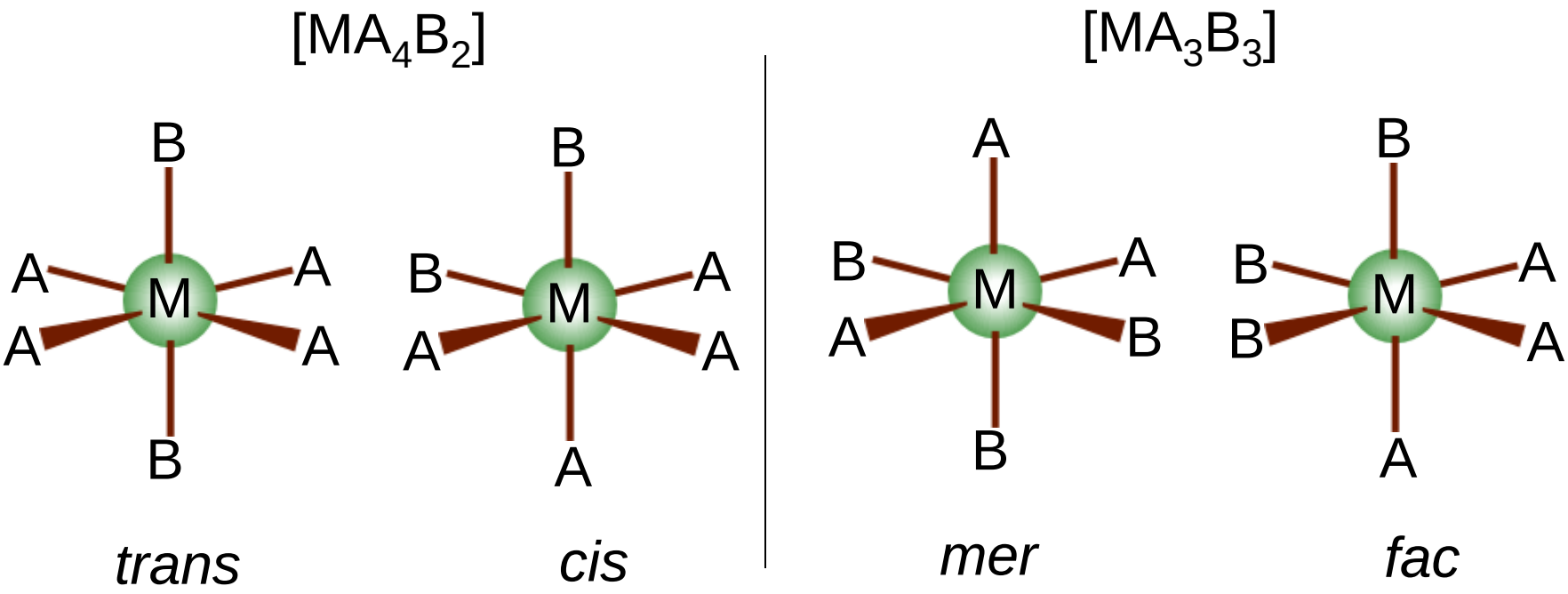


【練習】 $[PdClBr(PPh_3)_2]$, $[PtClBr(PPh_3)_2]$の幾何異性体構造について $^{31}P\{^1H\}$ NMRスペクトルで考察せよ。

【参考】核スピンに関するデータ： ^1H 100%, I = ½ 100MHz, ^{19}F 100%, I = ½ 94 MHz, ^{31}P 100% I = ½ 40.5 MHz, ^{195}Pt 34 % I = ½ 24.1 MHz, ^{103}Rh 100% I = ½ 3.2 MHz

幾何異性体（Geometrical Isomers）

八面体形錯体



【練習１】 $[MA_2B_2C_2]$の幾何異性体構造について 考察せよ。(鏡像異性体も考慮する）

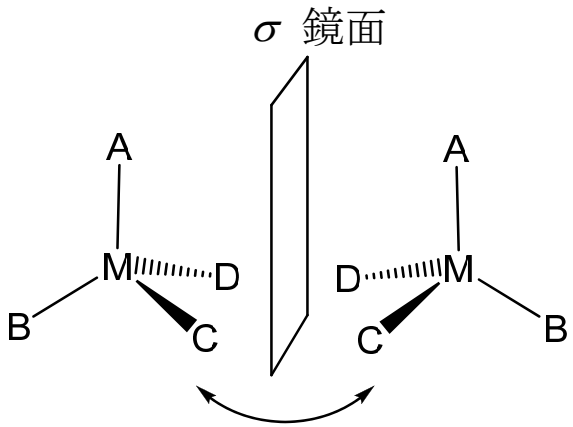
【練習２】 $[M(gly)_2(H_2O)_2]$の幾何異性体構造について 考察せよ。(gly^-のN-Oキレートの立体配座については考えなくてよい）

【練習３】 A, B, C 3種類の単座配位子を含む$[MA_nB_mC_l]$ (n+m+l = 6; n, m, l ≥1)の幾何異性体は全部でいくつか。(鏡像異性体は考えなくてよい）

鏡像異性体(Enantiomeric Isomers)

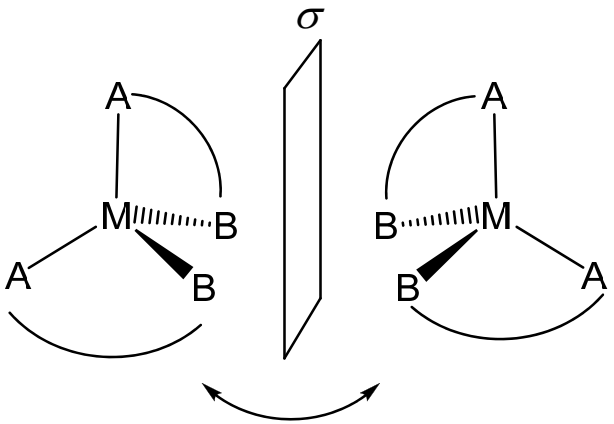
四面体形錯体

[MABCD] C_1 Chiral(中心性不斉)



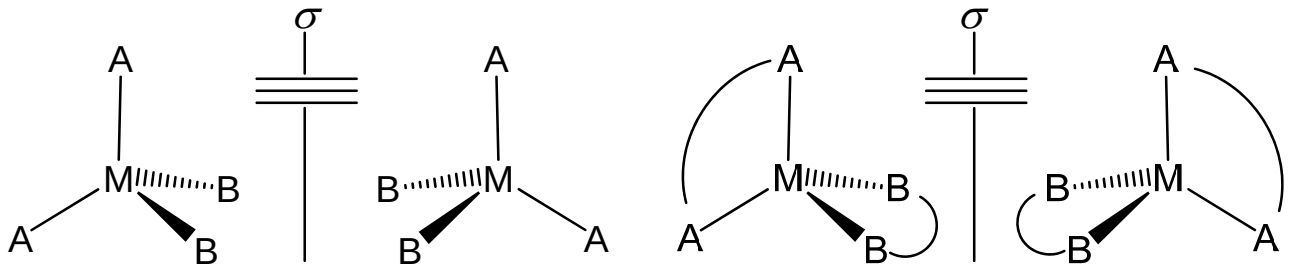
鏡像異性体 (enentiomer)

[M(A-B)$_2$] C_2 Chiral(軸性不斉)



鏡像異性体 (enentiomer)

金属周りの絶対配置(Absolute Configuration)
R/S (Cahn, Ingold, Prelog)

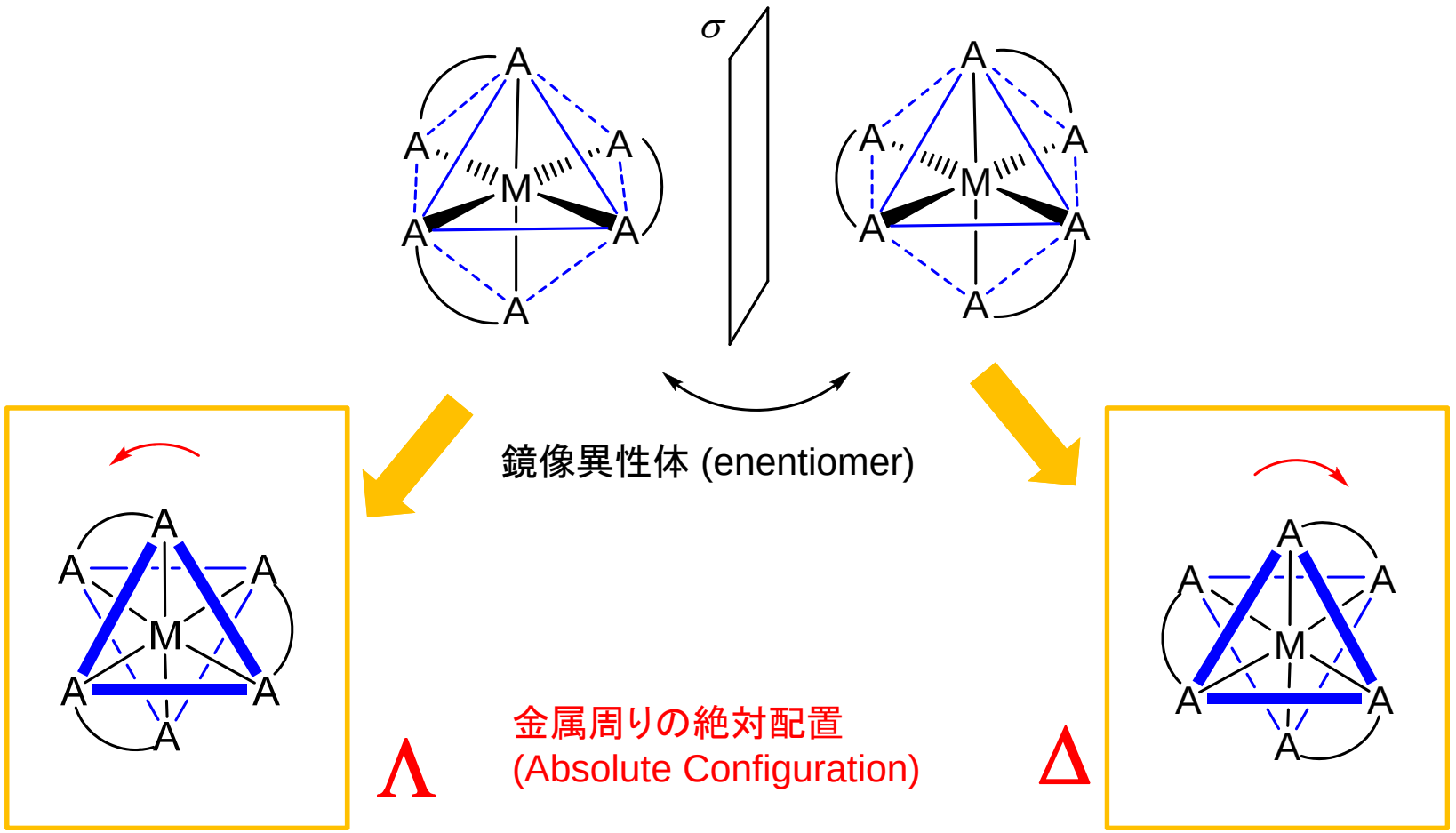


【注意】これらは同一。cis, transの幾何異性体もない

鏡像異性体(Enantiomeric Isomers)

八面体形錯体

[M(A-A)$_3$]　　C_3 Chiral(軸性不斉)

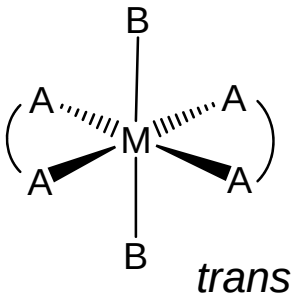


【練習】 [M(A-B)$_3$]の(立体配置)異性体について考察せよ。

鏡像異性体（Enantiomeric Isomers）

八面体形錯体

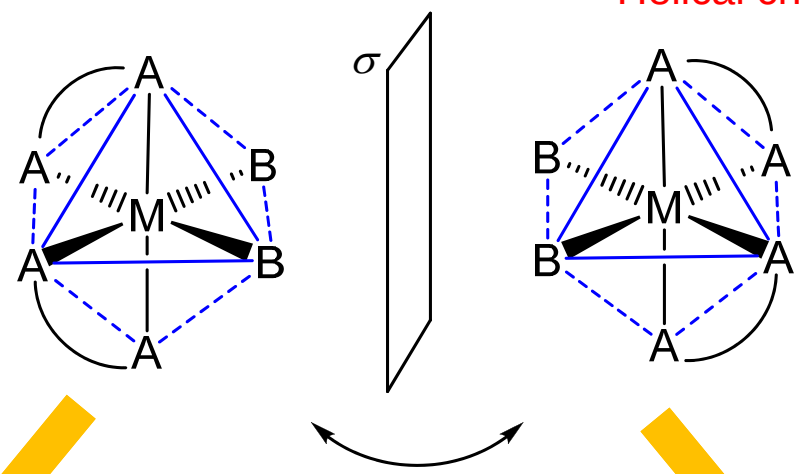
【参考】 対象要素 i (S_2), σ (S_1), S_nがあるとアキラル

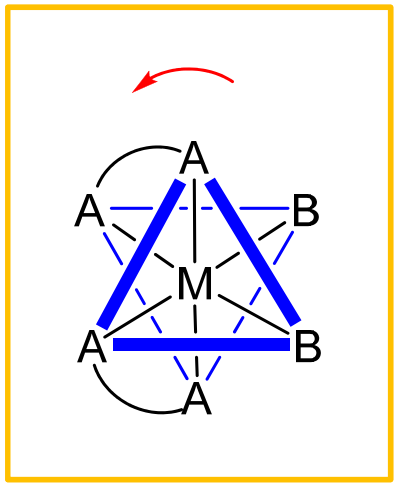


trans

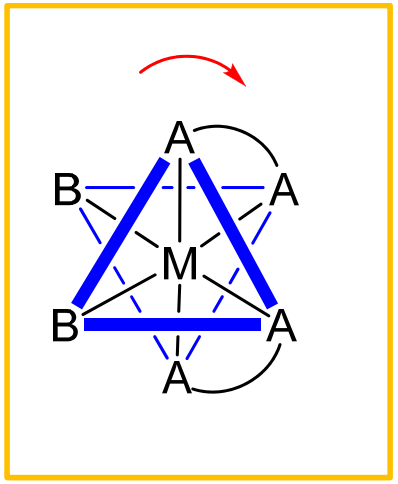
cis-[M(A-A)$_2$B$_2$]

Helical chirality（らせん不斉）

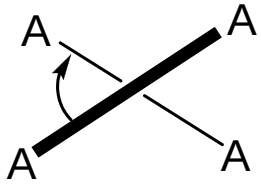




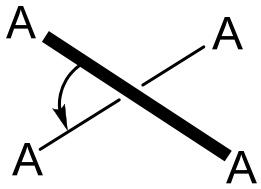
鏡像異性体 (enentiomer)



Λ 金属周りの絶対配置 (Absolute Configuration) Δ



λ Skew-line convention δ



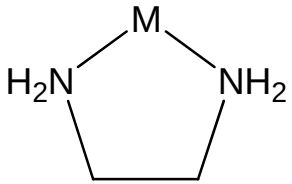
左巻き螺旋　　右巻き螺旋

【参考】 *trans*-[$CoCl_2(en)_2$]Cl（緑）, *cis*-[$CoCl_2(en)_2$]Cl（紫）

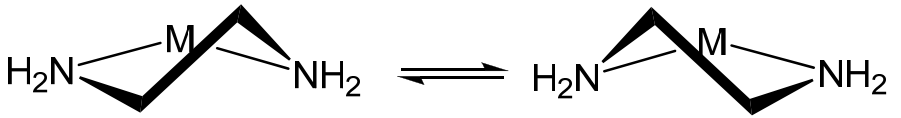
立体配座異性体(Conformational Isomers)

結合を切断することなく，単結合周りの自由回転によって発生する立体配座(conformation)の中で安定な構造を立体配座異性体という。

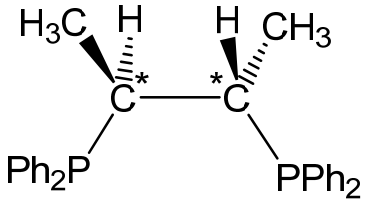
5員環キレート構造



en



λゴーシュ(gauche)　　δゴーシュ(gauche)



S,S-chiraphos

【練習1】1,3-プロパンジアミン(pn)の6員環キレートの立体配座について考察せよ。

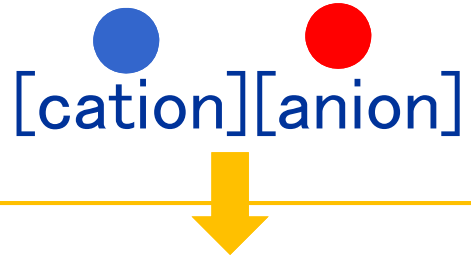
【練習2】S,S-chiraphos（左図）の5員環キレートの立体配座について考察せよ。

錯体の異性現象

- 錯体の異性体(isomer)
  - 構造異性体 (structural isomer)
    - 連結異性体（結合異性体） (linkage isomer)　$[Co(\underline{N}O_2)(NH_3)_5]^{2+}$ (yellow), $[Co(\underline{O}NO)(NH_3)_5]^{2+}$ (red)
    - イオン化異性体 (ionization isomer)　$[PtCl_2(NH_3)_4]Br_2$, $[PtBr_2(NH_3)_4]Cl_2$
    - 水和異性体 (hydration isomer)　$CrCl_3 \cdot 6H_2O$
    - 配位異性体 (coordination isomer)　$[Co(NH_3)_6][Cr(CN)_6]$と$[Cr(NH_3)_6][Co(CN)_6]$, $[(NH_3)_4Co(\mu\text{-}OH)_2CoCl_2(NH_3)_2]$と$[Cl(NH_3)_3Co(\mu\text{-}OH)_2CoCl(NH_3)_3]$
  - 立体異性体 (stereoisomer)

    結合の種類が同じで，それらの空間配置が異なるもの
    - 立体配置異性体 (configurational isomer)
      - 鏡像異性体(enantiomer)　*R/S*　Δ/Λ
      - ジアステレオマー(diastereomer)　*R/S*　Δ/Λ　鏡像異性体ではない
      - 幾何異性体(geometrical isomer)　注）ジアステレオマーに含まれる　*cis/trans*　*mer/fac*
    - 立体配座異性体 (conformational isomer)　*gauche* (δ,λ), chair, boat, skew (δ,λ),

錯体の命名法
nomenclature



配位子はアルファベット順
（倍数接頭語は別）

ion

-ate ion

錯イオン（カチオン）の場合：　トリ（　A　）ジ（　B　）（金属）（酸化数）イオン

錯イオン（アニオン）の場合：　トリ（　A　）ジ（　B　）（金属）（酸化数）酸イオン

化学式の場合：　$[M(\text{アニオン配位子})_n(\text{中性配位子})_m]^{p+ \text{ or } q-}$　中性錯体は0を書かない

配位子はそれぞれで配位原子のアルファベット順

【例】：　$[Co(NH_3)_6]^{3+}$　ヘキサアンミンコバルト(III)イオン

$[Re_2Cl_8]^{3+}$　オクタクロロ二レニウム(III)酸イオン
（二は漢字）

$[Cr_2(\mu\text{–}O)(NH_3)_{10}]^{4+}$　μ–オキソービス[ペンタアンミンクロム(III)]イオン

$[Co(en)_3]^{2+}$　トリス（エチレンジアミン）コバルト(II)イオン

$[Fe(\underline{N}CS)(OH_2)_5]^{2+}$　ペンタアクア（チオシアナト-*N*）鉄(II)イオン

【参考】mono, di (bis), tri (tris), tetra (tetrakis), penta (pentakis), hexa (hexakis), hepta (heptakis)
octa (octakis), nona (nonakis), deca (decakis), undeca, dodeca, trideca, …

錯体の命名法
nomenclature

【練習問題　1】以下の錯体に名前を付け，構造を書け。

$[Pt(Cl)_2(NH_3)_4]^{2+}$　　$[Ni(CO)_3(py)]$

$[Cr(edta)]^-$　　$[Co(Cl)_2(en)_2]^+$

$[Rh(CO)_2I_2]^-$

【練習問題　2】以下の錯体の化学式と構造を書け。

ジアクアジクロロ白金(II)　　ジアンミンテトラ(チオシアナト-*N*)クロム(III)酸イオン

トリス(エチレンジアミン)ロジウム(II)　　ブロモペンタカルボニルマグネシウム(I)

クロロトリス(トリフェニルホスフィン)ロジウム(I)