

## d 軌道元素(遷移元素)中の電子の動きに就いて(第5報)

## 6d-5f 軌道元素(その2)

浅田 幸作

Traveling of the Electrons Belonging to the Elements  
of d-Orbits (Transition Elements) (Fifth Report)

## 6d-5f Orbits Elements (No. 2)

Kosaku ASADA

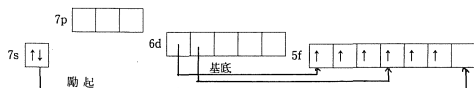
前報で放射性元素群の約1/3を書いたが、此元素群が持つ特性は今世紀科学界の最も重要課題の一つである "エネルギー保有" で、特に日本の様なエネルギー資源には誠に貧困な国では原子力の利用を最も合理的に開発せざるを得ない。

我々はこの宿命を避けて通る訳には行かないが、宇宙は今地球から何億キロか離れた彼方で核分裂や壊変反応が進みつつあると考へられ、その恩恵で我々生物は生存の可能性を生み出している事を思うと我々の化学は核反応の領域に前進する必要がある事を痛感するが、余談で貴重な紙面を費やす訳には行かないので次の Pu(94) 元素に入る事にする。

此元素群元来は 6d 軌道に入っていたが、エネルギーの低い 5f に遷移している。

## Pu(94)元素に就いて

その電子配置は次の様である。



基底状態で 1, 2, 3, 4, 5, 6 価勵起されて 7, 8 価が考へられ、実在する化合物も 2, 3, 4, 5, 6 価はあるが 7, 8 価は現在知られていない。

- 1 価 ————
- 2 // PuO, PuS
- 3 // Pu(OH)<sub>3</sub>·xH<sub>2</sub>O, Pu<sub>2</sub>S<sub>3</sub>—Pu<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, PuF<sub>3</sub>,  
PuCl<sub>3</sub>, PuBr<sub>3</sub>, PuOCl, NaPuF<sub>4</sub>, Pu(IO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>,  
PuSO<sub>4</sub>·1/2H<sub>2</sub>O, Pu<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S
- 4 // PuO<sub>2</sub>, Pu(OH)<sub>4</sub>·xH<sub>2</sub>O, Pu(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O,  
Pu(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, Pu(IO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>, Pu(HPO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O,  
CsPuCl<sub>6</sub>, KPuO<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, PuOCrO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O,  
Pu(MnO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>
- 5 // PuO<sub>2</sub>Cl·xH<sub>2</sub>O, PuO<sub>2</sub>·ClO<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O,  
PuO<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>·xH<sub>2</sub>O, KPuO<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- 6 // PuO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O, PuO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O, PuO<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>·  
xH<sub>2</sub>O, PuO<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O, PuO<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)·  
xH<sub>2</sub>O, NaPuO<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>)<sub>3</sub>

錯体に就いては Pu<sup>3+</sup>, Pu<sup>4+</sup> の無機酸イオンとの錯体生成が研究され、(NO<sub>3</sub>), (SO<sub>4</sub>), (CO<sub>3</sub>), (PO<sub>4</sub>)の種々の形が作られ、更に有機酸に就いては多くの錯体が研究されている。

その形は主に Pu<sup>3+</sup>, Pu<sup>4+</sup> で有機酸としては、(CH<sub>3</sub>·COCHCOCH<sub>3</sub>), OCH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>, (C<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), (Tant.)等数多く作られているが何れも sd<sup>2</sup> 又は sd<sup>3</sup> の混成軌道に配位した化合物を作ると考へられる。同位体に就いては次の15種が作られている。

| 質量数 | 主なる生成核反応  | 半減期                      |
|-----|---|--------------------------|
| 232 | <sup>235</sup> U(α, 7n) <sup>232</sup> Pu   | 36min                    |
| 233 | <sup>233</sup> U(α, 4n) <sup>233</sup> Pu   | 20 "                     |
| 234 | <sup>235</sup> U(α, 5n) <sup>234</sup> Pu   | 9 hr                     |
| 235 | <sup>233</sup> U(α, 2n) <sup>235</sup> Pu   | 26min                    |
| 236 | <sup>235</sup> U(α, 3n) <sup>236</sup> Pu   | 2.85yr                   |
| 237 | <sup>235</sup> U(α, 2n) <sup>237</sup> Pu   | 46.6day                  |
| 238 | <sup>238</sup> U(d, 2n) <sup>238</sup> Np $\xrightarrow{\beta^-}$ <sup>238</sup> Pu | 86.4yr                   |
| 239 | <sup>239</sup> Np $\xrightarrow{\beta^-}$ <sup>239</sup> Pu                         | 24.36 "                  |
| 240 | <sup>239</sup> Pu(n, r) <sup>240</sup> Pu   | 6.58 "                   |
| 241 | <sup>240</sup> Pu(n, r) <sup>241</sup> Pu   | 13.0 "                   |
| 242 | <sup>241</sup> Pu(n, r) <sup>242</sup> Pu   | 3.8 × 10 <sup>5</sup> yr |
| 243 | <sup>242</sup> Pu(n, r) <sup>243</sup> Pu   | 4.98hr                   |

|     |   |                             |
|-----|---|-----------------------------|
| 244 | $^{243}\text{Pu}(n, \gamma)^{244}\text{Pu}$ | $7.6 \times 10^7 \text{yr}$ |
| 245 | $^{244}\text{Pu}(n, \gamma)^{245}\text{Pu}$ | 10.6hr                      |
| 246 | $^{245}\text{Pu}(n, \gamma)^{246}\text{Pu}$ | 1085day                     |

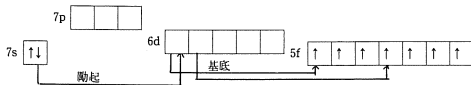
是等の同位体に就いて核生成、分裂及び各種の壊変に関する多くの研究報告があり、従って数多くの異種生成核が作られているが、それに就いては省略する。

然し Pu は最初に長崎原子爆弾として用いられた元素で、広島に投下された U を主体とした原子爆弾とともに日本人としては誠にまわしい元素の一つではあるが、U の方は既に平和利用として発電の熱源に活用されているが Pu の方もその可能性が強く、その炉型は高速増殖炉用燃料として将来が期待されている。

又 Pu は原子力電池、小型動力源、医療用などに利用される事も期待されている。

### Am(95)元素に就いて

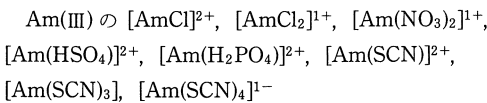
その電子配置は次の様である。



基底状態で 5f の 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 個勵起されて 7s<sup>1</sup>, 6d<sup>1</sup> の 8, 9 個が考へられ実在する化合物は 2, 3, 4, 5, 6 個が知られている。

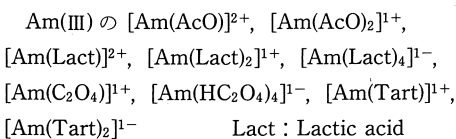
- 1 個 ———
- 2 〃 Am(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, AmO
- 3 〃 Am<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Am(OH)<sub>3</sub>, AmF<sub>3</sub>, AmCl<sub>3</sub>, AmBr<sub>3</sub>, AmI<sub>3</sub>, Am<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, Am(ClO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, Am<sub>2</sub>S<sub>3</sub>,
- 4 〃 AmO<sub>2</sub>, AmF<sub>4</sub>, NaAmO<sub>2</sub>(CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>), LiAmF<sub>5</sub>, Rb<sub>2</sub>AmF<sub>6</sub>
- 5 〃 RbAmO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, KAmO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>
- 6 〃 AmO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, Cs<sub>2</sub>AmO<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub>

Am の錯体に就いては Am(III) の形が大部分で、次の化合物が作られている。



又有機錯体も数多く作られている。

その一部を示せば、



その配位様式は恐らく sd<sup>2</sup> 混成を作った化合物と考へられる。

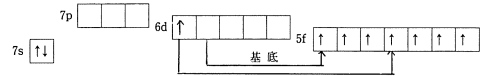
Am の同位体に就いては、次の 10 種が作られている。

| 質量数 | 生成核反応   | 半減期                       |
|-----|---|---------------------------|
| 237 | $^{239}\text{Pu}(d, 4n)^{237}\text{Am}$   | 1.3hr                     |
| 238 | $^{239}\text{Pu}(d, 3n)^{238}\text{Am}$   | 1.9〃                      |
| 239 | $^{239}\text{Pu}(d, 2n)^{239}\text{Am}$   | 12.1〃                     |
| 240 | $^{239}\text{Pu}(d, n)^{240}\text{Am}$  | 2.12day                   |
| 241 | $^{241}\text{Pu} \xrightarrow{\beta^-} ^{241}\text{Am}$                           | 458yr                     |
| 242 | $^{241}\text{Am}(n, \gamma)^{242}\text{Am}$                                       | 16.01hr                   |
| 243 | $^{242}\text{Am}(n, \gamma)^{243}\text{Am}$                                       | $7 \times 10^3 \text{yr}$ |
| 244 | $^{243}\text{Am}(n, \gamma)^{244}\text{Am}$                                       | 10.1hr                    |
| 245 | $^{244}\text{Pu}(n, \gamma)^{245}\text{Pu} \xrightarrow{\beta^-} ^{245}\text{Am}$ | 2.07〃                     |
| 246 | —————   | 25.0min                   |

Am の核分裂、壊変等に関する核的性質に就いては数多く報告されているが、それ等は省略するが、Am から放出される α 線、γ 線、中性子線は線源として広く測定方面に利用され、特に γ 線によるラジオグラフなどが良い例である。

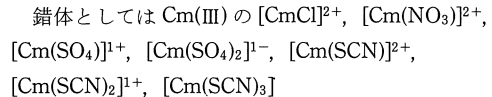
### Cm(96)元素に就いて

その電子配置は次の様である。

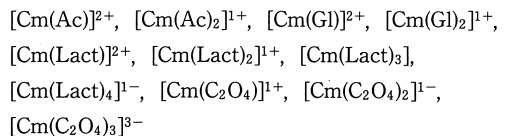


基底状態で 5f の 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 個及び 6d<sup>1</sup> の 8 個が考へられ、実在する化合物は 2, 3, 4 個が知られている。

- 1 個 ———
- 2 〃 CmO
- 3 〃 Cm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CmF<sub>3</sub>, CmCl<sub>3</sub>, CmBr<sub>3</sub>, CmI<sub>3</sub>, Cm<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S, CmPO<sub>4</sub>, CmOCl, Cm<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O
- 4 〃 CmO<sub>2</sub>, CmF<sub>4</sub>, LiCmF<sub>5</sub>



又有機錯体も数多く知られている。その一部を示せば、次の様に Cm(III) の形が大部分である。



その配位様式は恐らく sd<sup>2</sup> 混成の型の化合物を作ると考へられる。

同位体に就いては、これも 13 種が知られている。

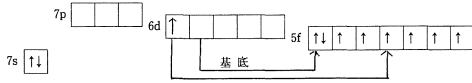
| 質量数 | 生成核反応  | 半減期   |
|-----|--|-------|
| 238 | $^{239}\text{Pu}(\alpha, 5n)^{238}\text{Cm}$ | 2.5hr |
| 239 | $^{239}\text{Pu}(\alpha, 4n)^{239}\text{Cm}$ | 2.9〃  |

|     |   |                              |
|-----|---|------------------------------|
| 240 | $^{239}\text{Pu}(\alpha, 3n)^{240}\text{Cm}$            | 26.8day                      |
| 241 | $^{239}\text{Pu}(\alpha, 2n)^{241}\text{Cm}$            | 35 "                         |
| 242 | $^{239}\text{Pu}(\alpha, n)^{242}\text{Cm}$             | 163 "                        |
| 243 | $^{242}\text{Cm}(n, r)^{243}\text{Cm}$                  | 32yr                         |
| 244 | $^{244}\text{Am} \xrightarrow{\beta^-} ^{244}\text{Cm}$ | 17.6 "                       |
| 245 | $^{245}\text{Bk} \oplus \text{電子捕獲} ^{245}\text{Cm}$    | $9.3 \times 10^3 "$          |
| 246 | $^{239}\text{Pu}$ 多重中性子捕獲 $^{246}\text{Cm}$             | $5.5 \times 10^8 "$          |
| 247 | $^{239}\text{Pu}$ 多重中性子捕獲 $^{247}\text{Cm}$             | $1.6 \times 10^7 "$          |
| 248 | $^{252}\text{Cf} \alpha$ 壊変 $^{248}\text{Cm}$           | $4.7 \times 10^5 "$          |
| 249 | $^{248}\text{Cm}(n, r)^{249}\text{Cm}$                  | 64min                        |
| 250 | $^{239}\text{Pu}$ 多重中性子捕獲 $^{250}\text{Cm}$             | $1.13 \times 10^4 \text{yr}$ |

Cmの核分裂及び各種壊変等に就いては省略するが、是等同位体の中には $\alpha$ 放射体として利用されるものが多く、特にそれを利用したアイソトープ電池（壊変時の放出エネルギーを熱として保有し、更にそれを電気的エネルギーに変える機構）の開発が有望とされている。

#### Bk(97)元素に就いて

その電子配置は次の様である。



基底状態で $5f^2 \sim 5f^7$ の1, 2, 3, 4, 5, 6価及び $6d^1$ の7価が考へられるが、実在する化合物は3, 4価の化合物のみが知られている。

- 1 価 ———  
 2 〃 ———  
 3 〃  $\text{Bk}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BkF}_3$ ,  $\text{BkCl}_3$ ,  $\text{BkBr}_3$ ,  $\text{BkI}_3$ ,  
 $\text{BkOCl}$ ,  $\text{BkOBr}$ ,  $\text{BkOI}$ ,  $\text{Bk}_2\text{S}_3$ ,  
 4 〃  $\text{BkO}_2$

錯体は非常に少なく、僅かに有機錯体が少し作られ、

Bk(III)又はBk(IV)の形であるが省略する。

同位体としては次の9種が作られている。

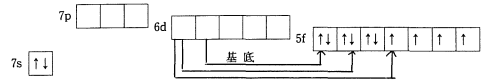
| 質量数 | 生成核反応   | 半減期     |
|-----|---|---------|
| 243 | $^{241}\text{Am}(\alpha, 2n)^{243}\text{Bk}$  | 4.5hr   |
| 244 | $^{243}\text{Am}(\alpha, 3n)^{244}\text{Bk}$  | 4.35 "  |
| 245 | $^{242}\text{Cm}(\alpha, p)^{245}\text{Bk}$   | 4.98day |
| 246 | $^{243}\text{Am}(\alpha, n)^{246}\text{Bk}$   | 1.8 "   |
| 247 | $^{244}\text{Cm}(\alpha, n)^{247}\text{Bk}$   | 1.38yr  |
| 248 | $^{247}\text{Bk}(n, r)^{248}\text{Bk}$  | 1.8hr   |
| 249 | $^{243}\text{Am}$ 中性子捕獲 $\xrightarrow{\beta^-} ^{249}\text{Cm} \xrightarrow{\beta^-} ^{249}\text{Bk}$ | 314day  |
| 250 | $^{249}\text{Bk}(n, r)^{250}\text{Bk}$  | 3.22hr  |
| 251 | —————   | 57min   |

Bkの同位体の核分裂及び各種の壊変に就いても種々の報告があるが省略する。

又Bkの同位体の利用は少なく、将来の問題である様だ。

#### Cf(98)元素に就いて

その電子配置は次の様である。



基底状態で $6d^1$ 電子が $5f^2$ に転移しているので $5f^4 \sim 5f^7$ の1, 2, 3, 4価が考へられるが、実在する化合物は殆んど3価のみが安定な化合物として知られている。

- 3 価  $\text{Cf}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CfF}_3$ ,  $\text{CfCl}_3$ ,  $\text{CfBr}_3$ ,  $\text{CfI}_3$ ,  $\text{CfOF}$ ,  
 $\text{CfOCl}$ ,  $\text{CfOBr}$ ,  $\text{CfOF}$ ,  $\text{Cf}_2\text{S}_3$

錯体に関しては $[\text{Cf}(\text{SCN})]^{2+}$ 及び有機錯体としてはオキソ酪酸塩、乳酸塩、エチレンジアミン醋酸塩等が報告されている。

その配位様式は、 $sd^2$ 混成の形の化合物と考へられる。

Cfの同位体としては次の13種が作られている。

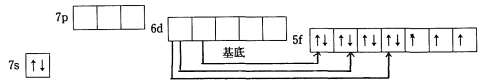
| 質量数 | 生成核反応   | 半減期     |
|-----|---|---------|
| 242 | $^{233}\text{U}(^{12}\text{C}, 3n)^{242}\text{Cf}$<br>( $^{12}\text{C}$ : $^{12}\text{C}$ の衝撃)  | 3.4min  |
| 243 | $^{234}\text{U}(^{12}\text{C}, 3n)^{243}\text{Cf}$  | 10.3 "  |
| 244 | $^{244}\text{Cm}(\alpha, 4n)^{244}\text{Cf}$  | 25 "    |
| 245 | $^{245}\text{Cm}(\alpha, 4n)^{245}\text{Cf}$  | 44 "    |
| 246 | $^{238}\text{U}(^{12}\text{C}, 4n)^{246}\text{Cf}$  | 35.7hr  |
| 247 | $^{244}\text{Cm}(\alpha, n)^{247}\text{Cf}$   | 2.45 "  |
| 248 | $^{245}\text{Cm}(\alpha, n)^{248}\text{Cf}$   | 300day  |
| 249 | $^{244}\text{Cm}(n, r) \xrightarrow{n} (\text{捕獲}) ^{249}\text{Cm} \xrightarrow{\beta^-} ^{249}\text{Bk} \xrightarrow{\beta^-} ^{249}\text{Cf}$ | 360yr   |
| 250 | $^{249}\text{Bk}(d, n)^{250}\text{Cf}$  | 13.2 "  |
| 251 | $^{239}\text{Pu}$ 中性子照射 $^{251}\text{Cf}$   | 800 "   |
| 252 | $^{239}\text{Pu}$ 中性子照射 $\xrightarrow{\beta^-} ^{252}\text{Cf}$   | 2.65 "  |
| 253 | $^{239}\text{Pu}$ 中性子照射 $\xrightarrow{\beta^-} ^{253}\text{Cf}$   | 17.6day |
| 254 | 熱核爆発実験から  | 60.5 "  |

Cfの核分裂及び各種壊変に就いての報告は数多くあるが省略する。

尚Cfの同位体は中性子源として将来活用されるであろうが、現在では原子炉内での生産がまだ少ない様である。

#### Es(99)元素に就いて

その電子配置は次の様である。



基底状態で  $5f^5 \sim 5f^7$  の 1, 2, 3 価が考へられるが、実在する化合物は現在では化学式が確認されたものは存在しない様である。

同位体としては現在次の12種が作られている。

| 質量数 | 生成核反応  | 半減期     |
|-----|--|---------|
| 245 | $^{238}\text{U}(^{14}\text{N}, 7n)^{245}\text{Es}$<br>( $^{14}\text{N}: ^{14}\text{N}$ 衝撃) | 1.3min  |
| 246 | $^{238}\text{U}(^{14}\text{N}, 6n)^{246}\text{Es}$   | 7.5 "   |
| 247 | $^{238}\text{U}(^{14}\text{N}, 5n)^{247}\text{Es}$   | 5.0min  |
| 248 | $^{249}\text{Cf}(d, 3n)^{248}\text{Es}$  | 25 "    |
| 249 | $^{249}\text{Bk}(\alpha, 4n)^{249}\text{Es}$   | 2 hr    |
| 250 | $^{249}\text{Bk}(\alpha, 3n)^{250}\text{Es}$   | 8 "     |
| 251 | $^{249}\text{Bk}(\alpha, 2n)^{251}\text{Es}$   | 1.5day  |
| 252 | $^{249}\text{Bk}(\alpha, n)^{252}\text{Es}$  | 140 "   |
| 253 | $^{244}\text{Cm}$ 中性子捕獲 $\beta^-$ , $^{253}\text{Es}$                                      | 20.0 "  |
| 254 | $^{253}\text{Es}(n, r)^{254}\text{Es}$   | 270 "   |
| 255 | $^{253}\text{Es}(n, r)^{254}\text{Es}(n, r)^{255}\text{Es}$                                | 39.8day |
| 256 | $^{255}\text{Es}(n, r)^{256}\text{Es}$   | < 1 hr  |

Es の核分裂及び各種の壊変については省略するが、同位体は現在では天然に存在せず、原子爆弾の爆発の際生じた破片の中から分離して得られたもので、将来核反応が盛んになるに従って生成される可能性の強い元素の一つである。

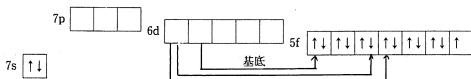
Fm(100), Md(101), No(102)元素に就いて

その電子配置は次の様である。

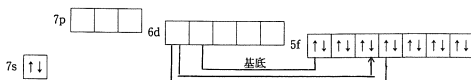
Fm(100)は



Md(101)は



No(102)は



基底状態で Fm は 1, 2 価, Md は 1 価, No は 0 価に考へられるが、実在する化合物は現在まだ知られていない。

同位体としては Fm では13種, Md は 6 種, No は 7 種が作られている。

Fm の同位体は次の様な反応で作られる。

| 質量数 | 生成核反応  | 半減期     |
|-----|--|---------|
| 246 | $^{235}\text{U}(^{16}\text{O}, 5n)^{246}\text{Fm}$<br>( $^{16}\text{O}: ^{16}\text{O}$ 衝撃) | 1.4sec  |
| 247 | —————  | 35 "    |
| 248 | $^{240}\text{Pu}(^{12}\text{C}, 4n)^{248}\text{Fm}$  | 0.6min  |
| 249 | $^{238}\text{U}(^{16}\text{O}, 5n)^{249}\text{Fm}$   | 2.6 "   |
| 250 | $^{238}\text{U}(^{16}\text{O}, 4n)^{250}\text{Fm}$   | 30 "    |
| 251 | $^{249}\text{Cf}(\alpha, 2n)^{251}\text{Fm}$   | 70hr    |
| 252 | $^{238}\text{U}(^{18}\text{O}, 4n)^{252}\text{Fm}$<br>( $^{18}\text{O}: ^{18}\text{O}$ 衝撃) | 22.7 "  |
| 253 | $^{252}\text{Cf}(\alpha, 3n)^{253}\text{Fm}$   | 3.0day  |
| 254 | $^{253}\text{Es}(n, r)^{254}\text{Es} \xrightarrow{\beta^-} ^{254}\text{Fm}$               | 3.24hr  |
| 255 | $^{254}\text{Es}(n, r)^{255}\text{Es} \xrightarrow{\beta^-} ^{255}\text{Fm}$               | 20.1 "  |
| 256 | $^{255}\text{Es}(n, r)^{256}\text{Es} \xrightarrow{\beta^-} ^{256}\text{Fm}$               | 2.67 "  |
| 257 | —————  | 94.0day |
| 258 | —————  | 11.0 "  |

Md の同位体は,

| 質量数 | 生成核反応  | 半減期   |
|-----|--|-------|
| 252 | $^{238}\text{U}(^{19}\text{F}, 5n)^{252}\text{Md}$<br>( $^{19}\text{F}: ^{19}\text{F}$ 衝撃) | 8 min |
| 254 | —————  | > 2 " |
| 255 | $^{253}\text{Es}(\alpha, 2n)^{255}\text{Md}$   | 35 "  |
| 256 | $^{253}\text{Es}(\alpha, n)^{256}\text{Md}$  | 1.5hr |
| 257 | $^{252}\text{Cf}(^{12}\text{C}, 3p4n)^{257}\text{Md}$<br>( $3p: p$ 3 回放出)                  | 3.0 " |
| 258 | $^{255}\text{Es}(\alpha, n)^{258}\text{Md}$  | 53day |

No の同位体は,

| 質量数 | 生成核反応   | 半減期              |
|-----|---|------------------|
| 251 | $^{244}\text{Cm}(^{12}\text{C}, 5n)^{251}\text{No}$   | 0.8sec           |
| 252 | $^{244}\text{Cm}(^{12}\text{C}, 4n)^{252}\text{No}$   | 2.3 "            |
| 253 | $^{244}\text{Cm}(^{13}\text{C}, 4n)^{253}\text{No}$<br>( $^{13}\text{C}: ^{13}\text{C}$ 衝撃) | $10.5 \pm 2.0 "$ |
| 254 | $^{246}\text{Cm}(^{12}\text{C}, 4n)^{254}\text{No}$   | $55 \pm 5 "$     |
| 255 | $^{246}\text{Cm}(^{13}\text{C}, 4n)^{255}\text{No}$   | $185 \pm 20 "$   |
| 256 | $^{248}\text{Cm}(^{12}\text{C}, 4n)^{256}\text{No}$   | $2.9 \pm 0.5 "$  |
| 257 | $^{248}\text{Cm}(^{13}\text{C}, 4n)^{257}\text{No}$   | 1.1 "            |

Fm, Md, No の核分裂及び各種壊変に就いては省略するが、是等の元素はまだ同位体の生成が少なく従って各種線源の利用も将来の問題で応用の分野では相当期待されている。

以上この系列は最初に述べた様に 6d ではなく 5f に充填された元素群で所謂放射性を特徴とし、筆者が述べて来た電子の挙動を云々するものでなく核の分裂、壊変等の核的性質を論じ、又利用する元素群で本題の主旨とは外れた内容に終った事は已むを得ない事と思っているが、

然し此元素群が次の21世紀には花形として活躍するであ  
らう事を期待するものである。

## 参 考 文 献

- | 著 者                   | 書 名                 | 発行所  |                        |                  |                       |
|-----------------------|---------------------|------|------------------------|------------------|-----------------------|
| 1. 柴田村治               | 錯体化学入門              | 共立全書 | 8. ゲ・イ・シュリンスキー         | 化学結合とは           | 東京図書KK                |
| 2. D.P.Graddon        | 配位化合物と<br>化学        | 化学同人 | 大竹三郎訳                  |                  |                       |
| 中原, 川口, 黒谷訳           |                     |      | 9. 福井謙一                | 化学反応と電<br>子の軌道   | 丸善書店                  |
| 3. 中原勝儼               | 電子構造と周<br>期律        | 培風館  | 10. L.Panling          | 化学結合論入<br>門      | 共立出版KK                |
| 4. F.Basolo R.Johnson | 配位化学                | 化学同人 | 小泉正夫訳                  |                  |                       |
| 山田祥一郎訳                |                     |      | 11. 清山哲郎               | 金属酸化物と<br>その触媒作用 | 講談社                   |
| 5. E.Orgel            | 遷移元素の化<br>学         | 岩波書店 | 12. 井本稔                | 有機電子論 I<br>II    | 共立出版KK                |
| 小林宏訳                  |                     |      | 13. 化学大辞典編集委<br>員会     | 化学大辞典 1<br>~10巻  | 共立出版KK                |
| 6. 新村陽一               | 配位立体化学              | 培風館  | 14. 小谷正雄               | 分子化学と量<br>子化学    | 共立出版KK                |
| 7. 中井敏夫               | 無機化学全書<br>XVII-2, 3 | 丸善書店 | 15. R.K.Murmann        | 錯化合物の化<br>学      | 共立出版KK                |
| 斉藤信房                  |                     |      | 中原, 藤枝訳                |                  |                       |
| 石森富太郎                 |                     |      | 16. H.H.Jaffé M.Orchin | 群論入門             | 東京化学同<br>化学に於ける<br>対称 |
|                       |                     |      | 斉藤喜彦訳                  |                  | 人                     |
|                       |                     |      |                        | (受理 昭和56年1月16日)  |                       |