超ウラン化合物研究の現状と成果（2003-）
原子力機構ー東北大金研大洗　共同研究

日本原子力研究開発機構　先端基礎研究センター

芳賀芳範、松田達磨、池田修悟、山本悦嗣、中村彰夫（物質開発）

神戸振作、徳永陽、酒井宏典（NMR）

東北大金研 附属量子エネルギー材料科学国際研究センター

青木大、本間佳哉、塩川佳伸（Np金属調製、物質開発）

日本原子力研究開発機構　原子力基礎工学部門

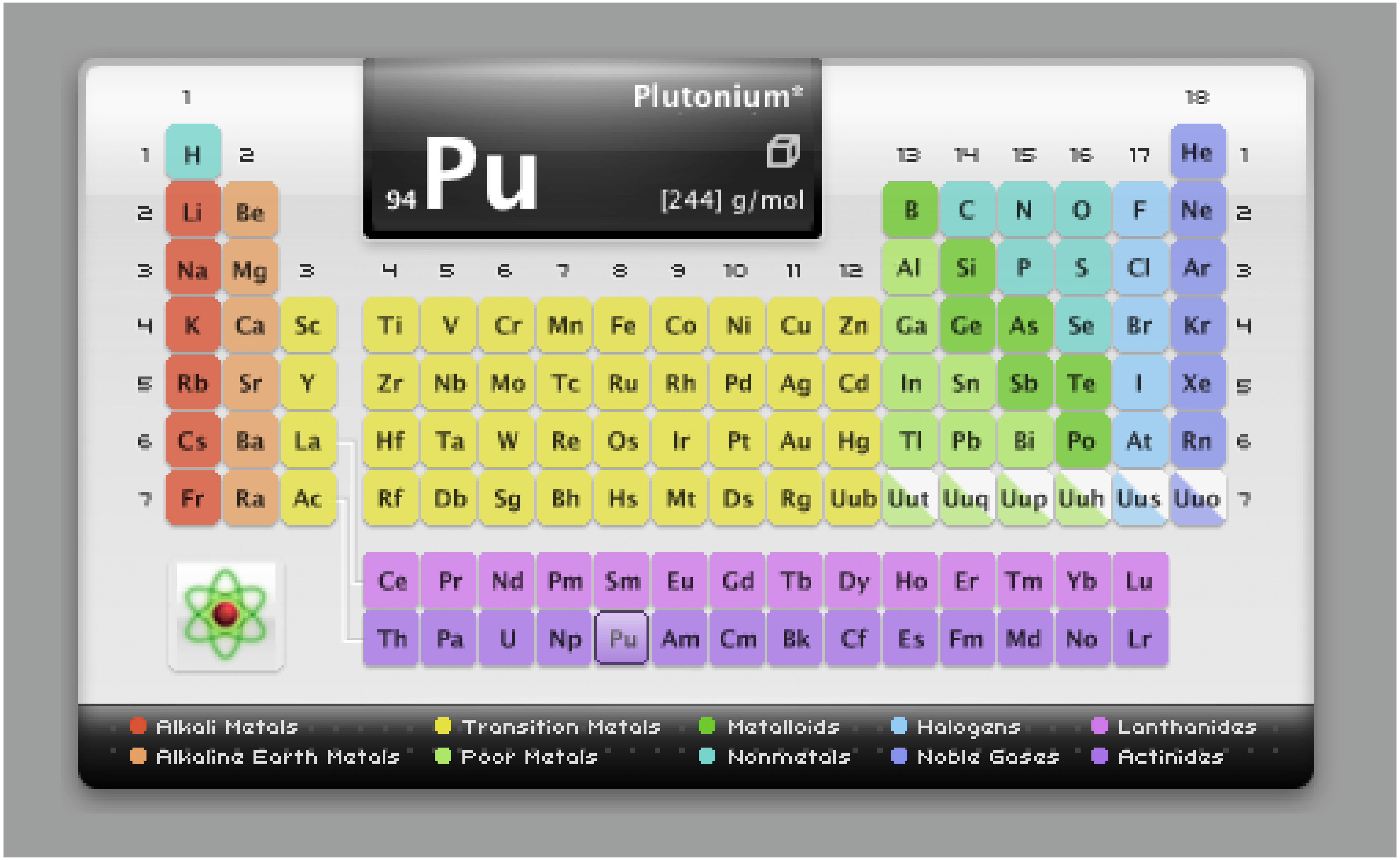
中島邦久、荒井康夫（プルトニウム燃料）

大阪大学大学院理学研究科

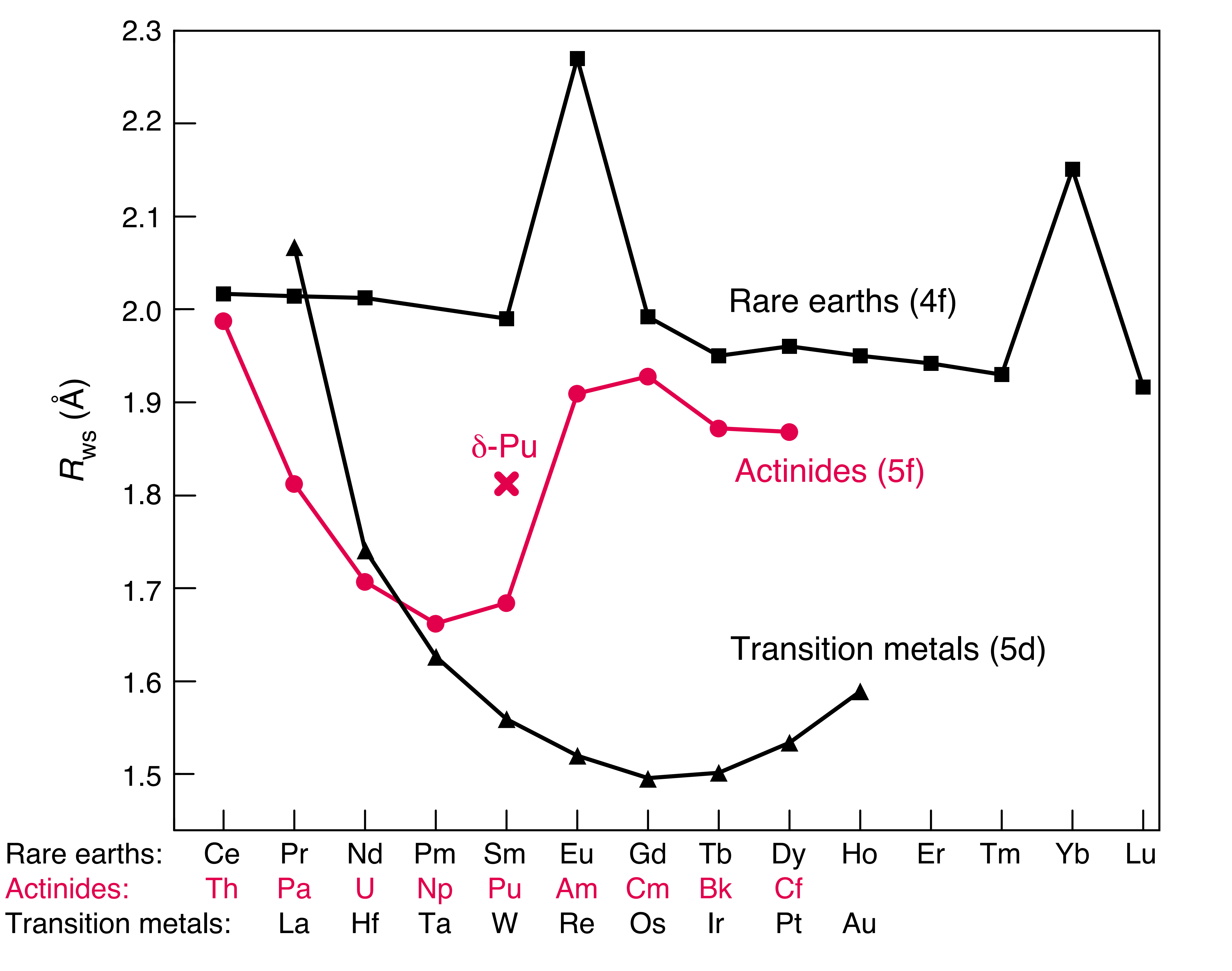
大貫惇睦

アクチノイド系列：原子番号とともに5f殻が満たされる

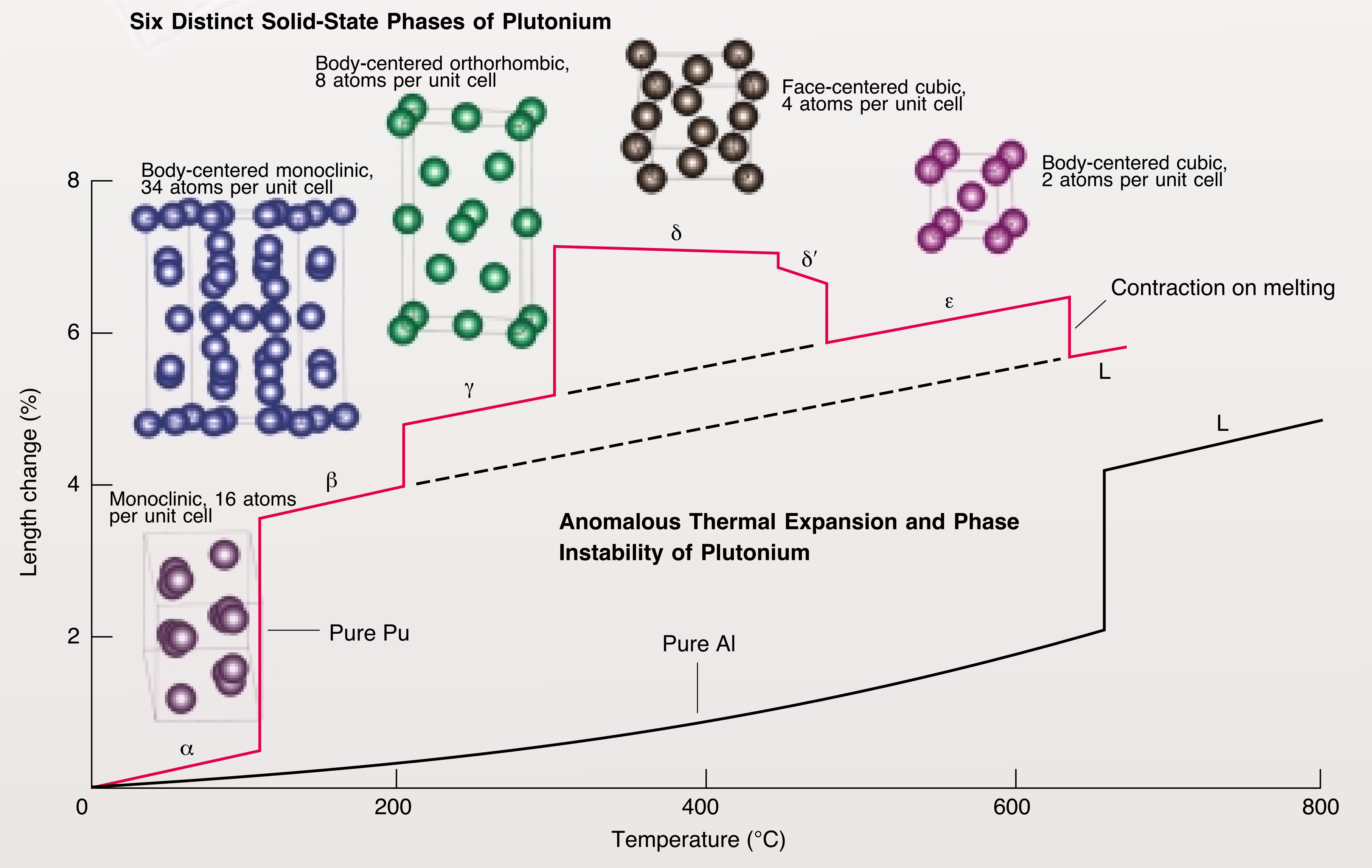
超ウラン：Np以降の人工元素



5d, 4f, 5f 単体金属の原子半径



Pu単体金属の構造相転移



日本での超ウラン研究に向けて

ー　5f 電子系は興味深い現象の宝庫　ー

原子力機構（原研＋サイクル機構）

次世代原子炉、再処理のための物理・化学研究

そのための設備（グローブボックス、セル、etc）

東北大金研大洗施設（量子エネルギー材料科学国際研究センター）

材料照射

アクチノイド研究（国内唯一マクロ量のアクチノイド取扱）

世界的には

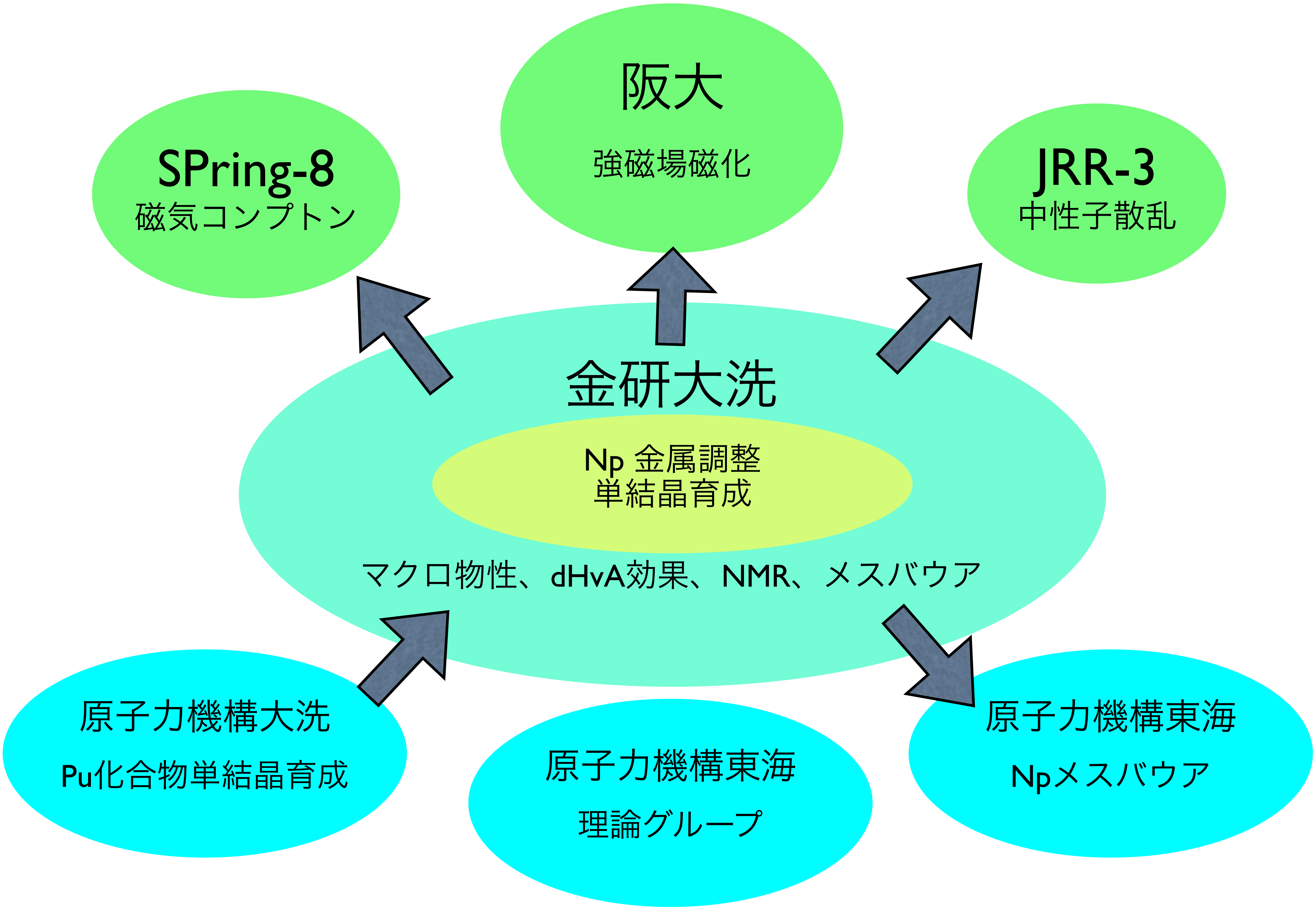
LANL（ロスアラモス国立研究所）

ITU　（欧州超ウラン元素研究所）

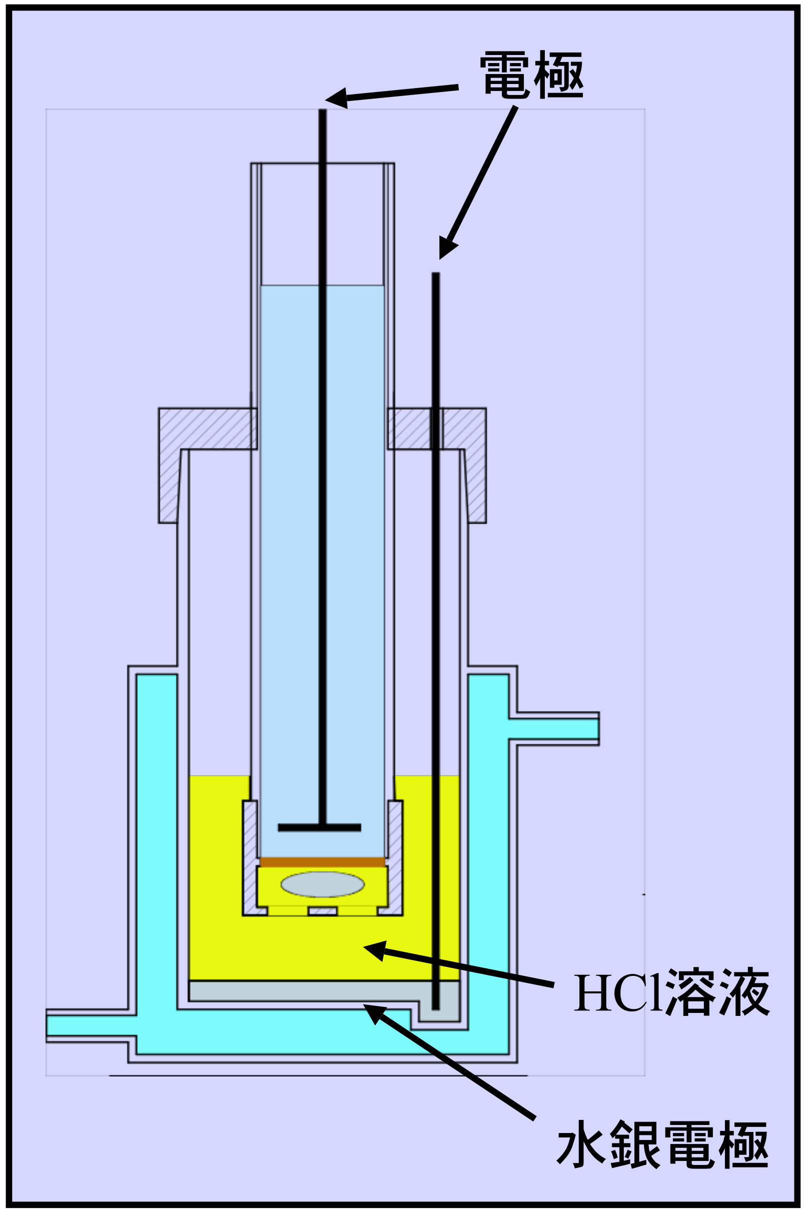
CEA　（フランス原子力庁）

] JAEA-ITU-CEA 国際協定

金研大洗を拠点とする共同研究へ



アマルガム還元法によるNp金属調整と単結晶育成



Np 金属(〜1g)

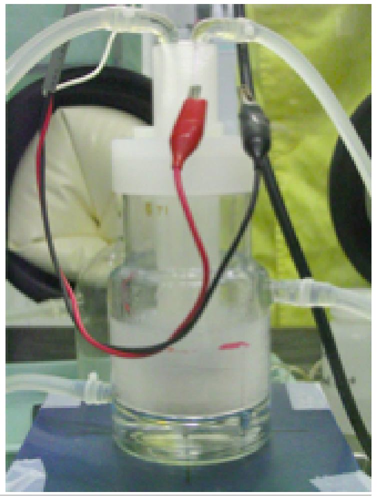
Ga-flux法による単結晶育成

$NpCoGa_5$

10 mm

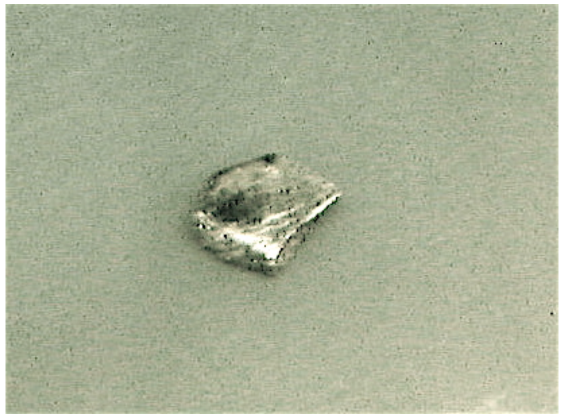
開始

1時間後



4時間後

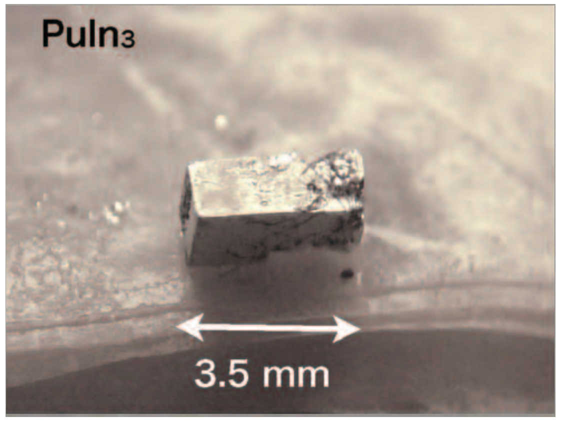
Single Crystal Growth in Ar-circulated Glove Boxes



isotopically pure ^{239}Pu metal

5 MeV α-radiation ($T_{1/2}$ = 24000 years)

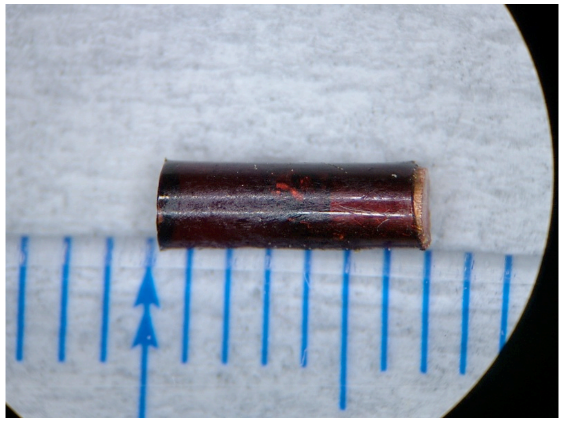
- radiation damage
- self-heating : 6.9 µW for 16 mg $PuRhGa_5$

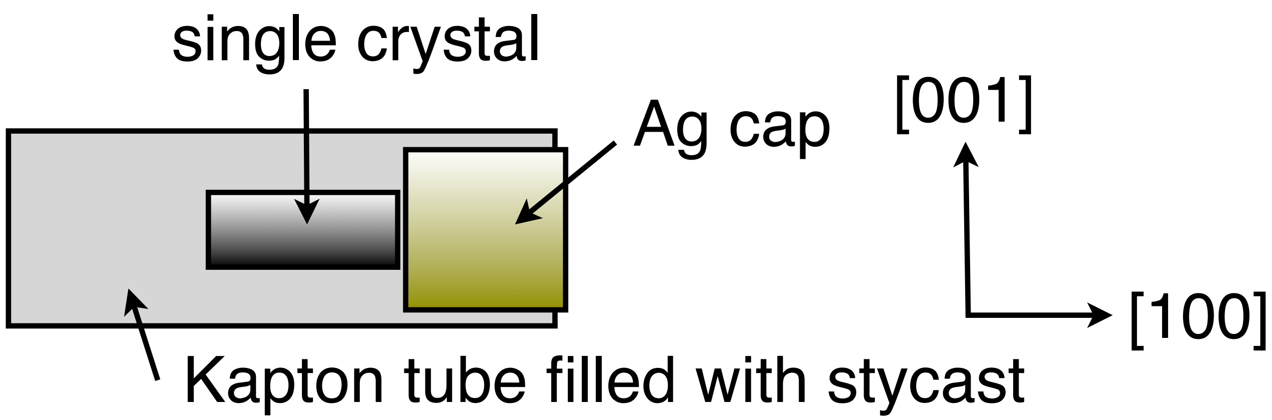


$PuRhGa_5$ single crystal

Ga-flux

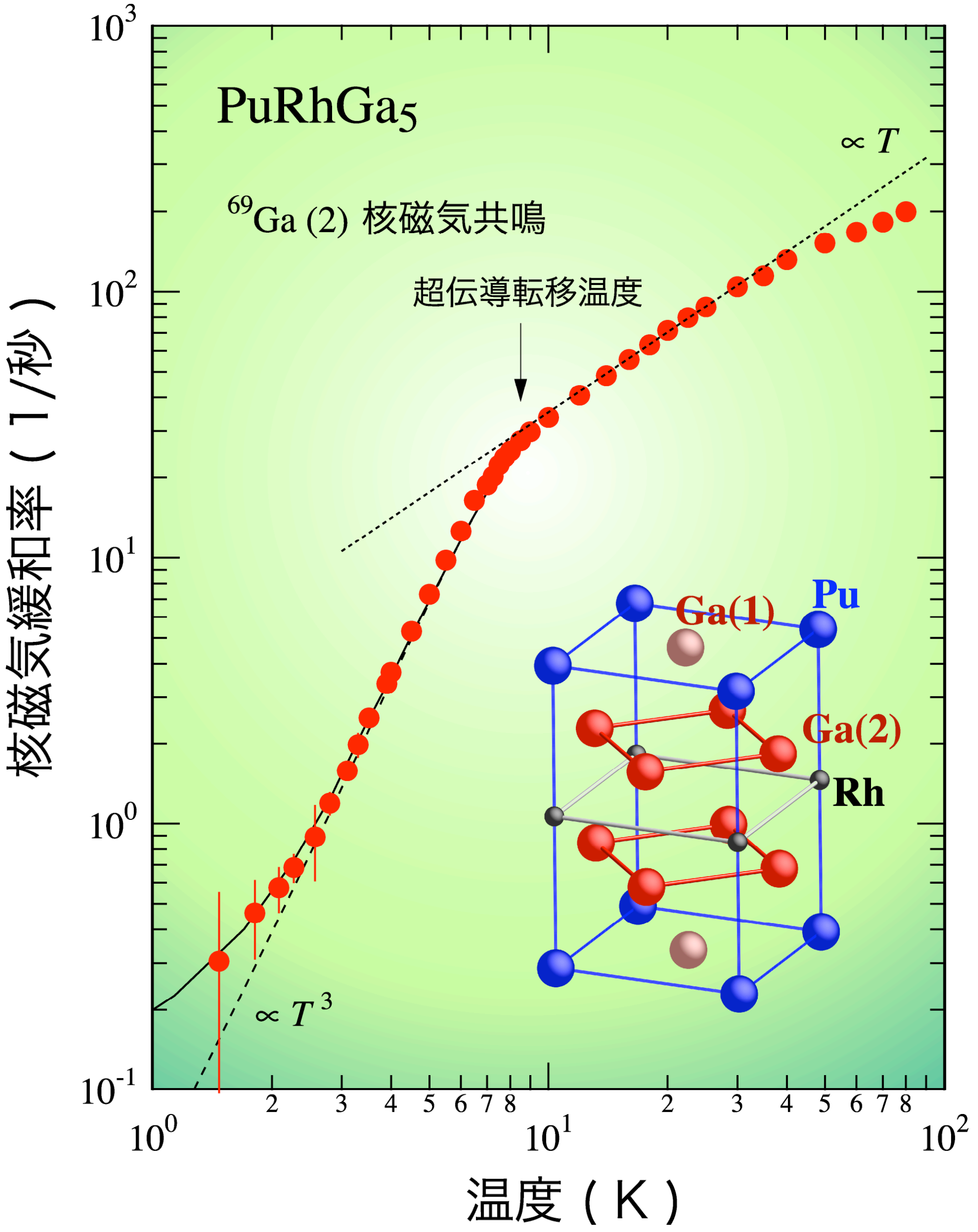
Pu:Rh:Ga = 1:1:20





$PuTGa_5$ (T=Co, Rh) のd波超伝導

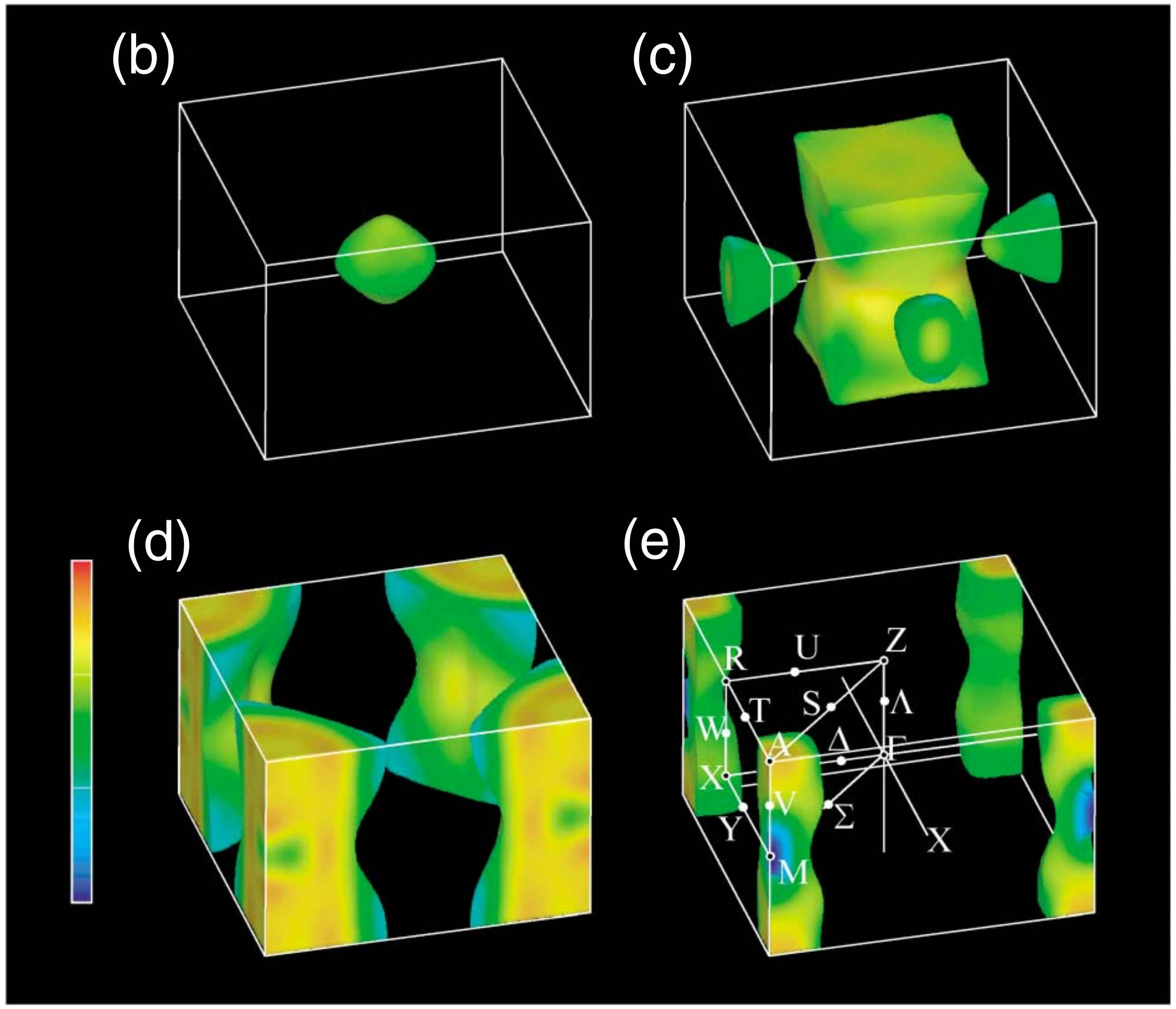
Ga-NQR測定（酒井）



H. Sakai et al.,
J. Phys. Soc. Jpn. **74**, 1710 (2005).
（JPSJ注目論文に選出）

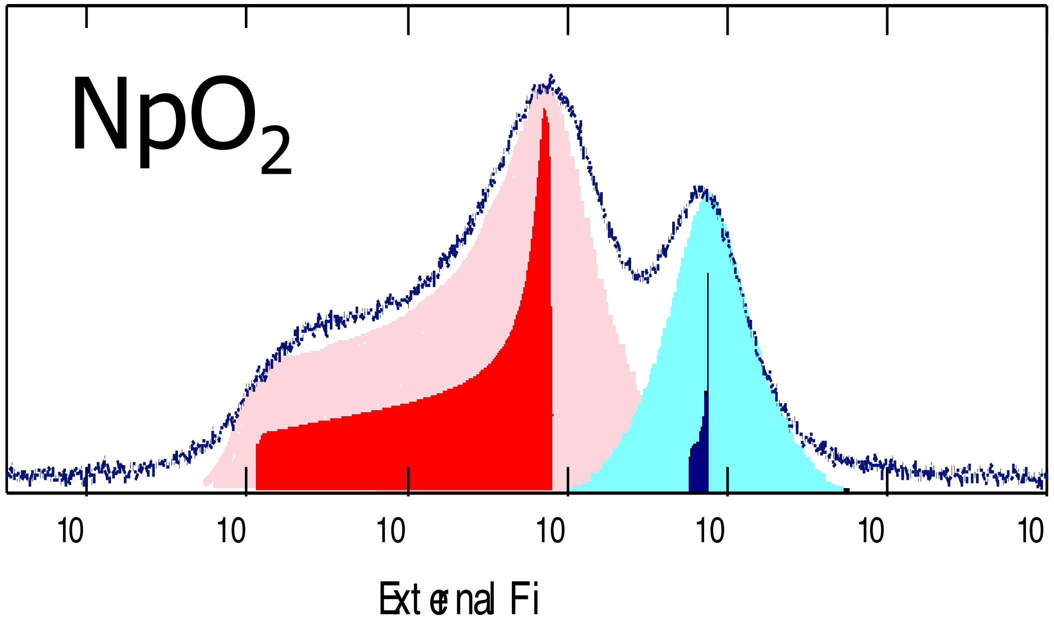
遍歴5f電子によるフェルミ面（眞榮平）

$PuCoGa_5$

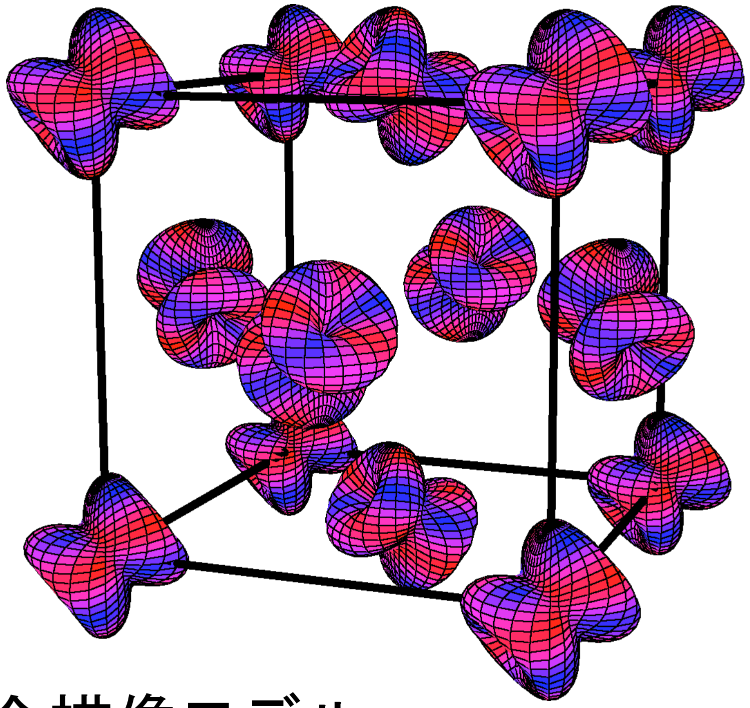


T. Maehira et al.,
Phys. Rev. Lett. **90**, 207007 (2003).

NMR測定&理論：ネプツニウム酸化物の八極子秩序の解明
（神戸）　（堀田）

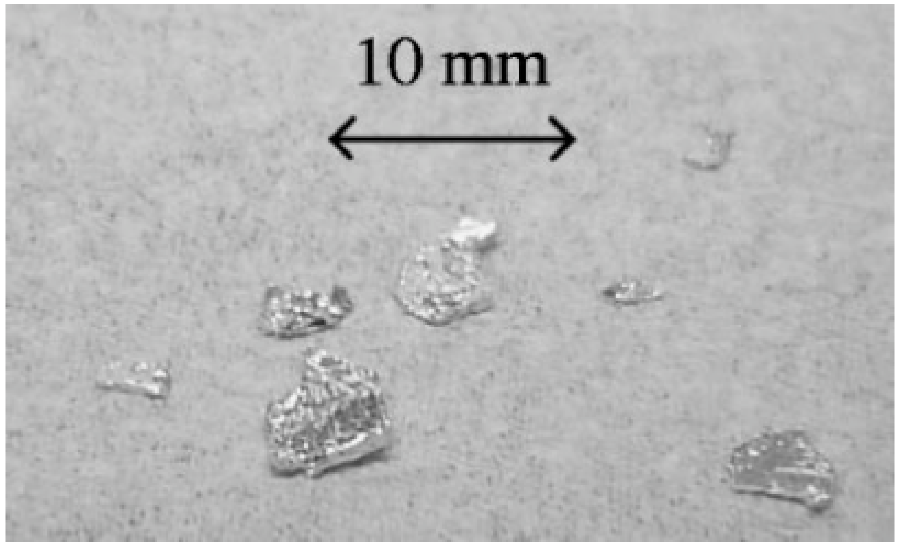


^{17}O NMR
Y. Tokunaga et al.,
Phys. Rev. Lett. **94**, 137209 (2005).

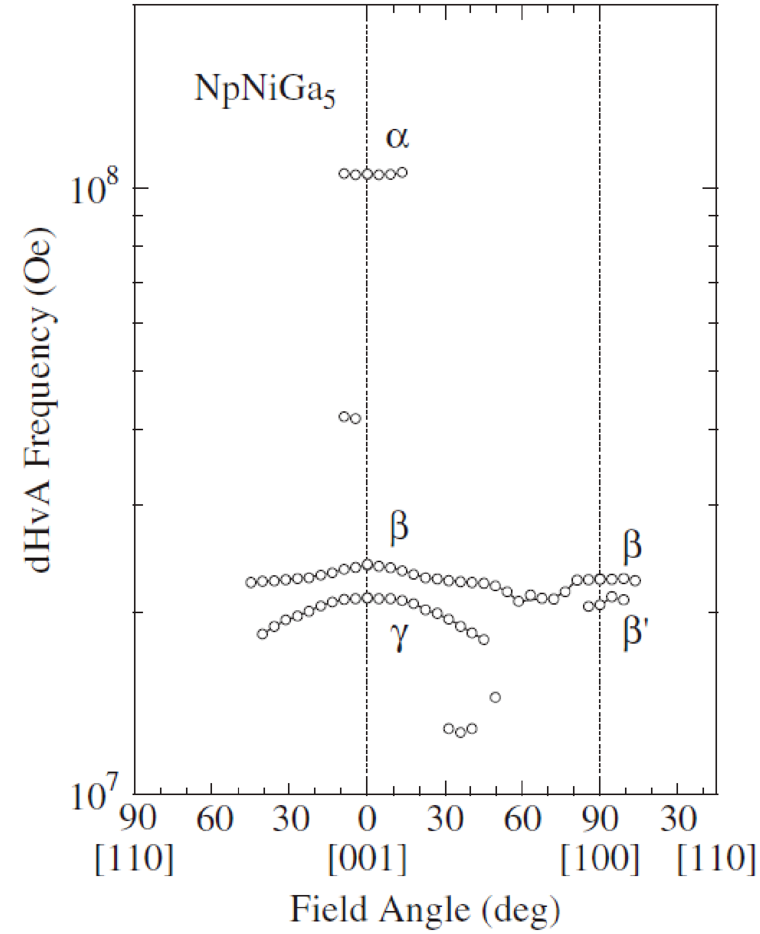


j-j結合描像モデル
K. Kubo and T. Hotta,
Phys. Rev. B **71**, 140404(R) (2005).

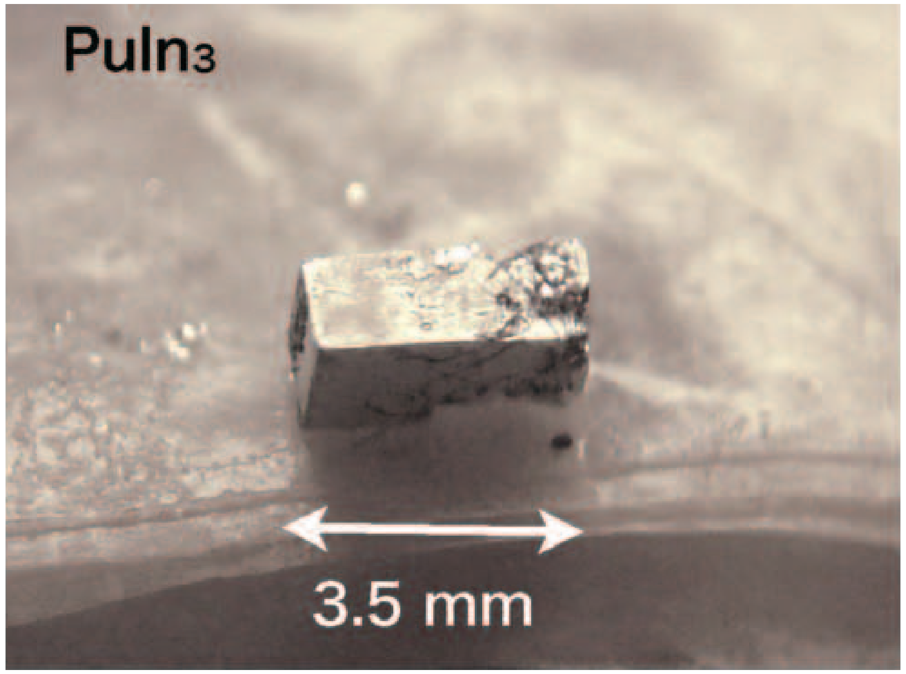
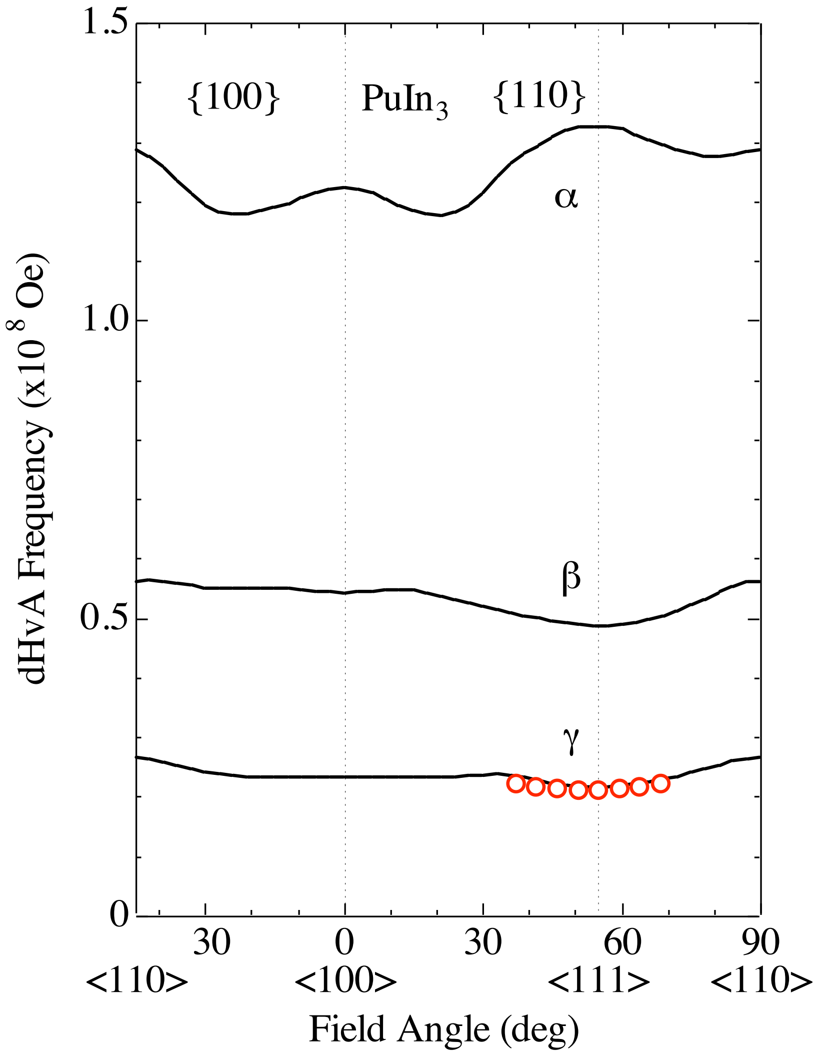
NpNiGa$_5$の単結晶育成（青木）
ネプツニウム系で世界初のdHvA測定



D. Aoki et al., J. Phys. Soc. Jpn. **73**, 519 (2004).
（JPSJ注目論文に選出）



PuIn$_3$の単結晶育成　（芳賀）
プルトニウム系で世界初のdHvA測定



Y. Haga et al., J. Phys. Soc. Jpn. **74**, 2889 (2005).
（JPSJ注目論文に選出）