

白金族金属の多様な特性

物質・材料研究機構
エネルギー・環境材料萌芽ラボ
白金族金属研究グループ
グループリーダー

御手洗容子

- 自己紹介・NIMSの紹介
- 白金族金属の現状
- 高温形状記憶合金

物質・材料研究機構の紹介

旧科学技術庁

旧金属材料技術研究所

旧無機材質研究所

National Institute for Material Science

独立行政法人 物質・材料研究機構 (H13設立)

“新物質創製”および“材料の高度化”を追求する研究機関

正規(定年制)職員 研究職・エンジニア職 …459(工:53)名
事務職 …94名

(外国人研究職28名, 女性研究職26名 6.4%程度)

契約(任期制)職員 研究系・技術系 …452名
事務系 …163名

(ポスドク:154名(女性32名、21%)研究業務員・学生:298名(女性業務員115名、50%))



独立行政法人って？

行政改革の一環として中央省庁から現業、サービス部門を切り離すために設置。

独法	国立研究所
資金調達に国の保障がない 民間と同様に固定資産税、法人所得税がかかる。	国からの安定した資金調達
労働基準法に従う、雇用保険発生 倫理は国家公務員に準ずる 給与は独法の自由であるが、人事院に従うところが多い。	国家公務員
採用：国家公務員試験に選ばれない。	採用：国家公務員試験合格者あるいは博士取得者

文科省所管
宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
物質・材料研究機構
防災科学技術研究所
放射線医学総合研究所
理化学研究所
大学入試センター
国立科学博物館

農水省所管
森林総合研究所
農業・食品産業技術総合研究機構
農業生物資源研究所
農業環境技術研究所
経産省所管
産業技術総合研究所

物質・材料研究機構のミッション

— “新物質創製”および“材料の高度化”を追求する研究機関 —

- 基礎的・基盤的研究開発
- 成果の普及と活用の促進
- 施設及び設備の共用
- 研究者・技術者の養成

運営の基本的な考え方

モットー

「新物質創製」、「使われてこそ材料」

独立行政法人の姿

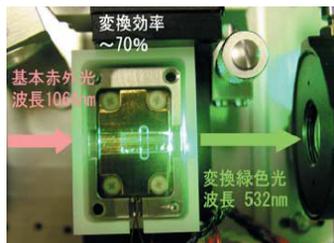
- 長期安定的研究の遂行
- 大学が手がけたいが、出来ない研究を遂行
- 自主独立研究者の協調体制

先端施設・設備, 大型プロジェクト化

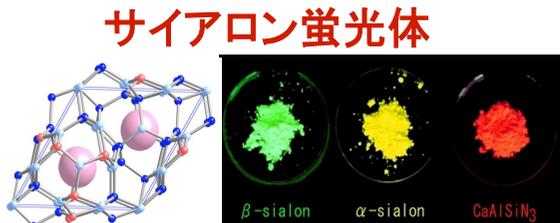


産独・学独・国際連携による技術革新の実現

重点研究開発 6 サブ領域での主要成果



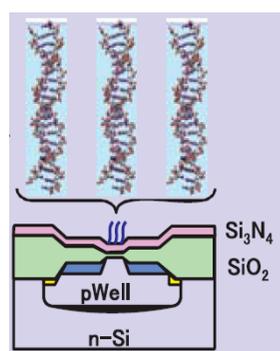
定比ニオブ酸リチウムの
高調波発振



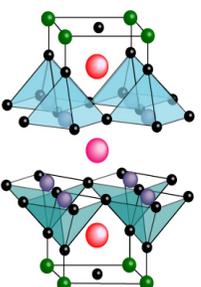
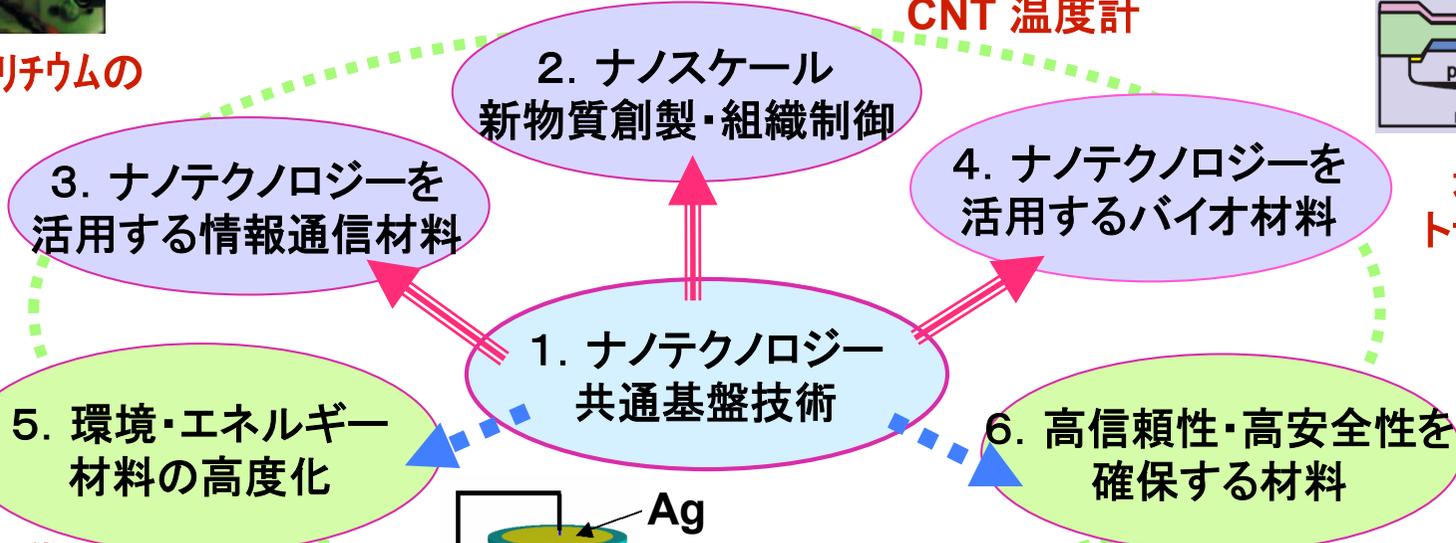
サイアロン蛍光体



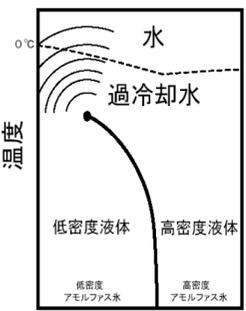
CNT 温度計



遺伝子
トランジスタ



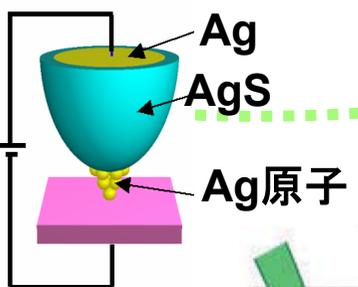
Bi系高温超伝導



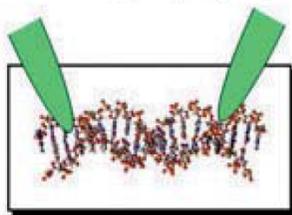
水の相転移



Ni基単結晶超合金
タービン翼



原子スイッチ

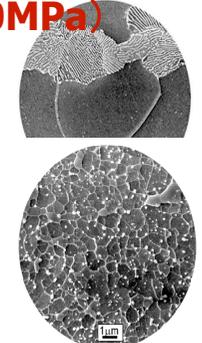


ナノテスター



ダイヤモンド
火災センサー

10μm (強度
400MPa)



1μm (強度
800MPa)
超微細粒素材

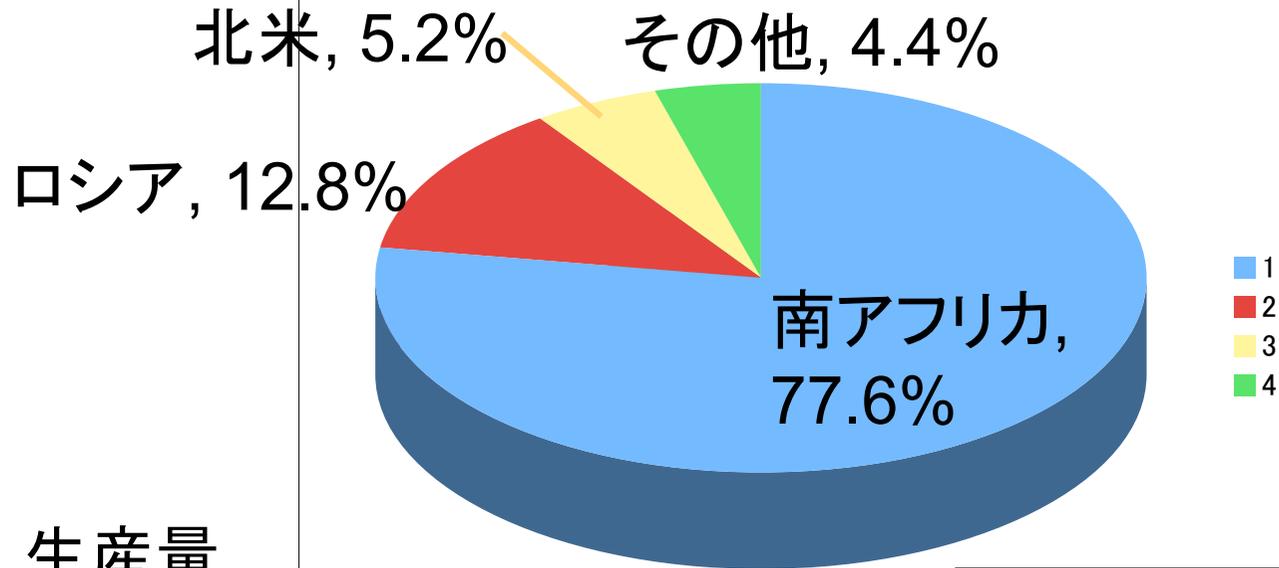
萌芽研究(15%)

- 自己紹介・NIMSの紹介
- 白金族金属の現状
- 高温形状記憶合金

白金族金属の現状

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Period																			
1	1 H																		2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
6	55 Cs	56 Ba	*	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo
*Lanthanoids	*		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb			
**Actinoids	**		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No			

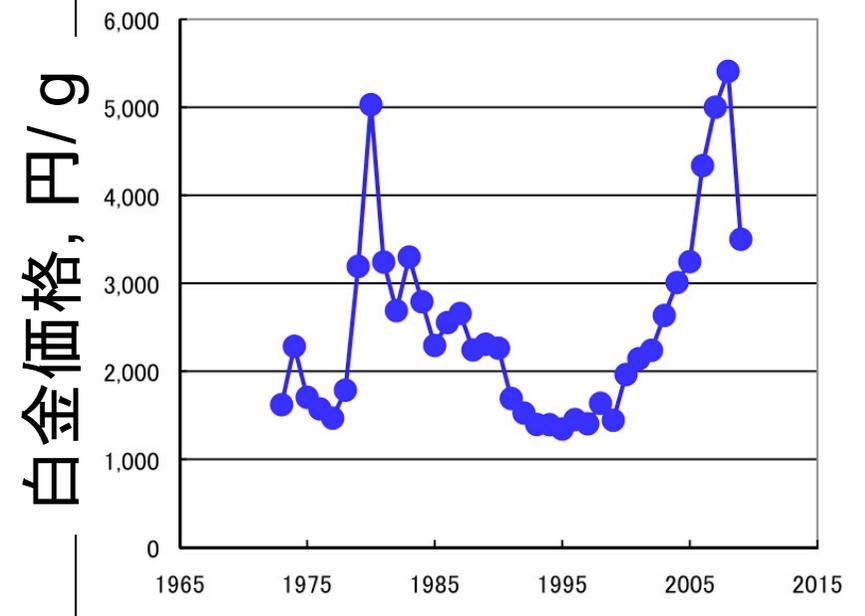
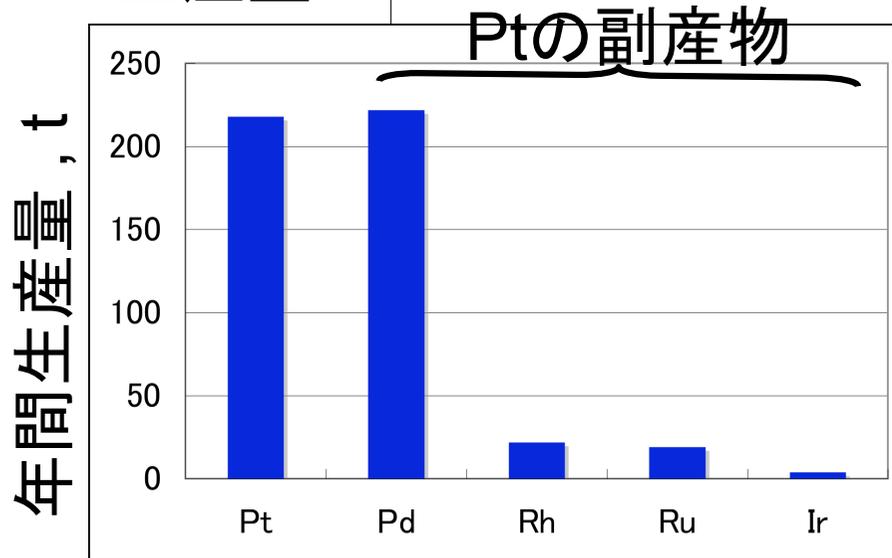
白金族金属の現状



2006
白金以外は
白金副産物

- 1
- 2
- 3
- 4

生産量

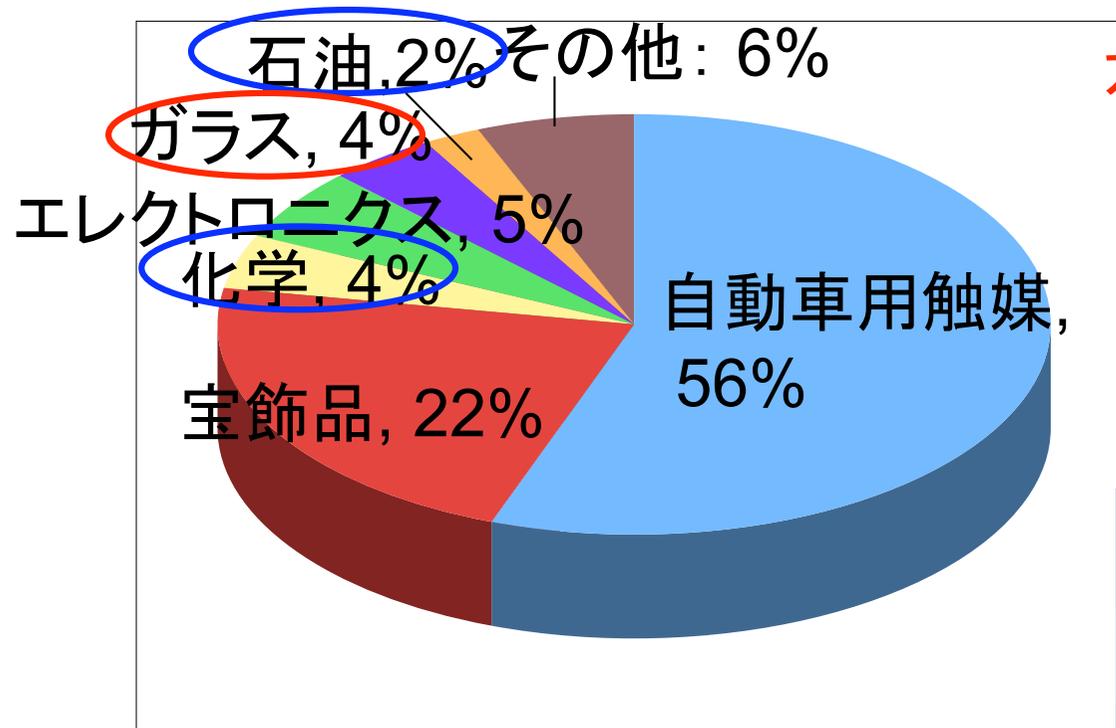


白金族金属の現状

高触媒性能、高融点、高強度、優耐酸化性、優耐食性

世界のPt需要, 2006

触媒系すべてあわせると62%!



ガラス溶解炉: 耐熱材料

融点: 1769°C

Pt-ZrO₂
Pt-Rh-ZrO₂

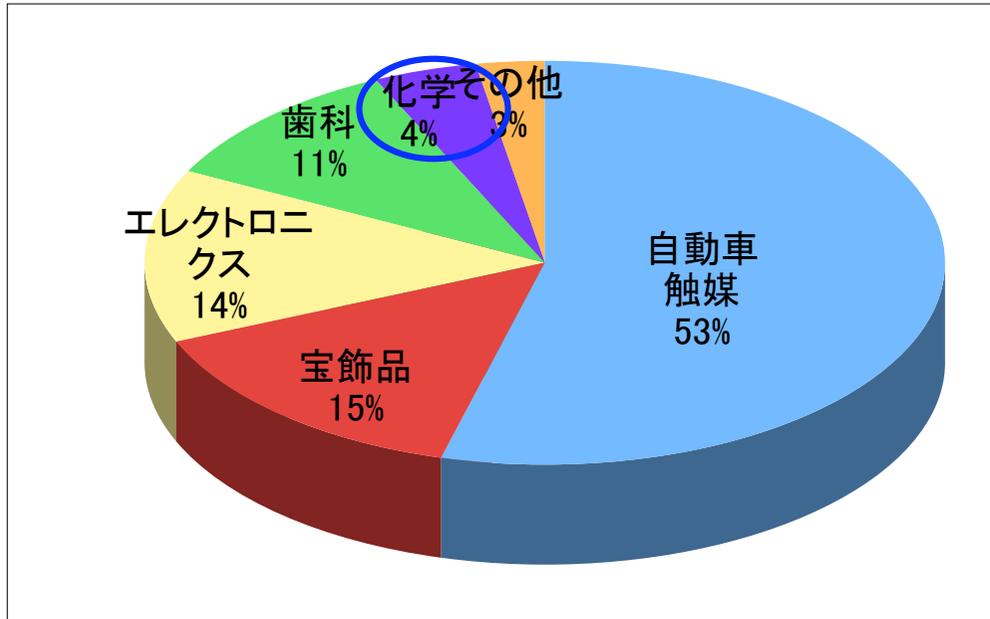
長寿命化



フルヤ金属提供

白金族金属の現状

世界のPd需要, 2006



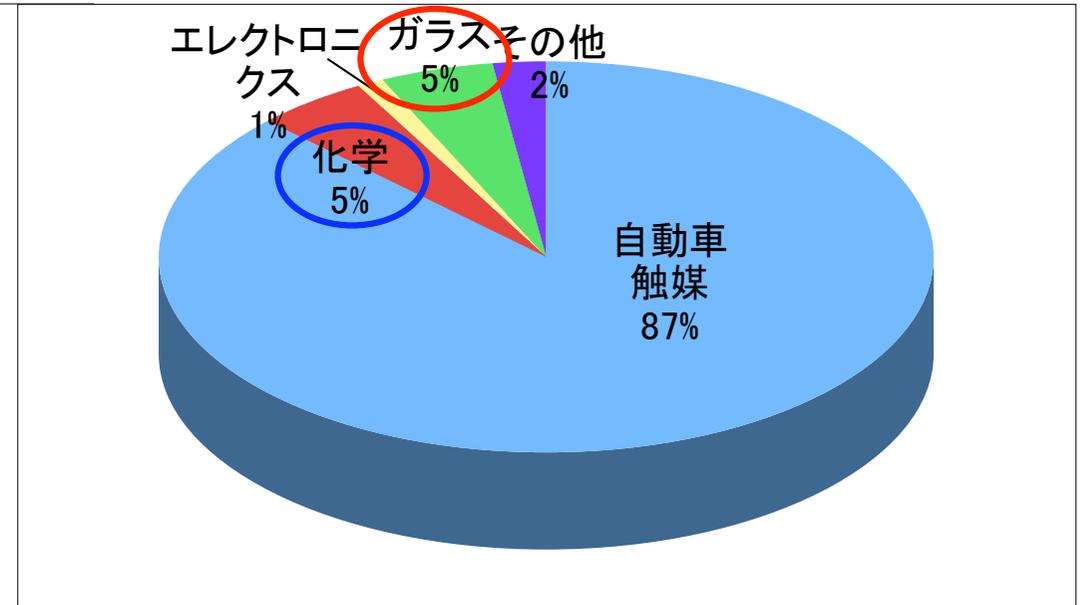
融点: 1554°C

触媒は57%程度

歯科用合金が特徴的

Johnson Matthey: Platinum 2006

世界のRh需要, 2006



融点: 1963°C

触媒は90%を超える

ガラス溶解炉: 耐熱材料

Pt合金への添加物

固溶強化

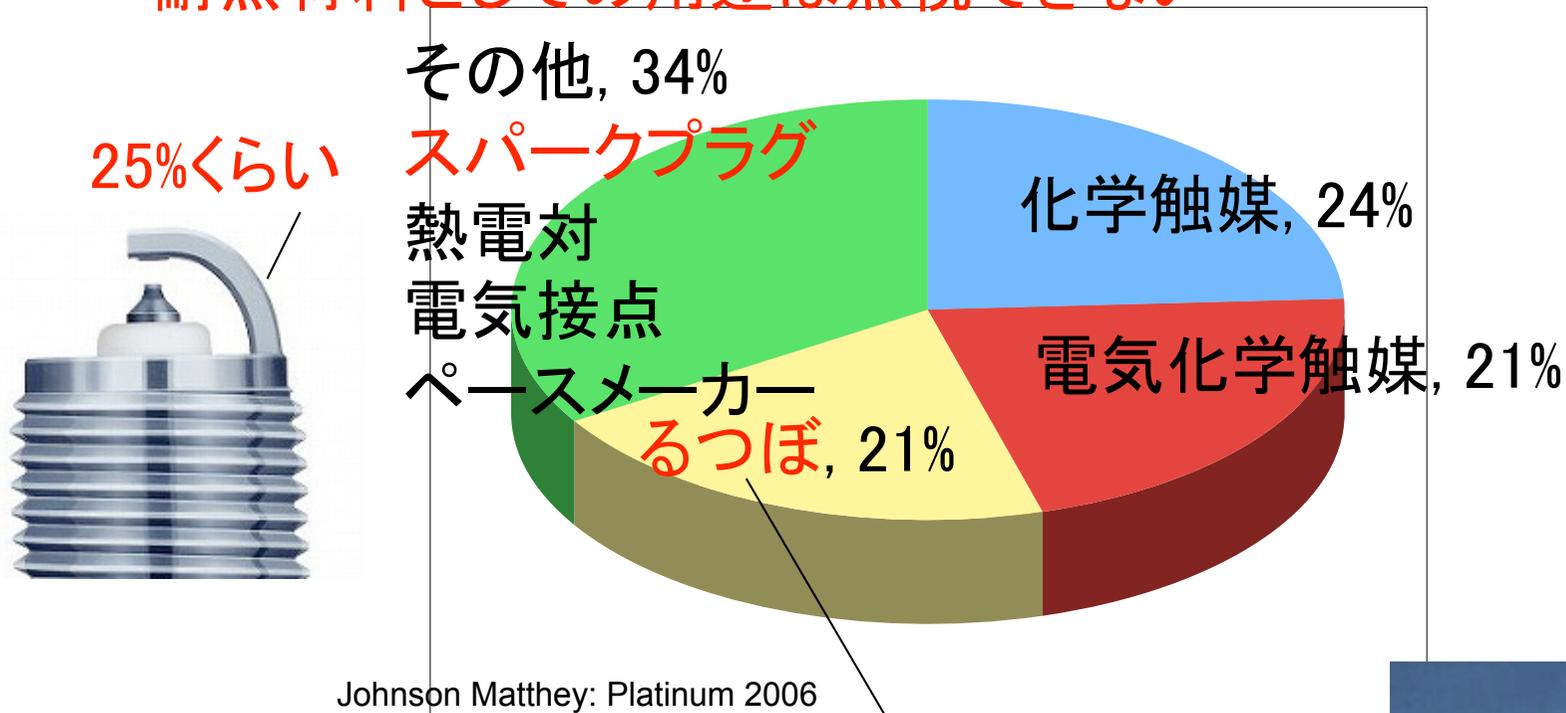
白金族金属の現状

世界のIr需要, 2006

・エレクトロニクス単結晶育成るつぼ 全体の**2割**

(携帯電話用干渉防止電子素子・シンチレーション素子など)

耐熱材料としての用途は無視できない



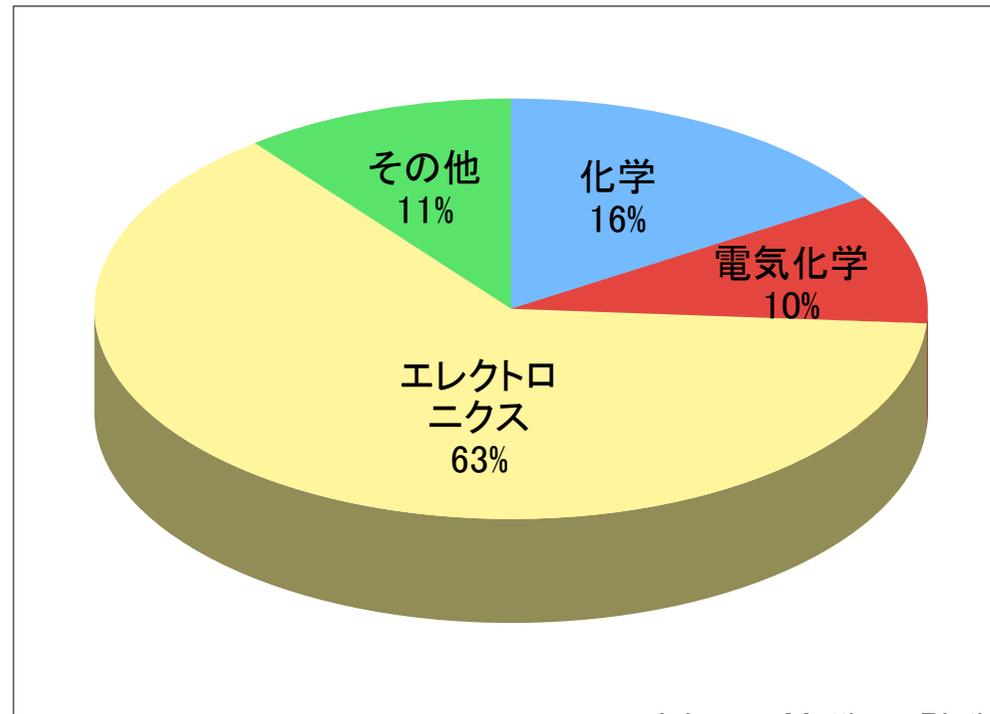
融点: 2447°C

タングステンに次ぐ硬さ



フルヤ金属提供

世界のRu需要，2006



Johnson Matthey: Platinum 2006

融点2310°C

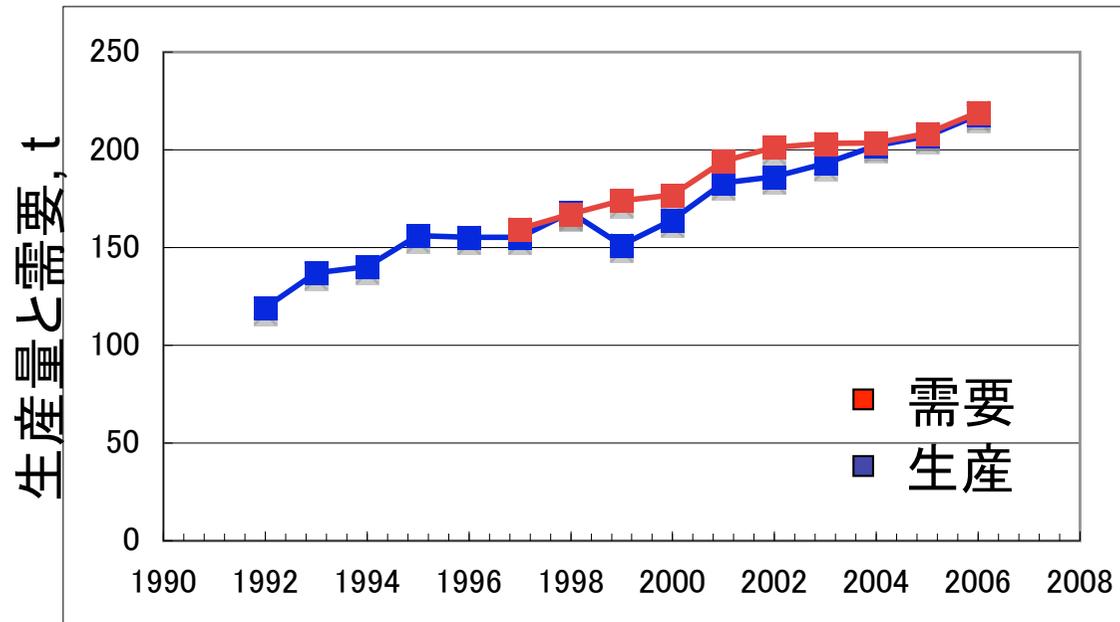
融点が高いが、耐熱材料としては使われず、エレクトロニクス産業に使われているのが特徴

白金族金属の現状

- ・現在までに採掘された総量：2500t、1辺5 m四方の立方体
- ・推定埋蔵量：南アフリカのメレンスキー・リーフを中心に約2万トン
- ・今のペースで使っても100年は持つと言われている。
- ・プラチナ鉱石中にはプラチナ6元素が含まれている
- ・鉱石1トンに含まれるプラチナの量：3g→指輪1個分

ヘレオス大阪株式会社 <http://www.helios-gold.jp/10.html>

日本地金流通協会 <http://www.jgma.or.jp/library/l-03.html>



白金族金属の現状

白金の採掘・精錬の各プロセスにおけるコスト、品位、処理時間

	全コストに占める割合(%)	PGMs グレード(g/トン)	PGMs 収率 (%)	処理時間(日)
採鉱	65～ 75	5～ 6	N/A	N/A
粉碎および浮遊選鉱	9～ 12	100～ 600	80～ 90	2
精錬および転化	6	640から6000	95～ 98	7
ベースメタル精錬	7	30～ 65%	>99	14
貴金属精錬	4～ 5	>99.8%	98～ 99	30～ 150
合計	100	N/A	75～ 85	～ 170

採掘は環境破壊を伴い、多くのエネルギーを要するため、製品の長寿命化とリサイクルは必須。

白金族金属の動向

環境問題と絡んで白金族金属はさらに使われる！

- 排ガス規制→自動車触媒さらにup
- CO₂削減→燃料電池
- CO₂削減→エンジン部材のコーティング材

情報の高密度化、回路の集積化と絡んで、エレクトロニクス分野でも白金族金属はさらに使われる！

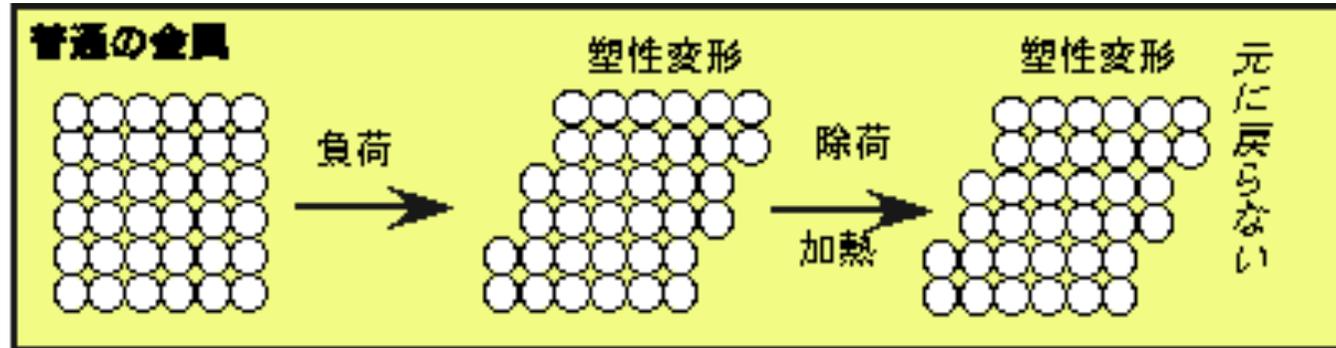
- ハードディスク
- 自動車用エレクトロニクス部品→高機能化

エンジンやエレクトロニクス材料の高機能化と絡んで、耐熱材料としても、白金族金属はさらに使われる！

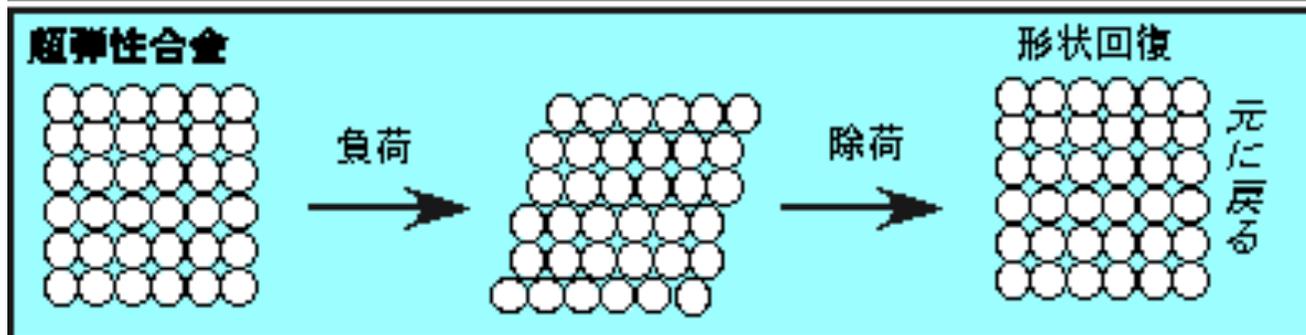
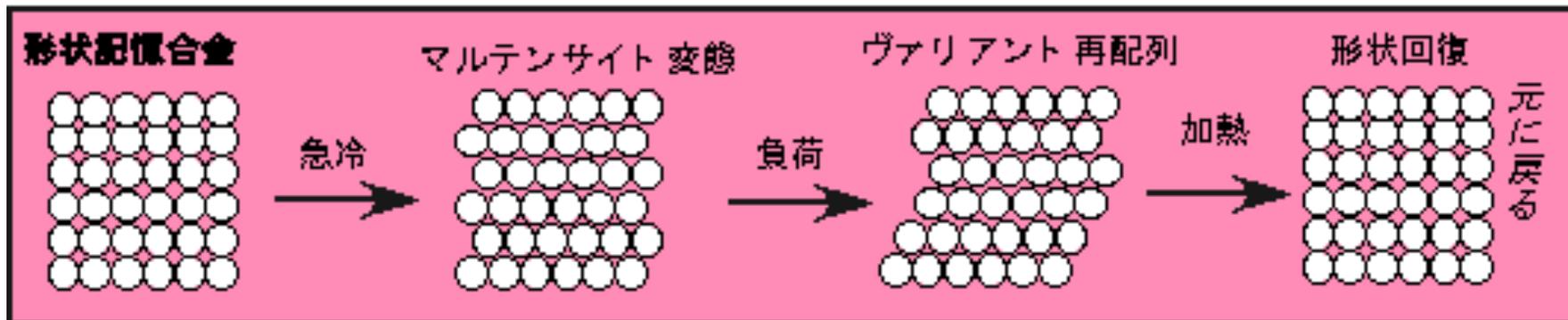
- エンジンプラグ
- エレクトロニクス材料育成用るつぼ
- 液晶ディスプレイ溶解炉

- 自己紹介・NIMSの紹介
- 白金族金属の現状
- 高温形状記憶合金

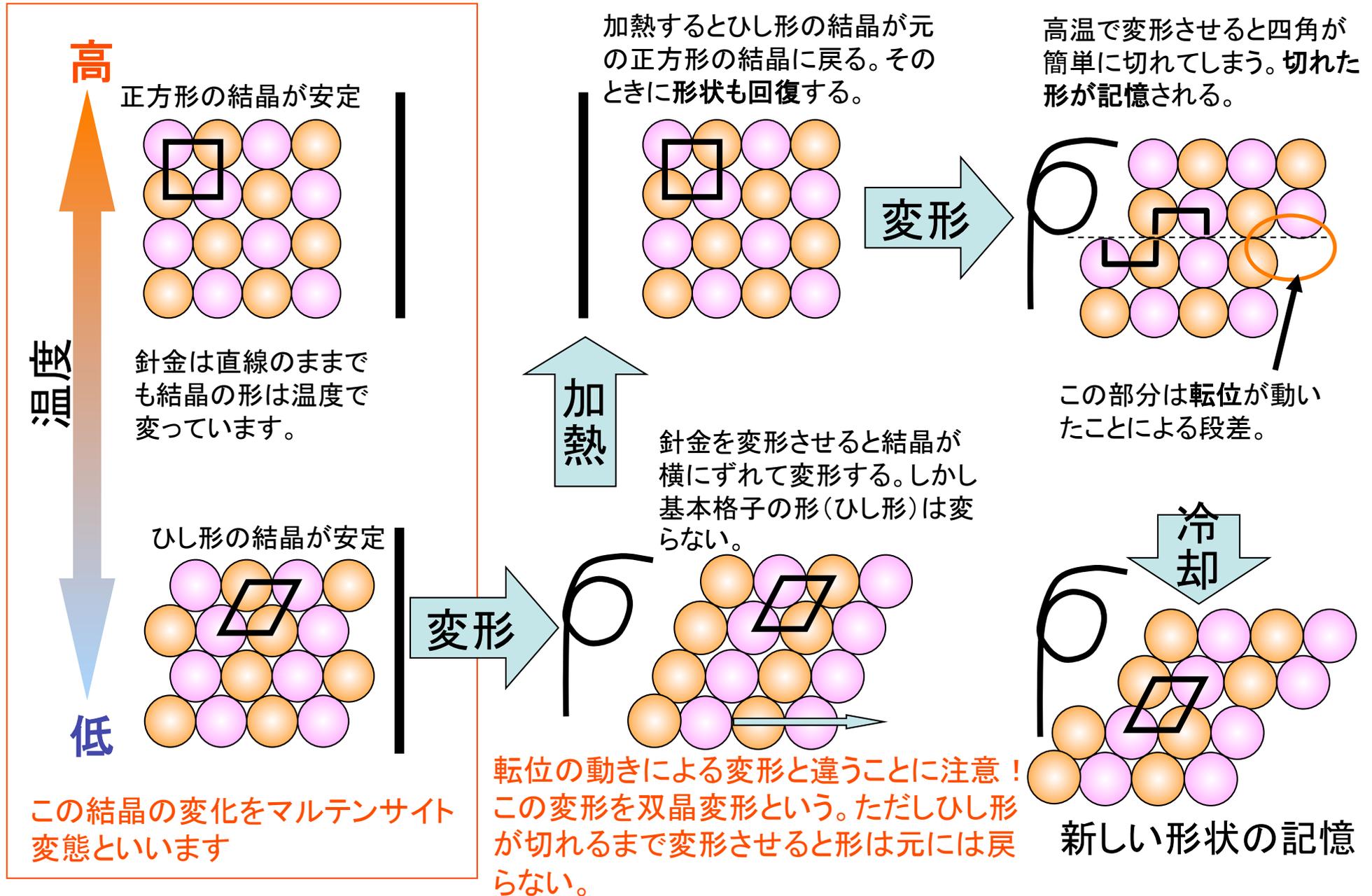
形状記憶合金とは



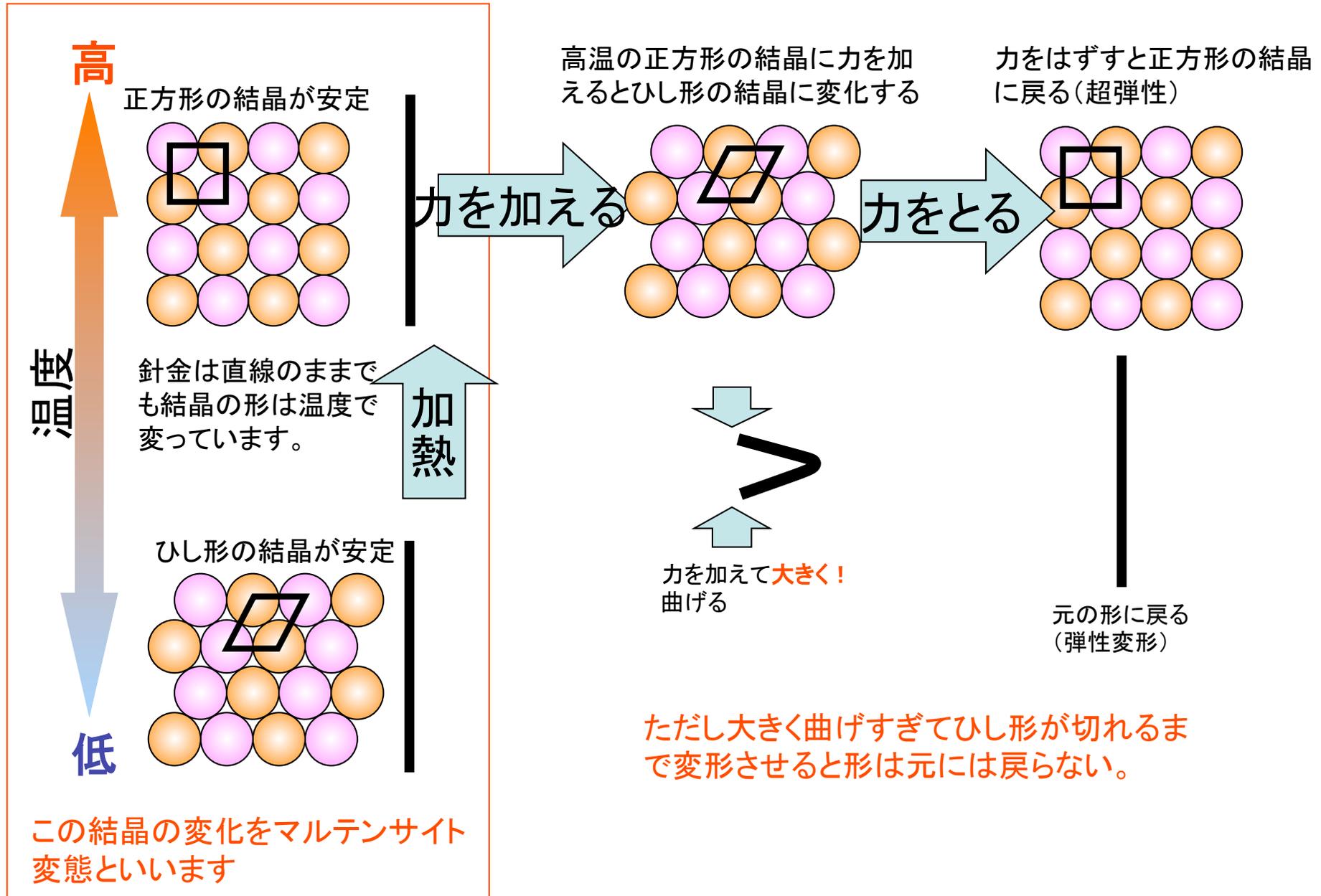
いわゆる形状記憶合金



形状記憶効果：変態点をまたいで起こる



超弾性



形状記憶合金の用途



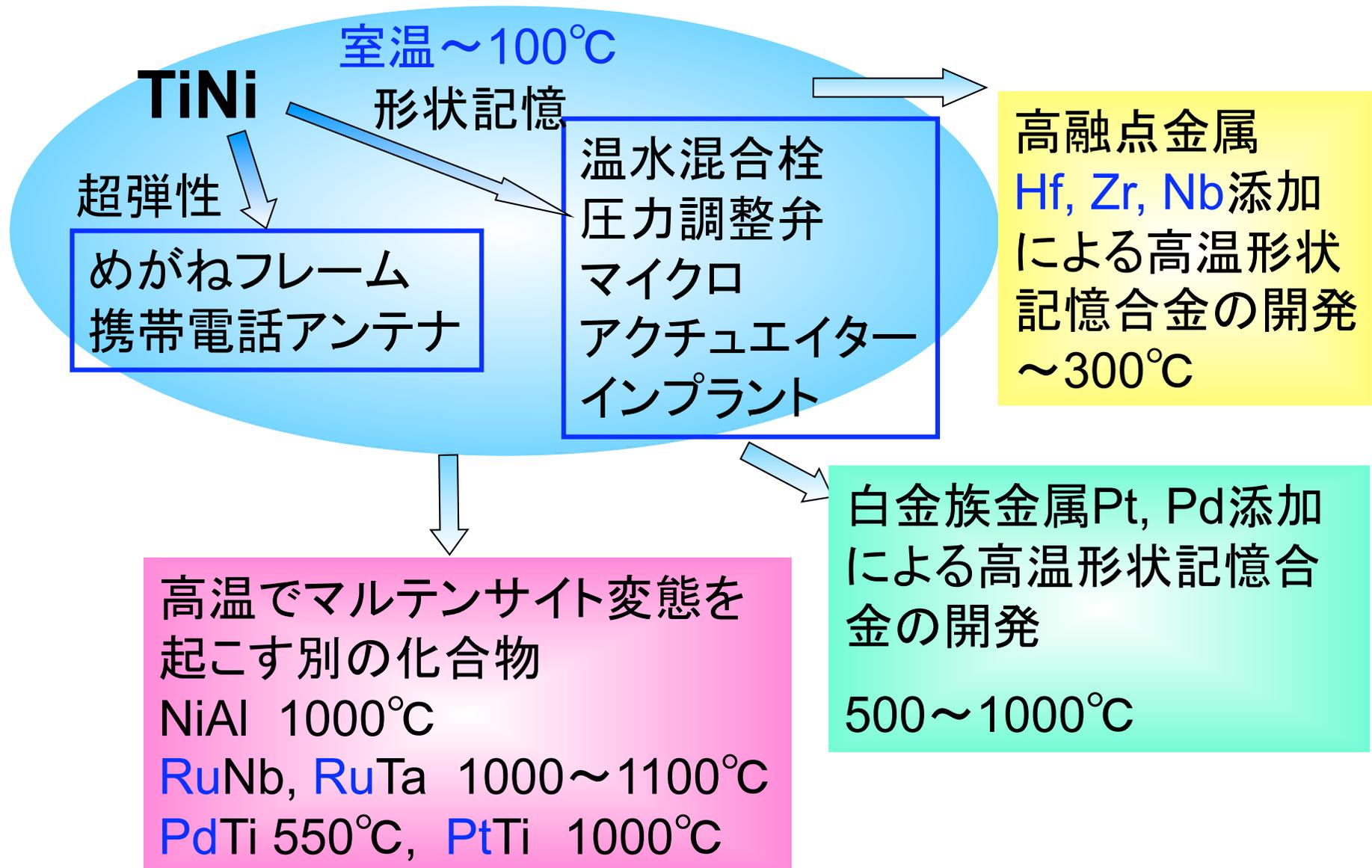
<http://www.megatenosato.co.jp/company.html>

http://www.daido.co.jp/products/titanium/ni_tishp.html

NIMS センサ材料センター 石田章提供
京都大学田畑研究室との共同研究

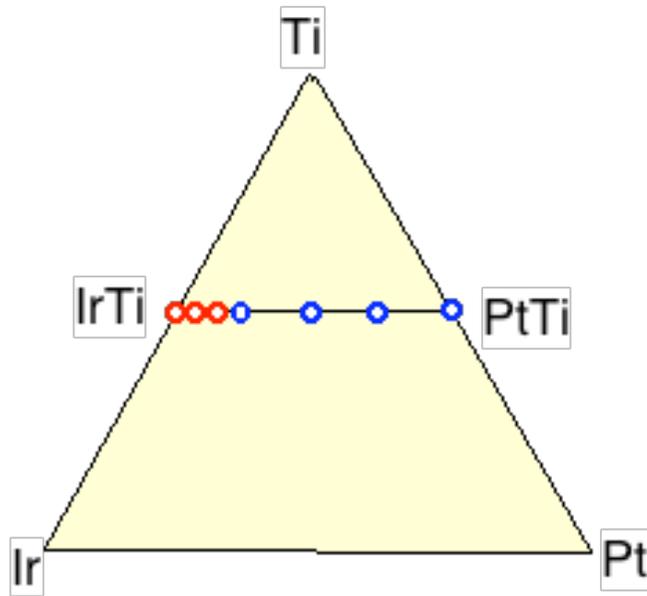
<http://www.fitec.co.jp/ftm/nt/appli/kaden.htm>

高温形状記憶合金の開発



- 高温では塑性変形しやすい。
- 耐酸化性。
- 高融点の合金は加工性が悪い。
- 基礎的な相変態自体が理解されていない。

TiPtとTiIr: 高いマルテンサイト変態温度



高温形状合金としての高い可能性

しかし

- 状態図が確定していない
- 組織解析が行われていない
- 形状記憶効果に関する研究がない

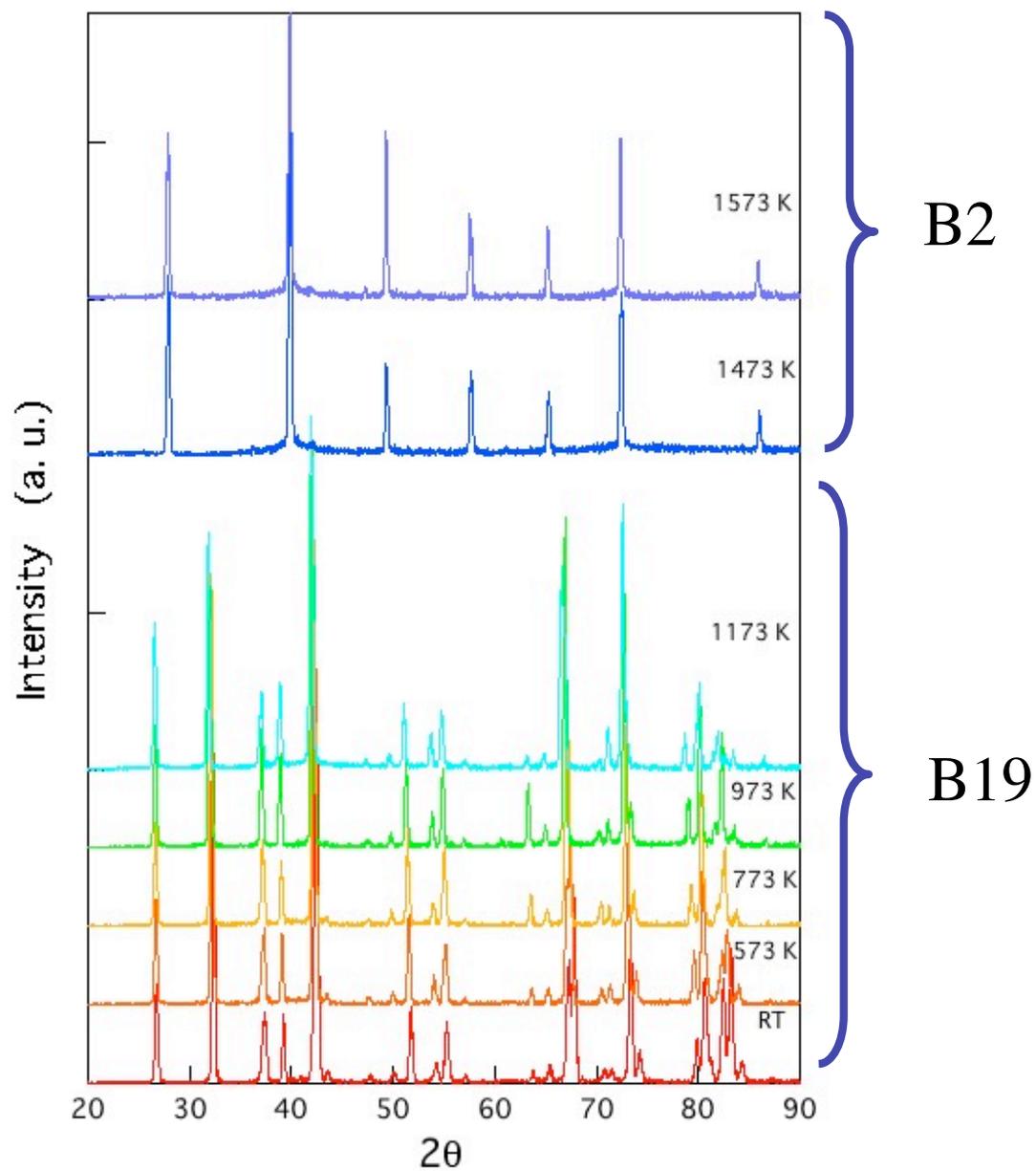
三元化合物, Ti(Pt, Ir)

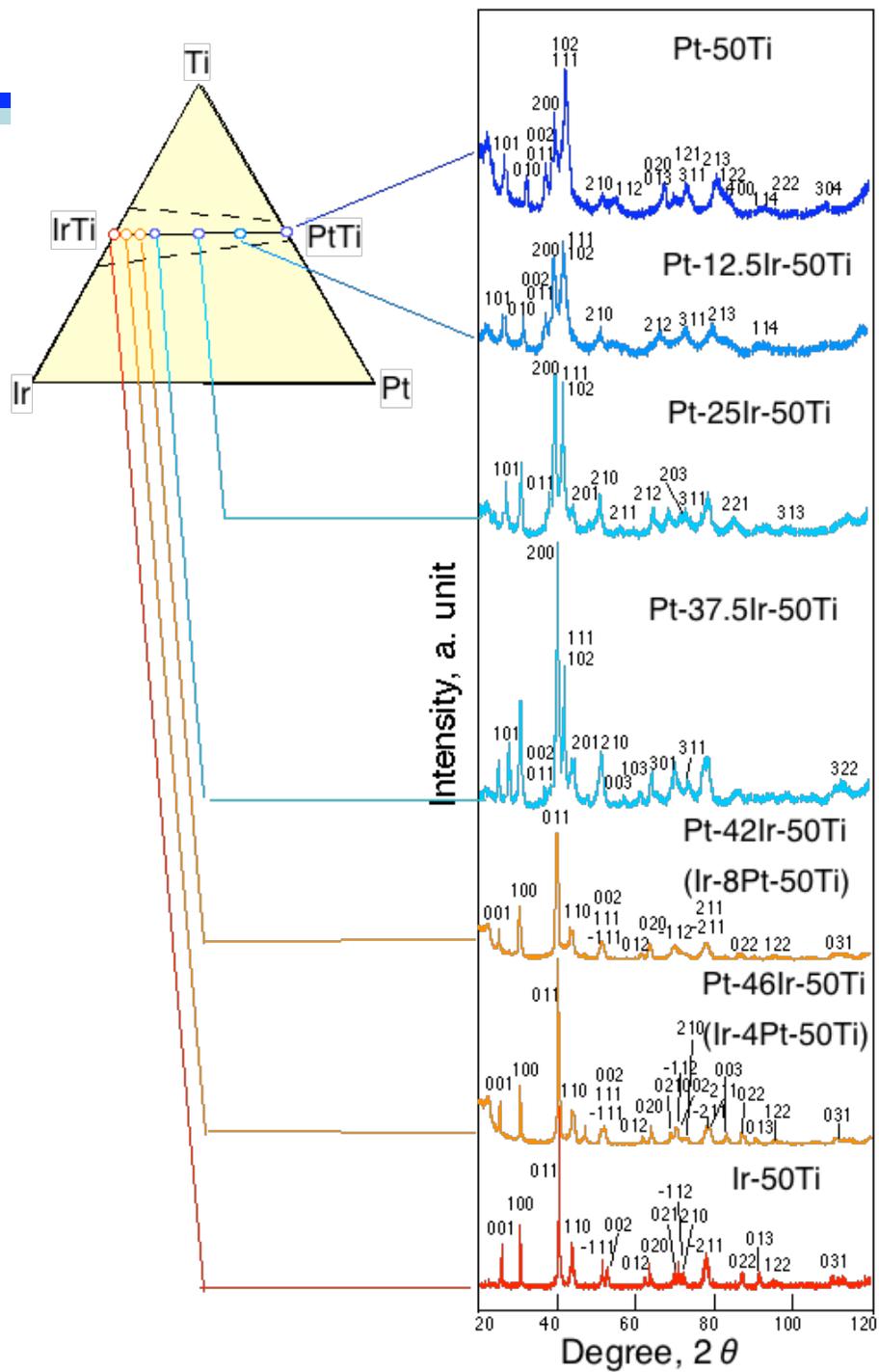
Ir 合金: 高強度、低延性
Pt 合金: 低強度、高延性

TiPt と TiIr の組み合わせ

- 適度な強度と延性が期待できる

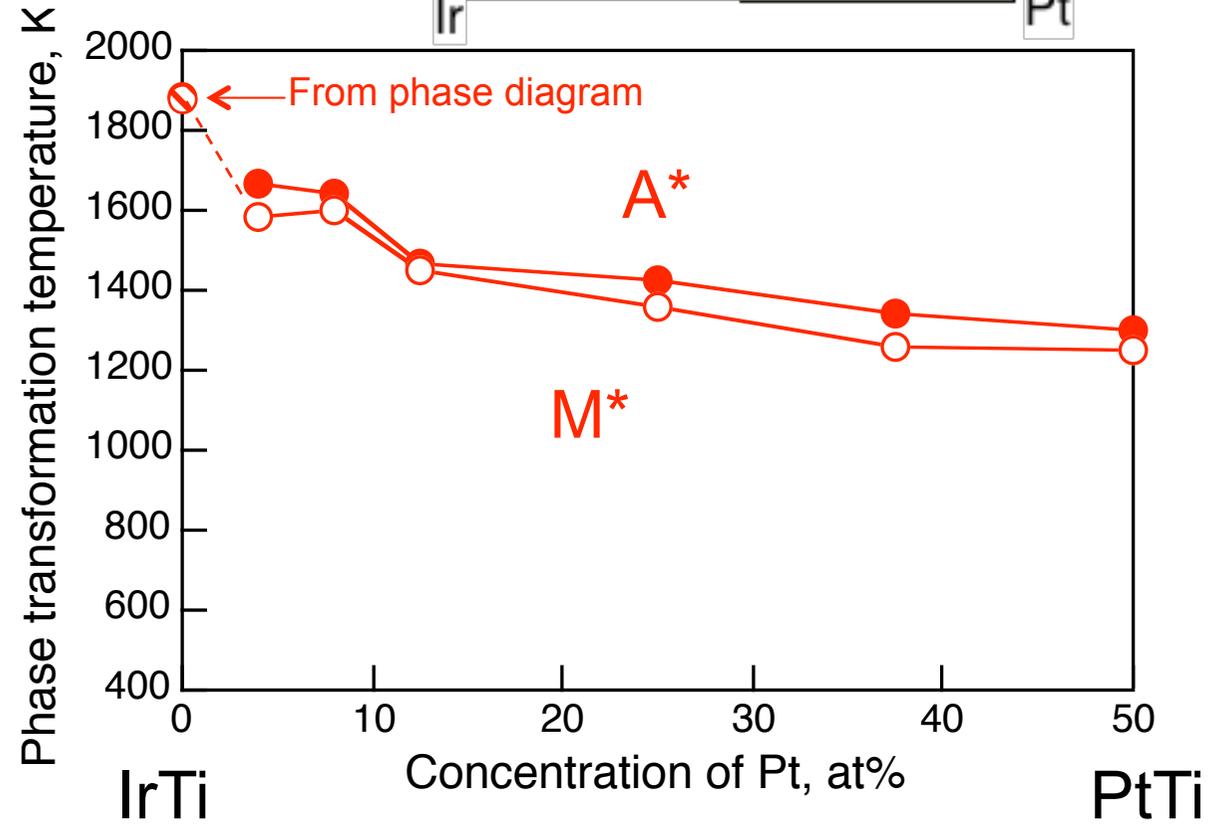
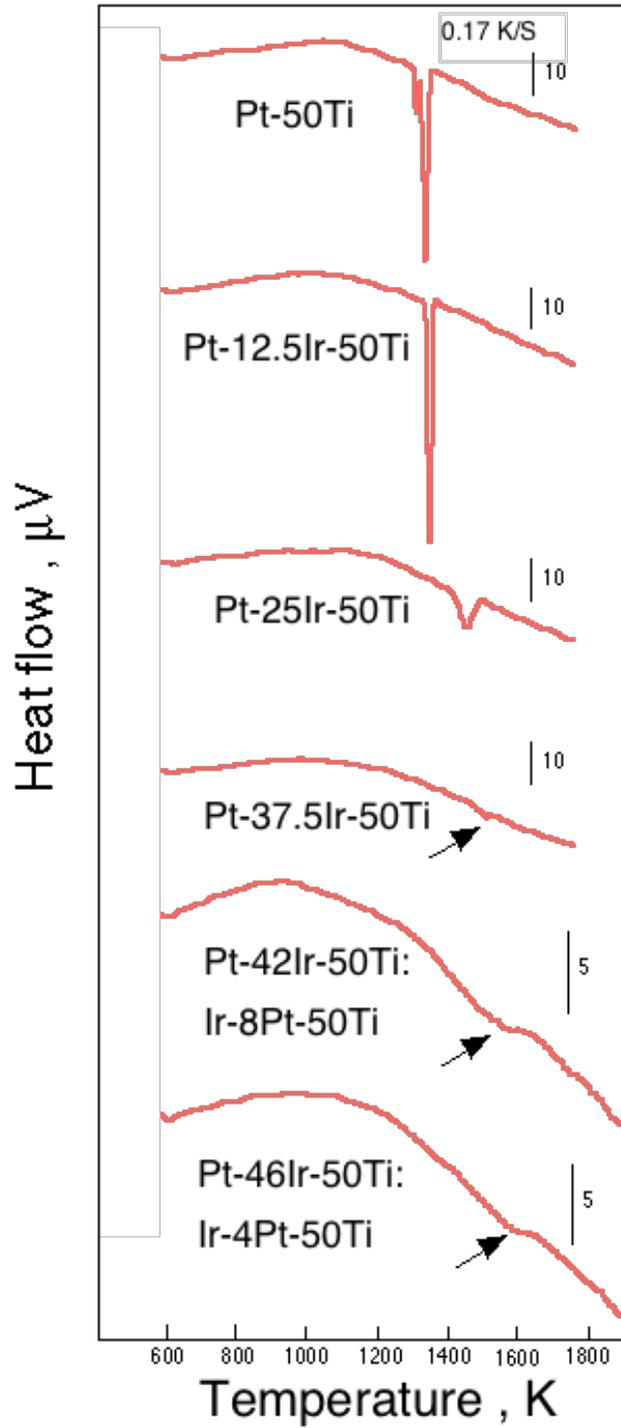
TiPtの結晶構造



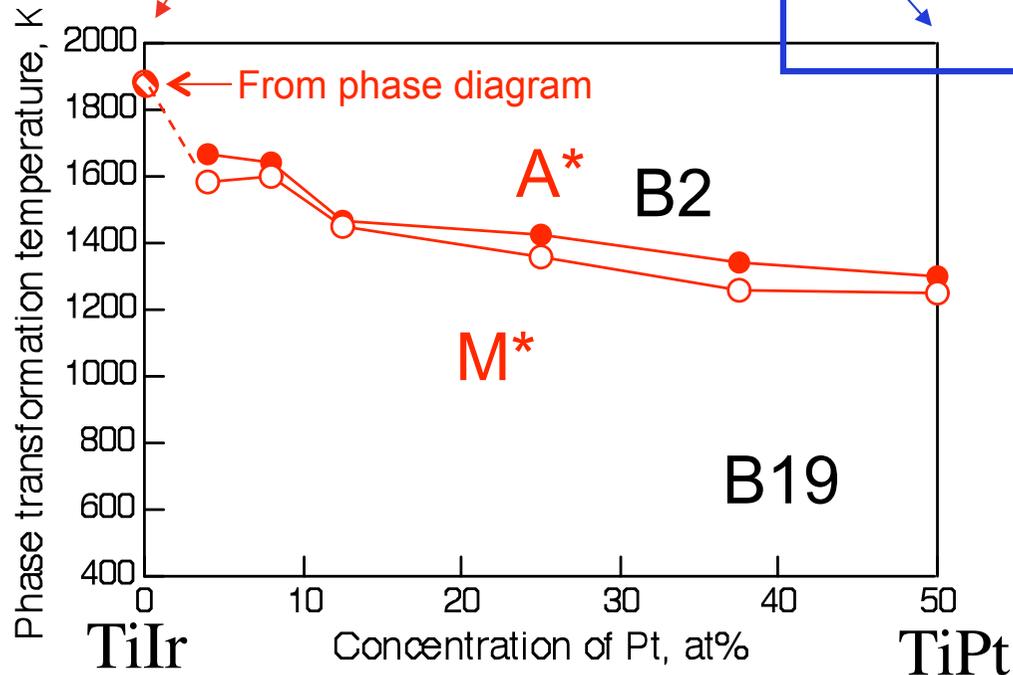
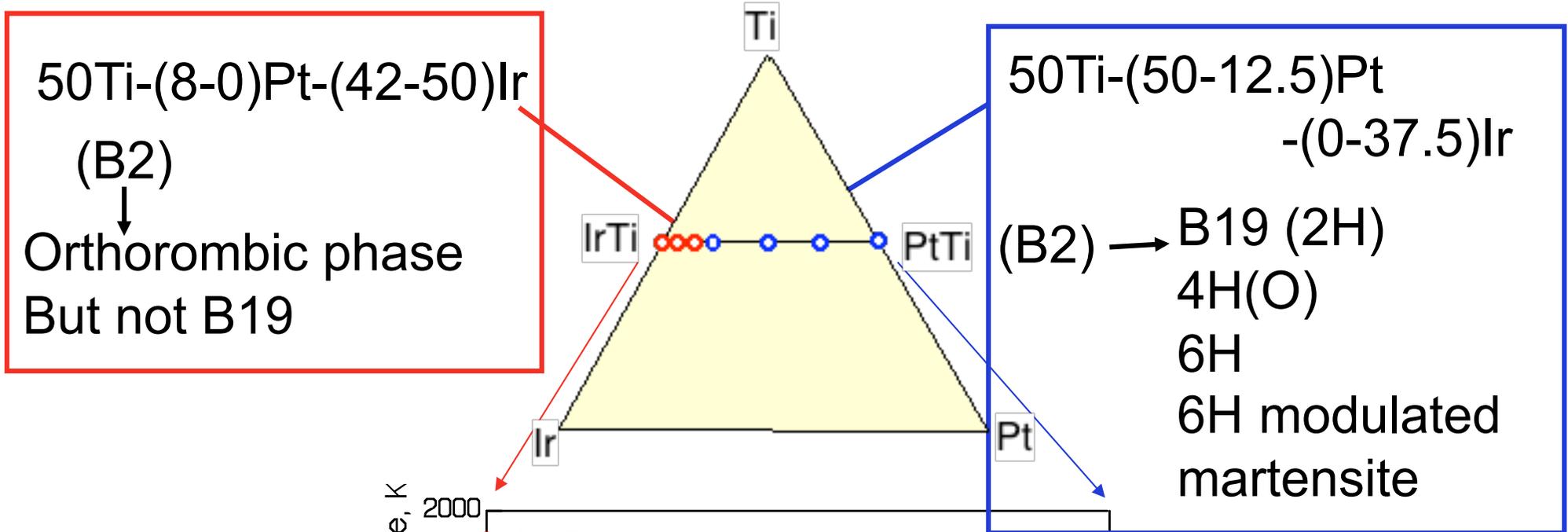


三元系でどうなるか？

変態温度

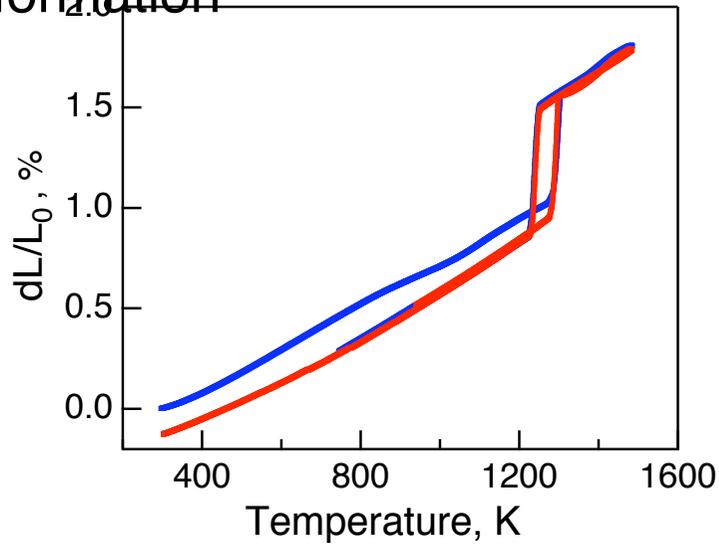


Phase transformation of Ti-(Pt, Ir)



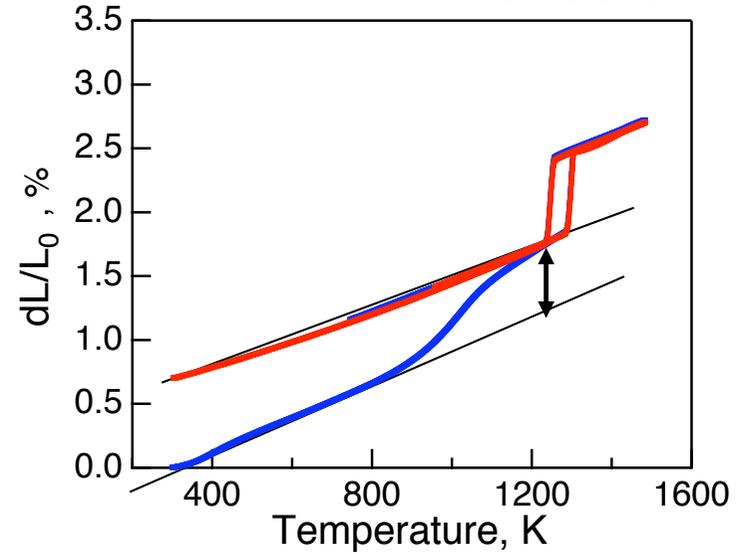
Second cycle

No deformation

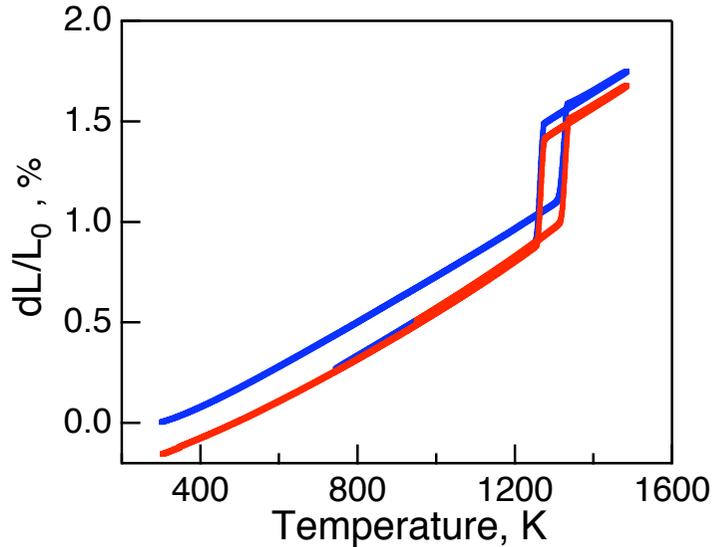


Ti-50Pt

After deformation

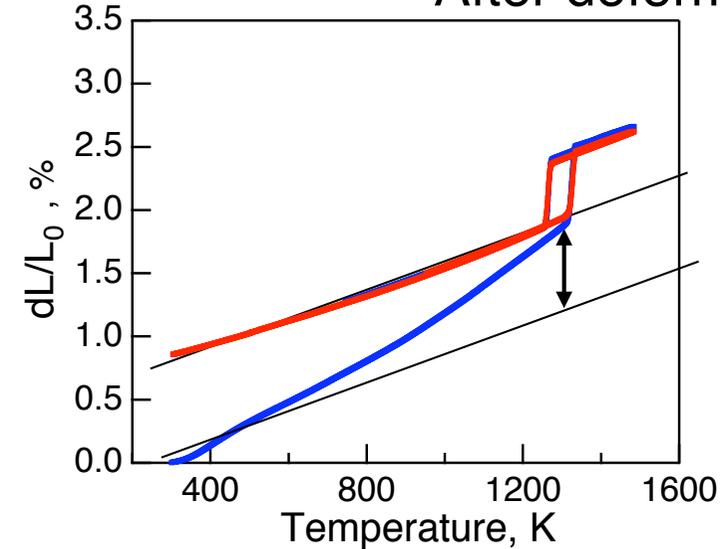


No deformation



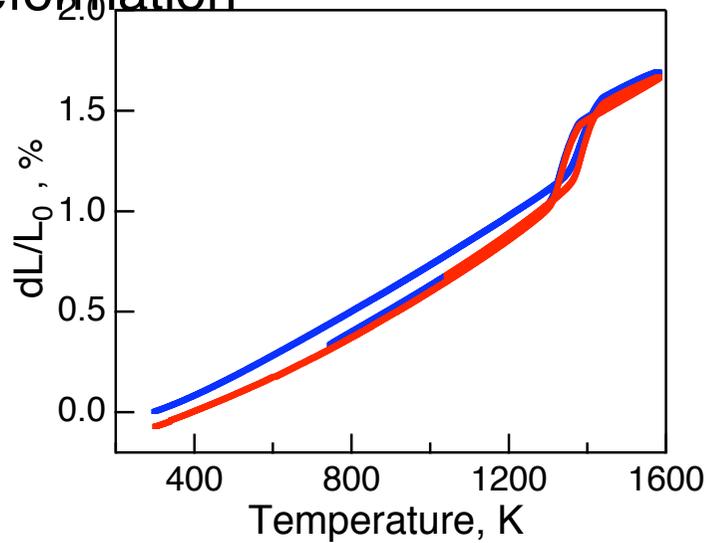
Ti-37.5Pt-12.5Ir

After deformation



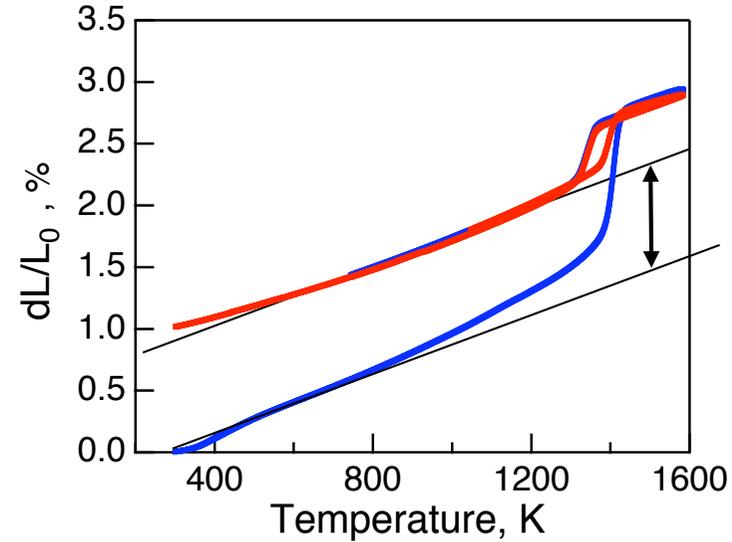
Second cycle

No deformation

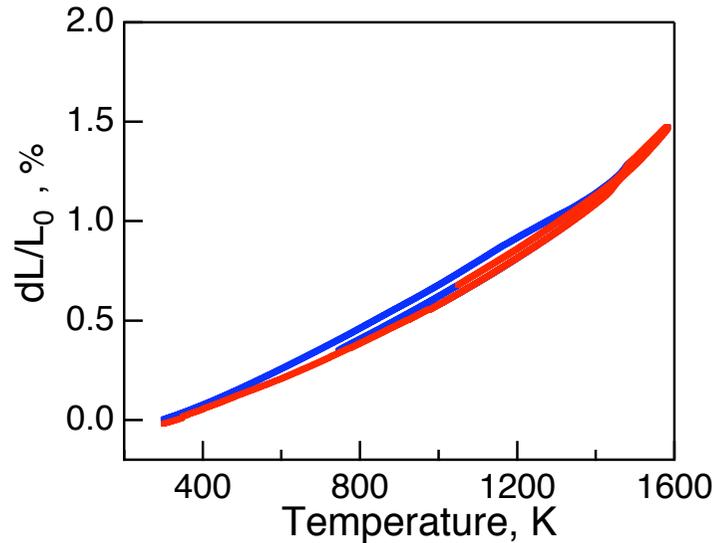


Ti-25Pt-25Ir

After deformation

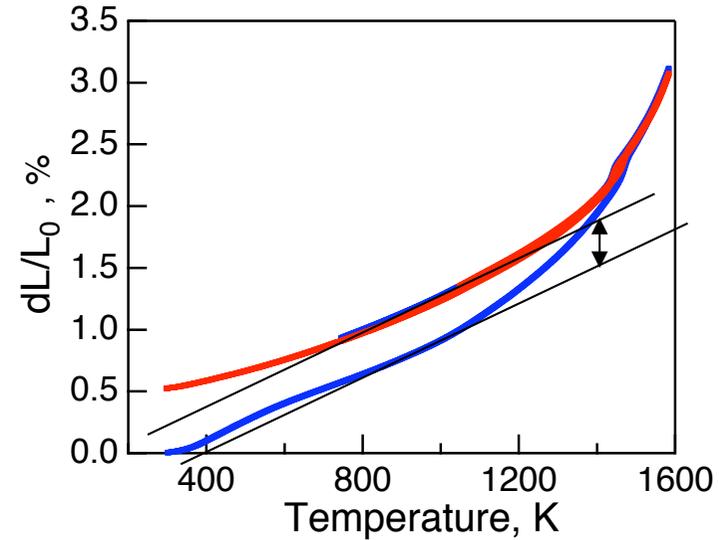


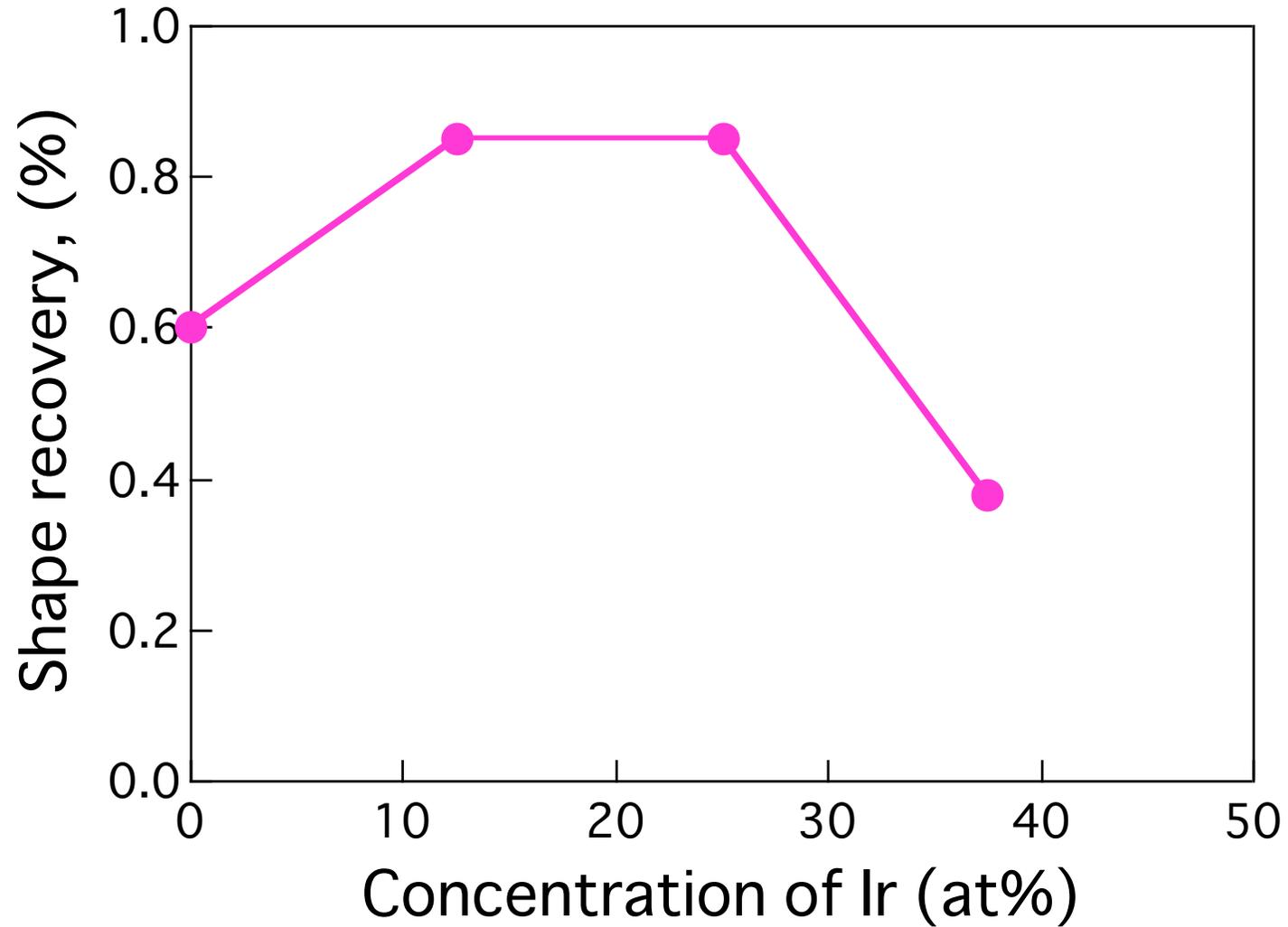
No deformation



Ti-12.5Pt-37.5Ir

After deformation

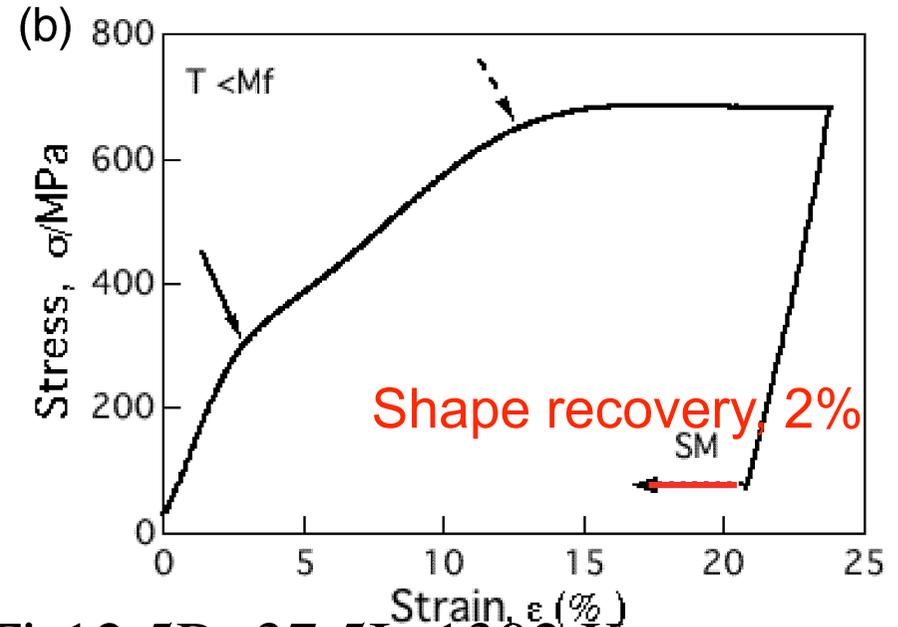
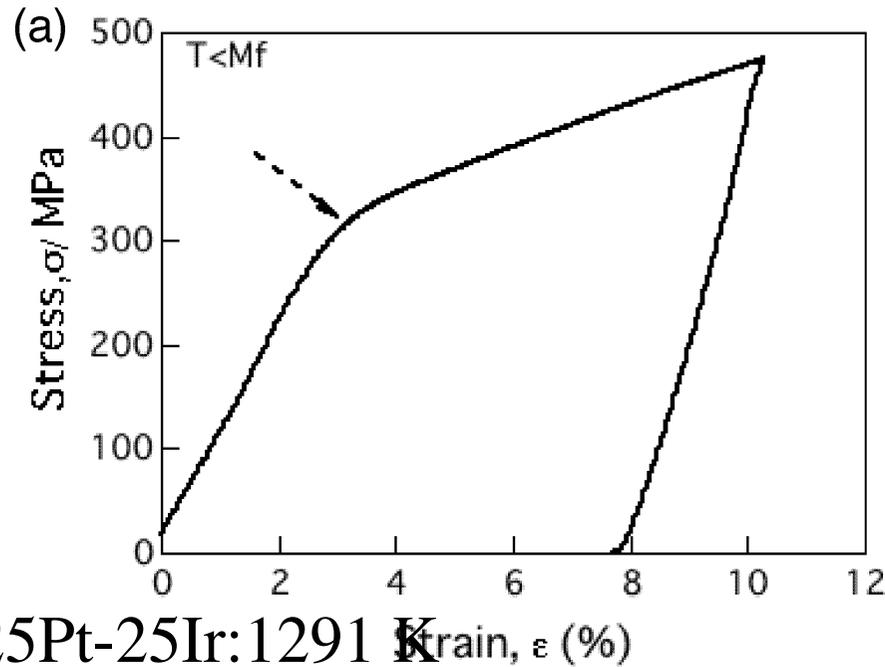




$$T < M_f$$

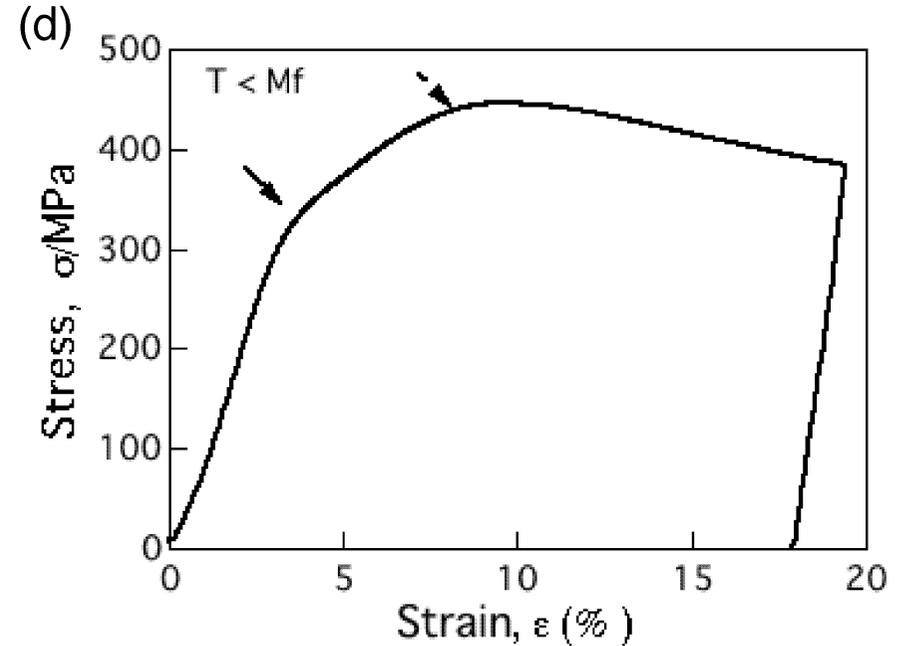
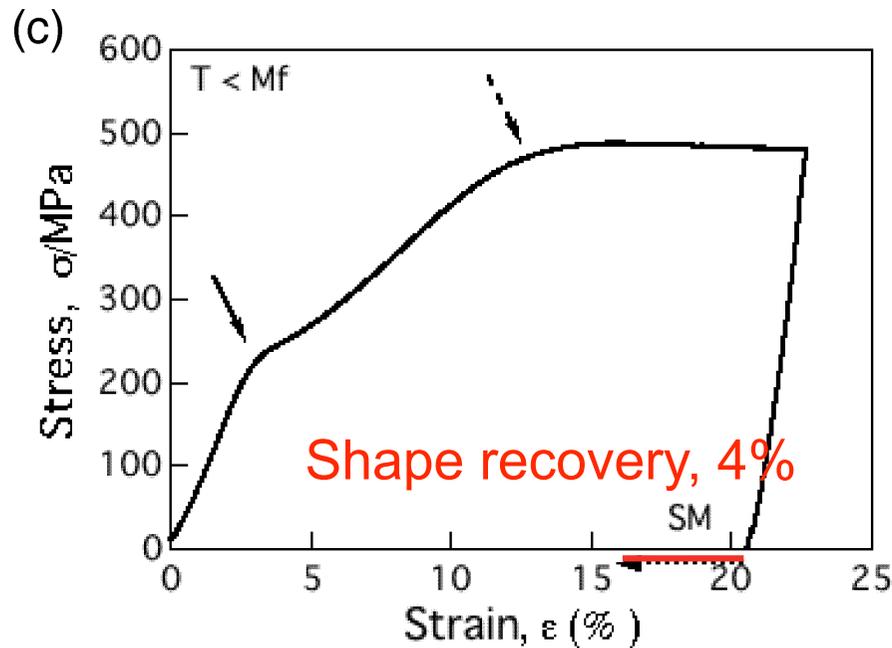
Ti-50Pt:1183 K

Ti-37.5Pt-12.5Ir:1201 K



Ti-25Pt-25Ir:1291 K

Ti-12.5Pt-37.5Ir:1392 K



1. Ti-(Pt, Ir) の高温相はTiPtと同様にB2相であった。
2. Ir添加量の増加とともに、格子歪みは小さくなった。
3. 変態温度以下で、双晶界面のすべりにより起こると考えられる擬弾性が観察された。
4. 変形後に変態点以上に加熱することにより、形状回復が観察された。
5. 形状回復歪みがまだ小さいため、今後、回復歪みを大きくするための合金開発が必要であるが、900°Cで変形して形状回復する合金は少ないため、Ti(Pt, Ir)は高温形状記憶合金として期待できると言える。