

京都大学 構造材料元素戦略研究拠点



代表研究者 田中 功
企画マネージャー 落合庄治郎

構造材料



安心・安全な社会基盤



「変形と破壊」の現象を正しく理解し、それを設計寿命までの確に制御する

本拠点10年間での達成目標

学問の深化

強いものは脆く、ねばいものは弱い、という
50年来の構造材料の固定概念からのパラダイムシフト

産業応用への貢献 学問の深化

金属、セラミックス、ポリマーなど
多様な構造材料で、「脆さ」の克服

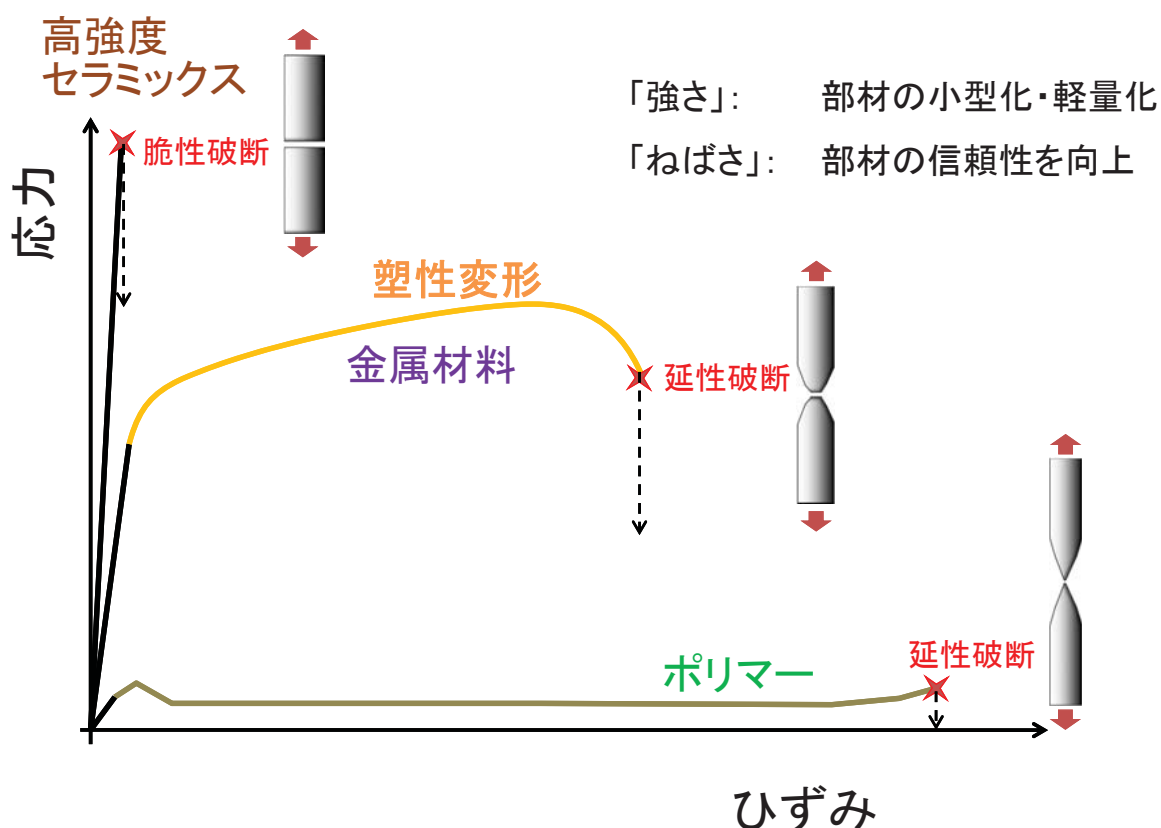
産業応用への貢献 わが国の持続的発展への貢献

実用構造材料で、元素戦略に立脚し、
最適制御指針に従った、材料の知的設計・創出

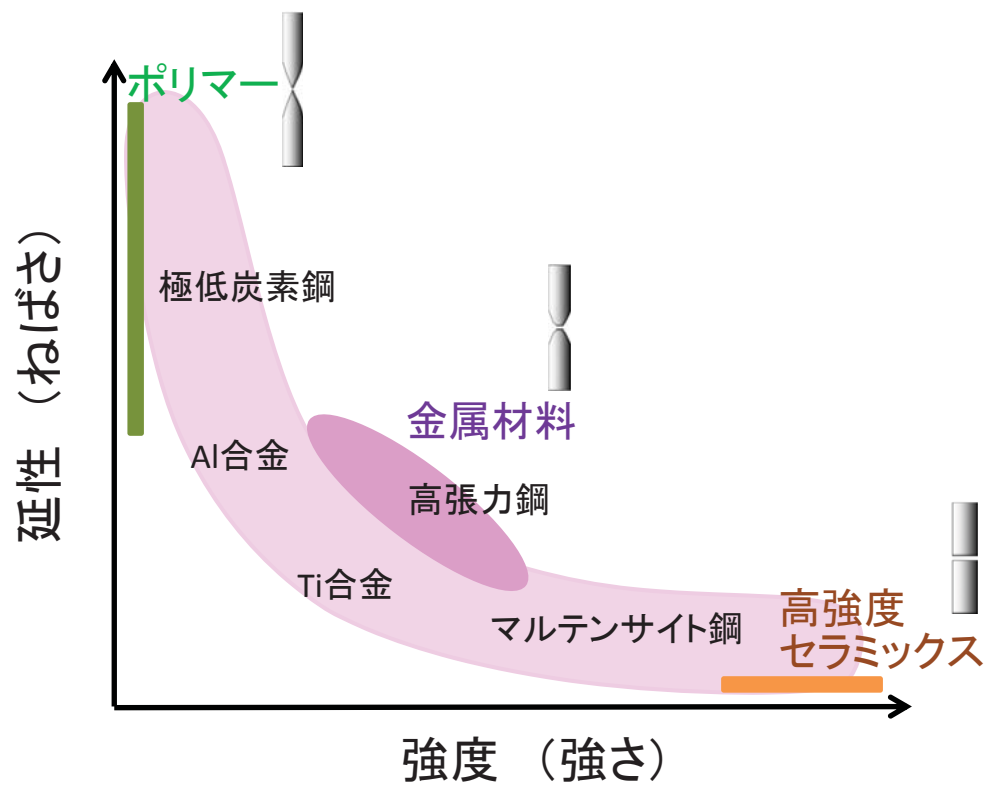
わが国の持続的発展への貢献

次世代を担う、強力な若手人材の育成

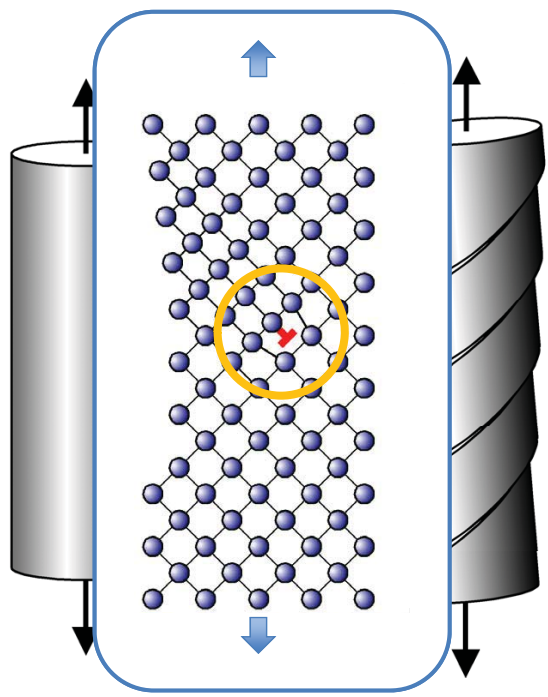
材料の「変形」と「破壊」



材料の「強さ」と「ねばさ」



「ねばさ」と「強さ」を与える塑性変形機構：転位



転位 (dislocation)

「ねばさ」の発現

転位が動くことによる
変形能向上 → 破壊抑制

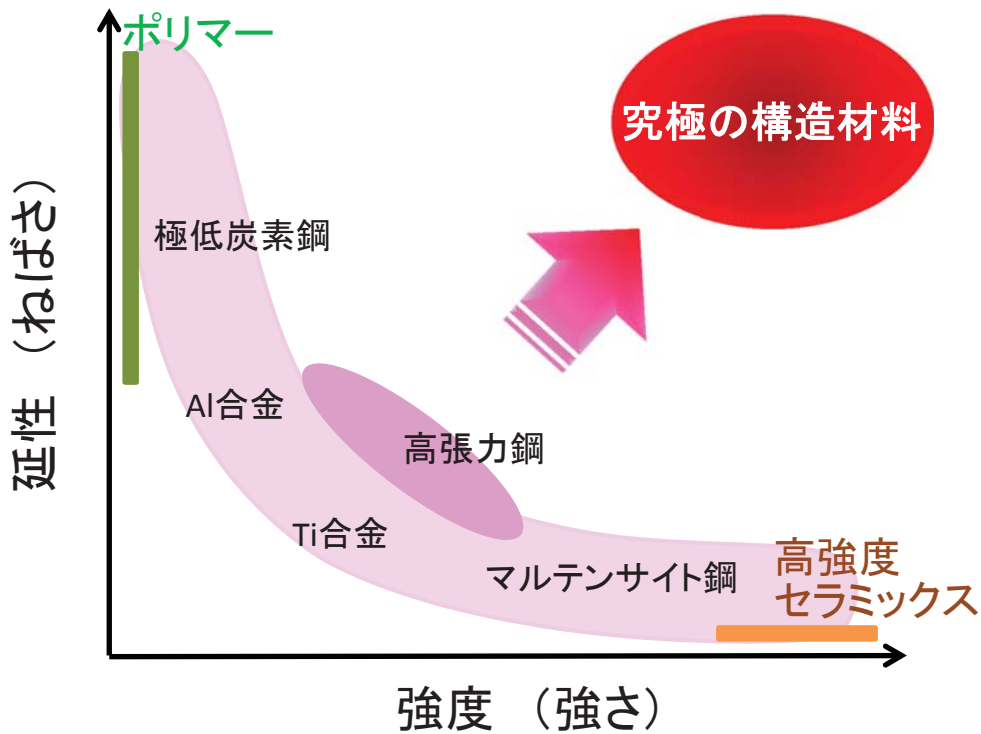
「強さ」の向上

転位を動きにくくする

- 固溶強化
 - 析出強化
 - 転位強化
 - 細粒強化
- } 合金元素
添加
により達成

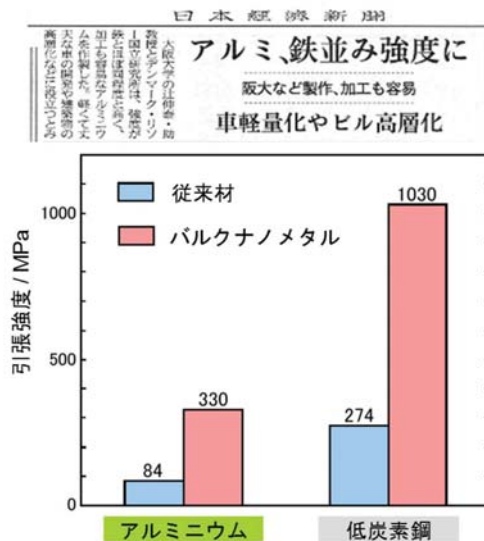
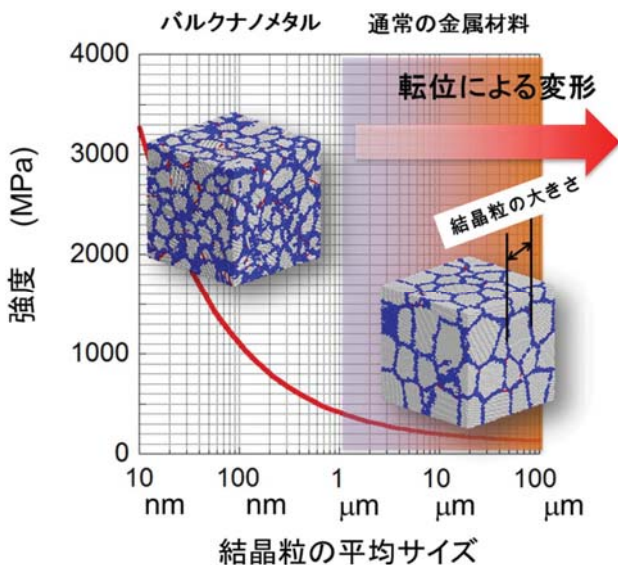
転位論に基づく合金設計

究極の構造材料への道標



バルクナノメタルにおける萌芽的な成果 (超微細結晶材料)

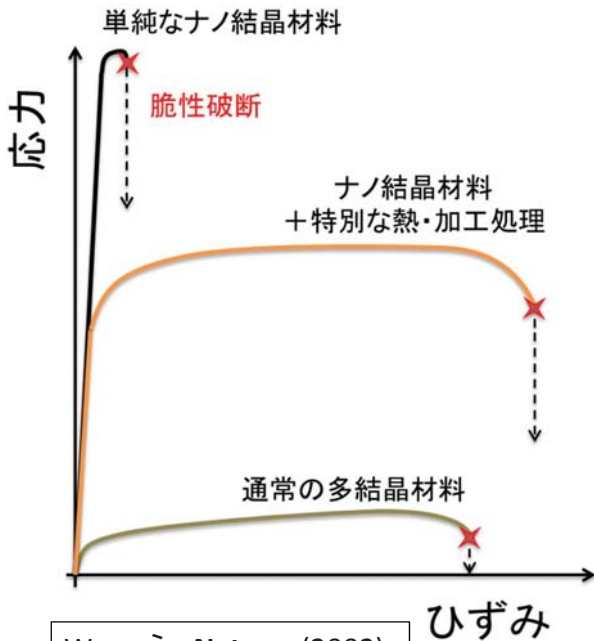
辻 伸泰: 科研費 新学術領域研究 領域代表
「バルクナノメタル」 2010-2014



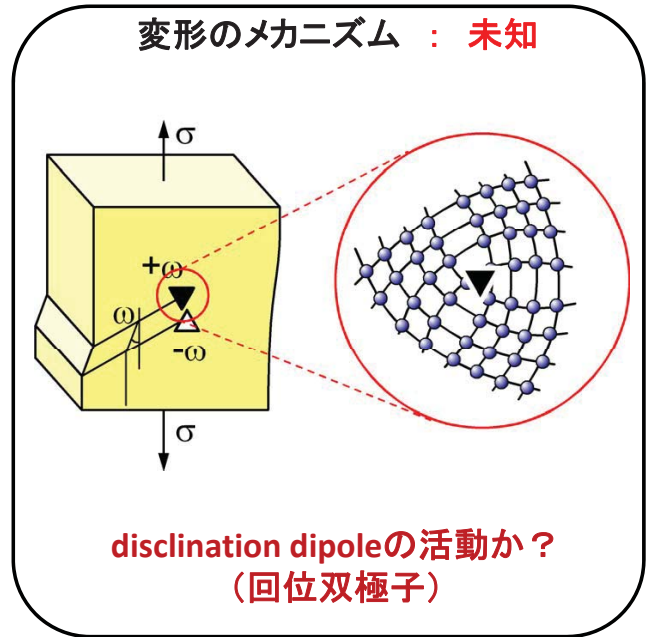
合金元素添加によるのではなく、
微細構造因子を制御することで達成！

バルクナノメタルにおける萌芽的な成果

合金元素添加によらず強さとねばさの両立を達成！



Wangら Nature (2002).
Luら Science (2004).
辻ら Science (2006).

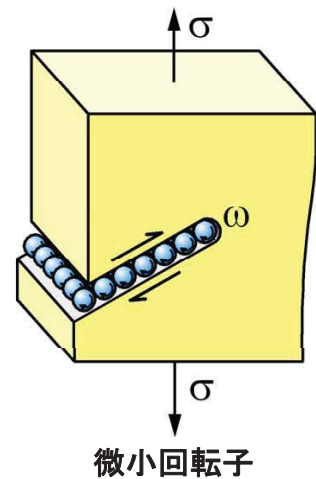
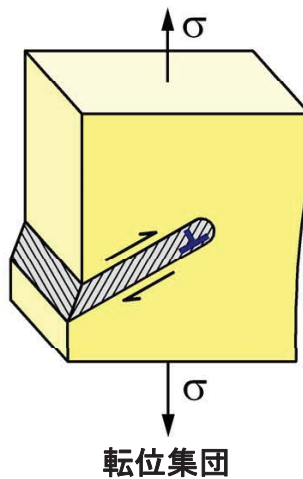
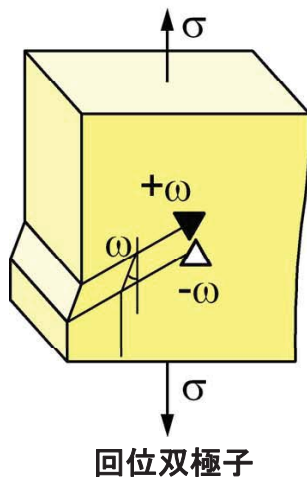


新しい変形概念

線状欠陥（転位，回位など）の集団が作る
体積素片に存在する原子の協調的な集団運動（集団励起）

変形子 : *plaston* (プラストン)

本拠点にて着想

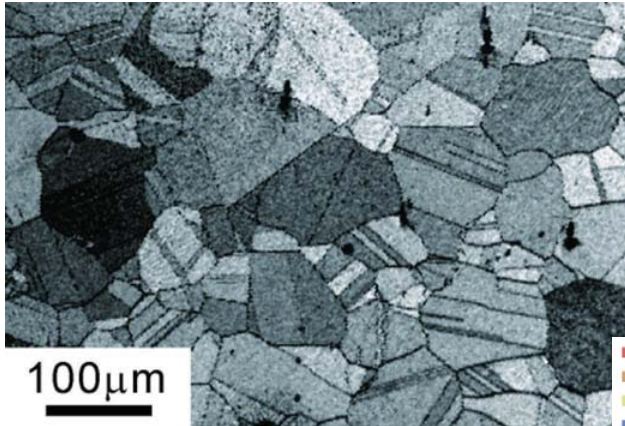


既知の概念

双晶変形
マルテンサイト変態

セラミクス超塑性

実用材料開発研究に応用



100µm

上路ら2008

TWIP鋼

Twinning Induced Plasticity Steel



- Ultra High Strength Steel
- Extra High Strength Steel
- Very High Strength Steel
- High Strength Steel



自動車用高張力鋼

Fe - 31%Mn - 3%Al - 3%Si

構造材料における元素戦略

金属系素材
年間生産量1億トン

希少元素消費の
大半は金属系素材

**元素戦略が
きわめて重要！**



自動車一台あたりの使用量

Fe: 700 kg

Mn: 1.4 kg

半減できれば、

- ✓ わが国の資源リスクの回避
- ✓ わが国全体で3000億円／年のコスト削減

鉄鋼産業と国内全産業での主要希少元素の年間消費量(単位:千トン)

元素名	Mn	Cr	Ni	Ti	Mo	Nb	V	W
A:鉄鋼業における消費量	358	591	90	3	28	7.1	1.9	13
B:国内総消費量	618	612	230	13	34	7.3	2.3	80
比率(A/B、%)	58	97	39	23	82	97	83	16

*小松原道朗:日本金属学会第五分科会シンポジウム「鉄鋼材料における元素機能」講演「製鉄業から見た元素機能」より、2008年12月8日