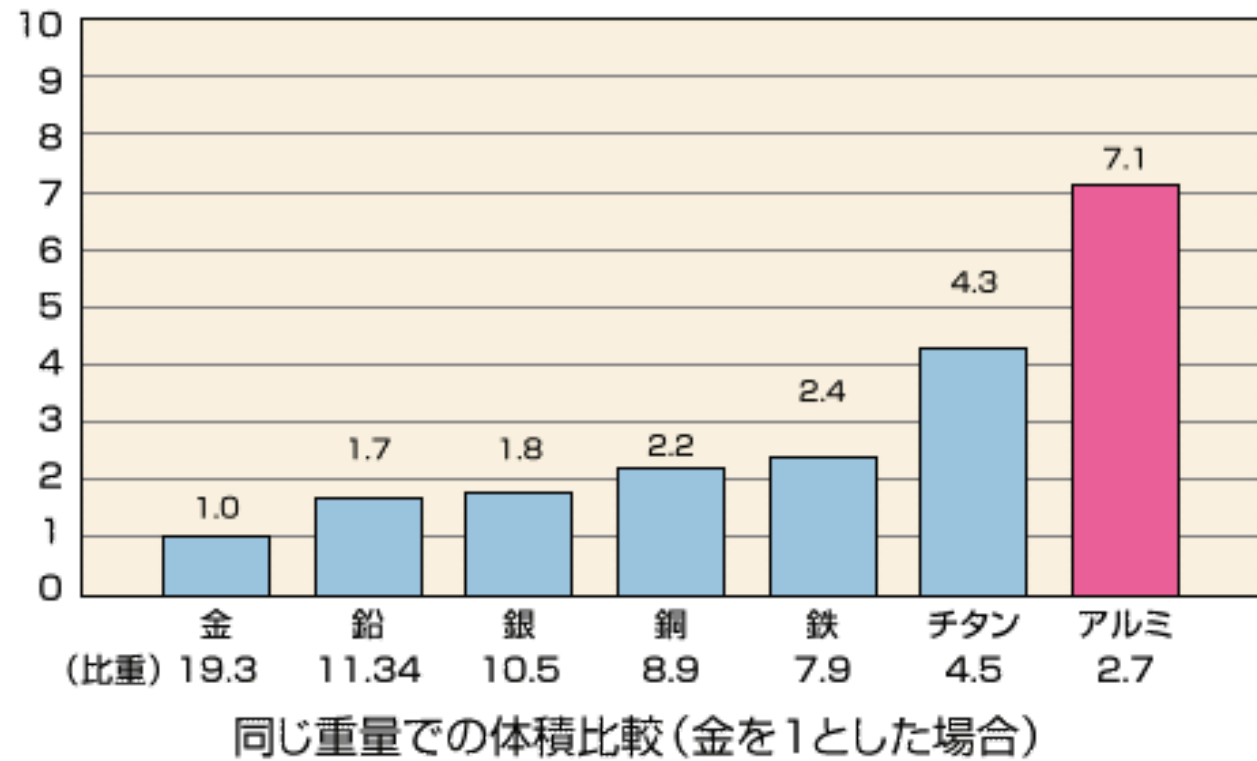


第18章 アルミニウム合金

- * アルミニウムの物理的, 化学的性質
- * Al-Cu合金の時効析出現象
- * 実用アルミニウム合金の機械的特性

アルミニウム材料の特長

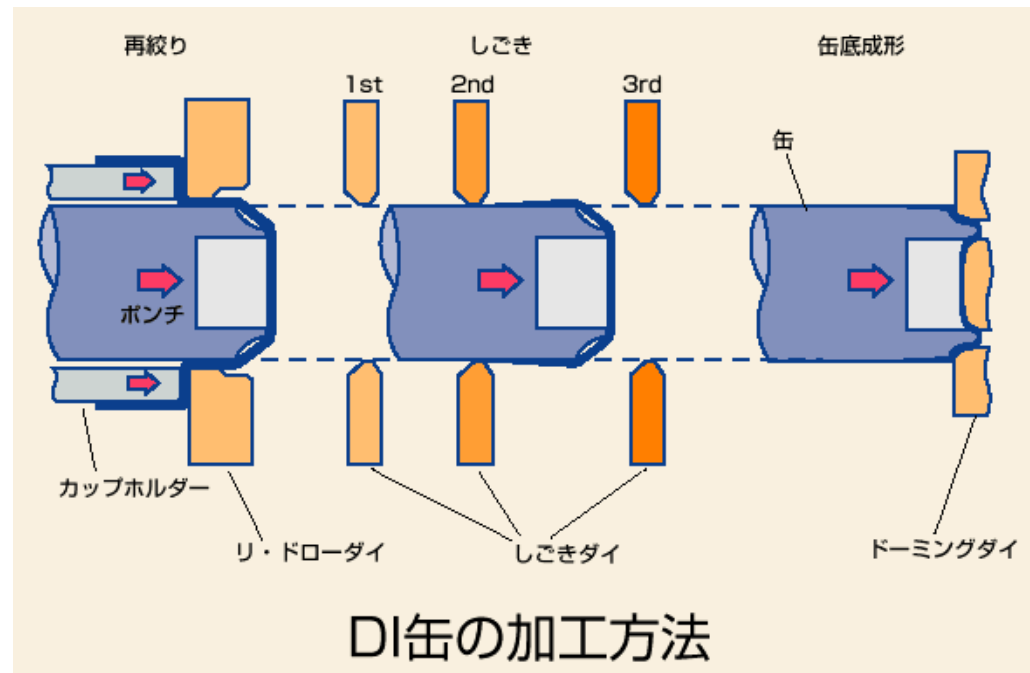
(1)軽い
比重2.7



アルミニウム材料の特長

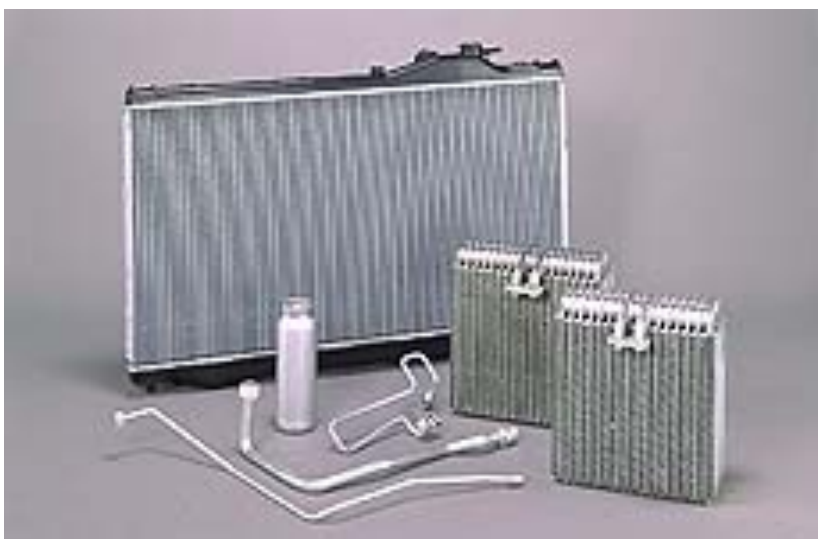
(2)加工性がよい

面心立方構造



アルミニウム材料の特長

(3) 熱伝導性



熱交換器

材質	熱伝導度 (w/m·°C)
アルミニウム	238
金	315.5
銀	425
銅	397
マグネシウム	155.5
亜鉛	119.5
鉄	78.2
錫	73.2
鉛	34.9
チタニウム	21.6

(4) 時効硬化による高比強度化

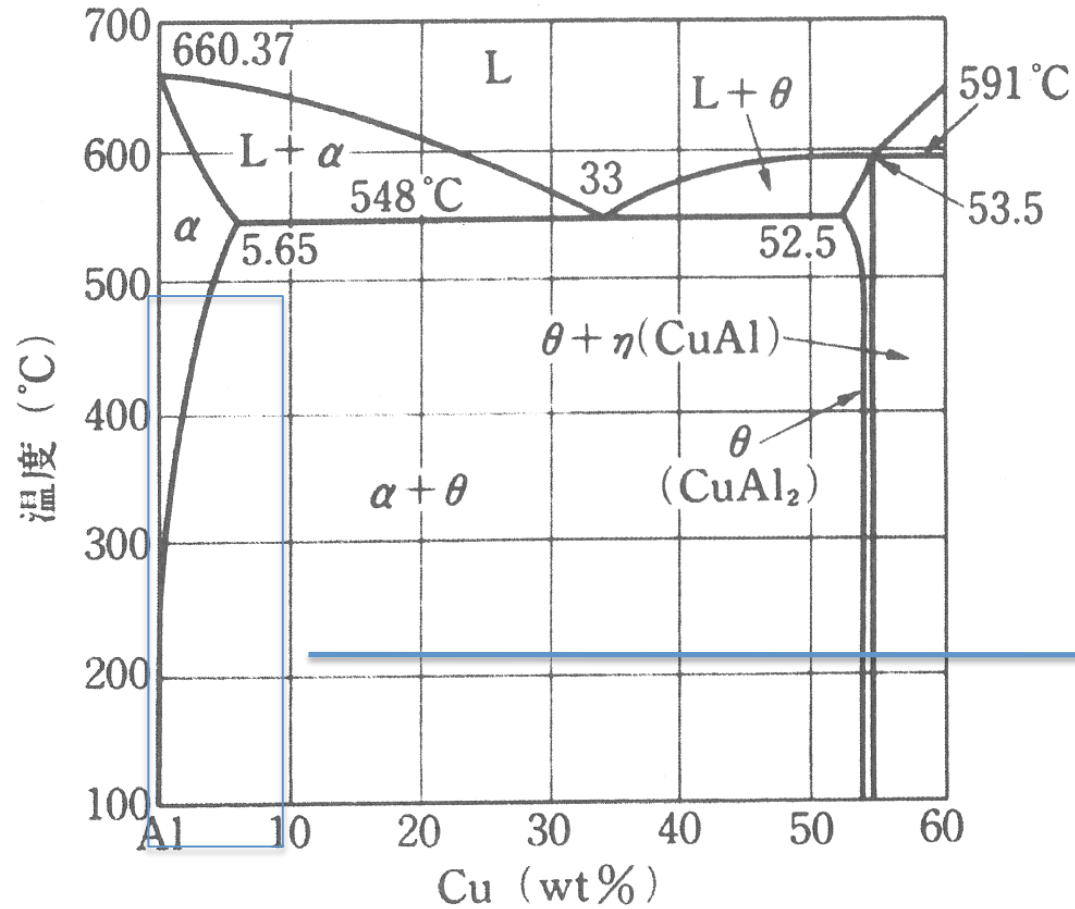


図2.1 Al-Cu系のAl側平衡状態図²⁾

Al-Cu状態図

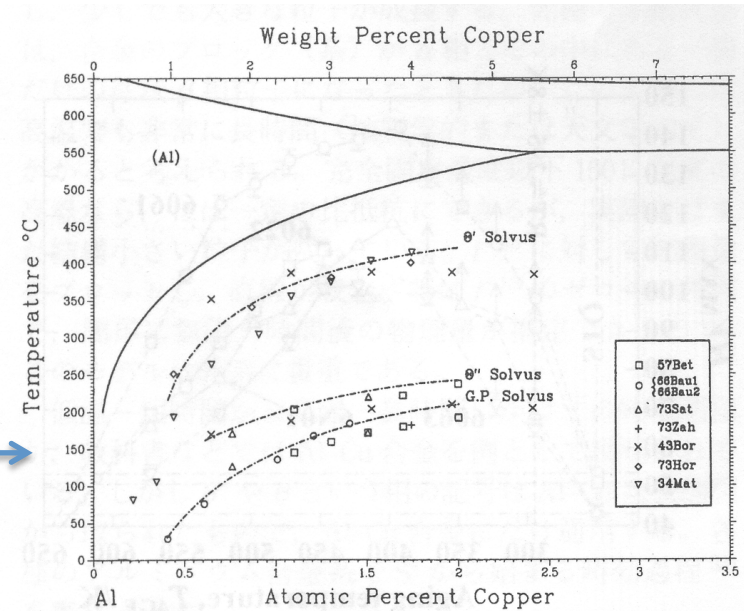
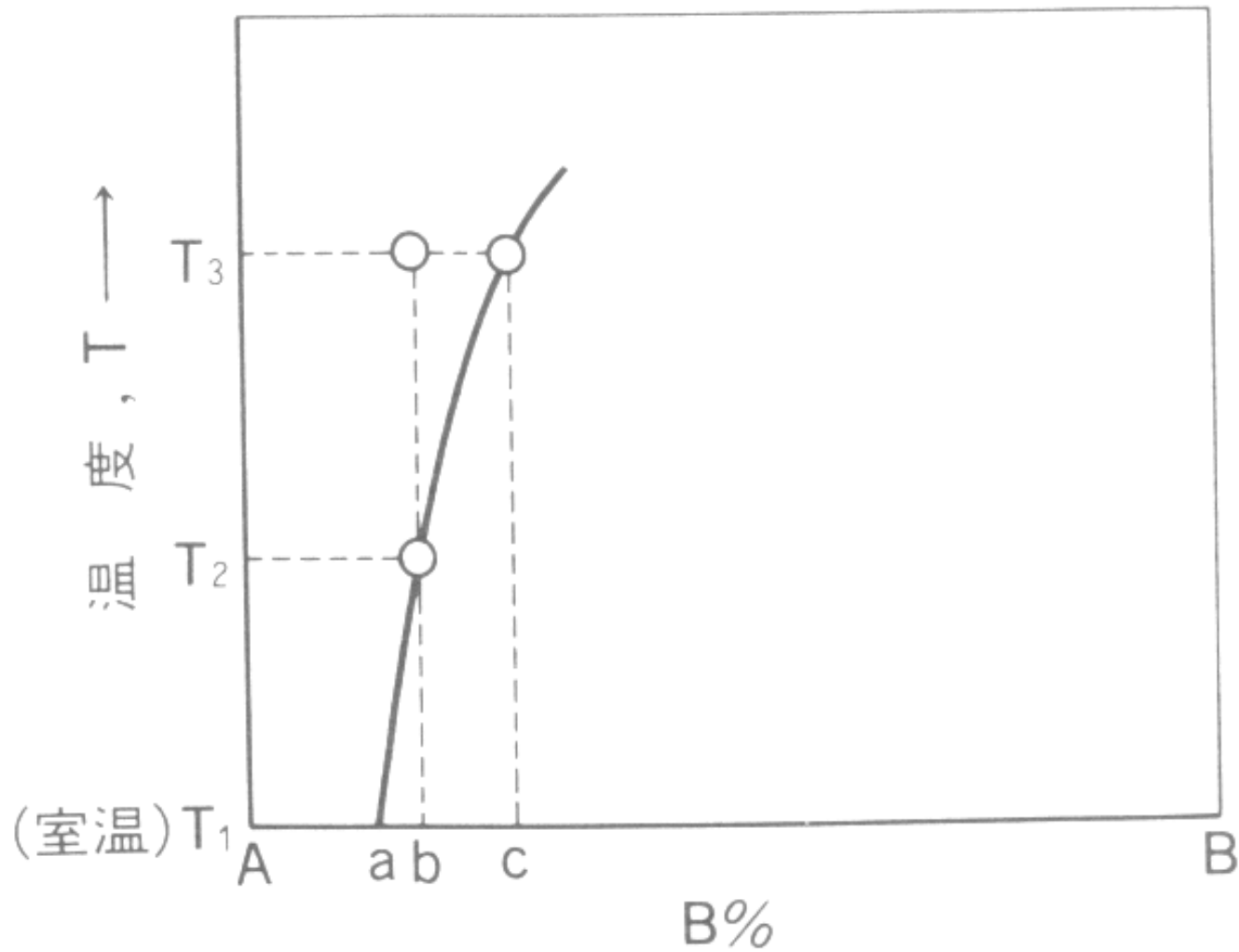
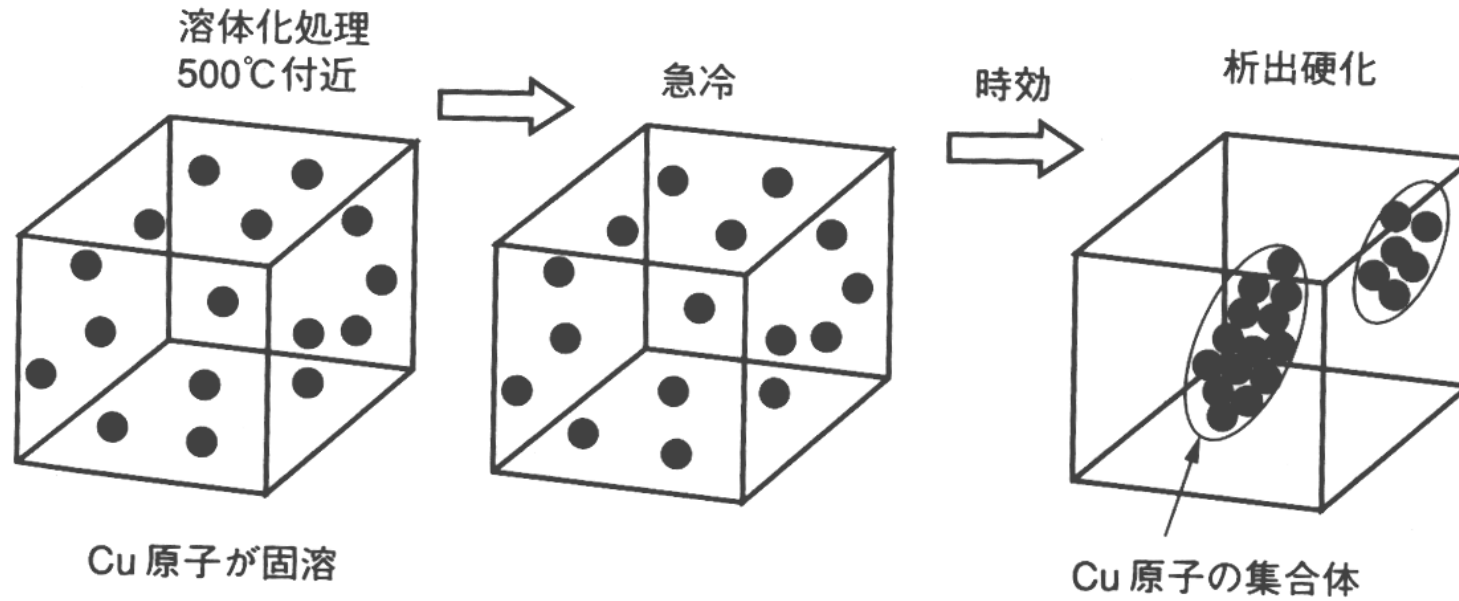


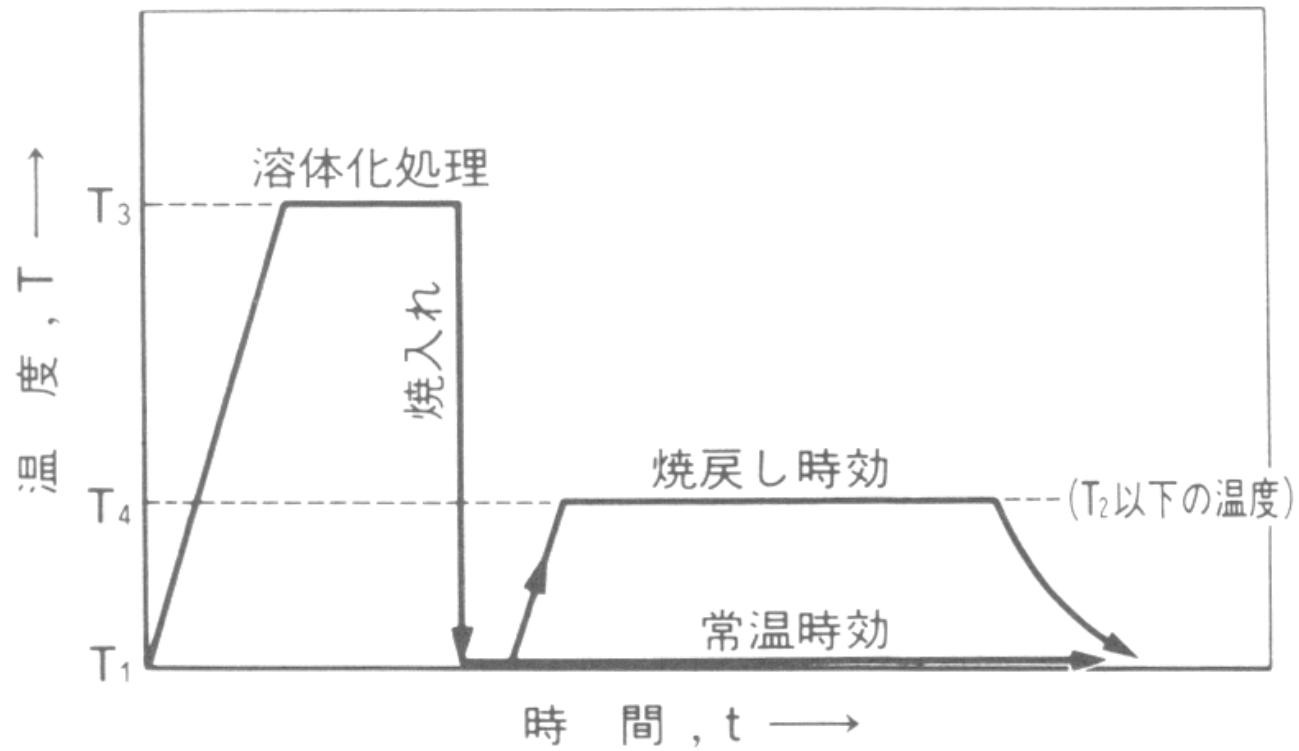
図18 Al-Cu合金の準安定固溶限曲線³⁹⁾



Bをb%含んだ合金を温度 T_3 から T_1 に冷却すると溶解度差により析出現象が生じる

析出現象(Precipitation)





時効合金の熱処理過程

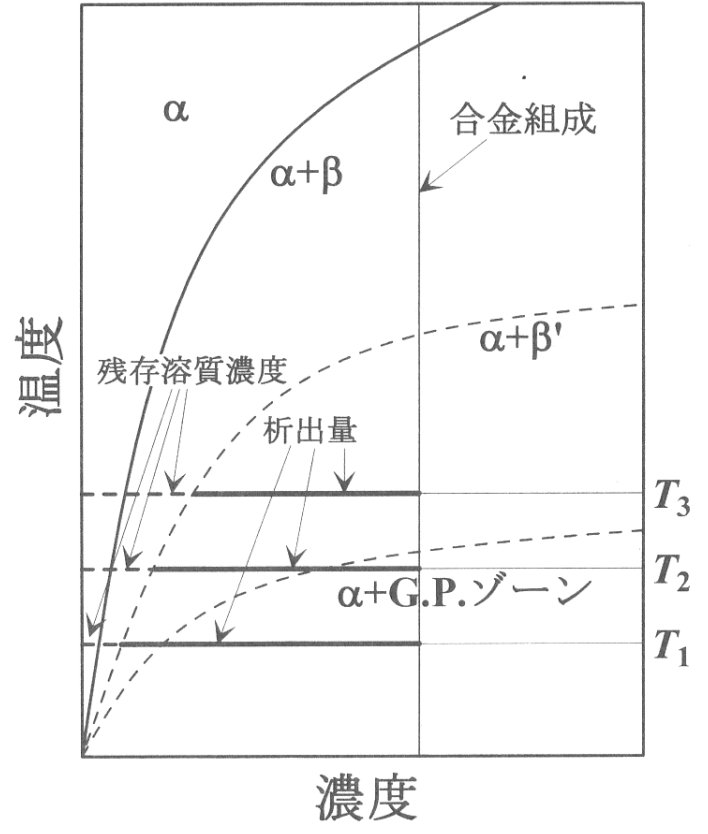
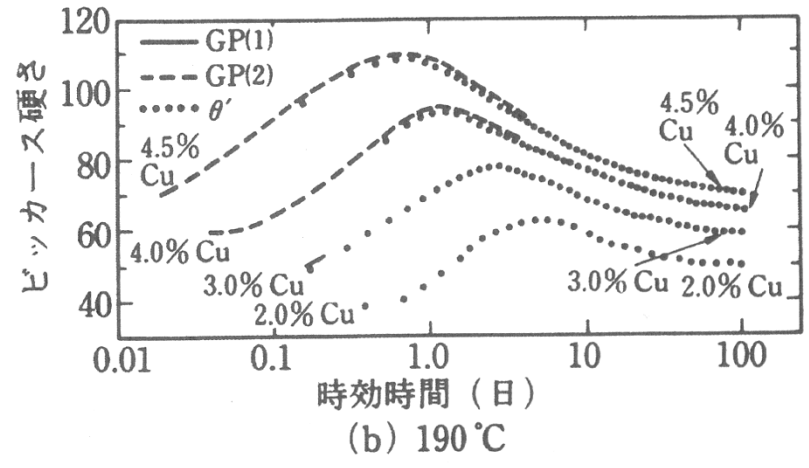
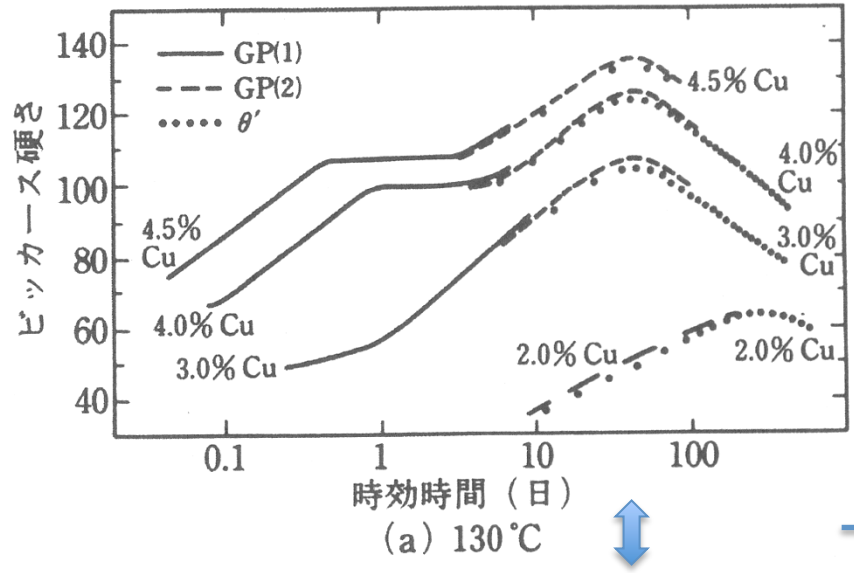
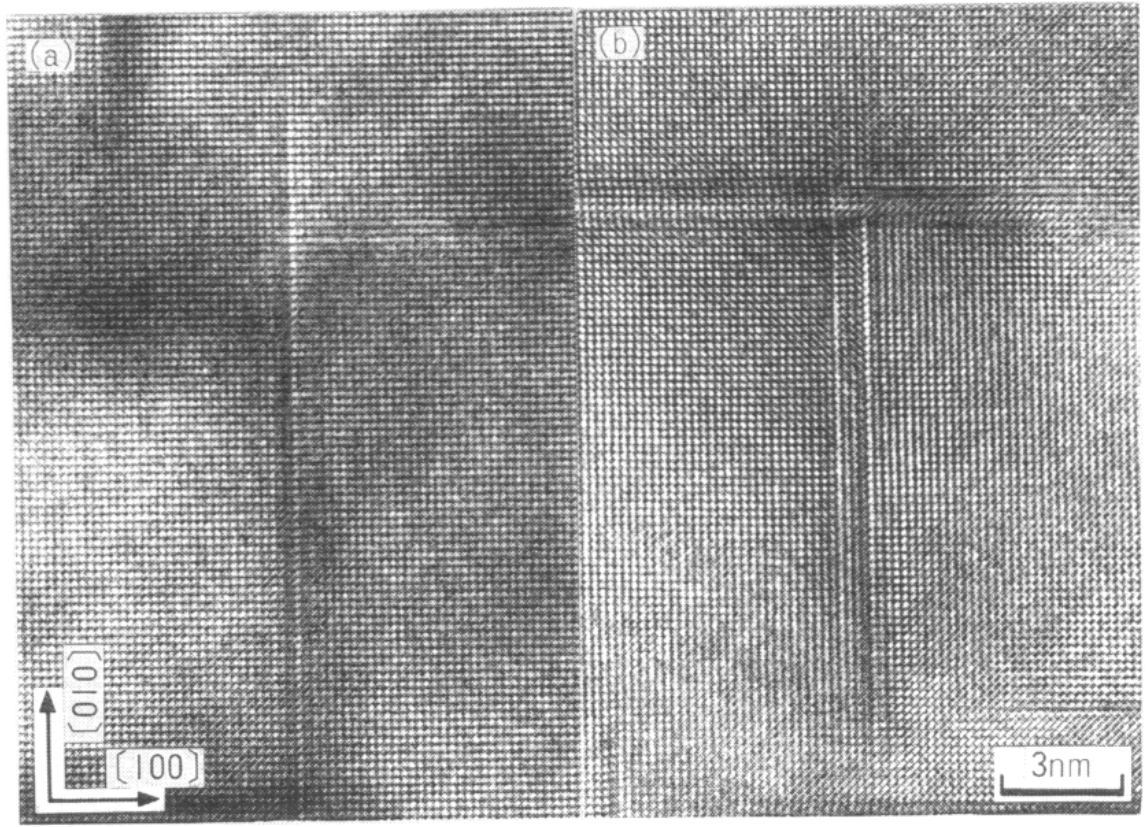


図19 準安定固溶限曲線と準安定平衡到達までの析出量の模式図

図2.2 Al-Cu合金の時効硬化曲線と出現する析出相の種類²⁾

高温での時効ほど、最高硬さまで到達する時間は短く、析出総量は少ない₉

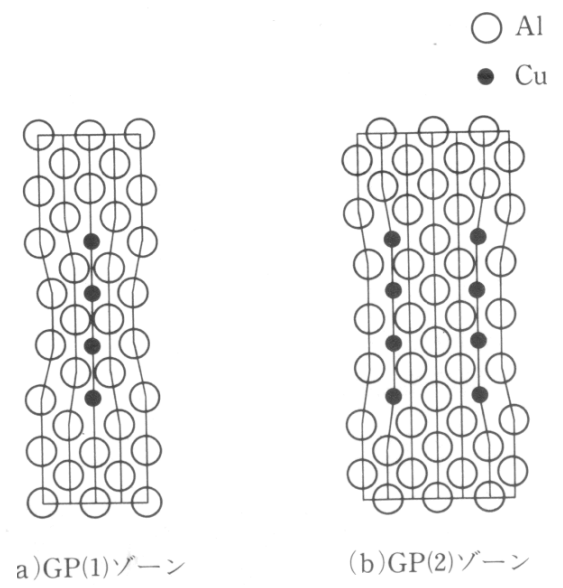
時効初期の析出組織 (Al-Cu)



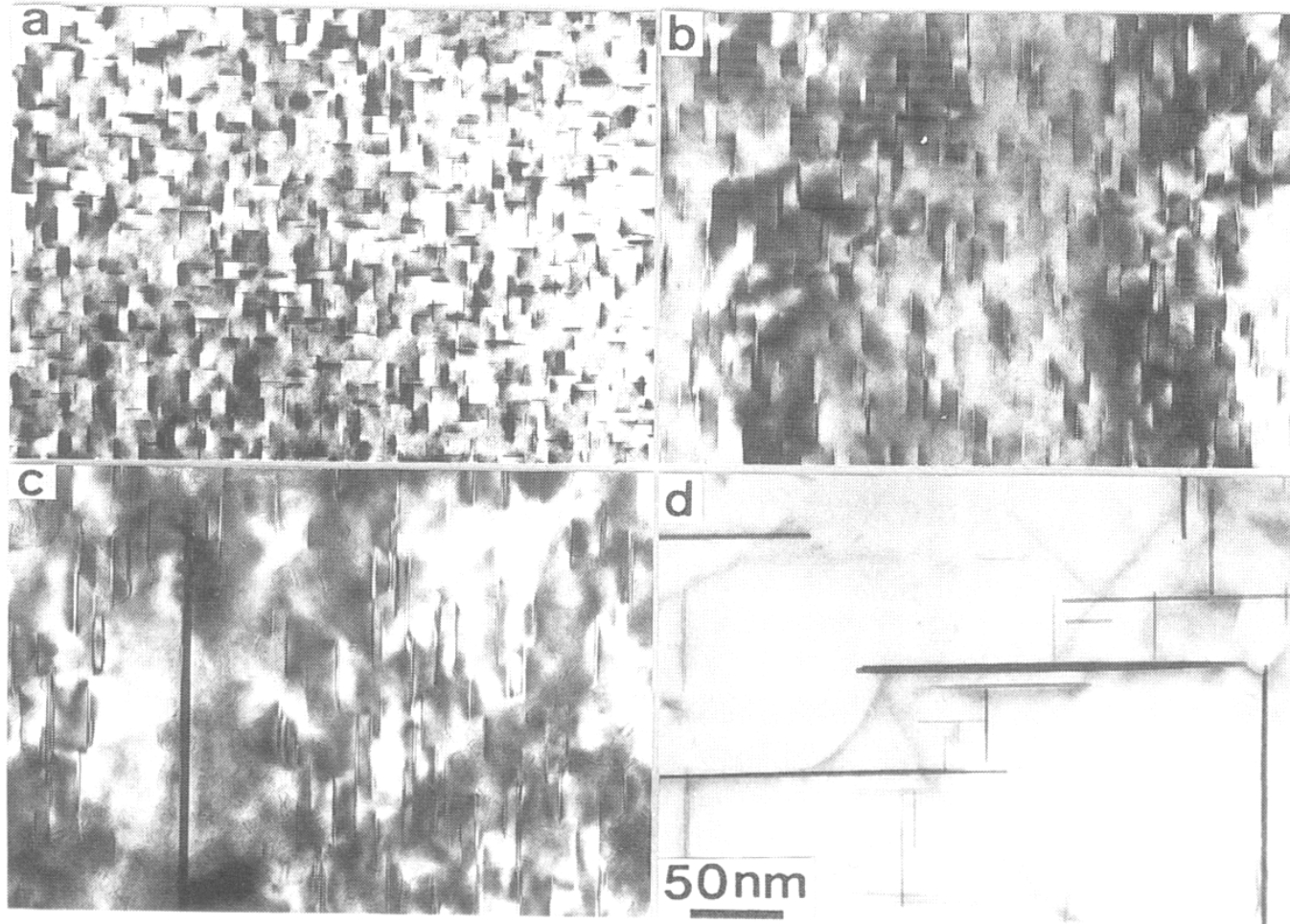
GP(1) zone

GP(2) zone

GP(1)および GP(2)ゾーンの高分解能電顕像
白点列は Cu リッチ層に対応する⁹⁾



整合析出: 母相と格子の連続性を保った状態で析出



Al-4%Cu 合金の析出相の電解組織

(a)GP(1)ゾーン (150 °C, 30 min), (b)GP(2)ゾーン (150 °C, 3.5 h), (c)GP(2)ゾーン+ θ' 相 (150 °C, 250 h), (d) θ' 相 (200 °C, 2 h)

時効中期～後期の析出組織

整合→非整合に変化

YIELD STRESS

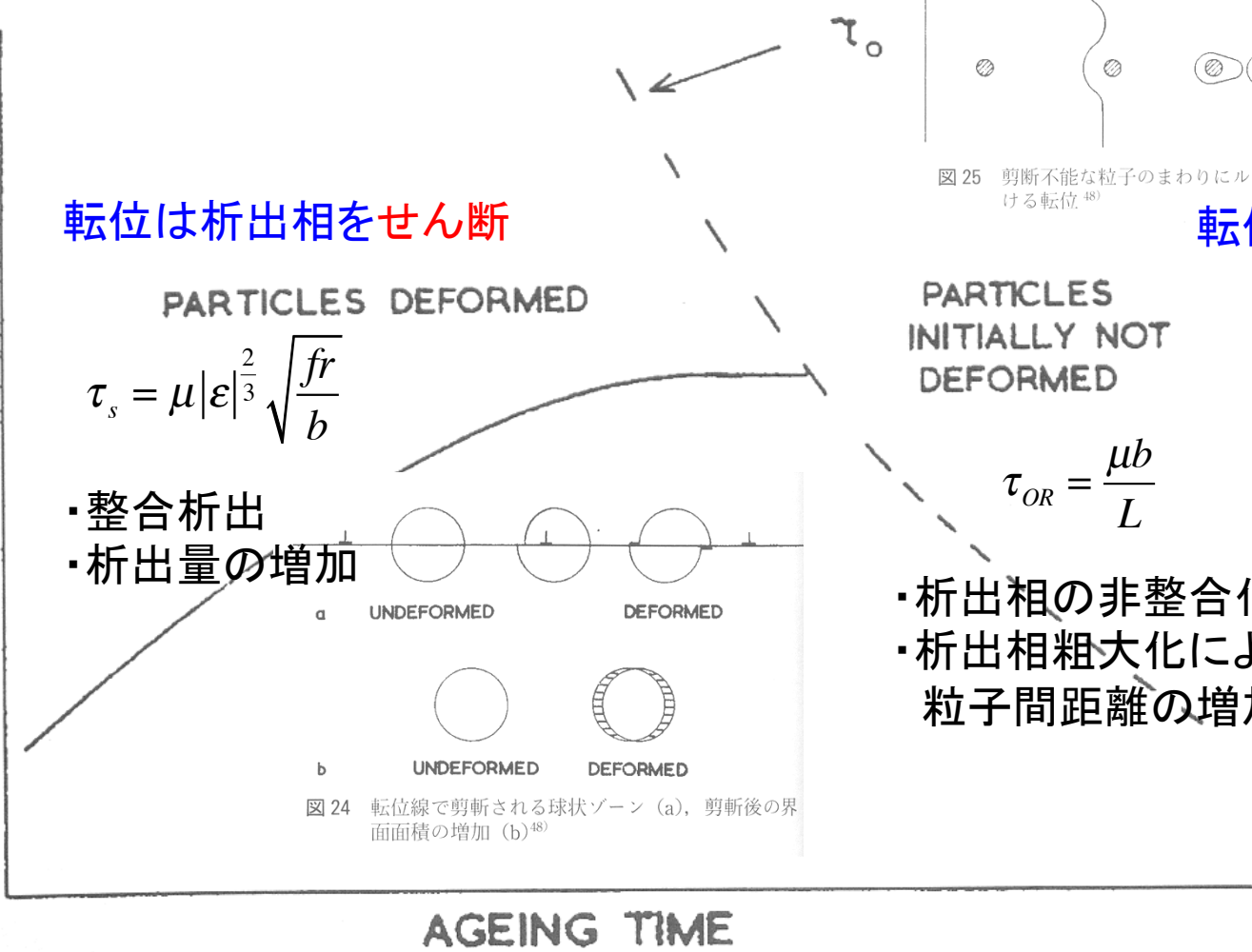


図 26 最大時効硬化状態の予測⁴⁸⁾

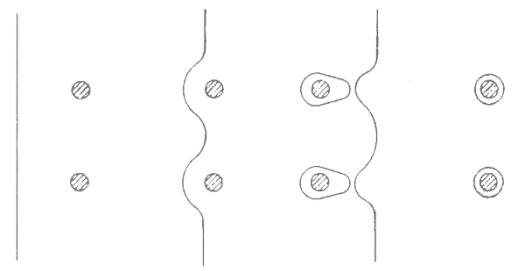


図 25 剪断不能な粒子のまわりにループを残してすり抜ける転位⁴⁸⁾

転位は析出相をバイパス

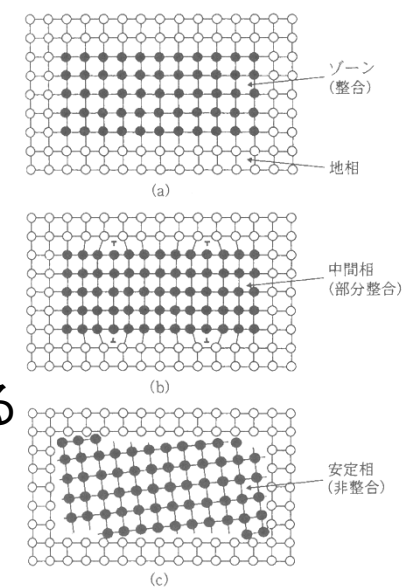


図 20 時効生成物または析出物と母相との界面 (a) 整合, (b) 部分整合, (c) 非整合⁴⁰⁾

整合, 非整合

時効で得られる最高強度: 析出相の種類、分散状態、整合性によって決まる。

アルミニウム合金(熱処理型)

Al-Cu(2000系)合金

2017 (ジュラルミン) : Al-4%Cu-0.5%Mg-0.5%Mn
・引張り強さ: 400MPa, 伸び22% (T4)

2024 (超ジュラルミン) : Al-4%Cu-1.5%Mg-0.5%Mn
・引張り強さ: 450MPa, 伸び19% (T4)

航空機, 鉄道車両

主要強化相

(1) Al-Cu-(Mg)合金(2000系): GP-II, θ' (Al₂Cu)

アルミニウム合金(熱処理型)

Al-Mg-Si(6000系)合金

6061: AL-1.0%Mg-0.6%Si

・引張り強さ: 350MPa, 伸び15% (T6)

サッシ, 建材

Al-Zn-Mg(7000系)合金

最高強度のAl合金

7075 (超々ジュラルミン): AL-5.5%Zn-2.5%Mg-1.5%Cu

・引張り強さ: 550MPa, 伸び10% (T6)

航空機, 新幹線

主要強化相

- (1) Al-Cu-(Mg)合金(2000系): GP-II, θ' (Al₂Cu)
- (2) Al-Mg-Si合金(6000系): β' (Mg₂Si)
- (3) Al-Zn-Mg合金(7000系): η' (MgZn₂)

アルミニウム合金(非熱処理型)

Al-Mg(5000系)合金

5052: Al-1.0~2.5%Mg

・引張り強さ: 350MPa, 伸び25%

5083: Al-4~5%Mg

・引張り強さ: 350MPa, 伸び25%

自動車ボディ材
缶蓋

Al-Mn(3000系)合金

3003: Al-1.0%Mn

3004: Al-1.0%Mn-1.0%Mg

・引張り強さ: 200MPa, 伸び30%

アルミ缶の胴

アルミニウム合金(鋳造用)

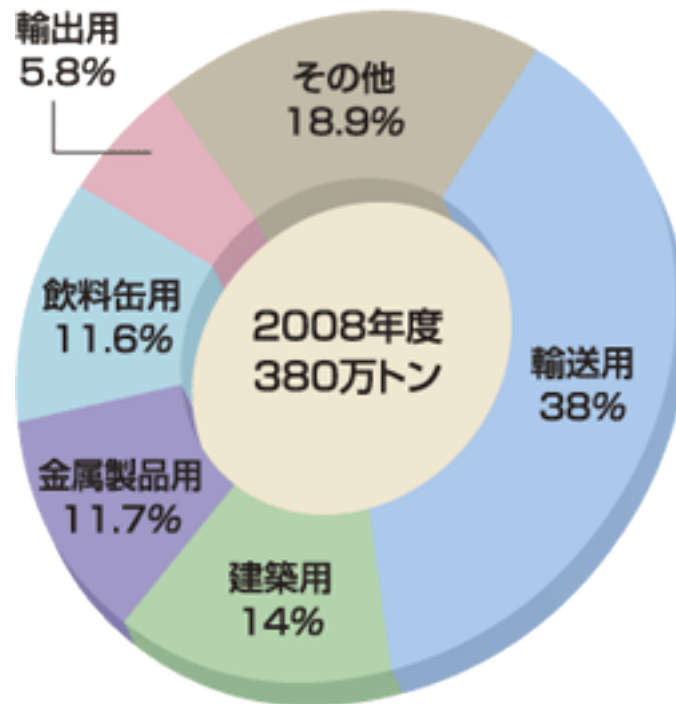
Al-Si(4000系)合金

Al-12%Si (シルミン)

・引張り強さ: 200MPa, 伸び1%

改良処理: Naの溶湯添加により初晶Siを微細化

用途: エンジンブロック, ろう材



アルミニウム材料の製造規模(2008)