

「結晶塑性論」(竹内 伸著、2013年6月25日第1版)

正誤表および内容改訂 (2019年5月)

正誤表

頁、行	誤	正
16 頁 10 行及び 11 行	・ ・ 弾性係数 ・ ・	・ ・ 弾性定数 ・ ・
23 頁 6 行	・ ・ 格子散係数 ・	・ ・ 格子拡散係数 ・ ・
25 頁 本文 1 行	・ ・ 変形応力との兼ね合い ・ ・	・ ・ 変形応力と双晶形成応力との兼ね合い ・ ・
28 頁 図 2-9 キャプション	・ ・ 小さい場合 (b) を電気抵抗値で ・ ・	・ ・ 小さい場合 (b) について電気抵抗変化を ・ ・
29 頁 図 2-11 の下の本文 1 行から 2 行にかけて	・ ・ に示す。γ 相から冷却過程で得られる最初のマルテンサイト相は双晶構造であり、応力によって双晶境界が移動して塑性変形 ・ ・	・ ・ 示す。高温相から冷却過程で得られる最初のマルテンサイト (図 2-11 (b)) は双晶構造であり、応力によって双晶境界が移動して (図 2-11 (b) → (c) → (d)) 塑性変形 ・ ・
35 頁 図 3-1 (b)	・ - ・ - ・ - ・ - a	・ - ・ - ・ - ・ - h
40 頁 1 行	・ ・ 転位が flexible 実体 ・ ・	・ ・ 転位が flexible な実体 ・ ・
43 頁下から 8 行	・ ・ Frank はこのような hollow dislocation の ・ ・	・ ・ Frank はらせん転位についてこのような hollow dislocation の ・ ・
45 頁 7 行	・ ・ また析出サイト ・ ・	・ ・ また析出の核形成サイト ・ ・
59 頁 図 4-4 のキャプション	積層欠陥を挟む転位の部分転位への拡張。	積層欠陥を挟む 2 本の部分転位への拡張。
59 頁 本文最下行	・ ・ {111} すべり面から見た ・ ・	・ ・ {111} すべり面を上から見た ・
60 頁 (4-16) 式	$\Gamma = \frac{4 - 3\nu}{24(1 - \nu)} \frac{Gb^2}{w}$	$\Gamma = \frac{2 - 3\nu}{24(1 - \nu)} \frac{Gb^2}{w}$
62 頁 本文 1 行	規則格子(ordered lattice)あるいは超格子(superlattice)を形成する ・ ・	規則格子(ordered lattice) (または超格子(superlattice)) を形成する ・ ・
63 頁 5 行	・ ・ ている (第 13 章参照)。	・ ・ ている (第 12 章参照)。
72 頁本文 10~11 行	・ ・ 図ではコの字形に ・ ・	・ ・ 図では A'ABB' とコの字形に ・ ・
89 頁 11 行	・ ・ 、 (6-11) 式の ・ ・	・ ・ 、 (5-14) 式の ・ ・
94 頁本文 3 行	・ ・ [0-11](111) と [0-11](111) の ・ ・	・ ・ [-101](111) と [101](1-11) の ・ ・
94 頁下から 2 行の末から	・ ・ とする。拡張転位が収縮するエネルギー E_{cs} は、拡張幅を $d=nb$ として ・ ・	・ ・ とする。拡張転位の一部が収縮するエネルギーは Stroh によって求められ(A.N. Stroh: Proc. Phys. Soc. (London) B 67 (1954)527.) 図 6-4 の交差すべりの活性化エネ

		ルギー E_{cs} はその約 2 倍の値として・・・
111 頁 下から 8 行	すべり面上でのパイエルス・・・	すべり面でパイエルス・・・
112 頁 下から 4 行	・・・できる。その結果、 $z=0$ における・・・	・・・できる。線張力 $\kappa=Gb^2/2$ として $x=0$ における・・・
114 頁 図 7-10 のキャプション	(a) キンク形成とキンクの移動過程を・・・	(a) キンク対形成とキンクの移動過程を・・・
132 頁 5 行	・・・生じるのは刃状転位・・・	・・・生じるのは主として刃状転位・・・
134 頁 本文最下行	・・・001-111 を過ぎると・・・	・・・001-111 の境界を過ぎると・・・
135 頁 下から 8 行	・・・変化は温度低下の変化・・・	・・・変化は温度低下による変化・・・
148 頁 本文 3 行	・・・導入の仕方には、過飽和固溶体の・・・	・・・導入の方法には、高温から急冷した過飽和固溶体の・・・
151 頁 本文 1 行	・・・起因して格子間隔や・・・	・・・起因して格子定数や・・・
151 頁 本文 7 行	・・・のように原子半径・・・	・・・のように母相元素と原子半径・・・
166 頁 本文 6 行	・・・場合に固溶体あるいは・・・	・・・場合にも固溶体あるいは・・・
166 頁 本文 10 行	・・・構成する原子と原子半径が・・・	・・・構成する原子と原子半径の差が・・・
166 頁 下から 3 行	・・・別の S 元素が占める時、S 元素を・・・	・・・別の B 元素が占める時、B 元素を
168 頁 18 行	なお、サイズ因子 ε_s (eV) は・・・	なお、サイズ因子 ε_s は・・・
172 頁 下から 7 行	金属中の刃状転位は圧縮場と膨張場を伴っている。価電子の運動エネルギーは・・・	刃状転位は圧縮場と膨張場を伴っている。金属中の価電子の運動エネルギーは・・・
195 頁 図 10-2 の上の図中の記号	□ NbRe	■ NbRe
197 頁 1 行	・・・報告された。	・・・報告された ⁴²⁾ 。
203 頁 下から 9 行	・・・一般に 5 ± 1 の範囲である・・・	・・・一般に 4~7 の範囲である・・・
210 頁 本文 1 行	・・・純金属ではかなり・・・	・・・純金属型ではかなり・・・
222 頁 13 行	・・・すると、L の位置では・・・	・・・すると、転位の中心が L の位置では・・・
253 頁 下から 9 行	・・・一方、 E_t の値は・・・	・・・一方、(13-1)式の E_t の値は・・・
264 頁 下から 3 行	13.4 その他の効果	13.4 その他の外場効果

内容改訂

2013年の執筆以降に行なわれた新たな研究の成果によって内容を改訂すべき諸点

(1) パイエルス応力の P-N モデルによる理論値と実験値の比較に関して

原著では、121 頁、7.3 パイエルス応力の実験値の中で、実験値を正弦関数の Γ -surface を仮定して得られた P-N モデルの理論値((7-14) 式)と比較した結果を図 7 - 16 にプロットした。その後、正弦関数を仮定せずに第 1 原理計算によって求めた Γ -surface を用いて計算した P-N モデルの理論値と実験値を比較した結果^{a)}、および転位がパイエルスポテンシャルを超える過程における構造緩和を取り入れるため Discretized P-N モデルを用いた理論値と実験値との比較した結果^{b)}が報告された。その結果、実験の τ_p が $10^4 G$ より低い soft crystals を例外として、得られた理論値と計算値の比は平均 2.3 となり、単純な P-N モデルでも信頼のおける Γ -surface を用いればかなりの精度で実験値を再現できることが明らかになっている。

a) Y. Kamimura, K. Edagawa, A.M. Iskandarov, M. Osawa, Y. Umeno and S. Takeuchi: Acta Mater. **148** (2018) 355.

b) K. Edagawa, Y. Kamimura, A.M. Iskandarov, Y. Umeno and S. Takeuchi: Mater. **5** (2019) 100218.

(2) 第 12 章 12.2 金属間化合物の異常塑性 (4) 異常塑性の例 (b) $L1_2$ 型化合物の異常塑性の機構 (230 ページ) 中で「図 12-10 (228 ページ) の b の型の正常温度依存性を示す $L1_2$ 型化合物は、転位が SISF タイプの拡張をしているためである。」(232 ページ本文 6 行から 7 行) とする解釈が長い間信じられていたが、その後の研究でこの解釈が誤りであることが明らかになった。この部分を以下のように改訂する。

「そのため、 $L1_2$ 型化合物でも図 12-10 の b のように異常塑性を示さない Pt_3Al などでは、すべり転位が図 12 - 13 (b) のように SISF 型の拡張をしているためであると長い間信じられていた¹⁴⁾。しかし、2013 年になって Okamoto らは $L1_2$ 構造の Pt-Al 合金単結晶について詳細な実験を行い、以下の事実を明らかにした^{c, d)}。(1) 活動すべり系は $\langle 110 \rangle \{001\}$ と $\langle 110 \rangle \{111\}$ で前者が主すべり系であること、(2) 両すべり系の超格子転位は逆異相境界(APB)を挟んで単位転位に拡張していて、その拡張幅から $\{111\}$ 面の APB エネルギーが $\{100\}$ 面の APB エネルギーより高いこと、(3) $\{111\}$ 面上の単位転位はショックレー部分転位に分解していないと思われること、の 3 点である。(2) の事実からこれらの $L1_2$ 型化合物では Kear-Wilks 機構が起こらないのである。 $L1_2$ 構造が fcc の規則構造であることを考えると、上記 (1)–(3) の特徴はかなり特異なことであるが、(1), (3) は純 Pt の塑性の特徴でもあり^{e, f)}、Pt は fcc 金属の中でも特異な元素なのである。」

232 ページ本文 7 行の後半「12.2(4)項の」以下の文は 10 行目からの次のパラグラフの冒頭につなげる。

c) N. L. Okamoto, Y. Hasegawa, W. Hashimoto and H. Inui: Philos. Mag. **93** (2013) 60.

d) N. L. Okamoto, Y. Hasegawa and H. Inui: Philos. Mag. **94** (2014) 1327.

e) M. McLean and H. Mykura: Acta Met. **13** (1965) 376.

f) A. Hunter, R. F. Zhang and I. J. Beyerlein: J. Appl. Phys. **115** (2014) 134314.

(3) 第 12 章 12.3 ゴムメタル (2) 機械的性質の機構 (239 ページ) で、この物質は転位のすべり運動で変形するのではなく、理想せん断強度で生じる局所せん断すべりの集積で変形すると解釈されている。しかし、その後各種方位の単結晶および強加工した多結晶試料に関する変形応力の温度及び歪み速度依存性の実験から変形の熱活性化解析の研究が行われ、以下の結論が得られている⁹⁾。(1) 室温以下で温度低下と共に急激に上昇する変形応力は、通常の bcc 金属と同様、パイエルス機構による転位のすべり運動で支配される。(2) 室温以上の弱い温度依存性を示す変形応力は、固溶体硬化、析出硬化、加工硬化で支配される。(3) 単結晶の降伏応力の方位依存性は bcc 金属特有の {112} すべりに関する異方性 (217 ページ参照) を示す。これらの事実から、ゴムメタルが室温で異常に高い弾性限を示すものの特異な変形機構によるものではない。

e) Y. Kamimura, S. Kataoka, K. Edagawa, S. Takeuchi and S. Kuramoto: Mater. Trans. **57** (2016) 1526.