

金 属 便 覧

日本金属学会編

新 版

丸善株式会社

序

日本金属学会は、その創立 10 周年の記念事業の一つとして、「金属便覧」の編集を企図し、昭和 27 年その初版を刊行した。爾来、金属に関心ある人々の座右の書として広く愛用せられていたが、最近における金属材料に関する科学技術の異常な進展に鑑み、この度これの内容を改新することとなった。

新版の計画に当っては、新たに委員会を組織し、広く読者の声を聴き、各国の同種便覧類の内容を検討し、慎重に審議を重ねた結果、「金属材料便覧」たるの性格を強め、特に実用金属材料に関してはできるだけ豊富且つ最新の資料を蒐めて整理し、その検索に備え、一般工業界の要望に応えることを旨とした。

また状態図集、恒温変態曲線集、連続冷却変態曲線集、鋼の H バンド集などは、本便覧のために考案作図せられたものが多く、本文資料とともに、便利に活用せられることが期待される。

なお、前版において相当頁数を用いた金属物理、化学分析、製錬などについては、頁数の関係もあって今回は特に部門を設けなかったが、これらについてもまた遠からず改編の機会を望むものである。

1960 年 1 月

社団法人 日本金属学会（新版）金属便覧編集委員会

委員長の場幸雄

金屬便覽編集委員会

委員一覽

(50音順)

委員長 的場幸雄

常務委員 大日方一司 小野健二 齋藤恒三

佐藤知雄 廣根徳太郎 門間改三

委員 今井勇之進 音谷登平 金子秀夫

川崎正之 小松登 三本木貢治

白川勇記 竹内 榮 袋井忠夫

森岡進 山本信公

1. 一般

編主任	廣根徳太郎	(東北大学金属材料研究所)	
章主任	袋井忠夫		音谷登平 4
	斎藤恒三	1~2	大日方一司 5
	廣根徳太郎		佐藤知雄 6
	的場幸雄	3	廣根徳太郎 7
	佐藤知雄		

執筆者	遊谷喜夫	(東北大学金属材料研究所)	1-1 1-13
	斎藤恒三	(東北大学造船製鐵研究所)	1-2 1-3
	山本美喜雄	(東北大学金属材料研究所)	1-4~1-6
	廣根徳太郎	(")	1-7 1-8 7-3 7-4
	須藤一	(東北大学工学部)	1-9 1-10
	袋井忠夫	(東北大学金属材料研究所)	1-11 1-12
	今井勇之進	(")	2-1
	宮田尚一	(オリンパス光学工業株式会社)	2-2
	小川四郎	(東北大学金属材料研究所)	2-3 2-4
	佐藤知雄	(名古屋工業大学)	2-5 3-4~3-6
	設樂正雄	(八幡製鐵株式会社)	3-1 3-3
	不破祐	(東北大学工学部)	3-2
	金子秀夫	(")	3-7 6-3
	河上益夫	(東海大学工学部)	3-8
	竹内栄	(東北大学金属材料研究所)	4-1
	大日方一司	(")	4-2
	下川義雄	(住友金屬工業株式会社)	4-3
	武智 肇	(大阪工業大学工学部)	4-4
	菅野友信	(古河鋳造株式会社)	4-5
	中村素	(石川島重工業株式会社)	4-6
	佐藤忠雄	(日本特殊鋼株式会社)	4-7
	大平五郎	(東北大学工学部)	4-8
	幸田成康	(東北大学金属材料研究所)	5-1
	下田秀夫	(日本製鋼所)	5-2
	田中英八郎	(東北大学金属材料研究所)	5-3
	田中浩	(古河電氣工業株式会社)	5-4
	福井伸二	(東京大学航空研究所)	5-5
	大西巖	(大阪大学工学部)	5-6
	佐藤健児	(東北大学工学部)	5-7
	増田良道	(東北大学金属材料研究所)	5-8
	山田良之助	(静岡大学)	6-1 6-4
	横山均次	(東京工業大学精密工学研究所)	6-2
	横堀武夫	(東北大学工学部)	6-5

2. 鉄 鋼

編主任 門間改三 (東 北 大 学 工 学 部)

章主任 門間改三 1 3 8 9 17 19

三本木貢治 2

山 本 信 公 4

佐 藤 知 雄 5

今井勇之進 6 7 12 15 18

白 川 勇 記 10 13

森 岡 進 11 16

青 谷 登 平 14

執筆者 山本美喜雄 (東北大学金属材料研究所) 1-1~1-6

三本木貢治 (東北大学通鉱製鐵研究所) 2-1~2-4

門間改三 (東 北 大 学 工 学 部) 3-1~3-4 7-1~7-10 8-4 8-5 17 19

寺 田 孝 (八 幡 製 鐵 株 式 会 社) 4-1 4-2

小柳初太郎 (") 4-3

高 橋 明 (日 本 鋼 管 株 式 会 社) 4-4

野村正弘 (富 士 製 鐵 株 式 会 社)

柴 田 仁 (") 4-5

岡 清 美 (")

生駒 実 (鈴木金属工業株式会社) 4-6

池島俊雄 (住友金属工業株式会社) 4-7 4-11

郡 司 大 (") 4-8

鍵和田暢男 (日 本 製 鋼 所) 4-9

三 井 清 (住友金属工業株式会社) 4-10

福井伸二 (東京大学航空研究所) 4-12

大 西 巖 (大 阪 大 学 工 学 部) 4-13

金子秀夫 (東 北 大 学 工 学 部) 5-1

佐 藤 知 雄 (名 古 屋 工 業 大 学) 5-2 5-4 5-5 6-6

桶谷繁雄 (東京工業大学理工学部) 5-3

三橋鉄太郎 (金 属 材 料 技 術 研 究 所) 6-1 6-2

近 藤 正 男 (不二鐵鋼材工業株式会社) 6-3

佐 藤 忠 雄 (日 本 特 殊 鋼 株 式 会 社) 6-4

多賀谷正義 (大 阪 大 学 工 学 部) 6-5

石田制一 (東 京 都 立 工 業 奨 励 館) 6-7

- 今井勇之進 (東北大学金属材料研究所) 7-11~7-18 18
 堀川一男 (日本鋼管株式会社) 8-1~8-3
 山中直道 (特殊製鋼株式会社) 8-6
 小柴定雄 (日立金属工業株式会社) 9-1 9-2 9-5
 浅田千秋 (大同製鋼株式会社) 9-3
 松山芳治 (東芝タンガロイ株式会社) 9-4
 斎藤英夫 (東北大学金属材料研究所) 10-1
 白川勇記 (") 10-2 10-3
 森岡 進 (東北大学工学部) 11-1 11-4 11-5
 藤田輝夫 (日本ステンレス株式会社) 11-2 11-3
 河田和美 (金属材料技術研究所) 12-1
 塚本富士夫 (日本金属工業株式会社) 12-2
 長谷川太郎 (住友金属工業株式会社) 12-3
 増田良道 (東北大学金属材料研究所) 12-4
 増本 量 (") }
 斎藤英夫 (") } 13-1
 川勝一郎 (芝浦工業大学工学部) 13-2
 谷村 熙 (九州大学工学部) 14-1
 丹治道生 (新三菱重工業株式会社) 14-2
 森田志郎 (京都大学工学部) 14-3(1)
 丸山益輝 (東北大学金属材料研究所) " (2)
 奥本義礼 (関東特殊製鋼株式会社) " (3)
 菊田多利男 (日立製作所) }
 南波栄吉 (") } 14-4
 河上益夫 (東海大学工学部) 15-1(1)(2)
 矢島悦次郎 (名古屋工業大学) 15-1(3)(4)
 錦織清治 (大同製鋼株式会社) 15-2
 田島 栄 (東京都立大学工学部) 16-1 16-2
 相山正孝 (東京大学工学部) 16-3
 永井由太郎 (日本パーカライズン株式会社) 16-4(1)
 河嶋千尋 (東京工業大学工業材料研究所) " (2)
 武井 武 (慶応義塾大学工学部) }
 長坂秀雄 (理化学研究所) } " (3)
 飯田喜介 (明治大学工学部) 16-5

長谷川太郎 (住友金属工業株式会社) 6・6
 萱場孝雄 (東北大学工学部) 6・7 6・8
 篠田軍治 (大阪大学工学部) 7・1
 中村林二郎 (鉄道技術研究所) 7・2

目 次

1.1 金属材料の物理的性質..... 1	1.4.1 液体の構造と物性..... 108
1.1.1 元素の物理的性質..... 1	1.4.2 液体金属および合金の凝固... 112
1.1.2 元素の周期表..... 6	1.4.3 造塊法..... 115
1.1.3 同位元素表..... 7	1.4.4 砂型鑄物..... 119
1.1.4 金属元素の格子型と格子定数...18	1.4.5 ダイカスト法 (Die Casting)..... 128
1.1.5 合金の密度.....19	1.4.6 精密鑄造法..... 139
1.1.6 金属および合金の弾性定数...20	1.4.7 真空鑄造法..... 147
1.1.7 金属および合金の線膨張係数...21	1.4.8 遠心鑄造法..... 151
1.1.8 金属および合金の熱伝導度...23	1.5 金属材料の加工..... 155
1.1.9 金属および合金の比熱と 熱含量.....24	1.5.1 金属の塑性変形と再結晶..... 155
1.1.10 金属の蒸気圧.....26	1.5.2 鍛造および押出し..... 162
1.1.11 金属および合金の比電気抵抗と 室温における温度係数.....28	1.5.3 圧延..... 171
1.1.12 金属および合金の熱起電力...28	1.5.4 引 拔..... 180
1.1.13 金属および合金の低温の 諸性質.....29	1.5.5 板金加工..... 184
1.2 金属材料の組織検査.....35	1.5.6 溶接, 切断..... 188
1.2.1 顕微鏡試料の調製.....35	1.5.7 切削加工..... 197
1.2.2 光学顕微鏡.....38	1.5.8 粉末冶金..... 204
1.2.3 電子顕微鏡.....46	1.6 材料試験法..... 215
1.2.4 X線回折, 電子線回折.....50	1.6.1 金属材料の試験に関する 基礎..... 215
1.2.5 組織分析法.....59	1.6.2 静的試験..... 216
1.3 金属材料の加熱.....63	1.6.3 硬さ測定..... 227
1.3.1 燃 料.....63	1.6.4 衝撃試験..... 234
1.3.2 耐火材料および保温材料.....71	1.6.5 疲労試験..... 239
1.3.3 燃料を用いる加熱炉.....74	1.6.6 クリープ試験..... 243
1.3.4 電気加熱炉.....80	1.6.7 摩耗試験..... 247
1.3.5 電気誘導加熱炉.....84	1.6.8 その他の工業試験..... 252
1.3.6 塩浴炉および鉛浴炉.....88	1.7 放射線による非破壊検査..... 258
1.3.7 温度測定および温度調節.....94	1.7.1 放射線試験..... 258
1.3.8 炉内雰囲気調節..... 100	1.7.2 磁気法..... 263
1.4 金属材料の鑄造..... 108	1.7.3 超音波探傷法..... 269
	1.7.4 その他の探傷法..... 277

目 次

2.1 鉄鋼の物理的諸量.....	283	2.6.3 鋼の恒温変態.....	402
2.1.1 純鉄の変態とこれに伴う 物理的性質の変化.....	283	2.6.4 鋼の焼入れ.....	409
2.1.2 鋼の熱膨張係数.....	285	2.6.5 焼 入 液.....	419
2.1.3 鉄鋼の密度.....	285	2.6.6 鋼の焼戻.....	425
2.1.4 鉄鋼の比熱.....	285	2.6.7 鋼の表面焼入れ.....	433
2.1.5 鋼の熱伝導率.....	286	2.7 鉄鋼の諸性質におよぼす 合金元素の影響.....	441
2.1.6 炭素鋼の比電気抵抗.....	286	2.7.1 アルミニウム.....	441
2.2 鉄鋼製錬.....	287	2.7.2 ク ロ ム.....	442
2.2.1 概 説.....	287	2.7.3 銅.....	443
2.2.2 鉄鉱石の製錬.....	288	2.7.4 マンガン.....	443
2.2.3 製 鋼 法.....	294	2.7.5 モリブデン.....	443
2.2.4 鋼塊の性状、欠陥、 適用鋼種など.....	307	2.7.6 ニツケル.....	444
2.3 鉄の機械的諸性質.....	312	2.7.7 珪 素.....	444
2.3.1 純鉄の機械的性質.....	312	2.7.8 チ タ ン.....	445
2.3.2 鉄の固溶体の機械的性質.....	315	2.7.9 パナジウム.....	446
2.3.3 鉄の塑性加工および 焼鈍による性質変化.....	317	2.7.10 タングステン.....	447
2.3.4 鉄鋼の時効効果.....	321	2.7.11 硼 素.....	447
2.4 鉄鋼の加工法.....	326	2.7.12 リ ン.....	448
2.4.1 分塊圧延.....	326	2.7.13 硫 黄.....	449
2.4.2 小鋼片の圧延.....	328	2.7.14 酸 素.....	449
2.4.3 形 鋼.....	331	2.7.15 水 素.....	450
2.4.4 鋼 板.....	337	2.7.16 窒 素.....	451
2.4.5 薄 板.....	342	2.7.17 ジルコニウム.....	451
2.4.6 線 材.....	347	2.7.18 コロンビウム.....	452
2.4.7 鋼管(ダイス管引を含む).....	351	2.8 構造用鋼.....	455
2.4.8 タイヤおよび圧延車輪、 圧延輪心.....	355	2.8.1 炭素鋼の標準組織.....	455
2.4.9 プレス鍛造.....	358	2.8.2 普 通 鋼.....	457
2.4.10 ハンマー鍛造、型打ち.....	361	2.8.3 低合金鋼.....	461
2.4.11 押出し加工法(ユージン法).....	364	2.8.4 鋼の脆性.....	466
2.4.12 板金加工.....	365	2.8.5 熱処理した 構造用鋼の機械的性質.....	468
2.4.13 鉄鋼の酸素切断.....	368	2.8.6 構造用鋼の分類と その特徴、使用例.....	470
2.5 鉄鋼の試験および検査.....	377	2.9 工 具 鋼.....	493
2.5.1 鉄鋼の肉眼組織検査.....	377	2.9.1 工具鋼の鍛造.....	493
2.5.2 鉄鋼の検鏡用腐食剤.....	381	2.9.2 工具鋼の熱処理.....	495
2.5.3 鉄鋼材料鑑別法.....	385	2.9.3 工具鋼の分類とその特性.....	498
2.5.4 鋼の結晶粒度.....	388	2.9.4 超硬工具材料.....	508
2.6 鋼の熱処理.....	398	2.9.5 切削能試験.....	516
2.6.1 焼 鈍.....	398	2.10 磁性材料.....	520
2.6.2 焼 準.....	401	2.10.1 磁心材料.....	520
		2.10.2 永久磁石材料.....	533

2・10・3 その他の磁性材料.....	543	2・14・1 鑄鉄概論.....	613
2・11 ステンレス鋼.....	550	2・14・2 高級鑄鉄.....	623
2・11・1 鉄鋼の耐食性.....	550	2・14・3 特殊鑄鉄.....	627
2・11・2 フェライト系ステンレス鋼.....	556	2・14・4 可鍛鑄鉄.....	637
2・11・3 マルテンサイト系 ステンレス鋼.....	560	2・15 鉄鋼の浸炭窒化.....	645
2・11・4 オーステナイト ステンレス鋼.....	562	2・15・1 鉄鋼の浸炭.....	645
2・11・5 特殊ステンレス材料.....	571	2・15・2 鉄鋼の窒化.....	664
2・12 耐熱材料.....	576	2・16 鉄鋼の表面被覆法 および表面処理法.....	671
2・12・1 鉄鋼の高温性質.....	576	2・16・1 表面清浄法.....	671
2・12・2 耐熱鋼.....	583	2・16・2 電解研磨法および 化学研磨法.....	673
2・12・3 超耐熱合金.....	592	2・16・3 金属被覆法.....	676
2・12・4 サーメット.....	600	2・16・4 非金属被覆法.....	688
2・13 特殊目的材料.....	606	2・16・5 ショットピーニング.....	698
2・13・1 インバーおよび エリンバー型合金.....	606	2・17 鋼の恒温変態曲線集.....	702
2・13・2 電熱用材料.....	607	2・18 連続冷却変態曲線集.....	718
2・14 鑄鉄.....	613	2・19 鋼のHバンド集.....	728

3. 非 鉄 金 属

編主任 大日方一司 (東北大学金属材料研究所)

執筆者 小崎正秀 (住友金属工業株式会社) 1 9
 田中浩 (古河電気工業株式会社) 2
 麻田宏 (東京大学航空研究所) 3
 森永卓一 (東京工業大学工学部) 4
 和田次郎 (三井金属鉱業株式会社) 5
 小松登 (東北大学金属材料研究所) 6
 太郎良 譲 (古河電気工業株式会社) 7
 多賀谷正義 (大阪大学工学部) 8
 水野昂一 (日本パイメタル株式会社) 10 11

目 次

3.1 アルミニウムおよびその合金.....	741	3.6.1 概 説.....	948
3.1.1 概 説.....	741	3.6.2 鋳造, 加工.....	949
3.1.2 鋳造, 加工, 成形.....	744	3.6.3 腐 食.....	951
3.1.3 腐食および防食.....	766	3.6.4 合 金.....	954
3.1.4 加工用合金の性質.....	772	3.7 ニッケルおよびその合金.....	957
3.1.5 鋳造用合金の性質.....	808	3.7.1 概 説.....	957
3.2 銅および銅合金.....	825	3.7.2 鋳造, 加工, 成形.....	959
3.2.1 概 説.....	825	3.7.3 腐食および防食.....	966
3.2.2 鋳造, 加工, 成形.....	828	3.7.4 合金の性質.....	968
3.2.3 腐食および防食.....	850	3.8 貴金属およびその合金.....	976
3.2.4 加工用銅合金の性質.....	855	3.8.1 概 説.....	976
3.2.5 鋳造用銅合金の性質.....	893	3.8.2 鋳造, 加工, 成形.....	977
3.3 マグネシウムおよびその合金.....	902	3.8.3 腐食および防食.....	983
3.3.1 概 説.....	902	3.8.4 合金の性質.....	987
3.3.2 溶解, 鋳造, 加工, 成形.....	905	3.9 チタン, ジルコニウム	
3.3.3 腐食および防食.....	912	およびその合金.....	1003
3.3.4 実用合金.....	913	3.9.1 概 説.....	1003
3.4 鉛および鉛合金.....	921	3.9.2 溶解, 加工, 成形.....	1004
3.4.1 概 説.....	921	3.9.3 腐食および防食.....	1011
3.4.2 鋳造, 加工, 成形.....	921	3.9.4 チタンおよびチタン合金.....	1015
3.4.3 腐 食.....	927	3.10 軸受合金.....	1032
3.4.4 合金の性質.....	930	3.10.1 軸受合金に要求される性質.....	1032
3.5 亜鉛および亜鉛合金.....	935	3.10.2 軸受の設計と製作.....	1034
3.5.1 概 説.....	935	3.10.3 軸受合金の組成と性質.....	1037
3.5.2 鋳造, 加工.....	937	3.11 低融点合金.....	1042
3.5.3 腐食および防食.....	941	3.11.1 融 点.....	1042
3.5.4 合金の性質.....	943	3.11.2 性 質.....	1044
3.6 錫および錫合金.....	948		

4. 希有金属およびその他の金属

編主任 小野 健二 (東北大学選鉱製錬研究所)

執筆者 小野 健二 (東北大学選鉱製錬研究所) 1 5・1 7・2 12・2
 西田 廣三 (東京工業試験所) 2
 松島 知夫 (東北大学選鉱製錬研究所) 3・1
 藤田 栄一 (東京工業試験所) 3・2 3・3
 亀田 満雄 (東北大学工学部) 4・1 4・2
 伊藤 尚 (九州大学工学部) 5・2
 柳沢 正昭 (名古屋工業技術試験所) 5・3
 角田 資敏 (岡和鉱業株式会社) 5・4
 梶崎千代利 (名古屋工業技術試験所) 6
 金子 秀夫 (東北大学工学部) 7・1
 竹内 栄 (東北大学金属材料研究所) 8・1 13・2
 渡部長 徳 (三菱金属鉱業株式会社) 8・2
 徳 永 惇 (三井金属鉱業株式会社) 9
 河田 和美 (金属材料技術研究所) 10・1
 松山 芳治 (東芝タンガロイ株式会社) 10・2 10・3
 岡田 博 (新電元工業株式会社) 11・1
 三村 春夫 (日本鉱業株式会社) 11・2
 木内 俊二 (資源技術試験所) 12・1
 橋本 宇一 (金属材料技術研究所) 12・3
 小島 武 (東京工業大学) 13・1
 岩瀬 栄一 (理化学研究所) } 13・3
 須藤 欽吾 (東北大学選鉱製錬研究所)

目 次

4.1 概 説.....1045	4.3 アルカリ土類金属.....1051
4.1.1 緒 説.....1045	4.3.1 ベリリウム (Be)1051
4.1.2 元素の賦存状態.....1045	4.3.2 カルシウム (Ca)1056
4.1.3 金属の価格.....1045	4.3.3 バリウム, ストロントリウム (Ba, Sr).....1059
4.2 アルカリ金属.....1048	4.4 カドミウム, 水銀.....1061
4.2.1 リチウム (Li)1048	4.4.1 カドミウム (Cd)1061
4.2.2 ナトリウム, カリウム (Na, K)1049	4.4.2 水 銀 (Hg)1065
4.2.3 ルビジウム, セシウム (Rb, Cs)1050	4.5 碲素, ガリウム, インジウム タリウム.....1068

4.5.1 硼素(B).....	1068	4.10 クロム, モリブデン, タングステン.....	1113
4.5.2 ガリウム (Ga)	1072	4.10.1 クロム (Cr)	1113
4.5.3 インジウム(In).....	1075	4.10.2 モリブデン(Mo)	1121
4.5.4 タリウム(Tl).....	1079	4.10.3 タングステン(W).....	1124
4.6 ハフニウム (Hf)	1082	4.11 セレン, テルル.....	1131
4.6.1 製造法.....	1082	4.11.1 セレン(Se).....	1131
4.6.2 物理的性質.....	1085	4.11.2 テルル (Te)	1134
4.6.3 化学的性質.....	1086	4.12 マンガン, レニウム, コバルト.....	1137
4.6.4 用途.....	1086	4.12.1 マンガン(Mn)	1137
4.7 珪素, ゲルマニウム.....	1087	4.12.2 レニウム (Re)	1140
4.7.1 珪素(Si).....	1087	4.12.3 コバルト (Co)	1142
4.7.2 ゲルマニウム (Ge)	1091	4.13 希土類金属, トリウム, ウラン.....	1147
4.8 バナジウム, ニオブ, タンタル.....	1094	4.13.1 希土類金属.....	1147
4.8.1 バナジウム(V)	1094	4.13.2 トリウム (Th)	1154
4.8.2 ニオブ, タンタル (Nb, Ta)	1100	4.13.3 ウラン, プルトニウム (U, Pu)	1159
4.9 砒素, アンチモン, ビスマス.....	1106		
4.9.1 砒素(As), アンチモン (Sb).....	1106		
4.9.2 ビスマス (Bi)	1110		

1・1 金属材料の物理的性質

1・1・1 元素の物理的性質

元素の物理的および化学的性質は原子内電子数によって大体定まり、周期律に従って類似の性質を繰返す。表 1・1 には指示された温度における元素の主な物理的性質を示す（これらの物理的性質の温度変化の詳細についてはそれぞれの項目参照）。

示されたデータは高純度の元素に対するものである。元素中の不純物はその融点、電気抵抗、その他の物理量に著しい影響を与える。最近元素の精製が進歩し、帯溶融法または浮遊帯法により半導体であるゲルマニウム、珪素は 10-nines 程度という高純度のものが得られるようになり、金属でもアルミニウムなどは 7-nines のものが得られている。銅でも 5-nines のものを入手することはさほど困難ではなくなった。電気抵抗を一例としてみても古い表に与えられているものより金属においては小さい数値が、半導体においては大きい数値がそれぞれ与えられるようになってきている。しかし市販の普通金属の多くにはこの表で扱われている金属より不純物が多く含まれている。市販の普通金属については 1・1・3 以下の諸項を参照されたい。また冷間加工は密度、電気抵抗、その他の性質に影響をおよぼすが、この表のデータは焼鈍状態の試料に対するものである。結晶粒子の大きさも電気抵抗その他の物性に影響を与える。また従来スカラ量として記載されていたものは、実はベクトル量、あるいはテンソル量として記載するのが厳密である。たとえば電気抵抗とかヤング率のような物理量は異方性の比較的薄い立方格子においても方向性をもつが、六方格子、菱面体格子などの異方性の強い結晶においては、その方向依存性が強い。この表に記載された数値はことわらないかぎり多結晶に対するものを示す。

表中の個々の数値の有効数字は 1 桁から 6 桁にわたっている。これは細心の注意を払ったとていかなる物理量も同じ精度で測定できるわけではなく、ある物理量を測定することは他の物理量を測定するよりはるかにむずかしいという事情に基づいている。光の波長は 7 桁まで測られるのが普通だが比熱はせいぜい 3 桁までしか測られない。軟金属のヤング率や多くの金属の沸点を正確に決定することもむずかしい。またあるきまった物理的について個々の研究者によって報告された値の相異が各人の測定法の違いによる場合がしばしばある。その例はヤング率や熱伝導度である。ヤング率は静的な延伸法、または屈曲法によって測られるし、また動的な固体中の音波の速度を測定する方法によっても測られる。通常定常状態法によって固体の熱伝導度を測定するが、平衡状態に近接する度合いを知ることによっても熱伝導度を導くことができる。電気抵抗その他の物性にもいろいろな測定法がある。このような事情のために表中の数値のあるものはおそらく表中の値に含まれている数字の個数から考えられるよりも精度がよくあるまい。

この表を使用する際はデータの精度についてこのような事情を考慮に入れてほしい。

表1-1 元素の物理的性質

元 素	記号	原子番号	原子量 (1957)	態 (20°C)	密度 (20°C) [g·cm ⁻³]	原子量 [cm ³ (g-ato- m) ⁻¹]	融 点 [°C]	沸 点 [°C]	比 熱 (20°C) [cal· g ⁻¹ · (°C) ⁻¹]	デバイ温度 [°K]
亜鉛	Zn	30	65.38	固	7.133 ¹⁷⁾	9.17	419.46	906	0.0915	235
アクチニウム	Ac	89	227	固	—	—	1600 ¹⁾	—	—	—
アスタチン	At	85	[210]*	—	—	—	—	—	—	—
アメリシウム	Am	95	[243]	固	—	—	—	—	—	—
アルミニウム	Al	13	26.98	固	2.699	9.993	660.2±0.1	2060	0.215	375
アンチモン	Sb	51	121.76	固	6.62	18.4	630.5±0.1	1440	0.049	140
硫黄	S	16	32.066	固	2.07	15.5	119.0±0.5 ¹⁾	444.6	0.175	—
イットリウム	Yb	70	173.04	固	7.01 ¹⁾	24.7 ¹⁾	—	—	—	—
イットリウム	Y	39	88.92	固	5.51	16.1	1490±200	—	—	—
イリジウム	Ir	77	193.1	固	22.5	8.58	2454±3	5300	0.031	285
インジウム	In	49	114.76	固	7.31	15.7	156.4±0.1	—	0.057	109
イウラム	U	92	238.07	固	18.7	12.7	1130	—	0.028	200
エールビウム	Er	68	167.2	固	9.16 ¹⁾	18.3 ¹⁾	—	—	—	—
塩素	Cl	17	35.457	固	—	—	-101±2	-34.7	0.116	115
オスmium	Os	76	190.2	固	22.5	8.46	2700±200	5500	0.031	—
カドミウム	Cd	48	112.41	固	8.65	13.0	320.9±0.1	765	0.055	165
ガドリニウム	Gd	64	156.9	固	7.95 ¹⁾	19.7 ¹⁾	—	—	—	152
カリウム	K	19	39.100	固	0.86	45	63±1	770	0.177	100
ガリウム	Ga	31	69.72	固	5.91	11.8	29.78±0.02	2070	0.079	240
カルシウム	Ca	20	40.08	固	—	—	—	—	—	—
セリウム	Ce	58	137.2	固	6.86	12.2	797±1	1400	0.149 ¹⁰⁾	220
ユウロピウム	Eu	63	151.96	固	5.24	11.8	850±20	1400	0.149 ¹⁰⁾	220
金	Au	79	197.2	固	19.32	10.2	1063.0±0.0	2970	0.031	164
銀	Ag	47	107.880	固	10.49	10.28	960.5±0.0	2210	0.056 ¹²⁾	229
クロム	Kr	36	83.80	固	—	—	-157±0.5	-152	—	—
クロム	Cr	24	52.01	固	7.19	7.23	1890±10	2500	0.11	418
注	Si	14	28.09	固	2.33	12.0	1430±20	2300	0.162 ¹²⁾	658
ゲルマニウム	Ge	32	72.60	固	5.36	13.5	958±10	—	0.073	250~400
コバルト	Co	27	58.94	固	8.9	6.6	1495±1	2900	0.099	385
サマリウム	Sm	62	150.43	固	7.7	19	>1300	—	—	—
酸素	O	8	16.0000	固	—	—	-218.8±0.1	-183.0	0.218	91
臭素	Br	35	79.916	固	3.12	25.6	-7.2±0.2	58	0.070	—
ジスプロシウム	Dy	66	162.46	固	8.56 ¹⁾	19.0 ¹⁾	—	—	—	—
ジルコニウム	Zr	40	91.22	固	6.5	14	1750±700	—	0.066	265
水	H	1	1.0080	固	—	—	-38.87±0.02	357	0.033	75
スカンジウム	Sc	21	44.96	固	—	—	-259.4±0.1	-252.7	3.45	105
スズ	Sn	50	118.70	固	7.298	18	231.9±0.1	2270	0.054	195
ストロンチウム	Sr	38	87.63	固	2.6	34	770±10	1380	0.176	148
セシウム	Cs	55	132.91	固	1.9	70	28±2	690	0.052	43
セシウム	Ce	58	140.13	固	6.9	20	600±50	—	0.042	—
セレン	Se	34	78.96	固	4.81	16.4	220±5	680	0.084	—
鉛	Pb	82	207.2	固	11.35	21.3	271.3±0.1	1420	0.034	117
タングステン	Ti	81	204.39	固	11.85	17.24	300±3	1460	0.031	100
炭素(石墨)	W	74	183.92	固	19.3	9.53	3410±20	5930	0.032	270
炭素(ダイヤモンド)	C	6	12.010	固	2.22	5.41	3700±100	4830	0.165	~1000
タンタル	Ta	73	180.88	固	16.6	10.9	2996±50	—	0.036 ¹²⁾	230
チタン	Ti	22	47.90	固	4.54	10.6	1820±100	—	0.126	430
窒素	N	7	14.008	固	—	—	-210.0±0.1	-195.8	0.247	68
タンタル	Tm	69	168.9	固	9.35 ¹⁾	18.1 ¹⁾	—	—	—	—
タネチウム	Tc	43	[98]	固	—	—	2700 ¹⁾	—	—	—
鉄	Fe	26	55.85	固	7.87	7.10	1539±3	2740	0.11	355
テルル	Tb	65	159.2	固	8.33 ¹⁾	19.1 ¹⁾	327±5	—	—	—
テール	Te	52	127.61	固	6.24	20.5	450±10	1390	0.047	—
銅	Cu	29	63.54	固	8.96	7.09	1083±0.1	2600	0.092	343
トリウム	Th	90	231.12	固	11.5	20.2	1800±150	—	0.034	168

(なるべく高純度の元素のデータを採用した)

融 熱 解 [cal·g ⁻¹]	線膨張係数 (20°C) [10 ⁻⁶ · (°C) ⁻¹]	熱伝導度 (~20°C) [cal·cm ⁻¹ sec ⁻¹ · (°C) ⁻¹]	比電気抵抗 [10 ⁻⁶ ohm· cm]	比電気抵抗 の温度係数 (0~100°C) [10 ⁻³ (°C) ⁻¹]	モル帯磁率 [X·10 ⁶]	ヤング率 [10 ⁸ kg· cm ⁻²]	元 素
24.09	39.7 ²⁾	0.27	5.45 (0°C)	4.20	-10	19)	亜鉛
—	—	—	—	—	—	—	ア ク チ ニ ウ ム
—	—	—	—	—	—	—	ア ス タ チ ン
—	—	—	—	—	—	—	ア メ リ シ ウ ム
6.7	—	0.406×10 ⁻⁴	—	—	-19.23	—	ア ル ゴ ン
94.6	23.9 ⁵⁾	0.53	2.50 (0°C)	4.67	16.7	7.05	ア ル ミ ニ ウ ム
38.3	8.5~10.8 ^{2,3)}	0.045	32.1 (0°C)	5.1	-107	7.95	ア ン チ モ ン
9.3	64	6.31×10 ⁻⁴	2×10 ²² (20°C)	—	-15.61 ²¹⁾	—	硫 黄
—	—	—	—	—	250	—	イ ッ テ ル ビ ウ ム
—	—	—	—	—	191	—	イ ッ ト リ ウ ム
—	6.8	0.14	4.74 (0°C)	4.33	25	53	イ リ ジ ウ ム
—	33	0.057	8.2 (0°C)	5.1	-12.6	—	イ ン ジ ウ ム
—	—	0.064	25 (0°C)	2.5	620	—	ウ ラ ン
—	—	—	160 (0°C)	—	44500	—	エ ル ビ ウ ム
21.6	—	0.172×10 ⁻⁴	—	—	—	—	塩 素
—	4.6 [*]	—	95 (20°C)	4.2	7.6	56.5	オ ス ミ ウ ム
13.2	29.8	0.22	6.73 (0°C)	4.6	-19.6	5.65	オ カ ド ミ ウ ム
—	—	—	140 (0°C)	3.45	75500	—	ガ ド リ ニ ウ ム
14.5	83	0.24	6.3 (0°C)	5.4	21.5	—	カ リ ウ ム
19.2	18	—	13.7 (0°C)	4.1	-16.8	—	ガ リ ウ ム
—	—	—	—	4	—	—	カ リ フ ォ ル ニ ウ ム
—	22	0.3	3.6 (0°C)	—	44	2.1	カ ル シ ウ ム
—	—	1.24×10 ⁻⁴	—	—	-42.40	—	キ セ ノ ン
—	—	—	—	3.98	—	—	キ ュ リ ウ ム
16.1	14.2	0.71	2.04 (0°C)	4.10	-29	8.5	金
25	19.7 ¹⁴⁾	1.0 ¹²⁾	1.50 (0°C)	—	-21	7.8	銀
—	—	0.21×10 ⁻⁴	—	—	-28.02	—	ク リ プ ト ン
75.6	6.2	0.16	13 (28°C)	—	160	25.4	ク ロ ー ム
337	2.8~7.3	0.20	10 ⁵ (0°C)	—	-3.65	11.3	珪 素
—	—	—	89000 (0°C)	6.58	-8.9	—	ゲ ル マ ニ ウ ム
58.4	12.3	0.165	5.2 (0°C)	—	—	21.2	コ バ ル ト
—	—	—	—	—	1820	—	コ サ マ リ ウ ム
3.3	—	5.9×10 ⁻⁵	—	—	3390	—	酸 素
16.2 [*]	—	—	—	1.7	-65.6	—	臭 素
—	—	—	110 (0°C)	4.0	102,000	—	ジ ス プ ロ シ ウ ム
—	5	—	40.5 (0°C)	—	120	7.8	ジ ル コ ニ ウ ム
2.7	—	0.0201	94.1 (0°C)	—	-33.8	—	水 銀
15.0	—	4.06×10 ⁻⁴	—	—	-4.005	—	水
—	—	—	—	4.63	315	—	ス カ ン ジ ウ ム
14.5	23	0.16	10.1 (0°C)	5	4.4	4.25	錫
25	—	—	20 (0°C)	5.0	92	—	ス ト ロ ン チ ウ ム
3.8	97	—	19.0 (0°C)	0.97	29.9	—	セ シ ウ ム
—	—	—	7.48 (30°C)	—	2300	—	セ リ ウ ム
6.6	37	—	—	4.45	-26.5	—	セ レ ン
12.5	13.3	0.020	107 (0°C)	5.2	-285	32.4	碲
7.2	28	0.093	15 (0°C)	4.83	-49	—	タ リ ウ ム
44	4.3	0.48	4.89 (0°C)	—	40?	35.2	タ ン グ ス テ ン
—	0.6~4.3 ³⁾	0.057	1375 (0°C)	3.6	-42	0.49	炭 素 (石 墨)
—	6.5	0.13	12.4 (0°C)	5.5	145?	19.1	タ ン タ ル ン
—	8.5	—	4.2 (0°C)	—	150	11.9	タ チ ン
6.2	—	6×10 ⁻⁵	—	—	-11.94	—	窒 素
—	—	—	—	—	25600	—	ツ リ ウ ム
—	—	—	—	6.57	—	—	テ ク ネ チ ウ ム
65	11.7	0.18	8.71 (0°C)	—	—	20.1	鉄
—	—	—	—	—	115000	—	テ ル ビ ウ ム
7.3	16.8	0.014	2×10 ⁵ (19.6°C)	—	-40.8	4.25	テ ル ル
50.6	16.5	0.94	1.55 (0°C)	4.44	-5.4	11.3	銅
—	11.1 ¹⁾	—	19.1 (0°C)	3.3	130	—	ト リ ウ ム

(表 1-1 つづき)

元 素	記号	原子番号	原子量 (1957)	態 (20°C)	密度 (20°C) [g·cm ⁻³]	原子容 [cm ³ (g-atom ⁻¹) ⁻¹]	融 点 [°C]	沸 点 [°C]	比 熱 (20°C) [cal· g ⁻¹ · (°C) ⁻¹]	デバイ温度 [°K]
ナトリウム	Na	11	22.997	固	0.97	24	97.7±0.2	892	0.295	160
鉛	Pb	82	207.21	固	11.34	18.27	327.4±0.1	1740	0.031	96.3
ニオブ (コロンビウム)	Nb (Cb)	41	92.91	固	8.57	10.8	2 415±15	—	0.065 ¹²⁾	252
ニッケル	Ni	28	58.69	固	8.90	6.59	1 455±1	2 730	0.105	413
ネオジム	Nd	60	144.27	固	7.05	20.5	840±40	—	0.045	—
ネオジム	Ne	10	20.183	固	0.8387×10 ⁻³	—	-248.6±0.3	-246	—	63
ネプツニウム	Np	93	[237]	固	—	—	—	—	—	—
バクテリウム	Bk	97	[245]	固	—	—	—	—	—	—
白金	Pt	78	195.23	固	21.45	9.102	1 773.5±1	4 410	0.032	233
バナジウム	V	23	50.95	固	6.0	8.5	1 735±50	3 400	0.120	338
ハフニウム	Hf	72	178.6	固	11.4	15.7	1 700 ¹⁾	—	—	213
ハフニウム	Pd	46	106.7	固	12.0	8.89	1 554±1	4 000	0.058	275
バリウム	Ba	56	137.36	固	3.5	39	704±20	1 640	0.068	116
砒素	As	33	74.91	固	5.73	13.1	814 ²⁾	610 ²⁾	0.082	—
砒素	F	9	19.00	気	—	—	-223±10	-188.2	0.18	—
プラセオジウム	Pr	59	140.92	固	6.63	21.3	940±50	—	0.048	—
フランシウム	Fr	87	[223]	固	—	—	—	—	—	—
プルトニウム	Pu	94	[242]	固	—	—	—	—	—	—
プロトアクチニウム	Pa	91	231	固	—	—	3 000 ¹⁾	—	—	—
プロメチウム	Pm	61	[145]	固	—	—	—	—	—	—
ヘリウム	He	2	4.003	気	0.1664×10 ⁻³	—	-271.4±0.2 ²⁾	-268.9	1.25	28~36
ベリリウム	Be	4	9.013	固	1.82	4.96	1 280±40	2 770	0.52	1 160
硼素	B	5	10.82	固	2.3	4.7	2 300±300	—	0.309	—
ホルミウム	Ho	67	164.94	固	—	—	—	—	—	—
ポロニウム	Po	84	210	固	—	—	600 ¹⁾	—	—	—
マグネシウム	Mg	12	24.32	固	1.74	14.0	650±2	1 110	0.25	342
マンガン	Mn	25	54.93	固	7.43	7.39	1 245±10	2 150	0.115	410
モリブデン	Mo	42	95.95	固	10.2	9.41	2 625±50	4 800	0.061	360
ユーロビウム	Eu	63	152.0	固	5.24 ¹⁾	29.0 ¹⁾	—	—	—	—
イットリウム	I	53	126.91	固	4.93	25.7	114±1	183	0.052	106
ラジウム	Ra	88	226.05	固	5.0	45	700	—	—	—
ラジウム	Rn	86	222	気	4.407 ²⁾	50.5 ¹⁾	-71	-61.8	—	—
ランタン	La	57	138.92	固	6.15	22.6	826±5	—	0.045	132
リチウム	Li	3	6.940	固	0.53	13	186±5	1 370	0.79	430
リチウム (黄)	P	15	30.975	固	1.82	17.0	44.1±0.1	280	0.177	—
ルテチウム	Ru	71	174.99	固	9.74 ¹⁾	18.0 ¹⁾	—	—	—	—
ルテチウム	Lu	44	101.7	固	12.2	8.33	2 500±100	4 900	0.057 ¹²⁾	—
ルビジウム	Rb	37	85.48	固	1.53	55.9	39±1	680	0.080	59
レニウム	Re	75	186.31	固	20	9.3	3 170±60	—	0.033	275
ロジウム	Rh	45	102.91	固	12.44	8.273	1 966±3	4 500	0.059	350

* [] 内に示された数値は最も安定した同位元素の質量数である。

- 1) 計算値
- 2) 多結晶に対するもの：単結晶亜鉛においては方向性がありC軸に平行な61.5からC軸に直角な15まで変化する。
- 3) 20~60°C
- 4) 36 気圧において
- 5) 20~100°C
- 6) 30 気圧において：固体ヘリウムは絶対零度においても 25 気圧以上の圧力下でなければ安定でない。
- 7) -62°C
- 8) 20~50°C
- 9) 昇華する
- 10) 20~200°C