

希土類元素を含む二元系合金および化合物の高温における熱力学的性質に関するデータベース

片山 巖, 飯田孝道

(平成6年1月14日受理)

Data Base on the Thermodynamic Properties of Binary Alloys and Compounds Containing Rare-Earth Elements at High Temperatures

Iwao Katayama and Takamichi Iida

(Received January 14, 1994)

Aiming at the data base on the thermodynamic properties of binary alloys and compounds containing rare-earth elements at high temperatures, published papers and review papers were picked up from Metals Abstracts or Chemical Abstracts from 1974 to 1993 and shown in a table. Thermodynamic values of the binary rare-earth compounds were gathered in our technical report (*Met. Review of MMIJ* 9 (1), 51 (1992)).

1. はじめに

希土類元素の電気陰性度と原子半径は比較的狭い領域内にあり^{1a)} 特定の元素との二元系合金について調べると、状態図、化合物の存在する組成、その結晶構造、単位格子の大きさなどに類似性、規則性が存在する大きな要因になっている。各種の工業的利用の面からの必要性に加えて、合金理論の面からも興味深い研究対象となり、種々の物性値のうち熱力学的性質が状態図の研究とともに系統的に Ferro, Gschneidner, Colinet, Kleppa, Sommer, Itagaki, Gingerich, Smith, Jacobらのグループにより測定されてきている。

実験的には、種々の熱量計を用いて比熱、熱含量、生成熱、混合熱が、また熔融塩電解質あるいは固体電解質を用いた起電力法によって成分活量が求められているのは他の合金系と同様であり、Knudsen質量分析法により

解離エネルギーも求められている。ただし希土類元素およびその化合物は反応性に富み、その取扱に注意が必要であり、たとえば酸素との親和力が強く酸化物系の固体電解質ではイオン輸率が低すぎて熱力学的測定はできない。ハロゲン化物などの熔融塩起電力法が用いられているが塩化物などではオキシ塩化物の問題がある^{1b)}。フッ素イオン伝導体の螢石固体電解質 CaF_2 は希土類元素のフッ化物のいずれよりも高温で安定であり、しかも後者は他の一般金属のフッ化物よりも標準生成自由エネルギーは絶対値の大きな負の値をもっているため、起電力法に利用でき希土類元素の活量を測定するのに用いられている。

これらの実験データの蓄積と並行して合金理論のモデル計算が進められ、相互の、あるいは状態図との妥当性、対応性が調べられ、それらが集録され、推奨値も提出されてきている。

本稿は熱力学的性質のデータベース化の基礎的資料として、希土類を含む合金あるいは化合物のうちの二元系に限定してその熱力学的性質に関する文献を示すことを目的とする。

大阪大学工学部材料開発工学科: 〒565 吹田市山田丘2-1
Department of Materials Science and Processing, Faculty of Engineering, Osaka University, 2-1 Yamadaoka, Suita, Osaka 565, Japan

2. 熱力学的性質の集録

1973年に"Selected Values of the Thermodynamic Properties of Binary Alloys"がHultgrenら¹⁰⁾によって出されて以来、よく利用されてきた。希土類元素を含む二元系合金あるいは化合物の熱力学的性質に関するレビューあるいはデータ集をTable 1に示す。

筆者らは遷移元素を含む液体合金の熱力学的データ¹⁴⁾を整理しているが、資源・素材学会の素材創製の熱力学データベース委員会(委員長、東北大学・板垣乙未生教授)でレア・アース関連物質の物理化学的性質についてまとめ、Met. Rev. MMIJに発表することになっていく。筆者らはすでにレア・アースを含む二元系化合物に限定して熱力学的数値をまとめた¹⁰⁾ので参照されたい。

3. 二元系の熱力学的研究

Table 2に筆者がMetals AbstractsあるいはChemical AbstractsからHultgrenの集録以後の文献をピックアップした結果を示す²⁾⁻²⁸⁸⁾。なお金属間化合物については筆者らの集録¹⁰⁾とごく最近のものを除いて重複している。周

期律表順に配列しているがTableに示されていない元素を含む系はTable 1を除いて研究例が見つからなかったことを示している。但し筆者の不注意で漏れているものについてはお許し願いたい。

4. おわりに

希土類元素を含む二元系合金および化合物の熱力学的データの存在するものを拾い上げて示した。データベース化のためにはそれらのうちの妥当なものを選定しなくてはならないが、例えば同じ化合物について測定された生成熱の値が実験誤差内で一致しているとは言い難い場合も数多くあり、必ずしも容易な作業ではない。測定値についても現状では特定のグループの研究者によって求められたものがほとんどであり、さらに多くの研究者の参加が望まれる。データベースについては本誌でもいくつか取り上げられている²⁸⁹⁾ので参照していただきたい。なお本稿は筆者が集録していたものから拾い上げたもので、ファーストオーサーのみを示している場合があることと、元論文で入手していないものがある点はお許し願いたい。資料としての便利さから文献の終りに研究

Table 1 Data Books and Review Papers on the Thermodynamic Properties of Alloys and Compounds containing Rare-Earth Elements.

-
- a) "Thermochemistry of the Rare Earths" K.A. Gschneidner, Jr., N. Kippenhan, O.D. McMasters: Rare-Earth Information Center, Institute for Atomic Research, Iowa State University, Ames Iowa(1973). Oxides, Oxysulfides, Compounds with B,Sn,Pb,P,As,Sb,Bi,Cu,Ag. (98 Ref.)
 - b) "Thermochemistry of the Rare Earth Carbides,Nitrides and Sulfides for Steel-Making". K.A. Gschneidner.Jr., N. Kappenhan. *ibid.* (1971).
 - c) A.P. Bayanov: *Russ. Chemical Rev.* **44** (1975) (2), 122-137. Thermodynamics of the Interaction of the Lanthanides with Other Elements. Halides, Chalcogenides, Pnictides, Carbides, Silicides, Borides, Hydrides, Metallic Alloys with pelements, Alloys of Lanthanides with s- and d elements. (360 Ref.)
 - d) J.K. Gibson, P.R. Wengert: *High Temp. Sci.* **17** (1984), 371-9. Gibbs Free Energies of Formation for Intermetallic Compounds Involving Transition Elements, Lanthanides and Actinides. 33 Ref.
 - e) C. Colinet, A Pasturel: *Calphad* **11** (1987), 323-34; 335-48. A Data Base for Enthalpies of Formation of Transition Rare-Earth Metal Alloys. 44 Ref., Trends in Cohesive Energy of the of Transition Rare-Earth Metal Alloys. (34 Ref.); Experimental Determination of the Enthalpies of Formation of Binary Transition-Rare Earth Metal Alloys."Thermochemistry of Alloys" ed.by H. Brodowsky, H.-J. Schaller, p.189-202. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht (1989).
 - f) "Cohesion in Metals: Transition Metal Alloys", F.R.de Boer, R. Boom, WCM, Mattens, A.R. Miedema, A.K. Niessen, North-Holland, (1988). Pp 105-118(Sc), 339-357 (Y), 495-518 (La).
 - g) *J. Less-Comm. Met.* **110** (1985): Internat. Conf. on Rare Earth ,1985 Mar.4-8th.
 - h) "Metallurgical Thermochemistry 5th ed.", O. Kubaschewski, C.B. Alcock. Pergamon Press, Oxford (1979); "Materials Thermochemistry 6th ed." O. Kubaschewski, C.B. Alcock, P.J. Spencer. Pergamon Press, Oxford (1993).
 - i) "Thermochemical Data of Pure Substances" I. Barin: VCH Verlag., Weinheim(1989).
 - j) H. Kleykamp: *J. Nucl. Mater.* **201** (1993), 193-217. Thermodynamics of the systems of the platinum metals with other transition metals: I. Integral data.
-

希土類元素を含む二元系合金および化合物の高温における熱力学的性質に関するデータベース

Table 2 Papers on Thermodynamic properties of the Binary Alloys and Compounds.

	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
H	2	28		121	121	121		178		121						254	261
Be		29															
Mg		30, 31 266, 267	30.76	122, 123		30.163		163	185			231				255	
Sr						164											
Ba			77														
Nb		32								32							
Cr				124													
Mn	3	33								200							
Fe	4, 5, 6 7, 8	34, 35, 36 37, 38, 39 40, 268	78.79	34.79		286				200, 201 202	202	202		232			
Ru	4	284	80														
Os		284	80														
Co	3, 4	41, 42, 43 44, 39				165		165, 179 180, 181		165, 201 203, 204 205, 206		206		206			
Rh	4, 9	9, 45, 284	45.80														
Ir	4	284	80														
Ni	3, 4	42, 44, 46 47, 48	81, 82, 275	125, 128	151, 152					46, 206 207		206, 233	233	206			233
Pd	4	49, 50, 51 284	80, 281	50, 51 126, 127						50, 51 201, 208	225, 226	234		247	247	247	
Pt	4	52, 284	80, 83, 84	83, 84	83, 84					201, 208	83, 227	235		83	256	256	
Cu	3, 10, 11	10, 11, 53 54, 55, 56	10, 11, 55, 86 87, 88, 89, 90 91, 92	55, 88 125, 129 130, 131	55, 153 154	55, 153 154		182	186 187	90, 186 209, 210 211, 212 213	90, 186 213, 228 229	90, 186 187, 213 229	186, 211 213, 229	90, 213 248	211	187	11 211 262
Ag	12	12, 57, 58	12, 57, 93, 94 95	57, 93, 94 132, 133	57, 155	57, 166 167		93, 183	93, 188	57, 93 94, 214	57	93				93	
Au	12, 13	12, 283	12							281							
Zn	14	59	85									236		249			
B		60, 269	96, 97, 287	97, 287	287	287		60, 287	189, 190 287	60, 287							
Al	15, 16 17	15, 61, 62 63, 64, 65 66	15, 98, 99 100, 109, 273 285	134, 135 136, 137 138, 139 140, 141	156, 157	168, 282			191	135	230			135		257	
Ga	18	67	85	139	158	169				209, 210 215		237	242				
In	18		85, 101, 102	139					192, 193	216		237	243	250 251			263 264
Tl													244	244			
C		68, 271	287		287	287		287		217, 287							
Si	19, 20 21, 22	63, 69 70, 71	103	125, 136 142						218							69
Ge	23	23, 70 72, 73	23, 104, 105							219, 220					253	258	258
Sn	24, 25	72, 73	85, 98, 106 107, 108, 109 110, 111, 112	24, 106 139, 107 143	159	170			194, 195 196	221			245	252			
Pb	25	72, 270	85, 113, 114 115	113, 115 139		113, 171			195	222		238, 239	242			259 177	
N				144						144							
As			288	288	288	288		288	288	288							
Sb			85, 116	145, 146 147	160	172, 173		184	197	223		240	246	252			
Bi	26		85, 117, 288	117, 139 288	161, 288	174, 288		288	195, 288	288		238, 241	246	252			
O		74, 75 272		148, 149 272, 276					198, 199				74	74			
S		272	118, 274	149, 272 277	162	175, 176			199	118, 274	162	118, 162				260	260
Se									199								
Te			119, 120		120				199								
F	27			150													
Cl						278		279							280		
I										224							265

された系を示している。本稿が文献調査のさいの手助け
になれば幸いである。

謝 辞

本稿をまとめるきっかけを作っていただいた板垣乙未

生教授(東北大学), 永井宏教授(大阪大学), 日頃から議論と激励をいただいている大石敏雄教授(関西大学)に感謝致します。

文献

- 1a) たとえば K.A. Gschneidner Jr. "Science and Technology of Rare Earth Materials" (E.C. Subbarao, W.E. Wallace ed.) Academic Press, (1980), p.51.
- 1b) たとえば 持永純一, 五十嵐一男, 希土類 **11**, 13 (1989).
- 1c) R. Hultgren, P.D. Desai, D.T. Hawkins, M. Gleiser and K.K. Kelley, "Selected Values of the Thermodynamic Properties of Binary Alloys", Amer. Soc. Metals, Ohio (1973).
- 1d) Iwao Katayama, Takeshi Azakami and Toshio Yokokawa, "Handbook of Physico-Chemical Properties at High Temperatures" (Y. Kawai, Y. Shiraishi, ed.) Iron Steel Inst. Japan, (1988), Chap. 2. Thermodynamical Properties. p.45.
- 1e) Iwao Katayama, Takamichi Iida, *Met. Rev. MMIJ* **9**, 51 (1992).
- 2) A. Kant: *High Temp. Sci.* **14** (1981), 23-31. ScH(g)
- 3) Yu. O. Esin, *Zh. Fiz. Khim.* **59**, 223 (1985). (Transl., 131) Sc-Mn,Co,Ni,Cu(l)
- 4) N. Selhaoui and O.J. Kleppa, *J. Alloys Compd.* **191**, 145 (1993). Sc-Fe,Co,Ni,Ru,Rh,Pd,Ir, Pt(comp)
- 5) B.P. Burylev, *Izv. VUZ Chernaya Metall.* 1988 (9), 1. Sc,Fe-Sc.
- 6) A.P. Savchenkova, *Izv. Akad. Nauk SSSR Neorg. Mater.* **20**, 1507 (1984). ScFe_{1.8}
- 7) V.S. Sudavtsova, *Izv. Akad. Nauk SSSR Neorg. Mater.* **20**, 1925 (1984). Sc-Fe(l)
- 8) T.-W.E. Tsang, *J. Less Comm. Met.* **80**, 257 (1981). Sc-Fe
- 9) R. Haque, *J. Chem. Thermodyn.* **12**, 439 (1980). ScRh(g),YRh(g)
- 10) V.S. Sudavtsova, *et al.*, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* (1985) (6), 98. (Transl. **13**, 501). Cu-(Sc,Y,La)
- 11) S. Watanabe and O.J. Kleppa, *Met. Trans. B* **15B**, 357 (1984). Cu-Sc,Y,La,Lu.
- 12) K. Fitzner, W.G. Jung and O.J. Kleppa, *Met. Trans. A* **22A**, 1103 (1991). (Ag,Au)-(Sc,Y,La)
- 13) O.J. Kleppa, *Met. Trans. A* **16A**, 93 (1985). Au-Sc
- 14) L.F. Yamshchikov, V.A. Bogatryrev and S.P. Raspopin, *Rasplavy* (1991) (4), 14. Sc-Zn(l)
- 15) W.G. Jung, O.J. Kleppa and L. Topor, *J. Alloys Compd.* **176**, 309 (1991). ScAl_{1.78},YAl₂,LaAl₂
- 16) V.V. Litovskii, *et al.*, *Zh. Fiz. Khim.* **60**, 2310 (1986). Al-Sc(l)
- 17) G.I. Batalin, *Ukr. Khim. Zh.* **51**, 817 (1985). Al-Sc(l)
- 18) L.F. Yamshchikov, *Izv. Akad. Nauk SSSR* (1985) (5), 188. (Transl. 183) Sc-Ga,In,Sb
- 19) G.M. Lukashenko, V.P. Sidorko and K.A. Meleshevich, *Dopov. Akad. Nauk. Ukr. RSR. Ser. A: Fiz. -Mat. Tekh. Nauki* (1990) (5) 83. Sc-Si(comp)
- 20) L. Topor and O.J. Kleppa, *Met. Trans. B* **20B**, 879 (1989). Sc₅Si₃
- 21) Yu. M. Golutvin, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* (1984) (6) 47. (Transl.45) Sc-Si
- 22) V.I. Vlasov, *Izv. Akad. Nauk SSSR Neorg. Mater.* **18**, 518 (1982). Sc-Si
- 23) W.G. Jung and O.J. Kleppa, *J. Less-Common Met.* **169**, 85 (1991). Ln₅Ge₃(Ln=Sc,Y,La)
- 24) V.S. Sudavtsova and G.I. Batalin, *Rasplavy* (1990) (2) 106. Sn-Sc,Ce,Cr(l)
- 25) L.F. Yamshchikov *et al.*, *Zh. Fiz. Khim.* **59**, 2930 (1985). (Transl. 1756) Sc-Sn,Pb
- 26) L.F. Yamshchikov *et al.*, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* (1985) (4) 202. (Transl. 197) Sc-Bi
- 27) O.V. Boltalina, A.Ya. Borshchevskii and L.N. Sidorov, *Zh. Fiz. Khim.* **66**, 2289 (1992). Sc-F
- 28) A.S. Chernikov *et al.*, *J. Less-Comm. Met.* **130**, 441 (1987). Y-H,RE-H
- 29) V.P. Butorov, *Izv. VUZ Tsvetnaya Met.* 1973 (4) 86. Be-Y

- 30) I.N. Pyagai, A.V. Vakhobov, N.G. Shmidt and O.V. Zhikhareva, *Dokl. Akad. Nauk Tadzh. SSR* **32**, 605 (1989).
Mg-Y,La,Nd(comp)
- 31) Q. Ran *et al.*, *Calphad* **12**, 375 (1988).
Mg-Y
- 32) S.A. Nikitin and A.M. Tishin, *Met. Monokristally AN SSSR. In-t Metallurgii, M.* (1990) 173.
Nb-Y,Gd
- 33) M.G. Valishev, O. Yu. Sidorov, S.V. Kolesnikov, Yu. O. Esin and A. YA. Dubrovskii, *Raspilavy* (1990) (6) 90.
Mn-Y(I)
- 34) B.P. Burylev and LP. Moisev, *Izv. VUZ Chernaya Metall.* 1988 (8) 1.
Fe-Ce,Y
- 35) V.S. Sudavtsova *et al.*, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* (1987) (3) 60. (Transl. 59)
Fe-Y
- 36) E.V. Prikhodko, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* (1986) (4) 20.
Fe-Y
- 37) M.S. Petrushevskii, *Izv. VUZ Chernaya Metall.* (1984) (2) 3.
Fe-Y
- 38) P.R. Subramanian and J.F. Smith, *Calphad* **8**, 295 (1984).
Fe-Y
- 39) P.R. Subramanian, Iowa State Univ. Diss. Abstr. Int., (1985) **46** (1), Pp76.
Y-Fe,Co
- 40) G.M. Ryss, *Zh. Fiz. Khim.* **50**, 771 (1976).
Fe-Y(I)
- 41) P.R. Tangri, D.K. Bose and S.P. Awasthi, *Trans. Indian Inst. Met.* **42**, 195 (1989).
Co-Y
- 42) O. Yu. Siborov *et al.*, *Raspilavy* **2**, 101 (1988).
Co,Ni-Y(I)
- 43) P.R. Subramanian, *Met. Trans. A* **16A**, 1195 (1985).
Co-Y
- 44) D. Block, *Compt. rend. (B)* **275**, 601 (1972).
YNi₂,YCo₂
- 45) S. Pauline, R. Asokamani, G. Subramoniam and S.M. Jaya, *Solid State Commun.* **83** (3) 235 (1992).
YRh₂,LaRh₂
- 46) C. Colinet, *et al.*, *J. Appl. Phys.* **62**, 3712 (1987).
Y-Ni,Gd-Ni
- 47) P.R. Subramanian, *Met. Trans. B* **16B**, 577 (1985).
Ni-Y
- 48) G.I. Batalin, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* (1977) (6) 44. (Transl. 35)
Ni-Y(I)
- 49) E. Salomons, *et al.*, *J. Phys. Condens. Matter* **2**, 835 (1990).
Pd₉₁Y₉
- 50) H.-J. Schaller, "Thermochemistry of Alloys - Recent Developments of Experimental Methods"(H. Brodowsky, H.-J. Schaller ed.) Kluwer Academic Publ. (1989) 329.
Pd-Y,Gd,Ce
- 51) H.-J. Schaller, *Ber. Bunsenges. Phys. Chem.* **87**, 812 (1983).
Pd-Gd,Y,Ce
- 52) L. Hellwig, Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH KFK-2687, (1978), Nov. 128p
Y,Np-Pt
- 53) K. Itagaki, G. Qi, S. An Mey and P.J. Spencer, *Calphad* **14**, 377 (1990).
Y-Cu
- 54) Q. Yang and G. Liu, *Acta Metall. Sin. (China)*, **25**, B250 (1989).
Y-Cu
- 55) G. Qi, *et al.*, *Mater. Trans. JIM* **30**, 273 (1989).
Cu-Y,La,Ce,Pr,Nd
- 56) V.S. Sudavtsova, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* 1983 (6) 107. (Transl. **11**, 492)
Y-Cu
- 57) M.I. Ivanov and G.M. Lukashenko, *J. Less-Common Met.* **133**, 181 (1987).
Ag-La,Ce,Pr,Nd,Gd,Tb,Y
- 58) M.I. Ivanov, *Ukr. Khim. Zh.* **49**, 1034 (1983).
Ag-Y
- 59) L.F. Yamshchikov, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* (1979) (1) 83 (Transl. 69)
Zn-Y
- 60) Yu.M. Markov, *Izv. Akad. Nauk SSSR, Neorg. Mat.* **14**, 79 (1978).
YB₆,GdB₆,SmB₆
- 61) S.V. Meschel and O.J. Kleppa, *J. Alloys Compd.* **191**, 111 (1993).
Y-Al
- 62) Q. Ram, *et al.*, *J. Less-Common Met.* **146**, 213 (1989).
Al-Y
- 63) M.S. Petrushevskii and G.M. Ryss, *Russ. J. Phys. Chem.* **60**, 915 (1980).
Al,Si-Y
- 64) V.K. Kulifeev, *Nauchn. Tr. Moskov Inst. Stali Splavov* (1981) (131) 110.
Y-Al
- 65) P.V. Gel'd, *Dokl. Akad. Nauk SSSR* **228**, 386 (1976).
Al-Y(I)
- 66) G.M. Ryss, *Zh. Fiz. Khim.* **50**, 985 (1976).
Al-Y(I)
- 67) P. Merker, Zentralinst. Kernforsch., Rossendorf Dresden, (Ber.) ZfK 1990, ZfK-713, 36-7.
Ga₂Y,GaY,Ga₃Y₅
- 68) M. Pelino and K.A. Gingerich, *J. Mater. Sci. Lett.* **12**, 241 (1993).
YC
- 69) L. Topor and O.J. Kleppa, *J. Less-Comm. Met.* **167**, 91 (1990).
M₅Si₃(M=Y,Lu,Zr)

- 70) V.N. Safonov, *Zh. Fiz. Khim.* **59**, 2141 (1985). (Transl. 1281)
- 71) V. Ya. Shchedrovitski, *Izv. VUZ Chernaya Metall.* 1976 (8) 5.
- 72) I.V. Nikolaenko, *et al.*, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* (1987) (3) 67. (Transl. 66)
- 73) Yu. O. Esin, *Zh. Fiz. Khim.* **59**, 481 (1985). (Transl. 277)
- 74) L.R. Morss, P.P. Day, C. Felinto and H. Brito, *J. Chem. Thermodyn.* **25**, 415(1993).
- 75) Q. Ran, *et al.*, *Z. Metallk.* **80**, 800 (1989).
- 76) Yu. A. Afanasév, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* (1975) (1) 186.
- 77) T. Dzhuraev, *Dokl. Akad. Nauk Tadzh. SSR* **32**, 754 (1989).
- 78) M. Matsuura, *et al.*, *J. Phys. Condens. Matter* **1**, 2077 (1989).
- 79) Yu. U. Esin, *Russ. J. Phys. Chem.* **55**, 1234 (1981).
- 80) N. Selhaoui and O.J. Kleppa: *J. Alloys Compds.* **191**, 155 (1993).
- 81) T.N. Rezhukhina, *Zh. Fiz. Khim.* **56**, 1 (1982). (Transl. 1)
- 82) K.N. Semenenko, *Zh. Fiz. Khim.* **53**, 2373 (1979).
- 83) K.T. Jacob and Y. Waseda, *Bull. Mater. Sci.* **13**, 235 (1990).
- 84) A. Palenzona, *Thermochim. Acta* **25**, 252 (1978).
- 85) V.I. Kober, *Chem-Ztg* **115**, 155 (1991).
- 86) V.V. Berezutskii and G.M. Lukashenko, *Raspilavy* (1990) (6) 98.
- 87) G. Qi and K. Itagaki, *Z. Metallk.* **80**, 883 (1989).
- 88) M.A. Turchanin, *et al.*, *Kiev State Univ. Melts (USSR)* **2**, 20 (1988). *Raspilavy* **2**, 25 (1988).
- 89) F. Sommer, *et al.*, *J. Less-Comm. Met.* **146**, 319 (1989).
- 90) F. Sommer, *et al.*, *J. Less-Comm. Met.* **125**, 175 (1986).
- 91) V.A. Dubinin, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* (1984) (4) 123 (Transl. 331)
- 92) F. Meyer-Liautaud, *J. Less-Comm. Met.* **110**, 75 (1985).
- 93) M.I. Ivanov and V.T. Witusiewicz, *J. Alloys Compd.* **186**, 255 (1992).
- 94) M.I. Ivanov and G.M. Lukashenko, *Ukr. Khim. Zh.* **53**, 1032 (1987).
- 95) M.I. Ivanov, *Russ. J. Phys. Chem.* **55**, 200 (1981).
- 96) A.S. Bolgar, V.B. Muratov, K.A. Meleshevich and O.T. Khorpyakov, *Poroshk. Metall. (Kiev)* (1990) (11) 72.
- 97) Y. Peysson, 4th Internat. Conf. on Valence Fluctuations (Proc. Conf) (1984), *J. Magn. Magn. Mater.* Feb. (1985), 47-8, 63-5.
- 98) Yu.O. Esin, *Zh. Fiz. Khim.* **55**, 1587 (1981). (Transl. 893)
- 99) V.I. Kononenko, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* (1978) (1) 67.
- 100) V.I. Kober, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* (1977) (5) 83.
- 101) V.I. Kober, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* (1983) (6) 113.
- 102) V.A. Novozhenov, *Zh. Fiz. Khim.* **49**, 3012 (1975).
- 103) B.P. Burylev, *Izv. VUZ Chernaya Met.* (1975) (4) 13.
- 104) Yu.I. Buyanov, *Poroshk. Metall.* (1988) (9) 76.
(Transl., *Sov. Powder Metall. Met. Ceram.* **27**, 744 (1988))
- 105) Yu. I. Buyanov, *Dokl. Akad. Nauk Ukr. RSR (A)* (1981) (11) 84.
- 106) C. Colinet, *et al.*, *J. Less-Comm. Met.* **143**, 265 (1988).
- 107) S. Cirafici, *Solid State Commun.* **44**, 1507 (1982).
- 108) V.I. Kober, *Sov. Non-Ferrous Met. Res.* **10**, 248 (1982).
- 109) Yu.O. Esin, *Zh. Fiz. Khim.* **55**, 1587 (1981). (Transl. 893)
- Y₅Si₃,Y₅Ge₃
Y-Si
Y-Ge,Sn,Pb
Y-Ge,Sn
Y₂O₃,Ho₂O₃,Er₂O₃
Y-O
La-Mg
La-Ba
La-Fe
Fe-La,Ce
La-Ru,Rh,Pd,Os,Ir,Pt
La-Ni
La-Ni
Pt₂M(M=La,Ce,Pr,Tb,Tm)
Pt-La,Ce,Pr
La-Al₂O₃,Ga,In,Sn,Sb,Pb,
Bi,Zn,Cu
La-Cu
La-Cu
Cu-La,Ce(l)
Cu-La(l)
Cu-Dy,Er,Gd,La,Tb
La-Cu
La-Cu
Ag-La,Ce,Sm,Eu,Gd,Dy,
Yb
Ag-La,Ce,Gd
Ag-La(l)
La-B
CeB₆,LaB₆
La-Al,Sn
La-Al(l)
La-Al
La-In
La-In
La-Si
LaGe,La₃Ge₄
La-Ge
LaSn₃,CeSn₃
LaSn₃,CeSn₃
La-Sn
La-Al,Sn(l)

- 110) G.A. Costa, *Solid State Commun.* **40**, 169 (1981).
LaSn₃
- 111) G.M. Lukashenko, *Ukr. Khim. Zh.* **48**, 357 (1982).
LaSn₃
- 112) V.I. Kober, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* (1982) (2) 107.
La-Sn
- 113) M. Gambino, *et al.*, *J. Less-Comm. Met.* **154**, 195 (1989).
CePb₃, LaPb₃, NdPb₃
- 114) A. Morisson, *et al.*, *Thermochim. Acta*, **101**, 177 (1986).
LaPb₃
- 115) F. Caneps, *Solid State Commun.* **45**, 725 (1983).
LaPb₃, CePb₃
- 116) V.I. Kober, *et al.*, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* (1987) (1) 120.
La-Sb
- 117) A. Morisson and C. Petot, *Thermochim. Acta* **115**, 167 (1987).
LaBi₂, CeBi₂
- 118) A.I. Dadashev, A.G. Churaev and Sh. M. Ismailov, *Sib. Fiz. -Tekh. Zh.* (1992) (4) 99.
La₂S₃, Gd₂S₃, Dy₂S₃
- 119) V.V. Tikhonov, *Zh. Fiz. Khim.* **49**, 3008 (1975).
La₃Te₄, La₂Te₃
- 120) J. Danrita and K. Ramachandran, *Indian J. Pure Appl. Phys.* **30**, 747 (1992).
Pr₃Te₄, La₃Te₄
- 121) K. Fujita, Hydrogen in Metals. (Proc. Conf.) Minakami, Japan 26-29 Nov. 1979, Japan Inst. Metals (1980) 137.
Ce, Pr, Nd, Gd-H
- 122) K. Nagarajan and F. Sommer, *J. Less-Comm. Met.* **142**, 319 (1988).
Ce-Mg(l)
- 123) A.P. Bayanov, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* (1975) (3) 91.
Ce-Mg(l)
- 124) S.V. Terekhov and E.L. Korgun, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* (1988) (4) 65. (Transl. 63)Ce-Cr(l)
- 125) V.S. Sudavtsova and G.I. Batalin, *Rasplavy* **2**, 79 (1988).
Ce-Si, Ni, Cu(l)
- 126) T. Bretschneider and H.-J. Schaller, *Ber. Bunsenges. Phys. Chem.* **94**, 185 (1990).
Pd-Ce
- 127) J.P. Kappler, *J. Less-Comm. Met.* **111**, 261 (1985).
Pd-Ce
- 128) C. Colinet, *Phys. Status Solidi (a)* **80**, K75 (1983).
CeNi₅
- 129) K. Nagarajan and F. Sommer, *J. Less-Comm. Met.* **146**, 89 (1988).
Ce-Cu, Ce-Mg-Cu
- 130) A. Amato, *et al.*, *J. Low Temp. Phys.* **68**, 371 (1987).
CeCu₆
- 131) W. Dokko, *Metall. Trans. B* **11B**, 511 (1980).
Cu-Ce(l)
- 132) M.I. Ivanov and V.T. Vitusevich, *Rasplavy* (1989) (5) 108.
Ag-Ce(l)
- 133) M.I. Ivanov, *Zh. Fiz. Khim.* **57**, 475 (1983). (Transl. 290)
Ag-Ce(l)
- 134) G. Borzone, G. Cacciamani and R. Ferro, *Metall. Trans. A* **22A**, 2119 (1991).
Ce-Al
- 135) F. Sommer and M. Keita, *J. Less-Comm. Met.* **136**, 95 (1987).
Al-Ce, Er, Gd
- 136) M.S. Petrushevskii and G.M. Ryso, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* (1986) (4) 37.
Ce-Si, Al(l)
- 137) M.S. Petrushevskii, *Russ. Metall.* (1983) (4) 36.
Ce-Al(l)
- 138) V.I. Kober, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* (1982) (5) 101. (Transl. 406)
Ce-Al
- 139) L.F. Yamshchikov, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* (1983) (2) 64. (Transl. 128)
Ce-Al, Ga, In, Sn, Pb, Bi
- 140) M.S. Petrushevskii, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* (1983) (4) 45.
Ce-Al(l)
- 141) V.I. Kober, *Russ. Metall.* (1973) (2) 163.
Ce-Al
- 142) G.M. Ryss, *Zh. Fiz. Khim.* **51**, 232 (1977).
Ce-Si(l)
- 143) G.A. Costa, *Solid State Commun.* **44**, 67 (1982).
CeSn₃
- 144) G.Sh. Viksman, *Zh. Fiz. Khim.* **49**, 1348 (1975).
CeN, GdN
- 145) R.A. Schiffman, *High Temp. Sci.* **15**, 179 (1982).
Ce-Sb
- 146) A. Borsese, *et al.*, *J. Less-Comm. Met.* **79**, 57 (1981).
Ce-Sb
- 147) I.F. Yamshchikov, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* (1977) (1) 85.
Ce-Sb(l)
- 148) M.A. Panhans, Marquette Univ., Milwaukee, WI USA, 1990, 132pp (Diss)
CeO₂
- 149) A.G. Tyurin, *Fiz. Khim. Issled. Metall. Protessov.* (1982) (10) 67.
Ce-O, S(l)
- 150) E.W. Dewing and P. Desclaux, *Metall. Trans. B* **21B**, 861 (1990).
CeF₃
- 151) I. Mrachkov and E. Leyarovski, *Z. Phys. B. Condens. Matter* **82**, 233 (1991).
PrNi₅
- 152) P.A. Alekseev, J.B. Suck, S.N. Ishmaev, V.N. Lazukov, V.G. Orlov, I.P. Sadikov and M.N. Khlopkin, *Zh. Eksp. Teor. Fiz.* **99**, 1369 (1991).
PrNi₅

- 153) J. Wang, *Calphad* **16**, 87 (1992).
 154) M.A. Turchanin, *et al.*, *Rasplavy*, **2**, 118 (1988).
 155) M.I. Ivanov, *Zh. Fiz. Khim.* **56**, 225 (1982). (Transl. 142).
 156) V.I. Kober, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* (1983) (3) 58. (Transl. 218)
 157) V.V. Efremov, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* (1975) (3) 142.
 158) J. Pelleg, 2nd Israel Materials Engineering Conf. (Proc. Conf), Beer-Sheva 21-23 Feb. 1984. Ben Gurion Univ. of the Negev, Beer-Sheva 84 105 POB653 Israel, 1984, 100.
 159) V.I. Kober, *et al.*, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* (1987) (2) 111.
 160) V.I. Kober, *et al.*, *Russ. J. Phys. Chem.* **60**, 1070 (1986).
 161) V.I. Kober, *et al.*, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* (1985) (5) 109. (Transl. **13**, 423)
 162) J.B. Gruber, E.F. Westrum Jr., *et al.*, *J. Chem. Phys.* **95**, 1964 (1991).
 163) Yu. A. Frolov, *Zh. Fiz. Khim.* **48**, 2398 (1974).
 164) A.V. Vakhobov, *Zh. Fiz. Khim.* **53**, 869 (1979).
 165) I.V. Nikolaenko and M.A. Turchanin, *Rasplavy* (1989) (5) 77.
 166) M.I. Ivanov, *Zh. Fiz. Khim.* **57**, 2344 (1983). (Transl. 1426)
 167) A.M. Mulokozi, *J. Less-Comm. Met.* **90**, 75 (1983).
 168) V.I. Kober, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* 1984 (5) 125. (Transl. 12, 422)
 169) V.V. Serebrennikov, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* 1977 (6) 42.
 170) N.G. Kulagina, *Zh. Fiz. Khim.* **48**, 466 (1974).
 171) V.R. Roschchina, *Zh. Fiz. Khim.* **48**, 427 (1974).
 172) V.I. Kober, *Zh. Fiz. Khim.* **59**, 1839 (1985). (Transl. 1092)
 173) A. Borsese, *J. Less-Comm. Met.* **55**, 77 (1977).
 174) V.I. Kober, *Zh. Fiz. Khim.* **60**, 197 (1986). (Transl. 111)
 175) Y. Zhang, H.F. Franzen and J. Anderegg, *J. Less-Comm. Met.* **163**, 173 (1990).
 176) A.S. Bolgar, A.I. Kriklyua, V.B. Muratov and L.G. Gorbunova, *Poroshk. Metall.* (Kiev). (1992) (12) 47.
 177) G. Borzone, N. Parodi, R. Ferro, M. Gambino and J.P. Bros, *J. Alloys Compd.* **201**, 17 (1993).
 178) L. Wang, K. Conder and E. Kaldis, *Solid State Ionics* **43**, 103 (1990).
 179) F. Meyer-Liautaud, *et al.*, *J. Less-Comm. Met.* **127**, 243 (1987).
 180) N.M. Aristova and V.A. Troshkina, *Russ. J. Phys. Chem.* **59**, 1281 (1985).
 181) V.E. Zinov'ev, *Fiz. Met. Metalloved.* **46**, 1306 (1978). (Transl. 162)
 182) M.A. Turchanin, *et al.*, *Ukr. Khim. Zh.* **54**, 773 (1988). (Transl. Sov. Prog. Chem. 112)
 183) M.I. Ivanov and V.T. Vitusevich, *Dokl. Akad. Nauk Ukr. SSR, Ser. B, Geol. Khim. Biol. Nauki* 1990 (8) 43.
 184) G. Borzone, *et al.*, *Z. Metallk.* **76**, 208 (1985).
 185) A.P. Bayanov, *Zh. Fiz. Khim.* **49**, 2605 (1975).
 186) V.S. Sudavtsova, *et al.*, *Ukr. Khim. Zh.* **53**, 498 (1987).
 187) N.I. Usenko, M.I. Ivanov, V.M. Petiuh and V.T. Witusiewicz, *J. Alloys Compd.* **190**, 149 (1993).
 188) M.I. Ivanov and V.T. Vitusevich, *Ukr. Khim. Zh.* **56**, 549 (1990).
 189) A.S. Bolgar, V.B. Nuratov and P.P. Kogutyuk, *Teplofiz. Vys. Temp.* **29**, 167 (1991).
 190) L.I. Kekelidze, I.A. Bairamashvili, V.N. Kovtun, I.I. Petrov and D.K. Tavartkiladze, AIP Conf. Proc. (1991), 231 (Boron-Rich Solid), 371.
 191) V.A. Dubinin, *Zh. Fiz. Khim.* **59**, 1041 (1985). (Transl. 610)

Cu-Pr,Nd
 Cu-Pr,Nd(I)
 Ag-Pr(I)
 Pr-Al(comp)
 Pr-Al
 Pr-Ga
 Pr-Sn(I)
 Pr-Sb
 Pr-Bi(I)
 Pr₂S₃,Tb₂S₃,Dy₂S₃
 Nd,Sm-Mg(I)
 Nd,Al-Sr
 Co-Nd,Sm,Gd
 Nd-Ag(I)
 Nd-Ag
 Nd-Al(comp)
 Nd-Ga
 Nd-Sn
 Nd-Pb
 Nd-Sb(I)
 Nd-Sb
 Nd-Bi(I)
 Nd_{3-x}S₄
 Nd₃S₄
 Yb-Pd
 SmH₂-SmH₃
 Sm-Co
 SmCo₅
 SmCo₅
 Cu-Sm(I)
 Ag-Sm,Ba(I)
 Sm-Sb(compd)
 Eu-Mg
 Cu-Gd,Tb,Dy,Ho,Eu(I)
 Cu-Ba,Eu,Yb,Dy(I)
 Eu-Ag
 EuB₆
 EuB₆,AlB₁₂
 Eu-Al
 Netsu Sokutei 21(2) 1994

希土類元素を含む二元系合金および化合物の高温における熱力学的性質に関するデータベース

- 192) V.D. Bushmanov, *et al.*, *Zh. Fiz. Khim.* **61**, 1797 (1987). (Transl. 936) Eu-In(I)
- 193) V.A. Dubinin, *Zh. Fiz. Khim.* **59**, 1258 (1985). (Transl. 735) Eu-In(I)
- 194) V.I. Kober, *et al.*, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* 1987 (2) 120. Eu-Sn(I)
- 195) V.I. Kober, *Zh. Fiz. Khim.* **59**, 2124 (1985). (Transl. 1282) Eu-Bi, Sn,Pb
- 196) A. Bacha, *Compt. Rend.* **276** (C), 995 (1973). EuSn₃
- 197) V.I. Kober, *et al.*, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* 1987 (4) 108. Eu-Sb
- 198) I.S. Sukhushina and I.A. Vasil'eva, *Zh. Fiz. Khim.* **64**, 3218 (1990). Eu-O
- 199) O.P. McMasters, *J. Chem. Thermodyn.* **6**, 845 (1974). EuO,EuS,EuSe,EuTe
- 200) I.V. Nikolaenko and V.V. Nosova, *Ukr. Khim. Zh.* **55**, 1260 (1989). Gd-Mn,Fe
- 201) C. Colinet, *et al.*, *Metall. Trans. A* **18A**, 733 (1987). Gd-Fe,Co,Pd,Pt
- 202) D.J. Germano, *Phys. Rev. B, Condens. Matter* **24**, 3912 (1981). RFe₂(R=Gd,Tb,Dy,Ho,Er, Tm,Lu)
- 203) K. Aoki, X.G. Li, T. Hirata and T. Masumoto, *Appl. Phys. Lett.* **61**, 2422 (1992). GdCo₂
- 204) J.J. van den Broek and A.G. Dirks, *Philips Tech. Rev.* **43**, 304 (1987). Co-Gd
- 205) M. Baricco, *et al.*, *Scr. Metall.* **21**, 849 (1987). Gd_{63.2}Co_{36.8}
- 206) J. Schott and F. Sommer, *J. Less-Comm. Met.* **119**, 303 (1986). (Co,Ni)-(Dy,Er,Gd)
- 207) C. Colinet, *et al.*, *Metall. Trans. A* **17A**, 777 (1986). Gd-Ni
- 208) C. Colinet and K.H.J. Buschow, *Philips J. Res.* **41**, 445 (1986). Gd-Pd,Pt
- 209) M. Bouvier, P. Lethuillier and D. Schmitt, *Phys. Rev. B, Condens. Matter* **43** (16A), 13137 (1991). GdCu₂Si₂,GdNi₂Si₂, GdGa₂,GdCu₅
- 210) J.A. Blanco, D. Gignoux and D. Schmitt, *Phys. Rev. B, Condens. Matter* **43** (16A), 13145 (1991). GdCu₂Si₂,GdNi₂Si₂, GdGa₂,GdCu₅
- 211) M.A. Turchanin, *et al.*, *Raspilav* **2**, 127 (1988). Cu-Gd,Ho,Tm,Lu(I)
- 212) V.T. Vitusevich and M.I. Ivanov, *Dokl. Akad. Nauk Ukr. RSR* **13**, *Geol. Khim. Biol.* (1987) (11) 30. Cu-Gd(I)
- 213) V.S. Sudavtsova, *et al.*, *Sov. Progr. Chem.* **53**, 55 (1987). Cu-Gd,Tb,Dy,Ho,Er(I)
- 214) G.I. Batalin, *Ukr. Khim. Zh.* **51**, 592 (1985). Ag-Gd
- 215) A.P. Bayanov, *Zh. Fiz. Khim.* **49**, 1355 (1975). GdGa₂
- 216) V.P. Vasil'ev, *Izv. Akad. Nauk SSSR, Neorg. Mater.* **21**, 1144 (1985). Gd-In
- 217) A.P. Suodis, A.I. Kriklya, V.B. Muratov, A.V. Blinder and O.V. Gorgiichuk, *Protessy Teplomassoonbmena v Energ. Ustanovkakh*, Minsk (1990) 90. GdC₂
- 218) G.M. Lukashenko and R.I. Polotskaya, *Poroshk. Metall.* (Kiev) (1992) (9) 75. GdSi, GdSi_{1.5}
- 219) R.I. Polotskaya, *Poroshk. Metall.* (Kiev) (1991) (1) 64. Gd-Ge
- 220) V.G. Vatalin, *Sov. Powder Metall. Met. Ceram.* **22**, 922 (1983). GdGe_{1.63}
- 221) N.G. Kulagina, *Zh. Fiz. Khim.* **48**, 233 (1974). Gd-Sn
- 222) V.R. Roshchina, *Izv. Akad. Nauk SSSR Met.* 1974 (4) 183. Gd-Pb
- 223) V.I. Kober, *et al.*, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* 1985 (4) 108. (Transl. **13**, 332) Gd-Sb(I)
- 224) V.F. Goryushkin and A.I. Poshevneva, *Zh. Neorg. Khim.* **37**, 1928 (1992). GdI₃
- 225) A.I. Zaitsev, *et al.*, *Teplofiz. Vys. Temp.* **24**, 271 (1986). Tb-Pd
- 226) A.I. Zaitsev, *Vestn. Moskovskogo Univ. Khim.* **23**, 462 (1982). Tb-Pd
- 227) A.I. Zaitsev, *Vestn. Moskovskogo Univ. Khim.* **24**, 201 (1983). Tb-Pt
- 228) P. Chieux, *J. Phys. F, Met. Phys.* **14**, 2239 (1984). Tb-Cu
- 229) K. Hilpert, *Ber. Bunsenges. Phys. Chem.* **83**, 161 (1979). CuTb,CuDy,CuHo
- 230) G.N. Zviadadze, *et al.*, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* 1985 (5) 107. (Transl. **13**, 421) Tb-Al(I)

- 231) A. Saccone, S. Delfino, D. Maccio and R. Ferro, *Z. Metallk.* **82**, 568 (1991). Dy-Mg
- 232) H.A. Kierstead, *J. Less-Comm. Met.* **70**, 199 (1980). ErFe₂, DyFe₂-H
- 233) I.V. Nikolaenko and N.I. Beloborodova, *Izv. Akad. Nauk SSSR, Met.* (1991) (1) 57. Ni-Dy, Ho, Lu
- 234) A.I. Zaitsev, *et al.*, *Zh. Fiz. Khim.* **60**, 2150 (1986). (*Transl.* 1290) DyPd
- 235) A.I. Zaitsev, *Teplofiz. Vys. Temp.* **20**, 1081 (1982). DyPt
- 236) L.F. Yamshchikov, *et al.*, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* 1988 (6) 123. Dy-Zn(I)
- 237) L.F. Yamshchikov, *et al.*, *Raspilvy* **2**, 119 (1988). In, Ga-Dy(I)
- 238) L.F. Yamshchikov, *et al.*, *Izv. Akad. Nauk SSSR, Met.* (1989) (3) 204. (*Trans.* 195) Dy-Bi, Pb
- 239) A.P. Bayanov, *Zh. Fiz. Khim.* **51**, 216 (1977). Dy-Pb
- 240) R. Ferro, *et al.*, *Thermochim. Acta* **129**, 29 (1988). Dy-Sb
- 241) A. Borsese, *et al.*, *J. Less-Comm. Met.* **55**, 115 (1977). Dy-Bi
- 242) L.F. Yamshchikov, *et al.*, *Russ. J. Phys. Chem.* **60**, 174 (1986). Ho-Ga, Pb(I)
- 243) L.F. Yamshchikov, *et al.*, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* 1984 (5) 122. (*Transl.* 419) Ho-In
- 244) S. Delfino, *et al.*, *Z. Metallk.* **78**, 344 (1987). Ho, Er-Tl
- 245) L.F. Yamshchikov, *et al.*, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* 1984 (4) 83. (*Transl.* **12**, 304) Ho-Sn
- 246) L.F. Yamshchikov, *et al.*, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* 1985 (6) 106. (*Transl.* **13**, 507) HoBi, HoSb
- 247) S. Cirafici, *Thermochim. Acta* **99**, 187 (1986). ErPd, TmPd, YbPd
- 248) I.V. Nikolaenko, *Zh. Fiz. Khim.* **57**, 1897 (1983). (*Transl.* 1154) Cu-Er
- 249) L.F. Yamshchikov, *et al.*, *Izv. Akad. Nauk SSSR, Met.* (1985) (1) 213. (*Transl.* **69**, 218) Er-Zn
- 250) V.P. Vasil'ev, *Vest. Mosk. Univ., Khim.* **30**, 115 (1989). Er_xIn_{1-x}
- 251) V.P. Vasil'ev, *Vest. Mosk. Univ., Khim.* **23**, 17 (1982). ErIn_{2.5}, ErIn
- 252) L.F. Yamshchikov, *et al.*, *Izv. VUZ Tsvetn. Metall.* 1982 (5) 98. (*Transl.* **10**, 402) Sn, Bi, Sb-Er
- 253) V.N. Eremenko, *et al.*, *Poroshk. Metall.* (1989) (7) 41. Tm-Ge
- 254) J.P. Bastide, A. Bouamrane, J. Carre, P. Claudy, J.M. Letoffe and D. Mourksi, *J. Alloys Compd.* **191**, 21 (1993). YbH_{1.8}, YbH_{2.5}
- 255) I.N. Pyagai, E.Z. Khasanova, A.V. Vakhobov and O.V. Zhikhareva, *Dokl. Akad. Nauk Tadzh. SSR* **33**, 602 (1990). YbMg₂
- 256) K.T. Jacob and Y. Waseda, *J. Chem. Thermodyn.* **22**, 929 (1990). YbPt₃, LuPt₃
- 257) A. Pasturel, *J. Less-Comm. Met.* **90**, 21 (1983). YbAl₂, YbAl₃
- 258) I.V. Nikolaenko, *et al.*, *Izv. Akad. Nauk SSSR, Neorg. Mater.* **24**, 680 (1988). Yb, Lu-Ge(I)
- 259) R.A. Schiffman, *J. Phys. Chem.* **19**, 3855 (1982). Yb-Pb
- 260) J.B. Gruber, R. Shaviv, E.F. Westrum, Jr., R. Burriel, B.J. Beaudry and P.E. Palmer, *J. Chem. Phys.* **98**, 1458 (1993). Yb₂S₃, Lu₂S₃
- 261) P.R. Subramanian, *J. Less-Comm. Met.* **87**, 205 (1982). Lu-H
- 262) V.V. Berezutskiy and G.M. Lukashenko, *Raspilvy* **2**, 115 (1988). Lu-Cu(I)
- 263) V.P. Vasil'ev and Ya. I. Gerasimov, *Zh. Fiz. Khim.* **59**, 2694 (1985). (*Transl.* 1613) Lu-In
- 264) Vu.D. Kkhue, *Dokl. Akad. Nauk SSSR* **262**, 123 (1982). Lu₂In₃, LuIn
- 265) V.F. Goryushkin and A.I. Poshevneva, *Zh. Neorg. Khim.* **37**, 2077 (1992). Lu₃
- 266) F. Sommer and R. Agarwal, *Votr. Poster-Symp. Materialforsch.*, 1991, 2nd 1991, 3, 2684. (B. Vierkorn-Rudolph, D. Lillack, H.-J. Clar ed.) Forschungszentrum: Juelich, Germany.
- 267) R. Agarwal and F. Sommer, *Proc. Natl. Symp. Thermal Anal.* 8th (1991), 249. (S.R. Dharwadkar ed.) Indian Therm. Anal. Soc., Bombay, India.
- 268) J. Weissmueller, W. Krauss, H. Haubold, R. Birringer and H. Gleiter, *Nanostruct. Mater.* **1** (6), 439 (1992).
- 269) S.V. Meschel and O.J. Kleppa, *J. Chim. Phys. Phys. -Chim. Biol.* **90** (2), 349 (1993).
- 270) V. Vassilev, M. Gambino, J.P. Bros, G. Borzone, G. Cacciamani and R. Ferro, *J. Phase Eqb.* **14** (2), 142 (1993).

- 271) M. Pelino and K.A. Gingerich, *J. Mater. Sci. Lett.* **12** (4), 241 (1993).
- 272) T. Du, L. Wang, A. Liu and Y. Wu, Y.Zhang, *J. Alloys Compd.* **193** (1-2), 38 (1993).
Ce₂O₃, Ce₂S₃, Y₂O₃, Y₂S₃
- 273) S.V. Meschel and O.J. Kleppa, *J. Alloys Compd.* **197** (1), 75 (1993).
La-Al
- 274) A-H. Awad and S.N. Shargi, *J. Therm. Anal.* **39** (5), 559 (1993).
LaS, GdS
- 275) I.V. Nikolaenko and O.V. Vlasova, *Rasplavy* (1992) (4) 79.
La-Ni
- 276) A. Nakamura: *J. Nucl. Mater.* **281**, 17 (1993).
CeO_{2-x}
- 277) C.H. Yo, J.G. Kim, K.S. Ryu, E.S. Lee and J.G. Choi, *J. Korean Chem. Soc.* **37** (4), 390 (1993).
CeO₂
- 278) L.S. Kudin, A.M. Pogrebnoi and G.G. Burdukovskaya, *Zh. Fiz. Khim.* **67** (5), 905 (1993).
NdCl₂, NdCl₃
- 279) V.F. Garyushkin, A.I. Poshevneva and V.P. Podsevalov, *Zh. Fiz. Khim.* **66** (12), 3391 (1992).
SmCl₂
- 280) S.A. Lezhava, L.A. Tiflova, A.S. Monaenkova and V.F. Goryushkina, *Zh. Fiz. Khim.* **67** (3), 633 (1993).
TmCl₃
- 281) V.T. Witasiewicz and M.I. Ivanov, *J. Alloys Compd.* **200**, 177 (1993).
Pd-La, Au-Gd
- 282) G. Borzone, A.M. Cardinale, G. Cacciamani and R. Ferro, *Z. Metallk.* **84** (9), 635 (1993).
Nd-Al
- 283) R.A. Alqasmi and H.-J. Schaller, *Z. Metallk.* **84** (9), 631 (1993).
Au-Y
- 284) N. Selhaoui and O.J. Kleppa, *J. Chim. Phys.* **90**, 435 (1993).
Y-Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt.
- 285) S.V. Meschel and O.J. Kleppa, *J. Alloys Compd.* **197**, 75 (1993).
La-Al
- 286) K. Hennemann, H.L. Lukas and H.-J. Schaller, *Z. Metallk.* **84**, 668 (1993).
Fe-Nd.
- 287) A.S. Bolgar, V.B. Muratov, A.V. Blinder, A.I. Kryklya and A.P. Suodis, *J. Alloys Compd.* **201**, 127 (1993).
RE-B, RE-C
- 288) G.Sh. Biksmán and S.P. Gordienko, *Porosh. Metall.* (1991) (11), 37.
REAs, REBi
- 289) たとえば E. Königsberger, E. Schuster, H. Gamsjäger, C. God, K. Hack, M. Kowalski and P.J. Spencer, *Netsu Sokutei* **19** (3), 135 (1992); 田中敏宏, 飯田孝道, 日本金属学会会報 **32**, 535 (1993).

要 旨

希土類元素を含む二元系合金および化合物の熱力学的性質の高温におけるデータベースの基礎として, Hultgrenら

のデータ集以後の文献を1974年のMetals AbstractsあるいはChemical Abstractsからピックアップして表にまとめた。二元系化合物についての熱力学的データは *Met. Review MMIJ* **9** (1), 51 (1992) に集録している。