

第6章 付帯資料

1. 特性計算式 (Additivity Equation)

特性計算式は、「検索結果リスト画面」および「特性計算式による特性予測」から利用することができます。それぞれの特性計算式について、利用上の諸条件と出典を以下に示します。

計算範囲・入力条件は、特性計算式で算出される特性と計算に必要な入力項目を示したものです。

適用範囲・特別条件は、特性計算式の適用範囲および関連する特別な条件を示したものです。

出典は、特性計算式の出典を示したものです。

(1) Density

① Tohge, Tanaka and Minami (Si-As-Te Chalcogenide)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Si-As-Te Chalcogenide の密度を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) Si、As、Te の3元素のみからなる組成の計算が可能です。

出典：N. Tohge, T. Minami, M. Tanaka, J. Am. Ceram. Soc., 59, 461 (1976)

② Tohge, Tanaka and Minami (Ge-As-Te Chalcogenide)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Ge-As-Te Chalcogenide の密度を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) Ge、As、Te の3元素のみからなる組成の計算が可能です。

出典：N. Tohge, T. Minami, M. Tanaka, J. Am. Ceram. Soc., 59, 461 (1976)

③ Tohge, Tanaka and Minami (As-Te-Se Chalcogenide)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における As-Te-Se Chalcogenide の密度を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) As、Te、Se の3元素のみからなる組成の計算が可能です。

出典：N. Tohge, T. Minami, M. Tanaka, J. Am. Ceram. Soc., 59, 461 (1976)

④ Tohge, Tanaka and Minami (Ge-Te-Se Chalcogenide)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Ge-Te-Se Chalcogenide の密度を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) Ge、Te、Se の3元素のみからなる組成の計算が可能です。

出典：N. Tohge, T. Minami, M. Tanaka, J. Am. Ceram. Soc., 59, 461 (1976)

⑤ Tanaka and Minami (As-S Chalcogenide)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における As-S Chalcogenide の密度を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) As、S の2元素のみからなる組成の計算が可能です。
- b) $0 < \text{As} \leq 43.32 \text{ at\% (=mol\%)}$ の範囲で計算可能です。

出典：M. Tanaka, T. Minami, Jpn. J. Appl. Phys., 4, 939 (1965)

⑥ Appen (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Silicate の密度を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた17種の酸化物のみを1種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) B_2O_3 を含む場合は、 $44 \leq \text{SiO}_2 \leq 80 \text{ mol\%}$ の組成範囲で計算可能です。
- c) PbO を含む場合は、 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3 > 50 \text{ mol\%}$ のとき、計算可能です。

出典：A. A. Appen, Kimiya Stekla, Leningrad 1974

⑦ Gan Fuxi (Fluoride)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Fluoride の密度を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 39 種のフッ化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

出典：F. Gan, J. Non-Cryst. Solids, 184, 9 (1995)

⑧ Huggins (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Silicate の密度を計算します。
b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 21 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

$$b) 0.27 \leq \frac{SiO_2(mol\%)}{\sum_i Mx_iOy_i(mol\%) \times y_i} \leq 0.50 \text{ の範囲で計算が可能です。}$$

ここに、 Mx_iOy_i は、 x_i 個の金属と y_i 個の酸素からなる酸化物を表す。

出典：M. L. Huggins, K-H. Sun, J. Am. Ceram. Soc., 26, 4 (1941)

(2) Young's Modulus

① Inaba, Fujino and Morinaga (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Silicate のヤング率を計算します。
b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 18 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
b) 計算に必要な密度は Huggins(Silicate)の式から算出しています。

出典：S. Inaba, S. Fujino, K. Morinaga, J. Am. Ceram. Soc., 82, 3501 (1999)

② Makishima and Mackenzie (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Silicate のヤング率を計算します。
b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 18 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
b) 計算に必要な密度は Huggins(Silicate)の式から算出しています。

出典：A. Makishima, J. D. Mackenzie, J. Non-Cryst. Solids, 12, 35 (1973)

(3) Surface Tension

① Dietzel (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 900℃における Silicate の表面張力を計算します。
b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 19 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

出典：A. Dietzel, Sprechsaal, 75, 82 (1942)

② Lyon (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 1200℃における Silicate の表面張力を計算します。
b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 9 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
b) $SiO_2/Na_2O(\text{重量比}) > 3.25$ のとき、計算可能です。

出典：K. C. Lyon, J. Am. Ceram. Soc., 27, 186 (1944)

③ Appen (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 1300℃における Silicate の表面張力を計算します。
b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 18 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

出典：A. A. Appen, Silikattechn, 5, 11 (1954)

④ Sasek (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 1200℃ 及び 1400℃ における Silicate の表面張力を計算します。
- b) 温度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 7 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) SiO₂ は必ず含む組成で、計算可能です。(Ver. 6 より組成範囲が狭くなっています)

出典：L. Sasek, M. Houser, Chem Technol. Silik., L5, 49 (1974)

(4) Linear Expansion Coefficient

① Appen (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 20～400℃間の Silicate の熱膨張係数を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 27 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

出典：A. A. Appen, Kimiya Stekla, Leningrad 1974

② Winkelmann and Schott (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 20～100℃間の Silicate の熱膨張係数を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 21 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

出典：A. Winkelmann, O. Schott, Ann. Physik, 51, 735 (1894)

③ Takahashi (0～100℃) (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 0～100℃間の Silicate の熱膨張係数を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 19 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) B₂O₃を含有する場合は、次の範囲のとき計算が可能です。

$$0 \leq \frac{B_2O_3(mol\%) \times 2}{\sum_i Mx_i Oy_i(mol\%) \times x_i} \times 100 \leq 35$$

ここに、Mx_iOy_i は、x_i個の金属と y_i個の酸素からなる酸化物を表す。

出典：K.Takahashi, J. Ceram. Soc. Japan, 63, 142(1955)

④ Takahashi (0～400℃) (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 0～400℃間の Silicate の熱膨張係数を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 19 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) B₂O₃を含有する場合は、次の範囲のとき計算が可能です。

$$0 \leq \frac{B_2O_3(mol\%) \times 2}{\sum_i Mx_i Oy_i(mol\%) \times x_i} \times 100 \leq 35$$

ここに、Mx_iOy_i は、x_i個の金属と y_i個の酸素からなる酸化物を表す。

出典：K.Takahashi, J. Ceram. Soc. Japan, 63, 142(1955)

⑤ Tanaka and Minami (As-S Chalcogenide)

計算範囲・入力条件：

- a) As-S Chalcogenide の熱膨張係数を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) As、S の 2 元素のみからなる組成の計算が可能です。
- b) 0 < As ≤ 43.32 at%(=mol%) の範囲で計算可能です。

出典：M. Tanaka, T. Minami, M. Hattori, Jpn. J Appl. Phys., 5, 185 (1966)

(5) Thermal Conductivity

① Ratcliffe (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) -100°C 、 0°C 、 100°C における Silicate の熱伝導度を計算します。
- b) 温度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 12 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

出典：E. H. Ratcliffe, Glass Technol., 4, 113 (1963)

② Russ (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 0°C における Silicate の熱伝導度を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 10 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

出典：A. Russ, Sprechsaal, 61, 887 (1921)

③ Ammar (Silicate and Borate)

計算範囲・入力条件：

- a) 30°C における Silicate あるいは Borate の熱伝導度を計算します。
- b) 組成を入力して下さい。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 13 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

出典：Ammar M. M., Gharib S. A., Halawa M. M., El-Batal H. A., El-Badry K., Communications of American Ceramic Society, May 1983, C-76.

(6) Specific Heat

① Sharp and Ginther (mean over $0 \sim t^{\circ}\text{C}$) (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) $0 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ の範囲での Silicate の $0 \sim t^{\circ}\text{C}$ 間の平均比熱を計算します。
- b) 組成、温度 $t^{\circ}\text{C}$ を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 11 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) Mn_3O_4 または Fe_2O_3 を含有する場合は $0 \sim 600^{\circ}\text{C}$ のとき計算が可能が可能です。

出典：D. E. Sharp, L. B. Ginther, J. Am. Ceram. Soc., 34, 260 (1951)

② Sharp and Moore (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) $0 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ の範囲の任意温度における Silicate の比熱を計算します。
- b) 温度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 11 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) Mn_3O_4 または Fe_2O_3 を含有する場合は $0 \sim 600^{\circ}\text{C}$ のとき計算が可能です。

出典：J. Moore, D. E. Sharp, J. Am. Ceram. Soc., 41, 461 (1958)

③ Schwiete and Ziegler (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) $0 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ の範囲の任意温度における Silicate の比熱を計算します。
- b) 温度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 8 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) Mn_3O_4 または Fe_2O_3 を含有する場合は $0 \sim 600^{\circ}\text{C}$ のとき計算が可能です。

出典：H. E. Schwiete, G. Ziegler, Glastechn. Ber., 28, 137 (1955)

(7) Viscosity (Standard Point)

① Lakatos(1978) (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) Silicate (鉛クリスタル等)の $10^{2.5}$, $10^{3.5}$, $10^{4.5}$ dPa・s の粘度における温度を計算します。
- b) 粘度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 11 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です。(Ver. 6 より範囲が拡大されています)

出典：T. Lakatos, L.-G. Johansson, B. Simminingskold, *Glasteknisk Tidskrift* 33 55-59 (1978)

② Lakatos(1979) (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) Silicate (鉛クリスタル等)の 10^2 , 10^4 , 10^6 dPa・s の粘度における温度を計算します。
- b) 粘度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 11 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です。(Ver. 6 より範囲が拡大されています)

出典：T. Lakatos, L.-G. Johansson, B. Simminingskold, *Glasteknisk Tidskrift* 34 61-65 (1979)

③ Okhotin (SiO₂-Na₂O-CaO 系)

計算範囲・入力条件：

- a) Silicate の $10^3 \sim 10^{13}$ dPa・s の粘度における温度を計算します。
- b) 粘度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 5 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です。(Ver. 6 より範囲が拡大されています)

出典：M. V. Okhotin, *Steklo i Keramika*, 11, 1 (1954)

④ Sasek (SiO₂-Na₂O-CaO-MgO 系)

計算範囲・入力条件：

- a) Silicate の 10^{13} dPa・s の粘度における温度を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 7 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です。(Ver. 6 より範囲が拡大されています)

出典：L. Sasek, *Silikaty*, 16, 207 (1973)

⑤ Fluegel (2007) (T at 1E2.5 dPa・s)

計算範囲・入力条件：

- a) Silicate の粘度が $10^{2.5}$ dPa・s となる温度を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた成分のみを含有する組成 (SiO₂ および 1 種以上の成分) の計算が可能です。。
- b) リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です (原典の成分範囲を拡張しています)。

出典：A. Fluegel, *Glass Technol.:Eur. J. Glass Sci. Technol. A*, vol. 48(1), 13-30 (2007)

⑥ Fluegel (2007) (T at 1E7.6 dPa・s)

計算範囲・入力条件：

- a) Silicate の粘度が $10^{7.6}$ dPa・s となる温度を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた成分のみを含有する組成 (SiO₂ および 1 種以上の成分) の計算が可能です。。
- b) リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です (原典の成分範囲を拡張しています)。

出典：A. Fluegel, *Glass Technol.:Eur. J. Glass Sci. Technol. A*, vol. 48(1), 13-30 (2007)

⑦ Fluegel (2007) (T at 1E13.0 dPa・s)

計算範囲・入力条件：

- a) Silicate の粘度が $10^{13.0}$ dPa・s となる温度を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた成分のみを含有する組成 (SiO₂ および 1 種以上の成分) の計算が可能です。。
- b) リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です (原典の成分範囲を拡張しています)。

出典：A. Fluegel, *Glass Technol.:Eur. J. Glass Sci. Technol. A*, vol. 48(1), 13-30 (2007)

(8) Transition Temperature

① Tanaka and Minami (As-S Chalcogenide)

計算範囲・入力条件：

- a) As-S Chalcogenide のガラス転移温度を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) As, S の 2 元素のみからなる組成の計算が可能です。
- b) $0 < \text{As} \leq 43.32 \text{ at\% (=mol\%)}$ の範囲で計算可能です。

出典：M. Tanaka, T. Minami, M. Hattori, *Jpn. J Appl. Phys.*, 5, 185 (1966)

(9) Viscosity

① Lakatos(1975) (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) $10^2 \sim 10^6$ dPa·s の粘度範囲で、Silicate の任意温度における粘度を計算します。
- b) 温度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 11 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) $\text{SiO}_2 \geq 50\text{mass\%}$ のとき、計算が可能です。

出典：T. Lakatos, L.-G. Johansson, B. Simminingskold, *Glasteknisk Tidskrift*, 30, 7-8 (1975)

② Lakatos(1976) (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) $10^2 \sim 10^6$ dPa·s の粘度範囲で、Silicate の任意温度における粘度を計算します。
- b) 温度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 11 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です。(Ver. 6 より範囲が拡大されています)

出典：T., Lakatos, *Glasteknisk Tidskrift*, 31, 51-54 (1976)

③ Sasek (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) $10^{2.3} \sim 10^4$ dPa·s の粘度範囲で、Silicate の任意温度における粘度を計算します。
- b) 温度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 7 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です。(Ver. 6 より範囲が拡大されています)

出典：L. Sasek, *Silikaty*, 16, 207 (1973)

④ Hrma (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) $950 \sim 1250$ °C の範囲で、Silicate の任意温度における粘度を計算します。
- b) 温度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 9 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です。

出典：P. Hrma, R. J. Robertus, *Ceram. Eng. Sci. Proc.*, 14, 187(1993)

⑤ Urbain (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) $950 \sim 1250$ °C の範囲での、Silicate ($\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ 系)の任意温度における粘度を計算します。
- b) 温度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO の 3 成分のみからなる組成の計算が可能です。

出典：G. Urbain, F. Cambier, M. Deletter, M. R. Anseau, *Trans. J. Br. Ceram. Soc.*, 80 139 (1981)

(10) Refractive Index

① Appen (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Silicate の屈折率 D-line を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 17 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- b) B_2O_3 を含む場合は、 $44 \leq \text{SiO}_2 \leq 64 \text{ mol\%}$ 、 $71 \leq \text{SiO}_2 \leq 80 \text{ mol\%}$ の組成範囲で計算可能です。
- c) TiO_2 を含む場合は、 $[\text{R}_2\text{O}] < 15\text{mol\%}$ で、かつ $50 \leq \text{SiO}_2 \leq 80\text{mol\%}$ のとき、計算可能です。
- d) CdO 又は PbO を含む場合は、 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3 \geq 50\text{mol\%}$ のとき、計算可能です。

出典：Appen, A. A., *Kimiya Stekla*, Leningrad 1974

② Gan Fuxi (Fluoride)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Fluoride の屈折率 D-line を計算します。
- b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 39 種のフッ化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

出典：F. Gan, J. Non-Cryst. Solids, 184, 9 (1995)

③ Huggins (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Silicate の屈折率 D-line を計算します。
b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 21 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

$$b) 0.27 \leq \frac{SiO_2(mol\%)}{\sum_i Mx_iOy_i(mol\%) \times y_i} \leq 0.50 \quad \text{の範囲で計算が可能です。}$$

ここに、 Mx_iOy_i は、 x_i 個の金属と y_i 個の酸素からなる酸化物を表す。

出典：M. L. Huggins., Sun. K-H., J. Am. Ceram. Soc. 26, 4 (1941)

(11) Abbe's Number

① Appen (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Silicate のアッベ数 $(nd-1)/(nF-nC)$ を計算します。
b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 17 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
b) B_2O_3 を含む場合は、 $44 \leq SiO_2 \leq 64 \text{ mol\%}$ 、 $71 \leq SiO_2 \leq 80 \text{ mol\%}$ の組成範囲で計算可能です。
c) TiO_2 を含む場合は、 $[R_2O \text{ の合計}] < 15 \text{ mol\%}$ で、かつ $50 \leq SiO_2 \leq 80 \text{ mol\%}$ のとき、計算可能です。
d) CdO 又は PbO を含む場合は、 $SiO_2 + Al_2O_3 + B_2O_3 \geq 50 \text{ mol\%}$ のとき、計算可能です。

出典：Appen. A. A., Kimiya Stekla, Leningrad 1974

② Gan Fuxi (Fluoride)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Fluoride のアッベ数 $(nd-1)/(nF-nC)$ を計算します。
b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 39 種のフッ化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

出典：F. Gan, J. Non-Cryst. Solids, 184, 9 (1995)

③ Huggins (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Silicate のアッベ数 $(nd-1)/(nF-nC)$ を計算します。
b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 21 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

出典：M. L. Huggins, K-H. Sun, J. Am. Ceram. Soc., 26, 4 (1941)

(12) Mean Dispersion

① Appen (Silicate)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Silicate の平均分散 $F-C$ を計算します。
b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 17 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
b) B_2O_3 を含む場合は、 $44 \leq SiO_2 \leq 64 \text{ mol\%}$ 、 $71 \leq SiO_2 \leq 80 \text{ mol\%}$ の組成範囲で計算可能です。
c) TiO_2 を含む場合は、 $[R_2O \text{ の合計}] < 15 \text{ mol\%}$ で、かつ $50 \leq SiO_2 \leq 80 \text{ mol\%}$ のとき、計算可能です。
d) CdO 又は PbO を含む場合は、 $SiO_2 + Al_2O_3 + B_2O_3 \geq 50 \text{ mol\%}$ のとき、計算可能です。

出典：Appen. A. A., Kimiya Stekla, Leningrad 1974

② Gan Fuxi (Fluoride)

計算範囲・入力条件：

- a) 室温における Fluoride の平均分散 $F-C$ を計算します。
b) 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件：

- a) リストアップされた 39 種のフッ化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

出典 : F. Gan, J. Non-Cryst. Solids, 184, 9 (1995)

③ Huggins (Silicate)

計算範囲・入力条件 :

- 室温における Silicate の平均分散 F・C を計算します。
- 組成を入力してください。

適用範囲・特別条件 :

- リストアップされた 21 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。

$$b) 0.27 \leq \frac{SiO_2 (mol\%)}{\sum_i Mx_i Oy_i (mol\%) \times y_i} \leq 0.50 \quad \text{の範囲で計算が可能です。}$$

ここに、 $Mx_i Oy_i$ は、 x_i 個の金属と y_i 個の酸素からなる酸化物を表す。

出典 : M. L. Huggins, K-H. Sun, J. Am. Ceram. Soc., 26, 4 (1941)

(13) Electric Conductivity

① Sasek and M. (H Temp) (Silicate)

計算範囲・入力条件 :

- 1000~1400℃における Silicate の電気伝導度を計算します。
- 温度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件 :

- リストアップされた 7 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です。(Ver. 6 より範囲が拡大されています)

出典 : L. Sasek, H. Meissnerova, Technol. Silik., L5, 111 (1974)

② Sasek and M. (L Temp) (Silicate)

計算範囲・入力条件 :

- 320~540℃における Silicate の電気伝導度を計算します。
- 温度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件 :

- リストアップされた 7 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です。(Ver. 6 より範囲が拡大されています)

出典 : L. Sasek, H. Meissnerova, Technol. Silik., L5, 111 (1974)

③ Hrma(Silicate)

計算範囲・入力条件 :

- 950 to 1250℃における Silicate の電気伝導度を計算します。
- 温度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件 :

- リストアップされた 9 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です。(Ver. 6 より範囲が拡大されています)

出典 : P. Hrma, R. J. Robertus, Ceram. Eng. Sci. Proc., 14, 187(1993)

④ Fluegel

計算範囲・入力条件 :

- Silicate の 1000℃、1200℃、1400℃の電気伝導度を計算します。
- 組成と温度を入力してください。

適用範囲・特別条件 :

- リストアップされた成分のみを含有する組成 (SiO₂ および 1 種以上の成分) の計算が可能です。
- リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です (原典の成分範囲を拡張しています)。

出典 : A. Fluegel, D. A. Earl, A. K. Varshneya, <http://glassproperties.com/resistivity/> (2007)

(14) DC Volume Resistivity

① Mazurin(Silicate)

計算範囲・入力条件 :

- 100 ~ 427℃における Silicate の体積抵抗率を計算します。
- 温度、組成を入力してください。

適用範囲・特別条件 :

- リストアップされた 10 種の酸化物のみを 1 種以上含有する組成の計算が可能です。
- リストアップされた組成の範囲内のとき、計算が可能です。
- $12 \leq Na_2O + K_2O \leq 30 \text{ mol\%}$ のとき、計算が可能です。
- $0 \leq RO \leq 20 \text{ mol\%}$, $RO = MgO + CaO + BaO + ZnO + PbO$ のとき、計算が可能です。

但し、RO が CaO 単独、BaO 単独、又は CaO + BaO 共存のみの場合は、
 $0 \leq RO \leq 28 \text{ mol\%}$ のとき、計算が可能です。

出典：Mazurin. O. V., The structure of glass. Vol 4, Electrical conductivity and structure of glass. New York.
Consultant Bureau 1965

2. 特性式

INTERGLAD 収録データとしては、特性式の係数・活性化エネルギー等が含まれます。その特性式は以下の 8 特性 11 式です。これらの式の係数データが揃っているガラスについては、詳細画面の「Figure」プルダウンメニューをクリックすると特性値と温度あるいは波長との関係が図として表示されます。

特性式を以下に示します。カッコ内の数値は特性の ID No.を示します。

(1) 粘度 Fulcher の式

$$\log \eta = A + \frac{B}{T - T_0}$$

η	:	粘度	dPa・s
A	:	Fulcher の式の係数 (1231)	log(dPa・s)
B	:	Fulcher の式の係数 (1232)	℃
T_0	:	Fulcher の式の係数 (1233)	℃
T	:	温度	℃

(2) 拡散の式 (式 A および式 B)

$$\text{式 A: } D = D_0 \exp\left(-\frac{E_d}{RT}\right)$$

D	:	拡散係数	m ² /s
R	:	気体定数	8.314 J・K ⁻¹ mol ⁻¹
D_0	:	拡散の式 A の拡散係数因子 (1301,1303,~,1377)	m ² /s
E_d	:	拡散の活性化エネルギー (1302,1304,~,1378)	J/mol または J/g-atom
T	:	温度	K

$$\text{式 B: } D = D_t \exp\left(-\frac{E_d}{RT}\right)$$

D	:	拡散係数	m ² /s
R	:	気体定数	8.314 J・K ⁻¹ mol ⁻¹
D_t	:	拡散の式 B の拡散係数因子 (1365,1367,1369)	m ² /sK
E_d	:	拡散の活性化エネルギー (1302,1304,~,1378)	J/mol または J/g-atom
T	:	温度	K

(3) ガス透過の式

$$P = P_0 \exp\left(-\frac{E_p}{RT}\right)$$

P	:	ガス透過係数	atom/(s・m・atm)
R	:	気体定数	8.314 J・K ⁻¹ mol ⁻¹
P_0	:	ガス透過係数因子 (1431,1432,1433)	atom/(s・m・K・atm)
E_p	:	ガス透過の活性化エネルギー (1421,1422,~,1427)	J/mol または J/g-atom
T	:	温度	K

(4) ガス溶解の式

$$S = S_0 \exp\left(-\frac{E_s}{RT}\right)$$

S	:	ガス溶解係数	atom/(m ³ ・atm)
R	:	気体定数	8.314 J・K ⁻¹ mol ⁻¹
S_0	:	ガス溶解係数因子 (1571,1572,1573)	atom/(m ³ ・atm)
E_s	:	ガス溶解の活性化エネルギー (1581,1582,1583)	J/mol または J/g-atom
T	:	温度	K

(5) 屈折率の分散式

$$n^2 = A_0 + A_1\lambda^2 + A_2\lambda^{-2} + A_3\lambda^{-4} + A_4\lambda^{-6} + A_5\lambda^{-8}$$

n : 屈折率
 λ : 波長 $0.25 \sim 1.55 \mu\text{m}$
 $A_0 \sim A_5$: 分散式の定数 (2101~2106)

(6) 屈折率 Sellmeier 分散式

$$n^2 = 1 + \frac{A_1\lambda^2}{\lambda^2 - B_1} + \frac{A_2\lambda^2}{\lambda^2 - B_2} + \frac{A_3\lambda^2}{\lambda^2 - B_3}$$

n : 屈折率
 λ : 波長 $0.25 \sim 1.55 \mu\text{m}$
 $A_1 \sim A_3, B_1 \sim B_3$: Sellmeier の式の定数 (2081~2086)

(7) 電気伝導度の式 (式 A および式 B)

式 A: $\sigma = S_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$

σ : 電気伝導度 S/m
 T : 温度 K
 R : 気体定数 $8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
 S_0 : 電気伝導度の式 A の係数 (3041~3044) S/m
 E : 電気伝導度の活性化エネルギー (3045~3048) J/mol

式 B: $\sigma T = C_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$

σ : 電気伝導度 S/m
 T : 温度 K
 R : 気体定数 $8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C_0 : 電気伝導度の式 B の係数 (3049) SK/m
 E : 電気伝導度の活性化エネルギー (3045~3048) J/mol

(8) 直流体積抵抗率の式

$$\rho = R_0 \exp\left(\frac{E}{RT}\right)$$

ρ : 直流体積抵抗率 Ohm·m
 T : 温度 K
 R : 気体定数 $8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
 R_0 : 直流体積抵抗係数 (3077) Ohm·m
 E : 直流体積抵抗の活性化エネルギー (3078) J/mol

(9) 交流体積抵抗率の式

$$\rho = R_0 \exp\left(\frac{E}{RT}\right)$$

ρ : 交流体積抵抗率 Ohm·m
 T : 温度 K
 R : 気体定数 $8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
 R_0 : 交流体積抵抗係数 (3085) Ohm·m
 E : 交流体積抵抗の活性化エネルギー (3086) J/mol

3. 表データ

図示できる特性は次のとおりです。これらの特性は値を表データとして保持し、詳細表示画面(第IV章. 2.4 参照)の”Figure”で表示できます。右側の数値は特性 ID です。

・熱膨張曲線 (α -T Curve)	1040
・UV~IR 透過スペクトル (UV~IR Transmission Spectrum)	2218
・UV~IR 吸収スペクトル (UV~IR Absorption Spectrum)	2278
・UV~IR 反射スペクトル (UV~IR Reflectance Spectrum)	2398
・放射スペクトル (Emissivity Spectrum)	2509

なお、上記の内、図示できるシステム登録データは UV~IR 透過スペクトルの 50 件のみです。

ユーザーデータ登録機能により、上記の表データを登録し、図表示することができます(第4章 6.2 (2) (B) <特性>⑧参照)。

(1) 表データの形式

表データの形式は CSV 形式で、次のとおりです。

```

図のタイトル
X-軸のラベル名と (単位), 最小値, 最大値
Y-軸のラベル名と (単位), 最小値, 最大値
X11, Y11
X12, Y12
:
X21, Y21
X22, Y22
:

```

X₁*とX₂*とは別の曲線です。一つの表データ中に複数の曲線を含むことができます。

(2) 表データのファイル名の付け方

表データのファイル名は次のとおりです。

expa_[ガラス ID].csv	:	熱膨張曲線	(例) expa_800017.csv
trns_[ガラス ID].csv	:	UV~IR 透過スペクトル	
abso_[ガラス ID].csv	:	UV~IR 吸収スペクトル	
refl_[ガラス ID].csv	:	UV~IR 反射スペクトル	
emis_[ガラス ID].csv	:	放射スペクトル	

このガラス ID は、ガラス番号の 6 桁の数値を使用します。

(3) 表データの格納先

表データのファイルは次のフォルダに格納します。(システムのアプリケーションフォルダ下です。)

...¥INTERGLAD7.0¥figure gp (スタンダード版の場合)
 ...¥INTERGLAD7.0SA¥figure gp (CD フル機能版の場合)

4. 曲線ガラス化範囲データ

ファクトデータから成るガラス化範囲データは、ガラス化組成を○、非ガラス化組成を×で表示する方法で、ユーザーデータ登録機能の新規登録画面から入力します。また、ファクトデータを伴わない境界線のためのデータについては、表データの形式で入力します。

(第4章 6.2 (2) (B) <組成>⑩参照)

表データは CSV 形式で、次のとおりです。

三角座標で表示された各点は、スムージング機能により曲線で結ばれるため、少ない点数でも滑らかな曲線として描かれます。また、終点を始点と同一点とすることにより、閉じた形状の曲線が描かれます。

1 つのガラス番号で描くことのできる曲線の本数は、1 本のみです。複数の本数の曲線については、ガラス番号を変えて入力する必要があります。

```

組成の単位*
成分 A の ID, 成分 B の ID, 成分 C の ID **
A1, B1, C1
A2, B2, C2
:
An, Bn, Cn
:

```

*組成の単位は、2桁の半角数字で表示します。mass%は「11」、mol%は「12」です。
**3つの成分は、ユーザーデータ登録機能でID番号順にソートされて登録されます。