



KeyFDTD 技術資料 分散性媒質の物性値設定方法

分散性媒質を解析する場合は分散モデルを用いて物性値を設定します。

分散モデルは prps ファイルに、

- ①「#物質名/RefractiveIndex (FrequencyDispersion)」
 - ②「#物質名/Epslnf 数値」
 - ③「#物質名/FrequencyDispersion (分散モデルの番号) 分散モデル名」
 - ④「#物質名/係数パラメータ名(分散モデルの番号) 数値」
- の 4 種類を順番に記載して設定します。

①でこの物性に分散モデルを用いることを宣言します。図1の設定で①行の記載が無い場合、図2(a)のようにオブジェクトの物性一覧に表示されません。

②、④は分散モデルの各係数パラメータと数値の指定です。分散モデルごとに設定する係数パラメータ一覧を表 1 に示します。

③は分散モデルの指定です。Debye、Drude、Lorentz モデルのうち 1 つを指定します。

図 1 に銀の波長分散性を Drude モデルで設定する例を示します。

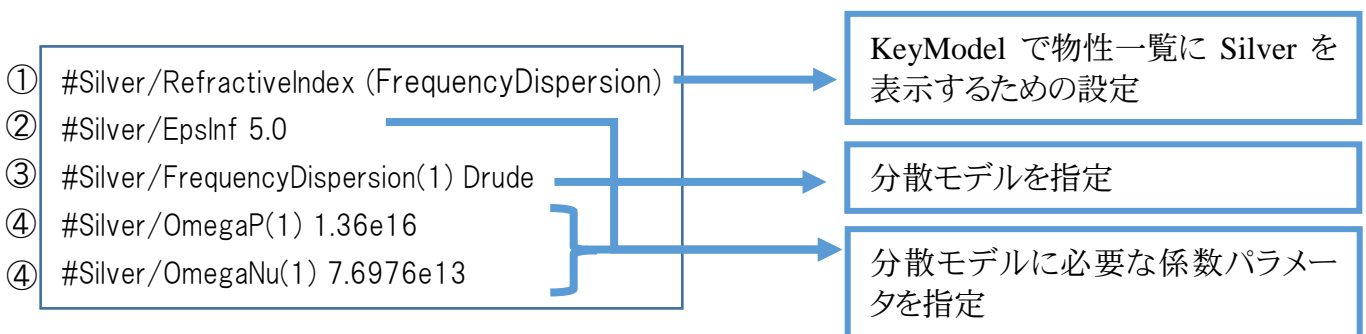
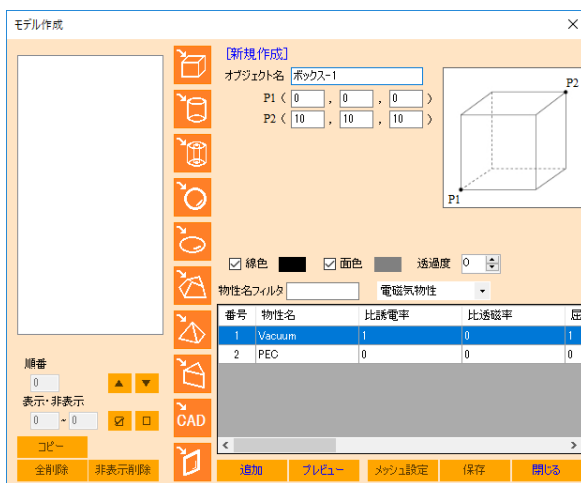
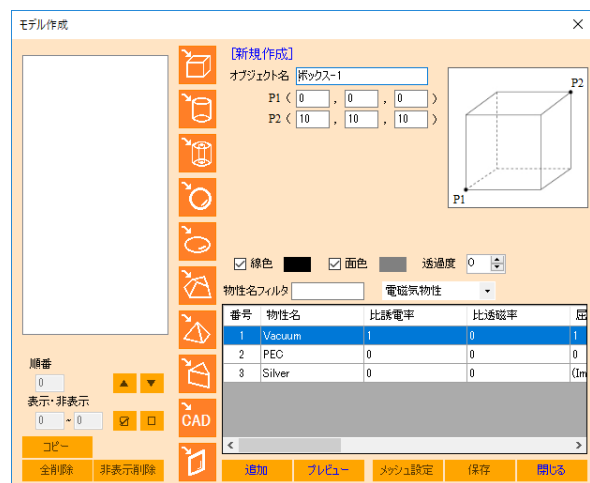


図 1. 銀の Drude モデル設定例



(a)①行を設定しない場合



(b)①行を設定した場合

図 2. KeyModel の分散パラメータを設定した物性一覧の表示



表 1. 各分散モデルと係数パラメータ

分散モデル	設定する係数パラメータ	prps ファイルにおける名称
共通	周波数 ∞ の誘電率(ϵ_∞)	EpsInf
Debye	静電界の誘電率(ϵ_s)から周波数 ∞ の誘電率(ϵ_∞)を引いた値	DeltaEps
	緩和時間[sec] (τ_0)	TauZero
Drude	プラズマ角周波数 [rad/sec] (ω_p)	OmegaP
	衝突周波数[rad/sec] (ν_c)	OmegaNu
Lorentz	静電界の誘電率(ϵ_s)から周波数 ∞ の誘電率(ϵ_∞)を引いた値	DeltaEps
	共振周波数[rad/sec] (ω_p)	OmegaP
	減衰係数[rad/sec] (δ_p)	DeltaP

各モデルの複素比誘電率の式は以下のとおりです。

Debye モデル:

$$\epsilon_r(\omega) = \epsilon_\infty + \frac{(\epsilon_s - \epsilon_\infty)}{1 + j\omega\tau_0}$$

$$\epsilon_r'(\omega) = \epsilon_\infty + \frac{(\epsilon_s - \epsilon_\infty)}{\omega^2\tau_0^2 + 1}, \quad \epsilon_r''(\omega) = \frac{(\epsilon_s - \epsilon_\infty)\omega\tau_0}{\omega^2\tau_0^2 + 1}$$

Drude モデル:

$$\epsilon_r(\omega) = \epsilon_\infty + \frac{\omega_p^2}{\omega(j\nu_c - \omega)}$$

$$\epsilon_r'(\omega) = \epsilon_\infty - \frac{\omega_p^2}{\omega^2 + \nu_c^2}, \quad \epsilon_r''(\omega) = \frac{\nu_c\omega_p^2}{\omega(\omega^2 + \nu_c^2)}$$

Lorentz モデル:

$$\epsilon_r(\omega) = \epsilon_\infty + (\epsilon_s - \epsilon_\infty) \frac{\omega_p^2}{\omega_p^2 + j\omega\delta_p - \omega^2}$$

$$\epsilon_r'(\omega) = \epsilon_\infty + (\epsilon_s - \epsilon_\infty) \frac{\omega_p^2(\omega_p^2 - \omega^2)}{(\omega_p^2 - \omega^2)^2 + \delta_p^2\omega^2}$$

$$\epsilon_r''(\omega) = (\epsilon_s - \epsilon_\infty) \frac{\omega_p^2\delta_p\omega}{(\omega_p^2 - \omega^2)^2 + \delta_p^2\omega^2}$$



1つの物質には最大5つまで Debye、Drude、Lorentz モデルを組み合わせられます。金の波長分散性を Drude モデル1つと Lorentz モデル2つでモデル化する設定例を図3に示します。

複数の分散モデルを設定する場合は、

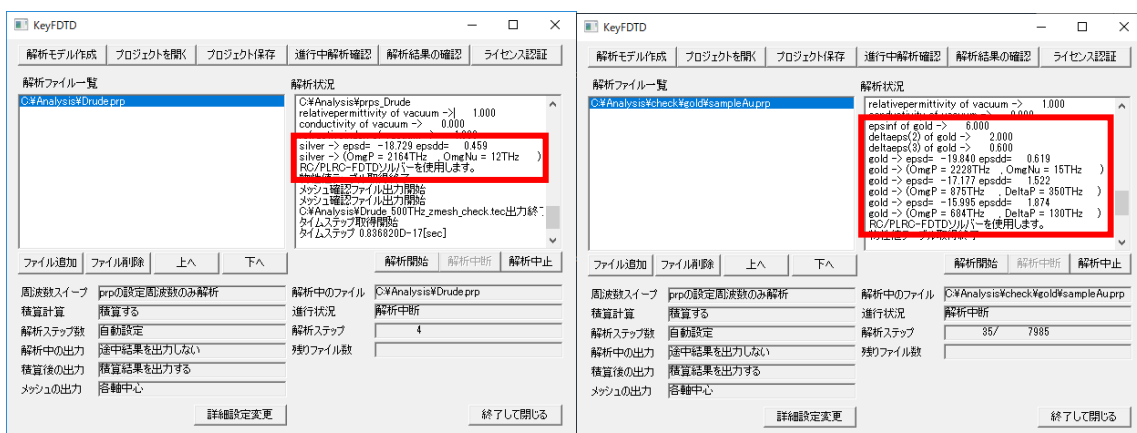
- ①「#物質名/RefractiveIndex (Imported)」
- ②「#物質名/EpsInf 数値」
- ③「#物質名/FrequencyDispersion (分散モデルの番号) 分散モデル名」
- ④「#物質名/係数パラメータ(分散モデルの番号) 数値」

の4つのうち①と②は最初のみ記載し、③と④を各分散モデルについて記載します。

- ① #Gold/RefractiveIndex (FrequencyDispersion)
- ② #Gold/EpsInf 6.00
- ③ #Gold/FrequencyDispersion(1) Drude
- ④ #Gold/OmegaP(1) 1.40e16
- ④ #Gold/OmegaNu(1) 9.80e13
- ③ #Gold/FrequencyDispersion(2) Lorentz
- ④ #Gold/DeltaEps(2) 2.00
- ④ #Gold/OmegaP(2) 5.50e15
- ④ #Gold/DeltaP(2) 2.20e15
- ③ #Gold/FrequencyDispersion(3) Lorentz
- ④ #Gold/DeltaEps(3) 0.600
- ④ #Gold/OmegaP(3) 4.30e15
- ④ #Gold/DeltaP(3) 8.17e14

図3. 金の複数の分散モデル設定例

分散モデルを設定した解析では、図4のように KeyFDTD の解析状況に設定した係数パラメータと「RC/PLRC-FDTD ソルバーを使用します。」の文字列が表示されます。図4(a)が図1の設定で銀を解析した場合、図4(b)が図3の設定で金を解析した場合の表示です。



(a)図1の設定で解析

(b)図3の設定で解析

図4. 分散モデル設定時の解析中の表示