



JMatPro Ti 合金 機能概要と計算例

V12.0

株式会社ユーイーエス・ソフトウェア・アジア

2020.10.14

Ti 合金の対応成分と計算項目

The screenshot shows the JMatPro software interface. On the left, a table lists the composition of the alloy in weight percent (Wt %):

Element	Wt %
Ti	88.965
Al	6.51
Cr	0.0
Cu	0.0
Fe	0.18
H	0.0
Mn	0.0
Mo	0.0
Nb	0.0
Ni	0.0
Re	0.0
Ru	0.0
Si	0.0
Sn	0.0
Ta	0.0
V	4.13
Zr	0.0
C	0.02
O	0.185
N	0.01
B	0.0

Below the table, the alloy is identified as **Ti6Al4V**. On the right, the **Calculations** tab is selected, showing a list of properties to be calculated for the **Titanium Alloy**:

- Thermodynamic Properties:** Step Temperature, Step Concentration, Profile, Single, Isopleth
- Solidification:** Phases and Properties, Homogenisation
- Mechanical Properties:** Strength and Hardness, High Temperature Strength, Creep, Flow Stress Analysis, Processing Map, Fatigue Related, Fracture Toughness
- Thermo-Physical Properties:** Extended General, Dynamic
- Phase transformation:** TTT/CCT Diagrams, Cooling Phases, Cooling Properties, Energy Changes, Isothermal
- Others:** Dissimilar Metal Welds

計算内容

	JMatPro Ti合金 V12	計算内容
平衡状態図	平衡状態図 Step Temperature	入力された成分組成での平衡状態図計算
Thermodynamic Properties	等値曲線図 Isopleth	成分組成のうち特定な元素濃度を变化させた平衡状態図計算
凝固物性値	凝固物性値 Phases and Properties	逆拡散と冷却速度を考慮したScheil-Gulliverによる凝固熱物性値を計算
Solidification	均質化熱処理 Homogenisation	均質化熱処理での各元素の時間経過による析出量を計算
機械的物性値	室温強度、硬度 Strength and Hardness	析出物粒径に対する室温強度、硬度を計算
Mechanical Properties	高温強度 High Temp. Strength	温度、ひずみ速度依存の0.2%耐力を計算。
	応力-ひずみ曲線 Stress - Strain curve	計算された0.2% 耐力から、指定温度の応力-ひずみ曲線を計算
	成形限界線図 (Forming limit diagram)	計算された0.2% 耐力から、指定温度の成形限界曲線を計算
	クリープ Creep	クリープ率、破断寿命を計算
	流動応力 Flow stress	温度、ひずみ速度依存の流動応力を計算。
	熱間加工マップ Processing Map	熱間鍛造の加工条件と形成される微細組織変化を示すマップを計算
	疲労強度計算パラメータ Fatigue Related	疲労強度パラメータを計算
	破壊靱性 Fracture Toughness	室温での平面ひずみ破壊靱性とシャルピーVノッチ衝撃エネルギーを計算
	強度/硬度変換 Strength and Hardness conversion	0.2%耐力、引張応力、硬度から他のものへの変換計算
熱物性値	熱物性値 Extend General	指定された熱処理温度で相分率を固定し物性値を計算
Thermo-Physical Properties	熱物性値 Dynamic	平衡状態計算での物性値を計算
相変態	TTT/CCT曲線 TTT/CCT Diagram	TTT/CCTを計算
Phase transformation	熱処理による相変態 Cooling phase	冷却速度を考慮して相変態を計算
	熱処理による物性値計算 Cooling properties	冷却速度を考慮して物性値を計算
	エネルギー変化 Energy Changes	Beta相から各相へのギブスエネルギー変化を計算
	恒温変態 Isothermal	恒温変態によるAlpha析出量を計算
その他	異種金属溶接 Dissimilar Metal Welds	成分違いの材料を溶接した場合の各成分の拡散を計算
Others		
データ出力	凝固解析 Casting Data Export	ProCAST, MAGMA, JSCAST, ADSTEFAN, AnyCasting, Thercast, Flow3D, Novacast, LVMFlow
Data export	鍛造解析 Forming Data Export	FORGE, DEFORM, Qform, Abaqus
	汎用 Multi-Purpose Data Export	Simufact (Single phase)

※ 計算される熱物性値

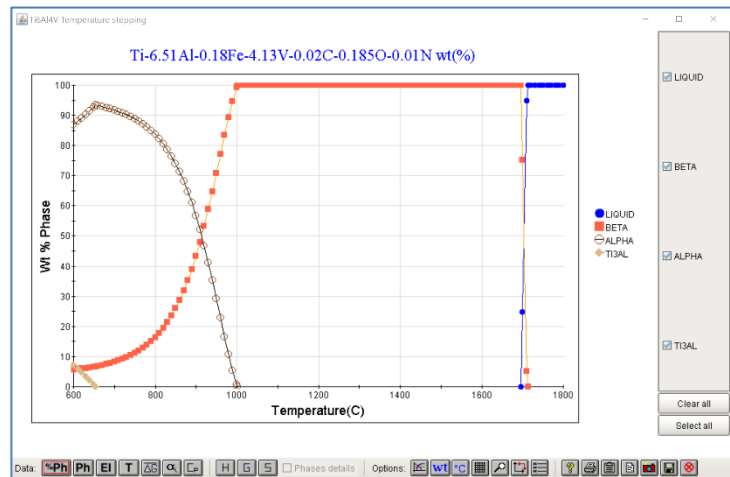
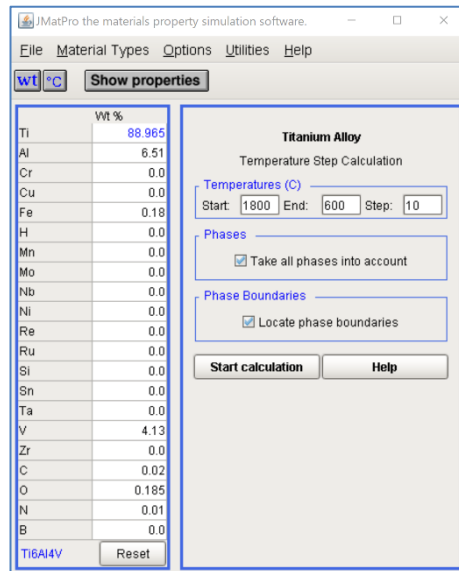
凝固率*、液相率、密度*、モル体積*、体積変化、線膨張率、熱伝導率*、電気抵抗率、電気伝導率、ヤング係数*、体積弾性率*、せん断弾性係数*、ボアソン比*、液体粘性、トータル粘性、液体拡散率、トータル拡散率、表面張力、エンタルピー、比熱、潜熱
※ *は相毎にも出力

物性値計算例

1. 平衡状態図 (Thermodynamic Properties)

① Step Temperature

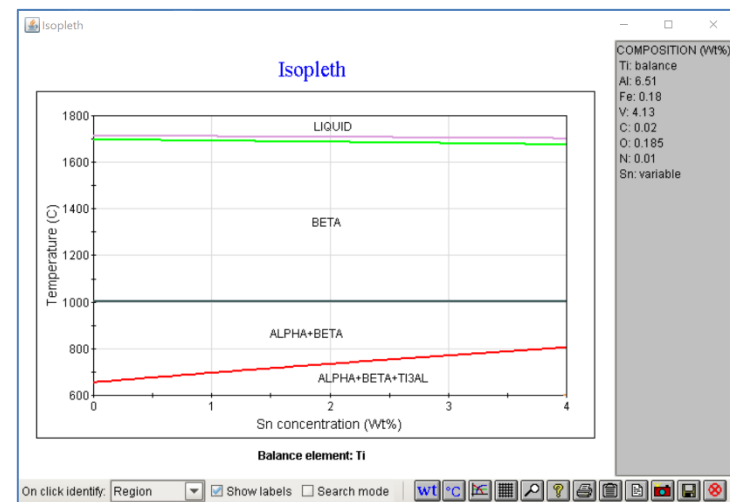
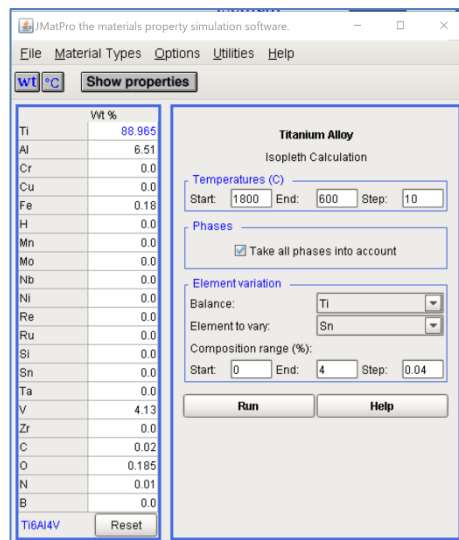
平衡状態での状態図を計算します。



② Isopleth

入力された成分組成で特定な元素濃度を变化させた場合の状態図を計算します。

Sn を 0.0~4.0 まで変化させ、Ti で Balance させた場合の状態図。



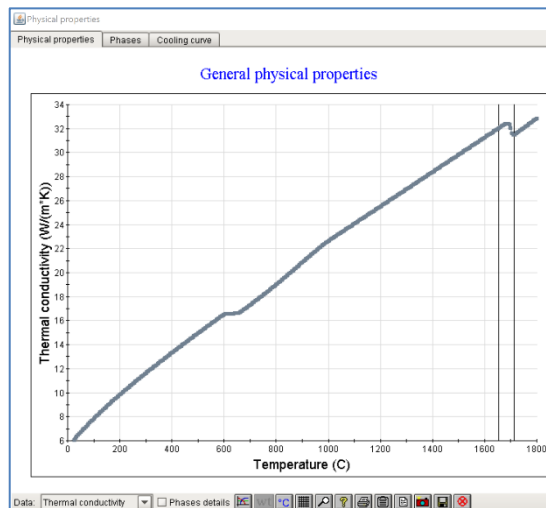
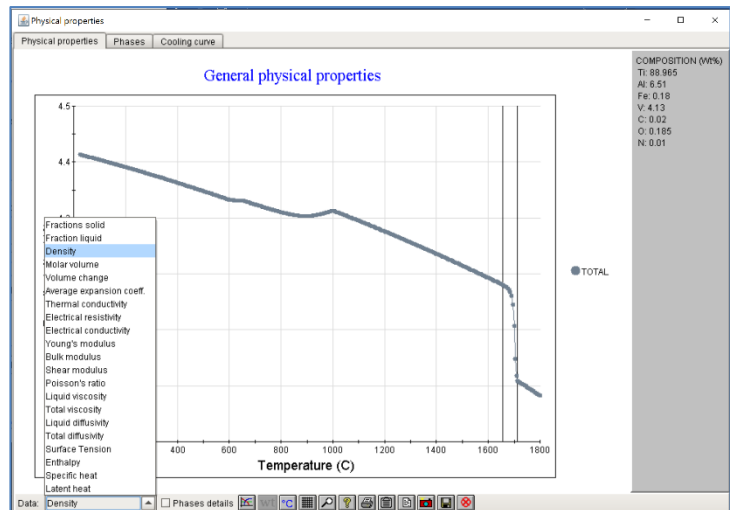
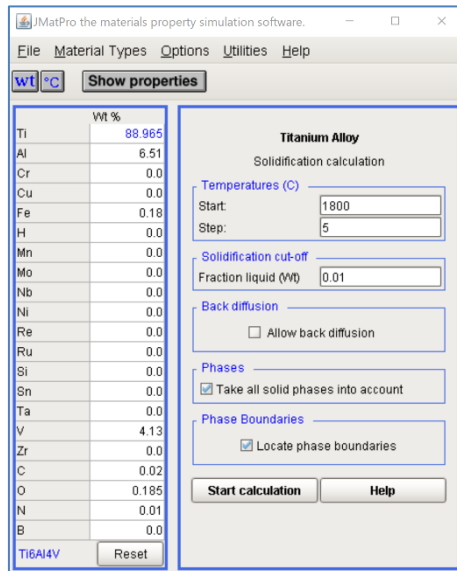
2. 凝固 (Solidification)

① Solidification properties

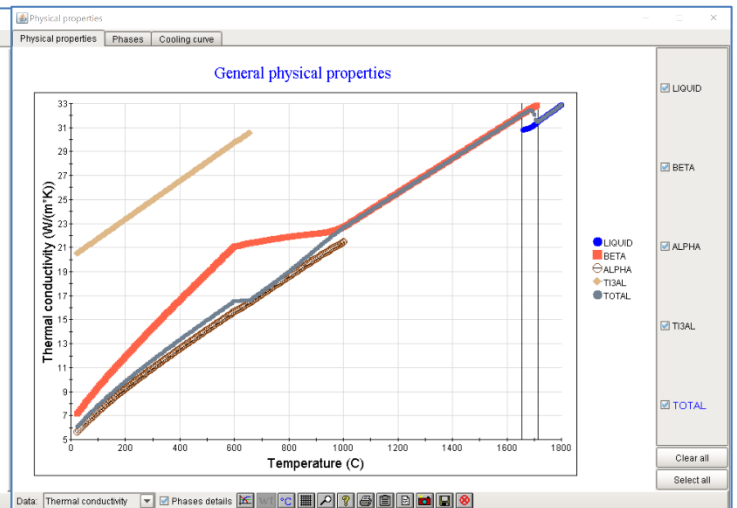
下記の凝固物性値を計算をします。オプションで Back Diffusion を考慮でき、冷却速度の指定ができます。

相%、密度*、モル体積*、線膨張、平均線膨張率、熱伝導率*、電気抵抗率、電気伝導率、ヤング係数*、体積弾性率*、せん断弾性係数*、ポアソン比*、液体粘性、トータル粘性、表面張力、エンタルピー、比熱、潜熱

* 相毎の物性値も出力可



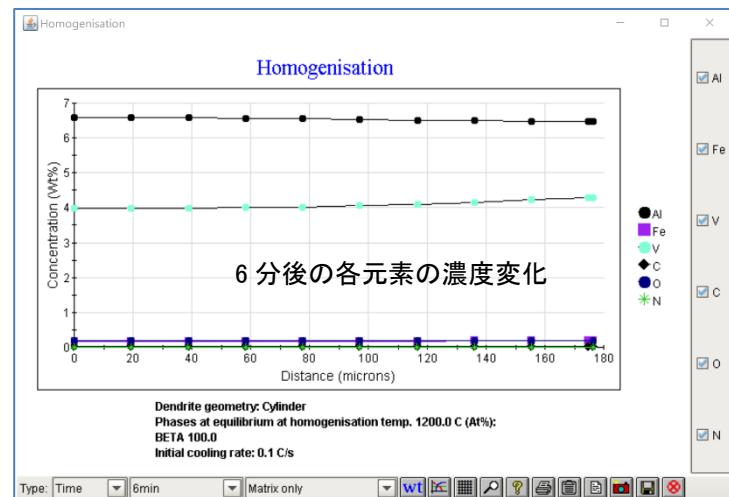
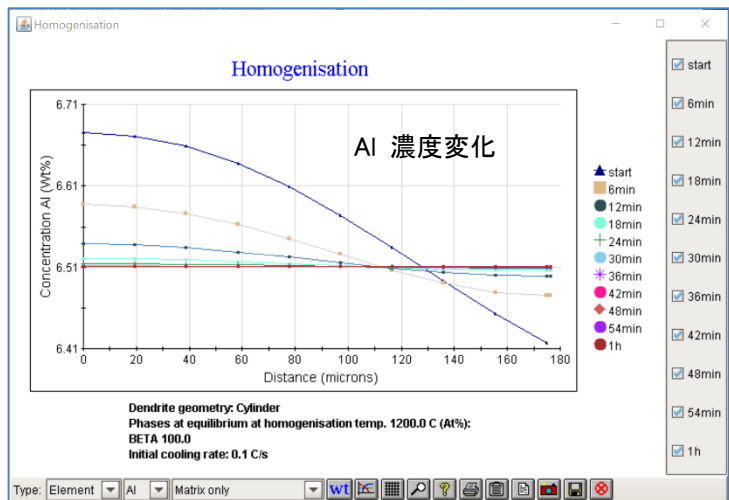
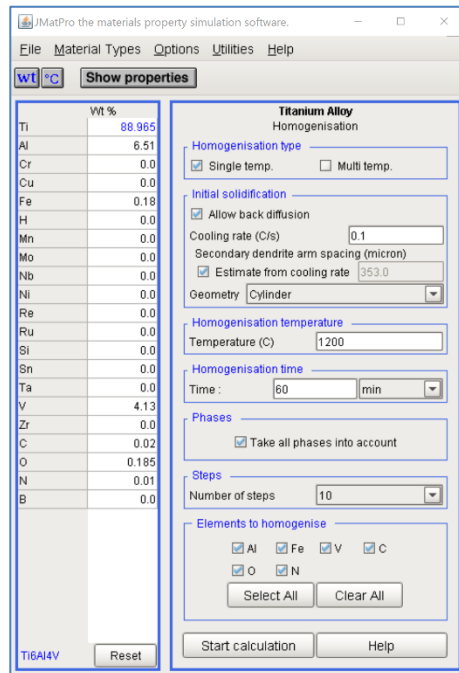
熱伝導率



相毎熱伝導率

② Homogenisation

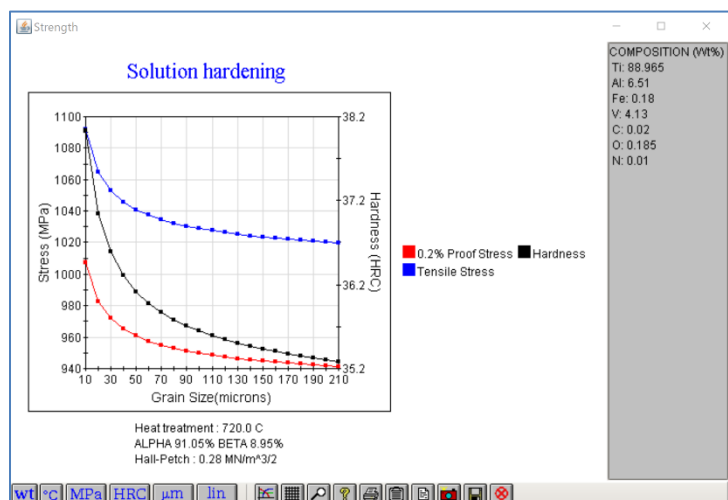
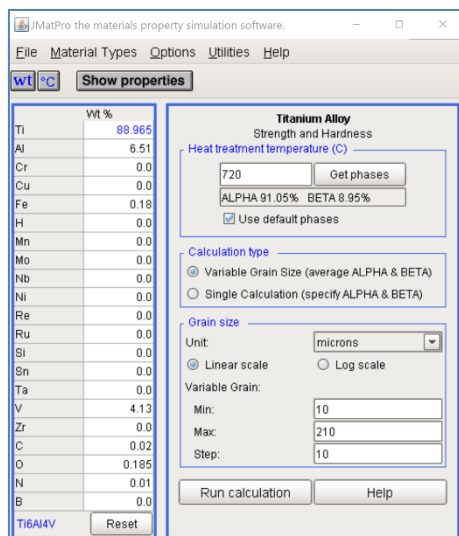
均質化熱処理での各元素の時間経過による析出量を計算



3. 機械的物性値 (Mechanical Properties)

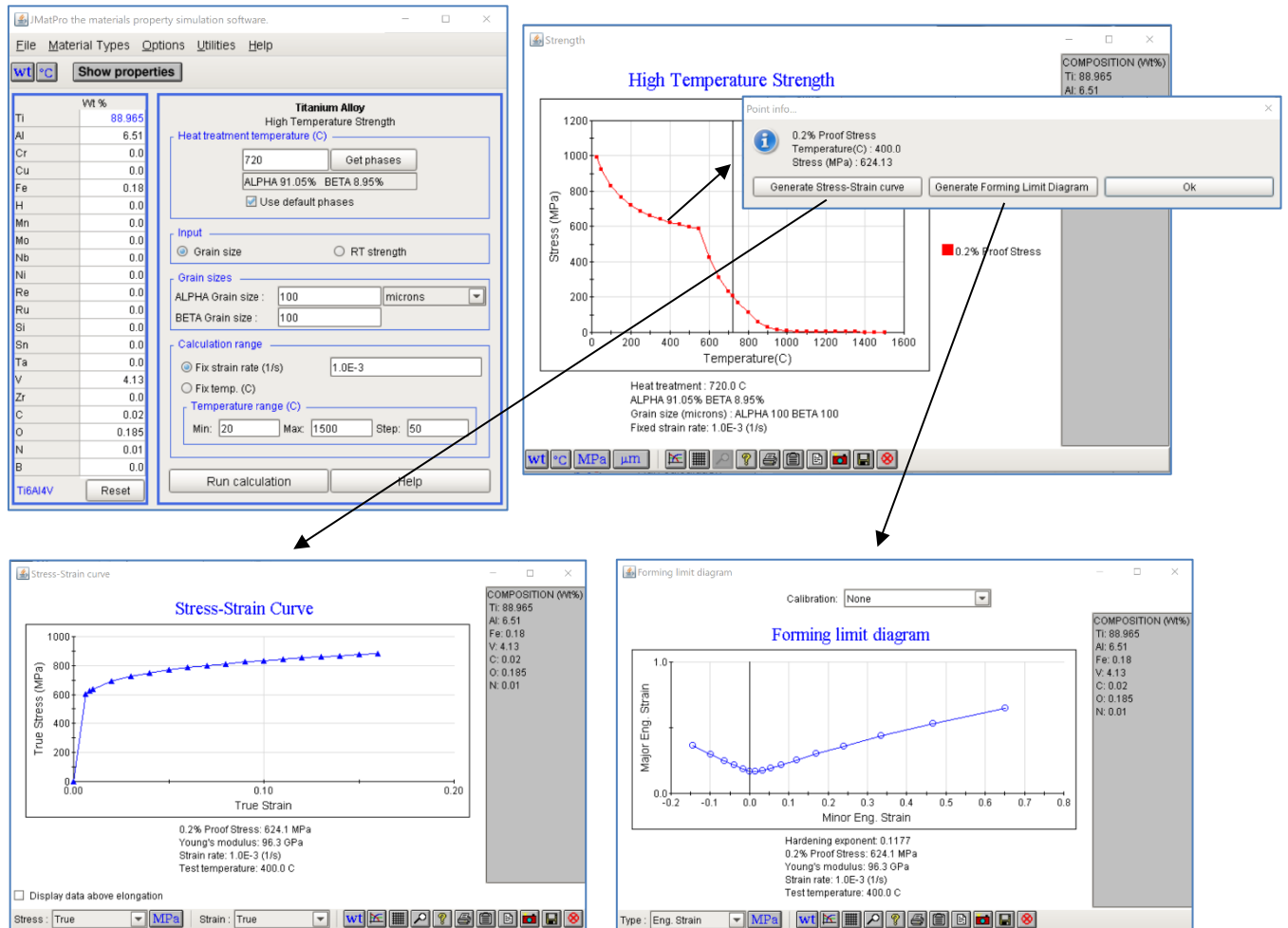
① Strength and Hardness

各粒径に対する室温強度、硬度を計算



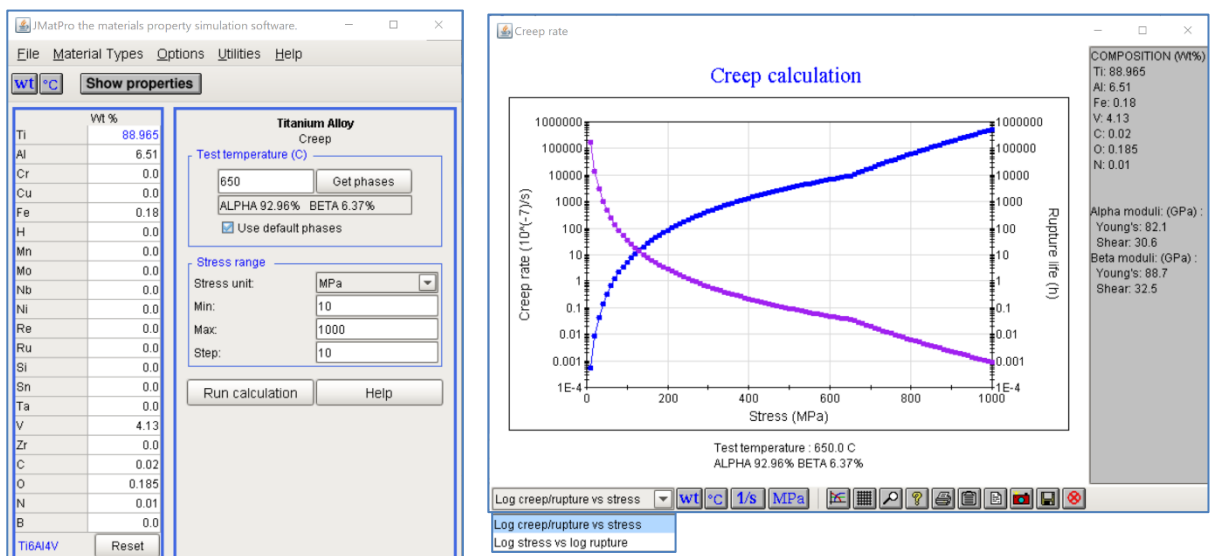
② High Temperature Strength

Matrix 粒径か室温強度を入力して、温度、ひずみ速度依存の 0.2%耐力を計算。
さらに、計算された 0.2%耐力から S-S 曲線と成形限界線図 (FLD Forming Limit Diagram) を計算、



③ Creep

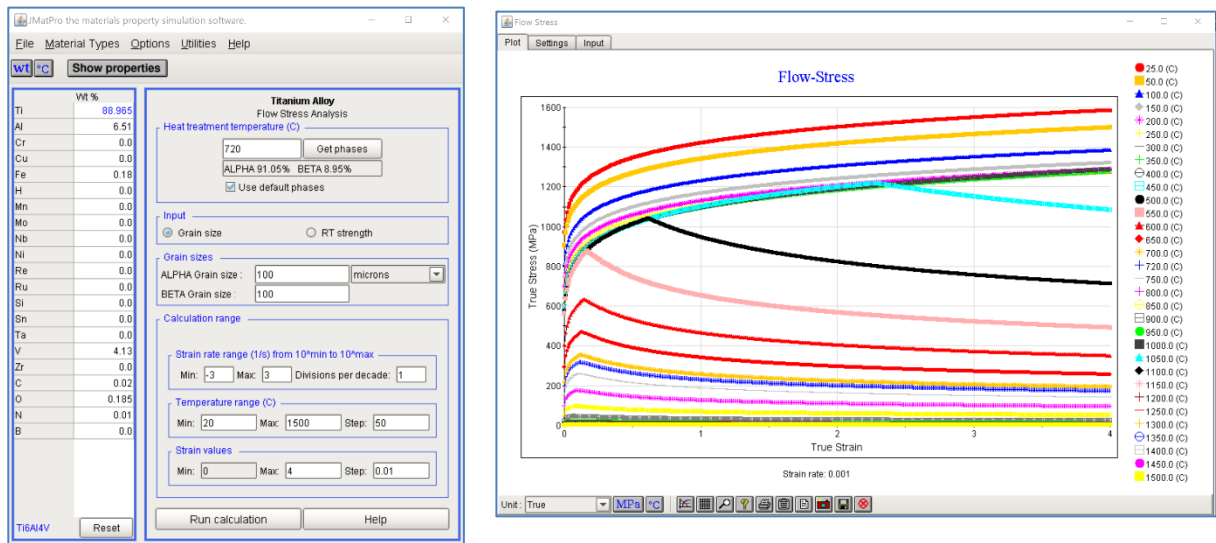
クリープ率、破断寿命の計算



※Log creep/rupture vs stress, Log stress vs log rupture が出力できます。

④ Flow stress

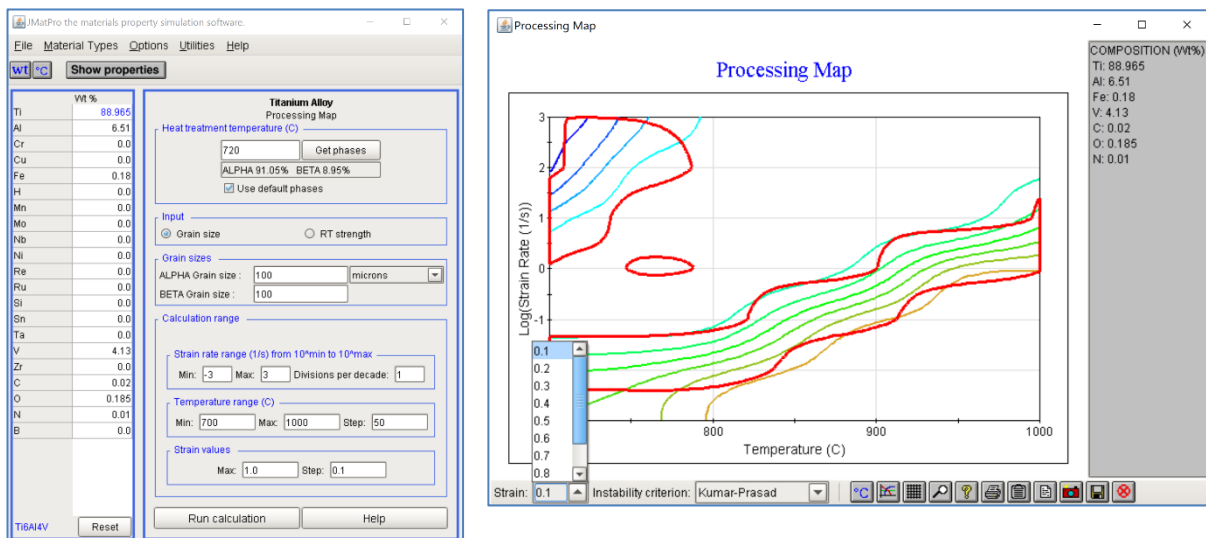
温度、ひずみ速度依存の流動応力を計算



⑤ Processing map

熱間鍛造の加工条件と形成される微細組織変化を示すマップを計算

金属合金が高温で変形を受けると微細構造に変化を受けることがあり、その変化がポイドの形成、ウエッジクラッキングを生じると欠陥となる。Process Map は、変形の際にその微細構造が変化する容易さに関する情報を不安定な流動応力の輪郭を描かれた領域と組み合わせることによって、合金の熱間加工性を表す。そのため、この Map は理想的な加工条件を評価するための有用なツールとなる。



⑥ Fatigue Related

疲労強度の算定に必要なパラメータ、破壊ひずみ、破壊応力、ヤング係数を計算し、疲労ひずみ/サイクルを推定する。

JMatPro the materials property simulation software.

File Material Types Options Utilities Help

WT °C Show properties

Ti 88.965
Al 6.51
Cr 0.0
Cu 0.0
Fe 0.18
H 0.0
Mn 0.0
Mo 0.0
Nb 0.0
Ni 0.0
Re 0.0
Ru 0.0
Si 0.0
Sn 0.0
Ta 0.0
V 4.13
Zr 0.0
C 0.02
O 0.185
N 0.01
B 0.0

Ti6Al4V Reset

Titanium Alloy
Fatigue Related

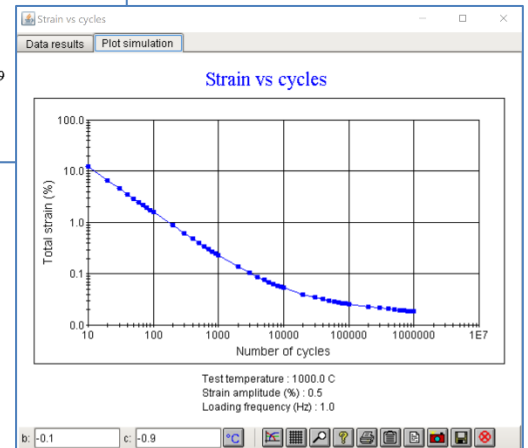
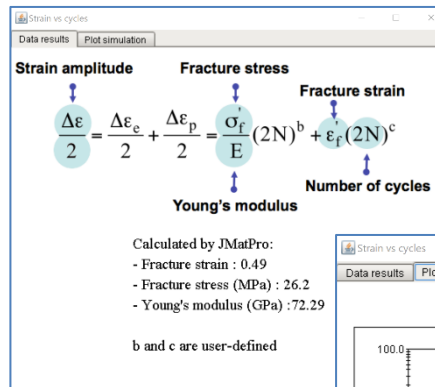
Heat treatment temperature (°C)
720 Get phases
ALPHA 91.05% BETA 8.95%
☒ Use default phases

Input
☒ Grain size ☐ RT strength

Grain sizes
ALPHA Grain size: 100 microns
BETA Grain size: 100

Conditions
Strain amplitude (%) 0.5
Loading frequency (Hz) 1.0
Temperature (°C) 1000

Run calculation Help



⑦ Fracture toughness

破壊靱性の計算

JMatPro the materials property simulation software.

File Material Types Options Utilities Help

WT °C Show properties

Ti 88.965
Al 6.51
Cr 0.0
Cu 0.0
Fe 0.18
H 0.0
Mn 0.0
Mo 0.0
Nb 0.0
Ni 0.0
Re 0.0
Ru 0.0
Si 0.0
Sn 0.0
Ta 0.0
V 4.13
Zr 0.0
C 0.02
O 0.185
N 0.01
B 0.0

Ti6Al4V Reset

Titanium Alloy
Fracture Toughness

Heat treatment temperature
Temp. (°C) 710

Room temperature 0.2% proof stress
1000 MPa

Start calculation Help

Fracture toughness

INPUT:
Heat treatment temperature: 710.0C
ALPHA: 91.34wt% 91.55at%
BETA: 8.66wt% 8.45at%
RT 0.2% proof stress: 1000.0MPa / 145.0ksi

CALCULATION RESULTS:
Plane strain fracture toughness KIC:
If ALPHA morphology is acicular: 61.6(MPa*m^{0.5}) / 56.1(ksi*in^{0.5})
If ALPHA morphology is equiaxed: 52.1(MPa*m^{0.5}) / 47.5(ksi*in^{0.5})
Charpy V-notch impact energy CVN:
If ALPHA morphology is acicular: 15.8(J) / 11.7(ftlbs)
If ALPHA morphology is equiaxed: 14.2(J) / 10.5(ftlbs)

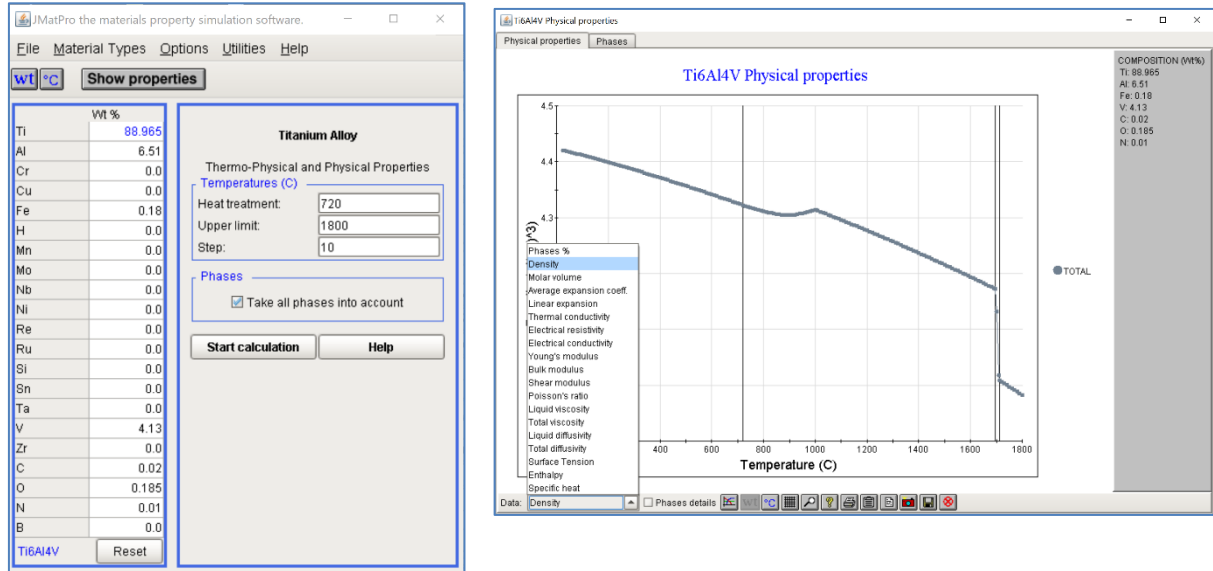
Save to material file

Close

4. 熱物性 (Thermo-Physical Properties)

① Extend General

指定された熱処理温度で相分率を固定し物性値の計算を行います。熱処理温度までは平衡状態で相分率を計算しています。

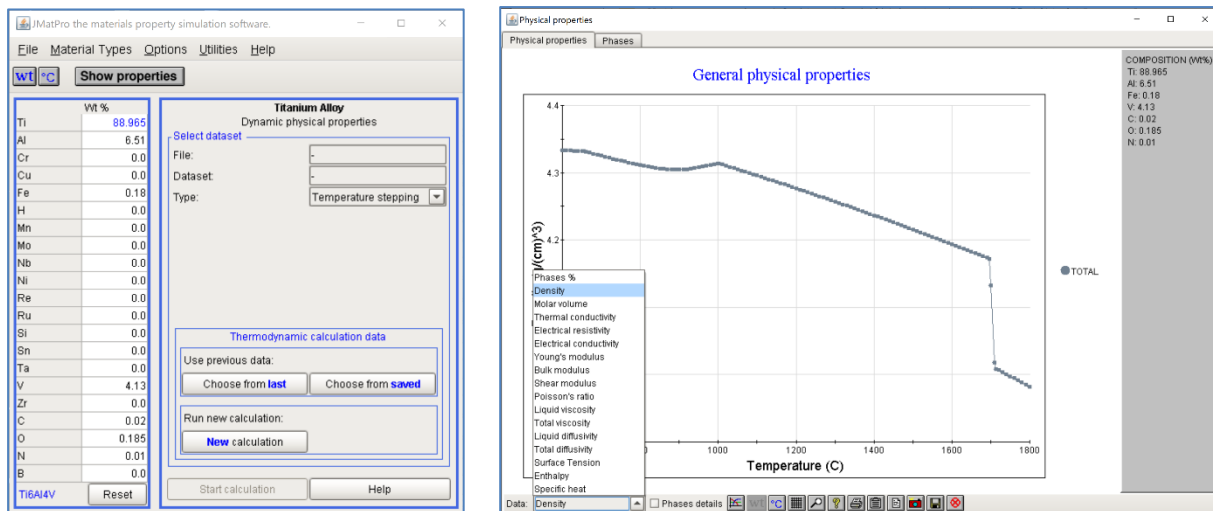


※計算される物性値

相%、密度*、モル体積*、線膨張、平均線膨張率、熱伝導率*、電気抵抗率、電気伝導率、ヤング係数*、体積弾性率*、せん断弾性係数*、ポアソン比*、液体粘性、トータル粘性、液体拡散係数、トータル拡散係数、表面張力、エンタルピー、比熱
* 相毎の物性値も出力可

② Dynamic

平衡状態計算での物性値を計算します。

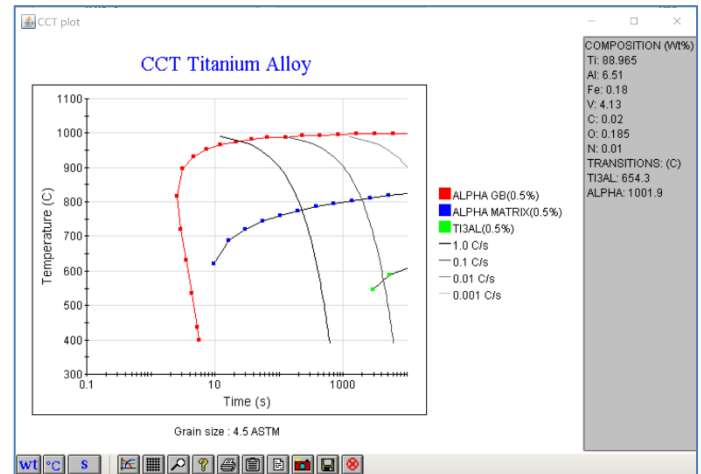
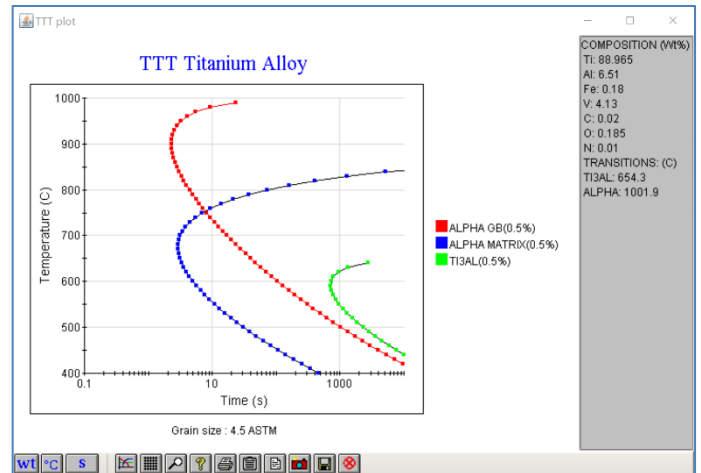
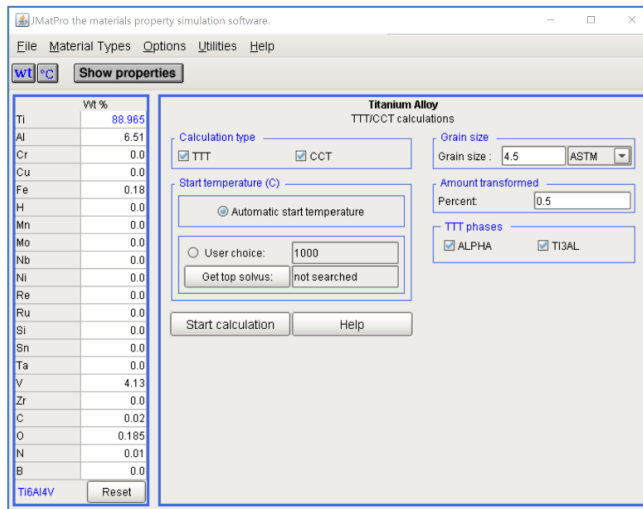


※計算される物性値は、Extend General と同じです。

5. 相変態 (Phase transformation)

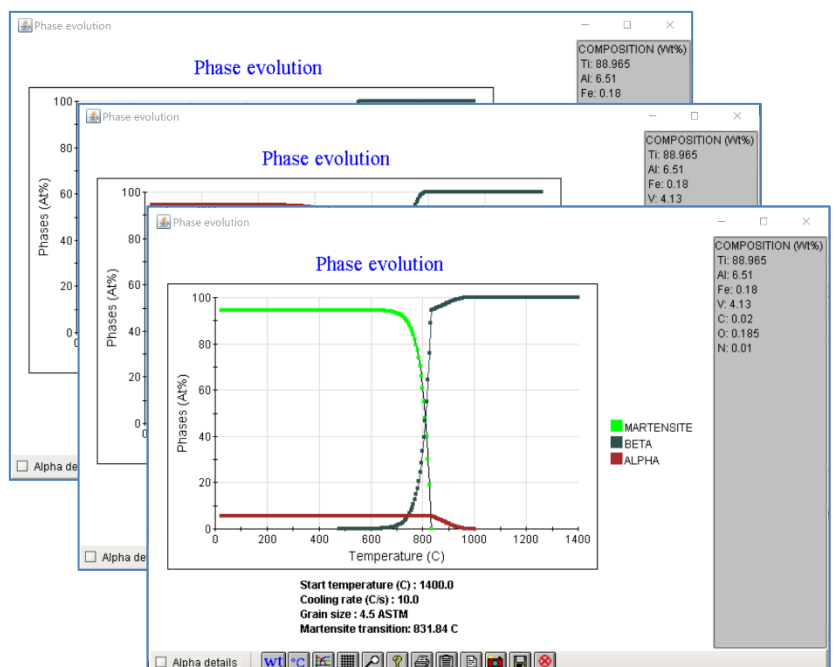
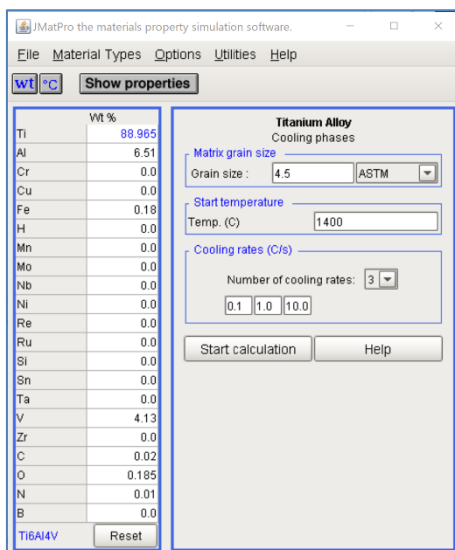
① TTT/CCT

TTT/CCT の計算



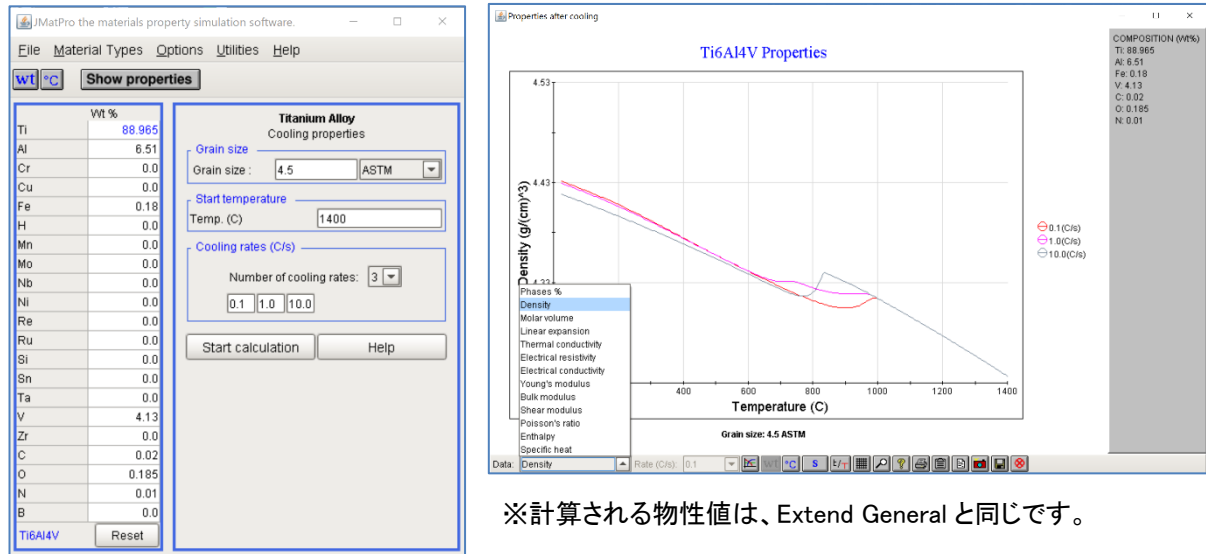
② Cooling phase

冷却速度を考慮して熱処理による相変態を計算



③ Cooling properties

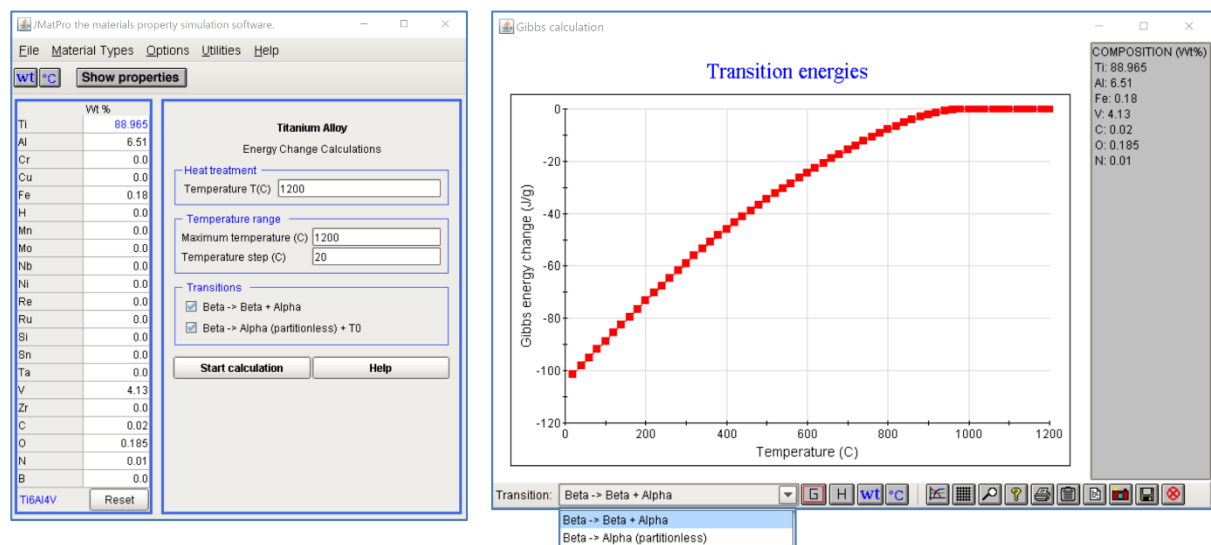
冷却速度を考慮して熱処理による物性値を計算



※計算される物性値は、Extend General と同じです。

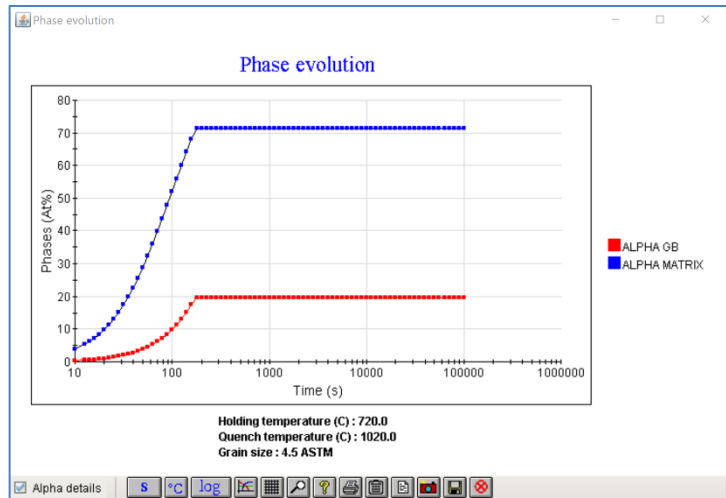
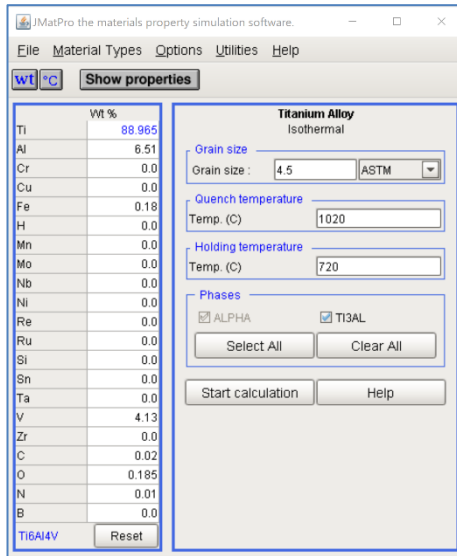
④ Energy Changes

Beta から各相へのギブスエネルギー変化を計算



※ Beta -> Beta + Alpha, Beta -> Alpha (partitionless)

④ Isothermal 恒温変態による Alpha 析出量を計算



6. その他 (Others)

① Dissimilar Metal Welds 成分違いの材料を溶接した場合の各成分の拡散を計算。

