

Table.1 Chemical composition (mass%) of the steel, ASME SA-213 T91

Al	C	Cr	Mn	Mo	N	Nb	Ni	Si	V	Fe
0.001	0.09	8.70	0.35	0.90	0.044	0.072	0.28	0.29	0.22	Bal.

Table.2 Heat treatment condition

1500 C
 25 C
 Normalizing 1050 C , 600 sec
 25 C
 Tempering 765 C , 1800 sec
 25 C
 650 C , 5000*3600 sec



Table.3 Software

MatCalc v6.02 (0.031)
 mc_fe_v2.058

Zet0, Zet1 equivalent interf. energy for Z-phase nucl. Is 0.12
 based on a heat_treatment_9Cr_steel.mcs script file.

Reference : (experiment)

Precipitation of Z-phase and Precipitation Sequence during Creep Deformation of Mod. 9Cr-1Mo Steel (Japanese)
 K.Suzuki, S.Kumai, H.Kushima, K.Kimura, F.Abe, Tetsu-to-Hagane, 89 (2003), 691-698.

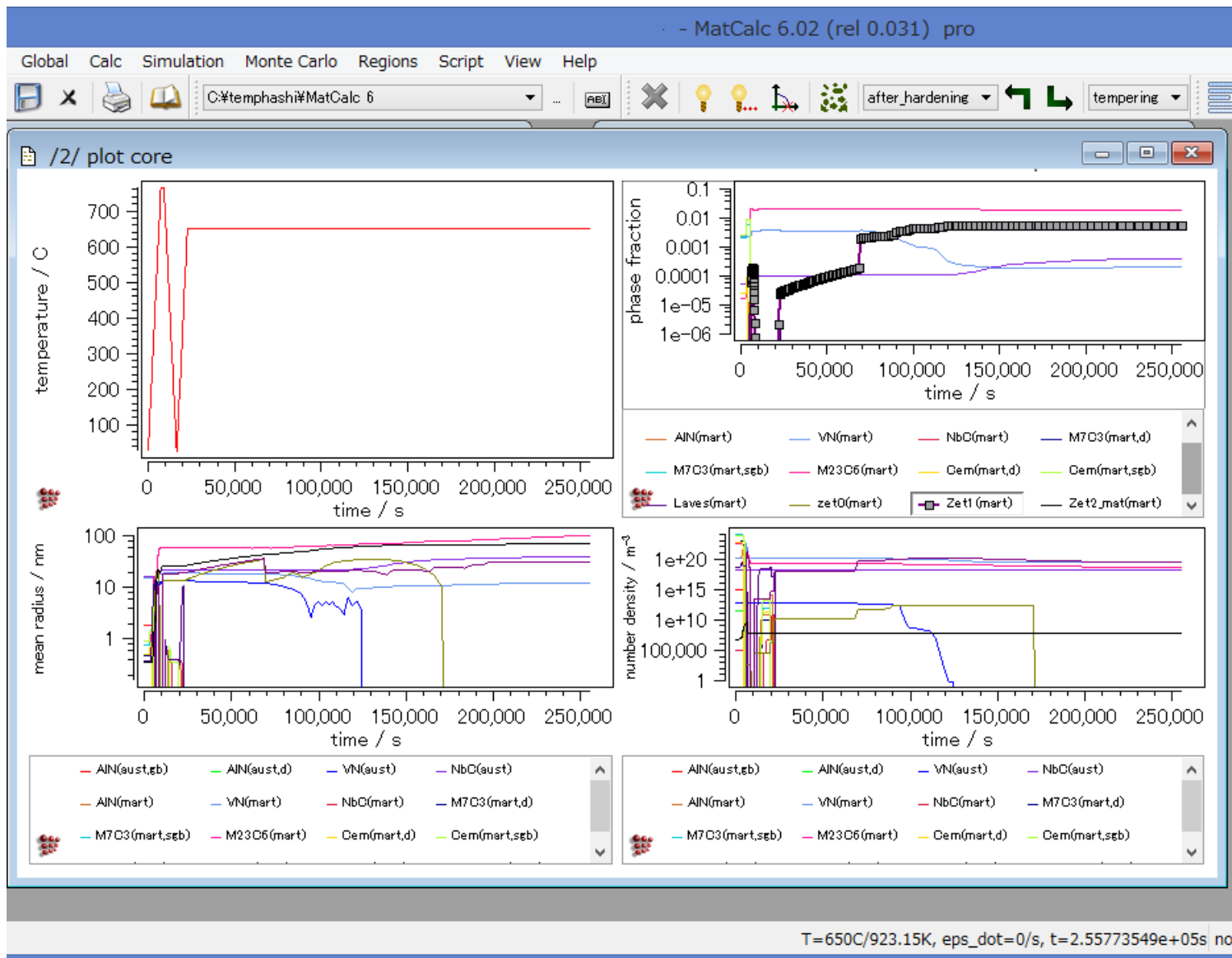


Fig.1 Screen image of MatCalc , at time 2.5e+5 sec

0.12 の場合

Zet相の定義

- Zet0相 親を VN_P0 とし dislocation析出 in austenite
equivalent interf. energy is 0.12
- Zet1相 親を VN_P1 とし dislocation析出 in ferrite(mart)
equivalent interf. energy is 0.12
Time=80,000secにてVN相より増える
- Zet2相 dislocation析出 directly in ferrite(mart)

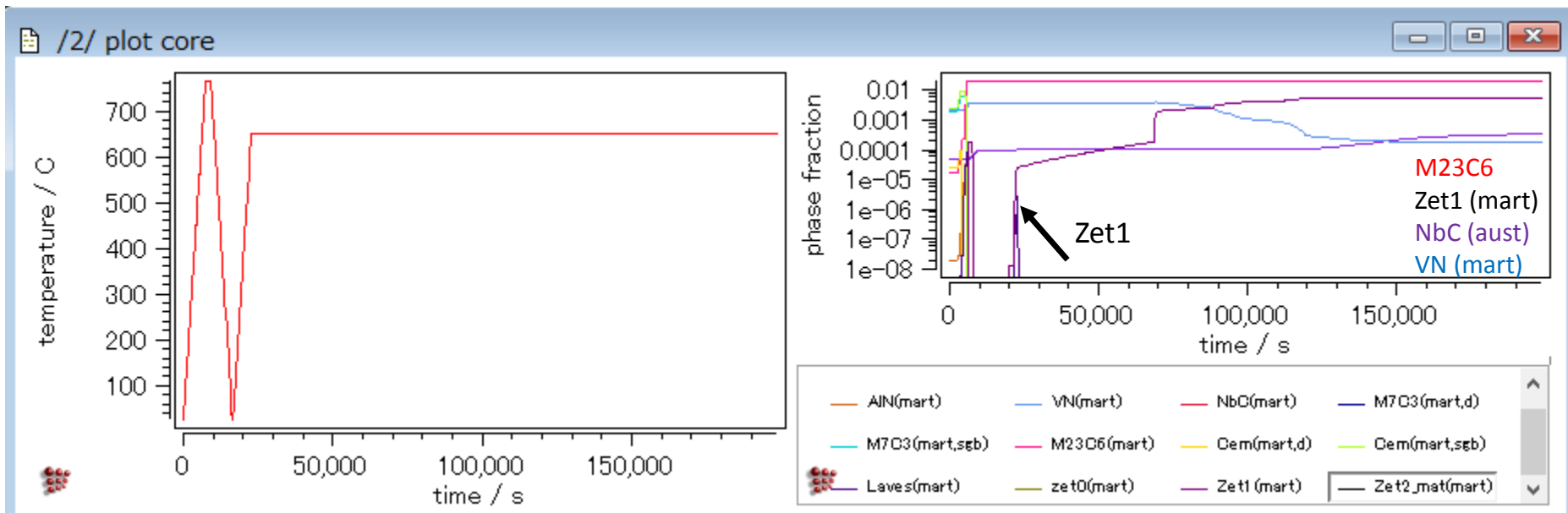


Fig.2 Zet1-phase data plot

参考結果

0.20 の場合

Zet相の定義

Zet0相 親を VN_P0 とし dislocation析出 in austenite
equivalent interf. energy is 0.2

Zet1相 親を VN_P1 とし dislocation析出 in ferrite(mart)
equivalent interf. energy is 0.2

Time=1e+6 sec にてVN相より増える

Zet2相 dislocation析出 directly in ferrite(mart)

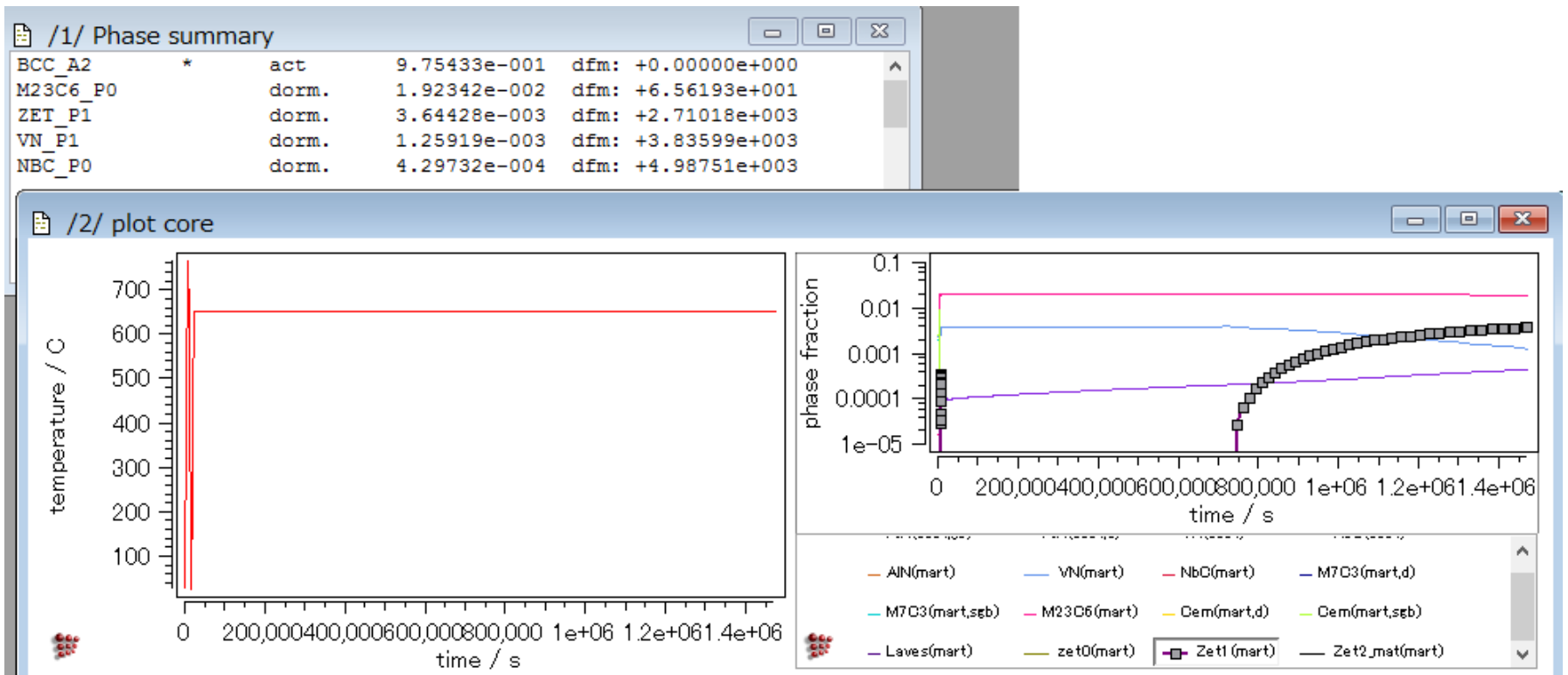


Fig.3 Zet1-phase data plot

まとめ

MatCalcソフトウェアは、Z-phase nucleation kinetics を計算できる。
half-physical model for the transformation of VN-particles into Zet-phase is used.

時間経過後に

VN_P1相が減り、Zet1_P1相が増える事をシミュレーション出来た。

Zet相の析出は、パラメータ equivalent interface energy に大きく影響し
0.12 では短時間で析出している。この値を変えることで析出開始時間
が大きく変わる。

熱力学モデル

VN相とはFCC_A1相と同じモデルであり

主構成元素は VN (Cr, Mo, Nb, V : N)

Zet相とは窒化物であり

主構成元素は Cr(V)N (Cr, Fe : Mo, Nb, V : N)

株式会社材料設計技術研究所