

In[115]:=

```
(* =====
数理安全保障モデル（輸入依存度 k 版）:修正版
Associationではなく直接変数で定義=====*)
(*▼ パラメータ設定*)
alpha0 = 10.0 × 10^6;
beta = -0.6;
r = 15;
k = 0.2;

t0 = 0; t1 = 100; cho = 10^12;
FMprod0 = 550. cho; FMwprod0 = 5500. cho;

t10 = 1.45; gT1 = 0.01;
Gprod0 = 1000. cho; gProd = 0.05;
Gtrans0 = 300. cho; gTran = 0.005;
Cprivprod0 = 4000. cho; gprivprod = 0.003;
Cprivtrans0 = 1000. cho; gprivtran = 0.0005;
Gwprod0 = 1000. cho; gwProd = 0.025;
Gwtrans0 = 500. cho; gwTran = 0.001;
pop0 = 124 000 000;
Cprivprod[t_] := Cprivprod0 Exp[gprivprod t];
|指数関数
Cprivtrans[t_] := Cprivtrans0 Exp[gprivtran t];
|指数関数
tau = 3; (*ss 平滑化の時間スケール*)
hrLow = 0.7; (*ここまでは積極財政OK領域*)
test = 20;
hrHigh = 1; (*ここを超えると強めにブレーキ*)
policyScale[t_] :=
  Piecewise[{ {1, sshrbar[t] ≤ hrLow}, { ((hrHigh - sshrbar[t]) / (hrHigh - hrLow)) ^ 10,
|区分
  hrLow < sshrbar[t] < hrHigh}, {0, sshrbar[t] ≥ hrHigh}}];

l = 0.6 (*7.7 10^7/124000000*);
(*▼ 外生系列の定義（必要に応じて差し替え）*)
t1[t_] := t10 Exp[gT1 t];
|指数関数
alpha[t_] := alpha0 t1[t]^beta;

GprodBase[t_] := Gprod0 Exp[gProd t];
|指数関数
GtransBase[t_] := Gtrans0 Exp[gTran t];
|指数関数
Gwprod[t_] := Gwprod0 Exp[gwProd t];
|指数関数
Gwtrans[t_] := Gwtrans0 Exp[gwTran t];
|指数関数
dGprodBase[t_] := GprodBase'[t];
dGprod[t_] := dGprodBase[t] × policyScale[t];
dCprivprod[t_] := Evaluate[shockCprod[t] × Cprivprod'[t]];
|評価
```

```

dGtransBase[t_] := GtransBase'[t];

dGtrans[t_] := dGtransBase[t] × policyScale[t];
dCprivtrans[t_] := Evaluate[shockCtrns[t] × Cprivtrans'[t]];
    評価

CAprod[t_] := 0;
CAtrans[t_] := 0;
dCAprod[t_] := CAprod'[t];
dCAtrans[t_] := CAtrans'[t];
(*金融ショックのパラメータ*)
tShockCprod = 40;
    (*ショック中心時点(年)*)
ampCprod = 6; (*落ち幅: 0.3→30% 減少*)
widthCprod = 2; (*ショックの「幅」: 大きいほどゆっくり*)

tShockCtrns = 40;
ampCtrns = 6;
widthCtrns = 2;

(*ショック係数: 1 から一時的に (1-amp) まで落ちる*)
shockCprod[t_] := 1 - ampCprod × Exp[-((t - tShockCprod) ^ 2 / (2 widthCprod ^ 2))];
    指数関数

shockCtrns[t_] := 1 - ampCtrns × Exp[-((t - tShockCtrns) ^ 2 / (2 widthCtrns ^ 2))];
    指数関数

dGwprod[t_] := Gwprod'[t];
dGwtrans[t_] := Gwtrans'[t];
(*▼ ODE系の定義*)
Clear[FMprod, FMwprod];
クリア
FMtrans[t_] := dGtrans[t] + dCprivtrans[t] + dCAtrans[t];
FMwtranssol[t_] := dGwtrans[t];
beta0 = 0.03;
hstar = 0.02;
kappa = 6;
delta0 = 0.010012;
lambda = 0.4;
sigma[x_] := 1 / (1 + Exp[-kappa (x - hstar)]);
    指数関数

X[t_] :=
    (dGprod[t] + dCprivprod[t] + FMprod[t] + FMtrans[t] + k (FMwprod[t] + FMwtranssol[t]));
Pf[t_] := X[t] / (t1[t] × FMprod[t]);
Pl[t_] := X[t] / (alpha[t] × Lmax[t]);
EF[t_] := FMprod[t] / (alpha[t] × P[t]);
P[t_] := (Pf[t] ^ r + Pl[t] ^ r) ^ (1 / r);
Emraw[t_] := X[t] / (alpha[t] × P[t]);
RGDP[t_] := (FMprod[t] + FMtranssol[t]) / P[t];
Eprod[t_] := ((Emraw[t] ^ (-r) + (EF[t] ^ (-r)) ^ (-1 / r));
Etrans[t_] := Emraw[t] - Eprod[t];
hp[t_] := alpha[t] × P[t] × Emraw[t] / Popu[t] - alpha[t] × Pf[t];

```

```

hr[t_] := P[t] × Emraw[t] / (Popu[t] × Pf[t]) - 1;
RGDPobs[t_] := X[t] / P[t];
FMobs[t_] :=
  (dGprod[t] + dCprivprod[t] + FMprod[t] + FMtrans[t] + k (FMwprod[t] + FMwtranssol[t]));
sstable[t_] := Eprod[t] / Emraw[t];
Birth[t_] := beta0 Eprod[t] × sigma[hr[t]];
Death[t_] := delta0 Popu[t] Exp[-lambda hr[t]];
      |指数関数

Lmax[t_] := 1 Popu[t];
eqs = {FMprod'[t] + (t1'[t] / t1[t]) FMprod[t] == dGprod[t] + dCprivprod[t] + dCAprod[t],
  FMwprod'[t] + (t1'[t] / t1[t]) FMwprod[t] == dGwprod[t], FMprod[t0] == FMprod0,
  FMwprod[t0] == FMwprod0, Popu'[t] == Birth[t] - Death[t],
  Popu[t0] == pop0, sshrbar'[t] == (sstable[t] - sshrbar[t]) / tau,
  sshrbar[t0] == 0, Gtrans'[t] == dGtrans[t],
  Gprod'[t] == dGprod[t], Gtrans[0] == Gtrans0, Gprod[0] == Gprod0};

sol = NDSolve[eqs, {FMprod, FMwprod, Popu, sshrbar, Gtrans, Gprod},
  |微分方程式の数値解
  {t, t0, t1}, MaxSteps → 10^6, AccuracyGoal → 5, PrecisionGoal → 5,
  |最大ステップ数 |確度目標 |精度目標
  WorkingPrecision → MachinePrecision, Method → Automatic];
  |作業精度 |機械精度 |メソッド |自動
sshrbarsol[t_] := Evaluate[sshrbar[t] /. sol[[1]]];
      |評価

FMprodsol[t_] := Evaluate[FMprod[t] /. sol[[1]]];
      |評価

FMwprodsol[t_] := Evaluate[FMwprod[t] /. sol[[1]]];
      |評価

Popusol[t_] := Evaluate[Popu[t] /. sol[[1]]];
      |評価

(*▼ 派生変数の定義*)
Psol[t_] := Evaluate[P[t] /. sol[[1]]];
      |評価

Pfsol[t_] := Evaluate[Pf[t] /. sol[[1]]];
      |評価

Plsol[t_] := Evaluate[Pl[t] /. sol[[1]]];
      |評価

EFsol[t_] := Evaluate[EF[t] /. sol[[1]]];
      |評価

RGDPsol[t_] := Evaluate[RGDP[t] /. sol[[1]]];
      |評価

Emrawsol[t_] := Evaluate[Emraw[t] /. sol[[1]]];
      |評価

Eprodsol[t_] := Evaluate[Eprod[t] /. sol[[1]]];
      |評価

Eprodshadow[t_] := Evaluate[Min[Emrawsol[t], EFsol[t]]];
      |評価 |最小

Etranssol[t_] := Evaluate[Etrans[t] /. sol[[1]]];
      |評価

```

```

hpsol[t_] := Evaluate[hp[t] /. sol[[1]]];
|評価
hrsol[t_] := Evaluate[hr[t] /. sol[[1]]];
|評価
RGDPobssol[t_] := Evaluate[RGDPobs[t] /. sol[[1]]];
|評価
FMobssol[t_] := Evaluate[FMobs[t] /. sol[[1]]];
|評価
FMtranssol[t_] := Evaluate[FMtrans[t] /. sol[[1]]];
|評価
FMcoresol[t_] := FMprodsol[t] + FMtranssol[t];
sstablesol[t_] := Evaluate[sstable[t] /. sol[[1]]];
|評価
Lmaxsol[t_] := Evaluate[Lmax[t] /. sol[[1]]];
|評価
dCprivprodsol[t_] := Evaluate[dCprivprod[t] /. sol[[1]]];
|評価
dCprivtranssol[t_] := Evaluate[dCprivtrans[t] /. sol[[1]]];
|評価
Gtranssol[t_] := Evaluate[Gtrans[t] /. sol[[1]]];
|評価
Gprodsol[t_] := Evaluate[Gprod[t] /. sol[[1]]];
|評価
(*Em[t_] := Evaluate[Min[FMsol[t] / (alpha[t] Psol[t]), Lmax[t]]];*)
|評価 |最小
V[t_] := (FMprodsol[t] + FMtranssol[t]) / ((Gprodsol[t]) + (Gtranssol[t]));

(*▼ プロット*)
plt1 = Plot[{(FMcoresol[t]), (FMwprodsol[t] + FMwtranssol[t])}, {t, t0, t1},
|プロット
PlotLegends → {"FM (国内)", "FMw (世界)"}, PlotLabel → "名目フロー"];
|プロットの凡例 |プロットラベル

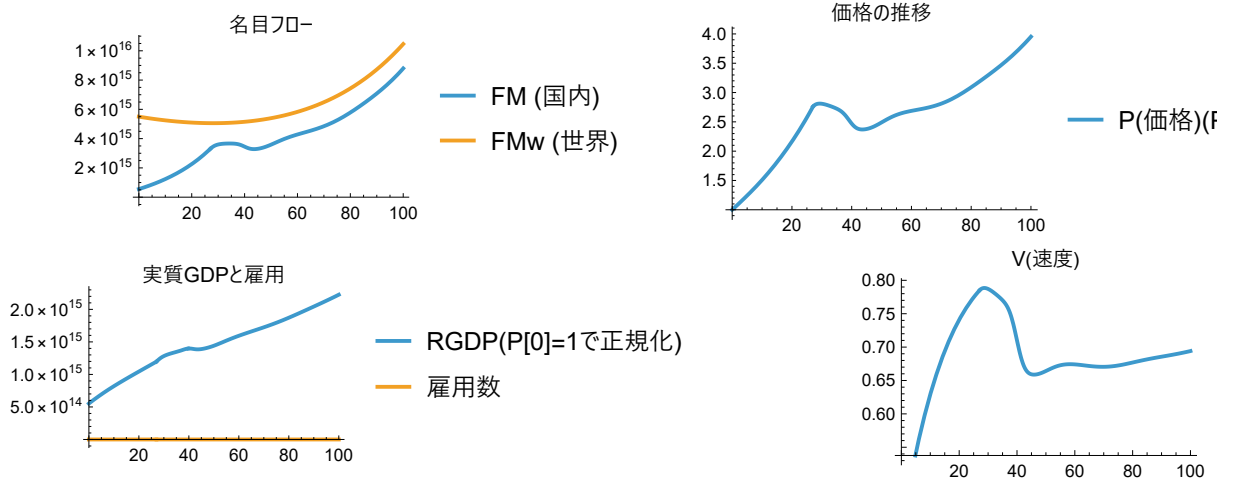
plt2 = Plot[{Psol[t] / Psol[0]}, {t, t0, t1},
|プロット
PlotLegends → {"P (価格) (P[0] で正規化)"}, PlotLabel → "価格の推移"];
|プロットの凡例 |プロットラベル

plt3 = Plot[{RGDPsol[t] × Psol[0], Emrawsol[t]}, {t, t0, t1}, PlotLegends →
|プロット |プロットの凡例
{"RGDP (P[0]=1で正規化)", "雇用数"}, PlotLabel → "実質GDPと雇用", PlotRange → All];
|プロットラベル |プロット範囲 |すべて

Grid[{ {plt1, plt2}, {plt3, Plot[V[t], {t, t0, t1}, PlotLabel → "V(速度)"] } } ]
|格子 |プロット |プロットラベル

```

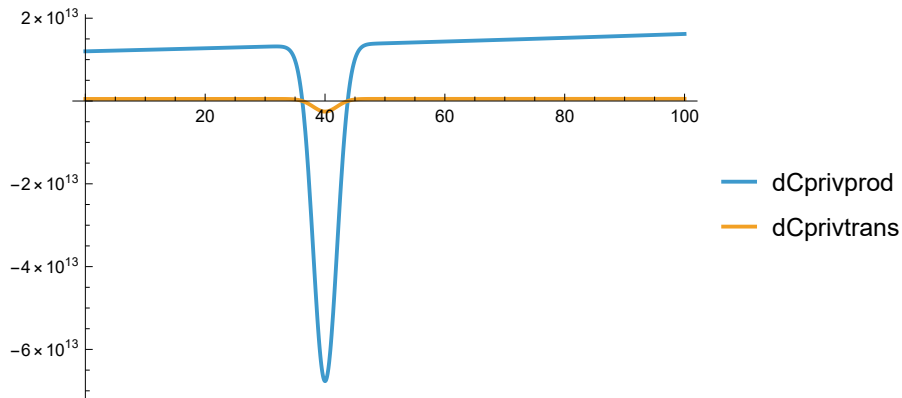
Out[211]=



In[212]:=

```
Plot[{dCprivprodsol[t], dCprivtranssol[t]}, {t, t0, t1},
プロット
PlotLegends -> {"dCprivprod", "dCprivtrans"}, PlotRange -> All]
プロットの凡例 プロット範囲 すべて
```

Out[212]=



In[213]:=

$$\alpha[0] \times \text{Psol}[0]$$

Out[213]=

$$2.3058 \times 10^7$$

In[214]:=

$$k \left(\text{FMwprodsol}[0] + \text{FMwtranssol}[0] \right)$$

Out[214]=

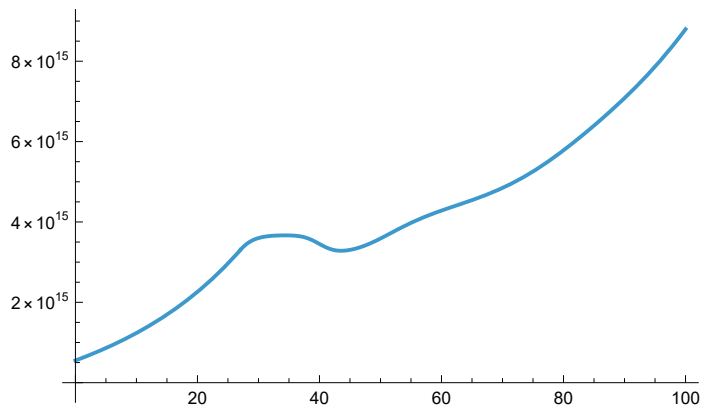
$$1.1001 \times 10^{15}$$

In[215]:=

Plot[FMcoresol[t], {t, t0, t1}]

プロット

Out[215]=



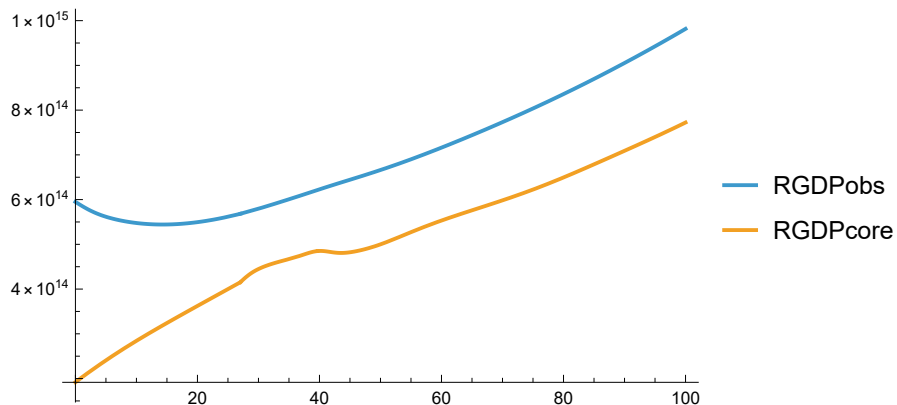
In[216]:=

Plot[{RGDPobssol[t], RGDPsol[t]}, {t, t0, t1}, PlotLegends → {"RGDPobs", "RGDPcore"}]

プロット

プロットの凡例

Out[216]=



In[217]:=

Psol[0]

Out[217]=

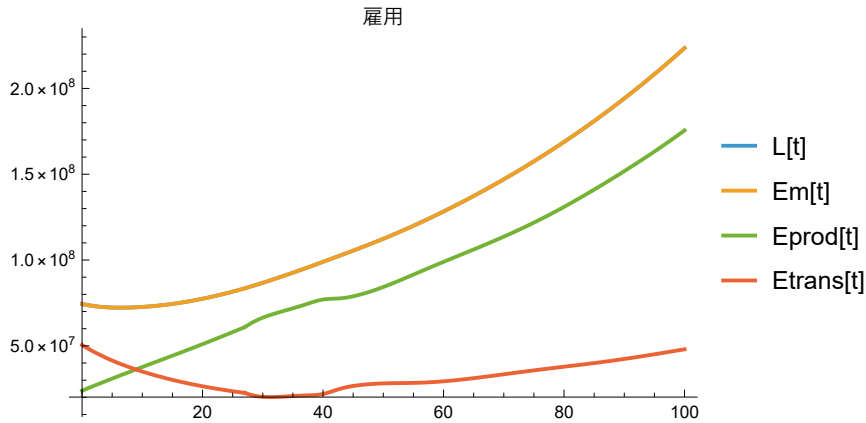
2.88166

In[218]:=

```
Plot[{Lmaxsol[t], Emrawsol[t], Eprodsol[t], Etranssol[t]},
      {t, t0, t1}, PlotLegends → {"L[t]", "Em[t]", "Eprod[t]", "Etrans[t]"},
      PlotLabel → "雇用", PlotRange → All]
```

プロット
プロットの凡例
プロットラベル
プロット範囲
すべて

Out[218]=

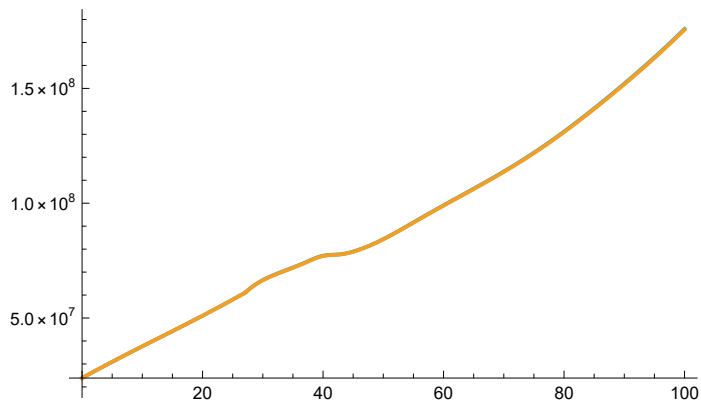


In[219]:=

```
Plot[{Eprodshadow[t], Eprodsol[t]}, {t, t0, t1}]
```

プロット

Out[219]=

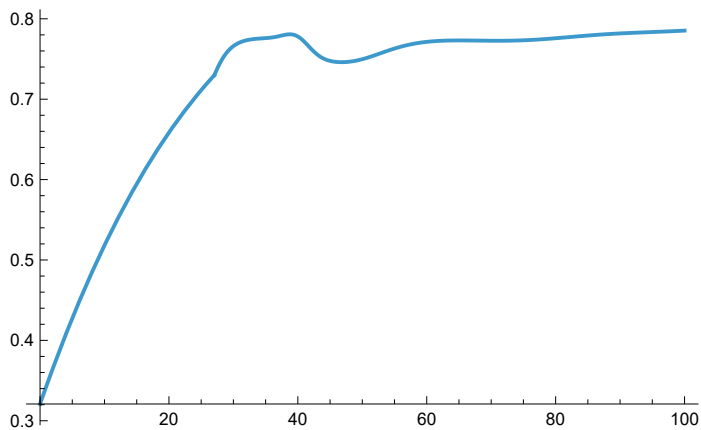


In[220]:=

```
Plot[{sstablesol[t]}, {t, t0, t1}]
```

プロット

Out[220]=



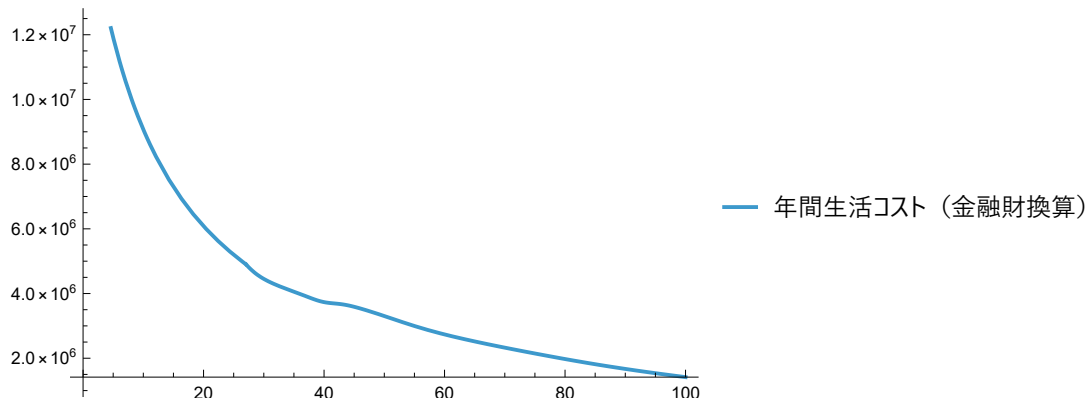
In[221]:=

```
Plot[{alpha[t] × Pfsol[t]}, {t, t0, t1}, PlotLegends → {"年間生活コスト（金融財換算）"}]
```

プロット

プロットの凡例

Out[221]=



In[222]:=

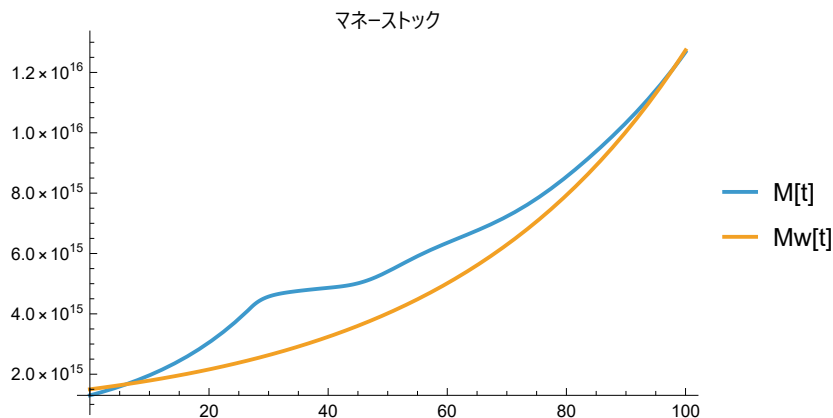
```
Plot[{(Gtranssol[t] + Gprodsol[t]), Gwprod[t] + Gwtrans[t]},  
{t, t0, t1}, PlotLegends → {"M[t]", "Mw[t]"}, PlotLabel → "マネーストック"]
```

プロット

プロットの凡例

プロットラベル

Out[222]=



In[223]:=

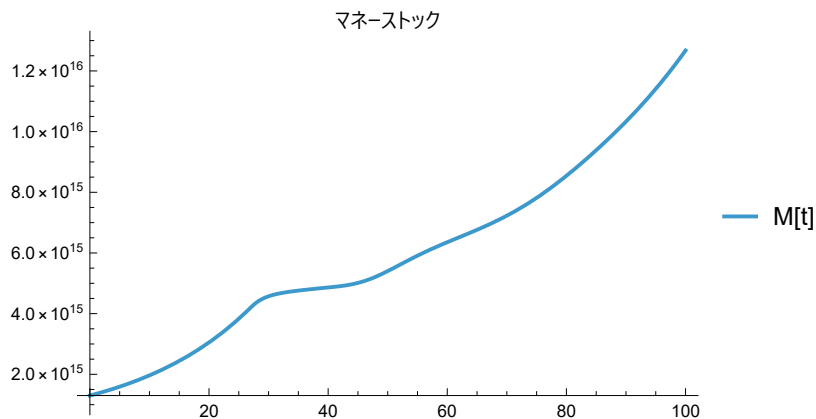
```
Plot[{(Gprodsol[t] + Gtranssol[t])}, {t, t0, t1},  
PlotLegends → {"M[t]"}, PlotLabel → "マネーストック"]
```

プロット

プロットの凡例

プロットラベル

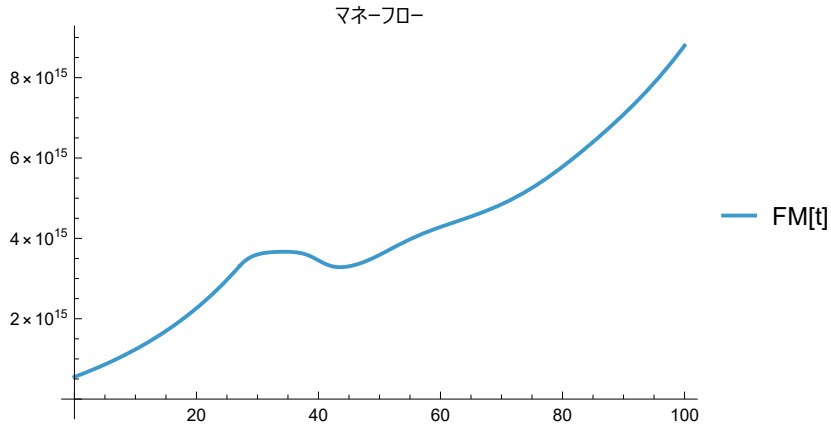
Out[223]=



In[224]:=

```
Plot[{FMprodsol[t] + FMtranssol[t]}, {t, t0, t1},
  プロット
  PlotLegends → {"FM[t]"}, PlotLabel → "マネーフロー"
  プロットの凡例 プロットラベル
```

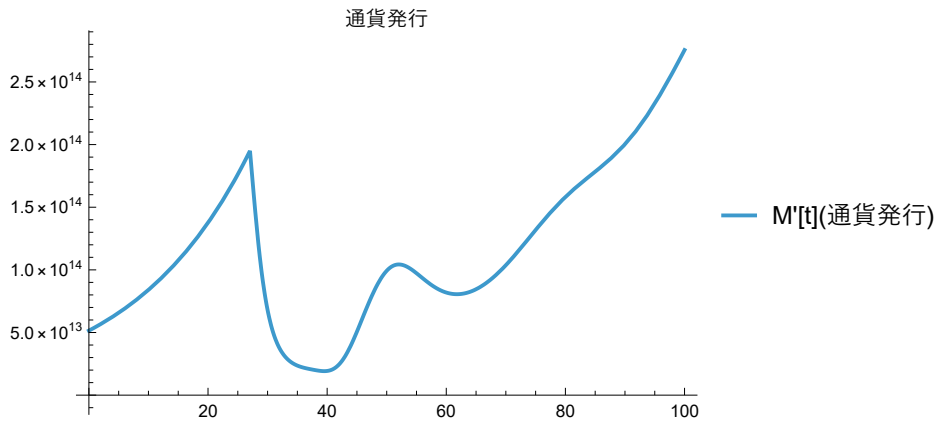
Out[224]=



In[225]:=

```
Plot[{(Evaluate[dGprod[t] /. sol[[1]]) + Evaluate[dGtrans[t] /. sol]},
  プロット 評価
  {t, t0, t1}, PlotLegends → {"M'[t](通貨発行)"}, PlotLabel → "通貨発行"
  プロットの凡例 プロットラベル
```

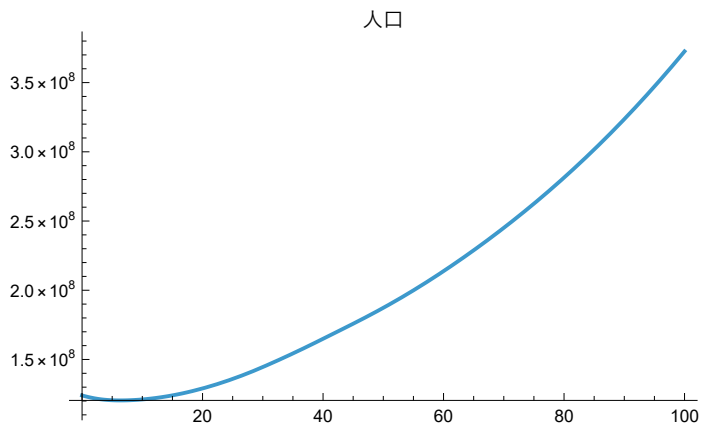
Out[225]=



In[226]:=

```
Plot[{Popusol[t]}, {t, t0, t1}, PlotLabel → "人口"]
  プロット プロットラベル
```

Out[226]=



In[227]:=

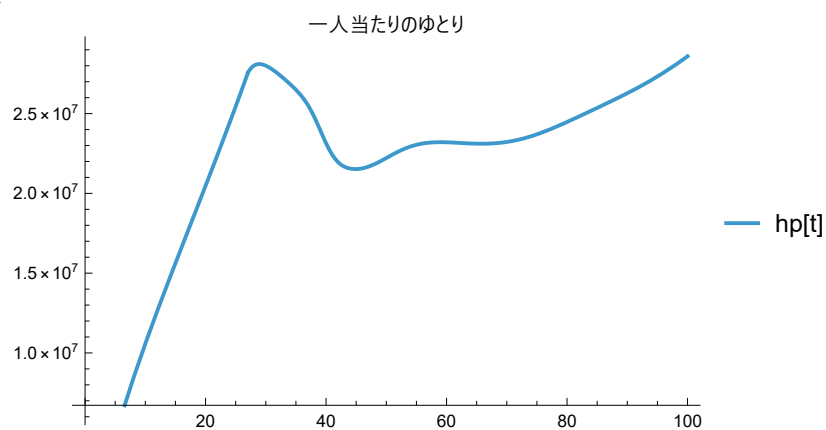
```
Plot[{hpsol[t]}, {t, t0, t1}, PlotLegends → {"hp[t]"}, PlotLabel → "一人当たりのゆとり"]
```

プロット

プロットの凡例

プロットラベル

Out[227]=



In[228]:=

```
Plot[{hrsol[t]}, {t, t0, t1}, PlotLegends → {"hr[t]"}, PlotLabel → "一人当たりのゆとり(比)"]
```

プロット

プロットの凡例

プロットラベル

Out[228]=

