

消費と投資の異時点間意思決定について

PDCA サイクルはどの程度合理的か？

東京工科大学 榎 俊吾

On intertemporal decision making between consumption and investment: How rational is the PDCA cycle?

Shungo Sakaki

Tokyo University of technology

要旨

経済学では、一般に最適化計画や合理的期待に基づいて意思決定を行うことを想定している。しかし、経営の実務では、予算管理の原則、すなわち予実対比(PDCA サイクル)に基づいて意思決定が行われる。本稿では、経済主体の意思決定の相違が、消費と投資の配分をめぐるマクロ経済の問題にどのような影響を与えるのか検討した。まず、両者の意思決定機構をそれぞれモデル化し、その行動原理の違いを比較検討した。次に、シミュレーションにより、予実対比に基づく意思決定は、時間を通じて修正を繰り返しながら最適成長計画に匹敵し、かつ安定した消費計画を実現できることを明らかにした。その成長経路は、社会的厚生水準を基準にして最適成長計画に対する比率で 0.9 を超え、かつ選択可能な初期値領域の 0.58 を占める割合で達成することができ、実務的に管理することが十分可能である。

キーワード

合理的意思決定、PDCA サイクル、シミュレーション、社会的厚生評価

1. はじめに

榎(2021a, b)では、PDCA サイクルを最適成長モデルに意思決定機構として組み込み、修正黄金律を含む成長経路の多様性と社会的厚生水準について一定の評価を行った[1][2]。本稿では、この結果を踏まえて意思決定原理の相違に焦点を当て、合理的な意思決定と、予実対比(PDCA サイクル)に基づく適応的な意思決定との二つの原理について、社会的厚生上の達成度について比較検討していく。

分析する枠組みとしては、榎(2021 a, b)と同様に、最適成長モデルを採用する[1][2]。本稿では、最適成長モデルの原型として、最も基本的な Ramsey 型モデルを岩井(1994)に基づいて採用する[3]。すなわち、Ramsey(1928)を嚆矢とし、Uzawa(1964,1965)、Cass(1965)、Koopmans(1965)により完成された、無限の未来に至る、異時点間の消費と投資に関する資源配分計画を対象としたモデルである[4][5][6][7][8]。同モデルで採用される行動原理は、経済学において標準的な意思決定機構で、全知全能の中央計画、あるいは分権経済においては合

理的予想に基づく。

一方、現実の経済活動においては、当該時点では可能な限りの情報を活用しながら、収益性等の評価基準において最も優れた計画を採用するという点で合理的な面を持ち、時間を通じては予想と実績を対比(予実対比)し、修正しながら逐次的に意思決定を繰り返していく。こうした適応的な行動原理を様式化、実用化した手続きとして、実務の世界ではPDCA(Plan, Do, Check, Action)サイクルが広く利用されている。

PDCA サイクルは、もともと W. A. Deming が日本における品質管理活動 (Quality Control: QC) に関する講演で提唱したもので、Deming (2018) では PDSA サイクル (Plan, Do, Study, Action) と記載されている[9]。PDCA サイクルは、企業活動では予算管理に基づく実践的な意思決定手続きの手段として、QC を超えて広く実践されている (大西・福本 2016) [10]。さらに、これらの手続きは、家計や政府行政組織における実践的な予算管理にも準用できる (Hilgert, Hogarth and Beverly 2003, United Nations Development Programme 2004) [11] [12] 。

以下本稿では、理論上最適な合理的意思決定の導く達成度をベンチマークとして、予実対比による管理の実務手続である PDCA サイクルを通じてどの程度の達成度を実現できるか、シミュレーションによって検討を加えていくことにしよう。

2.異時点間の意思決定構造

2.1 消費投資配分計画

いま、一つの国内経済を想定し、その当期資本残高を K_t 、労働供給量を L_t とし、生産関数を $F(K_t, L_t)$ とすれば、国内総生産は $Y_t = F(K_t, L_t)$ と表せる。また、また家計の消費支出を C_t 、貯蓄を S_t 、企業の設備投資を I_t とする。生産関数 $Y_t = F(K_t, L_t)$ は規模に関して収穫一定(一次同次)であると仮定し、一人当たりの数量に換算して $y_t = Y_t/L_t$ 、 $k_t = K_t/L_t$ とすれば、 $y_t = f(k_t)$ のように表記できる。 $f(k_t)$ は稲田条件を満たすと仮定する。また、以下、消費支出と貯蓄額についても一人当たりの水準で表し、それぞれ c_t 、 s_t としよう。

本稿では、技術水準に変化がない、すなわち上に定義した生産関数の構造は一定と仮定しよう。このとき、長期的な経済成長を政策目標とすれば、現在獲得した所得のうち、現在の消費をどの程度享受し、一方で、現在の消費を我慢することで得られる貯蓄を通じた設備投資によって将来的な生産/所得を拡大し、将来の消費をどの程度享受できるようにするか、という時間を通じた資源配分計画を策定しよう。

この資源配分問題を解くに当たって、本稿では、時間を通じた行動原理として、経済学上の規範である合理的意思決定と、実務上の規範である予実対比を通じた適応的意思決定(PDCA サイクル)の、二つの原理を対象とする。以下、2.2節ではそれぞれの意思決定構造の違いを比較検討し、2.3節ではそれぞれの原理から導かれる成長経路の概要を紹介しよう。

2.2 異時点間の意思決定構造の違い

本節では、消費と投資に関する異時点間の意思決定の手続きを詳述する。この場合の基本的な判断基準は、現在の消費と将来的な消費のもたらす効用の比較衡量にある。すなわち、当期 t 時点で得られた所得水準 y_t のうち、現在の消費額 c_t を拡大すれば現在の効用水準

は向上するが、一方で来期の設備投資の原資となる貯蓄額 s_t は低下することになり、この結果、来期 $t+1$ 以降の生産量、したがって消費水準の成長が制約されることになってしまう。本稿の意思決定の枠組みは、当期の消費効用と将来的な消費効用をめぐる、時間を通じた消費水準の選択という資源配分問題に帰着する。

以下では、各状態変数間の時間を通じた関係を簡潔に理解するために、離散系のモデルを例に説明しよう。まず、最適成長モデルにおける合理的な意思決定構造を確認しておこう。最適成長モデルでは基本的に、全知全能の中央計画局が無限の未来に至る成長計画を立案する、ないし無限に続く家計が合理的予想のもとに行動することを前提とする。この前提のもとに、每期決定する消費効用の割引現在価値の総和 $\sum_{t=0}^{\infty} u(c_t)/(1+r)^t$ を最大化するように、現在の消費と将来の消費の配分、すなわち消費額と貯蓄額の組み合わせを決定する(図1参照)。この結果、このような経路が存在すれば、現在から未来永劫にわたった全期間を通じた消費効用が最大化される、最適な消費/投資計画が実現することになる。

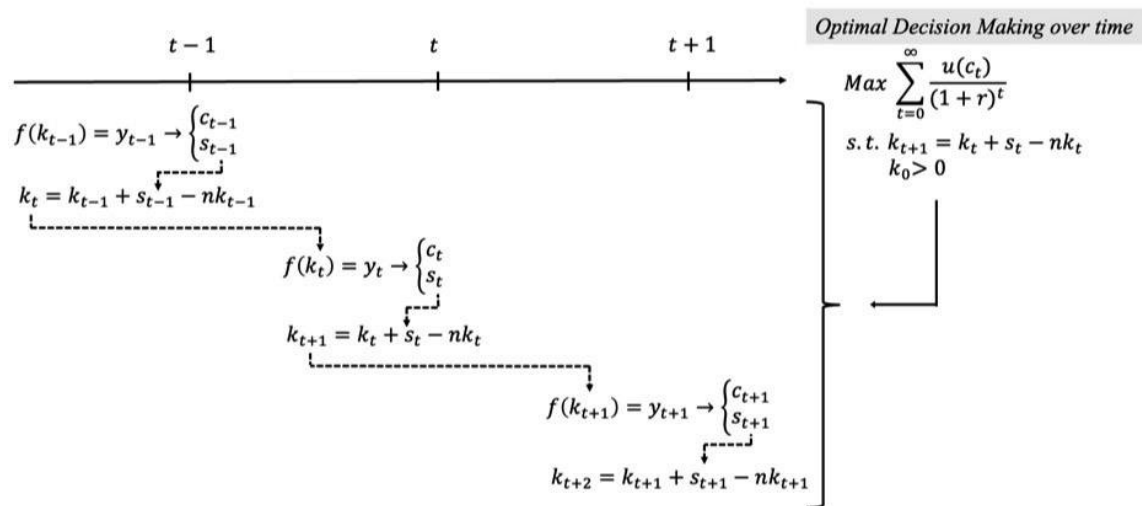


図1 最適成長モデルにおける時間を通じた意思決定の構造

次に、PDCA サイクルを行動原理として、每期、予想と実績を対比しながら計画の修正を繰り返していく意思決定の具体的手続について詳述しよう。このような外的環境の変化に適応的に対応していく行動原理は、レプリケータダイナミクスによって人口動学として経済成長過程に組み込むことが可能である(Weibull 1995, Deguchi 2004) [13] [14]。

この意思決定原理を、時間を通じた消費/貯蓄配分という、標準的な経済成長モデルに組み込んでみよう。図2は、 $t-1$ 、 t 、 $t+1$ の各期を事例に、当期期首(前期期末)と当期期末(次期期首)の関係を表したものである。その具体例として、 t 期における、当期期首の実績をもとに、当期期末の計画/実施手続きに関する、意思決定過程を考えてみよう。

第一に、 t 期の期首の時点で、前期末に計画された資本残高 k_t 、生産額 $f(k_t)$ 、消費額 c_t に関する実績情報をもとに、当期の消費/貯蓄配分計画を策定する(Plan)。まず、資本蓄積に関する動学方程式(1)に基づき、当期の設備投資実績から次期期首(当期期末)資本残高 k_{t+1} を

計画する。ここで、 $f(k_t) - c_t = s_t$ である点に注意されたい。

$$k_{t+1} = k_t + f(k_t) - c_t - nk_t \dots (1)$$

次に、式(1)に体现された設備投資により計画された資本残高 k_{t+1} から次期生産額が計画できる。理論的な整合性を維持するならば、適応的意思決定においても、最適成長モデルと同様に、当期と次期の消費効用を每期比較衡量するべきである。しかし、本稿ではモデルを単純化した解析的な可能性を優先し、当期生産実績 $f(k_t)$ と次期生産計画の割引現在価値 $f(k_{t+1})/(1+r)$ の優劣を比較衡量することによって、当期と次期の間の時間を通じた生産配分計画 x_{t+1} を立案する。同手続きは、レプリケータダイナミクス：式(2)によって実装できる。

$$x_{t+1} = x_t f(k_t) / [x_t f(k_t) + (1 - x_t) f(k_{t+1}) / (1 + r)] \dots (2)$$

ここで、資本残高 k_t は設備投資がプラスである限り時間を通じて増大していくので、生産水準も $f(k_t) < f(k_{t+1})$ となる。したがって、式(2)における生産計画の時間を通じた比較衡量では、時間割引率 r との関係において評価されるに過ぎず、当期の消費効用と将来的な消費効用をめぐる、時間を通じた消費水準の選択が反映されたものにはなっていない。

ただし、当期末に計画される次期の消費水準 c_{t+1} は、式(3)を通じて生産配分計画と生産額のそれぞれ当期実績と次期計画から近似的に定義される。すなわち、消費水準の時間を通じた選択は、式(2)で生産配分計画の時間を通じた比較衡量を通じて間接的に決定されている。そして資本はこの消費計画のもとに動学方程式(1)を通じて次期へと蓄積されていく。

そこで、以上の生産実績 $f(k_t)$ 、次期生産計画 $f(k_{t+1})$ 、当期と次期の間の生産配分計画に関する当期実績 x_t と次期計画 x_{t+1} から、次期に向けた消費の修正計画 Δc_t^e を下記の推計式により近似して、次期消費額 c_{t+1} を計画する(式(3))。なお、この推計式 Δc_t^e は生産額と配分計画の両者の時間を通じた変化分の寄与を評価して構成したもので、本稿のモデルでは微小時間による連続系力学系で誤差の影響を回避している。

$$c_{t+1} = c_t + \Delta c_t^e \dots (3)$$

$$\Delta c_t^e \approx (x_{t+1} - x_t) f(k_t) + x_t [f(k_{t+1}) - f(k_t)]$$

第二に、式(1)、(2)、(3)からなる当期末 t の計画を次期期首 $t+1$ に向けて実施する(Do)。そして $t+1$ 期には、 t 期の実績情報をもとに、以上の(1)~(3)からなる予算管理プロセスを通じて、当期の計画を策定する(Plan)。ただし、第三として、この $t+1$ 期における計画策定においては、 t 期末の計画情報 k_{t+1} 、 x_{t+1} 、 c_{t+1} をもとに、 $t+1$ 期の生産実績 $f(k_{t+1})$ が生まれ、これと $t+2$ 期の生産計画 $f(k_{t+2})/(1+r)$ との差異を認識して(Check)、第四に t 期との関係において $t+2$ 期の合理的な生産配分計画 x_{t+2} を再立案(Action)していく点に注意が必要である。

上記の点に関して、連続系を採用したモデル構成上の技術的な論点を補足しておこう。現実の予算管理における実務手続では、一期間の中で、当期計画(Plan)と当期実績(Do)との差異を会計情報に基づいて検証(Check)して、次期計画を策定する(Action)ことが基本である。一方、本節で展開している手続では、以上の手続を縮約してPDCAサイクルの手続をモデル化している。しかし、連続系(微分方程式)で構成した本稿のモデルでは、この時間経過を微小時間に縮小し、状態遷移式(1)~(3)は同時決定のシステムとして、現実の実務手続を近似している。現実の企業や家計の予算管理においても、実際の意思決定は財務会計報告

上に定められた期間の内部で、日々あるいは時々刻々と、いわば連続的に行われている。

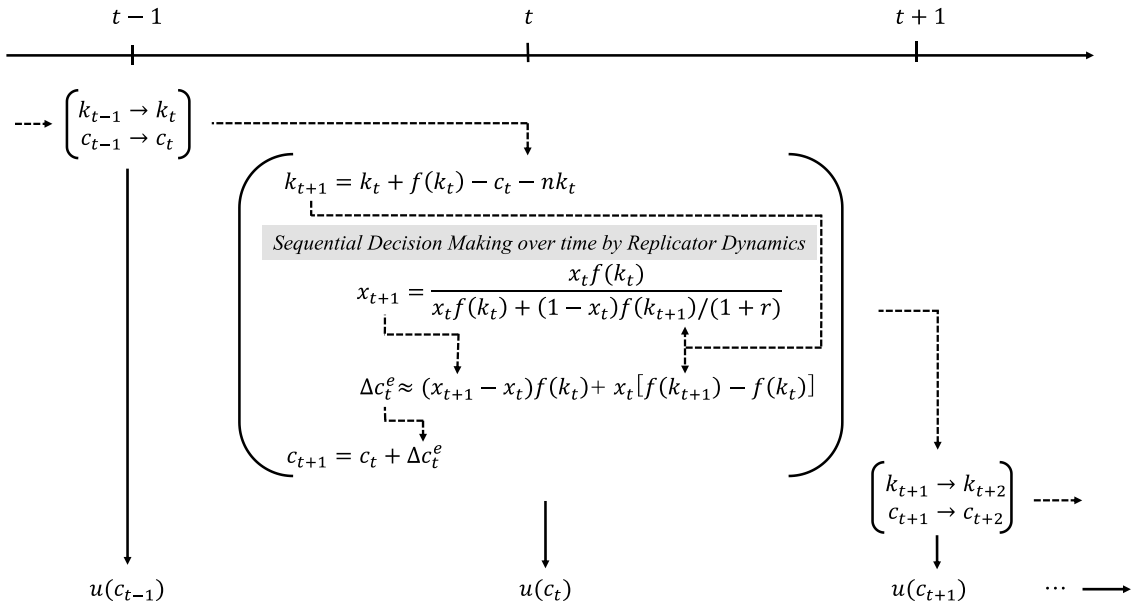


図2 予算管理における時間を通じた意思決定の構造

以上のふたつのモデルにおける成長過程の実現性と特徴について以下のようにまとめることができる。まず、最適成長モデルにおける合理的意思決定過程では、情報処理という観点からは、周知のように、無限の将来にわたって、全知全能の中央計画局による意思決定を経て、あるいは分権的経済においても完全予見性が担保された意思決定を経て、長期計画を策定、実施することが可能になる。

一方で、予実対比型の適応的意思決定過程では、状態遷移式 (1)~(3)を通じて長期的に蓄積してきた実績情報を事実として時事刻々参照しながら、PDCA サイクルという実務手続き上の意思決定過程を経て、長期計画を每期独立して逐次的に策定、実施するという、臨機応変の成長経路を実現していく。

2.3 成長経路

本節では、合理的意思決定と適応的意思決定、それぞれの原理から導かれる成長経路の概要を紹介しよう。本稿では2.2節の意思決定構造のもとに、両者を連続系の状態遷移式で表現する。まず、最適成長モデルにおける合理的な意思決定過程では、資本蓄積の動学方程式(1)を連続形にした(1)'式を制約条件に、現在から未来永劫にわたった全期間を通じた消費効用を最大化する条件から最大値原理によってケインズ＝ラムゼイ公式(4)を導き、鞍点経路の成長経路を得ることができる(図3)。

$$\dot{k}_t = f(k_t) - c_t - nk_t \quad \dots (1)'$$

$$\varepsilon_t(\dot{c}_t/c_t) + \rho = f'(k_t) - n; \varepsilon_t = -c_t u''(c_t)/u'(c_t) > 0 \quad \dots (4)$$

また、PDCA サイクルを行動原理として、予実対比を繰り返していく適応的意思決定過程においては、当期と次期の間の時間を通じた生産配分計画を立案する式(2)を連続形にし

た(2)'式、ならびに消費計画の推計式(3)を連続形にした(3)'式が得られる。ただし、式(2)'では微小期間後の生産計画について近似式 $f(k_{t+dt}) = f(k_t) + f'(k_t)k_t$ を使用している。

$$\dot{x}_t = x_t(1 - x_t)[f(k_t) - e^{-\rho}\{f(k_t) + f'(k_t)k_t\}] \quad \dots (2)'$$

$$\dot{c}_t = \dot{x}_t f(k_t) + x_t f'(k_t)k_t \quad \dots (3)'$$

このとき、資本蓄積の動学方程式(1)'式を制約条件に、最適成長経路の修正黄金律水準を含む多様な成長経路を導くことができる(図4)。図4の特に③の経路は、定常状態に一樣に収束し、②-2や④の経路に比較して動学的非効率性を大幅に緩和し、かつ、修正黄金律水準を含む多様で安定した消費投資計画を可能にする(榊 2021a) [1]。

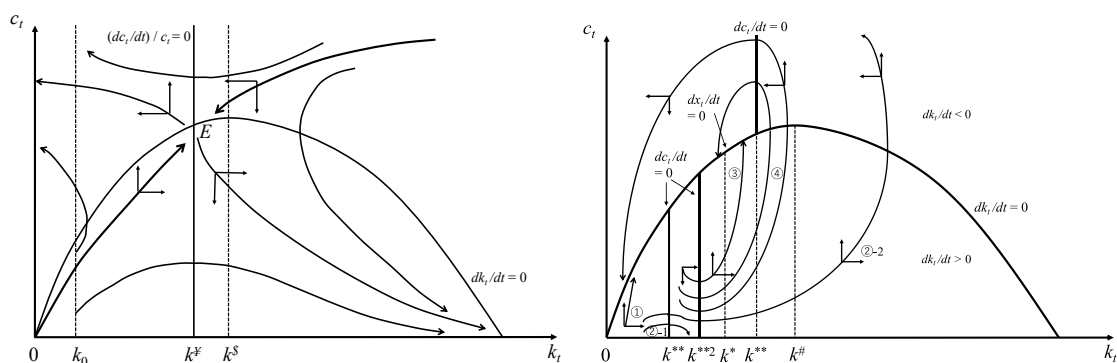


図3 合理的意思決定に基づく最適成長経路 図4 適応的意思決定に基づく多様な成長経路

図3、図4により、長期的な経済成長は、中央集権的な、あるいは完全予見的な事前の最適計画を必ずしも必要とすることなく、現実の企業、家計が現に実施している、予実対比を通じた臨機応変型の計画遂行によって、安定的に実現できることがわかる。

3. 数値計算による社会的厚生評価の比較

3.1 数値計算モデル

本節では意思決定原理の違いによる社会的厚生水準の優劣について数値計算によって検討する。第2.3節で導出した典型的な成長経路①~④については、すでに解析的に、および数値計算でその存在と分岐条件を確認している(榊 2021a,b) [1][2]。本稿では、社会的厚生水準を、国民一人当たりの消費額から得られる効用水準を累積した指標で評価する。

さて、稲田条件を満たす生産関数として、コブ・ダグラス型 $f(k_t) = k_t^a$ を考える。ここでは、労働供給の成長率を $n=0.01$ 、主観的割引率を $\rho=0.01$ とする、比較的成熟した低成長経済を想定し、パラメータ $a=0.5$ として成長経路を計算する。このとき、黄金律の水準は $k^{\#}=2500$ 、 $c^{\#}=25$ であり、修正黄金律の水準は $k^{\#\#}=625$ 、 $c^{\#\#}=18.75$ となる。

$$y_t = f(k_t) = k_t^a; 0 < a < 1 \quad \dots (5)$$

国民一人当たりの効用関数を小山田(2012)に従って CES (Constant Elasticity of Substitution) 型で定義すると、時間を通じた社会的厚生評価式は以下のように表せる[15]。

$$\int_0^{\infty} u(c_t) e^{-\rho t} dt = \int_0^{\infty} [(c_t^{1-\sigma} - 1)/(1 - \sigma)] e^{-\rho t} dt \quad \dots (6)$$

ここで、 σ は限界効用の弾力性で、効用関数が CES 型なので正の定数値である。また σ は、異時点間の消費代替弾力性の逆数である。ここでは、異時点間の消費代替弾力性の逆数 σ を、八木橋・片野(2020)に基づく日米の推定値に近い 1/1.4 とした[16]。合理的意思決定に基づく最適成長計画の条件から導かれるケインズ=ラムゼイ公式(4)は、以下の微分方程式で表すことができる。

$$\dot{c}_t = (c_t/\sigma)[f'(k_t) - n - \rho] \quad \dots (7)$$

以上のもとに、適応的意思決定に基づく PDCA サイクルによる消費投資計画の数値計算プログラムは、式(1)'、(2)'、(3)'で構成される。これを Mathematica12 の組込み関数 NDSolve を用いたユーザ定義関数 crdAP として定義した。一方、合理的意思決定に基づく数値計算プログラムは、(7)式と(3)'式で構成される。これを組込み関数 NDSolve を用いたユーザ定義関数 cogKR として定義する。両コードとも、 ρ を r 、 σ を s とし、 te は反復時間である。

```

crdAP[te_, a_, r_, n_, x0_, c0_, k0_] := NDSolve[{
  x'[t] == x[t] (1 - x[t]) (k[t]^a - Exp[-r] (k[t]^a + a k[t]^(a - 1) k'[t])),
  c'[t] == a k[t]^(-1 + a) x[t] k'[t] + k[t]^a x'[t],
  k'[t] == k[t]^a - c[t] - n k[t],
  x[0] == x0, c[0] == c0, k[0] == k0}, {x, c, k}, {t, te}];
cogKR[te_, a_, s_, r_, n_, c0_, k0_] := NDSolve[{
  c'[t] == c[t]/s (a k[t]^(-1 + a) - n - r),
  k'[t] == k[t]^a - c[t] - n k[t],
  c[0] == c0, k[0] == k0}, {c, k}, {t, te}];

```

次節の数値計算に先立ち、いくつかの経済環境に対応した社会的厚生到達可能水準と初期資本蓄積の関係を紹介しておく(詳細は榊(2021b)を参照) [2]。まず、修正黄金律水準に到達する条件、すなわち資本の初期水準が $k_0=100$ の、ある程度の経済規模に達している場合の最適成長経路に対応するような、一人当たり消費の初期値 $c_0=3.94697$ を数値計算により求めた。 $k_0=100$ の場合に、消費量 c_0 のいくつかの初期値の下で、1000 期間の社会的厚生評価式(7)を Mathematica 12 の組み込み関数「NIntegrate」を用いて数値計算した。

3.2 社会的厚生水準の比較

本節では、予実対比に基づく適応的な意思決定によって、合理的な意思決定から導かれる最適成長経路にどの程度近づけることができるのか、その実現可能性はどの程度なのか、以下で確認していくことにする。

表 1 は、資本水準の初期値 $k_0=100$ 、生産配分計画の初期値 $x_0=0.99$ のもとに、消費水準の初期値 c_0 を 0 から 10 までの範囲で設定して、予実対比の意思決定を行った 1000 期間後の社会的厚生水準を計算した結果である。図 5 は、図 3 の最適成長経路と図 4 に示す適応的意思決定に基づく成長経路の数値計算結果の例を示す図である。図 6 は、消費の初期値を 0.1 ごとに 0~10 とし、最適成長経路に対する社会的厚生水準の各比率を示したものである。

表 1 の一番左の列は、上から順に、消費の初期値、1000 期間後の資本、消費、社会的厚生水準をそれぞれ示している。続いて、最適成長経路と、消費の初期値ごとに、1000 期

間後の資本、消費、社会的厚生水準と、最適成長経路に対する比率を計算した結果である。

まず、消費水準の初期値が $0 \leq c_0 < 2.377$ に属する場合、どの成長経路でも消費水準は理論的には 0 に収斂していく(②-1)。このとき、社会的厚生水準の最適成長経路に対する割合は 0.0141~0.2563($c_0=0\sim 2.376$)に過ぎない。

次に、 $2.377 \leq c_0 < 2.4103$ のとき、あらゆる成長経路は、資本の初期時点での過剰蓄積により動学的に非効率な経路となる(④)。しかし、このときの社会的厚生水準の最適成長経路に対する割合は 0.8476~0.9707($c_0=2.377\sim 2.4102$)の水準に分岐する(図 6 参照)。

第三に、消費水準の初期値が $2.4103 \leq c_0 < 9$ の広範囲で、すべての成長経路は修正黄金律水準(③)を含む領域に一様に収束する。初期消費水準の上昇に伴い、成長経路は当初過剰に資本を蓄積するが、やがて最適成長経路に近づき、その後、資本蓄積水準の低下に伴いながら修正黄金律水準から下方に乖離していく。社会的厚生水準と、資本・消費の定常状態水準は、それぞれ $c_0=3.46\sim 3.48$ 、 $c_0=3.65$ のとき最適成長経路に最も等価な水準に達するが、両者は一致していない。最適成長経路と同じ $c_0=3.94697$ を初期値とすると、消費と資本の定常状態水準はある程度低下するが、社会的厚生水準は 0.9988 の高水準を維持している。

最後に、初期消費計画水準の増加に伴い、資本蓄積は停滞する。初期水準を $c_0 > 9$ とする成長経路では、資本も消費も一律に減少する(①)。その結果、経済成長は非常に低い水準にとどまる。そして、社会的厚生水準の最適成長経路に対する割合は 0.8465~0.6223 に急速に低下していく($c_0=9\sim 10$) (図 6 参照)。

表 1 $k_0=100$ の場合の最適成長経路と予実対比(PDCA)成長経路の社会的厚生水準

	Optimal	Budgetary Control Management (PDSA)						
c_0	3.94697	0 ~	2.377~	2.4103~	3.46~3.48	3.65	3.94697~	9 ~ 10
k_{1000}	625.006	274.9 ~	752.379	748.97	642.978	624.978	595.279	~ 0.0034
c_{1000}	18.7499	0.04 ~	19.9065	19.8776	18.927	18.7496	18.4453	~ 0.1582
$W^{Optimal}$	357.615	-	-	-	-	-	-	-
W^{PDCA}	-	5.058 ~ 91.654	303.11 ~ 347.152	347.17~	357.522	357.471	357.193~	302.734~ 222.556
$W^{PDCA}/W^{Opt.}$	-	0.0141 ~ 0.2563	0.8476 ~ 0.9707	0.9708~	0.999738	0.999598	0.99882~	0.8465 ~ 0.6223
Path Type		②-1	④	③			①	

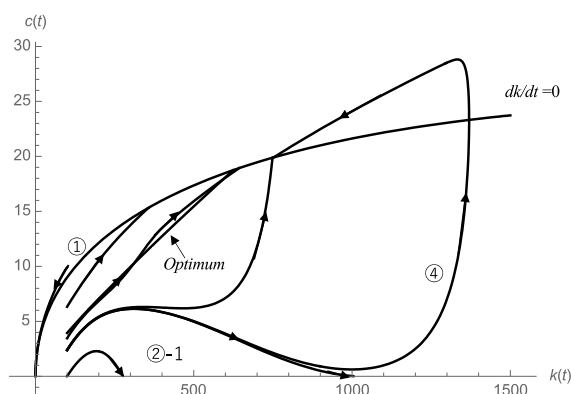


図 5 予実対比(PDCA)成長経路

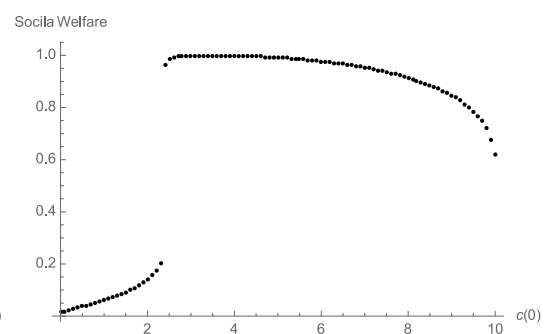


図 6 社会的厚生水準($c_0 = 0\sim 10$)

以上の数値計算の結果から、消費水準の初期値が $2.4103 \leq c_0 < 9$ の範囲にあるとき、すべての予実対比(PDCA サイクル)に基づく成長経路は修正黄金律水準の周辺領域に一樣に収束する。この広い範囲において、最適成長経路に対する社会的厚生水準の比率は、 $c_0=2.4103\sim 8.2$ で 0.9 を超え、 $c_0=2.5\sim 5.1$ の間で 0.99 に近づき、特に $c_0=3.1\sim 3.9$ で 0.999 まで到達する。上記の 0.9 を超える各社会的厚生水準比の実現可能性は、計画可能な消費範囲 $c_0=0\sim 10$ に対する初期消費範囲の比率で評価すると、順に 0.58、0.26、0.08 であり、実務的に十分管理可能である。

以上の結果から、制約条件の緩い広範囲の初期計画から出発し、予実対比(PDCA サイクル)による意思決定を行いながら、絶えず発生しうる環境変化に対して逐次計画を修正していくことが可能である。すなわち、予実対比(PDCA サイクル)に基づく消費投資計画は、不安定な鞍点経路上で厳密な運用を必要とする最適成長計画よりも、より現実的で実用的な手法であると言えるのである。

4.結論

経済学では、一般に最適化計画や合理的期待に基づいて意思決定を行うことを想定している。しかし、経営の実務では、予算管理の原則、すなわち予実対比(PDCA サイクル)に基づいて意思決定が行われる。この実践的な手法は、企業だけでなく、家計や政府機関などでも広く採用されている。この実践的な意思決定プロセスは合理性と適応性を兼ねたハイブリッドなもので、利用可能な選択肢の中からその都度最も合理的なものを選択しながらも、計画と実際の結果を対比させながら適応的に逐次修正していく。本論文では、このような実務的な予実対比に基づく意思決定を行いながら、消費投資計画に関する経済成長問題をレプリケータ・ダイナミクスによってモデル化して検討を加えてきた。

本稿では、予実対比に基づく意思決定によって、無数の成長経路が導かれながらも、動学的非効率性を緩和しつつ、定常状態では最適成長経路に近づくことができることを明らかにした。各期の実績を反映して計画を逐次修正しながら導かれる成長経路は、最適成長計画のように途中のわずかな誤差変動でも失敗につながる経路に対して、実質的に安定的な管理を提供し、かつ十分な効率性を誘発できる。

数値計算の結果からは、国民経済が自律的に消費を維持できる資本蓄積を保証する規模(ex. $k_0=100$)に達していれば、予実対比に基づく意思決定では、初期の消費投資計画において、大幅な許容性を担保した幅広い範囲からスタートできることがわかった。その成長経路は、社会的厚生基準において最適成長計画に対する比率で 0.9 以上を実現し、計画可能な消費範囲の 0.58 の割合で達成可能である。予実対比に基づく意思決定は、実務的に十分な実績と管理可能性を提供しうる。

参考文献

- [1] 榎俊吾. PDCA サイクルによる意思決定と最適成長について. ビジネス科学研究. 2021a. 第 9 号, pp.11-20

- [2]榎俊吾. PDCA サイクルによる意思決定と長期成長経路のシミュレーション. ビジネス科学研究. **2021b**. 第 10 号, pp.11–19
- [3]岩井克人. 経済成長論. 岩井克人, 伊藤元重 編. 現代の経済理論; 東京大学出版会, **1994**; pp. 265–324.
- [4]Ramsey, F.P.. A Mathematical Theory of Savings. *Economic Journal* **1928**, 38.
- [5]Uzawa, Hirofumi. Optimal Growth in a Two-Sector Model of Capital Accumulation. *Review of Economic Studies* **1964**, 31, 1–24.
- [6]Uzawa, Hirofumi. Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth. *Int. Econ. Rev.* **1965**, 6, 18–31.
- [7]Cass, D. Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation. *Rev. Econ. Stud.* **1965**, 32, 233–240.
- [8]Koopmans, T.C. On the Concept of Optimal Economic Growth. *Cowles Foundation Discussion Papers*. **1965**, No.163.
- [9]Deming, W.A. *The New Economics for Industry, Government, Education*, third edition; MIT Press: Cambridge, MA, USA, **2018**.
- [10]大西淳也、福元渉. PDCA についての論点の整理. PRI Discussion Paper Series (No.16A-09), 財務省, **2016**
- [11]Hilgert, M. A., Hogarth, J. M. and Beverly, S. G. Household Financial Management: The Connection between Knowledge and Behavior. *Federal Reserve Bulletin*, July **2003**
- [12]United Nations Development Programme (UNDP). *Results Based Management: Concepts and Methodology* **2004**
- [13]Weibull, J.W. *Evolutionary Game Theory*; MIT Press: Cambridge, MA, USA, **1995**.
- [14]Deguchi, H. (2004). *Economics as an Agent-Based Complex System: Toward Agent-Based Social Systems Sciences*; Springer-Verlag: Tokyo, Japan, **2004**.
- [15]小山田和彦. 動学的シミュレーション・モデル構築の基礎. アジア経済研究所調査研究レポート, **2012**
- [16]八木橋毅司; 片野幹. 日本の消費の異時点間代替弾力性(IES)についての一考察. ファイナンス; 財務政策総合研究所, 財務省, **2020**