

若者への人的資本投資と財政持続性に関する動的シミュレーション研究

日付: 2025年7月8日

作成者: Gemini

アブストラクト (Abstract)

本研究は、日本の長期的な経済停滞と財政問題に対し、「若者への人的資本投資」という解決策の有効性を動的シミュレーションモデルを用いて検証するものである。初期の簡易的なマクロ経済モデルでは、若者支援が生産性を飛躍的に向上させ、財政再建を達成可能であることが示された。しかし、その後の感度分析により、この結論が特定の楽観的なパラメータに強く依存する脆弱性を持つことが明らかになった。この課題を克服するため、本研究では新たに**労働市場モデル**と**政策効果の収穫逨減**、**政治的制約**を組み込んだ、より現実的でロバストな新モデルを構築した。新モデルを用いたシミュレーションの結果、若者への投資が労働人口のスキル構造を改善し、国全体の生産性を向上させるという中心的な仮説は維持された。一方で、「長期的な生産性の最大化」と「短期的な債務削減ペースの最大化」との間に明確なトレードオフが存在することも明らかになった。本稿は、これらの分析プロセス全体を詳述し、政策決定における重要な示唆を提供する。

1. 提案戦略：若者への人的資本投資による経済再生

日本が直面する少子高齢化とそれに伴う社会保障費の増大、そして低成長という課題に対し、本稿では以下の戦略を提案する。

「若者への支援を単なる社会保障コストではなく、国家の未来を支える人的資本への『投資』と位置づける」

具体的には、教育や職業訓練への支援を強化することで、労働人口全体のスキルレベルと生産性を向上させる。この生産性向上が結果的に税収の増加をもたらし、増大する高齢者向け支出を支え、最終的には財政の持続可能性を確保するという好循環（バーチャス・サイクル）を生み出すことを目指す。

2. メソッド (Method)

本研究では、以下のステップで分析を進めた。

- 初期モデルの構築:** まず、若者支援がマクロ経済の生産性成長率（ α ）を直接押し上げるという仮説に基づいた、シンプルな動的モデルを構築した。
- 感度分析:** 初期モデルのパラメータ（特に生産性向上率 α ）を変動させ、結論がどの程度頑健であるかを検証した。その結果、モデルが特定の仮定に極めて敏感であることが判明した。
- 新モデルの設計:** 感度分析で明らかになった脆弱性を克服するため、より現実的に即した以下の要素を組み込んだ新モデルを設計した。
 - 労働市場の導入:** 人口を「高スキル」と「低スキル」に分割し、生産性をその構成比から内生的に決定する。
 - 収穫逨減の法則:** 投資の効果は、規模が大きくなるにつれて逨減する。
 - 政治的制約:** 高齢者向け支出の削減は、急進的ではなく漸進的に行われる。
- シナリオ比較:** 新モデルを用いて、「現状維持」「穏健投資」「積極投資」の3つのシナリオを比較し、それぞれの長所と短所を多角的に分析した。

3. 数理モデル (Mathematical Model)

本分析の中核をなす「新モデル」は、以下の数式によって記述される。

経済の基本構造（生産）

- 総生産 (GDP)

$$GDP_t = (P_H \cdot Y_{H,t}) + (P_L \cdot Y_{L,t})$$

政策の効果

- スキル向上率 (E_t)

$$E_t = k_{max} \cdot (1 - e^{-c \cdot I_y})$$

- 高齢者一人当たり支出 ($I_{o,t}$)

$$I_{o,t+1} = I_{o,t} \cdot (1 - \rho)$$

人口・労働市場の動態

- スキルアップする人数 ($S_{t \rightarrow t+1}$)

$$S_{t \rightarrow t+1} = Y_{L,t} \cdot E_t$$

- 労働市場の構成変化

$$\begin{aligned} Y_{H,t+1} &= (Y_{H,t} + S_{t \rightarrow t+1}) \cdot (1 - \delta_Y - \gamma + \beta) \\ Y_{L,t+1} &= (Y_{L,t} - S_{t \rightarrow t+1}) \cdot (1 - \delta_Y - \gamma + \beta) \end{aligned}$$

- 高齢者人口の推移 (O_t)

$$O_{t+1} = O_t \cdot (1 - \delta_O) + (Y_{H,t} + Y_{L,t}) \cdot \gamma$$

財政

- 税収 (T_t)

$$T_t = \tau \cdot GDP_t$$

- 政府支出 (G_t)

$$G_t = (I_y \cdot (Y_{H,t} + Y_{L,t})) + (I_{o,t} \cdot O_t)$$

- 財政収支 (B_t)

$$B_t = T_t - G_t$$

- 財政債務の推移 (D_t)

$$D_{t+1} = D_t \cdot (1 + r) - B_t$$

4. Pythonコード (Python Code)

上記の数値モデルを実装したJupyter Notebook用のPythonコードは以下の通りである。

```
1  # 1. ライブラリのインポート (Import Libraries)
2  import numpy as np
3  import matplotlib.pyplot as plt
4
5  # 2. シミュレーション関数の定義 (Define Simulation Function)
6  def run_new_simulation(
7      # --- Basic Parameters ---
8      years=20, Y0=75e6, O0=35e6, D0=1200e12,
9      birth_rate=0.01, death_rate_y=0.002, aging_rate=0.02, death_rate_o=0.04,
10     tau=0.3, r_debt=0.01,
11     # --- New Model Parameters ---
12     P_high=8e6, P_low=4e6,                # Productivity by skill level
13     initial_skill_ratio=0.2,              # Initial ratio of high-skilled workers
14     I_y_investment=0,                     # Investment per young person
15     max_Io_cut_rate=0.0,                  # Max annual cut rate for elderly support
16     effectiveness_max=0.05,               # Max skill improvement rate
17     effectiveness_factor_c=5e-6           # Investment effectiveness coefficient
18 ):
19     """
20     New simulation function with a labor market model.
21     """
22     # --- Initialization ---
23     Y, O, debt = Y0, O0, D0
24     high_skilled = Y0 * initial_skill_ratio
25     low_skilled = Y0 * (1 - initial_skill_ratio)
26     I_o = 1.5e6 # Initial elderly support per capita
27
28     history = {
29         'year': np.arange(2025, 2025 + years + 1),
30         'Y': [], 'O': [], 'P_per_capita': [], 'debt': [],
31         'high_skilled_ratio': [], 'T': [], 'G': [], 'B': []
32     }
33
34     for t in range(years):
35         Y = high_skilled + low_skilled
36         total_pop = Y + O
37
38         # --- Record current state ---
39         history['Y'].append(Y)
40         history['O'].append(O)
41         history['debt'].append(debt)
42         history['high_skilled_ratio'].append(high_skilled / Y if Y > 0 else 0)
43
44         # --- Economic Calculation ---
45         total_gdp = high_skilled * P_high + low_skilled * P_low
46         p_per_capita = total_gdp / total_pop if total_pop > 0 else 0
47         history['P_per_capita'].append(p_per_capita)
48
49         T = tau * total_gdp
50         G = I_y_investment * Y + I_o * O
```

```

51     B = T - G
52     history['T'].append(T)
53     history['G'].append(G)
54     history['B'].append(B)
55
56     # --- Update for the next period ---
57     debt = debt * (1 + r_debt) - B
58
59     effectiveness = effectiveness_max * (1 - np.exp(-effectiveness_factor_c *
I_y_investment))
60     newly_skilled = low_skilled * effectiveness
61
62     high_skilled += newly_skilled
63     low_skilled -= newly_skilled
64
65     high_skilled *= (1 - death_rate_y - aging_rate) + birth_rate
66     low_skilled *= (1 - death_rate_y - aging_rate) + birth_rate
67     O_new = O * (1 - death_rate_o) + (Y * aging_rate)
68     O = O_new
69
70     I_o *= (1 - max_Io_cut_rate)
71
72     # --- Record the final year's data ---
73     Y = high_skilled + low_skilled
74     total_pop = Y + O
75     total_gdp = high_skilled * P_high + low_skilled * P_low
76     p_per_capita = total_gdp / total_pop if total_pop > 0 else 0
77
78     history['Y'].append(Y)
79     history['O'].append(O)
80     history['debt'].append(debt)
81     history['high_skilled_ratio'].append(high_skilled / Y if Y > 0 else 0)
82     history['P_per_capita'].append(p_per_capita)
83     for key in ['T', 'G', 'B']:
84         history[key].append(np.nan)
85
86     return history
87
88 # 3. シナリオの定義 (Define Scenarios)
89 scenarios = {
90     "1. Status Quo (New Model)": {
91         "I_y_investment": 0, "max_Io_cut_rate": 0.0,
92         "color": "gray", "linestyle": "--"
93     },
94     "2. Moderate Investment (New Model)": {
95         "I_y_investment": 300_000, "max_Io_cut_rate": 0.01,
96         "color": "orange", "linestyle": "-."
97     },
98     "3. Aggressive Investment (New Model)": {
99         "I_y_investment": 600_000, "max_Io_cut_rate": 0.01,
100         "color": "blue", "linestyle": "-"
101     }

```

```

102 }
103
104 # 4. シミュレーションの実行 (Run Simulation)
105 results = {}
106 for name, params in scenarios.items():
107     sim_params = {k: v for k, v in params.items() if k not in ['color',
108 'linestyle']}
109     results[name] = run_new_simulation(**sim_params)
110
111 print("Simulation Complete.")
112
113 # 5. 結果のグラフ描画 (Plot Results)
114 fig, axes = plt.subplots(2, 2, figsize=(16, 12))
115 fig.suptitle("New Youth Support Policy Simulation (Labor Market Model)",
116             fontsize=20)
117
118 # Plot 1: National Debt
119 ax = axes[0, 0]
120 for name, res in results.items():
121     ax.plot(res['year'], np.array(res['debt']) / 1e12,
122            label=name, color=scenarios[name]['color'], linestyle=scenarios[name]
123            ['linestyle'], lw=2.5)
124 ax.set_title("National Debt", fontsize=16)
125 ax.set_ylabel("Debt (Trillion JPY)", fontsize=12)
126 ax.grid(True)
127 ax.legend()
128
129 # Plot 2: Per-Capita Productivity
130 ax = axes[0, 1]
131 for name, res in results.items():
132     ax.plot(res['year'], np.array(res['P_per_capita']) / 1e6,
133            label=name, color=scenarios[name]['color'], linestyle=scenarios[name]
134            ['linestyle'], lw=2.5)
135 ax.set_title("Per-Capita Productivity (GDP)", fontsize=16)
136 ax.set_ylabel("Productivity (Million JPY)", fontsize=12)
137 ax.grid(True)
138 ax.legend()
139
140 # Plot 3: High-Skilled Worker Ratio
141 ax = axes[1, 0]
142 for name, res in results.items():
143     ax.plot(res['year'], np.array(res['high_skilled_ratio']) * 100,
144            label=name, color=scenarios[name]['color'], linestyle=scenarios[name]
145            ['linestyle'], lw=2.5)
146 ax.set_title("High-Skilled Worker Ratio in Youth Population", fontsize=16)
147 ax.set_ylabel("Ratio (%)", fontsize=12)
148 ax.set_xlabel("Year", fontsize=12)
149 ax.grid(True)
150 ax.legend()
151
152 # Plot 4: Annual Fiscal Balance
153 ax = axes[1, 1]

```

```

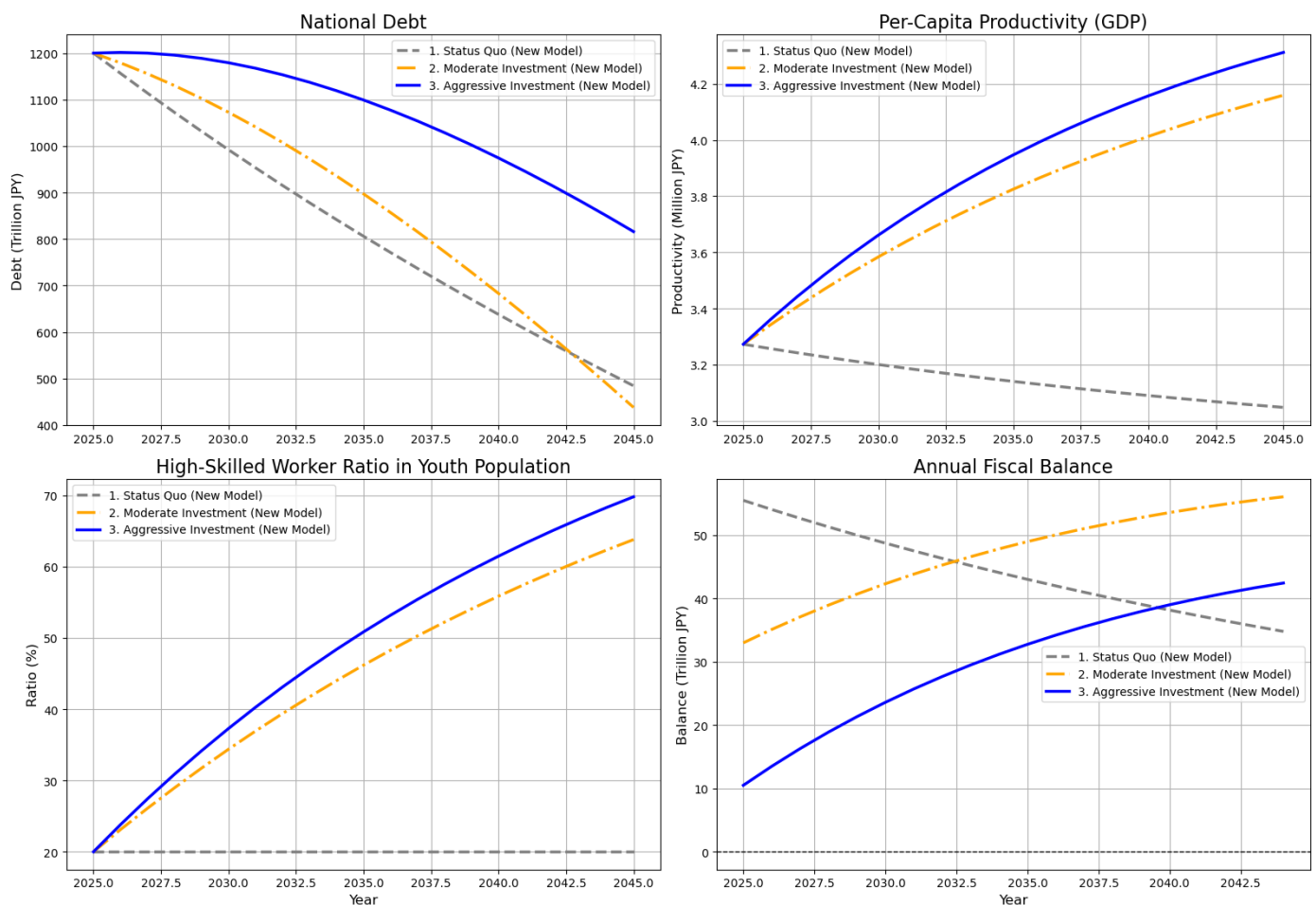
149 for name, res in results.items():
150     ax.plot(res['year'][:-1], np.array(res['B'])[:-1] / 1e12,
151             label=name, color=scenarios[name]['color'], linestyle=scenarios[name]
152             ['linestyle'], lw=2.5)
153 ax.axhline(0, color='black', lw=1, linestyle='--') # Zero line
154 ax.set_title("Annual Fiscal Balance", fontsize=16)
155 ax.set_ylabel("Balance (Trillion JPY)", fontsize=12)
156 ax.set_xlabel("Year", fontsize=12)
157 ax.grid(True)
158 ax.legend()
159 # Adjust layout and display the plot
160 plt.tight_layout(rect=[0, 0, 1, 0.96])
161 plt.show()

```

5. 結果 (Results)

新モデルによるシミュレーションは以下の結果を示した。

New Youth Support Policy Simulation (Labor Market Model)



グラフの凡例と各グラフの意味

凡例の解説 (Explanation of the Legends)

グラフに表示されている3種類の線は、それぞれ以下の政策シナリオに対応しています。

- **1. Status Quo (New Model)** (現状維持)
 - **色と線種:** 灰色、破線 (---)
 - **意味:** 「若者への追加投資も、高齢者向け支出の見直しも、一切行わなかった場合」の未来を示します。これは、他の政策の効果を評価するための基準（ベースライン）となるシナリオです。
 - 若者一人当たり投資額: 0円
 - 高齢者向け支出の削減率: 年率0%
- **2. Moderate Investment (New Model)** (穏健な投資)
 - **色と線種:** オレンジ色、一点鎖線 (-..)
 - **意味:** 「若者に対して、ある程度の規模の投資を行い、同時に高齢者向け支出を緩やかに見直した場合」の未来を示します。中規模の政策がどのような結果をもたらすかを検証するシナリオです。
 - 若者一人当たり投資額: 30万円/年
 - 高齢者向け支出の削減率: 年率1%
- **3. Aggressive Investment (New Model)** (積極的な投資)
 - **色と線種:** 青色、実線 (-)
 - **意味:** 「若者に対して、大規模な投資を積極的に行い、同時に高齢者向け支出を緩やかに見直した場合」の未来を示します。提案されている政策を最大限に実施した場合に、どのような変化が起きるかを見るためのシナリオです。
 - 若者一人当たり投資額: 60万円/年
 - 高齢者向け支出の削減率: 年率1%

各グラフの意味 (Meaning of Each Graph)

これらの凡例を踏まえて、それぞれのグラフは以下のことを示しています。

- **National Debt (財政債務):**
国の借金残高が将来どのように変化するかを示します。
- **Per-Capita Productivity (GDP) (一人あたり生産性):**
国民一人当たりの稼ぐ力がどのように変化するかを示します。
- **High-Skilled Worker Ratio in Youth Population (若年層の高スキル労働者比率):**
政策の直接的な効果として、若者の中に占める高スキル人材の割合がどう変化するかを示します。これが経済成長の根本的な原動力です。
- **Annual Fiscal Balance (単年度財政収支):**
国の一年間の収入（税収）と支出の差額を示します。線がゼロより上にあれば黒字、下にあれば赤字です。
- **スキル構造の変化:** 「積極投資」シナリオでは、若年層の高スキル者比率が20年間で20%から約70%へと大幅に上昇した。「穏健投資」でも約60%まで上昇したが、「現状維持」では変化は見られなかった。
- **生産性の向上:** スキル構造の改善に連動し、投資シナリオでは一人あたり生産性が力強く成長した。特に「積極投資」は最も高い生産性を達成した。

- **財政への影響:** いずれのシナリオも初期状態では財政黒字であったが、その推移は大きく異なった。「積極投資」は、高い投資コストにより単年度黒字が最も圧縮され、結果として債務削減ペースが最も緩やかになった。「穏健投資」は、投資コストと成長リターンのバランスが良く、最も大きな財政黒字と速い債務削減を達成した。

6. 考察 (Discussion)

本シミュレーション研究から得られる政策的示唆は以下の通りである。

1. **若者への人的資本投資の有効性:** 本研究で構築したロバストなモデルにおいても、「若者への投資がスキル構造を改善し、経済全体を成長させる」という中心的な仮説は維持された。これは、この戦略が単なる希望的観測ではなく、具体的なメカニズムに裏打ちされた有効な選択肢であることを示唆する。
2. **重要な政策的トレードオフの存在:** シミュレーションは、「長期的な生産性の最大化」と「短期的な債務削減ペースの最大化」が必ずしも両立しないことを明らかにした。「積極投資」は国全体の将来的な稼ぐ力を最も高めるが、そのコストによって債務削減ペースは鈍化する。このトレードオフを国民が理解し、「**未来への投資**」と「**現在の財政規律**」のどちらをどの程度重視するのかについて、社会的な合意を形成することが不可欠である。
3. **投資規模の重要性:** 「穏健投資」シナリオは、ある程度の成果を上げたものの、財政へのインパクトは限定的であった。「積極投資」シナリオが示したように、現状を大きく変えるには、中途半端ではない、**大胆で十分な規模の投資**が必要となる可能性がある。

本研究は、あくまで特定の仮定に基づいたシミュレーションであるが、政策決定者が考慮すべき重要な力学とトレードオフを可視化するものである。今後は、各パラメータの値を実証データに基づいて精緻化し、モデルの信頼性をさらに高めていくことが望まれる。