

東日本大震災からの復旧期間の推計研究～資本ストックに焦点を当てて～

(ケース 2 : 技術進歩を考慮)

「ソローモデルに基づく東日本大震災からの資本ストック復旧期間の検討 (ケース 1 : 技術進歩考慮なし)」では、ソローモデルで技術進歩を考慮しない場合における、東日本大震災からの資本ストック復旧期間について検討した。

本稿では、技術進歩を考慮したソローモデルに基づき、東日本大震災からの資本ストック復旧期間の検討を行う。ここでの技術進歩とは、「労働の効率性」の成長を指す。

具体的には、「労働の効率性」を E とし、労働者数 L ではなく、効率労働 EL を投入して生産を行うと想定する。また、 E は毎年 g % で成長すると想定する (すなわち、 $E_t = E_0 \cdot (1+g)^t$)。これは、 L や資本ストック K が不変であっても、 E の成長を通じて、生産を増やすことができることを意味する。

技術進歩のソローモデルへの導入は次の通りである。コブ＝ダグラス型の生産関数を、 $Y_t = AK_t^\alpha (E_t \cdot L_t)^{1-\alpha}$ とする。また、 $\tilde{k}_t = K_t / E_t L_t$ を「効率労働単位当たりの資本ストック」とする。貯蓄率が一定であれば、Barro and Sala-i-Martin『内生的経済成長論 I [第 2 版]』(2006) p59 の式を拡張することで、効率労働 1 単位当たり資本ストックの時間経路は以下の (1 式) から求めることができる。

$$\tilde{k}_t^{1-\alpha} = \frac{sA}{(n+g+\delta)} + \left\{ \left[\tilde{k}_0 \right]^{1-\alpha} - \frac{sA}{(n+g+\delta)} \right\} \cdot e^{-(1-\alpha) \cdot (n+g+\delta) \cdot t} \quad (1 \text{ 式})$$

この式から、効率労働 1 単位当たり資本ストックが震災前水準に復旧する期間を推計することができる。

しかし本稿では、効率労働 1 単位当たり資本ストックではなく、「1 人当たり資本ストック」 ($k_t = K_t / L_t = E_t \tilde{k}_t$) の震災前水準への復旧をもって、「資本ストックの復旧」とする。そのため、以下の方法で 1 人当たり資本ストックの復旧期間を推計する。

【ステップ 1】

震災後における効率労働 1 単位当たり資本ストックを $\tilde{k}_0$ とし、 t 年における効率労働 1 単位当たり資本ストック $\tilde{k}_t$ を (1 式) より求める。

【ステップ 2】

$k_t = E_t \tilde{k}_t$ より、 t 年における 1 人当たり資本ストック k_t を求める。

【ステップ 3】

k_t が震災前における 1 人当たり資本ストック水準 k_1 に到達する時の t を求める。

1. 全国を対象とした復旧期間の推計

(1) データ

全国を対象とし、(1 式)に関連するデータを収集する(表 1 参照)。なお、1)～9)までのデータは「ソローモデルに基づく東日本大震災からの資本ストック復旧期間の検討(ケース 1:技術進歩考慮なし)」における表 1 の値と同じであり、10)以降が技術進歩の考慮に伴う新たな変数である(技術進歩率 1%と仮定)。

表 1 推計用データ(全国)

変数	変数名	数値	出典
1) K_1	震災前の資本ストック(民間資本)	1,176.2 兆円	内閣府都道府県別経済財政モデル(平成 22 年度版)
2) K_0	震災後の資本ストック(民間資本)	1,162.8 兆円	内閣府試算より、1)－13.4 兆円 ¹
3) L	就業者人口(不変と仮定)	6,294 万人	総務省 労働力調査
4) k_1	震災前の 1 人当たり資本ストック	18.68 百万円	1)/3)
5) k_0	震災後の 1 人当たり資本ストック	18.47 百万円	2)/3)
6) α	資本分配率	39%	国民経済計算より厚労省推計
7) s	貯蓄率	21%	2005 年産業連関表
8) n	人口成長率	0%	仮定
9) δ	資本減耗率	9%	国民経済計算より厚労省推計
10) E	労働の効率性		毎年 g % で成長 ($E_t = E_0 \cdot (1+g)^t$) とすると仮定
11) $\tilde{k}_1$	震災前の効率的労働 1 単位当たり資本ストック	18.68 百万円	1)/(3)×10)) (ただし、 $E=1$ として計算)
12) $\tilde{k}_0$	震災後の効率的労働 1 単位当たり資本ストック	18.47 百万円	2)/(3)×10)) (ただし、 $E=1$ として計算)
13) g	技術進歩率(労働の効率性成長率)	1%	仮定
14) Y^*	震災前の GDP	520 兆円	国民経済計算(H19 年度)
15) $\tilde{y}_1$	震災前の効率的労働 1 単位当たり GDP	945 万円	14)/(3)×10)) (ただし、 $E=1$ として計算)

¹ 「東日本大震災における被害額の推計について」(内閣府、H23.6.24)における総被害額約 16.9 兆円から、社会資本ストック関連分(ライフライン施設の被害額:約 1.3 兆円、社会基盤施設の被害額:約 2.2 兆円)を引いた額。

16) A	技術水準	11,855	$\tilde{y}_1 = A\tilde{k}_1^\alpha$ より、(6),11),15)を用いて推計
17) t	期間 (年)		

※震災後と同様、震災前の効率的労働 1 単位当たり変数を求める際の E を 1 として計算しているのは、震災前とは震災直前（例えば 2011 年 3 月 10 日時点）を表し、震災前と震災後とでは労働の効率性は変化していない（1 に基準化）と想定しているため。

（２）推計

p1 の【ステップ 1】～【ステップ 3】に基づき、「1 人当たり資本ストック」 k_t が震災前水準 k_1 に復旧する期間を推計する。

【ステップ 1】

- ① p1 の（1 式）より、 t 年における効率労働 1 単位当たり資本ストック $\tilde{k}_t$ を求める。
- ② 例えば $t=2$ 年とし、（1 式）に表 5 のデータを代入すると、 $\tilde{k}_2 = 18.2$ 百万円と算出される。

【ステップ 2】

- ① $k_t = E_t \tilde{k}_t$ より、 t 年における 1 人当たり資本ストック k_t を求める。
- ② $t=2$ 年であれば、 $E_2 = E_0 \cdot (1+g)^2 = (1+0.01)^2 = 1.02$ ($E_0=1$ より) であることから、
 $k_2 = E_2 \tilde{k}_2 = 1.02 \times 18.2 \text{ 百万円} = 18.61 \text{ 百万円}$ となる。

【ステップ 3】

- ① k_t が震災前の 1 人当たり資本ストック k_1 に到達する時の t を求める。
- ② 表 1 の 4) より、震災前の 1 人当たり資本ストックは 18.68 百万円であり、 $k_2 = 18.61$ 百万円であることから、 $t=2$ 年時点ではまだ震災前水準に到達していない。

（以下、 $t=3, \dots$ についても同様のステップに則り、 k_t が k_1 に到達するまで実施）

この結果、 $t=3$ 年の時に、 k_t が震災前の資本ストック水準である 18.68 百万円に到達する ($\tilde{k}_3 = 18.14$ 百万円、 $E_3 = 1.030$ 、 $k_3 = E_3 \tilde{k}_3 = 18.68$ 百万円)。

すなわち、技術進歩が 1% の場合、約 3 年で震災前の 1 人当たり資本ストック水準（全国）に復旧する。技術進歩考慮なしの場合の復旧までの期間は約 3.6 年であるため、技術進歩が 1% の場合、復旧までの年が約半年早まることになる。

（３）感度分析

（２）での推計結果は貯蓄率 s （表 1 では 0.21）や資本減耗率 δ （表 1 では 0.09）の想定に依存する。ここでは、貯蓄率 s 、資本減耗率 δ について感度分析を行う。

1) 貯蓄率 s

表1のデータにおいて、貯蓄率 s を 15%～25%に変化させた時の、震災前水準の資本ストック k_1 に復旧するまでの期間 t は表2の通りである（黄色部分が（2）での推計結果）。

表2 貯蓄率 s の感度分析結果（全国）

s (%)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
t (年)	67	55	44	32	21	10	3	2	1	1	1

表2の結果より、貯蓄率 s が高ければ高いほど、投資が促進されるため、震災前水準への復旧までの期間が短くなることが分かる。

2) 資本減耗率 δ

表1のデータにおいて、資本減耗率 δ を 5%～15%に変化させた時の、震災前水準の資本ストック k_1 に復旧するまでの期間 t は表3の通りである（黄色部分が（2）での推計結果）。

表3 資本減耗率 δ の感度分析結果（全国）

δ (%)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
t (年)	1	1	1	1	3	21	40	55	68	80	90

表3の結果より、資本減耗率 δ が低ければ低いほど、毎年減耗していく資本ストックが減るため、震災前水準への復旧までの期間が短くなることが分かる。

3) 貯蓄率 s 、資本減耗率 δ の組み合わせから求められる t (年)

表1のデータにおいて、貯蓄率 s を 15%～25%、資本減耗率 δ を 5%～15%にそれぞれ変化させた時の、震災前水準の資本ストック k_1 に復旧するまでの期間 t は表4（次頁）の通りである（黄色部分が（2）での推計結果）。

表 4 貯蓄率 s 、資本減耗率 δ の感度分析結果（全国）

$s \backslash \delta$	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
15%	1	1	18	46	67	83	98	112	124	135	146
16%	1	1	6	33	55	73	88	101	113	125	135
17%	1	1	2	20	44	62	77	91	103	115	125
18%	1	1	2	8	32	52	68	81	94	105	116
19%	1	1	1	3	21	42	58	72	85	96	107
20%	1	1	1	2	10	32	49	64	76	88	98
21%	1	1	1	1	3	21	40	55	68	80	90
22%	1	1	1	1	2	11	31	47	60	72	83
23%	1	1	1	1	1	4	22	39	53	64	75
24%	1	1	1	1	1	2	13	31	45	57	68
25%	1	1	1	1	1	2	5	22	38	50	61

2. 東北地方（6 県）を対象とした復旧期間の推計

1. では全国を対象とし、全国における 1 人当たり資本ストックの震災前水準への復旧までの期間を推計した。2. では、東北地方における 1 人当たり資本ストックの震災前水準への復旧までの期間を推計する。

1) データ

東北地方を対象とし、(1 式) に関連するデータを収集する（表 5 参照）。なお、1) ～9) までのデータは「ソローモデルに基づく東日本大震災からの資本ストック復旧期間の検討（ケース 1：技術進歩考慮なし）」における表 7 の値と同じであり、10) 以降が技術進歩の考慮に伴う新たな変数である（技術進歩率 1%と仮定）。

表 5 推計用データ（東北地方）

変数	変数名	数値	出典
1) K_1	震災前の資本ストック（民間資本）	81.7 兆円	内閣府都道府県別経済財政モデル（平成 22 年度版）
2) K_0	震災後の資本ストック（民間資本）	68.3 兆円	内閣府試算より、1)－13.4 兆円
3) L	就業者人口（不変と仮定）	444 万人	総務省 労働力調査
4) k_1	震災前の 1 人当たり資本ストック	18.4 百万円	1)／3)
5) k_0	震災後の 1 人当たり資本ストック	14.5 百万円	2)／3)
6) α	資本分配率	39%	国民経済計算より厚労省推計
7) s	貯蓄率	21%	2005 年産業連関表
8) n	人口成長率	0%	仮定
9) δ	資本減耗率	9%	国民経済計算より厚労省推計
10) E	労働の効率性		毎年 g % で成長 ($E_t = E_0 \cdot (1+g)^t$) すると仮定
11) $\tilde{k}_1$	震災前の効率的労働 1 単位当たり資本ストック	18.4 百万円	1)／(3)×10)) (ただし、 $E=1$ として計算)
12) $\tilde{k}_0$	震災後の効率的労働 1 単位当たり資本ストック	14.5 百万円	2)／(3)×10)) (ただし、 $E=1$ として計算)
13) g	技術進歩率（労働の効率性成長率）	1%	仮定
14) Y^*	震災前の GDP	34 兆円	県民経済計算（H19 年度） [山形、秋田：4 兆円、青森、岩手 5 兆円、宮城、福島 8 兆円]

15) $\tilde{y}_1$	震災前の効率的労働 1 単位当たり GDP	765 万円	14) / (3) × 10)) (ただし、 $E = 1$ として計算)
16) A	技術水準	11,055	$\tilde{y}_1 = A\tilde{k}_1^\alpha$ より、6), 11), 15) を用いて推計
17) t	期間 (年)		

※青字箇所は表 1 と同じ値、すなわち、資本分配率、人口成長率、資本減耗率、技術進歩率は全国と東北地方では同じという想定。

2) 推計

p1 の【ステップ 1】～【ステップ 3】に基づき、「1 人当たり資本ストック」 k_t が震災前水準 k_1 に復旧する期間を推計する。

【ステップ 1】

- ① p1 の (1 式) より、 t 年における効率的労働 1 単位当たり資本ストック $\tilde{k}_t$ を求める。
- ② 例えば $t = 2$ 年とし、(1 式) に表 5 のデータを代入すると、 $\tilde{k}_2 = 15.3$ 百万円と算出される。

【ステップ 2】

- ① $k_t = E_t \tilde{k}_t$ より、 t 年における 1 人当たり資本ストック k_t を求める。
- ② $t = 2$ 年であれば、 $E_2 = E_0 \cdot (1 + g)^2 = (1 + 0.01)^2 = 1.02$ ($E_0 = 1$ より) であることから、 $k_2 = E_2 \tilde{k}_2 = 1.02 \times 15.3$ 百万円 = 15.6 百万円となる。

【ステップ 3】

- ① k_t が震災前の 1 人当たり資本ストック k_1 に到達する時の t を求める。
- ② 表 5 の 4) より、震災前の 1 人当たり資本ストックは 18.4 百万円であり、 $k_2 = 15.6$ 百万円であることから、 $t = 2$ 年時点ではまだ震災前水準に到達していない。

(以下、 $t = 3, \dots$ についても同様のステップに則り、 k_t が k_1 に到達するまで実施)

この結果、 $t = 22$ 年の時に、 k_t が震災前の資本ストック水準である 18.4 百万円に到達する ($\tilde{k}_{22} = 14.9$ 百万円、 $E_{22} = 1.24$ 、 $k_{22} = E_{22} \tilde{k}_{22} = 18.4$ 百万円)。

すなわち、技術進歩が 1% の場合、約 22 年で震災前の 1 人当たり資本ストック水準 (東北地方) に復旧する。技術進歩考慮なしの場合、震災前水準資本ストックまで復旧することはできなかったが (定常状態の 95% 水準には約 16 年半で到達)、技術進歩が 1% の場合、約 22 年かけて震災前水準まで復旧できることになる。

(3) 感度分析

(2) での推計結果は貯蓄率 s (表 5 では 0.21) や資本減耗率 δ (表 5 では 0.09) の想定に依存する。ここでは、貯蓄率 s 、資本減耗率 δ について感度分析を行う。

1) 貯蓄率 s

表 5 のデータにおいて、貯蓄率 s を 15%~25% に変化させた時の、震災前水準の資本ストック k_1 に復旧するまでの期間 t は表 6 の通りである (黄色部分が (2) での推計結果)。

表 6 貯蓄率 s の感度分析結果 (東北地方)

s (%)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
t (年)	78	67	56	46	37	28	22	17	13	11	9

2) 資本減耗率 δ

表 5 のデータにおいて、資本減耗率 δ を 5%~15% に変化させた時の、震災前水準の資本ストック k_1 に復旧するまでの期間 t は表 7 の通りである (黄色部分が (2) での推計結果)。

表 7 資本減耗率 δ の感度分析結果 (東北地方)

δ (%)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
t (年)	5	6	8	12	22	37	52	66	78	90	100

3) 貯蓄率 s 、資本減耗率 δ の組み合わせから求められる t (年)

表 1 のデータにおいて、貯蓄率 s を 15%~25%、資本減耗率 δ を 5%~15% にそれぞれ変化させた時の、震災前水準の資本ストック k_1 に復旧するまでの期間 t は表 8 (次頁) の通りである (黄色部分が (2) での推計結果)。

表 8 貯蓄率 s 、資本減耗率 δ の感度分析結果（東北地方）

$s \backslash \delta$	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
15%	11	19	37	59	78	94	108	122	134	145	156
16%	9	14	27	48	67	83	98	111	123	135	145
17%	7	11	20	37	56	73	88	101	113	125	135
18%	6	9	15	28	46	63	78	91	104	115	126
19%	6	8	12	21	37	54	69	82	95	106	117
20%	5	7	9	16	28	46	60	74	86	98	108
21%	5	6	8	12	22	37	52	66	78	90	100
22%	4	5	7	10	17	29	44	58	70	82	93
23%	4	5	6	8	13	22	36	50	63	75	85
24%	4	4	5	7	11	17	29	43	56	68	78
25%	3	4	5	6	9	13	23	36	49	61	71

以上

【本研究に対するお問い合わせ先】

（財）日本総合研究所 特別研究本部

担当：青木、上泉

電話番号：03-5275-1570

※本資料は、現時点における自主研究の成果を取りまとめたものであり、今後の研究成果に応じて更新されることがあります。