

創価経済論集

季刊

THE SOKA ECONOMIC STUDIES: VOL. LI NO. 1·2·3·4/MARCH 2022

論文

異質的2国動学モデルの数値解析（計算経済学の研究その21）…………… 釜 国 男 （1）

世代重複モデルの数値解析（2）（計算経済学の研究その22）…………… 釜 国 男 （13）

完全オンラインでの反転授業においてディスカッションはうまくいくのか？
…………… 碓井 健寛 （25）

反転授業は学生に深い学びをもたらすのか？
— 経済学部分科会 パネルディスカッション
…………… 碓井 健寛・服部 南見・金澤 伸幸・寺田 和之 （49）

気候変動による降水パターンの変化とコメの生産量変化
— 応用一般均衡モデルによるスリランカのシナリオ分析—
…………… 齋藤 之美・齋藤 勝宏 （59）

The Soka Economic Association

President

Isao TAKAGI

Editors

Takehiro USUI

Nobuyuki KANAZAWA

Takayuki SAKUMA

Kazuyuki TERADA

Makoto MASUI

The Soka Economic Association, affiliated to the Department of Economics, Soka University, was established in 1971. The purpose of the Association is to support and encourage research and education in Economics, Economic History, Economic Policy, Statistics, and closely related problems. The Soka Economic Studies has been published quarterly by the Association with papers mainly contributed by the faculty members of the Department. All communications relating to subscriptions and memberships should be addressed to :

The Soka Economic Association, Soka University

1-236 Tangi-machi, Hachioji, Tokyo 192-8577

異質的 2 国動学モデルの数値解析 (計算経済学の研究その 21)

Numerical Analysis of Heterogeneous Two-country Dynamic Model

釜 国男^{*}
Kunio KAMA

1. はじめに

近年、グローバル化の進展により各国経済の相互依存度は飛躍的に高まっている。このため一国のマクロ経済の動向を把握するには、消費、GDP、雇用、賃金などに加えて為替レート、貿易収支、資本移動などを組み込んだモデルが必要である。こうした要請に応えたのがマンデル＝フレミングモデルである¹⁾。伝統的な IS-LM モデルに海外部門を取り入れたこのモデルを用いて、固定相場や変動相場制における金融政策と財政政策の効果が分析された。しかしながら、1970 年代以降はルーカスによる伝統的なマクロ経済学に対する批判を受けて、ミクロ的基礎づけを重視するアプローチが主流となった。国際マクロ経済学の分野では、オブズフェルドとログフが家計と企業の最適化行動に基づく動学的一般均衡モデルを提唱した²⁾。今日では同モデルを様々な方向へ拡張する研究が行われている。

一般にグローバル化により所得や資産の格差は拡大すると見られている。経営や技術面で優れた能力をもつ人びとの収入は飛躍的に上昇する一方で、単純労働者の収入は上昇しないという議論である。こうした問題は従来の代表的主体のモデルで扱うことは難しい。かわりに経済主体の異質性を考慮したモデルを用いる必要がある。そうしたモデルとして、ここでは 2 国間で資本取引が自由に行われるモデルについて考える。基本となるのは Aiyagari (1994) のモデルである。両国の企業と消費者は国際資本市場に参加して取引を行う。一方の国で生じた技術ショックや選好ショックは資本市場を通じて他国に波及する。このため両国のマクロ変数は特定の反応パターンにしたがって変化する。最初に閉鎖状態と開放状態にある経済を比較して、グローバル化の影響を数量的に捉える。つぎに技術ショックと選好ショックのスピルオーバー効果を計算して、グローバル化と景気連動性の関係を調べる。

2. アウトルキー経済

AB 両国の消費者は区間 $[0,1]$ に分布し、一定時間労働に従事する。ただし労働生産性は確率

^{*} 創価大学名誉教授

的に変化する。このため消費者は所得の変動リスクに備えて資産を保有する。予算制約は

$$da_t = (wz_t + ra_t - c_t)dt \quad (1)$$

と表される。ここで a_t は資産、 w は実質賃金、 z_t は労働生産性、 r は実質利子率、 c_t は消費である。消費者は生涯効用の割引現在価値

$$U = E_0 \int_0^{\infty} e^{-\rho t} u(c_t) dt \quad (2)$$

を最大化する。その際、予算制約に加えて借入制約

$$a_t \geq b, \quad -\infty < b < 0 \quad (3)$$

を満たさなければならない。労働生産性は2値のポアソン過程に従う。つまり $z_t \in \{z_1, z_2\}$, $z_2 > z_1$ であり、状態1から状態2へジャンプする確率を λ_1 、逆方向へジャンプする確率を λ_2 とする。効用関数は

$$u(c) = \frac{c^{1-\theta}}{1-\theta} \quad (\theta > 0, \theta \neq 1) \quad (4)$$

とする。資産と労働生産性の分布を $g_i(a, t)$, $i=1,2$ と表す。これらは規格化の条件

$$\int_b^{\infty} g_1(a, t) da + \int_b^{\infty} g_2(a, t) da = 1 \quad (5)$$

を満たす。上の最適化問題に動的計画法を適用すると、定常状態の HJB 方程式は

$$\rho V_i(a_t) = \max_c \{u(c) + V_i'(a_t)(wz_i + ra_t - c_t) + \lambda_i(V_j(a_t) - V_i(a_t))\} \quad (6)$$

と表される ($i=1,2$ & $j \neq i$)。貯蓄関数は

$$s_i(a) = wz_i + ra - c_i(a), \quad c_i(a) = (u')^{-1}(V_i'(a)) \quad (7)$$

である。(3) の借入制約から境界条件

$$u'(wz_i + rb) \leq \partial_a V(b, z_i) \quad (8)$$

が導かれる。定常状態における資産と労働生産性の分布はつぎのコルモゴロフ方程式を満たす。

$$0 = -\frac{d}{da} [s_i(a)g_i(a)] - \lambda_i g_i(a) + \lambda_j g_j(a) \quad (9)$$

これより

$$\int_b^{\infty} g_1(a) da = \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}, \quad \int_b^{\infty} g_2(a) da = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

が成り立つ。低生産性グループと高生産性グループに属する確率は λ_1 と λ_2 の比率で決まることが分かる。

代表的企業の生産関数は

$$Y = AK^\alpha Z^{1-\alpha}, \quad Z = \frac{z_1 \lambda_2 + z_2 \lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

とする。ここで A は全要素生産性で一定とする。完全競争のもとでは

$$w = A(1-\alpha) \left(\frac{K}{Z} \right)^\alpha \quad (10)$$

$$r = A\alpha \left(\frac{K}{Z} \right)^{\alpha-1} - \delta \quad (11)$$

が成り立つ。資本市場の均衡条件は

$$K = \int_b^\infty a g_1(a) da + \int_b^\infty a g_2(a) da \quad (12)$$

である。

このモデルの競争均衡は (6),(9),(10),(11),(12),(13) 式を満たす $V_1(a)$, $V_2(a)$, $g_1(a)$, $g_2(a)$, K , w , r によって定義される。一般的な条件の下で唯一の解が存在するが、解析的な方法では解は得られない。このため数値計算によって近似解を求めた。最初に HJB 方程式の解法について説明しよう³⁾。資産の範囲を $[b, a_{\max}]$ として、 Δa の間隔で分点 $a_j, j=1, \dots, J$ をとり $V_i(a_j)$ の近似値を $V_{i,j}$ とする。HJB 方程式を次式で近似する。

$$\rho V_{i,j} = u(c_{i,j}) + V'_{i,j}(wz_i + ra_j - c_{i,j}) + \lambda_i(V_{-i,j} - V_{i,j}), \quad i = 1, 2 \quad (13)$$

$$c_{i,j} = (u')^{-1}(V'_{i,j}) = (V'_{i,j})^{-1/\theta}$$

ただし $i = 1 \rightarrow -i = 2$, $i = 2 \rightarrow -i = 1$ である。適当な初期値 $V_i^0 = (V_{i,1}^0, \dots, V_{i,J}^0)$ を与えて、つぎの反復式で $V_i^n, n = 1, 2, \dots$ をアップデートする。

$$\frac{V_{i,j}^{n+1} - V_{i,j}^n}{\Delta} + \rho V_{i,j}^{n+1} = u(c_{i,j}^n) + (V'_{i,j}^{n+1})(wz_i + ra_i - c_{i,j}^n) + \lambda_i(V_{-i,j}^{n+1} - V_{i,j}^{n+1}) \quad (14)$$

ステップ n ではつぎの線形方程式を解くことになる。

$$\begin{aligned} \frac{1}{\Delta} (V^{n+1} - V^n) + \rho V^{n+1} &= u(V^n) + B(V^n) V^{n+1} \\ \left(\left(\rho + \frac{1}{\Delta} \right) I - B(V^n) \right) V^{n+1} &= u(V^n) + \frac{1}{\Delta} V^n \end{aligned} \quad (15)$$

ここで $B(V^n)$ は $2J \times 2J$ の推移確率行列である。初期値 $V_i^0, i = 1, \dots, J$ を設定して、 $n = 0, 1, 2, \dots$ に

ついてつぎのステップを実行する。

- (1) $(V_{i,j}^n)'$ を計算する。
- (2) $c_{i,j}^n = (V_{i,j}^n)^{-1/\theta}$ を求める。
- (3) (15) から V^{n+1} を計算する。
- (4) $V^{n+1} \cong V^n$ であれば停止し、そうでなければステップ (1) へ戻る。

コルモゴロフの前進方程式は

$$0 = -\frac{d}{da} [s_1(a)g_1(a)] - \lambda_1 g_1(a) + \lambda_2 g_2(a)$$

$$0 = -\frac{d}{da} [s_2(a)g_2(a)] - \lambda_2 g_2(a) + \lambda_1 g_1(a)$$

と表される。これを離散化した

$$0 = B(V)^T g \tag{16}$$

から分布関数を求めた。 $B(V)$ はすでに求めているので新たに計算する必要はない。

つぎのアルゴリズムを $n = 0, 1, 2, \dots$ について実行して数値解を求める。

[ステップ1] 資本の初期値 K^0 を設定して w^0, r^0, V^0 を求めた。

[ステップ2] V^n を計算する。

[ステップ3] (16) から g^n を求めて

$$S = \sum_{j=1}^J a_j g_{1,j} \Delta a + \sum_{j=1}^J a_j g_{2,j} \Delta a$$

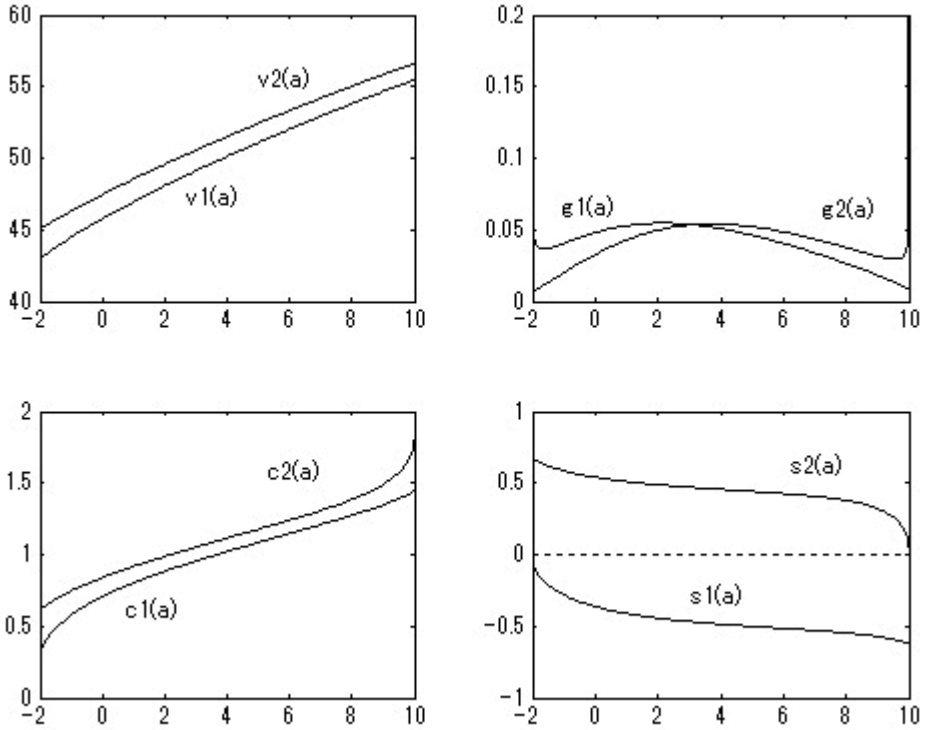
$$K^{n+1} = \omega K^n + (1 - \omega)S, \quad 0 < \omega < 1$$

を計算する。 $|K^{n+1} - K^n| \leq 10^{-6}$ であれば終了し、そうでなければ $n+1 \rightarrow n$ としてステップ1へ戻る。

数値計算にあたってA国のパラメータは $\theta = 0.6, \rho = 0.05, \delta = 0.08, \alpha = 0.36, A = 1.3, z_1 = 0.2, z_2 = 0.8, \lambda_1 = 1/3, \lambda_2 = 1/3$ とした。借入限度は $b = -2$ であり、 $-2 \leq a \leq 10$ の区間に200の分点をとった。労働投入は $Z = 0.5$ となる。B国については $A = 1.0, \lambda_1 = 1/4, Z = 0.457$ とした以外はA国と同じパラメータを用いる。A国と比べて全要素生産性は低く労働投入も少ない。上のアルゴリズムを実行すると、A国の実質利子率は $r^* = 4.79\%$ 、資本ストックは $K^* = 3.794$ 、実質賃金は $w^* = 1.726$ となる。GNPは1.348で、総消費は1.045である。所得のジニ係数は $\gamma_{income} = 0.303$ で、資産のジニ係数は $\gamma_{wealth} = 0.478$ となる。グローバル化の社会的厚生に及ぼす影響を調べるために、社会的効用をつぎのように定義した。

$$U_{social} = \frac{1}{\rho} \left[\int_b^{\infty} u(c_1(a)) g_1(a) da + \int_b^{\infty} u(c_2(a)) g_2(a) da \right] \tag{17}$$

図1 Value および分布関数と消費・貯蓄関数



この指標によると、A国の社会的効用は $U_{social} = 2.520$ となる。図1は主要な4つの関数を示している。消費者の生涯効用は資産の増加関数であり、資産が同じであれば高生産性グループの方が効用は高くなる。資産分布の図によると、低い資産の領域では $g_1(a) > g_2(a)$ であるが、資産が増加すれば $g_1(a) < g_2(a)$ となる。また資産が同じであれば高生産性グループの方がより多く消費する。低生産性グループの貯蓄は負で、高生産性グループの貯蓄は正となる。

これまで検討したのは長期の定常状態である。つぎに全要素生産性が変化した場合について検討しよう。この場合、モデルは次式で表される

$$\begin{aligned}
 \rho V_i(a, t) &= \max_c \{u(c) + \partial_a V_i(a, t)(w(t)z_i + r(t)a - c)\} \\
 &\quad + \lambda_i (V_j(a, t) - V_i(a, t)) + \partial_t V_i(a, t) \\
 \partial_t g_i(a, t) &= -\partial_a (s_i(a, t)g_i(a, t)) - \lambda_i g_i(a, t) + \lambda_j g_j(a, t) \\
 s_i(a, t) &= w(t)z_i + r(t)a - c_i(a, t) \\
 c_i(a, t) &= (u_c)^{-1}(\partial_a V_i(a, t))
 \end{aligned} \tag{18}$$

$$w(t) = A(1-\alpha)\left(\frac{K(t)}{Z}\right)^\alpha$$

$$r(t) = A\alpha\left(\frac{K(t)}{Z}\right)^{\alpha-1} - \delta$$

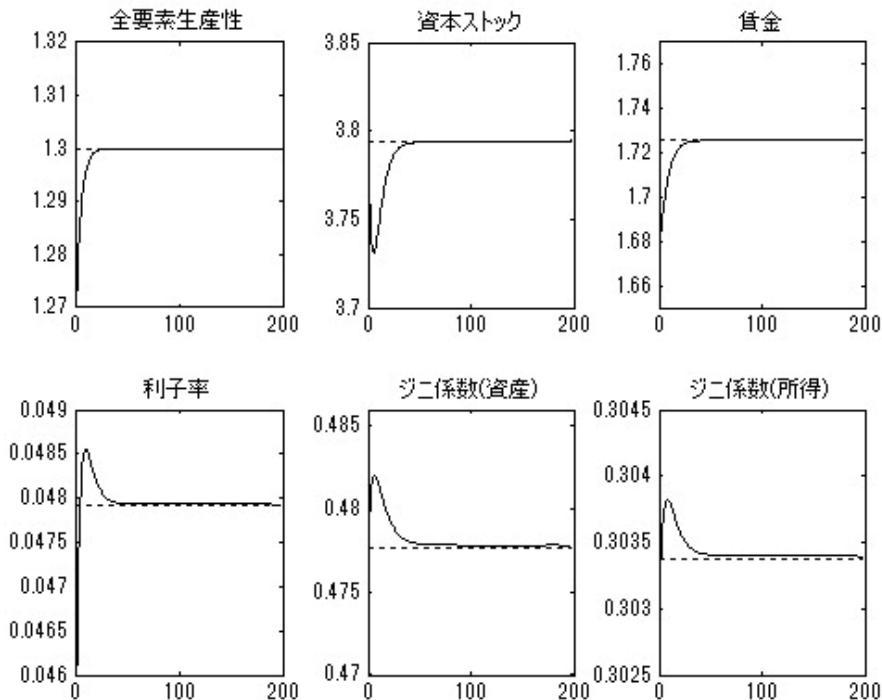
$$K(t) = \int_b^\infty ag_1(a,t)da + \int_b^\infty ag_2(a,t)da$$

定常状態にあるときに、何らかの理由でA国の全要素生産性が $A = 1.3$ から $A = 1.26$ へ低下したとする。その後は

$$\dot{A} = -\eta(A - 1.3), \quad \eta = 0.2 \quad (19)$$

にしたがって元の水準へ戻る。最初に $A = 1.3$ のときの定常解 V_{ij}^* を求める。次に期間 $[0, T]$ を離散化して、 V_{ij}^* を初期値として時間を負方向に進めて V_{ij}^t を計算する。さらに g_{ij}^* を初期値として正の時間方向に g_{ij}^t と K^t を求める。資本に関する収束条件が満たされるまで同様の計算を繰り返す。図2は主要なマクロ変数のインパルス反応を示している。全要素生産性の低下で資本ストックは一時的に減少し、約30年かけて元の水準へ戻る。これは限界生産力の低下で資本の需要が減少するからである。実質賃金も限界生産力の低下により一時的に下落する。利率はショックが加わった直後に下落したあと、長期均衡水準をオーバーシュートする。資産と所得の

図2 全要素生産性ショックに対するインパルス反応



ジニ係数は若干上昇するが、問題にするほどではない。(19)において η の値が小さいと調整期間は長くなるが、どの変数についても反応パターンはほとんど変わらない。

B国の利子率は $r^* = 4.71\%$ であり、資本ストックと実質賃金は $K^* = 2.326$, $w^* = 1.150$ となる。GNPは0.821で、総消費は0.635となる。いずれもA国の値を下回っている。所得のジニ係数は $\gamma_{income} = 0.342$ であり、資産のジニ係数は $\gamma_{income} = 0.669$ とかなり高い。A国と比べて所得と資産の分配は偏っている。(17)から計算した社会的効用は $U_{social} = 2.056$ となり、A国よりも低くなる。このようにミクロとマクロの両面でB国の経済パフォーマンスが劣るのは、全要素生産性が低い上に労働投入も少ないからである。

つぎに開放経済へ移行して資本取引が自由化されると、両国の経済パフォーマンスはどのように変化するか検討する。

3. 2国開放経済

資本市場が統合され、両国の企業と消費者は国際資本市場で資金の調達・運用が可能となる。ただし労働力が国境を越えて移動することはない。このため両国間で賃金格差が生じる。

価格と名目為替レートの変動によって実質為替レートは1となり、両国の財は1対1の比率で交換されるものとする。利子率が与えられると、資産に対する需要と供給が決まる。図3は資産の需要曲線と供給曲線を示している。KAとSAはA国の需要と供給を表し、KBとSBはB国の需要と供給曲線である。2つの曲線が交わるA点とB点は閉鎖状態における均衡点である。点線は $KA + KB = SA + SB$ となる利子率の水準を表している。このとき資本市場は均衡状態にあり、点線上のKB, SBの長さはKA, SAの長さと同しくなる。SB > KB, SA < KAであり、B国の資産の一部はA国で運用されている。生産性が高く労働力も豊富なA国では資本の供給が不足しているからである。

均衡利子率をつぎの手順で求めた。

[ステップ1] 利子率の初期値 r^0 と資本と賃金の初期値 K^0, w^0 を設定する。

[ステップ2] 反復計算により V^0 を求める。

[ステップ3] g^0 を計算して

$$S^0 = \sum_{j=1}^J a_j g_{1,j} \Delta a + \sum_{j=1}^J a_j g_{2,j} \Delta a$$

$$K^0 = Z((\alpha A) / (r^0 + d))^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

$$E^0 = S^0 - K^0$$

を求める。

[ステップ4] 資本市場の超過供給から

$$r^1 = r^0 - 0.0005 * (EA^0 + EB^0)$$

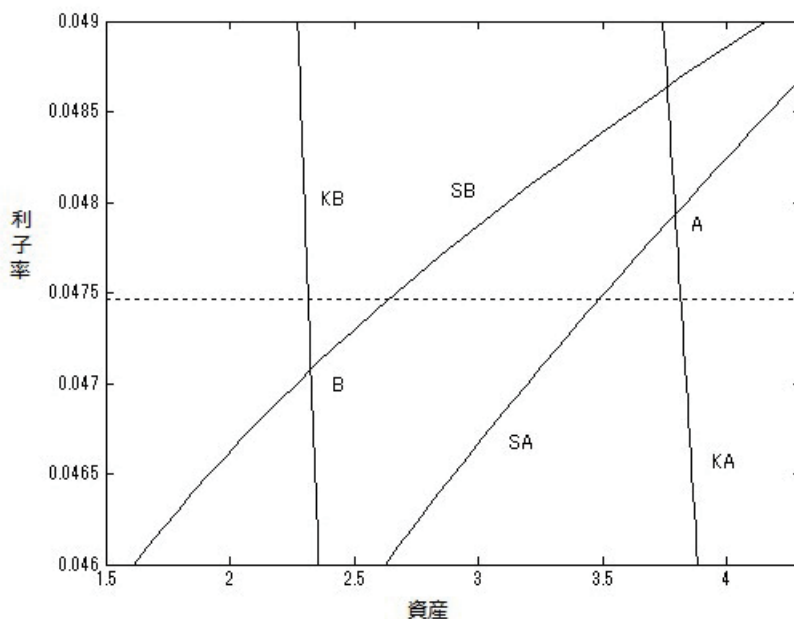
を計算する。 $|EA^0 + EB^0| \leq 10^{-6}$ であれば終了し、そうでなければ r^1 の利子

率のもとでステップ2-4を繰り返す。

以上のステップを10回程度繰り返すと、収束条件を満たす。均衡利子率は $r = 4.75\%$ であり、これは閉鎖状態のA国の利子率より低く、B国の利子率より高い。A国については $KA = 3.815$, $SA = 3.490$, $EA = -0.325$ となる。図3で示したように、国内の資産が0.325だけ不足している。資本の増加によって、実質賃金は $wA = 1.729$ とやや高くなる。貯蓄はゼロで総消費は $C = 1.030$ となる。所得のジニ係数は $\gamma_{income} = 0.307$ であり、資産のジニ係数は $\gamma_{wealth} = 0.511$ と高くなる。したがってグローバル化により資産格差は拡大する。社会的効用は $UA_{social} = 2.506$ で、開放前とほとんど変わらない。A国に関する限り、グローバル化の経済的なメリットはほとんどない。

B国は $EB = 0.325$ の資本をA国へ輸出する。資本の限界生産力が低く、国内の投資機会が乏しいからである。資本ストックは $KB = 2.315$ であり、実質賃金は $wB = 1.148$ となる。総消費は $C = 0.650$ と、A国の6割程度にとどまる。所得のジニ係数は $\gamma_{income} = 0.337$ であり、資産のジニ係数は $\gamma_{wealth} = 0.615$ となる。何れも開放前より低くなっており、グローバル化により格差は縮小する。最後に社会的効用は $U_{social} = 2.076$ となり、社会的な満足度は若干高くなる。これらの結果からみて、グローバル化の恩恵を受けるのはもっぱらB国である。

図3 資産の需要と供給曲線



4. 技術ショック

技術ショックや選好ショックが加わると、経済は一時的に定常状態から乖離する。他にも様々なショックが考えられるが、ここでは全要素生産性と消費者の選好が変化した場合について検討する。最初に A 国の全要素生産性が 10% 低下し、その後は (19) にしたがって元の水準へ戻るケースを取り上げる。ただし B 国の全要素生産性は変化しない。T=100 の期間を 200 の分点で近似して、 $n = 0, 1, \dots$ についてつぎのアルゴリズムを実行した。

[ステップ 1] A 国の全要素生産性 $A(t)$ を求める。

[ステップ 2] 利率の初期値 $r^0(t)$ を与えて、 $K^0 = Z((\alpha A)/(r^0 + d))^{\frac{1}{1-\alpha}}$ と $w^0 = (1 - \alpha)AK^\alpha Z^{-\alpha}$ を求める。

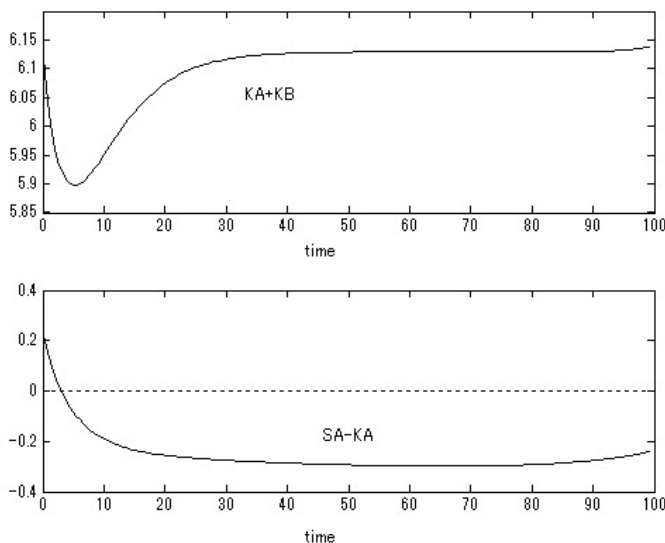
[ステップ 3] $V(200) = V_{steady}$ を初期値として $V(199), \dots, V(1)$ を求める。

[ステップ 4] $g^0 = g_{steady}$ を初期値として g^1, g^2, \dots, g^{201} と S^1, S^2, \dots, S^{200} を計算する。

[ステップ 5] $E^0 = SA^0 + SB^0 - KA^0 - KB^0$ を求める。 $\max(|E^0|) \leq 10^{-6}$ であれば終了し、そうでなければ $r^{n+1} = r^n - 0.0005E^n$ としてステップ 2 へ戻る。

A 国で発生した生産性ショックは、自国だけでなく B 国のマクロ経済にも影響する。生産性の低下によって利率は下がり、2 国全体の資本ストックは一時的に減少する（図 4 の上段）。図から分かるように、資本ストック（両国の総資産）は連続的に変化する。しかし $SA - KA$ は正の値にジャンプしたあと、時間とともに減少して負の定常値へ戻る（図 4 の下段）。一方、B 国の $SB - KB$ は負の値にジャンプしてから正の定常値へ戻る。消費は両国とも一時的に減少するが、定常値と比較したとき B 国の落ち込み幅が大きい。利率は定常値をオーバーシュートする典型的なパターンにしたがう。A 国の実質賃金は労働需要の減少で一時的に低下し、B 国の実

図 4 総資本と A 国の資産と資本



質賃金はしばらく定常水準を下回る。理論的に予想される通り、両国とも社会的効用は低下する。

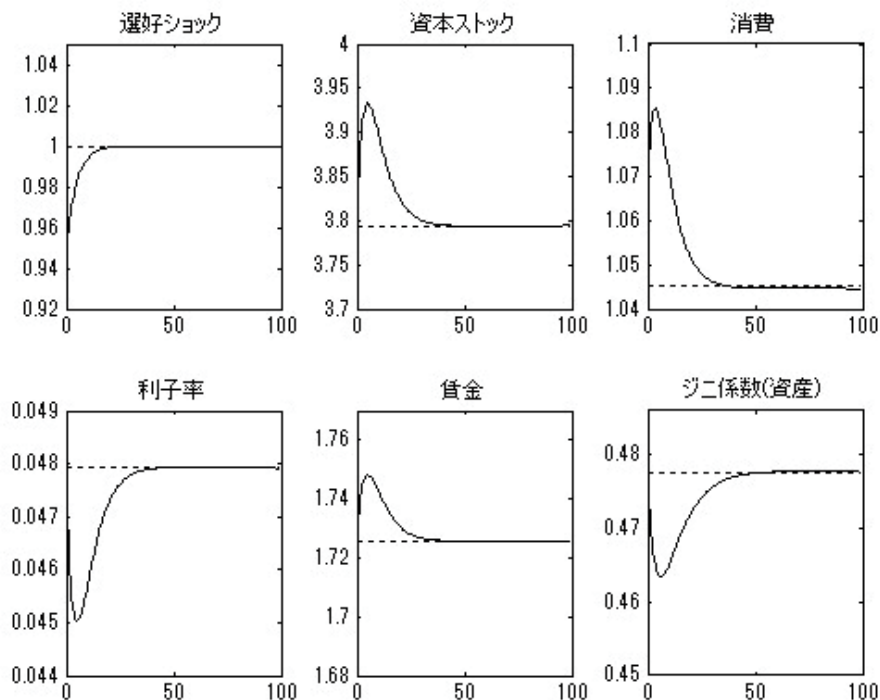
実際には石油ショックやリーマンショックのように共通のショックが加わる場合が少なくない。このようなケースに対応して、両国の全要素生産性が同時に低下した場合についても計算した。それによると資本ストック、消費、実質賃金、資産のジニ係数は両国で同じ方向に変化し、社会的効用は大幅に低下する。両国の経済は世界同時不況とよばれる状況に陥る。

5. 選好ショック

一般に効用は消費量によって決まるが、実際には他にも様々な要因が効用に影響する⁴⁾。例えばビールの効用は気温に左右される。したがって効用関数は正確には $qu(c)$ と書くべきである⁵⁾。 q は消費量以外の要因を表す。これまで $q = 1$ としていたが、何らかの理由で $q = 0.95$ に低下したとする。その後は (19) の形の式にしたがって元の値へ戻る。選好ショックによって経済は一時的に定常状態から乖離する。この場合、最適消費の条件は $q(t)c_i(a,t)^{-\theta} = V_i(a,t)$, $i = 1, 2$ となる。図5は閉鎖状態のA国で発生した選好ショックに対するインパルス反応を示している。 $q(t)$ は $t=0$ で 0.95 に低下したあと、単調に増加して1へ収束する(上段の左図)。つぎの理由で効用の低下にもかかわらず消費は増加する。 $q(t)$ の低下によって資産の供給曲線は右側へシフトする。このため利子率は低下して資本ストックと賃金は増加し、所得の拡大で消費は増加する。下段の右図によると、ジニ係数は僅かながら減少して資産格差は縮小する。

開放状態での反応パターンは基本的に図5と変わらない。ただし資産のジニ係数は長期にわ

図5 選好ショックに対するインパルス反応



たつてショック前の水準を上回る。B国の資本ストックと賃金はA国と同様の反応を示すが、消費は元の水準を長期間下回る。資産のジニ係数は大きくなり、社会的効用はかなり低下する。総じて負の選好ショックは自国より他国に悪影響を及ぼす。ただし、B国の経済構造がA国と著しく異なると結果は違って来るかもしれない。

6. 結語

グローバル化が進んだ現代のマクロ経済を分析するには、閉鎖経済モデルには限界がある。このためアイヤガリタイプの2国モデルを構築して分析した。両国の消費者と企業は共通の資本市場で資産の運用と調達を行う。生産性ショックや選好ショックは利子率を通じて両国のマクロ変数を一時的に変化させる。モデルを分析して得られた主要な結論は、一方の国で発生したショックは他国に波及して様々な影響を与えることである。一般にグローバル化により景気連動性が高まると見られるが、ショックの種類によって連動性は強まったり弱まったりする。実証研究によると連動性が観察されない期間があるが、これはショックの種類によって説明できる。

ここで取り上げたのは一過性のMITショックであるが、景気連動性をより詳しく調べるにはより一般的なショックを考慮する必要がある。釜（2021）はこのようなショックを含んだモデルの数値計算を行っている。

注

- 1) Mundell(1963) および Flemming(1962) を参照。
- 2) Obstfeld and Rogoff (1996) を参照。
- 3) 詳しくは Achdou 他 (2017) を参照せよ。
- 4) Bencivenga(1992) や Holland and Scott(1998) は、技術ショックと選好ショックによって労働投入の変動を説明している。Hall(1997) も選好ショックの重要性を強調している。
- 5) $qu(c)$ の代わりに、 $u(qc)$ とする方法もある。(4) の CRRA 効用関数の場合、 $u = q^{1-\theta}(c^{1-\theta}/(1-\theta))$ となる。したがって選好ショックの影響は定性的には変わらない。

参考文献

- 釜国男 (2021) 『計算経済学』 日本評論社。
- Achdou, Yves, Jiequn Han, Jean-Michel Lasry, Pierre-Louis Lions, and Benjamin Moll. (2017) “Income and Wealth Distribution in Macroeconomics: A Continuous-Time Approach”, *NBER Working Papers* 23732.
- Aiyagari, S. Rao. (1994) “Uninsured Idiosyncratic Risk, and Aggregate Saving”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.109, pp.659-684.
- Bencivenga, V. R. (1992) “An Econometric Study of Hours and Output Variation with Preference Shocks”, *International Economic Review*, Vol.33, pp.449-471.
- Flemming, J. (1962) “Domestic Financial Policies under Fixed and Floating Exchange Rates”, *IMF Staff Papers*, Vol.9, pp.369-379.
- Holland, A. and A. Scott (1998) “The Determinants of UK Business Cycles”, *Economic Journal*, Vol.108, pp.1067-1092.
- Hall, R. E. (1997) “Macroeconomic Fluctuations and the Allocation of Time”, *Journal of Labor Economics*, Vol.15, No.1, part2. S223-250.
- Mundell, R. (1963) “Capital Mobility and Stabilization Policy under Fixed and Flexible Exchange Rates”, *Canadian Journal of Economics and Political Science*, Vol.29, pp.475-485.
- Obstfeld, M. and K. Rogoff (1996) *Foundations of International Macroeconomics*. MIT Press.

世代重複モデルの数値解析 (2)

(計算経済学の研究その 22)

Numerical Analysis of the Overlapping Generations Models (Part 2)

釜 国男^{*}
Kunio KAMA

世代重複 (OLG) モデルは年齢やライフサイクルステージの違いなどの異質性に注目したモデルである。最も簡単な 2 期間モデルは、若年層と老年層の 2 世代から構成される。Allais (1947) が最初にこのタイプのモデルを考案し、Samuelson (1958) は不換紙幣の役割を説明するのに用いた。OLG モデルでは市場均衡はバレート効率的とならず、厚生経済学の基本定理は成立しない。このため社会計画問題に置き換えて均衡解を求める方法は適用できない。また一般的な条件の下で競争均衡の一意性も保証されない。世代重複モデルは財政問題など現実の問題にも応用されている。Auerbach and Kotlikoff (1987) は多期間モデルを用いて国債と税負担の関係を世代別に推計した。そこで導入された世代会計は人口構成の変化が財政に及ぼす影響を見るのに役立つ。OLG モデルはソローやラムゼイと並ぶマクロ経済学の重要なモデルでありながら、これまで本格的な数値解析はほとんど行われていない。複雑な構造のために大量の計算が必要となるからである。最も簡単な 2 期間モデルには解析解があるが、景気変動や経済成長の分析には使えない。これまで試みられたのは少数世代の離散時間モデルである。しかし連続時間にすれば多くの世代を含むことが可能である。しかも Achdou 他 (2017) の開発したアイヤガリモデルのコンピュータプログラムを転用できる。先に発表した拙稿 (2021) では紙幅の関係で計算結果の詳細は省略した。本稿ではより詳しい結果と若干の新しい結果を報告する。最初に所得が外生的に与えられた交換経済を取り上げる。つぎに企業と公的年金を加えて生産経済に拡張する。最後に労働供給を内生化したモデルについて検討する。

1. モデルの構造

連続時間型の世代重複モデルについて考える¹⁾。各世代の人口は一定で、全人口は 1 とする。消費者は T 年間生存し、ある年における年齢を t 、資産を a_t 、所得を y_t 、消費を c_t と記す。所得は外生的に与えられている。第 0 世代は親から資産を譲り受ける。はじめに消費者の行動を分析しよう。消費者は予算制約のもとで生涯の期待効用を最大化する。

^{*} 創価大学名誉教授

$$\max_{\{c_t\} \geq 0} E_0 \left[\int_0^T e^{-\rho t} u(c_t) dt + e^{-\rho T} \phi(a_T) \right] \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{s.t. } da_t &= (y_t + ra_t - c_t) dt \\ dy_t &= \mu(y_t) dt + \sigma(y_t) dW_t, \quad y_t \in [y_1, y_2] \\ a_t &\geq 0, \quad \phi(a_T) > 0 \end{aligned}$$

ここで $\phi(a_T)$ は遺産の効用を表し、 $\rho \geq 0$ は主観的割引率である。ベルマンの動的計画法を適用すると、HJB 方程式は

$$\rho V(a, y, t) = \max_c \left\{ u(c) + V_a(a, y, t)(y + ra - c) + V_y(a, y, t)(\theta(\mu - y)) + \frac{\sigma^2}{2} V_{yy}(a, y, t) + V_t(a, y, t) \right\} \quad (2)$$

と表される。最適消費の条件は

$$u'(c) = V_a(a, y, t) \quad (3)$$

である。消費は資産と所得および年齢で決まり、 $c(a, y, t)$ と表す。貯蓄は

$$s(a, y, t) = y + ra - c(a, y, t)$$

で与えられる。 T 歳では

$$V(a, y, T) = \phi(a_T) \quad (4)$$

となる。 $a \geq 0$ の制約によりつぎの条件を満たす必要がある。

$$V_a(0, y, t) \geq u_c(y) \quad (5)$$

資産は任意の非負の値を取り得るが、計算の都合上、 $a \leq a_{\max}$ と上限を設ける。このため

$$V_a(a_{\max}, y, t) \leq u_c(y + ra_{\max}) \quad (6)$$

という条件を加える。所得の上限と下限では

$$\partial_y V(a, y_1, t) = 0 \quad (7)$$

$$\partial_y V(a, y_2, t) = 0$$

とする。

所得はつぎの算術ブラウン運動に従う。

$$dy_t = \theta(\mu - y_t) dt + \sigma dW_t \quad (8)$$

$\theta > 0$ であり所得は平均 μ に戻る性質がある。 t 歳のときの所得と資産の分布を $g(a, y, t)$ とすると、つぎのコルモゴロフ方程式が成り立つ。

$$g_t(a, y, t) = -\partial_a(s(a, y, t) g(a, y, t)) - \partial_y(\theta(\mu - y) g(a, y, t)) + \frac{\sigma^2}{2} g_{yy}(a, y, t) \quad (9)$$

分布関数は規格化条件

$$\int_{y_1}^{y_2} \int_0^{\infty} g(a, y, t) da dy = 1 \quad (10)$$

も満たさなければならない。第0世代と最終世代については

$$g(a, y, 0) = g(a, y, T)$$

となり状態変数の分布は等しくなる。

競争均衡を解析的な方法で求めることは難しい。このため差分法を用いて数値解を求めた。資産と所得を $a_i, i = 1, \dots, I$ と $y_j, j = 1, \dots, J$ で離散化し、年齢を $t_n, n = 1, \dots, N$ で近似して、(2) の HJB 方程式を

$$\rho V_{i,j}^n = u(c_{i,j}^{n+1}) + (V_{i,j}^n)' [y_j + r a_i - c_{i,j}^n] + \theta(\mu - y_j)(V_{i,j}^n)' + \frac{\sigma^2}{2} (V_{i,j}^n)'' + \frac{V_{i,j}^{n+1} - V_{i,j}^n}{\Delta t}$$

によって近似する。この式は

$$\rho V^n = u^{n+1} + A^{n+1} V^n + \frac{1}{\Delta t} (V^{n+1} - V^n) \quad (11)$$

と表される。(4) を初期条件として、時間を逆向きにして各世代の value function を求める。 t_n 世代の資産と所得の分布を $g_{i,j}^n$ で近似すると、(9) から

$$\frac{g^{n+1} - g^n}{\Delta t} = (A^n)^T g^{n+1}$$

が成り立つ。これより

$$g^{n+1} = (I - \Delta t (A^n)^T)^{-1} g^n \quad (12)$$

となる。こんどは時間を正の方向に進めて $g_{i,j}^n$ を求める。ただし初期値を $g_{i,j}^0 = g(a_i, y_j, 0)$ とする。 t 世代の資産は

$$A(t) = \frac{1}{T} \int_{y_1}^{y_2} \int_0^\infty a g(a, y, t) da dy$$

で与えられる。利子率は貯蓄を通じて資産と所得の分布を変える。このため $A(t)$ は利子率の関数となり、全世代の資産

$$D(r) = \int_0^T A(t) dt \quad (13)$$

も利子率の関数となる。経済全体で S の資産が存在すると、資産市場の均衡条件は

$$D(r) = S \quad (14)$$

と表される。

競争均衡は (2), (9), (14) 式を満たす $V(a, y, t)$, $g(a, y, t)$, r によって定義される。数値計算ではつぎの効用関数を用いる。

$$u(c) = -\frac{1}{c}$$

$$\phi(a_T) = 0.3 \log(0.001 + a_T)$$

つぎの手順で数値解を求めた。

[ステップ1] 利子率の初期値 $r = r^0$ と第0世代の資産と所得の分布を設定する。

[ステップ2] (11) と (12) 式から $V_{i,j}^n$ と $g_{i,j}^n$ を計算する。

[ステップ3] 総資産

$$S^{new} = \frac{1}{T} \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J a_i g_{i,j}^n \Delta t \Delta a \Delta y$$

を求めて $|S^{new} - D| \leq \varepsilon$ であれば終了する。そうでなければ

$$r^{new} = r - 0.007 \times (S^{new} - 1)$$

により利子率を更新してステップ2へ戻る。

良い初期値から始めると数回反復ただけで収束し、世代数が増えても計算時間はあまり変わらない。

2. 計算結果

計算にあたってモデルのパラメータを $T = 80, \rho = 0.05, \theta = 0.8, \mu = 1, \sigma = 0.2$ とした。所得と資産を $0.5 \leq y \leq 1.5, 0 \leq a \leq 10$ の区間にとり、それぞれ $I = 100, J = 30$ の分点で近似する。資産に対する需要は $D = 1$ とする。 $\Delta t = 0.5$ であり160世代が含まれる。最初に均衡利子率の決定を図示しよう。図1の横軸は利子率で、縦軸には資産の需要と供給をとっている。右上がりの曲線は資産の需要曲線である。需要曲線は $S = 1$ の直線と1点で交わる。交点の横座標が均衡利子率である。計算結果によると均衡利子率は $r^* = 4.67\%$ となり、主観的割引率より低くなる。図2は50歳の

図1 均衡利子率の決定

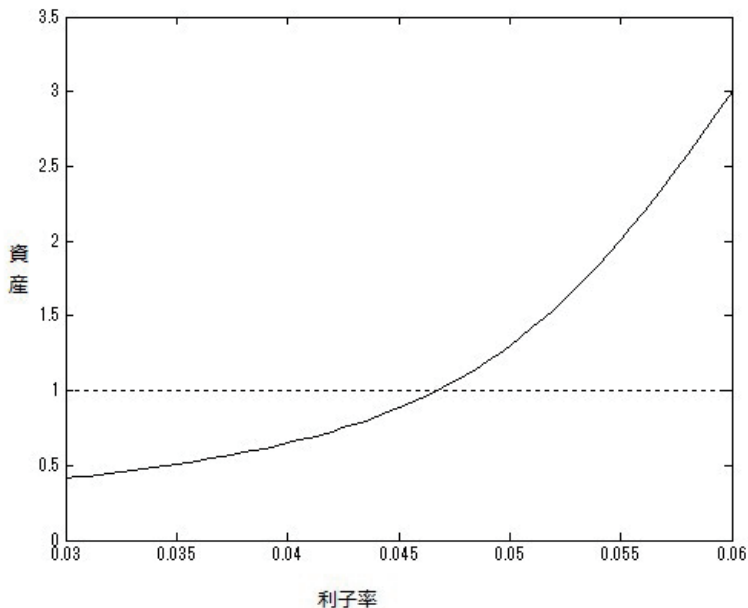
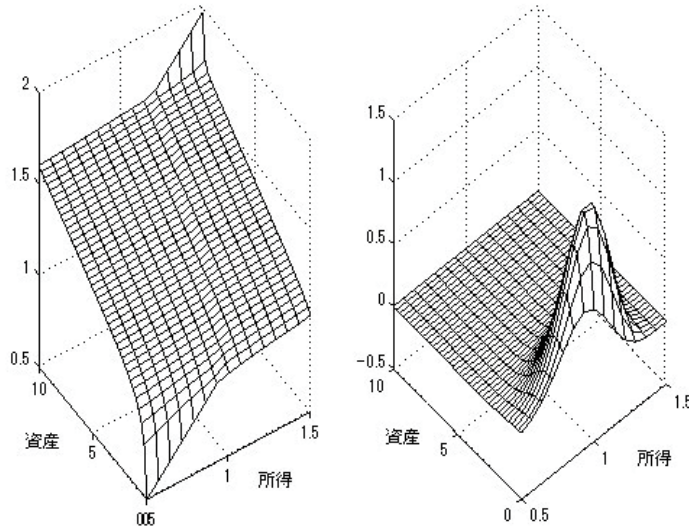


図2 消費の決定式と資産・所得の分布



消費者について消費の決定式と資産・所得の分布を示している²⁾。消費は資産と所得の増加関数であり、とくに資産の影響が大きい。他の年代でも同様の関係が見られる。右図によると資産の分布は [0,5] の区間に集中しており、ジニ係数は 0.36 と低い。パラメータの値を変えると利子率は変化する。とくに割引率の影響が大きい。例えば $\rho = 0.1$ とすると、均衡利子率は $r^* = 9.55\%$ と高くなる。貯蓄意欲の低下によって需要曲線が下方へシフトするからである。また $\sigma = 0.4$ とすると、利子率は $r^* = 3.80\%$ と低くなる。所得リスクが高くなり貯蓄が増加するからである。消費のライフサイクル理論によると、消費者は若年期に貯蓄して老齢期には貯蓄を取り崩す。計算結果によると、世代別の貯蓄は 50 歳までプラスで、その後はマイナスとなる。したがって貯蓄の変動パターンはライフサイクル理論と整合的である。このような貯蓄の動きを反映して、世代別の資産は 50 歳まで増加したあと減少に転じる³⁾。

3. 生産活動を含む場合

前節では交換経済の OGM モデルについて検討した。本節では生産活動を含むようにモデルを拡張する。消費者は 60 歳になるまで働き、定年で退職して 80 歳まで公的年金を受け取る。代表的企業は資本と労働を用いて生産を行う。現役世代は 1 単位の労働を供給して所得税を納める。労働生産性 z_t はつぎの確率過程に従う。

$$dz_t = \theta(\mu - z_t)dt + \sigma dW_t, \quad z_t \in [z_1, z_2]$$

退職前と退職後で予算制約式は異なる。退職前は

$$da_t = ((1 - \tau)w_t z_t + r_t a_t - c_t)dt \tag{15}$$

である。ここで τ は所得税率を表し、 w_t は実質賃金である。退職後は

$$da_t = (r_t a_t + b - c_t)dt$$

となる。 b は現役時の賃金と無関係に支給される公的年金である。現役世代から徴収した税金が年金の財源にあてられる。年金の所得代替率を p として $\tau = p/3$, $b = pw$ とすれば、 $b = 3\tau w$ となり税収と支出は等しくなる。所得代替率を $p = 0.5$ に固定して、賃金にスライドして年金額を調整する方式を採用する。現役世代の消費は資産と労働生産性の関数となるが、退職すれば消費は資産だけで決まる。

代表的企業は利潤を最大化する。利潤最大化条件は

$$w = \frac{\partial F(K, L)}{\partial L}$$

$$r = \frac{\partial F(K, L)}{\partial K} - \delta$$

である。生産関数を $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$ とすると

$$w = A(1 - \alpha)K^\alpha L^{-\alpha} \tag{16}$$

$$r = A\alpha K^{\alpha-1} L^{1-\alpha} - \delta$$

となる。60歳で退職するので $L = 2/3$ である。

資本市場の均衡条件は

$$K = \frac{1}{T} \int_0^T \int_{z_1}^{z_2} \int_0^\infty ag(a, z, t) dadzdt \tag{17}$$

と表される。定常状態では資産と労働生産性の分布は変わらない。このため総資産と賃金、および利子率は一定となる。以下の手順で数値解を求めた。

[ステップ1] 第0世代の資産と生産性の分布、および総資産と賃金、利子率の初期値を設定する。

[ステップ2] $V_{i,j}^n$ と $g_{i,j}^n$ を計算する。

[ステップ3] 総資本

$$K^{neq} = \frac{1}{T} \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J a_i g_{i,j}^n \Delta t \Delta a \Delta z$$

を求める。 $|K^{new} - K^{old}| \leq \varepsilon$ であれば終了し、そうでなければ

$$K^1 = \omega K^{old} + (1 - \omega) K^{new}$$

とする。(16) 式から賃金と利子率を計算し、第0世代の資産と所得の分布を調整してステップ2へ戻る。

パラメータの値は前節と変わらない。新たなパラメータを $\alpha = 0.3$, $\delta = 0.1$ として、年金の所得代替率は $p = 0.5$ とする。上のアルゴリズムを実行すると、 $K^* = 1.982$, $r^* = 5.02\%$, $w^* = 0.942$, $b = 0.471$, $\tau = 16.7\%$ となる⁴⁾。総消費は $C^* = 0.816$ であり、年齢が高くなるほど消費は増加し、とくに70歳を過ぎると急増する。消費のライフサイクル仮説によると最終世代の資産はゼロと

なるはずであるが、 $a_T > 0$ となる。資産のジニ係数は年齢とともに低下し、退職すると急激に高くなる。公的年金は可処分所得を通じて様々な影響を及ぼす。表1は年金の所得代替率を 0.2 ~ 0.6 の間で変化させた場合の結果を示している。所得代替率が引き上げられると、資本の供給は減少して利子率は上昇する。このため資本ストックは減少して実質賃金を低下させる。同時に消費財の生産も少なくなる。公的年金は所得代替率と実質賃金の積に等しい。実質賃金の低下で一部相殺されるが、代替率の引き上げにより年金は増加する。資産に関する世代別のジニ係数はほとんど変わらない。興味があるのは次式で定義した社会的効用である。

$$U_{social} = \frac{1}{T} \int_0^T \int_{z_1}^{z_2} \int_0^\infty u(a, z, t) g(a, z, t) da dz dt$$

社会的効用ははじめ増加したあと減少する。所得代替率を引き上げると現役世代の効用は低下し、退職世代の効用は高くなる。最初は後者の上昇分が前者の低下分を上回るが、代替率が 0.4 前後で両方の関係は逆転する。社会的効用が最大となる代替率を 3 分割法で求めると、 $p = 0.403$ のときに効用は最大となる。多くのマクロ経済モデルで全要素生産性は重要な役割を果たす。全要素生産性が 1 から 1.3 に上昇した場合について計算した。公的年金の所得代替率が 0.4 以下であると利子率は高くなる。しかし代替率が 0.5 より高いと逆に利子率は低くなる。実質賃金、資本ストック、消費、公的年金はいずれも増加する。また資産のジニ係数は若干低くなり、社会的用は高くなる。したがって全要素生産性が上昇すればすべての面で経済パフォーマンスは改善する。

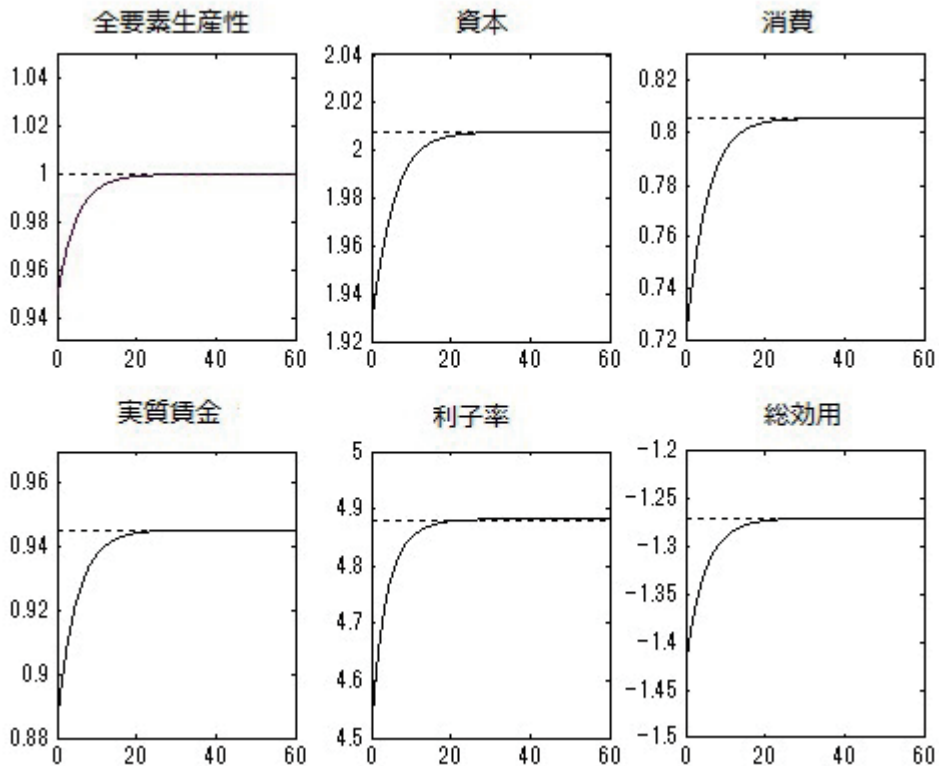
消費のライフサイクル理論では、遺産の効用 $\phi(a) = \eta \log(0.001 + a)$ の係数 η はゼロとなる。 $\eta = 0.3$ のかわりに $\eta = 0.03, 0.003$ とすると、最終世代の消費は $C = 0.964, 1.085$ となる。このように遺産の効用が低くなると最終消費はいくらでも大きくなる。(3) の条件により $c^2(a, y, T) = (0.001 + a) / \eta$ となり、 $\eta = 0$ であれば $c(a, y, T) = \infty$ と最終世代の消費は無限大となる。これを避けるために $\eta > 0$ とした。

次に生産性ショックが変化した場合について調べてみよう。何かの理由で予想に反して全要素生産性が $A = 0.95$ に低下したとする。その後は

表 1 所得代替率と集計量の関係 (1)

所得代替率	利子率	実質賃金	資本	消費	公的年金	ジニ係数	社会的効用
0.20	3.20	0.995	2.382	0.831	0.199	0.295	-1.268
0.25	3.57	0.984	2.292	0.828	0.246	0.296	-1.263
0.30	3.91	0.973	2.210	0.825	0.292	0.296	-1.259
0.35	4.23	0.964	2.141	0.823	0.337	0.295	-1.257
0.40	4.51	0.956	2.081	0.820	0.382	0.295	-1.257
0.45	4.77	0.948	2.029	0.818	0.427	0.295	-1.259
0.50	5.02	0.942	1.982	0.816	0.471	0.295	-1.262
0.55	5.25	0.936	1.939	0.814	0.515	0.295	-1.266
0.60	5.46	0.930	1.901	0.812	0.558	0.297	-1.271

図3 生産性ショックに対するインパルス反応



$$dA(t) = 0.2(1 - A(t))dt \quad (18)$$

にしたがって元の水準へ戻る。60年の期間について資本ストックの初期値を与えて、利率と実質賃金を求める。そして value function と分布関数を計算して資本ストックを調整する。このような計算を資本ストックの系列が収束するまで繰り返す。図3は主要な変数のインパルス反応を示している。上段の左図は全要素生産性の動きを表している。生産性ショックの影響で資本ストックは一時的に減少するが、時間とともに元の水準へ戻る。これを受けて総消費と実質賃金も同様の反応を示す。通常利率は定常値をオーバーシュートするが、この場合は単調に元の水準へ戻る。社会的効用の動きも他の変数と変わらない。図から分かるように、20年程度で経済は元の定常状態へ戻る。

4. 労働時間が変化する場合

最後に、労働時間が変化する場合について検討しよう。(1)にかえて効用関数を

$$U = E_0 \left[\int_0^T e^{-\rho t} u(c_t, l_t) dt + e^{-\rho T} \phi(a_T) \right] \quad (19)$$

とする。ここで l_t は労働時間を表し、予算制約式は

$$\begin{aligned} \text{現役世代: } da_t &= ((1 - \tau)wz_l l_t + ra_t - c_t) dt \\ \text{退役世代: } da_t &= (r_t a_t + b - c_t) dt \end{aligned} \quad (20)$$

となる。労働生産性はつぎの確率過程に従う。

$$dz_t = \theta(\mu - z_t)dt + \sigma dW_t, z_t \in [z_1, z_2]$$

数値計算ではつぎの効用関数を用いた。

$$\text{現役世代: } u(c, l) = -\frac{1}{c} - \frac{2}{3}l^3$$

$$\text{退役世代: } u(c, l) = -\frac{1}{c}$$

現役世代の HJB 方程式とコルモゴロフ方程式は

$$\begin{aligned} \rho V(a, z, t) &= \max_{c, l} \left\{ u(c, l) + V_a(a, z, t)((1 - \tau)wz_l + ra - c) + V_z(a, z, t)(\theta(\mu - z)) + \frac{\sigma^2}{2} V_{zz}(a, z, t) + V_l(a, z, t) \right\} \\ g_t(a, z, t) &= -\partial_a (s(a, z, t)g(a, z, t)) - \partial_z (\theta(\mu - z)g(a, z, t)) + \frac{\sigma^2}{2} g_{zz}(a, z, t) \end{aligned} \quad (21)$$

となる。最適消費と労働時間の条件は

$$\begin{aligned} u_c(c, l) &= V_a(a, z, t) \\ -u_l(c, l) &= (1 - \tau)wz V_a(a, z, t) \end{aligned} \quad (22)$$

である。これらの条件から

$$\begin{aligned} c &= V_a(a, z, t)^{-\frac{1}{2}} \\ l &= ((1 - \tau)wz V_a(a, z, t))^2 \end{aligned}$$

となり V_a を消去すると

$$\sqrt{l}c^2 = (1 - \tau)wz_l$$

が成り立つ。 $s = 0$ であれば、 $c = (1 - \tau)wz_l + ra$ から

$$\sqrt{l}((1 - \tau)wz_l + ra)^2 = (1 - \tau)wz$$

となる。この式から資産の上限と下限における労働時間を求めた。労働時間は資産と生産性の関数であり $\partial l / \partial a < 0$ となる。企業の利潤最大化により

$$\begin{aligned} w &= A(1 - \alpha)K^\alpha L^{-\alpha} \\ r &= A\alpha K^{\alpha-1}L^{1-\alpha} - \delta \end{aligned}$$

市場均衡条件は (17) 式と

$$L = \frac{1}{T} \int_0^{60} \int_{z_1}^{z_2} \int_0^{\infty} z l(a, z, t) g(a, z, t) da dz dt \quad (23)$$

である。さらに規格化の条件

$$\int_{z_1}^{z_2} \int_0^{\infty} g(a, z, t) da dz = 1 \quad (24)$$

も満たす必要がある。

公的年金の所得代替率を 0.5 とすると均衡利子率は $r^* = 4.85\%$ 、実質賃金は $w^* = 0.946$ 、資本ストックは $K^* = 2.143$ 、総労働は $L^* = 0.785$ 、税率は $\tau = 16.7\%$ 、公的年金は $b = 0.473$ となる。労働時間が $l = 1$ に固定されている場合と比べて資本ストックは増加して利子率は低下する。また総消費は 0.816 から 0.852 が増える。図 4 は 50 歳のときの労働時間を示している。労働生産性が上昇すると労働時間は長くなり、資産が増えると短くなる。他の年齢でも同様の関係が見られる。世代合計でみると 30 歳になるまで労働時間は減少し、その後は退職するまで増加する。

表 2 は年金の所得代替率と集計量の関係を示している。所得代替率が引き上げられると利子率は上昇して資本ストックと実質賃金は減少する。一方、労働時間はほとんど変わらない。資本の減少により消費財の生産は縮小し、公的年金は大幅に増加する。資産のジニ係数は低下しないので公的年金は資産格差の是正には無効である。最後の欄によると、代替率を変えても社会的効用はほとんど変化しない。ただし代替率が上がると若年層の効用は低下し老年層の効用は高くなる。

全要素生産性が $A = 1.3$ に上昇すると、すべての面で経済パフォーマンスは改善する。つまり資本ストックは拡大し、実質賃金は上昇して利子率は低下する。また労働時間は短くなり消費は増える。公的年金は大幅に引き上げられて資産のジニ係数は低下する。この結果、社会的効用はどの所得代替率でも高くなる。

図 4 労働時間

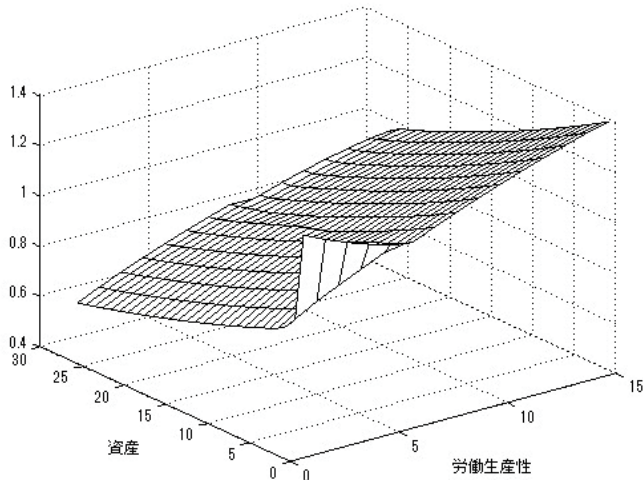


表2 所得代替率と集計量の関係 (2)

所得代替率	利子率	実質賃金	資本	労働供給	消費	公的年金	ジニ係数	社会的効用
0.20	3.57	0.983	2.454	0.790	0.871	0.197	0.320	-1.736
0.25	3.84	0.975	2.385	0.789	0.868	0.244	0.319	-1.732
0.30	4.08	0.968	2.323	0.789	0.864	0.290	0.318	-1.730
0.35	4.30	0.961	2.269	0.788	0.861	0.337	0.317	-1.729
0.40	4.50	0.956	2.222	0.787	0.858	0.382	0.317	-1.729
0.45	4.69	0.951	2.180	0.786	0.855	0.428	0.316	-1.730
0.50	4.85	0.946	2.142	0.785	0.852	0.473	0.317	-1.731
0.55	5.01	0.942	2.108	0.784	0.849	0.518	0.318	-1.733
0.60	5.15	0.938	2.076	0.782	0.846	0.563	0.319	-1.736

5. 結語

ミクロ的基礎づけをもつマクロ経済モデルは、ラムゼイ型の無限期間モデルと有限期間の世代重複モデルに大別される。どちらも解析的な方法で解を求めることは難しい。このためラムゼイモデルについては差分法に基づく数値解法が考案されている。一方、構造がきわめて複雑な世代重複モデルの数値計算はほとんど試みられていない。しかし本稿で示したように連続時間にすれば数値計算は思ったほど難しくない。ラムゼイモデルの解法を少し修正するだけで済む。今後は世代重複モデルを用いて少子高齢化や財政再建など日本の直面する問題と取り組みたい。

注

- 1) Blanchard and Fischer(1989) の第3章は OLG モデルについて詳しく説明している。
- 2) 図を見やすくするために、分点数は $I=40, J=15$ としている。
- 3) 釜 (2021) の図13.2 を参照せよ。
- 4) 利子率は主観的割引率より高くなる。割引率が 0.08 より高いと利子率は割引率より低くなるが、0.08 より低いと両者の関係は逆転する。計画期間が有限であることがその原因とみられる。

参考文献

- 釜国男 (2021) 『計算経済学』 第13章、日本評論社。
- Achdou, Yves, Jiequn Han, Jean-Michel Lasry, Pierre-Louis Lions, and Benjamin Moll. (2017) "Income and Wealth Distribution in Macroeconomics: A Continuous-Time Approach", *NBER Working Papers* 23732.
- Allais, M. (1947), *Économie et Intérêt*, Imprimerie Nationale, Paris.
- Auerbach, A. J. and L. J. Kotlikoff. (1987) *Dynamic Fiscal Policy*, Cambridge University Press.
- Blanchard, O. J. and S. Fischer. (1989) *Lectures on Macroeconomics*, MIT Press.
- Samuelson, P. A. (1958) "An Exact Consumption-Loan Model of Interest with or without the Social Contrivance of Money", *Journal of Political Economy*, Vol.66, pp.467-482.

完全オンラインでの反転授業において ディスカッションはうまくいくのか？

Can Discussion Work in a Fully Online Flipped Classroom?

碓井 健寛¹
Takehiro USUI

要旨

反転授業におけるオンラインでのディスカッションはうまくいくのだろうか。同一科目における反転授業と従来型授業とを比較・検討した。受講学生の授業アンケートを比較すると授業外学習時間が増加し、「課題をやり遂げる醍醐味を知った」という回答比率が大幅増加した。一方「学びあう仲間ができた」という回答比率が半減した。自由記述の受講者アンケートを元に、良好なオンラインディスカッションが成立する条件について検討した。第1に予習の徹底である。反転授業では予習を徹底することが難しいとされているが、LTD形式での予習レポートの提出を、参加要件とすることが重要である。第2にZoomブレイクアウトルームに入る前にルールを確認しておくことで、良い／良くない行為についての共通規範が形成される。良質なディスカッションが成立するためには、質の高い予習や準備をすることが期待できる環境を整備することが重要である。

キーワード：反転授業、コロナ禍、LTD、アクティブラーニング、授業アンケート

1. はじめに

本稿はコロナ禍で反転授業をオンライン²で実施したことの実践報告である。2020年1月頃からのCOVID-19、新型コロナウイルスの感染症パンデミックにともない2020年度春学期は多くの大学が閉鎖された。通常の対面授業の代わりに急きょ開始されたのがオンライン授業である³。

1 創価大学経済学部教授

2 本稿において「オンラインでの授業」とは、Zoomオンラインでの双方向型の授業のことを意味している。後述するのだが、LTD形式のディスカッションにおいては、Zoomのブレイクアウトルームという小グループでのディスカッションルームを利用している。一方で自宅等から視聴可能なオンデマンド型の講義動画を予習教材として用いている。これも広い意味でのオンライン授業の一部と考えられるが、本稿において予習とオンラインでの授業参加を区分していることに注意されたい。

3 大学教員は教室で授業をする代わりに、自宅等で授業動画を作成するようになった。しかしながらICT教育に関するノウハウのない大学教員の有志は、SNS上でICTや動画編集のノウハウを共有するようになった。特にFacebookの公開グループ「新型コロナ休講で、大学教員は何をすべきかについて知恵と情報を共有するグループ（その後、公開グループ名を「新型コロナのインパクトを受

学生は自宅にいながら Zoom 等オンライン会議のできるコミュニケーションソフトウェアを用いて授業に参加するようになった。オンデマンド型のオンライン授業⁴により、はからずとも大学教育の場における協同性・協調性の重要性を、あらためて浮き彫りにすることとなった（碓井, 2021）。2020年度秋学期もまた、本学のほとんどすべての講義科目は、学生や教員が対面できないオンラインでの受講となった。そのため受講者が深く学ぶことができるよう、授業設計をあらためる必要があった。コロナ禍で注目を集めたのが反転授業である。

反転授業を最初に行ったのは経済学者の Lage であるとされている。Lage et al. (2000) の論文タイトルは “Inverting the classroom means that events that have traditionally taken place inside the classroom now take place outside the classroom and vice versa.”（教室を反転させるということは、いままで教室の中で行われていたことが教室の外で行われるようになり、その逆もまた然り）となっている。反転授業を広めるきっかけをつくったバーグマン & サムズ (2014) は反転授業を「説明型の講義など基本的な学習を宿題として授業前に行い、個別指導やプロジェクト学習など知識の定着や応用力の育成に必要な学習を授業中に行う教育方法」と定義している。典型的な反転授業のクラスはどのようなものか。対面での授業の前に、指導用ビデオやその他のマルチメディア学習教材を使って講義を行うものとされている（Bishop & Verleger, 2013; Lo et al., 2017）⁵。

では反転授業を導入することで、受講者はより深く勉強するようになるのだろうか。どうやらその可能性が高い。なぜなら、宗村ほか (2017) は反転授業のオンデマンド授業映像へのアクセスログをデータとして階層クラスター分析を実施したところ、講義数日前から視聴している学生群は成績が良いことを示している。他にも学習者の動画視聴率と到達度テストの間に比較的強い相関があることを確認している（古川・手塚, 2016）。初等教育から高等教育にかけての 21 の数学科目の反転授業における比較研究をもとにメタ分析を行った Lo et al. (2017) は、従来型の授業よりも成績の向上が見られたと報告している。さらに 61 の研究結果から、反転授業は対面授業時の課題や練習時間が増加すること、新たな知識と既有知識を統合することに効果をもたらすと結論づけている。以上より反転授業は深い学習をうながす可能性があると考えられる。

ただし注意すべきなのは、反転授業は学習効果を期待して開発された教育手法ではなく、授業と宿題の役割を反転させるということ以上の意味は持たないということである（船守, 2014）。安易に反転授業を導入するだけでは、むしろ従来型よりも悪くなることもあることを上村 (2015) は指摘している。特に知識不足や読書そのものに対してのモチベーションが低い学生の

け、大学教員は何をすべきか、何をしたいかについて知恵と情報を共有するグループ」と改称) 』では、コロナ禍におけるオンライン学習の技術的なサポートや Tips を求めて、大学関係者 2.1 万人 (2021年7月現在) の Facebook ユーザーが登録し、横断的な FD が毎日行われている。

4 オンライン授業といえば MOOC (Massive Open Online Course) がある。これは大学レベルの授業を無償で提供する大規模公開オンライン教育のことである。2012年は Year of MOOC (MOOC 元年) とも呼ばれ、多くの組織が立ち上がった。日本でも 2013年11月に JMOOC (日本オープンオンライン教育推進協議会) が発足した (上村, 2015)。

5 先行研究の文献サーベイは澁川 (2021) を参照されたい。

場合、予習を自学で行わせるのには、かなりの困難を伴うため、予習ノートを作るだけでは動機付けにはつながらないことを言及している。先述した宗村ほか（2017）は講義ビデオの視聴が授業当日という学生が一定数認められ、授業前学習時間が十分に確保されていないという状況が確認されたと報告している。つまり一部の学生にとっては反転授業が浅い学習になっている可能性もあることが示唆されている。また反転授業の導入により、学生の満足度は必ずしも向上しないという報告もある（Missildine et al., 2013）。まとめると、反転授業がうまくいくためには教員による周到的準備が重要である。では予習してくることで当日の授業が受講者にとって充実するような授業のデザインとは、どのようなものだろうか。特に学生に予習することの強いモチベーションを保たせることはできるのだろうか。授業参加そのものが Zoom 等によるオンラインである場合に、深い学びは実現できるのだろうか。

以上の問題意識を持ちながら、本稿は LTD（Learning through discussion）の形式での、Zoom のブレイクアウトルームによるディスカッションを取り入れた、反転授業実践を報告する⁶。ここで述べる LTD とは安永・須藤（2011）の紹介する Learning through discussion のことで、LTD 過程プランと呼ばれる予習とディスカッションの形式に基づいた学習法のことである。筆者は 2020 年秋学期⁷に担当する環境経済論で、週 2 コマ 15 週の授業のうちで 14 週にわたって LTD を実施した。受講者は週に 1 度のビデオオンデマンド講義を視聴し、同じく週に 1 度の Zoom でのディスカッションを行う。受講者はディスカッションに参加するために、LTD 過程プランに基づいた予習レポートを作成することとなっている。これがディスカッションに参加することの条件である。LTD 形式での反転授業を実施するねらいは以下の通りである。本来、反転授業は予習が前提であるにもかかわらず、予習を受講者に徹底することの難しさがある。その弱みを補うために、事前に予習レポートを作成した上での学生同士のディスカッションを実施することを義務づけることにより、予習することのモチベーション（仲間への貢献の責任やサポート）が生まれることを期待した。

本稿は 2 点の貢献がある。第 1 に反転授業の授業アンケートに着目した。LTD 形式の反転授業実践を受講者の観点から検証することがねらいである。先に述べたように反転授業の教育効果に着目した先行研究が多い一方で、受講者から検討したものが少ない。特に受講者の自由記述のアンケートや、授業後のフィードバックに着目することで、受講者が授業において何を大切にしていたのか、どのような力を得ることができたと実感しているのかが見えてくる。第 2 に本稿はディスカッションもまた、オンラインで実施した効果を検証している。これまでの反転授業の研究の多くは、対面授業を前提としているが、本稿で検討したことは単にオンラインで行う授業の意義を確認するだけでない。オンラインであれ対面であれ、受講者が円滑にコミュニケーションを行う際に大切なことは何か、という示唆を与えてくれる。本稿では反転授業に際してどのような準

6 Zoom 等のオンライン会議ツールを用いたオンライン授業や研修についての実践報告は 2020 年以降に多数の論文があるが、たとえば近藤・錦織（2021）を参照されたい。

7 2020 年の秋学期の授業は、本学では少人数授業と実習形式、そして学部で指定する授業科目を除いて、すべて Zoom オンラインかビデオオンデマンド形式の授業により実施された。

備を行い、どのような反転授業を実施したのかを詳細に記述する。そのうえで受講者はオンラインでの反転授業のディスカッションにどのように適応し、またやりがいを感じているのかを、毎授業回の授業アンケートをもとに示す。

本稿の構成は以下の通りである。第2節では授業の概要について説明する。授業を運営する上でローカルルールを設定し、受講者に対して丁寧に説明したことにより授業規範を形成したこと、そしてチューデントアシスタント（SA）と協働したことについて説明する。第3節では受講者の授業アンケートにおける語りに注目する。第4節においては本稿の考察を行った。最後に得られた結論と今後の課題を示す。Appendix 1, 2には授業シラバスと授業ローカルルールを示す。

2. 授業の概要

反転授業を実施した環境経済論について説明する。本稿で取りあげるのは、私が担当している創価大学経済学部の専門科目である環境経済論である。この科目は経済学部生だけでなく法学部と理工学部の2年生以上も受講可能である。開講された2020年の秋学期は、少人数のゼミや実習科目以外の講義科目はすべてオンライン授業であった。そのため学生たちは、このセメスターは教室内で1度も対面していない。

環境経済論のシラバスをAppendix 1に示した。授業の運営スタイルや授業課題の内容および提出方法、成績評価の方法、身につく力などが記されている。初回の授業配信では、オンデマンド映像でシラバスの説明を行うとともに、この授業のローカルルール（Appendix 2）を示した。以下ではローカルルールについて説明し、その上でチューデントアシスタント（SA）の役割を説明する。

2.1. 授業のローカルルール

ここではローカルルールについて説明することで、授業で大切にしている授業規範（受講者のマナーやルール）を示す。最初にこの授業のねらいをローカルルールの1節で説明した。この授業ではオンデマンド動画の閲覧、レジュメを熟読した上で、予習レポートを作成する。その上で当日のオンラインでのディスカッション授業に参加することを明記している。予習のための時間として週2コマのうち1コマ分をあてている。つまり実際に受講者が参加するのは週1コマ分である。つまり予習のオンデマンド教材を視聴し、予習レポートを作成することを授業1コマ分の実施とみなしている。予習からディスカッションまでの一連の流れを1ユニットとして、全部で15回（15週）のLTDを実施する。ローカルルールの3節では、1ユニットの平均的な流れを説明している。

ローカルルールの4節では本講義での基本ルールを説明した。学生同士のディスカッションに委ねられるため、どのようなふるまいが求められるのか、あるいはどのような行為はやってはいけないことなのか、受講者同士の共通認識となることをねらいとした。ただしオンデマンド教材で1度限りの説明ではなかなか伝わりにくいこともあるため、ディスカッション開始前に、授業

で守るべき規範を繰り返し説明した。特に Zoom のブレイクアウトルームでのディスカッションの際には、顔と氏名が表示されるように設定し、動画オンで臨むようにすることを明記している。これは春学期のオンライン授業のブレイクアウトルームでの反省からくるもので、学生たちは大人数授業においてランダムに割り振られたディスカッショングループでの際に、顔を出したがない傾向があるからだ。受講者がたとえ自分の部屋からの授業参加であったとしても、授業に参加している意識を持たせるために動画をオンにするようルール化した⁸。

なお、受講者はローカルルールをその都度確認できるように常に持参することとしている。特に授業開始から 15 分以上遅刻した場合に Zoom への入室を認めず、欠席となることをシラバスにも明記している。これはブレイクアウトルームでのディスカッションの最中に、途中入室を認めない方針である。LTD を行う際に注意すべきなのは遅刻者への対応である。授業に遅れてくるとディスカッションが妨げられる。遅刻者を入室させず欠席とすることで、ディスカッショングループの静謐を確保している⁹。

ディスカッショングループは 4～5 名程度で、毎授業ごとにシャッフルされる。ブレイクアウトルームを設定する際にランダムにグループが確定し、その授業回では同じグループでディスカッションを行う。

学生の受講態度に関しては、最初は学生の考えが多様であったことから、認識の不一致があったようであるが、LTD 開始前に良くない行いとその理由を説明することで、次第に授業規範が形成されてきたように思われる。学生たちのアンケートを見ると、ほとんどが学生自身の受講態度や予習のふりかえりであったことから、グループに貢献することとグループに迷惑をかけないことを第一に、内省的に学習していったと思われる。一方で、非常にレアなケースであったのだが、出席偽装¹⁰をする学生もいた¹¹。

8 筆者の勤める大学では、Zoom で授業に参加する際に、ビデオオン／オフのルールは授業教員が決めることができる。しかし他大学では異なる可能性がある。

9 ただし Wi-Fi が弱いせいか、ディスカッションの途中で抜けてしまう学生もしばしばいた。その際には、どのディスカッショングループに所属していたのかを説明させて、再入室を認めた。学生自身も仲間に対して申し訳ない気持ちになっていることが授業アンケートから見てとれた。またある学生がおそらくカフェの Wi-Fi から接続していたのであろう。話している最中に周囲が騒がしいため、それを聞いている別の学生がディスカッションに集中できないと訴えるケースもあった。そうした訴えがあった場合に授業終了後に、私から当該学生に注意することもあった。しかし授業が進むにつれ、学生が自主的に最善の準備をしてくるようになってきた。

10 出席偽装に関してはたとえば桶・稲葉 (2015) を参照されたい。

11 Zoom に参加しているかどうか、厳密に出席管理することは困難である。そこで本授業における出席の管理は以下のように実施した。LTD 実施後に私が提示したキーワードを、ポータルサイトでの授業アンケートで記入させる。例えばある授業回のディスカッション終了後にキーワードとして「宮本常一」を提示し、ポータルサイトでアンケート入力してもらう。これを出席していたことの証明とする。出席していない学生はキーワードを知らないため識別可能である。ただしこの方法には欠点がある。学生がキーワードを他言すると出席偽装ができてしまう。私は厳密な方法をとらなかった。理由はさまざまあるが説明を省略する。あるとき偶然、学生が出席偽装をしていることがわかった。当該学生と面談をし、確認したところ、本人は不正行為という認識はなく、Wi-Fi のつながりがよくなかったため友人に聞いたと証言していた。いかなる理由であれそれは不正行為であることを伝え、今後はやらないようにと警告した (しかしその後も再発したのだが、この話はここで終えることにする)。しかしながらほとんどの学生は出席偽装しなかった。なぜ出席偽装をしな

導入	STEP1	雰囲気づくり	3分
理解	STEP2	言葉の理解	3分
	STEP3	主張の理解	6分
	STEP4	話題の理解	12分
	STEP5	知識との関連づけ	15分
関連づけ	STEP6	自己のとの関連づけ	12分
	STEP7	課題文の評価	3分
評価 準備	STEP8	ふり返り	6分

図1 LTD 過程プラン（ディスカッション）
安永・須藤（2011: 9）のスライド1-6を基にして筆者が授業説明用に作成した

ローカルルール5節の最後に「この方針に同意できる人のみが受講してください。履修登録をした場合は、この方針に同意したものと判断します」と明示した。ねらいとしては、学生に契約であることを意識付けるためである。本来はシラバスそのものが契約書としての機能を持つことが考えられるが、受講学生の多くには、契約としての意識がない。そこでローカルルールの中で明示し、説明することで、教員と受講者との間での契約を交わすというセレモニーの役割を果たしている。このルールに書かれていることは学生は把握しており、了解事項であることを、初回授業以降も繰り返し説明している。受講学生に思い出してもらおうことが大事だと思う。

2.2. スチューデントアシスタント (Student Assistant: SA) の役割

本授業ではSAがLTDの運営を行っている。LTDの方法であるが、安永・須藤（2011）のテキストにしたがってSTEP1～8までを60分間で行う。実際にはブレイクアウトルームの出入りや、全体集合した時のアナウンスなどで65分程度になる。Zoomブレイクアウトルームに入る前にSAがLTD過程プラン（図1）にしたがって進行することを受講生に伝える。ねらいは受講学生に、LTDのSTEPの手順通りに行くことを思い出してもらうためである。すでに受講学生たちはLTD過程プランについての説明動画（筆者作成）を事前視聴している。そのため進行手順はある程度、共通規範になっている。しかしどうしても自己流になりがちである。そこでSAが定期的にブレイクアウトルームに入り進行状況をモニターするとともに、気づいた注意事項を、後述するディスカッションを切るタイミングの際に、全体にフィードバックする¹²。

ブレイクアウトルームをどのタイミングで切るのかも重要だ。ブレイクアウトルームから全体に戻ってきた時に、フィードバックを受講者に返すのだが、授業回が始まって間もない頃は、教員とSAも学生も試行錯誤である。STEPのたびに全体集合していた。しかしその流れだと授業

かったのか。不正行為に関する研究は、経済学的には非常に興味深いテーマであるが、本稿の研究目的から外れるため、ここでは扱わない。基本的な対処方法としては、何が不正行為であるのかを明示し、その理由を説明するとともに、行った場合の罰則もシラバスかローカルルールに記載しておく必要がある。ちなみに2021年度の授業でローカルルールに罰則規定を明示したところ、出席偽装をする学生はいなかった。

¹² SAがブレイクアウトルームのセッションに参加することは、受講者のアンケートから見ると、学生同士であるからなのか互いに違和感が無いように思える。逆にグループのメンバーから発言を求められることがあるので、SAにはディスカッションに介入しないようにと、あらかじめルールの確認をしている。

時間の90分で終わらなくなってしまう。受講者が慣れてくると、前半と後半くらいで区切るのが良いように思う。SAの判断で、STEP 4と5の間で区切るようになった。そうすると前半30分、後半30分で据わりが良い。SAは全体集合した際に、ワンポイント注意事項を全員に述べる。たとえばSTEP 5の知識との関連づけとSTEP 6の自己との関連づけはよく似ているが、異なっている点はSTEP 6で自分語りができることなので、関連すると考えられることを語っていきましよう、などのアナウンスをSAが行う。

教員の役割であるが、LTDが始まってしまえば、特に何もやることはない。最初のうちは学生のディスカッションのをぞきに、ブレイクアウトルームの小部屋に行ったりしていたが、学生が萎縮してしまうので巡回するのをやめた。学生に気づかれずにブレイクアウトルームをモニターすることは現時点ではできないので仕方がない。しかしSTEPの時間管理を行うことをSAに委託しているため教員はフリーハンドになる。そのため考えたり、想像したりするゆとりができる。LTDの運営においては、ゆとりを手に入れた上で何を行うかが大事だと思う。

3. 授業アンケートの分析

完全オンラインのもとで、反転授業とLTDを組み合わせることにより、学びは深まるのだろうか。本稿では受講者の視点に立つ分析を行うために、授業アンケートを分析する。最初に大学が全科目に対して学期末に一斉に実施する授業アンケートの分析を行う。次に毎回の授業後に提出する記述式の授業アンケートから、LTDやオンラインの受講についての感想を取り出して、その意味を分析する。

3.1. 学期末の授業アンケートの分析

図2は、学期末に大学が実施する授業アンケートの、授業外学習時間のヒストグラムである。2019年度の授業は対面で行う従来型の授業である。30回授業中でLTDを4回実施している。一方で2020年度は既に述べたようにオンラインで実施し、30回の授業のうちオンデマンド教材を視聴する回が14回で、14回をZoomオンラインで指定された授業時間に集まりLTDを実施した。2019年度実施授業と比べて2020年度は学期末試験を行わず、レポート提出により評価しているため、成績評価の方法が異なっている。そのため受講者の特性が大きく異なっている可能性があるが、2020年度実施授業では授業外学習時間の分布が大きく異なっていることがわかる。1度の授業あたりの授業外学習時間の平均値が1.96時間（2019年： $n=45$ ）から2.72時間（2020年： $n=55$ ）に増えている（ $p=0.077$ ）。興味深いのは、2019年の最頻値が授業外学習時間が1時間で35.6%であったのだが、2020年は最頻値が2時間で27.3%となり、1時間の学生が3.6%となっている。もうひとつの特徴は2020年で授業外学習時間が0.5時間以下の学生が0%であることである。2019年までは0.5時間以下の学生が11.1%いた。LTDの予習レポートを作成することが成績評価にダイレクトに繋がってくるため授業外学習時間の増加に繋がったと考えられる。

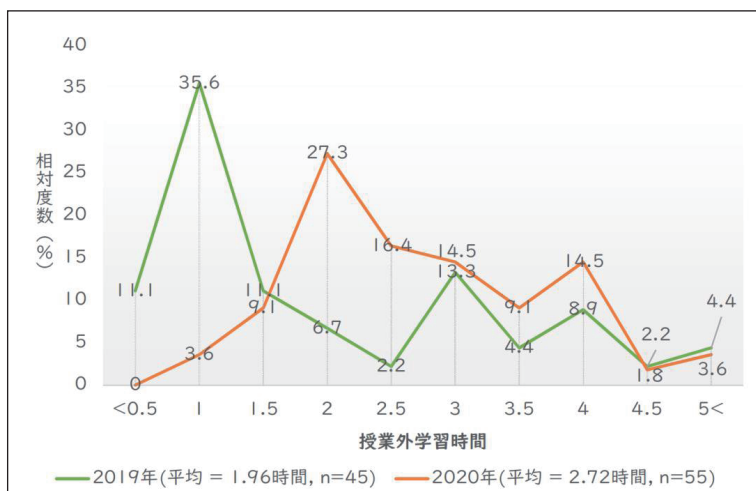


図2 学期末アンケート集計結果（授業外学習時間）

「この授業に関して、あなたは授業時間以外での学習（授業の予習・復習、レポート作成、試験準備などを含む）に毎回の授業のたびにどれくらいの時間をかけていましたか？」

表1は学期末授業アンケートの集計結果である。選択肢から、この授業を受講して満足な項目を選び、というものであり複数回答ができる。対面で従来型授業であった2019年と、完全オンラインで反転授業+LTDで実施した2020年の結果を比較している。各項目の比率は全回答者のうちで、該当する項目を選択した受講者の比率である。

たとえば「1. 知的興味が高まった」という項目は、各年とも7割程度の学生が選択している

表1 学期末アンケート集計結果

あなたがこの授業を受講して、満足した項目について当てはまるものがあれば選んで下さい。(複数回答可)

	2019年	2020年
1. 知的興味が高まった	75.6%	67.3%
2. 学習意欲が増した	46.7%	56.4%
3. 苦手意識を克服できた	13.3%	32.7% *
4. 新しい知識スキルが身についた	71.1%	56.4%
5. 課題をやり遂げる醍醐味を知った	15.6%	45.5% **
6. 既知・既習(すでに知っていること・すでに学習していること)と関連づけることができた	46.7%	36.4%
7. 学びあう仲間ができた	46.7%	21.8% **
8. 学んだことを伝える力がついた	42.2%	60.0%
9. その他	0.0%	0.0%
合計	100.0%	100.0%
回答者数	45	55
受講者数	57	81
アンケート回収率	78.9%	67.9%

$p < 0.05$, * ; $p < 0.01$, **

が年度によって違いがあるとは言えない ($p=0.363$)。年度により異なっているのは「3. 苦手意識を克服できた」という項目で2019年が13.3%であるのに対して2020年は32.7%に増加している ($p=0.024$)。自由記述式の学期末の授業アンケート「よかった点、満足した点など、この授業に関することをお書き下さい」という項目の回答によると

グループでのLTDが基本だったので協調性が身につき、アクティブラーニングに抵抗が無くなりました。

という感想があった。繰り返し行うLTDによって、学生同士でディスカッションを行うことへの苦手意識が無くなったのかもしれない。

また「5. 課題をやり遂げる醍醐味を知った」が15.6% (2019年) から45.5% (2020年) と3倍程度増加している ($p=0.0014$)。要因としてはLTDの準備のための講義視聴とともに毎授業回で2000字の予習レポートを作成したこと、そして60分間のディスカッションを仲間とともにやったこと等が考えられる。同じく自由記述のアンケートより、

課題は大変だったが、毎週やっていくうちに、力がついたことを実感できたのでよかった。

という声があった。

一方で予想外であるのは「7. 学びあう仲間ができた」の項目で、2019年(46.7%)と比較して2020年(21.8%)は大きく減少している ($p=0.008$)。ひとつに完全オンライン授業だったことが仲間づくりの実感を弱くしていたのかもしれない。Zoomでのブレイクアウトルームでグループ作りが行われるのだが、STEPにしたがってグループワークとなる。一方で、

コロナの環境下の中で、ほとんどがオンライン授業で人と話すことがとても減りました。しかし、この授業ではビデオをオンにしながら、ディスカッションできたのでとても良かったです。

という受講者の感想もあった。グループ内でのディスカッションでは仲間づくりの実感を持たなかったことの原因について、詳細にインタビューを行うことで原因を探してみる必要があるだろう。

3.2. 毎授業回後の自由記述式アンケートの分析

受講者が毎回の授業後に提出している200字以上の自由記述式アンケートを元に分析を行う。まず授業アンケートについて説明する。成績評価では授業アンケートは日常点（小テスト・課題等）として加算し、そのウェイトは全評価のうちの20%とした。毎週1回の授業アンケートへの回答で全15回である。シラバスには「書く内容は自由。200字以上で講義の感想、質問、提案など書いて下さい。字数が200字に満たないものはアンケートとして評価しません。授業への参加・貢献として評価します。授業への参加がなかった場合のアンケートの提出は認めません」とした。

授業アンケートの項目は以下の通りである。

1. 講義の内容を理解できましたか？（次の選択肢の中からいずれかを選ぶ：よく理解できた／まあまあ理解できた／どちらともいえない／あまり理解できなかった／まったく理解できなかった／講義を欠席した）
2. 200字以上で講義の感想、質問、提案などや、今日おこなわれたディスカッションについての感想、気づき等を自由に書いて下さい（字数が200字に満たないものはアンケートとして評価しません）。
3. 授業最後に提示された今日のキーワードを書いてください。

使用するデータは、2. の「200字以上の講義の感想、質問、提案など～」である。学生のアンケートの記述の一部は、次の授業回にて紹介するのだが、本稿でこれから引用するアンケートの記述はすべて授業中に紹介したものである¹³。

3.2.1. オンラインでの望ましい授業環境について

オンラインの授業では対面での授業と違って、コミュニケーションがとりにくくなる。そのため対面の時よりも話し手の話が伝わっているのかどうか難しくなることが予想された。そのためこの授業で教員は、聞き手に対してフィードバックを返すことの重要性について説明した。具体的にはビデオをオンにして相づちを送ることの大切さをZoomでのライブ授業やオンデマンドのビデオ教材で繰り返し説明した。以下のアンケート内容からはコミュニケーションのとり方について学生が注意していることがうかがえる。

他の方の発表の時、反応をするように心がけているのですが、やはり重要だと思いました。自分が発表しているときに、相づちや反応があって、聞いてくれているのだと安心できたことに気がつきました（第3回授業の感想より）。

予習で作成したレポートの内容を話す時間でした。私は作成したレポートをただ読むだけに

13 感想を引用する際に、授業回のみを記し、それ以外の個人情報については匿名化している（授業中も本人やグループのメンバーが誰であったのかを特定できないように紹介している）。授業で匿名化する理由は、毎回のアンケートで正直に授業の気づきを書いてもらいたいからである。

ならないように心がけ、“読む”のではなく“話す”ようにしていきたいと思いました。今回は最初だったので文章の方に目がいきがちでしたが、これから画面越しではあるけど、メンバーの目を見て話していけるようになりたいと思います（第2回授業の感想より）。

最初のアンケートは、仲間からの反応があることで安心できたことの語りである。対面では意識することのないことであるが、自分の声が届いているのか、受け止めてもらっているのかが不安になることがある。相づちや反応があることで、確かに相手に伝わったという安心感がある。次のアンケートは、逆に学生がコミュニケーションに困惑した状況を示すアンケートである。

〇〇さんがマイク、ビデオ共にオフの状態でした。問いかけてみたのですが反応もなく、折角同じグループになったのに残念な気持ちも少しありました。当人の受講環境等の理由があるかと思いますが、同じグループ^(ママ)他の履修者が困惑する可能性もあるので改善されるとうれしい限りです（第2回授業の感想より）。

このようなケースは、セメスターを通じて1度しかなかったが、参加学生の不信感が募らないように、教員が全員へのアナウンス等により工夫することが必要である。私の場合は授業中にこのアンケートをそのまま紹介し、良くない行為であることを伝えるとともに、不可抗力のトラブルでビデオが入らなくなってしまったような場合は教員にメールで知らせるようにと伝えていた。

次の授業アンケートは、授業回が最初の頃にあったことであるのだが、Wi-Fiが不安定であったという学生が同時に見られた。

ディスカッションの際に、はじめはルームに5人いたのですが5人中3人が途中で退室してしまいました。LTDの途中でこのようなことが起こった場合はどのようにすれば良いのでしょうか（第1回授業の感想より）。

たとえば電車の中など移動媒体でアクセスしている学生もいたので（同じグループ内の学生がアンケートで知らせてくれたためわかった）、それは良くない行為であることを指摘した。たとえばWi-Fiの無い人は大学の指定された教室で受講できることを案内した。Zoomの接続が誤って切れてしまった場合にどうするのかという問い合わせもあった。受講生が最善の準備をした上で不可抗力としてZoomの接続が誤って切れてしまった場合は、教員に対してメールで何グループにいたのかを知らせるか、Zoomに再入場し伝えてもらうことにした。SAがLTDの運営を行っているので、再入場の聞き取りをSAとの間で分業することができた。これらの情報があればスムーズにグループに戻ることができるので、このことを学生全員に共有した。

Zoomのブレイクアウトルームは、グループ数が多いと教員の目が届きにくくなる。また教員が巡回することのデメリットもある。そのためLTDの基本である、グループ内で起きたことは

グループで解決することを LTD が始まる前に共通規範として再確認することが大切である。そのためには良くない行為を例示しながら、なぜ良くないかを説明することが良いと思われる¹⁴。私は次のように説明した「電車で Zoom に接続するということは、授業に参加するのが難しい時もありますよね。お話しすることがはばかれるような場所で授業を受けるというのは良くないことです。またそういう場合、接続が不安定になり、グループのメンバーとのディスカッションが行いづらくなりますから安定した Wi-Fi のところで授業を受けるべきです。ですが安定した場所で受けていても不可抗力で Zoom が落ちてしまうこともあるかもしれません。そういう時は(以下省略)」。

このように受講者に周知することは有意義である。なぜなら受講者同士がグループでの共通規範となるからだ。実際に授業環境の良くない状態で受講する学生がいた場合に「それは良くないこと」と、自分自身だけでなく他者も判断できるだろう。受講者自身も迷惑をかけてはいけないと、抑制的になるだろう。そういう行為を見かけたとして、なかなか言えなかったとしても、学生たちがアンケートで教員に知らせてくれるだろう。アンケートで知らせてくれたことは教員が良くない行為をした学生の事例として、Zoom のライブ授業でフィードバックをかえす。このようにして「良いこと」と「良くないこと」の規範が教員と学生との間で醸成されていくようになる期待できる。言葉にして共有することが大切だと思う。このような取り組みにより Wi-Fi が不安定であるという訴えは、授業回が進むにつれて少なくなってきた。学生も環境が安定している場所で受講するようになったと思われる。

3.2.2. 多様な受講者との学びによる相乗効果

経済学部の学生との交流について他学部生がこのように感想を述べていた。

私以外全員経済学部生だったのですが、なんか法学部生とは雰囲気が違うな～と思いました。なんででしょう面白いです(第1回授業の感想より)。

この学生は何が面白かったのだろうか。ここでは多様な受講生とディスカッションを行うことで、学生がどのような学びや気づきを得たのかを挙げていこうと思う。

法学部の学生は、需要曲線と供給曲線のグラフが全然わからないと言っていたので、同じグループの経済学部生で説明しました。説明することで自分がどれほど理解できているかも確認できました。また、説明することはとても楽しいことが分かりました。これからグループで違う学部生と同じになったときは、経済学部として経済学のことを説明しようと思います(第4回授業の感想より)。

¹⁴ 学生がブレイクアウトルームからいなくなってしまったからでは、グループ内で対処しようがない。Wi-Fi 環境の安定性についての注意は、全員に対して繰り返し行うことが重要である。アナウンスの結果、グループで同時に複数の人が落ちてしまうという事は見られなくなった。

このアンケートを書いた学生は、自分自身のできることで貢献しようという姿勢がうかがえる。また法学部の学生には経済学部の専門科目だからアドバンテージがあるという自負もあるのかもしれない。教えることと教わることの役割が、その日に偶然つくられたグループによって醸成されることも LTD の特徴である。

次に他学部生の視点から LTD の学びを見てみよう。

まず1点目に、自身とは異なる学部の学生とディスカッションをすることによって生まれる相乗的な学習である。今回のテーマは前回の公害問題と比較して経済学的な用語や理論が多く登場し、法学部の私はいささか戸惑った。しかし、同じグループの経済学部生が、私が知らなかった経済用語などを分かりやすく説明してくれるなどして下さり理解を深める事が出来た。逆に、他知識との結びつけでは、EU 法における「環境統合原則」など法学部で学習した内容を共有し議論を展開する事が出来たため、LTD に貢献する事が出来たと感じる。また2点目に、LTD 予習ノートに記述する情報を上手に選択する事が重要である、つまり情報選択能力が重要であると実感した（第4回授業の感想より）。

この学生は「EU 法における「環境統合原則」など法学部で学習した内容を共有し議論を展開する事が出来た」と語っているように、法学部での学びを場に共有できたことが良かったと感じている。

次のアンケートは他学部生から経済学部の学びがどのように見えているのかが語られているのだが、視点が興味深い。

印象的だったのは、経済学について自分はお金に関する冷たい理論のイメージをもっていたけれど、それは経済学部の人たちも同じで、そこからどのようにして環境や人間の権利をより良くしていくか、深く考えていたことだった。法学部の自分でも、法律に関して冷たく感じるが多々あるが、その障害をどうやって乗り越えていけるかを学部を超えて考えるこの授業のような機会が欲しいと思った（第5回授業の感想より）。

3.2.3. ふりかえりの有効性

LTD ではSTEP 8でふりかえりを行うことになっている。多くの学生は最初はふりかえりというと、自分の反省を述べる場だと思っている。間違いではないのだが、ねらいとすることは、より良い学びのグループを作ることである。そのため良かった行為と良くない行為を客観的に提示しながら議論することが肝心である。しかしながら、一般的に学生は他人を批判することにつながるのではないかと思い、ネガティブなことを言うことができない。もちろん個人攻撃を避けるようにアナウンスはしているのだが、個人に属している行為を個人から取り出して、外在化す

ることはなかなか難しいことなのかもしれない。むしろ良かった行為を列挙することの方がやりやすいかもしれない。ここでは学生のふりかえりで良かった事例を挙げてみよう。

今回のグループは、法学部のAさんとBさん、経済学部のCさんと同じグループでした。このグループでディスカッションを行ってみて、各人の良さを感じました。法学部のAさんは、自己との関連付けのワークの中で、自身の体験談と公害病について関連付けられました。公害問題をより身近な問題として感じさせられたので、お話を聞いて良かったなという風に思いました。法学部のBさんは、法学部で学んだ法令を関連付けて内容をまとめていらっしやいました。これに関しては、Aさんも行っていらっしやいましたが、他学部の生徒さんの視点を学ぶことができ、法学に興味関心が湧いたと同時に多角的に物事を見ることができて、大変にいい機会だったなという風に感じました。また、経済学部のCさんには、まとめ方が大変に上手だなと感心させられました。特に、筆者の主張をまとめるワークに関しては、今回の教材の内容が簡潔に且つ分かりやすくまとめられており、今回の教材をまだ見ていない方にも大まかな内容が伝わるのではと感じさせられるほど、大変きれいに纏められていて、圧倒させられました。また、Cさんの物事を見る視点が、自分はもちろんのこと、他の人とも違う視点から見ているように私は感じ、とても感銘を受けました（第3回授業の感想より）。

このグループの学生は、ふりかえりのセッションで他者の良かった行為を指摘している。本授業ではグループを毎回ランダムに作成しているのと同じ組み合わせになることはない。そのため次回以降にグループのふりかえりで得た学びが、グループに継続していくわけではない。ランダムにグループを作ることは簡易な方法であるが、チーム学習を深化させていくためにはグループを解散させず同じグループでLTDを進めていくことを検討してみても良いのかもしれない。

次の2人の学生のふりかえりでは、質問することや身につけたいスキルを意識していることがわかる。

みんなも頑張っているから自分も頑張ろうと今回のディスカッションで改めて思いました。今後はまた課題レポートとして内容が難しくなるかと思しますので、振り返りで反省した「相手に質問する力を身につける」という点を意識して頑張っていきたいです（第6回授業の感想より）。

時間が余りすぎってしまうのではないかと思ったが、時間ギリギリまで話のできたのでよかった。時間が余ってしまうかもしれないので前の人の発表に質問や感想を言おうと提案してくれるメンバーがいて、それによってSTEP 5, 6が有意義になったと思う。また自分はあまり質問を思いつかないが、話が膨らみそうな質問をしてくれるメンバーもいて、自分に興味

を持ってきている感じがして嬉しかったし、自分も相手に興味をもって話を聞くことで質問を思いつけたらいいと思った（第14回授業の感想より）。

次の学生の感想がLTDの醍醐味を示している。

みんな口を揃えて言っていたのは、課題が多くて毎週大変な思いをしているが、それらは無意味なことではなく、自分の力になっているという実感があるから続けられているということでした（第6回授業の感想より）。

4. 考察

4.1. 反転授業の完全オンライン授業の下での効果

本稿では同じ教室で学生や教員が対面することのない、完全オンライン授業の下での反転授業の効果について検討した。具体的には経済学部の特科科目である環境経済論での反転授業の実践より、受講者はどのような学びを得ているのかという観点で、量的データである学期末の授業アンケートと、質的データである毎授業回実施している記述式アンケートから分析を行った。得られた結論を要約すると次のようになる。

4.1.1. 学期末の授業アンケートより

授業外学習時間の増加：従来型授業である対面授業のもとでの環境経済論と比較してみると授業外学習時間が平均値で1.96時間から2.72時間に増加した。また受講者全員に対して授業外学習時間の増加としてはたらいたと考えられる。分布の形が従来型の同じ授業と比べて全体的に右にシフトするとともに、「授業外学習時間0.5時間以下」の回答比率（全体の11.1%）が、完全オンラインの反転授業では0%になったからである。

「課題をやり遂げる醍醐味を得られた」の回答比率の増加：完全オンラインでの反転授業（LTDの導入）によって「課題をやり遂げる醍醐味を知った」と回答した学生の比率が3倍程度増加していた。その要因として受講者は講義視聴、LTD予習レポートの作成、そして毎回のディスカッションを毎週行ってきた。予習をシステムティックに行うことで、課題をやり遂げる力がついただと実感したのだと考えられる。

「学びあう仲間ができた」の回答比率が減少：一方で「学びあう仲間ができた」と回答した者の比率が、前年実施の同一科目（従来型授業）と比較して半減した。完全オンラインの反転授業形式で、仲間とともに課題を乗り越えたという実感があまり持てなかったのはなぜだろうか。もしかすると完全オンラインという制約が学びあう仲間として実感が持てなかった理由かもしれない。たとえばLTDのディスカッションは、過程プランに基づいたディスカッションである。そのため過程プランの中で自由にコミュニケーションが取れるわけではない。またZoomのブレイクアウトルームでは時間終了後に全体集合してしまうことが、仲間とのコミュニケーションを生成させ

ることを阻害している可能性もあるだろう¹⁵。

4.1.2. 自由記述アンケートより

次に受講学生の自由記述の授業アンケートを分析した。第1にオンラインでの望ましい授業環境について取りあげた。反転授業のディスカッションを Zoom オンラインのブレイクアウトルームで行うという経験はこれまで無かったからである。第2に多様な受講者との学びによる相乗効果について取りあげた。第3にふりかえりの有効性である。Zoom での顔の見える状態での授業参加が重要であることがわかった。

信頼関係のメンテナンスが重要：特にオンラインでのディスカッションにおいては、対面で反転授業+ LTD ディスカッションを行うこと以上に、気をつかう必要がある。学生が安心してディスカッションに参加できるよう信頼性を醸成すること、そして学生間の信頼関係のメンテナンスが大切である。たとえばビデオオフ、マイクオフの学生がいて残念な気持ちになったという学生がいた。学生が認識しているルールの思い違いが無いように、SA や教員から共通認識であるローカルルールを、繰り返し確認することが重要である。

ルールの明示化が重要：特にオンライン環境下では、対面とは異なりビデオオン/オフにすることのローカルルールが授業形態によって異なるため、教員がローカルルールを明示するだけでなく Zoom オンラインのライブ授業でも、なぜビデオオンが必要なのか、理由と共に伝えていくことが大切だと考える。Zoom オンラインで受講する場合は、安定した Wi-Fi 環境が求められるが、電車の中で受講するような学生も最初の頃はいた。たとえオンライン環境であったとしても、受講姿勢は対面と変わらないということを私の授業の中では何度も伝えることで学生同士の共通認識にしてもらいたかったからだ。授業が始まってしまえば、Zoom のブレイクアウトルームでの密室になる。教員が出入りすることを想定していない場合は、学生の自律が肝心になる。なれ合いにならず「それは良くない行為だよ」と言えるようなグループ作りを行うためには、まず共通規範を作ることが重要だと考えた。

5. おわりに

本稿では、受講学生の授業アンケートを通して、たとえ完全オンライン授業であったとしても反転授業は機能することを示し、考察した。その条件として、コミュニケーションのとりやすい環境、授業参加のルールの明確化、ふりかえりによる得たものの見える化を行うことである。何よりも予習を徹底することが LTD 形式のディスカッションを成功させるための最も重要な条件である。

15 しかしディスカッションは対面であることが望ましいという結論を、すぐさま導くわけにはいかない。ここで新たな疑問が生まれるからだ。そもそも学習者にとっての学びあう仲間とは何だろうか。またオンラインであるのかどうかによって変わりうることなのだろうか。2021年度の秋学期の授業は、2021年7月の現時点では、対面で行うことが想定されている。同じ授業形式で対面でのディスカッションを実施した場合に、仲間を持てたという実感は高まるのか。学びあう仲間とは何かという問いに対する答えは、今後の課題としたい。

一般的に「話し合い」を中心とした学習では、仲間とのミーティングが重視され、学生が1人で行う予習が軽視されがちです。しかし、これは大きな間違いです。ミーティングの質を保証するのが予習です。LTDにおいて予習は極めて大切な活動です。予習せずにミーティングに参加しても期待される効果は得られません（安永・須藤，2011：7）。

学生が質の高い予習をしてくるにより、次回も良いディスカッションができるだろうと、受講学生が期待できる状況を学生と教員の努力により構築し続けていくことが、反転授業におけるディスカッションを成立させることにつながると考える。

参考文献

- 上村和美（2015）「読解力を向上させるためのプログラム：LTD 話し合い学習法と反転授業の手法を取り入れた試み」関西国際大学研究紀要，**16**, 13-20.
- 確井健寛（2021）「経済学における反転授業と話し合い学習法の統計分析」創価経済論集，**50**, 51-63.
- 桶敏・稲葉宏和（2015）「出席管理システムの開発」石川県立大学年報：生産・環境・食品：バイオテクノロジーを基礎として，**2014**, 58-65.
- 近藤猛・錦織宏（2021）「拘束からの解放—反転授業を活用した完全オンライン型臨床研修指導医講習会」医学教育，**52**, 263-269.
- 澁川幸加（2021）「ブレンド型授業との比較・従来授業における予習との比較を通じた反転授業の特徴と定義の検討」日本教育工学会論文誌，**4**, 561-574.
- バーグマン，J., サムズ，A.（2014）『反転授業：基本を宿題で学んでから授業で応用力を身につける』オデッセイコミュニケーションズ、東京、3-12（山内祐平、大浦弘樹（監）、上原裕美子（訳））
- 船守美穂（2014）「反転授業へのアンチテーゼ」主体的学び研究所（編）『主体的学び』**2**, 3-23.
- 古川智樹，手塚まゆ子（2016）「日本語教育における反転授業実践—上級学習者対象の文法教育において—」日本語教育，**164**, 126-141.
- 宗村広昭，鹿住大助，小俣光司（2017）「反転授業における講義ビデオの視聴行動と成績との関係性」日本教育工学会論文誌，**40**, 9-12.
- 安永悟，須藤文（2011）『LTD 話し合い学習法』ナカニシヤ出版。
- Bishop, J. L. and Verleger, M. A. (2013) “The Flipped Classroom: A survey of The Research,” *ASEE National Conference Proceedings*, Atlanta, GA. **30**, 1-18.
- Lage, M. J., Platt, G. J. and Treglia, M. (2000) “Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment,” *Journal of Economic Education*, **31**, 30-43.
- Lo, C. K., Hew, K. F. and Chen, G. (2017) “Toward a Set of Design Principles for Mathematics Flipped Classrooms: A Synthesis of Research in Mathematics Education,” *Educational Research Review*, **22**, 50-73.
- Missildine, K., Fountain, R., Summers, L. and Gosselin, K. (2013) “Flipping the Classroom to Improve Student Performance and Satisfaction,” *Journal of Nursing Education*, **52**, 597-599.

Appendix 1 授業シラバス

シラバス情報

授業情報

【2020年度 秋(後)期授業】
 講義コード：100094(337971)
 担当科目：
 環境経済論
 環境経済学
 担当教員：碓井 健寛
 曜日時限：金曜2限, 金曜3限
 講義教室：オンライン授業(学部)

この授業のトップページへもどる

□[トップページ](#)>[担当授業一覧](#)>[授業画面](#)>[シラバス参照](#)

2020年度 シラバス情報表示

■科目名	■教員名
環境経済論(4単位)	碓井 健寛(ウスイ タケヒロ)
環境経済論(4単位) [ECON343]	
環境経済学(4単位) [SES1307]	

科目名の後ろに水色で表示しているものは科目ナンバリングです

■テーマ
 廃棄物と地球温暖化の問題についての環境経済学的なりテラシーを学ぶ

■授業概要
 環境経済論は環境問題を経済的に解決することを目指す学問です。まず1)理論・歴史、2)実証・実践の流れで学んでいきます。1)で概論的に学びます。公害問題の内容、おきた背景、公害問題に取り組んできた人について学ぶことで、歴史的な経緯をつかむことができます。次に経済学的に環境・公害問題をどのようにとらえるのか、そして制御するのかについて学びます。特に経済的な手法によってコントロールする意義と成果について学びます。2)は各論になります。2)はローカルな公害・環境問題の代表例です。経済的手段をどのように使うのかに焦点をあてながらも、一方で、現場からの視線も大切にします。なぜなら環境問題は人の暮らしの問題でもあるからです。そこで問題の背景、制度、被害者の立場・人々の暮らしにも着目していきます。

■到達目標
 B評価のレベル
 「環境経済学の理論を用いて、環境問題を説明できる」

■共通科目または各学部ラーニング・アウトカムズとの関係

<input type="radio"/>	経済学を用いて、社会現象を複眼的視点から論理的に理解・分析することができる 数量的・統計的データを正確に理解することができる
<input type="radio"/>	日本・世界の経済・社会に関する知識を持ち、活用することができる 経済問題について、日本語や英語を用いて、他者の考えを正確に理解し、自らの考えを明確に伝えることができる
<input type="radio"/>	世界の多様性、および経済問題・社会問題の多面性を理解し、適切な議論を行うことができる
<input type="radio"/>	経済学の学修を通じて、自らの行動を律し、他者と協力しながら、目標を達成できる
<input type="radio"/>	社会の発展、人びとの幸福への方途を、経済学を用いて提案することができる

■授業計画・内容

回数	内容	
1回目	講義内容	動画配信：イントロダクション/授業ローカルルールの説明
	事前事後学習の内容など	
2回目	講義内容	Zoomオンライン授業：授業についての質疑応答・顔合わせ
	事前事後学習の内容など	
3回目	講義内容	動画配信：学びはじめディスカッションの説明
	事前事後学習の内容など	

教員管理メニュー

授業計画管理	フォーラム管理
参考HP管理	授業教材管理
レポート管理	アンケート管理
小テスト管理	シラバス参照
講義連絡管理	TA・SA管理
採点補助依頼	ポートフォリオ
クリッカー管理	オンライン授業管理
オンライン試験管理	

各回講義情報

教	教材あり
レ	レポートあり
テ	小テストあり
ア	アンケートあり
HP	参考ホームページあり
ク	クリッカーあり
オ	オンライン授業あり

※アイコンがグレーのものは、学生に非公開中の課題です

全授業共通	教
第1回(9/18)	オ 教
第2回(9/18)	オ ア
第3回(9/25)	オ レ
第4回(9/25)	オ 教 ア
第5回(10/2)	オ レ
第6回(10/2)	オ ア
第7回(10/16)	オ レ
第8回(10/16)	オ ア
第9回(10/23)	オ レ

第10回(10/23)	オ ア
第11回(10/30)	オ 教 レ
第12回(10/30)	オ ア
第13回(11/6)	オ レ
第14回(11/6)	オ ア
第15回(11/13)	オ レ
第16回(11/13)	オ ア
第17回(11/20)	オ レ
第18回(11/20)	オ ア
第19回(11/27)	オ レ
第20回(11/27)	オ ア
第21回(12/4)	オ レ
第22回(12/4)	オ ア
第23回(12/11)	オ レ
第24回(12/11)	オ ア
第25回(12/18)	オ レ
第26回(12/18)	オ ア
第27回(1/8)	オ レ
第28回(1/8)	オ ア
第29回(1/15)	レ
第30回(1/15)	オ ア

4回目	講義内容	Zoomオンライン授業： グループディスカッション 「学びはじめ」の共有
	事前事後学習 の内容など	
5回目	講義内容	動画配信：「戦後史証言 第3回公害先進国から環境保護へ」
	事前事後学習 の内容など	
6回目	講義内容	Zoomオンライン授業： LTD形式のグループディスカッション
	事前事後学習 の内容など	
7回目	講義内容	動画配信：直接規制、課税
	事前事後学習 の内容など	
8回目	講義内容	Zoomオンライン授業： LTD形式のグループディスカッション
	事前事後学習 の内容など	
9回目	講義内容	動画配信：コースの定理
	事前事後学習 の内容など	
10回目	講義内容	Zoomオンライン授業： LTD形式のグループディスカッション
	事前事後学習 の内容など	
11回目	講義内容	動画配信：ふりかえりの説明
	事前事後学習 の内容など	
12回目	講義内容	Zoomオンライン授業： 中間ふりかえり その1
	事前事後学習 の内容など	
13回目	講義内容	動画配信：費用便益分析
	事前事後学習 の内容など	
14回目	講義内容	Zoomオンライン授業： LTD形式のグループディスカッション
	事前事後学習 の内容など	
15回目	講義内容	動画配信：費用便益分析 論文：「気仙沼市小泉地区における防潮堤建設計画に関する費用便益分析」
	事前事後学習 の内容など	
16回目	講義内容	Zoomオンライン授業： LTD形式のグループディスカッション
	事前事後学習 の内容など	
17回目	講義内容	動画配信：水俣病の映像閲覧
	事前事後学習	

	の内容など	
18回目	講義内容	Zoomオンライン授業： LTD形式のグループディスカッション
	事前事後学習の内容など	
19回目	講義内容	動画配信：「戦後史証言プロジェクト 日本人は何をめざしてきたのか 2013年度「地方から見た戦後」第2回 水俣 戦後復興から公害へ」の映像閲覧
	事前事後学習の内容など	
20回目	講義内容	Zoomオンライン授業： LTD形式のグループディスカッション（←11月6日に修正）
	事前事後学習の内容など	
21回目	講義内容	動画配信：原発の経済学
	事前事後学習の内容など	
22回目	講義内容	Zoomオンライン授業： LTD形式のグループディスカッション
	事前事後学習の内容など	
23回目	講義内容	動画配信：「戦後史証言プロジェクト 日本人は何をめざしてきたのか 2013年度「地方から見た戦後」第7回 下北半島 浜は核燃に揺れた」
	事前事後学習の内容など	
24回目	講義内容	Zoomオンライン授業： LTD形式のグループディスカッション
	事前事後学習の内容など	
25回目	講義内容	動画配信：ごみ有料化
	事前事後学習の内容など	
26回目	講義内容	Zoomオンライン授業： LTD形式のグループディスカッション
	事前事後学習の内容など	
27回目	講義内容	動画配信：磐城高箸の映像
	事前事後学習の内容など	
28回目	講義内容	Zoomオンライン授業： LTD形式のグループディスカッション
	事前事後学習の内容など	
29回目	講義内容	動画配信：ふりかえりの説明
	事前事後学習の内容など	
30回目	講義内容	Zoomオンライン授業：学期末ふりかえり
	事前事後学習の内容など	

■評価・試験方法

種別	割合	評価基準
定期試験	0%	期末試験はありません。
中間試験	0%	中間試験はありません。
レポート	80%	毎週1回のレポートの提出。全15回。
実技・作品等	0%	
日常点 (小テスト・課題等)	20%	毎週1回の授業アンケートへの回答(全15回)。 書く内容は自由。200字以上で講義の感想、質問、提案など書いて下さい。字数が200字に満たないものはアンケートとして評価しません。授業への参加・貢献として評価します。授業への参加がなかった場合のアンケートの提出は認めません。
その他	0%	
備考		レポートあるいはアンケートの提出回数の中のいずれかが3分の2を下回った場合は、N評価となります。

■評価方法：ABC評価

■教科書

教科書は使用しません。かわりに教員が用意したレジュメ(PDF資料)やビデオ教材、論文等を使用します。

■参考書

1. 日引聡、有村俊秀『入門環境経済論—環境問題解決へのアプローチ』、中公新書
2. グレゴリー・マンキュー『マンキュー経済学I ミクロ編(第4版)』東洋経済新報社

特にマンキューの「公共部門の経済学」の「外部性」「公共財と共有資源」の章を読んでおくと良いです。

■履修上のアドバイス

今年はオンライン授業の形式でおこないます。課題レポートの提出はほぼ毎週あります。そのため動画閲覧とレジュメ・論文の閲覧に週あたり60?90分程度、LTDの予習ノートの作成のために120分程度の時間確保をしてください。

評価・試験方法に記載したとおりですが、中間・期末試験はありません。毎週の課題の取組に重きを置いているからです。その分、理解力や書く力、感じとる力、そして自分の言葉で説明する力が付いていくはずですが。

他学部受講者へのアドバイスです。マンキュー『マンキュー経済学(1)ミクロ編』東洋経済新報社を事前予習しておくことを強く勧めます。授業の中でミクロ経済学の基礎的な理論が出てきます。ざっと目を通しておくことで、動画の説明、そして仲間とのディスカッションによって理解が深まっていくはずですが。

※毎週の授業に必要な事前事後学習時間(小テスト、レポート、課題など):4時間

■アクティブラーニング実施の有無

- あり
- ディスカッション、ディベート
 - グループワーク

■授業や自主学習支援にICTを活用するかどうかの有無

あり

- ポータルサイト（フォーラム、アンケート）を利用
- PC教室・CALL教室での授業、または授業の中でノートPC、タブレットなどのデバイスの利用
- その他

■課題（中間試験やレポート等）に対するフィードバックの方法

授業時間に限らず、ポータルシステムの機能や電子メールを利用してフィードバックをおこなう。

■授業で使用する言語

日本語

■担当者のプロフィール

経済学博士（神戸大学経済学研究科）、北星学園大学経済学部を経て、2006年より創価大学経済学部に着く。

専門領域は環境経済学、計量経済学である。研究テーマは「経済的インセンティブを導入した家庭ごみの減量促進策に関する研究」である。これまでにペットボトルの店頭回収、小売店での2R促進策の提案・推進にも関わってきた。

現在、JICA×八王子市×創価大学による、ミクロネシア連邦チューク州におけるごみ減量対策支援のプロジェクトに参画している。2018年夏より、学生とともにチューク州での支援活動に携わる。

専門領域とは別に、地域のボランティア活動にも関わっている。学生と一緒に「はちおうじ子ども食堂」を立ち上げる。義務教育段階で十分に学ぶことができなかった方々の学びのサポートをおこなう自主夜間中学「あつぎえんびつの会」のスタッフでもある。

子ども・障害者・外国につながる子どもたちの居場所づくりを、学生とともに継続してきた実践について『ここ、あいてまずよーディスポニーブルな場をつくる』として著した。他にも福島で学生と1年間フィールドワークを行った実践をまとめた『福島をあるく』がある。本年も3月下旬にAmazon Kindleより、学生と共著で出版予定である。

所属学会は環境経済・政策学会、日本島嶼学会、基礎教育保障学会など。

詳しい自己紹介は [こちら](#) をご覧ください。

教員のウェブサイトは [こちら](#) です。

環境経済論 (碓井)・ローカルルール

1. 環境経済論を学ぶ意義

- ・ 環境経済論は環境問題を経済的に解決することを目指す学問です。まず1) 理論・歴史、2) 実証・実践の流れで学んでいきます。
- ・ 1) で概論的に学びます。公害問題の内容、おきた背景、公害問題に取り組んできた人について学ぶことで、歴史的な経緯をつかむことができます。次に経済学的に環境・公害問題をどのようにとらえるのか、そして制御するのかについて学びます。特に経済的な手法によってコントロールする意義と成果について学びます。
- ・ 2) は各論になります。2) はローカルな公害・環境問題の代表例です。経済的手段をどのように使うのかに焦点をあてながらも、一方で、現場からの視線も大切にします。なぜなら環境問題は人の暮らしの問題でもあるからです。そこで問題の背景、制度、被害者の立場・人々の暮らしにも着目していきます。

2. どのようにして学ぶのか

- ・ 自学習→協同学習→ふりかえり のサイクルを1ユニットとして、これを毎週繰り返していきます。授業実施日は金曜日の2・3限目です。実際の授業参加は3限目で、ここで学生どうしのディスカッションをおこないます。ただし2限目は授業はおこなわず、事前予習に充ててもらいます。1ユニットの流れは3.で説明します。

3. 授業における1ユニットの平均的な流れ

- ・ 平均的な流れを説明します。

1. 7日前～授業実施前日： 授業動画の閲覧、レジュメ(※)の熟読、予習レポートの作成および提出 (※レジュメとは授業の配付資料のことです。配付方法や使用方法については後述します)

2. 授業当日の2限目： 授業は実施しません。この時間分が上の1.に該当する時間になります。

3. 授業当日の3限目： Zoom でのオンライン授業・ブレイクアウトルーム(※)による協同学習の実施

授業当日の3限目の流れ

13時5分 ～ 13時20分	前回講義の質問・感想紹介
13時20分 ～ 14時20分	グループディスカッション(LTD等)
14時20分 ～ 14時30分	全体ふりかえり
14時30分 ～ 14時35分	キーワード付きアンケートの提出(これが出席確認になります)

4. 本講義での基本ルール

- ・ 講義はZoom オンラインで実施します。
- ・ 資料はポータルサイトからダウンロードしてください。講義資料が教科書のかわりになります。講義資料を印刷して使うか、PC やタブレットなどで講義資料を閲覧するかは受講者の自由です。お好きな方でどうぞ。
- ・ オンラインでの授業中、グループディスカッションの最中は、顔と氏名が見えるよう表示してください(教員の方でもそのように設定します)。授業はオンラインですが、なるべく対面授業(顔の見える関係)での実施に近づけるためです。また授業中は原則帽子を取ることを。やむなく帽子をかぶらざるを得ないという人は説明してください。
- ・ 授業は基本的に遅刻をしないでください。開始 15 分以上遅れてきた場合は、いかなる理由であれグループディスカッションに参加できません(=欠席扱いになります)。
- ・ ディスカッションのグループは毎回ランダムに決まります。できるだけ多くの学びの仲間に出会ってもらうためです。
- ・ このローカルルールは授業の時に必ず持参するようにしてください。
 - 理由 1 : ルールをその都度確認するため。
 - 理由 2 : 授業で難問に答えたり、授業に貢献するコメントがあった場合は、この真下にハンコかサインをします(添付ファイルで送りますのでその画像を貼りつけてください)。30 回目の講義のときに私に大学メールから送ってください。後日対面授業ができるようになったときに研究室にて記念品を贈呈します。記念品は授業内で紹介されるとあるグッズです。

学籍番号 _____ 氏名 _____

--	--	--

5. 授業の方針への同意にかえて

- ・ 以上がこの授業の方針になります。この方針に同意できる人のみを受講してください。履修登録をした場合は、この方針に同意したものと判断します(※)。
- ・ ※ 履修登録をしない限りローカルルールを閲覧できません。ローカルルールに同意できないのであれば履修を取り消してください。

反転授業は学生に深い学びをもたらすのか？ — 経済学部分科会 パネルディスカッション¹

Does Flipped Classroom Teaching Lead to Deeper Learning for Students? —Panel Discussion

碓井健寛²・服部南見³・金澤伸幸⁴・寺田和之⁵
Takehiro USUI, Minami HATTORI,
Nobuyuki KANAZAWA and Kazuyuki TERADA

1. はじめに

2021年10月9日（土）に第8回創価大学教育フォーラム・経済学部分科会「反転授業は学生に深い学びをもたらすのか？」を、Zoom オンラインで実施しました。本稿はその実施報告となります。参加者数は約50名程度と、大学全体の分科会の中では最も参加者数の多いセッションでした。参加者は経済学部の教員のみならず、他学部の教員、経済学部の専門科目・環境経済論やデータサイエンス入門を受講している学生も参加しており、学習の主体者である学生とともに教育改善をおこなうという、創価大学らしさの表れたファカルティ・デベロップメントでした。本稿ではシンポジウムでのパネルディスカッションを記録として残すことにします。最初に2題の基調報告の後に、パネルディスカッションを行いました。

2. 基調報告の要旨

碓井健寛（経済学部）「完全オンラインでのディスカッションはうまくゆくのか？」

—専門科目「環境経済論」における反転授業実践

反転授業におけるオンラインでのディスカッションはうまくゆくのだろうか。同一科目における反転授業と従来型授業における受講学生の授業アンケートを比較すると、授業外学習時間が増加し、「課題をやり遂げる醍醐味を知った」という回答比率が大幅増加した。一方「学びあう仲間ができた」という回答比率が半減した。自由記述の受講者アンケートを元に良好なオンライン

1 謝辞：第8回創価大学教育フォーラム・経済学部分科会のシンポジウムには、多数の参加者がZoomで視聴されました。参加者の学生、教職員の皆さん、そしてシンポジウムの告知等の準備を担当した教育・学習支援センター（CETL）の皆さんに感謝します。

2 創価大学経済学部教授

3 創価大学学士課程教育機構講師

4 創価大学経済学部講師

5 創価大学経済学部講師

ディスカッションが成立する条件について検討した。第1に予習の徹底である。第2にZoomブレイクアウトルームに入る前にルールを確認しておくことで、良い／良くない行為についての共通規範が形成される。良質なディスカッションが成立するためには、質の高い予習や準備をすることが期待できる環境を、教員が整備することが重要である。

服部南見（学士課程教育機構）『反転授業『データサイエンス入門』』

2022年度より学部1年次必修化される『データサイエンス入門』が2021年度秋学期にパイロット開講された。反転授業が採用されたこの科目では、(1)講義動画の視聴、(2)事前課題の提出、(3)対面セッションでのアクティブラーニング、(4)授業後アンケートを毎週行った。反転学習には「完全習得学習型」（集合して演習）と「高次能力学習型」（集合して協同学習）の2類型があるが、この科目は後者である。集合学習の利点を最大限生かすため、対面セッションではテスト・テイキング・チーム（個人クイズとグループクイズを組み合わせた小テスト）、LTD話し合い学習法、ミニ・ディベート、Excel分析セッションなどが4人ほどの小グループで行われた。学生の授業外学習時間や満足度に、反転学習の効果が見えた。

3. パネルディスカッション

【パネルディスカッション参加者】

碓井健寛（経済学部教員）、金澤伸幸（経済学部教員・司会進行）、寺田和之（経済学部教員）、服部南見（学士課程教育機構教員）、鈴木詩子（経済学部4年）、諸角朋花（経済学部3年）、渡辺優子（経済学部2年）

金澤：では次にパネルディスカッションに移りたいと思います。登壇をされる方はビデオオンでよろしくお願ひいたします。登壇中も質問などがありましたら、オーディエンスから質問を受け取って、登壇者に伝えますので、質問チャット等でよろしくお願ひいたします。服部先生と碓井先生には先ほど講演していただきました。経済学部の寺田先生に今回入っていただいているということで、基礎統計学で反転授業されたということで、感想や良かった点、学習をどう促したかについて、気付きなどがありましたら共有していただければと思います。

反転授業の実施科目について

寺田：経済学部の寺田です。私は春学期に基礎統計学、経済学部の必修科目を反転授業で実施しました。どういう形かという、学生に予習動画を事前に視聴してもらい、事前に演習課題を出題し、学生にはそれを事前に解いてきてもらいます。授業時間では対面で集まってExcelを使いながら演習問題の解答をお互いに教えあうという形で、服部先生に紹介していただいた立て分けでいうと、完全習得型の分類になるのかと思いますが、その形で反転授業を進めました。良かったこととしては、コロナ禍で対面授業の数が少なかった中で学生とふれあえる機会が多かったと

ということです。学生同士がふれあえる機会が多かったということでかなり高評価いただいたんですが、その他にも基礎統計学という科目はやはり積み上げ式になっていますので、どこかで一つつまずくと、どんどんその後が分からないところが増えていくような授業の性質を持っています。そこでしっかり毎回動画を予習して必ず授業に出席し事前に演習問題を解いておいて授業に出席し、そこで分からないところを授業内で消化して帰っていくという形で、ペース配分を作れたところで早期に脱落してもそれ以降ついてこれなくなるという学生が、かなり少なかったんじゃないかなと思います。これも従来型でやってしまうと、おそらく分からないところをずっと放置して、授業の後半になって取り返しがつかなくなるという学生が続出したんじゃないかなと思うんですが、今回やはり反転授業という形で行ったのでそこまで脱落してくという学生がかなり少なくなるといえるところは、かなり大きなメリットだったんじゃないかなと思います。簡単になりますがこんなところで私の感想は以上です。

反転授業を受けた学生の感想

金澤：はい、大変にありがとうございます。そうですね、では次に学生からの意見も伺いたいと思っております。まず最初に受講者の側からの意見を伺うということで、諸角さんは環境経済論の履修をされたということですよ。

諸角：はい、そうです。

金澤：多分他のいろんな対面の授業とかも多いと思う中、反転授業を受けてみた感想、自分の学習姿勢とか、学習の理解度に関して、どのような違う点や気づきがあったか等を教えていただけますでしょうか。

諸角：はい、わかりました。自分自身はこの授業を履修して他の授業と同様にオンライン授業ではあったんですけども、授業のほとんどが顔出しのグループディスカッションということで、すごく自分は受けていて対面に近い感覚でオンライン授業の中だったので受けることができたということは、すごく良かったなと思っています。あらかじめローカルルールで顔出して参加することが決められていたり、その事前の予習ノートを作って、授業に臨まない、作らなければ授業に臨むことができないうって言う、ルールがあったので、逆にこうディスカッションの時に、誰も何か話しても返してくれなかったり、あとはなんかこう話すことが分からなくなってしまっシーンとってしまうっていう、そういう不安が無かったのが自分が受講していて、すごくなんか参加者がみんな同じ高いモチベーションで受けているなというのを感じることができたのが良かったなと思っています。課題に関しては履修の理由としては、自分が確井先生のゼミにに所属していたので、その学びと結びつけられる部分があるかなと思って履修をしたんですけど、やっぱり毎授業2000字のレポートがあるっていうことも、履修前には知ってたんですけど、4単位

の授業なんですけど、週1度の参加で。ということと定期テストもないということで、その分レポートに重きを置いて頑張ろうと思って、履修をしました。で、すごく自分もレポートを書くのが決して得意じゃなかったんですけど、その毎回のレポートを書いていてこうどこに予習ノートで重きを置けばいいのかっていう部分であったり、あとはもう純粋にレポート書く力っていうのは、かなりついたなと感じてます。

反転授業を運営した SA の感想

金澤：次に環境経済論 SA (Student Assistant) の立場で担当して下さった鈴木さんが、SA の立場から見て学生の学びに関して反転授業の効果について教えていただけますでしょうか。

鈴木：はい。えっと、SA の視点として感じたことは、もともこの授業を履修した学生さんの理由みたいところが、LTD をメインでやっていくっていうことで、人とコミュニケーションとっていき、ディスカッションの力を身に付けたいという学生さんですとか、あとはそういう風に自分で文章をまとめる能力をつけたいというようなモチベーションをあらかじめ持って参加されている学生さんが多いのと、履修したときのアンケートを見ててすごく思っていました。そういった中で、まあ先ほど諸角さんも話していたように、期末テストとかもすべてない状態ですし、すべてそのレポートであの評価されていくっていう点であのすごいレポートに対して受講生の方も力入れられていることでどんどん回数重ねていくうちに、レポートの内容も濃くなっていていってレポートチェックしてて感じてましたし、あとは議論の中身も大分余ってる時間とかも無くなっていくっていう風な傾向がそういったディスカッションの様子を見て SA として、すごいなんか受講生の方々のそういったスキルみたいところがどんどんついていっているというのは傍から、傍からというか SA という立場から見て、感じておりました。以上です。

金澤：はい、大変にありがとうございます。そうですね今、反転授業の取り組みということで教えていただいたんですけど、今度は渡辺さんですね。渡辺さんはデータサイエンス入門の SA と同時に基礎統計学の受講者でもあったということをお伺いしてるんですけど、基礎統計学は必修科目であるのでそこでの反転授業の取り組みなどすいません、あの二つ役割をお願いしているんですけど、SA さんとしてということと、受講者としてそれぞれ反転授業がどのような効果を持ってるか、気付きを教えてくださいなと思います。よろしく願いいたします。

渡辺：はい、ありがとうございます。まず、データサイエンス入門の SA としての立場から述べさせていただくと、まだこの授業自体が4回しか行われていないので、この4回を通じての感想にはなるんですけども、まず、予習の質がかなり高いと感じます。学生さんの。結構授業中はずっと巡回してる形にはなるんですけど、ノートを取ってる、ノートをあらかじめ取ってきて、それを授業中にほかの学生さんに見せながら理解を深めているという様子がよく見受けられ

ます。なので、それとあと、服部先生もおっしゃっていたんですけど、動画視聴後、授業前までにオンライン記述クイズに解答する必要があるのですが、皆さんそれを解くために、ある程度予習はしてきているなと感じました。ですが、木曜日にも授業があったんですけど、その日は予習授業、予習ビデオが多かったっていうのもあり、あと学園祭後っていうのもあってその週はオンライン記述クイズが無かったです。それでその点を踏まえて木曜日参加してみると、ちらほらと予習ビデオ見てきてないのかなみたいな生徒が見受けられました。なので、私個人としてはオンライン記述クイズの必要性は結構感じました。でもそのオンライン、予習授業見てこなかった生徒さんに対して他の学生さんがすごく丁寧に教えているのを見て、後でその学生さんに話聞いてみると、内容を話すことで知識が深められたと言っていたので、これも反転授業ならではの利点だなと感じました。ここまでがデータサイエンス入門 SA としてのお話になります。次に基礎統計学を受講しての感想ですが、私個人としてはすごくこの形式が好きで、しかも実際のスキルも得られたなという感じがあります。その理由としては、まずインプットとアウトプットというのが1つの授業内でできるというのがとても大きいなと感じています。授業を見た後にあらかじめ課題を解いて、その課題を授業内でみんなと確認しあい、グループで確認しあうという内容なんですけど、自分のモチベーションとしては授業中に、学生さんに教えたいというモチベーションがあったので、インプットというか予習に重きを置いて、その後にアウトプットの場合、自然と提供されているので、かなり定着ができたと感じています。テスト前は復習もするので自分としてはこの授業を受けただけでかなり Excel の統計的な知識がかなり伸びたなと感じているので、反転授業形式が他にもたくさんあると負担になるのですが、授業が数個程度ある分には学生にとって刺激のあるものではないかと思っています。以上です。ありがとうございます。

反転授業で従来型授業の学びの量をカバーできるのか？

金澤：ありがとうございます。質問受け取ってる方いらっしゃいますか。登壇者の方で。(特に質問を受け付けていないことを確認した上で)では、私から質問なんですけど、この登壇者の中で唯一、反転授業を経験したことがない教員でして、純粋な疑問なんですけど、授業でカバーする内容が事前ビデオで30分とか40分だけになるということで、従来型の授業でカバーしていた内容と比べて減ってしまうんじゃないかという不安と言うか疑問がありまして。この点カバーする内容が減るとしたらどれくらいかみたいな。実感として何かありましたら、教えていただけたらうれしいです。どうでしょうか。碓井先生。

碓井：授業で、今までやってたものをビデオ収録で自分で作成して、時に短くしたり、逆に必要などころを厚めにするということを反転授業のコンテンツ作りでは行ったりするのですが、学習内容で必要なもの教材の中で盛り込んでいるという実感はあります。ただ、今まで沢山教えてたことが、少しリデュースされてるところは確かに印象としてはあるかもしれないとは思っています。反転授業になってから教員の役割が変わったかな、というところが私の中の印

象です。

寺田：私からもよろしいでしょうか。

金澤：はい。お願いします。

寺田：はい。基礎統計学についての感想なんですけれども、やはり数学的な思考を必要とする内容でありますので、かなり難しく感じた履修生多かったと思うんですよね。これを従来型授業の90分間、講義形式で進めていって、どんどん内容をカバーしていけば、確かにカバーできる内容は広がったと思うんですが、その形だとおそらく脱落者がかなり多かったのだらうと思います。それを防ぐためには、結局授業内で演習問題を解いて丁寧に問題解説をして解かせるという時間が必要になっていったと思います。その分を反転授業形式のグループワークで、お互いに教えあうという形で、進めていますので、カバーできる範囲が大幅に減ったとは基礎統計学に関しては考えておりません。

金澤：はい。ありがとうございます。

碓井：私は基礎統計学の教員でもあるので、少しコメントを追加しても良いですか？従来型授業の形式で、寺田先生がおっしゃっていただいた通りなんです。授業をやっていくと、どうしても難しいって顔をしてる学生が、半分以上出てくるわけです。途中で、だんだんと、授業をやっている方も、そういった学生のことが放ってはおけないなという部分になってしまうのです。そうすると、どこに照準を合わせて授業をやっていくべきかという、難しい問題に直面するのです。反転授業のいいところというのは、学生のペースを、学生自身が管理できるということだと思うんです。先ほどチャットの中で、質問していただいていた授業外学習時間が多すぎてしまうんじゃないかというようなコメントがあったかと思うんです。確かに増えてしまいますよね。それは、学生さんによっては、何回も授業ビデオを視聴してということで、授業外学習時間が増えるという傾向はおそらくあると思うし、実際に授業アンケートで授業外学習時間を測ってみてもそうなるかもしれないのですが、一方では、学生自身の授業理解がより進んできたというか、学生の言葉を借りれば「わかりみが深い」と言いますね。それが従来型授業では、決定的に難しい所がカバーできるんじゃないかなと思います。つまり授業ビデオを何度も視聴できることと、グループで学生同士で教え合うことや、分からないことを確認したりすることで、授業の内容理解が深まっていくのではないかと思うのです。他にも言いたいことたくさんありますが、ひとまず服部先生にバトンタッチしましょう。

服部：ありがとうございます。大体賛成なんですけれども、データサイエンス入門のみに限って

いうと、そもそも90分みっちり話す程の中身があるわけでもないんですよね。本来、90分の授業を従来型授業でやったとしても、おそらく40分、50分、60分程度しかなく、残りはそれを深めていったり、っていうものだったので、その60分を40分に短くするという自体は、そんなにあれなのかなと感じております。また、碓井先生は授業動画を編集されているということでしたが、私はそこに力を入れたくないというか、まあ、サボり癖っというかあまり編集はしてないのですが、その代わり学生自身が、見るときに自分で編集をするじゃないですか。繰り返し見たり、早送りしたりとか。それで対処できているのでその分、安心して、みんなに分かるように、ゆっくり何度も話すということをしなくても良くなったので、学生が必要であればそれをできる。そういう意味で、まあ60分の時間を40分に短くしてもそこまで問題は感じていないというのが、本音です。ただ、実際には、これこそ学生さんに聞いてみてほしいところではあるのかなって感じがします。以上です。

反転授業はどのような科目に相応しいのか

金澤：ありがとうございます。よくわかりました。他に何か質問が今ある方、受け取ってらっしゃる方いますか？チャットでの質問がありました。読み上げます。

「学生さんの負担やSA雇用予算の関係で全ての授業で反転授業を行うことは難しいと思うのですが、学部のカリキュラム全体の中で、どんな学年のどんな性質の科目に実施した方が良いと考えられるでしょうか？」

ということで、全体との兼ね合いの部分もあるんですけど、これは碓井先生でしょうか。

碓井：学生さんに聞いてみたらいかがでしょうか？

金澤：そうですね、では学生さんに。鈴木さん、4年生ということで、さまざまな授業を受けてこられたと思うんですけど、反転授業をどのような授業で実施されたら良いかということで、まず最初にお話しできますか？

鈴木：そうですね。いま思いついたような意見になってしまうんですけど。学部の授業の中でも大人数で受ける授業と、少人数で受ける授業があったと思うので、少人数の授業の方では、結構ディスカッションのタイミングとか設けられていたんですけども、どうしてもそういった大きい教室で行っていた授業とかになると、なかなかそういった学生間の交流の場というか、意見交換の場がなかったので、たくさんの学生が取っていて、かつ意見がさまざま割れるタイプの内容を扱っている科目の方が、反転授業のスタイルを取り入れることで、全員が確実に要点を、ビデオの方でおさえることもできますし、大人数の授業を行っていることの、良い点を、さまざまな意見を聞けるというふうに、取り入れることができるのかなって思いました。以上です。

金澤：ありがとうございます。そうですね、諸角さん、何か付け加えることとかありますか？

諸角：はい、そうですね、私も今の鈴木さんの意見もすごく賛成というか、やはり大人数でたくさん意見を聞けること、すごくいいなと思ったんですけれども。あと、付け加えるとしたら、やはり、そうですね、こういうデータだったり基礎統計学だったり、演習問題のようなのはやはり1人で解くというのをが、なかなか難しいと感じることもあったので、反転授業を行って演習をグループの中でできるっていうのは、いいんじゃないかなと思いました。

金澤：ありがとうございます。渡辺さん最後に、付け足しありますか？

渡辺：はい、私も2人の先輩方の意見にすごく賛成なんですけど、そうですね、実習的な科目に反転授業を取り入れるのが、良いのかなと個人の意見としてあります。他の学部の授業がぱっと思い浮かばなくて申し訳ないのですけれども、経済学部は特にデータサイエンスとかExcelを使うものとか、共通科目にはなるんですけどプログラミングだとか。今実際、データサイエンスを受講しているんですけど、これは完全配信型の授業になっています。これを実際、先生が目の前にいて同時に教えてもらって考えたときに、ちょっとついていける自信があまりないので、こういうのは何回も事前に止めながら見て、分からないところを、何回かじっくり見たり、わかるところを飛ばして見たりなどしてから、演習として授業で実践すると、より定着ができると思うので、その実験系の他の学部だと、実験とか実習とか、そういうものに反転授業で、プロセスを最初に各個人で見えてきたから、その後に授業で実践するみたいな科目に適しているのではないかと感じました。以上です。

金澤：ありがとうございます。大人数の授業であったりとか、実習とか演習を含むような授業で、学生目線から効果は高まるというようなお話を3人の学生の方からお伺いしました。ありがとうございます。他に何か質問がある方いらっしゃいますでしょうか？

碓井：先ほどの学生さんからの意見が、僕すごく良いなと。渡辺さん、鈴木さん、諸角さんが言ってくださった多様な学びが得られるという視点だとか、実験だとかをするような科目に、反転授業って良いなと、私もまさにそう思ってます。例えば、横文字用語なんですけどPBL、プロジェクトベースドラーニングというような、あるプロジェクトの遂行を前提とするような時に、必ず事前知識の学習が必要になるようなが、ゼミやチーム学習というもので必要になってきますよね。あるいは、大学の中ではなくフィールドワークをして地域の中で何かを貢献しようという時に、いきなり地域の中に入っていきんじやなく、ある程度の知識が必要であったりします。また何かを取り組んでいくというような、モチベーションが高まるようなイベントがある時に、反転授業の効果って高まってくるんじゃないかなと思います。個人の学習は、どうしても個人に委

ねられるんですけども、仲間と共にやっていく、あるいは地域の中で貢献するというモチベーションが、いわば緊張感がある方が、やりがいがあります。頑張らなきゃいけないというプレッシャーというものがあると思うんですね。プレッシャーが大きすぎるのはちょっと心配な部分もありますけど、程よい形のプレッシャーが教員の方でコントロールできるようであれば、反転授業形式は非常に効果を発揮するのではないかなと思います。これ他学部の方も今日はいらっしゃってるので是非、サービスラーニングとして実践されてみると良いのではないかと思います。是非、文学部の先生方よろしく願いいたします。以上です。

金澤：はい、ありがとうございます。

運営した SA の学び

服部：SAを経験されてる方に質問なんですけど、この反転授業でSAとしてやらなきゃいけないことは少ないとは思えないですよ。色々とその人を見たりだとかしなきゃいけない。SAの観点から見て、反転授業のSAをしてるからこそ学べてることだとか、嬉しかったこととかでもいいんですけども、例えば後輩にこういう反転授業のSAのチャンスがあるから勧めようって思った場合に、どういう理由で勧めるのか、みたいなことを教員の視点からとても興味があります。鈴木さん、渡辺さん、もしも何かあればよろしく願いします。

鈴木：私が反転授業のSAをして、自分の良い経験となったなと思った点が2点ほどありまして、1つ目はオンライン上だからっていうものもあるんですけど、ZOOMのブレイクアウトのセッティングとかから担当していたので、セッティングに対しての技術が向上したなっていう部分が1つあるのと、あともう1点が、人前でもともと話すことに対して苦手意識があったんですけども、この授業の中では教員でもなく、受講生でもないっていうその間の立場として学生視点で、授業の前ですとか後にそういったアドバイスも行う機会が多くあったので、そういった苦手意識も克服できたと同時に、色々考えて受講生の方に伝えたアドバイスが、ディスカッション中のところでの変化であったり、レポートに自分のアドバイスが活かされてるっていうふう感じた時は、すごくやりがいも感じました。お答えになってるか分からないんですけども、以上です。

服部：渡辺さんいかがでしょうか？

渡辺：はい、ありがとうございます。私は実際経験してみた期間がそこまで長くないので、今の時点での話、感想にはなるんですけども、私も鈴木さんと同じように、反転授業のSAは多分従来のSAよりも学生さんの前で話すとか、SAが主体となって教えるっていうことがすごく多いように感じます。実際に、今週行った授業では、私が担当ではなかったんですけども、もう1人のSAの方が、Excelの入門的な部分を教壇に立って学生さんたちに教えるっていう、授

業になっていました。それを見て、学生さんからの感想としても、年がそんなに変わらないのに、こんな風にわかりやすく教えることができすぎてすごいという、尊敬とか憧れのな感想ももらっていましたが、実際にそういう機会を大学生のうちに経験できるっていうのは、すごく貴重な場だっていう感じがあります。あとは少し大変だなんて思う面に関しては、授業によっては違うと思うんですけど、私、この科目が、今学期はじめて開講されたっていうことで、私自身が授業の内容を初めて見るので、私も一緒に授業を事前に見て、ある程度質問がくる、あの今のところも数回質問が来ているので、それを、理解しなきゃ、というのが少しあります。なので、来年から SA をされる方、この授業で来年から SA をされる方も、今の受講生以外の方は、内容を知らないという風になっていると思うので、そこに関して、多少のアプローチが必要ではないかなと感じています。以上です。

服部：ありがとうございます。

金澤：皆さんありがとうございます。パネルディスカッションの終了時間ということになります。今回、ディスカッションが途中のままになっていた、大学全体のルールをどうするのかとか、大学全体で見た学生の負担の兼ね合いをどうするのかという大学全体に関することは、今後も継続的に議論していけたらと思います。よろしくお願いいたします。

気候変動による降水パターンの変化とコメの生産量変化 —応用一般均衡モデルによるスリランカのシナリオ分析—

Changes in Precipitation Pattern and Rice Production —Scenario Analysis of Climate Change on Sri Lankan Economy with Applied General Equilibrium Model—

齋藤 之美¹・齋藤 勝宏²
Konomi SAITO and Katsuhiko SAITO

1. はじめに

齋藤ら（2020）では、気候変動がスリランカのコメ生産、国民経済に及ぼす影響を応用一般均衡モデルによって評価した。ここでは、気候変動がコメの収量に及ぼす影響を文献サーベイによって調査し、単収が1割から3割減少するときのインパクトを評価するシナリオ分析がなされた。分析の特徴は短期と長期のインパクトを分けて考えた点にある。即ち、短期的には労働のみが産業間を自由に移動できるが、農地、資本は産業間を移動できないと仮定する一方で、長期的には労働に加えて資本も産業間を自由に移動できるという想定のもとでの影響を評価した。長期的にも、土地は産業間を移動しないJones（1971）流の特殊生産要素と仮定していた。コメに分析の焦点を当てていたので、より正確には、水田が稲作の特殊生産要素という事になる。水田に野菜を作付けすることもないわけではないが、コメは主要な食糧でありスリランカのように収量が減少するとたちまち国内の需要を賄えないような状況のもとでは稲作に投入される水田は上限に張り付いているといっても差し支えないように思う。このような想定で、水田を稲作部門の特殊要素モデルと見做したのであった。

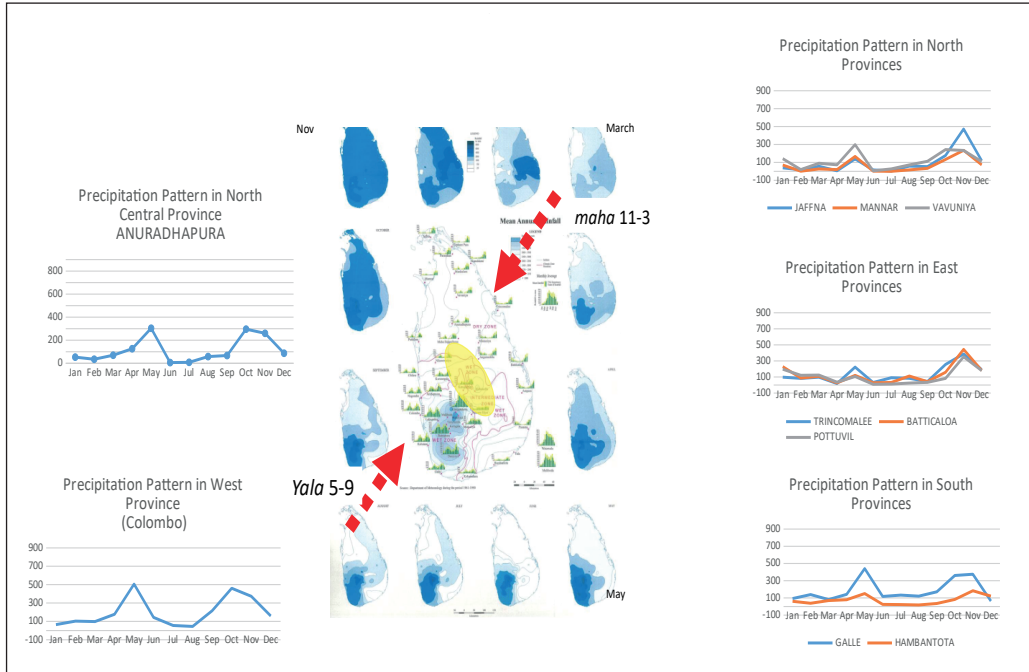
しかしながら、齋藤ら（2020）の40ページに掲載した図1を見ると、スリランカは概ねコメの自給を達成したようにも見えるが、生産が不足して国内生産で国内需要を満たすことができなくなると、輸入に依存するというやや脆弱な生産構造を持っている。数年前には国内コメ生産の大きな減少を経験している。図から読み取れるようにそれは単収減少による影響というよりは播種面積の減少によるところが大きい。

わが国で1993年に作況指数74を記録する平成の大不作を経験した際は、冷害による単収減少

1 創価大学経済学部教授

2 東京大学大学院農学生命科学研究科教授

図1 スリランカの月別降水パターン

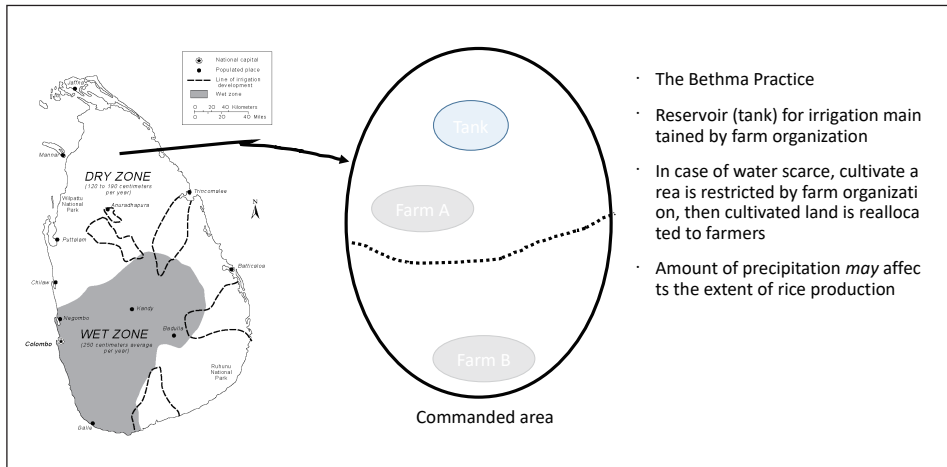


出所：National Atlas of Sri Lanka 2007 の図にスリランカ気象局のデータを追加し作成

が原因であった。齋藤ら（2020）でも、温暖化という気候変動によって収量が減少するというシナリオで分析を進めたが、生産減少は単収の減少によるものばかりとは限らない。わが国は降水量に恵まれている上に、遙か昔から先人達の努力により、治水や灌漑の条件が整っており、水不足による播種面積への影響はあまり経験してこなかったと言ってよい。

スリランカは日本とは事情が異なる。つまり、気候変動によって気温ばかりか降水量（或いは降水パターンといった方が良いかもしれない）が影響を受けると、播種面積にも大きな影響が及ぶ地域が存在する。国の北部や東部に位置しており、年間降水量が1750mm以下で5月から9月にかけて乾期となる乾燥地帯である。このような地域ではため池を使った灌漑が発達してきているが、農業用水をため池に依存している以上、田植え期にため池の貯水量が少ないとどうしても作付け可能な水田面積が減少することになる。このように考えると、齋藤ら（2020）では、降水量や降水パターンと播種面積の関係のうち重要な関係を見落としていたことになる。そこで、小稿では降水パターンと播種面積の関係について調べ、気候変動がコメの生産や国民経済に及ぼす影響について再確認することを目的とした。

図2 ベトマ慣行



出所：スリランカ農業省での Herath Rasnayaka 氏からのヒアリングに基づき作成

2. スリランカの気候と降水パターン

齋藤ら（2020）でも詳説したようにスリランカには年二回の雨期がある。年平均気温は摂氏 27～28度で年間を通して変動が少ない。島の中央部のワバラガムワ州には標高2千メートルを超えるアダムスピークと呼ばれる山があり、この山の東と西では降水パターンが異なる。4月から6月（Yala 期）は南西季節風から山の西側での降水量が多く、10月から11月（Maha 期）は北東季節風によって山の東側・北側での降水量が多い。降水量の多い Maha 期が稲作の主になる。県別（district）の稲の播種面積を見ると一般に Maha 期の播種面積の方が Yala 期の播種面積よりも多い傾向にあるが、Yala 期の降水量に恵まれている西部州や南部州では両期に播種面積がほぼ等しい県もある。

北部・東部では降水量が少ない乾燥地帯であり灌漑が不可欠である。しかも比較的貧しい地域であり、特に主食となるコメをどれだけ生産するかが重要な問題となる。灌漑は上流に位置する農家の優先度が必ずしも高いわけではないが、取水に関しては上流が優位であることは間違いない。特に、渇水期には、それぞれの農家がどの位置に水田を持つかでコメの作付ができたりできなかったりする。不平等が生ずるおそれがあるが、スリランカではベトマ慣行とよばれる工夫が行われてきた（図2）。それぞれのため池および水路（配水可能領域）は水利組合によって管理されている。図には農家 A 及び B の利用する水田の位置が記されている。渇水期にため池から図の点線の領域まで配水可能だとすると、農家 B は稲の作付けができない。用水を平等に配分することが不可能なので、利用する水田を再配分して平等に作付けをする。Herath³氏によると、ベトマ慣行は今でも利用されているそうである⁴。このように、用水が足りない時には、水

3 Herath Rasnayaka, Department of Agriculture, Sri Lanka.

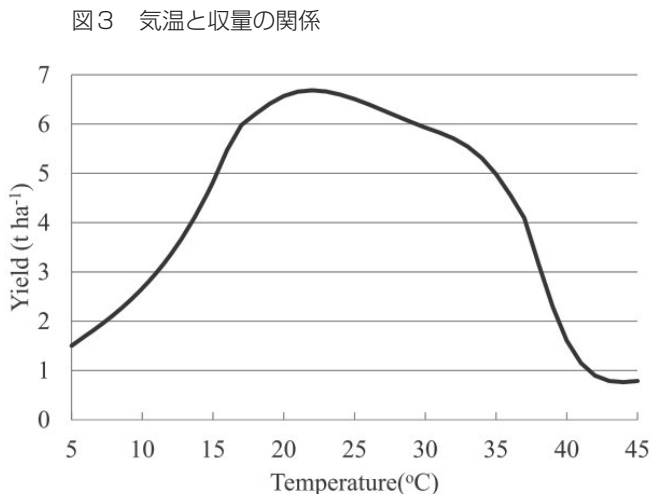
4 岡ら（2013）によると現在では殆ど実施されていないという。地域にもよるのだと考えられるがさらなる調査が必要である。

利組合の管理水田すべてに作付けできる訳ではないことが理解できるし、ベトナム慣行が存在したということは用水が足りなくて作付けできないことが多かったことを物語っていると考えられる。

3. 気候変化が農業生産やコメの収量に及ぼす影響

気候変化がスリランカの農業生産やコメの収量に及ぼす影響について分析した研究は、数多くある。齋藤ら（2020）で既に示しているので詳述は避けるが、Weerakoon et al.（2008）の研究成果は繰り返しておく。彼らは、スリランカの稲作においては、気温が上昇して 31～32 度を超えると稲穂不稔が増加することを確認しているが、これは温暖化によってスリランカのコメの単収は減少することを示している。より一般的に単収と気温の関係をグラフに示したものが図 3 である。逆 U 字型になること自体はグリッグ（1998）も指摘しているが、作物モデルの知見に基づき計量経済学的手法で求めた点が独創的である。気温に対する単なる植物の反応と読むべきではない。スリランカのように平均気温の高いところでは気温上昇によりコメの収量が減少するが、平均気温の低いところでは温暖化で収量が増加するので、世界全体でのコメ（穀物）の生産量が増えるのかそれとも減少するのかが極めて実証的な問題であること（必ずしも、穀物生産が減る訳ではないこと）、気温の高い熱帯ではひとりあたり GDP の低い発展途上国が多いこと、そこでは農業が中心であり、低所得層が気候変動の影響を大きく受ける可能性が非常に高いことを示唆する重要な図である。

既往の研究成果を纏めると、スリランカにおいては、気候変化により 2.6 度から 2.9 度ほど平均気温が上昇すること、年平均降水量が減少し灌漑用水が不足するであろうこと、その結果稲の



(i) Japonica rice in wetland

$N=165, HI=0.3, LAI=6.0, bo=231, bc=442, RG=15$ (MJ m⁻² day⁻¹)

出所：Furuya et al. (2015) より引用

表1 異なるシナリオの下でのコメの単収変化

Scenario	Baseline Average Yield (kg/ha)	Yield Change (%)
Baseline	2459.58	
Individual effects		
Average temperature		
T1) 2 celcius degree increase	2600.12	5.71
T2) 4 celcius degree increase	1727.75	-29.75
Precipitation		
P1) 50% decrease	2455.15	-0.18
P2) 50% increase	2398.56	-2.48
Combined effect		
C1) T1 & P2	1669.21	-32.13
C2) T1 & P1	1781.57	-27.57

出所) Table 3 in Walisinghe et al. 2017

収量は減少する可能性が高いということが分かっている。また、気候変動がコメの単収に及ぼす影響に関しては1割減から3割減になるようだ。

Walisinghe et al. (2017)⁵は、スリランカの生産費調査の個票データをプールして、コメの供給関数と収量関数を推計した研究である。説明変数は、農地、労働、資本（トラクター）、種苗、肥料、農薬と気候変数（気温、降水量）、年次ダミー、地域ダミーである。気候変数については2次の項も含めている。表1が収量関数の推計結果である。スリランカのコメの生産量が平均気温に関して逆U字型になっていること、ピークが摂氏約30度であることを示している。また、収量関数と供給関数を推計しているので、逆算すれば播種面積関数が導出可能である。また、平均気温が2度上昇する場合と4度上昇する場合の単収への影響、年平均降水量が5割増加する場合と減少する場合の効果が産出されている。この論文も、気候変動の結果コメの単収が3割減少することを示している。

ところで、スリランカにはYala期、Maha期と呼ばれる雨季が年二回あることはすでに述べた。スリランカの農業は基本的に天水依存型だが、雨季が年二回あるため、二期作が可能となっている。降水パターンを見ると、西部州、南部州ではどちらの雨季の降水量も多いが、北部州や北東部州では西部州や南部州と比べ降水量が少ない。北部州や北東州はドライ・ゾーンに分類されており、伝統的にため池灌漑が普及している。これらの州でも年間2回雨季があるものの、Yala期の降水量はMaha期のそれと比べて少ないため、降水量の少ない年にはYala期で稲作が行われない地域がある。渇水期の水配分は、ベトマ慣行と呼ばれる独特な制度が展開してきた。

ベトマ慣行を前提にすると、それぞれの期の播種期のため池の貯水量が播種面積を決めている筈である。表2及び表3は降水量と播種面積（作付面積）の関係を全国レベルのデータを用いて回帰分析したものである。Maha期においては月別降水量が何れも有意に効いていないのに対し

5 齋藤ら(2020)を公表後に、Walisinghe et al. (2017)を見つけた。

て、Yala 期においては2月や3月の降水量が播種面積に正で有意に効いている。ベトナム慣行ではため池の貯水量に応じて播種可能な面積が決まるが、貯水量データが利用可能ではないので降水

表2 Maha 期における降水量と作付面積の関係 (全国)

Dependent variable	MahaSownExt		MahaMajSownExt		MahaMinSownExt		MahaRfSownExt	
Independent variables	coefficient	p-value	coefficient	p-value	coefficient	p-value	coefficient	p-value
const	598,100.0	0.000	212,455.4	0.000	147,227.3	0.000	221,200.1	0.000
RF_JAN	-227.0	0.171	-23.9	0.679	-75.1	0.250	-162.1	0.094
RF_FEB	265.5	0.178	121.5	0.086	108.7	0.164	73.5	0.512
RF_MARF_	292.8	0.119	78.2	0.235	96.2	0.192	166.2	0.126
RF_APL	46.3	0.783	43.8	0.465	20.8	0.754	86.9	0.375
RF_MAY	160.1	0.414	82.2	0.241	70.3	0.366	-12.5	0.912
RF_JUN	-250.9	0.361	-143.0	0.148	-106.6	0.327	-86.0	0.585
RF_JUL	-129.1	0.596	-66.8	0.441	-55.0	0.569	-34.3	0.807
RF_AUG	-145.3	0.493	16.5	0.826	-8.1	0.922	-233.7	0.065
RF_SEP	-40.0	0.790	8.9	0.868	-35.8	0.549	34.2	0.695
RF_OCT	-190.1	0.133	-34.7	0.431	-80.7	0.109	-93.8	0.197
RF_NOV	-115.7	0.210	-9.9	0.759	-34.3	0.345	-73.9	0.168
RF_DEC	-22.8	0.830	22.1	0.558	-21.8	0.605	29.2	0.635
PaddyPrice(-1)	5.4	0.000	3.1	0.000	1.8	0.000	0.6	0.314
R-squared	0.741		0.882		0.696		0.364	
Adjusted R-squared	0.587		0.813		0.516		-0.011	
Durbin-Watson	1.187		1.751		1.427		1.019	

出所) 著者による回帰分析 (OLS サンプルは 1980-2015)

表3 Yala 期における降水量と播種面積の関係 (全国)

Dependent variable	YalaSownExt		YalaMajSownExt		YalaMinSownExt		YalaRfHarvExt	
	coefficient	p-value	coefficient	p-value	coefficient	p-value	coefficient	p-value
const	229,327.7	0.001	133,283.0	0.007	37,066.3	0.059	69,624.6	0.029
RF_JAN	21.2	0.872	7.2	0.941	-40.4	0.319	-37.5	0.561
RF_FEB	393.2	0.019	291.4	0.018	127.2	0.013	-1.2	0.988
RF_MARF_	224.8	0.139	4.5	0.968	97.6	0.039	120.1	0.107
RF_APL	94.5	0.491	64.9	0.522	44.6	0.289	32.5	0.626
RF_MAY	65.2	0.681	-6.0	0.959	21.5	0.655	38.3	0.620
RF_JUN	52.0	0.814	-238.1	0.154	4.5	0.947	132.8	0.225
RF_JUL	139.6	0.481	38.6	0.791	64.2	0.290	30.2	0.753
RF_AUG	-4.0	0.981	77.3	0.542	-14.4	0.783	-46.2	0.581
RF_SEP	-206.3	0.102	-83.4	0.360	-66.4	0.084	-32.6	0.585
RF_OCT	11.6	0.908	-18.9	0.799	-7.4	0.809	-10.4	0.831
RF_NOV	-8.8	0.905	11.1	0.839	-13.2	0.557	5.0	0.890
RF_DEC	-33.6	0.697	14.0	0.825	-14.9	0.571	-40.5	0.339
PaddyPrice(-1)	4.1	0.000	3.3	0.000	1.6	0.000	-0.7	0.112
R-squared	0.778		0.806		0.828		0.495	
Adjusted R-squared	0.647		0.692		0.726		0.196	
Durbin-Watson	2.275		2.171		2.225		1.047	

出所) 著者による回帰分析結果 (OLS サンプルは 1980-2015)

量を代理変数として用いた。雨季に入る前の月の降水量が多ければ多いほどため池の貯水量が多くなることを考慮すると、表3の結果はある程度実態を反映していると解釈できる。

では、地域別ではどうだろうか。北部州に属する Mannar 県のデータを使って播種面積と降水量の関係を確認する（表4、表5）。全国データとの違いは、Maha 期の播種面積の説明変数と

表4 Maha 期における降水量と播種面積の関係 (Mannar 県)

Dependent variable	MahaSownExt		MahaMajSownExt		MahaMinSownExt		MahaRfSownExt	
Independent variables	coefficient	p-value	coefficient	p-value	coefficient	p-value	coefficient	p-value
const	19422.595	0.002	15370.713	0.002	3259.941	0.009	775.568	0.089
RF_Jan	-30.186	0.264	-21.444	0.319	-6.035	0.292	-2.782	0.393
RF_Feb	4.823	0.744	3.609	0.759	0.621	0.842	0.776	0.494
RF_Mar	-8.147	0.692	-6.231	0.704	-1.613	0.711	-1.441	0.539
RF_Apr	7.017	0.641	6.224	0.605	1.182	0.711	-0.289	0.825
RF_May	-0.545	0.973	0.292	0.982	-0.153	0.964	-0.144	0.924
RF_Jun	-76.405	0.239	-64.888	0.212	-11.192	0.411	-3.347	0.549
Rf_Jul	-57.959	0.217	-42.143	0.259	-11.016	0.266	-6.331	0.055
RF_Aug	-62.540	0.226	-42.706	0.297	-17.128	0.122	-1.731	0.624
RF_Sep	44.552	0.054	30.803	0.092	11.242	0.025	3.551	0.043
RF_Oct	-20.808	0.102	-15.485	0.126	-4.652	0.086	-0.376	0.702
RF_Nov	-7.970	0.388	-6.060	0.410	-1.735	0.375	-0.035	0.959
RF_Dec	-12.916	0.132	-9.829	0.150	-2.670	0.141	-0.428	0.519
PaddyPrice	-0.006	0.949	-0.004	0.964	0.009	0.678	-0.014	0.125
R-squared	0.451		0.409		0.476		0.765	
Adjusted R-squared	0.055		-0.017		0.098		0.425	

出所) 著者による回帰分析結果 (OLS サンプルは 1979-2017)

表5 Yala 期における降水量と播種面積の関係 (Mannar 県)

Dependent variable	YalaSownExt		YalaMajSownExt		YalaMinSownExt	
Independent variables	coefficient	p-value	coefficient	p-value	coefficient	p-value
const	-242.722	0.731	-110.812	0.777	16.743	0.967
RF_Jan	1.362	0.698	1.586	0.383	-1.078	0.578
RF_Feb	0.598	0.759	0.181	0.855	0.904	0.386
RF_Mar	0.307	0.910	-1.336	0.343	0.040	0.978
RF_Apr	6.101	0.006	2.952	0.012	0.427	0.709
RF_May	3.998	0.072	-1.142	0.406	2.640	0.054
RF_Jun	1.106	0.895	-1.315	0.751	-0.920	0.838
Rf_Jul	-2.233	0.713	2.559	0.413	-5.436	0.114
RF_Aug	-0.876	0.896	-6.169	0.096	-2.119	0.633
RF_Sep	2.812	0.338	0.395	0.790	2.174	0.183
RF_Oct	-0.389	0.810	0.348	0.715	-1.120	0.259
RF_Nov	-2.020	0.106	-1.034	0.109	-0.060	0.929
RF_Dec	0.755	0.494	0.522	0.419	-0.009	0.989
PaddyPrice	0.030	0.032	0.042	0.000	0.014	0.086
R-squared	0.645		0.832		0.748	
Adjusted R-squared	0.389		0.687		0.514	

出所) 著者による回帰分析結果 (OLS サンプルは 1979-2017)

して、雨期に入る前の9月の降水量が正で有意であること、Yala 期に播種面積の説明変数として、4月あるいは5月の降水量が正で有意であることである。ドライ・ゾーンの降水量はウェット・ゾーンの降水量と比べ少ないため、Maha 期であっても雨季前の降水量が正で有意に効いていることが確認できた。

つまり、気候変化は単収だけではなく、播種面積へも影響を及ぼすことが確認できたわけである。気候変化が農業生産に及ぼす影響を分析する研究はこれまで収量に着目して行われてきたが、播種面積への影響も無視し得ないことが確認できた。

Walisinghe et al. (2017) に倣って、気候変化が播種面積に及ぼす影響を試算してみる。当該論文では、降水量が50%増加・減少する場合を想定しているので、2月の降水量が50%減少すると、Yala 期の播種面積は4.4%減少する。全国を対象とする推計結果では Maha 期の降水量は播種面積に影響を及ぼさないため、2期間を通した播種面積の変化は1.6%の減少⁶となる。

4. 稲作の収量減少・播種面積減少がスリランカ経済に及ぼす影響

本節では、稲作の収量や播種面積が減少する場合の影響について、応用一般均衡モデルを用いて評価する。

4.1 データとモデルの構造

応用一般均衡分析を行うためには、社会会計表⁷が必要である。本研究では、GTAP⁸データ Version 9 を用いた。GTAP データを、13生産部門（コメ、その他穀物、野菜・果実、茶を含むその他作物、畜産・酪農、林業・漁業・鉱業、加工食品、繊維・衣類、軽工業、重工業、建設・公益、運輸・通信、公務・サービス）、3生産要素（労働、土地、資本）に集計した後、スリランカのデータを抽出した。ベンチマーク年次は2011年である⁹。

生産活動を表す生産関数は、労働、土地、資本の間の代替の弾力性を一定¹⁰とする CES 型付加価値関数として集計される付加価値部門と、中間投入財が生産量に比例する Leontief 型とした。土地及び資本は特殊生産要素、労働は一般生産要素と仮定する。

家計部門は労働、資本、土地を所有し、それを生産活動へ供給することで要素所得を稼得する。生産要素供給は非弾力的であると仮定する。効用関数は Klein-Rubin 型として定式化した。最も簡単な効用関数は Cobb-Douglas 型効用関数であるが、相似拡大的であり、食料品を含み各財

6 全国を対象とする播種面積関数の推計値を見ると、Yala 期の播種関数の2月の降水量の係数が有意となっているので、当該月の降水量が50%減少した場合の播種面積の変化を計算した。

7 社会会計表の構造については、例えば齋藤（2012）を参照のこと。

8 <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/default.asp>

9 スリランカ政府は、2016年12月に2010年ベースの産業連関表を公表している。127部門表であり、GTAP データよりもより詳細な部門データが得られるが、付加価値部門を労働、土地、資本の分類する基礎データが得られないために、社会会計表を推計していない。

10 多段階 CES 型集計関数を前提とするため、それぞれの段階の集計関数内では任意の2要素間の代替の弾力性がすべて等しくなってしまうという点で若干条件の強い生産構造を仮定している点には注意を要する。

の需要の所得弾力性がすべて1となり現実的ではない¹¹。この点を解消する最も簡単な定式化が Klein-Rubin 型であり、需要関数はよく知られた線型支出体型となる。需要関数をカリプレートするために必要な Frisch パラメーターは、簡便法により推計した¹²。

4.2 シミュレーション結果

短期の分析では農地と資本を、長期の分析では農地を特殊生産要素と仮定した。長期的には作物間での農地利用も流動的になる可能性が大きいが、暫定的に農地は作物間でも移動が不可能であると仮定する。

以下では、播種面積が変化しない場合と降水量の減少により播種面積が減少する場合（-1.6%の減少）のふたつの場合について、コメの単収減少（10%、20%、30%）のインパクトを評価する。播種面積が変化しない場合は、齋藤ら（2020）と同様である。

表6-1は播種面積が変化しない場合の生産要素報酬の変化などを纏めたものだが、コメの単収が10%減少することで、短期的には名目賃金が0.9%上昇すること、固定的生産要素である地代は3%上昇すること、資本の収益率は0.4%上昇することがわかる。長期的には、労働に加え資本も産業間を自由に移動するため、産業間の資本の収益率の低い部門から高い部門へと移動することになり、資本のレンタルプライスは若干上昇する。また、コメの生産者価格は13.6%、消費者価格は13.4%上昇する。コメの生産量は2.3%、消費量は1.8%減少する。収量の10%減少はコメの生産量を同程度減少させるはずだが、短期的には労働、長期的には労働及び資本が、稲作部門に流入するため生産量の減少率は10%に達しない。これは、農業部門の生産関数を1段階の

表6-1 播種面積が変化しない場合の要素報酬などの変化

				Short run			Long run		
		Bench	unit	decrease in yield (%)			decrease in yield (%)		
		mark		10%	20%	30%	10%	20%	30%
Factor rewards	Capital (average)	1.00	index	0.39	0.77	1.16	0.07	0.13	0.20
	Labor	1.00	index	0.87	1.74	2.60	0.08	0.17	0.25
	Land (average)	1.00	index	3.04	6.07	9.11	2.66	5.33	7.99
Output price	Paddy	1.00	index	13.59	27.17	40.76	9.83	19.65	29.48
Consumer price	Paddy	1.00	index	13.37	26.75	40.12	9.67	19.34	29.02
Output quantity	Paddy	3,694.7	(mil. USD)	-2.25	-4.50	-6.74	-1.68	-3.36	-5.04
Consumption quantity	Paddy	1,801.5	(mil. USD)	-1.75	-3.49	-5.24	-1.32	-2.64	-3.96
GDP	Nominal GDP	59,178.0	(mil. USD)	0.69	1.38	2.07	0.29	0.58	0.87
	GDP deflator	1.000	index	0.92	1.85	2.77	0.42	0.85	1.27
	Real GDP	59178.0	(mil. USD)	-0.23	-0.47	-0.70	-0.13	-0.27	-0.40

Source: Authors' simulation result

11 ホモセティック効用関数の問題については、例えば齋藤・齋藤（2004）を参照のこと。

12 Sadoulet and de Janvry (1995) で紹介されている推計を利用して Frisch パラメーターを推計した。

表6-2 播種面積が減少した場合の要素報酬などの変化

		(unit %)								
		Bench mark	unit	Short run			Long run			
				decrease in yield (%)			decrease in yield (%)			
				10%	20%	30%	10%	20%	30%	
Factor rewards	Capital (average)	1.000	index	0.45	0.83	1.22	0.08	0.14	0.21	
	Labor	1.000	index	1.01	1.88	2.74	0.10	0.18	0.26	
	Land (average)	1.000	index	3.75	6.79	9.82	3.32	5.98	8.65	
Output price	Paddy	1.000	index	15.76	29.35	42.93	11.40	21.22	31.05	
Consumer price	Paddy	1.000	index	15.51	28.89	42.26	11.22	20.89	30.56	
Output quantity	Paddy	3,694.7	(mil. USD)	-2.61	-4.85	-7.10	-1.95	-3.63	-5.31	
Consumption quantity	Paddy	1,801.5	(mil. USD)	-2.03	-3.77	-5.52	-1.53	-2.85	-4.17	
GDP	Nominal GDP	59,178.0	(mil. USD)	0.80	1.49	2.18	0.34	0.63	0.92	
	GDP deflator	1.000	index	1.07	1.99	2.92	0.49	0.92	1.34	
	Real GDP	59,178.0	(mil. USD)	-0.27	-0.50	-0.73	-0.16	-0.29	-0.43	

Source: Authors' simulation result

CES 関数として定式化したためであり、今後改良する必要がある¹³。名目 GDP は 0.7% 増加するが、GDP デフレーターが 0.9% 上昇するため、実質 GDP は減少する。単収の減少は一種の技術退化であると考えてもよい。なお、生産量の変化に対して生産物価格が大きく変化しているのは、需要の価格弾力性が小さいためである。

表6-2 は播種面積が減少する場合の要素報酬などについて纏めたものである。表6-1 とインパクトの傾向は同様であるが、その水準がやや深刻な結果となっている。なお、表6-1 や表6-2 においては、短期では土地と資本、長期では土地が特殊生産要素として生産部門間を自由に移動できないという前提なので、固定的生産要素に関しては平均的な報酬率の変化が示されている点に注意する必要がある。表7 は地代の変化について纏めたものであるが、生産部門ごとに地代の変化率が大きく異なっている。単収が 10% 減少するという想定では、稲作の地代は 22.5% から 27.8% 上昇する。

表6-1 と表6-2 では、コメの生産物価格の変化や消費者価格の変化に微妙な違いがあるが、これは生産財と消費財の国産・輸入比率が等しくはないためである。また、播種面積の減少は、水田供給量の減少と見なせる¹⁴ ため、GDP や厚生水準の下落をもたらす。

本稿のモデルでは、家計部門数を 1 としているが、現実には要素賦存の異なる家計が数多く存在しており、生産要素の保有量に応じて名目所得の増加額が異なる。土地を所有しない土地なし階級は名目所得の増加額が相対的に小さくなる筈である。実際には農地や資本を所有する農家や土地を持たず所得の源泉が労働のみという土地なし労働者家計も存在する。スリランカは低所得

13 例えば、荏開津・茂野型の 2 段階 CES 型などが考えられる。

14 実態としては、ため池の貯水量が少ないときには、稲の作付をやめて他の穀物 (maize) や野菜の作付を行っているようであるが、作物転換のデータが得られなかったため、用水が得られなかった場合には不作付けにすると仮定した。

表7 地代の変化

	Bench mark	(unit %)					
		Short run			Long run		
		decrease in yield (%)			decrease in yield (%)		
		10%	20%	30%	10%	20%	30%
<i>w/o sown extent change</i>							
Paddy	1.000	22.53	45.06	67.6	19.34	38.68	58.02
Other Grain	1.000	-0.53	-1.07	-1.6	-0.17	-0.34	-0.52
Vegetables and Fruits	1.000	-0.10	-0.2	-0.3	-0.12	-0.23	-0.35
Other Crops	1.000	-0.49	-0.99	-1.48	-0.16	-0.32	-0.49
<i>w/ sown extent change</i>							
Paddy	1.000	27.74	50.27	72.8	34.04	43.38	62.72
Other Grain	1.000	-0.62	-1.16	-1.69	-0.2	-0.37	-0.54
Vegetables and Fruits	1.000	-0.12	-0.22	-0.32	-0.13	-0.25	-0.37
Other Crops	1.000	-0.57	-1.07	-1.56	-0.19	-0.35	-0.51

Source: Authors' simulation results

国であり、エンゲル係数も高いことを斟酌すると、気候変化は土地なし労働者の家計に大きなインパクトを与えることになるだろう。

5. まとめ

小稿は、齋藤ら（2020）の内容を拡張したものである。より具体的には、齋藤ら（2020）では気候変動の影響を評価する際、コメの単収の影響を評価するものであった。しかしながらスリランカの現実を顧みると、降水パターンの変化が、特に北部・東部の乾燥地帯での播種面積に大きな影響を及ぼす可能性が高い。

そこで本稿では、灌漑ため池の貯水量の代理変数として月別降水量を使い、稲作の播種面積への影響について調べた。次に、単収減少に加え、播種面積の変化が引き起こすインパクトについてスリランカ1国応用一般均衡モデルを用いて評価した。小稿では、齋藤ら（2020）で使用したモデルをそのまま利用したので、データ及びモデルの説明が重複しているが、論文という性格上、手法に関する最低限の説明を記述することとした。応用一般均衡モデルの詳細や Jones（1971）流の特殊要素モデルを使ったインパクトの理論的説明については齋藤ら（2020）を参照していただきたい。

引用文献

- Furuya, J. and O. Koyama (2005) Impact of Climate Change on World Agricultural Product Market: Estimation of Macro Yield Function, *Journal of Agricultural Research Quarterly* 39(2), 121-134.
- Furuya, J. et al. (2015) Climate Change Effects on Long Term World Crop Production: Incorporating a Crop Model into Long-term Yield Estimates, *Japan Agricultural Research Quarterly* 49(2), 187-202.
- GEMPACK, General Equilibrium Modelling Package, <http://www.copsmodels.com/gempack.htm>
- Jones, Ronald W. (1971) "A Three Factor Model in Theory, Trade and History" in Jagdish Bhagwati et al. eds., *Trade, Balance of Payments and Growth*. Papers in International Economics in Honor Charles P.

Kindleberger. North Holland.

Sadoulet, E. and de Janvry, A. (1995) *Quantitative Development Policy Analysis*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Walisinghe, B. R., N. Rohde, S. Ratnasiri and R. Guest (2017) Effects of climatic variation on rice yield: An economic analysis of lowland rice production in Sri Lanka. *Annals of Sri Lanka Department of Agriculture* 19(2): 79-97.

Weerakoon, W. M. W., Maruyama, A. & Ohba, K. (2008). Impact of humidity on temperature induced grain sterility, in rice (*Oryza sativa* L). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194, 135-140.

岡直子・東楨建 (2013) 「スリランカ乾燥地域の小規模ため池におけるベトナム慣行の実施状況」平成25年農業農村工学会大会講演要旨集、pp.124-125。

グリッグ, デイビッド (1998) 『農業地理学』農林統計協会。

齋藤勝宏 (2012) 「ラオスの社会会計表の推計と資源利用に基づく経済発展の可能性」産業連関第20巻1号。

齋藤之美・齋藤勝宏 (2004) 「嗜好と比較優位」創価経済論集、第33巻3・4号、pp.49-60。

齋藤之美・齋藤勝宏・パウデルダマル (2015) 「ネパールにおける土地改革に関するシミュレーション分析」創価経済論集、第44巻、pp.33-44。

齋藤之美・齋藤勝宏・佐藤秀保・チャトラ ワインツンガ (2020) 「気候変動がスリランカのコメ生産、国民所得に及ぼす影響—応用一般均衡モデルによる分析—」創価経済論集、第49巻、pp.10-53。

創価大学経済学会会則

- 第1条 本会は創価大学経済学会と呼ぶ。
- 第2条 本会は経済学およびこれに関連する諸科学の研究および教育の促進を目的とする。
- 第3条 本会は次の事業を行なう。
1. 研究会の開催
 2. 機関誌の発行
 3. その他本会の目的を達成するために適当な事業
- 第4条 本会の会員は、次の4種類とする。
1. 正会員 本学の教授、准教授、専任講師および助教、なお創価女子短期大学の教員で入会を希望し総会の承認をえた者
 2. 準会員 本会正会員経験者で総会の承認をえた者
 3. 賛助会員 本会の趣旨に賛同し、総会の承認をえた者
 4. 学生会員 本学の大学院経済学研究科経済学専攻の学生で、入会を希望し総会の承認をえた者
- 第5条 機関誌の発行にあたっては、掲載・編集規定に従う。
- 第6条 会員は各種の会合に出席することができる。
- 第7条 会員は所定の会費を納めなければならない。
- 第8条 通常総会は毎年春1回、臨時総会は必要に応じ、会長がこれを招集する。
- 第9条 総会は正会員の過半数によって成立し、出席者の過半数によって決議される。
- 第10条 本会を運営するため、経済学部長を会長とし、委員若干名からなる委員会をおく。
- 第11条 委員は正会員の中からこれを互選する。委員の任期は2年とし、再選を妨げない。ただし、連続した再任期間は4年を超えないものとする。
- 第12条 委員会は毎年度の事業計画および実績報告書、ならびに会計予算書および決算書を総会に提出し、承認をえなければならない。
- 第13条 委員会は、第3条の事業に必要な事業を行なう。会長は委員会を統轄し、本会を代表する。
- 第14条 本会の会計を監査するため、委員以外の正会員の中から監事を選出する。
- 第15条 監事の任期は1年とし、再選を妨げない。
- 第16条 この会則の実施に関し、必要な細目は別に総会の承認をえてこれを規定する。
- 第17条 この会則および諸規定の改廃は総会の決議にしたがう。

付 則

- 第1条 本会の事務所を創価大学経済学部内におく。
- 第2条 本会の会計年度は4月1日に始まり、翌年3月31日に終わる。
- 第3条 この会則は昭和46年9月22日よりこれを実施する。
- 第4条 一部改正 昭和49年5月24日。
- 第5条 一部改正 昭和59年4月27日。
- 第6条 一部改正 昭和60年4月19日。
- 第7条 一部改正 昭和63年4月15日。
- 第8条 一部改正 平成5年5月21日。
- 第9条 一部改正 平成7年11月10日。
- 第10条 一部改正 平成16年5月14日。
- 第11条 一部改正 平成29年5月19日。

規定第3号

- 第1条 本会の会費は正会員年額20,000円、準会員年額10,000円、賛助会員1口年20,000円、学生会員のうち大学院生前期課程5,000円（2年分）、後期課程7,500円（3年分）とする。

創価大学経済学会正会員（五十音順）

- | | |
|-------------------|----------------|
| Edwin ALOIAU | 杉 本 一 郎 |
| 浅 井 学 | ◎高 木 功 |
| 石 井 健 司 | 近 貞 美津子 |
| 石 井 秀 明 | ○寺 田 和 之 |
| ◎碓 井 健 寛 | △寺 西 宏 友 |
| 掛 川 三千代 | 西 浦 昭 雄 |
| ○金 澤 伸 幸 | 西 田 哲 史 |
| KARKI Shyam Kumar | 馬 場 善 久 |
| 加 納 直 幸 | ○増 井 淳 |
| 勘 坂 純 市 | Raymond YASUDA |
| 神 立 孝 一 | 安 武 妙 子 |
| 小 崎 晃 義 | 山 崎 勝 |
| 小 林 孝 次 | |
| 齋 藤 之 美 | |
| 坂 本 幹 雄 | |
| ○佐久間 貴 之 | |

◎印は会長
◎印は編集委員長
○印は編集委員
△印は監事

季刊 創価経済論集 第51巻 第1・2・3・4号

2022年3月31日 発行

編集・発行人

創価大学経済学会

東京都八王子市丹木町1-236

(042) 691-2211 (代)

会長 高木 功

編集委員長 碓井 健 寛

印刷

株式会社 紀伊國屋書店



THE SOKA ECONOMIC STUDIES QUARTERLY

THE SOKA ECONOMIC STUDIES: VOL. LI NO. 1·2·3·4/MARCH 2022

Articles

- Numerical Analysis of Heterogeneous Two-country Dynamic Model Kunio KAMA (1)
- Numerical Analysis of the Overlapping Generations Models (Part 2) Kunio KAMA (13)
- Can Discussion Work in a Fully Online Flipped Classroom? Takehiro USUI (25)
- Does Flipped Classroom Teaching Lead to Deeper Learning for Students?
— Panel Discussion
..... Takehiro USUI, Minami HATTORI,
Nobuyuki KANAZAWA and Kazuyuki TERADA (49)
- Changes in Precipitation Pattern and Rice Production
— Scenario Analysis of Climate Change on Sri Lankan Economy with Applied General
Equilibrium Model Konomi SAITO and Katsuhiro SAITO (59)