

マクロ経済学と経済の距離*

佐藤 淳
松葉 敬文

概 要

本稿は、マクロ経済学の現状について主要な文献と実験結果を紹介するものである。マクロ経済分析において使われる動学モデルから導かれるマクロ経済変数間の関係は現実のデータとは異なったものになっている。また、実験から得られるミクロデータとも相容れない。このような現状はマクロ経済モデルが根本的な見直しを迫られていることを示唆している。

1 はじめに

2008年の世界金融危機や、最近のイギリスの EU 離脱問題、トランプ政権の経済政策の影響など人々の関心が高い経済問題に対してタイムリーに解説をしているのは経済学者ではなく経済評論家である場合が多いように思われる。これは、断片的な情報を速やかに入手してポイントをわかりやすく説明することと、因果関係を辿って問題の原因を明らかにして適切な対応を示すということは別なものであるからかもしれない。Paul Krugman のようにどちらの領域でも積極的に活動している経済学者は例外的であろう。

しかし、マクロ経済学がこうした社会のニーズに十分対応できていない理由は経済問題に対するアプローチの違いだけではないように思われる。マクロ経済学者が現在持っている理論と分析手法が現実の経済問題を考察できるほどのレベルにはないために多くを語るができないということもその理由のひとつではないだろうか。それは、Blanchard (2016a) がマクロ経済学の現状について適格かつ厳しい指摘をし、その後多くの反響を呼んだことから窺える (Blanchard [2016b、2017a、b])。マクロ経済学と経済の乖離についての議論は多岐にわたるが、ここでは消費の Euler 方程式というマクロ経済学の最も基本的な関係についての問題を我々の実験結果も交えて考察する。

* 本稿の作成にあたり共同研究の結果の利用を快諾し、有益なコメントを下された蔵 研也氏（本学外国語学部）に感謝したい。

2 消費の Euler 方程式

経済学は限られた資源の最適な配分を分析する。マクロ経済学は経済成長などの長期の問題、景気循環などの中期の問題、資産価格などの短期の問題に対してそのような分析を行う。これらはいずれも将来にわたる意思決定を含んでいるため分析は時間を明示的にとりいれた動学となることが多い。そこでまずマクロ経済学と現実の乖離の問題を考える視点として動学分析の概略をまとめておくことにする。

例として、予算の範囲内で今年と来年の2年間の消費を決定する問題を考えてみよう。このような問題の場合、マクロ経済学は資金1単位を今年と来年の消費のどちらに配分するかをその都度選択するという方法を用いる。資金1単位の追加から得られる効用を今年と来年とで比較して、効用が大きい方の年の消費を増やせばより高い効用を得ることができる。このような方法で資金の配分を続けて予算を配分し終わったときにそれ以上効用を増やすことができない状態になっていれば2年間の効用を最大にする最適な消費の配分が達成されたことになる。このとき次のような式が成立している。

$$u'(c_t) = E_t \beta(1 + r_t)u'(c_{t+1}).$$

左辺の $u(c_t)$ は今年の消費水準 c_t から得られる効用であり、その微分 $u'(c_t)$ は今年の消費を1単位増やすことから得られる効用である。右辺は資金1単位を使って来年の消費を追加したとき、来年の消費 c_{t+1} の増加分から得られる効用である。消費が最適に配分されていれば両者が等しいために有利な方を選ぶことができず、それ以上2年間の効用を増やすことができないということになる。したがってこの式は消費の最適な配分のための必要条件であり、消費の Euler 方程式と呼ばれる。

右辺の意味を理解するために資金1単位を使って来年の消費を増やす方法を考えてみよう。まず1単位の資金を来年のために利子率 r_t の預金で運用すると来年には $1 + r_t$ 単位の資金を得る。それによって来年の消費を $1 + r_t$ 単位増やすことができる。それから得られる効用は $(1 + r)u'(c_2)$ である。ただし、これは来年得られる効用であるため1年間待つという不利な条件付きのものであることから1より小さい β を掛けて割り引いてから今年の消費の増加分から得られる効用と比較しなければならない。この β は割引因子と呼ばれる。さらに来年得られる効用は確定したものではないので今年の時点での期待値 $E_t \beta(1 + r_t)u'(c_{t+1})$ で評価している。

以上を準備として、この Euler 方程式をめぐる様々な問題を見てゆくことにする。まず、Euler 方程式が実際に成立しているかどうかである。Euler 方程式によれば効用関数 $u(c)$ の関数形を仮定した上で消費と利子率のデータを使えば効用関数の形を決めるパラメータと割引因子 β を推定することができる。Hansen and Singleton (1983) の推定によれば割

割引因子 β が 1 より大きいなど、データからは Euler 方程式が成立していると言い難い結果が報告されている。

Euler 方程式の直観的な説明のところで来年の消費を増やす方法として利子率 r_t の預金を取りあげたが、預金の代わりに予想収益率 r_{t+1}^e の株式を利用すれば Euler 方程式は次のようになる。

$$u'(c_t) = E_t \beta (1 + r_{t+1}^e) u'(c_{t+1}).$$

株式の予想収益率と預金の利子率の差 $r_{t+1}^e - r_t$ は equity premium と呼ばれる。Mehra and Prescott (1985) は効用関数の形を決めるパラメータと割引因子 β の妥当な範囲内で Euler 方程式に消費のデータをあてはめて equity premium を計算したところ、最も大きい値で 0.35 パーセントであった。これは実際の equity premium の値 6.1 パーセントを大きく下回っているため、equity premium puzzle と呼ばれている。このように、Euler 方程式による資産価格の分析は現実とはかけ離れたところにある。

さらに、Canzoneri, Cumby, and Diba (2007) は Euler 方程式を基礎としている主要なマクロ経済モデルから導出される利子率と実際の利子率が逆方向に動くことを報告している。その中には動学的確率的一般均衡 (Dynamic Stochastic General Equilibrium, DSGE) モデルによる景気循環分析の代表的なものとして広く知られている Christiano, Eichenbaum, and Evans (2005) が含まれており、現在の景気循環モデルが深刻な課題を抱えていることが明らかにされた。すなわち、現実のデータでは利子率が高いと消費は増える傾向にあるので、Canzoneri, Cumby, and Diba (2007) の結果は Euler 方程式に基づくモデルでは利子率が高いと消費が減ることを意味する。これは、利子率が高いと現在の資金 1 単位を預金で運用すると、より多くの消費を将来に得ることができるので現在の消費を減らして預金を増やす方が有利であるという Euler 方程式の論理から導かれる結果である。

これまで見てきたようにマクロ経済変数と Euler 方程式を使った場合、割引因子の信頼性の高い推定値が得られないことから、多くのモデルで便宜的に割引因子は $1 / (1 + \text{利子率の平均})$ に等しいと仮定される。例えばアメリカ経済の場合は利子率の平均値が年率 4 パーセント程度であることから割引因子は 0.96 ($= 1 / (1 + 0.04)$) と設定されることが多い。これは、将来の消費が現在の水準のまま変化しないという定常状態において Euler 方程式が成立すると仮定すると $u'(c) = \beta(1 + r)u'(c)$ となり、 $\beta = 1 / (1 + r)$ が得られるためである。しかしながら、Euler 方程式が抱える問題を考慮するとこのように割引因子の値を設定することに十分な根拠があるとは必ずしも言えない。そこで次に Euler 方程式に依存せずに割引因子を測定する方法を見てゆく。

3 割引因子の測定

これまでに多くの研究が割引因子の測定を行っている。Frederick, Loewenstein, and O'Donoghue (2002) が広範囲かつ詳細なレビューをしているのでここでは我々が2011年に行った実験における計測の方法と結果を紹介するとともに、得られた結果がマクロ経済学にとってどのような意味を持つかを考えることにする。

割引因子の測定でよく行われているのは現在と将来に得られる報酬のどちらを選ぶかを質問するものである。例えば、「今すぐ1,000円もらうと将来の時点 t に2,000円もらう、のどちらを選ぶか」という質問に対する答えが今すぐ1,000円だとすると、 $u(1,000) > \beta(t) u(2,000)$ となっている。ここで $\beta(t)$ は時点 t の2,000円からの効用を割り引くときの割引因子である。したがって、このとき $\beta(t) < u(1,000)/u(2,000)$ である。さらに質問「今すぐ1,000円もらうと将来の時点 t に3,000円もらう、のどちらを選ぶか」への答えが時点 t だとすると $u(1,000)/u(3,000) < \beta(t)$ が成立する。こうした質問を続けることで割引因子の範囲を狭めて最終的に値を特定することができる。実験で使用した質問は図1の Takahashi, Sakaguchi, Oki, Homma and Hasegawa (2006) によるものである。

経済学専攻ではない女子大学生131人の回答をもとに線形効用関数 $u(y) = y$ (y は報酬額) を仮定して得られた1年間の割引因子を表1に示す。割引因子の範囲は0.19から0.93までとなっている。これは1年後の効用が現在の効用の0.19倍から0.93倍までの範囲にわたるということであり、個人差が極めて大きいことがわかる。また、平均値の0.51、中央値の0.49という値はマクロ経済学のモデルで便宜的に設定される0.96を大きく下回っている。これらは Frederick, Loewenstein, and O'Donoghue (2002) が取り上げた過去の研究に共通する特徴である。Frederick, Loewenstein, and O'Donoghue (2002) は割引因子の値が低い原因のひとつとして、この手法によって計測された割引因子には将来まで待つことの不利益という本来の要因の他に、リスクを好まないという時間とは区別すべき要因が含まれていることをあげている。すなわち、被験者がリスクを好まない場合はリスクを伴う将来の報酬から得られる効用を低く評価することになるが、多くの研究で使われている線形効用関数はリスク中立的な選好を仮定することになるので将来の報酬に対する低い評価はすべて割引因子で表現されることになり、その結果割引因子は本来の値よりも低く測定されることになる。

以下に示される29個の各条件で、左の選択肢（今すぐもらえるお金）と右の選択肢（ある期間経過したあとにももらえるお金）のどちらかを選ばなければならないとしたら、あなたならどちらを選びますか。各項目の2つの選択肢（左・右）のうち、あなたが選びたいほうに丸をつけてください。二つの選択肢の両方を選ぶことはできません。

選択を決めるときは、あなたが本当にその条件でお金をもらえるとしたら左・右のどちらの選択肢を選ぶか、よく考えて決定してください。

1. 今すぐ5,400円もらう	・	117日後に5,500円もらう	左	・	右
2. 今すぐ5,500円もらう	・	61日後に7,500円もらう	左	・	右
3. 今すぐ1,900円もらう	・	53日後に2,500円もらう	左	・	右
4. 今すぐ3,100円もらう	・	7日後に8,500円もらう	左	・	右
5. 今すぐ1,400円もらう	・	19日後に2,500円もらう	左	・	右
6. 今すぐ4,700円もらう	・	160日後に5,000円もらう	左	・	右
7. 今すぐ1,500円もらう	・	13日後に3,500円もらう	左	・	右
8. 今すぐ2,500円もらう	・	14日後に6,000円もらう	左	・	右
9. 今すぐ7,800円もらう	・	162日後に8,000円もらう	左	・	右
10. 今すぐ4,000円もらう	・	62日後に5,500円もらう	左	・	右
11. 今すぐ1,100円もらう	・	7日後に3,000円もらう	左	・	右
12. 今すぐ6,700円もらう	・	119日後に7,500円もらう	左	・	右
13. 今すぐ3,400円もらう	・	186日後に3,500円もらう	左	・	右
14. 今すぐ2,700円もらう	・	21日後に5,000円もらう	左	・	右
15. 今すぐ6,900円もらう	・	91日後に8,500円もらう	左	・	右
16. 今すぐ4,900円もらう	・	89日後に6,000円もらう	左	・	右
17. 今すぐ8,000円もらう	・	157日後に8,500円もらう	左	・	右
18. 今すぐ2,400円もらう	・	29日後に3,500円もらう	左	・	右
19. 今すぐ3,300円もらう	・	14日後に8,000円もらう	左	・	右
20. 今すぐ2,800円もらう	・	179日後に3,000円もらう	左	・	右
21. 今すぐ3,400円もらう	・	30日後に5,000円もらう	左	・	右
22. 今すぐ2,500円もらう	・	80日後に3,000円もらう	左	・	右
23. 今すぐ4,100円もらう	・	20日後に7,500円もらう	左	・	右
24. 今すぐ5,400円もらう	・	111日後に6,000円もらう	左	・	右
25. 今すぐ5,400円もらう	・	30日後に8,000円もらう	左	・	右
26. 今すぐ2,200円もらう	・	136日後に2,500円もらう	左	・	右
27. 今すぐ2,000円もらう	・	7日後に5,500円もらう	左	・	右
28. 今すぐ100万円もらう	・	15日後に0円もらう	左	・	右
29. 今すぐ0円もらう	・	1日後に100万円もらう	左	・	右

図1 割引因子測定用の質問

表 1 割引因子 β (1 年間) 線形効用関数

被験者数	最 小 値	最 大 値	標準偏差	平 均 値	中 央 値
131	0.19	0.93	0.20	0.51	0.49

そのような指摘を踏まえて我々はリスク回避的な選好をとして CRRA 効用関数 $u(y) = (y^{1-\gamma} - 1)/(1-\gamma)$ を仮定した場合の割引因子も測定した。パラメータ γ は相対的リスク回避度と呼ばれるもので、この値が大きいほどリスクを好まないということを表す。このケースでは、まず各被験者の相対的リスク回避度を測定して CRRA 効用関数の形状を特定し、それを割引因子測定用の質問に対する回答に適用するというように 2 段階の手続きが必要となる。相対的リスク回避度の測定には Sapienza, Zingales and Maestripietri (2009) を参考に作成した図 2 の質問を使用した。これは確実な報酬とリスクを伴う報酬のどちらを選ぶかを質問するものである。確実な報酬が増加するような順番に質問が並んでいるため、最初はリスクを伴う報酬を選択していてもいずれは確実な報酬を選択することになる。こうした選択の変更が発生した前後の報酬の平均値を \hat{y} とすると $u(\hat{y}) = 0.5u(500) + 0.5u(8,000)$ が成立するのでこの式から相対的リスク回避度 γ を求めることができる。その結果を表 2 に示す。相対的リスク回避度の範囲は -1.41 から 1.88 である。Holt and Laury (2002) は相対的リスク回避度が -0.95 以下を「高度にリスク愛好的」、相対的リスク回避度が 1.37 以上を「極めてリスク回避的」とする 9 段階に分類している。したがって、相対的リスク回避度の個人差も極めて大きいものになっている。平均値は 0.71、中央値は 0.66 であり、それぞれ「非常にリスク回避的」、「リスク回避的」というカテゴリーに分類される。こうして被験者ごとに特定された CRRA 効用関数を使って測定した割引因子の結果は表 3 の通りである。最大値と最小値にほとんど変わりはないが平均値と中央値はともに 0.72 へと大幅に上昇しており、リスク要因を分離した効果が表れている。それでも依然としてマクロ経済モデルで広く採用されている 0.96 を下回っている。

以下の問題で、くじAとくじBのどちらかを選ばなければならないとしたら、あなたはどちらを選びますか。各問題のくじAとくじBのうち、あなたが選びたいほうに丸をつけてください。両方のくじを選ぶことはできません。

選択を決めるときは、あなたが本当にその条件でお金をもらえるとしたらどちらのくじを選ぶか、よく考えて決定してください。

1. A 必ず1,000円が当たる
B 確率50%で500円が当たり、確率50%で8,000円が当たる
2. A 必ず1,500円が当たる
B 確率50%で500円が当たり、確率50%で8,000円が当たる
3. A 必ず2,000円が当たる
B 確率50%で500円が当たり、確率50%で8,000円が当たる
4. A 必ず2,500円が当たる
B 確率50%で500円が当たり、確率50%で8,000円が当たる
5. A 必ず3,000円が当たる
B 確率50%で500円が当たり、確率50%で8,000円が当たる
6. A 必ず3,500円が当たる
B 確率50%で500円が当たり、確率50%で8,000円が当たる
7. A 必ず4,000円が当たる
B 確率50%で500円が当たり、確率50%で8,000円が当たる
8. A 必ず4,500円が当たる
B 確率50%で500円が当たり、確率50%で8,000円が当たる
9. A 必ず5,000円が当たる
B 確率50%で500円が当たり、確率50%で8,000円が当たる
10. A 必ず5,500円が当たる
B 確率50%で500円が当たり、確率50%で8,000円が当たる
11. A 必ず6,000円が当たる
B 確率50%で500円が当たり、確率50%で8,000円が当たる

図2 相対的リスク回避度測定用の質問

表2 相対的リスク回避度 γ

被験者数	最 小 値	最 大 値	標準偏差	平 均 値	中 央 値
131	-1.41	1.88	0.82	0.71	0.66

表3 割引因子 β （1年間） CRRA 効用関数

被験者数	最 小 値	最 大 値	標準偏差	平 均 値	中 央 値
131	0.19	1.00	0.25	0.72	0.72

Holt and Laury（2002）はリスク回避度測定の問題の報酬を20倍にすると、架空の設定では測定された相対的リスク回避度に変化は見られなかったが実際に報酬を支払った場合には相対的リスク回避度が上昇したと報告している。そうであるとすれば報酬が大きい場合、リスク要因として分離される部分が増えればその分だけ将来の効用を割り引く必要性が低下するため割引因子は上昇するのではないかと考えられる。そこで、架空の設定のみではあるが、報酬の範囲を500円－8,000円から20倍の10,000円－160,000円へと変更した上で相対的リスク回避度を測定した。表4によれば最大値と最小値に変化はないが平均値と中央値はそれぞれ0.85と0.88に上昇した。Holt and Laury（2002）の分類によればいずれも「非常にリスク回避的」である。この結果を利用して、こちらも架空の設定のみではあるが報酬を20倍に変更して割引因子を測定した。表5が示すように最大値と最小値に変化はないが平均値と中央値はそれぞれ0.80と0.91に上昇した。この水準はFrederick, Loewenstein, and O'Donoghue（2002）がとりあげた研究の結果と比較すると妥当なものであることがわかる。

表4 相対的リスク回避度 γ 報酬20倍

被験者数	最 小 値	最 大 値	標準偏差	平 均 値	中 央 値
131	-1.41	1.88	0.70	0.85	0.88

表5 割引因子 β （1年間） CRRA 効用関数 報酬20倍

被験者数	最 小 値	最 大 値	標準偏差	平 均 値	中 央 値
131	0.22	1.00	0.21	0.80	0.91

これらの実験結果はマクロ経済学に対してどのような意味を持つであろうか。第1に、割引因子の個人差が極めて大きいことを踏まえると、単一の割引因子を持つ代表的個人を想定するマクロ経済モデルの設定が妥当かどうか検討する必要がある。第2に、割引因子が0.91という結果はマクロ経済モデルで標準とされる0.96という値をある程度正当化するもののように見えるが、実はそうではない。その理由を考えるために不確実性がなく、利子率 r が一定という単純化した Euler 方程式に CRRA 効用関数を代入すると次のような関

係を得る。

$$\frac{c_{t+1}}{c_t} = (\beta(1+r))^{1/\gamma}.$$

この式に利子率 $r = 0.04$ 、実験で得られた割引因子と相対的リスク回避度の中央値 $\beta = 0.91$ 、 $\gamma = 0.88$ を代入すると $c_{t+1}/c_t = 0.94$ となる。これは、消費が毎年 6 パーセント減少することを意味する。消費が毎年増加するためには利子率 r が 10 パーセント以上でなければならない。しかし、利子率が 10 パーセントというのは極めて高い水準である。したがって Euler 方程式は実験結果と相容れないのである。

4 おわりに

これまで見てきたマクロ経済データを使った分析と実験から得られるパラメータを使った分析の結果から、マクロ経済学と現実の経済の距離はかなり大きいことがわかる。マクロ経済モデルは根本的な見直しを迫られているが、Blanchard (2016a) が述べているように、どの方向に進めばいいのかを多くのマクロ経済学の研究者は模索しているのが現状であろう。我々は 2 つの方向があるように感じている。ひとつは、経済学のこれまでの分析をさらに精緻化する方向である。Euler 方程式はあらゆる情報を駆使して個人が思い通りの消費と貯蓄を達成できるという仮定から導出されたものである。したがって、Euler 方程式が成立しないのであれば、こうした仮定が満たされない状況进行分析するモデルを構築することが必要である。借入れ制約や不完全情報の分析にはこれまでにかなりの蓄積があるのでこのような方向は自然なものである。しかし、制約条件を増やすと分析は複雑にならざるを得ない。Blanchard (2006a) への反響の大きさはこのようなアプローチが十分な成果をもたらしていないことを映し出しているように思われる。

もうひとつの方向は、経済合理性以外の要因に注目するというものである。これに関して興味深いのは、Euler 方程式による分析の端緒となった Samuelson (1937) は割引因子を定数と仮定することにより数学的な分析が簡単になることを示すと同時に選好の変化や社会的要因、制度的要因など、経済合理性以外の要因の重要性を強調している。その後経済学において Samuelson (1937) の分析手法は広く普及したが、それに比べて経済合理性以外の要因の分析は十分に進展したとは言い難い。むしろ、経済学以外の領域からのアプローチが活発になってきている。例えば、神経科学の手法によって経済問題を分析する研究として Takahashi, Sakaguchi, Oki, Homma and Hasegawa (2006), Tanaka, Schweighofer, Asahi, Shishida, Okamoto, Yamawaki and Doya (2007), Coates and Herbert (2008), 松葉・佐藤・蔵・村上・青木 (2011), 蔵・村上・加藤・松葉・佐藤 (2011) は神経伝達物質やホルモンが時間割引やリスク選好に与える影響に注目している。回り道ではあるが経済合

理性以外の要因の分析という Paul Samuelson からの宿題への取り組みがマクロ経済学と経済の距離を縮めるかもしれない。

参考文献

Blanchard, Olivier. "Do DSGE models have a future?"

PetersonInstitute for International Economics, *Policy Brief*, 16-11, August, 2016,

<https://piie.com/publications/policy-briefs/do-dsge-models-have-future>

Blanchard, Olivier. "Further Thoughts on DSGE Models."

Peterson Institute for International Economics, *Realtime Economic Issues Watch*, October 3, 2016,

<https://piie.com/blogs/realtime-economic-issues-watch/further-thoughts-dsge-models>

Blanchard, Olivier. "The Need for Different Classes of Macroeconomic Models."

Peterson Institute for International Economics, *Realtime Economic Issues Watch*, January 12, 2017,

<https://piie.com/blogs/realtime-economic-issues-watch/need-different-classes-macroeconomicmodels>

Blanchard, Olivier. "On the Need for (At Least) Five Classes of Macro Models."

Peterson Institute for International Economics, *Realtime Economic Issues Watch*, April 10, 2017,

<https://piie.com/blogs/realtime-economic-issues-watch/need-least-five-classes-macro-models>

Canzoneri, Matthew B.; Cumby, Robert E. and Diba, Behzad, T. "Euler Equations and Money Market Interest Rates: A Challenge for Monetary Policy Models." *Journal of Monetary Economics*, 2007, 54 (7), pp.1863-1881.

Christiano, Lawrence J.; Eichenbaum, Martin, and Evans, Charles L. "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy." *Journal of Political Economy*, 2005, 113 (1), pp.1-45.

Coates, J. M. and Herbert, J. "Endogenous Steroids and Financial Risk Taking on a London Trading Floor." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2008, 105 (16), pp. 6167-6172.

Frederick, Shane; Loewenstein, George and O'Donoghue, Ted. "Time Discounting and Time Preference: A Critical Review." *Journal of Economic Literature*, 2002, 40, pp.351-401.

Hansen, Lars Peter, and Singleton, Kenneth J. "Stochastic Consumption, Risk Aversion, and

- the Temporal Behavior of Asset Returns." *Journal of Political Economy*, 1983, 91 (2), pp.249-265.
- Holt, Charles A. and Laury, Susan K. "Risk Aversion and Incentive Effects." *American Economic Review*, 2002, 92 (5), pp.1644-1655.
- Mehra, Rajnish and Prescott, Edward C. "The Equity Premium A Puzzle." *Journal of Monetary Economics*, 1985, 15, pp.145-161.
- Samuelson, Paul A. "A Note on Measurement of Utility." *The Review of Economic Studies*, 1937, 4 (2), pp.155-161.
- Sapienza, Paola; Zingales, Luigi and Maestripieri, Dario. "Gender Differences in Financial Risk Aversion and Career Choices are Affected by Testosterone." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, 106 (36), pp.15268-15273.
- Takahashi, Taiki; Sakaguchi, Kikue; Oki, Mariko; Homma, Seijiro and Hasegawa, Toshikazu. "Testosterone Levels and Discounting Delayed Monetary Gains and Losses in Male Humans." *Neuro Endocrinology Letters*, 2006, 27 (4), pp.439-444.
- Tanaka, Saori C.; Schweighofer, Nicolas; Asahi, Shuji; Shishida, Kazuhiro; Okamoto, Yasumasa; Yamawaki, Shigeto and Doya, Kenji. "Serotonin Differentially Regulates Short-and Long-Term Prediction of Rewards in the Ventral and Dorsal Striatum." *PLoS ONE*, 2007, 2 (12), pp. e1333.
- 松葉敬文・佐藤淳・蔵研也・村上弘・青木貴子「インプラント治療における性格的リスクマネジメントの研究—第1報. 経口ブドウ糖負荷試験後のテストステロン濃度と意思決定—」 日本口腔インプラント学会誌, 2011, 24, p.246.
- 蔵研也・村上弘・加藤大輔・松葉敬文・佐藤淳「口腔インプラント治療における神経経済学的研究第一報：セロトニンと社会行動」 日本口腔インプラント学会誌, 2011, 24, p. 246.