

TERG

Discussion Paper No.376

定期的な運動が健康状態に及ぼす影響
JGSS-2012 からの証拠

陳 鳳明
Fengming CHEN

2017年9月

TOHOKU ECONOMICS RESEARCH GROUP

GRADUATE SCHOOL OF ECONOMICS AND
MANAGEMENT TOHOKU UNIVERSITY
27-1 KAWAUCHI, AOBA-KU, SENDAI,
980-8576 JAPAN

定期的な運動が健康状態に及ぼす影響

JGSS－2012 からの証拠

陳鳳明*

概要

本研究では定期的な運動が国民の健康状態に及ぼす影響について、大阪商業大学が実施した JGSS-2012 のデータを用いて、傾向スコアマッチングの手法により、定期的な運動の自己選択バイアスの問題を考慮に入れ、分析を行った。結果としては、自己選択バイアスを除去しない場合、定期的な運動と健康状態の間に正の相関があることが確認できた。そして、この自己選択バイアスを回避した後で、ATT の推定値は 13.1% から 9% まで下がっているが、統計的に有意な差がまだ残っているため、定期的な運動は国民の健康状態にポジティブな影響を及ぼしている結果が得られた。

キーワード：定期的な運動、健康状態、自己選択バイアス、傾向スコア

1. はじめに

近年では、糖尿病や脂質異常症、高血圧症などのような生活習慣に深く関連している病気、いわゆる生活習慣病の持病率の急増は社会の注目を集めている。厚生労働省の平成 27 年「国民健康・栄養調査」の結果により、生活習慣病の代表である糖尿病については、平成 27 年の「糖尿病が強く疑われる者(20 歳以上)」の割合は、男性 19.5%、女性 9.2% である。これに対し、平成 18 年の割合は男性 12.3%、女性 8.2% である。わずか 10 年間の間に、特に「糖尿病が強く疑われる者(20 歳以上)」の男性の割合は 12.3% から 19.5% までに増加し、平成 27 年の時点で、ほぼ全体(20 歳以上)の 2 割を占めている。厚生労働省の平成 27 年の「人口動態統計(確定数)」の結果によれば、糖尿病は死因順位(第 10 位まで)に入れないものの、糖尿病合併症は第 2 位の心疾患、第 4 位の脳血管疾患と第 7 位の腎不全と深く関わっている。したがって、総合的にみると、糖尿病の危険さは悪性新生物(死因順位第 1 位)を超え、一番と言っても過言ではない。糖尿病は人々の命を危険にさらすのみならず、国民医療費の膨れ上がりにも拍車を掛けている。厚生労働省の平成 26 年の「国民医療費の概況」の結果によれば、糖尿病診療に資する国民医療費は 1 兆 2,196 億円であり、そのうち

*東北大学スマート・エイジング学際重点研究センター 助教
Email:cfmdbhx@gmail.com

約 66.2%の医療費は 65 歳以上の高齢者の診療に充てる。高齢化の進展に伴い、この部分の医療費支出はますます増大することが予測できる。

生活習慣病の予防は国民の健康寿命を延ばすのみならず、莫大な国民医療費も節約できる。生活習慣病の予防では、主に「運動」、「食生活」と「禁煙」の 3つの分野を中心に、様々なアクションの呼びかけや企画を全国的に展開している。特に、「21 世紀における国民健康づくり運動（健康日本 21）」においては、「運動」、「食生活」と「禁煙」に関しては、それぞれ明確な目標値（平成 34 年度）を掲げ、生活習慣病の予防を積極的に推進している。健康日本 21（第二次）においては、身体活動・運動に関して、日常生活における歩数の増加、運動習慣者の割合の増加と住民が運動しやすいまちづくり・環境整備に取り組む自治体数の増加という 3つの項目が列挙されている。表 1 では、この 3つの項目の現状と目標値について詳しく掲載している。特に、②運動習慣者の増加の現状を見ると、20 歳～64 歳の男女ともに低い水準にとどまっている。これに対し、65 歳以上の高齢者の運動習慣者の割合は男性 47.6%、女性 37.6%であり、男女ともに大幅に上昇しているものの、決して高い水準とは限らない。

表 1 健康日本 21（第二次）における身体活動・運動の目標

項目	現状	目標
①日常生活における歩数の増加	20 歳～64 歳 男性 7,841 歩 女性 6,883 歩 65 歳以上 男性 5,628 歩 女性 4,584 歩 (平成 22 年)	20 歳～64 歳 男性 9,000 歩 女性 8,500 歩 65 歳以上 男性 7,000 歩 女性 6,000 歩 (平成 34 年度)
②運動習慣者の増加	20 歳～64 歳 男性 26.3% 女性 22.9% 65 歳以上 男性 47.6% 女性 37.6% (平成 22 年)	20 歳～64 歳 男性 36% 女性 33% 65 歳以上 男性 58% 女性 48% (平成 34 年度)
③住民が運動しやすいまちづくり・環境整備に取り組む自治体数の増加	17 都道府県 (平成 24 年)	47 都道府県 (平成 34 年度)

出典：「健康日本 21（第二次）」の目標項目一覧別表第五：栄養・食生活、身体活動・運動、休養、飲酒、喫煙及び歯・口腔の健康に関する生活習慣及び社会環境の改善に関する目標により引用。

運動・スポーツは生活習慣病の予防や健康維持に役立つにもかかわらず、積極的に運動・スポーツを日常生活に取り入れる国民の割合は高くない。この謎を解くためには、運動・スポーツは国民の健康状態に与える影響について分析する必要がある。したがって、本研究の目的は、2012年の日本版総合社会的調査（Japanese General Social Surveys, 以下 JGSS）のデータを用いて、定期的運動が健康状態に及ぼす影響について明らかにすることである。

本稿の構成は以下のとおりである。第2節で先行研究を概観する。第3節では、JGSS データについて紹介する。そして、第4節で推定結果を示す。最後に結果のまとめと今後の課題について述べる。

2. 先行研究

疫学分野や医療経済学分野においては、運動と健康状態の関係について数多くの先行研究が蓄積されている。本稿では、①運動と身体健康状態の関係、②運動とメンタルヘルスの関係という2つの観点から先行研究の内容を概観する。

2.1 運動と身体健康状態の関係

近年では、肥満の問題は世界中で広がっているようになっている。これは肥満に関連している高血圧症や糖尿病などの生活習慣病の発生は人々の健康状態を悪化させるのみならず、国民医療費の莫大にも拍車をかけているからである。そして、運動不足は肥満になる要因の1つとよく知られている。したがって、運動は主に体重を通じて、人々の健康状態に影響を及ぼしている（Lakdawalla and Philipson, 2007）。

2.2 運動とメンタルヘルスの関係

運動は旅行や映画鑑賞のようなレジャー活動がストレス解消や気分転換の手段として広く利用されている。もちろん、運動はストレス解消などを通じて人々のメンタルヘルスに影響を及ぼすのみならず、他のチャンネルも存在している。Comez-Finilla (2008) では運動とメンタルヘルスの関係について詳しくサーベイを行った。特に運動は人々の記憶や学習能力、認知能力などに対してポジティブな影響を及ぼしている可能性が高い。したがって、運動は身体健康状態を促進する手段として利用できるのみならず、認知症予防としての役割もある。

以上の2つの観点から見ると、運動と健康状態の間に正の相関があることが広く知られている。しかし、この結果を因果関係として解釈するとき、まず自己選択バイアスの問題に直面しなければならない。つまり単に運動するグループと運動しないグループの健康状態を比べても、両グループにおける他の変数の間に有意な差があれば、得られた結果はバイアスがかかる可能性が高い。したがって、数多くの先行研究においては、傾向スコアマッチング手法などを応用することによって、自己選択バイアスの問題を解決しようとしている。ま

た、運動と健康状態との関係を分析する際に運動の頻度(Frequency)と激しさ(Intensity)を考慮に入れなければならない。なぜならば、運動の総量は運動の頻度と運動の激しさによって決まっている。運動するかどうかのみを分析対象とする場合、分析結果はミスリーディングになる可能性がある(伊藤ら, 2011)。JGSS-2012では、個人の運動の頻度に関するデータを収集しているため、運動の頻度を分析に取り入れることが可能である。しかし、JGSS-2012では運動の激しさに関するデータを収集していないため、本稿では、運動の激しさが健康状態に及ぼす影響についての分析は限定的である。

3. データ

本稿では、大阪商業大学の行った「日本版総合的社会調査」2012年の個票データを用いることとする。調査対象の母集団は、満20~89歳の男女であり、層化2段階抽出法により対象者を抽出している。サンプリングの詳細については、大阪商業大学JGSS研究センターで公開したJGSSの調査概要を参考されたい。JGSS-2012では、2011年12月31日時点で満20歳以上89歳以下の男女個人9,000人を抽出し、留置調査票A票とB票は半数ずつランダムに配布する。A票とB票の回収率はそれぞれ59.1%と58.8%である。本稿では、人々の運動習慣と健康状態との関係について関心があるため、留置調査表A票の情報のみを用いて分析を行う。

本稿で用いる主な変数の記述統計量は表2に示される。多くの先行研究では体重を用いて人々の健康アウトカムとして評価するが、データの制約により、この部分のデータを入手できないため、本稿では、健康状態の自己評価を用いて、人々の健康アウトカムを評価する。留置調査票A票におけるQ9あなたの現在の健康状態は、いかがですかという質問に対し、“1. 良い”から“5. 悪い”までの5つの順序付けられている選択肢が用意される。以上の健康情報を用いて、HEALTHという新しい2値変数を作成した。具体的に、健康状態の自己評価で1(良い)と2(まあ良い)を選択する場合に、HEALTHは1の値が割り当てられ、そうではない場合に0の値が割り当てられる。表2を見ると、HEALTHの平均値は0.552であり、つまりサンプルの中で55.2%の個人は主観的に健康状態が良いまたはまあ良いと回答している。留置調査票A票におけるQ5あなたは現在、定期的に運動やスポーツ(ウォーキング、水泳、野球など)を行っていますかという質問により、人々の運動頻度の状況について情報を収集している。この質問に対しても、“1. 週に数回以上”、“2. 週に1回程度”、“3. 月に1回程度”、“4. 年に数回程度”と“5. ほとんどしない”という5つの選択肢がある。分析の便宜上、新しい2値変数であるFQSPORTを作成する。運動頻度は“1. 週に数回以上”と“2. 週に1回程度”である場合、FQSPORTは1の値が割り当てられる。そうではない場合に0の値が割り当てられる。表2のFQSPORTの平均値をみると、

37.7%の人々は週1以上の運動やスポーツを行っていることが分かる。表1の20歳～64歳の運動習慣者の割合より高くなっているが、65歳以上の高齢者の割合より低くなっている。コントロール変数につきましては、個人属性のみならず、喫煙歴やスポーツクラブの所属ダミーなども含まれている。特に健康意識のような観察できないしかも人々の健康状態に大きな影響を及ぼす要因については、代理変数としてスポーツクラブの所属ダミーを用いることにする。健康意識の高い人は自ら運動しやすい環境等を作る確率が高いため、スポーツクラブに入会することはある程度高い健康意識を代理できる。コントロール変数については、AGE（年齢）、SEX（男性ダミー）、SPOUSE（配偶者ありダミー）、COLLEGE（大卒ダミー）、WORK1（仕事状況ダミー：先週で仕事した=1、Ref=仕事していない）、WORK2（仕事状況ダミー：先週で仕事あり、病気等で休んだ=1、Ref=仕事していない）、ECONOMIC1（経済状況ダミー：この2～3年間に、経済状況は良くなった=1、Ref=変化なし）、ECONOMIC2（経済状況ダミー：この2～3年間に、経済状況は悪くなった=1、Ref=変化なし）、SPORTS EX（小学校高学年運動歴：10歳～12歳の頃に週に数回以上で水泳、バレーボール、キックベース、野球、サッカー、柔道などの地域活動と運動クラブに参加歴あり=1）、TOBACCO（喫煙ダミー：タバコを吸っている=1）、ALCOHOL（飲酒ダミー：週に数回以上=1）、SPORT CLUB（スポーツクラブダミー：スポーツ関係のグループやクラブに所属している=1）、GARDENING（園芸・庭いじりダミー：よくする=1）、TRAUMA（衝撃的な出来事の数：過去5年間に、深く心に傷を受けるような衝撃的な出来事（例えば：離婚、失業、大きな病気やケガ、身近な人の死）の経験回数）、METROPOLIS（大都市ダミー）を用いることとする。変数の欠損値等を除外し、最終サンプル数は2,145となっている。

表2 記述統計量

Variables	Definition	Mean	SD	Min	Max
HEALTH	1=良好	0.552	0.497	0.000	1.000
FQSPORT	1=運動（週1以上）	0.377	0.485	0.000	1.000
AGE	年齢	52.926	16.948	20.000	89.000
SEX	1=男性	0.465	0.499	0.000	1.000
SPOUSE	1=配偶者あり	0.712	0.453	0.000	1.000
COLLEGE	1=大卒以上 Ref：仕事していない	0.337	0.473	0.000	1.000
WORK 1	1=仕事した	0.608	0.488	0.000	1.000
WORK 2	1=仕事あり、病気等で休んだ Ref：変化なし	0.016	0.127	0.000	1.000
ECONOMIC 1	1=経済状況が良くなる	0.085	0.279	0.000	1.000

ECONOMIC 2	1=経済状況が悪くなる	0.423	0.494	0.000	1.000
SPORTS EX	1=小学校高学年運動歴あり	0.303	0.460	0.000	1.000
TOBACCO	1=喫煙	0.220	0.414	0.000	1.000
ALCOHOL	1=飲酒（週に数回以上）	0.360	0.480	0.000	1.000
SPORT CLUB	1=所属している	0.192	0.394	0.000	1.000
GARDENING	1=よくする	0.146	0.354	0.000	1.000
TRAUMA	衝撃的な出来事の数	1.197	1.217	0.000	4.000
METROPOLIS	1=大都市	0.242	0.429	0.000	1.000
Sample		2,145			

注：筆者作成

4. 推定結果

4.1 プロビット・モデル推定結果

被説明変数の HEALTH のような 2 値変数を解析する際に、先行研究ではよくプロビット・モデルあるいはロジット・モデルにより推定を行うため、ここで、プロビット・モデルにより定期的な運動と健康状態の間の関係について推定を行う。表 3 ではプロビット・モデルによる推定結果を表す。初めに Model1 の推定結果を見ると、コントロール変数をいれない場合に、FQSPORT の推定係数は統計的に 1%水準で有意かつポジティブであり、予測通りに定期的な運動と健康の間に正の相関があることが分かっている。次に、Model2 においては、AGE（年齢）、SEX（男性ダミー）、SPOUSE（配偶者ありダミー）、COLLEGE（大卒ダミー）、WORK1（仕事状況ダミー1）、WORK2（仕事状況ダミー2）、ECONOMIC1（経済状況ダミー1）、ECONOMIC2（経済状況ダミー2）、SPORTS EX（小学校高学年運動歴ダミー）、TRAUMA（衝撃的な出来事の数）、METROPOLIS（大都市ダミー）等の個人属性と地域属性を回帰式に投入し、FQSPORT の推定係数の有意水準（1%）と符号（ポジティブ）は Model1 の結果と一致している。コントロール変数の推定結果をまとめると、人々の経済状況や社会状況が悪くなると、直接に健康状態にマイナスな影響を及ぼす確率が高くなる。例えば、ECONOMIC2 の推定係数は有意にマイナスであり、つまりこの 2～3 年の間に経済状況が悪くなる人は、変化なしの人に比べ健康状態が悪くなる確率が高い。さらに、Model3 では、Model2 の基に喫煙ダミーと飲酒ダミーを追加し人々の健康活動（Health Behavior）を考慮に入れる。FQSPORT の推定結果はほとんど変わらない。コントロール変数の中で、ALCOHOL の推定係数は統計的に有意にポジティブであり、つまり週に数回以上でお酒を飲む人は、ほとんど飲まない人に比べ、健康状態が良くなる確率が高い。ただし、飲酒が健康に及ぼす影響については、飲酒の頻度のみならず飲む量にも深く関連している。残念ながら、JGSS の調査では、飲酒の量に関するデータを収集していないため、本稿では飲酒の量をコントロールできない。最後に Model4 では、Model3

の上で、SPORT CLUB と GARDENING の 2 つの変数を追加し回帰式に投入した。FQSPORT の推計係数は前の 3 つの推定モデルの推定係数と一致し、定期的な運動（週に 1 回以上）と健康状態の間に強いポジティブな関係があることが確認できた。

表 3 プロビット・モデルによる推定結果

	Model1		Model2		Model3		Model4	
	Coef.	Std. Err	Coef.	Std. Err	Coef.	Std. Err	Coef.	Std. Err
FQSPORT	0.335	0.054***	0.411	0.059***	0.405	0.059***	0.327	0.064***
AGE			-0.006	0.002***	-0.007	0.002***	-0.009	0.002***
SEX			-0.194	0.058***	-0.222	0.063***	-0.215	0.064***
SPOUSE			0.130	0.062**	0.122	0.062*	0.099	0.064
COLLEGE			0.082	0.063	0.072	0.064	0.069	0.065
Ref : 仕事していない								
WORK 1			0.152	0.064**	0.139	0.064**	0.145	0.066**
WORK 2			-0.115	0.223	-0.137	0.223	-0.142	0.228
Ref : 変化なし								
ECONOMIC 1			0.169	0.108	0.171	0.108	0.166	0.110
ECONOMIC 2			-0.195	0.058***	-0.192	0.059***	-0.196	0.060***
SPORTS EX			0.094	0.066	0.107	0.066	0.095	0.068
TRAUMA			-0.196	0.023***	-0.196	0.023***	-0.200	0.024***
METROPOLIS			0.008	0.065	-0.001	0.065	0.013	0.066
TOBACCO					-0.108	0.073	-0.125	0.074*
ALCOHOL					0.177	0.062***	0.166	0.063***
SPORT CLUB							0.178	0.079**
GARDENING							0.343	0.086***
Pseudo R2	0.0121		0.0640		0.0672		0.0762	
Obs.	2,315		2,198		2,196		2,145	

注：筆者推計。(1) *は 10%基準、**は 5%基準、***は 1%基準で推定値が有意であることを示す。(2)プロビット・モデルの推定結果は限界効果ではなく、解釈するときは要注意である。(3)被説明変数は HEALTH（二値変数）である。

4.2 傾向スコアマッチングによる推定結果

4.2.1 傾向スコアマッチング手法

4.1 でプロビット・モデルにより定期的な運動と健康状態の間にポジティブな相関があることが確認できた。しかしながら、この分析結果はただの相関関係であり、因果関係としての解釈は無理がある。特に定期的な運動また運動習慣

の養成は自己選択の可能性が高い。つまり、高い健康意識を持つ人は定期的な運動をする確率は高く、健康になる可能性も高い。SPORT CLUB のような代理変数を利用しても、自己選択バイアスを完全に回避できない。したがって、自己選択バイアスの問題を考慮に入れずに推定すると、得られた結果の信頼性が問われる。したがって、ここで傾向スコアマッチング手法を応用することにより、定期的な運動の選択バイアスを回避し、真の因果関係を明らかにすることを試みる。

定期的な運動の効果を検証するにあたり、自己選択バイアスを回避する必要があるが、このような選択バイアスは観察できない健康意識などの要因によるケースが多い。この問題を解決するには、無作為化対照試験が最も有効な手段であることがよく知られている。ただし、大規模の無作為化対照試験は莫大な費用がかかるほか、人権への配慮も重要である。したがって、既存のデータから複雑な経済現象の中で隠れている因果関係を明らかにするのは我々経済学者の任務である。そして、Rosenbaum and Rubin (1983, 1985) では傾向スコアによる共変量調整法を提案した。無作為化対照試験に近似している環境を作り、選択バイアスを回避できる傾向スコアマッチング手法は因果関係の識別にしばしば使われている。ただし、傾向スコアによる因果関係の識別は、処置変数のセレクションが観察される変数のみに依存していることを仮定している。観察されない変数が処置変数と従属変数の双方に影響を及ぼしている場合には、傾向スコアと OLS と同様に推定結果はバイアスがかかる (小川, 2014)。

傾向スコアマッチング手法の手順は以下の通りである。Step1: 傾向スコアを計算する。本稿では、プロビット・モデルを応用し、コントロール変数を用いながら、個人は定期的な運動に参加する確率を計算する。この予測確率は傾向スコアと言われている。Step2: Step1 で計算した傾向スコアを用いて、トリートメントグループとコントロールグループのサンプルをマッチングさせる。マッチング方法に関しては、本稿では最近隣マッチング (nearest-neighbor matching) を採用した。具体的には、全ての処置サンプル i に対して、次のような条件を満たす集合 $A_i(x) = \{j | \min_j ||x_i - x_j||\}$ を対照群として選択する¹。Step3: 経済学や疫学などの分野で、政策の効果を評価する際に仮想現実 (Counterfactual) の問題はしばしば出てくる。つまり、同一経済主体が定期的な運動に参加することと、参加しないことを同時に体験できない問題が生じる。ただし、我々がここで注目したいのは社会全体の平均として、この定期的な運動の効果の大きさである。つまり、平均処置効果 (Average Treatment Effect: ATE) あるいは処置群における平均処置効果 (Average Treatment Effect on the Treated: ATT) について関心を持っている。ATE は式 (1) のように定義される。

¹ $|| \cdot ||$ はベクトル間のユークリッド距離を表す。

$$ATE = E(Y_1 - Y_0) \quad \text{式(1)}$$

ATT は式 (2) のように表せる。

$$\begin{aligned} ATT &= E(Y_1 - Y_0 \mid D=1) && \text{式(2)} \\ &= E(Y_1 \mid D=1) - E(Y_0 \mid D=1) \end{aligned}$$

式 (2) の右辺の第 1 項は観察できるが、第 2 項は観察不可能である。これに対し、 $E(Y_0 \mid D=0)$ は観察でき、ここで Y_0 の期待値と D とは独立であると仮定すれば、 $E(Y_0 \mid D=0)$ と $E(Y_0 \mid D=1)$ は等しいであるため、ATT を次のように近似できる。

$$ATT \approx E(Y_1 \mid D=1) - E(Y_0 \mid D=0) \quad \text{式(3)}$$

しかし、上記の仮定条件は無作為化対照試験とほぼ近いため、実際の分析では満たされないケースが多い。ここで、傾向スコアマッチングにより、なるべく無作為化対照試験に近い環境を作成し、定期的な運動の効果を測定する。

4.2.2 傾向スコアの計算

傾向スコアマッチング手法を利用する際に、最初に、人々の定期的な運動に参加する確率を計算する。ここでプロビット・モデルを用いて参加確率を予測する。被説明変数は二値変数の FQSPORT（定期的な運動）である。週 1 以上運動すれば 1 の値が割り当てられ、そうじゃない場合は 0 が割り当てられる。コントロール変数に関しては 4.1 で用いたものと同じである。表 4 の推定結果を見ると、Model5 では個人属性や地域属性等を考慮に入れると、疑似 R2 は 0.0266 であり、Model6 で喫煙ダミーと飲酒ダミーを追加しても、モデルの疑似 R2 は大きな変化なくわずか 0.0331 である。そして、Model7 はさらに運動歴ダミーや園芸ダミーを追加すると、モデルの疑似 R2 は 0.1365 となり、前の 2 つのモデルより大幅に増加したため、本稿では Model7 の結果を用いて、参加確率を計算する。

表 4 傾向スコアの計算

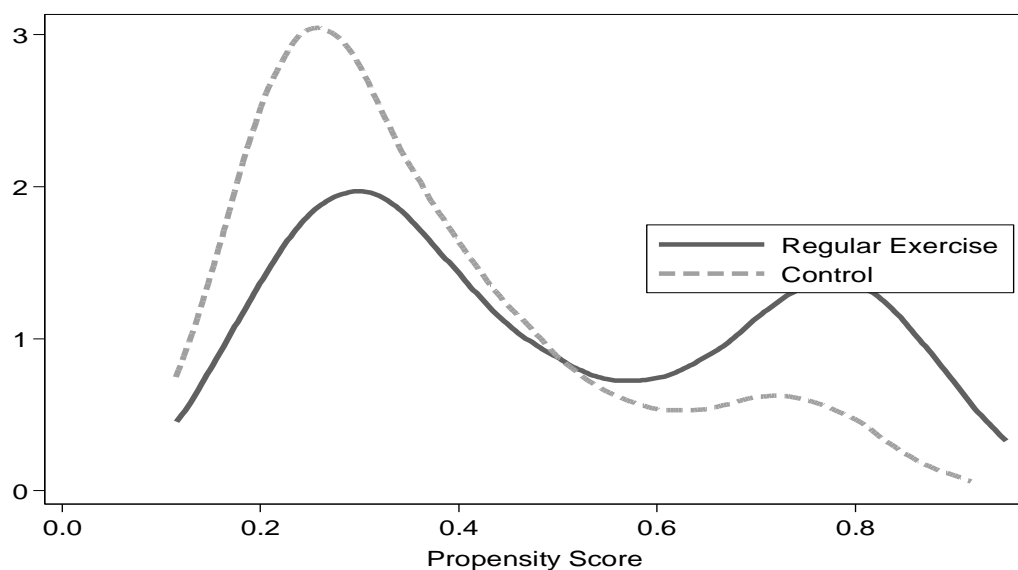
Variables	Model5		Model6		Model7	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
AGE	0.014	0.002***	0.013	0.002***	0.010	0.002***
SEX	0.066	0.060	0.128	0.064**	0.080	0.068
SPOUSE	-0.038	0.063	-0.041	0.064	-0.070	0.067
COLLEGE	0.203	0.065***	0.178	0.065***	0.159	0.069**
Ref (仕事していない)						
WORK 1	-0.175	0.065***	-0.166	0.065**	-0.197	0.068***
WORK 2	0.143	0.218	0.149	0.218	0.289	0.221

Ref (経済状況変化なし)						
ECONOMIC 1	0.086	0.108	0.078	0.109	0.070	0.112
ECONOMIC 2	0.022	0.060	0.043	0.060	0.066	0.063
SPORTS EX	0.237	0.068***	0.275	0.069***	0.194	0.073***
TRAUMA	0.013	0.023	0.011	0.023	0.012	0.024
METROPOLIS	-0.053	0.066	-0.052	0.067	-0.007	0.070
TOBACCO			-0.322	0.077***	-0.326	0.083***
ALCOHOL			0.014	0.063	0.010	0.066
SPORT CLUB					1.213	0.077***
GARDENING					0.392	0.086***
Pseudo R2	0.0266		0.0331		0.1365	

4.2.3 コモンサポート (Common Support) 仮定

傾向スコアマッチングを行う際に、コモンサポート仮定を満たす必要がある。コモンサポート仮定とはトリートメントグループとコントロールグループの傾向スコアがオーバーラップする範囲内で ATT を計測するというものである。したがって、このコモンサポート仮定もオーバーラッピング (Over Lapping) 仮定と言われる。図 1 では、マッチングした後の結果を表している。この図を見ると、トリートメントグループとコントロールグループは大体同じ分布を持っていることは分かった。さらに、この 2 つのグループの最小値と最大値を計算し、全体の 2,145 のサンプルから 45 のサンプルはコモンサポート仮定に満たされなため、ATT を計測する際に除去された。

図 1 マッチングした後の結果



4.2.4 バランステスト

傾向スコアマッチングのもう一つ仮定としてはバランステストである。前述のように傾向スコアマッチングはなるべく無作為化対照試験の環境に近づけるように工夫をする。トリートメントグループとコントロールグループは完全に無作為化対照試験のように割り当てられるのであれば、コントロール変数はトリートメントグループに参加する確率に影響を与えないと考えられる。ここで、すべてのコントロール変数については確認できないが、4.1で利用したものを用いて、トリートメントグループとコントロールグループの平均値の差に有意な差があるかどうかを調べる。

表5ではバランステストの結果を表す。全てのコントロール変数の中でSEX以外はトリートメントグループとコントロールグループの間に有意な差が認めていない。コントロール変数の数は多くなると、バランステストをパスするのは難しくなる。先行研究では、全体のバイアスが5%以下であれば、おおむね傾向スコアの推定はうまく行けると言われている。表6ではマッチング前後の共変量はどれだけバイアスが減少したかを表している。この表を見ると、マッチング前にはトリートメントグループとコントロールグループの間で平均的に13.4%のバイアスが存在し、マッチング後にはこの平均的なバイアスは4.4%までに減少した。そしてマッチング前後のカイ2乗値を見ても、2群の差は統計的に有意ではなくなる。したがって、総合的にみると、バランステストをパスしたと言える。

表5 バランステスト結果

	Unmatched	Mean		%bias	%Reduct	t-test	
	Matched	Treated	Control		bias	t	p> t
AGE	U	56.126	51.359	28.7		6.35	0.000
	M	56.126	57.650	-9.2	68.0	-1.81	0.070
SEX	U	0.484	0.451	6.6		1.48	0.140
	M	0.484	0.538	-10.9	-63.9	-2.17	0.030
SPOUSE	U	0.718	0.707	2.4		0.54	0.590
	M	0.718	0.680	8.4	-246.9	1.66	0.097
COLLEGE	U	0.350	0.337	2.7		0.61	0.544
	M	0.350	0.326	5.1	-88.0	1.03	0.304
WORK 1	U	0.540	0.643	-21.0		-4.69	0.000
	M	0.540	0.544	-0.9	95.7	-0.18	0.861

WORK 2	U	0.020	0.015	4.1		0.92	0.356
	M	0.020	0.017	2.4	41.3	0.46	0.642
ECONOMIC 1	U	0.077	0.086	-3.0		-0.66	0.506
	M	0.077	0.060	6.2	-105.0	1.33	0.183
ECONOMIC 2	U	0.426	0.425	0.2		0.05	0.958
	M	0.426	0.419	1.5	-542.6	0.30	0.762
SPORTS EX	U	0.317	0.301	3.3		0.75	0.455
	M	0.317	0.321	-0.9	71.8	-0.19	0.851
TRAUMA	U	1.222	1.176	3.8		0.85	0.398
	M	1.222	1.237	-1.2	67.7	-0.25	0.804
METROPOLIS	U	0.234	0.251	-3.9		-0.87	0.386
	M	0.234	0.214	4.8	-22.9	0.99	0.323
TOBACCO	U	0.161	0.235	-18.7		-4.09	0.000
	M	0.161	0.175	-3.6	80.7	-0.77	0.443
ALCOHOL	U	0.364	0.360	0.9		0.20	0.842
	M	0.364	0.403	-8.0	-797.8	-1.59	0.112
SPORT CLUB	U	0.375	0.079	75.4		17.95	0.000
	M	0.375	0.364	2.9	96.2	0.47	0.642
GARDENING	U	0.206	0.109	26.7		6.12	0.000
	M	0.206	0.204	0.5	98.1	0.09	0.926

表5 マッチング前後の共変量の変化

Sample	Pseudo R2	LR chi2	p>chi2	Mean Bias	Med Bias
Unmatched	0.136	381.19	0.000	13.4	3.9
Matched	0.008	17.69	0.279	4.4	3.6

4.2.5 ATTの推定結果

表7では、定期的な運動の健康状態へATTの推定結果を表す。この結果を見ると、マッチングする前ではトリートメントグループとコントロールグループの間に健康状態について13.1%の有意な差がある。定期的な運動と健康状態の間に正の相関があること。しかし、定期的な運動は自己選択バイアスが存在するため、推定結果にバイアスがかかる可能性がある。したがって、ここで傾向スコアマッチング手法により、なるべく自己選択バイアスを取り除き、真の因果関係を識別する。結果としては、マッチング後ではトリートメントグループとコントロールグループの間に9%の有意な差が残されていることによって、自己選択バイアスを取り除いても、定期的な運動は健康状態

にポジティブな影響を及ぼしていることが分かる。しかもこの影響は相関関係ではなく因果関係と言える。

表7 定期的な運動の健康状態へ ATT の推定値

Variable		Treated	Controls	Difference	Std. Err.	T-statistics
Health	Unmatched	0.633	0.502	0.131	0.022	5.92
	ATT	0.633	0.543	0.090	0.035	2.54

5. まとめ

本稿では、大阪商業大学の JGSS (2012) のデータを用いて、定期的な運動が健康状態に及ぼす影響について分析を行った。プロビット・モデルの推定結果では両者の間に正の相関があることが確認できた。しかし、定期的な運動は自己選択バイアスが存在しているため、結果の推定にバイアスがかかる可能性がある。したがって、本稿では傾向スコアマッチング手法により、自己選択バイアスを考慮に入れ、定期的な運動と健康状態の間の因果関係についての識別に工夫をした。結果としては、マッチング前、トリートメントグループとコントロールグループの間に 13.1%の有意の差がある。そして、マッチング後両群の有意な差が小さくなるが、まだ 9.0%の有意な差が認められるため、定期的な運動は人々の健康状態にポジティブな影響を及ぼしており、大部分の先行研究の結果と一致している。

運動の総量は運動の頻度と運動の激しさによって決定されている。本研究ではデータの制約により運動の頻度を絞って分析を行った。しかし、運動の激しさも重要な要因であるため、将来にはこの部分の情報も考慮に入れて分析する必要がある。

本研究では、傾向スコアマッチング手法により自己選択バイアスを対応しているが、この手法は観察できない要因の影響に関しては OLS と同様にうまく対応できない。したがって、運動意識などのような観察できないかつ人々の健康状態また運動習慣に影響を及ぼす要因があれば、本研究の推定結果はバイアスがかかる可能性が無視できない。または本研究で扱っているデータはクロスセクションデータであるため、パネルデータのようにマクロショックや景気変動などのマクロ要因を考慮できない。今後の進め方としては、パネルデータを用いて PSM-DID により、定期的な運動と健康状態の関係に深掘りをする必要がある。

謝辞

日本版 General Social Surveys (JGSS) は、大阪商業大学 JGSS 研究センター（文部科学大臣認定日本版総合的社会調査共同研究拠点）が、東京大学社会科学研究所の協力を受けて実施している研究プロジェクトである。

参考文献

- [1] Comez-Pinilla, F., 2008. The influences of diet and exercise on mental health through hormensis. *Aging Research Review* 7, 49-62.
- [2] Lakdawalla, D., Philipson, T., 2007. Labor supply and weight. *Journal of Human Resources*, 42, 85-116.
- [3] Rosenbaum PR and Rubin DB(1983), “ The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects, ” *Biometrika*. 70(1):41-55.
- [4] Rosenbaum PR and Rubin DB(1985), “ constructing a Control Using: Multivariate Matched Sampling Methods That Incorporate the Propensity Score, ” *The American Statistician*. 39(1):33-38.
- [5] 小川和孝 (2014) , 「朝食摂取習慣の教育達成への因果効果の検証-傾向スコアマッチングと感度分析によるアプローチ-,」 東京大学社会科学研究所パネル調査プロジェクトディスカッションペーパーシリーズ, No. 79.
- [6] 伊藤和彦, 大淵修一, 辻一郎 (2011), 介護予防の効果に関する実証分析—「介護予防事業等の効果に関する総合的效果・分析に関する研究」における傾向スコア調整法を導入した運動器の機能向上プログラムの効果に関する分析—, 『医療と社会』, Vol. 21(3):265-281.
- [7] 厚生労働省 (H27), 「国民健康・栄養調査結果の概要」, <http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10904750-Kenkoukyoku-Ganta-isakukenkouzoushinka/kekkgaiyou.pdf> (閲覧日 2017. 8. 10)
- [8] 厚生労働省 (H27), 「人口動態統計 (確定数) の概況」, http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei15/dl/10_h6.pdf (閲覧日 2017. 8. 10)
- [9] 厚生労働省 (H26 年度) , 「国民医療費の概況」, <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/14/dl/toukei.pdf> (閲覧日 2017. 8. 10)
- [10] 厚生労働省 (H29) , 「健康日本 21 (第二次)」の目標項目一覧 (別表第五) , http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryohi/kenkou/kenkou-nippon21/kenkounippon21/mokuhyou05.html (閲覧日 2017. 8. 10)