



RIETI Discussion Paper Series 21-J-032

## 禁煙プログラムの生産性への短期的影響 (改訂版)

高橋 孝平  
早稲田大学

中室 牧子  
慶應義塾大学

大湾 秀雄  
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<https://www.rieti.go.jp/jp/>

禁煙プログラムの生産性への短期的影響<sup>1</sup>

早稲田大学 高橋孝平

慶應義塾大学 中室牧子

RIETI、早稲田大学 大湾秀雄

## 要 旨

健康増進法の改正により、2019 年 7 月から、学校・病院・行政機関の庁舎等では、敷地内禁煙となり、2020 年 4 月からは、事務所・工場・飲食店等も、原則、屋内禁煙となった。喫煙による健康被害、たばこ休憩・欠勤・プレゼンティーイズムを通じた生産性損失などが先行研究で指摘されてきたが、因果関係を示した論文は少ない。本研究では、製造業企業 1 社の協力を得て、同社従業員に向けての禁煙支援プログラムを実施し、健康、生産性、職場への影響を評価した。プログラム参加者 73 人中、禁煙支援対象者となった 44 名（処置群）の中で禁煙に成功した人は 33 名で、禁煙成功率は 75%に上る。分析の結果、禁煙プログラムへの参加は、1 日あたりのたばこ休憩を約 27 分減少させた。禁煙成功者だけでみると約 50 分のたばこ休憩時間減少となる。また、禁煙はプレゼンティーイズムを 0.5 標準偏差改善し、ストレスを 0.9 標準偏差軽減していることも分かった。10%有意差ではあるものの、過去 1 か月の病欠日数および健康問題による早退日数をそれぞれ 0.5 日、0.4 日減少させていた。禁煙は、たばこ休憩時間の解消、プレゼンティーイズムの向上、アブセンティーイズムの減少を通じて、短期的にも生産性を押し上げることが分かった。

キーワード：健康経営、禁煙、生産性、プレゼンティーイズム、アブセンティーイズム、労働時間

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

JEL classification: I12, I18, M54

<sup>1</sup>本稿は、独立行政法人経済産業研究所（RIETI）におけるプロジェクト「人事施策の生産性効果と雇用システムの変容」の成果の一部である。本稿の作成にあたっては、2019 年度公益財団法人村田財団研究助成・人文科学「禁煙が労働者の生産性、エンゲージメント、昇進、ストレスに与える影響」および科学研究費補助金（挑戦的研究開拓・研究課題番号：18H05314、基盤研究 A・研究課題番号：18H03632）からの支援を受けた。本稿執筆にあたっては、大阪国際がんセンターの田淵貴大対策センター疫学統計副部長、慶應義塾大学総合政策学部の島津明人教授、経済産業研究所の矢野誠理事長、森川正之所長、池内健太上席研究員、杉浦好之研究調整ディレクターより大変有益な助言をいただいた。なお、本研究は、2019 年 9 月 10 日に慶應義塾大学 SFC 実験・調査倫理委員会により承認された（受付番号 259）。本調査は、従業員を対象に実験を実施した上場製造企業の全面的な協力のもとに行われた。ここに深く感謝の意を表す。

## 1. はじめに

禁煙が健康に与える影響については広く知られているものの、禁煙に成功する人は少ない。厚生労働省の調査によれば、喫煙者のうち3分の1が禁煙したいと考えているものの、喫煙者数は減少していないことが示されている。しかし日本では、2018年7月に健康増進法の一部を改正する法律が成立し、2020年4月1日より全面施行された。この背景には、喫煙者当人への直接的な健康被害のみならず、受動喫煙の健康被害についても科学的根拠が示されたことにある。日本たばこ産業（JT）が発表している「2018年全国たばこ喫煙者率調査」によると、成人喫煙率は17.9%であり、成人男性の喫煙率は1966年のピーク時と比較すると50%ポイント以上も減少している。喫煙の健康被害に対する科学的根拠の蓄積や成人喫煙率の低下などを考えれば、今後も喫煙に対する社会的なプレッシャーや規制は一層厳しくなることが予想される。

健康増進法の改正によって、多数の者が利用する施設（学校、病院、行政機関、企業、飲食店など）では、喫煙専用室を除いて全面禁煙となった。特に、企業は喫煙する従業員がいる場合、自社の屋内に喫煙室を設置・維持・管理をしなければならなくなり、追加的なコストを負担する義務を負う。これに先駆け、社屋内を全面禁煙としたり、社員に就業時間中の喫煙を禁じたり、喫煙者を採用しないという方針を採る企業が増加している（2018年11月11日読売新聞）。とは言え、喫煙率が高い30～50歳代の男性の占める割合が高い企業にとって、急な方針転換は社員からの理解を得られず容易ではない。このため、禁煙を促す情報提供や研修、禁煙外来の助成、定期健診時の産業による指導、禁煙が成功した場合の金銭的インセンティブなど、労働者の禁煙を積極的に支援する企業も見られ始めている。

このような労働者の禁煙を支援する試みは、社員の健康管理を経営課題として捉え、社員の健康と生産性向上の両方を目指す経営手法である「健康経営」の一環として注目を集めている。従業員の健康維持のみならず、禁煙による生産性向上の効果が期待されているためである。先行研究によれば、禁煙が生産性に影響を与える経路は3つある。1つ目は欠勤や休職により仕事に従事できない状態を指す「アブセンティーイズム」、または、出勤こそしているものの、心身の不調によって十分なパフォーマンスを発揮できない「プレゼンティーイズム」の改善である。喫煙や受動喫煙によって身体的・精神的倦怠感が生じ、仕事への集中力低下などの症状が現れる。また、喫煙が粘膜を傷つけることで風邪を引きやすく、かつ長引かせることも分かっている。時として気管支喘息・せき喘息などの急性症状や肺がん、喉頭がん、狭心症、不整脈といった重大な疾患を発症することもある。これらがアブセンティーイズムやプレゼンティーイズムに繋がる。禁煙によって健康状態が改善すれば、アブセンティーイズムやプレゼンティーイズムも改善されると期待できる。

もう1つは実労働時間の増加である。たばこ休憩による機会損失は大きく、たばこ休憩が少なくなれば、その分実労働時間が増加すると期待される。米国の民間企業を対象にした調査によると、アブセンティーイズムとプレゼンティーイズムの機会損失はそれぞれ1人当たり年間517ドル、462ドルと推計されている。一方、たばこ休憩による機会損失は1人当たり年間3,077ドルにも上り、アブセンティーイズムとプレゼンティーイズムの機会損失よりも6倍以上大きい (Berman et al., 2014)。ちなみにこの調査では、1日あたりのたばこ休憩を平均30分として推計しているが、本研究の実験参加者のたばこ休憩は、1日あたり平均8.6分のたばこ休憩を5.4回取っており、計46.4分に上る。このため、上記の推定以上にたばこ休憩の機会損失は大きいだろう。

国内外で実施された先行研究には、禁煙がアブセンティーイズムやプレゼンティーイズム、労働時間に与える影響を明らかにした研究は多い (Halpern et al., 2001; Bunn III et al., 2006; Baker et al., 2017)。ところが、これらの研究の多くは、「喫煙者」と以前は喫煙者だったが禁煙に成功した「前喫煙者」の比較であり、両者の間に存在する観察不可能な異質性（例えば、時間割引率などの経済選好）によるバイアスを制御することが出来ていない。Ida et al.(2011) はよりリスク回避的で時間割引率が低い個人ほど禁煙に成功することを明らかにしていることから、観察不可能な個人の異質性を制御することは重要である。

この点、Suwa et al. (2017)は、カンターヘルス社の患者データベースを用いて、喫煙者と非喫煙者の観察可能な共変量を制御しているが、性別や教育年数などの基本属性に加え、BMI、アルコール消費量などの健康に関する変数と、収入や労働参加などの労働市場における変数に限られており、経済選好などの観察不可能な要因を制御することはできていない。それでもこの論文では、こうした観察可能な属性を制御した後では、禁煙がアブセンティーイズムやプレゼンティーイズム、労働時間に与える影響は見られないと報告している。

また、賃金に与える影響を推定した論文もある。1990年代には喫煙者のほうが非喫煙者よりも賃金が低いという結論のものが主流であったが（例えば、Levin et al, 1997）、これらもまた喫煙者と非喫煙者の間に存在する異質性を制御できておらず、喫煙によって賃金が低下したのか否かを識別できていなかった。2000年以降は職業や学歴、婚姻状況などの観察可能な異質性を制御した研究が増加したが、これらは逆に喫煙が賃金に与える影響はないという結論になっている（例えば、Lye and Hirschberg, 2004）。たばこ増税という喫煙行動に影響を与える外生的なショックを利用した操作変数法による推定を行い、喫煙が賃金に与える因果効果を推定した優れた論文も見られているが（例えば、Yuda, 2011）これにおいても賃金への影響は見られていない。最近の研究では喫煙は賃金には影響がないという結論のものが多く、プレゼンティーイズム、アブセンティーイズム、たばこ休憩の機会損失なども含めて労働市場の成果を広く捉える場合、喫煙の効果は一致した結論とはなっていない。本研究ではデータ上の制約から、賃金以外のプレゼンティーイズム、アブセンティーイズム、労働時間、健康指標のアウトカムに焦点を当て分析を行う。

どのような介入が禁煙の成功率を高めるのだろうか。これについてはすでに滂沱の研究蓄積があり、312件のランダム化比較試験に基づくメタアナリシスも行われている。これによると、禁煙を促す介入は禁煙率を高める効果が期待できる一方、効果は介入の中身によって異なる。質の高い研究は、「カウンセリングの提供」（オッズ比 1.44、95%信頼区間 1.22～1.70、194件の研究、 $n=72,273$ ）と禁煙に成功した場合の「金銭的インセンティブ」（オッズ比 1.46、95%信頼区間 1.15～1.85、19件の研究、 $n=8,877$ ）が禁煙に有効であることを示している (Hartmann-Boyce et al., 2018)<sup>1</sup>。詳細は後述するが、本研究ではこうした先行研究に基づいて、禁煙外来受診の補助金と金銭的インセンティブをセットにした介入を行うことにした。

本研究では、上場企業と共同で、禁煙外来の受診料の助成と、禁煙に成功した場合の金銭的インセンティブをセットにした禁煙支援プログラムへの参加者を募集し、ランダム化比較試験によってプログラムが喫煙行動だけでなく、労働者のアブセンティーイズム、プレゼンティーイズム、労働時間、ストレスや健康に与える因果効果を推定する。分析の結果、禁煙支

<sup>1</sup> ただし、Gneezy et al. (2011)が論じるように、一定時間経過した後でも禁煙を維持できているかという長期的効果については、検証していないか、介入効果は大きく縮小するといった結果を出していることには留意が必要である。

援プログラムに参加した 73 人中 75%が禁煙に成功した。これは一般的な禁煙外来への通院による成功率 (34.5%) と比較しても相当高く、金銭的インセンティブが禁煙成功に与える影響は大きかったとみられる。先行研究同様、学歴、喫煙年数、時間割引率などが禁煙の予測因子であることも明らかになった。禁煙支援プログラムの局所的平均処置効果 (LATE) を見てみると、1 日のたばこ休憩を 47.1 分も減少させている。また過去 28 日間の健康問題に起因した欠勤日数も 0.6 日、半休を 0.5 日減少させ、禁煙による健康増進がアブセンティーズムを改善することが示唆された。また、絶対的プレゼンティーズムも約 0.5 標準偏差改善していることも明らかになった。加えて、ストレスも 0.9 標準偏差減少、適正体重や定期的な運動など健康指標も改善した。介入前後での被験者の脱落を考慮した推定においても結果の頑健性が確認された。プログラム開始前の喫煙本数による異質性を見てみると、もともと喫煙本数が多いほど、睡眠時間が減少し、健康問題による欠勤日数が増加し、ストレスが強くなっていることがわかる。これは禁煙後にニコチンが体内から喪失することによって生じる離脱症状と見られ、もともと喫煙本数が多い被験者にはプログラム終了後のフォローが重要なことが示唆される。

本論文の構成は以下の通りである。2 章では実験デザイン、3 章ではデータについて説明する。4 章では推定モデル、5 章では結果について述べる。7 章は結論である。

## 2. 実験デザイン

本研究では、都市部に本社、郊外に研究開発拠点や生産拠点を持つ上場製造業企業と共同で、社員の禁煙支援を行った。同社の社員の喫煙率は 2017 年度で 38.1%と、全国平均と比してかなり高い。今回の被験者は男性が多く、平均年齢が 45 歳で、高卒が多いなどの特徴があり、先行研究で示された一般的な喫煙者のプロファイルと一致している<sup>2</sup>。禁煙支援プログラムの参加資格は、この会社の正社員であることと、禁煙外来の受診が保険適用になることである。禁煙外来が保険適用になるのは、①外来受診時の問診で実施されるニコチン依存症の判定テスト (Tabaco Dependence Screener, TDS) が 5 点以上、②35 歳以上の者については 1 日の喫煙本数に喫煙年数を掛けた数が 200 以上であるもの、が条件となる。参加の募集は、社内イントラネットでの周知や食堂等へのポスターの掲示などを行った。

実験は 2 度に分けて行われ、1 回目は 2019 年 12 月～4 月、2 回目は 2020 年 10 月～3 月にかけて行われた。1 回目は 45 人、2 回目は 28 人の計 73 人の参加があった。被験者は「個人情報提供に関する同意書」に加え、プログラム開始前と開始後に (およそ 10～15 分程度で回答できる) アンケート調査に答えることが求められた<sup>3</sup>。介入の割り付けは、事前アンケート調査の内容に基づいて、ランダムに行った。この結果、1 回目は 27 人 (45 人中)、2 回目は 17 人 (28 人中) の計 44 名が介入群に割り当てられた。厚生労働省の調査によると、禁煙外来の通院による禁煙成功率は 34.5%であることから、60%程度を介入群に割り当てるようにした。介入群は所定の期間内に、医療機関で合計 5 回の標準的な禁煙治療を受診することが求められる。通常、禁煙外来は、内服薬の処方も含めて 12 週間で 5 回の治療を受けるのが一般的である。禁煙外来に所定の回数参加し、禁煙に成功した場合は、禁煙外来の受診費と交通費 (定額で合計 25,000 円) と抽選で 3 名に 10 万円の禁煙当選お祝い金と称した金銭的イ

<sup>2</sup> 孫 (2015) は、代表性のある「慶應義塾家計パネル調査」の個票データを用いて、喫煙者と非喫煙者の属性を比較している。それによると、喫煙者は男性が多く、平均年齢は 43～44 歳で、喫煙者のほうが非喫煙者よりも教育年数や勤続年数が短いことを明らかにしている。

<sup>3</sup> 2 度のアンケートに両方答えた方には 2,000 円の謝礼を支払った。

ンセンティブが提供されることが伝えられた。また介入群には、外来受診前日の喫煙本数と、受診当日に計測した呼気中一酸化炭素濃度が記録された受診記録を提出することを求めた<sup>4</sup>。このことは、禁煙外来に所定の回数を通院したかどうかだけでなく、被験者が実際に禁煙に成功したかどうかを客観的に把握するうえで重要である。また、会社が実施するプログラムの場合、参加者がアンケート調査において実態を報告しない恐れがあるため、実施要項などで、本プログラムは大学の研究者である著者らが実施するものであり、協力会社は自社社員に本プログラムを紹介するのみの立場であることを被験者に伝えている。従ってどの従業員が禁煙に成功したかなど、プログラムの成績に関する情報は協力会社には一切共有していない。

表1は2回の被験者の喫煙習慣を見た記述統計である。被験者は、喫煙を開始してから平均23.2年が経過しており、1日あたり平均16.4本のたばこを吸い、80.8%が禁煙を試みたことがあるものの（失敗して現在も喫煙者であり）、89.0%がたばこに依存していると回答している。更に驚くべきことに、1日のたばこ休憩の時間は計46.4分にも上っており、たばこ休憩による機会損失はかなり大きい可能性がある。たばこが吸えない仕事は避けるかどうかという問いに23.3%が「はい」と回答していることからみても、喫煙習慣が仕事内容や職場の選択を制約していることもうかがえる。

加えて、TDSを見てみると、平均値は6.73である。TDSは国際保健機関(WHO)の国際疾病分類第10版(ICD-10)やアメリカ精神医学会による精神障害の診断・統計マニュアル改訂第3版および第4版(DSM-III-R, DSM-IV)に準拠して開発された、ニコチン依存症を診断するための指標である。全10項目の設問からなり、各設問に当てはまれば1点、合計5点以上だとニコチン依存症と判定される。

こうした状況にもかかわらず、過去に自費で禁煙外来を受診した経験がある人は9.6%と少なく、2018年10月に社内の健康診断を受けた社員を対象に行ったアンケート調査では、禁煙できない理由として「喫煙室で重要な意思決定が行われる」ためと明かしている社員が多いことも明らかになっている。被験者の働く部署の喫煙率は29.0%と高く、同居家族に喫煙者がいる者も28.8%に上っている。つまり、負の外部性が大きいにも関わらず、本人の自主的な行動に任せても禁煙することはできないため、外部からの適切な介入が必要である。

2回の禁煙支援プログラムを実施した結果、禁煙成功率（ここでは、5回の通院に成功し、プログラム後の喫煙本数が1日1本以下となった場合に、「禁煙成功」と定義する）は1回目の74.1%、2回目が76.5%となり、一般の禁煙外来の受診による禁煙成功率である34.5%よりもかなり高い。以前、禁煙外来を受診したことのある人は全体の9.6%程度だが、これに限っても1回目と2回目の両方合わせて75%が禁煙に成功している。つまり、先行研究が指摘する通り、金銭的にインセンティブのもたらす効果が禁煙成功に与える効果が大きかった可能性がある(例えば、Volpp et al., 2009)<sup>5</sup>。

<sup>4</sup> 本研究ではプライバシーマークを保有している個人情報取り扱い事業者と業務委託契約を締結し、禁煙支援プログラムに申し込んだ個人の情報（氏名、住所、通院歴など）は当該事業者が管理した。研究者側には、任意の個人番号が付された、個人を特定できない情報のみが提供された。

<sup>5</sup> 望月他（2004）は、28人の喫煙者を対象に、薬局薬剤師による禁煙指導の実施が、ニコチンガムによる禁煙達成率の向上に与える影響を検討するためにランダム化比較試験を実施している。この研究では、金銭的インセンティブは一切与えられていない（ニコチンガムも被験者負担で購入）。この結果、薬剤師の禁煙指導がニコチンガムによる禁煙達成率を1.83倍に向上させる可能性があることが示されたが、統計的な有意差は検出されなかったことを報告している。また清水他（1999）も2回の集団指導、3回の個人面談という計5回のカウンセリングが禁煙率に与える影響を明らかにするランダム化比較試験を実施している。こちらもまた金銭的なインセンティブがないカウンセリングだが、介入群の禁煙率は2倍に上るが統計的に有意な差は検出されていない。

### 3. データ

#### 3-1. 主要なアウトカムの定義

被験者に実施したアンケート調査の内容から、アウトカムとして次のような変数を作成した。

- － アブセンティーイズム(欠勤)とプレゼンティーイズム:WHOが開発した **Heath and Work Performance Questionnaire (HPQ)**の アブセンティーイズム(過去 28 日間の健康問題による欠勤日数)とプレゼンティーイズムに関する設問を用いた。分析に使用している(絶対的)プレゼンティーイズム指標は、以下の設問に対する回答である。「次の 0 から 10 点までの数字は、仕事の出来(でき)を表したものです。0 点は、あなたの仕事を他の誰かがやって最悪だった時の出来、10 点は一番仕事の出来る人がやった場合の出来とします。最近 4 週間(28 日間)の、あなたの全般的な仕事の出来は何点くらいになるでしょうか。」
- － 月間勤務時間:協力企業の勤怠データより、アンケート実施月の月間所定労働時間(7.75 時間×20 日)＋月間残業時間－7.75 時間×(月間欠勤日数＋月間有給取得日数)を算出した。
- － エンゲージメント:ユトレヒト大学が開発したユトレヒト・ワーク・エンゲイジメント尺度の 3 項目版を、翻訳を行った慶應義塾大学島津明人研究室の許諾を得て使用している。
- － ストレス:厚生労働省の職業性ストレス簡易調査票(57 項目)の中のストレス反応に関する 17 項目を用いた。
- － コミュニケーション:職業性ストレス簡易調査票(57 項目)の中の回答者周囲(上司、職場の同僚、配偶者・家族・友人等の 3 分類)のコミュニケーション状況に関する 9 項目を用いた。
- － 仕事満足度、家庭満足度:職業性ストレス簡易調査票(57 項目)の中の満足度に関する設問を取り出して使っている。
- － 健康指標:Breslow and Enstrom(1980)で提唱されている 7 つの習慣のうち、喫煙以外の 6 つを健康指標として用いた。具体的には、「1 日 7-8 時間の睡眠をとっている。」「適性体重を維持している。」「お酒は飲まないまたは適量である。」「定期的に運動している。」「朝食を毎日食べている。」「間食をしない。」について、それぞれ「はい」もしくは「いいえ」の 2 択回答方式で尋ねている。

喫煙者、禁煙者の異質性として考えられる経済選好としての時間割引率も事前アンケートにてデータを取得した。「1 ヶ月後に 1 万円もらうか、それからさらに 1 年後の 13 ヶ月後にいくらもらうかのどちらかを選べるとします。1 ヶ月後 1 万円もらうのと比較すると、13 ヶ月後に、ぎりぎりいくらもらえばよいですか。我慢できる最低額をお書き下さい」と尋ね、その回答金額を用いた。20,000 円より低い金額の回答者を「低時間割引率」、20,000 円以上かつ 120,000 円より低い金額の回答者を「高時間割引率」、120,000 以上の回答者を「外れ値時間割引率」としたカテゴリー変数を作成した。表 2 で記載されている全体傾向によると、プログラム参加希望者の中では、高時間割引率の従業員が比較的多い。

エンゲージメント、ストレス、コミュニケーションについては、質問数が多いので、それぞれコレスポンデンス分析を行い、寄与度が最も高い最初の次元の因子を合成変数として定義した。コレスポンデンス分析は、複数のカテゴリー変数の背後にある連続的な因子を抽出

する。上記 3 つの合成変数は、それぞれ値が高いほど、エンゲージメントが高い、ストレスが高い、コミュニケーションが円滑に進んでいることを示す。

次に、割り当てられた対照群と介入群がバランスしているかを確認するためバランスチェックを行う。表 2 はプログラム開始前におけるそれぞれの群の主要な変数について、有意差検定の結果をまとめたものである。「はい」「いいえ」の二値変数や、カテゴリーで回答する設問については、カイ二乗検定で独立性の確認を行い、連続的な数値で回答する設問については T 検定で有意差の有無を確認した。結果、すべての変数について統計的に有意に差がある項目は見られず、プログラム開始前においては介入群と対照群が比較可能であることが確認された。

### 3-2. 事前の喫煙状況とアウトカムの関係

まず、プログラム前実施された事前アンケート調査の情報をもとに、回帰分析（最小二乗法）を用いて、TDS とアウトカムの相関関係をみたのが表 3 である。アウトカムへの影響が考えられる共変量として、個人属性（性別、年齢、勤続年数、職位、配偶者、子供の有無、学歴をコントロールしている。

推定結果を見てみると、定期的な運動と有意に負の相関がある。ニコチン依存が高いほど、運動不足による生活習慣の悪化を示している。加えて、欠勤日数は正の相関があり、喫煙はアブセンティーズムにも影響している可能性がある。また、ストレス合成変数については 1%水準で正に有意となっているほか、コミュニケーション合成指標とも統計的に有意な負の相関関係が見られている。ニコチン依存症の程度の高い人ほど同僚、上司、家族、友人とのコミュニケーション上の弊害が起きている可能性が示唆される。絶対的プレゼンティーズム指標については有意な影響は確認されなかった。

### 3-3. 禁煙成功および喫煙改善の予測因子

禁煙成功に貢献する特徴を分析するため、禁煙に成功した場合 1、それ以外を 0 とした被説明変数についてロジスティック回帰モデルを推定した。説明変数には、家族の喫煙状況、喫煙年数（二次式）、時間割引率、同じ部署の同僚の喫煙者割合、個人属性（性別、年齢、配偶者の有無、子供の有無、学歴、間接員ダミー変数）を用いた<sup>6</sup>。

プログラム後の禁煙確率を推定したロジスティック回帰モデルの結果を表 4 で報告している。表の推定値は各変数の禁煙成功への限界効果を表している。介入群ダミーが 1%水準で正に有意となっており、プログラムが禁煙成功に果たした役割が大きかったことが分かる。喫煙年数では二次の変数が有意に正、一次の変数が有意に負となっており、喫煙年数が長い従業員ほど禁煙に成功しにくい傾向であることが分かる<sup>7</sup>。時間割引率では、低時間割引率の従業員と比べ、高時間割引率の従業員の禁煙確率が 10%ではあるが有意に低く、Ida et al. (2011)と一致する結果になっている。長期的な視点でのメリットを選好する従業員ほど、禁煙を強く意識した行動をとることが示唆される。

社員属性については、表 4(4)にて、大卒以上の資格を持つものが 1%有意で禁煙成功率が高い傾向が得られ、こうした傾向は先行研究とも整合的である。例えば、Broms et al. (2004)によるフィンランドの双生児の大規模な追跡データを用いた研究では、学歴は禁煙の重大な予測

<sup>6</sup> 大卒ダミー変数は、高等専門学校、短期大学、四年制大学、大学院以上の卒業者を 1 とし、高校、専門学校卒業者を 0 としている。

<sup>7</sup> 禁煙年数 1 次項の係数が -0.128、2 次項の係数が 0.003 であり、関数形は禁煙確率最小の喫煙年数が 21.3 年の U 字型カーブとなっている。喫煙年数が長いほど禁煙成功確率が低いと解釈できる。



因子であることを明らかにしている（男性のオッズ比＝2.32, 95% CI=1.31-4.10、女性のオッズ比＝OR=3.98, 95% CI=1.85-8.51）。またこの研究では、男性についてのみ、結婚が禁煙の予測因子となっていることも指摘されているが、本分析では配偶者有無の係数は正であるものの、有意な結果は得られなかった。

#### 4. 推定モデル

本研究では、共変量を考慮した介入群と対照群の有意差を測る ANCOVA モデルを用いてプログラムの効果を推定する。McKenzie (2012)では、以下の ANCOVA 推定量が差の差分分析 (difference-in-difference) よりも介入効果の検定力が高くことを明らかにしている。

$$\hat{\gamma}_{ancova} = (\bar{Y}_{POST}^T - \bar{Y}_{POST}^C) - \hat{\theta} (\bar{Y}_{PRE}^T - \bar{Y}_{PRE}^C) \quad (1)$$

式(1)を推定式で表すと以下の通りとなる。

$$Y_{i,post} = \gamma TREAT_{i,t} + \theta Y_{i,PRE} + Z_i\beta + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$\hat{\gamma}_{ancova}$ は、式 (2) の係数 $\gamma$ の推定量となる。 $Y_{i,t}$ は喫煙行動、アブセンティーズム、プレゼンティーズム、勤務時間、仕事満足度、エンゲージメント、ストレスといった効果を見るアウトカム指標である。 $TREAT_{i,t}$ は個人*i*が介入群に割り当てられていれば1、対象群に割り当てられていれば0である二値変数である。 $Y_{i,PRE}$ は介入前のアウトカム指標の数値である。 $Z_i$ はコントロール変数であり、年齢、性別、学歴、勤続年数、職位、間接員ダミー変数<sup>8</sup>、婚姻の有無、子供の有無などの社員属性を表す。月間勤務時間以外の推定では、さらに勤怠データより取得したプログラム開始直近三か月の平均欠勤日数、平均有給取得日数、平均残業時間を加えて、事前の仕事の要求度や健康状態をコントロールした。プレゼンティーズムをアウトカムとした推定では、上記に加え、新型コロナウイルス流行に伴って増加した可能性のある在宅勤務割合をコントロールした。一回目、二回目実験の間での参加者の差異を制御するため、二回目実験の参加者を1、それ以外を0とする二値変数をコホート効果としてモデルに加えた。

上記推定式で求められる介入の因果効果 ( $\gamma$ ) は Intention-to-treat (ITT) 効果である。禁煙プログラム参加という介入を意図した群に対する効果となる。実験においては、プログラムに参加したものの5回の通院を終えることが出来なかった被験者や、プログラムに参加できなかったものの自力で禁煙に成功した被験者も存在する。ITT 解析による介入効果の推定値は、割り付けられた介入への平均的な効果をあらわすため、不遵守の増加とともに、すべての被験者が割り付けに従った場合に観察されていたはずの因果効果との差が大きくなる。このため、本稿ではプログラム後に実施したアンケート調査における「あなたは過去7日間に、1日平均何本たばこを吸いましたか」という問いに対して「一本以下」と答えた従業員を禁煙成功者と見なし、禁煙成功をあらわす二値変数をアウトカムとし<sup>9</sup>、介入群ダミー変数を操作変数として、2SLSによって禁煙の Local Average Treatment Effect (LATE) を推定する。

本分析では、喫煙行動、アブセンティーズム、プレゼンティーズム、勤務時間、仕事満足度、エンゲージメント、ストレスのアウトカムについて比較のため ITT、LATE の両方を

<sup>8</sup> 間接員とは、いわゆるホワイトカラー職（研究開発部門、管理部門、営業部門など）を指す。工場現場で製造に携わっているブルーカラー職は直接員と呼ばれる。

<sup>9</sup> ここではプログラム終了後のアンケート調査による自己申告を用いているが、介入群に割り当てられた被験者については、禁煙外来受診前日の喫煙本数と、受診当日に計測した呼気中一酸化炭素濃度が記録された受診記録があることから、それらの記録と突き合わせて、自己申告が正確であることを確認している。

推定した。記述統計でも述べたように、介入群の中で禁煙に成功したのは75%程度にとどまっていることから、LATEの結果を中心に禁煙成功による効果の解釈を行っていく。

## 5. Empirical Results

### 5-1. 喫煙行動への効果

表5は禁煙行動に関するプログラム効果をまとめた表である。たばこの本数、およびたばこ休憩について軒並み1%水準で統計的に有意な負の係数となっている。ITTでは、介入群が対照群と比べ、一日に吸うたばこの本数がおよそ11本減少し、たばこ休憩の回数が2.4回の減少となっている<sup>10</sup>。1日の合計たばこ休憩時間を見ると、実に27分の減少となっており、プログラムがたばこ休憩の機会損失が大幅に減らしたことが分かる。LATEを見ると上記の禁煙効果がさらに大きくなっている。一日に吸うたばこの本数が17本減少し、休憩回数が4回、合計休憩時間は50分弱の短縮となっている。実験後に実施したアンケート調査の自由回答において、プログラム参加者からは「喫煙に要していた時間がばかにならないことに気づかされた」「たばこ休憩に使用していた時間も他のことに有効に使えるようになった」という声があった。

### 5-2. アブセンティーイズム及び勤務時間への効果

アブセンティーイズムや勤務時間への効果をまとめたのが表6である。アブセンティーイズムは主に過去28日の健康問題による欠勤または一部欠勤日数で測定している。ITTではアブセンティーイズムの係数はマイナスであるものの有意な効果は見られなかった。一方、禁煙成功によるLATEを見ると、過去28日間の健康問題による欠勤日数が0.6日間減少し、一部休んだ日数では0.5日減少している。禁煙による健康増進がアブセンティーイズムを改善することが示唆される。勤務時間は有意ではないものの正の相関が確認された。これは勤怠データでみて勤務時間が減っていないことを示しており、禁煙によってたばこ休憩は減っているため、休憩時間を除いた実質労働時間は有意に増えたと解釈できる<sup>11</sup>。

### 5-3. プレゼンティーイズムへの効果

プレゼンティーイズムは、コントロール変数を制御したモデルにて、ITT, LATE両方で正に有意な影響が確認できた。表7が結果をまとめたものである。ITTでのプログラム介入効果である0.54に比べ、LATEでの禁煙効果は0.88と高く、プレゼンティーイズムが0.5標準偏差程度改善していることが分かる。これは禁煙が集中力向上につながっている証左である。プレゼンティーイズムが生産性を反映しているとする、生産性が向上し、上でみたように実質労働時間が増えているので、禁煙成功者の仕事の成果は増えていることが予想される。

### 5-4. そのほか健康指標への効果

表8はワークエンゲージメント、ストレス、コミュニケーションの合成変数への禁煙成功が与える影響をまとめたものである。ワークエンゲージメントおよびコミュニケーションについては有意な係数が検出されなかった。一方、ストレス合成変数については禁煙成功が5%

<sup>10</sup> 対照群に絞って喫煙本数を詳しく見てみると、事前の喫煙本数は16.8本、事後の喫煙本数は14.1本であり、事前事後の喫煙本数に統計的な有意差は見られない。対照群に割り当てられること自体が喫煙本数の悪化に影響を与える可能性は低いことを示唆している。

<sup>11</sup> 時間外労働時間でも同様の分析をしたところ、勤務時間と同様、有意な影響は見られなかった。

有意でマイナスとなっている。コントロール変数を含む推定で-0.87を示しており、これは禁煙成功がストレスを0.9標準偏差押し下げる効果があったと示唆できる。また表9では仕事および家庭の満足度への影響をまとめている。こちらでは、有意な結果が観測されなかった。

Breslowの健康習慣への効果については表10にてまとめている。10%有意ではあるが、適性体重維持、定期的な運動について正の影響を確認できた。禁煙成功者は、健康意識が高まったため、あるいは離脱症状を緩和するためと推測されるが、運動や食生活など他の健康維持のための習慣においても改善を示している。

## 5.5 頑健性確認

本実験では、事後アンケートに回答していない被験者が介入群、対照群両方に数名ずつ見られる。このように介入前後で被験者が減少してしまい、かつその脱落がランダムに生じていると仮定できない場合、禁煙支援プログラムの推定値には減少バイアス(attrition bias)が生じる可能性がある。特に本実験では介入群より対照群のAttritionが多く見られることから、対照群に割り当てられること自体が事後アンケート未回答に影響を及ぼすと示唆される<sup>12</sup>。このバイアスを補正するため、事後アンケート回答確率の逆数を分析モデルにウェイト付けするInverse Probability Weighting (IPW)手法を用いたANCOVA推定を行った。事後アンケート回答確率の算出にあたっては、回答者を1、それ以外を0とするSelectionダミー変数を被説明変数とし、介入群ダミー変数、事前TDS、家族の喫煙有無、喫煙年数(二次式)、部署の喫煙割合、コホート効果、間接員ダミー変数、配偶者有無、子ども有無、学歴にてロジット回帰した。

IPWによるAttritionを補正したANCOVA推定結果は表11である。表11では介入効果が有意なアウトカムに絞って結果をまとめている。健康問題による欠勤日数あるいは一部欠勤日数はITTでは10%有意、LATEでは5%有意のマイナスとなっており、禁煙がアブゼンティーイズムを改善させることが頑健に示されている。プレゼンティーイズムやストレスも同様に、係数がそれぞれ有意に正、負であり、Attritionを補正した上でも禁煙による被験者の生産性改善が見られる。また、生活習慣の中でも特に定期的な運動が有意に正の効果があることが確認された。

## 5-6. 禁煙効果の異質性

禁煙によるアウトカムへの効果は、被験者の事前ニコチン依存度によって違いがあるかもしれない。そこで事前アンケート時の喫煙本数と禁煙成功ダミー変数の交差項を取り、禁煙効果の異質性を見た。異質性分析では、事前喫煙本数の平均値がゼロになるよう、あらかじめ値から平均値を差し引くことにより正規化(demean)している。demeanすることにより、禁煙成功の係数が平均的な禁煙効果を表す。禁煙成功ダミー変数と交差項はどちらも内生変数であるため、介入群ダミー変数および介入群と事前喫煙本数の交差項の二つを操作変数とした2SLSでLATEを推定した。

推定したLATEのうち、事前喫煙本数と禁煙成功ダミー変数の交差項の係数が統計的に有意であったアウトカムについて表12にまとめている。まず禁煙成功者のうち、事前喫煙本数が多かった者ほど朝食を毎日取っており、健康維持を心がけている傾向にある。しかし一日7~8時間睡眠は有意にマイナスな傾向となっており、喫煙本数が多かった被験者ほど睡眠時

<sup>12</sup> 第一回、第二回実験合わせた介入群の事後アンケート未回答者は4名である一方、対照群の未回答者は8名である。

間の短縮を経験している。過去 28 日の欠勤日数も多い。ストレスについても、表 8 の分析結果で平均では禁煙の有意な影響を確認できたが、表 12 では、禁煙成功者の中で喫煙本数が多かった被験者については、禁煙成功後ストレスが悪化している。表 8 とやや整合的ではないが、喫煙本数が平均（16~17 本）を上回る被験者に対しては、禁煙がストレスを悪化させたと解釈できる。これらの結果は、禁煙後にニコチンが体内から喪失することによって生じる離脱症状と見られ、もともと喫煙本数が多い被験者にはプログラム終了後のフォローが重要なことが示唆される<sup>13</sup>。

#### 5-7 プログラムの費用対効果

プログラム費用と比較した禁煙の経済的効果を検証する。プログラム実施にかかった費用は禁煙外来の受診費と交通費（定額で合計 25,000 円）と、プログラム回毎の 10 万円の禁煙お祝い金である。参加者は累計 44 名、禁煙お祝い金の当選者は計 6 名より、合計費用は 1,700 千円である。プログラムによる禁煙効果の内訳は、アブセンティーイズムやたばこ休憩などによる機会損失の改善、およびプレゼンティーイズムによる生産性損失である。協力企業の 2020 年度 40 歳代平均時給（3327.9 円）を人件費として、これらの経済的効果を概算した<sup>14</sup>。

平均時給は、協力企業提供の 40 代平均賃金を総労働時間で割ることで算出した。総労働時間は（営業日数－欠勤日数－有給休暇取得日数）×8 時間＋時間外勤務時間で求めている。具体的な数値については、表 13 でまとめている。

機会損失、生産性損失の経済的効果はそれぞれの推定値と平均時給を掛け合わせることで金銭的に算出した。具体的には、アブセンティーイズムは過去 28 日間の全日欠勤の推定値×平均時給×8 時間×12 か月＋過去 28 日間の一部欠勤の推定値×平均時給×4 時間×12 か月による概算をおこなった。たばこ休憩時間は、推定値より 1 回あたりの時間の減少が 9.710 分、回数の減少が 4.062 回であることが分かっている。そのうち 1 回は昼休憩時に喫煙していると考え一回分をマイナス、 $9.710 \times (4.062 - 1) = 29.73$ （分）を改善効果とした。時間換算した 0.496（時間）を経済的効果推計に使用している。

プレゼンティーイズムは、生産性に直結する社員の成果評価に大きくかかわると考えられる。あくまで概算として、プログラム事前事後のプレゼンティーイズム変化の標準偏差（1.074727）と成果評価に基づく半期の賞与の変化の標準偏差（268,188.5 円）が対応関係にあると仮定する。つまり、プレゼンティーイズムの 1 標準偏差の変化の違いが、賞与変化の 1 標準偏差に相当する生産性変化を引き起こしたと想定する。すると、プレゼンティーイズム改善 1 目盛りの経済的価値は、 $268188.5 \text{ 円} \div 1.074727 = 249,541 \text{ 円}$ となる。これに絶対的プレゼンティーイズムへの影響の推定値を掛け合わせた改善の効果は、 $499,082 \text{ 円} \times 0.883 = 220,345 \text{ 円}$ と算定される。

費用対経済的効果を分析した結果を表 14 にまとめた。一人当たりの 2020 年度損失改善の合計が 812.5 千円であり、そのうち健康問題による欠勤の改善効果が 251.1 千円、プレゼンティーイズムの改善が 220.3 千円、たばこ休憩による機会損失が 341.0 千円と比較的たばこ休憩による機会損失の減少が高い。Berman et al. (2013)による米国の禁煙効果の推定では、アブセンティーイズムの機会損失が\$517、プレゼンティーイズムの生産性損失が\$462、たばこ休

<sup>13</sup> 運動を含めた禁煙支援プログラムを実施すると、結果的に離脱症状を軽減するのにも効果があったという報告がある（Kawachi, et al. 1996）。

<sup>14</sup> 40 歳代は本プログラム被験者の平均年齢層である。平均時給は、40～49 歳の従業員の平均年収（賞与含む）を総労働時間（年度の営業日-平均有給取得日数-平均欠勤日数）×8（時間/日）＋平均時間外勤務時間で除して求めた。

憩の機会損失が\$3,077である。この結果と比較すると、1ドル109.12円で換算した禁煙効果は、アブセンティーイズムが\$2,300、プレゼンティーイズムが\$2,019、たばこ休憩が\$3,123となっており、たばこ休憩の機会損失は同程度だが、アブセンティーイズムとプレゼンティーイズムが高くなっていることがわかる。

費用との比較では、禁煙に成功した33名合計の経済的効果をプログラム実施費用で割り、その比率を求めた。その結果比率は15.8と高く、プログラム費用のおよそ16倍の便益を生み出したことがわかった。

## 6. 結論

喫煙行動は、従業員の健康だけでなく、当人の仕事のパフォーマンスにも悪影響を与えている。喫煙本数が多くニコチン依存度が高い人は、他の健康習慣面でも不摂生な生活をしており、健康問題を原因とする欠勤日数が多い。たばこ休憩や集中力の低下によって労働時間は延び、ストレス度も高い。また、ニコチン依存は周囲とのコミュニケーションも悪化させていることが分かった。社員の生産性向上・健康寿命延伸を狙って、禁煙がより重要な施策となってくるだろう。

我々の実施したプログラムでは、実にプログラム参加者の75%超が禁煙に成功した。プログラムによる禁煙の影響を見ると、たばこの休憩回数、休憩時間が減少しているのみならず、アブセンティーイズム・プレゼンティーイズムも改善しており、禁煙は従業員の生産性向上に効果があると期待できる。体重維持や定期的な運動といった健康習慣、ストレス指標の低減など本人の健康面での改善も確認された。

本実験では、喫煙行動と負の相関が確認できた周囲とのコミュニケーションなど、いくつかのアウトカムで禁煙成功による改善は確認されなかった。これは、短期的には、まだ禁煙プログラムによる効果が検出されなかっただけかもしれない。また、喫煙本数が特に多い人は、健康問題による欠勤日数の縮減が見られず、心理的ストレスの悪化が確認されたなど、離脱症状のような負の影響も見られた。禁煙が維持されるのか、人間関係にも長期的に正の効果が表れるのか、ニコチン依存度が高い人に対する負の影響が一定期間を経て解消されるのかなど、禁煙の長期的な効果については今後の課題としたい。

禁煙促進によって従業員の生産性は向上する。これは企業にとっても従業員本人にとっても大きなメリットとなる。そうはいつても、従業員個人が自らの意思で禁煙への一步を踏み出すのは容易ではないことは、アンケート調査からも明らかである。本プログラムのような禁煙促進に向けた企業のサポートが社会的にも望ましい。特に、金銭的インセンティブや職場が支える取組みなど、個人ではできない企業の制度設計や施策が、禁煙成功率を高める上で、重要になっていくであろう。政府もそうした健康経営施策を後押しすることが望ましい。

## 参考文献

- Baker, C. L., Flores, N. M., Zou, K. H., Bruno, M., & Harrison, V. J. (2017). Benefits of quitting smoking on work productivity and activity impairment in the United States, the European Union and China. *International journal of clinical practice*, 71(1), e12900.
- Berman, M., Crane, R. & Munur, M. (2014). Estimating the cost of a smoking employee, *Tabaco Control*, 23(5), pp.428-433.
- Breslow, L. and Enstrom, J.R.(1980). Persistence of Health Habits and Their Relationship to Mortality, *Preventive Medicine*, 9, 469-483.
- Broms, U., Silventoinen, K., Lahelma, E., Koskenvuo, M., & Kaprio, J. (2004). Smoking cessation by socioeconomic status and marital status: the contribution of smoking behavior and family background. *Nicotine & Tobacco Research*, 6(3), 447-455.
- Bunn III, W. B., Stave, G. M., Downs, K. E., Alvir, J. M. J., & Dirani, R. (2006). Effect of smoking status on productivity loss. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 48(10), 1099-1108.
- Gneezy, U., Meier, S. & Rey-Biel, P. (2011). When and Why Incentives (Don't) Work to Modify Behavior. *Journal of Economic Perspectives*, 25(4), 191-210.
- Hartmann-Boyce, J., Fanshawe, T. R., Lindson, N., Livingstone-Banks, J., OrdóñezMena, J. M., & Aveyard, P. (2018). Behavioural interventions for smoking cessation: an overview and network meta-analysis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (12).
- Halpern, M. T., Shikar, R., Rentz, A. M., & Khan, Z. M. (2001). Impact of smoking status on workplace absenteeism and productivity. *Tobacco control*, 10(3), 233-238.
- Ida, T., Goto, R., Takahashi, Y., & Nishimura, S. (2011). Can economic-psychological parameters predict successful smoking cessation?. *The Journal of Socio-Economics*, 40(3), 285-295.
- Kawachi, I., Troisi, R. J., Rotnitzky, A. G., Coakley, E. H., & Colditz, G. A. (1996). Can physical activity minimize weight gain in women after smoking cessation?. *American Journal of Public Health*, 86(7), 999-1004.
- Levin, M. A. (1997). Smoke around the rising sun: an American look at tobacco regulation in Japan. *Stan. L. & Pol'y Rev.*, 8, 99.
- Lye, J. N., & Hirschberg, J. (2004). Alcohol consumption, smoking and wages. *Applied Economics*, 36(16), 1807-1817.
- McKenzie, D. (2012). Beyond baseline and follow-up: The case for more T in experiments, *Journal of Development Economics*, 99, 210-221.
- Suwa, K., Flores, N. M., Yoshikawa, R., Goto, R., Vietri, J., & Igarashi, A. (2017). Examining the association of smoking with work productivity and associated costs in Japan. *Journal of medical economics*, 20(9), 938-944.
- Volpp, Kevin G., Andrea B. Troxel, Mark V. Pauly, Henry A. Glick, Andrea Puig, David A. Asch, Robert Galvin, Jingsan Zhu, Fei Wan, Jill DeGuzman, Elizabeth Corbett, Janet Weiner, and Janet Audrain-McGovern. (2009). A Randomized, Controlled Trial of Financial Incentives for Smoking Cessation. *The New England Journal of Medicine*, 2009; 360:699-709.
- Yuda, M. (2011). The effect of habitual smoking on labour productivity. *Applied Economics Letters*, 18(12), 1125-1132.
- 孫亜文. (2015) 喫煙行動と賃金の関係 —パネルデータによる分析. 日本労働研究雑誌, 57(6), 103-120.
- 望月眞弓, 初谷真咲, 六條恵美子, 有田悦子, 橋口正行, 清水直容, 竹内正弘, 山本信夫 & 秋葉保次. (2004). ニコレット® による禁煙達成に及ぼす保険薬局薬剤師の禁煙指導の有

効性に関するランダム化群間比較調査研究—禁煙開始 3 ヶ月後での評価—, YAKUGAKU ZASSHI, 124(12), 989-995.

表 1：回答者の喫煙習慣

|                     | 回答者数 | 平均     | 最小      | 最大     |
|---------------------|------|--------|---------|--------|
| 一日の喫煙本数は何本？         | 70   | 16.4 本 | 3.5 本   | 25 本以上 |
| 禁煙し始めてから何年？         | 73   | 23.2 年 | 2 年     | 30 年以上 |
| 家族に喫煙者はいる？          | 73   | 28.8%  | 0(=いいえ) | 1(=はい) |
| 禁煙を試みたことはある？        | 73   | 80.8%  | 0(=いいえ) | 1(=はい) |
| たばこに依存している？         | 73   | 89.0%  | 0(=いいえ) | 1(=はい) |
| タバコが吸えない仕事は避ける？     | 73   | 23.3%  | 0(=いいえ) | 1(=はい) |
| 禁煙外来を受診したことはある？     | 73   | 9.6%   | 0(=いいえ) | 1(=はい) |
| TDS(ニコチン依存症の判定テスト)  | 70   | 6.73   | 1       | 10     |
| 28 日間で健康問題による欠勤は何日？ | 73   | 38.4%  | 0 日     | 6 日    |
| 一日のたばこ休憩の回数は何回？     | 70   | 5.39   | 0 回     | 10 回以上 |
| 一回当たりのたばこ休憩の時間は何分？  | 68   | 8.60   | 0 分     | 30 分以上 |
| あなたの働く部署の喫煙率は？      | 72   | 29.0%  | 10%     | 90%    |

(注) 1 回目と 2 回目の禁煙プログラム参加者の合計。

(出所) 実験前のアンケート調査をもとに筆者ら作成。



表2 バランスチェック

| 事前アンケート回答のバランスチェック         | Total<br>N=73    | 対照群<br>N=29      | 介入群<br>N=44      | p-value | Test        |
|----------------------------|------------------|------------------|------------------|---------|-------------|
| 喫煙習慣                       |                  |                  |                  |         |             |
| 1日どの程度たばこを吸うか。             | 16.429 (5.762)   | 16.804 (6.138)   | 16.179 (5.559)   | 0.66    | t test      |
| 1日当たりのたばこ休憩回数              | 5.386 (2.241)    | 5.607 (2.079)    | 5.238 (2.356)    | 0.50    | t test      |
| 1回当たりのたばこ休憩時間              | 8.603 (4.951)    | 9.231 (6.276)    | 8.214 (3.954)    | 0.41    | t test      |
| 1日の合計たばこ休憩時間 (分)           | 44.853 (28.586)  | 50.962 (39.090)  | 41.071 (19.112)  | 0.17    | t test      |
| TDS                        | 6.726 (2.311)    | 6.138 (2.517)    | 7.114 (2.104)    | 0.077   | t test      |
| Breslow の健康習慣              |                  |                  |                  |         |             |
| 1日 7-8 時間の睡眠をとっている。        | 25 (34.2%)       | 12 (41.4%)       | 13 (29.5%)       | 0.30    | chi-squared |
| 適正体重を維持している。               | 25 (34.2%)       | 8 (27.6%)        | 17 (38.6%)       | 0.33    | chi-squared |
| お酒は飲まないまたは適量である。           | 51 (69.9%)       | 19 (65.5%)       | 32 (72.7%)       | 0.51    | chi-squared |
| 定期的に運動をしている。               | 26 (35.6%)       | 13 (44.8%)       | 13 (29.5%)       | 0.18    | chi-squared |
| 朝食を毎日食べている。                | 45 (61.6%)       | 17 (58.6%)       | 28 (63.6%)       | 0.67    | chi-squared |
| 間食をしない。                    | 32 (43.8%)       | 12 (41.4%)       | 20 (45.5%)       | 0.73    | chi-squared |
| アブセンティーイズム・プレゼンティーイズム      |                  |                  |                  |         |             |
| 月間勤務時間                     | 169.391 (18.026) | 168.569 (12.309) | 169.933 (21.088) | 0.75    | t test      |
| 過去 28 日間の健康問題による欠勤日数       | 0.384 (1.062)    | 0.448 (1.183)    | 0.341 (0.987)    | 0.68    | t test      |
| 過去 28 日間の健康問題による一部休んだ日数    | 0.123 (0.439)    | 0.034 (0.186)    | 0.182 (0.540)    | 0.16    | t test      |
| 過去 28 日間の早い出勤、残業、休日出勤をした日数 | 9.548 (8.174)    | 9.517 (8.741)    | 9.568 (7.881)    | 0.98    | t test      |
| 絶対的プレゼンティーイズム点数            | 6.384 (1.883)    | 6.793 (1.544)    | 6.114 (2.048)    | 0.13    | t test      |
| 各種指標                       |                  |                  |                  |         |             |
| ワークエンゲージメント指標 (合成変数)       | 0.007 (0.986)    | -0.052 (0.923)   | 0.047 (1.034)    | 0.68    | t test      |
| ストレス指標 (合成変数)              | 0.081 (0.956)    | 0.027 (1.087)    | 0.117 (0.869)    | 0.70    | t test      |
| コミュニケーション指標 (合成変数)         | 0.041 (1.015)    | 0.178 (0.995)    | -0.049 (1.029)   | 0.35    | t test      |
| 仕事に満足だ                     |                  |                  |                  | 0.17    | chi-squared |
| 不満足                        | 9 (12.3%)        | 3 (10.3%)        | 6 (13.6%)        |         |             |
| やや不満足                      | 26 (35.6%)       | 8 (27.6%)        | 18 (40.9%)       |         |             |
| やや満足                       | 35 (47.9%)       | 18 (62.1%)       | 17 (38.6%)       |         |             |
| 満足                         | 3 (4.1%)         | 0 (0.0%)         | 3 (6.8%)         |         |             |
| 家庭生活に満足だ                   |                  |                  |                  | 0.15    | chi-squared |
| 不満足                        | 3 (4.1%)         | 2 (6.9%)         | 1 (2.3%)         |         |             |
| やや不満足                      | 14 (19.2%)       | 2 (6.9%)         | 12 (27.3%)       |         |             |
| やや満足                       | 37 (50.7%)       | 16 (55.2%)       | 21 (47.7%)       |         |             |
| 満足                         | 19 (26.0%)       | 9 (31.0%)        | 10 (22.7%)       |         |             |

| 社員属性のバランスチェック   | Total<br>N=73   | 対照群<br>N=29     | 介入群<br>N=44     | p-value | Test        |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|-------------|
| 女性ダミー           | 4 (5.5%)        | 1 (3.4%)        | 3 (6.8%)        | 0.54    | chi-squared |
| 年齢              | 45.068 (9.763)  | 46.241 (9.564)  | 44.295 (9.924)  | 0.41    | t test      |
| 配偶者(0=ない, 1=いる) | 56 (76.7%)      | 24 (82.8%)      | 32 (72.7%)      | 0.32    | chi-squared |
| 子(0=ない, 1=いる)   | 48 (65.8%)      | 22 (75.9%)      | 26 (59.1%)      | 0.14    | chi-squared |
| 勤続年数            | 21.980 (10.897) | 23.597 (10.866) | 20.914 (10.910) | 0.31    | t test      |
| 間接員ダミー          | 68 (93.2%)      | 27 (93.1%)      | 41 (93.2%)      | 0.99    | chi-squared |
| 学歴              |                 |                 |                 | 0.88    | chi-squared |
| 高校              | 29 (39.7%)      | 12 (41.4%)      | 17 (38.6%)      |         |             |
| 高等専門学校          | 3 (4.1%)        | 1 (3.4%)        | 2 (4.5%)        |         |             |
| 専門学校            | 6 (8.2%)        | 3 (10.3%)       | 3 (6.8%)        |         |             |
| 短期大学            | 2 (2.7%)        | 0 (0.0%)        | 2 (4.5%)        |         |             |
| 大学              | 22 (30.1%)      | 9 (31.0%)       | 13 (29.5%)      |         |             |
| 大学院 修士課程        | 11 (15.1%)      | 4 (13.8%)       | 7 (15.9%)       |         |             |
| 職位名             |                 |                 |                 | 0.58    | chi-squared |
| 職位なし            | 28 (38.4%)      | 10 (34.5%)      | 18 (40.9%)      |         |             |
| 主任相当職           | 19 (26.0%)      | 10 (34.5%)      | 9 (20.5%)       |         |             |
| 課長代理相当職         | 13 (17.8%)      | 5 (17.2%)       | 8 (18.2%)       |         |             |
| 部長代理相当職         | 11 (15.1%)      | 4 (13.8%)       | 7 (15.9%)       |         |             |
| 部長相当職           | 2 (2.7%)        | 0 (0.0%)        | 2 (4.5%)        |         |             |
| 職種分類区分名         |                 |                 |                 | 0.72    | chi-squared |
| ロジスティクス         | 1 (1.4%)        | 0 (0.0%)        | 1 (2.3%)        |         |             |
| 事業企画            | 4 (5.5%)        | 1 (3.4%)        | 3 (6.8%)        |         |             |
| 人事・総務           | 7 (9.6%)        | 2 (6.9%)        | 5 (11.4%)       |         |             |
| 経理・財務           | 3 (4.1%)        | 1 (3.4%)        | 2 (4.5%)        |         |             |
| 営業              | 13 (17.8%)      | 8 (27.6%)       | 5 (11.4%)       |         |             |
| 資材・調達           | 1 (1.4%)        | 0 (0.0%)        | 1 (2.3%)        |         |             |
| 品質保証            | 11 (15.1%)      | 5 (17.2%)       | 6 (13.6%)       |         |             |
| 施設・環境管理         | 3 (4.1%)        | 1 (3.4%)        | 2 (4.5%)        |         |             |
| 生産管理            | 3 (4.1%)        | 1 (3.4%)        | 2 (4.5%)        |         |             |
| 監査              | 1 (1.4%)        | 1 (3.4%)        | 0 (0.0%)        |         |             |
| 研究開発            | 11 (15.1%)      | 4 (13.8%)       | 7 (15.9%)       |         |             |
| 製造・生技           | 14 (19.2%)      | 4 (13.8%)       | 10 (22.7%)      |         |             |
| その他             | 1 (1.4%)        | 1 (3.4%)        | 0 (0.0%)        |         |             |

| 社員属性のバランスチェック          | Total<br>N=73 | 対照群<br>N=29 | 介入群<br>N=44 | p-value | Test        |
|------------------------|---------------|-------------|-------------|---------|-------------|
| 在宅勤務割合                 |               |             |             | 0.60    | chi-squared |
| 0%（まったく在宅勤務をしなかった）     | 16 (57.1%)    | 5 (45.5%)   | 11 (64.7%)  |         |             |
| 20%以下（3 日以下）           | 4 (14.3%)     | 1 (9.1%)    | 3 (17.6%)   |         |             |
| 50%以下（7 日以下）           | 3 (10.7%)     | 2 (18.2%)   | 1 (5.9%)    |         |             |
| 70%以下（10 日以下）          | 2 (7.1%)      | 1 (9.1%)    | 1 (5.9%)    |         |             |
| ほぼ 100%（数日を除いてすべて在宅勤務） | 3 (10.7%)     | 2 (18.2%)   | 1 (5.9%)    |         |             |
| 時間割引率のバランスチェック         | Total<br>N=73 | 対照群<br>N=29 | 介入群<br>N=44 | p-value | Test        |
| 時間割引率                  |               |             |             | 0.39    | chi-squared |
| 低時間割引率                 | 19 (26.0%)    | 6 (20.7%)   | 13 (29.5%)  |         |             |
| 高時間割引率                 | 26 (35.6%)    | 13 (44.8%)  | 13 (29.5%)  |         |             |
| 外れ値時間割引率               | 28 (38.4%)    | 10 (34.5%)  | 18 (40.9%)  |         |             |

カイ二乗検定における数値はカテゴリーに属する観測数（その割合）を表しており、t 検定における数値は平均値（標準偏差）を表す。

表 3:喫煙状況とアウトカムの関係（プログラム事前アンケートによる TDS）

|          | (1)<br>一日 7~8 時間<br>の睡眠 | (2)<br>一日 7~8 時間<br>の睡眠 | (3)<br>適性体重維持     | (4)<br>適性体重維持     | (5)<br>適量な飲酒      | (6)<br>適量な飲酒      | (7)<br>定期的な運動        | (8)<br>定期的な運動       |
|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| 事前 TDS   | -0.007<br>(0.026)       | -0.014<br>(0.030)       | -0.022<br>(0.026) | -0.006<br>(0.022) | 0.025<br>(0.025)  | 0.032<br>(0.030)  | -0.067***<br>(0.021) | -0.067**<br>(0.026) |
| コントロール変数 |                         | YES                     |                   | YES               |                   | YES               |                      | YES                 |
| コホート効果   | YES                     | YES                     | YES               | YES               | YES               | YES               | YES                  | YES                 |
| 調整済み決定係数 | -0.027                  | 0.040                   | -0.010            | 0.065             | 0.033             | 0.039             | 0.078                | 0.120               |
| 観測数      | 73                      | 73                      | 73                | 73                | 73                | 73                | 73                   | 73                  |
|          | (9)<br>朝食を毎日            | (10)<br>朝食を毎日           | (11)<br>間食をしない    | (12)<br>間食をしない    | (13)<br>仕事の満足度    | (14)<br>仕事の満足度    | (15)<br>家庭の満足度       | (16)<br>家庭の満足度      |
| 事前 TDS   | 0.031<br>(0.026)        | 0.017<br>(0.028)        | -0.022<br>(0.027) | -0.044<br>(0.032) | -0.053<br>(0.038) | -0.038<br>(0.042) | -0.066<br>(0.044)    | -0.031<br>(0.058)   |
| コントロール変数 |                         | YES                     |                   | YES               |                   | YES               |                      | YES                 |
| コホート効果   | YES                     | YES                     | YES               | YES               | YES               | YES               | YES                  | YES                 |
| 調整済み決定係数 | -0.005                  | 0.143                   | 0.006             | 0.046             | -0.002            | 0.034             | 0.009                | 0.128               |
| 観測数      | 73                      | 73                      | 73                | 73                | 73                | 73                | 73                   | 73                  |

\*\*\*, \*\*, \*はそれぞれ 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを表す。括弧内は頑健標準偏差である。コントロール変数は女性ダミー、年齢、勤続年数、間接員ダミー、配偶者有無、子供の有無、職位ダミー、学歴ダミーを含める。

表 3（続き）：喫煙状況とアウトカムの関係（プログラム事前アンケートによる TDS）

|          | (17)<br>月間勤務時間       | (18)<br>月間勤務時間       | (19)<br>過去 28 日間の健康問題による欠勤日数 | (20)<br>過去 28 日間の健康問題による欠勤日数 | (21)<br>過去 28 日間の健康問題による一部休んだ日数 | (22)<br>過去 28 日間の健康問題による一部休んだ日数 | (23)<br>過去 28 日間の早い出勤、残業、休日出勤日数 | (24)<br>過去 28 日間の早い出勤、残業、休日出勤日数 |
|----------|----------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 事前 TDS   | -0.265<br>(0.826)    | -0.394<br>(0.808)    | 0.122**<br>(0.059)           | 0.165**<br>(0.071)           | 0.035<br>(0.024)                | 0.060*<br>(0.032)               | -0.073<br>(0.424)               | -0.091<br>(0.526)               |
| コントロール変数 |                      | YES                  |                              | YES                          |                                 | YES                             |                                 | YES                             |
| コホート効果   | YES                  | YES                  | YES                          | YES                          | YES                             | YES                             | YES                             | YES                             |
| 調整済み決定係数 | -0.025               | 0.189                | 0.047                        | 0.154                        | 0.056                           | 0.035                           | -0.027                          | -0.013                          |
| 観測数      | 73                   | 73                   | 73                           | 73                           | 73                              | 73                              | 73                              | 73                              |
|          | (25)<br>絶対的プレゼンティーズム | (26)<br>絶対的プレゼンティーズム | (27)<br>ワークエンゲージメント合成変数      | (28)<br>ワークエンゲージメント合成変数      | (29)<br>ストレス合成変数                | (30)<br>ストレス合成変数                | (31)<br>コミュニケーション合成変数           | (32)<br>コミュニケーション合成変数           |
| 事前 TDS   | 0.002<br>(0.088)     | -0.104<br>(0.107)    | 0.013<br>(0.052)             | 0.027<br>(0.061)             | 0.122***<br>(0.046)             | 0.149***<br>(0.053)             | -0.149***<br>(0.046)            | -0.088<br>(0.063)               |
| コントロール変数 |                      | YES                  |                              | YES                          |                                 | YES                             |                                 | YES                             |
| コホート効果   | YES                  | YES                  | YES                          | YES                          | YES                             | YES                             | YES                             | YES                             |
| 調整済み決定係数 | -0.006               | 0.253                | -0.026                       | 0.047                        | 0.060                           | 0.103                           | 0.087                           | 0.327                           |
| 観測数      | 73                   | 73                   | 73                           | 73                           | 73                              | 73                              | 73                              | 73                              |

\*\*\*, \*\*, \* はそれぞれ 1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを表す。括弧内は頑健標準偏差である。コントロール変数は女性ダミー、年齢、勤続年数、間接員ダミー、配偶者有無、子供の有無、職位ダミー、学歴ダミーを含める。

表 4:禁煙の成功要因 (ロジスティック回帰モデル)

|             | (1)                 | (2)                 | (3)                 | (4)                 |
|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|             | ベース                 | 社員属性追加              | 時間割引率<br>追加         | 時間割引率、<br>社員属性追加    |
| 事前 TDS      | -0.035<br>(0.041)   | -0.011<br>(0.040)   | -0.029<br>(0.040)   | 0.012<br>(0.041)    |
| 介入群ダミー      | 0.778***<br>(0.213) | 0.834***<br>(0.270) | 0.744***<br>(0.211) | 0.766***<br>(0.253) |
| 家族の喫煙有無     | -0.171<br>(0.143)   | 0.008<br>(0.167)    | -0.175<br>(0.150)   | 0.035<br>(0.150)    |
| 喫煙年数 (二乗)   | 0.002<br>(0.001)    | 0.003<br>(0.002)    | 0.002<br>(0.001)    | 0.003*<br>(0.002)   |
| 喫煙年数        | -0.074<br>(0.052)   | -0.100<br>(0.072)   | -0.074<br>(0.054)   | -0.128*<br>(0.077)  |
| 職場の喫煙割合     | 0.097<br>(0.396)    | 0.409<br>(0.523)    | 0.008<br>(0.444)    | 0.438<br>(0.466)    |
| 高時間割引率ダミー   |                     |                     | -0.167<br>(0.219)   | -0.383*<br>(0.197)  |
| 外れ値時間割引率ダミー |                     |                     | -0.069<br>(0.212)   | 0.022<br>(0.146)    |
| 女性ダミー       |                     | -0.355<br>(0.541)   |                     | -0.296<br>(0.419)   |
| 配偶者有無       |                     | 0.262<br>(0.315)    |                     | 0.442<br>(0.393)    |
| 子供有無        |                     | -0.163<br>(0.215)   |                     | -0.277<br>(0.188)   |
| 大卒ダミー       |                     | 0.335*<br>(0.180)   |                     | 0.533***<br>(0.173) |
| 間接員ダミー      |                     | -0.195<br>(0.222)   |                     | -0.152<br>(0.186)   |
| コホート効果      | YES                 | YES                 | YES                 | YES                 |
| Rsqr_pseudo | 0.379               | 0.435               | 0.385               | 0.478               |
| # of obs    | 60                  | 60                  | 60                  | 60                  |

\*\*\*, \*\*, \*はそれぞれ 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを表す。推定値は禁煙成功の限界効果を表す。括弧内は頑健標準偏差である。時間割引率の基準ダミー変数は低時間割引率である。

表 5:禁煙行動に関するプログラム効果

| ITT       | (1)                   | (2)                   | (3)                   | (4)                   | (5)                       | (6)                       | (7)                     | (8)                     |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
|           | 一日に吸うた<br>たばこの本数      | 一日に吸うた<br>たばこの本数      | 1日当たりの<br>たばこ休憩回<br>数 | 1日当たりの<br>たばこ休憩回<br>数 | 一回当たりの<br>たばこ休憩時<br>間 (分) | 一回当たりの<br>たばこ休憩時<br>間 (分) | 1日の合計た<br>ばこ休憩時間<br>(分) | 1日の合計た<br>ばこ休憩時間<br>(分) |
| Treatment | -11.958***<br>(2.094) | -11.163***<br>(2.213) | -2.807***<br>(0.679)  | -2.397***<br>(0.799)  | -5.877***<br>(1.586)      | -5.928***<br>(1.482)      | -27.362***<br>(7.463)   | -26.505***<br>(7.078)   |
| 介入前アウトカム  | 0.295<br>(0.183)      | 0.276<br>(0.222)      | 0.448***<br>(0.157)   | 0.422*<br>(0.210)     | 0.125<br>(0.115)          | 0.192*<br>(0.095)         | 0.249***<br>(0.070)     | 0.309***<br>(0.092)     |
| 女性ダミー     |                       | 7.874<br>(5.496)      |                       | 2.193<br>(1.721)      |                           | 0.077<br>(2.431)          |                         | 9.841<br>(11.776)       |
| 年齢        |                       | -0.265<br>(0.226)     |                       | -0.008<br>(0.070)     |                           | 0.138<br>(0.143)          |                         | 0.382<br>(0.618)        |
| コホート効果    | YES                   | YES                   | YES                   | YES                   | YES                       | YES                       | YES                     | YES                     |
| 調整済み決定係数  | 0.433                 | 0.476                 | 0.348                 | 0.469                 | 0.278                     | 0.326                     | 0.345                   | 0.371                   |
| 観測数       | 59                    | 59                    | 57                    | 57                    | 57                        | 57                        | 57                      | 57                      |
| LATE      | (1)                   | (2)                   | (3)                   | (4)                   | (5)                       | (6)                       | (7)                     | (8)                     |
| 禁煙成功      | -16.574***<br>(2.083) | -16.777***<br>(1.682) | -4.497***<br>(0.832)  | -4.062***<br>(0.853)  | -9.279***<br>(2.197)      | -9.710***<br>(1.633)      | -44.969***<br>(11.011)  | -47.072***<br>(9.212)   |
| 介入前アウトカム  | 0.146<br>(0.098)      | 0.176<br>(0.116)      | 0.320**<br>(0.138)    | 0.299**<br>(0.138)    | 0.040<br>(0.127)          | -0.071<br>(0.118)         | 0.131*<br>(0.076)       | 0.080<br>(0.098)        |
| 女性ダミー     |                       | 2.880<br>(2.956)      |                       | 1.067<br>(1.528)      |                           | -2.925<br>(2.585)         |                         | -8.286<br>(13.759)      |
| 年齢        |                       | -0.225<br>(0.167)     |                       | -0.034<br>(0.048)     |                           | 0.139*<br>(0.078)         |                         | 0.204<br>(0.364)        |
| コホート効果    | YES                   | YES                   | YES                   | YES                   | YES                       | YES                       | YES                     | YES                     |
| 調整済み決定係数  | 0.734                 | 0.755                 | 0.603                 | 0.615                 | 0.393                     | 0.520                     | 0.414                   | 0.512                   |
| 観測数       | 59                    | 59                    | 57                    | 57                    | 57                        | 57                        | 57                      | 57                      |

\*\*\*, \*\*, \*はそれぞれ 1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを表す。括弧内は頑健標準偏差である。コントロール変数は他に勤続年数、間接員ダミー、配偶者有無、子供の有無、職位ダミー、学歴ダミー、プログラム開始直近三か月の平均欠勤日数、平均有給取得日数、平均残業時間を含める。LATE では、介入変数を禁煙成功の操作変数とした 2SLS で推定している。

表 6:アブセンティーズムおよび労働時間に関するプログラム効果

| ITT       | (1)<br>月間勤務時間       | (2)<br>月間勤務時間       | (3)<br>過去 28 日間の<br>健康問題による<br>欠勤日数 | (4)<br>過去 28 日間の<br>健康問題による<br>欠勤日数 | (5)<br>過去 28 日間の<br>健康問題による<br>一部休んだ<br>日数 | (6)<br>過去 28 日間の<br>健康問題による<br>一部休んだ<br>日数 | (7)<br>過去 28 日間の<br>早い出勤、残業、<br>休日出勤<br>日数 | (8)<br>過去 28 日間の<br>早い出勤、残業、<br>休日出勤<br>日数 |
|-----------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Treatment | 0.707<br>(4.755)    | 2.162<br>(4.867)    | -0.319<br>(0.273)                   | -0.345<br>(0.209)                   | -0.090<br>(0.286)                          | -0.294<br>(0.186)                          | -1.740<br>(1.615)                          | -2.036<br>(1.780)                          |
| 介入前アウトカム  | 0.517***<br>(0.140) | 0.467***<br>(0.167) | 0.120<br>(0.144)                    | 0.387*<br>(0.201)                   | -0.083<br>(0.069)                          | 0.156<br>(0.181)                           | 0.637***<br>(0.108)                        | 0.621***<br>(0.120)                        |
| 女性ダミー     |                     | 2.598<br>(13.308)   |                                     | 0.083<br>(0.411)                    |                                            | 0.525<br>(0.475)                           |                                            | 0.915<br>(7.290)                           |
| 年齢        |                     | -1.444<br>(1.232)   |                                     | 0.025<br>(0.026)                    |                                            | -0.008<br>(0.042)                          |                                            | -0.433*<br>(0.251)                         |
| コホート効果    | YES                 | YES                 | YES                                 | YES                                 | YES                                        | YES                                        | YES                                        | YES                                        |
| 調整済み決定係数  | 0.183               | 0.173               | 0.010                               | 0.348                               | -0.046                                     | 0.234                                      | 0.382                                      | 0.313                                      |
| 観測数       | 61                  | 61                  | 59                                  | 59                                  | 57                                         | 57                                         | 59                                         | 59                                         |
| LATE      | (1)                 | (2)                 | (3)                                 | (4)                                 | (5)                                        | (6)                                        | (7)                                        | (8)                                        |
| 禁煙成功      | 1.064<br>(6.921)    | 3.365<br>(6.261)    | -0.489<br>(0.401)                   | -0.556**<br>(0.280)                 | -0.136<br>(0.415)                          | -0.460*<br>(0.235)                         | -2.681<br>(2.374)                          | -3.283<br>(2.324)                          |
| 介入前アウトカム  | 0.513***<br>(0.135) | 0.445***<br>(0.142) | 0.126<br>(0.133)                    | 0.372**<br>(0.153)                  | -0.080<br>(0.062)                          | 0.125<br>(0.132)                           | 0.650***<br>(0.104)                        | 0.644***<br>(0.097)                        |
| 女性ダミー     |                     | 2.200<br>(11.305)   |                                     | 0.037<br>(0.400)                    |                                            | 0.415<br>(0.430)                           |                                            | 0.501<br>(5.598)                           |
| 年齢        |                     | -1.380<br>(1.058)   |                                     | 0.021<br>(0.021)                    |                                            | -0.009<br>(0.034)                          |                                            | -0.445**<br>(0.196)                        |
| コホート効果    | YES                 | YES                 | YES                                 | YES                                 | YES                                        | YES                                        | YES                                        | YES                                        |
| 調整済み決定係数  | 0.180               | 0.167               | 0.017                               | 0.313                               | -0.049                                     | 0.200                                      | 0.386                                      | 0.331                                      |
| 観測数       | 61                  | 61                  | 59                                  | 59                                  | 57                                         | 57                                         | 59                                         | 59                                         |

\*\*\*,\*\*,\*はそれぞれ 1%,5%,10%水準で統計的に有意であることを表す。括弧内は頑健標準偏差である。コントロール変数は他に勤続年数、間接員ダミー、配偶者有無、子供の有無、職位ダミー、学歴ダミー、プログラム開始直近三か月の平均欠勤日数、平均有給取得日数、平均残業時間を含める。ただし、月間勤務時間の推定ではプログラム開始直近三か月の勤怠記録は使用していない。LATE では、介入変数を禁煙成功の操作変数とした 2SLS で推定している。



表 7:プレゼンティーズムに関するプログラム効果

| ITT       | (1)<br>絶対的プレゼンティ<br>ーズム | (2)<br>絶対的プレゼンティ<br>ーズム |
|-----------|-------------------------|-------------------------|
| Treatment | 0.484<br>(0.328)        | 0.540<br>(0.406)        |
| 介入前アウトカム  | 0.452***<br>(0.097)     | 0.336**<br>(0.138)      |
| 女性ダミー     |                         | 0.178<br>(0.656)        |
| 年齢        |                         | 0.054<br>(0.050)        |
| コホート効果    | YES                     | YES                     |
| 調整済み決定係数  | 0.278                   | 0.294                   |
| 観測数       | 60                      | 60                      |
| LATE      | (1)                     | (2)                     |
| 禁煙成功      | 0.721<br>(0.470)        | 0.883*<br>(0.520)       |
| 介入前アウトカム  | 0.431***<br>(0.096)     | 0.284**<br>(0.117)      |
| 女性ダミー     |                         | 0.238<br>(0.501)        |
| 年齢        |                         | 0.081*<br>(0.047)       |
| コホート効果    | YES                     | YES                     |
| 調整済み決定係数  | 0.267                   | 0.231                   |
| 観測数       | 60                      | 60                      |

\*\*\*,\*\*,\*はそれぞれ1%,5%,10%水準で統計的に有意であることを表す。括弧内は頑健標準偏差である。コントロール変数は他に勤続年数、間接員ダミー、在宅勤務割合、配偶者有無、子供の有無、職位ダミー、学歴ダミー、在宅勤務割合、プログラム開始直近三か月の平均欠勤日数、平均有給取得日数、平均残業時間を含める。LATE では、介入変数を禁煙成功の操作変数とした 2SLS で推定している。

表 8:ワークエンゲージメント、ストレスおよびコミュニケーションに関するプログラム効果 (LATE)

| LATE     | (1)<br>ワーク<br>エンゲ<br>ジメン<br>ト合<br>成変数 | (2)<br>ワーク<br>エンゲ<br>ジメン<br>ト合<br>成変数 | (3)<br>ストレ<br>ス合<br>成変数 | (4)<br>ストレ<br>ス合<br>成変数 | (5)<br>コミュ<br>ニケー<br>ション<br>合成変<br>数 | (6)<br>コミュ<br>ニケー<br>ション<br>合成変<br>数 |
|----------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 禁煙成功     | -0.007<br>(0.374)                     | -0.095<br>(0.386)                     | -0.585*<br>(0.328)      | -0.872**<br>(0.376)     | 0.033<br>(0.263)                     | -0.092<br>(0.270)                    |
| 介入前アウトカム | 0.551***<br>(0.167)                   | 0.317**<br>(0.146)                    | 0.822***<br>(0.140)     | 0.856***<br>(0.140)     | 0.852***<br>(0.066)                  | 0.767***<br>(0.136)                  |
| 女性ダミー    |                                       | -0.575<br>(0.532)                     |                         | -0.567<br>(0.404)       |                                      | 0.663<br>(0.472)                     |
| 年齢       |                                       | -0.009<br>(0.028)                     |                         | -0.056**<br>(0.027)     |                                      | -0.003<br>(0.022)                    |
| コホート効果   | YES                                   | YES                                   | YES                     | YES                     | YES                                  | YES                                  |
| 調整済み決定係数 | 0.212                                 | 0.278                                 | 0.512                   | 0.401                   | 0.564                                | 0.578                                |
| 観測数      | 60                                    | 60                                    | 60                      | 60                      | 60                                   | 60                                   |

\*\*\*, \*\*, \*はそれぞれ1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを表す。括弧内は頑健標準偏差である。コントロール変数は他に勤続年数、間接員ダミー、配偶者有無、子供の有無、職位ダミー、学歴ダミー、プログラム開始直近三か月の平均欠勤日数、平均有給取得日数、平均残業時間を含める。LATEでは、介入変数を禁煙成功の操作変数とした2SLSで推定している。

表 9:仕事の満足度および家庭の満足度に関するプログラム効果(LATE)

| LATE     | (1)<br>仕事<br>の満<br>足度 | (2)<br>仕事<br>の満<br>足度 | (3)<br>家庭<br>の満<br>足度 | (4)<br>家庭<br>の満<br>足度 |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 禁煙成功     | 0.231<br>(0.265)      | 0.231<br>(0.278)      | 0.290<br>(0.222)      | 0.206<br>(0.181)      |
| 介入前アウトカム | 0.835***<br>(0.100)   | 0.744***<br>(0.121)   | 0.879***<br>(0.076)   | 0.789***<br>(0.092)   |
| 女性ダミー    |                       | 0.162<br>(0.287)      |                       | 0.571*<br>(0.296)     |
| 年齢       |                       | 0.023<br>(0.020)      |                       | -0.012<br>(0.027)     |
| コホート効果   | YES                   | YES                   | YES                   | YES                   |
| 調整済み決定係数 | 0.464                 | 0.450                 | 0.587                 | 0.561                 |
| 観測数      | 59                    | 59                    | 59                    | 59                    |

\*\*\*, \*\*, \*はそれぞれ1%, 5%, 10%水準で統計的に有意であることを表す。括弧内は頑健標準偏差である。コントロール変数は他に勤続年数、間接員ダミー、配偶者有無、子供の有無、職位ダミー、学歴ダミー、プログラム開始直近三か月の平均欠勤日数、平均有給取得日数、平均残業時間を含める。LATEでは、介入変数を禁煙成功の操作変数とした2SLSで推定している。

表 10:Breslow の健康指標に関するプログラム効果(LATE)

| LATE     | (1)<br>一日 7~8 時間の睡眠 | (2)<br>一日 7~8 時間の睡眠 | (3)<br>適性体重維持       | (4)<br>適性体重維持       | (5)<br>適量な飲酒        | (6)<br>適量な飲酒        |
|----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 禁煙成功     | -0.008<br>(0.190)   | 0.039<br>(0.173)    | 0.301*<br>(0.179)   | 0.324*<br>(0.190)   | 0.011<br>(0.133)    | -0.041<br>(0.152)   |
| 介入前アウトカム | 0.452***<br>(0.122) | 0.331**<br>(0.134)  | 0.589***<br>(0.118) | 0.545***<br>(0.148) | 0.429***<br>(0.125) | 0.417***<br>(0.105) |
| 女性ダミー    |                     | -0.015<br>(0.217)   |                     | 0.284<br>(0.262)    |                     | -0.123<br>(0.153)   |
| 年齢       |                     | -0.022<br>(0.016)   |                     | -0.006<br>(0.018)   |                     | 0.002<br>(0.010)    |
| コホート効果   | YES                 | YES                 | YES                 | YES                 | YES                 | YES                 |
| 調整済み決定係数 | 0.160               | 0.192               | 0.249               | 0.176               | 0.231               | 0.169               |
| 観測数      | 61                  | 61                  | 61                  | 61                  | 61                  | 61                  |
| LATE     | (7)<br>定期的な運動       | (8)<br>定期的な運動       | (9)<br>朝食を毎日        | (10)<br>朝食を毎日       | (11)<br>間食をしない      | (12)<br>間食をしない      |
| 禁煙成功     | 0.244<br>(0.158)    | 0.325*<br>(0.180)   | 0.075<br>(0.109)    | 0.010<br>(0.128)    | 0.059<br>(0.178)    | 0.170<br>(0.176)    |
| 介入前アウトカム | 0.639***<br>(0.091) | 0.505***<br>(0.106) | 0.682***<br>(0.099) | 0.587***<br>(0.130) | 0.399***<br>(0.119) | 0.515***<br>(0.100) |
| 女性ダミー    |                     | 0.101<br>(0.333)    |                     | -0.136<br>(0.197)   |                     | -0.299<br>(0.400)   |
| 年齢       |                     | 0.002<br>(0.014)    |                     | 0.014<br>(0.015)    |                     | 0.016<br>(0.018)    |
| コホート効果   | YES                 | YES                 | YES                 | YES                 | YES                 | YES                 |
| 調整済み決定係数 | 0.331               | 0.318               | 0.501               | 0.481               | 0.096               | 0.164               |
| 観測数      | 60                  | 60                  | 61                  | 61                  | 61                  | 61                  |

\*\*\*,\*\*,\*はそれぞれ 1%,5%,10%水準で統計的に有意であることを表す。括弧内は頑健標準偏差である。コントロール変数は他に勤続年数、間接員ダミー、配偶者有無、子供の有無、職位ダミー、学歴ダミー、プログラム開始直近三か月の平均欠勤日数、平均有給取得日数、平均残業時間を含める。LATE では、介入変数を禁煙成功の操作変数とした 2SLS で推定している。

表 11:IPW により Attrition を補正したプログラム効果（アブセンティーズムおよび労働時間）

| ITT       | (1)<br>月間勤務時間       | (2)<br>月間勤務時間       | (3)<br>過去 28 日間の<br>健康問題による<br>欠勤日数 | (4)<br>過去 28 日間の<br>健康問題による<br>欠勤日数 | (5)<br>過去 28 日間の<br>健康問題による<br>一部休んだ<br>日数 | (6)<br>過去 28 日間の<br>健康問題による<br>一部休んだ<br>日数 | (7)<br>過去 28 日間の<br>早い出勤、残業、<br>休日出勤<br>日数 | (8)<br>過去 28 日間の<br>早い出勤、残業、<br>休日出勤<br>日数 |
|-----------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Treatment | 0.294<br>(5.193)    | 1.595<br>(4.714)    | -0.245<br>(0.227)                   | -0.321*<br>(0.189)                  | -0.033<br>(0.253)                          | -0.304*<br>(0.179)                         | -1.907<br>(1.440)                          | -2.634*<br>(1.503)                         |
| 介入前アウトカム  | 0.522***<br>(0.154) | 0.462***<br>(0.168) | 0.115<br>(0.139)                    | 0.380*<br>(0.193)                   | -0.087<br>(0.068)                          | 0.150<br>(0.184)                           | 0.675***<br>(0.099)                        | 0.616***<br>(0.111)                        |
| 女性ダミー     |                     | -3.185<br>(19.055)  |                                     | 0.125<br>(0.407)                    |                                            | 0.512<br>(0.467)                           |                                            | -8.428*<br>(4.511)                         |
| 年齢        |                     | -0.447<br>(1.432)   |                                     | 0.021<br>(0.024)                    |                                            | -0.006<br>(0.037)                          |                                            | -0.168<br>(0.247)                          |
| コホート効果    | YES                 | YES                 | YES                                 | YES                                 | YES                                        | YES                                        | YES                                        | YES                                        |
| 調整済み決定係数  | 0.154               | 0.264               | -0.007                              | 0.388                               | -0.049                                     | 0.254                                      | 0.438                                      | 0.484                                      |
| 観測数       | 60                  | 60                  | 59                                  | 59                                  | 57                                         | 57                                         | 58                                         | 58                                         |
| LATE      | (1)                 | (2)                 | (3)                                 | (4)                                 | (5)                                        | (6)                                        | (7)                                        | (8)                                        |
| 禁煙成功      | 0.485<br>(8.306)    | 2.516<br>(6.142)    | -0.411<br>(0.363)                   | -0.530**<br>(0.263)                 | -0.055<br>(0.401)                          | -0.492**<br>(0.235)                        | -3.214<br>(2.417)                          | -4.237**<br>(2.005)                        |
| 介入前アウトカム  | 0.519***<br>(0.153) | 0.444***<br>(0.139) | 0.115<br>(0.128)                    | 0.371**<br>(0.150)                  | -0.086<br>(0.064)                          | 0.125<br>(0.134)                           | 0.693***<br>(0.096)                        | 0.648***<br>(0.092)                        |
| 女性ダミー     |                     | -8.548<br>(15.104)  |                                     | 0.081<br>(0.394)                    |                                            | 0.413<br>(0.436)                           |                                            | -8.620**<br>(3.496)                        |
| 年齢        |                     | -0.713<br>(1.162)   |                                     | 0.015<br>(0.019)                    |                                            | -0.010<br>(0.031)                          |                                            | -0.206<br>(0.183)                          |
| コホート効果    | YES                 | YES                 | YES                                 | YES                                 | YES                                        | YES                                        | YES                                        | YES                                        |
| 調整済み決定係数  | 0.152               | 0.178               | 0.010                               | 0.349                               | -0.049                                     | 0.207                                      | 0.437                                      | 0.486                                      |
| 観測数       | 60                  | 60                  | 59                                  | 59                                  | 57                                         | 57                                         | 58                                         | 58                                         |

\*\*\*, \*\*, \* はそれぞれ 1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを表す。括弧内は頑健標準偏差である。コントロール変数は他に勤続年数、間接員ダミー、配偶者有無、子供の有無、職位ダミー、学歴ダミー、プログラム開始直近三か月の平均欠勤日数、平均有給取得日数、平均残業時間を含める。ただし、月間勤務時間の推定ではプログラム開始直近三か月の勤怠記録は使用していない。LATE では、介入変数を禁煙成功の操作変数とした 2SLS で推定している。

表 11（続き）:IPW により Attrition を補正したプログラム効果（プレゼンティーズム、ストレス、健康習慣）

| ITT       | (9)<br>絶対的プレゼン<br>ティーズム | (10)<br>絶対的プレゼン<br>ティーズム | (11)<br>ストレス合成指<br>標 | (12)<br>定期的な運動      | (13)<br>定期的な運動      | (14)<br>定期的な運動      |
|-----------|-------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Treatment | 0.515<br>(0.363)        | 0.550<br>(0.433)         | -0.295<br>(0.193)    | -0.495*<br>(0.261)  | 0.138<br>(0.105)    | 0.228<br>(0.143)    |
| 介入前アウトカム  | 0.469***<br>(0.096)     | 0.336**<br>(0.146)       | 0.828***<br>(0.146)  | 0.863***<br>(0.160) | 0.684***<br>(0.098) | 0.587***<br>(0.153) |
| 女性ダミー     |                         | -0.309<br>(0.872)        |                      | -0.362<br>(0.791)   |                     | -0.223<br>(0.360)   |
| 年齢        |                         | 0.066<br>(0.055)         |                      | -0.048<br>(0.036)   |                     | 0.008<br>(0.017)    |
| コホート効果    | YES                     | YES                      | YES                  | YES                 | YES                 | YES                 |
| 調整済み決定係数  | 0.273                   | 0.281                    | 0.527                | 0.448               | 0.352               | 0.386               |
| 観測数       | 59                      | 59                       | 59                   | 59                  | 59                  | 59                  |
| LATE      | (9)                     | (10)                     | (11)                 | (12)                | (13)                | (14)                |
| 禁煙成功      | 0.854<br>(0.639)        | 0.889*<br>(0.534)        | -0.498<br>(0.317)    | -0.821**<br>(0.370) | 0.218<br>(0.158)    | 0.376**<br>(0.181)  |
| 介入前アウトカム  | 0.457***<br>(0.098)     | 0.281**<br>(0.118)       | 0.834***<br>(0.136)  | 0.874***<br>(0.132) | 0.658***<br>(0.095) | 0.563***<br>(0.114) |
| 女性ダミー     |                         | -0.344<br>(0.663)        |                      | -0.419<br>(0.524)   |                     | -0.178<br>(0.362)   |
| 年齢        |                         | 0.096**<br>(0.048)       |                      | -0.058**<br>(0.029) |                     | 0.011<br>(0.016)    |
| コホート効果    | YES                     | YES                      | YES                  | YES                 | YES                 | YES                 |
| 調整済み決定係数  | 0.228                   | 0.230                    | 0.530                | 0.425               | 0.381               | 0.352               |
| 観測数       | 59                      | 59                       | 59                   | 59                  | 59                  | 59                  |

\*\*\*, \*\*, \* はそれぞれ 1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを表す。括弧内は頑健標準偏差である。コントロール変数は他に勤続年数、間接員ダミー、配偶者有無、子供の有無、職位ダミー、学歴ダミー、プログラム開始直近三か月の平均欠勤日数、平均有給取得日数、平均残業時間を含める。プレゼンティーズムの推定では、さらに在宅勤務割合をコントロール変数に加えている。LATE では、介入変数を禁煙成功の操作変数とした 2SLS で推定している。

表 12:事前喫煙本数による禁煙効果の異質性分析

| LATE        | (1)<br>一日 7~8<br>時間の睡眠 | (2)<br>一日 7~8<br>時間の睡眠 | (3)<br>朝食を毎日        | (4)<br>朝食を毎日        | (5)<br>健康問題<br>による欠勤日数 | (6)<br>健康問題<br>による欠勤日数 | (7)<br>健康問題<br>による一部休んだ<br>日数 | (8)<br>健康問題<br>による一部休んだ<br>日数 | (9)<br>ストレス<br>合成指標 | (10)<br>ストレス<br>合成指標 |
|-------------|------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|
| 禁煙成功*事前喫煙本数 | -0.043***<br>(0.015)   | -0.057***<br>(0.021)   | 0.010<br>(0.010)    | 0.023*<br>(0.012)   | 0.056<br>(0.055)       | 0.067**<br>(0.031)     | 0.095<br>(0.058)              | 0.118***<br>(0.036)           | 0.036<br>(0.027)    | 0.098***<br>(0.038)  |
| 禁煙成功        | -0.082<br>(0.183)      | -0.059<br>(0.166)      | 0.120<br>(0.111)    | 0.029<br>(0.122)    | -0.375<br>(0.317)      | -0.386<br>(0.267)      | 0.123<br>(0.334)              | -0.518**<br>(0.220)           | -0.497<br>(0.351)   | -0.970**<br>(0.385)  |
| 事前喫煙本数      | 0.029***<br>(0.011)    | 0.067***<br>(0.021)    | -0.004<br>(0.006)   | -0.002<br>(0.013)   | -0.056<br>(0.052)      | -0.080**<br>(0.032)    | -0.077<br>(0.053)             | -0.039<br>(0.038)             | -0.018<br>(0.022)   | -0.018<br>(0.038)    |
| 介入前アウトカム    | 0.394***<br>(0.130)    | 0.143<br>(0.127)       | 0.691***<br>(0.104) | 0.670***<br>(0.103) | 0.152<br>(0.139)       | 0.391**<br>(0.160)     | -0.073<br>(0.110)             | 0.373*<br>(0.208)             | 0.863***<br>(0.133) | 0.994***<br>(0.129)  |
| 女性ダミー       |                        | 0.136<br>(0.228)       |                     | -0.236<br>(0.180)   |                        | -0.162<br>(0.452)      |                               | 0.465<br>(0.683)              |                     | -0.811*<br>(0.420)   |
| 年齢          |                        | -0.027<br>(0.021)      |                     | 0.002<br>(0.014)    |                        | 0.036<br>(0.039)       |                               | -0.077<br>(0.061)             |                     | -0.120***<br>(0.035) |
| コホート効果      | YES                    | YES                    | YES                 | YES                 | YES                    | YES                    |                               |                               |                     |                      |
| 調整済み決定係数    | 0.125                  | 0.298                  | 0.527               | 0.533               | 0.120                  | 0.352                  | 0.015                         | 0.344                         | 0.512               | 0.347                |
| 観測数         | 60                     | 60                     | 60                  | 60                  | 58                     | 58                     | 56                            | 56                            | 59                  | 59                   |

\*\*\*,\*\*,\*はそれぞれ 1%,5%,10%水準で統計的に有意であることを表す。括弧内は頑健標準偏差である。コントロール変数は他に勤続年数、間接員ダミー、配偶者有無、子供の有無、職位ダミー、学歴ダミー、プログラム開始直近三か月の平均欠勤日数、平均有給取得日数、平均残業時間を含める。事前喫煙本数は平均値がゼロになるよう値から平均値を差し引くことにより正規化 (demean) している。禁煙成功、および禁煙成功と事前喫煙本数の交差項を内生変数とし、介入群ダミー、および介入群ダミーと事前 TDS を操作変数とした 2SLS で LATE を推定した。

表 13:勤怠基本情報、および 1 日のたばこ休憩時間減少

|                |        |
|----------------|--------|
| 2020 年度営業日数    | 246    |
| 2020 年度欠勤日数    | 1.125  |
| 2020 年度有給取得日数  | 16.15  |
| 2020 年度時間外勤務時間 | 294.8  |
| 2020 年度総労働時間   | 2124.7 |
| 2020 年度平均時給    | 3327.9 |
| たばこ休憩時間 (分)    | 29.73  |
| たばこ休憩時間 (時)    | 0.496  |

1 日のたばこ休憩時間は、1 回あたりの時間の減少(推定値)が 9.710 分、回数の減少(推定値)が 4.062 回である。1 回は昼休憩時に喫煙していると考えて、1 回マイナスしたうえで算出した。

表 14: 費用対効果

| 2020 年度の機会損失、生産性損失改善 | 算出方法                                                     | 経済的効果<br>(千円/人) | 禁煙成功者合計<br>(千円/33 名) |
|----------------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------------|
| 健康問題による欠勤            | 平均時給×12 か月<br>× (推定値 (全日欠勤) ×8 時間<br>+ 推定値 (一部欠勤) ×4 時間) | 251.1           | 8,286.6              |
| プレゼンティーイズム           | 賞与金額変化の標準偏差<br>÷プレゼンティーイズム変化の標準偏差<br>×推定値 (プレゼンティーイズム)   | 220.3           | 7,271.4              |
| たばこ休憩                | 平均時給×推定値 (たばこ休憩)<br>× (営業日 - 欠勤日数 - 有給日数)<br>×間接員割合      | 341.0           | 11,253.7             |
| 改善合計                 |                                                          | 812.5           | 26,811.7             |
| 費用                   |                                                          |                 | 1,700.0              |
| 比率 (改善÷費用)           |                                                          |                 | 15.8                 |