

令和2年度 厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合）
（分担）研究報告書

シミュレーションモデルを用いたたばこ政策の罹患や医療費等へのインパクト予測

研究分担者 五十嵐中 横浜市立大学医学群健康社会医学ユニット 准教授

研究要旨

「禁煙プログラムの費用対効果評価モデル（個々の禁煙プログラムの期待費用・期待生存年・期待 QALY を評価できるモデル）」をより簡略化したものを活用し、喫煙率の低下によってもたらされる将来の総医療費削減効果の推計を行った。絶対値での 1%・5%・10%の減少がもたらす喫煙関連疾患の生涯医療費削減効果は、割引 2%の場合男性で 2,898 億円・1 兆 4,500 億円・2 兆 8,989 億円。女性で 2,787 億円・1 兆 3,939 億円・2 兆 7,877 億円となる。無割引の場合は男性で 4,954 億円・2 兆 4,768 億円・4 兆 9,535 億円。女性で 5,290 億円・2 兆 6,452 億円・5 兆 2,904 億円となった。

A. 研究目的

本年度は、昨年度構築した「禁煙プログラムの費用対効果評価モデル（個々の禁煙プログラムの期待費用・期待生存年・期待 QALY を評価できるモデル）」をより簡略化したものを活用し、喫煙率の低下によってもたらされる将来の総医療費削減効果の推計を行った。

B. 研究方法

分析モデルの基本構造は、過去の2つのモデル¹⁾²⁾と同様で、喫煙継続者（禁煙失敗者）と喫煙中止者（禁煙成功者）について、生涯の期待費用と期待アウトカム（期待生存年および期待 QALY）を評価するものである。2014年に構築したモデル（DESモデル）は、複数回の禁煙試行を再現できる反面、新規の喫煙関連疾患の組み込みなど、モデルの構造を変化させるような操作はやや困難である。そこで、過去に構築したマルコフモデルをベースに、組み込む喫煙関連疾患やデータを最新のものに更新しつつ、より簡便にさまざまな介入・政策を評

価できるモデルを再構築した。

<組み込んだ疾患>

代表的な喫煙関連疾患として、心筋梗塞・脳卒中・COPD・肺がん・肝がん・胃がんの6疾患を組み込んだ。相対リスクの情報は、昨年度までの超過医療費算出と同様に、2016年のたばこ白書³⁾を参照して求めた。

<モデルの構造>

過去のモデル¹⁾²⁾を踏襲しつつ、禁煙成功・喫煙継続・関連疾患罹患・死亡の4状態を推移するように設定した。なお、再喫煙も一定割合で考慮できる構造に変更している。状態間の推移確率は、各疾患の罹患率と喫煙による相対リスクの値から計算して組み込んだ。また、禁煙から相対リスクが非喫煙者と同じレベルに戻るまでのタイムラグは、がん3種については15年・COPDは25年と仮定している。あわせて、自然死亡率も生命表のデータをもとに組み込んだ⁴⁾。ただし、自然死亡のデータをそのまま組み込むと、自然死亡にも肺がんや心筋梗塞など、

すでにモデルに組み込んだ要因が含まれるため、これらの要因を二重計上することになる。そのため、モデルからの期待余命を生命表由来の期待余命と一致させるために、自然死亡率の調整を行った。

<喫煙率低下の影響評価>

研究班で別途実施している「各種政策がもたらす喫煙率低下効果」に医療費削減効果を組み入れるために、絶対値としての喫煙率低下と将来医療費削減効果の関係を求めた。具体的には、2019年現在の人口及び性・年齢別の喫煙率を用いて「性・年齢別喫煙者人口」を算出し、絶対値としての喫煙率減少効果を乗じて削減効果を求めた。モデルの喫煙率減少は相対値で入力しており、男性喫煙率(29.3%)を例にとると、絶対値としての5%減少(29.3%→24.3%)は相対値での17.1%減少(1-24.3/29.3)に相当する。

(倫理面への配慮)

文献レビューによって得られたデータのみを用いるため、倫理面の問題は発生しない。

C. 研究結果

<推計結果>

モンテカルロシミュレーション(試行回数10万回)により、性・年齢階級ごとの喫煙関連疾患医療費と期待QALYとを算出した。表1に男性の、表2に女性の年齢階級別(25歳から75歳まで)の結果を示す。いずれのケースも、関連疾患の医療費は減少し、獲得QALYは増大する結果となった。割引あり(2%)の場合、医療費削減幅は男性で25.1万円(75歳) - 78.3万円(35歳)、女性で32.3万円(75歳) - 75.0万円

(55歳)となる。医療費削減効果が大きくなるのは(罹患リスクが高くなる)60-70歳以降なので、若年で禁煙した場合には割引の影響が大きくなる分、見かけの削減幅は小さくなる。獲得QALYは、男性で0.144(75歳) - 0.949QALY(25歳)、女性で0.153(75歳) - 0.575QALY(35歳)となった。世代で按分した結果では、男性で62.2万円の費用削減・0.603QALY獲得、女性で64.0万円の費用削減・0.477QALY獲得となる。割引なしの場合、医療費削減幅は男性で30.0万円(75歳) - 155.1万円(25歳)、女性で44.3万円(75歳) - 142.2万円(55歳)となった。獲得QALYは、男性で0.178(75歳) - 2.422QALY(25歳)、女性で0.144(75歳) - 1.464QALY(25歳)となった。世代で按分した結果では、男性で106.3万円の費用削減・1.215QALY獲得、女性で121.3万円の費用削減・1.154QALY獲得となる。

表2に、男女別に喫煙率の絶対値が1%・5%・10%減少した場合の効果を示す。2019年の20-70歳代の総人口は男性4,659万人・女性4,730万人で、1%の絶対値減少は男性で46.6万人・女性で47.3万人の減少に相当する。

絶対値での1%・5%・10%の減少がもたらす喫煙関連疾患の生涯医療費削減効果は、割引2%の場合男性で2,898億円・1兆4,500億円・2兆8,989億円。女性で2,787億円・1兆3,939億円・2兆7,877億円となる。無割引の場合は男性で4,954億円・2兆4,768億円・4兆9,535億円。女性で5,290億円・2兆6,452億円・5兆2,904億円となる。

D. 考察

絶対値としての喫煙率の低下にともなう生涯医療費の削減効果を、昨年度までに構築したモデルをもとに試算した。1%の喫煙率の減少は、割引2%のケースで2,800～2,900億円、無割引で5,000～5,300億円の医療費削減をもたらすことが明らかになった。この結果と、多種多様なたばこ政策がもたらす喫煙率の減少効果を合わせることで、政策ごとの医療費削減効果の推計が可能になる。

現時点の研究結果には、いくつかの限界がある。

まず、喫煙率の減少効果は世代を問わず均等に現れると仮定し、なおかつ単年度に同時に発生すると仮定している点である。政策の波及効果が例えば値上げなどの政策が喫煙率に及ぼす影響は、所得などの影響を受けるため、性・年齢によって影響が異なる可能性がある。あわせて、とくに割引を実施している場合には、喫煙率の低下のタイミングが遅ければ、その分現在価値に換算した医療費削減効果は圧縮される。長期間での推計の場合、人口構造そのものの変化の影響も加味して考える必要がある。

今回の推計に用いた簡略モデルには、代表的な喫煙関連疾患として、心筋梗塞・脳卒中・COPD・肺がん・肝がん・胃がんの6疾患を組み込んでおり、また喫煙関連疾患の医療費は発症後5年間に限定して算入している。それゆえ、健康アウトカム改善効果・喫煙関連疾患の医療費削減効果ともに、やや保守的（数値を小さく見積もる）な推計となる。モデルそのものの構造は、これ以外の疾患の考慮も可能な設計となっている。今後の研究の進展にともない、よ

り多くの疾患の影響を組み込んだ推計が望まれる。

割引あり（割引率2%）の結果となしの結果で、医療費削減効果は大きく変化する（1%の喫煙率の減少は、割引2%のケースで2,800～2,900億円、無割引で5,000～5,300億円の医療費削減）。禁煙のように結果（疾患発症抑制にともなうアウトカム改善・医療費削減）が出るまでに時間がかかる疾患の場合、割引適用の有無や割引率の設定によって結果が大きく変動することはある意味必然であり、これまでのモデル分析も割引適用ありのものを基本分析として提示してきた。ただし、長期にわたる分析の際には、割引率をやや低めに設定する（すなわち、影響が小さくなる）シナリオ分析を行うことは、英国NICEやフランスHASなど、諸外国のHTA機関も推奨している。日本はもともとの割引率が低い（ガイドライン上2%、英国は3.5%・フランスは4%）ものの、今後の議論が必要なポイントである。

E. 結論

「禁煙プログラムの費用対効果評価モデル（個々の禁煙プログラムの期待費用・期待生存年・期待QALYを評価できるモデル）」をより簡略化したものを活用し、喫煙率の低下によってもたらされる将来の総医療費削減効果の推計を行った。絶対値での1%・5%・10%の減少がもたらす喫煙関連疾患の生涯医療費削減効果は、割引2%の場合男性で2,898億円・1兆4,500億円・2兆8,989億円。女性で2,787億円・1兆3,939億円・2兆7,877億円となる。無割引の場合は男性で4,954億円・2兆4,768億円・4兆9,535億円。女性で5,290億円・2兆6,452億円・5兆2,904億円となった。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

(著者名・題名・発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

2. 学会発表

(発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

H. 参考文献

- 1) Igarashi A, Takuma H, Fukuda T, Tsutani K. Cost-utility analysis of varenicline, an oral smoking-cessation drug, in Japan. *Pharmacoeconomics* 2009; 27(3): 247-61.
- 2) Igarashi A, Goto R, Suwa K, et al. Cost-effectiveness analysis of smoking cessation interventions in Japan using a discrete event simulation. *Applied Health Economics and Health Policy* 2015.
- 3) 喫煙の健康影響に関する検討会. 喫煙と健康 喫煙の健康影響に関する検討会報告書. 喫煙の健康影響に関する検討会, 2016.
URL:<http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10901000-Kenkoukyoku-Soumuka/0000135585.pdf>

表 1 モデルによる喫煙関連疾患コスト・QALY の推計結果 (1 人あたり)
 <割引あり・2%>

| 男性 | 期待医療費 | | 期待アウトカム | | 差分 | |
|-----------|------------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|
| | 喫煙者 | 禁煙者 | 喫煙 QALY | 禁煙 QALY | コスト | QALY |
| 25 歳 | 2,382,852 | 1,679,742 | 32.257 | 33.206 | -703,110 | 0.949 |
| 35 歳 | 2,857,727 | 2,074,375 | 28.707 | 29.607 | -783,351 | 0.900 |
| 45 歳 | 3,383,351 | 2,633,120 | 24.420 | 25.120 | -750,232 | 0.701 |
| 55 歳 | 3,891,174 | 3,292,898 | 19.772 | 20.245 | -598,276 | 0.473 |
| 65 歳 | 4,197,460 | 3,773,100 | 15.315 | 15.601 | -424,360 | 0.286 |
| 75 歳 | 3,970,096 | 3,719,221 | 11.212 | 11.355 | -250,875 | 0.144 |
| 総合 | 3,459,717 | 2,837,477 | 22.534 | 23.137 | -622,239 | 0.603 |
| 女性 | | | | | | |
| 25 | 1,508,857 | 973,610 | 34.988 | 35.502 | -535,247 | 0.514 |
| 35 | 1,795,435 | 1,165,679 | 31.855 | 32.429 | -629,756 | 0.575 |
| 45 | 2,112,763 | 1,427,510 | 28.084 | 28.638 | -685,252 | 0.554 |
| 55 | 2,405,242 | 1,654,910 | 23.798 | 24.312 | -750,331 | 0.514 |
| 65 | 2,632,285 | 2,024,233 | 19.019 | 19.362 | -608,052 | 0.343 |
| 75 | 2,506,980 | 2,184,430 | 14.017 | 14.170 | -322,550 | 0.153 |
| 総合 | 2,197,199 | 1,557,325 | 25.697 | 26.174 | -639,874 | 0.477 |

<割引なし・0%>

| 男性 | 期待医療費 | | 期待アウトカム | | 差分 (1 人あたり) | |
|-----------|-----------|-----------|---------|---------|-------------------|-------|
| | 喫煙者 | 禁煙者 | 喫煙 QALY | 禁煙 QALY | コスト | QALY |
| 25 歳 | 5,732,038 | 4,180,340 | 53.312 | 55.734 | -1,551,698 | 2.422 |
| 35 歳 | 5,765,556 | 4,286,727 | 44.082 | 46.127 | -1,478,829 | 2.045 |
| 45 歳 | 5,778,242 | 4,517,972 | 34.843 | 36.148 | -1,260,270 | 1.305 |
| 55 歳 | 5,704,818 | 4,797,253 | 26.306 | 27.065 | -907,565 | 0.759 |
| 65 歳 | 5,476,201 | 4,915,945 | 19.028 | 19.437 | -560,256 | 0.410 |
| 75 歳 | 4,806,959 | 4,506,505 | 13.095 | 13.273 | -300,454 | 0.178 |
| 総合 | | | | | -1,063,262 | 1.215 |
| 女性 | | | | | | |
| 25 歳 | 3,995,996 | 2,573,894 | 53.312 | 55.734 | -1,422,102 | 2.422 |
| 35 歳 | 4,028,786 | 2,610,199 | 44.082 | 46.127 | -1,418,587 | 2.045 |
| 45 歳 | 4,012,339 | 2,639,337 | 34.843 | 36.148 | -1,373,002 | 1.305 |
| 55 歳 | 3,907,966 | 2,638,938 | 26.306 | 27.065 | -1,269,028 | 0.759 |
| 65 歳 | 3,702,677 | 2,790,340 | 19.028 | 19.437 | -912,337 | 0.410 |
| 75 歳 | 3,172,790 | 2,729,972 | 13.095 | 13.273 | -442,818 | 0.178 |
| 総合 | | | | | -1,213,066 | 1.154 |

表 2 喫煙率が1%・5%・10%（絶対値）減少したときの生涯医療費削減効果（億円）
 <割引あり・2%>

| 男性 | 1%減少 | 5%減少 | 10%減少 |
|-----|----------|-----------|-----------|
| 25歳 | -398.2 | -1,990.9 | -3,981.8 |
| 35歳 | -645.0 | -3,224.8 | -6,449.6 |
| 45歳 | -875.0 | -4,375.1 | -8,750.2 |
| 55歳 | -529.3 | -2,646.4 | -5,292.7 |
| 65歳 | -356.8 | -1,783.8 | -3,567.6 |
| 75歳 | -94.7 | -473.5 | -946.9 |
| 総額 | -2,898.9 | -14,494.4 | -28,988.9 |

| 女性 | 1%減少 | 5%減少 | 10%減少 |
|-----|----------|-----------|-----------|
| 25歳 | -327.3 | -1,636.3 | -3,272.5 |
| 35歳 | -442.6 | -2,213.0 | -4,425.9 |
| 45歳 | -626.8 | -3,134.0 | -6,268.0 |
| 55歳 | -609.0 | -3,045.2 | -6,090.4 |
| 65歳 | -504.8 | -2,524.0 | -5,048.0 |
| 75歳 | -277.2 | -1,386.0 | -2,772.0 |
| 総額 | -2,787.7 | -13,938.5 | -27,876.9 |

<割引なし・0%>

| 男性 | 1%減少 | 5%減少 | 10%減少 |
|-----|----------|-----------|-----------|
| 25歳 | -878.8 | -4,393.8 | -8,787.5 |
| 35歳 | -1,217.6 | -6,087.9 | -12,175.7 |
| 45歳 | -1,469.9 | -7,349.5 | -14,699.0 |
| 55歳 | -802.9 | -4,014.4 | -8,028.9 |
| 65歳 | -471.0 | -2,355.0 | -4,710.1 |
| 75歳 | -113.4 | -567.0 | -1,134.1 |
| 総額 | -4,953.5 | -24,767.6 | -49,535.2 |

| 女性 | 1%減少 | 5%減少 | 10%減少 |
|-----|----------|-----------|-----------|
| 25歳 | -869.5 | -4,347.4 | -8,694.7 |
| 35歳 | -997.0 | -4,984.9 | -9,969.8 |
| 45歳 | -1,255.9 | -6,279.4 | -12,558.9 |
| 55歳 | -1,030.1 | -5,150.3 | -10,300.7 |
| 65歳 | -757.4 | -3,787.1 | -7,574.2 |
| 75歳 | -380.6 | -1,902.8 | -3,805.6 |
| 総額 | -5,290.4 | -26,452.0 | -52,903.9 |