

(2) 家庭における分煙の方法

家族の中に喫煙者がある場合、比較的狭い空間である家庭においては、非喫煙者である家族が受動喫煙を受ける可能性が非常に高くなります。

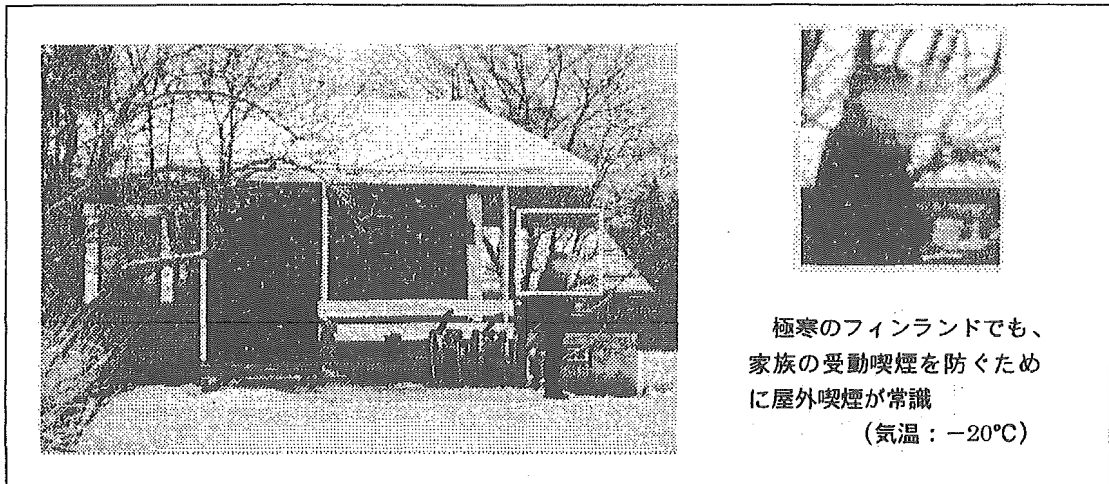
それぞれの家庭の問題とはいえ、簡単な方法で受動喫煙が防げるのですから、工夫をするに越したことはありません。

それぞれの家庭の実情に応じて、分煙の工夫をしてみましょう。

① 屋外での喫煙

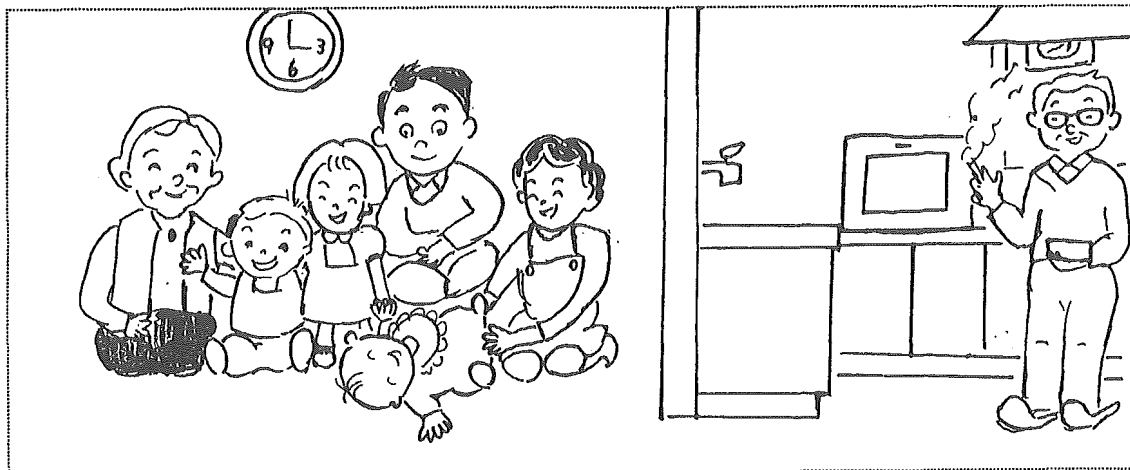
最近では、家族の健康を意識して、ベランダ等の屋外に出て喫煙する「ホタル族」なる人々も増加してきました。この方法は、完全に空間を分割しますから、もっとも安易かつ効果的な方法といえます。

ただし、煙は風に乗って流れていきますので、隣近所への配慮が必要になります。



② 換気扇の真下での喫煙

台所などの換気扇の近くで喫煙する方法を実践されている人々もいます。この方法は、確実にたばこの煙が吸い込まれるように、「フードの真下に灰皿を置くこと」及び「換気扇に向かって吹き出すこと」という2点について配慮する必要があります。



### 3 分煙効果の判定方法と基準

実際に行われている分煙が、受動喫煙防止の観点から効果があるかどうかについては、厚生労働省が平成 14 年 6 月に発表した「分煙効果判定基準策定検討会報告書」の中で、分煙効果の判定基準（表 4）が示されています。

表 4 分煙効果判定基準

1 喫煙室あるいは境界のある喫煙コーナーから屋外への排気装置がある場合の判定基準	
判定場所 1 喫煙場所と非喫煙場所との境界	
<ul style="list-style-type: none"> <li>① デジタル粉じん計を用いて、経時的に浮遊粉じんの濃度の変化を測定し、漏れ状態を確認すること。すなわち<u>非喫煙場所の粉じん濃度が喫煙によって増加しないこと</u>(*1)。</li> <li>② 非喫煙場所から喫煙場所方向に<u>一定の空気の流れ (0.2m/秒以上)</u>があること。</li> </ul>	
判定場所 2 喫煙場所	
<ul style="list-style-type: none"> <li>① デジタル粉じん計を用いて測定した時間平均浮遊粉じんの濃度が <math>0.15\text{mg}/\text{m}^3</math>以下に保たれていること。</li> <li>② 検知管を用いて測定した一酸化炭素濃度が 10ppm 以下であること。</li> </ul>	
2 空気清浄機による喫煙場所の場合の判定基準	
判定場所 1 喫煙場所と非喫煙場所との境界	
<ul style="list-style-type: none"> <li>① デジタル粉じん計を用いて、経時的に浮遊粉じんの濃度の変化を測定し、漏れ状態を確認すること。すなわち<u>非喫煙場所の粉じん濃度が喫煙によって増加しないこと</u>。</li> <li>② 非喫煙場所から喫煙場所方向に<u>一定の空気の流れ (0.2m/秒以上)</u>があること。</li> <li>③ ガス状成分について適切な方法で濃度を測定し、喫煙場所からの漏れ状態を確認すること（現在、適切な評価対象となるガス状成分および測定手法は確立されていない）。</li> </ul>	
判定場所 2 喫煙場所	
<ul style="list-style-type: none"> <li>① デジタル粉じん計を用いて測定した時間平均浮遊粉じんの濃度が <math>0.15\text{mg}/\text{m}^3</math>以下に保たれていること。</li> <li>② 検知管を用いて測定した一酸化炭素濃度が 10ppm 以下であること。</li> <li>③ ガス状成分について適切な方法で濃度を測定し、その値が一定値以下であること（現在、適切な評価対象となるガス状成分および測定手法は確立されていない）。</li> </ul>	

\*1：強制排気の場合はガス状物質も粒子状物質と同様に排出されるので、粒子状物質の測定のみで代表できる。

（厚生労働省「分煙効果判定基準策定検討会報告書」平成 14 年 6 月）

この報告書の中では、受動喫煙を防止する観点から、喫煙場所のあるべき姿を「隔離された喫煙室、あるいは非喫煙場所との境界が家具、パーティション、カーテンを用いる等、何らかの方法で仕切られている場所」としており、「境界のない喫煙席や喫煙コーナーを喫煙場所としている場合、喫煙場所と非喫煙場所の最も適切と思われる境界を決める必要がある」としています。

以下は、報告書で示された有効な分煙の条件です。（現実的には、排気装置を設置（強化）をしない場合には、達成は困難です。）

**屋内における有効な分煙の条件**

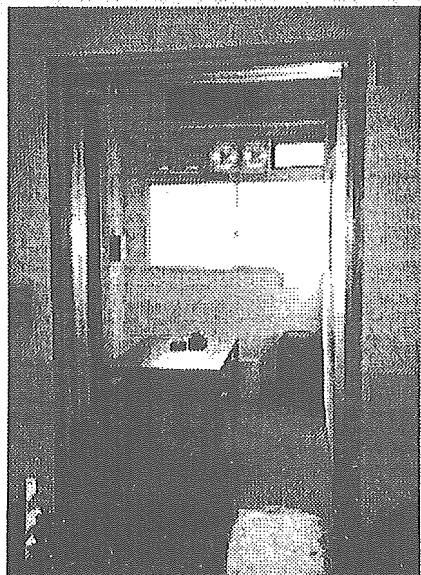
（厚生労働省「分煙効果判定基準策定検討会報告書」平成14年6月）

喫煙場所から非喫煙場所に環境タバコ煙成分（粒子状物質及びガス状物質）が漏れ出ないこと（非喫煙者の受動喫煙防止）

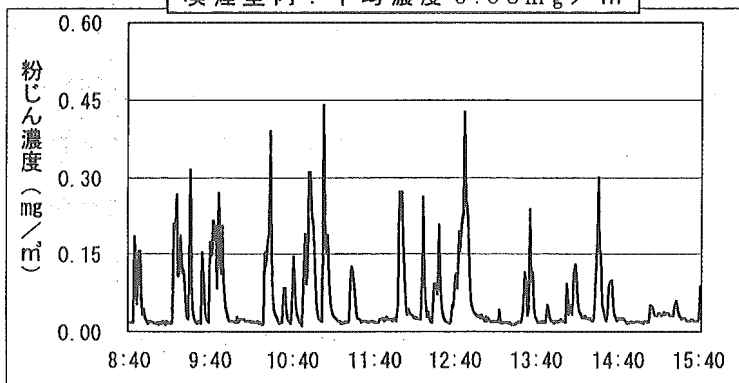
喫煙場所における空気環境を良好な状態に保つこと（喫煙者の受動喫煙の軽減）

**換気扇を使用した喫煙室の成功例**

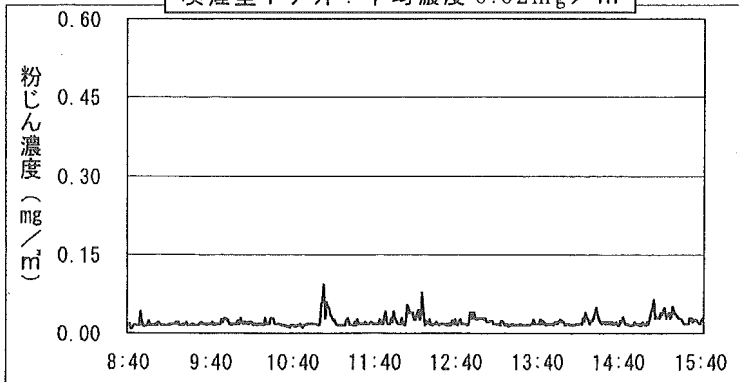
- 窓枠に換気扇（直径20cm）を4台設置した喫煙室 = 合計排気風量は30 m<sup>3</sup>/分
- ドア面で一定の空気の流れ0.2m/秒以上が確保できるため、ドアを開けていても漏れない（換気扇の直径が25cmなら2台=30 m<sup>3</sup>/分で良い）
- ドアを開放しているため、喫煙室内部にも煙がこもることはない（15頁を参照）



喫煙室内：平均濃度 0.06 mg/m<sup>3</sup>



喫煙室ドア外：平均濃度 0.02 mg/m<sup>3</sup>



## 4 効果的な分煙の認定

分煙に関する取り組みが効果的に行われるためには、市民全体の分煙に対する認識を高めることが大切です。

このガイドラインで示した分煙の区分（「第3章の1」14ページ）を前項の「有効な分煙の条件」に照らし合わせてみると、区分AからCまでの方法が、受動喫煙の防止に効果的であると言えます。

そこで、本ガイドラインでは、この区分AからCの分煙方法に適合する3つの場合において、それぞれが以下の認証項目をすべてクリアできた場合に、効果的な分煙がなされていると位置付け、認定することとします。

表5 効果的な分煙の認定項目

条 件	認 定 項 目	チェック欄
施設内禁煙の場合 【区分A相当】	1 施設内（敷地を含む）が禁煙であることが標示されている。	
	2 施設内（敷地を含む）に灰皿が置かれていない。	
室内禁煙の場合 【区分B相当】	1 屋外またはベランダ、軒先等に喫煙場所が設定されている。	
	2 室内が禁煙であることが標示されている。	
	3 室内に灰皿が置かれていない。	
喫煙場所が室内の場合 【区分C相当】	1 喫煙場所が設定されている。	
	2 喫煙場所は、間仕切りで仕切られている、または喫煙室として設定されている。	
	3 喫煙場所以外の室内には、灰皿が置かれていない。	
	4 喫煙場所から非喫煙場所にたばこ煙が漏れ出さない排気装置がある。 ※ 喫煙場所も良好な空気環境を維持するために必要な排気風量を設置することが望ましい。	

★第3章中、15～20ページに掲載の写真及びグラフデータ等の出典  
産業医科大学 産業生態学研究所 労働衛生工学教室 大和 浩 助教授

地域ぐるみのたばこ対策評価のためのモニタリング方法の検討  
-地域におけるたばこ対策とその評価に関する研究-

分担研究者 大野ゆう子 大阪大学医学部保健学科教授  
研究協力者 安間明日香 大阪大学大学院医学系研究科  
村田加奈子 大阪大学大学院医学系研究科  
雑賀公美子 大阪大学大学院医学系研究科  
萩本 明子 大阪大学大学院医学系研究科

研究要旨

たばこ関連疾患、特に肺がんは最近増加傾向にあり、現在の喫煙状況を著しく改善しない限りこれらのたばこ関連疾患による死亡数の減少は当面期待できない。喫煙本数が多い者、また若いときに喫煙を開始した者ほど肺がんになる危険性は明らかに増加する。しかし社会的な行動変容を求めるためには、集団でみた喫煙率がどれだけの疾病発症に関わっているのか、集団での喫煙率減少によってどれだけ疾病発症減少が見込まれるのかといった情報について数値的に情報を提供する必要がある。

本研究では効果的な予防施策の検討を目的として肺がん自然史モデルを構築し、感度分析を用いて喫煙率の変動が肺がん死亡数に与える影響を検討した。また比較のために肺がん検診率の変動による影響、未成年喫煙率の影響も検討した。

肺がん自然史モデルは、既存モデル CANSAVE を参考にシステムダイナミクス (SD) を用いて構築した。SD 肺がん自然史モデルは「健康」「前臨床期」「臨床期」「治癒」「肺がんによる死亡」「他の原因による死亡」の6要素から構成されるとし、「健康」から「前臨床期」に至る過程と、各状態から「他の原因による死亡」に至る過程では喫煙率とリスクが比例関係にあり、検診受診者は「前臨床期」において早期治療により治癒に至ることが可能であると仮定した。

本モデルを用いて1970年生まれの20歳男性100万人の仮想コウホートを初期値に60年間の動態シミュレーションを行った結果、世代生命表とほぼ類似した生存曲線が得られた。また肺がん死亡数は50歳ごろから増加を始め73歳で最大2777人の肺がん死亡数が推計された。感度分析の結果より、「喫煙の状況を改善した場合」は肺がん死亡数減少効果が大きいものの、効果が現れるまでには若干のタイムラグが発生することが示され、「検診受診率を上昇させた場合」では肺がん死亡数減少効果が「喫煙の状況を改善した場合」ほど大きくないものの、その効果の現れる時期は早いということが示された。以上より肺がん死亡の予防の際には検診の充実のみでは不十分であり、喫煙抑制も組み合わせ、各特徴を充分考慮した施策実施が望ましいことが分かった。未成年喫煙率については感度分析の結果より、0%では100%より肺がん死亡数のピーク時年齢が8歳若いことが分かった。またシミュレーション結果からのパラメータ逆推定により、未成年喫煙は成人以降喫煙開始に比べ肺がん等のリスクを5倍高めることが示され、若年者に対して禁煙指導の早期開始などが求められる。

A. 研究目的

現在日本人の三大死因は悪性新生物、心臓疾患、脳血管疾患であるが、悪性新生物による死亡率は

急激に増加してきた。我が国のがんによる死亡者数は2001年の「厚生省人口動態統計」によれば約30万人、総死亡の約3割を占めている<sup>1)</sup>。

その中でもたばこ関連疾患である肺がんは最近特に増加傾向にある。死亡数は男性で 39904 人、女性で 15130 人とそれぞれがん死亡の第 1 位、第 4 位を占めており<sup>2)</sup>、がん対策上大きな位置を占めるがんの一つである。また部位別年齢調整罹患率の推移をみると、胃がん、子宮がんは減少傾向を示しているものの、肺がんは逆に上昇傾向を示している。今後のがん罹患将来推計では、男性において、肺がんが 2015 年に胃がんを追い抜き、がん罹患の 1 位を示すことが予想されている<sup>3)</sup>。このように肺がん予防の必要性は非常に大きくなっている。

肺がんは喫煙本数が多い者、また若いときに喫煙を開始した者ほど、肺がん発症の危険性は明らかに増加する<sup>4)~8)</sup>。現在の喫煙状況を著しく改善しない限り、これら肺がんなどたばこ関連疾患による死亡数の減少は当面期待できない。そのためにはまず、集団としての喫煙率がどれだけの疾病発症に関わっているのか、集団での喫煙率減少によってどれだけの疾病発症減少が見込まれるのかといった情報を数値として明確に提供する必要がある。

また、喫煙対策を考える上で未成年喫煙にも注目すべきである。男女とも若い世代における喫煙率は、積極的なたばこの広告・販売促進活動の影響もあって増加を始めている。青少年の喫煙は、1900 年に制定された「未成年者喫煙禁止法」によって禁止されているものの、平成 8 年に行われた未成年者の喫煙行動に関する全国調査(旧国立公衆衛生院)<sup>9)</sup>によると、月 1 回以上喫煙する者の割合は、中学 1 年で男子 7.5%、女子 3.8%、学年が上がるほど高くなり、高校 3 年では男子 36.9%、女子 15.6%であった。毎日喫煙者の割合は、中学 1 年では男子 0.7%、女子 0.4%に過ぎないが、高校 3 年男子では 25.4%、女子では 7.1%に達しており、喫煙者のかなりの部分を毎日喫煙者が占めるに至っている。

本研究はたばこ関連疾患の最も代表的なものである肺がんに着目し、たばこ対策として喫煙率、検診受診率、未成年喫煙率による集団肺がん死亡数に対する減少効果について比較検討した。

## B. 研究方法

### B.1 既存モデルの検討

肺がんの自然経過を表すモデルを構築する場合、費用に着目し治療経過を示したモデル、転移に着目したモデル、肺がんの組織型に着目したモデルなど、問題意識によって多くのモデルが考えられ、実際にモデルに基づく研究が報告されている<sup>10)~15)</sup>。

予防施策評価のためのモデルも少数ながら報告されている。山口らは、がん対策の効果を評価するためのコンピューターシミュレーションモデルとして、マルコフ確率過程理論を用いた CANSAVE(Cancer Strategy Analysis and Validation of Effect)を開発し、日本人男性の肺がん死亡の将来動向を予測した。また、禁煙対策と肺がん検診の効果についてもシミュレーションを実施し、喫煙開始の抑制が効果を出現させるには数十年間の待ち時間が必要であることなど、がん対策について時間軸に基づいた多くの示唆を与えている<sup>16) 17)</sup>。

本研究において CANSAVE の設定を参考にする場合、以下 3 点の改善が必要と考えた。

#### (1)シミュレーションを行う際の煩雑さ解消

CANSAVE ではマルコフ確率過程を用いているため、喫煙の状況や検診の有無、出生年別に考えられるすべての組み合わせについて繰り返しプログラムを実行させる必要があった。更に得られた結果を再構築する必要があり、シミュレーションには多大な労力が必要であった。喫煙の状況や検診の有無について感度分析を行う際にも遷移確率を変更させ何度もシミュレーションを行わねばならず、医療職者や政策立案者などプログラム構築者以外の者が利用することは難しい。本研究で構築するシミュレーションモデルは、実際に施策に関わるものが簡便に利用し効果を検討できるようなシミュレーションモデルであることが望ましいと考えた。

#### (2)がん治療後の患者設定

CANSAVE では Preclinical、Clinical から肺がんが治癒した患者について、再び Cancer-free

の状態に戻ると設定されている。しかしがん治癒後の患者把握は今後の医療需要予測のためにも必要である。今回検討する項目ではないが、がん治癒後の患者状態設定を行うことは今後のモデル汎用性を高めると考えた。



### (3) 未成年喫煙について

現在の高い未成年喫煙率や喫煙が若年者に与える悪影響などを考えると、モデルに未成年喫煙に関するパラメータを組み込む必要があると考えた。

## B.2 SD 理論

本研究ではシステムダイナミクス (SD)理論を用いて CANSAVE を改良した「SD 肺がん自然史モデル」を構築した (図 1-1 図 1-2)。

システムダイナミクス理論は、フィードバックを含むシステムの動的挙動を扱い、社会システムの有効なシミュレーションモデルとして知られる<sup>18)~21)</sup>。システムダイナミクス理論では、ある状態(ストック)からパラメータ(ストック間移行係数)により制御される変化量(レート)に従って変化(フロー:本研究では人数の変化)が生じている。モデルの基本構成要素は以下のとおりである。

- ・ストック(図中: ) : 一般に人、資金、情報などの累積(そこに流れ込み、流れ出るもの)を表す。「ストックの値」というのは、その時点で累積している量を指す。
- ・フロー(図中: ) : ストックに流入・流出する経路を表す。

モデル内では、システム構成要素ごとの挙動を変化率の形で線形、非線形に関わらず記述し、その統合結果としてシステムの動的表現が可能となる。

## B.3 SD 肺がん自然史モデル

今回作成した SD 肺がん自然史モデルは成人男性の肺がん自然経過を示すことを目的とした。モデルの基本的な設計条件は以下の通りである。

- ・喫煙は肺がんの発症率、肺がん以外の死亡率を高める

- ・喫煙状況として非喫煙者、喫煙者、禁煙者を設定する
- ・禁煙すると肺がん、死亡のリスクが減少する
- ・一旦肺がんを発症した後の経過は喫煙状況に影響されない
- ・肺がんが早期に発見された場合は進行してから発見された場合より治癒する可能性が高い
- ・肺がんが早期に発見されるのは検診受診者からのみである
- ・検診によって発見される肺がんはすべて早期と仮定する
- ・医療機関受診時などで発見される場合は検診由来と比較し治癒率が低い
- ・未成年喫煙は肺がん、死亡のリスクを更に増大させる
- ・未成年喫煙者はどの喫煙状況にも同じ割合で存在する

なおモデルはカスケードモデル、すなわち状態間にフィードバック関係が存在しないと仮定し作成した。シミュレーションするのは 20 歳男性 100 万人であり、CANSAVE シミュレーションとの比較のため、1990 年で 20 歳となるよう 1970 年生まれコウホート集団を想定した。肺がんの好発年齢よりもかなり若年の 20 歳男性を初期値とした理由は、現在法的に喫煙が許される年齢である 20 歳からのシミュレーションを行うためである。

### B.3.1 ストックの設定

モデルのストックは CANSAVE で設定された各状態に「治癒」の群を加えた以下の 6 状態を定義した。

- 0: 「健康」—健康な群
- 1: 「前臨床期」—検診によってのみ発見される早期の肺がん患者群
- 2: 「臨床期」—進行した肺がん患者群
- 3: 「治癒」—肺がんから治癒した群
- 4: 「肺がんによる死亡」—肺がんによって死亡した群
- 5: 「他の原因による死亡」—肺がん以外の原因によって死亡した群

「健康」は肺がんを発症していない人を指す。肺がんの発症の有無のみに注目し、他の疾患の有無は問わない。

「前臨床期」は肺がんのうち早期であるものを指す。検診によって前臨床期のうちに肺がんを発見された(早期発見)患者は前臨床期のうちに治療を受けることができる(早期治療)と設定している。

「臨床期」は肺がんのうち前臨床期よりも進行しているものを指し、自覚症状によって医療機関を訪れ肺がんが発見された患者などを想定している。臨床期での治療の効果は前臨床期に比べて低く設定する。

「治療」は前臨床期、臨床期にある患者が加療により治癒した状態を設定している。CANSAVEでは肺がんが治癒した状態は「健康」に戻ると設定されていたが、今回のSD肺がん自然史モデルでは治癒したものを独立した状態として設定した。

「肺がんによる死亡」は臨床期であったものが肺がんによって死亡したものを指す。

「他の原因による死亡」は健康、前臨床期、臨床期、治癒、の状態にあったものが、肺がん以外の死因で死亡したものを指す。

### B.3.2 状態遷移確率の設定

遷移確率は「他の原因の死亡率」を除いてCANSAVEと同じ率を用いた。「他の原因の死亡率」についてはCANSAVEによって設定された率を基に、1970年生まれコウホートの世代生命表の生存曲線に合うようシミュレーションの結果から逆に推定した。

#### (1)一定の遷移確率

喫煙者・非喫煙者、検診受診・未受診、年齢に関わらず一定の確率で状態推移するもの

「前臨床期から臨床期への率」： $P_{12} = 0.61/\text{年}$

「前臨床期から治癒への率」： $P_{13} = 0.16/\text{年}$

「臨床期から治癒への率」： $P_{23} = 0.13/\text{年}$

「臨床期から肺がんによる死亡率」： $P_{24} = 0.69/\text{年}$

(2)喫煙者の方が高い遷移確率をもつもの

「健康から前臨床期への率」(非喫煙者)：

$$P_{01nonsmoker} = 0.15 \times 10^{-5} \times \{age + (1/P_{12} + 1/P_{23})\}^{4.0}$$

「健康から前臨床期への率」(喫煙者)：

$$P_{01smoker} = 1.7 \times 10^{-5} \times \{age - 22.4 + (1/P_{12} + 1/P_{23})\}^{4.5}$$

「他の原因の死亡率」：

$$\begin{bmatrix} P_{05smoker} \\ P_{15smoker} \\ P_{25smoker} \\ P_{35smoker} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{05nonsmoker} \\ P_{15nonsmoker} \\ P_{25nonsmoker} \\ P_{35nonsmoker} \end{bmatrix} \times 1.02 \times \exp(\text{smoking\_duration})$$

### B.3.3 喫煙状況の設定

喫煙の状況について、以下の6グループを設定した。

- ・「非喫煙」：全く喫煙せず  
(集団の35%)
- ・「喫煙継続」：20歳から生涯喫煙を継続  
(集団の25%)
- ・「禁煙30歳」：20歳で喫煙開始、30歳で禁煙  
(集団の10%)
- ・「禁煙40歳」：20歳で喫煙開始、40歳で禁煙  
(集団の10%)
- ・「禁煙50歳」：20歳で喫煙開始、50歳で禁煙  
(集団の10%)
- ・「禁煙60歳」：20歳で喫煙開始、60歳で禁煙  
(集団の10%)

禁煙によるリスクの減少については、肺がんによる死亡、他の死因による死亡とも、CANSAVEに従い禁煙年後3%の割合で減少すると設定した。

「禁煙によるリスクの減少」：

$$\begin{bmatrix} P_{01exsmoker} \\ P_{05exsmoker} \\ P_{15exsmoker} \\ P_{25exsmoker} \\ P_{35exsmoker} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{01smoker} \\ P_{05smoker} \\ P_{15smoker} \\ P_{25smoker} \\ P_{35smoker} \end{bmatrix} \times \{1 - 0.03 \times (\text{exsmoking\_duration})\}$$

### B.3.4 未成年喫煙について

未成年から喫煙しているものは成年以降に喫煙を開始したものに比べて肺がんを早期に発症する可能性が高くなるとされている<sup>22)</sup>。よって本モデルでもその検討を行うため、未成年喫煙の影響を導入したモデルを構築した。



CANSAVE ではこの未成年喫煙についての記述はみられなかったが、SD 肺がん自然史モデルでは「未成年喫煙率」、「未成年喫煙によるリスク増」のパラメータを設定した。「未成年喫煙率」の値はどの喫煙状況別グループとも 25%と仮定した。

## B.4 分析

### B.4.1 未成年喫煙によるリスク増の検討

嶽崎の報告によると、未成年から喫煙を開始している男性の肺がん発症平均年齢は 57.6 歳で、21 歳以上から喫煙を開始した人の肺がん発症平均年齢 64.1 歳より 7 歳若かったとのことである<sup>2)</sup>。本研究では「未成年喫煙によるリスク増」について、未成年喫煙者と成年以降喫煙者の肺がん死亡数ピーク時年齢差が嶽崎の述べる 7 歳となるよう逆推定して「未成年喫煙によるリスク増」を求めた。

### B.4.2 感度分析

喫煙率(喫煙抑制)、検診受診率(検診充実)、未成年喫煙率による肺がん死亡数への影響を検討することを目的として 3 つのパラメータについて感度分析を行った(表 1)。設定①として喫煙の状況を、設定②として検診受診率を、設定③として未成年喫煙率を変化させた。また得られた各結果から肺がん死亡数の減少割合を比較した。

## B.5 倫理面への配慮

本研究では個人を特定する情報を用いておらず倫理面の問題がない。

## C. 研究結果

作成した SD 肺がん自然史モデルを用いて、1970 年出生コウホートの 20 歳男性 100 万人の 60 年間動態シミュレーションを行った(図 2)。モデル構成の妥当性を検討するため、パラメータの初期値を反復計算的に変化させて求めた。このパラメータ値を採用してシミュレーションを行ったところ、世代生命表と比較して誤差 10%以内で一致する生存曲線が得られた(図 3)。

肺がん死亡数については、最初ほとんど発生が

見られなかったが 45 歳ごろから増加を始めた。そして 50 歳で 557 人、60 歳で 1587 人、70 歳で 2726 人と急激に増加し、73 歳の 2777 人をピークにその後減少を始め、80 歳では 1693 人となった。この肺がん死亡数の年次推移のカーブは、1990 年年齢階級別肺がん死亡数の形とほぼ一致した(図 4)。

「未成年喫煙によるリスク増」については、シミュレーション結果から逆推定し、成年以降喫煙者の 5 倍のリスクという値を得た。以後モデルではこの値を用いた。

### C.1 設定①シミュレーション結果

設定①-1 を基本とし、喫煙の状況を変化させてシミュレーションを行った(図 5)。設定①-2 で「非喫煙」者を 25%増やして 60%にし、「喫煙継続」者を 25%減らして 0%にした場合(喫煙率高)、肺がん死亡数のピークは 71 歳と早まり、数は 1346 人と減少した。設定①-3 で「非喫煙」者を 25%減らして 10%にし、「喫煙継続」者を 25%増やして 50%にした場合(喫煙率低)、肺がん死亡数のピークは 73 歳で変わらず、数は 4221 人と増加した。設定①-4 で「禁煙 30 歳」者を 10%減らして 0%にし、「禁煙 60 歳」者を 10%増やして 20%にした場合(禁煙遅)、肺がん死亡数のピークは 71 歳と早まり、数は 3209 人と増加した。設定①-5 で「禁煙 30 歳」者を 10%増やして 20%にし、「禁煙 60 歳」者を 10%減らして 0%にした場合(禁煙早)、肺がん死亡数のピークは 74 歳とやや遅くなり、数は 2358 人と減少した。設定①-6 で「喫煙継続」者を 100%にした場合(全喫煙)、肺がん死亡数のピークは 72 歳とやや早くなり、数は 6433 人と大きく増加した。設定①-7 で「非喫煙」者を 100%にした場合(全非喫煙)、肺がん死亡数は急激に増加することなくゆるやかに増加し続けピークは 80 歳で 850 人と大きく減少した。

### C.2 設定②シミュレーション結果

設定②-1 を基本とし検診受診率を変化させてシミュレーションを行った(図 6)。設定②-1「検

「検診受診率」: 10% (検診低) では肺がん死亡数のピークは 73 歳で変わらず、数は 2817 人と若干増加した。設定②-3「検診受診率」: 100% (検診高) でも肺がん死亡数のピークは 73 歳で変わらず、数は 2494 人と減少した。

### C.3 設定③シミュレーション結果

設定③-1 を基本とし未成年喫煙率を変化させてシミュレーションを行った(図 7)。設定①-1「未成年喫煙率」: 0% (成年開始) では肺がん死亡数のピーク時は 76 歳と遅れ、数は 1925 人と減少した。設定①-3「未成年喫煙率」: 100% (未成年開始) では肺がん死亡数のピーク時は 68 歳と早まり、数は 3860 人と増加した。

### C.4 死亡数減少相対割合

喫煙抑制(喫煙率)、検診充実(検診受診率)による肺がん死亡数の相対減少割合を比較した(図 8)。喫煙抑制として設定①-2 の死亡数を、検診充実として設定②-3 の死亡数を使用し、基本死亡数に対する相対死亡割合を算出し比較した。

喫煙抑制では、シミュレーション開始からしばらくの間、死亡数は基本の場合と特に変化がなかったが、34 歳から割合は減少し始め 73 歳で基本の 48%まで年々減少を続け、その後 80 歳で 62%まで戻るような谷型のカーブを描いた。検診充実では、シミュレーション開始からすぐの 25 歳で死亡数の割合は減少を始めた。減少の割合はすぐに 90%まで下がるとその後 91%から 87%の間で 80 歳までほとんど変化せず水平な直線を描いた。

## D. 考察

### D.1 モデルの妥当性の検討

今回 SD 肺がん自然史モデルでは 20 歳男性 100 万人の仮想コウホートに基づくシミュレーションを行ったが、シミュレーションの結果、コウホート生存曲線は現実のものとはほぼ類似していた。更に肺がん死亡数の年次推移は現実に報告される年齢階級別死亡数と同じ形をなした。したがって本 SD モデルは肺がん自然史を表すモデルとし

て、分析に用いることが可能である。

### D.2 喫煙率、検診受診率による予防施策の検討

設定①-2、①-3 より、非喫煙者を増加させた場合、肺がん死亡数減少の効果は大きいことがわかった。また、①-4、①-5 より、禁煙年齢が早いほど肺がん死亡数減少効果は大きいことがわかった。ただし、いずれの場合も肺がんが減少を始めるまでには十数年の期間が必要である。

設定②-3 より、検診受診率を 100%に増加させた場合でも肺がん死亡減少効果はあまり大きくはなかったが、肺がん死亡数は早い時期から減少を始める。

設定①、設定②の感度分析結果より、喫煙抑制である喫煙の状況を改善した場合は、大きな肺がんの減少効果を示す。しかし効果が現れるまでにはタイムラグが発生する。検診充実である検診受診率を上昇させた場合では、その効果の現れる時期は 1 次予防よりも早いものの、大きな肺がん減少効果は期待できない。このように、集団における肺がん死亡数の減少を目指す場合には肺がん検診だけでは決して充分でなく、たばこ対策の充実が強く求められる。CANSVAE モデルからも示されていたように、これらの特徴を充分考慮しながら 2 つを組み合わせた施策実施が望ましい。

### D.3 未成年喫煙によるリスク増の検討

未成年期に喫煙を開始した者では、成人後に喫煙を開始した者に比べて、たばこ関連疾患の危険性はより大きいとされている。シミュレーション結果から逆推定を行った結果、「未成年喫煙によるリスク増」は 5 倍となった。5 倍と設定した場合のシミュレーション結果では年齢差が 8 歳となったが、未成年喫煙の影響をここまで大きく設定することによって、他の報告値と一致する結果が得られたという点は注目すべきである。これをふまえて未成年の喫煙を防ぐための一層の努力が求められる。

### D.4 施策効果検討モデル

肺がんの自然経過を示すようなモデルを構築

する際には、モデルが現実を記述するように疫学家や臨床家などの意見を基にモデルを修正していく必要がある。そのためモデル構築の際の理論を知らない人でも直感的に理解しやすく、またそれらの修正が容易であるようなモデルが望ましい。CANSAGEのように確率過程を用いたモデルでは、モデルを理解しようとする場合、ある程度マルコフ確率過程についての知識が必要である上、遷移確率の変更や新しい状態を追加する際には多大な労力が必要となる。SDを用いた本モデルでは様々な要素の関連性を視覚的にイメージしながらモデルを構築するため、数学的な理解無しにモデルから現象をイメージすることが可能である。加えてモデルの変更も容易であるため、多くの専門家の意見を基に様々な現象をシミュレートする事ができる。

また本モデルでは感度分析も容易である。本モデルはモデルの構造やプログラムを理解していない者でも検診受診率や喫煙の状況を任意に変更することが可能であり、現場の医療職者や政策立案者などがたばこ対策を行っていく際に非常に容易にその効果を予測することができる。

#### D.5 今後の課題

シミュレーションとはモデルを使った数値的分析であり、本研究でも様々な前提を設け、他の文献から引用した数値を使用している。よってこうした前提や数値が変われば、結果も変わる可能性があることに注意が必要である。これらの統計数値を得ることは現実には非常に困難であり、合理的な政策評価モデル構築に必要な基礎的保健データの蓄積は今後の緊急課題と言える。

今後は様々なコウホートについても予防施策効果の検討を行うとともに、喫煙開始や禁煙といった行動、検診受診率を決定するような要因についてもモデルに組み込むことで、より汎用性の高いモデルを構築できると考える。

#### E. 結論

本研究では効果的な予防施策の検討を目的としてシステムダイナミクスを用いて肺がん自然

史モデルを構築し、感度分析を用いて喫煙率の変動が肺がん死亡数に与える影響を検討した。また比較のために肺がん検診率の変動による影響、未成年喫煙率の影響も検討した。

その結果、「喫煙の状況を改善した場合」は肺がん死亡数減少効果が大きいものの、効果が現れるまでには若干のタイムラグが発生することが示され、「検診受診率を上昇させた場合」では肺がん死亡数減少効果が「喫煙の状況を改善した場合」ほど大きくないものの、その効果の現れる時期は早いということが示された。以上より肺がん死亡の予防の際には検診の充実のみでは不十分であり、喫煙抑制も組み合わせ、各特徴を充分考慮した施策実施が望ましいことが分かった。未成年喫煙率についても感度分析を行った結果、0%では100%より肺がん死亡数のピーク時年齢が8歳若いことが分かった。またシミュレーション結果からのパラメータ逆推定により、未成年喫煙は成人以降喫煙開始に比べ肺がん等のリスクを5倍高めることが示され、若年者に対して禁煙指導の早期開始などが求められる。

#### 文献

- 1) 厚生労働省人口動態調査：死亡数・死亡率（人口10万対）、性×死因簡単分類別。  
<http://www.dbtk.mhlw.go.jp/toukei/youran/data13/1-30.htm>
- 2) 厚生労働省人口動態調査：悪性新生物の死亡数・死亡率（人口10万対）、主な部位別。  
<http://www.dbtk.mhlw.go.jp/toukei/youran/data13/1-35.htm>
- 3) 北川貴子他：日本のがん罹患の将来予測—1975-93年全国罹患率（推計値）に基づく将来推計—。がん・統計白書—罹患/死亡/予後—1999, 160-170, (1999)
- 4) Tominaga S: Tobacco: a major international health hazard. Smoking and cancer patterns and trends in Japan (Zaridze D G & Peto R eds), p. 1 03-3. International Agency for Research on Cancer, Lyon (1986)

- 5) Doll R & Peto R: Cigarette smoking and bronchial carcinoma: dose and time relationships among regular smokers and lifelong non-smokers. *J Epidemiol Community Health* 32, 303-33 (1978)
- 6) Mizuno S et al: Lung cancer risk comparison among male smokers between the "Six Prefecture Cohort in Japan and the British Physicians' Cohort. *Jpn J Cancer Res* 80, 11 65- 70 (1989)
- 7) Sobue T et al: Lung cancer risk among exsmokers. *Jpn J Cancer Res* 82, 273-279 (1990)
- 8) Ohtaki M et al: A model for age dependence of lung cancer mortality. *Bull Biometric Soc Jpn* 11, 1 27- 38 (1990)
- 9) 菱輪眞澄: 未成年者の喫煙行動に関する実態調査. 国立公衆衛生院厚生科学研究 (1996)
- 10) 田中博他: マクロモデルを用いた循環器疾患対策の事前評価の研究. 大和ヘルス財団助成による研究業績集, 8: 38-45 (1984)
- 11) 国際復興開発銀行 (世界銀行): たばこ流行の抑制: たばこ対策と経済. 1818 H Street, N.W., Washington, D.C. 20433, U.S.A. (1999)
- 12) 濃沼信夫: 癌検診の経済的評価. *臨床科学* 32 (4): 441-445 (1996)
- 13) 矢野聖二: 肺がんの多臓器転移モデルと治療への応用. 第 119 回日本医学会シンポジウム記録集 (2001)
- 14) 曾根三郎: 概説: がん転移モデルと臨床. 応用. 第 119 回日本医学会シンポジウム記録集 (2001)
- 15) 児玉哲郎他: 肺腺癌と異型増殖性病変、その病理組織学的検討. *肺癌*, 28: 325-333 (1988)
- 16) Yamaguchi N et al. Evaluation of cancer prevention strategies by computerized simulation model: an approach to lung cancer. *Cancer Causes Control* 2, 1 47-55 (1991)
- 17) 山口直人 渡辺昌: CANCAVE による肺がんの将来予測. *CRC vol.1 No.2* 1992 Summer.
- 18) Eric Wolstenholme. A patient flow perspective of U.K. Health Services: Exploring the case for new "intermediate care" initiatives. *System Dynamics Review* Vol. 15, No. 3, 253-271 (Fall 1999)
- 19) 合田周平他: システム・ダイナミクス. 共立出版, (1973)
- 20) 中西俊男: シミュレーションの発想. 講談社, (1983)
- 21) 大平佐武郎: 成長の限界—ローマ・クラブ「人類の危機」レポート—ダイヤモンド社, (1972)
- 22) 嶽崎俊郎: 肺がんリスクを高める若年喫煙開始: 特に発症年齢の若年日本癌学会 ワークショップ (2002)  
[http://homepage1.nifty.com/drshun/tobacco/miseinen\\_lk\\_onet.htm](http://homepage1.nifty.com/drshun/tobacco/miseinen_lk_onet.htm)
- F. 健康危険情報  
この研究において、健康危険情報に該当するものはなかった。
- G. 研究発表  
1. 論文発表: なし  
2. 学会発表  
雑賀公美子、大野ゆう子、他、中村隆. たばこ対策と肺がんの死亡率、罹患率の推移: 日本とオーストラリアのコウホート分析比較, 第 61 回日本公衆衛生学会総会 (埼玉), 2002.10
- H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)  
この研究において、知的財産権に該当するものはなかった。

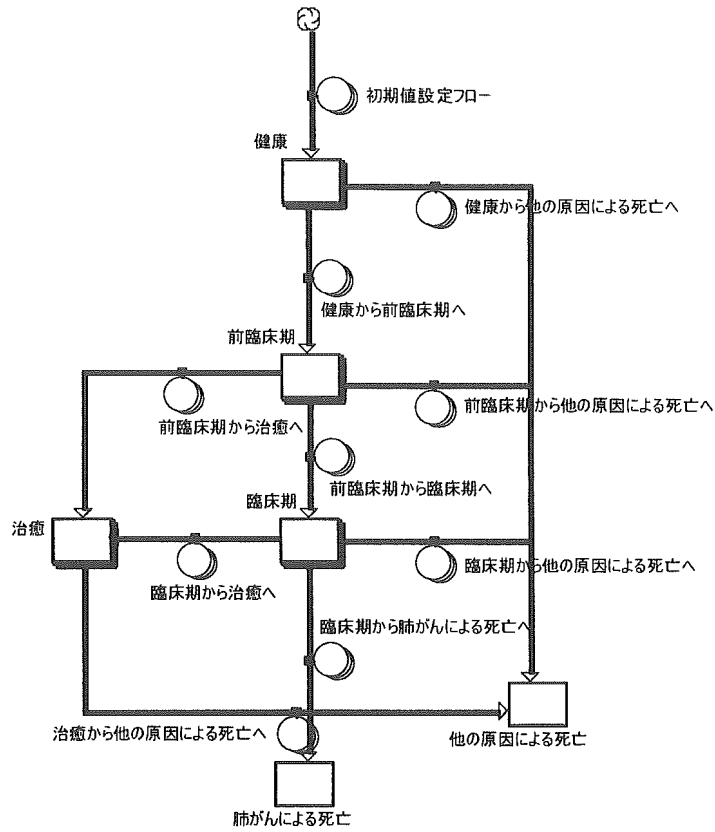


図 1-1 肺がん自然史モデル (ストック・フローのみで記述したモデル)

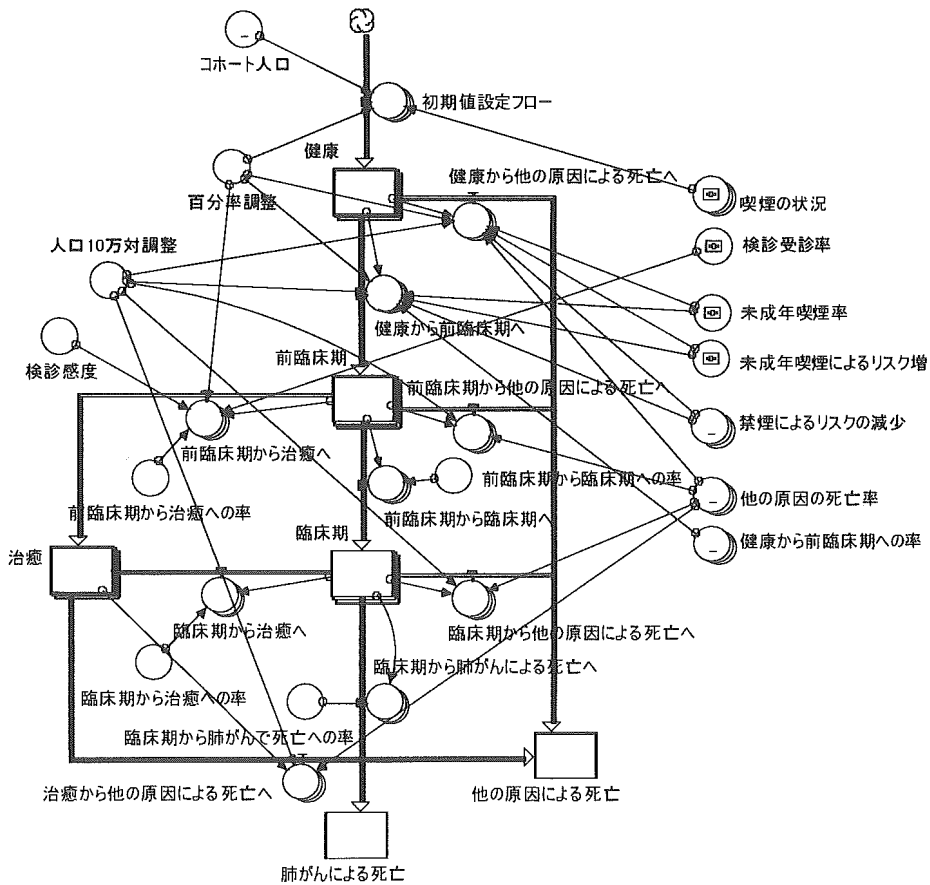


図 1-2 肺がん自然史モデル(フローを制御する各パラメータを加えたモデル)

1: 肺がん死亡数

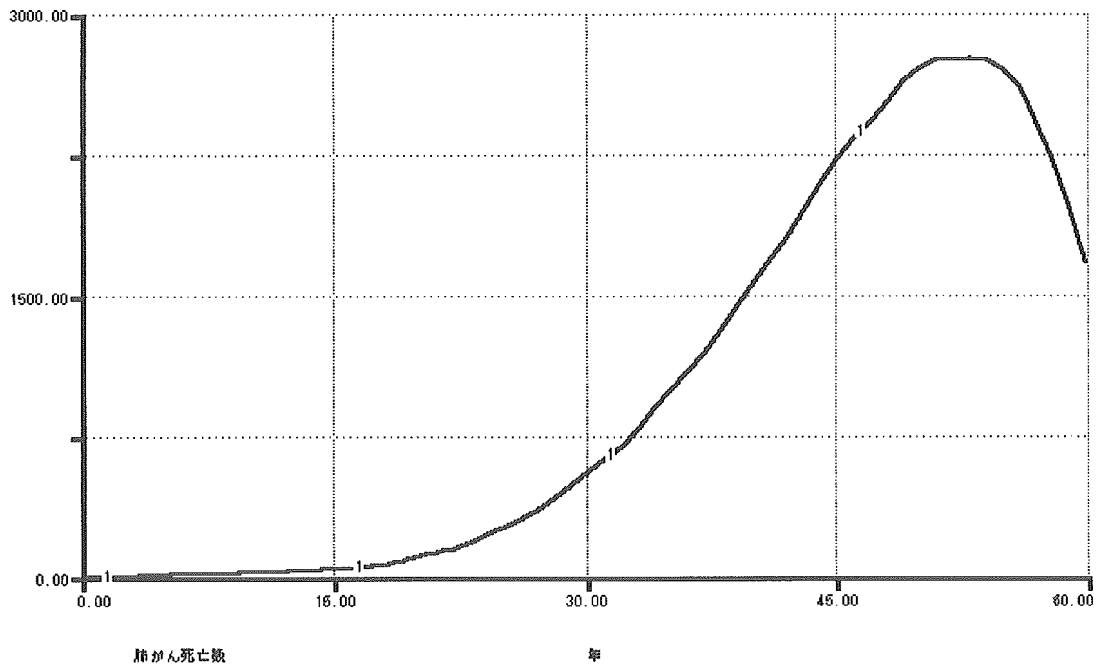


図2 シミュレーション結果—肺がん死亡数（基本モデル）

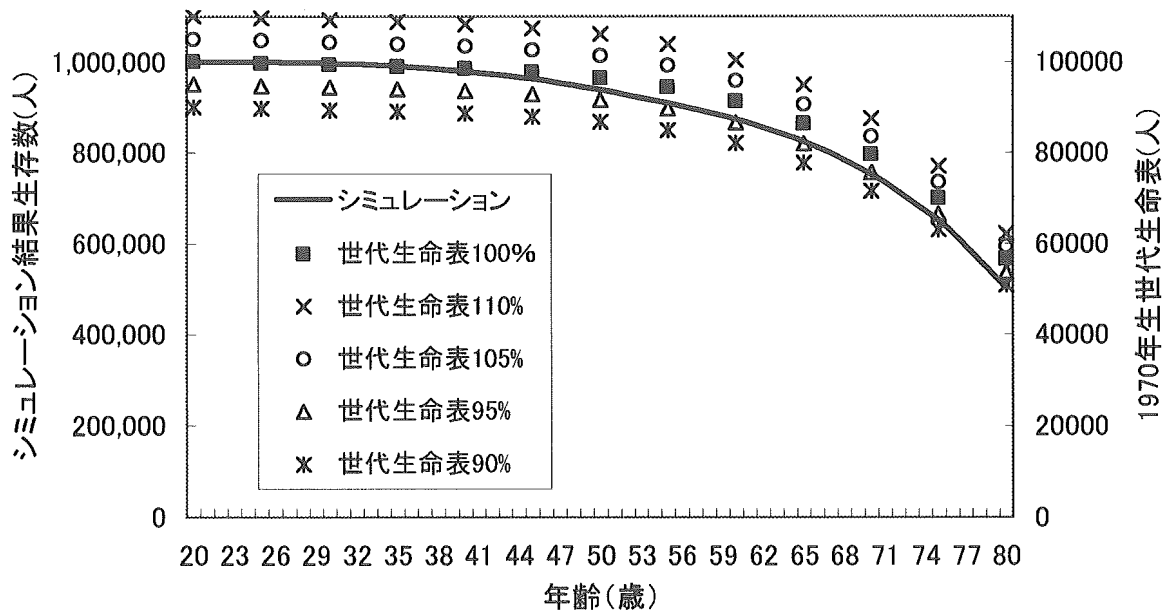


図3 シミュレーション結果—生存数と1970年生世代生命表との比較

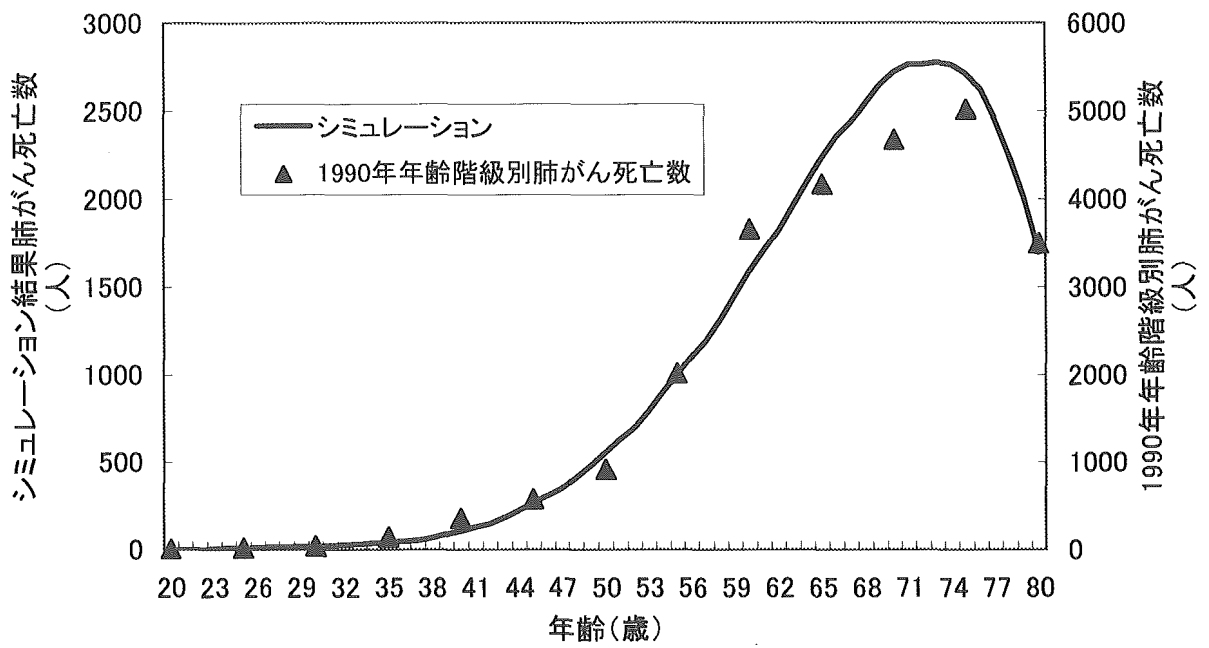


図4 シミュレーション結果—肺がん死亡数と1990年年齢階級別肺がん死亡数との比較

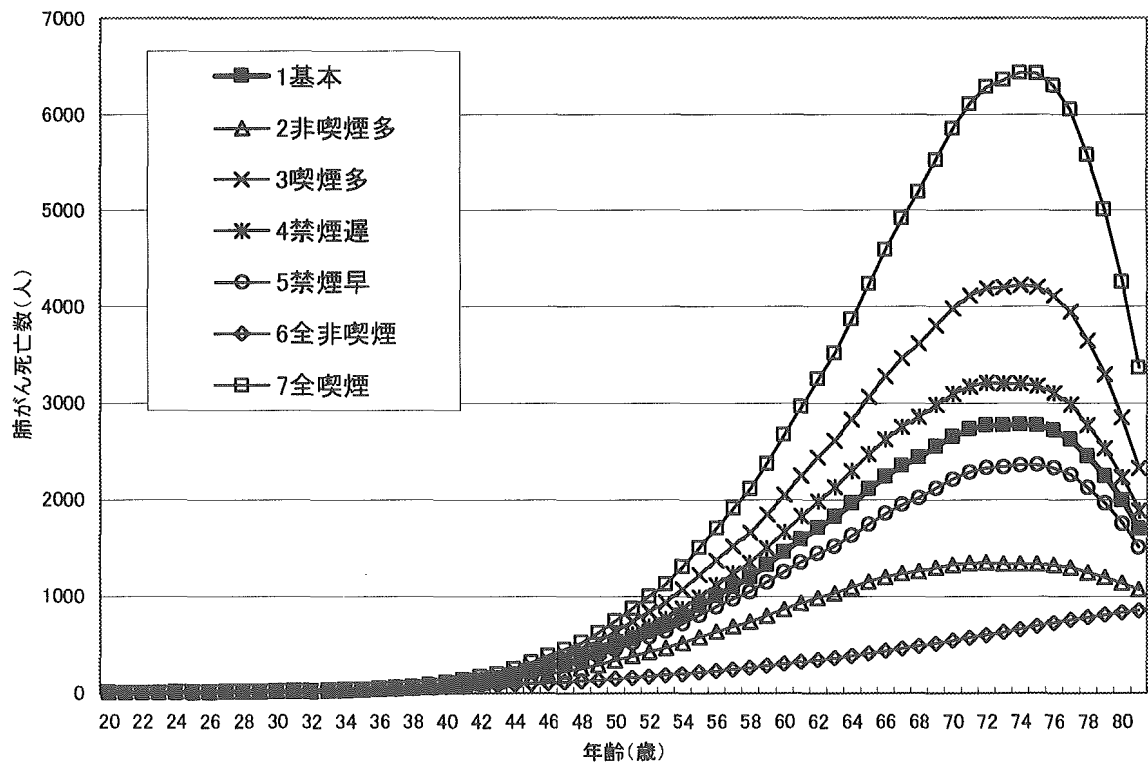


図5 設定①—1次予防効果の検討

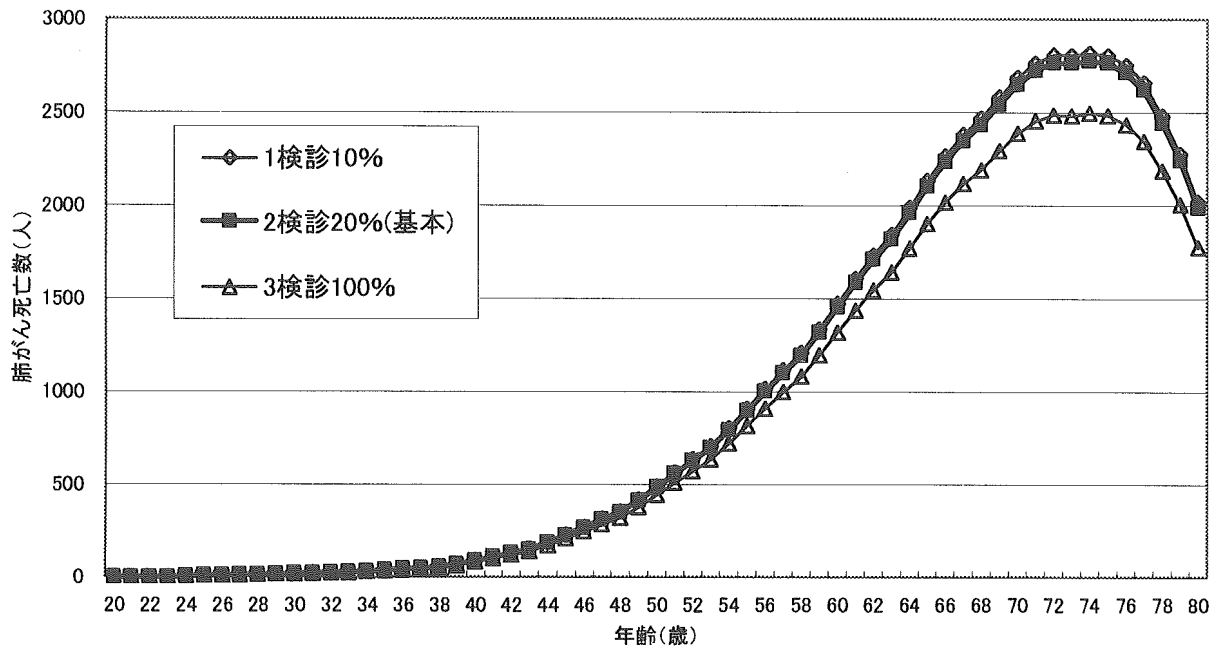


図6 設定②—2次予防効果の検討

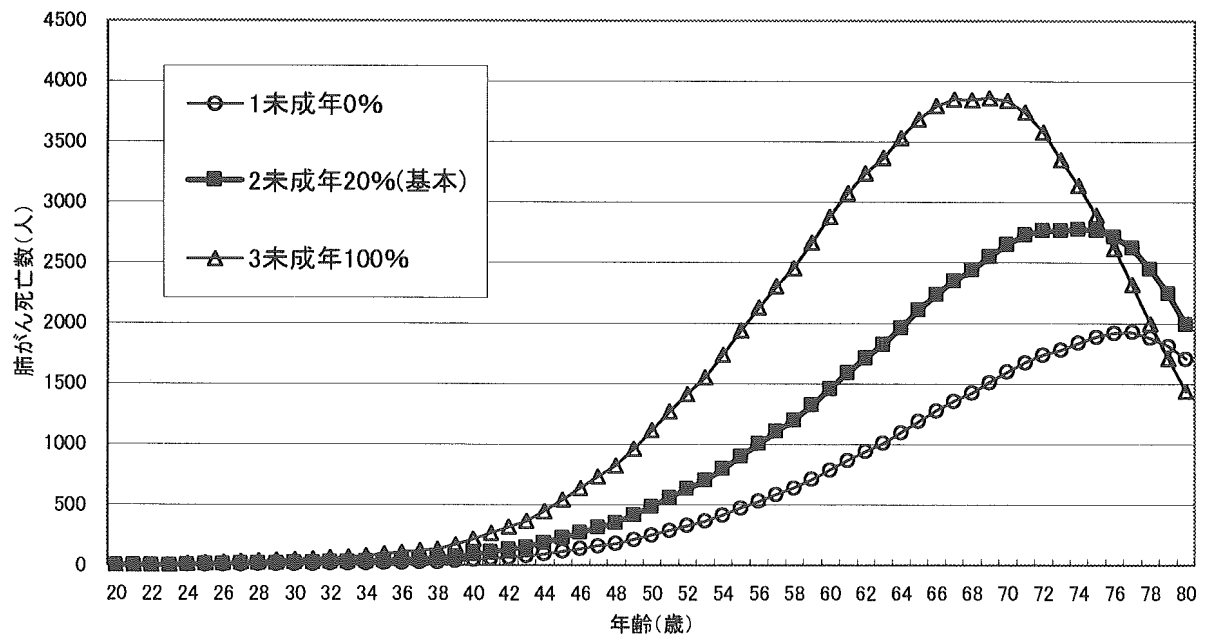


図7 設定③—未成年喫煙の検討



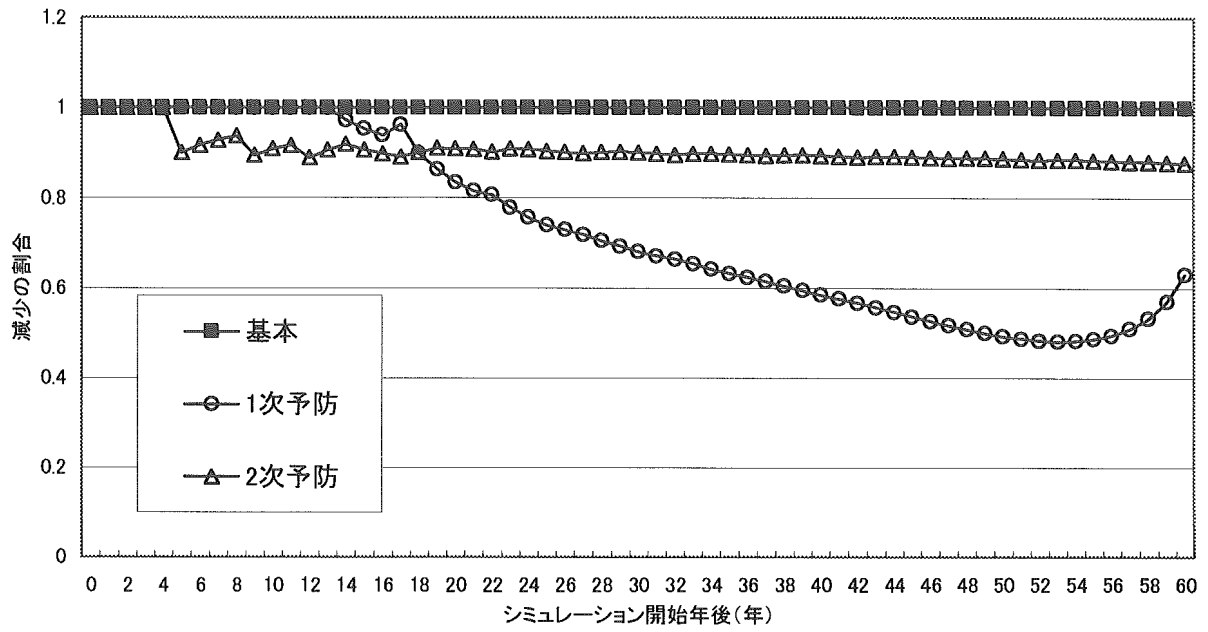


図8 1次2次予防と肺がん死亡数の減少の割合

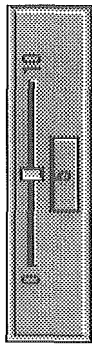
表1 感度分析の設定

設定①							
	- 1	- 2	- 3	- 4	- 5	- 6	- 7
	基本	喫煙率低	喫煙率高	禁煙遅	禁煙早	全喫煙	全非喫煙
非喫煙	35%	60%	10%	35%	35%	0%	100%
喫煙継続	25%	0%	50%	25%	25%	100%	0%
禁煙 30 歳	10%	10%	10%	0%	20%	0%	0%
禁煙 40 歳	10%	10%	10%	10%	10%	0%	0%
禁煙 50 歳	10%	10%	10%	10%	10%	0%	0%
禁煙 60 歳	10%	10%	10%	20%	0%	0%	0%

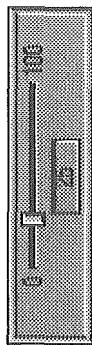
設定②			
	- 1	- 2	- 3
	基本	検診低	検診高
検診受診率	20%	10%	100%

設定③			
	- 1	- 2	- 3
	基本	成年開始	未成年開始
未成年喫煙率	25%	0%	100%

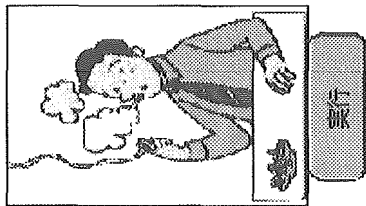
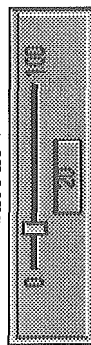
未成年喫煙によるリスク増



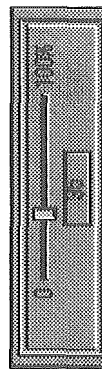
未成年喫煙率



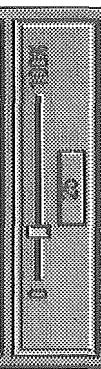
梅診受診率



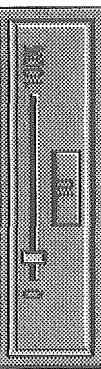
喫煙の状況 [日喫煙]



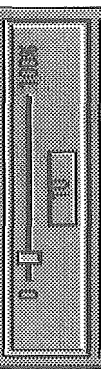
喫煙の状況 [喫煙開始]



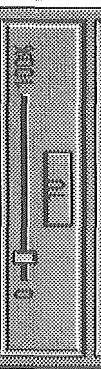
喫煙の状況 [禁煙30歳]



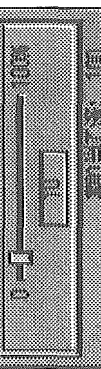
喫煙の状況 [禁煙40歳]



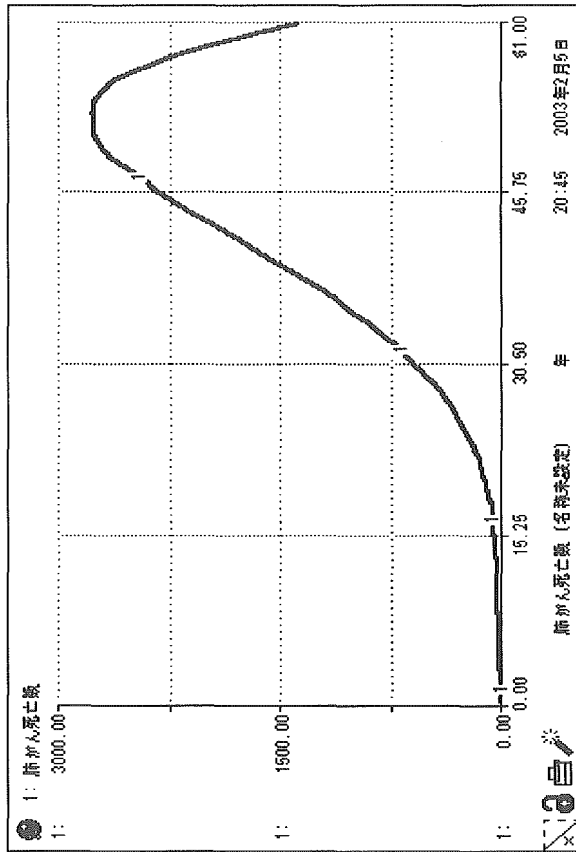
喫煙の状況 [禁煙50歳]



喫煙の状況 [禁煙60歳]



報告で表  
表移動



20:45 2003年2月5日 肺がん死...

年	1: 肺がん死亡
49	2,660
90	2,728
51	2,767
52	2,765
93	2,777
94	2,766
55	2,714
96	2,620
57	2,443
98	2,241
99	1,983
80	1,885
集計	

20:45 2003年2月5日

年	生存
90	767,865.39
61	751,505.53
52	733,318.29
53	713,802.72
54	693,374.90
55	672,468.72
56	651,493.95
57	624,709.82
58	594,418.90
59	562,762.28
80	531,500.43
集計	501,788.24

資料 SD 肺がん自然史モデル—コントロール画面

大学におけるたばこ対策の実施とその評価

分担研究者 三上 洋 大阪大学医学部保健学科教授

研究要旨

1. 昨年度に引続き本保健学科3専攻の学部学生を対象に喫煙行動とたばこに対する態度に関する実態調査を行った。喫煙率は、学科全体では5.7%、専攻別では、看護5.4%、検査4.3%、放射7.1%を示した。全体として学年が上昇するにつれ、喫煙率は上昇していた。たばこに対する態度では、医療施設の禁煙化や、禁煙指導方法に関する教育の普及には肯定的であったが、学生の生活に近い保健医療系学校の禁煙化や、保健医療従事者は禁煙するべきであるといった項目には否定的な傾向がみられ、学生自身が社会に禁煙化を主張する役割を担うという自覚はうすいように感じられ、さらなる働きかけの必要性が示唆された。2. 看護学専攻2年生を対象に、たばこ教育プログラムを作成し、その効果を検討した。教育プログラムによりたばこに関する知識の正解率は上昇した一方で、禁煙サポートにおける喫煙者のステージ分類とその対処方法の理解は高まったが、十分とは言えなかった。たばこに対する態度は改善を示したが、たばこ保健指導への意欲は全体としてみると有意に変化しなかった。より効果的な介入を行うため、ロールプレイなどのプログラムの内容を改善する必要があると考えられた。

A. 研究目的

公衆衛生上の観点から、我が国のたばこ対策の最終的な目標は、「たばこによる疾病・死亡の低減」であり、保健医療従事者にはこの目標に向けてたばこの害に対する国民の意識を高めていく責務がある。しかるに、保健医療従事者の喫煙率を見ると、医師1)と女性の技師は一般成人と比較して低いものの、看護職2,3)と男性の技師は喫煙率は高いとされている4)。看護職を含めた保健医療従事者の「医療者としての模範的役割意識(Exemplar role)」を高めることが必要である。

また、全ての人がたばこは健康に有害であるということを認識し、非喫煙者となるためには、保健医療従事者が模範的役割意識を高めるとともに、患者に対して有効な禁煙指導ができることが重要である。このためには、将来保健医療従事者となる保健医療系学生への早期からの喫煙防止教育のみならず、禁煙指導方法の教育が必要であり、禁煙指導の実践者となるための教育プログラムの開発を検討していく必要があると考えら

れた。

それゆえ、研究の第2年度にあたり、本学保健学科における学生の喫煙状況とたばこに対する意識調査を継続して行い、さらにその調査結果から得られた情報をもとに、禁煙指導の実践者となるための「たばこ教育プログラム」を看護学専攻において実行に移した。

1. 平成14年度実態調査：保健学科学生の喫煙状況とたばこに対する態度

平成13年度の郵送法による調査に引き続き、平成14年4月の始業時期に、保健学科3専攻の学生に対する質問票の直接配布による悉皆的調査を行った。調査目的は、学生の喫煙行動、たばこに対する態度、将来禁煙教育を行なう者としての意欲を把握し、今後の禁煙教育プログラムを計画するための基礎的資料・情報を得ることである。

2. たばこ教育プログラムの開発と評価

「喫煙状況とたばこに対する態度」の実態調査の結果を踏まえ、看護学生のたばこ保健指導への