

厚生労働科学研究費補助金（がん対策推進総合研究事業）  
（分担）研究報告書

数理モデルによるがん対策進捗評価：マイクロシミュレーションモデルの活用

研究分担者 伊藤 ゆり 大阪医科大学 研究支援センター 医療統計室 室長・准教授  
研究協力者 福井 敬祐 広島大学 先進理工系科学研究科 准教授  
研究協力者 加茂 憲一 札幌医科大学 医療人育成センター 准教授

研究要旨

がん対策の各介入効果を予測し、優先順位付けするために、各種実態データをもとにシミュレーションの活用が期待されている。可能な限りわが国のデータを用いたマイクロシミュレーション（MS）モデルを構築・活用できるように、必要な情報を明確化し、情報収集のための調査の提案を行う必要がある。本稿では MS モデルについて概要をまとめ、海外や日本でがん対策のために開発された MS モデルの活用事例を紹介する。また、日本における MS モデルを活用したがん対策進捗管理に必要な情報について、検討する。海外の事例として、米国 CISNET やカナダ OncoSim を紹介した。日本の MS モデルは大腸がん CAMOS-J CRC および肺がんの格差の MS の作成・活用が始まっている。今後、日本において MS モデルを活用したがん対策を行う上で必要となるのは人的資源および豊富な統計情報であることが示唆された。

A. 研究目的

がん対策の各介入効果を予測し、優先順位付けするために、各種実態データをもとにシミュレーションの活用が期待されている。しかし、わが国では実態把握のデータが不足しており、海外の実態を引用したり事後的に結果が現実合うように調整を加えたりせざるを得ないこともありうる。可能な限りわが国のデータを用いたマイクロシミュレーション（MS）モデルを構築・活用できるように、必要な情報を明確化し、情報収集のための調査の提案を行う必要がある。本稿では MS モデルのがん対策への活用事例をまとめ、今後の課題について整理する。

B. 研究方法

MS モデルについて概要をまとめ、海外や日本でがん対策のために開発された MS モデルの活用事例を紹介する。また、日本における MS モデルを活用したがん対策進捗管理に必要な情報について、検討する。

C. 研究結果

(1) マイクロシミュレーションモデルとは

マイクロシミュレーション（MS）とは、個人、世帯、企業などの個体を最小単位として扱うモデリング手法である。MS モデルの中で、個体は一意的な ID 番号を持ち、各々の属性（個人であれば、性別、年齢、婚姻、雇用状況など、世帯であれば居住環境、収入など）が与えられる。個体は決められたルールに基づき、ある状態から別の状態（例えば、健康から疾病へ、非喫煙者から喫煙者へ）

に遷移する。遷移のルールは確率 1 で決定論的な場合（例：18 歳になり、選挙権が与えられる）もあれば、集団ごとに遷移確率が異なる場合（例：たばこ税が上がり、低所得層の喫煙者が減る）もある。個体に対し、誕生から死亡までを時系列に 1 個体ずつシミュレートする手法である。人口集団の多様性や、行動の変化（例：喫煙、飲酒など生活習慣）、人口の推移、個体間の相互作用（例：ウイルス感染など）を反映することができる。この手法により、疾病の発生から進展、その後の転帰までの一連の病態のプロセスをシミュレーション可能であり、任意の時点における様々な要因を反映できる。つまり、人における疾患の病態における複雑なプロセスを表現可能であるという特徴を有する。

MS は以下の三つの状況のときに適用をするとよいとされる。[1]

1. 集団が異質（Population heterogeneity）  
対象集団を構成する個体が多様であり、各個体の属性の種類が多く、組み合わせが無数になる場合。
2. 集計が困難（Problem of aggregation）  
扱うべき個体の行動が複雑で、マクロレベルではとらえられない場合。
3. 個体のヒストリーを扱う（Individual history）  
喫煙ヒストリーが死亡に与える影響など、個体の行動のヒストリーが重要となる場合。

MS には、個体の行動のヒストリーを扱うことが

できるため、ライフコースの視点で、様々な交互作用を組み込み、複雑な現象を表現できるという理論的な観点での利点がある。また、“仮想の社会”を用いた予測を通して、政策介入の効果を検討できるため、社会の情勢や人口など大きな変化も考慮に入れられる実用的な利点もある。さらに、集計データをベースとしたモデルに比べてモデルに組み込む変数の個数や課すべき分布等の仮定などが無いという技術的な利点を有する。一方で、異なるデータソースから得た無数のパラメータを使い、ブラックボックスの部分が多く、数学のように美しくないという批判や、予測パワーやパラメータの推定精度を考慮していない、変数を増やしモデルを詳しくするとランダム性を犠牲にせざるを得ず、変数を減らすとモデルの予測精度が低くなるというトレードオフの問題や、質の高い調査データ、高いプログラミング能力を有するマンパワーおよび計算機の必要性など、欠点も指摘されている。[1]

MSは、対象とする集団(Population)において、疑似的な介入に対する結果の予測も可能なため、社会における複雑な事象・介入を想定することで、様々な政策課題に対する意思決定に活用されてきた。保健医療分野だけでなく、税制の変更、人口推計、都市計画、など様々な分野で活用されている。近年、新型コロナウイルスの感染拡大に伴う感染者数・死亡者数のシミュレーションを通じて、様々なシナリオの下に想定される将来の状況を表現することで、政策における意思決定に利用された例は記憶に新しい。

## (2) がん対策におけるマイクロシミュレーション

がん対策の分野では、予防・検診・治療の各フェーズにおいて、コホート研究や無作為化比較試験により、既に各種エビデンスが蓄積している。しかし、がん検診を例にとってみると、受診すべき対象集団、検診手法、受診頻度など、財政や結果に影響を与える条件が複数存在する。その都度、無作為化比較試験(RCT)を行い、結果を得てから政策導入することは現実的ではない。このような問題点の解決に向けて、米国でのがん検診において、ガイドライン策定にもMSが活用されてきた。具体的には、大腸がん検診の一次検診において、便潜血検査(FOBT: fecal occult blood test)を1年または2年に一回、A歳からB歳まで実施した場合と、内視鏡検査を10年に1回、C歳からD歳を対象に実施した場合とで、死亡率減少効果や獲得生存年数、有害事象の発生数、費用対効果を様々な組み合わせで提示し、専門家がガイドラインを決定するプロセスがとられた。がん検診のように、利益(死亡率減少や獲得生存年数増加)と不利益(有害事象、偽陽性、偽陰性、過剰診断)が存在し、それらにトレードオフ構造が存在する

事例においては、様々な状況設定が可能なMSが大いに役立つ。ただし、MSの構築では、これまで臨床・疫学研究において蓄積されたエビデンスや人口集団における既存統計をフルに活用し、対象集団の遷移状況を表現する必要がある。

がんは、住民ベースのがん登録

(population-based cancer registry)が古くから整備されており、人口センサス(National Census)や死亡統計(vital statistics)と合わせて活用すれば、がんの発生数・率(incidence)、有病数・率(prevalence)、生存率(survival)、診断時進行度(stage distribution)、死亡数・率(mortality)が網羅的に把握可能である。更には、喫煙や飲酒習慣、栄養といったがんの危険因子に関する情報を経時的に収集している国も多い。

そのため、海外では、これまでがん対策におけるMSが政策決定に積極的に活用されてきた実績が十分にある。1980年代にMSを用いたがん対策に関する学術論文が発表され、2010年頃から論文数が増加してきた。がん種別では大腸がんに対する適用事例が多い。2017年以降では、子宮頸がんを扱う事例が増え、主にヒトパピローマウイルス(HPV)感染やワクチンを扱った論文が増加してきた[2, 3]。子宮頸がんではHPVの感染を伴うことから、年齢や性別を考慮したワクチン導入や検診の併用など複雑な事象を扱うため、特にMSの活用が必要な疾患対象である。また、肺がんはたばこ対策に特化したものを含めると大腸に次いで適用事例が多いがん種である。たばこ対策は、政策的な介入に反応する集団が異なり、CT検査による肺がん検診は喫煙者を対象に絞るなどの層別化された対策が主流であるため、肺がん対策においてもMSは有用である[4, 5]。最近の論文では遺伝子多型に応じた分子標的薬のCost-Effectivenessなど「個別化医療(personalised medicine)」に関連した研究も増えている[6-11]。また、がん種や介入を限定したものだけでなく、予防医療介入を比較するもの[12]など、政策の優先順位付けのためにMSが活用される研究も発表されている。

米国がん研究所ではCISNET(Cancer Intervention and Surveillance Modelling Network)プロジェクトにおいて、がん種ごとの研究グループが発足し、MSモデルに関する研究に資金提供をしている[13]。この資金提供は2000年から5年単位で実施されており、乳がん、子宮頸がん、大腸がん、食道がん、肺がん、前立腺がんの各がん種に5~10の研究グループが構成され、様々なアプローチによる各種の研究テーマに取り組んでいる。それらの研究成果は、米国USPSTF(United States Preventive Services Task Force)で引用され、各種がん検診の方法に応じた検診受診間隔や年齢の下限・上限の決定に使用されている[14-17]。

カナダにおいては OncoSim（前身は Cancer Risk Management Model）プロジェクトにおいてがん種ごとの MS モデルが設計され[3, 18-22]、カナダ全土の州ごとの国民のデータに基づいた意思決定を行えるツールが提供されている。このことは、カナダでは統計局において全カナダ国民のデータをシミュレーションにより再現し、がんのみならず様々な政策決定に活用するためのインフラが整っていることにより可能となっている。健康関連の MS を包括的に行う POHEM（The Population Health Model）の枠組は OnsoSim の発展にも大きく影響している[23-25]。

### (3) 日本のがん対策に関するマイクロシミュレーションモデル

MS モデルは各対象集団の遺伝的・生理学的といった内因的特徴だけでなく、各国独特の文化や環境、医療、政策といった外因的要因にも強く依存するため、海外の MS モデルをそのまま日本人に適用することができない。2007 年に開始したがん対策基本法に基づき、国のがん対策推進基本計画がスタートし、5 年ごとに第二期、第三期と計画の立案・評価が国レベル、都道府県単位で行われるようになった。平成 24 年に第二期がん対策推進基本計画が開始した後、科学的根拠に基づくより精緻ながん対策の企画・立案・評価が急務とされ、日本版のがん対策を扱う MS モデルを構築する CAMOS-J（Cancer Modeling and Simulation group Japan）プロジェクトが開始した。

CAMOS-J プロジェクトにおいては、大腸がんの FOBT 検査を用いた検診に関する CAMOS-J CRC モデルを開発した。第三期大阪府がん対策推進計画において、このモデルによる死亡率減少の推定が活用されている[26]。モデルの概要を図 1 に示す。詳細に関しては、加茂らの報告を参照されたい[27]。本稿の一部もこの報告をもとに構成されている。

日本人に多く欧米で少ない胃がんに関する MS モデルは Huang HL らにより開発された。胃がん内視鏡検診における対象年齢と受診間隔を MS モデルによる費用対効果分析で最適条件を推定した[28]。

現在、開発中のものでは、健康格差を視点に加えた肺がん MS モデルがある（文部科学省基盤研究(A)「健康政策を効果最大化と格差縮小の両軸で評価するためのツール開発：肺がんを事例に」研究代表者・祖父江友孝）。居住地の地理的剥奪指標（市区町村ごとの困窮度の地域指標）別に主要な死因別に格差を分析すると、がん死亡は全死亡の絶対的格差に占める割合が 27%と最も大きく、肺がんはがん種の中でも絶対的格差が最大であることが報告されている[29]。そのため、死亡率減少と健康格差縮小の二つの軸で評価する試みが祖父江らの研究グループにより開始した。モデルの概要

を図 2、図 3 に示す。

### D. 考察

MS モデルの概要と、がん対策における海外、日本での活用事例を紹介した。海外と日本の事例を比較すると、いくつかの相違点が挙げられる。まず、米国 CISNET に関してみると、研究グループの規模および予算が大きく異なる。がん種ごとに数グループずつ、全世界から集まったモデル開発チームが存在している。

活用できるデータソースに関しては、カナダの事例が充実している。がん対策に関するモデリングを行うチーム自体は数名で構成されておりさほど多くはないが、人口動態、税金、各種生活習慣、受診情報、がん登録などが統計局（Statistics Canada）に収集され、6000 人規模の職員により、詳細な部門ごとに分析され、マイクロシミュレーションモデルに活用可能な情報が整備されている。個人レベルのデータ間のリンケージも進んでおり、国勢調査のサンプリング集団に対して、各種統計をリンケージし、政策研究に活用することも行われている。

このように人的資源、またデータベースの利用可能性において、日本と米国やカナダの状況は異なっているため、日本における MS モデルを構築し活用する環境の整備が必要であると考えられる。

しかし、限られた情報資源の中でも統計的な手法を用いた偏りの補正や確率的なレコードリンケージなどにより、MS モデルに活用可能な統計情報を収集・作成し、がん対策の進捗管理に適用可能な情報を蓄積していく必要がある。

日本における MS モデルの構築の中で、足りていないデータとして、大腸がん検診のモデルでは、検診発見時の adenoma のサイズや個数などの情報が得られなかった。また生活習慣との関連なども今後の課題である。検診受診状況に関しても、住民検診と職域検診とで受診対象者（受診率の分母となる集団）の特定が困難であるため、受診率の正確な把握も困難である。今後、肺がんの MS モデルのように健康格差の観点を取り入れた MS モデルでは、世帯収入や職業など社会経済指標と生活習慣や検診受診状況、医療へのアクセスなどとの関連を検討する必要があるが、個人レベルでレコードリンケージできる公的統計がないため、各種データベースを組み合わせた分析が必要となる。

### E. 結論

MS モデルの概要及びがん対策における MS モデルの活用事例について、海外・日本の状況について紹介した。今後日本において MS モデルを活用したがん対策を行う上で必要となるのは人的資源および豊富な統計情報であることが示唆された。

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

1. 加茂憲一, 福井敬祐, 坂本亘, 伊藤ゆり. がん対策立案・評価における意思決定に寄与するマイクロシミュレーションの構築: 大腸がんを事例に. 計量生物学. 2021;41(2):93-115.
2. Tamura S, Suzuki K, Ito Y, Fukawa A. Factors related to the resilience and mental health of adult cancer patients: a systematic review. Support Care Cancer. 2021.
3. Katanoda K, Hori M, Saito E, Shibata A, Ito Y, Minami T, Ikeda S, Suzuki T, Matsuda T. Updated trends in cancer in Japan: incidence in 1985-2015 and mortality in 1958-2018 - a sign of decrease in cancer incidence. J Epidemiol. 2021.
4. 伊藤ゆり. がんのアウトカムにおける社会経済指標による格差. 癌と化学療法. 2020;47(7):1007-11.
5. Ito Y, Miyashiro I, Ishikawa T, Akazawa K, Fukui K, Katai H, Nunobe S, Oda I, Isobe Y, Tsujitani S, Ono H, Tanabe S, Fukagawa T, Suzuki S, Kakeji Y, Sasako M, Bilchik A, Fujita M. Determinant factors on differences in survival for gastric cancer between the US and Japan using nationwide databases. J Epidemiol. 2021. 31(4):241-248
6. Aoe J, Ito Y, Fukui K, Nakayama M, Morishima T, Miyashiro I, Sobue T, Nakayama T. Long-term trends in sex difference in bladder cancer survival 1975-2009: A population-based study in Osaka, Japan. Cancer medicine. 2020. 9(19):7330-7340
7. Ito Y, Rachtel B. Chapter 12. Cancer Inequalities in Japan. Brunner E, Cable N, Iso, H. Eds. Health in Japan: Social Epidemiology of Japan since the 1964 Tokyo Olympics. Oxford University Press; 2020. 179-199

### 2. 学会発表

1. 伊藤ゆり. 2021. "既存統計資料を用いた健康格差モニタリング～がんを事例に～." 第 61 回日本社会医学会総会, [シンポジウム]. 京都 Feb 21 2020
2. Ito Y, Fukui K, Katanoda, K. Higashi, T. 2020. 'Geographical disparities in the

reduction of cancer mortality and the early detection of cancer by prefecture in Japan.', *The 79th Annual Meeting of Japanese Cancer Association 2020*. OE24-1 Epidemiological study, descriptive and cohort studies [Oral]. Hiroshima, Japan 1-3 Oct. 2020.

3. 太田将仁, 伊藤ゆり, 東尚弘. 2021. "2018 年度がん診療連携拠点病院の現況報告からみたストラクチャ指標とプロセス指標の評価." 第 31 回日本疫学会学術総会, [Oral].
4. 片岡葵, 福井敬祐, 佐藤倫治, 菊池宏幸, 井上茂, 近藤尚己, 中谷友樹, and 伊藤ゆり. 2021. "都道府県内の健康寿命・平均寿命の社会経済格差と都道府県全体の健康指標における関連性の検討." 第 31 回日本疫学会学術総会, [Oral].

## H. 知的財産権の出願・登録状況

### 1. 特許取得

該当なし

### 2. 実用新案登録

該当なし

### 3. その他

該当なし

<文献>

1. Spielauer M: **What Is Social Science Microsimulation?** *Social Science Computer Review - SOC SCI COMPUT REV* 2010, **28**.
2. Simms KT, Steinberg J, Caruana M, Smith MA, Lew J-B, Soerjomataram I, Castle PE, Bray F, Canfell K: **Impact of scaled up human papillomavirus vaccination and cervical screening and the potential for global elimination of cervical cancer in 181 countries, 2020–99: a modelling study.** *The Lancet Oncology* 2019.
3. Smith A, Baines N, Memon S, Fitzgerald N, Chadder J, Politis C, Nicholson E, Earle C, Bryant H: **Moving toward the elimination of cervical cancer: modelling the health and economic benefits of increasing uptake of human papillomavirus vaccines.** *Current oncology (Toronto, Ont)* 2019, **26(2)**:80-84.
4. Tam J, Levy DT, Jeon J, Clarke J, Gilkeson S, Hall T, Feuer EJ, Holford TR, Meza R: **Projecting the effects of tobacco control policies in the USA through microsimulation: a study protocol.** *BMJ open* 2018, **8(3)**:e019169.
5. Tomonaga Y, Ten Haaf K, Frauenfelder T, Kohler M, Kouyos RD, Shilaih M, Lorez M, de Koning HJ, Schwenkglenks M, Puhan MA: **Cost-effectiveness of low-dose CT screening for lung cancer in a European country with high prevalence of smoking-A modelling study.** *Lung Cancer* 2018, **121**:61-69.
6. Kang SK, Huang WC, Elkin EB, Pandharipande PV, Braithwaite RS: **Personalized Treatment for Small Renal Tumors: Decision Analysis of Competing Causes of Mortality.** *Radiology* 2019, **290(3)**:732-743.
7. Criss SD, Weaver DT, Sheehan DF, Lee RJ, Pandharipande PV, Kong CY: **Effect of PD-L1 testing on the cost-effectiveness and budget impact of pembrolizumab for advanced urothelial carcinoma of the bladder in the United States.** *Urologic oncology* 2019, **37(3)**:180.e111-180.e118.
8. Weaver DT, Raphael TJ, Melamed A, Rauh-Hain JA, Schorge JO, Knudsen AB, Pandharipande PV: **Modeling treatment outcomes for patients with advanced ovarian cancer: Projected benefits of a test to optimize treatment selection.** *Gynecol Oncol* 2018, **149(2)**:256-262.
9. Sarkar RR, Gloude NJ, Schiff D, Murphy JD: **Cost-Effectiveness of Chimeric Antigen Receptor T-Cell Therapy in Pediatric Relapsed/Refractory B-Cell Acute Lymphoblastic Leukemia.** *J Natl Cancer Inst* 2018.
10. Criss SD, Mooradian MJ, Sheehan DF, Zubiri L, Lumish MA, Gainor JF, Reynolds KL, Kong CY: **Cost-effectiveness and Budgetary Consequence Analysis of Durvalumab Consolidation Therapy vs No Consolidation Therapy After Chemoradiotherapy in Stage III Non-Small Cell Lung Cancer in the Context of the US Health Care System.** *JAMA oncology* 2018.
11. Horster L, Schlenk RF, Stadler M, Gabriel M, Thol F, Schildmann J, Vollmann J, Rochau U, Sroczynski G, Wasem J *et al*: **Cost-effectiveness of methods in personalized medicine. Results of a decision-analytic model in patients with acute myeloid leukemia with normal karyotype.** *Leuk Res* 2017, **62**:84-90.
12. Maciosek MV, LaFrance AB, Dehmer SP, McGree DA, Flottesmesch TJ, Xu Z, Solberg LI: **Updated Priorities Among Effective Clinical Preventive Services.** *Annals of family medicine* 2017, **15(1)**:14-22.
13. **Cancer Intervention and Surveillance Modelling Network (CISNET).** [www.cisnet.cancer.gov](http://www.cisnet.cancer.gov) (accessed 13 April 2018). In.
14. Grossman DC, Curry SJ, Owens DK, Bibbins-Domingo K, Caughey AB, Davidson KW, Doubeni CA, Ebell M, Epling JW, Jr., Kemper AR *et al*: **Screening for Prostate Cancer: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement.** *Jama* 2018, **319(18)**:1901-1913.
15. Siu AL: **Screening for Breast Cancer: U.S. Preventive Services Task Force Recommendation Statement.** *Ann Intern Med* 2016, **164(4)**:279-296.
16. Lin JS, Piper MA, Perdue LA, Rutter CM, Webber EM, O'Connor E, Smith N, Whitlock EP: **Screening for Colorectal Cancer: Updated Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force.** *Jama* 2016, **315(23)**:2576-2594.
17. Moyer VA: **Screening for lung cancer: U.S. Preventive Services Task Force recommendation statement.** *Ann Intern Med* 2014, **160(5)**:330-338.
18. Gauvreau CL, Fitzgerald NR, Memon S, Flanagan WM, Nadeau C, Asakawa K, Garner R, Miller AB, Evans WK, Popadiuk CM *et al*: **The OncoSim model: development and use for better decision-making in Canadian cancer control.** *Current oncology (Toronto, Ont)* 2017, **24(6)**:401-406.

19. **OncoSim - Answer complex questions to improve patient outcomes and optimize cancer system resources.** [<https://www.partnershipagainstcancer.ca/tools/oncosim/>]
20. Goffin JR, Flanagan WM, Miller AB, Fitzgerald NR, Memon S, Wolfson MC, Evans WK: **Biennial lung cancer screening in Canada with smoking cessation-outcomes and cost-effectiveness.** *Lung Cancer* 2016, **101**:98-103.
21. Miller AB, Gribble S, Nadeau C, Asakawa K, Flanagan WM, Wolfson M, Coldman A, Evans WK, Fitzgerald N, Lockwood G *et al*: **Evaluation of the natural history of cancer of the cervix, implications for prevention. The Cancer Risk Management Model (CRMM) – Human papillomavirus and cervical components.** *Journal of Cancer Policy* 2015, **4**:1-6.
22. Evans WK, Wolfson M, Flanagan WM, Shin J, Goffin JR, Asakawa K, Earle C, Mittmann N, Fairclough L, Finès P *et al*: **The evaluation of cancer control interventions in lung cancer using the Canadian Cancer Risk Management Model.** *Lung Cancer Management* 2012, **1**(1):25-33.
23. Hennessy DA, Flanagan WM, Tanuseputro P, Bennett C, Tuna M, Kopec J, Wolfson MC, Manuel DG: **The Population Health Model (POHEM): an overview of rationale, methods and applications.** *Popul Health Metr* 2015, **13**:24.
24. Will BP, Berthelot JM, Nobrega KM, Flanagan W, Evans WK: **Canada's Population Health Model (POHEM): a tool for performing economic evaluations of cancer control interventions.** *Eur J Cancer* 2001, **37**.
25. Wolfson MC: **POHEM--a framework for understanding and modelling the health of human populations.** *World Health Stat Q* 1994, **47**(3-4):157-176.
26. 第3期大阪府がん対策推進計画 [[http://www.pref.osaka.lg.jp/kenkozukuri/k\\_eikaku/](http://www.pref.osaka.lg.jp/kenkozukuri/k_eikaku/)]
27. 加茂憲一, 福井敬祐, 坂本亘, 伊藤ゆり: **がん対策立案・評価における意思決定に寄与するマイクロシミュレーションの構築: 大腸がんを事例に.** *計量生物学* 2021, **41**(2):93-115.
28. Huang HL, Leung CY, Saito E, Katanoda K, Hur C, Kong CY, Nomura S, Shibuya K: **Effect and cost-effectiveness of national gastric cancer screening in Japan: a microsimulation modeling study.** *BMC medicine* 2020, **18**(1):257.
29. Nakaya T, Ito Y: **The Atlas of Health Inequalities in Japan:** Springer Nature Switzerland; 2020.

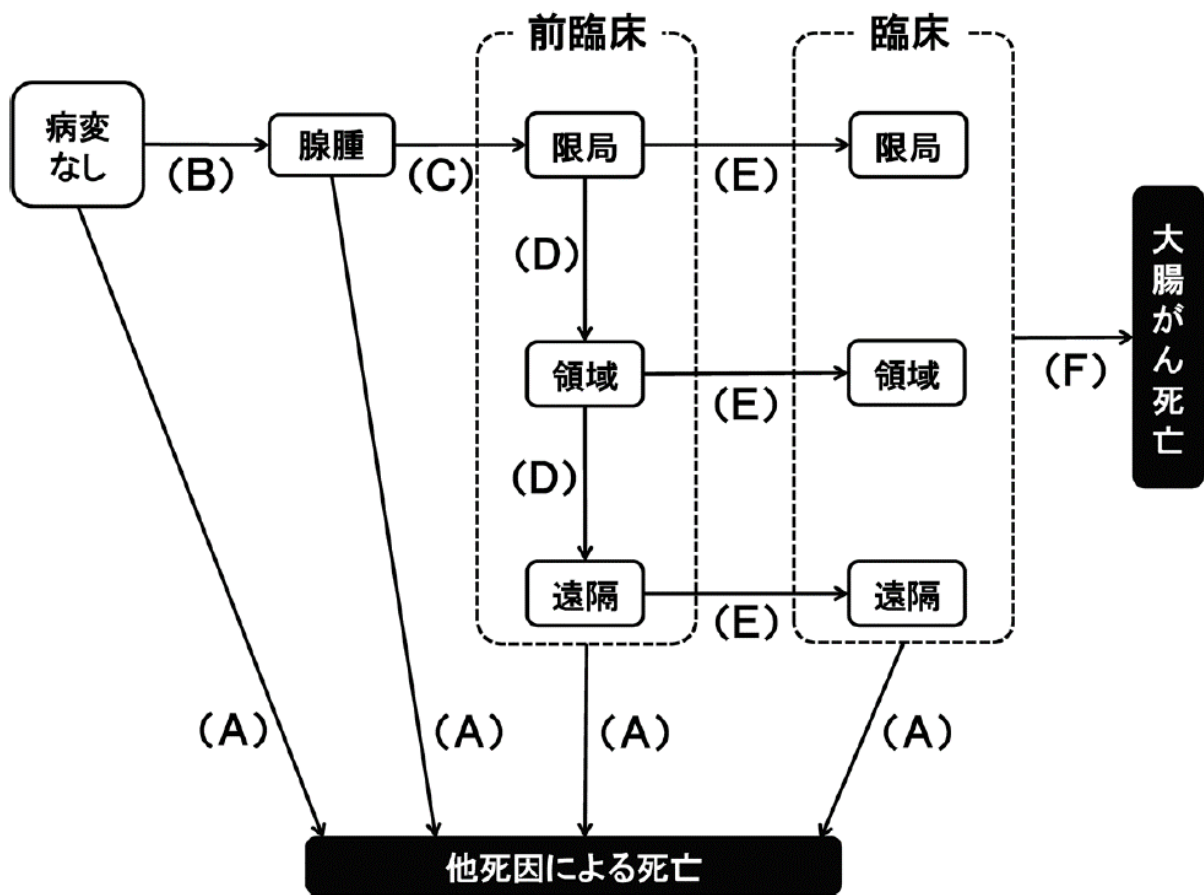


図1. 大腸がんMSモデル (CAMOS-J CRC) の自然史モデル

表1. 大腸がんMSモデルCAMOS-J CRCに用いたデータ

	項目	図1	特徴	データソース	備考
他死因死亡	人口				
	全死亡数	(A)	性別 5歳階級別	人口動態統計	
Adenoma 発生	大腸がん死亡数				
	FOBT 受診者数				
	要精検者数	(B)	性別 5歳階級別	消化器がん検診 全国集計	
	精検受診者数				
腺腫性ポリープ保有者数					
前臨床 ～臨床	精検受診者数	(C)	性別 5歳階級別	消化器がん検診 全国集計	
	腺腫性ポリープ保有者数				
	大腸がん保有者数				
	Sojourn Time	(E)	STの平均=5年 STの標準偏差=0.2	Brenner et al (2011) Amer J Epi	ドイツのデータ
大腸がん 死亡	治療パラメータ	(F)	表3	J-CANSIS	6府県の地域がん登録
	生存関数パラメータ				
キャリアブレイ ション	前臨床段階内での 状態推移	(D)	限局⇒領域：0.22 領域⇒遠隔：0.28		
	大腸がん罹患数		性別・5歳階級別	MCIJ	地域がん登録
	受診率		性別・年齢階級別	田淵他(2012) 日本医事 新報	表2
検診	Adenoma 感度		性・年齢に 関して共通	Sekiguchi et al (2016) Jpn J Clin Oncol	
	がん感度				
	Adenoma 特異度		性別 5歳階級別	Sekiguchi et al (2016) 消化器がん検診	感度と消化器がん 検診全国集計より 算出
	がん特異度				

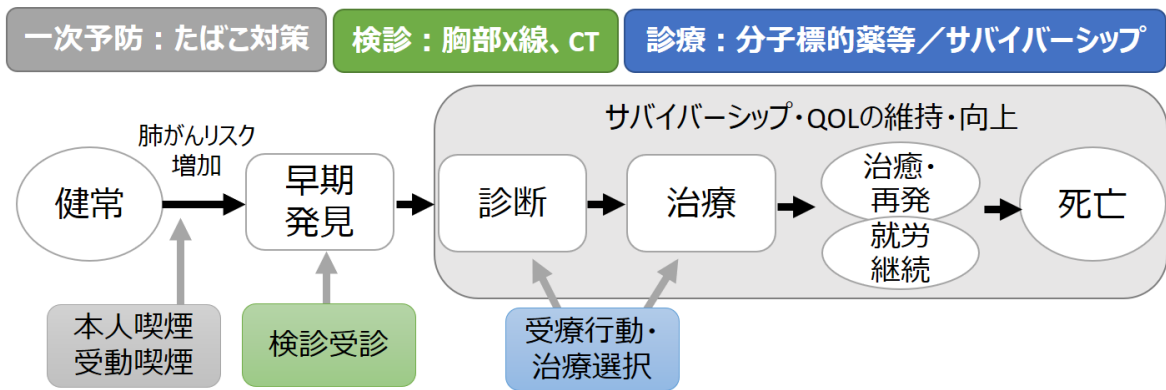
表2. 大腸がん検診 (FOBT) 受診率の設定

	男性					女性			
	年齢	30-54	55-59	60-64	65-69	70-	30-54	55-64	65-
職域		75%	65%	50%	20%	-	40%	20%	-
地域		20%	28%	40%	64%	80%	48%	64%	80%
なし		5%	7%	10%	16%	20%	12%	16%	20%

表3. 大腸がん患者治療モデルの設定パラメータ

	切片	年齢	性別	ステージ	
				領域	遠隔
log λ	-2.55	0.25	0.05	0.93	2.01
log γ	0.51	-0.04	0.03	-0.24	-0.42
logit π	2.77	0.06	0.08	-2.54	-5.16





**低SESの人は**

- 若いころから喫煙しやすい
- 肺がんの発症：扁平上皮癌>腺癌

- 検診を受ける機会が少ない（職場）
- 診断の遅れ（進行がんでの発見）

- 専門病院へのアクセスの遅れ
- 治療費用の負担大
- 喫煙関連合併症が多い
- 予後不良

- 治癒の確率が低い
- 再発が多い
- 肺がんによる死亡

居住環境や職業・教育歴・収入などの社会的決定要因が関連 → 健康格差

図2. 肺がん格差に着目したのMSモデル

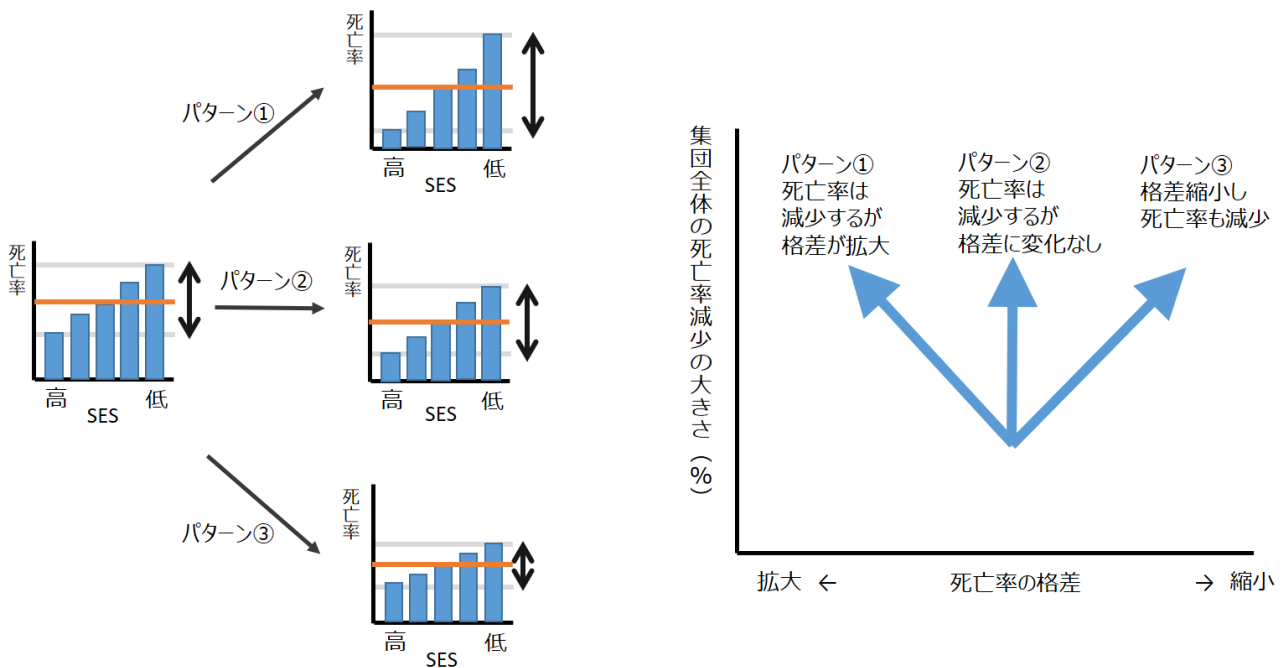


図3. 死亡率減少と格差縮小の二軸での考え方