

I. 総括研究報告

厚生労働科学研究費補助金（がん対策推進総合研究事業）
がん対策推進基本計画の効果検証と目標設定に関する研究
平成 26-28 年度 総合研究報告書

がん対策推進基本計画の効果検証と目標設定に関する研究

研究代表者	加茂 憲一	札幌医科大学 医療人育成センター 准教授
研究分担者	田中 純子	広島大学大学院 歯歯薬保健学研究院 疫学・疾病制御学 教授
研究分担者	高橋 秀人	福島県立医科大学 放射線医学県民健康管理センター 教授
研究分担者	片野田 耕太	国立がん研究センター がん対策情報センター 室長
研究分担者	坂本 亘	岡山大学大学院 環境生命科学研究科 教授
研究分担者	伊藤 ゆり	大阪府立成人病センター がん予防情報センター 主任研究員
研究分担者	雑賀 公美子	国立がん研究センター 社会と健康研究センター 研究員
研究分担者	松田 彩子	帝京大学医学部 衛生学公衆衛生学講座 助教
研究分担者	伊森 晋平	大阪大学大学院 基礎工学研究科 システム創成専攻 助教
研究協力者	秋田 智之	広島大学大学院 歯歯薬保健学研究院 疫学・疾病制御学 助教
研究協力者	福井 敬祐	大阪府立成人病センター がん予防情報センター 研究員

研究要旨

がん対策推進基本計画における全体目標の1つとして「がん死亡率10年間で20%減」という具体的な数値が掲げられている。この数値に対する根拠を数理的に示すシステム構築が本研究班の目的である。先行研究である米国 CISNET プロジェクトに倣い、日本版の CISNET の構築を目指し camos-j (Cancer Modeling & Simulation Group in Japan) プロジェクトを立ち上げ、がんの部位別のシミュレーションシステムの構築を試みた。具体的な手順としては「①先行研究の調査」、「②自然史モデルの構築」、「③数理モデルの構築」、「④シミュレーションシステムの実装 (対応するパラメータの収集)」、「⑤数理モデルとシミュレーションシステムに関する妥当性の検証」、「⑥様々なシナリオ設定による予防・介入効果予測」の6段階を経ることにより様々な数値が算出可能となる。

研究班は、大きく3つのグループ「先行研究を調査するレビューチーム」、「数理モデリングを専門とする数理チーム」、「疫学的・臨床的な観点から成果の妥当性を検証する疫学チーム」に分かれ、更にもその中でも部位別に分かれて研究を進めてきた。部位に関しては、大腸、肝臓に焦点をあて、そのノウハウを胃、甲状腺へと適用してきた。がん対策推進計画における目標値は「全がん」として設定されており、これは代表的な部位の結果を積み上げることにより評価を行うべきである。しかし、3年間でその段階に至らなかつたため、最終的には大腸がんの結果をがん検診 RCT (メタアナリシス) の結果に基づき全がんへ拡張した。大腸がんにおける介入効果としては、検診の受診率と医療の均てん化を考慮し、それぞれが目標を達成した場合の死亡率減少効果を 3.9%、3.0%と見積もった。これに、タバコ対策が目標値通り達成された場合の死亡率減少効果 1.7%を加味すると、努力目標部分は約 8%と試算された。一方で、がん死亡率は時系列には減少傾向が続いており、これらを総括すると「10年で死亡率20%減」という目標設定は次期計画においても妥当なものであると考えられる。

このような、がん対策における政策決定に対しシミュレーションベースでのアプローチは、日本においては一般的でないが、CISNET プロジェクト始め諸外国では積極的に行われていることを鑑み、今後の日本においても本研究テーマを継続する必要があると考えられる。しかし、がんの部位別に様々な介入効果を想定した上でのシミュレーション構築には、慎重な妥当性の検証も必須であり、多大な時間を要することは諸外国の実例からも明らかである。今後は本研究内容の普及および持続的な推進が急務であると考えられる。

A. 研究目的

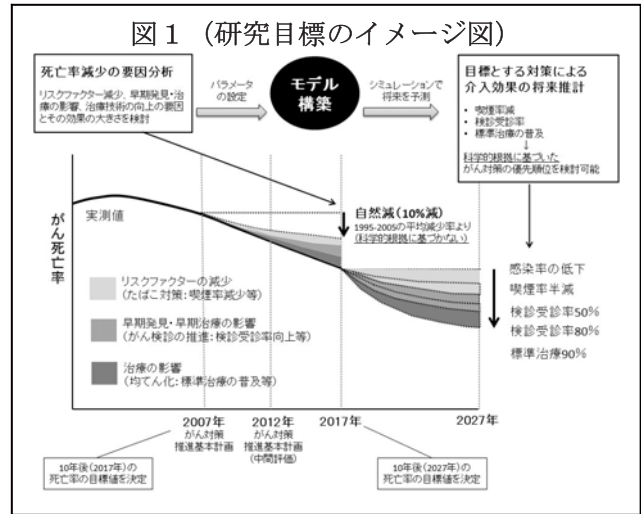
2007年に施行されたがん対策推進基本計画における全体目標の1つとして

「がん年齢調整死亡率（75歳未満）を10年間で20%減少させること」

が掲げられている。ここで設定されている具体的な数値には、次の2種類の要素が内包されている：

- ・年1%の自然減少
- ・10年で10%減少の努力目標

1つ目の「年1%の自然減少」については、これまでの経年的な減少傾向から推測されるものであり、年1%の減少を10年間積み上げることにより、およそ10%の減少が見込まれることが根拠となっている。2つ目の「10年で10%減の努力目標」については、リスクファクターの減少（感染率や喫煙率などの低下）、早期発見（検診や精密検査の受診率向上）、治療の影響（医療の均てん化や標準治療・新薬の普及）などといった予防・介入による努力成果として見込まれる数値である。これらを合算したものが「10年で20%減少」という数値目標の根拠となっている。以上のイメージ図を図1に示す。



このような数値目標設定の妥当性を検証するためには、様々なアプローチが考えられるが、本研究においては数理的なアプローチを試みる。具体的には図1に示してある通り、がん死亡率の減少に関する要因の按分を説明し得る数理モデルおよびシミュレーションシステムを構築することが目的である。がんは部位によって固有の特性を有すること、また想定される介入効果も様々であることから、以下の手順を部位別に行う必要がある：

- ① 先行研究の調査
- ② 自然史モデルの作成
- ③ 数理モデル構築
- ④ シミュレーションシステムの実装
- ⑤ 妥当性の検証
- ⑥ シナリオ設定に基づく予測

① まず、本研究テーマ（数理モデルやシミュレーションシステムを活用して、がん対策の評価や計画に対する提言を行うという試み）に関しては、アメリカ国立がん研究所が支援する CISNET プロジェクト(Cancer Intervention and Surveillance Modeling Network, <http://cisnet.cancer.gov/>) が先行研究として存在する。このプロジェクトにおいては、複数の研究班が存在し、それぞれがシミュレーションシステムを実装している。研究班は部位別に存在する上、同一部位においても複数の研究班がそれぞれ別のモデルを用いているケースも存在する（例：大腸がんにおいては「MISCAN-Colon」、「Sim-CRC」、「CRC-SPIN」と3種類のモデルが設定されている）。数理モデリング、シミュレーションの実装、更には結果の政策的活用や経済効果に関する研究成果は、得られ次第積極的に学術論文において発表されている。一方、カナダにおいてもカナダ統計局を中心に、大規模シミュレーションシステムを政策活用する試みがなされている。2016年12月に、加茂・伊藤・松田・東（国立がん研究センター）でカナダの CCO (Cancer Care Ontario)、OncoSim、カナダ統計局を訪問し、カナダの現状および実際のシミュレーションシステムについて視察を行い、意見交換を行ってきた。

② 次に、発がんの機序を表現する自然史モデルを作成する必要がある。ここで自然史とは、発がん段階における「状態」を複数設定し、「状態」から「状態」への変遷の可能性を網羅したものである。そして、自然史モデルとは基本的には健常な状態から、前がん病変→がん（無症状期）→がん（症状発現）→がんによる死亡、という変遷を表現した図説である。自然史モデルは、発がんまでのパターンを全て網羅することが目的でなく、シミュレーションの実装および目的（例えば介入効果の評価）において必要となる最低限な状態を設定したものである。また、モデリングやパラメータの推定において活用できるデータに関する制約もあるため、それらを全て反映できる「最大公約数」としての設定とならざるを得ない。

③ ②で構築された自然史モデルを数理モデルによって表現する。自然史モデルにおける状態間の遷移は、基本的には確率的に発生すると仮定することにより、その遷移確率を状況に応じた数理モデルによって表現する。全てが確率的に制御されるわけではなく、腫瘍の成長や潜伏期間をモデル化するケースも必要に応じて存在する。このプロセスにより、自然史モデルが全て数式として再現されることとなる。

④ ③において構築された数理モデルを実行するためのシミュレーションシステムを実装する。本研究においては、マイクロシミュレーションと呼ばれる手法を用いた。マイクロシミュレーションとは、仮想的な人口分布を設定し、その上で個人に対して上記の遷移確率をコンピュータにおいて乱数を発生させることにより適用する。このことにより、各自の履歴（ヒストリー）が構築される。最終的には、バーチャルに得られた個人レベルの結果を集約することにより、人口全体での挙動が把握できる。本研究班においてはフリーの統計ソフトウェアRを共通のものとして用いた。

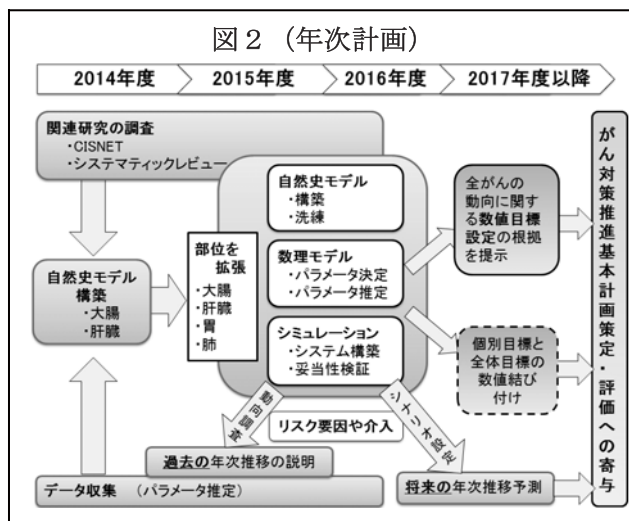
⑤ 次に、数理モデルおよびシミュレーションシステムの妥当性を検証する。それは、様々なシナリオ設定に基づくキャリブレーションや数値実験により達成される。このシステムの本質は、がんの時系列の変動部分を、それに影響を与える様々な要因の按分に分解することにある。システムが機能していれば、過去のがんに関する挙動が再現可能となり、シミュレーションシステムの説明力を評価でき、既存の目標設定値の検証が可能となる。

⑥ 最後に、完成したシミュレーションシステムを用いて、様々なシナリオ設定により、将来的な予防・介入に対する効果の期待値を算出する。このような数理的な成果は、政策的にも 2017 年において再度設定する予定である次期対策基本計画における目標値としてどのようなものを掲げれば良いのか、その数値の妥当性はどうかといった問題提起に対する数理的な保証を与えることが可能となる。具体的には、リスクファクターの減少、早期発見、治療の影響などの個別のがん対策を想定した上での目標値を提供することが可能となる。更には、個別のがん対策別の将来予測を行うことにより、重視すべき対策の優先順位や施策タイミングの最適化等の検討において有効な情報となり得る。

以上のプロセスをがんの部位別に達成することを研究班の目標としていたが、全体を網羅することができなかつたため、最終的には大腸がんの結果と RCT（メタアナリシス）の結果を融合させることにより、大腸がんに関する結果を全がんへと外挿した。

B. 研究方法

本研究では、がん対策推進基本計画において活用可能な数値を算出することを目標とし、数理と疫学を専門とする研究者の混成により研究を進めてきた。まず、研究班発足当初に掲げていた研究計画を図 2 に示す。がんの部位について言及すると、大腸、肝臓、胃、肺に焦点をあて、前述の 6 つのプロセスの完遂を予定していた。他の代表的な部位についての網羅は 3 年では不可能と予測していたため、これらの部位による結果を活用して、全がんとしての数値を得る手法についても考察した。実際に、介入効果の部分も含めた数値が算出可能なシミュレーションシステムが完成したのは大腸がんのみであったため、この結果を RCT（メタアナリシス）の結果と照らし合わせるにより全がんへと外挿した。



先行研究の調査については、各部位において数理モデルの構築およびシミュレーションシステムの実装において適宜調査を行った。一方で、特に「シミュレーションを用いたがん検診効果の評価」については、本研究における重要課題であることからシステムティック・レビューを行った。

次に部位別に自然史モデルの作成を行った。大腸、肝臓、胃については自然史モデルが確定したので、その結果をそれぞれ図 3、4、5 に示す。この中から、大腸に関しては全体を通しての数理モデルが完成し、シミュレーションシステムも完成した。介入効果については、検診効果と医療効果に着目した。検診効果については、検診受診率および精密検査（今後「精検」と略す）受診率の向上を想定した。具体的には、男性検診受診率 40%、女性検診受診率 35%、精検受診率男女共に 65%が、目標とされる検

診受診率 50%、精検受診率 90%に向上した際に、死亡率換算でどの程度の効果が発生するかを試算した。また医療効果については、治療の均てん化に着目し、全施設で拠点病院と同様に生存率が改善した場合の死亡率減少効果を試算した。肝臓がんに関しては、自然史モデルを再現する数理モデルが完成しパラメータ収集も完了した。しかし介入効果の導入部分が未着手となっている。

次に数理モデルの構築であるが、大腸・肝臓共に自然史モデルを再現できるものが完成している。大腸がんに関しては、介入効果（検診と医療の部分）に関するモデリングも完了しているが、肝臓がんに関しては介入部分が未着手となっている。

シミュレーションシステムの実装も同様であり、大腸がん・肝臓がん共に数理モデルが完了した部分に関してはプログラミングが完了している。本研究班では、プログラミング言語として共通にRを用いている。

完成した数理モデルおよびシミュレーションシステムの妥当性に関しては、介入効果を考えない現状維持のシナリオについて、その妥当性を累積リスク【加茂ら（2005）厚生省の指標】の手法に基づいて算出）に基づき検証した。推定結果に実測値との乖離は見られず、シミュレーションは正常に機能している（現状を的確に再現できている）と結論付けた。

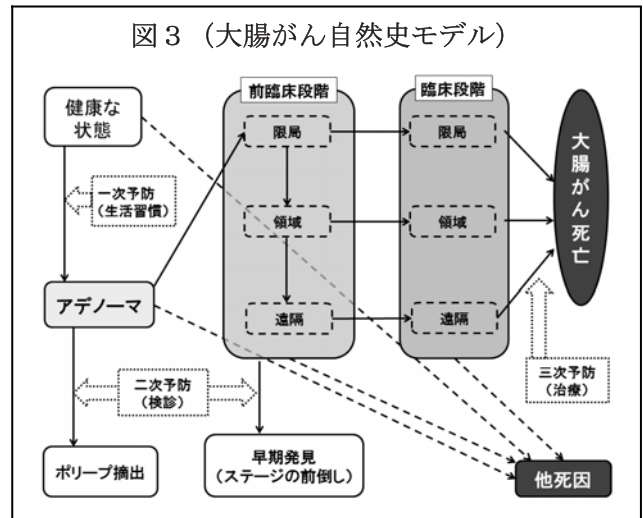


図3（大腸がん自然史モデル）

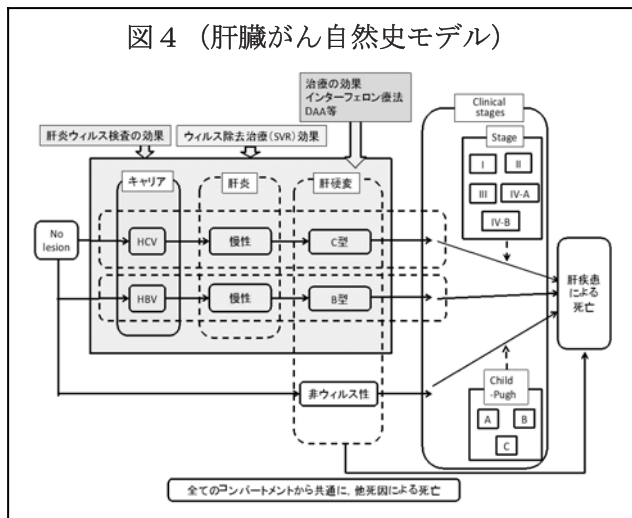


図4（肝臓がん自然史モデル）

1歳刻みで行った。この年齢設定は、活用できるデータの最大公約数となっている。またシミュレートする仮想人口は、30歳で100万人の健康状態（アデノーマも腫瘍も有さない）とした。10万人でシミュレートすると、後に述べる検診受診状況などの一部において、受診率が上がると死亡率が上がるといった逆転現象が発生したため、100万人に設定することによりシミュレーションの安定化を図った。

C. 研究結果

大腸がんに関して、Bに記した内容を、基本人口を30歳で100万人の健康状態とし、性別に1年刻みでシミュレーションを行った。現在のところ、1つの設定に対してシミュレーションに要する時間は統計ソフトウェアRを用いて2時間程度である。

検診効果については、検診受診率と精検受診率に関して、2013年の現状（男性受診率40%、女性受

最後に、介入効果に関する試算については、大腸がんに関する検診効果と医療効果の2点および一次予防としてのタバコ対策における死亡率減少効果の試算を行った。大腸がんにおける結果を、他の主要な部位に関するがん検診のRCT（メタアナリシス）における死亡率減少効果に基づき重み付けをすることにより、全部位としての死亡率減少効果も試算した。ここでの設定は、全ての部位において、検診受診率50%、精検受診率90%、全施設において生存率が拠点病院と同様なレベルまで改善、の3つが達成されたという前提での死亡率減少効果である。

大腸がんに関するシミュレーションは性別に取り扱い、年齢に関する設定は30歳～79歳に関して

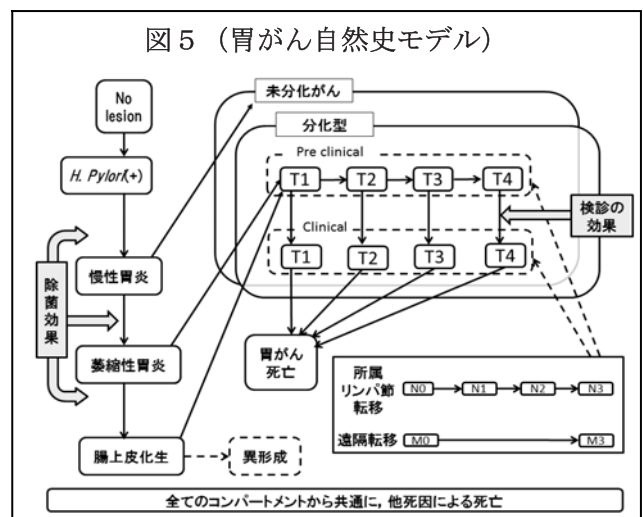


図5（胃がん自然史モデル）

診率 35%、精検受診率男女共に 65%)を起点とし、目標値として設定されている検診受診率 50%、精検受診率 90%が達成された際の、75 歳未満における年齢調整死亡率を試算した。その結果、男性では 9.4%、女性では 6.2%の死亡率減少効果が推定された。医療の均てん化については、大阪府がん登録データに基づき、拠点病院とそれ以外に関する生存関数におけるパラメータを推定し、全ての医療機関が拠点病院と同様な生存率に改善された際の減少を試算した。その結果、男性で 4.3%、女性で 4.0%の死亡率減少効果が推定された。これらの結果を前述の手法により全がんに外挿すると、検診効果が 3.9% (表 1)、医療効果が 3.0% (表 2) と試算された。一方で、一次予防効果については、片野田分担研究者の報告において示されているタバコ対策の効果の試算が、2022 年に喫煙率 12%を達成した際の死亡率減少効果が 1.7%であることを加味すると、これらの介入により約 8%の死亡率減少が見込まれる試算となる。

表 1 (検診効果：全がん)

部位・がん種 (死亡率減少の 相対リスク)	死亡率 減少割合 (男性)	死亡率 減少割合 (女性)	死亡率 減少割合 (男女計)	2014年 75歳未満 死亡数	全がん75歳未満 年齢調整死亡率の 減少割合への寄与
大腸(0.840)	9.4%	6.2%	7.8%	20,470	1.0%
胃(0.6)	11.2%	9.7%	10.4%	19,171	1.3%
肺(0.74)	4.1%	6.3%	5.2%	30,175	1.0%
女性乳房 (0.87)	-	3.5%	3.5%	8,783	0.2%
子宮頸部(0.3)	-	26.8%	26.8%	1,946	0.3%
全がん合計				153,934	3.9%

D. 考察

大腸がんについて完成したシミュレーションシステムを活用することにより、予防・介入効果の定量化が可能となった。ただし、諸外国においては、アデノーマや腫瘍の成長をベースとしたモデルが一般的であることから、更なる改善の余地があるものとする。

介入効果の評価については、検診・精検受診率の改善、医療の均てん化、タバコ対策に着目した。まず検診に関しては、検診・精検受診率に関する目標値である、検診受診率 50%、精検受診率 90%が達成されれば、年齢調整死亡率が男性で 9.4%、女性で 6.2%減少するという予測結果が得られた。しかし、この結果はシミュレーションの性質上、目標値が既に達成されている場合の数値である。実際には、現状から時間をかけて徐々に改善が進んでゆくの現実的であり、そのタイムラグは考慮されていない。この点に関して、本死亡率減少効果は最大効果であると考えられる点に注意が必要である。またシミュレーションにおける基本人口は 100 万人と設定しているが、受診率を細かく変化させた際には、僅かながらの逆転現象(受診率を上げて死亡率が上がる)が発生する箇所が存在する。これはシミュレーションが未だ安定していないことを意味しており、更なる大規模でのシミュレーションを実行できるだけの設備環境の整備が必要と考えられる。カナダ統計局における同様のシミュレーションでは、億単位の仮想人口を設定している。次に、医療の均てん化に関しても同様にタイムラグを考慮していないため、最大効果である可能性は否定できない。また、大阪府がん登録データを用いているが、大阪府の人口規模を考慮するとデータには十分な代表性があると考えられるが、可能であれば全国規模の推定結果に差し替えることにより、より精度の高い結果が得られることが期待される。また、大腸がんに関する介入効果としては、検診と医療のみならず、生活習慣対策も効果的であることが知られている。今回は、タバコ対策に関する結果を用いたが、他の危険因子も存在することから、例えば既存の PAF (Population Attributable Fraction) に関する結果を用いることによる網羅的な一次予防効果の定量化も期待される。この点については CISNET プロジェクトにおける Sim-CRC モデルにおいても着目され、生活習慣に関する細かな設定がなされている。このように、本報告で算出した介入効果以外にも、死亡率を改善する要因が存在することに言及しておく。

表 2 (医療の均てん化効果：全がん)

がん種	EHR	死亡率減少 割合(男性)	EHR	死亡率減少 割合(女性)	死亡率減少 割合(計)	2014年75歳 未満死亡数	全がん75歳未満SMR の減少割合への寄与
大腸がん	0.522	4.3%	0.637	4.0%	4.2%	20,470	0.6%
食道がん	0.777	2.0%	0.973	0.3%	1.2%	6,507	0.0%
腎がん	0.628	3.4%	0.684	3.5%	3.5%	19,171	0.4%
肝がん	0.743	2.3%	0.805	2.2%	2.3%	11,483	0.2%
胆のう・胆管	0.693	2.8%	0.797	2.3%	2.5%	5,216	0.1%
脾がん	0.663	3.1%	0.753	2.7%	2.9%	14,082	0.3%
肺がん	0.643	3.3%	0.573	4.8%	4.0%	30,175	0.8%
乳がん	-	-	0.833	1.9%	1.9%	8,783	0.1%
子宮頸がん	-	-	0.712	3.2%	3.2%	1,946	0.0%
子宮体がん	-	-	0.857	1.6%	1.6%	1,403	0.0%
卵巣がん	-	-	0.66	3.8%	3.8%	3,046	0.1%
前立腺がん	0.481	4.7%	-	-	4.7%	2,520	0.1%
腎がん	0.503	4.5%	0.666	3.7%	4.1%	3,289	0.1%
膀胱がん	0.825	1.6%	0.714	3.2%	2.4%	1,944	0.0%
悪性リンパ腫	0.632	3.3%	0.593	4.5%	3.9%	3,982	0.1%
白血病	0.691	2.8%	0.718	3.1%	3.0%	3,965	0.1%
全がん合計						153,934	3.0%

最後に、これら大腸がんに関する結果を、全がんへと外挿した点について触れておく。大腸がんのような試みを主要な部位に関して積み上げることにより、全がんでの数値が算出可能であるが、それには膨大な時間が必要となる。そこで大腸がんに関して得られた結果を、他の主要な部位に関するがん検診

の RCT (メタアナリシス) における死亡率減少効果に基づき重み付けすることにより、他部位の死亡率減少効果を推定したが、これは大腸がんのみの結果しか得られていない現状での緊急避難的な措置であることに注意しておく。

E. 結論

本研究班は、米国における CISNET プロジェクトを日本において再現・展開することにより、がん対策推進基本計画における数値目標設定の基礎資料を作成することを目的としている。現行のがん対策推進計画においては「全がんにおける死亡率の減少」としての数値目標が掲げられており、同様の数値を算出できるシミュレーションシステムの実装が課題である。がんは部位別に固有の特性を有することから、部位別のシミュレーションシステムを実装する必要があったが、2014 年度から 3 年間の研究活動では全ての部位を網羅することはできなかった。そこで、シミュレーションシステムの完成した大腸がんを用いて介入効果を定量化し、その結果を全がんへ外挿するというアプローチを行った。まず検診に関しては、目標とされる検診受診率 50%、精検受診率 90%が達成された際の死亡率減少効果は 3.9%と推定された。また、医療の均てん化においては、全施設において拠点病院と同様の生存率が達成された際の死亡率減少効果は 3.0%と推定された。また、タバコについて 2022 年に喫煙率 12%を達成した際の死亡率減少効果は 1.7%と推定されている。これら介入には相乗効果も考えられるため、厳密には効果の単純な足し算はできないが、全体でおおよそ 8%程度の死亡率減少効果が見込まれる。2015 年をベースにした 10 年後の死亡率は、介入に関して現状を維持したとしても 15.6%の減少効果が見込まれること、また前述の介入効果が最大効果に近いことを考慮すると、10 年後に達成すべき死亡率減少の目標値としては、これまでと同じく 20%程度が妥当であると考えられる。

このように、シミュレーションシステムにより発がんをモデル化する試みは、諸外国の政策決定においても積極的に活用されており、今後の日本においても取り組むべき重要課題であると考えられる。今後の展開としては、数理モデルと部分的にシミュレーションが実装されている肝臓がんのシステムを完成させ、これらのノウハウを他部位に拡張してゆく必要がある。介入効果についても、検診、医療のみならず様々な要因が考えられることから、それらを反映させ得る細やかなモデル設定も必要となる。個々の介入に関しても更に細かな設定を行い、実際のニーズを反映させる結果を算出する必要がある。例えば検診に関しては、本研究で取り上げた受診率のみならず、どのタイミングでどのような種類の検診が効果的なのか、といったモダリティに関する検証も必要となる。最終的なアウトプットも、現在は死亡率に着目しているが、医療費や対策の費用対効果といった経済的な要因も考慮する必要がある。今後はシミュレーションによる評価について継続した活動を行い、がん対策立案のためのプラットフォームとして積極活用できる段階まで完成度を高める必要があると考える。

最後に本研究班の3年間における活動の経時的な進捗を図6に示し、総合報告とする。

図6 (研究記録)

		平成26年度				平成27年度				平成28年度											
部位	内容	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期								
大腸	シナリオ	自然史モデル案提出				シナリオ案提出				シナリオ案改訂											
	統計モデル開発	モデリング	CISNETプロジェクトの再現				モデリング(プログラム準備)				大腸がんモデル第一版完成										
		データ収集					パラメータのリストアップ				パラメータ収集										
肝臓	シナリオ	自然史モデル案提出				シナリオ案提出				シナリオ案改訂											
	統計モデル開発	モデリング	モデリング(実装プログラムの準備)				肝臓がんモデル第一版完成				シミュレーション実装										
		データ収集	必要パラメータ確認				必要パラメータの収集(再確認)														
胃	シナリオ					自然史モデル案提出				シナリオ案提出・改訂											
	統計モデル開発	モデリング									モデリング(プログラム準備)										
		データ収集									必要パラメータの確認										
レビュー										統計シミュレーションモデルでの政策(がん検診)評価に関するレビュー											
タバコ対策										モデリング				シミュレーション				全がんへの外挿			

F. 健康危険情報

特になし。

G. 研究発表

1. 論文発表

- K. Katanoda, K. Kamo, K. Saika, T. Matsuda, A. Shibata, A. Matsuda, Y. Nishino, M. Hattori, M. Soda, A. Ioka, T. Sobue, H. Nishimoto, Short-term projection of cancer incidence in Japan using an age-period interaction model with spline smoothing, *Japanese Journal of Clinical Oncology*, 44 (1), 36-41, 2014.
- T. Tonda, K. Satoh, K. Kamo: Detecting a local cohort effect for cancer mortality data using a varying coefficient model. *Journal of Epidemiology*, 25 (10), 639-646, 2015.
- K. Kamo, M. Konoshima, A. Yoshimoto: Stochastic analysis of tree-forest damage by snow and wind: logistic regression model for tree damage and Cox regression for tree survival. *FORMATH*, 15, 44-55, 2016.
- K. Kamo, T. Tonda, K. Satoh: Growth analysis using nuisance baseline. *FORMATH* (accepted).
- C. Tan, Y. Sasagawa, K. Kamo, T. Kukitsu, S. Noda, K. Ishikawa, N. Yamauchi, T. Saikawa, T. Noro, H. Nakamura, F. Takahashi, F. Sata, M. Tada, Y. Kokai: Evaluation of the Japanese Metabolic syndrome risk score (JAMRISK): a newly developed questionnaire used as a screening tool for diagnosing and insulin resistance in Japan. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 21 (6), 470-479, 2016.
- K. Katanoda, K. Kamo, S. Tsugane: Quantification of the increase in thyroid cancer prevalence in Fukushima after the nuclear disaster in 2011 - a potential overdiagnosis?. *Japanese Journal of Clinical Oncology*, 46 (3), 284-286, 2016.
- M. Onodera, N. Yama, M. Hashimoto, T. Shonai, K. Aratani, K. Kamo, H. Nagahama, H. Takashima, H. Ohguro, M. Hatakenaka: The signal intensity ratio of the optic nerve to ipsilateral frontal white matter is of value in the diagnosis of acute optic neuritis. *European Radiology*, 26 (8), 2640-2645, 2016.

2. 学会発表

- 片野田耕太, 加茂憲一, 雑賀公美子, 松田智大, 柴田亜希子, 堀芽久美, 祖父江友孝, 西本寛, 2014年のがんの罹患数および死亡数の推計, がん予防学術大会, 2014年6月.
- K. Kamo, T. Tonda, K. Satoh, Statistical models for detecting a cohort effect of cancer mortality, 第25回日本疫学会学術総会(愛知). 2015年1月23日.
- 片野田耕太, 加茂憲一, 堀芽久美, 松田智大: 日本人の累積罹患リスクの推計—全国がん罹患モニタリング集計2011年罹患率報告—, がん予防学術大会2015さいたま.(埼玉), 2015年6月5日.
- 伊森晋平, 加茂憲一: モデル選択結果の漸近分布, 統計関連学会連合大会(岡山). 2015年9月9日.
- S. Imori, K. Kamo: Sample Size Calculation for Model Selection, The 9th Conference of the Asian Regional Section of the IASC, Singapore (National University of Singapore), December, 18, 2015.
- 加茂憲一, 伊藤ゆり, 雑賀公美子, 祖父江友孝: 生命表とリスク曲面によるがん罹患・死亡動向の視覚化, 日本疫学会学術総会(鳥取). 2016年1月23日.
- 福井敬祐, 伊藤ゆり, 中山富雄, 富田哲治, 佐藤健一, 加茂憲一: 変化係数モデルを用いた大阪府におけるがん罹患・死亡の年齢・時代・出生コホート効果分析, 日本疫学会学術総会(鳥取). 2016年1月22日.
- K. Kamo, T. Tonda, K. Satoh: Estimating regression coefficients including nuisance baseline and its applications. The 4th institute of mathematical statistics asia pacific rim meeting, 香港 (The Chinese University of Hong Kong). 2016年6月27~30日.
- 小林博, 小林正伸, 辻一郎, 西野善一, 祖父江友孝, 加茂憲一: がん罹患年齢・死亡年齢の遅延はなぜか—その近未来を予測する, がん予防学術大会2016(名古屋大学), 2016年7月1~2日.

松田彩子, 雑賀公美子, 伊藤ゆり, 福井敬祐, 加茂憲一: シミュレーションモデルを用いた胃がん検診効果—システムティック・レビューより—, 日本公衆衛生学会総会(グランフロント大阪), 2016年10月26~28日.

富田哲治, 佐藤健一, 加茂憲一: 時空間変動を局外ベースラインとした回帰モデルによるがん統計データの分析, 日本疫学会学術総会. 山梨 (ベルクラシック甲府) . 2017年1月25~27日.

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし