

厚生労働科学研究費補助金
政策科学総合研究事業(統計情報総合研究事業)

人口の健康・疾病構造の変化にともなう
複合死因の分析手法の開発と
その妥当性の評価のための研究

(課題番号20AB1001)

令和2年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 別府 志海

令和3(2021)年3月

目 次

令和2年度 総括研究報告書

総括研究報告書（研究代表者：別府 志海）	3
分担研究報告書（研究分担者：林 玲子）	9
分担研究報告書（研究分担者：石井 太）	11
分担研究報告書（研究分担者：篠原恵美子）	14

論 文 編

複合死因データの死因記載状況について（別府志海・篠原恵美子）	19
JMDC/死因順位分類による複合死因間の関連について （林玲子・別府志海・石井太・篠原恵美子）	31
複合死因データを用いた人口学的分析手法について（石井太）	47

研究組織

- 研究代表者

別府 志海 国立社会保障・人口問題研究所 情報調査分析部 室長

- 研究分担者

林 玲子 国立社会保障・人口問題研究所 副所長

石井 太 慶應義塾大学 経済学部 教授

篠原恵美子 東京大学大学院 医学系研究科 医療 AI 開発学講座 特任助教

人口の健康・疾病構造の変化にともなう複合死因の分析手法の開発と その妥当性の評価のための研究

研究代表者 別府志海 国立社会保障・人口問題研究所

研究要旨

日本の死亡統計である『人口動態統計』は、死亡診断書に記載された複数の死因をもとに、WHOが定める方法により「原死因」を一つに特定し、これを掲載している。しかし現代では一人がいくつもの疾病を同時に罹患していることが珍しくなっており、死因を一つに限定することで疾病間の関連など逆に見えなくなる情報も存在する。こうした複数の死因（複合死因）に関する人口ベースのマクロの研究は、データが得られなかったこともあって我が国ではほとんど行われていない。

本研究は、原死因を決定する以前の死亡診断書データ（死亡個票データ）を用い、そこに記載されている各死因を用いた分析手法を探るとともに、分析結果の妥当性について評価し、長寿化を進展する要因を複合死因の視点から分析を試みるものである。これらの結果は健康・疾病構造の変化にともなった医療・介護・福祉への効果的な介入方法の検討に資する基礎資料となる。

また、複合死因の集計・分析に関してはフランス国立人口研究所（INED）等を中心に結成されている複合死因研究の国際ネットワーク（MultiCause network）がある。ここの研究交流を行っていくとともに、国際的に標準化された複合死因に関する各種指標の算定や複合死因・疾病と原死因の関係について分析を行う。

研究分担者：

林玲子 国立社会保障・人口問題研究所
副所長
石井太 慶應義塾大学経済学部 教授
篠原恵美子 東京大学大学院 医学系研究
科 医療 AI 開発学講座 特任
助教

因」を一つに特定し、これを掲載している。しかし現代では一人がいくつもの疾病を同時に罹患していることが珍しくなっており、死因を一つに限定することで疾病間の関連など逆に見えなくなる情報も存在する。こうした複数の死因（複合死因）に関する人口ベースのマクロの研究は、データが得られなかったこともあって我が国ではほとんど行われていない。

A. 研究目的

日本の死亡統計である『人口動態統計』は、死亡診断書に記載された複数の死因をもとに、WHOが定める方法により「原死

本研究は、原死因を決定する以前の死亡個票データを用いることにより、死因間の関連を分析し、長寿化を進展する要因を死因構造から分析するものである。すでに申

請者らはわが国の複合死因集計・分析に着手し、フランス国立人口研究所 (INED) 等を中心に結成されている複合死因研究の国際ネットワーク (MultiCause network) での研究交流を通じて、国際的に標準化された複合死因に関する各種指標の算定、複数の疾病が併存しやすい生活習慣病や認知症、死亡期間情報を用いて特定した突然死などに関し、複合死因・疾病と原死因の関係について分析している。

こうした研究を進めて疾病の罹患から死亡までのプロセスおよび疾病間の関係を明らかにすることにより、疾病の罹患を遅延させる等といった介入が行われた場合のシミュレーション分析、死亡や健康寿命に与える効果についての分析が可能となり、医療・介護・福祉への効果的な介入方法の検討に資する基礎資料を得られる。

B. 研究方法

死因統計にまとめられている原死因を特定する以前の、直接死因等が記載されている死亡診断書のデータは、2003 年以降のオンラインで厚生労働省へ登録されるようになった分について死亡個票データとして保存・二次利用が可能となっている。そこで、従来の死亡統計作成に使用されている死亡票に加え、この死亡個票データの二次利用し分析することとした。

死亡票はすでにコード化されたデータとなっているものの、死亡個票データはテキストデータとなっており、データのクリーニング等はされていない。そのため、分析に先立ってデータのクリーニングおよびコード化を行うことが必須となる。本研究では、記載された各死因名を標準病名に変換した上で ICD-10 (2013 年版) ベースに変換・コード化し、これを用いて分析を行うこととした。なお、具体的なコード化の方法等については、分担報告書 (篠原担当)

を参照頂きたい。

一方、複合死因に関する分析方法等については、主にフランス国立人口研究所 (INED) 等を中心に結成されている複合死因研究の国際ネットワーク (MultiCause network) において、分析・研究論文の収集が行われている。そこで、これを参考にしつつ、海外における研究レビューの対象として 113 種類の研究を選定してレビューを行うとともに、わが国における複合死因関係研究に関してもレビューを行った。

C. 研究成果

死亡診断書に記載されている各死因などの死亡情報を得るため、統計法に基づき人口動態統計の死亡票および死亡個票 (死亡診断書を転記したデータ) について二次利用申請を行った。提供されたデータのうち死亡個票データは厚生労働省にオンライン登録された時点におけるテキストデータとなっている。死亡個票データのうち、各死因欄に記載された死因名は ICD-10 対応標準病名マスターで定義されている病名交換用コードおよび ICD-10 コードに、期間欄は日数に変換を行った。データ量が非常に大きく、素朴な実装では実行時間が非常に長くなるため、形態素解析器の MeCab を利用し効率化を図った。

コード化した複合死因データを死亡票とマッチングを行った結果、オンライン登録が始まった 2003 年では 9%弱にとどまっていたが、オンライン登録の広がりとともに割合も上昇して 2007 年には 50%を超え、2019 年には死亡票の 99%とマッチングを行えた。また死因欄別の記載状況は、特に直接死因である I 欄アでは空欄の件数が極めて低いことから、多くの死亡において少なくとも一つの死因は分かる状況といえる。

死亡票とマッチングさせた死亡個票における各死因欄のデータを見ると、死因欄に

は複数の死因が記載されているケースも見られた。これら記載されたすべての死因についてコード化を行ったが、1件以上コード化がされたものに占める2件以上の記載がある死亡数は、I欄アでは2~4%と低く、I欄イ~ウは5%前後、I欄エは10%前後であったほか、II欄では同割合が25%ほどであった。また死因欄に関係なく、コード化された死因が2つ以上ある死亡の割合を求めると、全年次とも47~56%であり、全体の約半数について何らかの複合死因分析が可能である。

死因欄別に死因順位を出すと、I欄アでは心不全や肺炎など死亡の定義と密接な死因や老衰といった記載が多いが、間接死因となるI欄イ~エにおいては、脳梗塞、肝硬変、糖尿病、高血圧症、慢性腎臓病と言った死因が多く記載されていた。またII欄では脳梗塞や心不全のほか、糖尿病や慢性腎臓病、高血圧症などと言った死因の記載が多くなっており、いわゆる生活習慣病が多く記載されている。

原死因を含めた複合死因を用いて隣接行列を作成した結果、他の死因と深く関係している死因と、そうではない死因がみられた。前者は腎不全、糖尿病や敗血症、高血圧性疾患であり、後者は悪性新生物や肝疾患などである。また、心疾患や老衰は、他の原死因の複合死因となることが多いことが示された。血管性認知症、アルツハイマー病、パーキンソン病は老衰、肺炎、誤嚥性肺炎を複合死因に持つことが多く、一つの複合死因関連パターンを形成していた。

本年度に計画していた「海外における複合死因ネットワークとの情報交換」は、世界的なコロナウィルスの蔓延にともない困難であったことから、これに代えて文献レビューを行った。複合死因に関する分析方法等について、主にフランス国立人口研究所 (INED) 等を中心に結成されている複

合死因研究の国際ネットワーク (MultiCause network) において分析・研究論文の収集が行われており、これを参考としつつ、海外における研究レビューの対象として113種類の研究を選定してレビューを行った。レビューの結果、近年ではネットワーク分析を応用した複合死因間の関係分析研究が始められていることから、ネットワーク分析の概要についてもレビューを行った。

なお、本年度には複合死因に関連する国際会議等は開催されなかったが、これまでの研究成果に基づき、複合死因に関するネットワーク分析および糖尿病に関する報告を日本人口学会大会において行うことにより、国内研究者と複合死因の分析手法等について意見交換・討論を行った。

D. 考察

死因のコード化には病名マスターを利用しているが、カバーされない病名表記は独自の変換表を用意して対応した。この結果、全ての年のデータについて、95%以上の死亡個票についてI欄に少なくとも1つのICD-10コードが付与された。しかしこのマスターと変換表でもまだカバーできていない範囲があり、今後改善が必要である。

また、期間正規化の結果がマイナスの数値になっているケースが見られた。この原因としては死亡個票の内容の誤りとプログラムの誤りの可能性があり、調査が必要である。前者に対してはそのようなケースをどう扱うかの検討が、後者に対してはプログラムの修正を行う予定である。

さらに、原因と期間の両方について、入力文字数に制限があるため、備考欄に続きが記載されているケースの存在が確認されている。このようなケースの割合の調査、対応する原因・期間と接続し再構成する方法の確立が必要である。

コード化された死亡個票データを死亡票とマッチングさせたところ、コード化された死因が2つ以上ある死亡の割合は5割ほどであり、したがって死亡全体の約半数について何らかの複合死因分析が可能となる。複合死因分析では死亡者の死因構造しか扱うことが出来ないものの、それでも近年では60万件を超える数を分析対象にすることが可能であるため、より詳細に分析することで生活習慣病をはじめとする傷病間の状態や関係が明らかに出来ると考える。

原死因と複合死因について隣接行列を作成した結果、原死因別に見た複合死因と、複合死因間の隣接行列は、それぞれ異なる関係性が示された。中でも悪性新生物は原死因数でも、複合死因数でもその合計が一番多い死因であるが、例えば悪性新生物と肝疾患の関係数は14,216にのぼっており、肝がんと肝疾患の関係をみれば、より強い関係がみられるかもしれない、部位別に見ていく必要があるだろう。原死因、複合死因それぞれの関係性を示すような適切な指標、分析枠組みを複数検討・考慮する必要がある。

複合死因に関する先行研究の内容・手法を類型化すると、大きく以下の7類型に分けることができる。

[1] 死因について原死因に加え複合死因も含めた分析 (51)

[2] 原死因による分析と複合死因による分析を比較対照するもの (29)

[3] 1死亡当たりの死因数の分析 (11)

[4] 複合死因間の関係を分析するもの (24)

[5] 競合リスクモデルや特定死因を除去した生命表など生命表分析への応用 (7)

[6] 死因選択の妥当性の検証など (5)

[7] その他 (10)

※ 括弧内は当該領域を扱った論文数。複数領域を扱った論文もあるため合計は

113を超える。

特に分析方法について、近年では死因間の関係についてネットワーク分析手法を応用した研究が行われており、各死因分類をネットワークにおけるノード(点)と考え、同一の死亡診断書に二つの死因分類による死因が記述されているときに二つのノードをエッジ(線)で結ぶ無向ネットワークを考えて分析を行う先行研究などが存在している。ネットワーク分析では、ネットワークに関する特性を表す指標を観察する方法に加え、ネットワークのグラフをいくつかのサブグループ(コミュニティ)に分けるコミュニティ検出という手法が存在する。これを複合死因分析に応用すると、原死因だけの観察からはわからない、互いに結びつきの強い死因のグループを抽出することが可能となる。これは、長寿化が進行し、複数の病態を同時に併発することが多いわが国の現在の死亡状況の分析に有効であると考えられることから、本研究ではこのコミュニティ検出手法に関してもレビューも行った。

このように複合死因研究は国際的にもまだ開発途上にあるといえ、本研究から得られる知見が貢献できる余地は小さくないといえよう。

従来、原死因という単一の死因のみを用いて死因推移や死因構造を考えてきたが、生活習慣病等の広がりにもなって関連死因間の分析が必要となっている。しかしながら、複合死因が収録されている現状のデータは集計・分析を行うことが想定されているとはいいがたい。とは言え原死因以外の死因情報が得られるデータはこれ以外にはなく、本研究が分析手法の一例を提示することによって複合死因情報の利用促進が期待される。

また、近く死因分類がICD-10から

ICD-11 へと変更される予定である。原死因は ICD が定める死因分類によって作成されるため、死因分類変更の前後で不連続となる。他方、死亡診断書のデータから分析を行う場合には死因分類の変更による影響を受けることがないことから、時系列比較を行う際には死因構造および死因間の関連変化について、より適切な情報を提供できる可能性がある。

E. 結論

本研究は、原死因を決定する以前の死亡個票データを用いることにより、死因間の関連を分析し、長寿化を進展する要因を死因構造から分析するものである。これらの情報は、従来は原死因を特定するためにのみ用いられていた。

複合死因を分析するためのデータは、日本では死亡票はクリーニングされコード化されているが、死亡個票データは厚生労働省にオンライン登録された時点におけるテキストデータとなっており、データを入手しただけでは分析を行うことができない。しかし原死因以外の死因情報が得られるデータはこの死亡個票データ以外には存在せず、本研究が分析手法の一例を提示することによって未利用の死亡診断書データ、複合死因情報に関する利用・分析の促進が望まれる。

死亡個票データを用いて分析を行うにはデータのクリーニング・コード化を行う必要がある。本研究では、ICD-10 対応標準病名マスターで定義されている病名交換用コードおよび ICD-10 コードに、期間欄は日数に変換を試みた。入力されているデータが複雑であるが、これらのデータを効率的に活用できるような方法をさらに検討したい。

死因には、他の死因と深く関係している死因と、そうではない死因があり、前者は

腎不全、糖尿病や敗血症、高血圧性疾患であり、後者は悪性新生物や肝疾患などである。また、心疾患や老衰は、他の原死因の複合死因となることが多い。血管性認知症、アルツハイマー病、パーキンソン病は老衰、肺炎、誤嚥性肺炎を複合死因に持つことが多く、一つの複合死因関連パターンを形成している。

現段階では、死亡票の死因欄の順番、また、I 欄と II 欄との違いについては考慮していない。因果関係を同定できるのかどうかを含め、今後検討する必要がある。また記入テキストが ICD コードに変換できないケース、外因の複合死因、経年的に複合死因の関連がどう変化したかの分析も今後の検討課題である。

また先行研究のレビューから、複合死因研究は国際的にも注目されており、死因間の関連の指標化やネットワーク分析といった手法の導入など新たな試みが進められていることが示された。

複合死因研究は国際的にもまだ開発途上であり、本研究の進展が貢献できる余地は小さくないといえよう。本研究を進めることにより、死亡診断書データのさらなる有効活用や人口動態統計の集計表の充実や分析の高度化など、将来的な公的統計に関する企画・立案に貢献できるものと考えられる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

石井太・林玲子・篠原恵美子・別府志海「複合死因間関連分析へのネットワーク応」
日本人口学会第 72 回大会、オンライン

開催、2020年11月15日

別府志海・石井太・林玲子・篠原恵美子「複
合死因データを用いた糖尿病と関連死因
の人口学的分析」日本人口学会第72回
大会、オンライン開催、2020年11月15
日

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

厚生労働科学研究費補助金（政策科学総合研究事業）
分担研究報告書
人口の健康・疾病構造の変化にともなう複合死因の分析手法の開発と
その妥当性の評価のための研究
「JMDC/死因順位分類による複合死因間の関連について」

研究分担者 林玲子 国立社会保障・人口問題研究所

研究要旨

2019年のオンライン死亡個票データを用い、死因欄に記入されているすべての死因（複合死因）を原死因別に集計し、複合死因間の隣接行列を作成し、死因の関連を分析した。

死因には、他の死因と深く関係している死因と、そうではない死因あり、前者は腎不全、糖尿病や敗血症、高血圧性疾患であり、後者は悪性新生物や肝疾患などである。また、心疾患や老衰は、他の原死因の複合死因となることが多い。血管性認知症、アルツハイマー病、パーキンソン病は老衰、肺炎、誤嚥性肺炎を複合死因に持つことが多く、一つの複合死因関連パターンを形成している。

A. 研究目的

死亡票に記入されている複数の死因間の関係を、日本で用いられる死因分類を用いて分析する。

B. 研究方法

オンライン死亡票データの死因テキストから ICD コード化された複合死因を、JMDC 分類（Japanese Mortality Database – Cause 日本版死亡データベースの新たな死因分類）に振り分けたうえで、さらに死因順位分類に組み替え、原死因別の複合死因数を算定し、複合死因間の隣接行列を作成した。

C. 研究成果

2019年男女全年齢の総死亡数 1,381,093 人の死亡票に書かれた複合死因の平均は、1.7 個であり、最大 16 個、最小 0 個であった。老衰、肺炎、悪性新生物は平均複合死

因数が少ない。逆に糖尿病、高血圧性疾患、認知症は大きい。

どの原死因でも、一番多い複合死因はその原死因であるが、二番目以降の複合死因がそれほど多くない死因があり、それらは悪性新生物、心疾患、老衰、肝疾患である。それ以外の主要な死因は関連が強い複合死因がある。例えば、血管性認知症、アルツハイマー病、パーキンソン病はいずれも関連が強い複合死因は老衰、肺炎、誤嚥性肺炎であり、一つの複合死因パターンをつくっている。

複合死因間の隣接行列をみると、関係数が一番多いのは悪性新生物—悪性新生物で、次いで多いのは、心疾患—心疾患である。心疾患は、その他腎不全、脳血管疾患、肺炎、高血圧性疾患、その他症状、悪性新生物、糖尿病と、関係数上位 10 位のうち、8 つを占めており、多くの死因と関連している。

D. 結果の考察

原死因別に見た複合死因と、複合死因間の隣接行列は、それぞれ異なる関係性を示す。原死因、複合死因それぞれの関係性を示すような適切な指標、分析枠組みは複数検討・考慮する必要がある。

E. 結論

死因には、他の死因と深く関係している死因と、そうではない死因があり、前者は腎不全、糖尿病や敗血症、高血圧性疾患であり、後者は悪性新生物や肝疾患などである。また、心疾患や老衰は、他の原死因の複合死因となることが多い。血管性認知症、アルツハイマー病、パーキンソン病は老衰、肺炎、誤嚥性肺炎を複合死因に持つことが多く、一つの複合死因関連パターンを形成している。

現段階では、死亡票の死因欄の順番、また、Ⅰ欄とⅡ欄との違いについては考慮していない。因果関係を同定できるのかどうかを含め、今後検討する必要がある。また記入テキストが ICD コードに変換できないケース、外因の複合死因、経年的に複合死因の関連がどう変化したかの分析も今後の検討課題である。

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

令和2年政策科学総合研究事業（統計情報総合研究事業）
分担研究報告書

複合死因データを用いた人口学的分析手法について

研究分担者 石井 太 慶應義塾大学

研究要旨 本研究は、わが国における複合死因分析の充実を図る観点から、複合死因集計・分析手法に関する人口学的分析手法に関する国内外の先行研究をレビューすることを目的とするものである。先行研究のレビューから、複合死因研究は国際的にも注目されており、死因間の関連の指標化やネットワーク分析といった手法の導入など新たな試みが進められていることが示された。今後、わが国の複合死因分析を行っていくにあたり、本研究で行った先行研究を参考としつつ、わが国のデータに適した研究手法が開発されることが望ましい。

A. 研究目的

現在、人口動態統計では、死亡票に記載されている複数の死因から、世界保健機関が勧告する「疾病及び関連保健問題の国際統計分類」に準拠し、直接に死亡を引き起こした一連の事象の起因となった疾病もしくは損傷等を表す単一の「原死因」を用いて死因統計の集計・分析を行っている。これは、一連の病的事象を起こす原因を防止するという公衆衛生的な観点に基づくものであるが、一方で、現在、わが国では生活習慣病が死因の上位を占めるに至り、一人が複数の疾患を抱えることも多くなってきていることから、原死因以外の死因に着目する必要性が高まっている。

このような問題意識の下、社会保障審議会統計分科会疾病、傷害及び死因分類部会は、平成26年11月に出した報告（「疾病、傷害及び死因に関する分類に係る部会審議の際に出された意見に基づく報告」）の中で、「中長期的には、基礎疾患の情報や介入の状況、合併症、予後等、死亡診断書・死体検案書から得られる複合的な要因を把握できるよう

な分析がなされることが望ましい。」との方向性を打ち出している。しかしながら、人口動態統計死亡票の原死因以外の複合死因情報については、近年、はじめて二次利用が可能となったところであり、わが国ではこのような複合死因データを全人口ベースで取り扱った経験が多いとはいえない状況にあった。一方、諸外国においては、従来から複合死因のデータの活用事例が存在しており、例えば人口学領域においては、原死因と複合死因の関係性を記述するための人口学的指標の構築などの先行研究が行われてきている。本研究は、わが国における複合死因分析の充実を図る観点から、複合死因集計・分析手法に関する人口学的分析手法に関する国内外の先行研究をレビューすることを目的とするものである。

B. 研究方法

本研究では、複合死因に関する集計方法や分析手法について、海外の先行研究に関する文献を収集しレビューを行う。また、近年、ネットワーク分析を応用して複合死因

間の関係进行分析する研究が行われてきていることから、これについては、ネットワーク分析の概要とともにレビューを行った。さらに、これらに加え、わが国における複合死因関係研究に関してもレビューを行った。

C. 研究結果

複合死因に関する分析方法等について、主にフランス国立人口研究所 (INED) 等を中心に結成されている複合死因研究の国際ネットワーク (MultiCause network) において分析・研究論文の収集が行われており、これを参考としつつ、海外における研究レビューの対象として 113 種類の研究を選定してレビューを行った。レビューの結果、近年ではネットワーク分析を応用した複合死因間の関係分析研究が始められていることから、ネットワーク分析の概要についてもレビューを行った。

D. 考察

複合死因に関する先行研究の内容・手法を類型化すると、大きく以下の 7 類型に分けることができる。

[1] 死因について原死因に加え複合死因も含めた分析 (51)

[2] 原死因による分析と複合死因による分析を比較対照するもの (29)

[3] 1 死亡当たりの死因数の分析 (11)

[4] 複合死因間の関係进行分析するもの (24)

[5] 競合リスクモデルや特定死因を除去した生命表など生命表分析への応用 (7)

[6] 死因選択の妥当性の検証など (5)

[7] その他 (10)

※ 括弧内は当該領域を扱った論文数。

複数領域を扱った論文もあるため合計は 113 を超える。

[1] と [2] の領域に属する研究は複合死因統計を用いた分析の中で典型的な分析であり、これらは重複して行われていることも多い。先行研究の中には原死因のみの観察ではその影響が過小評価されてしまう死因の適切な評価があり、インフルエンザ、糖尿病、アルツハイマーなど様々な死因に着目した分析が行われている。

[3] と [4] の領域に属する研究では、原死因のみの統計では得られない、複合死因ならではの特徴进行分析の研究である。とりわけ死因間の関係を指標化する試みとして MultiCause Network グループのメンバーによって提案されている SRMU (Standardized Ratio of Multiple to Underlying Cause) と CDAI (Cause of Death Association Indicator) があげられる。このうち SRMU は原死因死亡に対する複合死因死亡の比を表すものであり、CDAI は原死因を限定しない場合における各死因の出現度合に対し、原死因を限定した場合における同死因の出現度合がどの程度変化するかを指数化したものである。

[5] では、通常、原死因をもとに作成された特定死因を除去した生命表をもとに死因の影響評価が行われるが、この生命表を複合死因統計を用いて死因パターンを構成し、これを除去することによる生命表分析への応用が研究されている。

[6] では複合死因データを用い、原死因を選択する方法の妥当性、比較可能性について検証などを目的とした研究がある。

また [4] の領域に関連して、近年では死

因間の関係についてネットワーク分析手法を応用した研究が行われており、各死因分類をネットワークにおけるノード(点)と考え、同一の死亡診断書に二つの死因分類による死因が記述されているときに二つのノードをエッジ(線)で結ぶ無向ネットワークを考えて分析を行う先行研究などが存在している。ネットワーク分析では、ネットワークに関する特性を表す指標を観察する方法に加え、ネットワークのグラフをいくつかのサブグループ(コミュニティ)に分けるコミュニティ検出という手法が存在する。これを複合死因分析に応用すると、原死因だけの観察からはわからない、互いに結びつきの強い死因のグループを抽出することが可能となる。これは、長寿化が進行し、複数の病態を同時に併発することが多いわが国の現在の死亡状況の分析に有効であると考えられることから、本研究ではこのコミュニティ検出手法についてもレビューも行った。

このように複合死因研究は国際的にもまだ開発途上にあるといえ、本研究から得られる知見が貢献できる余地は小さくないといえよう。

E. 結論

先行研究のレビューから、複合死因研究は国際的にも注目されており、死因間の関連の指標化やネットワーク分析といった手法の導入など新たな試みが進められていることが示された。今後、わが国の複合死因分析を行っていくにあたり、本研究で行った先行研究を参考としつつ、わが国のデータに適した研究手法が開発されることが望ましい。

令和 2 年政策科学総合研究事業（統計情報総合研究事業）
分担研究報告書

人口の健康・疾病構造の変化にともなう複合死因の分析手法の開発とその妥当
性の評価のための研究

死亡診断書における死亡の原因のコード化と期間表現の正規化

研究分担者 篠原恵美子 東京大学大学院医学系研究科 特任助教

研究要旨 死亡事故原票データにおいて死亡の原因やその期間についての情
報は自由入力データであり、統計処理に用いるためには正規化が必要である。
本年度は過去に開発した処理プログラムをベースにコード化知識の更新を
行い、死亡の原因の ICD-10 コード・病名交換用コード化および期間表現の
正規化を行った。

A. 研究目的

死亡調査票における死亡の原因欄は自由記載であるため、様々な表記ゆれが含まれており、例えば「虚血性心筋症」と「心筋虚血」のように表現が異なる場合や、「肺癌」と「左肺癌」のように側性の情報が付加される場合がある。これを統計処理するためにはコード化を行う必要がある。また、「肺癌、動脈硬化症」のように 1 つの欄に複数の病名が含まれる場合には、それぞれを別の病名として計数できなければならない。原因とペアで記録される期間も自由記載であり、正規化処理をしなければ統計処理ができない。しかし死亡調査票の数は年間 100 万件を超えており、全件を手で処理することは現実的ではない。そこで自然言語処理による自動正規化が有用と期待される。

分担研究者は過去に死亡調査票の死亡の原因および原因欄に記載された内容の ICD-10 コード化および日数形式への正規

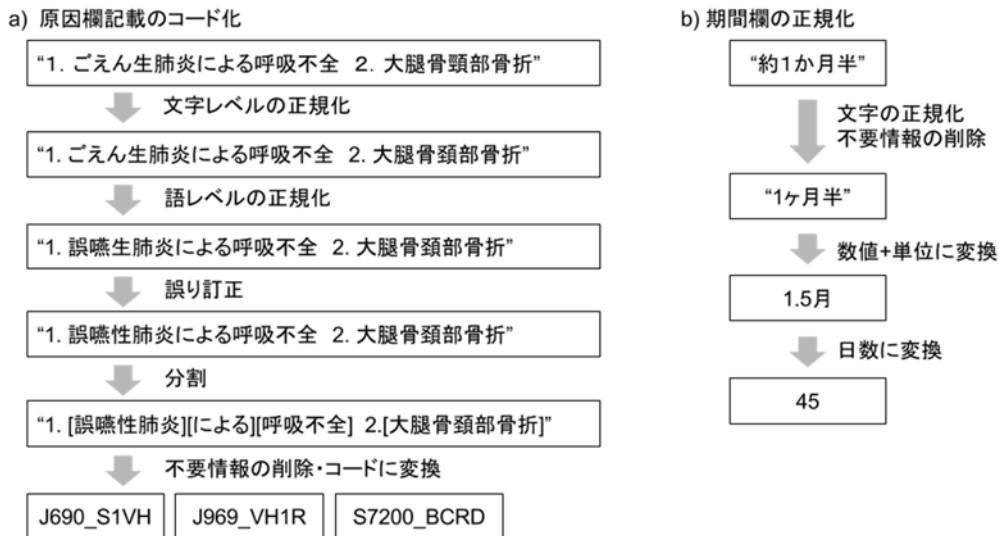
化プログラムを開発した。今年度はこのプログラムで利用している病名コード表のアップデートを行ったうえで、平成 15 年から令和 1 年までの全データについてコード化・正規化を行った。

B. 研究方法

1. テキストデータの抽出

平成 15 年から令和 1 年の死亡票（調査票情報）15,725,292 件を対象とした。

死亡個票の電子ファイルは各項目が固定バイト長で格納された文字コード CP932 のテキストファイルであり、それよりも短いデータの場合には末尾が空白で埋められている。これを削除し、実際にテキストが含まれている部分のみを抽出した。また後の処理のため、文字コードを UTF-8 に変換した。抽出・変換したデータは全て SQLite3 のデータベースに 1 ファイル 1 テーブルとして格納した。ファイルごとにテーブルを分けたのは年ごとに列数が異なるためである。



2. 病名コード表のアップデート

原因欄と期間欄それぞれについて、自動でコード化・正規化を行うプログラムが実装しているアルゴリズムの概要を図1に示す。このうち、死亡の原因欄のコード化の「分割」ステップでは一般財団法人医療情報システム開発センターで公開されているICD10対応標準病名マスターを利用している。このマスターは年に数回更新されており、最新の Ver.5.05 をインストールした。

3. 原因欄のコード化

「死亡の原因 I 欄」(ア～エ)「死亡の原

4. 期間欄の正規化

原因欄と同様に「死亡の原因 I 欄」(ア～エ)「死亡の原因II 欄」の「期間」に格納されているデータを対象とし、日数に変換した。元データとしてはこれらに加えて死亡日を利用した。死亡日は、年数などの時間幅を記録すべき「期間」に日付が記入されている場合があり、これを時間幅に変換するためが必要である。

期間欄についても複数の情報が列記されていることがあるため、原因欄と同様に分解した。

図1 コード化・正規化アルゴリズムの概要

因II 欄」の「原因」を、前処理を行った上でマスターを利用して分割し、ICD-10コードと病名交換用コードに変換した。前処理は文字の正規化(例. 頸→頸)・語の正規化(例. 十二腸→十二指腸)・誤り訂正(例. 十二腸→十二指腸)の3段階から成っている。データ量が非常に大きく、素朴な実装では実行時間が非常に長くなるため、形態素解析器のMeCabを利用し効率化を図った。

5. 処理結果のまとめ

最後に、ICD-10コード、病名交換用コード、期間(日数)を、年ごとに元となった死亡個票に列を追加する形でデータを出力した。

C. 研究結果

全ての年のデータについて、95%以上の死亡個票についてI 欄に少なくとも1つのICD-10コードが付与された。

D. 考察

原因のコード化には病名マスターを利用しているが、カバーされない病名表記は独自の変換表を用意して対応している。このマスターと変換表でもまだカバーできていない範囲があり、今後改善が必要である。

また、期間正規化の結果がマイナスの数値になっているケースが見られた。この原因としては死亡個票の内容の誤りとプログラムの誤りの可能性があり、調査が必要である。前者に対してはそのようなケースをどう扱うかの検討が、後者に対してはプログラムの修正を行う予定である。

さらに、原因と期間の両方について、入力文字数に制限があるため、備考欄に続きが記載されているケースの存在が確認されている。このようなケースの割合の調査、対応する原因・期間と接続し再構成する方法の確立が必要である。

E. 結論

申請データ全数について死亡個票の原因欄および期間欄の基本的な正規化を自動で行った。

論 文 編

複合死因データの死因記載状況について

別府志海¹・篠原恵美子²

1.国立社会保障・人口問題研究所, 2.東京大学

1. はじめに

『人口動態統計』では、WHOが掲げている原死因（underlying cause of death）の考え方を採用している。この原死因について、WHOは1967年の総会において「直接に死亡を引き起こした一連の事象の起因となった疾病または損傷、もしくは致命傷を負わせた事故または暴力の状況」と定義した（厚生労働省2018a）。死因統計においては、上記の死亡診断書等に記載された諸死因から、原死因の考え方にに基づき原則としてWHOが定める方法により原死因を一つに特定している（厚生労働省2018a, 2018b）。

死亡原因の根源を探る試みはそれ自体、大変重要であることは論を待たない。しかし他方において、現代のいわゆる生活習慣病が大勢となり、一人がいくつもの疾病を同時に罹患していることが珍しくなくなっている社会においては、死因を一つに限定することで疾病間の関連などといった逆に見えなくなる情報も存在する。例えば糖尿病は合併症を引き起こすことが知られているが、原死因からでは、その人がどういった合併症を併発したのかは分からなくなる。

さて、医療技術の進歩により長寿社会を迎えている。医療の進歩にともなう疾病期間はむしろ短縮し「疾病の圧縮」（compression of morbidity）が起こるという見方がある（Fries 1980など）。その一方で、医療の進歩は感染症を罹患している期間を減らしたものの、生活習慣病を患っている期間を延ばしているとの見方がある（Gruenberg 1977など）。つまり、病気自体は治癒されずに残され、回復なき延命がもたらされた（Riley 2001, p97）というものである。こうした影響について、複数の死因から解析を行うことができるのが、複合死因分析の大きな特徴といえよう。

本稿では日本における複合死因データの状況について、原死因を特定する前の情報である死亡個票を用いて示したい。分析には、厚生労働省『人口動態統計』における死亡票および死亡個票データを用いる¹⁾。なお、死亡個票はデータがコード化されておらず、死亡診断書に記載された死因名がそのままテキストデータとして登録されているため、そのままでは分析に用いることが出来ない。そこで記載されている死因名をICD-10（2013年版）ベースに変換し、分析に用いている。なお、本稿では4桁で変換されたICDコードを

¹⁾ 厚生労働省『人口動態調査』における死亡票は、前述の死亡届および死亡診断書等をもとに作成される。この調査票情報（死亡個票）を厚生労働省へ報告するシステムは2003年以降、順次オンライン化が進められた。本研究では死亡票情報に加え、オンラインにより提出された死亡個票情報を二次利用している（提供通知文書番号：令和3年2月3日付厚生労働省発政統0203第4号）。死亡個票情報の独自集計であるため、公表数値とは一致しない場合がある。

2桁に改めて集計を行っている。また、死因間の分析を行う目的から、ここでは外因の場合については「外因」で一括している。死因のコード化作業の内容等について、より詳細は本報告書の分担報告書（篠原分）を参照されたい。

2. 死亡診断書と死亡個票・複合死因

日本の死亡統計である『人口動態統計』は、自治体に提出される死亡届を元に調査票が作成される。死亡届の右側は死亡診断書もしくは死体検案書となっており、医師が死因など死亡時の状況について記入する。人口動態調査は、市区町村の窓口へ提出される死亡届、および死亡診断書もしくは死体検案書（以下、死亡診断書等）をもとに、市区町村によって記入された調査票に基づく。

死亡届には死亡者の男女、年齢、住所地などといった基本的属性が記載される。また届出用紙の右半分は死亡診断書（死体検案書）²⁾になっており、死亡の場所や死因、死亡診断を行った医師の氏名などが記載される。人口動態調査の死亡票は死亡届および死亡診断書等に記載されている情報を転記する形で作成される。

図1. 死亡届および死亡診断書等の様式

出典：法務省ホームページ（www.moj.go.jp/content/000011718.pdf）。

2) 「死亡診断書」と「死体検案書」は同一の様式であり、標題も「死亡診断書（死体検案書）」となっている。記入する医師は交付する際に該当しないものを二重線で消すこととされている（厚労省『死亡診断書（死体検案書）記入マニュアル』）。実際の届出に際して使用される用紙は、死亡届と死亡診断書等が一体となったものであり、この標準様式については法務省民事局長通達により示されている。

死亡診断書等の死因欄は大きくⅠ欄とⅡ欄があり、Ⅰ欄は「最も死亡に影響を与えた傷病名を医学的因果関係の順番」で4つまで記載できる。またⅡ欄は「直接には死因に関係しないがⅠ欄の傷病経過に影響を及ぼした傷病名等」を記載する欄である。したがって、死因として記載される欄は全部で5欄ある（図1）。現在公表されている死因統計では、死亡診断書等に記載されたそれぞれの死因、すなわち複合死因について集計は行われず、これら死因から選ばれた一つの死因である原死因のみが集計対象となっているが、複合死因研究は原死因として抽出されなかった死因情報も対象とし、それぞれの死因および死因間の関係について分析するものである。

分析に用いるデータであるが、人口動態統計の死亡票を作成する元データとなる死亡個票を使用する。ただし、死亡個票の二次利用が可能となるデータの範囲は「オンラインにより厚生労働省へ登録されたもの」となる。したがって、オンラインによらず登録された死亡情報についてはデータを得ることが出来ない点は注意を要する。

表1. 死亡票とマッチングが出来た死亡個票の件数および割合

年次	死亡票 (死亡数)	死亡票とマッ チングできた 死亡個票	割合(%)
2003	1,014,951	87,630	8.63
2004	1,028,602	222,409	21.62
2005	1,083,796	405,012	37.37
2006	1,084,451	515,791	47.56
2007	1,108,334	636,523	57.43
2008	1,142,407	756,499	66.22
2009	1,141,865	853,412	74.74
2010	1,197,014	955,138	79.79
2011	1,253,068	1,069,924	85.38
2012	1,256,359	1,134,715	90.32
2013	1,268,438	1,167,944	92.08
2014	1,273,025	1,195,172	93.88
2015	1,290,510	1,230,299	95.33
2016	1,308,158	1,260,995	96.39
2017	1,340,567	1,305,633	97.39
2018	1,362,470	1,346,073	98.80
2019	1,381,093	1,370,950	99.27

資料：厚生労働省「人口動態統計」死亡個票の独自集計による。

死亡個票は死亡票とマッチングできたもの。

死亡数（死亡票の数）に対してどの程度の死亡個票が得られているのか確認したい。死亡個票を死亡票とマッチングしたデータによると、オンライン登録が始まった2003年では9%弱にとどまっていたが、オンライン登録の広がりによって割合も上昇し、2007年には

は50%を超えて2019年には99%超となっている(表1)。今日ではほぼすべての死亡がオンライン登録されており、複合死因分析もほぼすべての死亡を対象に出来るといえる。

3. 死因欄別死因の記載件数

死亡診断書等における死因の記載欄は前述のとおり、直接死因から間接死因まで全部で5欄ある。ここでは、各死因欄はどの程度の記載があるかを概観したい。表2は、死因欄別に何らの記載も無い件数を示したものである。この表から、直接死因であるI欄アが空欄である死亡数は東日本大震災のあった2011年にやや多くなっているが、死亡数に占める割合は2011年を含めていずれの年次も1%を大きく下回っている。したがって、I欄アにはほぼすべての死亡で何らかの死因が1つは記載されている状況といえる。

表2. 死因欄別にみた、死因が記載されていない件数

死因欄	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
死亡個票数									
I欄ア	95	214	475	824	579	595	677	883	3900
I欄イ	47694	122737	224644	289096	361060	436333	498875	567726	650308
I欄ウ	78389	199823	364411	464668	574072	683963	773910	869029	977790
I欄エ	85866	218169	397466	506222	624857	742818	838587	938721	1052612
II欄	55673	140616	256100	327164	404427	480771	545256	611473	694306
死亡個票総数	87630	222409	405012	515791	636523	756499	853412	955138	1069924
死因欄	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	全体
死亡個票数									
I欄ア	774	859	829	837	749	470	429	460	13649
I欄イ	691785	721684	746718	780565	804529	843782	876039	912237	9575812
I欄ウ	1037078	1070943	1098735	1134185	1163690	1208785	1247631	1277347	14224449
I欄エ	1116022	1149508	1176808	1212230	1242808	1287661	1327711	1353750	15271816
II欄	735506	765072	785000	811336	836031	870490	901595	927380	10148196
死亡個票総数	1134715	1167944	1195172	1230299	1260995	1305633	1346073	1370950	15514119
死因欄	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
割合 (%)									
I欄ア	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4
I欄イ	54.4	55.2	55.5	56.0	56.7	57.7	58.5	59.4	60.8
I欄ウ	89.5	89.8	90.0	90.1	90.2	90.4	90.7	91.0	91.4
I欄エ	98.0	98.1	98.1	98.1	98.2	98.2	98.3	98.3	98.4
II欄	63.5	63.2	63.2	63.4	63.5	63.6	63.9	64.0	64.9
死亡個票総数	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
死因欄	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	全体
割合 (%)									
I欄ア	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
I欄イ	61.0	61.8	62.5	63.4	63.8	64.6	65.1	66.5	61.7
I欄ウ	91.4	91.7	91.9	92.2	92.3	92.6	92.7	93.2	91.7
I欄エ	98.4	98.4	98.5	98.5	98.6	98.6	98.6	98.7	98.4
II欄	64.8	65.5	65.7	65.9	66.3	66.7	67.0	67.6	65.4
死亡個票総数	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

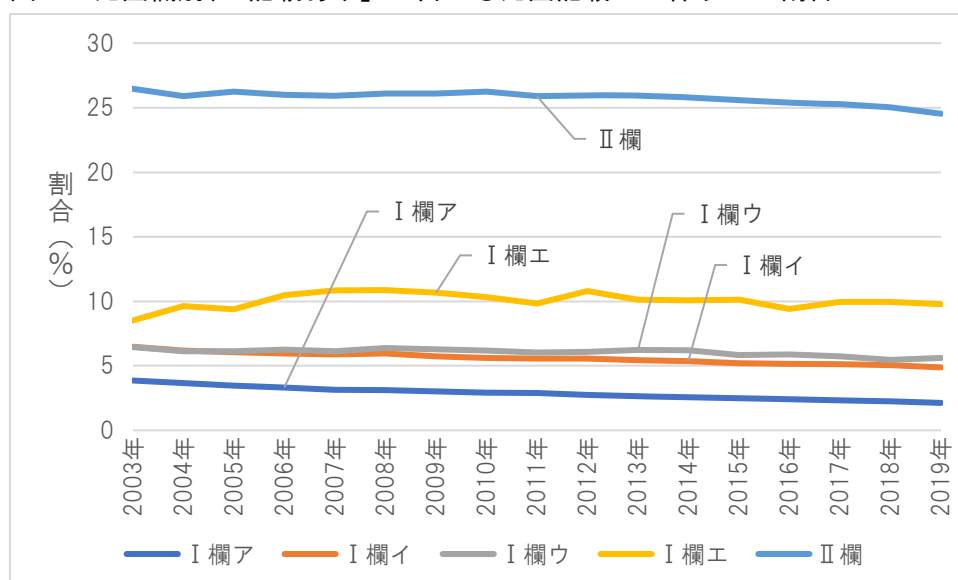
資料：厚生労働省「人口動態統計」死亡個票の独自集計による。死亡票とマッチングできたものについて。

死因欄別に見ると、上記のとおりI欄アでは空欄がほとんど見られない状態が続いているものの、他の欄では空欄の割合が緩やかに上昇している。I欄アに次いで記載件数の多

い I 欄イでは、何らの死因も記載されていない割合が 2003 年の 54%から 2019 年の 67%まで上昇しているほか、I 欄ウは 2003 年の 89%から 2019 年の 93%へ、I 欄エも 2003 年の 98%から 2019 年の 99%へとそれぞれ若干上昇している。なお、死因の記載が 2 番目に多いのは I 欄イだが、3 番目に多いのは全年次とも II 欄となっており、続いて I 欄ウ、I 欄エの順となっている。

次に死亡個票データを見ると、それぞれの死因欄には 2 つ以上の死因が記載されているケースがある。本研究では、このように一つの欄に複数記載されている死因についてもそれぞれをコード化している。図 2 は各死因欄ごとにコード化された死因について、少なくとも 1 つコード化できたもののうち、2 つ以上コード化されている件数の割合を示したものである。なお、記載数別死亡数は参考表 1 へ掲げている。

図 2. 死因欄別、「記載あり」に占める死因記載が 2 件以上の割合



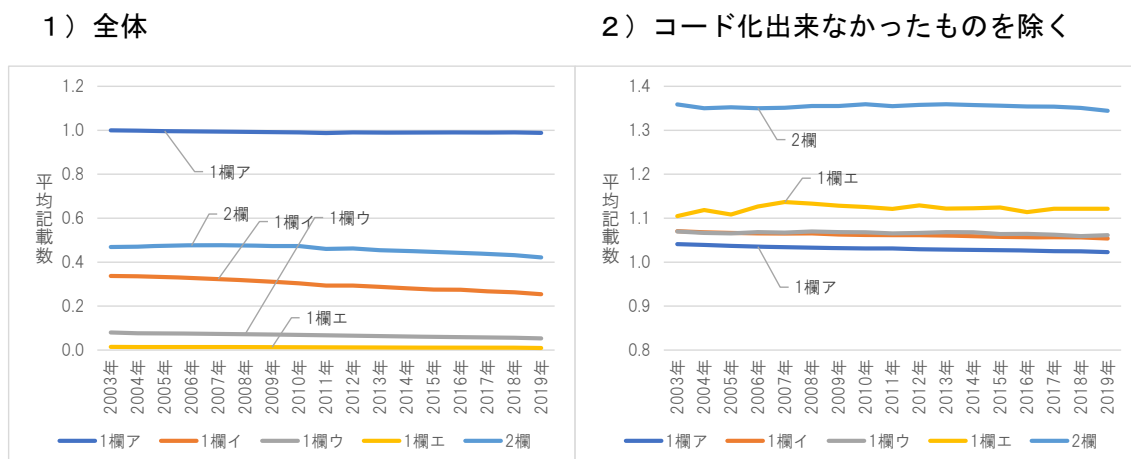
資料：厚生労働省「人口動態統計」死亡票とマッチングできた死亡個票の独自集計による。

これをみると、いずれの死因欄にも複数の死因が記載されているケースは見られるものの、I 欄ア～ウでは 7%以下、I 欄エも 10%程度と低い水準にとどまっている。一方で II 欄では 25%ほどと割合がやや高くなっている。時系列で見ると、I 欄エではやや上昇傾向が見られるものの、他の死因欄では緩やかな低下傾向が見られる。近年では、死因欄への複数死因記載はやや減少傾向にあるといえる。また死因欄に関係なく、コード化された死因が 2 つ以上ある死亡の割合を求めると、全年次とも 47~56%であり、全体の約半数について何らかの複合死因分析が可能であることが分かる。

記載されている死因の平均記載数を死因欄別にみると、I 欄アは全年次で 0.99~1.00 となり、全体で最も記載が多くなっている。しかしながら他の死因欄では平均記載数が 0.5 を下回っている。これは I 欄ア以外では空欄が多くなっているためと考えられる。そこで

コード化出来なかったものを除き、1つ以上の死因がコード化できた死亡を対象として平均記載数を計算してみると、I欄アは1.02~1.04と死因欄の中で平均値が最も低く、かつわずかに減少傾向にある。I欄イとI欄ウはいずれも1.05~1.07であり、ほとんど変化は見られない。I欄エは1.10~1.14とやや多いものの、I欄エへ死因が記載されている件数自体は少ない。II欄は1.34~1.36で、全死因欄の中で最も平均記載数が多くなっている。

図3. 死因欄別平均死因記載数



資料：厚生労働省「人口動態統計」死亡票とマッチングできた死亡個票の独自集計による。

4. 各死因欄に記載されている死因の順位

それぞれの死因欄に登場しやすい死因を見るべく、各死因欄別に死因順位を示した(表3, 参考表2)。まずI欄アの中でも最初に記載される死因をみると、最も多い死因は2003~2015年までJ18(肺炎, 病原体不詳)、2016~2019年はR54(老衰)であり、いずれも死亡数の11~14%を占めている。2番目に多い死因は2013年までがI50(心不全)、2014~2015年がR54(老衰)、2016年以降がJ18(肺炎)となっている。ここでは全体として、呼吸や心臓不全が多いことが特徴といえる。I欄アで2番目に記載された死因では呼吸や心臓不全も多い一方で、悪性新生物や外因といった死因が、また3番目の記載ではG93(脳のその他の障害)が加わっている。

次にI欄イの1番目の死因は、全年次でJ18(肺炎, 病原体不詳)が最も多く、次いで外因、心不全などとともに、I欄アではほとんど無かった脳梗塞や慢性ウイルス性肝炎が並ぶ。記載順位が2番目、3番目では、悪性新生物、外因、心不全が上位を多く占める。

I欄ウの1番目の死因は、脳梗塞、外因、肺炎などのほか、ここまで上位には出てこなかった慢性ウイルス性肝炎、糖尿病、高血圧症などが並ぶ。2番目以降になると悪性新生物や外因があるほか、歯に関連する死因が出現する。

I欄エの1番目の死因は、糖尿病、脳梗塞、慢性ウイルス性肝炎、高血圧症、外因でほとんど占められている。

Ⅱ欄に記載される死因はⅠ欄ア～エに記載された死因とは直接の関連がない傷病である。このⅡ欄に記載された1番目の死因をみると、脳梗塞、糖尿病、心不全、慢性腎臓病、高血圧症、また認知症、アルツハイマー病が並ぶ。こうした傾向はⅡ欄の2番目以降に記載されている死因についても同様に見られる。

以上から、直接死因であるⅠ欄アには心不全や肺炎など死亡の定義と密接な死因や老衰といった記載が多いが、間接死因となるⅠ欄イ～エにおいては、Ⅰ欄イでは脳梗塞や肝硬変といった死因が見られるようになり、Ⅰ欄ウやⅠ欄エでは糖尿病や高血圧症、慢性腎臓病が加わるといった違いが見られた。またⅡ欄では脳梗塞や心不全のほか、糖尿病や慢性腎臓病、高血圧症などといった死因の記載が多くなっており、いわゆる生活習慣病が多く記載されているといえる。

5. まとめ

本稿ではコード化した複合死因データを用いて記述的な解析を試みた。まず死亡票とのマッチングを行った。その結果、マッチング割合は近年ほど上昇しており、2019年では死亡票の99%とマッチングが出来た。また死因欄別の記載状況は、特に直接死因であるⅠ欄アでは空欄の件数が極めて低いことから、少なくとも一つの死因は分かる状況といえる。

死亡個票における各死因欄のデータを見ると、死因欄には複数の死因が記載されているケースも見られた。これら記載されたすべての死因についてコード化を行ったが、1件以上コード化がされたものに占める2件以上の記載がある死亡数は、Ⅰ欄アでは2～4%と低く、Ⅰ欄イ～ウは5%前後、Ⅰ欄エは10%前後であった。他方でⅡ欄では同割合が25%ほどに上っていた。

次にマッチングされた複合死因データについて、それぞれの記載順に多く現れる死因を死因順位を用いて概観すると、Ⅰ欄アでは心不全や肺炎など死亡の定義と密接な死因や老衰といった記載が多いが、間接死因となるⅠ欄イ～エにおいては、脳梗塞、肝硬変、糖尿病、高血圧症、慢性腎臓病と言った死因が多く記載されていた。またⅡ欄では脳梗塞や心不全のほか、糖尿病や慢性腎臓病、高血圧症などと言った死因の記載が多くなっており、いわゆる生活習慣病が多く記載されているといえる。生活習慣病は長期間罹患するものが多く、場合によっては重篤な疾病を併発して死亡へ至ることもある。複合死因分析は、こうした生活習慣病と死亡の関係を分析するにあたり最も適当なデータであるといえる。

コード化された死亡個票データを死亡票とマッチングさせたところ、コード化された死因が2つ以上ある死亡の割合は5割ほどであり、したがって死亡全体の約半数について何らかの複合死因分析が可能となる。複合死因分析では死亡者の死因構造しか扱うことが出来ないものの、それでも近年では60万件を超える数を分析対象にすることが可能であるため、より詳細に分析することで生活習慣病をはじめとする傷病間の状態や関係が明らかに出来ると考える。

死亡個票データは死亡診断書に記載された内容をテキストデータ化したものとなっているため、例えば死因名の前に数値を付す場合や、備考欄等に関連の記載がある場合もあるなど、情報が豊富かつ複雑である。今後は備考欄等を含めたデータ全体の情報を効率的に活用できるような方法をさらに検討したい。

【参考文献】

- Gruenberg, Ernest M. (1977) “The Failures of Success”, *The Milbank Memorial Fund Quarterly. Health and Society*, Vol.55, No.1, pp. 3-24.
- Fries, James F. (1980) “Aging, Natural Death, and the Compression of Morbidity”, *New England Journal of Medicine*, Vol. 303, pp.130-135.
- Riley, James C. (2001) *Rising Life Expectancy: A Global History*, Cambridge University Press: New York. (邦訳) 門司和彦・金田英子・松山章子・駒澤大佐訳『健康転換と寿命延長の世界誌』明和出版, 2008年。
- 厚生労働省 (2018a) 『平成 28 年人口動態統計 上巻』
- 厚生労働省 (2018b) 『ICD の ABC 平成 30 年度版』.

JMDC/死因順位分類による複合死因間の関連について

林玲子¹・別府志海¹・石井太²・篠原恵美子³

1 国立社会保障・人口問題研究所 2 慶應義塾大学 3 東京大学

I. はじめに

日本の複合死因に関する研究は、死亡診断書に複数の死因を書くこととされた ICD-6 の日本での適用（1950 年）以来、少なからず行われてきた（林 2019）。研究の軸として、個別の死因に注目して複合死因をみるもの、国際比較、分析手法などがある。国際比較の際には、数多くある原死因、複合死因をどのようにグループ分けを共通化するかが重要であり、本研究チームでもその点を研究課題の一つとしている（石井 2021）。本研究チームで参画している人類死因データベース（Human Cause of Death Database: HCD）プロジェクトでは、16 分類からなる short list と 104 分類からなる intermediate list が提示されているが、日本で広く用いられているのは死因基本分類をグループ分けした死因簡単分類、さらにそれをグループ分けした死因順位分類や死因年次推移分類である。特に死因順位分類は、毎年の死因別死亡数の公表に用いられるため、一般的によく知られている分類であるといえる。

本研究チームでは、厚生労働省より統計法第 33 条に基づき提供された人口動態統計死亡票の死因に関するすべての記述（以下「複合死因」とする）をコード化し（篠原による本報告書分担研究報告書参照）、死因間の関係を分析しているが、これまでにデータのある国際指標を用いた死因間関連分析・ネットワーク分析（石井他 2019、石井他 2020）、2003 年以降の複合死因データのカバー率などの概況（林他 2019）、糖尿病や認知症など特定疾病に注目した分析（別府他 2019, 2020; 林他 2019）、死亡までの期間情報を用いた突然死に関する分析（林他 2019）などを行っている。本稿では、複合死因の全体像を把握する観点から、複合死因を HCD の 104 分類と死因簡単分類の双方に組み替えが可能な日本版死亡データベース（Japanese Mortality Database）の新たな死因分類提案（石井 2021、以下「JMDC 分類」とする）による 159 分類を用いて、死因間の関係を見ることを目的とする。

II. 方法

オンライン死亡票データの死因テキストから ICD コード化された複合死因を、JMDC 分類に振り分けたうえで、原死因別の複合死因数を算定し、複合死因間の隣接行列を作成した。振り分けは SPSS、原死因別複合死因数の集計、隣接行列の作成は Microsoft excel vba によ

り行った。ICD コードは医師による死因の記述を ICD10 対応標準病名マスターVer.5.05¹により病名交換用コードを付与したうえで対応する ICD コードを取得したもので、ICD-10(2013)に準拠している（篠原による本報告書分担研究報告書参照）。

JMDC 分類は 159 項目と細かいため、本稿ではさらに 53 項目²から成る死因順位分類に組み替えたうえで分析した。分析は最新年の 2019 年について行った。過去にさかのぼった分析は来年度以降に予定している。死因分類の対照表は付表 1 に示した。

なお、外因死については複合死因との関連について分析枠組みの検討が必要とされるため、本分析からは除外している。外因死の複合死因分析は来年度以降の課題である。

III. 結果

1. 原死因別の死因個数

死亡票の「死亡の原因」欄は、I として（ア）直接死因、（イ）（ア）の原因、（ウ）（イ）の原因、（エ）（ウ）の原因、II として I 欄に影響を及ぼした傷病名など、と合計 5 つの記入箇所がある。しかしながら、一箇所に複数の傷病名がかかれることがある。そのため、複数の傷病名の場合は、それらを一つずつに分割しコード化されている。ここでは、このように分割された死因数をカウントした。

2019 年男女全年齢の総死亡数 1,381,093 人の死亡票に書かれた複合死因の平均は、1.7 個であり、最大 16 個、最小 0 個であった。0 個というのは、死亡票データに全く文字が入力されていないケースもあるが、それ以外にコード化の段階でコード化不能のケースもある。2019 年の場合、前者は 10,493 件、後者は 39,803 件であった。この差については今後、さらなる検討を行う予定である。

原死因別の平均複合死因数を JMDC 分類でみると、一番大きいのは周産期に特異的な感染症（134）で 3.5 個である。死亡数が 1000 以上であり、平均複合死因数が大きいのは、慢性リウマチ性心疾患、高血圧性心疾患及び心腎疾患の 3.1 個、および糖尿病の 2.9 個である。逆に少ない平均複合死因数は、その他の症状・兆候、心停止、老衰などで、それぞれ 0.6、0.8、1.0 で、死因欄にそれしか書かれていない多くの死亡があるということである。また、臍、子宮頸部の悪性新生物も平均複合死因数が少ない。

¹ <https://www2.medis.or.jp/stdcd/byomei/download2019.html>

² 厚生労働省による死因順位分類（<https://www.mhlw.go.jp/toukei/sippe/>）は、「その他の～」という項目が含まれていないが、本稿では合計が死亡総数となるようにそれらの項目も含めた。

表 1 平均複合死因数（JMDC 分類）上位 10 位・下位 10 位

順位	上位10位				下位10位			
	JMDC	死因名	死亡数	平均死因数	JMDC	死因名	死亡数	平均死因数
1	134	周産期に特異的な感染症	30	3.5	145	その他の症状・徴候	26,086	0.6
2	71	急性リウマチ熱(心臓併発症を伴うもの)	5	3.4	80	心停止	10,327	0.8
3	69	その他の高血圧性疾患	894	3.2	144	乳幼児突然死症候群	78	0.9
4	70	急性リウマチ熱(心臓併発症を伴わないもの)	5	3.2	88	その他の非外傷性頭蓋内出血	480	1.0
5	140	消化器系の先天奇形	107	3.2	143	老衰	121,863	1.0
6	72	慢性リウマチ性心疾患	2,045	3.1	96	その他の循環器系の疾患	2,245	1.3
7	67	高血圧性心疾患及び心腎疾患	5,601	3.1	36	中枢神経系の悪性新生物	2,850	1.4
8	135	胎児及び新生児の出血性障害及び血液障害	56	2.9	84	くも膜下出血	9,918	1.4
9	47	糖尿病	13,846	2.9	23	膵の悪性新生物	36,356	1.4
10	142	染色体異常，他に分類されないもの	458	2.9	29	子宮頸部の悪性新生物	2,921	1.5

資料:人口動態統計（厚生労働省）、2019 年

さらに、平均複合死因数を順位分類別にみると（図 1）、老衰、肺炎、悪性新生物は平均複合死因数が少ない。逆に糖尿病、高血圧性疾患、認知症は大きい。

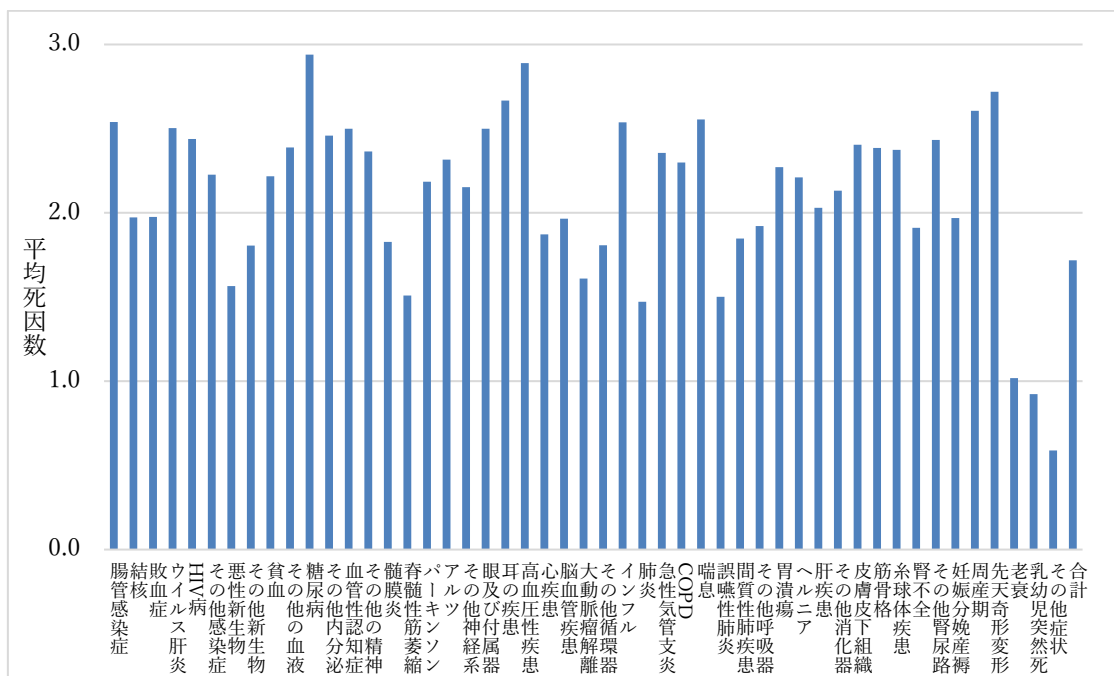


図 1 死因順位分類別死因数

注: 死因順位分類の死因名全体については付表 2 を参照のこと。2019 年男女、客体=1 資料:人口動態統計（個票）

死因数でのばらつきは死因により異なる。老衰による死亡では、その 97%が死因個数 1 個である。つまり、死因欄に老衰とだけ書かれているケースがほとんどである。一方、アルツハイマー病、血管性認知症の 6 割以上は死因数が 2 個である。

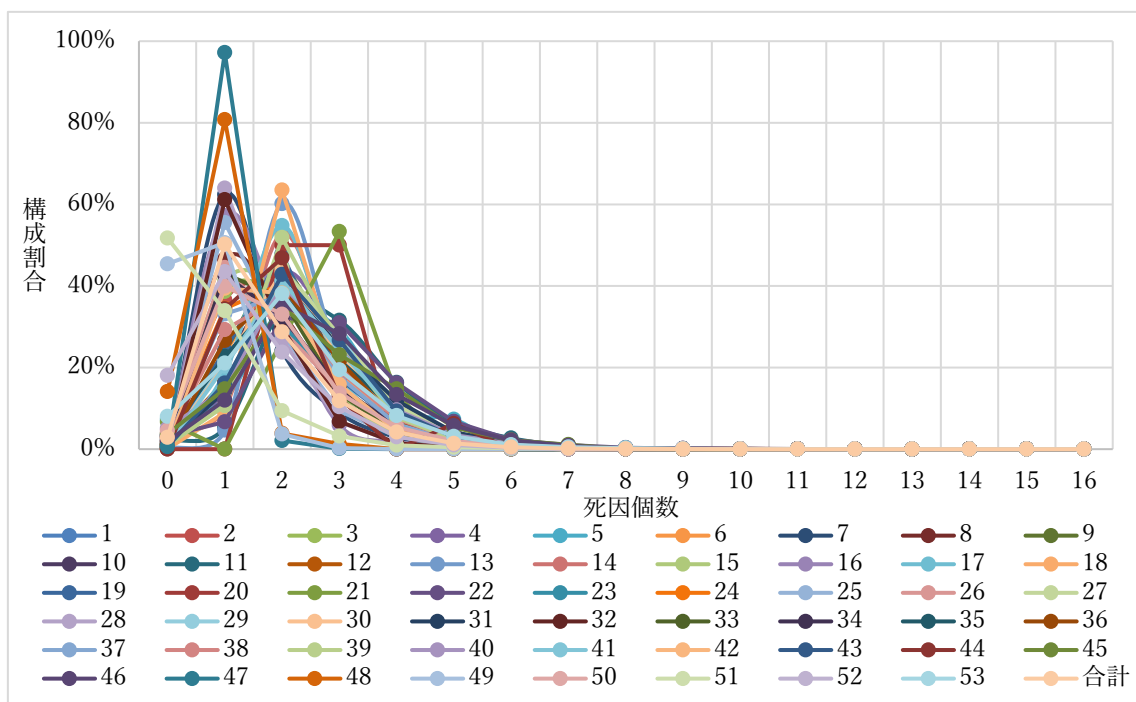


図 2 死因順位分類別死因数の分布

注: 死因順位分類の死因名については付表 2 を参照のこと。2019 年男女、客体=1 資料:人口動態統計(個票)

2. 原死因別の複合死因

次に、順位分類別にみた原死因別に、どのような複合死因が多いかをみる。表 2 に、2019 年の死亡数が多い 17 の原死因³について上位 10 位の複合死因を示した。

³ 「その他の～」という死因は除いている。

表 2 死因順位分類による原死因別複合死因

7.悪性新生物				23.心疾患				47.老衰				24.脳血管疾患				28.肺炎				
			%				%										%			
7	悪性新生物	448,954	119.3	23	心疾患	207,714		47	老衰	121,863		24	脳血管疾患	106,552		28	肺炎	95,518		
28	肺炎	12,461	3.3	24	脳血管疾患	15,692	7.6	49	その他症状	2,327	1.9	28	肺炎	16,934	15.9	23	心疾患	10,674	11.2	
37	肝疾患	10,022	2.7	42	腎不全	12,566	6.0	34	その他呼吸器	626	0.5	47	老衰	13,535	12.7	34	その他呼吸器	5,788	6.1	
23	心疾患	9,902	2.6	47	老衰	11,890	5.7	14	その他精神	179	0.1	32	誤嚥性肺炎	11,527	10.8	42	腎不全	4,741	5.0	
49	その他症状	9,073	2.4	49	その他症状	10,401	5.0	23	心疾患	83	0.1	23	心疾患	8,785	8.2	47	老衰	4,303	4.5	
38	その他消化器	8,557	2.3	22	高血圧性疾患	8,136	3.9	40	筋骨格系疾患	76	0.1	49	その他症状	6,415	6.0	49	その他症状	3,677	3.8	
34	その他呼吸器	8,497	2.3	28	肺炎	8,117	3.9	38	その他消化器	26	0.0	22	高血圧性疾患	5,835	5.5	3	敗血症	3,190	3.3	
24	脳血管疾患	8,273	2.2	11	糖尿病	8,073	3.9	12	その他内分泌	23	0.0	34	その他呼吸器	4,465	4.2	11	糖尿病	1,748	1.8	
42	腎不全	7,336	1.9	7	悪性新生物	5,329	2.6	3	敗血症	14	0.0	42	腎不全	3,545	3.3	14	その他精神	1,373	1.4	
8	その他新生物	6,032	1.6	34	その他呼吸器	5,040	2.4	20	眼の疾患	12	0.0	11	糖尿病	3,289	3.1	30	COPD	1,263	1.3	
32.誤嚥性肺炎				42.腎不全				13.血管性認知症				18.アルツハイマー病				33.間質性肺疾患				
32	誤嚥性肺炎	39,123	96.9	42	腎不全	28,273	106.1	13	血管性認知症	21,001	98.2	18	アルツハイマー病	20,663	99.7	33	間質性肺疾患	20,173	103.5	
47	老衰	4,148	10.3	23	心疾患	6,290	23.6	47	老衰	10,289	48.1	47	老衰	9,102	43.9	34	その他呼吸器	3,258	16.7	
23	心疾患	3,403	8.4	47	老衰	2,368	8.9	28	肺炎	4,793	22.4	28	肺炎	4,335	20.9	28	肺炎	2,644	13.6	
49	その他症状	2,922	7.2	49	その他症状	1,850	6.9	32	誤嚥性肺炎	3,285	15.4	32	誤嚥性肺炎	3,093	14.9	23	心疾患	2,155	11.1	
34	その他呼吸器	2,495	6.2	24	脳血管疾患	1,209	4.5	49	その他症状	2,359	11.0	49	その他症状	1,875	9.0	7	悪性新生物	1,030	5.3	
28	肺炎	1,490	3.7	34	その他呼吸器	1,198	4.5	23	心疾患	1,849	8.6	23	心疾患	1,304	6.3	32	誤嚥性肺炎	711	3.6	
42	腎不全	1,379	3.4	28	肺炎	1,137	4.3	24	脳血管疾患	1,372	6.4	34	その他呼吸器	852	4.1	49	その他症状	627	3.2	
3	敗血症	929	2.3	12	その他内分泌	1,049	3.9	34	その他呼吸器	1,009	4.7	24	脳血管疾患	735	3.5	40	筋骨格系疾患	494	2.5	
14	その他精神	609	1.5	38	その他消化器	554	2.1	12	その他内分泌	714	3.3	12	その他内分泌	606	2.9	24	脳血管疾患	462	2.4	
38	その他消化器	604	1.5	13	血管性認知症	521	2.0	11	糖尿病	671	3.1	22	高血圧性疾患	498	2.4	42	腎不全	452	2.3	
25.大動脈瘤及び解離				30.慢性閉塞性肺疾患				37.肝疾患				11.糖尿病				17.パーキンソン病				
25	大動脈瘤	19,523	103.7	30	慢性閉塞性肺疾患	17,894	100.3	37	肝疾患	21,261	123.1	11	糖尿病	14,674	106.0	17	パーキンソン病	11,177	99.8	
23	心疾患	3,302	17.5	34	その他呼吸器	5,360	30.1	49	その他症状	1,500	8.7	42	腎不全	6,014	43.4	28	肺炎	2,972	26.5	
22	高血圧性疾患	1,420	7.5	28	肺炎	4,668	26.2	26	その他循環器	1,222	7.1	23	心疾患	3,752	27.1	32	誤嚥性肺炎	2,357	21.0	
49	その他症状	1,067	5.7	23	心疾患	2,527	14.2	38	その他消化器	1,209	7.0	49	その他症状	1,977	14.3	47	老衰	2,002	17.9	
24	脳血管疾患	688	3.7	32	誤嚥性肺炎	1,396	7.8	42	腎不全	1,164	6.7	47	老衰	1,955	14.1	49	その他症状	958	8.6	
42	腎不全	515	2.7	49	その他症状	1,218	6.8	23	心疾患	974	5.6	24	脳血管疾患	1,742	12.6	34	その他呼吸器	813	7.3	
26	その他循環器	403	2.1	7	悪性新生物	1,080	6.1	28	肺炎	934	5.4	22	高血圧性疾患	1,137	8.2	23	心疾患	658	5.9	
7	悪性新生物	358	1.9	47	老衰	1,079	6.0	7	悪性新生物	750	4.3	12	その他内分泌	871	6.3	13	血管性認知症	492	4.4	
34	その他呼吸器	319	1.7	24	脳血管疾患	714	4.0	11	糖尿病	485	2.8	28	肺炎	763	5.5	19	その他神経系	355	3.2	
38	その他消化器	303	1.6	42	腎不全	426	2.4	3	敗血症	471	2.7	3	敗血症	708	5.1	24	脳血管疾患	343	3.1	
3.敗血症				22.高血圧性疾患				<略語リスト>				順位分類番号・原死因名				原死因数				
3	敗血症	10,248	100.3	22	高血圧性疾患	9,549		<略語リスト>				順位分類番号	複合死因名	複合死因数	原死因数に對する複					
49	その他症状	1,606	15.7	23	心疾患	6,335	66.3	その他症状: その他の症状、徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの												
23	心疾患	1,174	11.5	42	腎不全	1,693	17.7	その他呼吸器: その他の呼吸器系の疾患(10601及び10602を除く)												
42	腎不全	1,169	11.4	47	老衰	1,635	17.1	その他血液: その他の血液及び造血系の疾患並びに免疫機構の障害												
24	脳血管疾患	834	8.2	11	糖尿病	1,374	14.4	その他内分泌: その他の内分泌、栄養及び代謝疾患												
10	その他血液	383	3.7	12	その他内分泌	747	7.8	その他精神: その他の精神及び行動の障害												
28	肺炎	383	3.7	13	血管性認知症	644	6.7	その他感染症: その他の感染症及び寄生虫症												
6	その他感染症	349	3.4	24	脳血管疾患	641	6.7	血管性認知症: 血管性及び詳細不明の認知症												
34	その他呼吸器	325	3.2	49	その他症状	612	6.4	筋骨格系疾患: 筋骨格系及び結合組織の疾患												
11	糖尿病	305	3.0	18	アルツハイマー病	305	3.2	心疾患: 心疾患(高血圧性を除く)												
								眼の疾患: 眼及び付属器の疾患												
								大動脈瘤: 大動脈瘤及び解離												

死亡数が一番多い原死因は悪性新生物であるが、悪性新生物の複合死因件数は 448,954 で原死因数 376,425 よりも多い。これは、悪性新生物が転移したなど、複数の悪性新生物が死亡票に記入されていることが考えられる。また、二番目の複合死因は肺炎の 12,461 で、原死因数の 3.3%に過ぎない。つまり、死因の組み合わせが悪性新生物以外に広がっていない、といえる。どの原死因でも、一番多い複合死因はその原死因であるが、二番目以降の複合死因がそれほど多くない死因は悪性新生物以外に心疾患、老衰、肝疾患などがあげられる⁴。

一方、複数の複合死因が関わっている死亡も多い。同様に複合死因の割合が原死因の 10%を超えるかどうかで判断すると、以下の関連がみられる。

表 3 原死因別の関連が強い複合死因

原死因	関連が強い複合死因
脳血管疾患	肺炎・老衰・誤嚥性肺炎
肺炎	心疾患
誤嚥性肺炎	老衰
腎不全	心疾患
血管性認知症	老衰・肺炎・誤嚥性肺炎
アルツハイマー病	老衰・肺炎・誤嚥性肺炎
間質性肺疾患	肺炎・心疾患
大動脈瘤及び乖離	心疾患
慢性閉塞性肺疾患	肺炎・心疾患
糖尿病	腎不全・心疾患・老衰・脳血管疾患
パーキンソン病	肺炎・誤嚥性肺炎・老衰
敗血症	心疾患・腎不全
高血圧性疾患	心疾患・腎不全・老衰・糖尿病

血管性認知症、アルツハイマー病、パーキンソン病はいずれも関連が強い複合死因は老衰、肺炎、誤嚥性肺炎であり、一つの複合死因パターンをつくっている。また死因個数に関して前述したように前節で述べたように、アルツハイマー病、血管性認知症の 6 割は死因が二個であったが、二個目の死因は老衰、肺炎、誤嚥性肺炎のいずれか、ということになる。

悪性新生物、心疾患、老衰、肝疾患が原死因である死亡は、それ以外の複合死因の割合が小さいので、それぞれの死因が独立しているのかというとそうでもない。17 大死因について複合死因から原死因への矢印を描くと(図 3)、悪性新生物と肝疾患は、そこから延びる、もしくは他から延びてくる矢印がなく、それぞれの死因内で完結しているといえるが、心疾患、老衰は、そこに延びてくる矢印はないが、そこから延びていく矢印は多くある。つまり、

⁴ 「それほど多くない」とは、二番目以降の複合死因の原死因に対する割合が 10%未満であるものとした。

心疾患、老衰は、他の死因の複合死因になることも多く、死因の複合性をつくっている死因である。

図 3 の死因のうち、血管性認知症、アルツハイマー病、間質性肺疾患、大動脈瘤及び乖離、慢性閉塞性肺疾患、パーキンソン病、敗血症、高血圧性疾患は、もっぱら矢印を受ける側である。これらは、複合死因にその死因があれば、それが原死因となるような死因である。それ以外の脳血管疾患、肺炎、誤嚥性肺炎、腎不全、糖尿病は、受ける矢印と延びる矢印が混在している。心疾患、老衰と合わせ、これらの死因は、相互に関連しあっている。

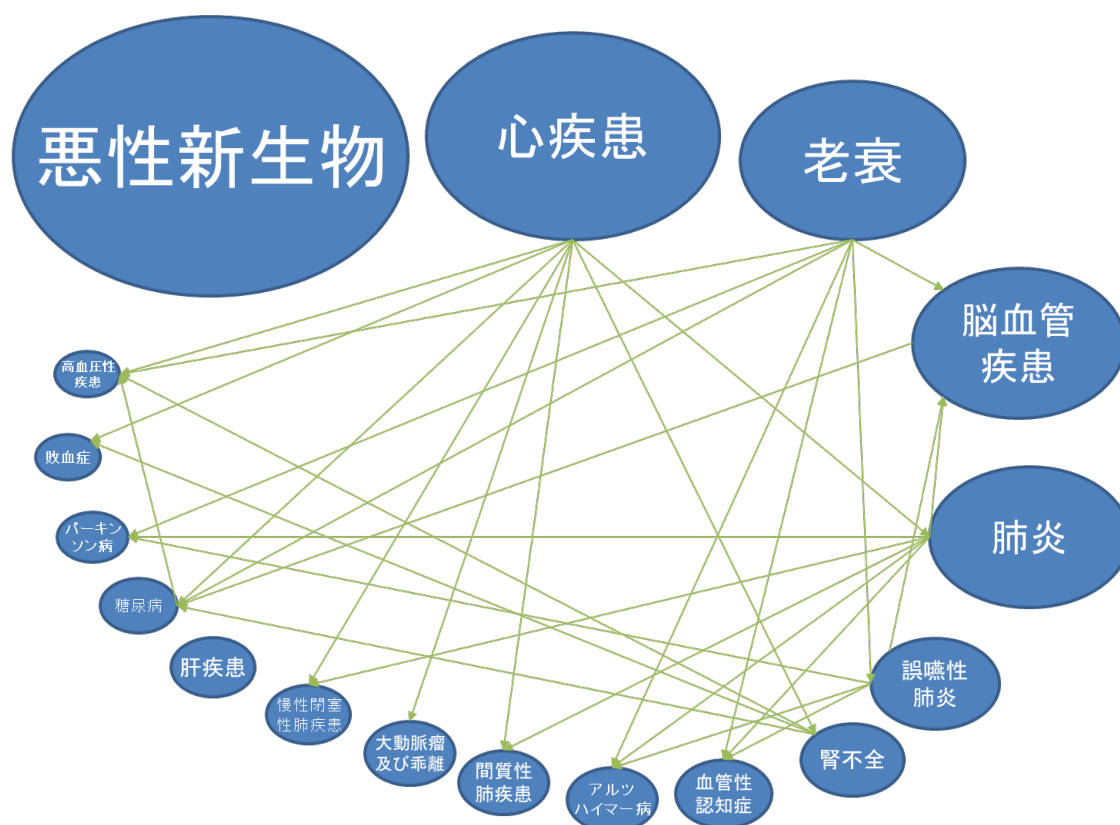


図 3 17 大死因の関係

注: 矢印の始点は複合死因、終点は原死因。原死因数にあわせ、原死因楕円の大きさは原死因数に応じる。

3. 複合死因の隣接行列

原死因の決定ルールは ICD の中に定められていることから、前節でみた、原死因と複合死因の関係は、そのルールにより規定されているといえる。一方、原死因と関係なく、死亡票に記載された死因の組み合わせに注目すると、どのような関係性があるだろうか。一人の死亡に死因 1 と死因 2 が、いずれかの欄に記入されていた時、その死因 1 と死因 2 の関係を 1 と計上し、すべての死亡について計上することで、死因間の隣接行列が作成される。記入された死因をまず JMCD に変換し、隣接行列を作ったうえで、さらにそれを順位死因別に集約したものを表 4 に示した。

関係数が一番多いのは、悪性新生物と悪性新生物である。これは、悪性新生物による死亡が多いこと、前述したとおり、悪性新生物はそれ以外の死因と関連することが少ないこと、さらに複数の部位別の悪性新生物が関連していることによると考えられる。次いで多いのは、心疾患—心疾患である。これも同様に、心疾患による死亡が多いことと、心疾患の中に含まれる複数の死因がそれぞれ関連しあっていることが考えられる。関係数が第 3 番目に多いのは、心疾患—腎不全である。腎不全を原死因とする死亡数は 26,644 人であるので、それよりも多くの心疾患と腎不全の関係性があるといえる。心疾患は、腎不全のほかに、脳血管疾患、肺炎、高血圧性疾患、その他症状、悪性新生物、糖尿病と、関係数上位 10 位のうち、8 つを占めており、心臓が止まれば死が訪れるとはいえ、多くの死因と関連していることがわかる。次いで、肺炎は、心疾患、脳血管疾患との関係数が多い。また、表 5 には老衰は含まれない。これは、老衰は多くの原死因に含まれる死因であるとはいえ、複合死因数が少ないために、関係数としてはそれほど多くない、ということであろう。

表 5 関係数の多い複合死因（上位 10 位、順位死因分類別）

順位死因 1		順位死因 2		関係数
7	悪性新生物	7	悪性新生物	190,472
23	心疾患	23	心疾患	156,404
23	心疾患	42	腎不全	34,816
23	心疾患	24	脳血管疾患	34,047
23	心疾患	28	肺炎	29,157
22	高血圧性疾患	23	心疾患	21,737
23	心疾患	49	その他症状	21,013
7	悪性新生物	23	心疾患	20,777
24	脳血管疾患	28	肺炎	20,457
11	糖尿病	23	心疾患	19,733

4. 原死因と複合死因の割合

これまでに見てきたように、原死因と複合死因の関係にはいくつかの分析軸があり、これらを指標として示すことができるか、考えられる指標を表 6 に模式図として示した。原死因別の死亡数（「原死因計」、桃色着色部分）、各原死因における複合死因数の合計（原死因別複合死因計、青色着色部分）、原死因別にみた複合死因数の合計（複合死因計、緑着色部分）、原死因の複合死因数（黄色着色部分）を用いて、以下の割合を設定した。

- 割合 a = 原死因別複合死因計（青）÷原死因計（桃）
- 割合 b = 原死因の複合死因数（黄）÷原死因計（桃）
- 割合 c = 原死因の複合死因数（黄）÷原死因別複合死因計（青）
- 割合 d = 原死因の複合死因数（黄）÷複合死因計（緑）
- 割合 e = 複合死因計（緑）÷原死因計（桃）

表 6 原死因と複合死因の割合 模式図

No.	原死因	複合死因数					原死因別複合死因計(2)	原死因計(1)	割合a	割合b	割合c	割合e
		1	2	3	・	・						
1	腸管感染症	2,190	2	494	xx	xx	5,654	2,267	249.4%	96.6%	38.7%	163.3%
2	結核	3	2,087	38	xx	xx	4,074	2,087	195.2%	100.0%	51.2%	150.6%
3	敗血症	20	23	10,248	xx	xx	19,763	10,217	193.4%	100.3%	51.9%	398.1%
・		xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx%	xx%	xx%	xx%
・		xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx%	xx%	xx%	xx%
複合死因計(4)		3,701	3,144	40,670	xx	xx	2,220,168	1,314,379	168.9%	107.6%	63.7%	168.9%
割合d		59.2%	66.4%	25.2%	xx%	xx%	63.7%					

これらの割合 a,b,c,d,e を 17 大死因について示したものが表 7 である。

表 7 原死因と複合死因の割合 (17 大死因)

順位	死因順位分類	原死因計 (1)	原死因別複 合死因計 (2)	原死因の複 合死因数 (3)	複合死因計 (4)	割合a (2/1)	割合b (3/1)	割合c (3/2)	割合d (3/4)	割合e (4/1)
7	悪性新生物<腫瘍>	376,425	583,882	448,954	466,761	155.1%	119.3%	76.9%	96.2%	124.0%
23	心疾患 (高血圧性を除く)	207,714	375,830	250,734	333,186	180.9%	120.7%	66.7%	75.3%	160.4%
47	老衰	121,863	123,932	120,519	201,075	101.7%	98.9%	97.2%	59.9%	165.0%
24	脳血管疾患	106,552	206,671	108,773	148,638	194.0%	102.1%	52.6%	73.2%	139.5%
28	肺炎	95,518	139,768	95,354	174,736	146.3%	99.8%	68.2%	54.6%	182.9%
32	誤嚥性肺炎	40,385	60,245	39,123	79,938	149.2%	96.9%	64.9%	48.9%	197.9%
42	腎不全	26,644	49,263	28,273	81,490	184.9%	106.1%	57.4%	34.7%	305.8%
13	血管性及び詳細不明の認知症	21,394	52,720	21,001	35,762	246.4%	98.2%	39.8%	58.7%	167.2%
18	アルツハイマー病	20,730	47,369	20,663	29,157	228.5%	99.7%	43.6%	70.9%	140.7%
33	間質性肺疾患	19,488	35,677	20,173	28,352	183.1%	103.5%	56.5%	71.2%	145.5%
25	大動脈瘤及び解離	18,830	29,960	19,523	22,632	159.1%	103.7%	65.2%	86.3%	120.2%
30	慢性閉塞性肺疾患	17,836	40,379	17,894	27,708	226.4%	100.3%	44.3%	64.6%	155.3%
37	肝疾患	17,273	34,302	21,261	38,448	198.6%	123.1%	62.0%	55.3%	222.6%
11	糖尿病	13,846	39,175	14,674	40,013	282.9%	106.0%	37.5%	36.7%	289.0%
17	パーキンソン病	11,204	24,155	11,177	15,352	215.6%	99.8%	46.3%	72.8%	137.0%
3	敗血症	10,217	19,763	10,248	40,670	193.4%	100.3%	51.9%	25.2%	398.1%
22	高血圧性疾患	9,549	26,189	9,111	30,495	274.3%	95.4%	34.8%	29.9%	319.4%
	合計	1,314,379	2,220,168	1,413,750	2,220,168	168.9%	107.6%	63.7%	63.7%	168.9%

原死因計 (1) と複合死因計 (4) の順序を比べると、原死因で一番多い悪性新生物は複合死因計でも一番多く、次いで心疾患、老衰、という順序も同じである。しかしながら、それ以降、複合死因は脳血管疾患よりも肺炎が多く、誤嚥性肺炎よりも腎不全が多い。これは、原死因計に対する複合死因計の割合 e において、肺炎は 182.9% で脳血管疾患の 139.5% よりも高く、腎不全は 305.8% と誤嚥性肺炎の 197.9% よりも高い値であることで説明される。同様に高い割合 e をもつ死因は敗血症 (398.1%)、高血圧性疾患 (319.4%)、糖尿病 (289.0%) である。今後、これらの割合を使って死因の特徴を明らかにできるか検討する。

IV. おわりに

死因には、他の死因と深く関係している死因と、そうではない死因がある。前者は腎不全、糖尿病や敗血症、高血圧性疾患であり、後者は悪性新生物や肝疾患などである。また、心疾患や老衰は、他の原死因の複合死因となることが多い。

血管性認知症、アルツハイマー病、パーキンソン病は老衰、肺炎、誤嚥性肺炎を複合死因に持つことが多く、一つの複合死因関連パターンを形成している。

悪性新生物は原死因数でも、複合死因数でもその合計が一番多い死因であり、さらに、部位別に見ていくことが求められる。悪性新生物の複合死因は比較的悪性新生物の中で独立しているとはいえ、例えば悪性新生物と肝疾患の関係数は 14,216 にのぼっており、肝がんと肝疾患の関係をみれば、より強い関係がみられるかもしれない。

現段階では、死亡票の死因欄の順番、また、I 欄と II 欄との違いについては考慮していな

い。因果関係を同定できるのかどうかを含め、今後検討する必要がある。また記入テキストが ICD コードに変換できないケース、外因の複合死因、経年的に複合死因の関連がどう変化したかの分析も今後の検討課題である。

参考文献

- 石井太 (2021)「日本版死亡データベースの新たな死因分類提案と年齢調整死亡率への応用」『超長寿社会における人口・経済・社会のモデリングと総合分析— 第 1 報告書 —』所内研究報告第 9 1 号、国立社会保障・人口問題研究所。
- 石井太・篠原恵美子・別府志海 (2020)「複合死因間関連分析へのネットワーク分析の応用」『長寿革命に係る人口学的観点からの総合的研究』国立社会保障・人口問題研究所 2017～2019 年度人口問題プロジェクト研究 第 3 報告書 pp.13-27, 所内研究報告第 87 号。
- 石井太・林玲子・篠原恵美子・別府志海・是川夕 (2019)「わが国の複合死因データによる死因間の関連分析」『長寿革命に係る人口学的観点からの総合的研究』国立社会保障・人口問題研究所 2017～2019 年度人口問題プロジェクト研究 第 2 報告書 pp.13-36, 所内研究報告第 81 号。
- 林玲子・石井太・篠原恵美子・別府志海・是川夕 (2019)「複合死因データの概況と突然死および認知症関連死亡の分析」『長寿革命に係る人口学的観点からの総合的研究』国立社会保障・人口問題研究所 2017～2019 年度人口問題プロジェクト研究 第 2 報告書 pp.37-54, 所内研究報告第 81 号。
- 別府志海・石井太・林玲子・篠原恵美子 (2020)「複合死因データを用いた糖尿病と関連死因の人口学的分析」『長寿革命に係る人口学的観点からの総合的研究』国立社会保障・人口問題研究所 2017～2019 年度人口問題プロジェクト研究 第 3 報告書 pp.53-76, 所内研究報告第 87 号。
- 別府志海・石井太・林玲子・篠原恵美子・是川夕 (2019)「複合死因データを用いた糖尿病関連死亡の分析」『長寿革命に係る人口学的観点からの総合的研究』国立社会保障・人口問題研究所 2017～2019 年度人口問題プロジェクト研究 第 2 報告書 pp.55-72, 所内研究報告第 81 号。

付表 1 JMDC、死因簡単分類、死因順位分類、ICD-10(2013)基本分類の対照表

Cause	Disease(s)	簡単分類	順位分類		ICD-10(2013) code(s)
1	腸管感染症(詳細不明の原因等除く)	1100	1100	1	A00-A08
2	その他の胃腸炎及び大腸炎, 感染症及び詳細不明の原因によるもの	1100	1100	1	A09
3	呼吸器結核	1201	1200	2	A15-A16
4	その他の結核	1202	1200	2	A17-A19
5	結核の続発・後遺症	1600	1300	3	B90
6	敗血症	1300	1400	4	A40-A41
7	その他の細菌性疾患	1600	1400	4	A20-A28, A30-A39, A42-A44, A46, A48-A49
8	B型ウイルス肝炎	1401	1400	4	B16-B17.0, B18.0-B18.1
9	C型ウイルス肝炎	1402	1500	5	B17.1, B18.2
10	その他のウイルス肝炎	1403	1600	6	B15, B17.2-B17.9, B18.8-B19
11	ヒト免疫不全ウイルス [HIV] 病	1500	1600	6	B20-B24
12	その他のウイルス性疾患	1600	1600	6	A80-A89, B00-B09, B25-B34
13	その他の感染症及び寄生虫症	1600	1600	6	A50-A75, A77-A79, A90-A99, B35-B60, B64-B89, B91, B92, B94-B99
14	口唇, 口腔及び咽頭の悪性新生物	2101	2100	7	C00-C14
15	食道の悪性新生物	2102	2100	7	C15
16	胃の悪性新生物	2103	2100	7	C16
17	結腸の悪性新生物	2104	2100	7	C18
18	直腸S状結腸移行部及び直腸の悪性新生物	2105	2100	7	C19-C20
19	肛門及び肛門管の悪性新生物	2121	2100	7	C21
20	肝及び肝内胆管の悪性新生物	2106	2100	7	C22
21	小腸の悪性新生物	2121	2100	7	C17
22	胆のう及びその他の胆道の悪性新生物	2107	2100	7	C23-C24
23	膵の悪性新生物	2108	2100	7	C25
24	その他及び部位不明確の消化器の悪性新生物	2121	2100	7	C26
25	喉頭の悪性新生物	2109	2100	7	C32
26	気管, 気管支及び肺の悪性新生物	2110	2100	7	C33-C34
27	皮膚の悪性新生物	2111	2100	7	C43-C44
28	乳房の悪性新生物	2112	2100	7	C50
29	子宮頸部の悪性新生物	2113	2100	7	C53
30	その他の子宮の悪性新生物	2113	2100	7	C54-C55
31	卵巣の悪性新生物	2114	2100	7	C56
32	前立腺の悪性新生物	2115	2100	7	C61
33	その他の生殖器の悪性新生物	2121	2100	7	C51, C52, C57, C58, C60, C62, C63
34	膀胱の悪性新生物	2116	2100	7	C67
35	その他の腎尿路の悪性新生物	2121	2100	7	C64-C66, C68
36	中枢神経系の悪性新生物	2117	2100	7	C70-C72
37	下垂体, 頭蓋咽頭管, 松果体の悪性新生物	2117	2100	7	C75.1-C75.3
38	悪性リンパ腫	2118	2100	7	C81-C86
39	白血病	2119	2100	7	C91-C95
40	その他のリンパ組織, 造血組織及び関連組織の悪性新生物	2120	2100	7	C88-C90, C96
41	独立した(原発性)多部位の悪性新生物	2121	2100	7	C97
42	その他の悪性新生物	2121	2100	7	C30-C31, C37-C41, C45-C49, C69, C73-C80 (excl. C75.1 and C75.2 and C75.3)
43	中枢神経系のその他の新生物	2201	2200	8	D32-D33, D35.2-D35.4, D42-D43, D44.3-D44.5
44	中枢神経系を除くその他の新生物	2202	2200	8	D00-D31, D34-D35.1, D35.5-D41, D44.0-D44.2, D44.6-D48
45	貧血	3100	3100	9	D50-D64
46	その他の血液及び造血器の疾患並びに免疫機構の障害	3200	3200	10	D65-D89
47	糖尿病	4100	4100	11	E10-E14
48	栄養失調(症)	4200	4200	12	E40-E46
49	その他の内分泌, 栄養及び代謝疾患	4200	4200	12	E00-E07, E15-E16, E20-E35, E50-E68, E70-E90
50	血管性及び詳細不明の痴呆	5100	5100	13	F01-F03
51	アルコール使用<飲酒>による精神及び行動の障害	5200	5200	14	F10
52	その他の精神作用物質使用による精神及び行動の障害	5200	5200	14	F11-F19
53	その他の精神及び行動の障害	5200	5200	14	F04-F09, F20-F99
54	髄膜炎	6100	6100	15	G00-G03
55	ハンチントン<Huntington>病及び遺伝性運動失調(症)	6500	6200	16	G10-G11
56	脊髄性筋萎縮症及び関連症候群	6200	6300	17	G12
57	パーキンソン病	6300	6400	18	G20
58	パーキンソン病以外の錐体外路障害及び異常運動	6500	6500	19	G21-G25
59	アルツハイマー病	6400	6500	19	G30
60	神経系のその他の変性疾患, 他に分類されないもの	6500	6500	19	G31
61	中枢神経系の脱髄疾患	6500	6500	19	G35-G37

62	てんかん及びびてんかん重積(状態)	6500	6500	19	G40-G41
63	一過性脳虚血発作及び関連症候群	6500	6500	19	G45
64	その他の神経系の疾患	6500	6500	19	G04-G09, G14, G43-G44, G47-G83, G90-G99
65	眼及び付属器の疾患	7000	7000	20	H00-H59
66	耳及び乳様突起の疾患	8000	8000	21	H60-H95
67	高血圧性心疾患及び心腎疾患	9101	9100	22	I11,I13
68	本態性(原発性<一次性>)高血圧(症)	9102	9100	22	I10
69	その他の高血圧性疾患	9102	9100	22	I12,I15
70	急性リウマチ熱(心臓併発症を伴わないもの)	9500	9200	23	I00, I02.9
71	急性リウマチ熱(心臓併発症を伴うもの)	9208	9200	23	I01, I02.0
72	慢性リウマチ性心疾患	9201	9200	23	I05-I09
73	急性心筋梗塞	9202	9200	23	I21-I22
74	アテローム<じゅく><粥>状>硬化性心血管疾患・心疾患	9203	9200	23	I25.0, I25.1
75	その他の虚血性心疾患	9203	9200	23	I20,I24, I25.2-I25.9
76	肺性心疾患(肺塞栓症を除く)	9208	9200	23	I27
77	肺塞栓症及びその他の肺血管の疾患	9500	9200	23	I26, I28
78	慢性非リウマチ性心内膜疾患	9204	9200	23	I34-I38
79	心筋症	9205	9200	23	I42-I43
80	心停止	9206	9200	23	I46
81	不整脈及び伝導障害(心停止を除く)	9206	9200	23	I44-I45, I47-I49
82	心不全	9207	9300	24	I50
83	その他の心疾患	9208	9300	24	I30-I33, I40-I41,I51
84	くも膜下出血	9301	9300	24	I60
85	くも膜下出血の続発・後遺症	9301	9300	24	I69.0
86	脳内出血	9302	9300	24	I61
87	脳内出血の続発・後遺症	9302	9300	24	I69.1
88	その他の非外傷性頭蓋内出血	9304	9300	24	I62
89	脳梗塞	9303	9300	24	I63
90	脳梗塞の続発・後遺症	9303	9300	24	I69.3
91	脳実質外動脈(脳底動脈、頸動脈、椎骨動脈)または脳動脈の閉塞及び狭窄、脳梗塞に至らなかったもの	9304	9300	24	I65, I66
92	その他の脳血管疾患	9304	9400	25	I64, I67
93	脳血管疾患(くも膜下出血, 脳内出血, 脳梗塞を除く)の続発・後遺症	9304	9500	26	I69.2, I69.4-I69.8
94	大動脈瘤及び解離	9400	9500	26	I71
95	動脈、細動脈及び毛細血管の疾患(大動脈瘤及び解離を除く)	9500	9500	26	I70, I72-I78
96	その他の循環器系の疾患	9500	9500	26	I80-I99
97	インフルエンザ	10100	10100	27	J09-J11
98	肺炎	10200	10200	28	J12-J18
99	急性気管支炎	10300	10300	29	J20
100	急性上気道感染症及びその他の急性下気道感染症(急性気管支炎を除く)	10603	10400	30	J00-J06, J21-J22
101	慢性気管支炎及び肺気腫(Hi08)	10400	10400	30	J41-J43
102	その他の慢性閉塞性肺疾患	10400	10500	31	J44
103	喘息	10500	10601	32	J45-J46
104	その他の慢性下気道疾患	10603	10602	33	J40, J47
105	誤嚥性肺炎	10601	10603	34	J69
106	外的因子による肺疾患(誤嚥性肺炎を除く)	10603	10603	34	J60-J68, J70
107	間質性肺疾患	10602	10603	34	J84
108	主として間質を障害するその他の呼吸器疾患(間質性肺疾患を除く)	10603	10603	34	J80-J83
109	その他の呼吸器系の疾患	10603	10603	34	J30-J39, J85-J98
110	胃潰瘍及び十二指腸潰瘍	11100	11100	35	K25-K27
111	胃空腸潰瘍	11400	11200	36	K28
112	ヘルニア	11200	11200	36	K40-K46
113	麻痺性イレウス及び腸閉塞、ヘルニアを伴わないもの	11200	11300	37	K56
114	腸炎、大腸炎及び腸のその他の疾患	11400	11300	37	K35-K38, K50-K55, K57-K64
115	アルコール性肝疾患	11302	11300	37	K70
116	肝硬変(アルコール性を除く)	11301	11300	37	K74.3-K74.6
117	肝線維症及び肝硬化症	11302	11400	38	K74.0-K74.2
118	その他の肝疾患	11302	11400	38	K71-K73, K75-K76
119	胆のう<嚢>及び胆管の疾患	11400	11400	38	K80-K83
120	膵疾患	11400	11400	38	K85-K86
121	その他の消化器系の疾患	11400	11400	38	K00-K22, K29-K31, K65-K66, K90-K92
122	皮膚及び皮下組織の疾患	12000	12000	39	L00-L98
123	筋骨格系及び結合組織の疾患	13000	13000	40	M00-M99
124	糸球体疾患及び腎尿細管間質性疾患	14100	14100	41	N00-N15
125	急性腎不全	14201	14200	42	N17
126	慢性腎臓病	14202	14200	42	N18
127	詳細不明の腎不全	14203	14200	42	N19
128	その他の尿路系の疾患	14300	14300	43	N20-N36, N39

129	その他の性器系の疾患	14300	14300	43	N40-N99
130	妊娠、分娩及び産じょく	15000	15000	44	O00-O99
131	妊娠期間及び胎児発育に関連する障害	16100	16000	45	P05-P08
132	出産外傷	16200	16000	45	P10-P15
133	周産期に特異的な呼吸障害及び心血管障害	16300	16000	45	P20-P29
134	周産期に特異的な感染症	16400	16000	45	P35-P39
135	胎児及び新生児の出血性障害及び血液障害	16500	16000	45	P50-P61
136	その他の周産期に発生した病態	16600	16000	45	P00-P04, P09, P16-P19, P30-P34, P40-P49, P62-P96
137	神経系の先天奇形	17100	17000	46	Q00-Q07
138	心臓の先天奇形	17201	17000	46	Q20-Q24
139	その他の循環器系の先天奇形	17202	17000	46	Q25-Q28
140	消化器系の先天奇形	17300	17000	46	Q35-Q45
141	その他の先天奇形及び変形	17400	17000	46	Q08-Q19, Q29-Q34, Q46-Q89
142	染色体異常, 他に分類されないもの	17500	17000	46	Q90-Q99
143	老衰	18100	18100	47	R54
144	乳幼児突然死症候群	18200	18200	48	R95
145	その他の症状, 徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	18300	18300	49	R00-R53, R55-R94, R96-R99
146	交通事故	20101	20100	50	V01-V99
147	転倒・転落	20102	20100	50	W00-W19
148	不慮の溺死及び溺水	20103	20100	50	W65-W74
149	不慮の窒息	20104	20100	50	W75-W84
150	煙, 火及び火炎への曝露	20105	20100	50	X00-X09
151	アルコールによる不慮の中毒及び曝露	20106	20100	50	X45
152	その他の有害物質による不慮の中毒及びその他の有害物質への曝露	20106	20100	50	X40-X44, X46-X49
153	その他の不慮の事故	20107	20100	50	W20-W64, W85-W99, X10-X39, X50-X59
154	自殺	20200	20200	51	X60-X84
155	他殺	20300	20300	52	X85-Y09
156	法的介入及び戦争行為	20400	20400	53	Y35, Y36
157	不慮か故意か決定されない事件	20400	20400	53	Y10-Y34
158	内科的及び外科的ケアの合併症	20400	20400	53	Y40-Y84
159	その他の外因	20400	20400	53	Y85-Y89
161	重症急性呼吸器症候群 [SARS]	22100	22100	-	U04
162	新型コロナウイルス感染症 2019(COVID-19)	22300	22200	-	U07
163	その他の特殊目的用コード	22200	22300	-	U00-U03, U05-U06, U08-U99
164	震災(再掲)			-	

付表 2 死因順位分類一覧

順位分類 No	死因名	简单分類
1	腸管感染症	1100
2	結核	1200
3	敗血症	1300
4	ウイルス性肝炎	1400
5	ヒト免疫不全ウイルス [H I V] 病	1500
6	その他の感染症及び寄生虫症	1600
7	悪性新生物<腫瘍>	2100
8	その他の新生物<腫瘍>	2200
9	貧血	3100
10	その他の血液及び造血器の疾患並びに免疫機構の障害	3200
11	糖尿病	4100
12	その他の内分泌、栄養及び代謝疾患	4200
13	血管性及び詳細不明の認知症	5100
14	その他の精神及び行動の障害	5200
15	髄膜炎	6100
16	脊髄性筋萎縮症及び関連症候群	6200
17	パーキンソン病	6300
18	アルツハイマー病	6400
19	その他の神経系の疾患	6500
20	眼及び付属器の疾患	7000
21	耳及び乳様突起の疾患	8000
22	高血圧性疾患	9100
23	心疾患（高血圧性を除く）	9200
24	脳血管疾患	9300
25	大動脈瘤及び解離	9400
26	その他の循環器系の疾患	9500
27	インフルエンザ	10100
28	肺炎	10200
29	急性気管支炎	10300
30	慢性閉塞性肺疾患	10400
31	喘息	10500
32	誤嚥性肺炎	10601
33	間質性肺疾患	10602
34	その他の呼吸器系の疾患	10603
35	胃潰瘍及び十二指腸潰瘍	11100
36	ヘルニア及び腸閉塞	11200
37	肝疾患	11300
38	その他の消化器系の疾患	11400
39	皮膚及び皮下組織の疾患	12000
40	筋骨格系及び結合組織の疾患	13000
41	糸球体疾患及び腎尿管間質性疾患	14100
42	腎不全	14200
43	その他の腎尿路生殖器系の疾患	14300
44	妊娠、分娩及び産じょく	15000
45	周産期に発生した病態	16000
46	先天奇形、変形及び染色体異常	17000
47	老衰	18100
48	乳幼児突然死症候群	18200
49	その他の症状、徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの	18300
50	不慮の事故	20100
51	自殺	20200
52	他殺	20300
53	その他の外因	20400

複合死因データを用いた人口学的分析手法について

石井 太

はじめに

現在、人口動態統計では、死亡票に記載されている複数の死因から、世界保健機関が勧告する「疾病及び関連保健問題の国際統計分類」に準拠し、直接に死亡を引き起こした一連の事象の起因となった疾病もしくは損傷等を表す単一の「原死因」を用いて死因統計の集計・分析を行っている。これは、一連の病的事象を起こす原因を防止するという公衆衛生的な観点に基づくものであるが、一方で、現在、わが国では生活習慣病が死因の上位を占めるに至り、一人が複数の疾患を抱えることも多くなってきていることから、原死因以外の死因に着目する必要性が高まっている。

このような問題意識の下、社会保障審議会統計分科会疾病、傷害及び死因分類部会は、平成 26 年 11 月に出した報告（「疾病、傷害及び死因に関する分類に係る部会審議の際に出された意見に基づく報告」）の中で、「中長期的には、基礎疾患の情報や介入の状況、合併症、予後等、死亡診断書・死体検案書から得られる複合的な要因を把握できるような分析がなされることが望ましい。」との方向性を打ち出している。しかしながら、人口動態統計死亡票の原死因以外の複合死因情報については、近年、はじめて二次利用が可能となったところであり、わが国ではこのような複合死因データを全人口ベースで取り扱った経験が多いとはいえない状況にあった。一方、諸外国においては、従来から複合死因のデータの活用事例が存在しており、例えば人口学領域においては、原死因と複合死因の関係性を記述するための人口学的指標の構築などの先行研究が行われてきている。

このような中、わが国においても、複合死因分析に関する人口学的研究として、「死亡個票統計における循環器疾患関連死因の妥当性に関する検討（H27-統計-一般-006）」、「人口動態統計死亡票の複合死因情報を活用した集計・分析方法に関する調査研究（H29-統計-一般-001）」という厚生労働科学研究費プロジェクトによる研究に加え、国立社会保障・人口問題研究所の「長寿革命に係る人口学的観点からの総合的研究」において、複合死因分析に関する研究の蓄積が始められている。

本研究は、わが国における複合死因分析の充実を図る観点から、複合死因集計・分析手法に関する人口学的分析手法に関する国内外の先行研究をレビューすることを目的とするものである。

1 研究の概要

本研究では、複合死因に関する集計方法や分析手法について、先行研究に関する文献を収集しレビューを行う。筆者は複合死因に関する先進的な研究動向に関する情報を得るこ

とを目的に、国際的な複合死因に関する研究ネットワークである MultiCause Network に参加している。同ネットワークではこれまでに行われてきた複合死因集計・分析に関する様々な先行研究を収集しており、この中から海外における研究レビューの対象として 113 種類の研究を選定した。

この中で、近年、ネットワーク分析を応用して複合死因間の関係を分析する研究が行われてきていることから、これについては、ネットワーク分析の概要とともにレビューを行った。

また、これらに加え、わが国における複合死因関係研究に関してもレビューを行った。

2 複合死因に関する海外の研究

今回レビューを行った海外の先行研究にその研究概要を付し、その全体を文献リストの形にまとめたものが論文末の表である。

先行研究における分析内容や手法は、必ずしも排他的ではないが、下記に示すようないくつかの類型にまとめることが可能であろう。

- [1] 死因について原死因だけでなく複合死因も含めて分析を行ったもの
- [2] 原死因による分析と複合死因による分析を比較対照するもの
- [3] 1 死亡当たりの死因数を分析するもの
- [4] 複合死因間の関係を分析するもの
- [5] 競合リスクモデルや特定死因を除去した生命表など生命表分析への応用を行ったもの
- [6] 死因コーディングの妥当性の検証などに応用するもの
- [7] その他

などである。

それぞれの類型化ごとに研究の特徴を概観すると以下の通りである。

[1] は原死因による集計では多く計上されないものについてその死因の潜在的な貢献を示すため、また、[2] はさらにそのような原死因と全ての複合死因を含めた場合の比較を行う観点から分析が行われている。これらについては、方法論としては記述統計を用いて、単純集計やクロス集計を行った研究、さらに、年齢階級別死亡率や年齢調整死亡率を算定・比較した研究などが多く存在している。

[3] と [4] は原死因では得られない、複合死因ならではの特徴を分析する研究といえる。これらについても記述統計による分析が多いが、特に、MultiCause Network グループのメンバーによる先行研究を中心に、より洗練された人口学的指標が提案されている。[3] については SRMU、[4] については CDAI という指標がその例であり、これに関しては詳しく後述する。

[5] の類型では、通常は原死因統計を用いることにより特定死因を除去した生命表を作

成し、その死因の影響評価が行われているのに対して、複合死因統計を用いて死因パターンを構成し、これを除去することによる生命表分析への応用が研究されている。

[6]の類型は[1]～[5]の類型とはやや異なり、原死因の選択の妥当性について、複合死因データから検証などを行うことを目的としたものである。

以上のように、複合死因統計の集計・分析は様々な観点から行われており、わが国に適用可能なものも多く、今後の複合死因集計・分析の企画・立案に資するものと考えられる。以下では、いくつかの先行研究について、より詳細にその分析方法例をまとめることとする。

2.1 [1] 及び [2] に属する分析

[1] 及び [2] のカテゴリーに属する研究は複合死因統計を用いた分析の中で典型的な分析であり、[1] と [2] は単独ではなく、同時に行われていることも多い。例えば文献リストの 26 にある Dushoff et al. (2005) では、インフルエンザが死亡に与える影響を評価するため複合死因データを用いて分析を行っているが、インフルエンザが原死因となる場合と、複合死因にも挙げられている場合の両者を比較し、インフルエンザの潜在的な大きさを示した上で、複合死因で計上した死亡数を用いた回帰分析を行っている。また、糖尿病に関連する死亡を分析したものとして、文献リストの 6 の Balkau and Papoz (1992) や 8 の Barreto et al. (2007) による分析が挙げられる。Balkau and Papoz (1992) は、フランスにおける糖尿病関連死亡のレベルを評価したものであり、原死因・複合死因のいずれかに糖尿病が出現する数を用いた SMR を求め、原死因のみによる SMR より高いことを指摘している。また、Barreto et al. (2007) はブラジルにおける糖尿病関連死亡の属性別状況を分析したものであり、糖尿病が原死因に出現する場合に対する、原死因以外の複合死因に出現するオッズ比を多重ロジスティック回帰により属性別に推定して分析を行った。

このように、複合死因を用いて明らかとなる重要な特性として、原死因のみの観察ではその影響が過小評価されてしまう死因の適切な評価があり、インフルエンザ、糖尿病、アルツハイマーなど様々な死因に着目した分析が行われている。

2.2 [3] 及び [4] に属する分析

[3] と [4] のカテゴリーに属する研究は、原死因のみの統計では得られない、複合死因ならではの特徴を分析する研究である。文献リスト 101 の White et al. (1989)、104 の Wilkins et al. (1997) はそれぞれアメリカ、カナダについて、一つの診断書あたりの複合死因数の分布やその平均値などの分析を行ったものである。また、文献リスト 44 の Gorina and Lentzner (2008) は一診断書あたりの複合死因数の分布や原死因・複合死因の比較などに加え、死因間の関係を示す指標として、以下を提案している。

$$\frac{\text{Observed numbers of deaths with both causes A\&B}}{\text{Expected numbers of deaths with both causes A\&B}}$$

ここで、”Observed numbers of deaths with both causes A&B”とは実際の複合死因統計から得られる死亡数であり、”Expected numbers of deaths with both causes A&B”は死因間の独立性を仮定して、以下により得られた数である。

$$\frac{\text{Deaths with cause A} \times \text{Deaths with cause B}}{\text{Total deaths(all causes)}}$$

この指標が1よりも大きいほど、二つの死因が独立であると仮定した期待出現数よりも、実際の観察数が高い頻度であることを示すことから、両者の結びつきが強いことになる。Gorina and Lentzner (2008) ではこの指標を用いて、糖尿病との関係性が強い死因に関する分析を行っている。

一原死因あたりの死亡数や死因間の関係を示す指標は、複合死因の特徴を記述統計によって表現する上で優れた指標であると考えられるが、一方で、複数時点や異なる人口の間での比較を行う場合、年齢構成の違いによって適切な比較を行えない場合がある。そこで、MultiCause Network グループのメンバーによって、文献リスト 23 の Désesquelles et al. (2012)、22 の Désesquelles et al. (2010) などの先行研究を中心に、より洗練された人口学的指標が提案されており、これが SRMU(Standardized Ratio of Multiple to Underlying Cause) と CDAI(Cause of Death Association Indicator) である。

SRMU は、原死因死亡に対する複合死因死亡の比を表すもので、以下で定義される。

$$SRMU_u = \frac{\sum d_{u,x,s}^{[M]}}{\sum d_{u,x,s}^{[U]}}$$

$d_{u,x,s}^{[M]}$: 年齢 x 、性別 s の複合死因死亡数 (原死因 u)

$d_{u,x,s}^{[U]}$: 年齢 x 、性別 s の原死因死亡数 (原死因 u)

この指標は死因分類に依存することから、複数時点や異なる人口間の SRMU を比較する場合には使用する死因分類を統一しておくことが必要である。また、 $d_{u,x,s}$ については、複合死因について、同じ分類のものについても重複して計上する方法 (重複計上) と、同じ分類については一回のみ計上する方法 (重複調整) の2種類が考えられる。また、さらに、死亡数に関しては、年齢調整を行わない場合と年齢調整を行う場合の2種類の指標が考えられるが、やはり複数時点や異なる人口間での比較については、年齢調整を行うことが望ましい。年齢調整を行う場合には、

$$d_{u,x,s}^{<S>} = d_{u,x,s} \frac{E_{x,s}^{<S>}}{E_{x,s}}$$

とする。ここで、

$d_{u,x,s}$: 年齢調整前の死亡数

$d_{u,x,s}^{<S>}$: 年齢調整した死亡数

$E_{x,s}$: 対象とする人口の Exposure

$E_{x,s}^{<S>}$: 基準となる人口の Exposure

である。

なお、Désésquelles et al. (2012)、Désésquelles et al. (2010) では、分類については重複調整を行い、年齢調整を行った比を推定している。

CDAI は、死因 c の標準化出現率 (SP_c) に対する、原死因 u に限定した場合の死因 c の標準化出現率 ($SP_{c/u}$) の比率であり、

$$CDAI_{u,c} = \frac{SP_{c/u}}{SP_c} = \frac{\sum_{x,s} \left(\frac{u d_{c,x,s}}{u d_{x,s}} \cdot \bar{d}_{x,s} \right) / \sum_{x,s} \bar{d}_{x,s}}{\sum_{x,s} \left(\frac{d_{c,x,s}}{d_{x,s}} \cdot \bar{d}_{x,s} \right) / \sum_{x,s} \bar{d}_{x,s}} \times 100 = \frac{\sum_{x,s} \frac{u d_{c,x,s}}{u d_{x,s}} \cdot \bar{d}_{x,s}}{\sum_{x,s} \frac{d_{c,x,s}}{d_{x,s}} \cdot \bar{d}_{x,s}} \times 100$$

$u d_{c,x,s}$: 原死因 u で、死因 c を含む x 歳、性別 s の死亡数

$u d_{x,s}$: 原死因 u の x 歳、性別 s の死亡数

$d_{c,x,s}$: 死因 c を含む x 歳、性別 s の死亡数 (原死因によらない)

$d_{x,s}$: x 歳、性別 s の死亡数 (原死因によらない)

$\bar{d}_{x,s}$: 基準時点における x 歳、性別 s の標準的死亡数 (死亡率と Exposure の積)

これは、原死因を限定しない場合の死因 c の出現度合に対して、原死因を u に限定した場合どの程度出現度合が変化するかを 100 を基準として指数化したものであり、CDAI が 100 を上回るほど原死因 u との関連性が高いと考えることができる。Gorina and Lentzner (2008) による死因間の関係性指標を標準化したものと捉えることができよう。

このほか、近年、ネットワーク分析を応用して複合死因間の関係を分析する研究が行われてきている。これについては、次節において述べることにしたい。

2.3 [5] に属する分析

この類型では、通常は原死因統計を用いることにより特定死因を除去した生命表を作成し、その死因の影響評価が行われているのに対して、複合死因統計を用いて死因パターンを構成し、これを除去することによる生命表分析が行われている。

2.4 [6] に属する分析

以上の [1]~[5] は複合死因統計を用いた分析手法に関する研究であったが、[6] はやや異なり、原死因の選択の妥当性について、複合死因データを用いて検証などを行うことを目的としたものである。例えば、文献リスト 51 の Jouglu et al. (1992) は、ヨーロッパ内における糖尿病のコーディングの違いを分析したものである。具体的には、ベルギー、ア

イギリス、フランス、ドイツ、マルタ、オランダ、北アイルランド、スコットランド、スイスにおいて 200 の死亡診断書を抽出してコーディングを行い、比較を行ったものである。このように、複合死因データを用いると、ここから原死因の選択を行うことが可能となるので、異なる国のデータを比較することなどを通じて原死因選択の妥当性の検証を行うことが可能となるのである。

3 複合死因分析へのネットワーク分析の応用

近年、死因間の関係についてネットワーク分析手法を応用した研究が行われている。これは、各死因分類をネットワークにおけるノード（点）と考え、同一の死亡診断書に二つの死因分類による死因が記述されているときに二つのノードをエッジ（線）で結ぶ無向ネットワークを考えて分析を行う研究である。Egidi et al. (2018) は、イタリアの 2011 年の 65 歳以上の死亡診断書に記述のある死因（原死因と関連死因を区別しない）に対して、欧州死因分類をノード、同一診断書に二つの死因分類による死因が記述されているときに二つのノードをエッジで結ぶ無向ネットワークを考え、これにネットワーク分析の手法を適用して死因間の関連分析を行ったものであり、以下、この内容についてレビューする。

最初に、死因 i と j が同じ死亡診断書に書かれているとき、行列の (i, j) 成分に 1 を計上していくことによって粗隣接行列を作成する。この行列は周辺度数である死因の出現頻度に依存していることから、各死因の出現頻度が同一となるよう、反復比例フィッティング (iterative proportional fitting (IPF)) 法を用いて正規化を行う。さらに、要素が小さい部分についての影響を排除する観点から、正規化された頻度について、最も強い関係があるものとして 99% タイルよりも大きいものだけを選択し、その成分が表す二つの死因の間に関係があると考えて隣接行列を作成し、これに基づくネットワーク構造を考える。

このネットワーク構造に対して、ネットワーク分析の手法を適用しつつ、分析が行われる。最初に、ネットワーク中心性 (centrality) を測定する指標である次数中心性 (degree centrality)、隣接中心性 (closeness centrality)、媒介中心性 (betweenness centrality) を示し、これらの指標に関する男女間比較を行っている。ここで、ネットワーク中心性を示す各指標は以下で定義される。

- 次数中心性 $C_D(n_i)$: ノード n_i と他のノードを結ぶリンクの数で定義される。 n_i の次数 $d(n_i)$ とも表し、ノード n_i と n_j の間に関係があるとき $x_{ij} = 1$ 、関係がないとき $x_{ij} = 0$ という変数を用いると、

$$C_D(n_i) = d(n_i) = \sum_j x_{ij} = \sum_j x_{ji}$$

と表される。

- 隣接中心性 $C_C(n_i)$: 他のノードとの距離が小さいノードほどより中心的であるとす

る指標であり、 $d(n_i; n_j)$ をノード n_i と n_j の距離（最短パスの長さ）として、

$$C_D(n_i) = \left[\sum_{j=1}^N d(n_i; n_j) \right]^{-1}$$

で定義される。ただし、 N は n_i が属する連結成分におけるノードの数である。

- 媒介中心性 $C_B(n_i)$: あるノードが隣接していないノードを結びつける役割の大きさを表す指標であり、 $g_{jk}(n_i)$ をノード n_j と n_k を結び n_i を含む最短パスの長さ、 g_{jk} をノード n_j と n_k を結ぶ最短パスの長さとして、

$$C_B(n_i) = \sum_{j < k} g_{jk}(n_i) / g_{jk}$$

で定義される。

Egidi et al. (2018) ではさらに、密度 (density) や平均次数などのネットワークの構造係数の男女間比較、また、ネットワーク構造をグラフにより視覚化し、ICD-10 の分類と対応付けながら、ネットワークをサブグループに分ける検討を行っている。そして、これらのネットワーク指標やコミュニティ検出などから得られた結果を既存研究等と比較し、死因間の関係性に関する議論を行っている。

なお、ネットワーク分析では、ネットワークに関する特性を表す指標を観察するなどの方法に加え、ネットワークのグラフをいくつかのサブグループ（コミュニティ）に分けるコミュニティ検出という手法が存在している。これを複合死因分析に応用すると、原死因だけの観察からはわからない、互いに結びつきの強い死因のグループを抽出することが可能となる。これは、長寿化が進行し、複数の病態を同時に併発することが多いわが国の現在の死亡状況の分析に有効であると考えられる。

まず、矢久保 (2013) に基づき、コミュニティ構造の定義とモジュラリティという指標、また、モジュラリティを利用したコミュニティ検出法について述べる。あるネットワークがその内部で互いに密に繋がった部分グラフに分けられるとき、このネットワークはコミュニティ構造をとるといい、その部分分割グラフのことをコミュニティまたはモジュールと呼ぶ。しかしながら、普遍的に受け入れられているコミュニティの定義は未だに存在せず、与えられた問題に応じていくつもの定義が提案されているとされ、その中で、現在、最も広く受け入れられている方法がモジュラリティという量に基づいたものとされている。これは、ノード数 N のネットワーク G を、互いに重なり合いのない n_c 個の部分ノード集合族（コミュニティ） $C_l (l = 1, 2, \dots, n_c)$ に分割した際、

$$Q = \frac{1}{2M} \sum_{i,j}^N (a_{ij} - \langle t_{ij} \rangle) \delta[C(i), C(j)]$$

で定義される。ここで、 M は G の全エッジ数、 $C(i)$ はノード i が属する分割ノード集合、 $\delta[C(i), C(j)]$ は分割集合 $C(i)$ と $C(j)$ が同一集合であれば 1、そうでなければ 0 とな

る量である。また、 t_{ij} は G の各ノード数の次数を保持したまますべてのエッジをランダムに繋ぎ直したグラフ G' の隣接行列要素であり、 $\langle \dots \rangle$ はエッジ配置に関する平均を表す。すなわち、 t_{ij} は、 G' における (i, j) 間のエッジ本数の k 期待値を表す。 Q の定義から、 Q が大きな値をとる時、ネットワーク G は分割 $\{C_1, C_2, \dots, C_{n_C}\}$ をモジュールとするコミュニティ構造をとっていると考えることができる。

矢久保 (2013) では、モジュラリティの最大値 Q_{\max} を与える分割集合族をコミュニティとする定義が最も広く受け入れられているものの、ノード数が大きくなると分割パターンの組み合わせが非常に大きくなることから、全てのパターンに対してモジュラリティを計算することは事実上不可能となるとされている。このため、 Q_{\max} の近似値を与える分割集合族を見つける方法が多数提案されている。

その一つが、Newman (2004) による貪欲法 (fast-greedy) と呼ばれる方法である。これは、矢久保 (2013) によれば、ネットワーク G の各ノード一つ一つを分割ノード集合と考え、 G のエッジを介して互いに隣接する分割集合対 $\{C_l, C_{l'}\}$ を合併させた場合のモジュラリティ Q' を計算し、合併させる前からの増加分 $\Delta Q = Q' - Q$ が最大となる分割集合対を実際に合併させることをネットワークが一つになるまで繰り返し、その過程で現れる最も大きい Q を Q_{\max} の近似値とする方法である。なお、この方法は Clauset et al. (2004) により、さらに計算量を削減することが示されている。

貪欲法とは逆に、 $n_C = 1$ の分割から $n_C = N$ の分割に向かう流れの中で Q の最大値を探す方法もあり、この場合、分割ノード集合を次々と二分していくことになるが、このためには二分された集合ができるだけコミュニティとしての性質を持つようにする必要が生じる。Newman and Girvan (2004) は媒介中心性を用いてこの分割を行う方法を提案したものである。具体的には、与えられた連結ネットワーク G の全てのエッジの媒介中心性を計算して最大となるエッジを削除し、削除されたネットワークの全てのエッジの媒介中心性を再計算し、また最大のエッジを削除する、という操作を繰り返し、その過程で現れるネットワークのモジュラリティを求めてその最大値を Q_{\max} の近似値とする方法である。ただし、この方法は貪欲法に比べて多くの計算量が必要となるとされている。

また、Barabási (2019) によれば、モジュラリティを最適化するアルゴリズムとして、最近、Blondel et al. (2008) らによる Louvain のアルゴリズムがよく使われるとしている。これは、 N 個のノードが別々のコミュニティに属しているとする初期状態から出発し、ステップ I として、個々のノード i をその近接ノード j の属するコミュニティに加えてみたときのモジュラリティの増加量を計算する。このモジュラリティ増加量が正の値となるもののうち、最大となる近接ノードコミュニティにノード i を置き直す。もし、どのモジュラリティ増加量も正にならなければ、ノード i の属するコミュニティは変化しない。このプロセスをどのノードの属するコミュニティも変化しなくなるまで全てのノードについて繰り返す。以上がステップ I となる。次に、ステップ II として、各ノードがステップ I で検出されたコミュニティをノードとする新しいネットワークを構成する。この

ステップ I と II を繰り返すことによりコミュニティは減っていくが、モジュラリティの増加がなくなり、最大モジュラリティが得られたところで終了する。

なお、ネットワーク分析においては、以上の他にも様々なコミュニティ検出法が提案されており、計算量などの考慮に加え、わが国の複合死因分析に適した方法を探していくことが今後必要であると考えられる。

4 わが国における複合死因に関する研究

次に、わが国における、人口動態調査の死亡票（もしくは死亡診断書）を用いた複合死因に関する先行研究について述べる。わが国においては、1950年代から上田による複合死因に関する研究がなされている。上田（1956）は、第6回国際死因統計分類修正会議の複合死因及び製表に関する勧告に基づいて WHO センターに寄せられた6つの研究報告（WHO センター、アメリカ、アイルランド、ドイツ、フランス、イタリア）の概要についてまとめたものであり、上田・加藤（1957）は、試験的調査として昭和30年の東京都・長野県の死亡票のうち、心臓疾患が記載されているもの（東京都4,355件、長野県1,973件）を対象として、複合死因の記載や、原死因と二次死因の関係について分析を行った。また、上田（1960）は昭和30年の東京都の死亡票（44,255件）を対象とし、手術解剖施行有無別、性別、年齢別の複合割合、原死因と二次死因（合併症・副因）の関係分析として、死因別二次死因頻度、原死因に対する二次死因割合、合併症の二次死因に対する割合、原死因と二次死因のクロス表分析などを詳細に行い、さらにこれらを諸外国の結果と比較して考察を行っている。

佐々木（1975）は、昭和42～46年の大阪府の人口動態死亡票から糖尿病の記載があるものを対象として（原死因1,893件、二次死因1,389件）、糖尿病を原死因とする二次死因、糖尿病を二次死因とする原死因に関する分析を行い、これを1955年の米国公衆衛生局の全国調査、1968～69年の米国ペンシルベニアの調査と比較して糖尿病の死因の日米間の相違に関する考察を行っている。方波見〔等〕（1982）は昭和52年人口動態調査死亡票から原死因・二次死因に糖尿病の記載のあるもの（原死因9,023件、原死因以外9,148件）について、原死因と二次死因に関する年齢別・都道府県別糖尿病数や、糖尿病死亡率に関する分析を行い、また、方波見〔等〕（1983）は同じ対象に対して、糖尿病死亡の直接死因、二次死因糖尿病の原死因、原死因糖尿病と二次死因糖尿病に記載された二次死因の相違、二次死因糖尿病、全死因中に占める原死因各疾患の割合に関する分析を行っている。

梅田（1988）は昭和60年8月の11都県における人口動態調査の死亡票を対象として分析を行ったものであり、高血圧性疾患や糖尿病は原死因として他の死因を伴いやすく、他の死因の二次死因となる場合が多いこと、いずれの原死因においても二次死因として心疾患が多かったことなどを明らかにしている。

鈴木まき〔等〕（2001）は、運輸業を主体とする労働組合の加入者本人（男性）の1988～1995年の死亡診断書から、外因誌を除いた20～59歳の1,138件を対象とし、死亡診断

書記載パターン別死亡数、主要な原死因に関連する主要死因、年齢階級別・原死因及び原死因に対応する死因における関連の強固性について分析を行い、糖尿病、高血圧、腎炎・ネフローゼでは原死因として表出がされにくいことから、複合死因の観点からの解析の必要性を指摘している。

一方、国立社会保障・人口問題研究所における複合死因の人口学的分析は、厚生労働科学研究費補助金政策科学総合研究事業（統計情報総合研究）「死亡個票統計における循環器疾患関連死因の妥当性に関する検討（H27-統計-一般-006）」（研究代表者：橋本英樹）、「人口動態統計死亡票の複合死因情報を活用した集計・分析方法に関する調査研究（H29-統計-一般-001）」（研究代表者：石井太）によって始められた。その後、国立社会保障・人口問題研究所の「長寿革命に係る人口学的観点からの総合的研究」（平成29～令和元年度）から本格的な複合死因分析が行われており、その中では、国際的な複合死因に関する研究ネットワークである MultiCause Network において用いられている複合死因データによる死因間の関連分析の方法論をわが国のデータに適用し、わが国における死因間の関連状況について研究した石井 [等]（2019）、死亡期間に注目した突然死に関する分析と認知症関連死の分析について分析を行った林 [等]（2019）、糖尿病に焦点を当て、原死因を特定する前の情報である死亡個票を用いて疾病間、死因間の関連を示した別府 [等]（2019）及び別府 [等]（2020）、また Egidi et al.（2018）による複合死因によるネットワーク分析を日本の複合死因データに適用することを試みることにより、複合死因関連分析へのネットワーク分析の応用の可能性を検討した石井 [等]（2020）などの研究成果が報告書に記載されている。

おわりに

本研究は、わが国における複合死因分析の充実を図る観点から、複合死因集計・分析手法に関する人口学的分析手法に関する国内外の先行研究に関する総合的なレビューを行った。先行研究のレビューから、複合死因研究は国際的にも注目されており、死因間の関連の指標化やネットワーク分析といった手法の導入など新たな試みが進められていることが示された。今後、わが国の複合死因分析を行っていくにあたり、本研究で行った先行研究を参考としつつ、わが国のデータに適した研究手法が開発されることが望ましい。

参考文献

- 石井太，篠原恵美子，別府志海（2020）「複合死因関連分析へのネットワーク分析の応用」、『長寿革命に係る人口学的観点からの総合的研究：第3報告書』，pp.13-27.
- 石井太，林玲子，篠原恵美子，別府志海，是川夕（2019）「わが国の複合死因データによる死因間の関連分析」、『長寿革命に係る人口学的観点からの総合的研究：第2報告書』，pp.13-36.

- 上田フサ, 加藤寛夫 (1957) 「複合死因に関する研究-心臓疾患を中心にして」, 『厚生 の 指 標』, 第 4 卷, 第 6 号, pp.30-35.
- 上田フサ (1956) 「複合死因の分類および製表に関する各国の研究報告」, 『厚生 の 指 標』, 第 3 卷, 第 7 号, pp.45-54.
- (1960) 「複合死因に関する研究」, 『厚生 の 指 標』, 第 7 卷, 第 7 号, pp.32-68.
- 梅田珠実 (1988) 「複合死因からみた死因構造に関する研究」, 『厚生 の 指 標』, 第 35 卷, 第 13 号, pp.p11-17.
- 方波見重兵衛, 白井竹次郎, 永井正規, 箕輪真澄, 福富和夫, 進藤隆夫, 金子功 (1982) 「糖尿病死亡の死因に関する研究-1-糖尿病死亡の年齢分布について」, 『日本公衆衛生雑 誌』, 第 29 卷, 第 1 号, pp.9-16.
- (1983) 「糖尿病死亡の死因に関する研究-2-原死因, 二次死因糖尿病の相違につい て」, 『日本公衆衛生雑誌』, 第 30 卷, 第 2 号, pp.59-68.
- 国立社会保障・人口問題研究所「日本版死亡データベース」. <http://www.ipss.go.jp/p-toukei/JMD/index.asp>.
- 佐々木陽 (1975) 「死亡統計からみた糖尿病の死因とくに日米比較を中心に」, 『糖尿病』, 第 18 卷, 第 5 号, pp.506-516.
- 鈴木まき, 横山英世, 三宅健夫, 野崎貞彦 (2001) 「複合死因からみた死因構造の解析」, 『日大醫學雑誌』, 第 60 卷, 第 6 号, pp.260-268.
- 林玲子, 石井太, 篠原恵美子, 別府志海, 是川夕 (2019) 「複合死因データの概況と突然 死および認知症関連死亡の分析」, 『長寿革命に係る人口学的観点からの総合的研究: 第 2 報告書』, pp.37-54.
- 別府志海, 石井太, 林玲子, 篠原恵美子, 是川夕 (2019) 「複合死因データを用いた糖尿 病関連死亡の分析」, 『長寿革命に係る人口学的観点からの総合的研究: 第 2 報告書』, pp.55-72.
- 別府志海, 石井太, 林玲子, 篠原恵美子 (2020) 「複合死因データを用いた糖尿病と関連 死因の人口学的分析」, 『長寿革命に係る人口学的観点からの総合的研究: 第 3 報告書』, pp.53-76.
- 矢久保孝介 (2013) 『複雑ネットワークとその構造』, 共立出版.
- Barabási, A.-L. (2019) 『ネットワーク科学: ひと・もの・ことの関係性をデータから解 き明かす新しいアプローチ (池田裕一他監訳)』, 共立出版.
- Balkau, B. and L. Papoz (1992) “Certification of cause of death in French diabetic patients.”, *Journal of Epidemiology & Community Health*, Vol. 46, No. 1, pp. 63-65.
- Barreto, S. M., V. M. A. Passos, S. K. F. Almeida, and T. D. Assis (2007) “The increase of diabetes mortality burden among Brazilian adults”, *Revista Panamericana de Salud Pública*, Vol. 22, No. 4, pp. 239-245.
- Blondel, V. D., J.-L. Guillaume, R. Lambiotte, and E. Lefebvre (2008) “Fast unfolding

- of communities in large networks”, *Journal of statistical mechanics: theory and experiment*, Vol. 2008, No. 10, p. P10008.
- Clauset, A., M. E. Newman, and C. Moore (2004) “Finding community structure in very large networks”, *Physical review E*, Vol. 70, No. 6, p. 066111.
- Désesquelles, A., M. A. Salvatore, L. Frova, M. Pace, M. Pappagallo, F. Meslé, V. Egidi et al. (2010) “Revisiting the mortality of France and Italy with the multiple-cause-of-death approach”, *Demographic research*, Vol. 23, No. 28, pp. 71–806.
- Désesquelles, A. F., M. A. Salvatore, M. Pappagallo, L. Frova, M. Pace, F. Meslé, and V. Egidi (2012) “Analysing multiple causes of death: Which methods for which data? An application to the cancer-related mortality in France and Italy”, *European Journal of Population/Revue Européenne de Démographie*, Vol. 28, No. 4, pp. 467–498.
- Dushoff, J., J. B. Plotkin, C. Viboud, D. J. Earn, and L. Simonsen (2005) “Mortality due to influenza in the United States - an annualized regression approach using multiple-cause mortality data”, *American journal of epidemiology*, Vol. 163, No. 2, pp. 181–187.
- Egidi, V., M. A. Salvatore, G. Rivellini, and S. D’Angelo (2018) “A network approach to studying cause-of-death interrelations”, *Demographic Research*, Vol. 38, pp. 373–400.
- Gorina, Y. and H. Lentzner (2008) “Multiple Causes of Death in old age”, *Aging Trends*, Vol. 9, pp. 1–9.
- Jouglia, E., L. Papoz, B. Balkau, P. Maguin, F. Hatton, and EURODIAB Subarea C Study Group (1992) “Death certificate coding practices related to diabetes in European countries - the ’EURODIAB Subarea C’ Study”, *International Journal of Epidemiology*, Vol. 21, No. 2, pp. 343–351.
- Newman, M. E. and M. Girvan (2004) “Finding and evaluating community structure in networks”, *Physical review E*, Vol. 69, No. 2, p. 026113.
- Newman, M. E. (2004) “Fast algorithm for detecting community structure in networks”, *Physical review E*, Vol. 69, No. 6, p. 066133.
- White, M. C., S. Selvin, and D. W. Merrill (1989) “A study of multiple causes of death in California: 1955 and 1980”, *Journal of Clinical Epidemiology*, Vol. 42, No. 4, pp. 355–365.
- Wilkins, K., M. Wysocki, C. Morin, and P. Wood (1997) “Multiple causes of death.”, *HEALTH REPORTS/RAPPORTS SUR LA SANTE*, Vol. 9, No. 2, pp. 19–29.

複合死因に関する海外の先行研究の文献リスト

番号	論文名	概要
1	Adair T., Lopez A.D. (2020). The role of overweight and obesity in adverse cardiovascular disease mortality trends: an analysis of multiple cause of death data from Australia and the USA. <i>BMC Med</i> 18, 199. https://doi.org/10.1186/s12916-020-01666-y	アメリカとオーストラリアの35-74歳CVD(心血管)死亡率はアメリカでは上昇、オーストラリアでは下降速度が低下していることについて、複合死因に糖尿病・慢性腎疾患・肥満・脂血症・高血圧精神疾患があるDKOLH-CVDとそれ以外に分けて観察したところ、両国ともDKOLH-CVD死亡率が上昇しており、肥満がCVD死亡率の動向に影響を及ぼしていることが明らかとなった。
2	Adair, T. & Rao, C. (2009). Changes in certification of diabetes with cardiovascular diseases increased reported diabetes mortality in Australia and the United States. <i>J Clin Epidemiol</i> .	アメリカとオーストラリアの複合死因データを用いて、心血管死亡における糖尿病の関連と動向について分析した。方法論としては心血管死亡の死亡診断書のPart I, Part IIそれぞれに記述される糖尿病の数およびその比の推移を分析した。
3	Axtell, C.D.; Ward, E.M.; McCabe, G.P.; Schulte, P.A.; Stern, F.B. & Glickman, L.T. (1998). Underlying and multiple cause mortality in a cohort of workers exposed to aromatic amines. <i>Am J Ind Med</i> 34(5), 506-511.	芳香族アミンの1つ2-ナフタリンに曝された労働者の死亡率を原因死・複合死因を用いて分析。方法論としてはSMRを用いて分析を行った。
4	Ayala, C.; Croft, J.B.; Wattigney, W.A. & Mensah, G.A. (2004). Trends in hypertension-related death in the United States: 1980-1998. <i>J Clin Hypertens (Greenwich)</i> 6(12), 675-681.	原死以外の死因を含めたアメリカの高血圧性疾患関連死亡の状況について1980-88の複合死因データを用いて分析した。方法論としては複合死因を含めた年齢別死亡率・年齢調整死亡率の観察を行った。
5	Bah Sulaiman, Rahman M. Mahibbur (2009). Measures of multiple-cause mortality: a synthesis and a notational framework. <i>Genus</i> , LXV (2), 29-43.	複合死因データを用いた様々な指標に関するレビューを行った。既存の指標を単一指標、クロス表、死因関連指標、導出指標に分け、その比較等を行った。
6	Balkau, B. & Papoz, L. Certification of cause of death in French diabetic patients. <i>J Epidemiol Community Health</i> , 1992, 46, 63-65	フランスにおける糖尿病関連死亡のレベルを評価するため複合死因データを用いて分析を行った。方法論としては、原因死・複合死因のいずれかに糖尿病が出現する数を用いて糖尿病のSMRを求めて分析を行った。
7	Barbieri M., Desesquelles A., Egidi V., Demuru E., Frova L., Mesle F., & Pappagallo M. (2017). Obesity-related mortality in France, Italy, and the United States: a comparison using multiple cause-of-death analysis. <i>International Journal of Public Health</i> , 62(6), p. 623-629, supplementary table	フランス・イタリア・アメリカの肥満に関連する死亡を分析。MCA(Multiple Correspondence Analysis)により死因の組み合わせを特定。脳血管系疾患と肥満のリンクが存在。
8	Barreto, S.M.; Passos, V.M.A.; Almeida, S.K.F. & Assis, T.D. (2007). The increase of diabetes mortality burden among Brazilian adults. <i>Rev Panam Salud Publica</i> 22(4), 239-245.	ブラジルにおける糖尿病関連死亡の属性別状況を分析した。方法論としては、原死に対する複合死因の糖尿病の出現率を多重ロジスティック回帰により属性別に推定して分析を行った。
9	Benjamins, M.R.; Hummer, R.A.; Eberstein, I.W. & Nam, C.B. (2004). Self-reported health and adult mortality risk: an analysis of cause-specific mortality. <i>Soc Sci Med</i> 59(6), 1297-1306.	複合死因データを用いて自覚的健康度とリスクファクターとの関係を分析。方法論として、死亡診断書に記載された死因数と自覚的健康度に死亡水準がどの程度異なるかを複合死因データにより分析。
10	Center for Disease Control (CDC), C. (1991). Sensitivity of death certificate data for monitoring diabetes mortality—diabetic eye disease follow-up study, 1985-1990 <i>MMWR Morb Mortal Wkly Rep</i> 40(43), 739-741.	糖尿病死亡のモニタリングにおいて、糖尿病が過少評価される状況を観察する観点から糖尿病性眼疾患の死亡診断書を分析した。方法論としては、死亡診断書において糖尿病が原因とされる場合とそれ以外の死因にされる場合を比較した。
11	Chamblee, R.F. & Evans, M.C. (1982). New dimensions in cause of death statistics. <i>Am J Public Health</i> , 72(11): 1265-1270.	死因分析において複合死因データの分析の有効性を議論。方法論としては記述統計を用い、原死因統計では糖尿病が過少評価されること、複合死因データにより死因が疾病に与える影響が評価できること、原死因選択ルールの効率性の評価が可能であることを論じた。
12	Chen, C.M.; Yoon, Y.; Yi, H. & Lucas, D.L. (2007). Alcohol and hepatitis C mortality among males and females in the United States: a life table analysis. <i>Alcohol Clin Exp Res</i> 31(2), 285-292.	アルコールとC型肝炎の死亡率を複合死因データを用いて分析。方法論としては多重減少生命表を用い、アルコールの激しい利用のある者とC型肝炎との関係を分析した。
13	Coste, J.; Bernardin, E. & Jouglia, E. (2006). Patterns of mortality and their changes in France (1968-99): insights into the structure of diseases leading to death and epidemiological transition in an industrialised country. <i>J Epidemiol Community Health</i> 60(11), 945-955.	フランスの2時点の死因パターンを統計的に整合的に評価し、疫学的転換概念をより複雑な観点から活用した。方法論としては、主成分分析を用いて、年齢階級別・複合死因を含む死因別の関係を分析した。
14	D'Amico, M., Agozzino, E., Biagino, A., Simonetti, A. & Marinelli, P. (1999). Ill-defined and multiple causes on death certificates—a study of misclassification in mortality statistics. <i>Eur J Epidemiol</i> 15(2), 141-148.	イタリア・ナポリの死因の誤分類について死因不明と複合死因データを用いて分析した。方法論としては記述統計を用いて死因不明データを分析した。
15	Desesquelles A., Demuru E., Egidi V., Frova L., Mesle F., Pappagallo M., Salvatore M.A. (2014). Cause-specific mortality analysis: is the underlying cause of death sufficient?. <i>Revue Quetelet/Quetelet Journal</i> , 1 (2), p. 119-135	複合死因データによる分析の必要性についてフランスとイタリアのデータを例にしながらまとめる。CAIを用いて比較分析。
16	Desesquelles A., Demuru E., Pappagallo M., Frova L., Mesle F., Egidi V. (2015). After the epidemiologic transition: a reassessment of mortality from infectious diseases among over-65s in France and Italy. <i>Int J Public Health</i> , 60, 961-967	65歳以上の死亡に対する感染症の寄与をより正確に評価するため、フランスとイタリアの2009年の複合死因データを用いて分析。SRMUを用いて分析。複合死因を用いた分析により、原死因のみの分析よりも感染症の影響が大きくなったことが明らかとなった。
17	Desesquelles A., Demuru E., Pappagallo M., Frova L., Mesle F., Egidi V. (2016) "Infectious diseases in ageing populations: a neglected cause of mortality?". <i>N-IJUSP</i> March 21, 2016	複合死因を用いた分析によれば原死因だけの分析に比べて高齢者死亡に対する感染症の寄与が大きくなったことが明らかとなった。
18	Desesquelles A., Demuru E., Salvatore M.A., Pappagallo M., Frova L., Pace M., Mesle F., Egidi V. (2014). Mortality from Alzheimer's disease, Parkinson's disease and dementias in France and Italy: a comparison using the multiple cause-of-death approach. <i>Journal of Aging and Health</i> , 26 (2), p. 283 - 315.	フランスとイタリアのアルツハイマー、パーキンソン病、その他の痴呆に関連する死亡について複合死因データを用いて分析。CAIにより死因間の関係を分析。
19	Desesquelles A., Gamboni A., Demuru E., et al. (2016). "We only die once but from how many causes?". <i>Population and Societies</i> , n 534, June 2016	死因分析は通常原死因に基づいて行われるが、複数の疾病の影響を考慮した場合内分泌症などによる死亡が過少推定となる。平均寿命が伸長すると人々が複数の疾病によって死亡するようになることから複数の死因を考慮することが必要である。
20	Desesquelles A., Mesle F. (2001). A comparison of French and US old-age mortality patterns using multiple cause-of-death data. Paris, INED, 28 p. (Communication presentee au Congres general de l'UIESP, Salvador de Bahia, aout 2001).	フランスとアメリカの複合死因による高齢死亡パターンを分析。MCAにより死因間の対応を分析。原死因分析だけでは得られない死因パターンが明らかとなった。

番号	論文名	概要
21	Desesquelles A., Mesle F. (2004). Interet de l'analyse des causes multiples dans l'etude de la mortalite aux grands ages: l'exemple francais. Cahiers quebecois de demographie, 33 (1): 83-116.	フランスの60歳以上の死亡の特徴を複合死因データを用いて分析。特に循環器系疾患と腫瘍を中心に分析を行った。
22	Desesquelles A., Salvatore M.A., Frova L., Pace M., Pappagallo M., Mesle F., Egidi V. (2010). Revisiting the mortality of France and Italy with the multiple-cause-of-death approach. Demographic research, vol. 23, n28, p. 771-806. (doi:10.4054/DemRes.2010.23.28)	フランスとイタリアの2003年の死亡プロフィールを複合死因データを用いて分析。SRMU, CDAIにより死因間の関係を分析。
23	Desesquelles A., Salvatore M.A., Pappagallo M., Frova L., Pace M., Mesle F., Egidi V. (2012). Analysing multiple causes of death: which methods for which data? An application to the cancer-related mortality of France and Italy. European Journal of Population, 28 (4), p. 467-496. DOI: 10.1007/s10680-012-9272-3	フランスとイタリアの癌に関連する死亡について複合死因データを用いて分析。SRMU, CDAIにより死因間の関係を分析。
24	Dorn, H.F., Moriyama, I.M. (1964). Uses and significance of multiple cause tabulations for mortality statistics. Am J Public Health Nations Health, 54: 400-406	複合死因データの活用が死因分析に新たな視点をもたらすことを論じた。方法論としては記述統計を用いて、原死因と複合死因の関係を示した。
25	Dowd, J.B. & Zajacova, A. (2007). Does the predictive power of self-rated health for subsequent mortality risk vary by socioeconomic status in the US? Int J Epidemiol 36(6), 1214-1221.	自覚的健康度の後続の死亡リスクの説明力がSESIによって異なるかについて分析した。方法論としては、Cox比例ハザードモデルにより、SESや自覚的健康度が全死因または複合死因を含む死因別死因に与える影響を分析した。
26	Dushoff, J., Plotkin, J.B., Viboud, C., Earn, D.J.D. & Simonsen, L. Mortality due to influenza in the United States--an annualized regression approach using multiple-cause mortality data. Am J Epidemiol, 2006, 163, 181-187	インフルエンザが死亡に与える影響を評価するため複合死因データを用いて分析を行った。方法論としては回帰分析モデルを用い、標準化された死亡系列について、各種インフルエンザを説明変数として分析した。
27	Egidi V., Fallone R., Frova L. et Pappagallo M. (***). Multiple cause of death : first results of the analysis of the Italian mortality in older ages. ? Roma, DSD, La Sapienza, 4 p. (Communication presentee au ***)	イタリアの70歳以上の死亡を複合死因データを用いて分析する。MCAを用いて複合死因による死亡パターンを3つのグループに分けて分析。
28	Egidi, V., Salvatore, M. A., Rivellini, G. & D'Angelo, S. (2018). A network approach to studying cause-of-death interrelations. Demographic Research, 38, 373-400.	複合死因間の関係を明らかにするため、2011年のイタリアの65歳以上男女の複合死因データを用いてネットワーク分析の手法を用いて分析を行った。
29	Fedeli, U., Piccinini, P., Schievano, E., Saugo, M., & Pellizzer, G. (2016). Growing burden of sepsis-related mortality in northeastern Italy: a multiple causes of death analysis. BMC infectious diseases, 16(1), 330.	敗血症に関連した死亡率を観察する観点から、北イタリアの2008-2013年の死亡診断書による複合死因を分析した。複合死因も含まれた死亡は2008年で全体の6.3%、2013年で7.7%であるのに対し、原死因ではそれぞれ0.6%、1.6%となっており、複合死因も含まれたトレンドを観察する必要性が明らかとなった。
30	Fink, A. K.; German, R. R.; Heron, M.; Stewart, S. L.; Johnson, C. J.; Finch, J. L.; Yin, D.; Schaeffer, P. E. & for the Accuracy of Cancer Mortality Working Group, "Impact of using multiple causes of death codes to compute site-specific, death certificate-based cancer mortality statistics in the United States". Cancer Epidemiol, 10F International Inc., Bethesda, MD, United States., 2011	アメリカのガン死亡率の評価に複合死因データの活用が及ぼすインパクトを分析する。方法論としては記述統計を用い、ガンの部位ごとに原死因数・複合死因数を分析した。
31	Flanders, W.D. Inaccuracies of death certificate information. Epidemiology, 1992, 3, 3-5	死亡診断書情報の不正確性について論じた。喫煙状況別の原死因・それ以外の死因別の肺炎死亡数に関する仮想的なデータを用いて論じた。
32	Frenzen, P.D. Mortality due to gastroenteritis of unknown etiology in the United States. J Infect Dis, 2003, 187, 441-452	アメリカの病因不明の胃腸炎による死亡を複合死因データを用いて分析。複合死因データを用いて年齢調整死亡率を推定して分析。
33	Frova L., Salvatore M. A., Pappagallo, Egidi V. (2009). The Multiple cause of death approach to analyse mortality patterns. Genus, 65 (1): 1-21.	イタリアの2001年の複合死因データを用い、MCAを用いて複合死因による死亡パターンを10のグループに分けて分析。
34	Fuhrman, C.; Jougl, E.; Nicolau, J.; Eilstein, D. & Delmas, M. (2006). Deaths from chronic obstructive pulmonary disease in France, 1979-2002: a multiple cause analysis. Thorax 61(11), 930-934.	フランスにおけるCOPD関連死亡を複合死因データを用いて分析。記述統計・年齢調整死亡率を用いて複合死因を含めたCOPD死亡の状況を原死因ベースのものと比較。
35	Fuhrman, C.; Jougl, E.; Uhry, Z. & Delmas, M. (2009). Deaths with asthma in France, 2000-2005: a multiple-cause analysis. J Asthma 46(4), 402-406.	フランスにおける喘息による死亡について複合死因データを用いて分析。喘息に関連した年齢別死亡率および年齢調整死亡率を原死因によるものと複合死因によるもので比較して分析。
36	Goldacre, M.J. Cause-specific mortality: understanding uncertain tips of the disease iceberg. J Epidemiol Community Health, 1993, 47, 491-496	Oxford地方厚生局の6地域のデータを用いて、原死因とそれ以外の死因の関係を分析。方法論としては記述統計を用いて分析。
37	Goldacre, M.J.; Duncan, M.; Griffith, M. & Rothwell, P.M. Mortality rates for stroke in England from 1979 to 2004: trends, diagnostic precision, and artifacts. Stroke, 2008, 39, 2197-2203.	イギリスにおける1979-2004年の脳卒中の死亡動向を複合死因を含めたデータを用いて分析。方法論としては年齢調整死亡率を用いて比較。
38	Goldacre, M.J.; Duncan, M.E.; Cook-Mozzaffari, P. & Griffith, M. Trends in mortality for cancers, comparing multiple- and underlying-cause rates, in an English population 1979-1999. Br J Cancer, 2004, 90, 1019-1021	イギリスにおける1979-1999年の原死因と複合死因によるガンの死亡動向を分析。方法論としては年齢調整死亡率を用いて比較。
39	Goldacre, M.J.; Duncan, M.E.; Cook-Mozzaffari, P. & Griffith, M. Trends in mortality rates comparing underlying-cause and multiple-cause coding in an English population 1979-1998. J Public Health Med, 2003, 25, 249-253	イギリスにおける原死因と複合死因による死亡動向を分析。方法論としては年齢調整死亡率を用いて比較。
40	Goldacre, M.J.; Mant, D.; Duncan, M. & Griffith, M. Mortality from heart failure in an English population, 1979-2003: study of death certification. J Epidemiol Community Health, 2005, 59, 782-784	イギリスにおける1979-2003年の心疾患の死亡動向を複合死因を含めたデータを用いて分析。方法論としては年齢調整死亡率を用いて比較。

番号	論文名	概要
41	Goldberger N., Applbaum Y., Meron J. & Haklai Z. (2015). High Israeli mortality rates from diabetes and renal failure - Can international comparison of multiple causes of death reflect differences in choice of underlying cause?. <i>Isr J Health Policy Res</i> , 4, 31.	イスラエルの複合死因データを用いて、糖尿病、腎疾患、心血管疾患死亡を分析し、原死因選択の妥当性を検証。SRMU、COAIを用い、フランス、イタリア、アメリカ、チェコと比較。イスラエルでは他国よりも糖尿病や腎疾患がより原死因として選択されている可能性が示唆された。
42	Goodman, R.A.; Manton, K.G.; Nolan, T.F.; Bregman, D.J. & Hirman, A.R. (1982). Mortality data analysis using a multiple-cause approach. <i>JAMA</i> 247(6), 793-796.	アメリカの1968, 1969, 1970年の感染症による死亡動向を複合死因を用いて分析。方法論としては記述統計をもちいて分析。
43	Gordon Chris et al. Measuring associations between causes of death.	オーストラリアの複合死因統計を用いた指標について議論。死因間の関係性を測る指標として、層別分布による期待値と実観値の比、ODDS RATIOなどを例として示すとともに、分析の制約について記述。
44	Gorina, Y. & Lentzner, H. (2008). Multiple causes of death in old age. <i>Aging Trends</i> (9), 1-9.	アメリカにおける高齢者の複合死因データについて解説。死因間の関係性を測る指標として、層別分布による期待値と実観値の比を紹介。
45	Grippe F., Désesquelles A., Pappagallo M., Frova L., Egidi V. and Meslé F. (2020). Multi-morbidity and frailty at death: a new classification of death records for an ageing world death. <i>Population studies</i> . https://www.tandfonline.com/eprint/S4GD6KXVJH83FWMW4/full?target=10.1080/00324728.2020.1820558	イタリアの2014年の50歳以上の複合死因データを用いて、複数疾病と脆弱性という新たな死亡記録の分類を提案し、これに基づく分析を行った。
46	Gu, K.; Cowie, C.C. & Harris, M.I. (1998). Mortality in adults with and without diabetes in a national cohort of the U.S. population, 1971-1993. <i>Diabetes Care</i> 21(7), 1138-1145.	アメリカの1971-1993年における糖尿病関連死亡を分析。複合死因データは糖尿病関連死亡が原死因と複合死因でどの程度違うか記述統計により比較。
47	Guralnick, L. (1966). Some problems in the use of multiple causes of death. <i>J Chronic Dis</i> , 19(9): 979-990.	アメリカの1955年の1/3サンプルデータにより、記述統計を用いた複合死因統計結果表示法に関する問題点について記述。
48	Hooper, W.C.; Holman, R.C.; Strine, T.W. & Chorba, T.L. (1992). Hodgkin disease mortality in the United States: 1979-1988. <i>Cancer</i> 70(5), 1166-1171.	アメリカの1979-1988年におけるホジキンリンパ腫死亡を複合死因データを用いて分析。複合死因に少なくとも一つ以上ホジキンリンパ腫を含む死亡率を分析した。
49	Israel, R.A.; Rosenberg, H.M. & Curtin, L.R. (1986). Analytical potential for multiple cause-of-death data. <i>Am J Epidemiol</i> 124(2), 161-179.	複合死因データを用いた分析の可能性について、アメリカの1979年のデータを用い、記述統計や期待値と実観値の比を用いた関連性分析、分析上の制約など包括的に記述。
50	Janssen T.A. (1940). Importance of Tabulating Multiple Causes of Death. <i>Am J Public Health Nations Health</i> , 30(8): 871-879.	複合死因統計の重要性について、1936年のアメリカの死亡診断書による複合死因データを例として記述。
51	Jougla, E.; Papoz, L.; Balkau, B.; Maguin, P. & Hatton, F. (1992). Death certificate coding practices related to diabetes in European countries—the 'EURODIAB Subarea C' Study. <i>Int J Epidemiol</i> 21(2), 343-351.	ヨーロッパ内における糖尿病のコーディングの違いを分析する。方法論としては、ベルギー、アイルランド、フランス、ドイツ、マルタ、オランダ、北アイルランド、スコットランド、スイスにおいて200の死亡診断書を抽出してコーディングを行い、各国のものと比較した。
52	Li, G.; Warner, M.; Lang, B.H.; Huang, L. & Sun, L.S. (2009). Epidemiology of anesthesia-related mortality in the United States, 1999-2005. <i>Anesthesiology</i> 110(4), 759-765.	アメリカの1995-2005年における麻酔関連死亡について分析。方法論としては、原死因または複合死因における麻酔関連死亡について、記述統計および年齢階級別死亡率を用いて分析。
53	Mackenbach, J.P.; Kunst, A.E.; Lautenbach, H.; Oei, Y.B. & Bijlma, F. Competing causes of death: a death certificate study. <i>J Clin Epidemiol</i> , 1997, 50, 1069-1077	ある死因とそれに競合する死因との関係を分析するため、オランダの1990年の死亡診断書から5975の抽出して分析を行った。方法論としては、一定の仮定のもとに競合する死亡を定義し、これを用いて、原死因ごとの程度の複合死因が存在するかを相対危険度により評価した。
54	Mahapatra P., Shibuya K., Lopez A. D., Coullare F., Notzon F. C., Rao C., Szreter S. (on behalf of Monitoring vital events writing group) (2007). Civil registration systems and vital statistics: successes and missed opportunities. <i>The Lancet</i> , 370 (10): 1653-1663.	住民登録システムは人口動態統計の主要な情報源であり、統計の有用性はその品質に依存する。WHOへの死因統計に関するレポートによれば、この50年間に死因を報告する国の増加、不詳死因の減少などの改善がみられているが、今後さらなる改善が必要である。
55	Mannino D.M., Ford E., Giovino G.A., Thun M. (1998). Lung cancer deaths in the United States from 1979 to 1992: an analysis using multiple-cause mortality data. <i>Int J Epidemiol</i> , 27(2): 159-166.	アメリカにおける1979-1992年の肺がん死亡データについて、原死因によるものと複合死因によるものを比較。方法論としては記述統計および年齢調整死亡率を用いて比較し、原死因による分析が肺がん死亡の動向を正確に捉えていることを確認。
56	Mant J., Wilson S., Parry J. et al(2006). Clinicians didn't reliably distinguish between different causes of cardiac death using case histories. <i>Journal of Clinical Epidemiology</i> , 59(8): 862-867.	イギリスの心疾患死亡による400の死亡診断書・死体検案書を用いて臨床医パネルに原死因選択を依頼したところ、半数近くで不一致が観察され、原死因選択の信頼性には限界が存在することが明らかとなった。
57	Manton K.G., Myers G.C (1987). Recent trends in multiple-caused mortality 1968 to 1992: age and cohort components. <i>Population research and policy review</i> , 6: 161-176.	アメリカにおける1968, 1974, 1978, 1982年の死因の動向を分析した。方法論としては、年齢調整死亡率、年齢階級別死亡率、コーホート年齢パターン、平均死亡年齢について原死因によるものと全ての複合死因によるものを算定して比較した。
58	Manton K.G., Stallard E. (1982). Temporal trends in U. S. multiple cause of death mortality data: 1968 to 1977. <i>Demography</i> , 19(4): 527-547.	1968年と1977年についてアメリカの複合死因データを用いて、原死因を除去した生命表、複合死因を除去した生命表を利用して分析を行った。
59	Manton, K.G. & Stallard, E. (1980). Mortality of the chronically impaired. <i>Demography</i> 17(2), 189-206.	アメリカにおける虚血性心疾患と脳卒中による死亡の糖尿病・粥状動脈硬化の影響を評価した。方法論としては特定死因を除去した生命表を用いており、作成方法はManton, Stallard & Poss(1980)と同様。
60	Manton, K.G.; Stallard, E. & Poss, S.S. Estimates of U.S. multiple cause life tables. <i>Demography</i> , 1980, 17, 85-102	1969年のアメリカにおける、いくつかの死因を除去した生命表について、原死因を除去した生命表、複合死因を除去した生命表を作成して比較を行った。

番号	論文名	概要
61	Manton, K.G.; Tolley, D.H. & Poss, S.S. Life table techniques for multiple-cause mortality. <i>Demography</i> , 1976, 13, 541-564	特定死因を除去した生命表を拡張し、複合死因データを用いた生命表分析の方法を提案。
62	Melamed, A. & Sorvillo, F.J. The burden of sepsis-associated mortality in the United States from 1999 to 2005: an analysis of multiple-cause-of-death data. <i>Crit Care</i> , 2009, 13, R28	アメリカにおける1999-2005年における敗血症関連死亡の分析を行ったもの。方法論としては、複合死因データにより、死亡診断書に敗血症の記載のある死亡データを利用し、人種別の年齢調整死亡率や、年齢階級別の死亡率を観察した。
63	Melo, M.S.; de Lóio, C.A.; Lucena, M.A.; Kirzner, C.F.; Martins, S.M. & Barros, M.N. (1991). Multiple causes of death in diabetics in the municipality of Recife, 1987. <i>Rev Saude Publica</i> 25(6), 435-442.	ブラジルのRecife市の1987年の糖尿病関連死亡を分析。方法論としては、複合死因データを用いて、記述統計により糖尿病が原死因以外に記載される原死因や、糖尿病が原死因の時に多くなる複合死因などを分析した。
64	Mesle F., Vallin J. (2008). The Effect of ICD-10 on Continuity in Cause-of-Death Statistics. The Example of France. <i>Population-E</i> , 63 (2): 347-360	ICD-10の導入による死因系列の不連続性について議論を行った。このような不連続性の原因を調べるため、ICD10導入前後において、原死因と複合死因の間での移行がないかどうか分析した。
65	Moreno-Betancur, M., Latouche, A., Menvielle, G., Kunst, A. E., & Rey, G. (2015). Relative index of inequality and slope index of inequality: a structured regression framework for estimation. <i>Epidemiology (Cambridge, Mass.)</i> , 26(4), 518-527. + appendix	社会的健康格差を測る相対指標・勾配指標について、ロジウムモデルと線形モデルを用いた新たな測定法を提案し、これを死因別死亡率に適用する分析を行った。
66	Moreno-Betancur, M., Sadaoui, H., Piffaretti, C., & Rey, G. (2017). Survival analysis with multiple causes of death: extending the competing risks model. <i>Epidemiology</i> , 28(1), 12-19.	複合死因データに対応し、原死因以外の死因を考慮したウエイトを持つ状態への移行を表現できる生存時間分析の拡張モデルを提案し、これによるCox回帰モデル分析のシミュレーションを行った。
67	Nam C.B., Hummer R.A., Rogers R.G. (1993). Underlying and multiple causes of death related to smoking. (Paper presented at the XXIInd general population conference of the International Union for the Scientific Study of Population, Montreal, Canada: 1993).	アメリカの1986年における喫煙関連死亡について、原死因と複合死因による違いを分析した。方法論としては、記述統計を用いて喫煙状況と死因の関係を、原死因・複合死因のそれぞれにより分析した。
68	Nam, C.B.; Eberstein, I.W.; Deeb, L.C. & Terrie, E.W. (1989). Infant mortality by cause: a comparison of underlying and multiple cause designations. <i>Eur J Popul</i> 5(1), 45-70.	アメリカのフロリダ州における1980-1982年に生まれたコホートの乳児死亡率について分析を行った。方法論としては、死因の取り扱いに、“Underlying” (原死因)、“Total mentions” (複合死因を全て計上)、“Multiple combinations” (複合死因のケース数で制約)、“Principal syndrome” (10のカテゴリに集約)の4種類を用い、死亡率を用いて分析を行った。
69	Nizard A., Munoz-Perez F. (1993). Alcool, tabac et mortalite en France depuis 1950 - Essai d'evaluation des decedus a la consommation d'alcool et de tabac en 1986. <i>Population</i> , 3: 571-607.	フランスの1950-1986年におけるアルコール・タバコ関連死亡の分析を行った。方法論としては記述統計を用いて、主な年齢階級ごとにアルコール・タバコ関連死亡数を評価した。
70	OLSON, F.E.; NORRIS, F.D.; HAMMES, L.M. & SHIPLEY, P.W. (1962). A study of multiple causes of death in California. <i>J Chronic Dis</i> 15, 157-170.	アメリカカリフォルニア州の1955年における死亡診断書の50%サンプルを用いて、複合死因分析の有効性を論じた。方法論としては記述統計を用いた。
71	Pavillon G. (1994). Annual Report of the Activities of the WHO Collaborating Centre for the Classification of Diseases in French, France. WHO/HST/ICD/0/94. Meeting of Heads of WHO Collaborating Centres for the Classification of Diseases.	複合死因データの定期的な公表の際の集計表を示したものの、診断の過程に関する表、コーディングされた死亡データに関する表に分け、公表に適合と考えられる表が示されている。
72	Pechholdova M. (2014). Multiple causes of death in the Czech Republic: an exploratory analysis. <i>Demografie</i> , 56(4):335?346.	チェコの2009-2011の複合死因データを用いて、チェコにおける死因の併存パターンを分析した。SRMU, CDAIを用いて分析を行った。
73	Pechholdova M. (2017). Sepsis-related mortality in the Czech Republic: multiple causes of death analysis. <i>Epidemiologie, mikrobiologie, imunologie</i> , 66(2):737?9.	チェコにおける敗血症関連死亡の動向について複合死因データを用いて分析を行った。方法論としてはSRMU, CDAIを用いて分析を行った。
74	Piffaretti, C., Moreno-Betancur, M., Lamarche-Vadel, A., & Rey, G. (2016). Quantifying cause-related mortality by weighting multiple causes of death. <i>Bull World Health Organ</i> 2016;94:870?879B	フランスの2010年の複合死因データを用い、複数のウエイトを付与した年齢調整死亡率を通常のものに比較した。ウエイトには全ての複合死因を同じとするもの、原死因以外は低いウエイトとするもの、さらにPart1の原死因以外を0とするものの3通りを用いた。
75	Redelings M.D., Wise M., & Sorvillo F. (2007). Using multiple cause-of-death data to investigate associations and causality between conditions listed on the death certificate. <i>Am J Epidemiol</i> , 166(1): 104-108.	複合死因を用いた死因間の関係分析を行うための方法論として、マッチドケースコントロールスタディによるオッズ比の活用、また、因果関係の分析に死亡診断書のPart1の死因の順序活用の可能性について論じた。
76	Redelings, M.D.; Lee, N.E. & Sorvillo, F. (2005). Pressure ulcers: more lethal than we thought? <i>Adv Skin Wound Care</i> 18(7), 367-372.	アメリカの1990-2001年における褥瘡関連死亡について分析。方法論としては、マッチドケースコントロールスタディによるオッズ比を用いて分析を行った。
77	Redelings, M.D.; McCoy, L. & Sorvillo, F. (2006). Multiple sclerosis mortality and patterns of comorbidity in the United States from 1990 to 2001. <i>Neuroepidemiology</i> 26(2), 102-107.	アメリカの1990-2001年における多発性硬化症関連死亡の分析を行った。方法論としては複合死因を含めた多発性硬化症関連死亡について年齢調整死亡率などにより分析。
78	Redelings, M.D.; Sorvillo, F. & Simon, P. (2005). A population-based analysis of pneumococcal disease mortality in California, 1989-1998. <i>Public Health Rep</i> 120(2), 157-164.	アメリカカリフォルニア州の1989-1998年における肺炎球菌関係死亡の分析を行った。方法論としては複合死因を含めた肺炎球菌の年齢調整死亡率を算定し、分析を行った。
79	Redelings, M.D.; Sorvillo, F. & Simon, P. (2006). A comparison of underlying cause and multiple causes of death: US vital statistics, 2000-2001. <i>Epidemiology</i> 17(1), 100-103.	アメリカの2000-2001年における原死因と複合死因の比較を行った。方法論としては記述統計を用い、原死因と複合死因の集計結果を比較した。
80	Redelings, M.D.; Sorvillo, F.; Simon, P. & Mascola, L. (2005). Declining early childhood mortality from invasive pneumococcal disease: the impact of vaccination. <i>Arch Pediatr Adolesc Med</i> 159(2), 195-196.	アメリカの1995-2001年における侵襲性肺炎球菌感染症死亡の分析を行った。方法論としては複合死因を含めた侵襲性肺炎球菌感染症死亡率を算定し、分析を行った。

番号	論文名	概要
81	Richardson, D.B. (2006). Use of multiple cause of death data in cancer mortality analyses, <i>Am J Ind Med</i> 49(8), 683-689.	ガン死亡率の分析において、先行研究に基づく数値例を用いて、原死因のみの情報によるよりも、複合死因情報を用いた場合の方が相対危険度をより正確に推定できることを示した。
82	Rockett, I.R.H.; Wang, S.; Lian, Y. & Stack, S. (2007). Suicide-associated comorbidity among US males and females: a multiple-cause-of-death analysis, <i>Inj Prev</i> 13(5), 311-315.	アメリカの1999-2003年の自殺者の併存疾患の分析を行った。方法論としては、複合死因データにより、自殺死亡に関するその他の死因を不慮の事故と比較するため、記述統計のほか、併存疾患を説明変数、不慮の事故に対する自殺を被説明変数としたロジスティック回帰分析を行った。
83	Romon, I.; Jouglu, E.; Balkau, B. & Fagot-Campagna, A. The burden of diabetes-related mortality in France in 2002: an analysis using both underlying and multiple causes of death, <i>Eur J Epidemiol</i> , 2008, 23, 327-334	フランスの2002年における糖尿病関連死亡を分析した。方法論としては、記述統計と年齢調整死亡率を用いて、原死因と複合死因による死亡状況を比較した。
84	Rushton, L. (1994). Use of multiple causes of death in the analysis of occupational cohorts—an example from the oil industry, <i>Occup Environ Med</i> 51(11), 722-729.	イギリスのさつ油所の雇死者のデータを用いて、複合死因分析の有用性を論じた。方法論としては記述統計を用いて原死因と複合死因による集計結果の比較を行った。
85	Ruzicka, L.T.; Choi, C.Y. & Sadowsky, K. (2005). Medical disorders of suicides in Australia: analysis using a multiple-cause-of-death approach, <i>Soc Sci Med</i> 61(2), 333-341.	オーストラリアの1997-2001年の自殺者の併存疾患の分析を行った。方法論としては、複合死因データにより、自殺死亡に関するその他の死因を事故と比較するため、記述統計のほか、併存疾患を説明変数、事故に対する自殺を被説明変数としたロジスティック回帰分析を行った。
86	Santo, A. H. (2020). Causes of death and mortality trends related to hemophilia in Brazil, 1999 to 2016. <i>Hematology, Transfusion and Cell Therapy</i> . doi: 10.1016/j.htct.2020.02.003.	ブラジルの1999~2016年の血友病死亡の推移を複合死因データを用いて分析し、脳内出血、HIV、ウイルス性肝炎が血友病死亡のコントロールに関する主要な予防目標であることが明らかとなった。
87	Santo, A.H. (2006). Asthma-related mortality, Brazil, 2000: a study using multiple causes of death, <i>Cad Saude Publica</i> 22(1), 41-52.	ブラジルにおける喘息関連死亡を複合死因データを用いて分析した。方法論としては記述統計を用いて喘息が原死因または複合死因として関係する死亡の特徴を分析した。
88	Santo, A.H.; Pinheiro, C.E. & Jordani, M.S. (2000). Aids as underlying and associated causes of death, State of S. Paulo, Brazil, 1998, <i>Rev Saude Publica</i> 34(6), 581-588.	ブラジルのサンパウロ州の1998年におけるAIDS関連死亡を分析。方法論としては記述統計を用いて、AIDSが原死因または複合死因に含まれる死亡を分析した。
89	Santo, A.H.; Pinheiro, C.E. & Jordani, M.S. (2003). Multiple-causes-of-death related to tuberculosis in the State of Sao Paulo, Brazil, 1998, <i>Rev Saude Publica</i> 37(6), 714-721.	ブラジルのサンパウロ州の1998年における結核関連死亡を分析。方法論としては記述統計を用いて、結核が原死因または複合死因に含まれる死亡を分析した。
90	Selik, R.M.; Byers, R.H. & Dworkin, M.S. (2002). Trends in diseases reported on U.S. death certificates that mentioned HIV infection, 1987-1999, <i>J Acquir Immune Defic Syndr</i> 29(4), 378-387.	アメリカの1987-1999におけるHIV感染の記述のある死亡を分析した。方法論としては記述統計を用いて、HIV感染に関する記述のある死亡診断書に併記されている死因について分析を行った。
91	Selik, R.M.; Chu, S.Y. & Ward, J.W. (1995). Trends in infectious diseases and cancers among persons dying of HIV infection in the United States from 1987 to 1992, <i>Ann Intern Med</i> 123(12), 933-936.	アメリカの1987-1992におけるHIV感染の記述のある死亡を分析した。方法論としては記述統計を用いて、HIV感染に関する記述のある死亡診断書に併記されている死因について分析を行った。
92	Sharip, A.; Sorvillo, F.; Redelings, M.D.; Mascola, L.; Wise, M. & Nguyen, D.M. (2006). Population-based analysis of meningococcal disease mortality in the United States: 1990-2002, <i>Pediatr Infect Dis J</i> 25(3), 191-194.	アメリカの1990-2002における髄膜炎性疾患死亡を分析した。方法論としては記述統計を用いて、髄膜炎性疾患が原死因または複合死因として関係する死亡について分析を行った。
93	Speizer F.E., Trey C., Parker P. (1977). The uses of multiple causes of death data to clarify changing patterns of cirrhosis mortality in Massachusetts, <i>Am J Public Health</i> , 67(4): 333-336.	アメリカマサチューセッツ州の1969年のデータを用いて、肝硬変死亡のパターン変化を分析した。方法論としては記述統計を用いて肝硬変が原死因であるものと複合死因に挙げられているものを比較分析した。
94	Stallard E. (2002). Underlying and multiple cause mortality at advanced ages: United States 1980-1998, <i>North American Actuarial Journal</i> , 6 (3): 64-87.	アメリカの65歳以上の原死因と複合死因の関係について、1980, 1990, 1998年のデータを用いて分析を行った。方法論としては原死因・複合死因それぞれの年齢調整死亡率、原死因に対する死因数、また死因間の関連として期待値と実観値の比を分析した。
95	Steenland, K. & Palu, S. Cohort mortality study of 57,000 painters and other union members: a 15 year update. <i>Occup Environ Med</i> , 1999, 56, 315-321	アメリカの労働組合のコーホースタディを用いて、画家の死亡パターンの分析を行った。方法論としてはアメリカ全体との比較をSMRを用いて行うほか、複合死因データを用いてPMR(Proportional Mortality Rate)を算定して分析を行った。
96	Tolley, H.D.; Manton, K.G. & Poss, S.S. (1978). A linear models application of competing risks to multiple causes of death, <i>Biometrics</i> 34(4), 581-591.	競合リスクモデルを複合死因に適用できるように拡張した分析手法を提案した。
97	Tsung-Hsueh Lu, Robert N. Anderson, and Ichiro Kawachi (2010). LTrends in Frequency of Reporting Improper Diabetes-related Cause-of-Death Statements on Death Certificates, 1989/2005: An Algorithm to Identify Incorrect Causal Sequences, <i>Am. J. Epidemiol.</i> 2010 171: 1069-1078	アメリカの糖尿病関連死亡における死因の不適切な報告頻度の動向について、1985, 1990, 1995, 2000, 2005年の複合死因データを用いて分析した。
98	Turrini, R.N.T. & Santo, A.H. (2002). Nosocomial infection and multiple causes of death, <i>J Pediatr (Rio J)</i> 78(6), 485-490.	ブラジルにおける小児科に入院して48時間後に死亡した子どもの診療録を調査し、院内感染に関する評価を行った。死亡診断書の検証等を通じて分析を行った。
99	Valleron A.J., Pavillon G., Carrat F. (2004). A systematic analysis of all ICD10 coded death certificates in France, 2000, with a mention of influenza as cause of death, <i>Int Congr Ser</i> , 1263 : 299-303.	フランスの2000年におけるインフルエンザに関連した死亡診断書を分析し、医師の診断との比較を通じて評価を行った。
100	Wall M.M., Huang J., Oswald J., McCullen D. (2005). Factors associated with reporting multiple causes of death, <i>BMC Med Res Methodol</i> , 5(1): 4.	アメリカミネソタ州の1990-1998の死亡診断書を用いて複合死因に関する分析を行った。方法論としては、記述統計を用いて、原死因および複合死因による集計を行った。

番号	論文名	概要
101	White M.C., Selvin S., & Merrill D.W. (1989). A study of multiple causes of death in California: 1955 and 1980 J Clin Epidemiol. 42(4): 355-365.	アメリカカリフォルニア州の1955年と1980年における複合死因統計を分析した。方法論としては記述統計を用い、死亡1あたりの死因数や複合死因を考慮した死因別集計表などを算定し分析を行った。
102	White, M.C. & Portillo, C.J. (1996). Tuberculosis mortality associated with AIDS and drug or alcohol abuse: analysis of multiple cause-of-death data. Public Health 110(3), 185-189.	アメリカの1990年におけるAIDSや薬物・アルコール乱用が結核死亡率に及ぼす影響を分析した。方法論としては人種別に結核の年齢階級別死亡率がAIDSや薬物等の乱用との関係でどのように変化するか、結核に関して複合死因を考慮することにより分析を行った。
103	White, M.C. (1993). Mortality associated with nosocomial infections: analysis of multiple cause-of-death data J Clin Epidemiol 46(1), 95-100.	アメリカにおける1988年の院内感染に関連する死亡の分析を行った。方法論としては記述統計を用い、複合死因データによって院内感染に関連する死亡を原死因別に集計して分析を行った。
104	Wilkins, K., Wysocki, M., Morin, C. and Wood, P. Multiple causes of death. 1997	カナダの1990-1993年における複合死因データの分析を行った。方法論としては記述統計を用い、死亡1あたりの死因数等の集計を行った。
105	Wilkins, K.; Parsons, G.F.; Gentleman, J.F. & Forbes, W.F. (1999). Deaths due to dementia: An analysis of multiple-cause-of-death data. Chronic Dis Can 20(1), 26-35.	カナダの1990-1993年における痴呆関連死亡の分析を行った。方法論としては、痴呆に関する死亡について原死因と複合死因による年齢階級別死亡率を比較するとともに、痴呆とその他の死因の関係分析する観点から、他の死因が記述されていない痴呆のオッズに対する、特定の死因が記述されている痴呆のオッズの比を分析した。
106	Wing S., Manton K.G. (1991). A multiple cause of death analysis of hypertension-related mortality in North Carolina, 1968-1977. Am J Public Health, 71(6): 823-830.	アメリカノースカロライナ州の1968-1977年における高血圧性疾患関連死亡の分析を行った。方法論としては記述統計を用いて、複合死因による年齢階級別死亡率や年齢調整死亡率により分析を行った。
107	Wing, S. & Manton, K.G. (1983). The contribution of hypertension to mortality in the US: 1968, 1977. Am J Public Health 73(2), 140-144.	アメリカノースカロライナ州の1968年、1977年における高血圧性疾患の死亡率への影響を分析した。方法論としては記述統計を用いて、複合死因による年齢階級別死亡率や年齢調整死亡率により分析を行った。
108	Wise M.E., Sorvillo F. (2005). Hepatitis A-related mortality in California, 1989-2000: analysis of multiple cause-coded death data. Am J Public Health, 95(6): 900-905.	アメリカカリフォルニア州の1989-2000年におけるA型肝炎に関連する死亡の分析を行った。方法論としては記述統計を用いて、複合死因によるA型肝炎関連死亡の年齢階級別死亡率等により分析を行った。
109	Wong, D.; Rockette, H.E.; Redmond, C.K. & Heid, M. (1978). Evaluation of multiple causes of death in occupational mortality studies J Chronic Dis 31(3), 183-193.	アメリカペンシルベニア州アレゲニー郡で実施された製鋼業労働者のデータを用いて分析を行った。方法論としては第1死因とそれ以外の死因の関係の集計、2x2表を用いた関連性分析を行った。
110	Wrigley J.M., Nam C.B. (1987) Underlying versus multiple causes of death: effects on interpreting cancer mortality differential by age, sex and race. Population research and policy review 16(2).	アメリカフロリダ州の45歳以上のガン死亡率を分析した。方法論としては記述統計を用いて、原死因と複合死因による集計表を作成して比較した。
111	Yashin, A.I.; Ukraintseva, S.V.; Akushevich, I.V.; Arbeev, K.G.; Kulminski, A. & Akushevich, L. (2009). Trade-off between cancer and aging: what role do other diseases play? Evidence from experimental and human population studies. Mech Ageing Dev 130(1-2), 98-104.	アメリカの1968-2004年の複合死因データを用いて分析を行った。方法論としては競合する死因間の関係にMultivariate lognormal frailtyモデルを適用して分析を行った。
112	Ziade, N.; Jouglia, E. & Coste, J. Population-level impact of osteoporotic fractures on mortality and trends over time: a nationwide analysis of vital statistics for France, 1968-2004. Am J Epidemiol, 2010, 172, 942-951	フランスの1968-2004年における骨粗鬆症の死亡率への影響を分析した。方法論としては、年齢階級別死亡率、年齢調整死亡率のほか、期待値に対する実績値の比により分析を行った。
113	Ziade, N.; Jouglia, E. & Coste, J. (2008). Population-level influence of rheumatoid arthritis on mortality and recent trends: a multiple cause-of-death analysis in France, 1970-2002. J Rheumatol 35(10), 1950-1957.	フランスの1970-2002年における関節リウマチの死亡率への影響を分析した。方法論としては、年齢階級別死亡率、年齢調整死亡率、期待値に対する実績値の比により分析を行った。