

令和4年度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))
総括研究報告書

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

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。

研究3年目にあたる令和4年度は、令和3年度までの死亡個票データを用いて、コード化の精緻化、死因簡単分類に振り分けて原死因別の原死因死亡割合、複合死因割合の推移と原死因別複合死因順位を算定、糖尿病および新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の複合死因分析、複合死因についての指標であるSRMU・CDAIやネットワーク分析を適用し、年次変化等を含めた手法の評価を行った。また複合死因ネットワーク(Multicausal network)会合が開催され、各国の複合死因研究者と情報交換を行った。

複合死因研究は国際的にもまだ開発途上であり、また分析を行う上でのハードルは低いものの、得られる情報は豊富である。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。なお、これらの研究結果・データは国立社会保障・人口問題研究所ホームページ上で公表している。

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

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』

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。そこで本研究では、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を二次利用し分析する。

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でありかつデータのクリーニング等はされていない。

そこで死亡個票に記載されているテキストデータのコード化について、複合死因については 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、また死因別の期間欄は日数に変換する。

こうして分析が可能となったデータを元に、ICD-10 コードから死因簡単分類に振り分けて原死因別の原死因死亡割合、複合死因割合の推移と原死因別複合死因順位を算定・図示し、その傾向を分析した。

さらに個別の死因を深堀して分析した。生活習慣病の代表例として糖尿病を分析するとともに、現下のわが国において社会的な影響が大きい新型コロナウイルス感染症について、死亡診断書のどこに記載され、併記される疾病にはどういったものが多いかについて分析を行った。

死因間の関係を表現する SRMU (Standardized Ratio of Multiple to Underlying Cause) と CDAI (Cause of Death Association Indicator) については、MultiCause Network グループが作成している標準的指標の作成方法に関するガイドラインに基づいて作成を行った。ガイドラインでは、最初に、基礎となる死因データについて、いくつかの条件に従って用意することを求めており、本研究でもこの条件に従ってデータを準備して指標の作成を行った。

ネットワーク分析については、Egidi(2018)による、複合死因データを用いた、欧州死因分類をノードとし、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てネットワーク分析手法を適用する方法論に基づいて、2003～2021年の日本のデータにこの手法を適用し、複合死因間の関係分析を行った。

また、2022年度には複合死因ネットワーク (Multicausal network) が開催され、各国の複合死因研究者と情報交換を行った。

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い、利用可能な全期間にあたる2003～2021年についてデータの提供を受けた。

① 死亡個票データのコード化

データのうち死亡票はクリーニングされコード化されたデータとなっているが、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。

死亡個票データのうち、分析上で処理が必要となる項目は「死亡の原因」欄と「発症から死亡までの期間」欄の2種類である。死亡の原因欄は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する。変換方法の概要は以下のとおりである。なお、「痴呆」など現在では使用されなくなった病名もデータに含まれるため、コード化の際に利用するICD-10対応標準病名マスターには公開されている過去のバージョンも全て統合し用いた。

I. 「死因」欄

死因欄の記載には表記ゆれが含まれていることが考えられるため、まずこれを以下の順で処理する。

- ・1.文字レベルの正規化（例. 頸→頸）
- ・2.語レベルの正規化（例. 鬱血→うっ血）
- ・3.誤り訂正（例. 十二腸→十二指腸）

1と2の違いは、前後の内容に依らず置換可能かどうかである。頸はいかなる場合も頸に置換して問題ないが、鬱は後ろが血ならば「うっ」、病ならば「うつ」である。

次に正規化した文字列を、コードの紐づ

いた病名や病名修飾語の列に分解する。分解処理は形態素解析器のMeCabを利用し、解析用辞書（分解結果を構成する要素）はICD-10対応標準病名マスターの索引用語およびそれに含まれない頻出語のリストを用いる。これらの要素はICD-10コードおよび病名交換用コードと紐づけられている。

最後に、箇条書き番号等の不要な情報を削除し、複数のコードが含まれる場合にはこれらを並列とみなして分割する。さらに「心臓関連死」などあいまいな記述内容や「火災」や「墜落」といった外因をカテゴリ化しコードに反映させた。

本年度はコード化に病名とICD-10コードの対応表として用いる標準病名マスターの最新版の組み入れ、前年度までのデータの変換結果をもとに作成した病名-ICD-10コードの対応関係の追加、および転落などの外因・自然死などICD-10コードが付与されない内因のカテゴリの詳細化といった改変を行った上で平成15年から令和3年までの全データについて正規化を行った。

II. 「期間」欄

期間欄も死因欄と同様に表記ゆれを含む場合があるため、漢数字からアラビア数字への変換、「約」などの語の削除を行う。「数日」「数十年」のように「数」が付く場合は後続する期間の3倍とし（例. 数日=3日、数十年=30年）、「半年」など先頭に「半」が付く場合は後続する期間の0.5倍、「2年半」など後ろに付く場合には先行する時間単位の0.5とする（例. 半年=0.5年、2年半=2.5年）。単位が日でない場合には日数表現に変換した。記載内容が日付であった場合は死亡日との差分から日数表現に変換する。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、死因欄と同様に分解する。

② 死因簡単分類による複合死因の分析

原死因割合と複合死因割合の2003年から

2021年にかけての変化を直線近似し、その傾きの値を見ると、全134の簡単分類のうち、複合死因割合、原死因割合いずれも、減少傾向の死因の方が多い。死因簡単分類別に、複合死因割合、原死因割合をプロットすると、つまり増加の傾向が著しいのは老衰であり、次いで誤嚥性肺炎、神経系の疾患である。逆に減少が著しいのは脳血管疾患、次いで肺炎、脳梗塞、悪性新生物などである。複合死因割合と原死因割合の傾きの相関は $R^2=0.8766$ とかなり高く、複合死因割合と原死因割合の推移は似ているといえる。

③ 糖尿病の複合死因分析

糖尿病を死因に含む死亡例について詳細に複合死因分析を行うと、糖尿病が記載される死因欄はI欄イが15%程度、II欄が65%前後であり、他の死因欄への記載は少なかった。I欄アに糖尿病が記載されている場合の他の死因をみると、他の死因欄にも糖尿病が記載されるケースが多い。他方でII欄へ糖尿病の記載がある場合は、I欄アに呼吸器系疾患のほか心不全、脳梗塞などが多く、老衰の記載も目立ち、II欄では糖尿病のほか、高血圧や脳梗塞、慢性腎臓病の記載が多くなっていた。

④ 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の複合死因分析

COVID-19が原死因である死亡例について複合死因分析を行ったところ、2020年、2021年ともCOVID-19はI欄アへの記載が最も多く、原死因の死亡に対しておよそ2/3を占めていた。原死因がCOVID-19である場合の他の死因についてCOVID-19以外に記載されている死因をみると、I欄アは肺炎が2020年に同17%、2021年に10%と最も高く、当初「新型肺炎」と呼ばれていたことと符合した。II欄では糖尿病や慢性腎臓病が多く記載されており、心不全や脳梗塞といった循環器系疾患も上位に

あった。また、I欄アにCOVID-19が記載されていた場合について死亡までの平均期間を見ると、2020年は平均17.9日、2021年は19.0日であり、わずかに延びていた。

⑤ 複合死因の人口学的分析手法

SRMUは、原死因死亡に対する複合死因死亡の比を表す指標であり、年齢構成の影響を排除して比較できるように年齢調整を行って原死因死亡数に対する複合死因死亡数の比を計算する。年齢調整の基準人口としては、ガイドラインに示されている2013 European populationを用いる。一方、CDAIは、死因cの標準化出現率(SPC)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(SPC_{c/u})の比率として算定され、原死因を限定しない場合の死因cの出現割合に対して、原死因をuに限定した場合どの程度出現割合が変化するかを100を基準として指数化したものに相当する。ただし、標準的死亡数として2009年の高所得国に関するWHO生命表に基づく死亡分布を用いることがガイドラインで示されており、本研究でもこの方法に従って算定を行った。

ネットワーク分析については、Egidi(2018)の方法と同様に、粗隣接行列を作成し、IPF法を用いて正規化を行った後、95%タイルよりも大きい関係だけを取り出してネットワーク構造を作成した。次に、Egidi(2018)と同様、ネットワーク中心性を示す次数中心性、隣接中心性、媒介中心性を算定した。また、コミュニティ検出に関して提案されている複数のアルゴリズムを適用して、死因間の結びつきが強いコミュニティへの分類を行い、比較を行うこととした。適用するアルゴリズムについては、Luke(2015)で取り上げられているコミュニティ検出アルゴリズムから、Fast-greedy[cfg], Walktrap[cw], Edge-betweenness[ceb], Spinglass[cs],

Label propagation[clp], Leading eigenvector [cle], Louvain[cl]の7つのアルゴリズムを用いた。

D. 考察

① 死亡個票データのコード化

変換プログラムの改変の結果、新しく追加された令和3年のデータについてもこれまでと同じ程度にコードを付与することができた。一方で、死亡の原因欄以外にもその他付言すべき事柄・備考欄には病名が記載されることがあるが、今回のコード化では対象外としている。別途調査を行った結果、死亡の原因欄には含まれないコードがこれらの欄に含まれる個票が全体の1%程度存在することが分かった。今後複合死因の分析を行う際にはこの2つの欄も対象に入れることを検討すべきと考えられる。

② 死因簡単分類による複合死因の分析

個別の死因に注目すれば、134の死因簡単分類のうち、かなり死亡数の少ない死因がある一方で、「その他の～」とまとめられてしまい、ある程度死亡数が多いにもかかわらずその重要性が把握されていない死因も一定数ある。変化する死因構造に合わせて、増えていて対策が必要な疾病の動向を可視化するために、適切な簡単死因分類の設定が求められよう。

③ 糖尿病の複合死因分析

糖尿病は、死因欄のI欄アに記載されるケースは少なく、過半数においてII欄に記載され、次いでI欄イに記載があった。ただし、II欄に記載された場合の原死因が糖尿病である割合は近年上昇しているものの2021年でも2割弱であり、多くの場合は原死因を用いた死因統計に現れない。しかしながら糖尿病は腎臓疾患や循環器系疾患を併発することが知られており、既存の情報を活用するという観点からも、複合死因を用いた分析は重要であると考えられる。

④ COVID-19の複合死因分析

COVID-19による死亡データはその多くが直接死因であるI欄アに記載されていた。その約半数にはII欄に何らかの疾病が記載されており、中でも糖尿病は同時に慢性腎不全や高血圧、慢性心不全などが併記されていることが多かった。また死亡までの期間は平均18.0～19.0日であり、また30日以下が全体の9割ほどにのぼることから、死亡者は感染から2～3週間で死亡するケースが多かったと考えられる。

⑤ 複合死因の人口学的分析手法

SRMUをわが国の複合死因データに適用し、2003～2021年における年次推移を15死因による死因グループで観察すると、どの死因でも概ねSRMUは減少する傾向が観察された。ただし、ICD-10の2013年版が適用された2017年についてはいくつかの死因で傾向に不連続性が発生しており、死因5(Mental and behavioral disorders), 6(Diseases of the nervous system)では上昇が、死因8(Diseases of the respiratory system)では減少が見られた。

CDAI(65歳以上女性)の2010～2021年における年次推移について、原死因と複合死因が同一の分類となる場合を除き、CDAIが800以上となるのが12年の過半数である7年分以上である組み合わせを見ると、neoplasm(新生物)のグループに属する死因では、原死因・複合死因ともにこのグループ内部で強い関係性を多くの年次で示す組み合わせが多く、これにCDAIが400以上で過半数となる組み合わせまでを加えると、diseases of the respiratory system(呼吸器系の疾患)でも同様にグループ内部で強い関係性を多くの年次で示す組み合わせが多いことが観察された。一方で、endocrine, nutritional and metabolic diseases(内分泌、栄養及び代謝疾患)やmental and behavioral disorders(精神及

び行動の障害)のように、他の原死因との複合死因として強い組み合わせで多く現れるグループも存在する。

他方で、特定のいくつかの年次だけ強い関係が見られるが、必ずしも多くの年次で強く関係となっていない組み合わせも存在しており、このようなケースは、endocrine, nutritional and metabolic diseases(内分泌、栄養及び代謝疾患)、mental and behavioral disorders(精神及び行動の障害)、diseases of the respiratory system(呼吸器系の疾患)が複合死因となる場合に多く見られた。

このように、CDAI によって原死因と複合死因の間の関係の強さが定量的に示された一方、その関係性は年次によっても変化するため、継続的な観察を行うことの重要性も明らかとなった。

ネットワーク中心性指標の年次推移を男女計・全年齢で観察すると、次数中心性で 2021 年に高い数値を示す続発性悪性新生物(24_SecNeo)、肥満(症)及びその他の過栄養<過剰摂食> (31_Obes)、ヒト免疫不全ウイルス[HIV]病 (2_AIDS)、部位不明確、部位が明示されていない、独立した(原発性)多部位の悪性新生物(25_UnsNeo)の中で、24_SecNeo と 25_UnsNeo はこの期間内で比較的高い値を維持しているのに対して、31_Obes と 2_AIDS は年次による変動が大きいことが観察される。次に、隣接中心性で 2021 年に高い数値を示すヒト免疫不全ウイルス[HIV]病 (2_AIDS)、その他の感染症及び寄生虫症(6_OInfec)、肥満(症)及びその他の過栄養<過剰摂食> (31_Obes)を見ると、2_AIDS と 6_OInfec は緩やかな上昇基調にある一方で、31_Obes は概ね横ばい傾向にあるという違いが観察された。一方、媒介中心性で 2021 年に高い数値を示すヒト免疫不全ウイルス[HIV]病 (2_AIDS)、肥満(症)及びその他の過栄養

<過剰摂食> (31_Obes)、続発性悪性新生物(24_SecNeo)を見ると、24_SecNeo は概ね 300 を中心に変動しながら推移している一方で、2_AIDS と 31_Obes は年次ごとの変動が激しいことが観察された。

また、コミュニティ分類の結果について 2021 年で見ると、Leading eigenvector [cle]法では全体が 5 のコミュニティに分類されているのに対して、Label propagation[clp]法では 10 となっている。また、Fast-greedy[cfg]法による分類数の年次推移を観察すると、6~8 の値を推移してきており、分類されるコミュニティ数はアルゴリズムや年次によっても大きく異なることが観察された。

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。本研究で示した SRMU や CDAI の指標や、ネットワーク分析の活用などによって、複合死因情報の利用促進が期待される。

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のみ用いられ、統計として利用されてこなかった。本研究では研究チームで独自にコード化したデータを用い、主要な死因別に詳細分析を行い、国際比較可能な複合死因指標を示し、ネットワーク分析を行うと同時に、死因簡単分類別に原死因と複合死因の関係行列データを作成・公表することで、広く一般に複合死因情報が利用されるような基盤を提供した。

懸念される疾病については基本分類、さらには病名コードまで細分化し、特徴的な

複合死因構造を取り出し、その数の推移をみることで、どのような疾病対策が必要となるかについての情報を提供することが望まれる。さらに、日本ではほとんどの死亡診断書にそれぞれの疾病の発症から死亡までの期間が書かれており、それらを十分に活用すれば、有用な情報を得ることもできよう。これらの分析は、臨床でのニーズに答えるようなものであるべきで、そのために複合死因情報を広く発信し、利用の拡大を図りたい。

生活習慣病は多くの疾患を併発する可能性がある。その代表である糖尿病に対して複合死因分析を行ったところ、糖尿病はⅡ欄へ記載されることが多いために原死因に選択されにくく、かつ腎臓疾患などの死因と関連が深いことが示された。こうした死因間の関係は従来の原死因を用いた分析からは得ることができず、複合死因分析の有用性の一端が示された。

COVID-19に関する死亡の複合死因をみると、その多くが直接死因であるⅠ欄アへの記載であり、また他の死因が記載されることは少なかった。ただし、Ⅱ欄に糖尿病や慢性腎臓病の記載があるケースは2020・2021年ともにやや多く、この感染症の特徴の一つであることが示された。

また、本研究で行った、わが国の複合死因データへのネットワーク分析適用からは、複合死因間の関係を分析する上でのネットワーク分析の有効性が明らかになったといえる。

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する方法を提示している。今後、実際のデータを扱っていく中で方法の修正等も行い、精度向上・効率化を進める必要があるだろう。

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選択されるため、死因分類の変更のみならず選択方法の変更によっても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選択方法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。

複合死因研究は国際的にもまだ開発途上であり、また分析を行う上でデータに関するハードルは低くないものの、得られる情報は豊富である。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

別府志海・篠原恵美子「新型コロナウイルス

- ス感染症による死亡動向と複合死因分析：2020年」『人口問題研究』, 第78巻第4号(2022), pp.477-492.
- 林玲子・別府志海・石井太・篠原恵美子「老衰死の統計分析」『人口問題研究』, 第78巻第1号(2022), pp.1-18.
- HAYASHI Reiko “COVID-19 and Mortality Decline in Asia in 2020”, 『人口問題研究』, 第78巻第4号(2022), pp.493-508.
- Ishii, Futoshi, *Modeling Shifting Mortality, and Its Applications*, Springer, Singapore, 近日刊行.
- 石井太「日本版死亡データベースで用いる死因分類とその死亡分析への応用」『人口問題研究』, 第78巻第1号(2022), pp.32-55.
- 石井太・林玲子・篠原恵美子・別府志海「複合死因データに関する分析手法とその応用—わが国データへのネットワーク分析適用の試み—」『人口問題研究』, 第78巻第1号(2022), pp.56-77.
- 別府志海「III. 新型コロナウイルス感染拡大期における死亡・死因の状況」, 岩澤美帆、小池司朗、林玲子、別府志海、是川夕『新型コロナウイルス感染拡大と人口動態：何が分かり、何が起きるのか』国立社会保障・人口問題研究所 Working Paper Series, No.51 (2021), pp.12-19.
- 別府志海・石井太「第4章 わが国における震災と死亡」井上・和田編『自然災害と人口』, 原書房(2021), pp.75-98.
- 別府志海「第3章 日本の健康寿命」金子・石井編『長寿・健康の人口学』, 原書房(2021), pp.43-65.
- 林玲子・別府志海「新型コロナウイルス感染症流行に応じた主要国の死亡統計早期公開について」国立社会保障・人口問題研究所 Working Paper Series, No.50(2021)
- 林玲子「II. 国際的・長期的視点からみた新型コロナウイルス感染症の人口への影響」, 岩澤美帆、小池司朗、林玲子、別府志海、是川夕『新型コロナウイルス感染拡大と人口動態：何が分かり、何が起きるのか』国立社会保障・人口問題研究所 Working Paper Series, No.51 (2021), pp.2-11.
- 林玲子「外国人の死因—日本人・本国人との比較」『人口問題研究』第76巻第2号(2020), pp.218-239.
- 石井太「第2章 死亡分析の方法(生命表と死亡モデル)」金子・石井編『長寿・健康の人口学』, 原書房(2021), pp.25-42.
- 石井太「第9章 わが国の寿命の将来」金子・石井編『長寿・健康の人口学』, 原書房(2021), pp.171-189.
- Saito, Y., F. Ishii, J.-M. Robine, “Centenarians and Supercentenarians in Japan,” Maier, Heiner, B. Jeune, J. W. Vaupel (eds.) *Exceptional Lifespans*, Springer, 2021, pp.125-145.
- 篠原恵美子・別府志海・林玲子・石井太「死亡個票における『死亡の原因』欄の記載文字列の分析」『医療情報学』41(Suppl.), 2021, pp.733-7.
- Kawazoe Y, Shibata D, Shinohara E, Aramaki E, Ohe K. “A clinical specific BERT developed using a huge Japanese clinical text corpus.” *PLoS One*;16(11):e0259763. doi: 10.1371/journal.pone.0259763. PMID: 34752490. 2021 Nov 9.

2. 学会発表

- Ishii, Futoshi; Reiko Hayashi, Emiko Shinohara, and Motomi Beppu “Analysis of the Multiple Causes of Death in Japan with Network Analysis” Fifth meeting of the MultiCause network, Federal Institute of Drugs and Medical Devices (BfArM), Germany and online, May 19, 2022.

Hayashi, Reiko; Futoshi Ishii, Emiko Shinohara, and Motomi Beppu “Senility Deaths in Japan” Fifth meeting of the MultiCause network, Federal Institute of Drugs and Medical Devices (BfArM), Germany and online, May 20, 2022.

林玲子・別府志海・石井太・篠原恵美子「日本における複合死因の概況と死因簡単分類分析」日本健康学会第 87 回総会、東京医療保健大学, 2022 年 11 月 4 日

別府志海「死亡・死因と新型コロナ」日本人口学会第 73 回大会報告, 2021 年 6 月

林玲子・別府志海・石井太・篠原恵美子「日本における複合死因の分析」日本人口学会第 73 回大会報告, 2021 年 6 月.

林玲子「人口高齢化と新型コロナ感染症死亡統計一年齢構造調整の必要性」第 85 回日本健康学会総会ポスター報告, 2020 年 12 月.

林玲子「老衰死亡の統計分析」第 73 回日本老年医学会関東甲信越地方会, 2021 年 11 月.

Ishii, Futoshi, Reiko Hayashi, Emiko Shinohara, Motomi Beppu “Application of Network Analysis to Multiple Causes of Death Data in Japan,” The 29th International Population Conference (IPC2021), International Union for the Scientific Study of Population (IUSSP), Dec. 9, 2021.

石井太・別府志海・菅桂太「日本版死亡データベースの地域分析・死因分析への拡張・応用」日本人口学会第 73 回大会報告, 2021 年 6 月.

Ishii, Futoshi “Decomposition Analysis by Cause of Death for the Modal Age at Death Using the Linear Difference Model,” Poster presented at 2021

Annual Meeting, Population Association of America, May 6, 2021.

Futoshi Ishii “Japanese Longevity from Population Projection Perspective: Background, Prospects and Impacts”, International Actuarial Association, Council and Committee Meetings (Members Forum), Westin Tokyo, Nov. 21, 2019 (Invited speech).

篠原恵美子・別府志海・林玲子・石井太「死亡個票における『死亡の原因』欄の記載文字列の分析」第 41 回医療情報学連合大会, 2021 年 11 月 20 日.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし