

将来人口推計の公表に関する勧告

国連欧州経済委員会・人口推計タスクフォースによる報告書（2018）

－日本語訳暫定版（平成31年3月）－

国立社会保障・人口問題研究所 人口動向研究部訳

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)

**“Recommendations on Communicating
Population Projections” (2018),**

Prepared by the Task Force on Population Projections

-Preliminary translation (Japanese)(2019, March)-

Translated by Department of Population Dynamics Research,
National Institute of Population and Social Security Research, Tokyo

日本語訳暫定版序文

本書は、国連欧州経済委員会(UNECE)による報告書(2018年) “Recommendations on Communicating Population Projections”を国立社会保障・人口問題研究所人口動向研究部の責任で日本語に翻訳し、とりまとめたものである。なお、オリジナルの英語版報告書は以下のサイトよりダウンロードできる：<<http://www.unece.org/index.php?id=48712>>

日本語暫定版作成に当たり、国連欧州経済委員会のAndres Vikat氏、ユーロスタットのGiampaolo Lanzieri氏にご理解をいただき、ご協力を得た。ここに厚く感謝の意を表したい。

日本語版の作成は、人口動向研究部の石井 太、岩澤美帆、中村真理子が担当し、北村裕子氏の編集補佐を得た。

平成31年3月

Preface for the Japanese version (preliminary translation)

This publication is a Japanese version (preliminary translation) of the publication originally published by the United Nations Economic Commission for Europe as the “Recommendations on Communicating Population Projections” (the publication can be downloaded from the link: <http://www.unece.org/index.php?id=48712>). The translation into Japanese was performed by the Department of Population Dynamics Research, National Institute of Population and Social Security in Tokyo. We express our appreciation to Andres Vikat (UNECE) and Giampaolo Lanzieri (Eurostat) for their understanding and kind assistance. This Japanese version of the UNECE publication is prepared by Futoshi Ishii, Miho Iwasawa and Mariko Nakamura with the help of Yuko Kitamura.

2019, March

将来人口推計の公表に関する勧告



UNITED NATIONS

国連欧州経済委員会

将来人口推計の公表に関する勧告

監修 人口推計に関するタスクフォース



United Nations

New York and Geneva, 2018

記

本書で使用されている名称および資料の表現は、国・領土・地方自治体・地域の法的地位・権限に関して、および、境界線・境界地帯の境界線決定に関して、国連事務局 のいかなる見解を示すものではない。

序文

本報告書の主な目的は、国内および国際的な人口推計作成者に、推計結果について効果的に意思疎通(communication)するため有効な、一連の推奨される方法と勧告を提供することである。本報告書は主に各国の統計局を対象としているが、人口推計の利用者にとっても有益であると期待できる。その目的は、各国統計局によって作成されるものと、利用者、立案者および意思決定者に必要とされるものとの間の一貫性を改善することである。

本報告書は、欧州統計家会合（CES）によって設立されたタスクフォース（各国統計局の専門官によって構成され、国連欧州経済委員会が調整）により作成された。

提示されている推奨される方法と勧告は、各国統計局における実務、利用者の要望、人口推計分野における学者や研究者による研究発展を反映している。

謝辞

本勧告は、人口推計に関する UNECE タスクフォースが作成したもので、以下のメンバーで構成されている。Patrice Dion (カナダ統計局、タスクフォース委員長)、Suzanne Dunsmith、Dan Horscroft (イギリス統計局) Nora Galbraith (カナダ統計局)、Victor Garcia Vilchis、Felix Velez Fernandez Varela (INEGI, メキシコ)、Mehmet Dogu Karakaya、Neriman Can Ergan (トルコ統計局)、Raymond Kohli (スイス連邦統計局)、Giampaolo Lanzieri (Eurostat)、Lena Lundkvist (スウェーデン統計局)、GraçaMagalhaes、Claudia Pina (ポルトガル統計局)、Marco Marsili (イタリア統計局)、François Pelletier、John Wilmoth (国連人口部)、そして Paolo Valente、Fiona Willis-Núñez (UNECE)。

タスクフォースのメンバーに加えて、以下の人々が勧告の準備に関わった。Stacey Hallman (カナダ統計局)、Enver Tasti、Sebnem Bese Canpolat、MetinAytaç (トルコ統計局)、そして、この報告書のために実施された利用者調査と作成者(各国統計局 (NSO))調査に回答頂いた各位である。タスクフォースは、関係各位の貢献に感謝の意を表す。

タスクフォースは、暫定版の勧告をレビューして下さった以下の皆様に深く感謝する。Lina Bassarsky, Jakub Bijak, Dalkhat Ediev, Patrick Gerland, Danan Gu, Nico Keilman, Ronald D. Lee, Mark Wheldon and Frans Willekens.

このタスクフォースは、2016年4月に開催された Eurostat / UNECE 人口推計ワークショップでの本勧告の暫定版の発表と討議に参加した人々にも感謝する。そして UNECE は、勧告の最終版を編集して下さったカナダ統計局に感謝する。

目次

記	ii
序文	iii
謝辞	iv
目次	v
はじめに	1
勧告と推奨される方法一覧	2
1章 - 分析枠組みと用語	3-8
分析枠組み	
データ収集手段	
利用者調査	
各国統計局調査	
専門家への諮問	
文献レビュー	
用語	
2章 - 適切かつ利用しやすい結果を提供する	9-18
はじめに	
推奨される方法	
1.1 結果を明確かつ単純な言葉で伝達する	
1.2 段階的に情報を導入する	
1.3 広範囲の推計期間に合致した結果を提供する	
1.4 投影結果を可能な限り各年各歳で提供する	
1.5 投影の更新は規則的かつ事前に決めた時期に行う。ただし、前提の妥当性に重大な影響を及ぼすことが発生した時にも更新する	
1.6 電子媒体による資料を作成して入手しやすくする	
1.7 表形式あるいは図解形式でカスタマイズ可能あるいはインタラクティブな投影データを利用者に提供する	
3章 - 透明性を高める	19-24
はじめに	
推奨される方法	
2.1 データ、方法論、仮定に関する記述を提供する	
2.2 利害関係者を認識し、全ての協議の過程と結果を記述する	
2.3 重要な用語を報告書等の中で明確に定義する	
2.4 新しい投影結果が以前のものとどのように異なるかを記述する	

2.5 以前の投影の評価を行う	.....
4 章 - 不確実性を明らかに示す	.....25-46
はじめに	.....
現状	.....
推奨される方法	.....
3.1 人口投影の不確実性を特徴づけ、伝達する明確な方法を開発する	.....
3.2 不確実性の主な発生源を特定し認識する	.....
3.3 人口投影結果が不確実性から逃れられない特性を有することを高レベルの報告書に明確に記述する	.....
3.4 報告書の中で、不確実性やその解釈についてのよりよい理解を促進するためのスペースを設ける	.....
3.5 不確実性の言語表現に注意を払う	.....
3.6 専門家の意見を要請し、公表する	.....
3.7 不確実性に関する分析を提供する	.....
3.8 感応度分析を提供する	.....
3.9 現実的な仮定の範囲を提供する	.....
5 章 - 利用者との関係を築く	.....47-50
はじめに	.....
推奨される方法	.....
4.1 利用者が推計作成者から回答を得るための明確で識別しやすい手段を提供する	.....
4.2 利用者と直接的に触れ合う「所外活動」を提供することを検討する	.....
4.3 近々発表される投影をメディアとよく利用する利用者に知らせる	.....
4.4 伝統的なメディアと新しいメディアを利用する	.....
4.5 利用者のニーズを調査し記述する	.....
結論	.....51-52
参考文献	.....53-64
付録 A - 利用者調査の質問票	.....65
付録 B - 作成者(各国統計局) 調査の質問票	.....72
付録 C - 人口推計のメタデータの報告に関する推奨される形式	.....81
付録 D - 専門家への照会についての文書の例	.....83
付録 E - 確率論的推計に関連する主な利点と制約	.....84
付録 F - 不確実性分析と感応度分析の例	.....88
付録 G - 最適意志決定への確率推計の活用例	.....93
付録 H - 不確実性についての高度なコミュニケーション例	.....97

はじめに

1. この報告書では、タスクフォースに付託された事項に沿い、人口推計結果を効果的に意思疎通(communication)するための一連の推奨される方法と勧告が述べられる。ここで「意思疎通」とは、どのようにして推計が使用者に提供されるべきかだけでなく、何について意思疎通されるべきかをも含む。その目的は、推計作成者(各国統計局(NSO))によって作成されるものと、利用者、立案者、および意思決定者によって必要とされるものとの間の一貫性を改善することである。この報告書は、手法そのものが望ましいアウトプットを生み出す方法として議論の対象となる特殊なケースを除き、方法論の問題は扱わない¹。この報告書は主に推計作成者を対象としているが、人口推計の利用者にとっても有益であることが期待される。

2. 提示された推奨される方法(good practices)と勧告(recommendations)は、推計作成者の実務、利用者の要望、タスクフォースのメンバー間の協議、および人口推計分野における学者や研究者による研究発展を反映している。意見や実務についてのコンセンサスは必ずしも得られていないが、あらゆる観点を示し、合意に欠ける箇所を明確にすることに努めた。

3. 可能なかぎり、さまざまな作成者の実施例が提供されている。これらの例は、主に最も一般的なコーホート要因法を用いた性・年齢別人口推計に関するものである。ただし、推奨される方法では、あらゆる種類の推計(世帯推計や特定の特性を持つ人口推計など)および方法(単純な外挿、コーホート要因法、コーホート拡大法、マイクロシミュレーションなど)を網羅している。同様に、この報告書は地方および部局レベルの立案者のためになされる地域人口推計に関連した問題または課題については取り扱っていない。しかしながら、推計がこれらの利用者の特定のニーズに十分に応えることを確実にすることは重要であり、本報告書は、人口推計に関するこれらの利用者との継続的な対話を奨励する。

4. 本報告書は方法論(1章)から始まり、そこではデータ収集に使用される方法が説明され、いくつかの用語が定義されている。その後、一連の推奨される方法が4つの章にまとめられ、幅広い勧告事項としてまとめられている。各章では、以下のような人口推計の個別的側面を扱う。適切かつ利用しやすい結果を提供する(2章)、透明性を高める(3章)、不確実性を明らかに示す(4章)、利用者との関係を築く(5章)。最後の章では、将来的発展にむけて重要な領域を論じる。

¹ 人口推計の方法論的側面は、1998年にNational Research Councilの人口委員会によって開催された専門家パネルによって提供された報告書で扱われた(National Research Council 2000 参照)。パネルは、方法論の科学的根拠と最近の人口推計の仮定を調べ、それらの正確性をレビューすることを求められた。この取り組みは主に世界人口推計に焦点が当てられていたが、報告書では国別および地域人口推計に適用されるいくつかの勧告を提供している。

勧告と推奨される方法一覧

勧告 1: 適切かつ利用しやすい結果を提供する

推奨される方法:

- 1.1 結果を明確かつ単純な言葉で伝達する
- 1.2 段階的に情報を導入する
- 1.3 短期推計と長期推計の両方を提供し、推計期間が長くなると投影結果の不確実性が増すことを明確に示す
- 1.4 投影結果を可能な限り各年各歳で提供する
- 1.5 投影の更新は規則的かつ事前に決めた時期に行う。ただし、前提の妥当性に重大な影響を及ぼすことが発生した時にも更新する
- 1.6 電子媒体による資料を作成して入手しやすくする
- 1.7 表形式あるいは図解な形式でカスタマイズ可能あるいはインタラクティブな投影データを利用者に提供する

勧告 2: 透明性を高める

推奨される方法:

- 2.1 データ、方法論、仮定に関する記述を提供する
- 2.2 利害関係者を認識し、全ての協議の過程と結果を記述する
- 2.3 重要な用語を報告書等の中で明確に定義する
- 2.4 新しい投影結果が以前のものとのどのように異なるかを記述する
- 2.5 以前の投影の評価を行う

勧告 3: 不確実性を明らかに示す

推奨される方法:

- 3.1 人口投影の不確実性を特徴づけ、伝達する明確な方法を開発する
- 3.2 不確実性の主な発生源を特定し認識する
- 3.3 人口投影結果が不確実性から逃れられない特性を有することを高レベルの報告書に明確に記述する
- 3.4 報告書の中で、不確実性やその解釈についてのよりよい理解を促進するためのスペースを設ける
- 3.5 不確実性の言語表現に注意を払う
- 3.6 専門家の意見を要請し、公表する
- 3.7 不確実性に関する分析を提供する
- 3.8 感応度分析を提供する
- 3.9 現実的な仮定の範囲を提供する

勧告 4: 利用者との関係を築く

推奨される方法:

- 4.1 利用者が推計作成者から回答を得るための明確で識別しやすい手段を提供する
- 4.2 利用者 と直接的に触れ合う「所外活動」を提供することを検討する
- 4.3 近々発表される投影をメディアとよく利用する利用者に知らせる
- 4.4 伝統的なメディアと新しいメディアを利用する
- 4.5 利用者のニーズを調査し記述する

1章 - 分析枠組みと用語

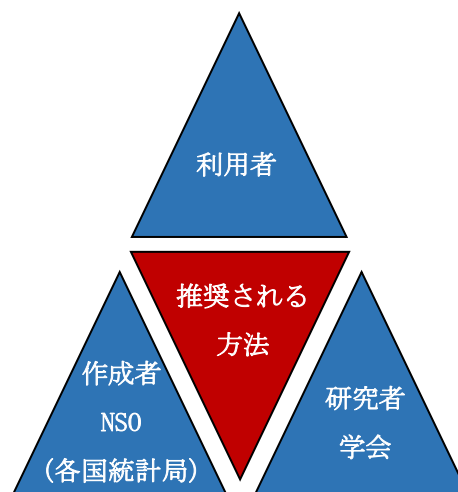
分析枠組み

5. 人口投影（人口推計）の結果は見かけ上シンプルだが、その理論的本質や作成に関するプロセスの複雑さは、不確実性の評価や徹底した手順に裏打ちされることによって構築されているものである。そして、将来推計の実行は、利用者のニーズや推計に関する認識不足、複雑な科学的概念を一般の者に理解させる試みを含むことから、困難な挑戦といえる。実際のところ、予測や投影についての一般的概念や、それらから何が期待できるのかなどは、しばしば誤解されている。

6. このような困難は人口学者に固有なものではなく、科学者にとって一般的な問題である。近年、気候変動や薬学的研究などの複雑な科学的トピックを非専門家の聴衆に対して十分に伝えることは極めて困難であることが示され、また、それに失敗した時には科学に対する急速な信用失墜を招く恐れが指摘されている。実際のところ、科学を一般の者に伝えることの困難さは長きに渡って認識されてきており、それ自体が「科学コミュニケーション (science communication)」と呼ばれる研究分野を構成している。

7. 科学コミュニケーション分野の研究成果の一部に影響を受け、本報告書の作成のために開発された研究フレームワークは、いくつかの視点を統合することを目指している。それらは、将来推計人口を作成する専門家（各国統計局 NSO）の視点、将来推計人口を利用する者の視点、そして、科学者や学術的専門家の視点である。このアプローチは、利用者と日頃から対話を欠かさないことや統計的プログラムとの関係を確認たるものとするため科学的コミュニティに助言を求めることを推奨している、国連の公的統計の基本原則 (United Nations, 2015a) とも整合している。

図1 分析枠組み



8. この報告書は、考えられる対立点を特定するため、この3つ（利用者、専門家、作成者）の視点を比較し対比させる。特に、利用者のニーズに関する情報のよりよい理解、先験的な解釈や意思決定プロセスの理解を企てたものである。実際、Fischhoff and Davis (2014 p.13, 668) は、「科学コミュニケーションは、聴衆が何を知りたいかによって動かされるものであり、科学

者が何をいいたいかによるものではない」と説明している。

9. これら3つの視点に関するデータを収集するため、多様なツールが設計され実行された。すなわち、将来人口推計の利用者調査、将来人口推計の作成者調査、将来人口推計と科学伝達の分野における学術やその他の分野における専門家からの助言、文献調査である。

データ収集手段

利用者調査

10. 人口推計の方法論と仮定を検討するために開催された国立研究評議会の専門家委員会の勧告の1つは、発表の改善を提案するために推計がどのように利用されているかを調べることである (National Research Council 2000)。この勧告に沿って、タスクフォースは利用者調査を作成した。以下のトピックを含む約20の質問で構成されている。

- 利用者の所属組織
- 人口推計を利用した理由
- 配付資料の様々な項目に関する重要性和評価
- 利用者が過去に作成者に連絡をとり情報を入手したかどうか、およびそのやりとりに関する満足度
- 作成者による推計に関する意思疎通に関して、利用者の観点から見て改善される可能性がある側面。

11. 利用者調査は、2015年6月に各国あるいは国際人口推計の利用者のサンプルに送られた。データは2015年夏に収集された。利用者調査への回答者は151人であった。利用者調査の調査票内容は付録Aに記載されている。

12. 利用者調査の結果は非常に有用であったが、抽出方法の限界を考慮し慎重な解釈が必要である。すなわち、利用者調査のサンプルがどの程度代表的かを判断することはできない。推計利用者の特定においては限られた数の作成者しか関与しておらず(本質的にはタスクフォースに代表されるもの)、標本は、情報を得るために作成者に連絡した利用者だけで構成されている(ほとんどの作成者は他の利用者識別方法を持たない)。例えば、大部分の利用者回答者は、人口推計に関して「低い」ではなく、「高い」または「中程度の」の熟知度があると回答している。このような専門知識を持つ利用者に対するあり得るバイアスを補うためだけでなく、人口推計のほとんどの利用者は人口学者ではないことから、一般向けに結果や方法を効果的に、意思疎通の上で伝える必要性について慎重に検討された。この趣旨で、明確で技術的でない用語の使用、段

階的な情報の導入、基本的用語集の提供、利用者が質問できるよう明確に理解可能な手段の提供など、さまざまな方策が提案されている（推奨される方法 1.1、1.2、2.3、4.1）。

作成者調査

13. Eurostat によるかつての成果（Lanzieri and Giannakouris 2006）に基づいて、追加の調査が作成され、UNECE 加盟国の作成者（ヨーロッパ、北米、中央アジアを含む）に送られた。調査は約 30 の基本的な質問で構成された。各国の人口推計担当者に対し、行っている人口推計、公表している出版物、不確実性を伝えるために行っている方法、利用者との相互作用のレベル、推計結果について利用者との意思疎通を図る際の課題、を尋ねた。調査は 2015 年 6 月に回答者に送付され、調査票の内容は付録 B に示されている。それぞれの NSO は色々な方法で利用者のニーズについてしばしば調べているかもしれないが、タスクフォースとしてはこの観点で大きな主導性があるとは認識していない。実際のところ、NSO 調査の回答からは、多くの NSO が推計の利用者が誰であるかについて極めて限られた情報しか持っていないことが明らかとなった。

14. この調査への回答は、作成者の実務並びにその認識、能力、および限界についてさらに詳しく知るための手段を提供した。さらに作成者が利用者に伝えなければならないと感じる情報の種類についても有益であった。作成者調査には全部で 32 の回答があった。

専門家への諮問

15. 3 つ目のツールは、この報告書で提案されている推奨される方法と勧告を、人口推計の分野で活躍する専門家らによる外部から評価してもらうことである。その目的は、タスクフォースによってなされた既存文献の分析を補完するものとして、科学的専門家の視点をより正式に取り入れることであった。

16. この目的を達成するために様々な措置が取られた。2016 年 4 月に「人口推計に関するユーロスタット/UNECE ワークセッション」にて、本報告書の暫定版が発表された。聴衆は、主に UNECE 加盟国の作成者の代表者（一部の例外を除く）、国際機関の代表者および人口推計分野の研究者で構成されていた。ワークセッションは報告の内容について徹底的に議論する適切なフォーラムであった。その後、更新されたバージョンは外部の専門家によって検討された。まず、この報告書は 2016 年 9 月に、Lina Bassarsky、Patrick Gerland、Danan Gu および Mark Wheldon で構成される国連人口部の人口学者のグループによってレビューされた。その後、2016 年 11 月に、人口推計分野への貢献についてタスクフォースによって選ばれた多数の専門家、すなわち Jakub Bijak、Dalkhat Ediev、Nico Keilman、Ronald D. Lee および Frans Willekens によって

レビューされた。

17. 全体として、協議プロセスは、人口推計に関して関係者の意思疎通を進める上で推奨される方法を特定すること—関係者の合意を評価する、そして、利用者、推計担当者、そして研究者の視点を等しく表現すること—に非常に役立った。相談を受けた研究者は、概して、この報告書の最終版は、バランスが取れており、包括的であり、推計担当者や利用者にとって貴重な資料であると判断した。しかし、この報告書で表現されている見解はタスクフォースの見解であり、必ずしもその作業過程で諮問された関係の見解を反映したものではない。

文献レビュー

18. 最後に、文献レビューが、推計利用者、作成者および研究者による対照的な見方をより強調することで、分析を補足する。これらには、心理学、コミュニケーションおよび人口学といった分野の科学的記事、ならびに作成者によって公表された出版物を包括している。文献レビューはまた、複雑な科学的結果を伝えるための効果的な方法についての重要な考察も提供した。

用語

19. 勧告と推奨される方法を提示する前に、将来人口推計に関してキーとなる用語について明確な定義を行うことが必要である。ここでの目的は普遍的な用語集を提案することではなく、世界中の機関がこれらの用語をより統一的に使用することで、より明確で正確なコミュニケーションを促進することである。

20. 将来の特定の時点に関する人口の推定 estimates は、しばしば人口「**投影(推計) projections**」や人口「**予測 forecasts**」と呼ばれる。作成者調査の結果によれば、多く(32中25)が「投影」という用語のみを用いているが、6の作成者は予測という用語も用いている。投影という用語を用いる理由としては、予測という用語よりも確実性が低いことを示すためとされている。また、投影という用語は、表現上、将来の人口の動向を見込むために用いられるアプローチが複数存在することが含まれるとされている(この報告書で行われているように)。

21. Romaniuk(1976, 1994, 2010)は、この二つの用語の区別は、我々の将来に関する知識に関連する認識論的な態度によるところが大きいと述べている。一般的には、投影の作成者はその投影が予言ではないという事実を強調することを望むが、予測の作成者はある程度の制限はあ

るものの予言できる可能性をより強く確信していると思われる²。しかし、Keyfitz(1972)が述べている通り、これらの区別は困難な問題である。なぜなら、投影を行うための仮定は通常現実的な範囲で設定されるし、実現されることがありえないような結果が出る投影も通常考えることはないからである。したがって、どんな投影結果についても、そこから「未来を予言する」という考え方が取り除かれることは希である。Hoem(1973, p.13)は、Keyfitzと同様に、「実際に行われた計算のほとんどは、一方で真の投影による領域のどこかに位置づけられるとともに、他方では純粋な予測の領域にも位置づけられるように思われる」と述べている。曖昧さを明確にする努力と現在の文書における多くの実例や使用例の概ねの一致のもとに(用語の翻訳はしばしば異なるが)、以下の定義が提案される³。

- 一般用語として、将来のある時点におけるいくつかの見積もりの計算を**投影(推計) projections**とする⁴。そして、Demopaedia(2016)にある通り、人口投影とは、「将来の人口変動の動向、通常は出生、死亡、移動について一定の仮定がなされたときに、将来の人口の推移を算定して示したもの」として定義される。
- 投影には**決定論的 deterministic**なものも**確率論的 probabilistic**なものもある。決定論的な投影は、仮定の組が一つ与えられときに、一つの値で結果が示されるものである。決定論的な投影結果には通常不確実性を示す指標は附されることはない。これに対して、確率論的な投影は複数の値のセットや確率分布で結果が示される。その理論的根拠は、投影に用いられる全ての変数は確率変数(確実に予測できない変数)であり、全ての仮定が同等に確からしいとはいえないことから、可能性のある値の確率分布が必要となることによる。分布の分散も不確実性に関する適切な指標となる。
- 投影を将来の人口の最も蓋然性のある推移として解釈しようとする時、これは「**予測 forecasts**」と呼ぶべきものである^{5,6}。「最も蓋然性のある」という表現はある投影がいくつかの可能性の組の中で最もありえそうな結果であると考えられることを意味する。しかしながら、可能性の組は無限に存在し、一つの軌跡の測度は0である。したがって確率論的な枠組みの下では、予測とはいかなるシミュレートされた単一の軌跡に一致することはなく、確率分布を反映したものとなる(例えば、分布の中央値など)。予測とい

² 両視点は、18世紀から現在までのさまざまな点、すなわち、人口増加の予測法則の使用から、人口増加を制御する力の複雑さを強調するより穏やかなアプローチで、支配的であった。(Romaniuc 1976; Le Bras 2008)。

³ いくつかの用語は、いくつかの言語において正確に同等のものを持たないことが認識されている。

⁴ しかし、過去への投影もあり得、通常は「後方推計 retro-projections」または「遡及推計 backward projections」と呼ばれる。

⁵ 予測 forecast という用語は、分野によって定義が異なる。たとえば、時系列予測では、過去に観測された値に基づく将来の値の予測を表すなど、より厳密な定義がある。

⁶ 予測にはさまざまな投影期間がある。ただし、推計の不確実性は時間の経過とともに大幅に増加するため、通常は短期間が適している (Demopaedia 2016)。

う用語は、モデル的な結果の期待値という文脈で使われることもある^{7,8}。また、時には、予測という用語は決定論的な投影の文脈でも使われることに注意したい。しかしながら尤度が与えられていなければ、「最も蓋然性のある」結果というのは技術的には存在しないため、「最も特徴的な」結果とでも呼ぶのがふさわしいだろう。この場合の尤度とは、多くの場合、場合によっては統計的な手法によって導き出された、推計作成者によってなされた判断を反映したものである。多くのケースでは、投影の作成者はいかなる結果をも予測とは呼ばないが、利用者がそうすることを妨げることはなっていない。例えば、利用者は複数のシナリオが提供されたとき、中位仮定による結果を最も蓋然性のある結果として解釈しがちである (Keyfitz 1981)。

- **予測区間 prediction interval** は、まだ観測されていない確率変数に関連する区間であり、確率変数が区間内にあるという特定の確率を有する。信頼区間と構成は似ているが、後者の用語は、主に頻度論で用いられ、観測されていないパラメータが標本から推定されたという事実に関連する不確実性を伝える。

⁷ 例えば、正確なサイコロが投げられたときの期待値 (3.5) (この値は決して観察されない) と比較するとよい。

⁸ 同時に、確率推計 probabilistic projections と予測 forecasts との間の区別は幾分ぼやけている。確率論的方法を使用することは、異なる軌跡の可能性または相対的可能性についての記述をすることを意味するからである。

2 章 - 適切かつ利用しやすい結果を提供する

はじめに

22. インターネットが社会にしっかりと定着するにつれて、高度に詳細、柔軟かつ容易に入手可能な情報への利用者の期待はより高まっており、今後もそのような要請はますます強くなるものと考えられる。この意味で、投影結果の解釈しやすさ、入手のしやすさ、適切さを改善する観点から、情報提供の方法を定期的に評価していくことは重要になっている。

23. 利用者調査の結果によれば、人口投影の利用者が望む詳細さの水準は色々である。概ね4分の3(73%)の利用者が投影データは十分に詳細と考えている一方、3分の2(66%)の利用者が年齢・性・地域以外の属性が重要あるいは非常に重要と考えている。しかし、改善できる視点について尋ねるとより詳細な結果について言及しているのはたった4人の回答者のみであった(地域2、人種1、教育程度1)。一方、作成者調査の回答からは、地域に関する詳細な投影結果の観点は現れなかった。利用者はより詳細な変数から恩恵があるかもしれないが、一般的には作成者から提供されている投影におおむね満足している。しかしながら、作成者は多くの利用者が投影の色々な側面に関するより詳細な情報を欲していることを過小評価しているかわかっていないとも見られる。

24. データの入手可能性については、71%の回答者が投影結果は容易に入手可能であると回答した。しかしながら、結果資料へのアクセスについては、全体の10%が改善の余地ありと回答している。これらの60%について、作成者のウェブサイト上で欲しい情報を見つけるときの困難さに回答が集まっている。作成者調査においても、14%がデータへのアクセス支援の要請を受けたと回答した。

25. 以下の推奨される方法や推薦事項は、人口投影の結果を効果的に伝達するためのガイドを与えるものである。

推奨される方法

1.1 結果を明確かつ単純な言葉で伝達する

26. 投影の利用者は、統計や人口学の概念や方法論に対して様々なレベルの理解度を持つとともに、投影の資料を使おうとする動機についても様々な、多種多様な集団である。利用者に投影結果の資料の言葉が「簡単すぎる」「適切」「技術的すぎる」のどれに当たるかを聞いたとこ

ろ、大勢が「適切」(83%)と回答しているが、「技術的すぎる」(8%)が「簡単すぎる」(1%)よりも多かったことは注目に値する。

27. 広範囲の聴衆に届けるための方法として推薦されるのは以下である。

- 様々な種類の投影結果利用者に容易に解釈ができるよう、平坦かつ簡単な言葉を用いる。
- 重要な用語をより明らかにするため、明確な定義をした用語集を含める（特により技術的な用語について）。
- 結果資料に、投影結果を適切な目的で利用することと、重要な警告や制約に関して高いレベルで説明を行うための、導入的な囲み記事か一章を含める。
- 用語が明確に定義されているか、また意図したように解釈されるかを確かめるため、非専門家の小グループに対して結果資料のドラフトを事前テストする (Centers for Disease Control and Prevention 1999)。
- 投影に詳しくないジャーナリストや州政府の職員のような非専門的利用者に対する短期間のコースを提供する。

1.2 段階的に情報を導入する

28. 異なる技術的レベルの情報を多様な利用者に伝達するための効果的な方法は、複雑性を増やした異なる階層で情報提供することである。このアプローチは段階的情報開示 (the progressive disclosure of information) と呼ばれ⁹、作業記憶への負担を最小限にするとともに、複雑な説明をわかりやすい部分へと分割することにより、効率的な教育計画の作成を可能とする (Kalyuga 2011)。また、段階的情報開示は、色々な階層におけるメッセージの一部に、伝達されるべき不確実性を含めていくことによって、段階的かつ反復的に不確実性を伝えていくことを可能とする (Kloprogge et al. 2007; Wardekker et al. 2008)。Kloprogge et al. (2007) で述べられている通り、利用者は特定の資料にそれぞれ異なる関心を持っていることから、色々な形（言葉、数字、およびグラフ）でメッセージを繰り返し発信することは、利用者のよりよい理解を助け、利用者が情報に注目しまた正しく解釈する可能性を増加させることとなる。

29. 多くの作成者は、多様な聴衆に対して、できるだけ多くの対象者のために、複数の異なる階層で投影結果を公表することにより、多かれ少なかれ段階的情報開示アプローチに従っていると見える。例えば、作成者は、詳細な報告書と同時に、プレスリリースやメディア向けのコンパクトな資料、結果を要約した短めの論文などを刊行したりしている。これらのコンパクトな資料は、大衆向けに最も広く知られており、このトピックに関して多くの大衆が知っている唯一

⁹ 情報の漸進的開示という概念は、人間とコンピュータとの対話を改善するために使用されるコンピュータ応用工学を起源とし、ジャーナリズムにも使われている。

の資料であることもしばしばである。

30. また、方法論や仮定設定に関して、技術的な単独の報告書を提供することもよく行われる。しかしながら、いくつかの研究によれば、読者がそのような詳細な報告書を読む時間は限られているとされている(Kloprogge et al. 2007)。したがって、投影の制約に関する一般的な記述が投影結果の資料の最初の階層に行き渡っていることが重要であり、詳細な技術的報告書だけに入ることがないようにすることが重要である。推奨される方法 3.3 では、高レベルな報告資料の中で、人口投影の不確実性について記述することの重要性について議論する。

1.3 広範囲の推計期間に合致した結果を提供する

31. 投影期間(推計期間)に関する利用者のニーズは様々である。利用者の推計期間へのニーズは1年という短いものから150年にわたる長いものと幅広いことが明らかとなっている(表1)。利用者調査の回答者からは、とりわけ10年間の結果に対するニーズが最も多く、これは作成者調査の回答者の最頻値である50年よりもかなり低い。また、全回答者の約4分の1が、10年あるいはそれ以下の期間の推計を使用すると回答している。

表1

提供された推計期間(推計作成者調査)と求められる推計期間(推計利用者調査)

	推計期間				回答した推計作成者と推計利用者	
	平均値	最頻値	最小値	最大値	≤ 10	> 50
	年数				数	
推計作成者(提供された値) (N=32)	54	50	25	100	0	12
推計利用者(必要とする値) (N=140)	31	10	1	150	34	14

32. 推計期間はどの程度の長さであるべきか? National Research Councilの人口に関する委員会によって召集された専門家パネルの報告書によれば、推計期間が50年を超えると不確実性が大きくなることから作成すべきではないとしている(National Research Council 2000)。

特定の人口変動要因に関する高い不確実性は、推計期間をあまり長いものにしなない動機となりうる。例えば、出生仮定は平均世代間隔である25~30年を超えると、潜在的な母の数の不確実性と、これに対応する出生率の不確実性が相まって、危険性が増大する(Lutz et al. 1994, Leridon 2015)。同様に、Bijak and Wiś niowski(2010)は5~10年を超えると、国際人口移動に関する予測区間は政策担当者に役に立たないほど大きいものになってしまうことを見出してい

る¹⁰。

33. それにも関わらず、一部の利用者は政策立案のためにより長期の投影期間を必要とする。例えば、年金制度の長期的安定性を研究するためには通常 75 年以上の推計期間が必要である。また、より長期の推計期間は気候変動のモデリングにおいて、地球科学者によって用いられている(例えば、IPCC2013)。ある期間より長い推計を推計作成者が躊躇する一方で、一部の利用者の希望の乖離を踏まえて、Lutz et al. (1994)は短期・中期のために作成された投影と、より長い期間(通常 30 年以上)のために作成された投影を明確に区別することを推奨している。しかしながら、長期の投影の提供は、適切な不確実性の推計と一緒になされるのであれば問題とはならない。Lee(1998)が指摘する通り、時間を追うごとに不確実性が増大することは、長い推計期間の投影結果を用いる際の危険性を利用者に知らせることとなる(4章参照)¹¹。

34. 調査対象となった各国統計局はすべて、少なくとも推計時点から 25 年といった長い期間の推計を行っているので、5 年または 10 年後といった短期間の推計に関心を持つ推計利用者にとっては、推計期間の問題はあまり重要ではないかもしれない。しかし、短期間で使用するための推計の妥当性は、期間の長さだけでは評価できない。重要なのは、推計実施者が仮定設定を行う際、どの程度短期的な偶発性を考慮するかである。人口増加の構成要素の年次ごとの変動は一般的に予測が難しいため、人口学者は長期的な将来の発展を仮定し、その期間は単純な内挿を使用することを好む。ただし、予測トレンドからの逸脱は、発表直後の推計の正確性に大きな影響を与える可能性がある(これらの逸脱は、ある程度時間の経過とともに相殺される可能性がある)。特に、紛争、飢饉または環境危機に対応した国際的な移住の流れの急激な変動は、繰り返される推計誤差の原因となる可能性がある。これらの変動の影響は、短期推計の利用者が長期的な結果に関心のある利用者よりも細かいレベルでの変化を探索していることが多いために、より悪い結果となるであろう。

35. 一般的に、推計が最近の変動や傾向を適切に捉える可能性は、公表後の時間とともに

¹⁰ もちろん、時間の経過とともに投影の不確実性が増加する他の要因もある ; Lutz et al. (1994)は推計期間に関する不確実性をもたらす他の考えられる原因の影響をまとめている。

¹¹ 場合によっては、利用者は「無限期間」推計、すなわち年金制度における不均衡の尺度を計算し、いくつかの財政体制の長期的な持続可能性を評価するために作成された非常に長期にわたる推計を必要とするかもしれない(例 Lee and Anderson 2005)。そのような推計は、非常に長い期間に発生する可能性のあるシステムへの衝撃を排除する傾向があるがゆえに、しばしば「定例推計 routine projection」または「事業推計 business as usual」と呼ばれる(同書)。非常に長い推計期間は、安定人口を得るために時々使用されるが、その時点で、人口構造は人口学的率にのみ依存し、予測開始時の初期条件とは無関係である。安定状態は、特に比較研究において、分析の対象となる一連の人口学的パラメータの長期的な人口学的均衡を明らかにするために有用である(Blanchet 1998)。そのような要求に対して、推計作成者は、(例えば、推計最終時動態率を一定とすることで)推計に特殊な傾きがある場合、どのように推計を拡張するかにつ

減少する。頻繁に更新することは、短期的な焦点を念頭に置いて、利用者にとっての推計の適合性を向上させることに大きく貢献することができる（推奨される方法 1.5 を参照）。頻繁に更新されることで、推計作成者は直近の傾向に基づいて仮定を更新し、推計初期における主要な推計誤差の原因となる基準人口の不正確さを修正することが可能になる。（Keilman 2001）¹²。

36. 最後に、人口推計の不確実性を表現するために使用されるいくつかの方法は、短期的にはそれを過小評価する傾向がある（これらの方法については 4 章で説明）。例えば、シナリオアプローチでは、代替シナリオは一般に「中位」または最も蓋然性の高いシナリオから非常にゆっくりと離れる。確率推計では、ランダムシナリオアプローチが使用されている場合、複数のシミュレーションも互いにゆっくり発散する傾向がある（付録 H を参照）。それらは完全な（または完全に近い）系列相関および成分間の相関を仮定する傾向があるので、これらの設定は時間の経過とともに不確実性の伝播に関して非現実的な見方をもたらす（Lee 1998; Tuljapurkar et al. 2004）¹³。

37. 不確実性が時間の経過とともに増加する傾向があるという事実（複合的推計誤差のため）は、不確実性のおそらく楽観的すぎる表現と組み合わせられて、基準年直後の投影結果の正確さについて、利用者が過度に確信するようになってしまうかもしれない。このことを念頭に置いて、推計作成者は、短期および長期の投影結果を使用することに伴う限界について利用者にはっきりと情報をあたえることを推奨する。

1.4 投影結果を可能な限り各年各歳で提供する

38. 人口投影は通常、各年各歳(1x1)、5年5歳(5x5)で提供される。別の区分も補間法を用いることにより示すことが可能である。例えば、推計作成者は、5年間の間を補間すれば、5歳階級の各年の結果を出すこともできる。補間は5歳階級を各歳に分けることも可能である。

39. 大多数の作成者(87%)は各歳で、また81%は各年で結果を提供していると作成者調査で回答している。利用者調査への回答でもこれは推奨される方法であることがうかがえる。実際、84%の回答者は投影結果が各年各歳で得られることは、「非常に重要」か「重要」であると感じている。投影を各年で提供することは、推計期間の観点からも柔軟性を利用者提供することとな

いて利用者に助言することを考え得る。

¹² 利用者調査の結果によると、頻繁に更新することが非常に重要であると回答した回答者の割合は、全回答者中の割合（31%）よりも5年以内の期間の推計利用者の方がわずかに高かった（38%）。

¹³ これは、各シナリオまたはシミュレーションが基本的にベースラインレベルから（増加の各要素に対して）選択されたターゲットに向かって補間された結果であり、推計期間内で単に補間されているためである。この手順は、投影の過程で互いから徐々に離れていく直線を生み出す傾向がある。

る。これは推奨される方法 1.3 で示した通り、特に短期の推計において重要であり、一部の利用者に必要なものである。

40. 最後に、より粗い推計法の内挿は、ゼロから構築される各年各歳による推計法に代わる優れた方法である。ただし、特に年齢区分と時間区分の両方で実行した場合、結果は必ずしも満足できるものとは限らない¹⁴。したがって、推計作成者には、各年推計において結果の平滑性（例えば、のこぎり歯模様や不規則性などの望ましくない特徴がないこと）を検証することを薦める。補間方法が使用されるときおよびそのあり得る限界については利用者に知らせることもまた望ましい。

1.5 投影の更新は規則的かつ事前に決めた時期に行う。ただし、前提の妥当性に重大な影響を及ぼすことが発生した時にも更新する

41. 多くの推計作成者は投影を規則的に更新するか、時には新たなデータや更新されたデータが入手可能になった時に更新している。これは、基礎となるデータの不正確性が、投影の誤差に関する無視できないソースとなる時、特に短期・中期の投影にとっては推奨される方法である (Keilman 2001)。新しい投影は、重要な人口動態上の変化を反映してアドホックに改定されることもありうる。推計作成者の中では、投影は5年単位で更新されているのが最も多く、その期間は1年から10年までにわたっている (表 2)。

表 2

推計作成者調査：推計作成者の推計の更新頻度（年数）（N=31）

平均値	最頻値	最小値	最大値
3.8	5	1	10

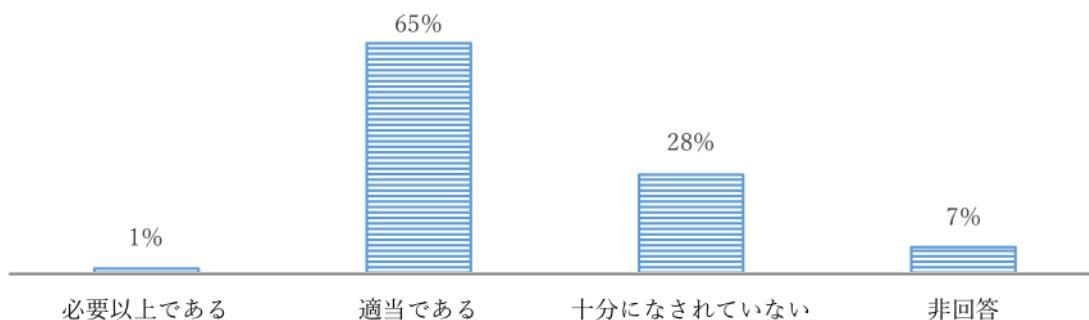
42. 利用者調査の結果によれば、多くの利用者 (65%) は人口投影の更新スケジュールは「適当である」としているが、一部の者 (28%) は「十分になされていない」と感じている (図 2)¹⁵。

¹⁴ Bermúdez and Blanquero (2016) は、数年にわたり、年齢階級別人口データを各歳に分割する処理にともなう困難性について議論している。彼らは最適化モデルを使用して、縦断面と横断面の両方で（つまり、連続した年齢の連続した年次の人口で）整合的な結果を得た。

¹⁵ 当然のことながら、新しい推計が利用可能になる頻度はそれらに対する利用者の満足度に影響を与える可能性が高い（例えば、より頻繁な更新はより高い満足度を生み出すはずである）。この情報は利用者調査からは入手できないが、回答者が自国の統計機関によって作成された最新の推計を使用したかどうかを、推計作成者調査から入手できる。回答者はこれらの同じ機関による利用者として識別されているため、これは許容できる仮定である。予想どおり、結果によると、2つの更新の間隔が短くなるにつれて、満足している利用者の割合が増加する傾向がある。例えば、10人中9人の推計利用者が、2年以下の頻度で推計が更新された場合はスケジュールが適切であると判断し、頻度が3年以上の場合は3分の1である。利用者調査のサンプルに示されている国の数が少ないことと、このサンプルの作成方法の点で、これらの結果は慎重に使用する必要がある（「分析枠組みと用語」セクションを参照）。

図 2

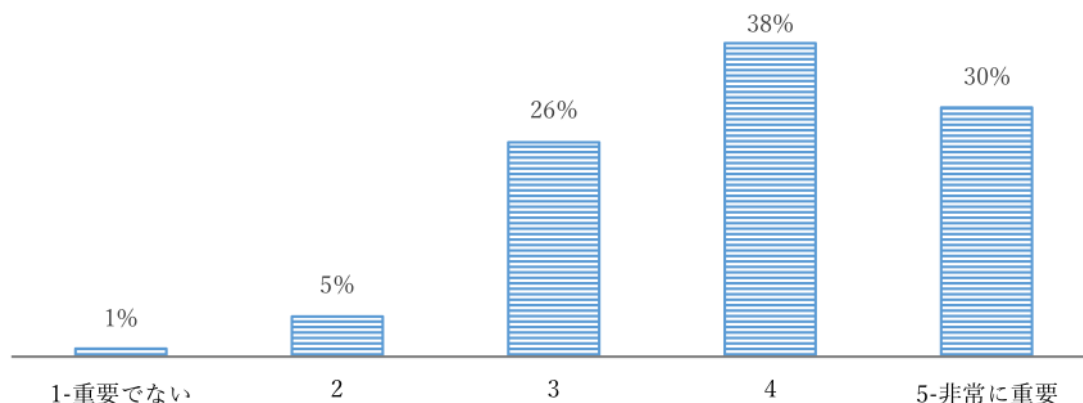
推計利用者調査：推計の更新頻度に関する利用者の意見 (N = 144)



43. 別の結果によると多くの利用者は(68%)頻繁な更新は「重要である」または「非常に重要である」としている(図 3)。定期的な更新が「重要でない」あるいは「あまり重要でない」としたのは6%にとどまった。

図 3

利用者調査：更新頻度の重要性に対する利用者の意見 (N = 150)



44. 理想的な更新スケジュールの提案は、人口学的な状況の時系列的または地理的变化のペースに依存することから難しい。Romaniuk(1994)によれば、「一定の周期性を考慮しつつも、既存の投影の更新や新たなものの作成については解析的な考慮に基づいて行われるべきである。例えば、人口学的な状況が新たな投影の作成を正当化できるほど変化したことなどに基づくべきだ。」としている。これと同様、更新の頻度だけでなく投影結果と実績の一致度に基づいて更新を行う規則は、少なくとも短期間推計において、投影結果と実績の大きな乖離を和らげることに

なろう。

45. しかし、それでも Romaniuk の「解析的な考慮」はどの程度の大きさの乖離が許容されるのかを決めるための基準なしにはやや曖昧に思われる。投影結果の実績からの乖離が、ランダムな変動によっているのか、系統的な偏差によるものなのかの判断には統計的モデルの利用が必要である。別の選択肢は、いつ投影を更新するかについての事前のルールを定めておくことである。例えば、トルコ統計局は投影結果と実績値の一致度が総人口または 15～64 歳人口で 99%を切った場合、投影を更新しなければならないと述べている。また、トルコの NUTS (Nomenclature of Territorial Units for Statistics) のどこか 2 地域で総人口の一致度が 95%を切った場合にも投影を更新しなければならないとの方針に従っている (Turkish Statistical Institute 2016a)。

46. 最後に、投影はいくつかの異なるバージョンで将来の同じ時期が結果として得られることから、どのバージョンが最新かを認識しないと混乱が生じるものとなる。適切な結果を保証するためには、最新のバージョンの投影結果のみが報道や他の利用者によって使われるようにすることが好ましい。このための方法として以下が挙げられる。

- ウェブサイトを検索した時に最新の結果にたどり着くようにする
- 作成者のウェブサイトにおいて過去のバージョンについては” ARCHIVED” というような用語を明確に付してカテゴリ化するとともに、同じページに最新のバージョンへのリンクを貼る。
- 報道を通じて新しい人口投影に関する資料の広報を行う (5 章参照)。

1.6 電子媒体による資料を作成して入手しやすくする

47. 多くの利用者は作成者のウェブサイトを通じて結果資料にアクセスする。従って、この資料にアクセスしやすいことが極めて重要である。この観点での推奨される方法は、データや結果資料への利用しやすさやアクセス可能性を定期的に評価することである。作成者は人口投影のウェブページについて、広大なページからの検索のしやすさや、データ入手のしやすさ、利用者の操作の簡便性など、利用者の使い心地を改善するための方法を検討すべきである。通常、多くの作成者のウェブサイトには、共通の見かけ上やその他の形式に関する制限があるため、このような改善は、人口推計作成に責任を負っている者のみではなく、作成者の機関全体に及ぶこともある。

1.7 表形式あるいはグラフィカルな形式でカスタマイズ可能あるいはインタラクティブ

ブな投影データを利用者に提供する

48. 対話型のツールは、従来の受動的なコミュニケーションモードと比べ、利用者の体験はより動機付けがあり教育的なものとなりうる (Morgan and Henrion 1990)。いくつかの国際的または国の統計機関が利用者にそのようなツールを提供し、独自の表やグラフが作成できるようにしている (Box 1 はカスタマイズ可能な投影データの例を示している)。利用者調査の結果が示す通り、このようなツールは評価されており、推奨される方法とみなすべきである。4分の3以上 (77%) の回答者がカスタマイズ可能な表へのアクセスが重要あるいは非常に重要であると感じている。

49. しかしながら、少数の利用者調査の回答者 (3 人) は、利用者が結果を取り出したりグラフ化するだけでなく、自由にカスタマイズした仮定設定の組み合わせに基づく独自の推計が作成できるような、より柔軟な対話型ツールを推計作成者が提供すべきと回答した。このようなツールは、利用者の様々なニーズにより広く対応できる可能性を秘めているが、これには危険性がないとは言えない。その一つは、疑問のある結果が、ツールを提供した推計作成者のものとされてしまう危険性である。それは、たとえその結果が、非現実的な仮定により作成されたもの (恐らくは利用者の人口学的知識が不足しているため) や、利用者が意図して個人的な目的に合致させるために作成したものでもある。同様に、推計作成者の名前が、カスタマイズによる推計に権威や透明・中立性を与えるために使われ得ることも考えられる。これらの勧告のレビューの過程において、いくつかの作成者は、特に誤用の危険性について、この主張に対する深刻な懸念を表明した。このような懸念に対して、利用者のカスタマイズした推計に対する要求を認める好ましい代替案としては、彼ら自身に推計を「実行」させることである (コストはかかるが)。このケースでは、推計作成者は、利用者に対し、仮定は彼らによるものであること、推計作成者の役割を明確に述べること (単にカスタマイズした推計を実行できる環境を提供しているだけであること) を要請すべきであろう。

Box 1 : カスタマイズ可能な投影結果の例

ノルウェー統計局

Statistics Norway

ノルウェー統計局は、希望する形の表やグラフを作成するためのツールを提供している。異なる変数 (例えば、人口、成長の様々な要素、および平均余命) およびこれらの変数に対する値 (例えば、特定の年齢) を選択することが可能である。比較のためにさまざまなシナリオを選択することも可能である。出力は多数のフォーマットで保存することができる。

参照 : Statistics Norway (2016)。

コロンビア統計局

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Colombia)

コロンビア国家統計局の人口推計 Web サイトでは、分ごとの人口の更新、特定の日の人口、および年間の人口比較などの双方向の視覚化が提供されている。利用者は地域または州ごとにデータをフィルター処理して、異なる年を比較し、年齢別指標を選択できる。

参照 : Departamento administracionrativo Nacional de Estadística (2017)。

欧州連合統計局

Eurostat

Eurostat のデータベースは、カスタマイズされた表を作成するための幅広い可能性を提供する。利用者は、さまざまな仮定水準に対してさまざまな種類の出力と人口統計指標を選択できる。仮定（例えば、年齢別死亡率）を見ることも可能である。

参照 : Eurostat (2016)。

国連 United Nations

2015 年の国連世界人口推計の改訂版の Web サイトでは、地図、データ表、さまざまな出力のグラフ表示、主要な人口統計指標など、結果を表示するためのさまざまな方法が提供されている。利用者は特定の国の結果を選択できる。

参照 : United Nations (2015b)。

3章 - 透明性を高める

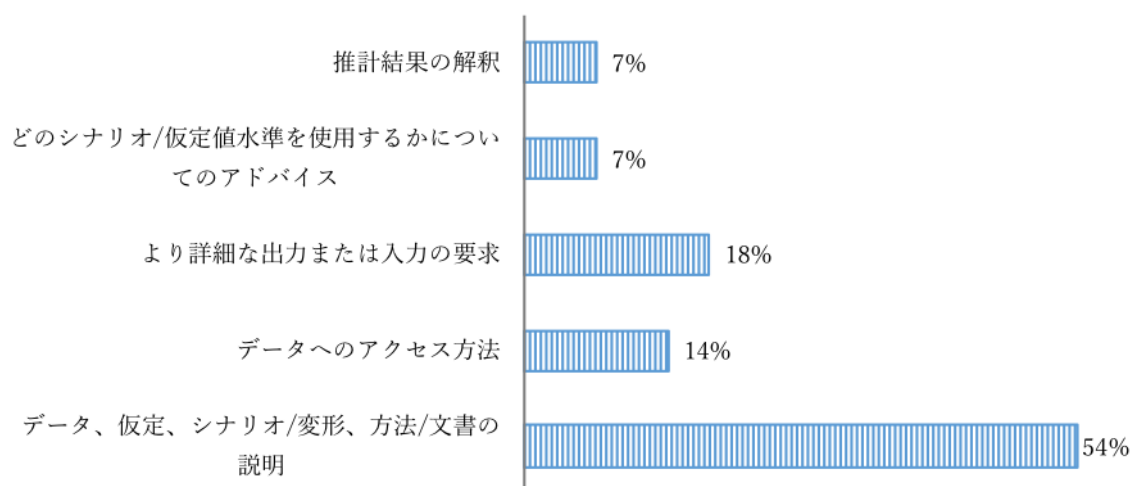
はじめに

50. 透明性はよい科学的実践の基本原則である。投影がどのように作成されているかについて詳細かつ明確な情報を提供することは、利用者が投影結果をより正確に解釈し、投影というものの制約や作成過程をより完全に理解できるようになることにつながる。透明性の重要性については、国連の公的統計の基本原則において、「公的統計のソース、方法論、作成過程についての透明性と、利用者がデータ品質の評価が可能であることは、データの利用の適切さを判断することを利用者に可能にする。従って、透明性は統計に対する利用者の確信性と信頼性を増大させることに大きく貢献する。」(United Nations 2015a)と記述されている。一方、National Research Council's Committee on Populationのパネルによる報告書は、「利用者は背景となる方法論と仮定のより明確な提示により恩恵を被るだろう」と結論している(National Research Council 2000, p. 12)。

51. 利用者はこの「背景」情報を重要視しており、利用者調査の多くの回答者が、現在の人口動向(90%)、仮定(86%)、方法論(78%)、データクオリティ(76%)のような情報を得ることは重要あるいは非常に重要であると回答している。これらの割合は、詳細な結果分析が必要だとしている割合(70%)より大きい。しかしながら、利用者調査の一定数の回答者が、現在の人口動向(21%)、投影の仮定(29%)、方法論(24%)、基礎データ(22%)に関する情報が十分に詳しくないと感じている。

図 4

推計作成者調査：あなたが受けた最も一般的な技術支援の要請は何ですか？ (N = 28)



52. この点について、作成者は投影がどのように作成されているかについての情報が結果報告書の重要な要素であると考えている。作成者調査の回答者は、投影仮定の記述に平均して全体の4分の1以上を割いており、これは投影の各要素の中で最も高いシェアとなっている。にもかかわらず、利用者調査の回答の中で最も不満がみられたのは、さまざまな報告書の要素の中で、人口推計の作成者の記述の詳細さについてであった。さらに、図4に示す通り、作成者が受けた技術的なリクエストの中で最も多いものは、データ、仮定、方法論に関する説明であった。

53. このように、作成者が投影仮定の説明に報告書の大きな部分を割いている一方で、それらの記述の焦点や内容を、定性的な情報や詳細な定量的データの両者について、利用者のニーズにより合った形にすることによって、潜在的な改善が図れるであろう。以下の推奨される方法は、人口投影をどのように透明性を確保しながら伝達できるかについての一般的な推薦事項とアドバイスを提供するものである。

推奨される方法

2.1 データ、方法論、仮定に関する記述を提供する

54. ここまでに述べた通り、いくつかの理由により利用者は投影結果に関連する背景情報の方に高い価値を置いている。de Beer (2011 p. 215)にある通り、方法論と仮定に関する十分な記述は、「利用者に推計結果をどのように解釈すべきかを定めることを可能とする。」のである。また、仮定と方法論に関する明確な記述は、投影が利用者のニーズに十分に適合しているものな

のかについて、利用者自身が判断することを可能とするのである (Armstrong 2001)。Morgan and Henrion (1990)は、科学的研究に関する報告書は、他者がその結果を再現できるだけの十分に詳細な水準の作成過程と前提に関する記述を提供すべきだと述べている。これは実際問題としては難しいものであるが、報告書は再現性を理想として念頭に置きつつ作成されるべきである。

55. 従って、モデル、データ、方法論に関する詳細な記述の提供が推奨される。このような目的を達成するために推計作成者に助けとなる幾つかの方法を述べる。

- 利用したデータソースを明確に特定し、その品質に関する重要な点と投影の質に影響を及ぼす点に関して述べる。また、投影に用いる初期データの評価手法と調整に関する情報について提供すべきである。
- 現在の人口動向に関する記述と投影の仮定との論理的な結びつきについて明瞭にすること。de Beer (2011)にある通り、仮定と方法論の選択の背景となる議論、及びその帰結が提供されるべきである。例えば、補外については基礎期間の選択について、特にそれがセンシティブや重大である場合には、影響について述べるべきである。
- 必要に応じて基準人口を得るために必要となる手順を簡単に記述すべきである。いくつかの国では、基準人口は一つ前のセンサスや住民登録から導き出されたものとなっている。しかしながら、(範囲や他の要因などに関する)調整がなされていることがほとんどであり、従って、報告書の中でも記述されるべきである。これは仮定設定 (例えば移民の統計と人口動態統計) など、投影に用いられる他のデータについても同様である。
- 投影のパラメータを計算するのに用いられた方法論を記述すべきである。通常の結果とは独立したテクニカルレポートを作成するのが効果的な方法である (例えば、Aase et al. 2014, Bohnert et al. 2015, United Nations 2015b)。推計作成者はこの代わりに、結果の公表に続いて投影に関する特定の話題を記述した一連のテクニカルペーパーを作成するという方法もある。この方法は作成者にレポートを作成するためのより多くの時間をかけることとなり、技術的情報を定期的に提供できなくなるというデメリットがある。
- 投影モデルに関する一般的な記述を、そのメリット・デメリットとともに提供する。もし既存の参照可能な記述があるのであれば、報告書の中でここに多くの部分を割く必要はないかもしれない。
- 投影のインプットデータ (年齢別出生率など) を、投影の作成と同じくらい詳細に報告する¹⁶。しかしながら、これは公表可能なインプットデータの詳細さの程度によっては必ずしも可能とは限らないかもしれない。この意味でのよい方法は、データや方法

¹⁶ 詳細な推計入力値を提供する推計担当者の例は以下。Eurostat (2016)、Statistics Norway (2016)、

論について利用者と直接コミュニケーションを取るようにし、リクエストに応じてインプットデータを提供することである¹⁷。

56. 最後に、投影に関する中心的情報を公表物の一定の割合として割くのがよい方法である。多くの作成者は多様な統計的プログラムに関する情報の提供にウェブサイトの一定の部分を割いている。しかしながら、そこで用いられているフォーマットは、調査やデータ収集法などの他の統計的プログラムとは異なる人口投影との関連性があまりない。人口投影の特性に適合した標準的フォーマットを適用することにより、投影に関する中心的情報へのアクセスをやすくすることが可能となる。付録Cは、このような目的のための作成者へのテンプレートを示したものである。さらに、このテンプレートに含まれる多くの部分は、今後新しい人口投影が公表された際、(今後作成される) UNECE の人口投影のメタデータに関するデータベースにも報告されるべきものとなっている。

2.2 利害関係者を認識し、全ての協議の過程と結果を記述する

57. 人口投影は、一般的な公的統計と同様に、民主主義国家におけるよりよい意思決定のための情報提供を目的としている。人口投影の独立性・公平性は、この要請されている役割を果たすために満たすべき前提条件である (United Nations 2015a)。人口投影の利用者は、独立的かつ公平な結果を期待しており、これらの原則は一般的に推計作成者にも守られている。そして、透明なアプローチは、このような原則の維持やさらなる推進に寄与する。ここでの推奨される方法は、報告書の中に、予算やその他の理由により、人口投影の作成に影響的な役割を果たす者を含めた、利害関係者に関する記述を行うことである。また、可能であれば、人口投影の作成に関する利害関係者の影響 (仮定の変更など) についても特定すべきである。

58. 利害関係者が含まれるか否かに関わらず、多くの推計作成者は人口投影を行う過程において何らかの形の協議を行っている。作成者調査のデータによれば、3分の2の作成者が報告書の中でそのような協議に関する記述を行っている。

Statistics Portugal (2016)、Statistics Sweden (2016)。

¹⁷ 推計作成者調査によると、作成者は利用者からの入力データに対する要求に従う傾向がある。実際、調査に参加した作成者の83%が、要求に応じて利用者が推計または同様の推計を再現できるように、詳細なパラメータ/入力データを配布すると回答した。

表 3

作成者調査：推計の作成中に何らかの利害関係者と協議した場合、このことを報告書に記載しましたか？ (N = 31)

全ての協議について記載した	11
いくつか協議を記載した	8
協議について記載しなかった	10
あてはまらない（協議を行ってない）	2

59. 協議に関する記述は、投影の作成においてなぜある決定がなされたのかについての位置付けに関する理解をしやすくする。このような記述は、ある箇所について、それがコンセンサスを得ているものなのか、それがないものなのか、またどこに大きい不確実性が存在するものなのかを示すものともなりうる。専門家への協議過程の包括的な記述の推奨される例が付録 D にある。

2.3 重要な用語を報告書等の中で明確に定義する

60. 利用者に的確に理解されるためには、明確で適切に定義された用語を用いて伝達することが必要である。従って、重要な概念は、報告書などの中で用いられる度に定義するべきである。このために推奨される方法としては、報告書の中に重要な事項に関する用語集を含めることが挙げられる。特に、人口投影に関係する、投影、予測、シナリオ、複数仮定などについてはきちんと定義をすべきであり、利用者がこれらの用語について推計作成者と同じ理解を共有していると想定すべきではない。

2.4 新しい投影結果が以前のものとどのように異なるかを記述する

61. 推計作成者は、基準人口が新しくなった時（新たなセンサスが利用可能となった時）などの定期的なスケジュールや、重要な人口上の変化が発生したあるいは発生しそうな時などに、人口投影の改定を行う。このアップデートにより、利用者は新たな前提や結果、方法論を知ることが必要となる。このための推奨される方法としては、以前のバージョンからの変更点を最初に示すアプローチである¹⁸。人口投影に詳しい利用者にとって、このような情報は大いに理解の助けとなる。また、利用者は新しいバージョンのリリースの時期を認識し、定期的ではない更新についてもその改定をタイムリーに知ることとなる。また、そのような定期的でない更新に関する要因も関連する情報となる。

¹⁸ Vandresse (2017) は、以前の版からの変更点に関する文書の例を提供した。そこでは、推計がいかに仮定に依存しているかを強調している。仮定は、それ自体が国内および国際的な人口動向を反映している。方法論の主な変更点についても述べられている。

2.5 以前の投影の評価を行う

62. 多くの作成者は過去の投影結果のパフォーマンスの分析を実行しており、時には、新しい投影の報告書を補うものとして、過去の推計に関するかなり詳細な分析を付していることもある。過去の歴史的な人口投影による結果を繰り返し比較していくことにより、人口投影の限界を示すとともに、利用者に対して人口投影から何が合理的に期待できるのかについての情報を与えることができる。このような評価を行うことは、作成者にとっても過去の不正確源を反映し、将来の投影の実行にあたり、その仮定や方法論を改善するための基礎とすることができる (Wilson and Rees 2005)。また、過去の誤差の測定は、確率推計の作成上、推計結果に関する予測区間の作成にも用いられてきており (e. g. Keyfitz 1981, Stoto 1983)、確率推計の調整作業において重要である。

63. しかしながら、このような評価については注意も必要である。人口投影が完全なる正確性を有していないということは、これらが利用に値しないということの意味するものではない。実際、将来というのは観察されるだけのものではなく、作られるものでもあると考えなければならない (Romaniuc 1994; Romaniuk 2010)。人口投影は、利用者がその性格を理解した上で、はじめて施策立案の資料として機能しうるものである。しかし、投影がその理解の上に立って、将来に影響を与えるための資料として用いられ、そしてその結果として投影が正しくないものになってしまうという事実、すなわち、「予言することによって実現しなくなる予言 (self-defeating prophecy)」になってしまうことは投影の逃れられない性格である。もう一つの注意点としては、人口投影は以前のものとは完全な比較を行うことは決してできないということである。それは、方法論や人口学的な状況が変化してしまうためである。これらの警告については常に注意を払い、関連する報告書等の中で利用者に対して発信されるべきである。

64. 過去の推計の詳しい評価は理想であるが、作成者は必ずしも新しい推計が作成されるたびにこれを行う必要はない。なぜなら、直近一回だけの評価は短期間の評価にとどまってしまうこと、重要なパラメータの短期的な変動が投影と実績の間に大きな乖離を生じていることもあり、必ずしも有用な評価とならないことがあるからである。従って、過去の一連の投影結果を評価する方がよりよい方法となりうる。少なくとも、報告書においては、投影の不確実性に関する広範囲な理解についての論理的な議論と結びつけながら、過去の推計のパフォーマンスに関する参考文献を示すことが推奨される¹⁹。

¹⁹ 過去の推計パフォーマンスを伝える例: National Research Council (2000)、Shaw (2007)、Statistics New Zealand (2008)、Dion and Galbraith (2015)、National Statistics Office (2015a)、Majerus (2015) Statistics Sweden (2012)。

4章 - 不確実性を明らかに示す

はじめに

65. 不確実性²⁰に関する問題は、科学的な方法論において、現在の科学者が取り組むべき緊急かつ重要な分野の中でも、周辺的なものから中心的なものへと変化しつつある (Funtowicz and Ravetz 1993)。人口投影にとっては、これは将来最もあり得そうな人口の規模や構造への関心のみではなく、将来投影値の不確実性についても関心が向けられていることを意味している。

66. 各種の組織は、内的あるいは外的な要因が、その目標実現に与える可能性のある影響を測定し、運営を行う観点から、リスクマネジメントに乗り出している。通常、リスクマネジメントはリスクの評価を提供するが、この評価は、ある組織における不確実性の影響として定義され (ISO/IEC 2009)、その組織の目標に関する不確実性の影響の観点から、発生確率を考慮しつつ測定される。例えば、International Organization for Standardization (ISO)は、リスクが許容可能かに関する程度を決定するためのリスク評価に関する定式化されたフレームワークを提供している (ISO 2009)。

67. 不確実性を伝達するもう一つの理由は、不確実な事象への対応はより確実性のある事象への対応とは異なることにある。時には、不確実性の存在によって、予定していた行動を延期したり、予防手段や将来に適應するための政策を取ったりすることが必要となることがある (National Research Council 2000)。予防原則では、ある行動のリスクが科学的かつ十分な確実性を持って評価できない時には、緩和策や予防手段を取ることとされている²¹。この原則は国際的にいくつかの分野；環境 (Kriebel et al. 2001)、健康 (World Health Organization 2004) で採用されており、経済や政治においてもより一般的に使われている (Commission of the European Communities 2000)。

68. 意思決定を助けるための重要な手段となることに加えて、不確実性の伝達は利用者の

²⁰ Knight (1921)の区別に従えば、この章における不確実性は偶然的である (つまりランダム性から来るとき) とともに、その起源が私たちの知識不足にあるときは認識論的でもある。人口推計の場合、将来の人口増加についての私たちの知識は不確実である (de Beer 2000) という結果は同じであっても、不確実性が過去によって完全に特定されていないという事実 (固有のランダム性) から来るのか、それとも認識論的限界 (データの不正確さを含む) から生じるのかという疑問は形而上学的な問題である。結局、Morgan and Henrion (1990 p. 63) が説明しているように、「その変動を説明することができるパターンやモデルを知らないのであれば、数量はランダムであるように見える」。

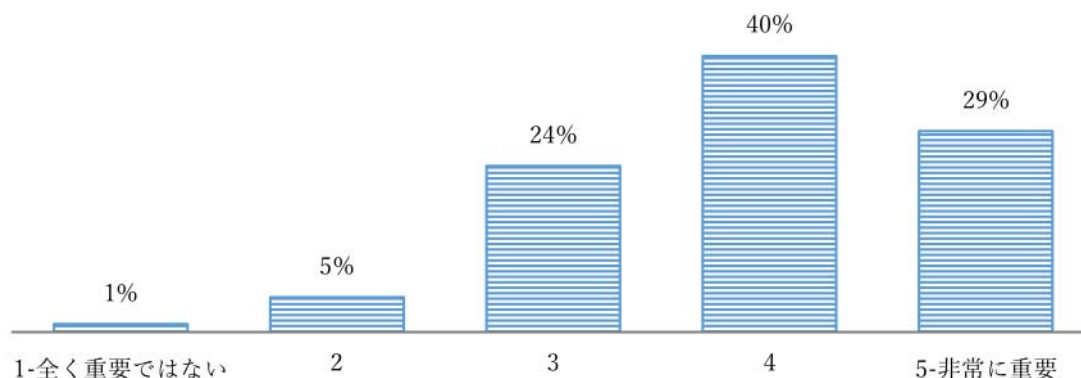
²¹ UNESCO (2005) は予防原則の実用的な定義を書いている：「人間の活動が、科学的にもっともらしいが不確実な道徳的に許容できない害をもたらす可能性がある場合、その害を回避または軽減するための行動が取られる」。

信頼を促進し、利用者の期待の管理を助け、科学的な立場を忠実に反映するものとなる(World Meteorological Organization 2008)。

69. 利用者調査の結果から、人口投影結果の報告の際に不確実性の度合いを伝えることの重要性がうかがえる。不確実性の定量化を提供している機関がわずかである一方で、利用者調査回答者の多く(69%)が投影の不確実性を定量的に示すこと²²は「重要」あるいは「非常に重要」と感じている。一方で、「全く重要でない」と考えているのは極めて少ない(1%) (図5)。

図5

利用者調査：人口推計の使用に関して、推計の不確実性を定量化することについての重要性 (N = 148)



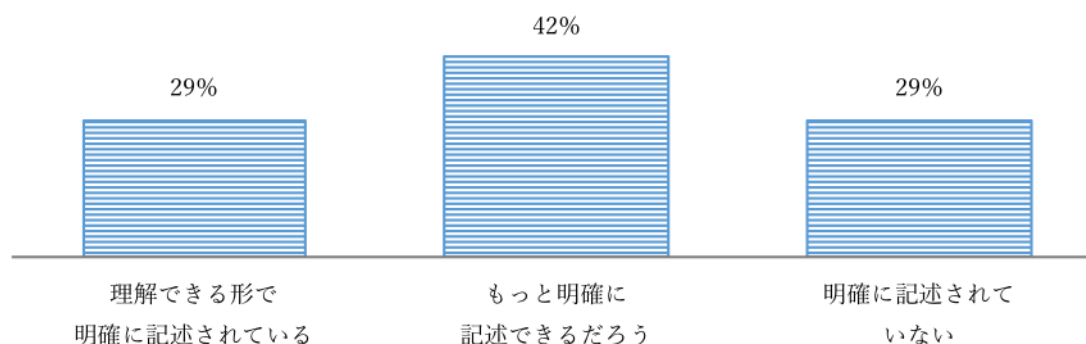
70. 利用者調査の結果によれば、利用者の多くは不確実性の発信は改善可能だと考えていることが示されている(図6)。人口投影の直近のバージョンによる情報について尋ねたところ、29%の回答者は不確実性について「明確」あるいは「理解できる形で記述されている」と感じている²³。しかしながら、全く同じ割合の回答者からは「明確に記述されていない」と、5分の2からは「もっと明確に記述できるだろう」との回答が得られている。利用者調査の回答者の多数が人口投影の不確実性の理解に関心を示していることは、このような情報への需要があることを意味する。これは不確実性の伝達を改善するためのリソースを増やすことに対する、推計作成者への動機付けとなりうるだろう。

²² この報告書の後半の図7に示すように、ほとんどの機関はもっともらしい範囲の結果を表すと思われる一連のシナリオを公表している。

²³ すべての回答者は、複数のシナリオが含まれる人口推計を実施している国から参加している。

図 6

利用者調査：推計の不確実性についてのあなたの意見は (N = 119)



71. 一般的に人口学者の間には、人口投影の不確実性の取り扱いは未だに十分な開発がされていない領域であるとの考え方がある²⁴。O' Neill et al. (2001)は、人口投影が適切に用いられることを確実にするためには、それに伴う不確実性を正確に特徴付けることが不可欠であるとしているが、一方でそのような不確実性の特徴づけに関して一般的に受け入れられている方法はないとしている。将来を推測するという人口投影の性格は、不確実性の評価、特に定量的に行うことを困難なものとしている。実際のところ、将来というものはデータを収集できるような実験ではない。それにも関わらず Keyfitz (1981, p. 579)が述べている通り、「人口投影の利用者は、産出量や失業率の推計の利用者に劣らずその誤差を知ろうとする」のである。

72. 予測値の不確実性を測定するために、時系列に関する確率モデルに関する大量の研究を含む多くの技術が開発されてきた。人口学的な研究においても死亡率に関するリー・カーター・モデルなどの予測方法の開発がなされてきた(Lee and Carter 1992)。Smith (1997)と O' Neill et al. (2001)は、不確実性をどのように表現し利用者に伝えるのが最適かを考える努力は、人口投影の品質と有用性を改善する鍵となることから、優先的に研究すべきであると述べている。Jenkins (1982)が指摘した通り、予測や投影は、その品質が悪いからではなく、予測と意思決定の間の関係に十分な注意が払われないためにその目的を達成できないことが起こるという観点で、この点は重要といえる。Campbell (2011 p. 4892)の中に、不確実性に関して科学者が直面する困惑についてのよい記述が見られる。それは、「利害関係者や一般に対する情報発信

²⁴ 人口推計の不確実性に関する妥当な測定は、最近数十年間のいくつかの研究において、改善を厳しく要求する分野として認識されている (Keilman et al. (2002)、Keilman(2008)、National Research Council(2000)、de Beer(2000)、Lee(1998)、Keyfitz(1981)およびStoto(1983)を含む)。これはまた、「公的人口推計は人口予測を取り巻く不確実性についての重要な問題を看過してきた」と述べた国家研究評議会の人口委員会の人口推計委員会 (the Panel on Population Projections of the National Research Council's Committee on Population) が作成した報告書の結論でもある (National Research Council 2000, p. 12)。

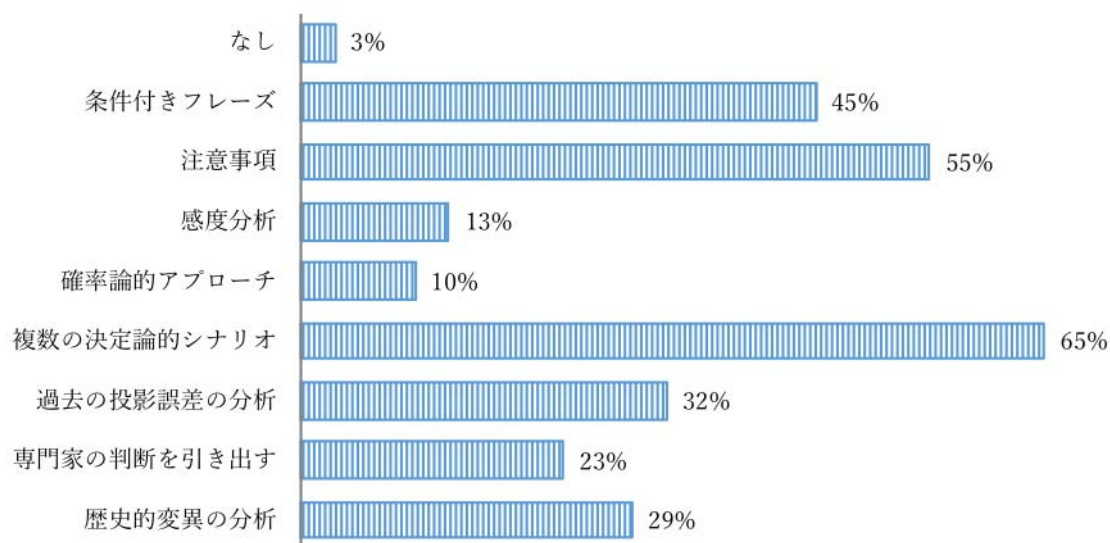
に関してオープンで透明であるためには、科学的な不確実性の明確な認識を必要とする。しかしながら、これを行うことにより、示された不確実性そのものが、一般からの信頼を損ねることになるのではないかという強い不安を生じさせる。この矛盾の解決は、その文脈とこれをどのように説明するかにかかっている。」というものである。

現状

73. 現在の状況の調査により、推計作成者の人口投影の不確実性の発信とそこで用いられている方法が一様でないことが明らかとなっている。例えば、図7は、推計作成者が、報告書の中で不確実性を発信するために用いた方法論を示している。多くの作成者が、複数の決定論的シナリオと注意書きを用いている一方で、半数弱は結果が不確実性を持つ性格であることを簡単かつ効果的に示す手段として、条件付きといった表現を用いている。

図7

推計作成者調査：公表伝達において、推計の不確実性を利用者に伝えるために使用された方法（複数回答）（N = 31）

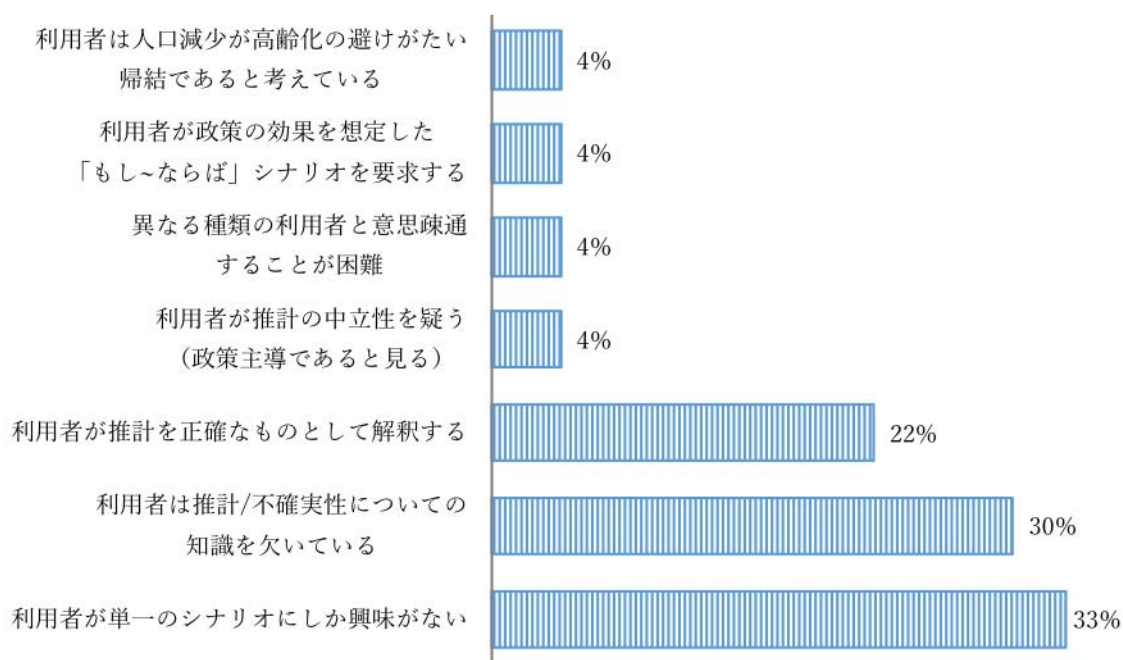


74. 調査結果はシナリオの数やそれを特徴付ける情報や用語についても様々であることを示している。例えば、ある推計作成者は「尤もらしい」シナリオや一つだけのシナリオを示しているのに対して、別の作成者は起こりやすさに関する評価をしない複数のシナリオを提供している。「予測」と「投影(推計)」の間の違いのような基礎的な用語の使い方や定義についてさえ、推計作成者間で大きな違いが存在している。この違いは、近年、予測区間を提供するための確率推計に関係する資料の中で大きいものとなってきている。

75. 不確実性を表現することへのためらいは人口投影の作成者に限ったわけではなく、一般的に科学的コミュニティ全般の話でもある。Fischhoff (2012)はこの一部の専門家によるためらいのいくつかの原因を述べている。それは、不確実性は間違いや不正確性を強調したものとして見られること、不確実性が意図したように理解されないこと、専門家が不確実性の発信に批判的であること、そして、最も基本的なものとして、専門家が多くの場合、不確実性を表現したり正確に測定したりする方法を知らないことである。作成者調査の結果からこのような点を確認することができる。およそ3分の1の作成者は、利用者が単一のシナリオにしか興味がないか、投影や不確実性に関する知識が欠如しており、投影の不確実性に関する情報の提供は困難であると感じている。

図 8

推計作成者調査：人口推計の不確実性を利用者に伝える際に感じられる課題（たとえば、推計利用者は推計について共通の誤解をしているか）（N=27）



76. 推計作成者が不確実性を伝えるために用いられる方法は二つの主要なアプローチに分けることが可能である。それは、決定論的シナリオと確率推計である (O' Neill et al. 2001, Lutz and Samir 2010) が、これら二つのアプローチを以下にまとめる。

決定論的（シナリオ）アプローチ

77. 人口投影の利用者はしばしば最も起こりうる結果にしか関心がなく (Lutz et al. 1994)、複数のシナリオが提示されると中位仮定を最も起こりやすい／蓋然性の高い結果として解釈しがちである (Keyfitz 1981)。このような傾向にも関わらず、多くの推計作成者は種々の方法を用いて人口投影の不確実性について知らせることに努めている。推計作成者に最も多く用いられているのは、総人口規模の範囲が最も大きくなるように人口変動要因を組み合わせ、複数仮定による結果を提供するものである。例えば、低成長シナリオは、低出生率・高死亡率・低移入率・高移出率を組み合わせた仮定で構成される。この方法は単純でかつ利用者に対しても透明性が高い。

78. Willekens (1990)が説明するように、シナリオアプローチは、「不確実性を扱うための方法論である。その目的は将来を予言することではなく、利用者に対して、どの決定を行うべきか、どのような行動を計画すべきかについての、複数の内部的に整合的な将来を提供することにある」。このアプローチにより、利用者は比較を行うことが可能となり、人口動態率に関する仮定 (実現可能性が高いものから、現実的ではないが政策立案上示唆のある仮想的なものまでをも含む) の変動が、投影結果に与える感応度を理解することができるようになる。このような比較は一種の感応度分析による結果を示すこととなるため、潜在的な動機付けや政策立案にとって有益になることもある。実際、Sanderson et al. (2003)が示している通り、政策担当者は異なるシナリオの観点で思考し、異なる政策の結果を評価する形で考えることを行う。複数のシナリオにより、将来にはただ一つの可能性だけでなく、複数の可能性が存在することを示すことによって、人口投影の不確実性に関する性格を明らかにすることが可能となる。

79. Romaniuc (1994)と Romaniuk (2010)はシナリオアプローチの有用性を、**前向き分析**の観点、すなわち、将来を探求し運営するための手段の観点から記述した。前向き分析は、**prediction**と、その対極にある **simulation**との間に位置する。prediction は将来を予言することを目的とし、simulation は前提に対する解析的信頼性に関わらず、所与の前提の下で結果を示す (プロセス志向)、あるいは、所与の結果に到達するための条件を見つける (ゴール志向)を目的とする。

80. さらに、いくつかの推計作成者は、確率的な推計や結果を公表することを否定している (次節で述べる確率推計アプローチのように)。その理由としては、それが正確性に関する誤解を生じさせ、過去の推計のパフォーマンスを正当化できないことを挙げている (Lutz et al. 2004)。

81. しかしながら、シナリオアプローチはしばしば人口投影の不確実性を評価し伝達する上で不満足な方法であると考えられてきた(例えばLee 1998; de Beer 2000; National Research Council 2000; Keilman et al. 2002; Bijak et al. 2015)。シナリオアプローチの制約として言及されているいくつかのポイントは以下の通りである。

- シナリオアプローチは人口投影の不確実な特性を十分に反映していない(National Research Council 2000; Bijak et al. 2015)。
- 最もよく行われる「高成長対低成長」という定式化においては、シナリオアプローチは総人口規模の観点からしか意味のある複数シナリオを与えておらず、その他の人口学的指標や確率的な整合性に関して、その複数シナリオを示すものとはなっていない。例えば、「高成長対低成長」の組み合わせは総人口規模の変動とは対照的に老年従属人口指数の変動幅を狭める傾向がある (Lee 1998, Lee and Edwards 2002, Keilman et al. 2002)。実際、確率推計による結果と比較するとその区間は狭すぎるものとなっている (Lee 1998, Lee and Edwards 2002, Keilman et al. 2002)。シナリオアプローチにおいて現実的な結果を与えるためには、不確実性を評価しようとする目的変数に合わせてシナリオを設定する必要がある。例えば、老年従属人口指数については、高死亡率・高出生率と低死亡率・低出生率を見る必要がある。これらは複数の結果についてのシナリオを設定する際にはさらに複雑となり、またシナリオ間の整合性もなくなってしまうであろう。
- 同じような範囲の総人口規模を生じさせる出生、死亡、移動の組み合わせはいくつかのやり方がある。少ない数のシナリオを比較するシナリオアプローチでは、人口成長に関する様々な要因を組み合わせることが可能な無限のやり方を捉えることはできない(Lee 1998)。
- 入力される異なるパラメータに確率が付与されていないため、決定論的シナリオによる結果は確率的な解釈ができない。また、シナリオの設定を更新することなく、ある特別な目的に関する区間の幅を求めることはできない。これらの特性は、立案の目的のための決定論的複数仮定の有用性に制約を与えるかもしれない。
- 投影の尤もらしさに関する記述を避けるために、いくつかの作成者は、各シナリオの尤度や確率を与えることなしに複数の投影を提供している。しかし、これは人口投影が通常作成される方法と矛盾している。実際、Keyfitz (1972)が述べている通り、多くの推計作成者は彼らが最もあり得そうだと考えるものに基づいて仮定設定を行なっている。なぜなら、そのような評価なしには、いかなるシナリオも他よりよいものとはならず、いかなるシナリオにも特別な価値はないものとなるからである。その一方で、推計作成者が投影を予測と捉えたくないとしても、利用者にそうするのをやめさせることはでき

ない。「最もありそうな」という記述を取り除いたとしても、政策立案者には他に選択の余地はないのである。しかしながら、実際に多くの意思決定者は、それがたとえ主観的なものであっても、投影がどの程度信頼できるかに関するいかなる情報でも喜んで受け入れるものである。de Beer (2000 p.26)によれば、利用者に独自の選択をさせることは、専門知識の最適な利用には思われない。同様に、Keyfitz (1981)は、利用者の異なる結果の起こりやすさの評価は人口学者に依存しており、彼らが行わなければ誰にもできないものであるとしている。

- シナリオ自体の解釈が難しいこともある。実際のところ、シナリオは必ずしも現実的とは言えないような、高い相関、あるいは完全な相関を前提としていることがある(de Beer 2000, Keilman et al. 2002)。例えば、単独のシナリオについては、ある要因や要因間について時系列的に完全な相関が仮定されている(例えば、一定の高死亡率と低出生率の仮定)。ある変数の結果の範囲を提供するために特別に設定された場合などでは、シナリオ間の高い相関が仮定されることもある(例えば、総人口)。

確率論的アプローチ

82. 近年、上で述べたようなシナリオアプローチに伴う不整合を解決し、警告を行うために、多くの研究者から人口投影におけるパラダイムシフトが提唱されてきた。これらの研究者らは、不確実性は確率を用いて特徴付けるべきであるとし、不確実性の測定を確率論的方法によって提供すべきとしている。

83. 基本的に確率推計は他の科学分野における**不確実性解析**のために開発された手法を借りて人口投影に応用したものである²⁵。不確実性解析はモデルの結果における不確実性の定量化から成っている(Saltelli et al. 2008)。不確実性解析の一般的な手順は以下の通りである。(1)測定過程を定義し、(2)誤差モデルを開発し、(3)誤差のソースと分布を特定し、(4)不確実性を推計し、(5)不確実性を組み合わせて、(6)解析結果を報告する。不確実性解析で用いられる方法論は、**感応度分析**に用いることもでき、「モデルの出力の不確実性の研究がモデルの異なる入力の不確実性を特定することが可能」と考えることができる(Saltelli et al. 2004 p.45)^{26,27}

²⁵ しかしながら、確率推計の利点のいくつかをシナリオアプローチの枠組みに取り入れるために、単純化された代替案が開発されてきた(例えば、Bertino et al. 2012; Goldstein 2004)。

²⁶ これはこの報告書で保持される定義である。しかし、Saltelli et al. (2004)が指摘したように、「感度分析」という用語は、設定や技術的領域に応じて異なって解釈されることがある。

²⁷ これは多くの場合、確率論的推計のメカニズムなしで行われる。たとえば、出生率の変動に厳密に関連する一連のアウトプットを得るために、出生率の80%予測区間の低い値と高い値で2つのシナリオを実行することができる。結果は、仮定の80%の予測区間で与えられた差異を反映するであろう。しかし、異なる出生力レベルの確率的投影から得られた80%の予測区間は、出生率と他の増加要素との間の非線形の交互作用の存在下(推計モデルがこれを許容する場合)では異なる結果を示す可能性がある。

84. 確率推計においては、パラメータは単一の値ではなく、確率分布を持った可能性のある値の範囲を取る。このような投影は、時系列分析による補外、専門家の判断、過去の予測誤差の解析、あるいはこれらの組み合わせによって構築される。人口変動に関する多様な要因に関する確率分布からパラメータの値をサンプルすることによって、膨大な数の軌跡が作成される²⁸。このアプローチによれば、各人口変動要因による不確実性を統合的に統合することが可能となる（仮にこれらが TFR や平均寿命など比較可能でない指標に集約されていたとしても）。結果として、いかなる結果変数（総人口、年齢階級別人口、年齢構造に関する指標など）についても、利用者は、多数のシミュレートされた試行（あるいは軌跡）による中央値と、特定の確率（通常、80%または 95%）に対応した予測区間を単一の予測として特定することが可能となる。

85. 決定論的推計と同様に、確率論的推計も仮定に基づいているゆえに、その不確実性は避けられない。Alho and Spencer (2005 p. 244) が述べている通り、「一般に予測者は確率的予測を将来の起こりやすさに関する彼または彼女の主観的な見方を代表するものとして記述するものである。」²⁹。しかし、確率推計は、不確実性についてのより多くの情報を取り込むことができ、また時間の経過とともに不確実性の伝播をよりよく模倣できるため、従来の決定論的予測よりも信頼性の高い不確実性評価を提供すると見なされる。

86. もちろん、確率推計は決定論的推計と同様、いくつかの欠点も存在する。これらについては多くの研究が存在し、それらは付録 E にまとめられており、確率推計に関する利点と制約に関する記述が提供されている（したがってここでは繰り返さない）。付録 F は不確実性解析と感応度分析が人口投影の分野でいかに類似しているかを示している。最後に、付録 G は確率推計結果を用いた意思決定への応用を示している。

推奨される方法

3.1 人口投影の不確実性を特徴づけ、伝達する明確な方法を開発する

87. 推計作成者は不確実性の定量化自体を意義あるものと考えべきである。これによって、不確実性の伝達に関して包括的かつ明確な方法の開発が自然に行われるようになるであろう。さらに、そのような方法を明確に解説することによって、人口投影の利点と欠点、またその中に

²⁸ より正確には、値は、変化の要素間相関(0と想定される)、男性と女性間(死亡率と人口移動のため)、年齢間(全要素)、および時間(全要素)といった相関を含む1つの大きな多変量分布から得られるべきである。

²⁹ この確率に対する主観的なアプローチはベイズ推定の枠組みでは自然なものであり、いくつかの確率推計の作成者によって採用されている。(詳細については付録 G を参照)。

ある不確実性の様々な発生源についても同様に、利用者が理解できるようになるだろう。

88. 明確な方法の策定には、投影の不確実性に関する情報を提供すべきである重要な変数（例えば総人口、人口変動要因、年齢構造指標）の選択が必要となる。例えば、先進諸国であれば人口の高齢化に関する指標が必要とされるであろう。政策立案者が必要としそうな他の指標としては、各年齢における学生のコーホートサイズ、労働市場に参入する人口規模などがある。このようなアプローチは現在多くの作成者において用いられている、シナリオに基づいて、高成長対低成長というような設定を行う、やや機械的なやり方よりも好ましいだろう。また、先に述べた通り、このようなやり方は総人口以外の指標については問題が起きることもある。

89. 包括的な方法としては、人口投影の不確実性を評価する異なる方法の利用を含むことも可能である。徹底したアプローチには、投影の不確実性に関する考えられる発生源、仮定設定に関する独立した専門家による質的評価、複数のモデル比較を通じたモデルの不確実性の推計、敏感または重要とみられる結果の感応度分析のための異なるシナリオの作成、確率推計による予測区間の作成などを含めることが可能であろう。この例はやや極端であり、推計作成者が不確実性を伝達するために利用できる種々の方法論を提示したものと考えられよう。このような包括的な方法は将来の気候変動の研究などの領域において使われてきている（例えば IPCC2013）。この章においては、これ以降の推奨される方法で、これらの手法の詳細について議論することとする。

3.2 不確実性の主な発生源を特定し認識する

90. 明らかに、人口投影に関する不確実性の発生源は無数に存在する。したがって、人口投影の不確実性に関する主な発生源を特定することは、政策立案者でさえ知らない発生源があることから推奨される方法といえる。最も重要な発生源は上で示されたような明確な方法に基づいた、詳細な分析のトピックともなりうる。確率推計においては、定量化できないが潜在的に存在する不確実性は、全般的な重要性に関連して特定し評価することができる。このようなことを実践することによって、人口投影が予言ではないことに関する観察を強化し、人口投影の透明性を高めることとなるだろう。人口投影の不確実性の発生源に関してはいくつかの論文や本において述べられてきており（例えば Hoem 1973 p.14, Lee 1998 p.157, de Beer 2000 p.2, Alho and Spencer 2005 p.238）、Box 2 にまとめられている。

91. 最後に、人口投影は、通常短い期間については、人口モメンタムや人口動態率³⁰の小

³⁰ 例えば、ほとんどの先進国における人口高齢化の推計は、現在の年齢構造を考慮すると、短期および中期的に頑健であると考えられることができる。

さい変動によってよいパフォーマンスを示すが、一方で、戦争、経済危機、自然災害のような予測できない事象の発生によって影響を受けることもある。例えば、突然の出生数の上昇（ベビーブーム）と、その 20 年後の突然の終了（ベビーバスト）などは予見することができなかった（Keyfitz 1981, Reher 2015）。人口投影に関する技術が大幅に改善してきたことから、現在ではそのような事象を当てられないことはなくなったと論じる者もいるかもしれない。しかしながら、実際そうだったという明確な証拠はなく、また、将来そのような予測の正確性に関する改善が起きるといふ証拠もない（Keilman 2008）。人口学者が、将来、予見できない人口学的事象によって驚くことはないだろうと信じるのは無茶なことと思える³¹。ファイナンスのような他の領域における予測者の悲惨な記録に鑑み、Taleb（2012 p. 9）は、「科学的知識の達成に関する（非科学的な）過大推定」に対して警告する。彼は、構造的な制約と偶然性に関する不可避的な認識不足から、確率的にはまれであるが結果に大きな影響を与える事象によって単純な評価ができない領域があると述べている（Taleb 2010）。このような制約は、人口投影の利用者に対しても明らかにすべきであろう³²。

Box 2：人口推計における不確実性の主な原因

- **データに関連する不確実性**：この不確実性には、基準人口や仮定の選択に使用される観測された動態率など、推計の構築に使用されるデータの不正確さが含まれる。1950 年以降の国連による世界人口推計をレビューすることで、Keilman（2001）は基準データの不正確さに関連した推計誤差が時代とともに減少する傾向があることを指摘した。にもかかわらず、特に質の悪いデータを持つ国々では、これが推計時点から 10 年後までの間、推計誤差の主要な原因であり続ける可能性がある。Keilman はまた、出生および死亡に関する質の低いデータが、合計出生率または平均余命の投影における誤差の一因となっていることを見出した（同書）。Lutz et al.（2007）は、中国の人口学的状況の不確実性が、確率推計で見出されるという例を示している。
- **将来の不確実性**：これは、推計に使用される仮定が将来の人口動向を正確に反映するかどうかについての不確実性である。この種の不確実性は時間とともに増加する。人口統計の水準や動向に影響を与える政策の実施など、イベントが発生するかどうかに関する不確実

³¹ 例えば、一部の地中海諸国では、1980 年代後半から 1990 年代前半に出生率の低下が見られたが、これは戦後のベビーブームとベビーバストと同様である。これらの変化もまた予想されていなかった（Alho and Spencer 2005, p. 232）。

³² 多くの人口学者は、人口推計はもっともらしい仮定の結果ではあるが、経済危機、戦争、自然災害などの予測不可能な出来事や状況を説明するものではないという警告や注意書きを公表している推計担当者の現在の慣行に示されているように、このことに気づいている（付録 H 参照）。また、National Research Centre（2000）が指摘したように、これらの出来事のいくつかは世界を大きく変えてしまうため、推計が意図していた当初の計画がその重要性をほとんど失うであろう。

性も含まれる。将来についての正確な情報は存在しないため、これらの疑問は確率と妥当性の観点から考える必要がある。

- **構造的不確実性**：これは、人口動態の理解およびそれらをモデル化する能力の限界における不確実性を意味する。専門家は、複雑なシステムやプロセスに内在する構造上の不確実性の大きさを過小評価する傾向がある (Morgan and Henrion 1990)。通常、人口推計方法論の一部は、構造的な不確実性の影響を受けない。たとえば、コーホート要因モデルでは、人口学的方程式は、人口増加と増加の要因（出生、死亡および移動）との間の正確な関係から成る。ただし、これらの要因をモデル化して将来にそれらを投影するときには、構造上の不確実性が関係する。

以下は、構造的な不確実性の考えられる原因である。

- 科学的知識の欠如
- モデリング過程の限界
- モデリング過程では考慮されない、起こりにくい事象
- モデリング過程で使用される指標の制限

3.3 人口投影結果が不確実性から逃れられない特性を有することを高レベルの報告書に明確に記述する

92. 人口投影が不確実性から逃れられない特性を有することは、全ての高レベルの報告書や概要版の一部に簡単、明確かつ率直に記述されるべきである (Wardekker et al. 2008)。人口投影の利用者は、簡便な形で説明あるいはまとめられていなければ、不確実性について理解することはできない (Campbell 2011, Fischhoff 2013)。不確実性の概念に関する議論と、それが結果の解釈のどのように影響を与えるかについては、非専門家に対して特に有用である。高レベルの報告書に不確実性に関する記述を含めることにより、ジャーナリストたちがこの話題を取り上げる機会が増加する。人口投影の不確実性に関する記述は、定量化や測定を必要とはしない。反対に、記述としては短く、簡単で、人口投影が推測的な性格を持つことを一般的に知らせることを助けるようなものにすべきである。Box 3 は、プレスリリースや他の高レベルの報告書に含めることが可能な不確実性に関する簡単な記述例についてまとめたものである。

93. さらに、このような特性に関する短い導入セクションとして、不確実性がどのように結果に影響を与え、与えられた投影の中でどのように扱われているのか、各セクションの中で不

確実性に関する情報がどこに示されているのかを読者に示しながら説明するということもできる。そのような導入セクションには、何が分かっているのかの不安定性が高いのかに関する評価や、報告書の他の部分で詳細に議論されるであろう不安定性に関する主要な発生源のまとめについて、2章で議論された段階的情報開示の技術を用いながら説明することもできよう（推奨される方法 1.2）。

94. 推計作成者による直近の報告書のレビューによれば、多くの作成者が程度の差こそはあれすでに人口投影の不安定性に関する高レベルの情報を作成することを行ってきている。付録 H は、人口投影の不安定性について伝達する方法についての数々の例を示したものである。有用なアプローチは以下を含んでいる。

- 投影とは、将来何が起きるかについての予言を目的としたものでもなければ、不可避的な将来を記述するものでもないこと
- 複数の決定論的シナリオが公開されている時には、利用者は、それらの比較を通じて、単一の結果ではなく投影結果の幅を考えることが望ましいこと。
- 確率推計が作成されている時には、可能であれば異なるレベル（例えば、80%と 95%）の予測区間が公開されるのが望ましいこと。また、一つか複数の軌跡を示すことが、不安定性が経時的にいかにより大きくなるかを示すことやこのアプローチの理解をやすくすることに役立つこと（e. g. United Nations 2015b）。
- 投影の正確さは経済危機、戦争や自然災害のような、予期するのが困難あるいは不可能な数々の要因に依存していること。
- 投影は不安定性を伴い、それは投影期間が長くなると増加していくこと（例えば、まだ生まれていないコーホートの特性に関する人口投影の不安定性は、将来の出生パターンに関する仮定を必要とするなど、極めて大きくなること）。
- 「どの系列を使うべきか」など、利用者からの一般的な回答を提示すること。これは複数のシナリオを使うことが将来のトレンドに関してより現実的な姿を描けることを説明するための機会ともなる。
- 現在人口推計と人口投影の違いを述べること。
- 人口投影のある部分は他の部分に比べてより大きな不安定性があることを述べ、それがなぜそうなるのかを説明すること（例えば、移入のレベルは経済や施策変更の結果を受けて変動しうること、移出のレベルに関する知見はデータクオリティの関係から極めて乏しいことから、純移動に関する仮定は極めて不安定性が高い）。

Box 3 : ハイレベルの公表資料における不確実性の伝達における推奨される例

ドイツ連邦統計局 (Destatis)

プレスリリース

この例では、プレスリリースの一部が、人口推計の不確実性を説明するためにあてられている。このリリースでは、多くの仮定水準が公開されていること、およびそれらがどのように作成されたかについて言及されている。これにより、より正確な報道が行われる可能性が確実に高まる。

「ヴィースバーデン - [...]第 13 回調整人口推計の結果を発表するために、連邦統計局 (Destatis) の局長、Roderich Egeler が記者会見で述べたところによれば、2013 年に 8080 万人であった人口が増加すると推計された。5 年から 7 年の期間は純移入、その後減少すると想定されている。彼は続けて、人口は 2023 年の前に 2013 年の水準を下回るだろうとしている。

ただし、長期的な人口投影は予測ではない。彼らは「if-then 文」を提供し、特定の仮定に基づいて人口とその構造がどのように変化するかを示す。ここに示されている結果は第 13 回調整人口推計に含まれている全 8 つの仮定水準のうちの 2 つによって得られたものである。これらの水準は以下の仮定に基づいて、2060 年までの変化を述べている：年平均出生率が女性 1 人当たり 1.4 人の子供で、平均出生年齢が上昇し、平均寿命は 7 年 (男性) と 6 年 (女性) 伸長し、移動は 2 つの異なる仮定に基づく [...]

参考文献：ドイツ連邦統計局 (Destatis) (2016)。

世界人口の安定化は今世紀中にはない

Science の記事

この例では、確率推計で、確率の言語を使用することによって人口投影結果の不確実性をいかに簡単に示すことができるかを示す。

「国連 (UN) は最近、2012 年までのデータとベイズ確率論的方法論に基づく人口推計を発表した。これらのデータを分析すると、以前の文献とは違い、世界人口が今世紀中に成長を止めることはないと思われる。現在 72 億人の世界人口は、2100 年には 96 億人から 123 億人に増加する可能性が 80% ある。この不確実性は、従来の国連の高位と低位の範囲よりはるかに小さい。この増加の大部分は、出生率の上昇と最近の出生率低下のペースの鈍化が原因で、アフリカで起こると予想されている。また、高齢者に対する生産年齢人口の比率は、現在は若い人口を抱えている国々でさえも含めて、すべての国で大幅に減少する見込みである。」

参考文献：Gerland et al. (2014)。

3.4 報告書の中で、不確実性やその解釈についてのよりよい理解を促進するためのスペースを設ける

95. 人口投影に関する不確実性は仮定、シナリオ、現実性や不確実性それ自体などの関連する概念の理解が最低限必要となるが、これらは複雑なトピックである。予測と投影の概念や、人口投影から何を合理的に導き出せるのかについては、しばしば誤解されている。人口学者の間でさえ、このようなトピックは議論の対象となり続けている。しかしながら、18世紀初期における確率に関するベルヌイの画期的な考察以来、偶然や不確実性に関する概念化は常に困難な挑戦であったことを考えれば、これは驚くには当たらない(Fischhoff 2013 p.69)。

96. 不確実性に関連するすべての概念を報告書内の用語集に含めるのも有用であるが、不確実性をどのようにすればより正確にかつより深く理解できるかについて、教育的な観点から議論を行なった素材に関するセクションを設けることも推奨される³³。専門的知識のみならず教育的に利用者のことを考えることによって、専門家と非専門家の距離を縮め、専門家やそれが提供する情報に対する一般の信頼性を向上させることとなる。最後に、グラフの利用は不確実性を単純かつ効果的に表現する上で極めて有用である(例えば Spiegelhalter et al. 2011)。Box 4は人口投影に関する不確実性の概念の伝達に関する推奨される例を示したものである。

Box 4 : 人口推計に関連した不確実性の概念を伝達するための推奨される例

イギリス

POSTnote number 438: 人口推計における不確実性

この付記は、イギリスの科学技術評議会が発表したもので、人口推計がどのように機能するか、過去の推計について簡単に評価し、さまざまな推計モデルの限界を述べ、政策的文脈において、不確実性をどう扱うかに関する手引きを提供する。

参照 : Parliamentary Office of Science and Technology (2013).

人口統計研究所 Population Reference Bureau

Policy Brief, July 2014: 人口推計の理解 : 数字の裏にある仮定

この要約では、著者は、政策立案者がその計画の成功のためには、推計がどのような将来に関する仮定に基づいているのかとその不確実性を理解することを奨励する。彼らは、国連の人口

³³ 例えば、Woloshin et al. (2007)は患者が介入のリスクとそのあり得る利益あるいは害を理解する方法を説明する小冊子を与えられたとき、患者の間のデータ解釈スキルがかなり向上することを発見した。

推計（世界人口予測：2012年改訂）を検証し、不確実性がいかにさまざまな要因から生じるか、およびそれが時間とともにどのように増大するかについて述べる。著者らはまた、推計についてのいくつかの神話を討議している（例えば、出生率が人口置換水準に達しても、その国の人口増加はすぐには止まらない）。

参照：Kaneda and Bremner（2014）。

3.5 不確実性の言語表現に注意を払う

97. 言葉は不確実性の概念を伝えるのに効果的となりうる。一般に、言語表現は数的表現よりも簡単に思い出すことができ、非専門家の聴衆により適している（Kloprogge et al. 2007）。定量的な数値が提供できない時には質的な評価が適している（IPCC 2010）。それらは、専門家内でのコンセンサスの度合いを伝える際には特に適切である³⁴。言語による不確実性の伝達に関する簡単な方法としては以下が挙げられる。

- 単一の推計結果よりも複数の結果に関する記述（決定論的推計の場合）、または予測区間に関する記述（確率推計の場合）を行う。
- 不確実性をメッセージに含める観点から条件付きの表現を用いる。これは確率推計の際に、推計作成者の予測可能性を誇張しがちな用語が使われやすいことから、特に重要である。
- 結果が予言ではないこと、また結果の不確実性に関する追加情報が報告書に含まれていることを強調する。
- 主要な仮定についての見解の相違について注意を喚起し、その選択が結果のどのように影響を与えるかを説明する。
- 仮定からの乖離や予期せぬ事象の発生によって結果がどの程度変化するかを説明する（例えば、人口の高齢化は現実的なシナリオの範囲内では似たような傾向となるが、その程度は期待されるよりも高いレベルの出生率や移入によって緩和されうる）。

98. 確率推計の場合、確率的な推計結果を表現する時に、範囲によって表現する用語を決めておくことが効果的である。例えば、the Intergovernmental Panel on Climate Change（IPCC 2010）では、確率的な度合いの表現について、「ほぼ確実に（virtually certain）」、「非常に可能性が高い（very likely）」という表現を、それぞれ99%以上の場合、90～99%の場合に用いている。

³⁴ 推計作成者も、不確実性の定性的および定量的側面を統合しそれらを効率的に伝達するために開発されたプロトコル、例えば、NUSAP（数字、単位、スプレッド、評価および系図）表記法システム、で彼ら

99. このような範囲を表現する用語の固定は、利用者の直感と必ずしも合わないことや、定量化することが難しい不確実性に利用者が十分に適合していないことなどの欠点も存在している (Kloprogge et al. 2007)。言語表現は文脈によって様々な解釈となってしまうこともある (Morgan and Henrion 1990) が、Renooij and Witteman (1999) はそれは数的表現でも生じうるとしている。

3.6 専門家の意見を要請し、公表する

100. 専門家に彼らの専門的判断を求めることは、経験的データがない場合や、データに制約がある、信頼性が低い、法外に高価であるなどの際には、唯一の実行可能な選択肢となる (Allan et al. 2010, Runge et al. 2011)。不確実な事象のモデル化では、専門家意見の調査は、不確実事象に対する専門家の判断をモデルに効果的に翻訳するために用いられることもある (Gosling 2014)。

101. いくつかの利点はあるものの、専門家の意見は単に最終的な拠り所としてみるべきではない。統計的フレームワークにおける専門家意見の重要な特徴は、専門家内で意見が異なることを反映した不確実性が、定式化した形でモデリング過程に明示的に織り込まれる点にある (例えば Bijak and Wiś niowski 2010)。実際のところ、専門家の意見は、適切に構造化され記述された場合には、透明性を保った形で不確実性を特徴付けるものとなる。また、それは集中的な調査やデータ収集に比べ、相対的に早く安価に実行できる方法でもある (Gosling 2014)。さらに、専門家意見は、それがこれまでに観察された以上の追加的情報を考慮に入れる必要がある場合には、時系列補外のような他の方法に比べてより好ましい方法となることもある。Lutz et al. (1998) によれば、人口動向は過去のトレンドのみから予測することが難しい社会変化や政策から大きな影響を受けることから、このような議論は人口投影において特に適切であるとしている。

102. しかしながら、専門家意見には制約もある。一つは、専門家にとって、特に特定の事象に関する確率を尋ねられた時に明確に意見を述べるのが難しいことがある (Gosling 2014)。実際のところ、専門家であるかどうかに関わらず、確率を推計することは一般的には得意ではない (Morgan and Henrion 1990, Garthwaite et al. 2005, Kynn 2008)。このようなことを行う場合には、個人は発見的な方法に頼るが、それはバイアスのかかった結果を導きがちである³⁵。専門家意見を利用する推計作成者は、そのような制約を知っておくべきである。専門家意見を使いや

の方法を評価する着想を得られる (例えば、Funtowicz and Ravetz 1993)。

³⁵ これらのありうるバイアスについてのさらなる詳細は、Morgan and Henrion (1990), Hoffman et al. (1995), Kynn (2008), Lutz et al. (1998), and Martin et al. (2011) に報告されている。

すくするための様々な方法が作成されてきている³⁶。

3.7 不確実性に関する分析を提供する

103. 本章の導入部で示した通り、不確実性の分析は科学における標準的な方法である。これを人口投影に応用する確率推計の作成は、人口成長に関する各要因、あるいはベースラインとなるデータに対して推計された不確実性を、結果の不確実性へと翻訳するための手段を提供するものである（付録 F 参照）。確率推計が付されることによって、利用者は将来の人口動向の投影に伴う不確実性に関して認識し、多様な研究や他のタイプの予測への入力として人口投影を利用する分析へと統合することが可能となる。

104. 不確実性分析、特に確率推計は、推計作成者に対して、特定の人口学的予測において合理的に期待される誤差の範囲を提供するための手段を与えるものである。これは、特に予測区間の形で結果を公表することにより行われる。推奨される方法としては、あまりに広い区間は有用でないのを避け、あまりに狭い区間は予測の精度を誇張してしまうのを避けることである。このような意味で合理的な選択としては、確率推計の作成者によってしばしば行われている通り 80% である。しかしながら、利用者に各自で予測区間を選択させることは、期待しない結果に伴うリスクを考えさせることに繋がるだろう。推計作成者は、利用者が自分で計算できるように完全なサンプルパスのセットを含んだデータベースを提供することも考えられるかもしれない(将来の労働力の規模に関する予測区間など)。

105. 利用者調査の結果からは、利用者は人口投影の不確実性の定量化を希望していることから、確率推計の提供に対して賛成する結果が得られている。すでに第 1 章で述べた通り、3 分の 2 以上 (69%) の回答者が投影の不確実性の定量化を提供することは重要か非常に重要であると感じており、全く重要でないと感じているのは極めて少ない (1%) のである。

106. 一方、すべての推計作成者が確率推計の付加価値を信じているわけではない³⁷。よくある懸念の 1 つは、不確実性についての記述を提供すると、推計作成者が意図したよりも高い精度で利用者が判断する可能性があることである (Fischhoff and Davis 2014; Lutz and Goldstein 2004)。別の言い方をすれば、利用者は、実際以上に、推計作成者が未来の展開を知っているかのように判断しかねない (Lutz and Goldstein 同書)。

³⁶ その方法の例や要約が、Morgan and Henrion (1990)、Hoffman et al. (1995)、Collopy et al. (2001)、van der Sluijs et al. (2004)、Garthwaite et al. (2005)、Scapolo and Miles (2006)、Aspinall (2010)、Knol et al. (2010)、Fischhoff and Davis (2014)、その他により報告されている。

³⁷ この報告書で推奨される方法を検討するとき、すべての作成者が確率推計の付加価値を確信しているわ

実際には、不確実性の尺度は、その背後にある統計モデルが、再現しようとしている（そして将来にも適用される）基礎となるプロセスの非常に良い近似である場合にのみ適切である。しかし、これは特に長期推計においては評価するのが非常に難しい。特に、推計における不確実性のすべての原因を検討することが不可能であること、および専門家の意見に見られる典型的な過信（Morgan and Henrion 1990）は、不確実性について過小評価を引き起こすおそれがある³⁸。

107. これらの懸念は尤もである。しかし、Stoto(1988)が観察したように、ポイントは推定ではなくコミュニケーションの問題である。言い換えると、予測区間は間違っているかもしれないが、それらは作成者の意図をより正確に伝えるのに役立つ。同様の議論で、Lutz and Goldstein (2004 p. 3)は、確率推計の作成者は、「示された不確実性の幅が、正確に客観的な確率と考えるのではなく、特定のモデルや推計作成者が最善と判断してなされたパラメータの仮定に依存した幅と考えるべきであることを利用者に明確に示すべきである」としている。したがって、利用者は、確率推計も決定論的推計と同様、推計作成者によってなされたいくつかの仮定を必要としており、予測に付けられた確率もやはり投影であって、それ自体不確実性を持っていることを認識すべきである。推計作成者も予測区間がどのように計算され、何を参照しているのか（例えば、専門家意見、歴史的変動、過去推計の誤差、または組み合わせ）について明確に説明をすべきである。

108. 確率推計を作成するために使われた方法論は、歴史的なデータでテストし、必要に応じて再調整をすべきである。調整 calibration は、人口推計に付属する不確実性を見積もる上で、推計作成者にとって確かに重要なツールである。例えば、観察された値が 80% 予測区間に含まれるのは平均して 80% であることが期待される (Raftery 2014)。調整は、過去に遡ってその時点までに得られているデータを用いて行なった予測を用いて行うことが可能である³⁹。過去の実績に対して予測の方法論がどの程度のパフォーマンスを示すかを測定することにより、それが将来どのようなパフォーマンスとなるかについての示唆を与えることができる (Kirtman et al. 2013)。認知研究からの結果によれば、このような調整は予測に関する信頼性を改善する傾向があることが示されている (Raftery 2014)。

109. このような作業は推測としての性格を持つことから、人口投影の不確実性を評価するこ

けではない。明らかにされた主な懸念事項についてここで説明する。

³⁸ しかし、Dunstan and Ball (2016)が指摘したように、疑わしい正確な推計区間は依然、疑わしい正確な決定論的推計よりもましである。

³⁹ モデルのバックテスト、つまり過去に遡ってその時点までに得られているデータを用いて行なった予測は、気象学や海洋学の分野で広く使用されてきた。それらは「ハインドキャスト hindcasts」とも呼ばれている。

とは困難なものであることは明確である。しかしながら、適切に行われたとすれば、確率推計のメカニズムは、推計作成者に信頼できる不確実性の評価を提供することを助けられる。それは、少なくとも不確実性に関する他の評価方法よりは信頼性が高いものであり、現在の知識段階では、他の判断されるべき方法論と比較しても有効な標準的方法を構成していると考えられるものである。

110. 確率推計の報告に関する利点・欠点の観点から(付録 E にまとめられている)、推計作成者への良いアプローチとして、投影の全体的な品質を妥協することなくこのような方法論を実施できるかどうかを慎重に評価することである(確率推計における中央値の軌跡の現実性を含む)⁴⁰。特に、不確実性に関する明示的な測定値は、推計作成者が科学的に健全な信頼区間を構成する能力に確信があり、頑健性のあるデータ、強固な専門性、少なくとも一部が標準化された方法論に依拠し、標準的な方法としてコンセンサスが得られている範囲までにおいて行うべきである。不確実性の分析を導く高水準の原則は存在しているが、それらを人口投影にどのように適用すべきかについてのコンセンサスは見出されていない。例えば、確率推計作成者は、将来の人口増加の不確実性を見積もるために様々な要因を使用してきた(専門家意見の組み込み、時系列分析、過去の予測誤差の測定またはこれらの技術の組み合わせなど)。この流れをみれば、推計作成者が、確率推計導入を先延ばしにし、この分野でのさらなる進展を待ちたいと考えるのは無理からぬところである。しかしながら標準的なアプローチについての完全な合意が得られるかどうかは定かではない。

3.8 感応度分析を提供する

111. 多くの推計作成者は投影において不確実性を表現するためにシナリオアプローチを用いており、しばしばこれは感応度分析の形で記述される。ここで二つのものを明確に区別しておくことが有用である。先に述べた通り、感応度分析の目的は、シナリオ分析の目的である蓋然性のある仮定の範囲を代表すること(この後の推奨される方法で議論する)ではなく、モデルに対する特定の inputs が結果にどのような影響を与えるかを理解することにある。

112. 感応度分析の妥当性は、社会的問題への取り組みにおいて最も強力である。人口増加や人口高齢化のような結果を引き起こす主要因を認識し、理解することは、政策立案者に、与えられた対象に対して鍵となる要因に絞った政策を立案するための助けとなることから、極めて有用である。例えば先進諸国においては、多くの感応度分析によって、通常考えに反し、移民は人

⁴⁰ 確率推計の開発を検討している推計作成者に推奨される方法については、Dunstan and Ball(2016)を参照。ここでは、利用者との関わり合い、他の組織とのコラボレーション、そして段階的なアプローチの採用が報告されている(例えば、地域推計の前に全国的な確率推計を公表)。

口高齢化を和らげるための手段としては限られたポテンシャルしか持たないことが示されている。それは特に出生力の増加が長期的に与える影響と比較すると特に顕著となる(例えば United Nations 2000)。しかしながら、感度分析の結果(通常、「仮にこうなったら」または「分析的」シナリオとして表示される)は、もっとも妥当と思われるシナリオからの結果を理解するのに役立つ。

113. 確率推計は、特定のシナリオに対応して仮定の変化の帰結を示すことはないことから、感度分析の必要性を下げたりすることはない(Lutz and Goldstein 2004)。実際、確率的なアプローチは感度分析の利用を妨げることもない。例えば、ニュージーランド統計局 Statistics New Zealand (2014)では、決定論的な「仮にこうなったら」というシナリオと組み合わせた確率推計を公表しており、Dunstan and Ball (2016)は、これは利用者にとって有用であり、作成者の観点から現実的なアプローチであるとされている。Sanderson et al. (2003)は、決定論的シナリオ分析と類似した確率推計を得るために、推計された出生率と死亡率のレベルに基づいて分けられたグループごとに、確率推計による多くのシミュレーションを組み合わせる方法論について示している。

3.9 現実的な仮定の範囲を提供する

114. 最もありそうな結果のみを反映する予測を提供するのに対して、シナリオアプローチでは、適切に実行される場合、全ての仮定が現実的であるようにされる(Lachapelle 1977)。そのように実行された場合には、シナリオアプローチにより人口投影の不確実性に関する価値ある理解が提供される。第一に、複数の決定論的シナリオは将来のパスが一つではないという事実に根ざしている。第二に、これは現在わかっている人口動向の下で将来に実現しうる範囲を示す単純な方法となっている(Romaniuc 1976)。Romaniuk (2010)は、一般的に投影について、「将来を適切に探求することにより、我々は見えない範囲を狭めることができるかもしれない。」としている。したがって、尤度による評価がなかったとしても、シナリオを複数提示することは、反応を刺激し、より望ましい将来に向かった行動を考えるために有用なものである(Romaniuc 1994, Romaniuk 2010; Isserman 1992)。

115. しかしながら、効果的に行うためには、シナリオアプローチは、不確実性の伝達(推奨される方法 3.1 で述べられたもの)に関する慎重な考察と包括的な方法に基づいて行われるべきである。それは、総人口規模、地理的分布、年齢構造に関する種々の指標などの結果に関する複数の側面を含むようなものでなければならない。結果における全ての可能な側面を考慮することは実際には難しいことから、結果の変数の選択は、人口の高齢化、労働力の再生、移民フローの

規模など、当面のその国における政策課題に基づいて行われるべきである。さらに、統計作成者は、どの側面を考慮し、どれを分析から除外したかについて明確に伝達すべきである。

5章 - 利用者との関係を築く

はじめに

116. よい科学的伝達は、聴衆のニーズの理解とどのようにそれを伝えるかを目的とすることに始まる (National Academy of Sciences 2014, Bruine de Bruin and Bostrom 2013, Fischhoff 2013)。利用者との交流は、伝達したものがよく理解されたかどうかを考える機会であり、仮によくないとすればそれを改善する機会を提供する。交流は伝達のアプローチが一般的な利用者のニーズによく応えているかどうかを考えることもでき、この観点で重要な変化を引き起こすこともある。さらに、科学者は高度な利害関係を持ち、高度に不確実な情報に基づく重要な政策課題を解決することの助けをより多く求められるようになってきている (気候変動など)。Funtowicz and Ravetz (1993) は、全ての参加者間の対話と、特に環境、社会、人権の観点からの異なる見解の理解を支持するアプローチを呼びかけた。このようなことから、効果的な科学的伝達は双方向の過程を取らなければならないということが認識されるようになってきた。

117. 一般にアプローチする一つの方法はメディアを通してである。ここでメディアには伝統的なメディアと新しいメディア両方を含み、これらは効果的にメッセージを伝達し、新しい聴衆に届かせる上で有用となる。したがって、あらゆる形態のメディアがどのように動いているのかを理解することと、ジャーナリストとよい関係性を築くことは重要である。

118. 推計作成の場で働く専門家の態度と行動は、一般とコンタクトをする立場にあることから、専門家は、伝達過程において重要な役割を果たしている (Davies 2008)。以下の推奨される方法は、利用者の投影に関する経験を改善し、投影をより利用しやすくすることで、推計作成者が利用者との関係性を築くことに役立つであろう。

推奨される方法

4.1 利用者が推計作成者から回答を得るための明確で識別しやすい手段を提供する

119. 利用者からの技術的支援に関するリクエストは、報告の改善に解明の光をあてるものである。過去に情報をリクエストするために推計作成者にコンタクトを取った利用者調査の回答者の中で、90%の者が推計作成者はリクエストに対して適切な回答をしたと感じている。これは一般的に推計作成者と利用者の相互作用は有用であること、利用者の観点から生産的であること、従って、推計作成者としても奨励されるべきであることを示している。

120. 推計作成者は、利用者からのリクエストに関する以下のような行動をとることを検討すべきである。

- 推計作成者のウェブサイトにおいて、利用者が質問をすることができる明確で識別しやすい手段を提供し、推計作成者にフィードバックするとともに、素早くリクエストに回答する。
- 利用者の問い合わせがよくあるテーマを特定し、FAQ への回答を提供するか、報告書の中で理解がされていない項目に関する解説を行う⁴¹。

4.2 利用者と直接的に触れ合う「所外活動」を提供することを検討する

121. 推計作成者は、利用者の投影に関する理解を深めるために、ワークショップ、トレーニングセッション、オンラインチャットセッションなどの利用者と直接コンタクトをすることを含む所外活動を検討することもできよう。利用者との意思疎通を図るための方法として、作成者調査の回答者は、このような所外活動の利用は、利用者とのコミュニケーションを図る上で最も成功していると回答している。より詳細な双方向コミュニケーションの利用は、よりの確かつ明確な用語を用いて、コミュニケーションによる改善が可能な領域を認識し、投影に関する利用者のニーズに焦点を当てながら、利用者が投影結果を使う上での誤解や誤った解釈を明らかにする機会となる。実際、科学者からの直接の説明は、一般の間に積極的な反応をもたらすという例が文献からも得られている (National Academy of Sciences 2014)。

122. 所外活動は、一般的に推計作成者の信頼性の向上にも役立っている。実際、議論、教育、または情報共有のような活動は、信頼性の高さの表現につながっている。これは、専門性に加え、信頼されることが、科学的信用の重要な要素となっているからである (Fiske and Dupree 2014)。

4.3 近々発表される投影をメディアとよく利用する利用者に知らせる

123. 推計作成者への推奨される方法として、メディアとよく利用する利用者に、近々発表される投影についての情報を知らせることがある。有名なメディアは一般に対して科学的なものを伝達する際に重要な役割を果たしている。実際のところ、市民の多くはメディアを通じて科学的な発見に関する知識を得ている。

4.4 伝統的なメディアと新しいメディアを利用する

124. 科学者にとって、一般への伝達は、困難で危険なこととして、しばしば否定的に考えら

⁴¹ 一例として、Australian Bureau of Statistics (2017)が作成した質疑応答ファクトシートがある。ファクトシートは、さらに情報を得たい利用者のために National Information and Referral Service の電

れている。しかしながら、有名なメディアは科学者にとって、一般への意思伝達の責任を果たす上で、主要な手段と考えるべきである(ECCR 2007)。実際、プレスリリースの品質は、それを報じるニュースの品質に影響を与えることが示されている(Schwartz et al. 2012)。これに対して事前に講じられるアプローチとしては、正確でバランスの取れた絵を一般に提供し、一般からの信頼を損なう原因となる、可能性のある危険や誤解を避けることである。

125. 新聞、ラジオ、テレビなどの伝統的なメディアに加えて、推計作成者はインターネットベースやソーシャルメディアなどの新しいメディアの利用にも努めるべきである。Brossard and Scheufele (2013)によれば、一般にとって、科学的な事項に関してインターネット検索を行うのが新しい標準となっており、新しいメディアの科学的なカバー範囲は伝統的なメディアで通常対象とされていなかった聴衆にも届くものとなっている。オンラインによる科学的伝達の最良の方法というものは未だに確立されていない(Brossard 2013)。しかしながら推計作成者はソーシャルネットワーク、ブログ、報告書のオンラインフォームなどの新しいメディア利用のための調査を優先的に行うべきである。新しいメディアを利用することにより、投影に関する情報を必要とする潜在的な利用者に対して情報提供の機会を増やすことになる。

4.5 利用者のニーズを調査し記述する

126. これまでの推奨される方法のいくつかは利用者に情報提供することのみではなく、利用者が何を必要とし、どこが改善できるのかに関する情報を集めることにも役立つものである。利用者との相互作用は、彼らの満たされていない要求を記録し、維持すべき良い方法を特定し、さらに人口投影の妥当性を定期的に測定するための方法と考えられるべきである。

127. 要求がしばしば満たされていない領域として、国内の下位の行政レベルや特定地域の人口投影がある。多くの推計作成者は国レベルだけではなく、より小さい地域単位の結果を提供しているが、地理的により細分化した地域レベル、推計期間や属性などについて政策立案者が特別なニーズを持っていることを作成者がよくわかっていないこともある。推計作成者は、費用の許す範囲において、特定のニーズに対する投影を特別に作成することや、そのような投影を作成するためのガイダンスを提供することも可能であろう。

128. 利用者との相互関係を活性化していくことは実際問題としては難しい。利用者が推計作成者にコンタクトを取ることは、推計作成者が利用者にコンタクトを取ることもより簡単である。実際、多くの場合、利用者は匿名的な形で推計作成者のウェブサイトから投影に関する資料をダ

話番号を掲載している。

ダウンロードするのみであり、推計作成者側は利用者から問い合わせなどによるコンタクトがない限りは、誰が資料にアクセスし、閲覧したかを知るすべはない。しばしば、推計作成者が利用者について持っている最良の情報とは、ウェブへのアクセス数やダウンロード数である。

129. 利用者からの情報収集を最善のものとするための方法には以下が含まれる。

- 推計作成者のウェブサイトを通じて専門家にコンタクトするための方法を利用者に提供する（推奨される方法 4.1 を参照）。
- カンファレンス、セミナー、ワークショップなどの所外活動の機会を増やす（推奨される方法 4.2 を参照）。
- 方法論の変更を広報するワーキンググループ（知識を持つ利用者とともに）を設置し、利用者に関わりを持ってもらう。
- 既知の利用者との関係を維持する。
- 協議（公式・非公式）を行う。
- 必要があるときにはフィードバックを要請する（イベントにおいて、出版物の中で、電子メールの最後の署名の中で）。

結論

130. この報告書は、人口投影(推計)の伝達において推奨される方法と勧告を提供することを目的として作成された。4つの重要な勧告事項、すなわち適切で利用しやすい結果を提供し、透明性を高め、不確実性を明確にし、利用者との関係を育成することが明らかにされた。これらの勧告事項のそれぞれについて、いくつかの推奨される方法を示した。これらの推奨される方法は、推計の適切さを高めたい推計作成者にとって、何をどのように公表すべきかの指標となり、有用なものになるだろう。

131. この報告書の目的は、人口投影における現在の知識の現状を正確に描写することでもあり、利用者、専門家および作成者間の橋渡しとして機能することである。人口投影の分野は、近年、意思決定への貢献に焦点が当てられ、気候変動予測、数理モデルや工学のような科学的領域においてこれまで見られてきたような潮流と同様の重要な発展が見られる。しかし人口投影の領域は近い将来大幅に進化し続けると予想される。これに関連して、この報告書における重要な勧告は、新しい方法論の実施を導くための枠組みとして役立ち得る。例えば、アルゴリズムモデリング技術(機械学習)は、説明変数間の関係を導く上で豊富なデータが得られる際に、理論やモデルなしに行う予測として極めて有用となっており(Breiman 2001)、このような技術を人口投影に適用することを検討する研究者も現れている(例えば Bandyopadhyay and Chattopadhyay 2006)。しかしながら、このような透明性を犠牲にしつつ予測の正確さに焦点を当てた試みが、どの程度人口投影のよりよい伝達につながるかについては現時点では明らかではない。

132. 本報告書の準備の過程で、タスクフォースはやや利用者のニーズへの反応に偏りつつも、利用者、推計作成者と専門家の観点の間のバランスを図ることに努めた。利用者調査は利用者が利用している情報やその利用の仕方について調べる貴重な機会となった。しかしながら、このような新たな取り組みにも関わらず、利用者のニーズは複雑で捉えるのが難しいものであった。一つの問題として、利用者は特定のイデオロギーや政策オプションを支持するような情報を探しているということがあるかもしれない。さらに、またより重要な点として、利用者は人口投影を自分の目的に役立たせるための正しいやり方を知らないのかもしれない。

133. この後者の問題は、利用者と推計作成者間の良好なコミュニケーションの重要性を示している。実際、Lee and Edwards (2002)が述べている通り、利用者は確率推計を、それがより詳細で洗練された分析を提供しているにも関わらず、少々改善された高位・低位の予測区間程度にしか見ることはない。結果として、確率推計をどのように使うかについての知識の充実が達成さ

れなかったとしたら、確率推計の提供によってよりよい意思決定が行われるようになるかについては疑わしいものになってしまうのである。**決定理論**（付録 G に述べられている）を含む古典的な例は示唆的であるが、このような問題はより思慮深い取り扱いが必要である。

意思決定に関するよりよい実践の記述や推進は将来に向けた発展が起きつつある分野であることは明らかである。これは、気候変動、年金基金の健全性や持続可能な開発など、人口の規模や特性がキーとなる社会的問題の緊急性や重要性を考えると特に正しい。この問題は、間違いなく、詳細なレポートの作成やワークショップの開催に値するものである。Royal Statistical Society が Initiative on statistical literacy (Royal Statistical Society 2016) で成し遂げたのと同様、統計データの利用者に伝えるための、意思決定に応用可能な基礎原則のリソースも公に利用可能なものとできよう。さらに、そう遠くない将来、多くの推計作成者が、「新しい」種類の情報をどのように効果的に使うかについて、意思決定者にアドバイスするようになるかもしれない。いずれにせよ、よりよい意思決定の実践は、推計作成者と利用者とのよい相互作用からしか導かれないものなのである。

参考文献

-
- Aase et al. 2014. The Population Projections - Documentation of the BEFINN and BEFREG models, Documents 25/2014, Statistics Norway, Oslo–Kongsvinger, 50 p.
http://www.ssb.no/en/befolkning/artikler-og-publikasjoner/_attachment/182766?_ts=146956adcb8 (Accessed 3 August 2016)
- Abel, G.J., J. Bijak, J. J. Forster, J. Raymer, P. W.F. Smith and J. S. T. Wong. 2013. *Integrating uncertainty in time series population forecasts: An illustration using a simple projection model*. Demographic Research 29(43): 1187-1226.
- Alho, J. M. and B. D. Spencer. 1985. *Uncertain Population Forecasting*, Journal of the American Statistical Association, 80(390): 306-314.
- Alho, J.M. and B. D. Spencer. 2005. *Statistical Demography and Forecasting*. New York, USA: Springer.
- Allan, J., L. Choy, S. and K.L. Mengersen. 2010. Elicitor: an expert elicitation tool for regression in ecology. *Environmental Modelling & Software*, 25(1): 129-145.
DOI:10.1016/j.envsoft.2009.07.003.
- Armstrong, J. S. 2001. Standards and practices for forecasting. In: J.S. Armstrong (Ed.), *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers, 679-732.
- Aspinall, W. 2010. A route to more tractable expert advice. *Nature*, 463(21): 294-295.
- Australian Bureau of Statistics 2017 (April 14). Population projections fact sheet. Retrieved from
[http://www.ausstats.abs.gov.au/ausstats/subscriber.nsf/0/47EF4AEDD24582CECA257C2E00172851/\\$File/population%20projections%20fact%20sheet.pdf](http://www.ausstats.abs.gov.au/ausstats/subscriber.nsf/0/47EF4AEDD24582CECA257C2E00172851/$File/population%20projections%20fact%20sheet.pdf).
- Azose, J. J., H Sevcikova and A. E. Raftery. 2016. *Probabilistic population projections with migration uncertainty*. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA. 113(23):6460–6465.
- Bandyopadhyay, G. and S. Chattopadhyay. 2006. *An Artificial Neural Net approach to forecast the population of India*. Available at:
<https://arxiv.org/ftp/nlin/papers/0607/0607058.pdf> (Accessed November 28th 2016).
- Bermúdez, S. and R. Blanquero. 2016. *Optimization models for degrouping population data*. Population Studies, 70(2): 259-272.
- Bertino, S., E. Sonnino and G. Lanzieri. 2012. *Projecting the population of the 27 EU Member States by stochastic methods combined with the deterministic projections EUROPOP 2008*, Genus, LXVIII,1:91-106.
- Bijak, J. 2010. *Forecasting International Migration in Europe: A Bayesian View*. Springer Series on Demographic Methods and Population Analysis; Springer, Dordrecht.
- Bijak, J. and A. Wisniowski. 2010. *Bayesian forecasting of immigration to selected European countries by using expert knowledge*. Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)

- 173(4): 775–796. doi:10.1111/j.1467-985X.2009.00635.x.
- Bijak, J. and J. Bryant. 2016. *Bayesian Demography 250 years after Bayes*. Population Studies, DOI: 10.1080/00324728.2015.1122826.
- Bijak J., I Alberts, J. Alho, J. Bryant, T. Buettner, J. Falkingham, J. J. Foster, P. Gerland, T. King, L. Onorante, N. Keilman, A. O’Hagan, D. Owens, A. Raftery, H. Secvikova, P. W. F. Smith. 2015. *Letter to the Editor – Probabilistic Population Forecasts for Informed Decision Making*, Journal of Official Statistics, 31(4):537-544.
<http://dx.doi.org/10.1515/JOS-2015-0033>.
- Billari, F.C., R. Graziani R. & E. Melilli. 2012. *Stochastic population forecasts based on conditional expert opinions*. Journal of the Royal Statistical Society A 175,2: 491–511.
- Blanchet, D. 1998. *Nonlinear Demographic Models and Chaotic Demo-Dynamics*. Population: An English Selection, 10(1): 139-150.
- Blanpain, N. and O. Chardon. 2009. *Projections de population 2007-2060 pour la France métropolitaine: méthode et principaux résultats*, Institut national de la statistique et des études économiques, Série des documents de travail, no. F1008.
http://www.insee.fr/fr/methodes/sources/pdf/proj_pop_2007_2060_F1008.pdf (accessed September 9, 2016).
- Bohnert, N., J. Chagnon, S. Coulombe, P. Dion and L. Martel. 2015. Population Projections for Canada (2013 to 2063), Provinces and Territories (2013 to 2038): Technical Report on Methodology and Assumptions, Catalogue no. 91-620-X.
- Booth, H. 2006. *Demographic forecasting: 1980 to 2005 in review*. International Journal of Forecasting, 22: 547-581.
- Bray, D. and H. V. Storch. 2009. *Prediction or Projection? – The nomenclature of Climate Science*, Science Communication, 30,4: 534-543.
- Breiman, L. 2001. *Statistical modelling: the two cultures*. Statistical Science, 16(3): 199-231. Brossard, D. 2013. *New media landscapes and the science information consumer*, Proceedings of the National Academy of Sciences. 110 (suppl. 3): 14096–14101.
<http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1212744110>.
- Brossard, D. and Scheufele, D.A. 2013. *Science, new media and the public*, Science, 339(40). Bruine de Bruin, W. and A. Bostrom. 2013. *Assessing what to address in science communication*, Proceedings of the National Academies of Science,
www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1212729110 (accessed March 2015).
- Bureau Fédéral du Plan. 2016. Perspectives démographiques, 2015-2060, Direction Direction générale Statistique - Statistics Belgium, 64 p.
<http://www.plan.be/publications/publication-1556-frperspectives+demographiques+2015+2060+population+menages+et+quotients+de+mortalite+prospectifs> (Accessed 27 June 2016).

- Campbell, P. 2011. *Understanding the receivers and the reception of science's uncertain messages*, Philosophical Transactions of the Royal Society A, 369:4891-4912, doi:10.1098/rsta.2011.0068.
- Caswell H., N. S. Gassen. 2015. *The sensitivity analysis of population projections*, Demographic Research, Vol.33/28. Pp.801-840. DOI:10.4054/DemRes.2015.33.28.
- Caswell, H. 2000. Prospective and Retrospective analyses: their roles in conservation biology, Ecology, 81(3): 619-627.
- Centers for Disease Control and Prevention. 1999. *Simply Put: Tips for creating easy-to-read print materials your audience will want to read and use*. Second Edition. Office of Communication, Atlanta, Georgia.
- Central Statistics Office of Ireland. 2013. Population and Labour Force Projections 2016-2046, Government of Ireland. http://www.cso.ie/en/media/csoie/releasespublications/documents/population/2013/poplabfor2016_2046.pdf (accessed 4 August 2016).
- Colby, S. L. and J. M. Ortman. 2014. Projections of the Size and Composition of the U.S. Population: 2014 to 2060, Current Population Reports, P25-1143, U.S. Census Bureau, Washington, DC, 2014. <http://www.census.gov/content/dam/Census/library/publications/2015/demo/p25-1143.pdf> (Accessed 1 June 2016).
- Collopy, F., M. Adya and J. S. Armstrong. 2001. Expert systems for forecasting. *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*. J. Scott Armstrong (Ed.): Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Commission of the European Communities. 2000. *Communication from the commission on the precautionary principle*, Brussels, 2.2.2000 https://www.fsai.ie/uploadedFiles/Legislation/Food_Legislation_Links/General_Principles_of_Food_Law/EU_Communications/Precautionary_Principle.pdf (consulted October 27th 2015).
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2017 (April 14). Población proyectada de Colombia. Retrieved from <http://www.dane.gov.co/reloj/>.
- D'Agostini, G. 2003. Bayesian Reasoning in Data Analysis – A Critical introduction. World Scientific, Singapore. 329 p.
- Davies, S. R. 2008. *Constructing Communication: Talking to Scientists about Talking to the Public*, Science Communication, 29:413-431.
- de Beer, J. 2000. Dealing with uncertainty in population forecasting, Voorburg (Netherlands): Central Bureau of Statistics, Department of Population Statistics, 40 p.
- de Beer, J., 2011. *Transparency in population forecasting: methods for fitting and projecting fertility, mortality and migration*, NIDI book nr. 83, 278 p.
- Demopaedia. 2016 (January 5). *Multilingual Demographic Dictionary, second unified edition*, English

- volume. Retrieved from <http://eni.demopaedia.org/w/index.php?title=70&oldid=14282>.
- Dion, P. and N. Galbraith. 2015. *Back to the future: A review of forty years of population projections at Statistics Canada*. Canadian Studies in Population, 42:102-116.
- Dunstan, K. and C. Ball. 2016. *Demographic Projections: User and Producer Experiences of Adopting a Stochastic Approach*, Journal of Official Statistics, 32(4):947-962.
- ECCR (European Commission Community Research). 2007. *European Research in the Media: what do Media Professionals think?* Report. European Commission, December 2007, 36 pp.
- Eurostat. 2016 (November 27). Population projections database. Retrieved from <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.
- Federal Statistical Office of Germany (Destatis). 2016 (June 1). Press releases – New projection of Germany's population by 2060. Retrieved from https://www.destatis.de/EN/PressServices/Press/pr/2015/04/PE15_153_12421.html.
- Federal Statistical Office of Germany (Destatis). 2017 (March 2). Statistics from A to Z. Retrieved from <https://www.destatis.de/EN/FactsFigures/SocietyState/Population/PopulationProjection/Methods/PopulationProjections.html>
- Fischhoff, B. 2012. *Communicating Uncertainty - Fulfilling the Duty to Inform*, Issues in science and Technology, pp. 63-70.
- Fischhoff, B. 2013. *The science of science communication*, Proceedings of the National Academies of Science, 100 (suppl. 3): 14033-14039. <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1213273110>.
- Fischhoff, B. and A. L. Davis. 2014. Communicating scientific uncertainty. Proceedings of the National Academies of Science, 111 (suppl. 4): 13664-13671. <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1317504111>.
- Fiske, S. T. and C. Dupree. 2014. Gaining trust as well as respect in communicating to motivated audiences about science topics, Proceedings of the National Academies of Science, 111 (suppl. 4): 4033-14039. <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1317505111>.
- Fosdick, B. K. and A. E. Raftery. 2014. Regional Probabilistic Fertility Forecasting by Modeling Between-Country Correlations, Demographic Research, 30(35): 1011–1034.
- Funtowicz, S. O. and J. R. Ravetz. 1993. Science for the post-normal age, Futures, September 1993.
- Garthwaite, P.H., J. B. Kadane and A. O'Hagan. 2005. Statistical methods for eliciting probability distributions. Technical paper 1-2005. Carnegie Mellon University Research Showcase.
- George, M.V., S.K. Smith, D.A. Swanson, and J. Tayman. 2004. *Population projections*, in The Methods and Materials of Demography, 2nd edn, edited by J.S. Siegel and D.A. Swanson. New York: Elsevier, p. 561–601.
- Gerland, P., A. E. Raftery, H. Ševčíková, N. Li, D. Gu, T. Spoorenberg, L. Alkema, B. K. Fosdick, J. Chunn, N. Lalic, G. Bay, T. Buettner, G. K. Heilig, J. Wilmoth. 2014. World population

- stabilization unlikely this century. *Science*. 346(6206): 234-237. DOI: 10.1126/science.1257469
- Girosi F. and G. King. 2008. *Demographic Forecasting*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Goldstein, J. R. 2004. Simpler Probabilistic Population Forecasts: Making Scenarios Work. *International Statistical Review*, 72(1) :93-106.
- Gosling, J.P. 2014. *Methods for eliciting expert opinion to inform health technology assessment*, Vignette on SEJ methods for MRC, UK, accessed at www.mrc.ac.uk/documents/pdf/methods-for-eliciting-expert-opinion-gosling-2014/
- Hoem, J. 1973. Levels of error in population forecasts. *Artikler* 61. Oslo: Central Bureau of Statistics.
- Hoffman, R.R., Shadbolt, N.R. et al. 1995. Eliciting knowledge from experts: A methodological analysis. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*, 62(2): 129-158.
- Instituto Nacional de Estadística. 2015. Population Projections in Spain 2014-2064, *Methodology*, 51 p. http://www.ine.es/en/inebaseDYN/propob30278/docs/meto_propob_en.pdf (accessed 1 June 2016).
- International Actuarial Association. 2010. *Stochastic Modeling: Theory and Reality from an Actuarial Perspective*. Available at: http://share.actuaries.org/Documentation/StochMod_2nd_Ed_print_quality.pdf
- IPCC. 2010. *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch>.
- IPCC. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- ISO/IEC Guide 73. 2009. *Risk management — Vocabulary— Guidelines for use in standards*.
- ISO 31000. 2009. *Risk management —Principles and guidelines*.
- Isserman, A. 1992. *The Right People, the Right Rates: Making Population Estimates and Forecasts with an Interregional Cohort-Component Model*. Research Paper 9216, West Virginia University. Available at: <http://www.rri.wvu.edu/pdffiles/wp9216.pdf>.
- JCGM 100. 2008. *Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement*, Joint Committee for Guides in Metrology.
- Jenkins, G. M. 1982. Some Practical Aspects of Forecasting in Organizations. *Journal of Forecasting*. 1:3-21.
- Joslyn S., L. Nadav-Greenberg, and R. M. Nichols. 2008. *Probability of Precipitation*, American Meteorological Society, pp.185-193.
- Kahneman, D. and A. Tversky. 1979. *Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk*,

- Econometrica, 47,2: 263-292.
- Kahneman, D., P. Slovic and A. Tversky. Eds. 1982. *Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases*, Cambridge, University Press.
- Kalyuga, S. 2011. *Informing: A Cognitive Load Perspective*, Informing Science: the International Journal of an Emerging Transdiscipline, Volume 14, pp.33-45.
- Kaneda, T. and J. Bremner. 2014. *Understanding Population Projections: Assumptions Behind the Numbers*, Policy Brief, Population reference Bureau, July.
- Keilman, N.C., 1990, *Uncertainty in national population forecasting: issues, backgrounds, analyses, recommendations*, Swets & Zeitlinger, Amsterdam.
- Keilman, N. 2001. Data Quality and Accuracy of United Nations Population projections, 1950-95. *Population Studies*, 55(2): 149-164.
- Keilman, N. 2007. *UK national population projections in perspective: How successful compared to those in other European countries?* *Population Trends* 129:20–30.
- Keilman, N. 2008. *European Demographic Forecasts Have Not Become More Accurate over the Past 25 Years*, *Population and Development Review*, 34,1: 137-153.
- Keilman, N., D. Q. Pham and A. Hetland. 2002. *Why population forecasts should be probabilistic – illustrated by the case of Norway*, *Demographic Research*. 6(15): 409-454.
DOI:10.405/DemRes.2002.6.15.
- Keilman, N. and D. Q. Pham. 2004. *Empirical errors and predicted errors in fertility, mortality and migration forecasts in the European Economic Area*, Discussion Papers No. 386, August 2004, Statistics Norway, Social and Demographic Research.
- Keyfitz, N. 1972. On future population. *Journal of the American Statistical Association*, 67(338): 347-63.
- Keyfitz, N. 1981. The limits of population forecasting. *Population and Development Review* 7(4):579–93.
- Keyfitz, N. and Caswell, H. 2005. *Applied Mathematical Demography*. 3rd edn. New York: Springer.
- Kirtman, B., S.B. Power, J.A. Adedoyin, G.J. Boer, R. Bojariu, I. Camilloni, F.J. Doblás-Reyes, A.M. Fiore, M. Kimoto, G.A. Meehl, M. Prather, A. Sarr, C. Schär, R. Sutton, G.J. van Oldenborgh, G. Vecchi and H.J. Wang. 2013. Near-term Climate Change: Projections and Predictability. In: IPCC (2013).
- Kloprogge, P., J. van der Sluijs and A. Wardekker, A. 2007. *Uncertainty Communication: Issues and good practice*. Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation, Univeriteit Utrecht.
- Knight, F. H. Risk. 1921. *Uncertainty, and Profit*. Boston: Houghton Mifflin.
- Kriebel, D., J. Tickner, P. Epstein, J. Lemons, R. Levins, E. L. Loechler, M. Quinn, R. Rudel, T. Schettler and M. Stoto. 2001. *The Precautionary Principle in Environmental Science*, *Environmental Health Perspectives*, 109(9):871-876.
- Knol, A.B., P. Slotje, P. van der Sluijs and E. Lebret. 2010. The use of expert elicitation in

- environmental health impact assessment: a seven step procedure. *Environmental Health* 9: 19.
- Kynn, M. 2008. The 'heuristics and biases' bias in expert elicitation. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (Statistics in Society)* 171(1): 239-264.
- Lachapelle, R. 1977. Prévisions démographiques et processus de décision. *Cahiers Québécois de démographie*, 6(3):267-79.
- Lanzieri G. & K. Giannakouris. 2006. Questionnaire on Population Projections – Report on the latest National Practices. Paper for the Working Group on Population Projections, Luxembourg, 27-28 November 2006.
- Lassila J. and T. Valkonen. 2008. Population ageing and fiscal sustainability of Finland: a stochastic analysis. Bank of Finland Research Discussion Papers 28.
- Le Bras, H. 2008. *The Nature of Demography*. Princeton University Press, New Jersey. 362 p.
- Lee, R. D. and L. R. Carter. 1992. Modeling and forecasting the time series of U.S. Mortality. *Journal of the American Statistical Association*, 87(419): 659-671.
- Lee, R. and S. Tuljapurkar. 1994. *Stochastic population forecasts for the United States: Beyond High, Medium, and Low*, *Journal of the American Statistical Association* 89: 1175-1189.
- Lee, R. D. 1998. *Probabilistic Approaches to population forecasting*, *Population Development Review*, 24: 156-190.
- Lee, R. D. and R. Edwards. 2002. The Fiscal Effects of Population Aging in the U.S.: Assessing the Uncertainties. In Poterba, J. M. *Tax Policy and the Economy*, Volume 16. National Bureau of Economic Research, MIT Press, pp. 141-180.
- Lee, R. D. and M. Anderson. 2005. *Stochastic infinite horizon forecasts for US social security finances*. National Institute Economic Review, No. 194.
- Leridon, H. 2015. Des projections démographiques jusqu'en 2100... Est-ce bien raisonnable? N-IUSSP.
- Lutz, W., J. R. Goldstein and C. Prinz. 1994. *Alternative Approaches to population Projections*. In Lutz W. (Ed.) *The Future Population of the World: What Can We Assume Today?* Earthscan Publications, London, pp.17-50.
- Lutz W., W. C. Sanderson and S. Scherbov. 1998. *Expert-Based Probabilistic Population Projections*. *Population and Development Review*, 24, Supplement: *Frontiers of Population Forecasting*: 139-155.
- Lutz W. and J. R. Goldstein. 2004. *How to deal with uncertainty in population forecasting?* *International Statistical Review*, 72:1-4.
- Lutz, W., W.C. Sanderson and S. Scherbov. 2004. *The End of World Population Growth in the 21st Century: New Challenges for Human Capital Formation and Sustainable Development*. Earthscan, London. ISBN 9781844070992
- Lutz, W., S. Scherbov, G. Y. Cao, Q. Ren and X. Zheng. 2007. *China's uncertain demographic present and future*. *Vienna Yearbook of Population Research* 2007: 37-59.

- Lutz, W. and K.C. Samir. 2010. *Dimensions of global population projections: what do we know about future population trends and structures?*, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 365:2779–2791.
- Majérus, P. 2015. Étude comparative des analyses ex post des projections démographiques luxembourgeoises, belges, françaises, britanniques et néerlandaises du vingtième siècle, STATEC, Working papers N° 82/2015.
<http://www.statistiques.public.lu/fr/publications/series/economiestatistiques/2015/82-2015/index.html> (Accessed June 27 2016).
- Martin, T.G., M.A. Burgman, et al. 2011. Eliciting expert knowledge in conservation science. *Conservation Biology* No 1-10.
- MoPact. 2016 (November 28). MOPACT Household Forecasts integrated into website. Retrieved from: <http://mopact.group.shef.ac.uk/mopact-household-forecasts-integratedwebsite>.
- Morgan, M. G., and M. Henrion. 1990. *Uncertainty –A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press, 332 p.
- Morss, R. E., J. L. Demuth and J. K. Lazo. 2008. *Communicating Uncertainty in Weather Forecasts: A Survey of the U.S. Public*, *American Meteorological Society*, 23, pp.185-193.
- National Academy of Sciences. 2014. *The Science of Science Communication II: Summary of a Colloquium*, Arthur M. Slackler Colloquia of the National Academy of Sciences, held on September 23-25, Washington DC. DOI: 10.17226/18478.
- National Research Council. 2000. *Beyond Six Billion: Forecasting the World's Population*. Eds. J. Bongaarts and R.A. Bulatao. National Academies Press.
- O'Neill, B. C., D. Balk, M. Brickman and M. Ezra. 2001. A Guide to Global Population Projections, *Demographic Research*, DOI: 10.4054/DemRes.2001.4.8
- Office for National Statistics. 2015a. National Population Projections Accuracy Report. July 2015. <http://www.ons.gov.uk/ons/guide-method/method-quality/specific/population-andmigration/population-projections/national-population-projections-accuracy-report.pdf> (Accessed 3 August 2016).
- Office for National Statistics. 2015b. Frequently Asked Questions, 2014-based National Population Projections, http://www.ons.gov.uk/ons/dcp171776_420476.pdf (Accessed 15 December 2015).
- Parliamentary Office of Science and Technology. 2013. Uncertainty in Population Projections. Postnote Number 438. <http://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/POST-PN-438/POST-PN-438.pdf> (accessed 15 December 2015).
- Preston, S. H., P. Heuveline, and M. Guillot. 2000. *Demography: Measuring and Modeling Population Processes*. Oxford, UK: Blackwell Publishers. 312 p.

- Raftery, A. E. 2014. *Use and Communication of Probabilistic Forecasts*, Working Paper no. 145, Center for Statistics and the Social Sciences University of Washington. University of Washington. <https://www.csss.washington.edu/Papers/wp145.pdf> (accessed 20 February 2016).
- Raftery, A. E., N. Li, H. Sevcikova, P. Gerland and G.K. Heilig. 2012. *Bayesian probabilistic population projections for all countries*, Proceedings of the National Academies of Science, 109,35: 13915-13921, www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1211452109 (accessed 26 January 2016).
- Raiffa, H. and R Schlaiffer. 1961. *Applied Statistical Decision Theory*, Harvard University. 360 p.
- Reher, D. S. 2015. *Baby booms, busts, and population ageing in the developed world*, Population Studies: A Journal of Demography, 69:sup1, s54-s68, DOI:10.1080/00324728.2014.963421.
- Renooij, S. and C. Witteman. 1999. *Talking probabilities: communicating probabilistic information with words and numbers*, International Journal of Approximate Reasoning, 22: 169-194.
- Romaniuc, A. 1976. Projections démographiques : point de vue de l'auteur, Cahiers québécois de démographie, 5, 3: 321-345.
- Romaniuc, A. 1994. Reflection on Population Forecasting: From Prediction to Prospective Analysis, Canadian Studies in Population, 21,2 : 165-180.
- Romaniuk, A. 2010. Population Forecasting: Epistemological Considerations, Genus 66(1), pp. 91-108.
- Royal Statistical Society. 2016 (November 30th). The Royal Statistical Society initiative on statistical literacy. Retrieved from: http://www.rss.org.uk/RSS/Influencing_Change/Statistical_literacy/RSS/Influencing_Change/Statistical_literacy.aspx?hkey=821bf2f4-8a09-413c-8d22-290e2209a92a
- Runge, M.C., S.J Converse and J.E. Lyons. 2011. Which uncertainty? Using expert elicitation and expected value information to design an adaptive program. *Biological Conservation* 144: 1214-1233.
- Saltelli A., S. Tarantola, F. Campolongo and M. Ratto. 2004. *Sensitivity Analysis in Practice – A Guide to Assessing Scientific Models*, John Wiley & Sons, Ltd.
- Saltelli A., M. Ratto, T. Andres, F. Campolongo, J. Cariboni, D. Gatelli, M. Saisana and S. Tarantola. 2008. *Global Sensitivity Analysis. The Primer*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Sanderson, W., S. Scherbov, B. O'Neill and W. Lutz. 2003. *Conditional Probabilistic Population Forecasting*, working paper 03/2003, Vienna Institute of Demography, Austrian Academy of Sciences.
- Scapolo, F. and I. Miles. 2006. Eliciting experts' knowledge: A comparison of two methods. *Technological Forecasting and Social Change* 73: 679-704.
- Schwartz, L., S. Woloshin, A. Andrews, and T. Stukel. 2012. Influence of medical journal press releases on the quality of associated newspaper coverage: Retrospective cohort study. *BMJ* 344:d8164. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.d8164>
- Shaw, C. 2007. *Fifty years of United Kingdom national population projections: how accurate have they*

- been?* Population Trends (128): 8-23.
- SIRC. undated. Guidelines for scientists on communicating with media, Social Issues Research Centre and, Amsterdam School of Communications Research, 16 p.
<http://www.sirc.org/messenger/>.
- Silver, N. 2012. *The Signal and the Noise: Why So Many Predictions Fail but Some Don't*, Penguin Press, New York, 534 p.
- Smith, S. K., 1997. Further thoughts on simplicity and complexity in population projection models, *International Journal of Forecasting* 13: 557-565.
- Spiegelhalter, D., M. Pearson and I Short. 2011. Visualizing Uncertainty about the Future. *Science*, 333(6048):1393–1400. DOI: 10.1126/science.1191181.
- Statistics Canada. 2014. Population Projections for Canada (2013 to 2063), Provinces and Territories (2013 to 2038), Catalogue no .91-520-X. <http://www.statcan.gc.ca/pub/91-520-x/2014001/cn-mg-eng.htm> (Accessed 15 December 2015).
- Statistics Finland. 2015. Population projection 2015–2065, Helsinki: Statistics Finland, ISSN 1798–5153 (pdf). http://tilastokeskus.fi/til/vaenn/2015/vaenn_2015_2015-10-30_en.pdf (Accessed 15 December 2015).
- Statistics New Zealand. 2008. How Accurate are Population Projections? An evaluation of Statistics New Zealand population projections, 1991-2006. Wellington: Statistics New Zealand.
- Statistics New Zealand. 2014. National Population Projections: 2014(base)–2068, http://www.stats.govt.nz/browse_for_stats/population/estimates_and_projections/NationalPopulationProjections_HOTP2014.aspx (Accessed 1 June 2016).
- Statistics Norway. 2016 (August 4). Statbank, Population Projections. Retrieved from <https://www.ssb.no/statistikbanken/selecttable/hovedtabellHjem.asp?KortNavnWeb=folkfram&CMSSubjectArea=befolkning&PLanguage=1&checked=true>.
- Statistics Portugal. 2016 (September 15th). Database. Retrieved from https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_base_dados
- Statistics Sweden. 2006. Stochastic population projections for Sweden, Research and Development – Methodology Reports from Statistics Sweden, 124 p.
- Statistics Sweden. 2012. The future population of Sweden 2012–2060, Demographic Reports, Statistics Sweden, Forecast Institute.
http://www.scb.se/statistik/_publikationer/BE0401_2012I60_BR_BE51BR1202ENG.pdf
 (accessed 3 August 2016).
- Statistics Sweden. 2016 (August 4). Statistical database. Retrieved from http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/en/ssd/START__BE__BE0401__BE0401D/?rxid=a74bc9d4-c991-4ebd-9638-5d96676b1502.
- Stoto, M. 1983. The accuracy of population projections, *Journal of the American Statistical Association*,

78,381:13-20.

- Stoto, M. 1988. *Dealing with Uncertainty: Statistics for an Aging Population*, The American Statistician, 42,2:103-110.
- Swiss Federal Statistical Office (2015). Les scénarios de l'évolution de la population de la Suisse 2015 – 2045. 20 p.
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/01/22/publ.html?publicationID=6647>
(Accessed 27 June 2016).
- Taleb, N. S. 2010. *The Black Swan*, Second Edition, Random House, 446 p.
- Taleb, N. S. 2012. *Antifragile*, Random House, 523 p.
- Tønnessen, M., S. Leknes and A. Syse. 2016. Population projections 2016-2100: Main results. Translation from Economic Survey 21 June 2016, Statistics Norway.
https://www.ssb.no/en/befolkning/artikler-ogpublikasjoner/_attachment/270675?_ts=155962dec80 (Accessed 1 October 2016).
- Tuljapurkar, S., R. D. Lee and Q. Li. 2004. *Random Scenario Forecasts versus Stochastic Forecasts*, International Statistical Review, 72,2: 185-199.
- Tuljapurkar, Shripad. 2006. *Population Forecasts, Fiscal Policy, and Risk*, Levy Economics Institute Working Paper Working Paper No. 471.
- Turkish Statistical Institute. 2016a (September 15). Instruction on Methods and Principles Regarding Revisions on Statistical Data (in Turkish). Retrieved from
http://www.tuik.gov.tr/UstMenu/yonetmelikler/Revizyon_yonerge.pdf.
- Turkish Statistical Institute. 2016b (September 15). Projections National, 2013-2075. Retrieved from
http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1027.
- UNESCO. 2005. *The Precautionary Principle*, World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST),
<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001395/139578e.pdf> (Accessed 27 October 2015).
- United Nations. 2000. Replacement migrations: Is it a solution to declining and aging population? New York, Population Division, 143 p.
- United Nations. 2015a. United Nations Fundamental Principles of Official Statistics –Implementation Guidelines. <http://unstats.un.org/unsd/dnss/gp/fundprinciples.aspx> (Accessed 5 May 2016).
- United Nations. 2015b. *World Population Prospects: The 2015 Revision, Methodology of the United Nations Population Estimates and Projections*, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, ESA/P/WP.242.
https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/Files/WPP2015_Methodology.pdf (Accessed 4 August 2016).
- Van der Sluijs, J. P., P. H. M Janssen, A.C. Petersen, P. Klopprogge, J.S. Risbey, W. Tuinsra and J.R. Ravetz. 2004. *RIVM/MNP Guidance for Uncertainty Assessment and Communication: Tool Catalogue for Uncertainty Assessment*, RIVM/MNP Guidance for Uncertainty Assessment and

- Communication Series, Volume 4, Report nr: NWS-E-2004-37, Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation, Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Vandresse, M. 2017. The critical role of assumptions in population projections: the case of Belgium, *Quetelet Journal*, Numéro spécial Belgique.
- Wardekker, J. A., J. P. van der Sliujs, P., P. H. M. Janssen, P. Kloprogge, A. C. Petersen 2008. *Uncertainty communication in environmental assessments: views from the Dutch science-policy interface*, *Environmental Science & Policy* II, pp.627-641. DOI:10.1016/j.enbsci.2008.05.005.
- Willekens, F. J. 1990. Demographic forecasting. State-of-the-art and research needs. In C.A. Hazeu and G.A.B. Frinking (Ed), *Emerging issues in demographic research*. Amsterdam: Elsevier, pp.9-66)
- Wilson, T. and P. Rees. 2005. Recent Developments in Population Projection Methodology: A Review. *Population, Space and Place*, 11:337–360.
- Woloshin, S. L. M. Schwartz and H. Gilbert. 2007. The Effectiveness of a Primer to Help People Understand Risk - Two Randomized Trials in Distinct Populations. *Annals of Internal Medicine*, 146(4):256-265.
- World Health Organization. 2004. *The precautionary principle: protecting public health, the environment and the future of our children*, Marco Martuzzi and Joel A. Tickner (EDs), ISBN 92 890 1098 3. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/91173/E83079.pdf (Accessed 27 October 2015).
- World Meteorological Organization. 2008. Guidelines on Communicating Forecast Uncertainty, WMO/TD No. 1422.
- Zeitz, D. 2010. *Assessing the uncertainty in population projections: A test based on the 12th coordinated population projection for Germany*. JRC Scientific and Technical Reports. EUR 24335 En – 2010.

付録 A - 利用者調査の質問票

はじめに

各位

この調査は、国連欧州経済委員会**の中で近年任命された将来人口推計に関するタスクフォース*の重要な計画の結果となります。その目的は、各国の将来人口推計の結果がどのように使用されているかについての情報と、推計のさまざまな側面についての利用者の見解を得ることにあります。

この何年かの間にあなたが国の統計局等が作成したあなたの国の将来人口推計を参照した場合、この調査に回答することによって、この計画を支援するようにお願いします。あなたの回答は、将来人口推計の伝達における推奨される方法の策定に使用され、それにより改善の余地がある分野を特定するのに役立ちます。それゆえ、調査のコメント欄にできる限り詳細に回答していただければ幸いです。

あなたの組織内の他の方が調査に回答するのによりふさわしい立場にあるかもしれません。あるいは彼らが追加の見方を提供するかもしれません。その場合は、参加リンクを転送することによって調査に参加するよう彼らにすすめてください。

2015年6月30日までに調査を完了してください。

質問票について質問や疑問がある場合は、この質問票に参加するよう伝えた各国統計局の代表に連絡するか、できるだけ早い時期に social.stats@unece.org にご連絡ください。

調査にご協力いただきありがとうございます。

Paolo Valente

統計部 Statistical Division

国連欧州経済委員会 United Nations Economic Commission for Europe

分類のための質問

質問票記入方法について

- 質問票をナビゲートするには、ブラウザのボタンではなく、各ページの下部にある[前へ]ボタンと[次へ]ボタンを使用してください。
- 質問票は複数のセッションに記入することができます。
- 各ページの下部にある[前へ]ボタンと[次へ]ボタンをクリックすると、入力したデータが自動的に保存されます。ただし、入力した情報は必要に応じて後で修正できます。

1. 次の識別情報を入力してください（任意）。

（この調査の目的にのみ使用します。）

氏名（任意）；

所属（任意）；

国；

Eメールアドレス（任意）；

2. あなた自身やあなたの所属先はどれに該当しますか？

民間部門

政府（国家）

政府（地域/市）

研究グループ

学校/大学

メディア

非政府組織

その他（下記に明記してください）

コメントを提供してください：

3. 将来人口推計にどの程度のレベルで関わっていますか？

高度

中度

低度

4. 何の目的で将来人口推計を利用していますか？

当てはまるものすべてを選択

計画

調査

○教育

○独自の将来人口推計を構築するための参考

○独自の将来推計を構築するための参考（人口以外の性格のもの）

○その他（下記に明記してください）

コメントを提供してください：

中核になる質問

5. 1が「重要ではない」、5が「非常に重要」である1から5の尺度を使用して、将来人口推計の使用に関して以下の要素の重要性を評価してください。

	1-重要ではない	2	3	4	5-非常に重要
現在の人口学的状況／動向に関する情報	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
仮定に関する情報	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
方法論に関する情報	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
基礎となるデータソースの質に関する情報	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
結果の詳細な分析	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
結果の視覚的説明（グラフ）	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
カスタマイズ可能な表	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
結果に関する概要情報（例：ハイライト）	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
いくつかの異なるシナリオ/仮定値水準のセットの提供	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
「最善」または「最も可能性の高い」シナリオ/仮定値水準の指定	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
詳細な推計データ（例：各年データの表）	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
頻繁な更新	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
推計の不確実性の定量化	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
年齢/性別/地域以外の属性の推計	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. あなたの将来人口推計データの使用について最も近いものは次のうちどれですか？

- 主に、推計作成者によって最も可能性が高いとされた仮定値水準/シナリオからのデータを使用する。
- 推計作成者が、最も可能性の高いものとして仮定値水準/シナリオを具体的に識別しなくても、あなたは主に中程度の仮定値水準/シナリオからのデータを使用する。
- 推計作成者が、最も可能性の高いものとして仮定値水準/シナリオを具体的に識別しなくても、その仮定値水準/シナリオの特性に基づいて、最も可能性が高いと考えられる仮定値水準/シナリオのデータを主に使用する。
- 主に、仮定値水準/シナリオの特性に基づいて、特定のニーズに最も役立つものとして選択した仮定値水準/シナリオのデータを使用する。
- 考えられる将来の結果の範囲を取得するために、いくつかの仮定値水準/シナリオからのデータを使用する。

コメント（任意）：

4. あなたが通常必要とする将来推計人口の推計期間は何年ですか？

あなたが使用した将来人口推計の最新版を参照して回答してください。

8. あなたの見解では、現在の人口の状況/動向についての情報は：

- 十分に詳細ではない
- 適切である
- 詳細すぎる
- 意見なし/該当なし

コメント(任意)：

9. あなたの見解では、推計の仮定についての情報は：

- 十分に詳細ではない
- 適切である
- 詳細すぎる
- 意見なし/該当なし

コメント(任意)：

10. あなたの見解では、推計の方法論についての情報は：

- 十分に詳細ではない
- 適切である
- 詳細すぎる
- 意見なし/該当なし

コメント(任意)：

11. あなたの見解では、基礎となるデータソースの質についての情報は：

- 十分に詳細ではない
- 適切である
- 詳細すぎる
- 意見なし/該当なし

コメント(任意)：

12. あなたの見解では、結果の分析は：

- 十分に詳細ではない
- 適切である
- 詳細すぎる
- 意見なし/該当なし

コメント(任意)：

13. あなたの見解では、提供されるシナリオ/仮定値水準の数は：

- 十分に詳細ではない
- 適切である
- 詳細すぎる
- 意見なし/該当なし

コメント(任意) :

14. あなたの見解では、推計データは :

- 容易に入手可能ではない
- 容易に入手可能である
- 意見なし/該当なし

コメント(任意) :

15. あなたの見解では、推計データは :

- 十分に詳細ではない
- 十分に詳細である
- 詳細すぎる
- 意見なし/該当なし

コメント(任意) :

16. あなたの見解では、将来人口推計の不確実性は :

- 明確に記述されていない
- 記述されているが、もっと明確に記述できるだろう
- 理解できる形で明確に記述されている

コメント(任意) :

17. あなたの見解では、将来人口推計の更新スケジュールは :

- 十分な頻度でなされていない
- 適切である
- 必要以上に頻繁である
- 意見なし/該当なし

コメント(任意) :

18. あなたの見解では、推計の情報伝達に使われた言語は :

- 簡単すぎる
- 適切である
- 技術的すぎる
- 意見なし/該当なし

コメント(任意) :

19. 推計のさらなる情報について推計作成者に問い合わせたことがありますか？

- はい
- いいえ

任意コメント :

20. 推計作成者はあなたの要求に対して適切な対応をしたと感じますか？

- はい
- いいえ (以下に詳細を記入してください)

20. あなたの見解では、推計の伝達において改善され得る側面はありますか？

- いいえ
- はい (以下に詳細を記入してください)

質問票の終わりに

ご協力ありがとうございました。もしこの調査についてのコメントがあれば以下に記入してください。特に、質問の理解や回答を記入するのに問題があった場合や、質問について追加の情報を提供したい場合は、ぜひご記入をお願いします。

付録 B - 作成者（各国統計局）調査の質問票

はじめに

各位

あなたは、あなたの国の統計局によって作成された将来人口推計に関する情報提供者とみなされました。

私たちは、国連ヨーロッパ経済委員会**（UNECE）の中で最近任命された将来人口推計に関するタスクフォース*を代表してこの連絡をしています。Eurostat、UNECE、および国連人口部（DESA）の代表者とともに、さまざまな国からのメンバーを含む将来人口推計に関するタスクフォースは2014年に欧州統計局会議（CES）によって委任された将来人口推計の詳細レビューの勧告に従って設けられました。

タスクフォースの主な目的は、(a) 将来人口推計の伝達に関する推奨される方法の共有を促進すること、および (b) 国内および国際人口推計に関するメタデータを収集し普及するためのメカニズムを構築することです。

タスクフォースの情報収集プロセスの一環として、私たちは各国の将来人口推計作成者の協力によって成立する調査を開発しました。調査の目的は2つあります。

- まず、あなたの組織の全国将来人口推計についての基本的な情報を得ることです。あなたの回答は、すべての UNECE 加盟国の国別人口推計に関するメタデータを含むデータベースを作成するために使用されます。このデータベースは、定期的に更新され、推計利用者に主要な情報アクセスポイントを提供します。
- 次に、将来人口推計を利用者に伝達するための組織の取り組みについての情報を得ることです。あなたの回答は、推計利用者のサンプルと進行中のタスクフォースの作業の並行調査と併せて、人口推計を伝達するための推奨される方法を組み込んだ報告書を作成するために使用されます。

この調査へ参加していただくことは、タスクフォースの主要な目的を達成するために不可欠です。今後のデータベースと推奨される方法の報告が、将来人口推計の作成に関わるすべての各国統計機関に役立つ情報を提供することが期待されます。

この調査には2015年6月20日までにご回答ください。あなたの組織内の他の人が調査に回答するのによりふさわしい立場にある可能性があると思われる場合は、その方に参加リンクをお送りください。

調査について質問や懸念がある場合はこちらにメッセージを送ってください。

social.stats@unece.org

できるだけ早い時期にお願いします。 ご協力いただきありがとうございます。

Paolo Valente

Statistical Division

United Nations Economic Commission for Europe

*<http://www.unece.org/statistics/about-us/statstos/task-force-on-population-projections.html>

**http://www.unece.org/stats/stats_h.html

質問票の記入について

- 質問票をナビゲートするには、ブラウザのボタンではなく、各ページの下部にある[前へ]ボタンと[次へ]ボタンを使用してください。
- 質問票は複数のセッションに記入することができます。
- 各ページの下部にある[前へ]ボタンと[次へ]ボタンをクリックすると、入力したデータが自動的に保存されます。 ただし、入力した情報は必要に応じて後で修正できます。

連絡先情報

1. 今後の連絡のために、以下の連絡先情報をご記入ください。

氏名：

肩書/役職：

統計機関：

E メールアドレス（今後の連絡用）：

2. 推計の利用者が直接連絡できる E メールアドレス（任意）：

国連経済委員会は、将来人口推計に関する公的にアクセス可能なメタデータのデータベースを作成することを計画しています。データベースの利用者が、国の推計についての情報または説明が必要な場合に要求を送信できる E メールアドレスを、各推計作成者は（任意で）指定することができます。指定されている場合、この E メールアドレスのみがパブリックデータベースに加えられます。

E メールアドレス：

将来人口推計に関する一般情報

次の質問は、あなたの組織が作成した最新の全国将来人口推計に関するものです。

3. 推計（および／あるいは関連するデータ）を公表した年月を記入して下さい

(複数の推計がある期間にわたって公開されている場合は、Web での公表を含めて最も早い日付を記入してください) :

4. 公表した推計 (刊行物やデータセット) への電子ハイパーリンクがあれば、記入してください。
5. 推計の開始年と最終年を指定してください (異なる推計に異なる終了年が使用されている場合は、最も遠い年を入力してください) :

開始年 :

最終年 :

6. 基準人口のデータの出所、その参照日 (月と年)、および調整に関する情報があれば、それを記入してください。

出所 :

参照日 (月と年) :

調整 (ある場合) :

7. あなた方の推計の更新頻度を記入して下さい。

8. あなた方の推計では、年齢と性別以外のどの人口属性が区別されましたか。

当てはまるもの全てを選んで下さい。

- 国より小さい地域
- 配偶者の有無
- 世帯タイプ
- 市民権
- 出生国、出身
- エスニシティ
- 教育程度
- 言語
- なし
- その他 (下に記入して下さい)

コメントを記入して下さい :

9. 公表されているシナリオ/仮定値水準の数と種類を選んで下さい。

- 1つのシナリオのみ
- 確率的/確率的方法に基づく信頼区間を伴う1つのシナリオ
- 決定論的方法に基づくいくつかのシナリオ/仮定値水準 (シナリオ/仮定値水準の数を下に記入して下さい)。

シナリオ/仮定値水準の数を記入するか、コメントを記入してください：

1 0. 年齢に関して、どのレベルの詳細さで公表されているか選んで下さい。

- 各歳（何歳までか？）
- 5歳ごと（何歳グループまでか？）

1 1. 年次に関して、どのレベルの詳細さで公表されているか選んで下さい。

- 各年
- 5年ごと
- その他（下に記入して下さい）

コメントを記入して下さい：

1 2. あなた方の公表した報告書の中で、これらの用語を使用しましたか：

当てはまるもの全てを選んで下さい。

- 推計／投影（projection）（理由を下に記入して下さい）
- 予測（forecast）（理由を下に記入して下さい）
- その他（使った用語とその理由を下に記入して下さい）

詳述して下さい：

1 3. 前の質問で選択した用語について、あなた方は報告書でこの用語を定義していますか？

- はい
- いいえ

1 4. あなた方の公表した報告書の中で、これらの用語を使用しましたか：

当てはまるもの全てを選んで下さい。

- シナリオ（scenario）（理由を下に記入して下さい）
- 仮定値水準（variant）（理由を下に記入して下さい）
- その他（使った用語とその理由を下に記入して下さい）

詳述して下さい：

公表の方法

1 5. あなた方の報告書の中で以下の要素に費やされるおおよそのパーセンテージを記入して下さい：

その他ものがあれば次の質問にコメントして下さい

現在の人口学的状況/動向についての情報：

仮定についての情報：

方法論についての情報：

基礎となるデータソースの質についての情報：

結果の分析：

その他（次の質問で記入して下さい）

16. 前問でほかの要素があれば、記入して下さい：

17. 推計の結果に関してどのような情報を公表しましたか？

当てはまるもの全てを選んで下さい。

- 事前に用意した表
- カスタマイズ可能な表
- 文書による要約/結果のハイライト
- 詳細な文書による結果の分析
- 結果の視覚的説明（グラフ）
- その他（下に記入して下さい）

コメントを記入して下さい：

18. あなた方の公表プロセスの一環として、どのような場で得られた推計の結果を発表しましたか？

当てはまるもの全てを選んで下さい。

- 報道機関の公表物
- 記者会見
- 外部専門家会議
- 科学的会議
- 要求に応じて
- 発表していない
- その他（下に記入して下さい）

コメントを記入して下さい：

19. 要求に応じて、利用者が推計、または同様の推計を再現できるように、詳細なパラメーター/入力

データを配布しますか：

例えば、年齢別出生率など。

- はい
- いいえ
- わからない

コメント（任意）：

20. 次の団体のうち、推計の作成中にどのような機関に相談したか、またどのような目的のために相談したのかを、もしあれば記入してください。:

当てはまるもの全てを選んで下さい。

	仮定や 方法論 を開発 するた め	仮定についての フィードバック を得るため (ただし最終決 断はあなたがし ている)	仮定についての フィードバック を得るため (あなたが従う 必要がある)	公式発表の 前に、結果 に焦点を当 てた形で知 らせるため	推計作成 状況を 知らせる ため	相談 して いない
統計局内の上級管理職	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
統計局内の他部署	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
政府機関	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
地方政府機関	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
国際統計機関	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
国際機関（国際的専門 家グループなど）	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
専門家諮問グループ/ パネル	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
頻度が多い推計利用 者、民間セクター	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
公式専門家パネル以外 の研究者	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
その他（下に記入して 下さい）	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

コメントを記入して下さい:

21. 推計の作成中に何らかの機関に相談した場合、これらの協議内容を公表した報告書に記載しましたか?

- 全ての協議について記載した
- いくつかの協議について記載した
- 協議について記載しなかった
- あてはまらない（協議を行ってない）

コメント（任意）:

利用者との交流

22. あなたは推計の利用頻度を知る手段を持っていますか?

当てはまるもの全てを選んで下さい。

- いいえ
- はい。電子ウェブのヒット数/ページビューの数/ダウンロード数
- はい。その他（下に記入して下さい）

コメントを記入して下さい：

23. あなたの推計の主要な利用者を特定できますか？

- いいえ
- はい、すべての利用者を特定できます
- はい、いくつかの利用者を特定できます

24. 主要な利用者を記入して下さい。

当てはまるもの全てを選んで下さい。

- 政府機関
- 一般的公的機関
- 企業/産業
- メディア
- アカデミア
- その他（下に記入して下さい）

コメントを記入して下さい：

25. 利用者は推計の内容に関して技術的支援を受けることができますか？

（例えば、技術的な説明に関して）

- はい、利用者は推計作成者に直接コンタクトを取ることができます
- はい、利用者サポートサービスが中間的に支援します
- いいえ

コメントを記入して下さい：

26. 公表された推計情報において、この技術支援が利用できることを、利用者に明示していますか？

- はい、公表するすべての推計において明示しています
- はい、いくつかの公表する推計において明示しています

27. 求められた技術支援で最も一般的なものは何でしたか？ 詳しく説明してください：

例えば、求められた技術支援が方法論の問題である場合、さらなる説明を求められた最も一般的な方法論の問題は何ですか？

28. これらの技術支援の要求は、次のカテゴリの利用者からのものが、どの低度の割合を占めていますか？

不明な場合は空白のままにして下さい。

政府機関：

一般的公的機関：
企業/産業：
メディア：
アカデミア：
その他（次の質問で記述して下さい）

29. 前の質問で **その他** を選んだ場合、詳しく記述してください：

30. 将来人口推計（結果と方法を含む）を利用者に伝えるためには、どのような主導や戦略が、あなたの機関にとって最も効果的と思われるか？

31. 利用者は、あなたの推計刊行物のどの面を拡張または改善したものを見たいと思いますか？もしあればお書きください。

不確実性の伝達

32. 公表伝達において、推計の不確実性を利用者に伝えるために次の方法を利用しましたか。

当てはまるもの全てを選んで下さい。

- 歴史的仮定値水準の分析
- 専門家の判断
- 過去の推計誤差の分析
- 複数の決定論的シナリオの作成
- ベイズ推定の利用
- 確率的/確率的アプローチの利用
- 感応度分析
- 推計結果の不確実性に関する注意/注意書き
- 条件付きフレーズ（例：「である」ではなく「であろう」）、具体的にご記入下さい：
- ない
- その他（下に記入して下さい）

コメントを記入して下さい：

33. 将来人口推計の不確実性を利用者に伝えるために、どのような主導や戦略が、あなたの機関にとって最も効果的と思われるか？

34. 将来人口推計の不確実性を利用者に伝える際に、どのような課題に直面すると思われるか（例え

ば、推計利用者が誤解しがちなことはありますか。

質問票の終わりに

ご協力ありがとうございました。もしこの調査についてのコメントがあれば以下に記入してください。特に、質問の理解や回答を記入するのに問題があった場合や、質問について追加の情報を提供したい場合は、ぜひ記入をお願いします。

付録 C -将来人口推計のメタデータの報告に関する推奨される形式

下のテンプレートは、推計作成者がその推計についての関連情報を報告するのを容易にし、利用者がその情報を素早く見つけられるようにするためのツールとして設計されている。推計作成者は必要に応じて、利用者にとって最も役立つと思われる方法で関連性があると思われる情報を提供するために、テンプレートを変更するのが望ましい。推奨される方法は、推計に関連する公表資料中で、このテンプレートの情報を公開することである。加えて、統計局の場合、新しい人口推計が発表された際には、このテンプレートに含まれる情報の大部分を、UNECEの人口推計メタデータに関するデータベースでも報告するべきである。

(推計のタイトルを入れる) 記述要約シート		
推計が参照している国：		
推計のタイトル：		
組織：		
作成に関わる利害関係者：(推計の作成に影響力のある役割を果たした利害関係者を記載して下さい)		
公表された推計へのリンク：		
詳細について知りたい場合の連絡先：		
一般的情報		
公表の年月： 年 月 (複数の推計がある期間にわたって公開されている場合は、Webでの公表を含めて最も早い日付を記入してください)		
推計の開始年月日： 年 月 日		
推計の最終年月日： 年 月 日 (異なる推計に異なる推計終了日が使われている場合、一番遅いものを示して下さい)		
推計の更新頻度： 年		
人口の概念 (de jure / de facto)：		
対象人口： (推計に含まれる人口)		
推計の一般的モデル： (例：コーホート要因モデル、マイクロシミュレーション、外挿など)		
推計の種類：	<u>決定論的</u> シナリオ/仮定値水準 の数と種類：	<u>確率論的</u> 推定区間のレベル：

公表の詳細	
全国より下位の地域 - 利用可能性と全国との整合性	<input type="radio"/> 利用できない <input type="radio"/> 利用可能だが、全国と整合性がない <input type="radio"/> 利用可能で、全国と整合性がある (ボトムアップ) <input type="radio"/> 利用可能で、全国と整合性がある (トップダウン)
年齢 (複数回答可能)	<input type="radio"/> 各歳 (計算値) <input type="radio"/> 各歳 (補間) <input type="radio"/> 年齢階級、定義してください：
年齢 (または年齢グループ) の上限：	
年	<input type="radio"/> 各年 (計算値) <input type="radio"/> 各年 (補間) <input type="radio"/> 5年ごと
利用可能な世帯および/または家族の推計：	<input type="radio"/> 世帯 <input type="radio"/> 家族
推計されるその他の変数	<input type="radio"/> なし <input type="radio"/> 世帯タイプ <input type="radio"/> 市民権 <input type="radio"/> 出生国 <input type="radio"/> その他、具体的に記入して下さい：
データソース	
基準人口：	
他の使用したデータソース	
推計の不確実性を扱うための方法論	
将来人口推計の不確実性を伝えるためにとられた措置： (将来人口推計の不確実性の伝え方の簡単な説明、例えば、様々なシナリオや推定区間の公表など。いかなる手段も講じられていない場合は、「措置なし」を示してください)	
将来人口推計に関するその他の関連情報または詳細：	

付録D- 専門家への照会についての文書の例

アイルランド中央統計局 Central Statistics Office (Ireland)

アイルランド中央統計局は 2011 年に基づく人口推計と労働力の予測のための仮定設定プロセスにおいて、大規模な専門家グループからの意見提供と助言を受けた。関連する報告書は、専門家グループが最も重要であると考えられる要素の説明を含む推計の仮定を提示しているため、最終的な仮定の採択につながった思考プロセスを利用者が追やすい。報告書（アイルランド中央統計局 2013 を参照）は中央統計局の Web サイトに掲載されている。

http://www.cso.ie/en/media/csoie/releasespublications/documents/population/2013/poplabfor2016_2046.pdf

フランス国立統計経済研究所 Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE)

INSEE は 2007 年に基づく人口推計のための仮定設定プロセスにおいて、大規模な専門家グループからの意見提供と助言を受けた。関連する報告書は、専門家グループが最も重要であると考えられる要素の説明を含む推計の仮定を提示しているため、最終的な仮定の採択につながった思考プロセスを利用者が追やすい。報告書「2007 - 2060 年の人口推計：フランスのメトロポリタン：méthode et principaux résultats」(Blanpain, N. and O. Chardon, 2009 参照) は INSEE のウェブサイト (仏語) に掲載されている。

http://www.insee.fr/fr/methodes/sources/pdf/proj_pop_2007_2060_F1008.pdf

イギリス統計局 Office for National Statistics (ONS)

イギリス統計局は、2014 年に基づく全国人口推計のために行われた、専門家からの助言を受けたパネル会議の全議事録を公表した。専門家と ONS メンバーの間の対話に関するこの徹底的な描写により、どのトピックが大きな議論を引き起こしたか、またはどのトピックに対して意見が少なかったかを識別できる。これらの議事録 (“ National Population Projection : 2014 年推計”、第 1 章、Annex A) は ONS の Web サイトに掲載されている。

<http://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/populationandmigration/populationprojections/compendium/nationalpopulationprojections/2015-10-29/backgroundandmethodology#appendix-a-minutes-of-expert-panel>

カナダ統計局 Statistics Canada

カナダ統計局は、2013 年に基づく全国人口推計について、将来の人口動向についてのカナダの人口学者の意見を集めるために彼らの学会を調査した。結果の報告と一緒に発表された方法論と仮定に関する技術報告では、彼らは調査の結果を説明するのに、しばしば平均応答とその広がりを示す箱ひげ図を使用している。したがって、合意が欠けている分野を容易に特定できる。技術報告 (Bohnert et al. 2015 を参照) はカナダ統計局の Web サイトに掲載されている。

<http://www.statcan.gc.ca/pub/91-620x/2014001/chap02-eng.htm>

付録 E - 確率論的推計に関連する主な利点と制約

確率論的推計の利点は多くの人口学者によって詳細に説明されており、決定論的推計よりも優れていることがしばしば示されている（例 Lee 1998; National Research Council 2000; de Beer 2000; Keilman et al. 2002; Lutz et al. 2004; Lutz and Samir 2010; Raftery 2014）。確率推計にも限界があるが、これらはあまり文書化されていない傾向にある。これらの制限は克服できないわけではないが、確率論的推計を作成するオプションを評価する際に作成者はこれらを認識する必要がある。確率推計の主な利点と制限は以下のとおりである。

主な利点：

- 確率は自然には存在しない。むしろ知識がないために不確実性を表現する手段として作成されるため、確率の観点から推計結果を表現することは、予測能力の限界を誠実に表現するのに役に立つ(Silver 2012)。不確実性の尺度それ自体不確実だが、それらは存在し、推計値に関連する不確実性を浮き彫りにする。Dunstan and Ball (2016, p. 951)は次のように説明している。「不確実性が適切に伝えられている場合にのみ、利用者は不確実性について考えることができる。」Bijak et al. (2015)によれば、不確実性の明示的で透明性の高い予測こそ、正直さ、謙虚さと信頼の価値を高める。
- 推計作成者が推計を予測としてとらえたくないとしても、利用者が推計を予測としてとらえることは妨げられない。結局のところ、将来を観察することは不可能であるため、意思決定者は、推計を予言であると見なす以外に選択肢はない。このような状況では、意思決定者は、推計がどれほど信頼できるかについてのあらゆる種類の情報を、情報に基づいた意見であれば主観的であっても受け入れて構わないと思っているかもしれない。確率推計はこの情報を提供する術となる。
- 確率論的アプローチの主な実際的な利点の1つは、それが非線形人口指標（例えば老年従属人口指数）について不確実性の一貫した範囲を生み出す能力を提供することである。
- 確率推計は、さまざまな種類の利用者やニーズに適している。確率推計では、利用者は不確実性に対する感応度に応じて予測区間を調整できる(Keyfitz 1972; Raftery 2014)。
- 確率推計は、リスクに対する敏感さに応じて決定を下すという利用者の能力を向上させる。利用者が損失（または効用）関数を定量化できる場合は、それを確率論的推計結果と組み合わせて、最適な行動方針を決定したり、一連の有限の選択肢から選択することができる（付録 G の図を参照）⁴²。実験により、確率論的情報の形で不確実性を提供すること

⁴² Raftery (2014) が指摘したように、この貢献は誇張されるべきではない、なぜなら利用者は彼らの損失関数を意識しないか、あるいは彼らが伴う認知的負荷のためにこれらの方法の使用を控えるからである。

は、より良い意思決定に大きく貢献することが示されている (World Meteorological Organization 2008)。

- 確率推計は、異なる目標を達成する政策の確率を評価し、これらの確率を最大化するための自然な枠組みを提供する (Tuljapurkar 2006)。例えば、財政や医療の支出計画など、長期にわたる世代間の移転を伴う状況で非常に有用であることが示されている (例えば、同書; Lee and Edwards 2002; Lee and Anderson 2005; Lassila and Valkonen 2008)。
- 不確定性の下で決定を下すためのいくつかの方法論を提供するベイズ統計の文脈において、予測区間は自然な道具である (Bijak 2010)。
- シナリオアプローチでは、決定論的推計は、人口増加のすべての要素に対する仮定を事前に設定する必要がある。それ故、これらの要因間の完全な相関関係が仮定されるが、これは通常は非常にあり得ない仮定である。確率推計では完全な相関は必要としていない。人口学的率の時間的自己相関について適切な仮定がなされていれば、確率推計は、投影の過程で不確実性がどのように現れるかをシミュレートするのによく適合する (Lee 1998)。
- 予測区間は、公表する推計期間の選択における推計作成者の決定を支援することができ、そして利用者が所与の期間における投影データの有用性を決定するのを助けることができる (Dunstan and Ball 2016)。

主な制約：

- 将来人口推計は通常、進行中の政策手段に情報を提供する、あるいは支援するために行われる。これは、短期的な天気予報のように政策決定よりも「当たるか外れるか」に関して反応があるものとは著しく対照的である。確率論的な人口推計は豊富な量の情報を提供するが、それにより政策決定を助けることができる感応度分析の必要性を排除するものではない (推奨される方法 3.8 参照)。しかし、既存の確率論的な人口推計の大部分は、現状ではこの側面に対処していない。
- 確率的推計を作成することはデータ集約的である傾向があり、実行するために研究者の専門知識を必要とし (Lutz and Goldstein 2004)、これら 2 つの要素は限られた財源で運営されることが多い各国統計局 NSO にとって障害となる可能性がある。明らかに、確率論的推計の開発は、定期的な更新、特定の関係者の要求、およびその他の義務に対する絶え間ない要求のために、NSO の成果物の集中的なペースとうまく適合しない可能性がある。
- ニュージーランド統計局の経験を通して、Dunstan and Ball (2016) は、確率論的アプロ

おそらく、ほとんどの利用者が人口推計に基づく意思決定に正式な意思決定理論を適用できるとは期待できない。それでも、そうする手段を提供することは、作成者にとって確かに奨励される方法である。それらがより広く利用できるようになるにつれて、確率推計が使用されるようになることはあり得る (同書)。

一社の開発に関連して少なくない投資コストがあることを指摘した。しかし彼らはまた、統計機関は他の場所で開発された方法論とソフトウェアを採用することによって開発コストを削減できる、つまり一度方法論が採用されれば、確率的または決定論的予測を作成するための継続的なコストはそれほど変わらない（同書）とも述べている。

- 確率的推計を作成したいという願望は、「中位」または「最も可能性の高い」シナリオを犠牲にして、推計の作成者に不確実性の評価に焦点を当てるように導くかもしれない。大部分の利用者が中位のシナリオからの数値にしか興味がないのであれば、これは問題となる。特に、推計の作成者は、人口増加のさまざまな要素とその決定要因に関するより実体的な知識を組み込んだ他の方法（Lutz and Goldstein 2004）を犠牲にして、ある種の不確実性測定（時系列の外挿など）を提供する方法論を好むような誘惑に駆られるかもしれない。
- 確率推計の複雑さが増すことは、仮定の伝達にも有害であり、推計の透明性を妨げる可能性がある。Lutz and Goldstein（2004）が指摘したように、推計作成者は科学的に優れた推計を作成するだけでなく、広範囲の利用者が容易に理解できるであろう不確実性の記述もしなければならない。多くの場合、利用者は複雑なモデルを理解することができないため、仮定のメリットを判断するのが困難になる可能性がある。
- 測定に関連する不確実性（例えば、基準人口の推定における誤差および推計仮定を決めるために使用されるデータの不完全性）は存在するが、モデル出力における不確実性の重要な原因は別の性質のものである。それは、まだデータが存在しない未来についての仮定をする必要性によるものである。実際、確率論的推計を作成することは、推計の仮定に関連する不確実性の信頼できる推定値を作成する能力があることを前提としている。予測の究極のテストは（予測と結果の）調整 calibration である⁴³。例えば、気象予報は適切に調整されていることが示されている。仮に、40%の降雨確率が予測される場合、その時間の40%で雨が降ることを意味する（Silver 2012）。人口学者とは異なり、気象予報士は、毎日の多数の予報が、彼らのモデルをチェックして調整するのに役立っている。確率推計の作成者は、モデルのパフォーマンスを短期的または中期的に検証するために、繰り返し交差検証とサンプル外予測を使用することがしばしばできる。しかしながら、モデルを調整することが困難または不可能である場合、確率論的アプローチは適切ではないかもしれない（International Actuarial Association 2010）。
- 調整が不可能な状況に加えて、複雑さが増してモデルの徹底的な見直しおよび検証が妨げられている場合、または一部の変数に対して適切な確率分布を決定することが困難または不可能な場合、確率モデリングは最善の方法ではない。（International Actuarial

⁴³ 調整が使用された確率推計の例については、Raftery et al.（2012）を参照。

Association 2010)。

- 上述のような単一の方法論についての合意の欠如、および将来人口推計の入力値にかかわる不確実性を推定することの困難から、人口学者はさまざまな方法およびデータソースを使用することになる可能性がある。これらは、しばしば、想像力豊かなものである。ただし、その結果は、モデルの選択方法やその他の主観的要因によって異なってしまう⁴⁴。予測と結果の調整はこれらの問題に対処するのに役立つかもしれないが、不確実なデータが専門家の意見導入プロセスから来るときのような状況で活用するのは難しいかもしれない。
- 近年の多数の開発にもかかわらず、それらを推計作成者がより容易に適用できるためには、確率論的方法のいくつかの分野においてより多くの研究が必要とされている。例えば、Wilson and Rees (2005)は、移動が確率的に予測されることはめったにないこと、そしてこの要素はより多くの研究に値すると述べた⁴⁵。
- 現時点では、確率推計はまだ比較的新しい、新しい取り組みである。したがって、それらのパフォーマンスに関する徹底的な評価は実質的に存在しない。
- 将来の結果に関連する確率の解釈可能性は簡単ではない⁴⁶。Romaniuc (1994)が観察したように、確率推計のための理論的基礎は、人口推計における不確実性のとらえどころのない性質に大部分起因して、明らかではない。一般に、確率推計作成者は、イベントが発生するという確信の程度を表すものとして確率を考える。彼らは、専門家間の意見の相違、過去の推定値のばらつき、過去の予測の誤差などのデータを使用してそれらを計算する⁴⁷。
- 行動研究の発見により、人々が重要な情報を抽出するのに十分に間隔を判断するのが困難であることが示されている。例えば、不確実な結果の認識と評価には偏りがあることが知られている(例 Kahneman and Tversky 1979)⁴⁸。

⁴⁴ たとえば、Lee (1998, p. 186) が報告したように、「本質的に同じ予測に対する Alho (1997) と Lutz, Sanderson, and Scherbov (1996) の確率分布の比較は大きな違いを明らかにした」。

⁴⁵ しかしながら、近年、いくつかの興味深い進展があった(例 Azose et al. 2016)。

⁴⁶ そのような困難は気象予報の分野でよく示されている。例えば、米国でのいくつかの調査の結果は、たとえ降水確率が1960年代以来公表されていたとしても、一般の人は降水確率を解釈するのが困難であることを示した(Morss et al. 2008)。2008年に実施された調査では、「明日は60%の雨が降る可能性があります」という文の正しい解釈を見つけることができたのは5人に1人未満だった。正しい解釈は「明日のような日の60%で雨が降るでしょう」である(同書)。

⁴⁷ これは確率のベイズ的解釈である。これに関する詳細は付録Gに記載。

⁴⁸ 一方で、確率論的推計は一般に人々によく理解され、より良い意思決定につながるができるという認知研究からの指摘もある(Raftery 2014)。

付録F - 不確実性分析と感応度分析の例

下記の例は、あらゆる種類のモデルにおける様々な構成要素からの不確実性を統合するための一般的な枠組みを提供することを目的とした Saltelli et al. (2008) から引用したものである。ここでは、人口増加の一般的なモデルを元のモデルに置き換えることで、いかに確率推計が人口推計に適用される不確実性分析の単純な例であるかを示す。

時刻 $t+1$ における単一人口の増加が 3 つのパラメータ、将来の死亡数、将来の出生数、将来の国際純移動数、に依存する、非常に単純なモデルがあるとする。このとき、モデルは単純に次のように書くことができる。

$$growth_{i,t+1} = bth_{i,t+1} - dth_{i,t+1} + net_{i,t+1}$$

今、入力値は将来についての仮定に由来し不確実である。その結果、いくつかの不確実性の測定値が利用可能である。例えば、将来の出生数を時系列予測法を使用して予測することができる。予測された平均と分散を使用すれば、正規分布を仮定して、 t と $t+1$ の間の出生数の予測分布を得ることができる。

不確実性分析では、入力の不確実性を結果の不確実性に変換することをめざす。そのためには、モデル内の誤差の時系列伝播を計算する必要がある。モデルが線形または比較的単純な場合、これは不確実性伝播方程式、偏微分、または回帰分析によって分析的に計算することができる。ただし、より複雑なモデルの場合、またはさまざまな不確定要素（多くの場合異なる種類の分布からのもの）を統合する場合、モンテカルロシミュレーションがしばしば必要となる (Booth 2006)⁴⁹。モンテカルロシミュレーションでは、入力に関連付けられたさまざまな種類の確率分布からパラメータをサンプリングできる多数の反復を実行できる。

モンテカルロ法では、それぞれの確率分布からサンプリングされた出生数および死亡数および純移動について異なる値を使用して、毎回多数の反復（例えば 1,000）が実行される。すべてのパラメータは、1,000 個の一連のランダムに引き出されたパラメータからなる行列 **M** に含まれる。

⁴⁹ これは、入力値がしばしば相関し、時系列自己相関がある（すなわち、時間 $t+2$ での投影が時間 $t+1$ での投影に依存する）人口推計モデルの場合にはほぼ常に当てはまる。

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} bth^1 & dth^1 & net^1 \\ bth^2 & dth^2 & net^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ bth^{1,000} & dth^{1,000} & net^{1,000} \end{bmatrix}$$

1,000 個の推計の結果は、1,000 個の値からなるベクトルであり、これは、 t と $t+1$ の間の人口増加の予測確率分布である。

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} g^1 \\ g^2 \\ \vdots \\ g^{1,000} \end{bmatrix}$$

この分布から、平均または中位シナリオおよび分散の尺度（例えば、標準誤差または予測区間）を計算することが可能である。したがって、結果として得られる g の確率分布は、すべてのパラメータの不確定性を統合する。

感応度分析では、一般に、入力の 1 つが変化すると、出力（ t と $t+1$ の間の人口増加）がどのように変化するかを知ることがめざされる。たとえば、出生数の変動によって人口増加がどのように影響を受けるのかを知りたい場合がある。目的に応じて、これらのバリエーションはさまざまな方法で指定できる。

- a) 特定の政策目標（たとえば所与の割合の増加）に関連付けられたような一般的な目標を使用することができる。
- b) t と $t+1$ との間のありうる出生力レベルをモデル化した何らかの確率分布に従うことができ、その場合、変動は、予測区間（例えば、80 パーセント）を選択することによって明確に定義され得る。
- c) あるいは、モンテカルロシミュレーションを用いて出生力に対する増加の感応度を測定することができる。たとえば、人口増加の予測区間の 80% という上限（単に分布の 80 パーセンタイル）を取得できる⁵⁰。ただしこれは前項目で示した、出生率パラメータの確率分布の 80% の予測区間の上限を使用して 1 回の推計が実行されるものとは同じでは

⁵⁰ この方法により、感応度分析を実行して、将来の人口規模に対するさまざまなパラメータの相対的影響を評価することができる。たとえば、推計人口の分布に対して各パラメータの分布をプロットし、結果を比較することができる（例については Saltelli et al. [2008] を参照）。

ないことに注意が必要である。

- d) Caswell and Gassen(2015) は、微積分および推計行列を使用して、モデルの特定に関する出力の感応度を測定することができる**予測感応度分析**を行った。計算は結果の不確実性についての情報を提供しないが⁵¹、彼らは「結果が非常に敏感であるパラメータの不確実性はその結果の不確実性の高い度合いに変換するという直感的な概念を定式化する」（同書、p. 827）。この方法は、代替シナリオを構築したり投影パラメータに対する修正を指定したりする必要なしに、任意のセットの動態率における摂動に対する任意の出力（例えば、増加率および人口比）の感応度の測定を可能にする。したがって、感応度分析を実行するには、初期人口ベクトルとさまざまな増加要素のパラメータのみが必要である。推計作成者独自のコンピュータソフトウェアへのアクセスは不要である。このため、Caswell と Gassen は、「推計マトリックスの形で彼らの推計の根拠を報告することを検討する」ことを当局に促した（同書、p. 829）。

一般的な注意：

1. モンテカルロ法の相対的な単純さは、確率推計を生み出すのに必要な労力についてかなり誤解を与えてしまう。ほとんどの場合、課題は実際に各パラメータの確率分布を描くことにある (Saltelli et al. 2008)。これには通常、多くの仮定と大量のモデリングが必要である。入手可能なデータに基づいて、不確実性は時系列法、過去の推計誤差の分析、専門家の知見導入法、またはこれらの組み合わせから推定される。ベイジアン技法は、データの不足を補うため、またはより多くの情報源を組み込むためにしばしば用いられる（例えば、United Nations 2015b; Abel et al. 2013; Billari et al. 2012; Bijak et al. 2010; Girosi and King 2008）。
2. モデルから推定される不確実性は、モデルの選択が適切である場合にのみ適切になる。多くの場合、事実が明らかになったあと、事後的な誤差を通じて不確実性の一端は測定される (Keyfitz and Caswell 2005)。ただし、統計的なアプローチでは、標本外予測を使用してモデルを選択することができる。Alho and Spencer(2005, p. 240)は、モデルの選択に起因する分散を確認するためのアプローチを提供した。Abel et al. (2013) はモデル選択に起因する不確実性を評価するために、一連のモデルからパラメータを計算した。
3. モデルは、特にまれな事象（定義上、時系列データには存在しないことが多い）に関し

⁵¹ これは、パラメータの不確実性に焦点を当てた**遡及的感応度分析**とは対照的である（両タイプの分析の説明については Caswell [2000]を参照）。

て、不確実性を捉えることに限界がある (Taleb 2010)。さらに、極端な値 (異常値) はモデル構築過程で排除されることがある。これらの制限は認識されるべきである。

4. 提供されている例では、唯一の出力は総人口規模である。代わりに年齢別人口が投影されていたならば、いくつかの年齢構造指標の予測区間も計算されたかもしれない。したがって、この方法は、すべての出力に関連する不確実性の包括的かつ一貫した推定を可能にする。
5. エラーの伝播を正しくモデル化するには、モデル内に存在するさまざまな相関関係を正しく特定する必要がある。多くの場合、共分散のさまざまな原因の適切な表現を推定することが困難となる。ただし、人口推計に相関関係がどのように存在するかを理解するには、その例を1年以上の推計として拡張する必要がある。以下では人口推計であり得る相関関係の3つの例⁵²を示す。
 - a) さまざまな入力値の間に相関関係が存在する可能性がある。たとえば、リスク人口がより高いという条件の下では、年間死亡数の将来値は、過去に予測された出生数および純移動数と相関すると仮定することが好ましい場合がある。ほとんどの人口推計では、入力は出生数ではなく、リスク人口に適用される出生率なので、推計された死亡数は、自動的に出生数または純移動数の増加とともに増加する。増加要素間の自己相関を必ずしも特定する必要はない。ただし、パラメータが動態率の形で指定されている場合でも、要素間の相関はあり得る。たとえば、移入女性の出生率が高いことにより、移入レベルの上昇により出生率の上昇が追従することが予想される。このような相関関係を考慮に入れると、プロセスの複雑さが大幅に増す。今日まで、人口増加におけるさまざまな要素間の独立性は、確率推計のほとんどの適用で想定されてきた。
 - b) 時間的自己相関もモデルの単一入力を考慮した場合は存在する。なぜなら、パラメータ値は、年ごとに急激な動きを示すのではなく、時間の経過とともに比較的ゆっくり動く傾向があるからである。この文脈では、ある時間 $t+x$ におけるパラメータ値は、前の期間における値と相関する。Lee (1998) が示しているように、時間の自己相関をどのように特定するかは、経時的な入力値の推計された分散と首尾一貫する。たとえば、時間的自己相関がないと仮定すると、時間の経過に伴うパラメータ値は、長期的には大きな偏差はなく、単に平均値の周りで変動する。逆に、完全時系列自己相関では、変動はなく、最初から最後まででの投影で直線的な経路が得られる⁵³。

⁵² Lee (1998) は、人口推計におけるさまざまなタイプの相関関係のより完全なリストを提供した。

⁵³ 人口推計における時間の自己相関を扱うために、通常2つの異なるアプローチが使用される。

Tuljapurkar et al. (2004) と Lee (1998) によって定義された、**ランダムシナリオ予測法**および**確率予測**

c) グローバル化が進む世界では、さまざまな地域や国が同様の道程をたどる傾向がある。例えば、医療技術の普及だけでなく、生命への脅威の広がりも、平均余命の進化に関して地域間の相関関係を引き起こす可能性がある (Lutz et al. 2004)。地域間相関は、さまざまな地域における不確実性の推定に重要な影響を及ぼす (Lee 1998)。Fosdick and Raftery (2014) は、時間不変性の関数として、出生率の地域確率予測のための国家間相関をモデル化した (ただし、この方法は他の要素の予測にも使用できる)。Alho and Spencer (2005, p. 292) は、地域間の相関関係を扱う方法を議論した。

法である。前者では、パラメータは与えられた期間内の目標を表し、開始年から目標年まですべての中間年が補間される。我々の例では、この方法で最初から最後まで1,000本の直線が得られる。ランダムシナリオアプローチでは、単一の反復におけるすべてのさまざまな入力のパラメータは、時間の経過とともに完全に相関する。ただし、推計の各年ごとに値をサンプリングしたり、ランダムサンプリングプロセスを抑制する必要がある時間自己相関を計算したりする必要はない。ランダムシナリオアプローチは、専門家の知見導入方法が使用される場合など、確率分布が所与の期間についてのみ利用可能である場合に有用である (例えば、Billari et al. 2012)。対照的に、確率予測法は、パラメータ分布から毎年の値をランダムに引き出すことからなる。その結果、1,000本の軌跡はもはや直線ではなくなり、時間の経過とともに交差する可能性がある。この方法は、不確実性が時間の経過とともにどのように伝播するかをより現実的に表したものである。

付録 G - 最適意志決定のための確率推計の活用例

ある計画担当者が、特定の管轄内の人口増加に対応するために建設する必要がある学校の数と規模について決定を下す必要があると想像してみよう。学校を建設し、それらを維持することには費用がかかるので、理想的には、提供される新しい学校の数は需要に完全に合致することが望ましい。将来の人口増加を正確に予測することはできないと認識しながらも、これらの計画担当者は、彼らの意思決定プロセスを裏付けるために、いくつかのおおよその数字を有難く利用するだろう。

幸いなことに、彼らは利用可能な人口推計に頼ることができる。人口推計データは不完全かつ不確実だが、独立して公平に構築された場合、それらは情報に基づいた、開かれた、民主的な意思決定を支援するための中立かつ客観的な情報源となる。推計データを使用する最も単純な方法は、「最も蓋然性が高い」または「中位」のシナリオで予測される成長に基づいて、新しい学校の数を決定することである。しかし、それが最適な決定だろうか？

将来のコーホートの規模は確率変数であり、その予測には理論上は予測誤差の推定値が伴うはずである。では、代わりに計画担当者が確率的予測を備えているとする。計画担当者は単一の数値を決定する必要があるが、それに関連する不確実性についての情報をいくつか得るだろう。もし不確実性が高すぎれば、必要に応じて簡単に拡張できる学校の設計など、いくつかの予防策を提案することができる。この場合、確率論的推計により、必要な拡張が何であるかというあり得る考えが得られる。

しかし、ベイズの確率論の発展から生じる方法を利用することにより、計画担当者は、将来の固有の不確実性によって引き起こされる潜在的な損失を最小限に抑える最適な戦略を見つけることによって、意思決定をさらに進めることができる。(Raiffa and Schlaifer 1961; Morgan and Henrion 1990; Alho and Spencer 2005; Bijak 2010)⁵⁴。彼らの最初のステップは、損失関数を評価することである。この場合では、将来の生徒数と学校建設に利用可能な場所の数との間のギャップがどのくらいのコストになるか、である。

計画担当者が、多く見積もりすぎた学生一人にそれぞれ約250ドル、少なく見積もりすぎた学生一人にはその約2倍の費用がかかると見積もることができたとしよう（つまり、計画担当者は

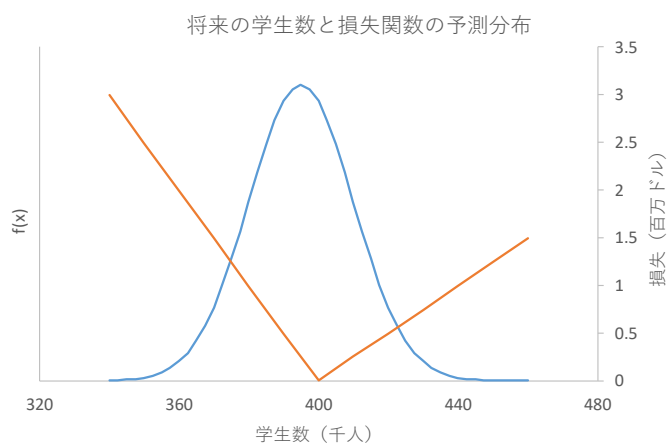
⁵⁴ この例の多くは、これらの参照で提供されている情報から示されている。特に Bijak (2010) は、人口推計の文脈で多数の例を示している。

空席を扱うよりも学生数の余剰に適応する方が、コストがかかると考えている)。この場合、需要を過大評価するよりも過小評価する方が2倍の費用がかかるので、損失は生徒数の誤差の線形関数であり、非対称であるため、損失関数は線形として記述できる。このような損失関数は次のように書くことができる。

$$l(d,x) \propto \begin{cases} c(d-x) & \text{if } d > x \\ \lambda c(x-d) & \text{if } d \leq x \end{cases}$$

ここで、 d は意思決定（つまり、学校で利用可能な総座席数の目標）であり、 x は将来の生徒数の見積もりを表し、 c は余分な場所のコストを反映した定数であり、 λ は過大評価よりも過小評価の方がコストがかかることを反映している（この例では 2）。さらに、生徒数の予測分布が確率予測から得られたとすると、 $f(x)$ は平均値 400,000 および標準偏差 15,000 の正規分布 ($X \sim N(400,000, 225,000)$) で近似できる。結果として得られる確率密度関数と損失関数を図 G1 に示す。400,000 は合理的な「推測」のようだが、それを取り巻く不確実性のために必ずしも最適な選択ではない。実際、最適な選択は分布の右端にあるはずである。

図 G1



最適な決定は、予想される損失が最小限に抑えられるものである。与えられた選択肢 d に対する期待損失は、次のように計算される

$$c \int_{-\infty}^d (d-x)f(x)dx + \lambda c \int_d^{\infty} (x-d)f(x)dx$$

最小予想損失は、 d が x の累積分布関数のランク $\lambda/(\lambda+1)$ の分位数に等しいときに起こる。最適な選択 d^0 は、 $x \leq d^0$ の確率が $\lambda/(\lambda+1)$ に等しくなるものである。この例では、与えられた損失関数が最小になる学生の数は、406,491 人である（より正確には、人口増加は 406,491 から現在の生徒数を引いたものになる）。

一般的な注意：

1. ここでの「ベイジアン」という用語は、ベイズの定理を明示的に指すのではなく、むしろベイジアンアプローチに強く（しかし排他的ではなく）結びつき、「不確実性の状態であり、繰り返し実験の結果（だけ）ではない」（D' Agostini 2003, p. 29）と関係付けている確率の概念を指している。本質的に、ベイジアンの枠組みでは、「主観確率に関して我々の不確実性の程度を特徴付けることによってある種の無知を概念化する」という願望がある（Morgan and Henrion 1990, p. 307）。ベイズ意思決定理論は、不確実性情報を意思決定に明確に取り入れるためのフレームワークを提供している（Morgan and Henrion 1990; Bijak 2010; Bijak and Bryant 2016）。一般に、ベイジアン法は、より複雑な、または高度に構造化された問題に対してより良くかつ自然に機能する傾向があり、複数の不確定要素を首尾一貫した方法で記述する可能性を与える（Bijak and Bryant 2016）。
2. 先述したことを考えると、ここで説明された方法は主観性を排除できない。それでもなお、それは好みや判断を形式化するためのメカニズムを備えるものであり、「[...]恣意的ではないだけでなく、より客観的である決定をすること」（Raiffa and Schlaifer 1961, p. vii）を導くものである。実際、ベイジアンアプローチは意思決定だけでなく、一般に統計的人口学のための透明性と一貫性をももたらす（Bijak and Bryant 2016）。さらに、ベイジアンアプローチにおける確率の主観的解釈により、人口推計の主観的側面を強調することができる。言い換えれば、確率は、頻度論的アプローチの場合のような発生頻度や、古典的解釈の場合のような尤度の同等性を反映していない。むしろ、過去についてのいくつかのデータと将来についてのいくつかの見解を考えると、それらは推計作成者の信念を反映している。
3. ベイジアンフレームワークでは、計画問題は次のように説明できる：計画担当者は、将来の学生の人口の大きさに基づいて、可能な決断の範囲内で決断（ $d \in \mathbf{D}$ ）を下さなければならない。この量を確実に決定する方法はないが、計画担当者は確率的な人口予測の結果を使用し、 \mathbf{X} の範囲（ $x \in \mathbf{X}$ ）からもっともらしい値 x を得る。 x に関する不確実性は、確率分布関数 $f(x)$ によって特徴付けられる。その場合、損失関数は、決定 d と状態 x の関数： $L(d, x)$ である。ゆえに、
$$E[L(d, x)] \equiv \int_{\mathbf{X}} L(d, x) f(x) dx$$
 が決定に対する損失の期待値である。
4. 予測の際には、損失関数は最小化する値として定義されることがしばしばある。損失関数は効用の逆関数に等しい。この場合、計画担当者は効用を最大化したいと思うのである

う。

5. 損失関数が線形および対称である場合、 $\lambda/(\lambda + 1)$ が 0.5 になるので（この特殊なケースでは正規分布が想定されているので、中央値も平均である）、最適な戦略は確率分布の中央値を使用することである。
6. 不確実性を含むことの期待値 (EVIU) は、不確実性の見積もりなしに行われたであろう選択 d^{iu} （ここでは 400,000）と、この情報で到達した最適な決定 d^0 の間における損失の予想差である。

$$\begin{aligned} EVIU &\equiv \int_X [L(d^{iu}, x) - L(d^0, x)]f(x)dx \\ &= E[L(d^{iu}, x)] - E[L(d^0, x)] \end{aligned}$$

付録 H - 不確実性についての高度なコミュニケーション例

ベルギー連邦計画局、 Bureau fédéral du Plan (2016), Belgium

人口統計学的推計、2015-2060 (フランス語から翻訳)

Demographic projections, 2015-2060, (page 3)

予測ではなく展望

「人口学的推計の重要な目的は、政策および「社会組織」が変化しないというシナリオに基づいて意思決定を支援することであり、人口学的現象の未来を予測することではない。変わらない「社会的組織」という仮定は、様々な重要なパラメータの値を固定するという意味ではなく、起こりうる突発的中断や混乱は排除した上で、現在の社会的背景を特徴付ける動向の長期的な継続を仮定することを含意する。短期的には、推計時点直前に発生し、今後の人口動向に影響を与える特定の事象は、シナリオに組み込まれている。」

カナダ統計局 Statistics Canada (2014)

カナダ (2013年から2063年) および州と準州 (2013年から2038年) の人口推計、注意事項 (5ページ)

Population Projections for Canada (2013 to 2063), Provinces and Territories (2013 to 2038), Cautionary note (page 5)

「カナダ統計局の人口学部門によって作成された人口推計は、将来起こることについての予測として解釈されることを意図していない。そうではなく、それらは、将来の起こりうる変化に関するさまざまなシナリオに従って、カナダの人口が今後何年後にどうなるかを検証することを目的とした実験として理解されるべきである。このため、カナダ統計局は常にいくつかのシナリオを発表し、人口増加の主要要素に関していくつかの明確な仮定を立てている。したがって、利用者には推計結果を分析するときには、いくつかのシナリオを検討することをお勧めする。

また、生成される推計の精度はいくつかの要因に左右されるということにも留意する必要がある。さまざまな事象、たとえば、経済危機、戦争、自然災害といった予測が困難な（または不可能な）ものが、カナダの人口の増加と構造に影響を与える可能性がある。このため、カナダ統計局は、人口推計を定期的に見直し、それらが作成された文脈を考慮に入れている。」

フィンランド統計局 Statistics Finland (2015)

人口推計 2015-2065

Population projection 2015-2065 (page 2)

「フィンランド統計局の人口推計は、出生率、死亡率、および人口移動における過去の動向に関する観察に基づいた人口統計学的動向の計算結果である。この推計は、経済的、社会政治

的地域的政策およびその他のそのような要因が人口変化に及ぼす影響を推定しようとするものではない。

計算は主に、現在の動向が変わらないという仮定での結果を示している。したがって、それらは避けられないことの説明として解釈されるべきではない。人口推計の事業役割は、意思決定者が発展に影響する対策を講じる必要があるかどうかを査定するためのツールの提供することである。」

ドイツ連邦統計局 Federal Statistical Office of Germany (Destatis) (2015)

AからZまでの統計：人口推計

Statistics from A to Z: Population Projections

「人口推計はどの程度正確か？」

人口推計は仮説に基づいているため、不確実性の影響を受ける。その結果は、一方では人口の現在の数と構造に、そして他方では出生率、平均寿命と移動に関する仮定に左右される。基準日時からの距離が遠くなるにつれて、要素の変化を予測することがますます困難になるため、長期的な人口推計はモデル的な性質を持つ。

いくつかのシナリオを計算することで、決定論的要素の変化に関する別の仮定から生じる潜在的な変化の範囲を示すことが可能になる。伝染病、戦争、自然災害などの予期しない出来事が発生した場合や、1960年代半ばにピルによって始まった出生率の突然の低下など、集団の生殖行動に予想外の変化があった場合、あるいは移動が劇的に変化した場合には、他の仮定値水準を計算しても人口推計の精度を高めることはできない。

ただし、人口推計の最終的な目的は、将来の動向を正確に予言することではない。むしろ、人口の大きさや構造が特定の条件下でどのように変化するかを示すことを意図している。」

ニュージーランド統計局 Statistics New Zealand (2014)

全国人口推計 National Population Projections: 2014(base)-2068, “推計を利用するための重要なアドバイス” (page 2)

「全国人口推計は、ニュージーランドに常住する将来人口の指標を与える。そして、出生率、死亡率、および移動の仮定のさまざまな組み合わせに基づくあり得る帰結を示している。利用者は、どの推計が自分の目的に最も適しているかについて独自の判断を下すことができる。

これらの推計は予言ではない。これらは正確な予測ではなく、全体的な傾向の指標として使用される必要がある。人口学的傾向および方法の開発に関する新しい情報を取り入れることにより、推計は2~3年ごとに更新され、その妥当性および有用性が維持される。

リリース時点で、中位推計（50パーセンタイル）は実際の値が低くなる可能性が50%であ

り、実際の値が高くなる可能性が50%であることを示している。他のパーセンタイルは、値の分布（推計結果や仮定など）を示す。たとえば、25パーセンタイルは、このパーセンタイルよりも、実際の値が低くなる可能性が25%、および実際の値が高くなる可能性が75%を示す。」

Tønnessen et al. (2016), ノルウェー統計局 Statistics Norway

人口推計 2016-2100: 主な結果 - 「数字の不確実性」

Population projections 2016-2100: Main results - “Uncertainty in the figures”

(page 10)

「将来人口、その構造および地理的分布、すべての推計は不確実である。不確実性は私達が見る未来をさらに深くし、そして、性別、年齢別市町村人口のような小集団の年次別推計での数値はさらに不確実である。将来の移動は特にかなりの程度の不確実性の影響を受けるが、出生率、死亡率、移民および国内移動も予想とはかなり異なる結果になる可能性がある。推計で使用される仮定は、異なる選択肢の間の変動と他の機関による推計間の隔たりが示すように、さまざまな選択肢の結果を決定する。」

国立統計研究所（スペイン） Instituto Nacional de Estadística, (2015), Spain

スペインの人口推計 *Population Projections in Spain 2014-2064, Introduction (page 3)*

「方法論

人口予測は、過去および将来の非常に可能性の高いシナリオに基づいて将来の動向を表現するものとする。これは、通常定量化が困難なほど広範なパラメータ（経済的、社会的など）に依存するために、非常に複雑で主観的なものとなる。

人口学的推計は、仮説がどれほどもっともらしいかにかかわらず、特定の仮説が生じた場合に発生する可能性があるシナリオを表現する。それは、ありえないことであっても、ある仮説が確認された場合の結果を理解するために単純に役立つことがある。

したがって、国立統計研究所による人口推計は将来の「占い」であることを意図しているのではない。そうではなく、現在の人口動向が続くという仮説のもとで、スペインに住む人口が今後数年間に経るであろう人口統計学的過程の統計的シミュレーションに基づいた意思決定のための支援ツールなのである。」

スイス連邦統計局 Swiss Federal Statistical Office (2015)

スイス人口の動向のシナリオ *Scenarios of evolution of the Switzerland's population*

2015 - 2045, (page 5) (フランス語から翻訳)

「スイス人口の動向に関する新しいシナリオは、今後数十年間のスイスの永住者人口に関する蓋然性の高い動向を説明している。それらは予測ではなく、提示された仮説の達成に依存し

たあり得る動向を示している。」

トルコ統計局 Turkish Statistical Institute (2013)

全国人口推計 2013-2075

National Population Projections, 2013-2075, (トルコ語から翻訳)

「[...] 2013年から2023年のすべての州の人口の変化を、人口学的事象の傾向を分析することによって投影し、すべての州について人口推計が作成された。他方、異なる出生率の変位を反映した別の人口推計も行われた。トルコでは、人口推計は決定論的モデル、いわゆる「コーホート要因モデル」に基づいて、パッケージプログラムを使用して行われる。また、出生率および死亡率に関する他の国の経験も仮定設定に利用されている。」

イギリス国立統計局 Office for National Statistics (2015b), United Kingdom

2014年基準全国人口推計、よくある質問

2014-based National Population Projections, Frequently Asked Questions

「投影はどのくらい先に進むのか？」

人口投影は不確実であり、不確実性は時間とともにますます進む。このため、推計結果の分析は主に推計期間の最初の10年または25年に焦点を当てており、この期間は、大多数の推計利用者の計画期間に見合っている一方で25年を超える期間においては不確実性が大きくなるだろうということが認識されている。にもかかわらず、一部の主要な利用者はモデル化の目的でより長期間にわたる推計を必要とし、主要な推計も最大100年先まで公表されている。しかしながら、推計が将来にわたるにつれてますます不確実になるので、長期推計を解釈するときには注意をする必要がある。」

Colby and Ortman (2014), アメリカ合衆国 (国勢調査局) United States (Census Bureau)

米国人人口の規模と構造の推計：2014年から2060年 - 「人口推計に使用されている前提条件の理解」

Projections of the Size and Composition of the U.S. Population: 2014 to 2060 -

“Understanding the assumptions used to make population projections” (page 2).

「人口推計は、将来の出生、死亡、および国際人口純移動に関する仮定に基づいて、人口変化についてのあり得る過程を説明する。このレポート全体を通して提示されている推計値は、すべての仮定が当てはまる場合にのみ生じる得る将来像の1つの結果である。変化の要因に関するすべての仮定は過去の傾向に基づいている。各人口要素の水準に影響を及ぼす可能性がある

要因、例えば政策決定は、いかなる程度の確信をもっても予測することはできない。したがって、これらの要因を、推計を作成する仮定に組み入れることは試みられていない。推計に含まれる仮定は、推計人口の規模と構造の両方に反映されている。推計の精度は、出生力、死亡、および移動の実際の動向がこれらの仮定とどの程度一致するかにかかっている。」

将来人口推計の公表に関する勧告

国連欧州経済委員会・人口推計タスクフォースによる報告書（2018）

-日本語訳暫定版（平成31年3月）

平成31年3月31日発行

編集兼
発行者

国立社会保障・人口問題研究所 人口動向研究部

東京都千代田区内幸町2丁目2番3号

日比谷国際ビル6階

電話番号：東京（03）3595-2984

F A X：東京（03）3591-4816

郵便番号：100-0011