

Pick Up

[英国アクチュアリー会月刊誌「The Actuary」2008 年 5 月号から]

2008.10.8

欧州調査部会

生存リスク: 死亡率の改善

Longevity: Mortality improvement

近年、想定以上の死亡率の改善すなわち平均余命の増加が見られる中で生存リスクがより注目されつつある。

2001 年、CMI¹は 92 年生命表² にコーホート効果³を反映させ修正を加えた暫定的修正生命表⁴ を公表した。そのうちの一つである MC 生命表⁵が業界で広く採用され、年金商品の料率設定や準備金評価のために用いられているが、特に高年齢層において、無調整の MC 予想は将来の死亡率改善を過小に見積もっているというのがコンセンサスになりつつある。また、死亡率の改善には、改善ペースの異なる様々なサイクルがあり、高年齢層においてはこのサイクルを経るまでにより長い時間を要する。

本記事の著者は、医療技術の進展が異なる年齢層に対して与える死亡率改善の効果に主眼を置きながら、死亡率の確率論的なモデリングにおいて一般的となっている Lee-Carter 法に基づき、死亡率改善に係る簡易でハイレベルな理論を提唱している。

死亡率改善における傾向

過去の死亡率トレンドを分析すると二つの固有の特徴を確認することが出来る。

1. はじめは死亡率が改善しない期間が続く。そして、加速度的に改善する周期に入った後、改善が減速し、最終的に改善がない状態へと回帰する。
2. 年齢が高くなるにつれ、死亡率改善サイクルがおきるまでにより多くの時間を要す。

¹ Continuous Mortality Investigation 継続死亡率調査委員会。ロンドン・スコットランド両アクチュアリー会が後援している組織で、継続的に加盟会社の死亡率経験統計を集計し生命表を公表している。加盟会社へは自社の経験率と業界平均との比較が提供される。

² 92 Series Projection CMI により 99 年に公表された 91 年から 94 年を観測期間とする生命表。

³ Cohort Effect 1920 ~ 30 年代に生まれた世代の死亡率改善が、それ以前あるいは以降の世代の改善よりも大きいと言う英国で見られる現象。

⁴ Interim Cohort Projections CMI により 2001 年に公表された、92 年生命表にコーホート効果を反映し修正を加えた生命表。コーホート効果が継続すると予想される期間に応じて 3 つの生命表 (Short, Medium, Long Cohort 生命表) がある。尚、SC は 2010 年まで、MC は 2020 年まで、LC は 2040 年までコーホート効果が継続すると仮定している。コーホート効果は 1926 年に生まれた世代を中心として死亡率に調整が加えられている。

⁵ Medium Cohort (MC) Projection (脚注 4 を参照)

簡易な理論

- ・死亡率が高い年齢層では、例えば複数の疾患にかかっていることが多く、たとえそのうちの一つを治癒できたとしても残りの疾患は残ったままとなるなど、医学の小規模な進展が死亡率の改善に与える影響は小さい。
- ・一旦死亡率が改善し始めた後は、死亡率はゆっくりと改善していき、さらなる進展が達成されるにつれ改善ペースが加速する。
- ・死亡率が低水準に至るまで改善した後は、そこから死亡率をさらに改善させるためにはさらに多くの新しい医療技術の進展が必要となり、改善ペースは徐々に緩やかなものとなる。
- ・高年齢層では、この「死亡率改善の開始」「改善率の加速」「改善率の減速」「死亡率の安定」というサイクルを経るまでに多くの時間を要す。

この死亡率改善サイクルを的確に反映させるために、本記事の著者は時変パラメータを用いた Lee-Carter モデルを提案している。概要は以下のとおり。

Lee-Carter ベースのアプローチ

標準的な Lee-Carter モデルは、前提となるデータから「死亡指数」を生成し、年齢ごとの死亡率をこの死亡指数の関数としてモデル化する。個々の年齢ごとの死亡率は、死亡率全体の変動に対する観察期間における感応度を計る「ベータ」係数を持つ。

任意の年齢及び時間における年齢ごとの（対数）死亡率は次の式で与えられる。

$$\ln q_{x,t} = \alpha_x + \beta_x k_t + \epsilon_{x,t}$$

ここで、 α_x は定数、 k_t は死亡指数、そして $\epsilon_{x,t}$ は独立で正規分布に従う誤差項を示す。

Lee-Carter モデルの一つの欠点は α_x 及び β_x が時間とともに不変であるということである。これは、推定期間に見られた死亡率改善のペースが将来も変わらないまま継続すると言う予想を立てることに繋がり、誤った死亡率想定を導いてしまう。

< 推定方法 >

1. 上記の標準 Lee-Carter モデルを用いて、観測期間をずらしながら、時間の経過とともに変動する複数の α_x 、 β_x を推定する。
2. 得られた複数の α_x 、 β_x 係数と整合的になるように将来の α_x 、 β_x 係数を外挿し、将来の死亡率を推定する。

<パラメータの推定結果>

- ・ 80 歳以上の年齢層では 係数が上昇（改善ペースの加速を示唆）
- ・ 一方、50 から 80 歳までは 係数は逆に低下（改善ペースの低下を示唆）
- ・ 係数には変化は殆ど見られず

<将来死亡率の最良推定>

- ・ 2004 年以降の 65 歳平均余命の予想：
19.2 年（時変パラメータモデル）、**18.3 年**（標準モデル）
- ・ この死亡率予想では、明示的にコーホート効果を扱っている訳ではないものの、1935 年を中心としたコーホート効果が確認された。

不確実性の範囲

- ・ 上記の推定結果に対し大規模な確率論的シミュレーションを行い 99.5 パーセンタイル点でのストレステストを行った。（結果：65 歳平均余命は **22.1 年**）
- ・ ストレステストには、モデルの誤差項から生じる単純な統計的な変動と、パラメータの不確実性という 2 つの不確実性の要因が含まれていた。
- ・ このストレステストの結果は、パラメータの不確実性が考慮されるべき重要な不確実性であるということを示している。

結論

本記事の著者は、死亡率のトレンドは時間の経過と共に変化し、その改善には一定のサイクルがあるという理論を提唱した。また、これを時変パラメータを用いた Lee-Carter モデルにて推計を行い将来死亡率を検証した。この結果からは、高年齢層においては近いうちに改善が急激に加速する可能性があり、CMI の生命表が示す死亡率は死亡率改善を実態より低く見積もっているという危険性があることが示された。

原文をお読みにになりたい方は英国アクチュアリー会の HP をご覧下さい

<http://www.the-actuary.org.uk/790581>