

ガウスと生命保険数理について

植村 栄治 (大東文化大学)

2014年10月12日

1 はじめに

ゲッティンゲン市はハンザ同盟の都市の1つとして16世紀に繁栄したが、30年戦争(1618年-1648年)等を経て次第に衰退し、18世紀初頭には、ハノーファー選帝侯の統治下に置かれていた。同選帝侯の領内には大学がなかったので、同選帝侯領の政府(ハノーファー政府)は以前からギムナジウムを有していたゲッティンゲンに大学を新設することを決めた。1733年1月にはハノーファー政府の申請に基づき神聖ローマ帝国皇帝による大学設立特許状が発行され、開学準備として1734年10月に147人の登録学生を相手に最初の講義が始まった。その後、教授陣や諸施設を整え、1736年12月7日には国王(ハノーファー選帝侯)による大学設立特許状も発行され、4学部の学部細則制定等を経て、1737年9月17日にゲッティンゲン大学が正式に創設された。同大学の正式名称は「ゲオルク・アウグスト大学ゲッティンゲン」だが、これは大学創設者たるハノーファー選帝侯ゲオルク2世アウグストの名を取ったものである。(注1)

(注1) ハノーファー選帝侯は正式には「ブラウンシュヴァイク＝リューネブルク選帝侯」といい、1714年からはイギリス国王を兼ねることになった(ハノーファーとイギリスの同君連合)。これがイギリスにおけるハノーヴァー朝の開始である。ハノーファー選帝侯ゲオルク2世アウグストは、イギリス国王としてはジョージ2世と呼ばれ、1727年の即位時から1760年の死去まで両者の地位を兼ねていた。国王はロンドンに住む義務を負っていたので、ハノーファーの政務の多くはハノーファー政府の大臣たちが合議制で処理していた。なお、この同君連合は、1837年、ヴィクトリア女王の即位時に解消された。

2 ゲッティンゲン大学の構成について

1737年に創設されたゲッティンゲン大学の当初の組織は概ね次のようなものだった。学長は国王(ハノーファー選帝侯)である。副学長(Prorektor)は正教授から選ばれ、その権限は大きい。副学長の任期は半年で、4学部(神学部・法学部・医学部・哲学部)から順番に選ばれる。各学部には学部長が置かれ、その任期は1年(法学部・医学部)又は半年(神学部・哲学部)である。教員には正教授、員外教授、私講師の区別がある。正教授は週4時間の授業を行う義務を負い、対価として職務給を受けるが、その額は必ずしも多くなく、それ以上に授業を行って学生から授業料を徴収することもできる。員外教授は有給の場合と無給の場合とがある。私講師は無給で、聴講学生から授業料を徴収して自己の収入とする(無給の員外教授も同

じ).

大学の監督権は全学の正教授で構成される評議会 (Universitäts-Senat) が有する。正教授は全員が平等の投票権と権利を有し、交替で各種の役職に就く。員外教授と私講師は大学の管理・運営に参加できない。

ゲッチンゲン大学は、国王の特許状により市の法律その他の諸法から独立した自治団体として扱われ、ハノーファー政府直属の機関であった。また、大学裁判所が設置され、大学関係者は市の裁判所でなく大学裁判所の管轄に服した。政府に大学管理局 (Universitäts-Kuratorium) が置かれ、大学に関する諸事務を担当した。また、大学は種々の施設や営業権の保有が許され、薬局・レストラン・図書館・天文台等が設置された。

3 ゲッチンゲン大学の寡婦基金について

中世以降のドイツでは、各種のギルドにおいて遺族の生活保障等を目的とする義務的な積立金制度が存在しており、大学においても寡婦年金制度を有する例は珍しくなかった。大学教授が自分の死後の家族の生活を心配することなく職務に専念できるためには、寡婦年金制度が必要だというのが大学関係者の一般的な認識だったと言える。

ゲッチンゲン大学の場合も 1737 年の大学創設直後から寡婦年金制度の検討が始まり、1743 年 9 月 17 日に大学教授の寡婦・孤児のための年金基金 (以下「寡婦基金」と呼ぶ) が正式に発足した。ゲッチンゲン大学は、他の多くの大学と異なり、創設時に設置者から資産を与えられなかったため、大学資産を運用して寡婦基金の運営にあてることができなかった。しかし、地元の有力者や大学関係の事業者等からの寄附を得て、寡婦基金発足にこぎつけることができたのである。

この寡婦基金に加入できるのはゲッチンゲン大学の正教授と員外教授であり、既婚・未婚を問わず任意加入であったが、その相互扶助精神を尊重して大多数の教授が加入していた。副学長・4 学部の正教授 1 名ずつ・大学裁判所委員 1 名から成る「大学教会委員会」(Kirchendeputation) が設置されて寡婦基金の運営に当たった。

この寡婦基金の発足当時の加入者は正教授 19 名と員外教授 3 名の計 22 名であった。また、発足時の加入者拠出金は年額 5 ターラーであり (注 2)、寡婦に支給される年金は年額 40 ターラーだった (注 3)。遺族が孤児のみの場合は 12 歳まで寡婦と同額の年金が支給された。

ドイツにおけるこのような大学寡婦基金制度は 19 世紀末まで存続したが、プロイセンの年金基金制度改革に伴って 1889 年にすべて廃止された。

(注 2) この拠出金は、1794 年に年額 10 ターラーに引き上げられた。

(注 3) 寡婦に支給される年金額は、1756 年に 60 ターラーに、1794 年に 130 ターラーに引き上げられた。その後、1799 年に 160 ターラー、1810 年に 180 ターラー、1812 年に 800 フラン、1814 年に 200 ターラー、1829 年に 220 ターラー、1832 年に 230 ターラー、1834 年に 240 ターラー、1835 年に 250 ターラーと引き上げられた。

4 寡婦基金改革の動き

ゲッティンゲン大学の寡婦基金の財政状態を危惧したハノーファー政府の大学管理局は、1844年11月22日に大学評議会と大学教会委員会に書簡を送り、寡婦基金が破綻することなく年金支給を続けるために必要な改善策の検討を求めた。現状で問題なしとの意見もあったが、大学教会委員会はこの問題の検討を数学界の世界的な権威であるガウス教授に依頼することを決めた。

この依頼を引き受けたガウスは翌1845年1月に自己のとりあえずの見解を示した意見書を作成した。さらに、1845年11月2日には寡婦基金の現状に関する詳細な分析を記載した意見書を提出した。

また、ガウスをトップとする委員会が設置され、委員会としての報告書が1846年前半に提出された。その報告書の提案は採用され、寡婦基金の改革が実施されたが、5年後にはその改革の結果を検証することになっていた。

そのため、ガウスは1851年10月に改めて寡婦基金の状態をチェックし、その結果を1851年11月19日付の文書で報告した。

5 寡婦基金改革に関する資料(その1) — 概観

以上の経過に関する資料として、ガウス全集第4巻には次のような論稿、報告書、数表、草稿等が収められている。

- ① 大学評議会での書面による投票の際にガウスが提出した1845年1月9日付の意見書 (Votum) [全集第4巻119-125頁]
- ② 「ゲッティンゲン大学教授寡婦基金の現状の検討」と題してガウスが提出した1845年11月2日付の意見書 [全集第4巻125-157頁]
- ③ ガウスの主宰する委員会が1846年前半頃に提出した報告書 [全集第4巻158-163頁]
- ④ 改革5年後の結果を検証してガウスが提出した1851年10月19日付の報告書 [全集第4巻164-169頁]
- ⑤ 1742年から1822年の間に寡婦基金に加入した教授134名についての加入歴・年金支給実績等の表 [全集第4巻170-172頁]
- ⑥ 将来発生するであろう拠出金や寡婦年金を計算するための補助表 [全集第4巻173-183頁]
- ⑦ 上記⑥の補助表の導出や年金額計算方法等に関するガウスの草稿及び全集編集者 Schering による補足と解説 [全集第4巻184-188頁]

また、ガウスが知人に送った以下の書簡の中には寡婦基金について言及した箇所があり、参考になる。

- ⑧ ガウスがゲルリングに送った1845年7月26日付の書簡 (ガウス=ゲルリング書簡集 [第352号書簡]719-721頁)

⑨ ガウスがゲルリングに送った1846年1月31日付の書簡(ガウス=ゲルリング書簡集[第356号書簡]727-730頁)

6 寡婦基金改革に関する資料(その2)——1845年夏頃まで

上記の資料を執筆時点順に整理し、1844年11月22日にハノーファー政府が寡婦基金問題の検討を要請する書簡を送ってから1845年夏頃までの経過を示すと次のようになる。

【1845年1月9日】(資料①)

ガウスは、資料①の意見書の中で、この問題の検討を終えるには4週間では短過ぎること、寡婦基金に関するデータや制度の規定等について自分は何も知らないののでその資料収集を大学教会委員会に委ねたいこと等を述べた上で、現状は特に問題ないようだが、近い将来に寡婦基金の運営が困難になる可能性があることを指摘し、基金の債務を3つに分けて検討すべきだとした。すなわち、

(I) 現在の寡婦及び孤児に対する債務

(II) 現在の加入者たる教授が残すかも知れない寡婦・孤児に対する債務

(III) 将来の加入者に対する債務

の3つである。また、基金の資産は運用によって増加することが見込まれるが、その際の金利をどう見込むかという問題について、4%を超える金利を期待するのは現実的でないとしている。

以上のように、この資料①はガウスが寡婦基金についての検討を依頼されて1月余りで提出されたものであり、具体的な数字や提案は何ら盛り込まれていない。しかし、基金の債務を3種類に分けて検討すべきこと等、10か月後に提出される詳細な意見書②の骨子をうかがわせるものになっている。

【1845年1月頃～7月頃】(資料⑤, ⑥, ⑦)

資料⑤には、1742年の基金創設時期以来の全加入者のうち、加入者番号が134番の者(1822年加入)までの134名について、その名前、加入年、加入期間、寡婦が受給した期間、孤児が受給した期間及び「拠出金10ターラーで寡婦年金250ターラーと仮定し金利3.5%及び4%で各人の加入時点に還元して評価した拠出金総額と年金総額」が記されている。

資料⑥の最初の表には、20歳から99歳までの男女別の死亡率表に添えて、その年齢時から死亡時まで生涯年金を受け取ると仮定した場合にその受け取る年金総額(の期待値)を金利3.5%及び4%でその年齢時に還元した数値が記載されている。2番目の表には、夫から見た妻との年齢差が+1歳から-20歳までの各場合において、夫の加入時の年齢が20歳から99歳までの各ケースにつき、妻が受給できるであろう寡婦年金総額(の期待値)を金利3.5%及び4%で夫の加入時点に還元した数値が記載されている。この資料⑥の表を計算・作成するのに多大の労力を要したとガウスは述べている。

資料⑦は、ガウスが1845年11月2日に提出した意見書(資料②)の基礎となる計算についてのメモが中心だが、それに全集編集者の Schering が補足説明の文章を付加している。ガウスの生前に公表ないし刊行された文献の中にこの計算方法を示したものはないと思われるので、彼の生命保険数理に関する計算方法をたどることができる貴重な資料である。

《1845年7月26日》(資料⑧)

ガウスは、1845年7月26日付のゲルリング宛ての書簡(資料⑧)の中で、ゲッチンゲン大学の寡婦基金制度について触れて、次のような事を述べている。

- ・数ヶ月前に寡婦基金についての根本的検討を依頼された。
- ・自分の見るところ、基金の3種類の支払い義務と資産とのつり合いが問題。
- ・それは(1)現在の19名の寡婦に対する義務、(2)現在の51人の加入者が残すかもしれない遺族に対する義務、(3)将来の加入者の遺族に対する義務、の3つである。
- ・(2)の計算が特に難しく、必要な補助表の作成に1か月かかった。夫婦の年齢差を-1から+20まで取り、Bruneの死亡率表を用いて加入者の1年ごとの死亡率を計算したので、10万個以上の数字が必要になった。
- ・金利は3.5%の場合と4%の場合の2通りを取った。
- ・この報告書を出すと大学側は感謝するより不機嫌になるだろうと私は覚悟している。
- ・貴大学(植村注：マールブルク大学)の寡婦基金について何か教えてもらえることがあれば有り難い。
- ・寡婦の数と現存夫婦の数の比率について何か教えてもらえるとも有り難い。ケトラーの年報には1：4という数字がある。これに似た数字は他書にもあるが、多くの寡婦基金の破綻はこの比率を用いたことが原因である。
- ・教授寡婦基金の場合には1：2でも寡婦の見積もりが少ない可能性がある。我々の寡婦基金の場合、この比率が例えば7：12であると分かっていたとしても、現存夫婦の数が統計の不備によりほとんどの年度において不明だったので、そもそもこの比率の利用は無理だった。

7 寡婦基金改革に関する資料(その3) —— 2番目の意見書について

【1845年11月2日】(資料②)

寡婦基金についての検討を依頼されて約1年たった1845年11月2日に、ガウスは2番目の意見書(資料②)を大学評議会に提出した。これは資料①の続編に当たる。寡婦基金の設立時から現在までの諸データに基づいて制度の問題点を法的な観点等からも探るとともに、自身の編み出した保険数理的分析方法に基づいて、改革の方向を示した詳細な論稿である。検討に必要な補助表の計算・作成等を合わせて執筆に6～7か月程度かかった。全体は「序言」(全集約半頁分)、「第1部」(全集24頁分)と「第2部」(全集7頁分)から成る。

第1部の概要は次の通りである。寡婦の数は、近年22名だったが、1845年3月

から6月の間に3名が死去して19名になった。寡婦はもう少し減りそうでもあるがその傾向が続くことは期待できない。問題は寡婦の数でなく、寡婦基金に加入する教授の数が増えている現状に対し寡婦基金制度の対応の仕方が不明確なことである。現在の基金加入者はここ20～30年間の平均より約5割多い。受給者は、数十年後には30名あるいはそれ以上になる可能性がある。結論として、寡婦の数の見積もりは教授夫婦7組に対して寡婦4名とするのが妥当である。

1794年11月20日の大学管理局の規則は、「基金の額がしばしば5000ターラー以上増加し、他の収入の減少がなく、さらに年金受給者が15名を超えないときは、年金額は10ターラー増加するものとする」旨を定めているが、これは15名を超えたときは直ちに減額する(第1の解釈)のか否(第2の解釈)か不明である。寡婦の数は1837年のイースターに15人を超え、それ以来ずっとその状態にある。1794年の支給額引き上げはその後も継続しているから、第2の解釈が採られていたことになろう。

第2部の概要は次の通りである。寡婦基金が負う以下の債務の現在時点での評価を問題とする。

(I) 現在の19名の寡婦に対する債務

(II) 現在の51名の加入者の寡婦及び孤児に対する債務

(III) 将来の加入者の寡婦及び孤児に対する債務

評価は1845年10月1日を基準時とし、死亡率表については、プロイセンの寡婦基金における31500組の夫婦を調査したBruneのものを使用した。未成年の子がいる場合の修正についてはDeparcieuxの死亡率表を使用した。金利についてはすべて4%の場合と3.5%の場合の両方について計算した。

(I) について

基金創設以来、現在まで年金を受給した寡婦は68名に上る。そのうち、現在受給中の19名について、それぞれ今後見込まれる受給額を算定しそれを基準時に換算した場合の額を記載した。その合計は、金利3.5%の場合に46529ターラー、金利4%の場合に44582ターラーである。

(II) について

現在の加入者51名のうち、42名が既婚で9名が未婚である。その42組の教授夫婦につき、教授の今後1年毎の死亡率と妻の今後1年毎の生存率とを組合わせ、確率論的な計算によって、夫の死亡後に妻が生存していて受け取るであろう年金額(の期待値)を算出し、それを基準時の額に換算した。その総額は、金利3.5%の場合に47324ターラー、金利4%の場合に42366ターラーである。さらに、加入者が支払う拠出金を差し引き、孤児の分(過去の実績に基づき寡婦の分の6分の1とした)を加え、また9名の未婚者が将来結婚した場合の分も(比例計算により)加えて、この項目の債務全体を金利3.5%の場合に60724ターラー、金利4%の場合に54014ターラーと算定した。

(III) について

この債務は計算不能なので、過去の実績から推定する。基金創設時から108番目

までの加入者(1804年加入)について拠出金と年金額は現在と同じ(前者は10ターラーで後者は250ターラー)と仮定しそれらを各人の加入時の価格に還元して評価すると、108名の拠出金の総額は金利3.5%の場合に13909.00ターラー、金利4%の場合に13115.94ターラーとなる。また、寡婦と孤児に支給する年金額の総額を同様に計算すると(孤児の分は寡婦の分の6分の1として)、金利3.5%の場合に78860.84ターラー、金利4%の場合に68898.01ターラーとなる。そして、この年金額の総額から拠出金の総額を控除した分を108名で割ると、金利3.5%の場合に601.40ターラー、金利4%の場合に516.50ターラーとなる。これが加入者1名についての「基金の持ち出し分」になるわけだが、この金額を毎年の利子収入として得るためには、金利3.5%の場合に17182.86ターラー、金利4%の場合に12912.50ターラーの元金が必要になる。(注4)

次に、新規加入者の数をどう見積もるかという問題がある。設立時から80年間は平均して毎年1.5人の新規加入があった。その後は、1825年から10年間の間に23人加入し、1835年から1845年の間に41人加入した。最近の5年間なら27人の加入である。最近20年間の増加数は平均より高いと見て、新規加入は毎年2.5人と仮定したい。すると、将来の加入者の寡婦と孤児に対する債務は、(上記の数字に2.5を掛けて)金利3.5%の場合に42957ターラー、金利4%の場合に32281ターラーとなる。

以上の(I)から(III)までの債務を合計すると、金利3.5%の場合に150210ターラー、金利4%の場合に130877ターラーとなる。これに付加的な費用として建築・修繕費用、訴訟費用、簿記費用の合計が毎年平均206ターラーかかるので、これを利子で産み出すには、金利3.5%の場合に5886ターラー、金利4%の場合に5150ターラーの資本が必要になる。また、実際の基金運営には利子を生まない流動資金が必要だが、それは過去11年間の実績から2636ターラーと見ておく。

以上を総合すると、債務の総計は、金利3.5%の場合に158732ターラー、金利4%の場合に138663ターラーとなる。

次に寡婦基金の収入側の資産額を算定する。拠出金は既に算入済みなので、保有現金と薬局賃貸料のみが問題になる。保有現金は1845年7月1日の記録では116369ターラーだが、その後の収支により10月1日現在では116171ターラーである。薬局賃貸料の年間1000ターラーは、金利3.5%なら28571ターラー、金利4%なら25000ターラーの資産と評価される。したがって、基金の資産は、金利3.5%の場合に144742ターラー、金利4%の場合に141171ターラーと評価される。

以上より、基金の勘定は、

金利3.5%の場合： $158732 - 144742 = 13990$ ターラーの欠損、

金利4%の場合： $141171 - 138663 = 2508$ ターラーの余剰

となる。

後者の場合でも余剰はわずかである。加入者が1名死亡すればたちまち3000～3500ターラー程度の赤字になる。その他、看過できないものとして、債務者の支払い不能による欠損がある。最近14年間の実績を見ると、年平均で123ターラーの

欠損が生じている。これを資本の面で評価すると、金利 3.5 % なら 3530 ターラーの、金利 4 % なら 3088 ターラーの資産欠損に相当する。これを標準的な欠損とすると、基金の勘定は最終的に次のようになる。

金利 3.5 % の場合：17520 ターラーの欠損、
金利 4 % の場合　：　580 ターラーの欠損。

(注 4) ここで算出された「必要な元金の額」は、毎年新規加入者が 1 名いるという状態を想定している。

8 寡婦基金改革に関する資料(その 4) —— 最終報告書に向けて 《1846 年 1 月 31 日》(資料⑨)

ガウスは 1846 年 1 月 31 日付のゲルリング宛て書簡の中で、再び寡婦基金のことについて触れ、次のような趣旨を述べている。

- ・寡婦基金の課題の検討のために百年以上の記録を調べ、死亡率表については唯一正しい原理に基づいている Brune のものを採用して、詳細な補助表を作成した。
- ・そしてそれを 42 組の教授夫妻と 20 人の寡婦に適用し 2 種類の金利によって計算するのに約 5 か月かかった。
- ・現在の規則が依拠している 18 世紀末の議論を批判的に吟味した上で現状に関する報告書を作成するのにさらに 6 週間かかった。
- ・ようやく新しい報告書を書き上げて、自分の主宰する委員会の承認を得たが、これを大学評議会に提出すると、少なからぬメンバーが愚かな反応をするだろうと危惧している。
- ・そのような事態を予見して、私は半年前に(寡婦基金を)脱退した。(注 5)

(注 5) 参考文献【8】はこの部分を「委員会を脱退しました」と訳している(【8】230 頁)。しかし、原著【3】にはこの部分に「委員会」の語はないし、書簡集【2】においてもガウスは単に“Um dies so gleichmütig wie möglich ertragen zu können, bin ich (einen solchen Erfolg voraussehend) schon vor 1/2 Jahre für meine Person ausgetreten.”と述べているだけである(【2】729 頁)。ガウスは 1845 年に寡婦基金を脱退したことが記録上窺えること、自身が委員長を務めていたはずの委員会を報告書提出の 6 か月も前に脱退するのは不自然であること等から、私はガウスが脱退したのは寡婦基金と解すべきだと考える。

【1846 年前半】(資料③)

資料③は、寡婦基金問題検討のために設置されたガウスの主宰する委員会が大学に提出した報告書である。その作成日時は詳らかでないが、1845 年 7 月 1 日現在の資産を示す数字が記載される一方、1846 年 7 月 1 日は未到来の扱いになっている。また、上記の資料⑨の書簡の中で「ようやく報告書を書き上げたが、評議会の中にはこの報告書に愚かな反応をする者もいるだろう」という趣旨の記載があること

から考えると、資料③の報告書が大学に提出されたのは1846年の2月～3月頃ではないかと推測される。

この報告書は、有効な方策としては拠出金の引き上げ、年金の引き下げ、その両者の組み合わせの3通りしかないと指摘している。そして、次の3点を勧告した。なお、金利については3.5%と見込むのが適当としている。

(I) 拠出金を年間3ルイドル(=15ターラー)に引き上げる。

(II) 寡婦年金受給者が現在の18名を超えない間は年金額は現在の250ターラーを維持する。しかし、18名を超えた場合には、固定額を200ターラーとし、900ターラーを全受給者の数で割った額をそれに付加する。

(III) 適当な間隔(5年あるいは10年等)で寡婦基金の財政状態を定期的に検査し、その結果に応じて新たな措置を取る。

また、現在の寡婦については、その生存中、250ターラーに足りなくなった分は大学基金から補填するよう大学側が政府の大学管理局に請願することを提案している。

この報告書の勧告は概ねそのまま採用された模様であり、ゲッチンゲン大学寡婦基金は特に破綻の危機を迎えることなくその後も存続した。

9 寡婦基金改革に関する資料(その5) —— 5年後の審査報告書

【1851年10月19日】(資料④)

資料③の勧告に従いその後の寡婦基金の検証を行うことを依頼されたガウスは、1851年10月1日現在の基金の状態を調査し、1851年10月19日付の文書で結果を報告した。その概要は次の通りである。

金利については3.5%の場合のみを記載し、寡婦基金の収支計算を債務の部と資産の部とに分けて行い、欠損又は余剰を算定した。

債務の部は以下の5項目から成る。

(1) [年金の固定部分(=年額200ターラー)の資本価値のうち]現在の寡婦に対する債務……現在の寡婦15名の各人について年額200ターラーの支給が存命中続くと仮定し、毎年の支給額を現在の価値に換算して合計する。孤児がいる場合はその分も加える。その結果、この項目は28786ターラーとなった。

(2) [年金の固定部分の資本価値のうち]現在の加入者の(将来の)寡婦・孤児に対する債務……現在の53名の加入者のうち47名が既婚者である。拠出金は年額15ターラー、寡婦への支給(固定分)は年額200ターラーとして、資料②と同様の方法により計算した。未婚の加入者6名に対しては既婚者に対するのと同様の債務を負うものとし、比例配分(47:6)によって算定・付加した。また、孤児の分として7分の1を加えた。その結果、この項目は58463ターラーとなった。なお、拠出金の評価額は8961ターラーとなるがこれは資産の部の(7)の項目に計上される。

(3) [年金の固定部分の資本価値のうち]将来の加入者の寡婦・孤児に対する債務……過去の加入者134名についてその実績に基づき、拠出金を15ターラー、年金を200ターラーと仮定して計算すると、一人当たりの平均拠出金は190.35ターラー、寡

婦・孤児に対する年金は同じく 569.96 ターラーとなる。この数字を使用すると、これを金利 3.5 % で評価すると、毎年の新規加入者 1 名は、拠出金の面で 5439 ターラーの資本価値があり、年金支給の面で 16285 ターラーの(負の)資本価値があることになる。毎年の新規加入者は 2.5 人と推定するのが妥当なので、(3) は 40712 ターラー、(8) は 13596 ターラーと算定される。

(4) 現在の規定による年金の可変部分の資本価値……寡婦が 18 名以上いる場合は年額 900 ターラーの支出が必要になるので、それを金利 3.5 % で評価すると、25715 ターラーの資本価値となる。寡婦が 18 名未満の場合は 900 ターラーより少額で済むが、それによる誤差は僅少とみて無視する。

(5) その他の支出の資本価値……訴訟・建築・簿記・筆写・取立て不能等に当てる費用として年平均 359 ターラー余が見込まれるので、これを金利 3.5 % で評価すると、10262 ターラー余の資本価値となる。これに利子を生まない流動資金の平均額 2644 ターラーを加えて、12907 ターラーとなる。

次に、資産の部は以下の 4 項目から成る。

(6) 薬局からの収益の資本価値……毎年 1000 ターラーの薬局賃貸料が基金に入るが、これは金利 3.5 % の場合、28571 ターラーの資本価値がある。

(7) 現在の加入者からの拠出金の資本価値……上記 (2) で触れたように、8961 ターラーとなる。

(8) 将来の加入者からの拠出金の資本価値……(3) で述べた通り、13596 ターラーと算定される。

(9) 寡婦基金の金銭財産……1851 年 7 月 1 日現在で 125076 ターラーの金銭資産(有価証券を含む)があるが、債券の中には市場価格が額面割れのものもあるので、それを考慮し、また基準時を 1851 年 10 月 1 日に直して調整を行うと、この項目の資本価値は 122290 ターラーとなる。

以上すべてをまとめると、債務部門の資本価値の合計は 166581 ターラー、資産部門の資本価値の合計は 173419 ターラーであり、差し引き 6837 ターラーの資産余剰となる。

この結果を踏まえ、ガウスは、今後の一定期間については年金の引上げを行うのが適切と思われるとし、その引上額については、可変部分を 60 ターラーにすることを勧告している。すなわち、寡婦の数が 18 名を超えない間は固定額の 200 ターラーに 60 ターラーを加えるが、18 名を超えた場合には、1080 ターラーを寡婦の人数で割った額を付加するにとどめる、という内容である。

10 寡婦基金に関するガウスの報告書の評価

寡婦基金に関するガウスの報告書や提案については、次のような評価をすることができよう。

1. 基金の債務を 3 種類に分け、それぞれ異なる方式で資産評価を行ったのは極めて適切だったと言える。例えば、1 番目の債務である「現在の寡婦・孤児に対して年金を支払う義務」については、生命表に基づく確率計算により算定を行っている。

また、2番目の「現在の加入者が将来残すかも知れない寡婦・孤児に対する義務」については、現在の夫婦の年齢や年齢差が分かっているので、(非常に面倒ではあるが)生命表に基づく確率計算により算定している。但し、孤児の分については過去の実績に基づく推定で済ませている。3番目の「将来の加入者に対する義務」については、そもそもどの程度の加入者が現われるのか不確かだから、過去の実績等を基にしておよその推定で済ませている。このように、ガウスは確率計算に基づいて算出できる場合には労苦を厭わず厳密に計算するが、それが不可能な場合には簡明な推定であっさり済ませている。そうしなければ最終的な数字が出ないのだから、それもやむを得ないというべきであろう。

2. 関係者の生死以外の前提問題、例えば金利を幾らと見積もるかや年金の増額に関する規則の適用範囲等も實際上重要な問題であるが、ガウスはこれらの問題を極めて慎重に扱っている。例えば、金利については、当時の欧州の経済状態を見極めた上で、4%以上を見込むのは現実的でないと判断して、1846年の報告書(資料③)においては金利が3.5%の場合と4%の場合についての計算結果を併記している。これは現実的な金利の下限と上限を取ったものであり、報告書の客観性と信頼性を高めているといえよう。最も信頼できる生命表として、Bruneの表を採用したのもガウスの慧眼の現われと評してよい。また、寡婦の数が減少した後に再び一定数を超えた場合には増額した年金を再び減らすべきかという問題については解釈が2通りあり得ることを指摘した上で、どちらが正しいと断定することは避け、どちらの解釈に立つにしても採用可能な対策を提示している。

3. 寡婦基金の今後の対応策として、拠出金の引上げのほかに、年金額の増大を押し返さえるために「年金の可変部分」というアイデアを提案している。これは、寡婦の数が一定数を超えた場合には、固定額を超える給付部分が自動的に減額されていく仕組みである。このアイデアは寡婦の予想外の増大という事態に有効に対応できる巧みな方策であったと評価できよう。

4. 生命保険の数理は一般に複雑多岐にわたるので、ガウスが寡婦基金の分析に当たって用いた数理的手法がその後の生命保険数理論の一般原則を築いたというような評価は無理と思われる。しかし、ガウスが若い頃から研究してきた確率論や誤差論(最小二乗法を含む)がこの寡婦基金の分析の基礎にあることは否定できない。そのような基礎的理論の応用の上に立って、ガウスは現実問題としての寡婦基金の効果的な改革に成功した。したがってガウスが19世紀ドイツの生命保険数理の歴史上欠くことのできない重要人物に数えられているのは当然と言えよう。

参考文献

- 【1】 ガウス全集：Carl Friedrich Gauss, *Werke*, Bde 1-12, 1863-1929.
- 【2】 *Briefwechsel zwischen Carl Friedrich Gauss und Christian Ludwig Gerling*, hrsg. von Clemens Schaefer, 1927.
- 【3】 Guy Waldo Dunnington, *Carl Friedrich Gauss: Titan of Science*, 1955(2004).
- 【4】 Peter Koch, *Geschichte der Versicherungswissenschaft in Deutschland*, 1998.
- 【5】 Phil. Heinrich Braun, *Geschichte der Lebensversicherung und der Lebensversicherungstechnik*, 1925.
- 【6】 Wilhelm Ebel, *Memorabilia Gottingensia*, 1969.
- 【7】 E. W. Brune, *Neue Sterblichkeits-Tabellen für Wittwen-Cassen*, Journal für die reine und angewandte Mathematik, 58-64, 1826.
- 【8】 ダニングトン著, 銀林浩他訳『ガウスの生涯』, 東京図書, 1976.
- 【9】 山内恒人『生命保険数学の基礎 アクチュアリー数学入門』(第2版), 東京大学出版会, 2014.
- 【10】 坂口光男「保険法学説史の研究」明治大学社会科学研究所紀要第44巻第1号, 265-304, 2005.
- 【11】 大西健夫「近代ドイツにおける大学都市ゲッティンゲンの生成」早稲田大学教育学部学術研究(地理学・歴史学・社会科学編)第58号, 1-28頁, 2010.
- 【12】 大西健夫「近代ドイツにおける大学新設と大学制度」早稲田大学大学院教育学部学術研究科紀要第20号, 1-17頁, 2010.