

Title	最適層別とその頑健性の計算による考察
Author(s)	田栗, 正章
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/913">http://hdl.handle.net/11094/913</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	た 田	ぐり 栗	まさ 正	あき 章
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	6101	号	
学位授与の日付	昭和58年5月19日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	最適層別とその頑健性の計算による考察			
論文審査委員	(主査)			
	教授	丘本	正	
	(副査)			
	教授	竹之内	脩	教授 高木 修二 教授 坂口 実
	教授	福場	庸	

### 論文内容の要旨

本研究は、標本調査における最適層別に関する研究成果を現実の調査に活用することを目的として、以下のような手順で行なわれた。

第1に、最適層別点、推定量の最小分散および各種層別効率の値を、非線形最適化法を用いて、以下の場合について計算した。(イ)母集団分布：両側三角分布、正規分布、直角三角形分布、指数分布。(ロ)推定すべき母数：母集団平均 $\mu$ 、母集団分散 $\sigma^2$ 。(ハ)層別方法：区間層別、一般層別。(ニ)各層への標本配分方法：ネイマン配分、等配分、比例配分。(ホ)層の数：2～10。また簡単な費用関数を導入し、等配分の下での $\mu$ の推定の場合について、最適な標本数と層の数の関係を論じた。この結果、次のような知見を得た。 $\mu$ の推定の場合には、一般最適層別は区間最適層別と一致する。比例配分の下での $\sigma^2$ の推定の場合には、一般最適層別は区間最適層別より推定量の分散を小さくする。この傾向は対称分布の場合に顕著である。 $\mu$ の推定の場合、等配分はネイマン配分とほぼ同じ結果を与える。層別に要する費用が極端に安くない限りは、層の数は5以下とするのが最適であり、このとき十分な層別効率を得られる。

第2に、これらの結果を用いた層別無作為抽出法の一手順を提案した。これを典型的な実際例である、通産省石油需給統計データから得られた8つの場合に適用したところ、従来の方法と比べて、平均値推定量の標準誤差が30～60%程度減少した。ところで現実には、調査枠の制約や後処理の便宜上、計算した最適層別点や標本配分数が変更される場合がある。そこで上記8つの場合について計算を行なったところ、これらの変更の影響は小さく、この場合でも従来の方法と比べれば、標準誤差が20～60%程度減少することが判った。

第3に、上記の影響を理論的に解析するため、この問題が(i)母集団分布、(ii)標本配分数、および(iii)

層別点の“ズレ”，に関する3種類の頑健性を評価する問題として定式化できることを示し，平均推定の場合に3つの頑健性の評価式を与えた。これらの式を用いて数値的検討を行なったところ，次の知見を得た。推定量の分散の値は，上記3種類のズレに対してかなり頑健であり，各々の相対ロスは10%以下と小さい。対称分布の場合は，非対称分布の場合より頑健である。等配分はネイマン配分とはほぼ同じ結果を与える。一般にネイマン配分，等配分の場合は，比例配分の場合より頑健である。

これらの考察の結果，母集団平均の推定の場合には，提案した最適層別手法は現実問題に対して有効であることが判った。この際，層別方法としては区間最適層別のみを考えればよく，各層への標本配分方法としては等配分が推奨できる。また層の数は通常5以下で十分である。

### 論文の審査結果の要旨

本論文は標本調査における最適層別の理論的成果を現実の層別抽出に適用する際の諸問題，特に手法の頑健性を方法論的かつ数値計算的に追求した著者の研究の集大成である。

主題の概観と基礎概念を提示した後，第3章は母平均，第4章は母分散を推定する問題において，確率分布としては正規分布と指数分布を含む典型的な4種類を取上げ，層内標本数の配分法としては等配分EA，比例配分PA，ネイマン配分NAの3つを扱い，層の個数は10以下とし，それぞれの場合について最適層別点を数値的に求め，また無作為抽出法に対する層別抽出法の効率を計算した。この際，著者は平均の場合には区間層別だけを考慮すればよいこと，PAはEAとNAに劣ることを見出した。

第5章では通産省のある調査例を用い，この種の調査に最適層別の考えを導入する場合，最適解を実用的な近似解に代替するときの頑健性の検討が必要であることを指摘した。一般論にもどり，第6章では頑健性が適用される対象を分布形，標本配分数，層別点の3つに分け，それぞれが非線形数理計画法の問題として定式化できることを示した。第7章と第8章はそれぞれ分布形と標本配分数に関する頑健性を論じ，NAとEAはPAよりも頑健であって，最適解と比較して損失は十分小さいこと，対称分布は非対称分布より頑健であることを見出した。第9章は層別点に関する頑健性を論じ，対称分布は再び非対称分布より頑健であること，EA，NA，PAの間に大差のないことを示した。以上を総括して，著者は標本数配分方式としてはEAを推薦し，通産省データの場合，近似最適層別方式を使うことによって調査精度が大巾に改良されること，真の最適解に対する損失は微小であることを示した。

この論文は最適層別法の実際適用に関し有意義な知見を与えるものであって，学位論文として価値あるものと認める。