

平成 22 年 6 月 7 日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20700253
 研究課題名（和文） 多段階性分割型ブロック計画における最適性、構成法および応用に関する研究
 研究課題名（英文） Optimality, constructions and application of extension split-plot designs
 研究代表者
 小澤 和弘（OZAWA KAZUHIRO）
 岐阜県立看護大学・看護学部・講師
 研究者番号：20336639

研究成果の概要（和文）：分割型ブロック計画を用いた実験計画において、主効果と交互作用効果の各処理効果を推定する際に、一般的に知られている A-最適基準、D-最適基準、E-最適基準などの最適基準を含む一般的最適基準を満たす分割型ブロック計画の統計的条件を導出した。また、一般的最適基準を満たす分割型ブロック計画の組合せ論的な特徴を明らかにし、その実験計画の構成法を与えた。

研究成果の概要（英文）：The extension split-plot design with multi factors is studied. The statistical and combinatorial properties for universally optimum with respect to the estimation of the elementary contrasts of all main effects and any interaction effects by using GLSE are given. Moreover, some constructions of universally optimal split-plot designs are obtained.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,300,000	390,000	1,690,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・統計科学

キーワード：Design of experiments、Combinatorial theory、split-plot design、Universal optimality、Balanced incomplete block design、Generalized least squares estimators、Multi-stratum

1. 研究開始当初の背景

農事試験、化学実験など多くの分野におい

てブロック計画の有効性はよく知られており、例えば、農業従事者や種苗業者が開発した品種改良種苗の改良効果を測定する際

どに、実際にブロック計画が利用されている。それら実験において測定したい要因が単数の場合には、その計画方法として α 計画や釣合い型不完備ブロック計画が統計的に有効であることが分かっている。要因が複数の場合には、実験環境・条件、系統誤差や偶然誤差の影響などを考慮して、複数要因の処理の組み合わせを1要因とみなしてブロック計画を利用したり、分割型ブロック計画やsplit-block計画などの2要因に対応したブロック計画が利用されている。

本研究代表者は、1997年より2要因を持つ不完備なsplit-block計画の最適性について研究し、1998年には、名古屋大学、広島大学、ポーランドのボズナニ農業大学の研究者と共同で、処理効果を推定する際に一般的に知られている全ての最適基準(Universal Optimality)を満たす釣合い型split-block計画(Balanced Incomplete Split-Block Design(BISBD))の組合せ論的な特徴を明らかにした。また、そのようなブロック計画が釣合い型不完備ブロック計画(Balanced Incomplete Block Design)を用いて構成されることを示した(Ozawa et al. (2002a、2002b))。さらに、実用範囲の拡張を目的にBISBDに近い精度を持つ準BISBDを提案し、その構成法やEfficiencyについても明らかにしてきた(Ozawa et al. (2000)、Ozawa et al. (2005))。

また、それらの研究成果を基盤に、不完備な分割型ブロック計画において、処理効果の精度を極力落とすことなく実験回数を減少させる構成法について研究を進めた結果、Ozawa et al.(2004)では分解可能釣合い型ブロック計画を利用した構成法を導出し、Ozawa and Kuriki (2006)において、一般化した構成法を明らかにした。

しかし、分割型ブロック計画の最適性に関する研究は、未だGoos and Martina (2001)などの2段階処理施行における分割型ブロック計画のD最適基準などが中心であり、他の最適基準に関連する研究は非常に少ない。また、実際には3段階以上の処理を要する分割型ブロック計画の必要性は高いが、最適性に関する一般的な証明はほとんどなされていない。

2. 研究の目的

本研究では、不完備型の分割型ブロック計画を用いた実験において、主効果と交互作用効果の各処理効果の推定において一般的に知られているA-最適基準、D-最適基準、E-最適基準など各最適基準を含む一般的最適基準を満たす分割型ブロック計画の統計的条件を導出する。同時に、一般的最適基準を

満たす分割型ブロック計画の組合せ論的な特徴を明らかにし、その実験計画の構成法を提案する。

同様に、3段階以上の処理施行を持つ分割型ブロック計画においても、主効果と交互作用効果の各処理効果を推定する際に、一般的に知られている最適基準を満たす分割型ブロック計画の統計的および組合せ論的な特徴を導出する。また、実用性を考慮し、それら最適基準を満たす分割型ブロック計画の構成法を提案する。

3. 研究の方法

- (1) 2段階および3段階の処理施行を行う分割型ブロック計画において、一般化最小2乗推定法およびMulti-stratum分析による主効果および交互作用効果の処理効果の対比の推定がA-最適基準、D-最適基準、E-最適基準となる統計的な条件を解明する。さらに、処理効果の対比の推定が一般的最適基準を満たす必要条件も導出する。
- (2) 3段階以上の処理施行を行う分割型ブロック計画において、一般化最小2乗推定法による主効果および交互作用効果の処理効果の対比の推定がA-最適基準、D-最適基準、E-最適基準となる統計的な条件を解明する。
- (3) 最適基準を満たす分割型ブロック計画について、組合せ論的な見地より条件を導き出す。そして、その条件を満たす実験計画の構成法を与える。
- (4) 分割型ブロック計画の基礎的研究の位置付けとして、複数の要因を持つ交配実験(diallel cross design)において、一般化最小2乗推定法を用いて要因間の効果の対比を推定する際に、最適条件を満たす実験計画の統計学的特徴を明らかにする。また、その最適基準を満たす交配実験の組合せ構造を明らかにし、そのような最適な交配実験の構成法を与える。
- (5) 分割型ブロック計画の特性を踏まえ、細胞遺伝子工学などの応用分野の探求とその可能性について調査する。国内外の研究者や書籍、学会誌等の文献から幅広い情報収集を進める。その際、ブロック計画等の実験計画を用いた実験の環境、条件などを調査し、分割型ブロック計画の特性を有効に利用できる分野・要件を調査する。

4. 研究成果

- (1) 2段階処理を行う場合、および3段階処理を行う場合の分割型ブロック計画において、交互作用効果を持たない線形モデルを定義し、一般化最小2乗推定法で主効果の対比を推定する際に、すべての要因の主効果の対比の推定が一般的最適基準を満たす計画の条件を明らかにした。また、その最適基準を満たす最適計画の組合せ論的な特徴を導き出し、各要因の処理の施行がそれぞれ釣合い型不完備ブロック計画であれば構成できることを示した。また、処理効果の推定方法として、mutli-stratum 推定法を用いた場合にも同様の結果が得られた。

- (2) 3段階処理を行う場合の分割型ブロック計画において、3要因の主効果と交互作用効果のうち3要因による交互作用効果のみを考慮し、前提条件として各要因の処理施行の計画を釣合い型不完備ブロック計画となる分割型ブロック計画を考えたとき、一般化最小2乗推定法で交互作用効果の対比を推定する際に、各要因のある2つの異なる処理が施されるブロックの総数が、処理の選び方によらず一定であれば、一般的最適基準を満たすことが明らかとなった。また、そのような最適な分割型ブロック計画は、3つの釣合い型不完備ブロック計画を直積することで構成することができることを導き出した。

これらの成果については、UAE で開催された国際的な学術集会において発表し、研究者と議論を交わした。また、国際的な雑誌への投稿に向け、現在準備中である。

- (3) 3段階以上の処理を行う場合の分割型ブロック計画において、各要因の処理の施行がそれぞれ釣合い型不完備ブロック計画であれば、すべての要因の主効果の対比の推定に関して一般的最適基準を満たすことが明らかとなった。また、あるひとつの交互作用効果に注目した場合、その対比を一般化最小2乗推定法で推定する際に、その交互作用効果に関係する各要因の2つの異なる処理が施されるブロックの総数が処理の選び方によらず一定であれば、一般的最適基準を満たすことが推測された。

これらの成果については、国際的な学術雑誌への投稿に向け、現在準備中である。

- (4) 分割型ブロック計画と類似した複数の

要因を持つ交配実験 (diallel cross design) において、一般化最小2乗推定法を用いて要因間の効果の対比を推定する際に、A-最適基準を満たす実験計画の統計学的特徴および分散共分散構造を明らかにした。また、その最適基準を満たす交配実験の組合せ構造を導き出し、単型構造を持つブロック計画を用いた交配実験の構成法を与えた。

これらの成果については、査読のある国際的な学術雑誌に投稿し、既に掲載されている。

- (5) 細胞遺伝子工学、バイオテクノロジー、情報工学などの分野の学術集会における研究発表や研究者との意見交換により、分割型ブロック計画の他分野への可能性を調査を実施した。その結果、バイオテクノロジーなどの分野において、複数の要因を持ち、多段階の分割型ブロック計画の実用面での可能性を示唆することができた。ただし、実験における規模が実用上適さない面も散見されたことから、実用面で求められる精度と実験回数との関係性についての調査が必要と考える。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

Kazuhiro Ozawa, Naoki Tsushima, Masakazu Jimbo, A-optimal diallel cross experiments for estimating g.c.a. effects, Journal of Statistics and Applications, 査読有, Vol.4 (2,3), 2009, pp. 421-431.

Isao Hozumi,, Mitsunori Yamada, Yoko Uchida, Kazuhiro Ozawa, Hitoshi Takahashi, Takashi Inuzuka, The expression of metallothioneins is diminished in the spinal cords of patients with sporadic ALS, Amyotrophic Lateral Sclerosis, 査読有, Vol.9 (5), 2008, pp. 294-298.

[学会発表] (計 1 件)

Kazuhiro Ozawa, Optimality of split-split-plot designs, The First International Conference on Mathematics and Statistics, 2010, UAE.

6 . 研究組織

(1)研究代表者

小澤 和弘 (OZAWA KAZUHIRO)

岐阜県立看護大学・看護学部・講師

研究者番号：20336639