

体力科学最新トピック No. 7 :
体力医科学研究に有効な統計手法：反復測定相関分析
菅原 順（産業技術総合研究所）

指標間の関連性を調べたい場合に用いる統計手法としてすぐに思いつくのは、相関分析や回帰分析だろう。一般的な相関分析（Pearson's correlation analysis）では、個々のデータが独立していることが前提となる。トレーニング介入前に、指標 A が大きい者ほど指標 B は小さいという負の相関関係があったとする（図、黒破線）。一方、指標 A および B を介入開始半年後および 1 年後に測定したところ、各被験者内に「A が増加すると B も増加する」という相関関係（赤破線）があった。この時、個人内の両指標の関係性を無視し、全てのデータを一括して相関分析を行うと、回帰直線は右方にシフトする（青破線）のみで両者の関係性は崩れず、「A が増加するほど B は低下する」とミスリードしてしまう可能性がある。ちなみに、変化量同士の関係性を見た場合、（実際には起こりがたいケースだが）2 つの変化量は全員等しいため、全員のプロットは一点に重なり、無相関となる。つまり、従来の相関分析では、個人内で生じている「A が増えると B も増える」という現象や両指標の関係性を適切に評価しきれない可能性がある。こうした問題を回避し、同じ対象から繰り返し測定されたデータの間の相関関係を評価する手法として、近年、反復測定相関分析（Repeated Measures Correlation）が開発された¹⁾。全被験者のデータを集約せず、被験者ごとの変動を取り除いて、個人内の共変動（within-subject）に注目する。手続きとしては、まず被験者ごとに複数回取得した A と B それぞれの平均値を求め、各測定値から平均値を減じる（中心化）。この中心化したデータのピアソン相関を計算する。これにより「A が増えると B も増える」という全体の関係性（赤実線矢印）を明らかにできる。ベースラインの個人差（切片のバラツキ）を許容しつつ、「全員に共通の傾き」（平均的な応答）を推定する場合に有効である。また「ベースラインにも介入効果にも個人差がある」という発展的な仮説モデル設定もできる。例えば、アスリートの日々のトレーニング量と身体的疲労度との入出力関係の解明のように、個人差を考慮しつつ、被験者全体の結果として一般化するようなコンディショニング研究^{2,3)}などにおいて重宝しそうな感がある。

スマートウォッチ等センシングデバイスの普及により、生理指標がより簡便かつ高精度に取得できる環境になりつつある。日々蓄積される膨大な情報から、「本当に意味のある情報」をいかに抽出できるか、DX 社会における研究者の命題といえる。

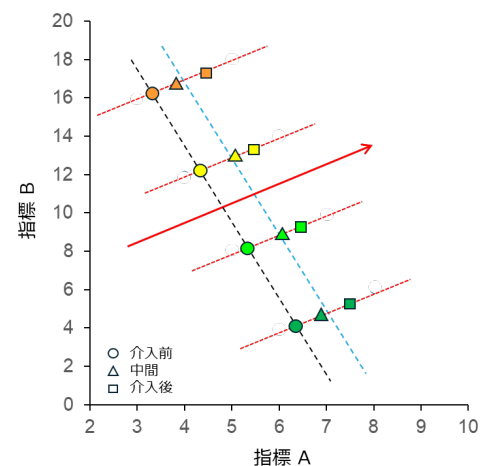


図. 反復測定相関分析の概念

【参考文献】

- 1) Bakdash JZ and Marusich LR. Repeated Measures Correlation. Front Psychol. 2017 Apr 7;8:456. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00456. eCollection 2017
- 2) Sugawara et al. Impact of a brief series of soccer matches on vascular conditions in youth women. Front Physiol. 2024 Nov 27;15:1476627. doi: 10.3389/fphys.2024.1476627. eCollection 2024.
- 3) Romann M et al. Longitudinal performance trajectories of young female sprint runners: a new tool to predict performance progression. Front. Sports Act. Living, 2024 Dec 23;6:1491064. doi: 10.3389/fspor.2024.1491064. eCollection 2024.