

対データの t 検定

例 7 車の駐車

問題

ある消費者団体は、2つの人気車種の間には、ハンドリングの違いがあるかどうか判定したいと考えています。2つの車のハンドリング性能を測定するために、ドライバーが縦列駐車するのに要する時間を、それぞれの車について測定します。

データ収集

20人のドライバーが、両方の車をランダムな順番に駐車して、駐車に要した時間が秒単位で測定されます。

ツール

- 計算機
- 正規性検定
- 対データの t

データセット

CARCTL.MPJ

変数	説明
車 A	車 A で要した駐車時間 (秒)
車 B	車 B で要した駐車時間 (秒)

対データの t 検定

対データの t 検定とは何か

対データの t 検定は、対応のある観測値の間の平均の差が統計的に有意であるかどうかを判定します。統計的には、対データの t 検定は、差の 1 サンプル t 検定と同等です。対データの t 検定は、また、平均の差が特定の値に等しいかどうか評価するのにも役立ちます。

1 対の観測値には関連があります。例えば次のような場合です。

- トレーニングプログラムの前後における個人の体重の記録
- 同じ部品に対する 2 つの測定器の測定値

どのようなときに対データの t 検定を使うのか

対応のある観測値の無作為標本に対して、対データの t 検定を行います。

この検定は、また、1 対の差が正規母集団からのデータであることを仮定しています。しかし、データが連続量で、単峰性（山が 1 つ）、かつ十分に左右対称であれば、この検定は、正規性の仮定からの逸脱に対して頑健です（[1] 参照）。

なぜ対データの t 検定を使うのか

対データの t 検定で、次のような疑問に答えます。

- 新しい処理方法で、製品に違いが現れるか？
- 同じ部品に対して、2 つの異なる測定器が同じ測定結果を示すか？

例えば、

- ある化学処理を行った木材は、その寿命を延ばすことができるか？（各木材の標本は 2 つに分断され、一方には化学処理を行い、他方には行わないこととする。）
- 2 つのキャリパス（測径器）は、同じ部品を同様に測定できるか？（いくつかの部品が、それぞれのキャリパスで 1 回ずつ測定されるものとする。）

正規性の確認

対データの t 検定は、実質的には、対ごとの差に対する 1 サンプル t 検定になります。従って対ごとの差は、正規性を含む 1 サンプル t 検定の仮定を満たしていなければなりません。正規性を調べる前に、対ごとの差をワークシートに保存します。

正規性検定

- 1 CARCTL.MPJ を開きます。
- 2 計算 ▶ 計算機を選択します。
- 3 ダイアログボックスを下のよう設定します。



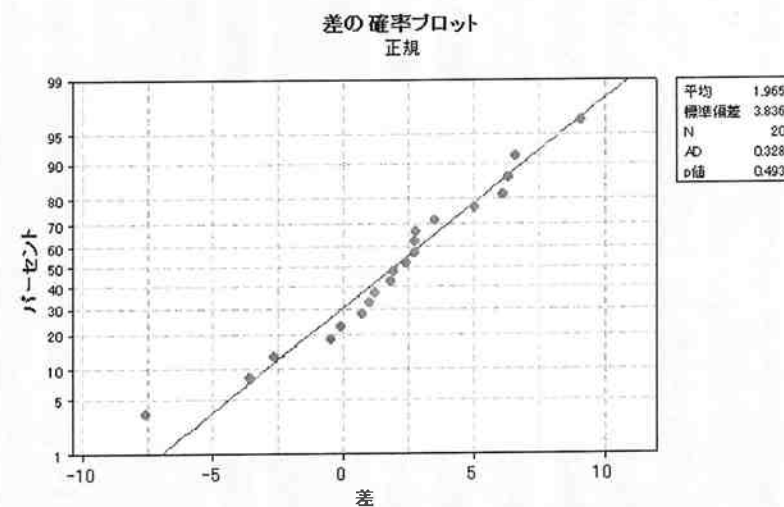
- 4 OK をクリックします。
- 5 統計 ▶ 基本統計 ▶ 正規性検定を選択します。
- 6 変数に、差を入力します。
- 7 OK をクリックします。

結果の解釈

p 値が 0.493 であることに基づいて、正規分布しているという帰無仮説を棄却するのに十分な証拠がないことになります。従って、1 サンプル t 検定の正規性の仮定は適切なものです。

次の作業

対データの t 検定に進みます。



対データの t 検定の実行

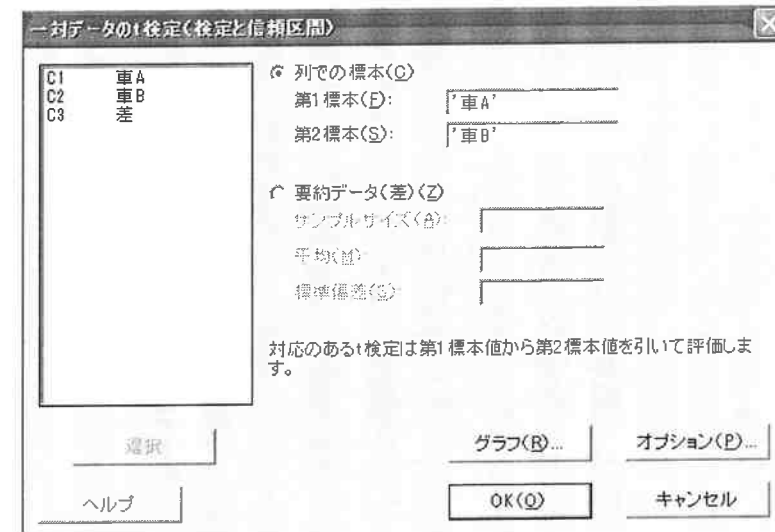
消費者団体は、ドライバーが一方の車を他方の車より速く駐車できるかどうか判断したいと考えています。データは対応している（各ドライバーが両方の車を駐車する）ので、対データの t 検定を使って、次の仮説を検定します。

- H_0 : 母集団の対応のある観測値の差の平均は 0 である。
- H_1 : 母集団の対応のある観測値の差の平均は 0 ではない。

デフォルトの信頼水準 95% を使って、個別値プロットと箱ひげ図を表示して、データを視覚化します。

1 対データの t 検定

- 1 統計 ▶ 基本統計 ▶ 対データの t を選択します。
- 2 ダイアログボックスを下のように設定します。



- 3 グラフをクリックします。
- 4 個別値プロットと差の箱ひげ図をチェックします。
- 5 各ダイアログボックスで **OK** をクリックします。

結果の解釈

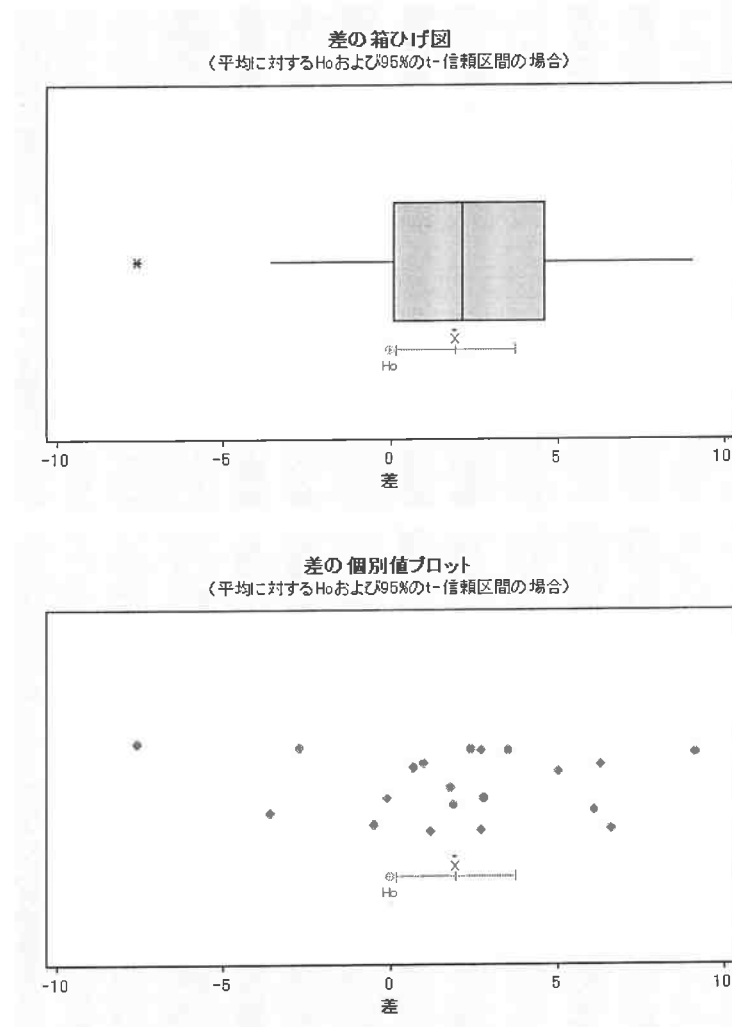
箱ひげ図と個別値プロットは、対応のある観測値の差の様子を表現しています。

観測された差の平均（約 2）は \bar{X} で表されています。 H_0 は検定される母集団の差（0）を表しています。

信頼区間

MINITAB は、また、母集団平均の差に対する信頼区間も表示します。もし帰無仮説が正しいならば、 H_0 はこの区間に入っていると考えられます。

信頼区間が H_0 を含んでいないので、帰無仮説が棄却され、車 A は駐車するのに車 B よりも長い時間がかかると結論できません。



結果の解釈

対応のある t 検定と信頼区間：車 A, 車 B

車 A-車 B の対応のある t 検定

	N	平均	標準偏差	SE 平均
車 A	20	34.8650	7.5916	1.6975
車 B	20	32.9000	7.2743	1.6266
差	20	1.96500	3.83561	0.85767

差の平均に対する 95% の信頼区間： (0.16988, 3.76012)

差の平均 = 0 (対等しくない 0) の T 検定 : T-値 = 2.29 P-値 = 0.034

平均

平均駐車時間は、車 A で 34.9 秒、車 B で 32.9 秒です。差の平均は約 2 秒です。

差の平均に対する 95% の信頼区間は、0.17 から 3.76 です。

t 値と p 値

検定の t 値は 2.29 で、それに伴う p 値は 0.034 です。従って、 α 水準 0.05 で帰無仮説が棄却され、車 A を駐車するのに要する時間は、車 B の駐車に要する時間よりも長いと結論できます。

考察

まとめと結論

ドライバー達は、平均で、車 A を駐車するのに車 B よりも 2 秒時間をかけています。この差は小さいですが、統計的には有意です。

2 秒の差は、実用面で重要でしょうか？これは、消費者が定めることです。もし僅かでも長い駐車時間がドライバーをいらさらさせるのであれば、2 秒は重要でしょう。この差は、頻繁に縦列駐車を行うドライバーにとっては、より重要なことかもしれません。

追加の考察

1 対データの t 検定を使うときは、次の点に注意します。

- 観測値は、対応していなければならない。
- データは、連続量でなければならない。
- 対ごとの差は、正規母集団からのデータである。

t 検定は、対の観測値がランダムに収集され、データが連続量で、単峰性（山が 1 つ）、かつ十分に左右対称であれば、正規性の仮定からの逸脱に対して頑健です（[1] 参照）。

対応のある観測値を使うことで、個別の理由による変動を排除することができます。例えば、ドライバー 1 は、車 A を駐車するのに 18.9 秒、車 B には 18.2 秒かかったとします。一方、ドライバー 18 は、同じ車を駐車するのに、それぞれ 43.8 秒と 41.1 秒かかったとします。各ドライバーの差を分析することで、ドライバー間の変動を計算から除くことができ、検定の検出力を上げることができます。