

第8章 QC 七つ道具でここまでできる

8.4 節「(4) 仮説を検証してみよう」の解答例

本文中では、次ページ以降に示す解析のイントロのみを記述した。実際にデータを自分の手で解析してみないと、以下の解答例だけを読んでもピンと来ないし、読み物としても冗長になると考えたためだ。

是非、別にある Excel データ（表 8-1.xlsx）にご自身でチャレンジしていただいた後で、この解答例をご覧いただきたい。

ちなみに、解答とせずに解答例としたのは、QC 七つ道具の解釈には一通りではなく他にもいろいろあるためだ。その解釈の違いによって別のルートをたどり別の解答になるかもしれない。このような問題は、単純な算数の問題と違って多少ばらつきのある回答が出てきても不思議ではない。

解答の結論そのものよりも、解答に至るまでの筋道の考え方に重きを置いてご検討いただきたい。さらに、ご自身で問題のモデルやデータを変更して新たな演習問題を作成していただければ、より深くご理解いただけると思う。

(a) 「yのn=12のサイクル」の要因としてのX1, X4の検証

X1による層別ヒストグラム

(異常値除外済み)

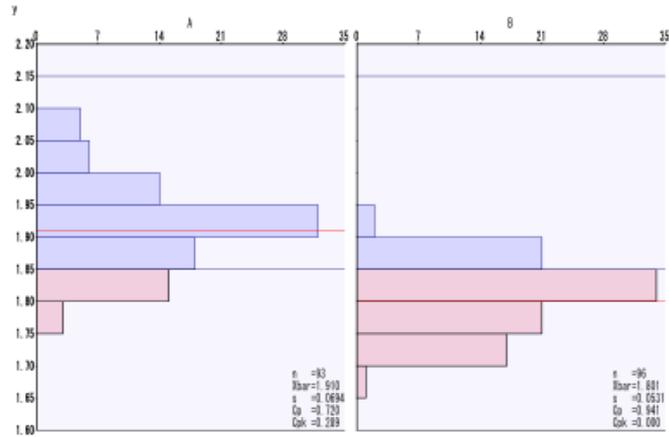


図 8.8 X1による層別ヒストグラム (異常値除外済み)

X1による層別管理図

(異常値除外済み)

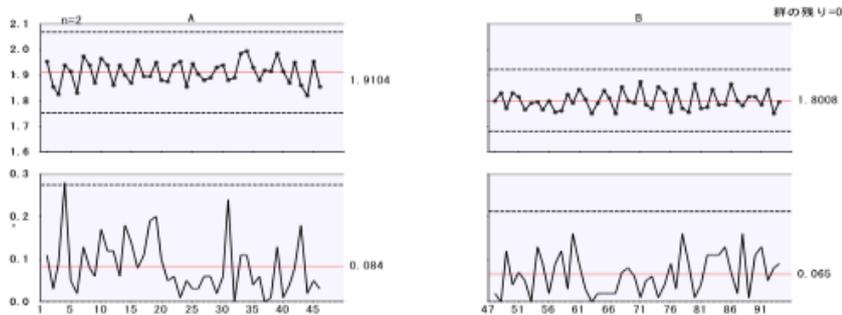


図 8.9 X1による層別管理図 (異常値除外済み)

X4 による層別ヒストグラム

(異常値除外済み)

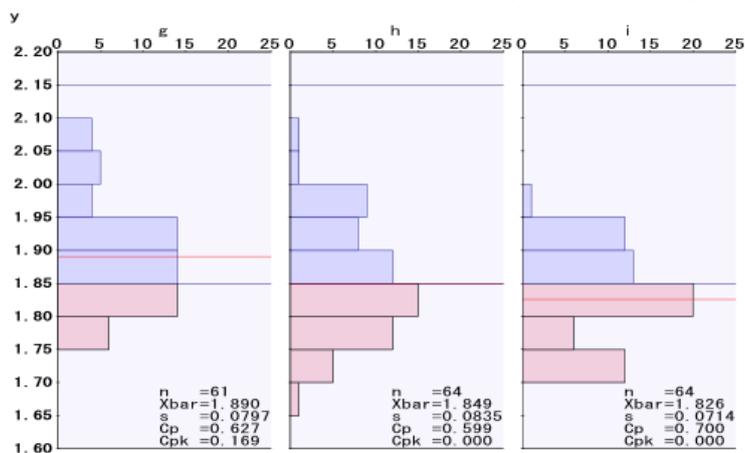


図 8.10 X4 による層別ヒストグラム (異常値除外済み)

X4 による層別管理図

(異常値除外済み)

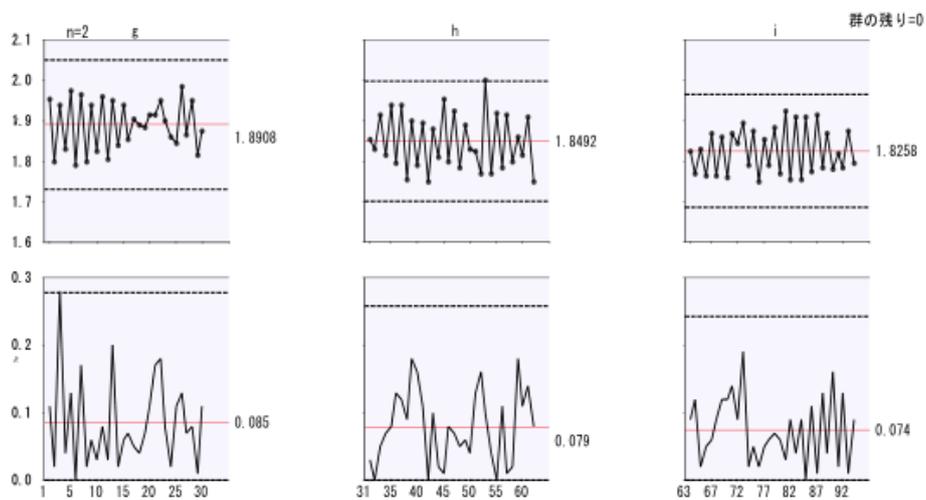


図 8.11 X4 による層別管理図 (異常値除外済み)

X1 と X4 による層別ヒストグラム

(異常値除外済み)

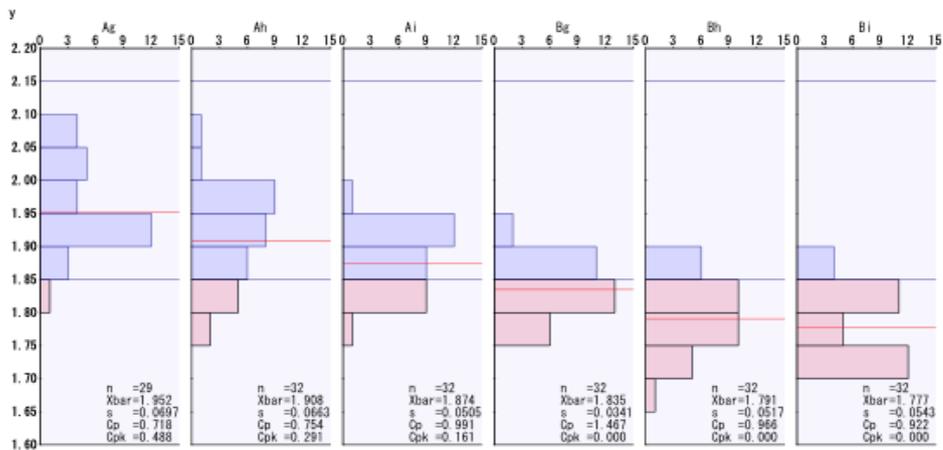


図 8.12 X1 と X4 の組合せによる層別ヒストグラム (異常値除外済み)

X1 と X4 による層別管理図

(異常値除外済み)

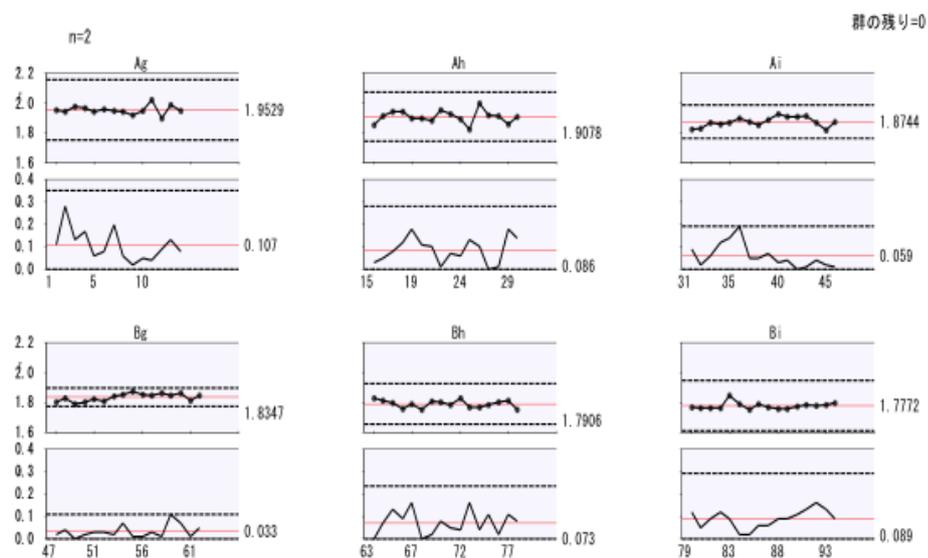


図 8.13 X1 と X4 の組合せによる層別管理図 (異常値除外済み)

これらのヒストグラムと管理図から、明らかに X1 と X4 は効果があり、さらにその 6 通りの組合せによって大きな違いがあることがわかる。ちなみに、ヒストグラムと管理図の形から、それぞれの層はほぼ一つの安定した塊（正規分布）とみなしてしまっている。

ちなみに、X1 と X4 との組合せの効果（交互作用）があるかどうかは、これらだけでは判定しにくい。そこで、それぞれの組合せの平均値をグラフ化してみると、ほぼ平行線であることから、X1 と X4 との組合せの効果（交互作用）はないと判定しよう。

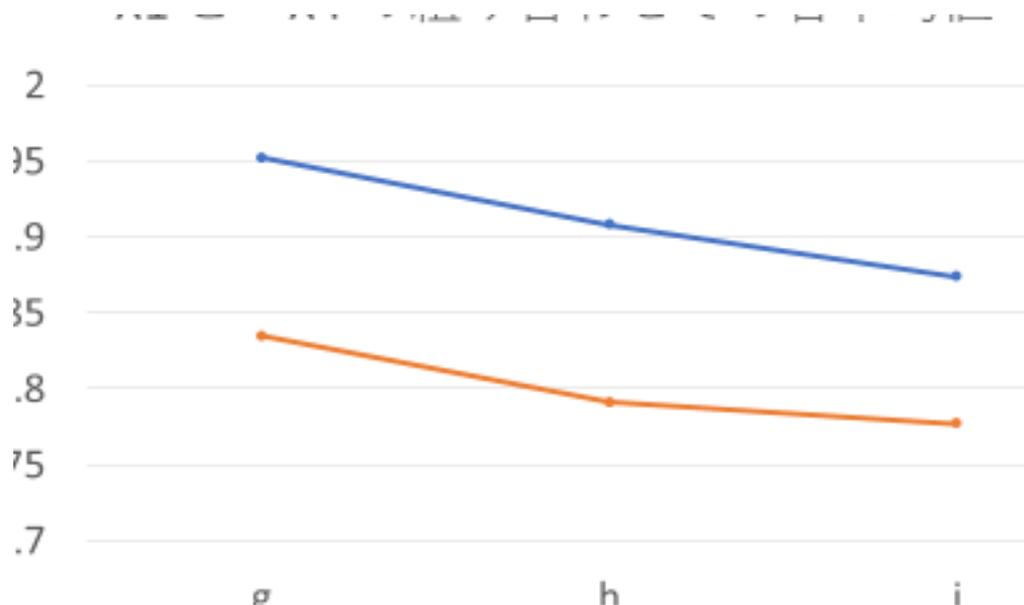


図 8.14 X1 と X4 との組合せでの各平均値

実は、問題作成の段階では、X1 と X4 の効果は明らかではなく、交互作用が出るようにしようと企んでいた。乱数を発生させ調節していくうちに上記のような結果になってしまったために、当初の目論見よりずいぶん簡単な問題になってしまった。腕に覚えのある方は、より難しい取り組みがいのあるデータを作成しご提案いただければありがたい。

次に、計量値でくさそうな X11 については散布図で検証してみよう。

Y と X11との散布図 (異常値除外済み)

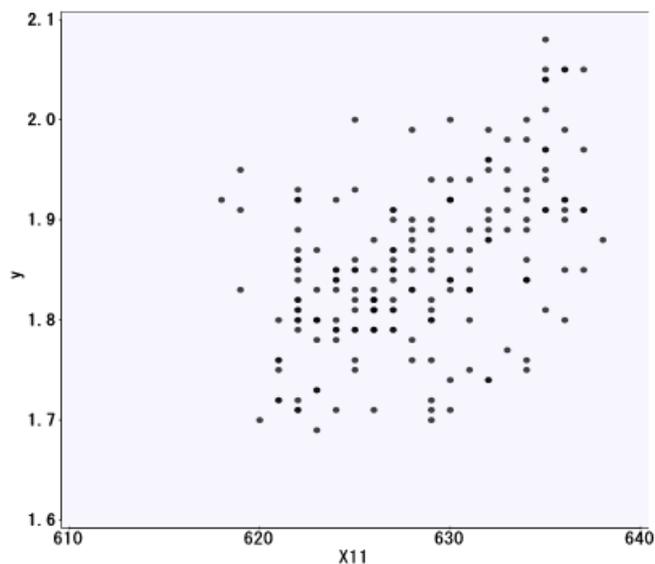


図 8.15 y と X11 との散布図 (異常値除外済み)

すると、[図 8.15](#) の散布図から、X11 は弱い相関があることがわかる。ダメ押しで、y と X10 の散布図をつくってみると[図 8.16](#) のように無相関だったので無視しておこう。ついでのダメ押しで、暇があったら X1 などでも層別をしてもよいが、有益な情報にはならない。

Y と X10との散布図

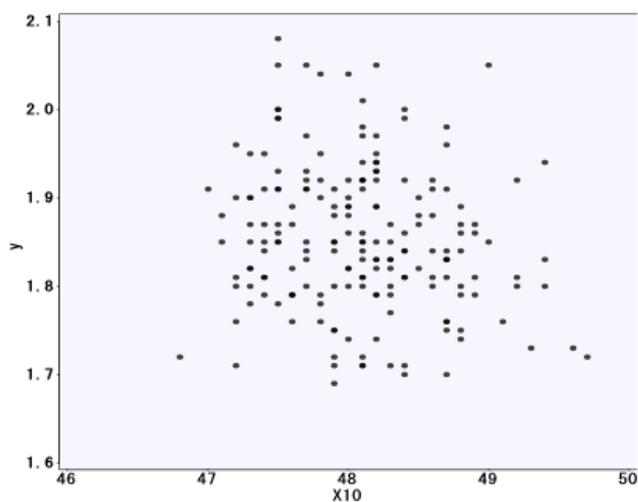


図 8.16 y と X10 との散布図

さらに、効果がありそうな X1, X4 ならびにその組合せと X11 の組合せを調べてみよう.

X1, X4 並びにその組み合わせ、と x11 の多変量連関図

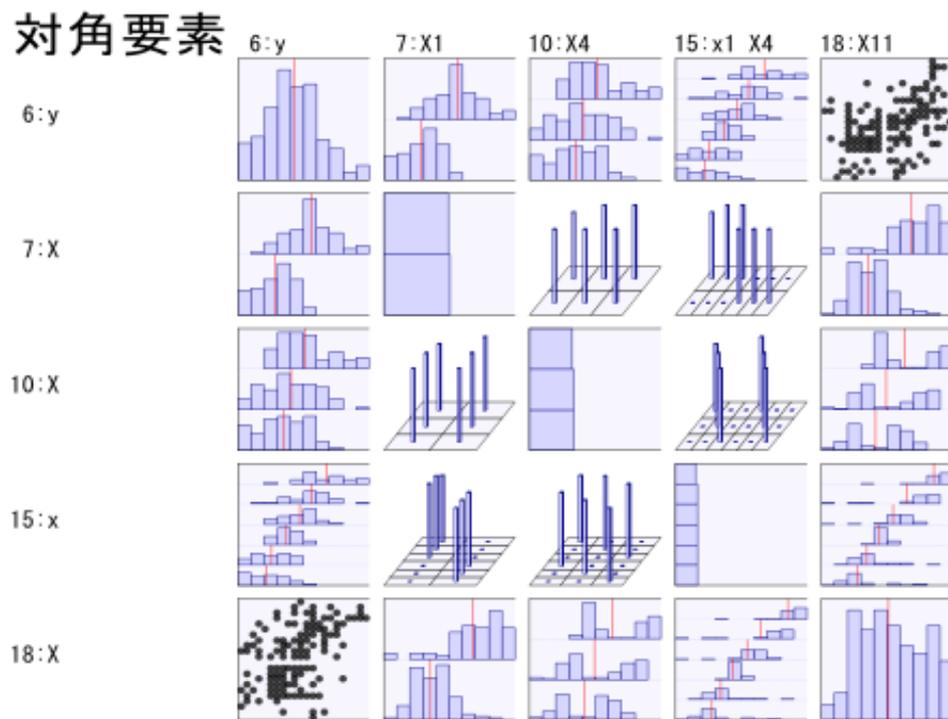


図 8.17 y と X1, X4 ならびにその組合せ X1X4 と X11 の多変量連関図

Y と X11との散布図 X1で層別
(異常値除外済み)

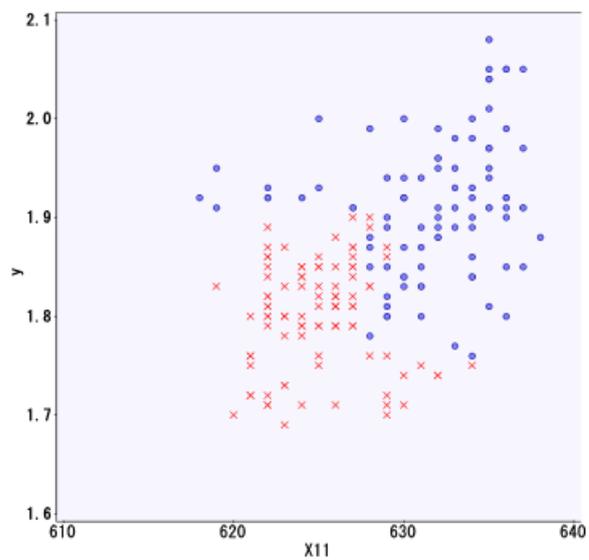


図 8.18 y と X11 との散布図 : X1 で層別 (異常値除外済み)

Y と X11との散布図 X4で層別
(異常値除外済み)

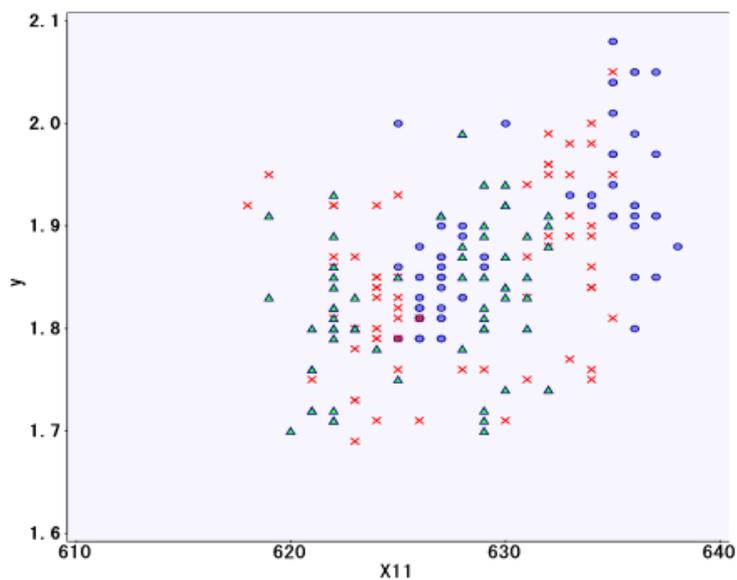


図 8.19 y と X11 との散布図 : X4 で層別 (異常値除外済み)

Y と X11との散布図 X1X4で層別
(異常値除外済み)

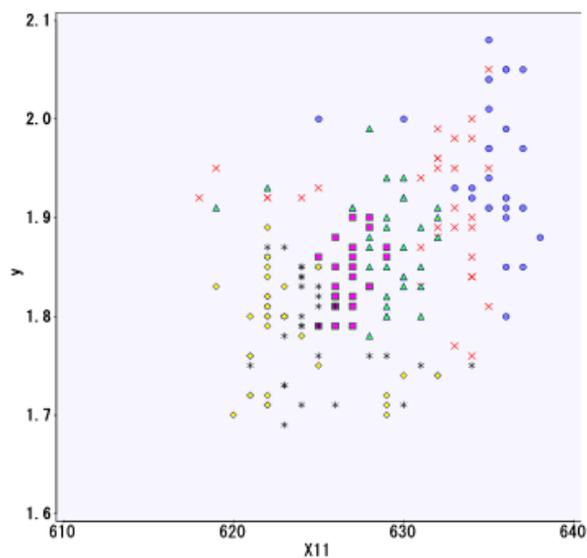


図 8.20 y と X11 との散布図 : X1X4 で層別 (異常値除外済み)

Y と X11との散布図 X1X4で層別
層毎の散布図 (異常値除外済み)

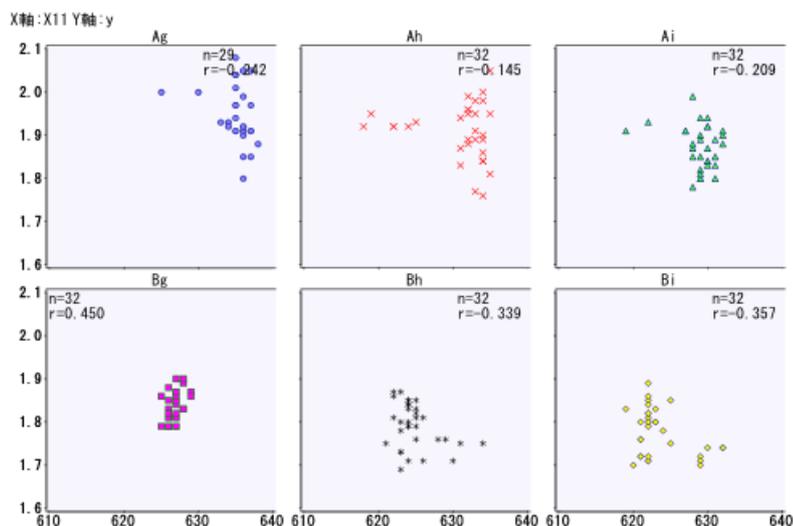


図 8.21 y と X11 との散布図 : X1X4 で層別 層ごとの散布図 (異常値除外済み)

X1X4 で層別した y と X11 の散布図それぞれではほとんど無相関でありながら、それぞれによって散布図上の位置が違っていることから、X1X4 ならびにその組合せの効果と、X11 の効果とは「交絡している」すなわち、 y に対して同様に変化しているために、どちらの効果が本物かはわからないといえる。すなわち、一方の効果があり他方は単にそれに付随しているだけということなのかどうかは**わからないということがわかる**。あるいは両方の組合せで効果となっているかもしれない。

これは、改めて、その交絡関係を解除するような組合せの実験をしてみれば確認できる。

(b) 「n=2の群内変動」の要因としてのX2, X10, X11の検証

X2による層別ヒストグラム

(異常値除外済み)

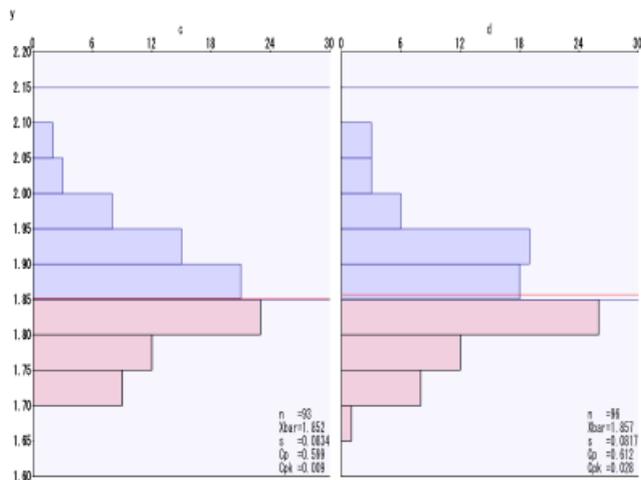


図 8.22 X2による層別ヒストグラム (異常値除外済み)

X2による層別管理図

(異常値除外済み)

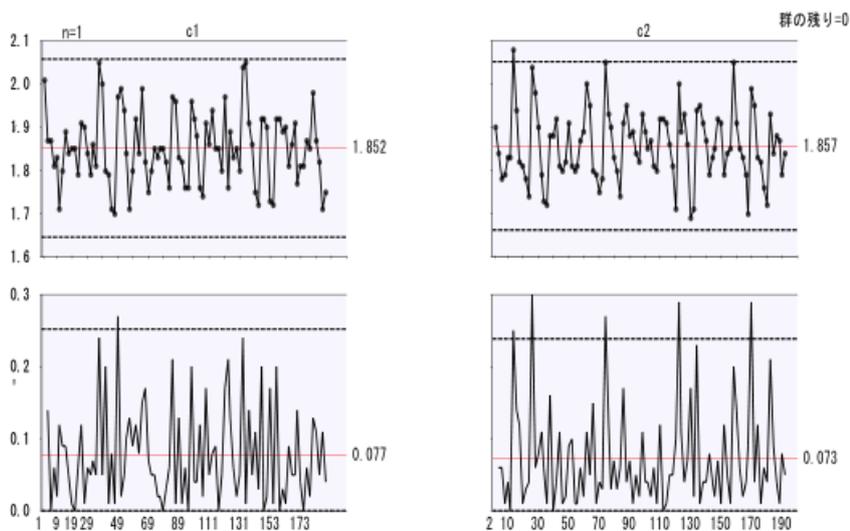


図 8.23 X2による層別管理図 (異常値除外済み)

Y と X10との散布図 X2で層別 (異常値除外済み)

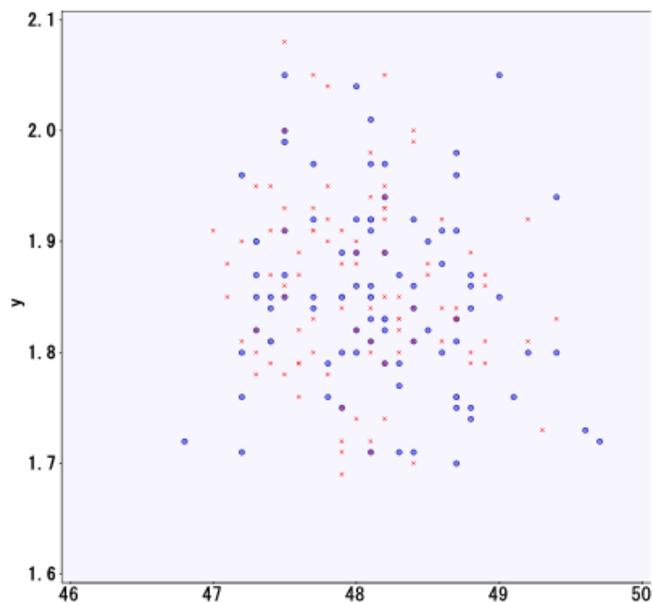


図 8.24 y と X10 との散布図 : X2 で層別 (異常値除外済み)

Y と X11との散布図 X2で層別 (異常値除外済み)

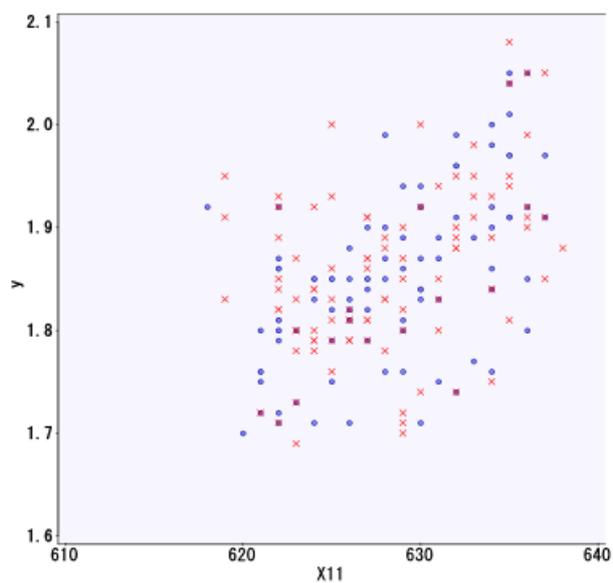


図 8.25 y と X11 との散布図 : X2 で層別 (異常値除外済み)

これらのヒストグラムと管理図ならびに散布図からは残念ながら、「 $n=2$ の群内変動」を説明できる原因は見つからなかった。