分散の加法性を視覚的に理解する(その2)

Sampo Suzuki, CC 4.0 BY-NC-SA 2021-06-01

はじめに(小室先生のアドバイスから)

分散の加法性が成り立つには「データが独立」であるという前提 条件があります。乱数生成した二つのデータ¹が本当に独立なのかを 確認すると共に分散の加法性も確認してみます。

¹ 各々**r** n 個のデータ

関数の定義

最初に以下の処理を行う関数を定義します。

- データを乱数生成する²
- 乱数生成したデータをランダムサンプリングする³
- 作成したデータの統計量を求める
- 無相関検定の結果と統計量をデータフレームにまとめる

 2 今回は rnorm() 関数による分散が 100 となる正規分布 3 sampling = TRUE の場合のみ

```
f <- function(i = NA, sampling = FALSE, n = 5000000) {</pre>
   # データを乱数生成する
    x <- rnorm(n = n, mean = 10, sd = 10)
    y < -rnorm(n = n, mean = 30, sd = 10)
     # 乱数生成したデータからサンプリングする場合
    if (sampling == TRUE) {
     x <- sample(x, n, replace = TRUE)</pre>
      y <- sample(y, n, replace = TRUE)
    }
    # 統計量を求める
10
     df <- data.frame(no = i, var.x = var(x), var.y = var(y),</pre>
11
                     var.xy = var(x + y), var.sum = var(x) + var(y),
                     cov = cov(x, y), cov2 = cov(x, y) * 2)
13
     # 無相関の検定結果と統計量をデータフレームにまとめる
14
     df <- cor.test(x, y) %>% broom::tidy() %>% dplyr::bind_cols(df)
    return(df)
16
  }
17
```

この関数を for ループで一定回数繰り返し、その結果をデータフレームにまとめ、分散がどのようになっているかを比較します。

Table 1: 変数の意味

変数名	その意味	備考
var.x	データ x の分散	
var.y	データ y の分散	
var.xy	データxとyを加算したものの分散(var(x + y))	加法1
var.sum	データx,yの分散を加算したもの(var(x) + var(y))	加法 2
var.diff	var.xy から var.sum を減算したもの	加法1と加法2の差異
cov2	データ x, y の共分散の 2 倍数	
cov	データ x, y の共分散	計算のみで未出力

乱数生成したデータの場合

Table 2: 乱数生成した二つのデータ の分散

-0.0001291 0.7728236 99.94993 100.02913 199.9532 199.9791 -0.0258179 -0.056092 0.0606092 0.0606092 -0.0606092 -0.006092 -0.006092 -0.006092 -0.006092 -0.006092 -0.006092 -0.006092 -0.006288 200.0175 200.075 10.955250 -0.0085280 0.005283 200.0721 199.9752 0.067391 0.0067391 -0.006228 100.07481 200.0793 200.1371 -0.0437737 -0.0437737 -0.007373 -0.0001338 0.7647540 100.07596 99.99899 200.1017 200.0749 0.0267752 0.0267752 0.006753 0.005151 0.2491533 99.98402 99.996028 200.0481 199.9450 0.103062 0.103062 0.006362 0.006381 0.006388 0.0463868 0.0463868 0.006362 0.006381 0.0463868 9.996602 29.91413 199.9575 199.8814 0.0463868 0.0463868 0.006386 0.0006502 0.013662 0.006662 0.006662 0.013662 0.006662 0.006662 0.005382 0.0452717 0.0	No	相関係数	p値	標本 x	標本 y	加法 1	加法 2		cov2
0.0003030 0.4981275 100.03307 100.02382 200.1175 200.0569 0.0666092 0.066092 0.0004286 0.3389610 99.99416 100.00821 199.9168 200.0720 199.9752 0.063731 0.0635280 0.0001438 0.2647927 100.06228 100.07481 200.0933 200.1371 -0.0437737 -0.0437737 0.0001338 0.7647540 100.07596 99.99899 200.1017 200.0749 0.0267752 0.0267752 0.0005154 0.2491533 99.98430 99.88829 199.9759 199.8726 0.1033083 0.1030462 0.0005210 0.638112 99.99015 99.99617 200.1041 199.9863 0.163868 0.0463868 0.0006263 0.1484899 99.99613 39.94682 199.8141 199.9433 -0.1292428 -0.1292428 0.0006504 0.143360 100.3666 99.89418 200.0602 200.038 0.0312058 0.13812058 0.0004778 0.463060 100.03624 99.94166 200.1162 200.0308 <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	1								
-0.0004276	2								
0.0004838 0.2793815 100.00953 99.96570 200.0720 199.9752 0.0967391 0.0967391 0.0001378 0.6247927 100.06228 100.07481 200.0933 200.1371 -0.0437737 -0.0437737 -0.0437737 -0.0437737 -0.0437737 -0.0437737 -0.033083 0.03083 0.03083 0.03083 0.03083 0.03083 0.03083 0.03083 0.03083 0.03083 0.03083 0.030462 0.003383 0.005194 9.94153 199.9575 199.8726 0.103083 0.0130462 0.003662 0.00052 0.0838112 99.99053 99.99617 200.1049 199.9863 0.1185795 0.1185795 0.1185795 0.000664 0.1483490 99.99653 99.99612 200.0166 200.0169 0.0452777 -0.0452777 -0.05263 0.12752108 100.03664 99.9414 200.0060 200.0308 0.0312058 0.0312058 0.0006594 0.1438080 100.03664 99.94274 200.108 19.95979 0.1318565 0.1318565 0.0004778 0.2853648	3								
-0.0002187 0.6247927 100.06228 100.07481 200.0933 200.1371 -0.0437737 -0.0437737 0.0001338 0.7647540 100.07596 99.99899 200.1017 200.0749 0.0267752 0.0267752 0.0005154 0.2491533 99.98472 99.96028 200.0481 199.9450 0.1033083 0.0133083 0.0005231 0.6038112 99.9402 99.94139 199.9278 199.8814 0.046368 0.046368 0.0005290 0.184895 99.99015 99.99617 200.1049 199.9863 0.1185795 0.1185795 -0.0006464 0.1483490 99.99653 99.94682 199.8141 199.9433 -0.1292428 -0.1292428 -0.0006504 0.7272108 100.13666 99.89115 200.0620 200.0308 0.0312058 0.312058 0.0004778 0.2853648 99.9204 100.07177 200.904 199.999 0.0312058 0.0312058 0.0312058 0.0004178 0.741056 99.96112 100.17508 200.166 200.363	4								
0.0005169 0.2477801 99.98430 99.88829 199.9759 199.8726 0.1033083 0.10330462 0.10330462 0.10330462 0.10330462 0.10330462 0.10330462 0.1030462 0.10330463 0.10330463 0.10330463 0.10330463 0.0053083 0.0005292 0.1848895 99.99015 99.99617 200.1049 199.9863 0.185795 0.118560 0.1185795 0.000660 0.000660 0.000660 0.000660 0.000660 0.000660 0.000863 0.0656629 0.0656629 0.0656629 0.0656629 0.005532 0.005543 0.0056629 0.0656629 0.0656629 0.00566629 0.0656242	5								
0.0005169 0.2477801 99.98430 99.88829 199.9759 199.8726 0.1033083 0.10330462 0.10330462 0.10330462 0.10330462 0.10330462 0.10330462 0.1030462 0.10330463 0.10330463 0.10330463 0.10330463 0.0053083 0.0005292 0.1848895 99.99015 99.99617 200.1049 199.9863 0.185795 0.118560 0.1185795 0.000660 0.000660 0.000660 0.000660 0.000660 0.000660 0.000863 0.0656629 0.0656629 0.0656629 0.0656629 0.005532 0.005543 0.0056629 0.0656629 0.0656629 0.00566629 0.0656242	6	0.0001338	0.7647540	100 07596	99 99899	200 1017	200 0749	0.0267752	0.0267752
0.0005154 0.2491533 99.98472 99.96028 200.0481 199.9450 0.1030462 0.1030462 0.0003221 0.6038112 99.94002 99.94139 199.978 199.8814 0.0463868 0.0463868 0.0005929 0.1848895 99.99015 99.99617 200.1049 199.9863 0.1185795 0.1185795 0.0006640 0.1483490 99.99633 99.94682 199.8141 199.9433 -0.1292428 -0.1292428 0.0001560 0.7272108 100.13666 99.89418 200.0620 200.0308 0.0312058 0.0312058 0.0006594 0.1403860 100.03624 99.94274 200.1108 199.9790 0.1318565 0.1318565 0.0004178 0.2453648 99.9304 100.07177 200.0004 199.9948 0.0955532 0.095552 -0.00041478 0.7410526 99.99112 100.17508 200.1666 200.1362 0.025773 0.0295773 -0.00046040 0.1376396 99.97401 100.05617 199.8914 199.9407 0.1328101<	7								
0.0002321 0.6038112 99.94002 99.94139 199.9278 199.8814 0.0463868 0.0463868 0.0005929 0.1848895 99.99015 99.99617 200.1049 199.9863 0.1185795 0.1185795 -0.000263 0.6127855 99.95193 100.09496 200.0016 200.0469 -0.0452777 -0.0452777 0.0006594 0.1403860 100.13666 99.89418 200.0620 200.0308 0.0312058 0.0312058 0.0004778 0.2853648 99.9204 100.07177 200.0904 199.9948 0.0955522 0.055522 0.0004478 0.7410526 99.9304 100.07177 200.0904 199.9940 0.0955532 0.0955532 0.00041478 0.7410526 99.996112 100.17508 200.1066 200.0863 -0.0566629 -0.056629 0.0004694 0.1660747 99.9906 99.94166 199.8169 199.9407 -0.123849 -0.2295773 0.0003286 0.4624798 99.9516 99.9861 199.9575 199.8918 0.0656842 <td>9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	9								
0.0005929 0.1848895 99.99155 99.99617 200.1049 199.9863 0.1185795 0.1185795 -0.000263 0.6127855 99.95193 100.09496 200.0016 200.0469 -0.0452777 -0.0452777 0.0001560 0.7272108 100.03664 99.89418 200.0620 200.0308 0.0312058 0.0312058 0.0006594 0.1403860 100.03624 99.94274 200.1108 199.990 0.1318565 0.3118565 0.0003282 0.4630601 100.01961 100.06666 200.0206 200.0863 -0.055552 0.055532 -0.0001478 0.7410526 99.96112 100.17508 200.1066 200.1362 -0.0295773 -0.0295773 -0.0006149 0.1660747 99.99906 99.94166 199.8169 199.9407 -0.1238349 -0.1238349 -0.0003286 0.4624798 99.9516 99.98661 199.8974 200.0302 -0.1328101 -0.1328101 0.0003411 0.4455869 100.03523 99.96079 200.6642 199.9960 0.	10								
-0.0006464 0.1483490 99.99653 99.94682 199.8141 199.9433 -0.1292428 -0.1292475 -0.000263 0.6127855 99.95193 100.09496 200.0016 200.0469 -0.0452777 -0.0452777 0.0001560 0.7272108 100.13666 99.89418 200.0620 200.0308 0.0312058 0.0312058 0.0004778 0.2853648 199.9341 100.07177 200.0904 199.9948 0.0955532 0.0955532 -0.0001478 0.7410526 99.99112 100.17508 200.1066 200.0363 -0.0566629 -0.0295773 -0.000640 0.1660747 99.99012 100.17508 200.1066 200.3362 -0.0295773 -0.295773 -0.000640 0.1376396 99.97401 100.05617 199.8974 200.0302 -0.1283349 -0.1238310 0.0003286 0.4624798 99.90516 99.8661 199.9575 199.8918 0.0656842 0.0656842 0.000350 0.8274028 99.93787 99.95452 199.8729 199.8924 -0	11								
-0.0002263 0.6127855 99.95193 100.09496 200.0016 200.0469 -0.0452777 -0.0452777 0.0001560 0.7272108 100.13666 99.89418 200.0620 200.0308 0.0312058 0.0312058 0.0004778 0.2853648 99.93421 100.07177 200.0904 199.9948 0.0955532 0.0955532 -0.0001478 0.7410526 99.93011 100.0666 200.0066 200.0863 -0.0566629 -0.0295773 -0.0001478 0.7410526 99.96112 100.17508 200.1066 200.1362 -0.0295773 -0.295773 -0.000640 0.1376396 99.97401 100.05617 199.8919 199.9407 -0.1238349 -0.1238349 -0.0003286 0.4624798 99.9516 99.9861 199.9575 199.8918 0.0656842 0.0656842 0.0003411 0.4455869 100.03523 99.96079 200.0642 199.996 0.682249 0.0682249 0.0002650 0.5364458 100.03523 99.9614 200.1130 200.0638 0.04									
0.0001560 0.7272108 100.13666 99.89418 200.0620 200.0308 0.0312058 0.0312058 0.0006594 0.1403860 100.03624 99.94274 200.1108 199.9790 0.1318565 0.1318565 0.0004778 0.2853648 99.92304 100.07177 200.0904 199.9948 0.0955532 0.0955532 -0.0003282 0.4630601 100.01961 100.06666 200.0206 200.0863 -0.0566629 -0.0656629 -0.0006194 0.1660747 99.99012 100.17508 200.1066 200.1362 -0.025773 -0.295773 -0.000640 0.1376396 99.99401 100.05617 199.8974 200.0302 -0.1328101 -0.1238349 0.0003411 0.4455869 100.03523 99.96611 199.9575 199.8918 0.0656842 0.0656842 0.000461 0.58274028 99.93787 99.95452 199.8729 199.8924 0.0194910 -0.0194910 0.0002765 0.5364458 100.03539 99.95641 200.01130 200.0638	12								
0.0006594 0.1403860 100.03624 99.94274 200.1108 199.9790 0.1318565 0.1318565 0.0004778 0.2853648 99.92304 100.07177 200.0904 199.9948 0.0955532 0.0955532 -0.0003282 0.4630601 100.01961 100.06666 200.0206 200.863 -0.056629 -0.056629 -0.0006194 0.1660747 99.99061 99.94166 199.8169 199.9407 -0.1238349 -0.1238349 -0.000640 0.1376396 99.97401 100.05617 199.8975 199.8918 0.0656822 0.01328101 0.0003286 0.4624798 99.90516 99.98661 199.9575 199.8918 0.06568224 0.0656842 0.0003411 0.4455869 100.03523 99.99679 200.0642 199.9960 0.0682249 0.0682249 0.0002461 0.5820510 99.98787 99.95452 199.8729 199.9894 0.0149410 0.014941 0.0002765 0.5364458 100.03539 99.95045 190.9534 199.9358 0.0175	13								
0.0004778 0.2853648 99.92304 100.07177 200.0904 199.9948 0.0955532 0.095532 -0.0003282 0.4630601 100.01961 100.06666 200.0206 200.0863 -0.0656629 -0.0656629 -0.0001478 0.7410526 99.96112 100.17508 200.1066 200.1362 -0.0295773 -0.0295773 -0.000640 0.1376396 99.97401 100.05617 199.8974 200.0302 -0.1328101 -0.1328101 0.0003411 0.4455869 100.03523 99.96079 200.0642 199.9960 0.0682249 0.0682249 -0.000275 0.8274028 99.93787 99.95452 199.8729 199.8924 -0.0194910 -0.0194910 0.0002765 0.5364458 100.03539 99.96079 200.0641 199.9958 0.0552920 0.0552920 0.0003500 0.4338142 100.03738 99.97071 200.0781 199.9388 0.0175062 0.0175062 0.0002572 0.5652014 99.96146 99.97635 199.8864 199.9378	14								
-0.0003282 0.4630601 100.01961 100.06666 200.0206 200.0863 -0.0566629 -0.0556729 -0.0001478 0.7410526 99.96112 100.17508 200.1066 200.1362 -0.0295773 -0.0295773 -0.000640 0.1376396 99.97401 100.05617 199.8974 200.0302 -0.1328101 -0.1328101 0.0003411 0.4455869 100.03523 99.96079 200.0642 199.9960 0.0682249 0.0656842 0.0003411 0.4455869 100.03523 99.96079 200.0642 199.9960 0.0682249 0.0682249 0.0002461 0.5820510 99.98915 100.07462 200.1130 200.0638 0.0492442 0.0492442 0.0002765 0.5364458 100.03539 99.96041 200.0511 199.9958 0.0552920 0.0552920 0.0003500 0.4338142 100.03738 99.97071 200.0781 200.0081 0.0700080 0.0700080 0.0002572 0.5652014 99.96146 99.97635 199.8864 199.9378	15								
-0.0001478 0.7410526 99.96112 100.17508 200.1066 200.1362 -0.0295773 -0.0295773 -0.0006194 0.1660747 99.99906 99.94166 199.8169 199.9407 -0.1238349 -0.1238349 -0.000640 0.1376396 99.97401 100.05617 199.8974 200.0302 -0.1328101 -0.1328101 0.0003411 0.4455869 100.03523 99.98661 199.9575 199.8918 0.0656842 0.0656842 -0.000975 0.8274028 99.93787 99.95452 199.8729 199.8924 -0.0194910 -0.0194910 0.0002461 0.5820510 99.98915 100.07462 200.1130 200.0638 0.0492442 0.0492442 0.0002765 0.5364458 100.03539 99.96041 200.0511 199.9958 0.0552920 0.0552920 0.0003500 0.4338142 100.03738 99.97071 200.0781 200.0081 0.0700080 0.0700080 0.0002572 0.5652014 99.96146 99.97535 199.9388 199.9233 0	16	0.0004778	0.2853648	99.92304	100.07177	200.0904	199.9948	0.0955532	0.0955532
-0.0006194 0.1660747 99.99906 99.94166 199.8169 199.9407 -0.1238349 -0.1238349 -0.0006640 0.1376396 99.97401 100.05617 199.8974 200.0302 -0.1328101 -0.1328101 0.0003286 0.4624798 99.90516 99.98661 199.9575 199.8918 0.0656842 0.0656842 0.0003411 0.4455869 100.03523 99.96079 200.0642 199.9960 0.0682249 0.0682249 0.0002461 0.5820510 99.9815 100.07462 200.1130 200.0638 0.0492442 0.0194910 0.0002765 0.5364458 100.03539 99.96041 200.0511 199.9958 0.0552920 0.0552920 0.0003500 0.4338142 100.03738 99.97071 200.0781 200.0081 0.070080 0.070080 0.0002572 0.5652014 99.96146 99.97853 199.9388 199.9378 -0.0514255 -0.0514255 0.000473 0.9157339 99.9547 99.97862 200.0350 200.0187 0.0162578	17	-0.0003282	0.4630601	100.01961	100.06666	200.0206	200.0863	-0.0656629	-0.0656629
-0.0006640 0.1376396 99.97401 100.05617 199.8974 200.0302 -0.1328101 -0.1328101 0.0003286 0.4624798 99.90516 99.98661 199.9575 199.8918 0.0656842 0.0656842 0.0003411 0.4455869 100.03523 99.96079 200.0642 199.9960 0.0682249 0.0194910 -0.0002461 0.5820510 99.98715 100.07462 200.1130 200.0638 0.0492442 0.0492442 0.0002765 0.5364458 100.03539 99.96041 200.0511 199.9958 0.0552920 0.0552920 0.0003500 0.4338142 100.03738 99.97071 200.0781 200.0081 0.0700080 0.0700080 -0.0002572 0.5652014 99.96146 99.97635 199.98864 199.9378 -0.0514255 -0.0514255 0.0000473 0.9157339 99.95647 99.97856 200.0350 200.0187 0.0162578 0.0162578 0.0002302 0.6667843 100.04779 99.9803 200.0739 200.0187 0.01	18	-0.0001478	0.7410526	99.96112	100.17508	200.1066	200.1362	-0.0295773	-0.0295773
0.0003286 0.4624798 99.90516 99.98661 199.9575 199.8918 0.0656842 0.0656842 0.0003411 0.4455869 100.03523 99.96079 200.0642 199.9960 0.0682249 0.0682249 -0.0000975 0.8274028 99.93787 99.95452 199.8729 199.8924 -0.0194910 -0.0194910 0.0002461 0.5820510 99.98915 100.07462 200.1130 200.0638 0.0492442 0.0492442 0.0002765 0.5364458 100.03539 99.96041 200.0511 199.9958 0.0552920 0.0552920 0.0003500 0.4338142 100.03738 99.97071 200.0781 200.0081 0.0700080 0.0700080 -0.0002572 0.5652014 99.96146 99.97635 199.98864 199.9378 -0.0514255 -0.0514255 0.0000473 0.9157339 99.95647 99.97285 199.9388 199.9293 0.004605 0.004605 0.0002302 0.6667843 100.04779 99.9803 200.0739 200.0278 0.046039	19	-0.0006194	0.1660747	99.99906	99.94166	199.8169	199.9407	-0.1238349	-0.1238349
0.0003411 0.4455869 100.03523 99.96079 200.0642 199.9960 0.0682249 0.0682249 -0.0000975 0.8274028 99.93787 99.95452 199.8729 199.8924 -0.0194910 -0.0194910 0.0002461 0.5820510 99.98915 100.07462 200.1130 200.0638 0.0492442 0.0492442 0.0002765 0.5364458 100.03539 99.96041 200.0511 199.9958 0.0552920 0.0552920 0.0003500 0.4338142 100.03738 99.97071 200.0781 200.0081 0.0700080 0.0700080 -0.0002572 0.5652014 99.96146 99.97635 199.8864 199.9378 -0.0514255 -0.0514255 0.000473 0.9157339 99.95647 99.97285 199.9388 199.9293 0.004605 0.0094605 0.0002302 0.6667843 100.04779 99.9803 200.0739 200.0278 0.0460398 0.0460398 0.0004089 0.3604991 100.03151 100.06965 200.1830 200.1170 0.18291	20	-0.0006640	0.1376396	99.97401	100.05617	199.8974	200.0302	-0.1328101	-0.1328101
-0.0000975 0.8274028 99.93787 99.95452 199.8729 199.8924 -0.0194910 -0.0194910 0.0002461 0.5820510 99.98915 100.07462 200.1130 200.0638 0.0492442 0.0492442 0.0002765 0.5364458 100.03539 99.96041 200.0511 199.9958 0.0552920 0.0552920 0.0003500 0.4338142 100.03738 99.97071 200.0781 200.0081 0.0700080 0.0700080 -0.0002572 0.5652014 99.96146 99.97635 199.98864 199.9378 -0.0514255 -0.0514255 0.0000473 0.9157339 99.95647 99.97856 290.0350 200.0187 0.0162578 0.0162578 0.0002302 0.6067843 100.04779 99.9803 200.0739 200.0278 0.0460398 0.0460398 0.0004089 0.3604991 100.03151 100.06665 200.1830 200.1012 0.0818291 0.0818291 0.0006067 0.1791799 100.1358 100.04679 199.9571 200.1174 0.12	21	0.0003286	0.4624798	99.90516	99.98661	199.9575	199.8918	0.0656842	0.0656842
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	22	0.0003411	0.4455869	100.03523	99.96079	200.0642	199.9960	0.0682249	0.0682249
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	23	-0.0000975	0.8274028	99.93787	99.95452	199.8729	199.8924	-0.0194910	-0.0194910
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	25	0.0002461	0.5820510	99.98915	100.07462	200.1130	200.0638	0.0492442	0.0492442
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	26	0.0002765	0.5364458	100.03539	99.96041	200.0511	199.9958	0.0552920	0.0552920
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	27	0.0000876	0.8447762	99.95505	99.98080	199.9534	199.9358	0.0175062	0.0175062
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	28	0.0003500	0.4338142	100.03738	99.97071	200.0781	200.0081	0.0700080	0.0700080
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	29	-0.0002572	0.5652014	99.96146	99.97635	199.8864	199.9378	-0.0514255	-0.0514255
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	30	0.0000473	0.9157339	99.95647	99.97285	199.9388	199.9293	0.0094605	0.0094605
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	31	0.0000813	0.8557782	100.03076	99.98796	200.0350	200.0187	0.0162578	0.0162578
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	32	0.0002302	0.6067843	100.04779	99.98003	200.0739	200.0278	0.0460398	0.0460398
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	33	0.0004089	0.3604991	100.03151	100.06965	200.1830	200.1012	0.0818291	0.0818291
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	34	0.0006007	0.1791799	100.13358	100.03684	200.2907	200.1704	0.1202494	0.1202494
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	35	0.0001666	0.7094596	100.05569	100.06161	200.1507	200.1173	0.0333443	0.0333443
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	36	-0.0008561	0.0555704	100.08053		199.9571	200.1284	-0.1713382	-0.1713382
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	37	-0.0000164	0.9707969	100.00381	100.01701	200.0175	200.0208	-0.0032747	-0.0032747
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	38	-0.0000898	0.8408415	100.17939	99.92802	200.0894	200.1074	-0.0179713	-0.0179713
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	39								
0.0000246 0.9560569 100.00854 100.02151 200.0350 200.0300 0.0049292 0.0049292 0.0004766 0.2865886 100.10682 100.07505 200.2773 200.1819 0.0954000 0.0954000 -0.0000857 0.8479615 100.0034 100.02174 200.0051 200.0223 -0.0171499 -0.0171499 -0.0004231 0.3440610 100.09685 100.00361 200.0158 200.1005 -0.0846707 -0.0846707	40								
0.0004766 0.2865886 100.10682 100.07505 200.2773 200.1819 0.0954000 0.0954000 -0.0000857 0.8479615 100.0054 100.02174 200.0051 200.0223 -0.0171499 -0.0171499 -0.0004231 0.3440610 100.09685 100.00361 200.0158 200.1005 -0.0846707 -0.0846707	41								
-0.0004231 0.3440610 100.09685 100.00361 200.0158 200.1005 -0.0846707 -0.0846707	42								
-0.0004231 0.3440610 100.09685 100.00361 200.0158 200.1005 -0.0846707 -0.0846707	43	-0.0000857	0.8479615	100 00054	100 02174	200 0051	200 0223	-0.0171499	-0.0171499
	44								
-0.0006599 0.1400776 99.96225 100.01485 199.8451 199.9771 -0.1319578 -0.1319578	45								

Table 3: 乱数生成した二つのデータが 独立でない場合

No	相関係数	р値	標本 x	標本 y	加法1	加法 2	差異	cov2
8	-0.0009668	0.0306226	100.0167	99.96575	199.7891	199.9825	-0.1933531	-0.1933531
24	-0.0010322	0.0209940	100.1072	100.03828	199.9389	200.1455	-0.2065922	-0.2065922

加法 1 = var(x + y), 加法 2 = var(x) + var(y)

乱数生成したデータをランダムサンプリングした場合

Table 4: ランダムサンプリングしたデ ータの分散

No	相関係数	p 値	標本x	標本y	加法 1	加法 2	差異	cov2
1	-0.0000485	0.9135710	100.04656	99.92857	199.9654	199.9751	-0.0097065	-0.0097065
2	-0.0000652	0.8841659	99.98215	99.99819	199.9673	199.9803	-0.0130297	-0.0130297
3	-0.0002734	0.5409125	100.04045	99.94448	199.9302	199.9849	-0.0546842	-0.0546842
4	0.0002097	0.6390678	100.03122	99.91623	199.9894	199.9474	0.0419379	0.0419379
5	-0.0000656	0.8833763	100.06148	99.98887	200.0372	200.0504	-0.0131237	-0.0131237
6	-0.0000562	0.8999136	100.04036	99.87487	199.9040	199.9152	-0.0112445	-0.0112445
7	0.0000587	0.8955571	99.88474	99.98465	199.8811	199.8694	0.0117340	0.0117340
9	0.0000324	0.9422655	100.18557	100.01365	200.2057	200.1992	0.0064841	0.0064841
10	0.0004657	0.2977174	100.00307	99.91771	200.0139	199.9208	0.0931035	0.0931035
11	-0.0004638	0.2997043	99.94262	99.95997	199.8099	199.9026	-0.0927130	-0.0927130
12	-0.0002869	0.5211490	100.06612	100.07150	200.0802	200.1376	-0.0574237	-0.0574237
13	0.0003968	0.3749637	99.93863	100.00096	200.0189	199.9396	0.0793309	0.0793309
14	0.0008604	0.0543707	99.98128	99.98778	200.1411	199.9691	0.1720497	0.1720497
15	0.0004709	0.2923753	99.98044	100.02723	200.1019	200.0077	0.0941801	0.0941801
16	-0.0000638	0.8866115	99.98576	99.90296	199.8760	199.8887	-0.0127468	-0.0127468
17	-0.0001013	0.8207471	100.08097	100.07135	200.1320	200.1523	-0.0202817	-0.0202817
18	-0.0003408	0.4460659	100.08435	99.94296	199.9591	200.0273	-0.0681638	-0.0681638
19	-0.0005406	0.2267052	99.97086	99.75277	199.6156	199.7236	-0.1079769	-0.1079769
20	-0.0002751	0.5385090	100.00111	99.96321	199.9093	199.9643	-0.0550037	-0.0550037
21	-0.0000966	0.8289283	99.79315	100.03184	199.8057	199.8250	-0.0193095	-0.0193095
22	-0.0004900	0.2732492	100.04193	99.81521	199.7592	199.8571	-0.0979244	-0.0979244
23	-0.0000384	0.9315195	99.98269	99.99324	199.9682	199.9759	-0.0076852	-0.0076852
24	0.0000409	0.9270843	100.09771	100.04714	200.1530	200.1448	0.0081912	0.0081912
25	0.0001548	0.7292396	100.02626	99.98853	200.0458	200.0148	0.0309617	0.0309617
26	0.0000006	0.9989683	99.91310	99.97783	199.8911	199.8909	0.0001156	0.0001156
27	-0.0004062	0.3636902	99.95707	99.97077	199.8466	199.9278	-0.0812165	-0.0812165
28	0.0004554	0.3085175	99.97648	100.03075	200.0983	200.0072	0.0910862	0.0910862
29	-0.0002536	0.5707257	99.97185	99.96773	199.8889	199.9396	-0.0506972	-0.0506972
30	0.0005116	0.2525925	100.07632	100.03861	200.2173	200.1149	0.1023880	0.1023880
31	-0.0000701	0.8755172	100.09967	99.96810	200.0537	200.0678	-0.0140163	-0.0140163
32	0.0002323	0.6033995	99.82793	100.03516	199.9095	199.8631	0.0464353	0.0464353
33	0.0007507	0.0932231	100.09395	99.96132	200.2055	200.0553	0.1501832	0.1501832
34	-0.0002231	0.6178539	99.77223	100.08013	199.8078	199.8524	-0.0445895	-0.0445895
35	0.0003078	0.4913172	100.05562	99.93641	200.0536	199.9920	0.0615534	0.0615534
36	0.0000576	0.8974954	99.94412	99.96231	199.9180	199.9064	0.0115172	0.0115172
37	-0.0006663	0.1362344	99.98475	99.93338	199.7849	199.9181	-0.1332117	-0.1332117
38	-0.0000595	0.8942027	100.13083	100.05302	200.1719	200.1838	-0.0119058	-0.0119058
39	0.0005318	0.2343975	100.00880	99.95418	200.0693	199.9630	0.1063373	0.1063373
40	-0.0001554	0.7281648	100.10111	99.86696	199.9370	199.9681	-0.0310824	-0.0310824
41	0.0002603	0.5604638	99.93540	100.00392	199.9914	199.9393	0.0520535	0.0520535
42	0.0002006	0.6537639	100.09478	99.95661	200.0915	200.0514	0.0401289	0.0401289
43	0.0005878	0.1887052	100.10992	99.98966	200.2172	200.0996	0.1176238	0.1176238
44	0.0000720	0.8720832	100.00396	99.89731	199.9157	199.9013	0.0143943	0.0143943
45	-0.0002899	0.5168766	100.04341	99.96053	199.9460	200.0039	-0.0579750	-0.0579750

Table 5:	ランダムサンプリングしたデ
ータが狆	立でない場合

No	相関係数	p 値	標本 x	標本y	加法 1	加法 2	差異	cov2
8	0.0011228	0.0120532	100.0812	100.2103	200.5164	200.2915	0.2248807	0.2248807

加法 1 = var(x + y), 加法 2 = var(x) + var(y)

まとめ

データが独立であれば分散の加法性が成り立っていることがわかります。データが独立とは言い難い無相関の検定が成功するケース(95%信頼区間に0が入らない)では、分散の差(共分散の2倍数)が一桁大きいので加法性が成り立っているとは言い難いように思えますがこのケースでは数値だけを見ている限り差はよくわかりません。

cor.test() 関数について

cor.test() 関数は無相関の検定を行う関数です。対立仮説(H_1)は下記の出力の通り「true correlation is **not** equal to 0(相関係数はゼロではない)」ですので、帰無仮説(H_0)は「相関係数はゼロである(相関はない)」となります。有意水準 α で検定が失敗すれば(帰無仮説が棄却されない、 $p \geq \alpha$ である)帰無仮説が採択されますので相関係数はゼロ(データ間には相関がない)と考えられます。

```
##
## Pearson's product-moment correlation
##
## data: rnorm(n) and rnorm(n)
## t = -0.71677, df = 4999998, p-value = 0.4735
## alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -0.0011970704 0.0005559746
## sample estimates:
## cor
## -0.0003205482
```

Appendix

About handout style

The Tufte handout style is a style that Edward Tufte uses in his books and handouts. Tufte's style is known for its extensive use of sidenotes, tight integration of graphics with text, and well-set typography. This style has been implemented in LaTeX and $\rm HTML/CSS^4$, respectively.

⁴ See Github repositories tufte-latex and tufte-css