

# Stochastic birth-death process: Moment dynamics

## Simulation by C

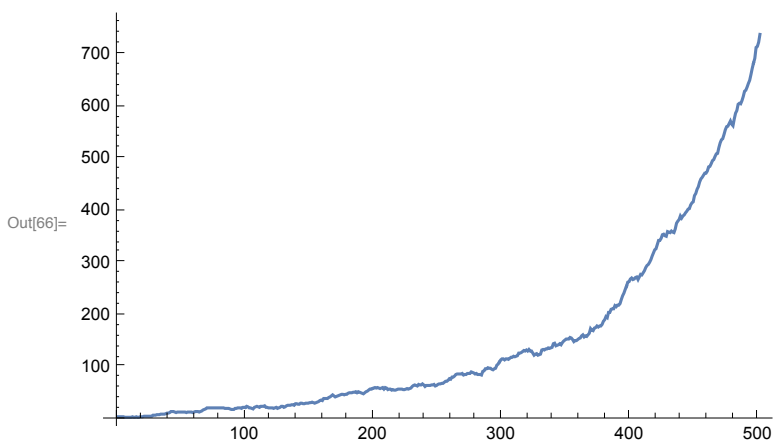
```
In[38]:= SetDirectory["/Users/takasu/home/情報科学科の仕事/講義/平成29年度/H29 大学院講義/Birth-death
```

```
Out[38]:= /Users/takasu/home/情報科学科の仕事/講義/平成29年度/H29 大学院講義/Birth-death  
          model/birth-death/DerivedData/birth-death/Build/Products/Development
```

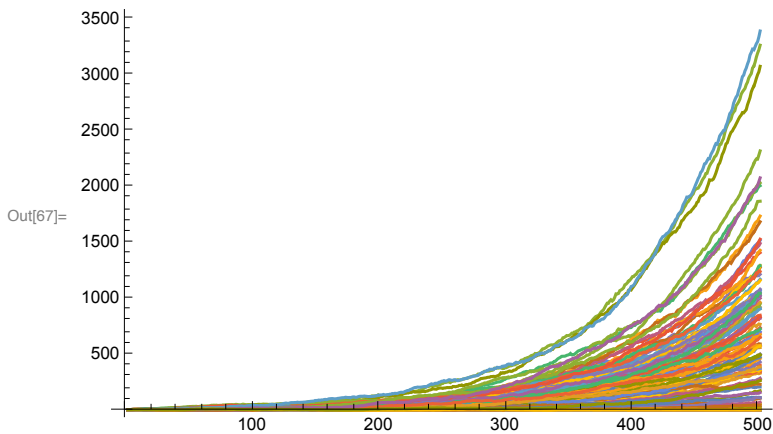
```
In[64]:= data = ReadList["data_eq_intv", Real, RecordLists->True];  
          len = Length[data]
```

```
Out[65]:= 1000
```

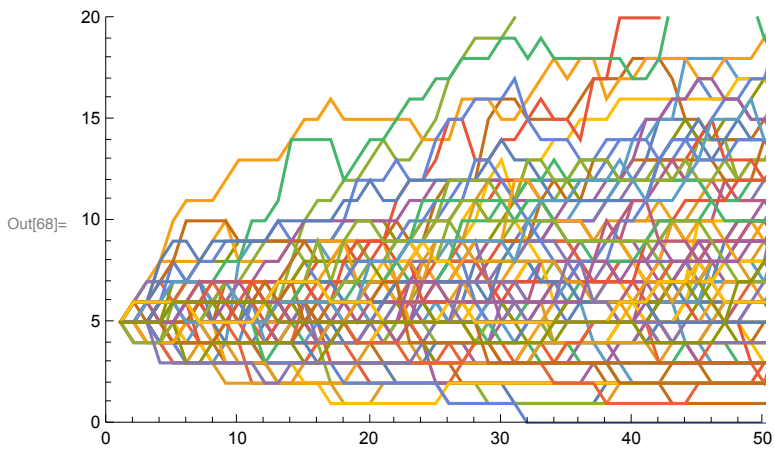
```
In[66]:= ListPlot[data[[1]], Joined -> True, PlotRange -> All]
```



```
In[67]:= gSimulation = ListPlot[Take[data, 100], Joined -> True, PlotRange -> All]
```



```
In[68]:= ListPlot[Take[data, 100], Joined → True, PlotRange → {{0, 50}, {0, 20}}]
```

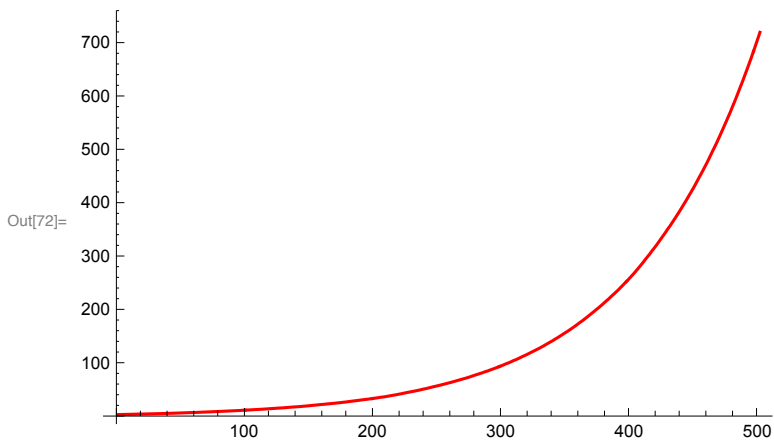


```
In[69]:= data;
```

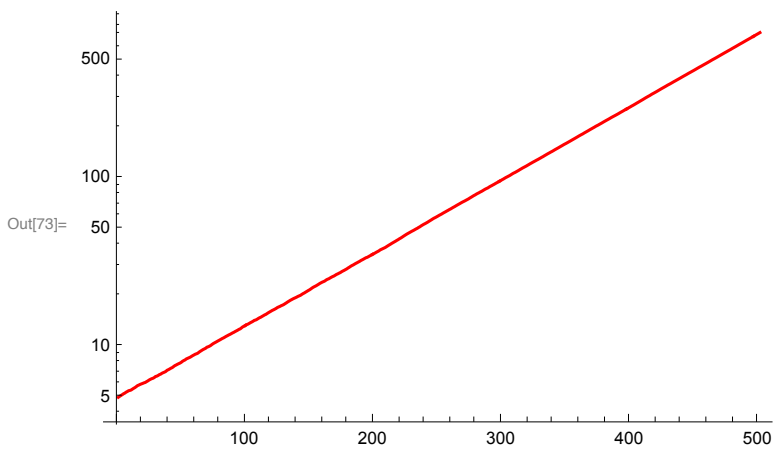
```
In[70]:= dataT = Transpose[data];
```

```
In[71]:= averageDyna = Map[Mean, dataT];
```

```
In[72]:= gAverage = ListPlot[averageDyna, Joined → True, PlotStyle → RGBColor[1, 0, 0]]
```



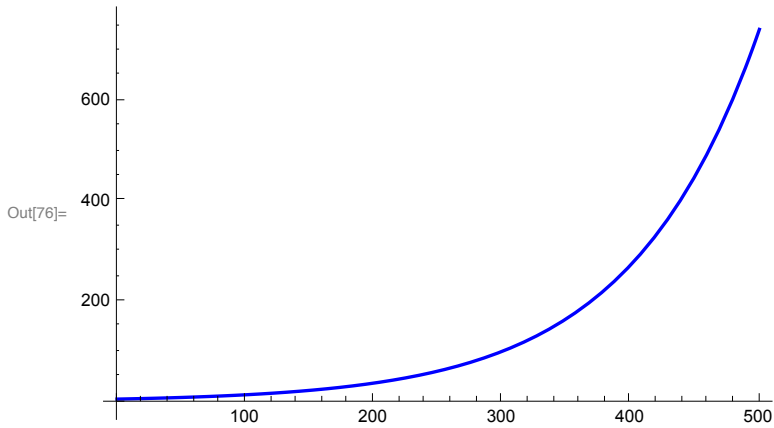
```
In[73]:= ListLogPlot[averageDyna, Joined → True, PlotStyle → RGBColor[1, 0, 0]]
```



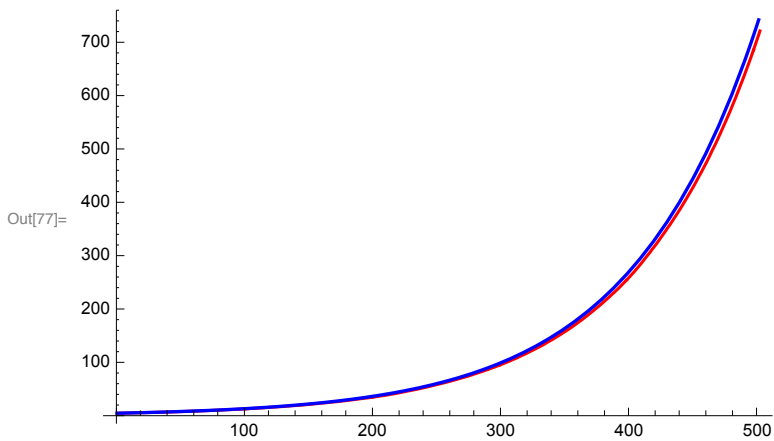
```
In[74]:= Fit[Log[averageDyna], {1, t}, t]
```

```
Out[74]= 1.58847 + 0.00995464 t
```

```
In[75]:= ensembleAverage = n0 Exp[(b - d) t] /. {n0 -> 5, b -> 0.03, d -> 0.02};
gAverageAnalytic = Plot[ensembleAverage,
  {t, 0, 500}, PlotStyle -> {Thickness[0.005], RGBColor[0, 0, 1]}]
```

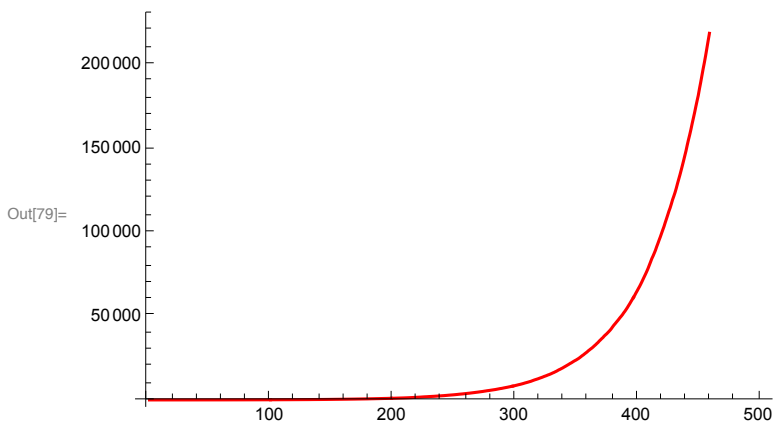


```
In[77]:= Show[gAverage, gAverageAnalytic]
```

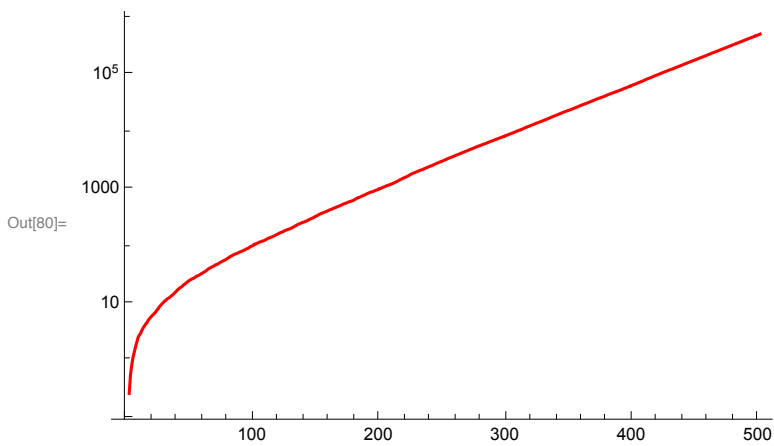


```
In[78]:= varianceDyna = Map[(# - Mean[#]) . (# - Mean[#]) / Length[#] &, dataT];
```

```
In[79]:= gVariance = ListPlot[varianceDyna, Joined -> True, PlotStyle -> RGBColor[1, 0, 0]]
```



In[80]:= **ListLogPlot**[varianceDyna, **Joined** → **True**, **PlotStyle** → **RGBColor**[1, 0, 0]]

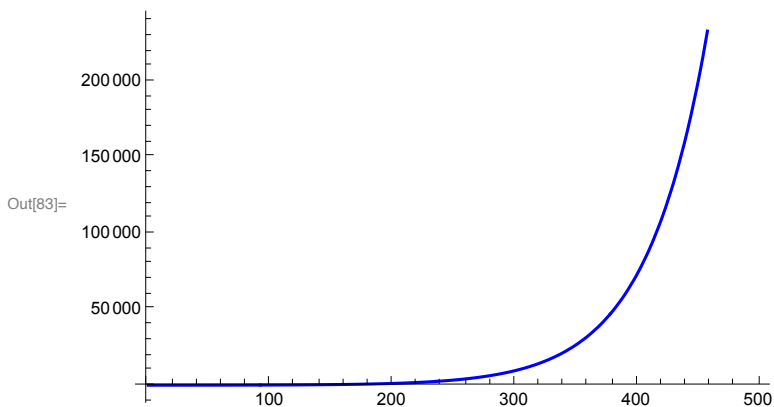


In[81]:= **Fit**[**Log**[**Take**[varianceDyna, -200]], {1, t}, t]

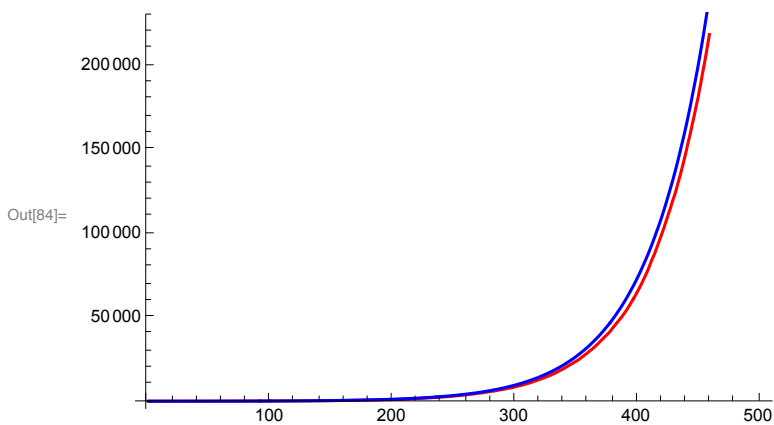
Out[81]= 9.07674 + 0.0203481 t

In[82]:= **ensembleVariance** =

**n0 (b + d) / (b - d) Exp[(b - d) t] (Exp[(b - d) t] - 1) /. {n0 → 5, b → 0.03, d → 0.02};**  
**gVarianceAnalytic** = **Plot**[**ensembleVariance**,  
**{t, 0, 500}**, **PlotStyle** → **RGBColor**[0, 0, 1]]



In[84]:= **Show**[**gVariance**, **gVarianceAnalytic**]



## Probability of extinction

In[85]= **Last[dataT]**

```
Out[85]= { 738., 562., 3267., 0., 1217., 1277., 0., 1296., 29., 3078., 829., 1075., 463., 580.,
  2010., 0., 922., 373., 405., 288., 594., 916., 1040., 503., 27., 0., 1066.,
  1738., 343., 499., 6., 770., 57., 851., 1036., 0., 907., 56., 0., 274., 1411.,
  1521., 1432., 1493., 5., 579., 332., 951., 345., 433., 1687., 0., 358., 824.,
  175., 687., 704., 580., 280., 1295., 209., 966., 2321., 738., 1051., 108.,
  1173., 1162., 159., 491., 838., 0., 676., 1003., 727., 476., 0., 1871., 1241.,
  1084., 233., 1024., 575., 1020., 496., 1531., 375., 653., 73., 1048., 115.,
  388., 2036., 654., 112., 46., 3394., 10., 2080., 266., 819., 1739., 420., 1307.,
  728., 0., 1206., 80., 427., 1103., 61., 1191., 58., 1207., 996., 254., 1761.,
  3211., 0., 334., 378., 1092., 2193., 119., 2711., 98., 716., 1759., 0., 92.,
  298., 134., 0., 1534., 729., 598., 0., 1530., 575., 739., 66., 1381., 214.,
  1228., 931., 1952., 1130., 3038., 502., 0., 1288., 890., 537., 633., 1404.,
  502., 456., 1423., 718., 1230., 429., 705., 0., 0., 1745., 172., 4., 103.,
  242., 2712., 1587., 32., 638., 1929., 87., 339., 1159., 2094., 2025., 1199.,
  39., 1001., 542., 985., 1581., 677., 970., 388., 43., 241., 621., 641., 221.,
  327., 940., 500., 1348., 326., 151., 402., 1651., 575., 4383., 446., 672.,
  650., 972., 680., 1261., 129., 259., 0., 710., 1340., 466., 1759., 2516.,
  250., 3260., 1008., 878., 487., 256., 535., 1335., 1932., 126., 897., 304.,
  390., 10., 603., 0., 1203., 0., 443., 425., 236., 528., 0., 1743., 679., 948.,
  550., 2047., 611., 149., 169., 69., 401., 1108., 997., 917., 0., 915., 359.,
  1671., 365., 602., 274., 662., 908., 270., 883., 408., 2806., 727., 1226.,
  1540., 2192., 440., 477., 181., 71., 221., 791., 599., 501., 644., 95., 85.,
  91., 70., 1243., 170., 1651., 773., 2455., 1233., 142., 508., 270., 0., 0.,
  12., 0., 4359., 713., 513., 0., 720., 614., 642., 474., 237., 560., 530., 48.,
  0., 637., 1526., 1092., 399., 275., 755., 557., 576., 193., 123., 84., 646.,
  1168., 1175., 588., 2166., 348., 1010., 1240., 562., 1476., 212., 323., 814.,
  284., 1389., 1014., 541., 2286., 285., 1166., 544., 1287., 2136., 139., 1107.,
  830., 816., 760., 493., 1110., 0., 221., 676., 320., 0., 818., 7., 421., 115.,
  291., 38., 240., 992., 267., 1003., 184., 1020., 24., 621., 332., 1227., 338.,
  501., 757., 428., 1757., 297., 2207., 565., 40., 301., 2143., 481., 763.,
  4143., 1462., 949., 1621., 525., 1465., 0., 2314., 738., 851., 1561., 211.,
  1358., 86., 641., 0., 639., 344., 456., 615., 0., 1785., 127., 662., 736., 0.,
  1703., 181., 1382., 124., 965., 817., 0., 1932., 16., 454., 982., 0., 781.,
  21., 2404., 1579., 565., 789., 376., 0., 604., 0., 609., 664., 557., 1377.,
  156., 0., 87., 124., 82., 544., 0., 559., 24., 452., 435., 737., 102., 0., 917.,
  260., 693., 1461., 435., 670., 0., 665., 330., 0., 1964., 474., 150., 474.,
  26., 0., 433., 0., 2283., 550., 1030., 172., 287., 490., 1446., 213., 638.,
  0., 1715., 1443., 1302., 0., 859., 1290., 0., 2076., 892., 1489., 105., 742.,
  0., 2958., 457., 158., 454., 479., 1129., 831., 3302., 174., 20., 1298., 439.,
  313., 163., 348., 620., 824., 31., 641., 655., 583., 1075., 1806., 0., 5347.,
  1404., 1953., 727., 1162., 1896., 826., 73., 570., 674., 388., 1035., 962.,
  334., 370., 69., 1645., 1835., 761., 1429., 968., 1009., 303., 994., 1299.,
  0., 0., 89., 225., 948., 678., 452., 0., 671., 935., 1539., 353., 114., 585.,
  0., 586., 830., 834., 392., 599., 428., 579., 365., 495., 13., 1654., 4000.,
  384., 1331., 1405., 874., 586., 141., 424., 702., 544., 406., 0., 1026., 2147.,
  34., 4., 0., 890., 350., 250., 815., 959., 0., 799., 503., 637., 1349., 648.,
  1234., 136., 2505., 313., 746., 8., 164., 310., 572., 322., 153., 1142., 664.,
  434., 1467., 1281., 926., 0., 0., 139., 1211., 293., 926., 1087., 2227., 729.,
  418., 212., 0., 815., 541., 796., 0., 2936., 1942., 588., 1605., 1039., 350.,
```

```

260., 764., 1495., 184., 362., 1717., 408., 24., 0., 138., 1842., 1456., 1626.,
644., 240., 802., 275., 0., 34., 250., 545., 0., 967., 475., 40., 76., 1404.,
620., 1163., 0., 33., 122., 85., 1417., 336., 61., 672., 453., 280., 639.,
667., 295., 1279., 0., 332., 418., 526., 0., 1534., 0., 1000., 379., 444.,
337., 1137., 1386., 1986., 470., 1648., 226., 562., 1288., 213., 1874., 406.,
113., 1029., 1928., 1043., 419., 582., 481., 198., 102., 830., 1519., 375.,
1119., 508., 1545., 220., 0., 823., 504., 1030., 0., 745., 1143., 257., 98.,
0., 594., 287., 0., 0., 411., 169., 1086., 252., 31., 2067., 447., 885., 0.,
63., 43., 269., 2716., 794., 1174., 86., 936., 963., 207., 236., 1380., 424.,
1505., 0., 0., 571., 15., 884., 735., 719., 126., 300., 2742., 99., 610., 2333.,
331., 871., 208., 209., 435., 59., 0., 879., 898., 133., 501., 750., 210., 39.,
1203., 739., 497., 1843., 1418., 182., 905., 319., 101., 1550., 756., 32.,
0., 0., 8., 904., 0., 2287., 65., 3979., 2161., 0., 1053., 451., 295., 1221.,
1051., 0., 0., 0., 31., 593., 548., 2050., 1035., 17., 596., 459., 543., 604.,
494., 0., 949., 528., 0., 170., 20., 0., 1478., 1697., 621., 0., 469., 123.,
12., 361., 103., 427., 2223., 250., 2131., 783., 547., 807., 872., 0., 310.,
564., 312., 110., 390., 1940., 11., 444., 2104., 470., 653., 1708., 0., 1066.,
1151., 393., 342., 0., 217., 1318., 2421., 774., 2275., 0., 0., 223., 265.,
0., 218., 857., 1162., 429., 249., 0., 892., 635., 502., 279., 585., 719.,
4., 1667., 2291., 126., 1589., 746., 1762., 0., 1589., 214., 296., 1670.,
538., 1110., 949., 0., 0., 50., 629., 832., 288., 927., 75., 148., 1742., 15.,
614., 424., 557., 903., 163., 203., 11., 953., 892., 1849., 0., 1362., 210.,
1107., 0., 377., 368., 849., 144., 691., 282., 0., 584., 784., 1825., 830.,
789., 671., 721., 521., 3881., 549., 360., 0., 846., 171., 696., 584., 1335.,
60., 1181., 1795., 90., 930., 791., 1414., 373., 135., 0., 2058., 363., 965.,
318., 970., 0., 647., 487., 159., 150., 1533., 169., 62., 1186., 945., 0.,
1299., 0., 0., 366., 1352., 122., 2402., 483., 1889., 467., 0., 643., 1101.,
493., 2263., 901., 616., 121., 118., 0., 2268., 2212., 1305., 529., 119.}

```

```
In[86]:= extnctCases = Count[Last[dataT], 0.0]
```

```
Out[86]= 108
```

```
In[87]:= N[extnctCases / len]
```

```
Out[87]= 0.108
```

```
In[88]:= (delta / beta) ^ n0 /. {beta -> 0.03, delta -> 0.02, n0 -> 5}
```

```
Out[88]= 0.131687
```