REAL 2 変量正規分布簡易発生装置 (実践編)

塵も積もれば正規分布になるか?

○野村奈都¹・椎名乾平¹・上田卓司¹・久保沙織¹・安田孝²

(¹早稲田大学・²松山東雲女子大学)

キーワード: 正規分布, 統計教育, ブラウン運動

Falling Chaff Makes Normal Distribution ? :Part 2 Natsu NOMURA¹, Kenpei SHIINA¹, Takashi UEDA¹, Saori KUBO¹, and Takashi YASUDA² (¹Waseda University, ²Matsuyama Shinonome College)

Key Words: Normal distribution, Statistics education, Brownian motion

目 的

本稿の前編である「REAL 2 変量正規分布簡易発生装置 (理論編)」(日心 2014)を受けて, より具体的な手続きとデータ解析の結果を述べる.

材料と装置

材料として用いたのは市販の漏斗(藤原産業, 18cm 広口じょうご)と, 空中でランダムに運動すると考えられる紙の小片(シュレッターの屑)である

セッティング 漏斗の出口を床 72cm のところに水平に固定し, 漏斗内に小片を少しずつ流し込んで, 出口から落下させる(直接落下しないように漏斗内に障害物を挟み込んだ). 小片としてはシュレッター(明光商会の MSD-D31SRM スパイラルカット)の屑を使用した. 尚, 破碎された紙は廃棄処分となったジャーナル(cognitive science 誌)であり, 紙 1 枚の重さは約 3g, 1 枚の紙は 720 の小片に分解されていた. 小片は約 8mm 角の(ほぼ)正方形が多かったが, それ以外の大きさ・形のものも混在していた.

結果 約 615g (小片数の概算は 15 万) の小片を高さ 72 cm から落下させたところ, 図 1 (a) のような 2 変量正規分布と見なせる堆積物が作られた. この堆積物を横から見ると 1 変量正規分布と見なせる形状となっている (図 2).

正規分布と言えるかどうかのチェック 図 1 (a)や図 2 で観察できるように, 堆積物は正規分布であるように見えるが, 統計的にチェックしてみることにする. まず, 図 2 から画像解析により (R 3.0.2 の EImage パッケージにある thresh 関数) エッジを抽出した (図 3). 細線化処理 (図 4) の後に移動平均をとり滑らかにした. ここで横軸を約 800 段階に等分分割して, (線の高さ×横軸の刻み幅) ÷ 全図形の面積, を確率と見なして平均及び分散を求め, 正規分布の理論曲線と重ね合わせたのが図 5 である. かなり良好な近似が見られるといえよう.

穀の実験 紙の小片のかわりに穀(715g)を使用した実験も行ってみた (図 1 (b)). 手続きは穀を使った以外は, 前実験と同じである. 図 6 は穀の堆積物を横から見たものであり, 一見正規分布にも見えるが, 丸みが大きい. 図 7 でわかるとおり正規分布とはかなり異なる分布となっていた. 原因は, 穀の落下はランダム変動が少ないからだと推察する.

理論編で予測した通り, 材料の選択は重要である.

図 1 (a) 小紙片

図 1 (b) 穀殻

図 2 図 1 (a) を横から見たもの

図 3 図 1 (a) の堆積物を横から見てエッジ処理したもの

図 4 図 3 の結果を細線化処理したもの

図 5 実測値 (図 4 の移動平均をとったもの) と理論値の比較 かなりの当てはまりが見られる.

図 6 穀殻の堆積物を横から見たもの.

図 7 穀殻堆積物の理論値と実測値. 実測値の散らばりが小さく当てはまりは良くない.