

23号館4階特定個所放射線量の多変量データ分析

日大生産工

○篠原 正明

日大生産工

大澤 慶吉

1. はじめに

2011年3月11日以降東北・関東地方などに広がり地表に落下・蓄積した放射性物質が原因となり測定される放射線量には大きな地域差が生じている。さらに、ある地域内においても、地形、建物、高度、風水状況などによって測定値には差が発生する。そこで、本研究では、ある地域内の特定の箇所に注目し、そこでの放射線量率測定値($\mu\text{Sv/h}$)が、どのような要因により変動するかを、回帰分析ならびに包絡分析などの多変量データ解析法にもとづき分析する。

2. 測定条件

(2.1)測定場所：23号館4階406室北側通路窓際。

(2.2)測定時期：2011年6月～8月、日内変動ならびに適当な日の午後3時台の適当な5分間。

(2.3)測定器具：GM計数管（BC2010、中国製）。

(2.4)測定方法：測定開始から2分間のデータは破棄し、その後の10秒間隔データ14個について、大きい値2個と小さい値2個を除いた10個の算術平均値を計算する。

(2.5)測定データ：(a)放射線量当量率($\mu\text{Sv/h}$)、(b)気温($^{\circ}\text{C}$)、(c)湿度(%）、(d)風向き(16方位)、(e)風速(m/秒)、(f)降水量(mm)、(g)直前晴天継続日数。

ここで、(f)降水量は、当該1時間での瞬間値と直前60時間累積値の2種類を、(g)直前晴天継続日数は、当該日ならびに、(f)の2番目のデータに呼応して、当該日とその2日前日を除いて、何日間晴天（降水量0の日で曇りも含む）の日が継続したかを表す指標である。表1に測定データの例を示す。

3. 回帰分析

表1のデータにおいて、線量当量率(nSv/h)を非説明変数Yとして選択し、以下に示す2つの説明変数X1,X2により重回帰分析を行った。

[回帰分析 I]

説明変数 1,X1：風速(m/s)

説明変数 2,X2：直近60時間の累積降雨量(mm)

表 1:測定データの例

	月日	線量当 量率	気 温	湿 度	風向き	風 速	降雨量	直前雨天 継続日数
①	6.11	75	23	86	東	3	0.5(43)	8(6)
②	6.13	72	22	74	東南東	1	0(84)	1(8)
③	6.26	60	21	91	北北東	1	0(0)	14(12)
④	6.29	67	34	53	東南東	5	0(1)	17(15)
⑤	7.6	70	30	61	東南東	4	0(1)	15(13)
⑥	7.13	65	30	67	西南西	4	0(0)	22(20)
⑦	7.20	79	28	73	南南東	6	0(30.5)	30(28)
⑧	8.5	70	30	78	南	3	2(14)	47(45)
⑨	8.22	70	21	87	北東	2	0(53)	0(11)
⑩	8.25	75	28	80	南南西	2.5	0(1)	2(0)

分析結果

定数項=61.255

説明変数 1 の係数=2.01

説明変数 2 の係数=0.12

決定係数 $R^2=0.48$

[回帰分析 II]

説明変数 1,X1：風速(m/s)

説明変数 2,X2：直近60時間の降雨量(mm)×直前晴天継続日数

分析結果

定数項=64.164

説明変数 1 の係数=1.13

説明変数 2 の係数=0.0085

決定係数 $R^2=0.42$

[分析結果の考察]

分析 I、IIからは各々(1)、(2)の予測式が得られる。

$$Y=62.255+2.01X1+0.12X2 \quad (1)$$

$$Y=64.164+1.13X1+0.0085X2 \quad (2)$$

両式において共に定数項は60nSv/h前後、すなわち、0.06 $\mu\text{Sv/h}$ 前後となった。例えば、分析 I によれば、風速が1m/s強くなる毎に、約2nSv/hの放射線量増加が、降雨量1mmの増加と共に約0.12nSvの放射線量増加が予想できる。

Regression Analysis on Radiation Dosage at College of Industrial Technology, Chiba

Masaaki SHINOHARA and Keikichi OHSAWA

説明変数 1,X1 に「風速」を選んだのは、風が強くなれば、地上に蓄積した放射線物質も大気中により多く散布するだろうとの考えにもとづく。一方、説明変数 2,X2 には、分析Ⅰでは単に「降雨量」を、分析Ⅱでは「降雨量×直前晴天日数」を選んだ。降雨により、大気中の放射性物質が地表に降下し、分析Ⅱでは、その降下量は直前晴天日数に比例するだろうとの考えにもとづいた。ところが、分析Ⅰでの決定係数が分析Ⅱでのそれより大きい結果となった。

4. 包絡分析

回帰分析Ⅰでのデータに対して包絡分析を適用する。説明変数 X1、X2 を各々入力項目 1、2 とし、非説明変数 Y を出力項目とする（図 1）。

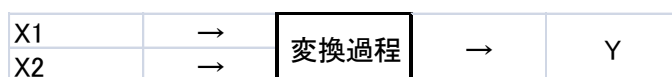


図 1:包絡分析の変換過程モデル

すなわち、（より少ない）風と雨により、（より多くの）放射線量を産出するプロセスと見直して、その効率性を分析する。入力と出力に線形比例関係を仮定するCCRモデルを採用し、表 2 に X1、X2 のデータを Y のデータで割ったデータを示す。図 2 に X1/Y を横軸、X2/Y を縦軸に 10 個のデータをプロットした。これより、「6.13」、「6.26」、「7.13」の 3 つのデータが普通の DEA 分析でのフロンティアを、「6.13」、「7.20」の 2 つのデータが Inverted DEA 分析でのフロンティアを構成することが分かる。すなわち、「7.20」は風も強く、雨量も多いが、その割には放射線量が低いことを示唆している（但し、絶対値は 79nSv/h で最高値であるが）。

表 2:出力データ Y で正規化した入力データ X1、X2

Date	X1/Y	X2/Y
6.11	0.04	0.57
6.13	0.0139	1.17
6.26	0.0167	0
6.29	0.0746	0.02
7.6	0.0571	0.01
7.13	0.0615	0
7.20	0.0759	0.39
8.5	0.0428	0.2
8.22	0.0286	0.76
8.25	0.0333	0.013

5. 考察と今後の課題

(5.1) 測定データについて…測定器の表示が不安定であり、安定な表示をするまで数分程かかる。さらに、安定な表示をしても、時々、上昇し、又、下降する。例えば、0.06 μ Sv/h 付近から 0.1 μ Sv/h 付近へと上昇し、数分後

は 0.06 μ Sv/h 付近へと下降する。このように、0.06 μ Sv/h の低レベル表示状態と 0.1 μ Sv/h（あるいはそれ以上）の高レベル表示状態とを数分～5、6 分のオーダーで交互に繰り返す現象は、測定器において採用されている即応性（高い値ならばその値を迅速に表示する）と安定性（瞬時の上下動は吸収して表示する）を補償する測定表示アルゴリズムと放射線発生のパースト性に起因するものと思われる。放射線のパースト発生に対して、即応化機能により高レベルの表示を行い、安定化機能によりそのレベルがしばらく接続してしまうと考えられる。

(5.2)測定理論について…ビット誤り発生も同じ電磁波・放射線発生によるものなので、Gilbert モデル等のパースト発生モデルを適用した放射線発生モデルの確立が課題である。又、測定表示法についても、即応性と安定性の両面からの表示法、パースト性を考慮した表示法（例えば、背景放射部分とパースト部分等）の開発が望まれる。いずれの課題に対しても、通信トラヒックでの測定理論が大きく貢献できる。

(5.3)測定方法について…複数の測定器を同時使用することにより、測定の信頼度向上がはかれる。さらに、放射線量を α 、 β 、 γ 等の種別に測定し、回帰分析さらには正準相関分析を適用することにより、種別の影響分析が可能となる。

(5.4)測定場所について…本論文では、1 箇所（23 号館 406 室北側通路窓際）のみを測定対象としたが、同一エリア内複数箇所、異エリアの複数箇所、等を測定対象とすることにより、各種の相関性を調べられる。

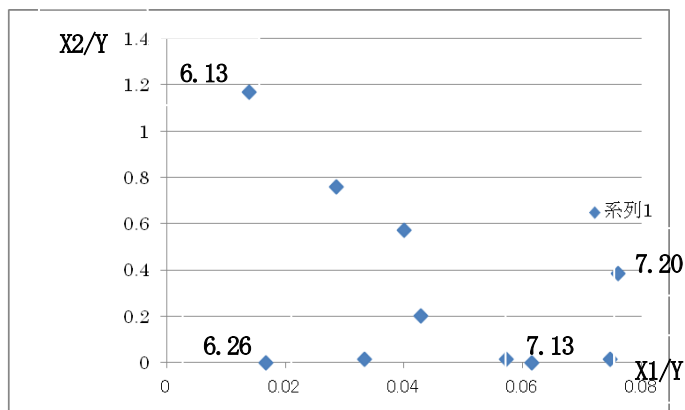


図 2:包絡分析用のX1/YとX2/Yのデータプロット