

このとき  $\theta=(\theta_1, \theta_2)$  が階層的直交であるとは,  $\theta^*=(\theta_1^*, \theta_2^*), \theta^\dagger=(\theta_1^\dagger, \theta_2^\dagger)$  として

$$KL(\theta^*, \theta)=KL(\theta^*, \theta^\dagger)+KL(\theta^\dagger, \theta)$$

が任意の  $\theta, \theta^*$  に対して成り立つことと定義する. 母数  $\theta$  の次元が3以上の場合にも容易に拡張される.

指数分布族

$$p(x; \theta)=\exp\{\beta(\theta)'t+b(\beta(\theta))+a(x)\}$$

では階層的直交性は

$$(\beta(\theta^\dagger)-\beta(\theta))'(\eta(\theta^*)-\eta(\theta^\dagger))=0$$

と表される (Nagaoka and Amari(1982)).

この定義に関して以下の話題を論じた.

- a) 密度関数の完全分離型
- b) 最尤推定量の独立性
- c) 尤度比検定と修正尤度比検定
- d) 条件付推測
- e) 母数の parametrization

## 結晶群の出現頻度

伊藤 栄 明

幾何学的な対称性を群論をもちいて記述する方法はよく知られている. 3次元空間における周期的な構造について対称性を記述する230個の群があり, それらは空間群と呼ばれている. 結晶における原子の配列を解析する際に空間群はもちいられる. 結晶の対称性は230の空間群のいずれかによりあらわされる. 個々の結晶の対称性が何になるかという問題は物理的, 化学的な議論にもとづいておこなわれるべきものであるが, 多数の結晶について対称性の分布については確率モデルを考える. 群を値としてとる確率分布, 確率過程という見方が可能である (伊藤 (1985, 1986)). 幾何学的対称性を平衡移動の操作を考慮にいれず記述する点群といわれている32個の群がある. それらは定点Oを通る軸による回転及び定点Oについての反転からなる有限群である. 点群は結晶の形態を記述する際にもちいられる. 点群における対称操作に平行移動の操作を組み合わせたものが空間群であり, 各空間群は32個の点群のいずれかにもとづいて構成されている. 空間群及び点群は合同変換からなる不連続群である. 正六面体からえられる有限群で位数が最大であるものを考える. それは結晶学において  $O_h$  と呼ばれている群である. 正六面体の高さが一様な柱から得られる有限群で位数が最大であるものは結晶学において  $D_{6h}$  といわれているものである. 32個の点群は  $O_h, D_{6h}$  及びそれらの部分群のいずれかである.  $O_h$  及び  $D_{6h}$  における元を幾何学的な意味に基づいて, 3次元の行列により表現する. まず  $O_h$  の表現を考える. 頂点の各座標が+1あるいは-1であるような正六面体を考える. それと合同な位置にもたらしような合同変換のすべてを行列により表現する. それらのうち回転軸が  $(1, 1, 1)$  と  $(-1, -1, -1)$  を通る  $\bar{3}$  を含む  $D_{3d}$  を考え, それを含む  $D_{6h}$  の表現を考える.  $O_h$  と  $D_{6h}$  の双方に含まれる位数が最大の部分群は  $D_{3d}$  であり,  $O_h$  及び  $D_{6h}$  の上記の表現は  $D_{3d}$  の表現をひとつ共有している. 同様に  $(1, -1, 1)$  と  $(-1, +1, -1), (1, 1, -1)$  と  $(-1, -1, 1), (-1,$

1, 1) と (+1, -1, -1), について同様なことを行なう。  $O_h$  の表現である 48 個の行列と  $D_{6h}$  の表現である行列が, 上記 4 つの場合についてそれぞれ 24 個ずつある。 24 個のうち 12 個は  $O_h$  と共通のものであり, したがって全部で 96 個の行列がある。 96 個の組み合わせをすべて考え, そのうち積に関して閉じているものをすべて選び出すと, 250 個ありそれぞれは 32 個のいずれかの点群の表現になっている。 無機結晶データベース (ICSD) から点群の出現頻度 (藤原 他 (1993)) をもとめ, 群, 部分群の関係にもとづいて, 250 個の群のうえのランダムウォークのモデル等により出現頻度を説明することを試みた。

### 参 考 文 献

- 藤原美也子, 伊藤栄明, 松本崧生, 武田 弘 (1993). 無機結晶データベース (ICSD) を用いた結晶群の出現頻度, 統計数理研究所共同研究レポート, No. 50.
- 伊藤栄明 (1985). 群, グラフを値としてとる確率分布, 統計数理, **33**, 68-70.
- 伊藤栄明 (1986). 幾何学的対称性の統計的分布——結晶における群とその頻度——, 統計数理, **34**, 19-27.
- Itoh, Y. and Matsumoto, T. (1991). Random-generation model for statistical distribution of point groups, *Acta Cryst. Sect. A*, **47**, 204-206.
- Nowacki, W., Matsumoto, T. and Edenharter, A. (1967). Classification of crystalline substances by crystal systems, crystal classes, Bravais lattices and space groups, *Acta Cryst.*, **22**, 935-940.

### 胃がんは感染症か?

佐藤 俊 哉

Parsonnet et al. (1991) は胃がんのコホート内ケース・コントロール研究を実施した。 109 人の胃がんケースと各ケースにつき採血時年齢, 性, 人種, 採血日でマッチした 1 名のコントロールについて, 過去に凍結保存されていた血清サンプルから *Helicobacter pylori* の抗体を測定した。 その結果ヘリコバクター感染による胃がん発生の相対リスク (オッズ比) は 3.6 倍 (95% 信頼区間 1.8-7.3) であった。

この結果を受けて, 国立がんセンターとの共同研究として, ヘリコバクター感染と胃がんとの関係を調べるケース・コントロール研究を 1993 年 6 月から実施した。 ポテンシャル・ケースは 1989-1990 年に国立がんセンター病院で胃切除手術を受けた胃がん患者 428 名である。 これらのケースのポテンシャル・コントロールと考えられるのは, 1989-1990 年に国立がんセンター病院外来にかかった非がん患者で血液サンプルの保存がある者 1295 名であった。 このポテンシャル・コントロールから, 採血時年齢 ( $\pm 3$  歳), 性, 採血時期 ( $\pm 3$  ヶ月) でマッチしてケース 1 例に対してできるだけ多くのコントロールを選択した。 最低 1 例のマッチがとれたケース数は 283 であった (最高 16 例のコントロール, コントロール総数 767 例)。 これらの対象者について, 凍結保存されている血清サンプルを解凍し, ヘリコバクター抗体を測定して, ヘリコバクター抗体陽性のオッズ比を条件つき最尤法により推定したところ, 1.04 (95% 信頼区間 0.74-1.46) と Parsonnet et al. (1991) の結果と異なりほとんど関連は見られなかった。

Parsonnet et al. はがん発生の平均 14 年前の血清サンプルを用いているのに対し, 本研究ではがんと診断されたときの血清サンプルであり, 過去のヘリコバクター感染を正しく反映していない可能性があり, 現在さらなる測定, 解析を実施している途中である。

### 参 考 文 献

- Parsonnet, J., Friedman, G.D., Vandersteen, D.P., Chang, Y., Vogelman, J.H., Orentreich, N. and Sibley, R.K. (1991). *Helicobacter pylori* infection and the risk of gastric carcinoma, *New England*