固有値と固有ベクトル

n 次正方行列 A に対し，

$$A\vec{v} = k\vec{v}$$

を満たす数 k を $\boldsymbol{A}$ の固有値，$\vec{v}\,(\neq \vec{0})$ を固有値 $\boldsymbol{k}$ に関する $\boldsymbol{A}$ の固有ベクトルとよぶ．

- 固有ベクトルは連立方程式 $(kE_n - A)\vec{x} = \vec{0}$ の $\vec{0}$ でない解 (非自明解) である．
- 固有値は $\det(kE_n - A) = 0$ を満たす数である．

固有値，固有ベクトルの求め方

(1) $\Phi_A(t) = \det(tE_n - A)$ を計算する（これを固有多項式という）．

(2) $\Phi_A(t) = 0$ の解 $t = k$ を求める（この解 $\underline{k \text{ が } A \text{ の固有値}}$ である）．

(3) (2) で求めた各 k に対し，連立方程式 $(kE_n - A)\vec{x} = \vec{0}$ の非自明解 $\vec{x} = \vec{v}$ を求める（この解 $\underline{\vec{v} \text{ が } A \text{ の固有値 } k \text{ に関する固有ベクトル}}$ である）．

問題 4.1. 行列の $A = \begin{pmatrix} 4 & -1 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$ に対して，以下の問に答えなさい．

(1) 固有多項式 $\Phi_A(t) = \det(t\,E_2 - A)$ を求めなさい．

(2) 2 次方程式 $\Phi_A(t) = 0$ の解 k を求めなさい．

(3) 各 k に対し，連立方程式 $(kE_2 - A)\vec{x} = \vec{0}$ の解 $\vec{v}_k$ を求めなさい．

(4) 各 k に対し，$A\vec{v}_k = k\vec{v}_k$ が成り立つことを確かめなさい．

問題 4.2. 次の行列の固有値と固有ベクトルを求めなさい．

(1) $\begin{pmatrix} -3 & 2 \\ -2 & 2 \end{pmatrix}$ (2) $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -2 & -3 \end{pmatrix}$ (3) $\begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 2 & -4 \end{pmatrix}$ (4) $\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$

(5) $\begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 \\ -1 & 4 & -2 \\ -1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$