



N を正の整数とする。 $2N$ 個からなる数列

$$\{a_1, a_2, \dots, a_N, b_1, b_2, \dots, b_N\}$$

を

$$\{b_1, a_1, b_2, a_2, \dots, b_N, a_N\}$$

という数列に並べ替える操作を「シャッフル」と呼ぶことにする。並べ替えた数列は b_1 を初項とし、 b_i の次に a_i 、 a_i の次に b_{i+1} が来るようなものになる。また、数列 $\{1, 2, \dots, 2N\}$ をシャッフルしたときに得られる数列において、数 k が現れる位置を $f(k)$ で表す。

たとえば、 $N=3$ のとき、 $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ をシャッフルすると $\{4, 1, 5, 2, 6, 3\}$ となるので、 $f(1)=2, f(2)=4, f(3)=6, f(4)=1, f(5)=3, f(6)=5$ である。

- (1) 数列 $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$ を 3 回シャッフルしたときに得られる数列を求めよ。
- (2) $1 \leq k \leq 2N$ を満たす任意の整数 k に対し、 $f(k) - 2k$ は $2N+1$ で割り切れることを示せ。
- (3) n を正の整数とし、 $N = 2^{n-1}$ のときを考える。数列 $\{1, 2, 3, \dots, 2N\}$ を $2n$ 回シャッフルすると、 $\{1, 2, 3, \dots, 2N\}$ にもどることを証明せよ。

