

1.9 集合の要素の個数

集合 S の要素が有限個であるとき、集合 S は有限集合であるという。また、集合 S の要素が無限にあるとき、集合 S は無限集合であるという。

有限集合 S の要素の個数を $|S|$ と書き表すことがある．つまり，有限集合 S の要素が丁度 n 個あるとき $|S| = n$ ．

有限集合 S の要素の個数を $|S|$ と書き表すことがある．つまり，有限集合 S の要素が丁度 n 個あるとき $|S| = n$ ．空集合 \emptyset の要素は一つも無いので，空集合 \emptyset の要素の個数は 0 である： $|\emptyset| = 0$ ．

例 集合 A と集合 B とを次のように定める：

$$A = \{ n \mid n \text{ は } 0 \text{ 以上 } 17 \text{ 以下の整数で } 3 \text{ の倍数である} \} = \{ 0, 3, 6, 9, 12, 15 \} ,$$

$$B = \{ n \mid n \text{ は } 0 \text{ 以上 } 17 \text{ 以下の整数で } 4 \text{ の倍数である} \} = \{ 0, 4, 8, 12, 16 \} ,$$

例 集合 A と集合 B とを次のように定める：

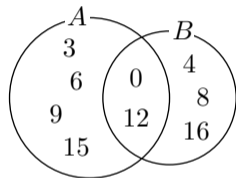
$$A = \{ n \mid n \text{ は } 0 \text{ 以上 } 17 \text{ 以下の整数で } 3 \text{ の倍数である} \} = \{ 0, 3, 6, 9, 12, 15 \} ,$$

$$B = \{ n \mid n \text{ は } 0 \text{ 以上 } 17 \text{ 以下の整数で } 4 \text{ の倍数である} \} = \{ 0, 4, 8, 12, 16 \} ,$$

この集合 A と B とに対して、

$$A \cup B = \{ 0, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 15, 16 \} ,$$

$$A \cap B = \{ 0, 12 \} .$$



例 集合 A と集合 B とを次のように定める：

$$A = \{ n \mid n \text{ は } 0 \text{ 以上 } 17 \text{ 以下の整数で } 3 \text{ の倍数である} \} = \{ 0, 3, 6, 9, 12, 15 \} ,$$

$$B = \{ n \mid n \text{ は } 0 \text{ 以上 } 17 \text{ 以下の整数で } 4 \text{ の倍数である} \} = \{ 0, 4, 8, 12, 16 \} ,$$

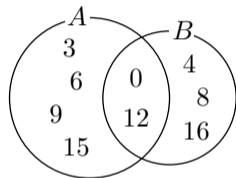
この集合 A と B とに対して、

$$A \cup B = \{ 0, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 15, 16 \} ,$$

$$A \cap B = \{ 0, 12 \} .$$

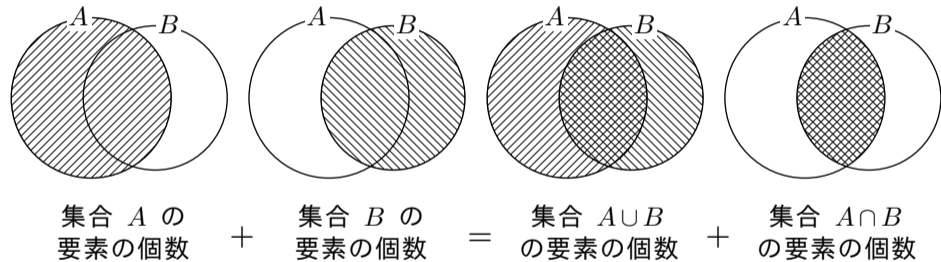
$|A| = 6$, $|B| = 5$, $|A \cup B| = 9$, $|A \cap B| = 2$ な

ので、 $|A| + |B| = |A \cup B| + |A \cap B|$.



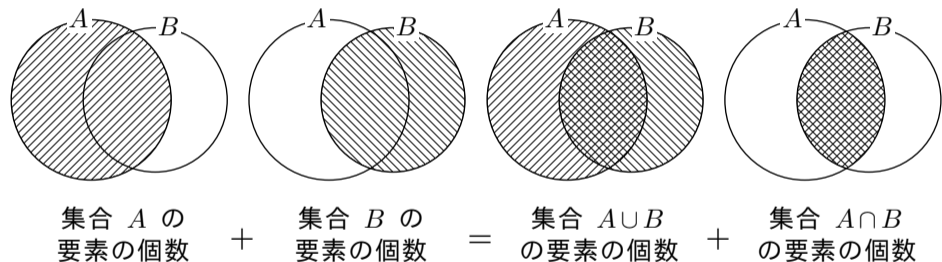
終

一般的に述べる．有限集合 A の要素の個数 $|A|$ と有限集合 B の要素の個数 $|B|$ とを足すと，共通部分 $A \cap B$ の要素は二重に数えられる．従って， $|A| + |B|$ は，合併集合 $A \cup B$ の要素の個数 $|A \cup B|$ に共通部分 $A \cap B$ の要素の個数 $|A \cap B|$ を足した数になる．



つまり $|A| + |B| = |A \cup B| + |A \cap B|$.

一般的に述べる．有限集合 A の要素の個数 $|A|$ と有限集合 B の要素の個数 $|B|$ とを足すと，共通部分 $A \cap B$ の要素は二重に数えられる．従って， $|A| + |B|$ は，合併集合 $A \cup B$ の要素の個数 $|A \cup B|$ に共通部分 $A \cap B$ の要素の個数 $|A \cap B|$ を足した数になる．

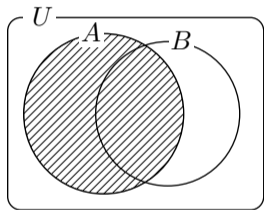


つまり $|A| + |B| = |A \cup B| + |A \cap B|$.

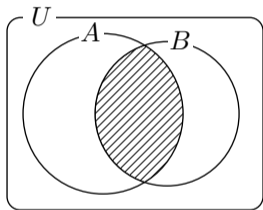
[定理 1.9.1] 有限集合 A と B について，

$$|A| + |B| = |A \cup B| + |A \cap B| .$$

全体集合 U の部分集合 A は有限集合であるとする. U の部分集合 B に対して, 集合 A を, A に属し B にも属す対象の全体 $A \cap B$ と, A に属し B には属さない対象の全体 $A \cap \bar{B}$ とに分けることができる. このとき A の要素の個数は $A \cap B$ の要素の個数と $A \cap \bar{B}$ の要素の個数との和である.

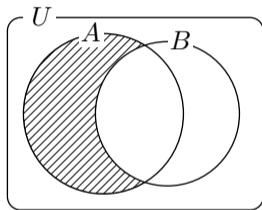


集合 A の
要素の個数



集合 $A \cap B$
の要素の個数

+



集合 $A \cap \bar{B}$
の要素の個数

つまり

$$|A| = |A \cap B| + |A \cap \bar{B}|.$$

$$|A| = |A \cap B| + |A \cap \overline{B}| .$$

更に，全体集合 U が有限集合のとき， $A = U$ とすると

$$|U| = |U \cap B| + |U \cap \overline{B}| ,$$

ここで $U \cap B = B$ かつ $U \cap \overline{B} = \overline{B}$ なので，

$$|U| = |B| + |\overline{B}| .$$

$$|A| = |A \cap B| + |A \cap \overline{B}| .$$

更に、全体集合 U が有限集合のとき、 $A = U$ とすると

$$|U| = |U \cap B| + |U \cap \overline{B}| ,$$

ここで $U \cap B = B$ かつ $U \cap \overline{B} = \overline{B}$ なので、

$$|U| = |B| + |\overline{B}| .$$

[定理 1.9.2] 全体集合 U の部分集合 A と B について、 A が有限集合であるとき、

$$|A| = |A \cap B| + |A \cap \overline{B}| .$$

特に、全体集合 U が有限集合であるとき、

$$|U| = |B| + |\overline{B}| .$$

例 あるマンションに住む 40 世帯のうち、男子小学生がいるのは 11 世帯であり、女子小学生がいるのは 8 世帯であり、男子小学生と女子小学生との両方がいるのは 3 世帯である。このマンションに住む世帯の中で次のような世帯の数を求める

- (1) 小学生がいる世帯。
- (2) 男子小学生はいるが女子小学生はいない世帯。
- (3) 小学生がいない世帯。

例 あるマンションに住む 40 世帯のうち、男子小学生がいるのは 11 世帯であり、女子小学生がいるのは 8 世帯であり、男子小学生と女子小学生との両方がいるのは 3 世帯である。このマンションに住む世帯の中で次のような世帯の数を求める

- (1) 小学生がいる世帯。
- (2) 男子小学生はいるが女子小学生はいない世帯。
- (3) 小学生がいない世帯。

このマンションに住む世帯の全体を全体集合 U とおき、この中で、男子小学生がいる世帯の全体を A とおき、女子小学生がいる世帯の全体を B とおく。

$$|U| = 40, \quad |A| = 11, \quad |B| = 8. \quad |A \cap B| = 3.$$

このマンションに住む世帯の全体を全体集合 U とおき、この中で、男子小学生がいる世帯の全体を A とおき、女子小学生がいる世帯の全体を B とおく。

$$|U| = 40, \quad |A| = 11, \quad |B| = 8. \quad |A \cap B| = 3.$$

このマンションに住む世帯の全体を全体集合 U とおき、この中で、男子小学生がいる世帯の全体を A とおき、女子小学生がいる世帯の全体を B とおく。

$$|U| = 40, \quad |A| = 11, \quad |B| = 8. \quad |A \cap B| = 3.$$

(1) このマンションに住む世帯の中で小学生がいる世帯の全体は集合 $A \cup B$ である。 $|A| + |B| = |A \cup B| + |A \cap B|$ なので $|A \cup B| = |A| + |B| - |A \cap B|$.
小学生がいる世帯の数は

$$|A \cup B| = |A| + |B| - |A \cap B| = 11 + 8 - 3 = 16.$$

このマンションに住む世帯の全体を全体集合 U とおき、この中で、男子小学生がいる世帯の全体を A とおき、女子小学生がいる世帯の全体を B とおく。

$$|U| = 40, \quad |A| = 11, \quad |B| = 8. \quad |A \cap B| = 3.$$

(2) このマンションに住む世帯の中で、男子小学生はいるが女子小学生はいない世帯の全体は集合 $A \cap \overline{B}$ である。従って、男子小学生はいるが女子小学生はいない世帯の数は

$$|A \cap \overline{B}| = |A| - |A \cap B| = 11 - 3 = 8.$$

このマンションに住む世帯の全体を全体集合 U とおき、この中で、男子小学生がいる世帯の全体を A とおき、女子小学生がいる世帯の全体を B とおく。

$$|U| = 40, \quad |A| = 11, \quad |B| = 8. \quad |A \cap B| = 3.$$

(1) このマンションに住む世帯の中で小学生がいる世帯の全体は集合 $A \cup B$ である。 $|A| + |B| = |A \cup B| + |A \cap B|$ なので $|A \cup B| = |A| + |B| - |A \cap B|$.
小学生がいる世帯の数は

$$|A \cup B| = |A| + |B| - |A \cap B| = 11 + 8 - 3 = 16.$$

(3) このマンションに住む世帯の中で、小学生がいる世帯の全体は集合 $A \cup B$ なので、小学生がいない世帯の全体は集合 $\overline{A \cup B}$ である。従って、小学生がいない世帯の数は

$$|\overline{A \cup B}| = |U| - |A \cup B| = 40 - 16 = 24.$$

終

問1.9.1 ある高専のクラブは体育系のクラブと文化系のクラブとに分けられます。この高専のあるクラスの人数は42人で、そのうち、体育系クラブに所属している学生は26人で、文化系クラブに所属している学生は11人で、体育系クラブにも文化系クラブにも所属している学生は4人であるとします。このクラスの中で次のような学生の数求めなさい。

- (1) 体育系クラブまたは文化系クラブに所属している学生。
- (2) 体育系クラブに所属しているが文化系クラブに所属していない学生。
- (3) 体育系クラブにも文化系クラブにも所属していない学生。

問1.9.1 ある高専のクラブは体育系のクラブと文化系のクラブとに分けられます。この高専のあるクラスの人数は42人で、そのうち、体育系クラブに所属している学生は26人で、文化系クラブに所属している学生は11人で、体育系クラブにも文化系クラブにも所属している学生は4人であるとします。このクラスの中で次のような学生の数求めなさい。

- (1) 体育系クラブまたは文化系クラブに所属している学生。
- (2) 体育系クラブに所属しているが文化系クラブに所属していない学生。
- (3) 体育系クラブにも文化系クラブにも所属していない学生。

(1) $26 + 11 - 4 = 33$.

(2) $26 - 4 = 22$.

(3) $42 - 33 = 9$.

例 20 以上 80 以下の整数の中で次のような整数の個数を求める.

- (1) 4 の倍数.
- (2) 6 の倍数.
- (3) 4 と 6 との両方の倍数.
- (4) 4 または 6 の倍数.
- (5) 6 の倍数でない 4 倍数.
- (6) 4 でも 6 でも割り切れない整数.

例 20 以上 80 以下の整数の中で次のような整数の個数を求める.

(1) 4 の倍数.

20 以上 80 以下の 4 の倍数は,

$$20 = 4 \times 5, \quad 24 = 4 \times 6, \quad 28 = 4 \times 7, \quad 32 = 4 \times 8, \quad \dots, \quad 80 = 4 \times 20$$

なので, それらの個数は $20 - 5 + 1 = 16$.

例 20 以上 80 以下の整数の中で次のような整数の個数を求める.

(2) 6 の倍数.

20 以上 80 以下の 6 の倍数は,

$$24 = 6 \times 4, \quad 30 = 6 \times 5, \quad 36 = 6 \times 6, \quad 42 = 6 \times 7, \quad \dots, \quad 78 = 6 \times 13$$

なので, それらの個数は $13 - 4 + 1 = 10$.

例 20 以上 80 以下の整数の中で次のような整数の個数を求める.

(3) 4 と 6 との両方の倍数.

整数について、4 と 6 との両方の倍数であることと、それらの最小公倍数 12 の倍数であることは同値である. 20 以上 80 以下の 12 の倍数は、

$$24 = 12 \times 2, \quad 36 = 12 \times 3, \quad 48 = 12 \times 4, \quad 60 = 12 \times 5, \quad 72 = 12 \times 6$$

なので、それらの個数は $6 - 2 + 1 = 5$.

例 20 以上 80 以下の整数の中で次のような整数の個数を求める。

(4) 4 または 6 の倍数。

20 以上 80 以下整数のうちで、4 の倍数の個数は 16 であり、6 の倍数の個数は 10 であり、4 と 6 との両方の倍数の個数は 5 であった。20 以上 80 以下整数のうちで、4 または 6 の倍数の個数は、

(6 の倍数の個数) + (4 の倍数の個数) - (4 と 6 との両方の倍数の個数)

なので、 $16 + 10 - 5 = 21$.

例 20 以上 80 以下の整数の中で次のような整数の個数を求める.

(5) 6 の倍数でない 4 倍数.

20 以上 80 以下整数のうちで, 4 の倍数の個数は 16 であり, 4 と 6 との両方の倍数の個数は 5 であった. 20 以上 80 以下の整数のうちで, 6 の倍数でない 4 の倍数の個数は,

$$(4 \text{ の倍数の個数}) - (4 \text{ と } 6 \text{ との両方の倍数の個数})$$

なので, $16 - 5 = 11$.

例 20 以上 80 以下の整数の中で次のような整数の個数を求める.

(6) 4 でも 6 でも割り切れない整数.

20 以上 80 以下の整数のうちで, 4 でも 6 でも割り切れない整数とは, 4 の倍数でも 6 の倍数でもない整数のことである. その個数は, 20 以上 80 以下の整数の個数 61 から, その中の 4 または 6 の倍数の個数 21 を引いた数, つまり $61 - 21 = 40$.

終

問1.9.2 200 以上 700 以下の整数の中で次のような整数の個数を求めなさい.

- (1) 6 の倍数.
- (2) 8 の倍数.
- (3) 6 と 8 との両方の倍数.
- (4) 6 または 8 の倍数.
- (5) 6 の倍数でない 8 の倍数.
- (6) 6 でも 8 でも割り切れない整数.

問1.9.2 200 以上 700 以下の整数の中で次のような整数の個数を求めなさい.

(1) 6 の倍数は $204 = 6 \times 34$ から $696 = 6 \times 116$ までなので, それらの個数は $116 - 34 + 1 = 83$.

(2) 8 の倍数は $200 = 8 \times 25$ から $696 = 8 \times 87$ までなので, それらの個数は $87 - 25 + 1 = 63$.

(3) 6 と 8 との最小公倍数 24 の倍数は $216 = 24 \times 9$ から $696 = 24 \times 29$ までなので, 6 と 8 との両方の倍数の個数は $29 - 9 + 1 = 21$.

(4) 6 または 8 の倍数の個数は $83 + 63 - 21 = 125$.

(5) 6 の倍数でない 8 の倍数の個数は $63 - 21 = 42$.

(6) 6 でも 8 でも割り切れない整数の個数は $501 - 125 = 376$.

終