

## 情報Ⅱ

学習指導要領 (2) - 知・技 - ア  
 学習指導要領 (2) - 思・判・表 - ア  
 学習内容 (2) - ア メディアとコミュニケーション

計算機による浮動小数点数を用いた数値計算における留意点について述べた次の文章の空欄 (9)、(22)、(23) に入るもっとも適した語を選択肢から選び、解答欄にマークしなさい。また、空欄 (10) (11) ~ (14) (15) . (16) (17) (18) (19) (20) (21) に入るもっとも適した数字を解答欄にマークしなさい。

現在使われている計算機では、浮動小数点数と呼ばれる形式の数値表現が広く用いられている。一つの数を表すのに 32 ビット、64 ビット、128 ビットなどの記憶領域を用いて、どのように表現するかの標準が定められている。以下の説明は、記憶領域の大きさに応じて固定長の仮数部と指数部をもつ浮動小数点形式について述べたものである。

浮動小数点数を用いて数値を扱うと有限のビット数で表すことになるので、さまざまな形で誤差が生じる。この誤差を示す例として、 $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{1000000}$  を求める計算を考える。この式の和を  $X$  とする。多くの数値の和を求めるような計算を行う場合、基本的に 2 つの数値を被演算子として演算を実行し、その結果を次の演算の被演算子として順番に計算していく。どの部分から計算していくかを示すために、次のような数列の和の計算を考えて、計算順序を示すことにする。

$$S_0 = 0$$

$$S_n = S_{n-1} + \boxed{(9)}$$

これは、加算部分の計算順序に着目した数列であり、 $\frac{1}{2}$  や  $\frac{1}{3}$  などの除算が必要な計算の部分は別に行なっているものとする。こう考えると、求める和は、 $S_{1000000}$  になる。

$\frac{1}{3}$  の計算が途中で現れることから、10 進法の小数では有限桁では表現できないことは明らかである。浮動小数点数で表さず、また 2 進法にも変換せず誤差がないように計算し、 $S_3$  を 10 進法の分数で正確に表すと、

$$\frac{\boxed{(10)} \boxed{(11)}}{\boxed{(12)} \boxed{(13)}}$$

となる。この分数を 2 進法の小数で表しても、次のように、有限桁では表せない（ここでは小数第 6 位までを示し、それ以下を … で示してある）。

$$\boxed{(14)} \boxed{(15)} . \boxed{(16)} \boxed{(17)} \boxed{(18)} \boxed{(19)} \boxed{(20)} \boxed{(21)} \dots$$

総

また、 $X$  を求めるのに、 $S_{1000000}$  を求めることとし、 $S_1 = 1, S_2 = 1.5, \dots$  のように計算するのは避けたほうがよいことが知られている。

$X$  を求める場合は、次のような数列  $T$  を漸化式にしたがって計算し、 $T_{1000000}$  を求めたほうが誤差が少なくなる。

$$T_0 = 0$$

$$T_n = \boxed{(22)}$$

現在、広く使われている浮動小数点数の標準形式を用いて計算すると、

$$T_{1000000} \boxed{(23)} S_{1000000}$$

となる。

【 $\boxed{(9)}$ 、 $\boxed{(22)}$ 、 $\boxed{(23)}$  の選択肢】

$$(1) \frac{1}{n-1}$$

$$(2) \frac{1}{n}$$

$$(3) \frac{1}{n+1}$$

$$(4) T_{n-1} + \frac{1}{999999-n}$$

$$(5) T_{n-1} + \frac{1}{1000000-n}$$

$$(6) T_{n-1} + \frac{1}{1000001-n}$$

$$(7) <$$

$$(8) >$$

$$(9) =$$