



# 浮動小数点数の半開区間で 単一値を指定する

nsfisis (いまむら)

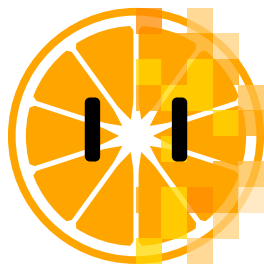
PHP 勉強会@東京 第 180 回

2025-10-29



いまむら

nsfisis





# 数値の範囲を指定して 検索する API



# 半開区間

$[x, y)$

$x$  を含み、 $y$  を含まない



$[3, 7)$

3, 4, 5, 6



ちょうど1点を指定したい！



ちょうど5

[5, 6)



ちょうど  $n$   
 $[n, n+1)$





整数ならこれで OK



実数なら？



ちょうど1

$[1, 2)$

1, 1.5, 1.7, 1.989



[1, 1 より少しだけ大きい値)  
間に 1 しか入らない範囲



[1, 1 より少しだけ大きい値)  
間に 1 しか入らない範囲  
可能か？



$[1, p)$

間に 1 しか入らない範囲？



$[1, p)$

間に 1 しか入らない範囲？

$\frac{1+p}{2}$  が入る



$[1, p)$

間に 1 しか入らない範囲？

都合の良い  $p$  は存在しない





[1, 1 より少しだけ大きい値)  
間に 1 しか入らない範囲

実数では無理



コンピュータ上の実数なら？



# コンピュータ上の実数表現は 有限精度



コンピュータ上の実数表現は  
有限精度

あらゆる実数を表現できる  
わけではない



$[1, p)$

間に 1 しか入らない範囲



$[1, p)$

間に 1 しか入らない範囲

コンピュータ上なら

都合のいい  $p$  が存在する



ここからは **IEEE 754** を仮定



ここからは **IEEE 754** を仮定

IEEE 754

浮動小数点数の表現や扱いを定めた  
標準規格





$[1, p)$

間に 1 しか入らない範囲



$[1, p)$

間に 1 しか入らない範囲

$p = 1.00000000000000000002$

64 bit の二進浮動小数点数の場合



$$p = 1.00000000000000000002$$

$1 < x < p$  となるような  
 $x$  は存在しない(表せない)



# 1 と $p$ のバイナリ表現を 見てみる



1 =

00111111111100000000000000000000...

...00000000000000000000000000000000



1 =

0011111111110000000000000000000000...

...0000000000000000000000000000000000

p =

0011111111110000000000000000000000...

...0000000000000000000000000000000001



$[1, p)$

$p = 1.00000000000000000002$



$[1, p)$

$p = 1.00000000000000000002$

$[x, y)$

$y = ?$





$[x, y)$

$y = 64$  bit の二進浮動小数点数で  
表現可能な値のうち、  
 $x$  の次に大きい数



# IEEE 754



# IEEE 754

- nextUp
- nextDown



$[x, y)$

間に  $x$  しか入らない範囲



$[x, y)$

間に  $x$  しか入らない範囲

$y = \text{nextUp}(x)$



- C 言語
  - ▶ nextup()
  - ▶ nextdown()
  - ▶ nextafter()



- Java
  - ▶ `Math.nextUp()`
  - ▶ `Math.nextDown()`
  - ▶ `Math.nextAfter()`



# PHP には？





PHP には？

nextUp も nextDown も  
無い！



無いので作りました  
nsfisis/next-after



```
use Nsfisis\NextAfter\NextAfter;  
function toExactFloatRange(  
    float $from,  
): array {  
    $to = NextAfter::nextUp($from);  
    return [$from, $to];  
}
```



ご静聴  
ありがとうございました