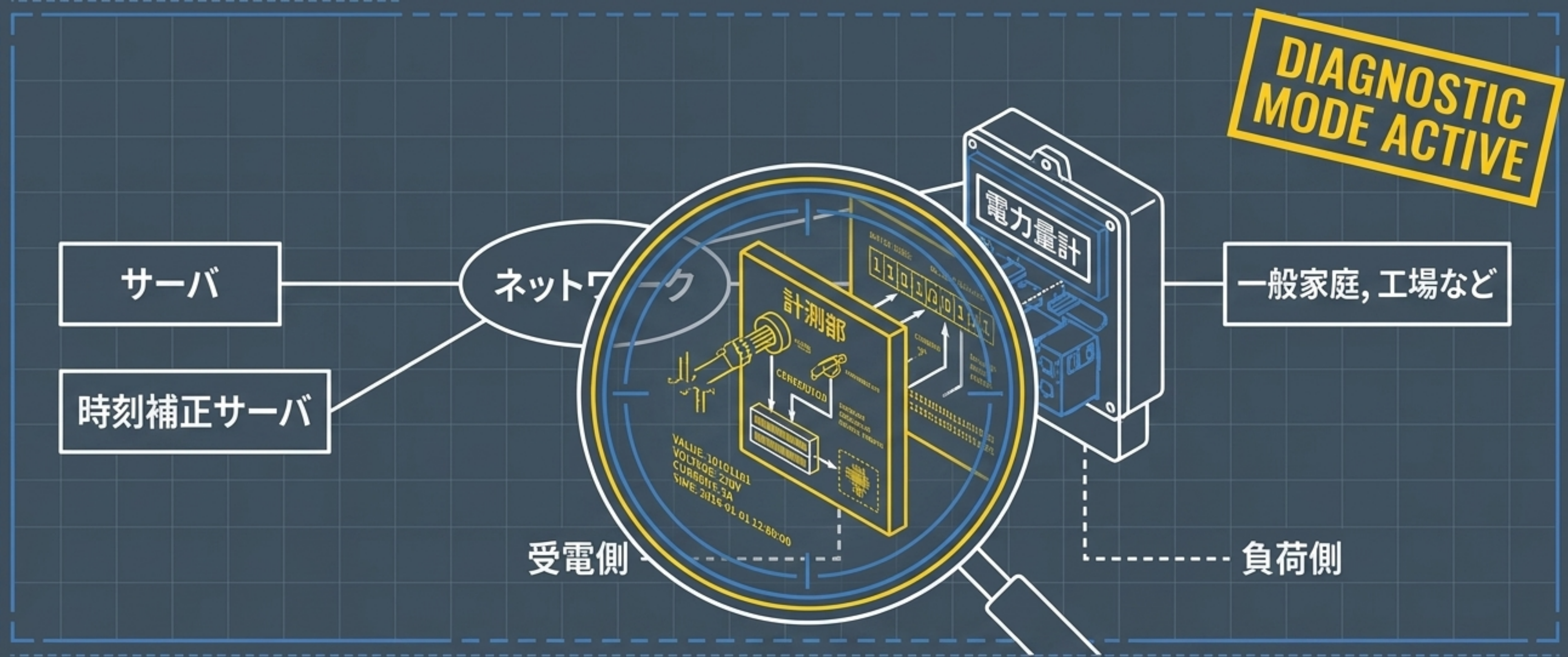
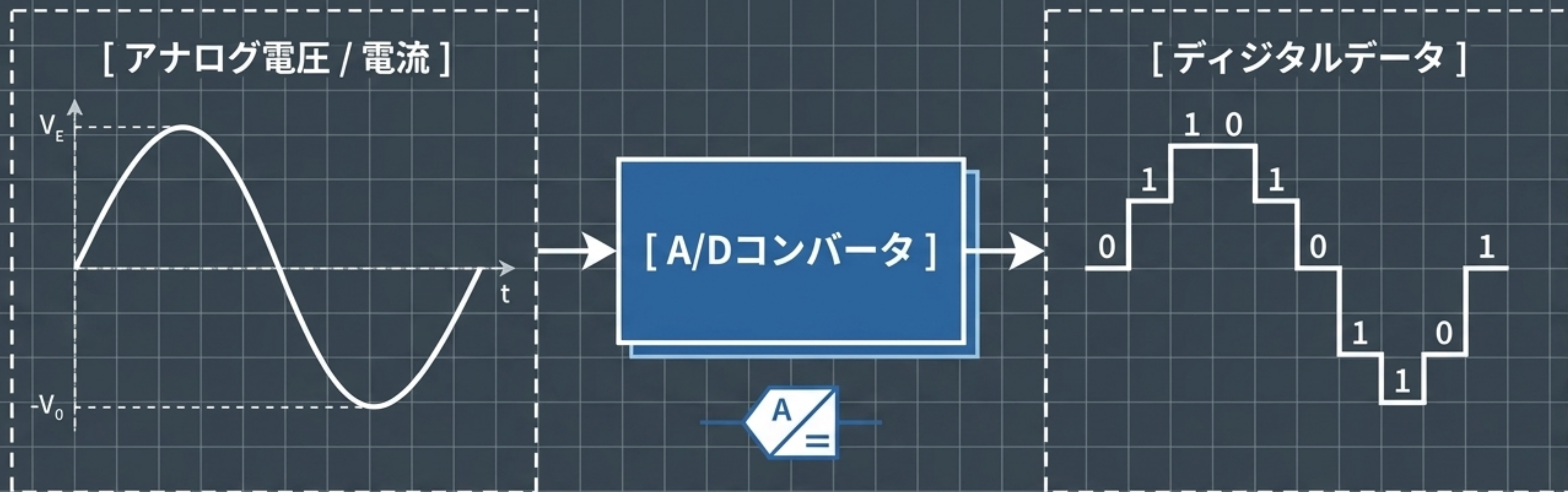




応用情報技術者試験 午後 問7 設問3: 完全解剖

答えのない、深い理解のための解説



私たちの現在地：物理的な波を、計算可能なデータに変換する最前線。

Reference: <IMAGE_0> - Measurement 部, A/Dコンバータを用いて電圧及び電流を常時計測し, 計測結果から電力量を求める。

計測部は、電圧と電流を計測して電力を求める。
このうち、電圧値を計測するA/Dコンバータは、
最下位ビットが $1/2,048$ ボルトの重みであり、
負の値を2の補数表現として
 $-1,024$ ボルト $\sim 1,024 - (1/2,048)$ ボルトの範囲
の電圧を計測できる。
このA/Dコンバータに必要な最小のビット数は、
[a]ビットである。

CLASSIFIED
DO NOT REVEAL

VARIABLE 01 // 分解能

VARIABLE 02 // データ形式

$$1 \text{ LSB} = 1/2048 \text{ V}$$

2の補数表現

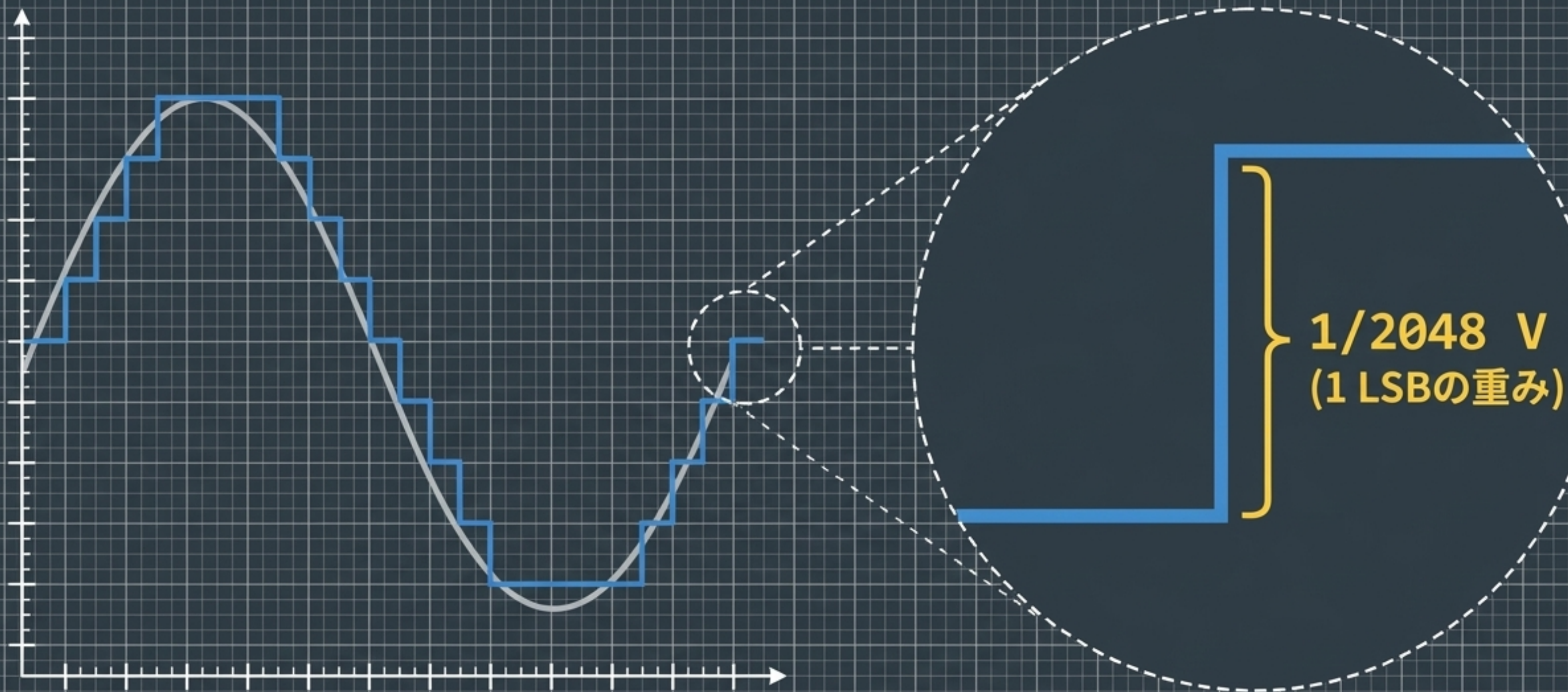
目標：これらの条件を満たす
最小の[n]ビットを求めよ

VARIABLE 03 // 最小値

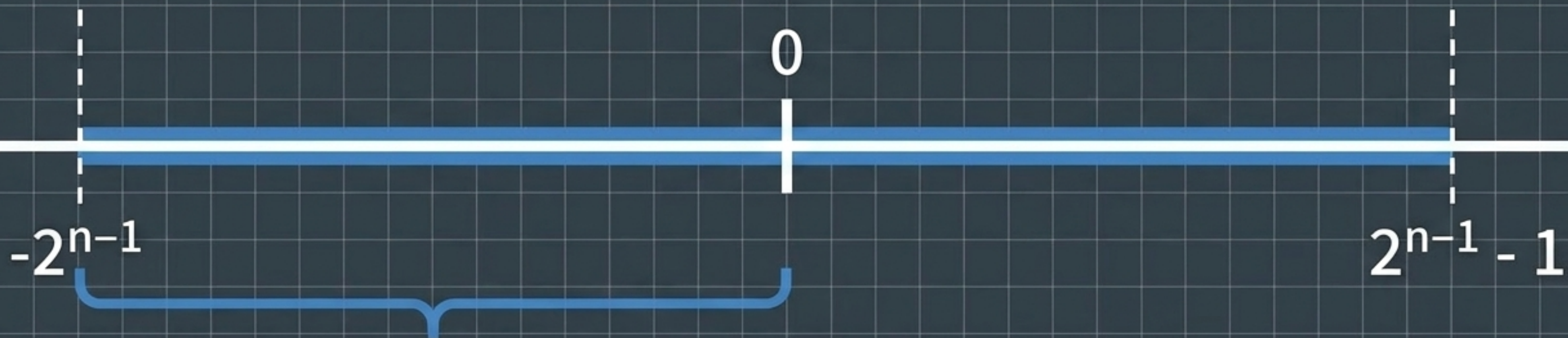
$$-1024 \text{ V}$$

VARIABLE 04 // 最大値

$$1024 - (1/2048) \text{ V}$$



1 ビットの変化が、現実世界における $1/2,048$ ボルトの段差を意味する。



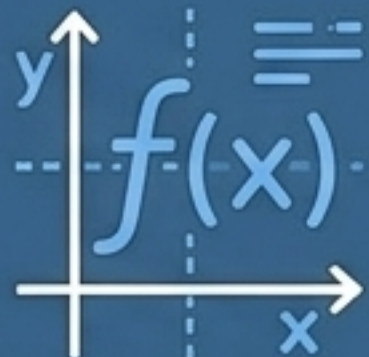
負の領域は、正の領域より 1 ステップ分だけ広い

解法ルート A

数式的アプローチ

数式的アプローチ

2の補数の公式を使い、
代数的に解を導き出す。

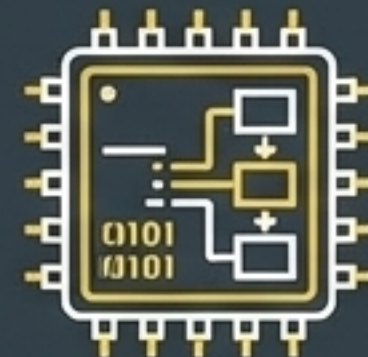


解法ルート B

構造的アプローチ

構造的アプローチ

レジスタを整数部と
小数部に分割し、構
造から組み上げる。



[解法ルート A: 数式の構築]

$$\text{最小値} = -2^{(n-1)}$$

しかし、1 ビットの重みは
1V ではない！

$$\text{実際の最小値} = (-2^{(n-1)}) \times (1/2048) \text{ V}$$

〔解法ルート A: 未知数 n の特定〕

$$(-2^{n-1}) \times \frac{1}{2048} = -1024$$

n を導き出す準備は整った。

Hint 1:

両辺に -1 を掛けて
負の符号を消去。

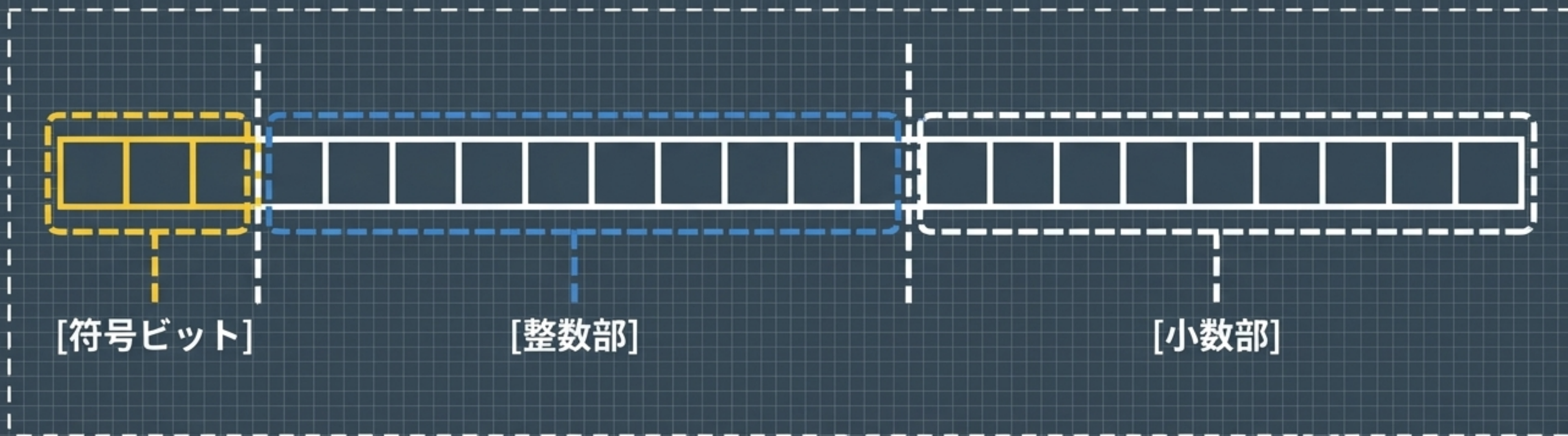
Hint 2:

2048 は 2 の何乗？

Hint 3:

1024 は 2 の何乗？

[解法ルート B: ハードウェアの設計]



レジスタ全体を一つの数式として見るのではなく、役割ごとに分割してビット数を割り出す。

[解法ルート B: 小数部のビット数]

$$\text{小数第1位} = 1/2 = 1/2^1$$

$$\text{小数第2位} = 1/4 = 1/2^2$$

$$\text{小数第3位} = 1/8 = 1/2^3$$

⋮

$$\text{小数第[?]位} = 1/2048 = 1/2^{[?]}$$

1/2,048の精度に到達するには、小数点以下に何ビット必要か？

【解法ルート B: 整数部のビット数】

2^1	=	2	
2^2	=	4	
$2^{[?]}$	=	1024	

1,024（符号ビットを含む）
を表現するためには、小数点
より上に何ビット必要か？

[FINAL CHECKPOINT: 最小のビット数]

ルートA

$$2^{(n-1)} = 2^{10} \times 2^{11}$$

$n = [?] \text{ ビット}$

ルートB

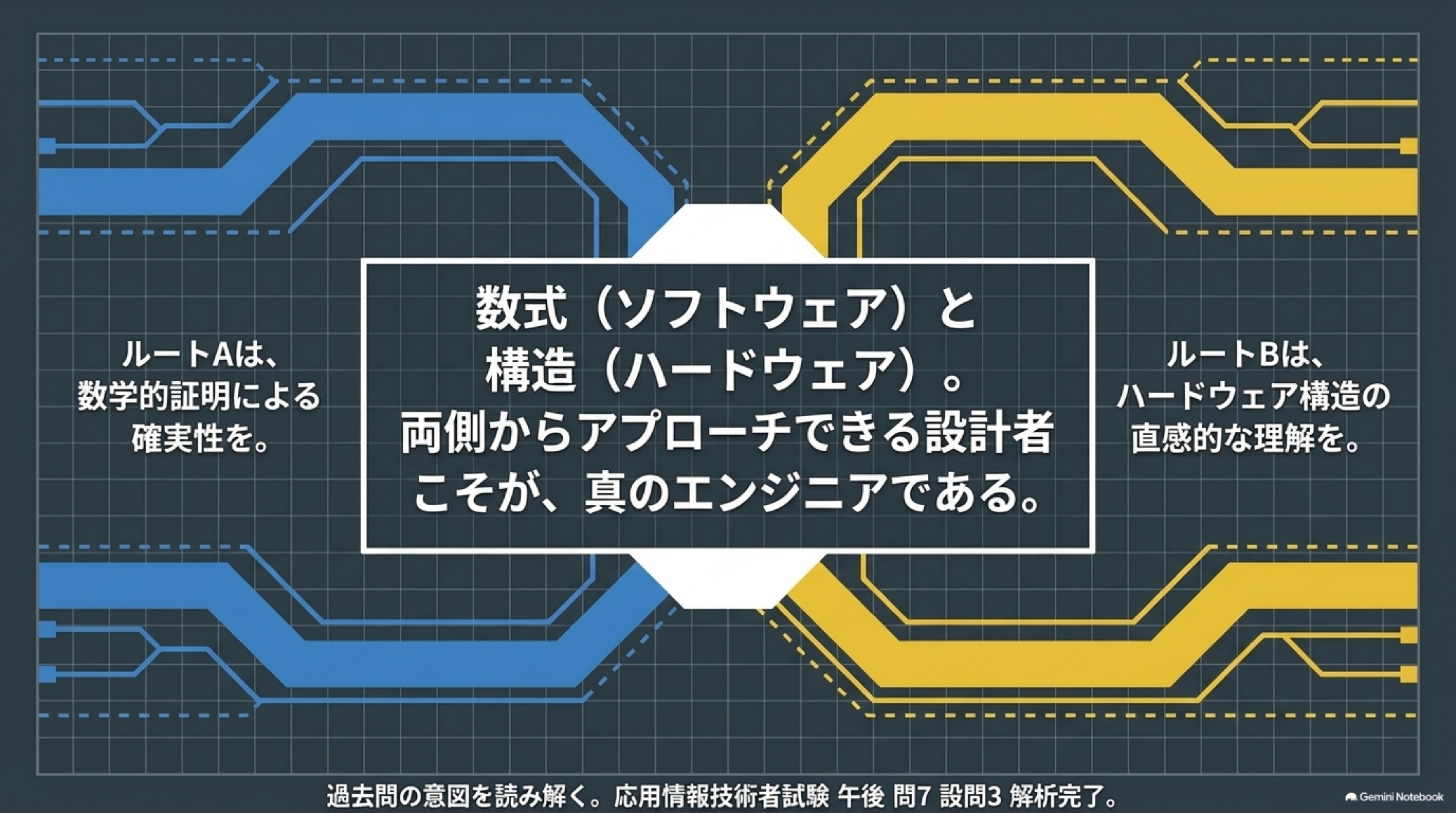
[整数部 : ? bit]

+

[小数部 : ? bit]

合計 = [?] ビット

どちらのルートを選んでも、山頂の景色は同じ。あなたの答えは？



ルートAは、
数学的証明による
確実性を。

数式（ソフトウェア）と
構造（ハードウェア）。
両側からアプローチできる設計者
こそが、真のエンジニアである。

ルートBは、
ハードウェア構造の
直感的な理解を。