

2019. 7. 1

電子計算機工学

Ibaraki Univ. Dept of Electrical & Electronic Eng.

Keiichi MIYAJIMA

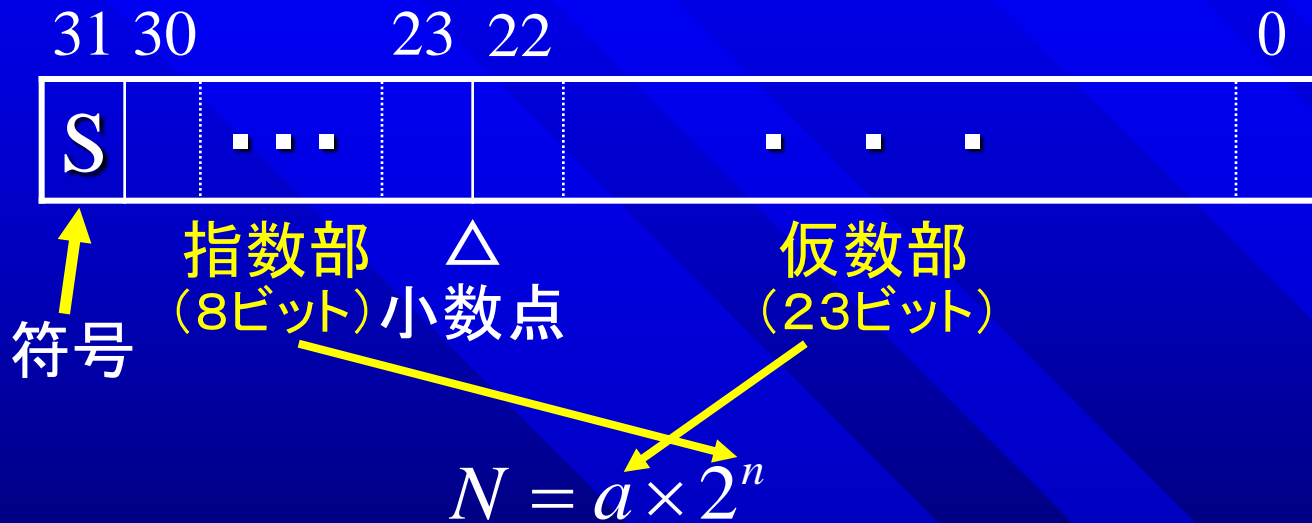
演算アーキテクチャ

**-浮動小数点数の算術演
算回路-**

数値データ

浮動小数点表示:

指数表示の概念を用いる(以下はIEEE方式)



極めて大きな数値や、小さな数値を表すのに用いられる。

なお、 a は2進数で次式を満足するように正規化される

$$2^{-1} \leq |a| < 1$$

浮動小数点数の算術演算手順

(1) 被演算数の正規化

(2) 指数部と仮数部の各演算

(3) 演算結果の正規化

浮動小数点数の加減算手順

$(7.25)_{10} + (1.125)_{10}$ の例

$$(7.25)_{10} = (111.01)_2 = 0.11101 \times 2^3$$

$$(1.125)_{10} = (1.001)_2 = 0.1001 \times 2^1$$

正規化

$$0.11101 \times 2^3 \quad \xleftrightarrow{\text{指数比較}} \quad 0.1001 \times 2^1$$

(1) 桁合わせ ↓ 2ビット右シフト (仮数)

$$(2) \quad \begin{array}{r} 0.11101 \times 2^3 \\ + \quad 0.001001 \times 2^3 \\ \hline \end{array}$$

$$1.000011 \times 2^3$$

(3) ↓ [正規化]

$$0.1000011 \times 2^4 = (1000.011)_2$$

$$= (8.375)_{10}$$

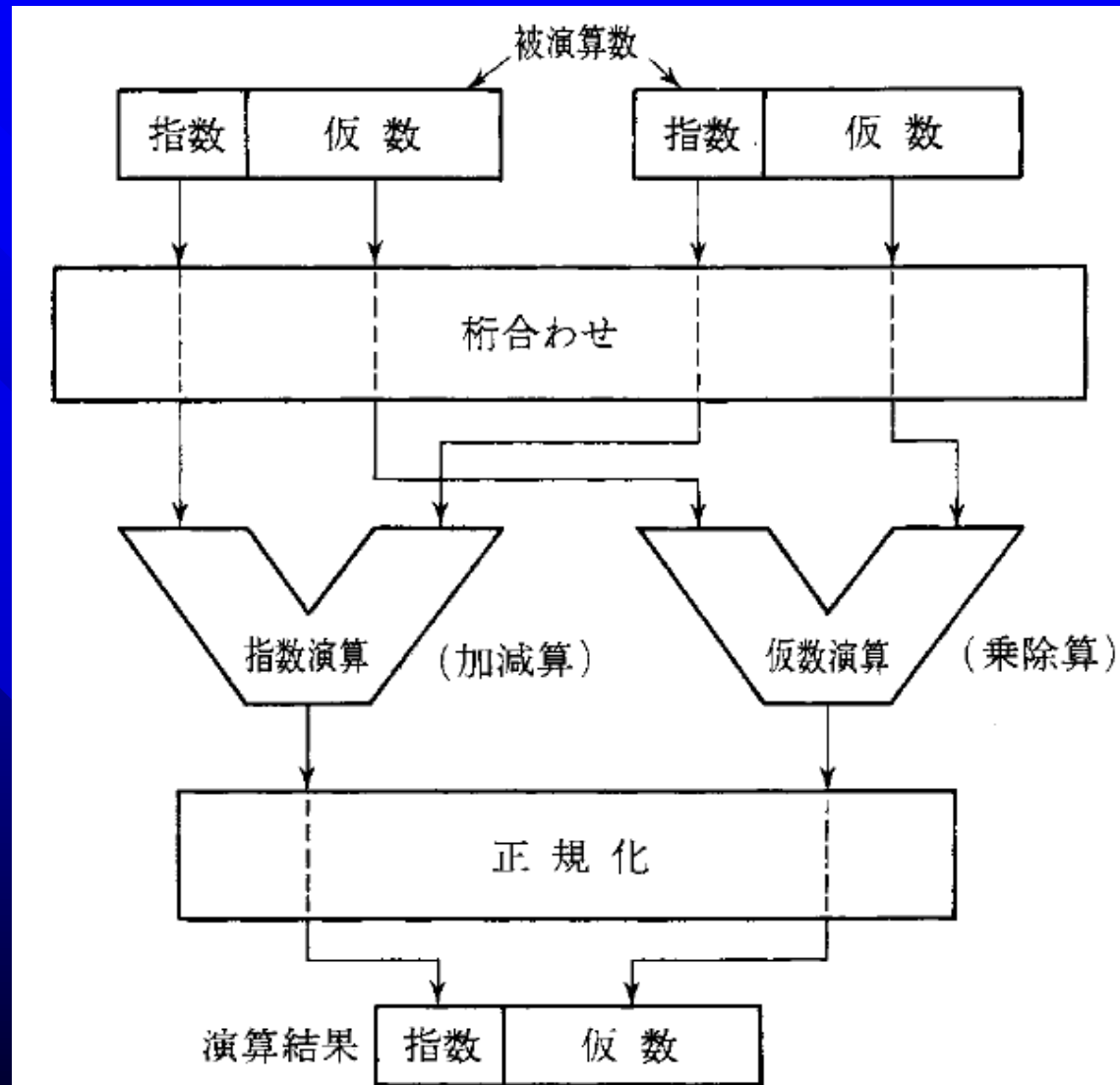
浮動小数点数の乗除算手順

乗算

- (1) 被演算数の指数
どうして加算
- (2) 被演算数の仮数
どうして乗算
- (3) 演算結果の正規化

除算

- (1) 被除数の指数から
除数の指数を減算
- (2) 被除数の仮数を除
数の仮数で除算
- (3) 演算結果の正規化



浮動小数点数の乗算機構

$$\begin{aligned} Z &= X \times Y \\ &= (P \times 2^p) \times (Q \times 2^q) \\ &= (P \times Q) \times 2^{p+q} \end{aligned}$$

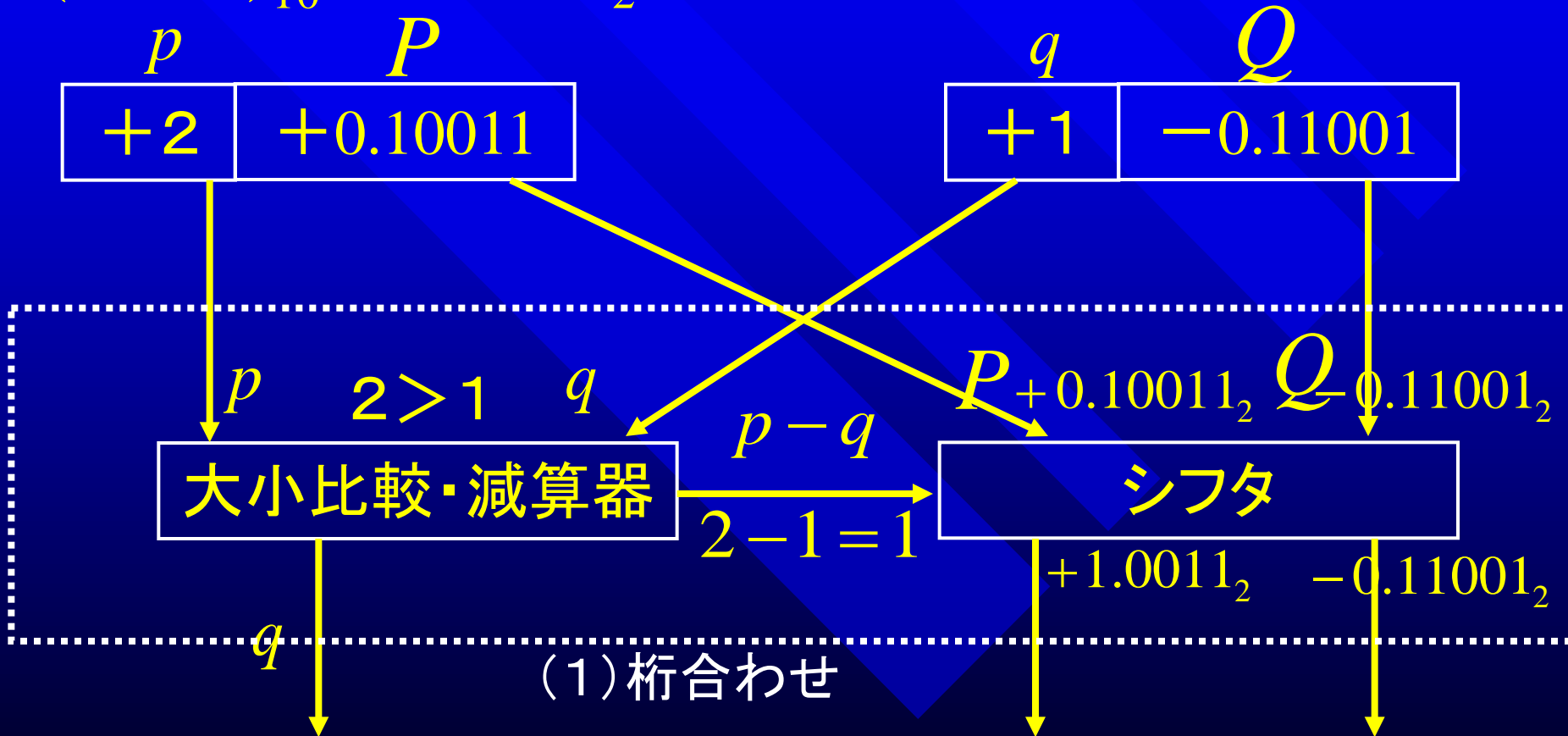
指数部の加算器と仮数部の乗算器とに分ければよい

浮動小数点数の加減算機構

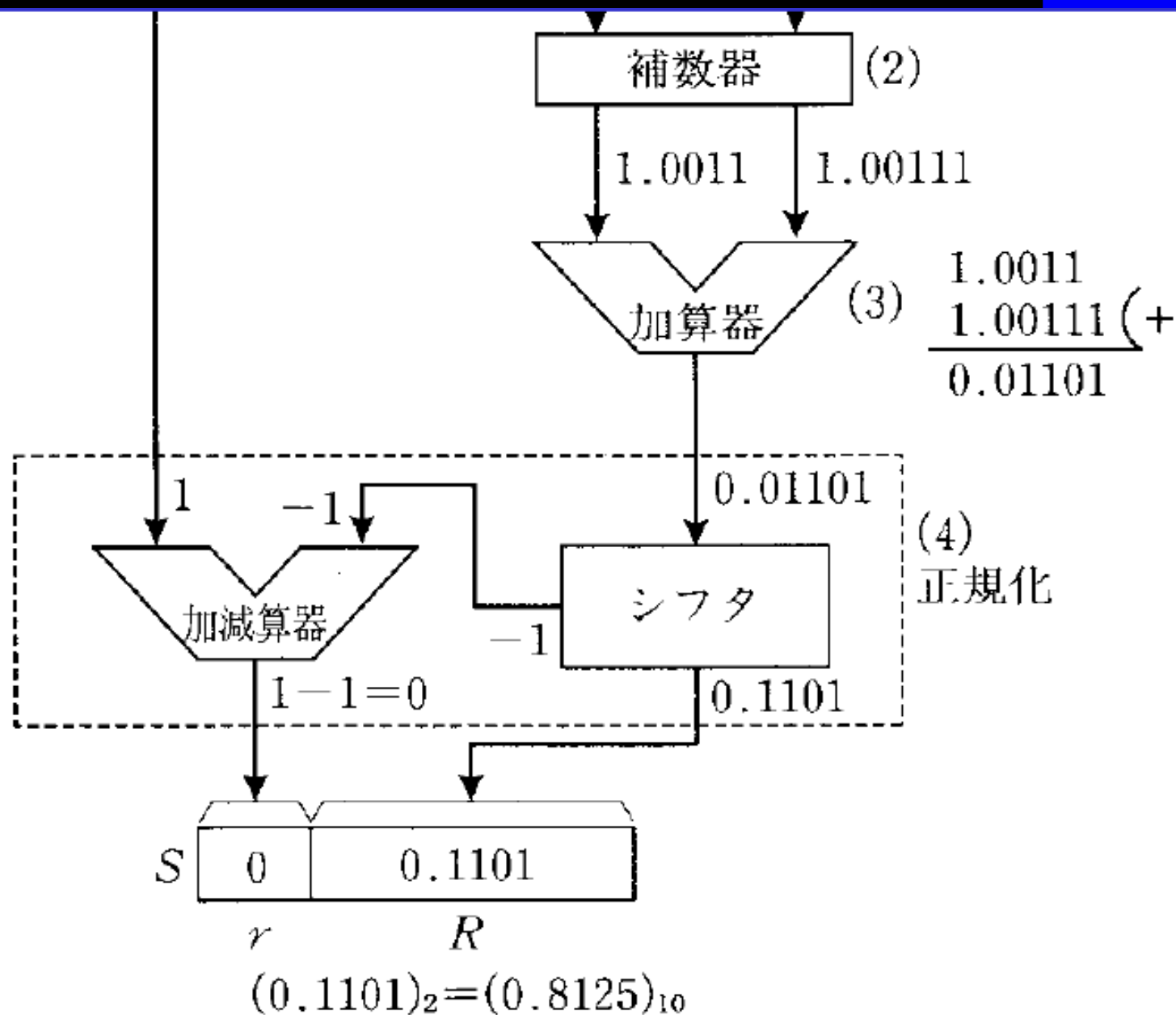
$(2.375)_{10} - (1.5625)_{10}$ の例

$$(2.375)_{10} = 10.011_2$$

$$-1.5625_{10} = -1.1001_2$$



浮動小数点数の加減算機構

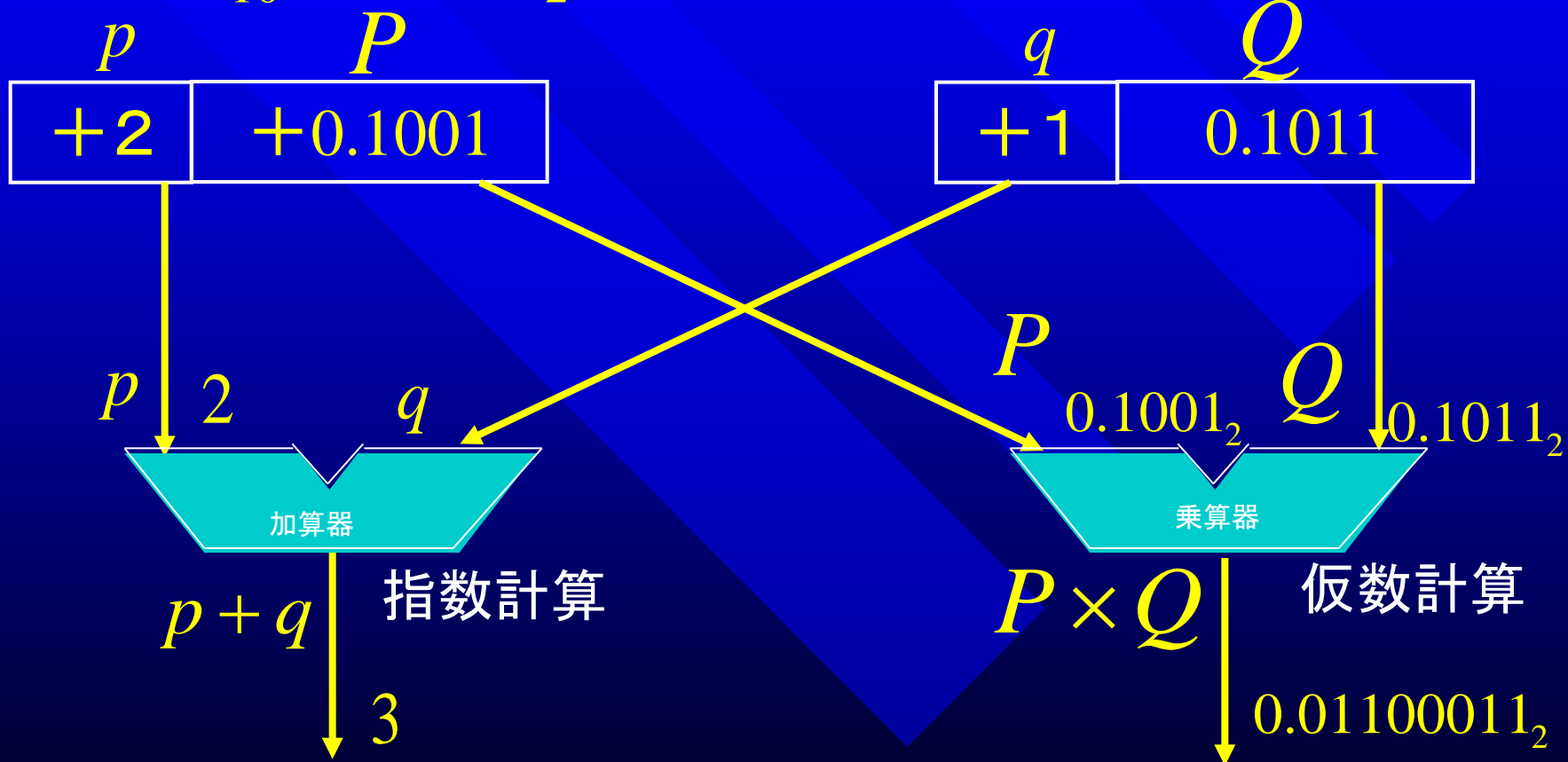


浮動小数点数の乗算機構

$(2.25)_{10} \times (1.375)_{10}$ の例

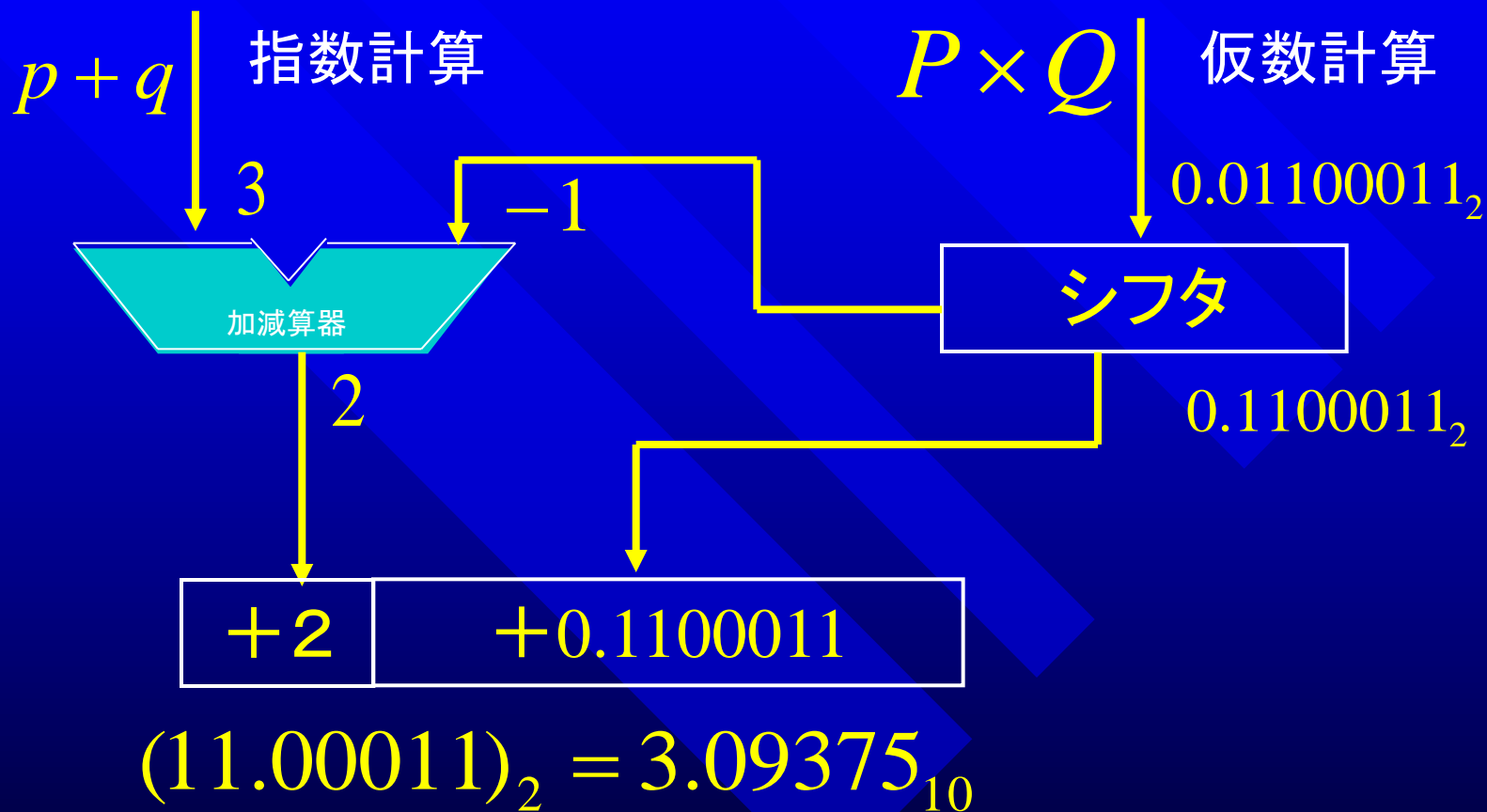
$$(2.25)_{10} = 10.01_2$$

$$1.375_{10} = 1.011_2$$



浮動小数点数の乗算機構

$(2.25)_{10} \times (1.375)_{10}$ の例



浮動小数点数の除算機構

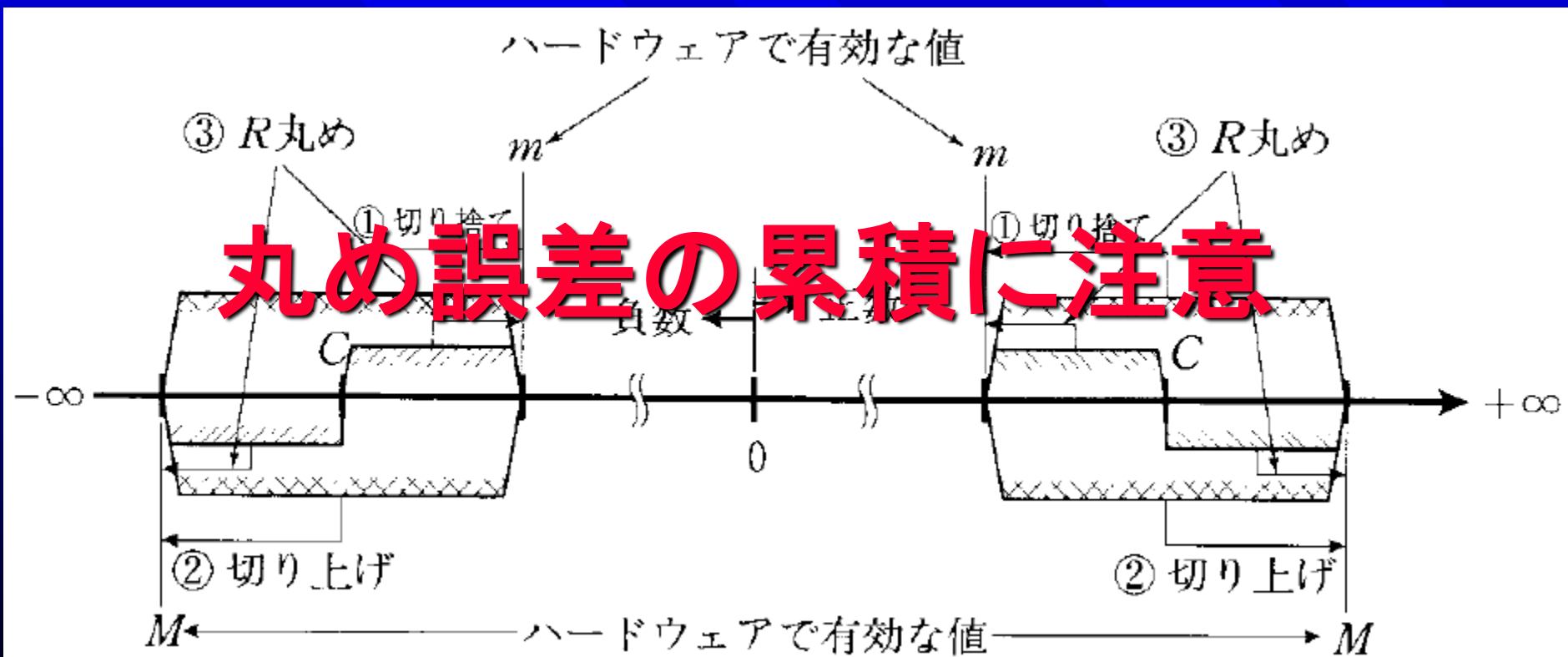
$$\begin{aligned} Z &= X \div Y \\ &= (P \times 2^p) \div (Q \times 2^q) \\ &= (P \div Q) \times 2^{p-q} \end{aligned}$$

指数部の減算器と仮数部の除算器とに分ければよい

乗算機構の該当部分を入れ替ええればよい。

演算結果の丸め

- ①切捨て: 常に絶対値の小さい m 側に近似する
- ②切り上げ: 常に絶対値の大きい M 側に近似する
- ③R丸め: m と M の中央値 C 未満は切り捨て、 C 以上は切り上げる



その他の演算装置

(1) 論理演算器

- ① 基本論理演算器
- ② 論理比較器

(2) シフト

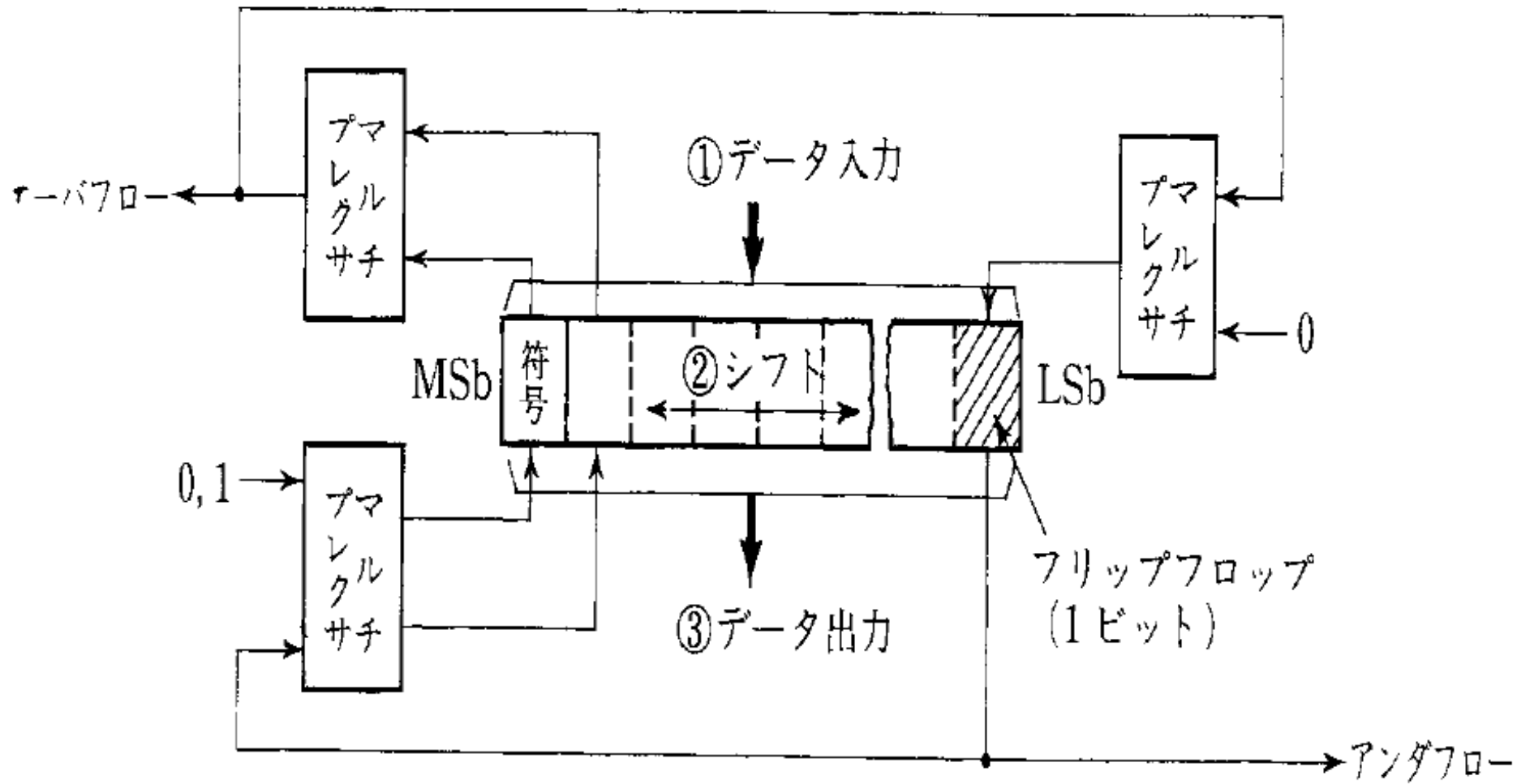
① シフトの機能

- ・ 算術シフト: 符号ビットを保存する
- ・ 論理シフト: すべてのビットをデータとみなす

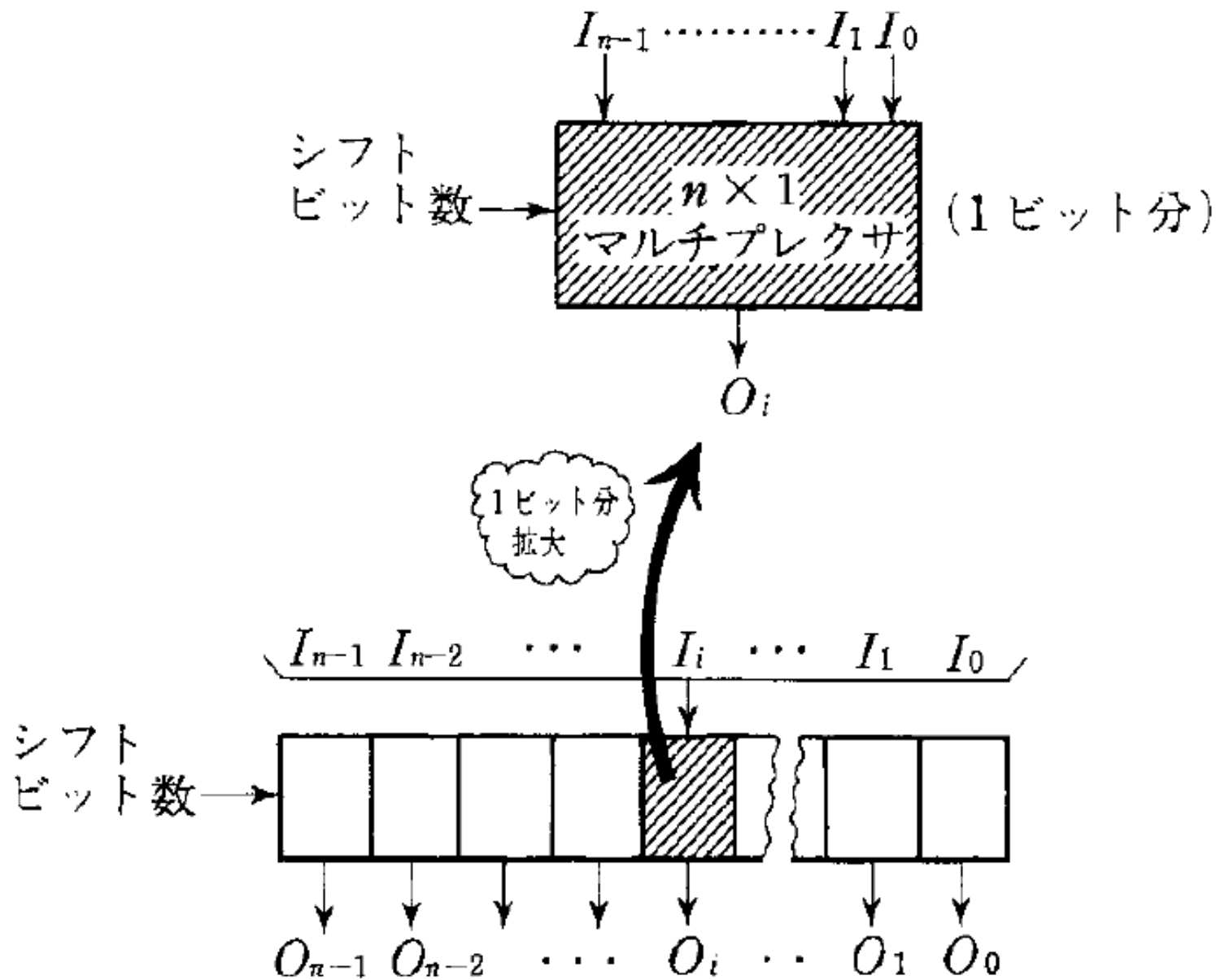
② 逐次シフト: FFを直列に連結して構成する

③ バレルシフト: シフト本体を組み合わせ回路で構成する

シフタの構成とその動作の基本サイクル



バレルシフタ



本日のまとめ

演算アーキテクチャー

-浮動小数点の算術演算装置-

- 加減算機構
- 乗算機構

その他の演算装置

- 論理演算器
- シフト

本日の課題

1. 浮動小数点数数算術演算装置の構成では、固定小数点数数算術演算装置と比較して何が余分に必要か？具体的に述べよ。
2. 浮動小数点数数算術演算における丸めについて説明し、その方式を列挙せよ。
3. 逐次シフタとバレルシフタとを演算アーキテクチャの観点から比較して説明せよ。