コンピュータ・サイエンス1

第6回
コンピュータでの情報の扱い方(2)

人間科学科コミュニケーション専攻
白銀 純子

第6回の内容

- コンピュータでの情報の扱い方(2)

前回の出席問題の解答

- 以下のa.～d.は、メインメモリの特徴か、それとも外部記憶装置の特徴かを答えなさい。
  a. CPUから直接読み書きできる
  b. 内臓タイプと外付けタイプの両方が存在する
  c. PCの電源を切っても、記憶したデータは消えない
  d. PCの電源を切ると、記憶したデータが消えてしまう

解答
メインメモリ: a, d
外部記憶装置: b, c

前回の質問の回答

??進数

- コンピュータ関係で最もよく出てくるn進数: 2進数, 16進数
  - 2進数・16進数ほどではないが、時々出てくる??進数: 8進数
- その他: 3進数, 4進数, 5進数, ...
  - 試験関係で時々見ることがあるかも

n進数の表現方法

- いろいろ種類があって「これでなくてはならない」というのはなし
  - $(数)_n$
  - $数_{(n)}$
  - 特定の文字をつける(10進数: 0d, 2進数: 0b, 16進数: 0x)
    - 10進数の2: 0d2
    - 2進数の10: 0b10
    - 16進数の2: 0x2
  - etc.

2進数で表現できる情報

- 数: 2進数で32桁または64桁
  - 32桁: -2147483648 ～ 2147483647
  - 64桁: -9223372036854775808～9223372036854775807
- 文字: 現状では最大2,147,438,648文字
  - 1文字に対する2進数の番号の割り当て方が様々あるが、中でも最も多くの文字を表現できる方法
  - 世界中の文字に重複なく番号を割り当てる方法
- 色: 16777216種類

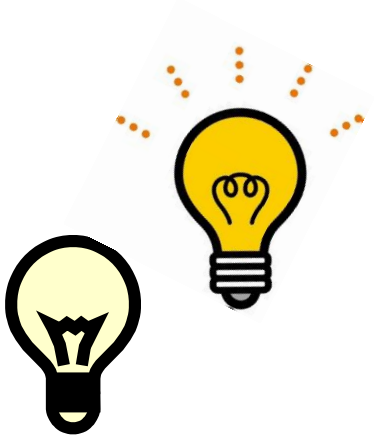
> ➢ 「この情報は??桁の2進数で表す」ということを決めてあらわしているので、こういう数
> ➢ 2進数の桁数を増やせば、もっと多くの種類を表現可能
> ➢ もっと多くの種類を表現できるようになっても、表現できる種類は有限
> (無限のものは表現できない)

Question!

コンピュータでの情報の扱い方

コンピュータの基本構成

- コンピュータは電気回路で構成
  - 電気回路: 電気が通ることで動作する様々な部品(電気素子)を電気を通す線で結んだもの
  - CPUなど、ほとんどの部品は電気回路で構成
- 様々な情報を電気で表す必要
  - 電気が伝えることができるのは、2種類の情報のみ ➡ 1と0で表す
    - 部品内に電気が通っている(電圧が高い) ➡ 1と表す
    - 部品内に電気が通っていない(電圧が低い) ➡ 0と表す



豆知識

電源マーク ⏻

- 0と1を組み合わせて作られたマーク
- 1つのボタンでON・OFFを切り替える場合は組み合わせ
- ONとOFFそれぞれボタンがある場合はONが1、OFFが0のボタン

コンピュータでの情報の扱い方[1](p. 2)

- コンピュータが扱える情報は「0」と「1」のみ
- 大量の「0」と「1」を組み合わせて情報を表現
  - 部品をたくさん用意して、それぞれに電気が通っている・いないの状況を組み合わせて情報を表現
  - それぞれの物事は、決まった個数の0と1で表現
    - 半角英数1文字: 8個
    - 全角1文字: 16個
    - etc.
- 様々な情報を「0」と「1」の形(ビット)に変換して記録
  - 数, 文字, 画像, 音声, etc.は、全てそれぞれの方法で0と1の並びに変換

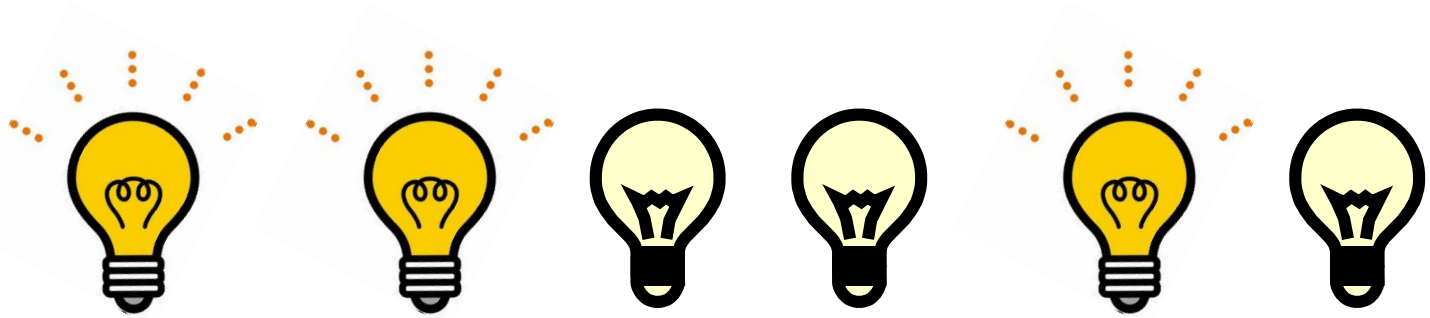
コンピュータでの情報の扱い方[2](p. 2)

- 数値は0と1の並びで表現
  - 数値を表す0と1の個数は、扱い方によっていくつか種類が存在

例えば…

「50」: 110010 ⟶

「100」: 1100100



- 1文字1文字は0と1の並びで表現

例えば…

アルファベットの「N」: 01001110

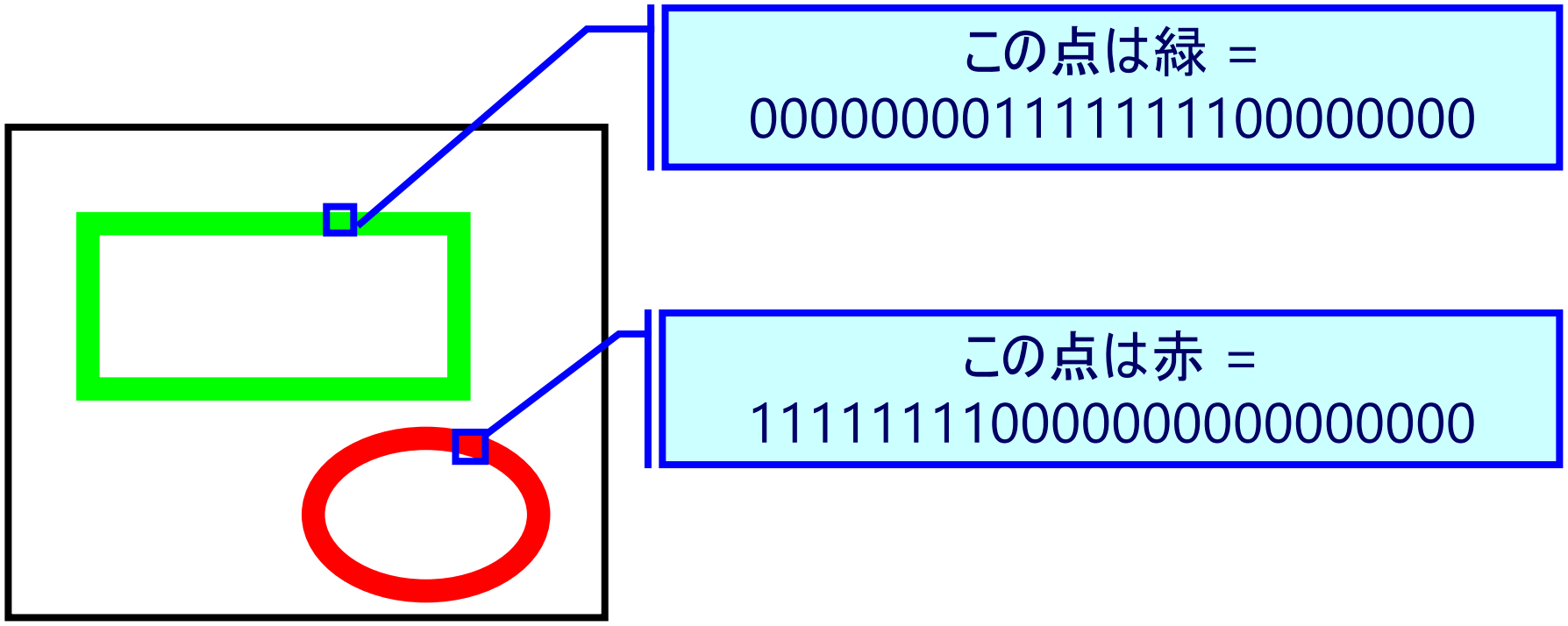
8個の0と1

日本語の「ん」: 1010010011110011

16個の0と1

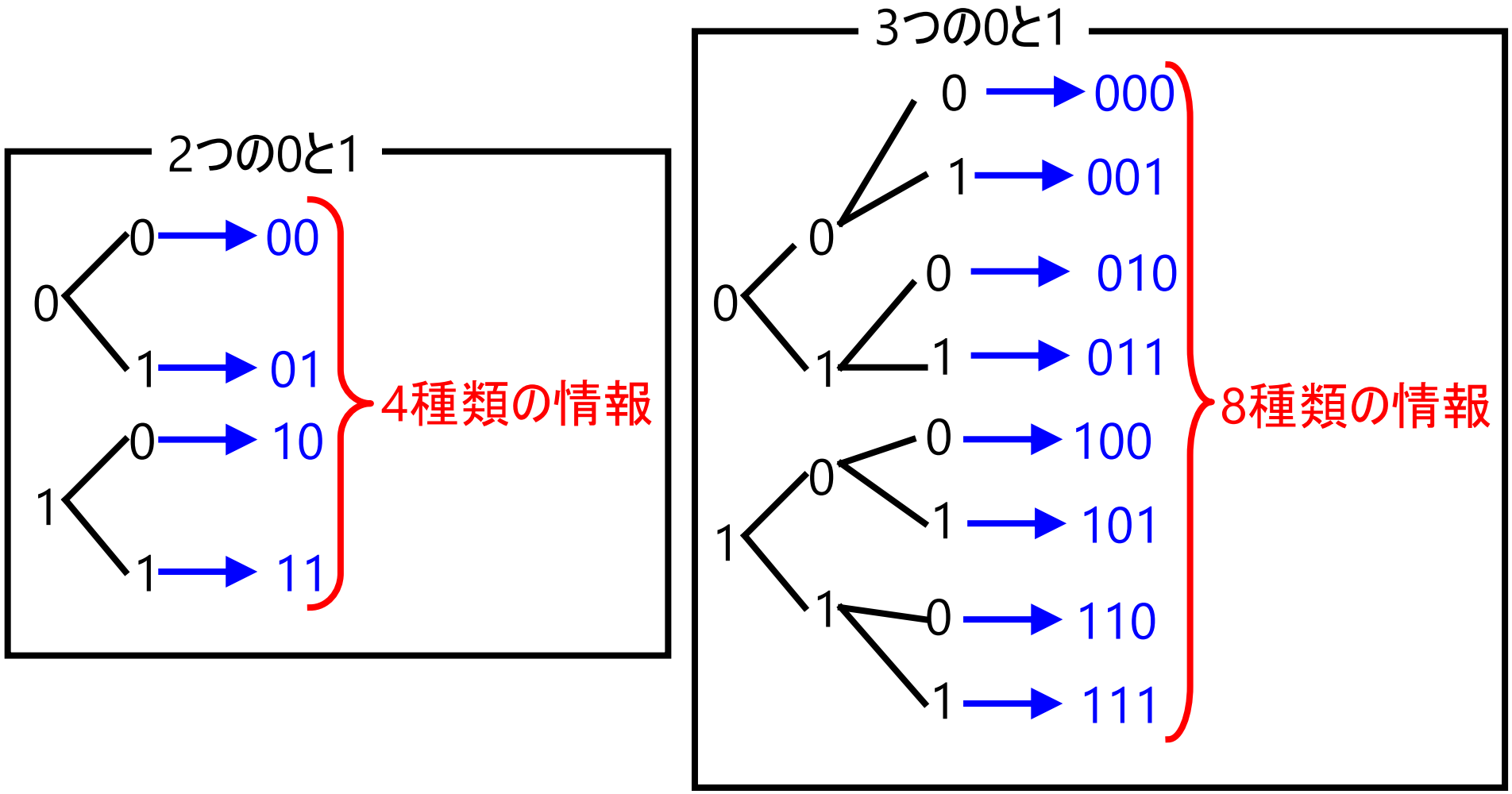
コンピュータでの情報の扱い方[3](p. 2)

- 画像は、コンピュータにとっては点の集まり
  - 1つ1つの点が何色かで絵を表現



ビット[1](p. 4)

- 0と1の組み合わせ



ビット[2](p. 4)

- 0と1の個数が1つ増えると、表現できる情報の種類は2倍に
  - 2個の「1」と「0」 → 4種類の情報
  - 3個の「1」と「0」 → 8種類の情報
  - n個の「1」と「0」→ 2^n種類の情報
    - 2^n: 2をn回掛け算する
      - 例: $2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$

組み合わせる「0」と「1」の数が多くなれば、
表現できる情報の種類も増える

ビット[3](p. 4)

- ビット: 情報を表現する1つ1つの「0」と「1」
  - コンピュータでの情報量の基本単位
  - 情報を表現する「0」と「1」の個数
- ビット列: 情報を表現する1つ1つの「0」と「1」の並び

例えば…

「50」: 110010 → 6 ビット

「100」: 1100100 → 7 ビット

アルファベットの「N」: 01001110 → 8 ビット

日本語の「ん」: 1010010011110011 → 16 ビット

情報をどうやって0と1で表す?[1]

- 原則: 個々の情報の内容はすべて同じビット数で表す
- 考え方: 何種類の情報の内容があるか? をもとに、ビット数を決める
  - nビットとすると、2^n個の情報の内容が表せる

Ex1. 1週間の朝食メニュー

洋食・和食・その他・なし、の4種類だった ➡ $2^2=4$なので、2ビットで表せる

00: 洋食, 01: 和食, 10: その他, 11: なし

※洋食は000、和食は01…のように違うビット数では表さないのが原則

そうすると、4/1～4/7の1週間の朝食メニューを表した文書は、コンピュータ的には…

00000100101110

各情報が2ビットなのはわかっているので、各日の朝食が何だったかは、2ビットずつで区切ればわかる

4/1: 洋食, 4/2: 洋食, 4/3: 和食, 4/4: 洋食, 4/5: その他, 4/6: なし, 4/7: その他

情報をどうやって0と1で表す?[2]

Ex1. 天気

晴れ・曇り・小雨・大雨・小雪・大雪、の6種類だった

- 2^2=4だと足りない
- 2^3=8だと足りる(使っていないビット列の番号があってもOK)

000: 晴れ, 001: 曇り, 010: 小雨, 011: 大雨, 100: 小雪, 101: 大雪

そうすると、ある日の関東(東京・神奈川・埼玉・千葉・群馬・茨城・栃木)の天気を表した文書は、コンピュータ的には... 100011011001001011010

各情報が3ビットなのはわかっているので、各県のある日の天気が何だったかは、3ビットずつで区切ればわかる

東京: 小雪, 神奈川: 大雨, 埼玉: 大雨, 千葉: 曇り, 群馬: 曇り, 茨城: 大雨, 栃木: 小雨

2進数[1](p. 4)

- n進数: 数をn個の文字で表す方法
  - 10進数: 数を10個の文字で表す方法(普段使っている数の表現方法)
    - 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9の10個の文字
  - 2進数: 数を2個の文字で表す方法
    - 0, 1の2個の文字

コンピュータ:「0」と「1」で全ての情報を表現

「2進数で情報を表現している」、と言える

2進数での情報の表現

- 数: 10進数⇔2進数の計算が可能
- 文字や色: 人間が番号を設定

数
- $(50)_{10} = (110010)_2$
- $(100)_{10} = (1100100)_2$

} 計算することが可能

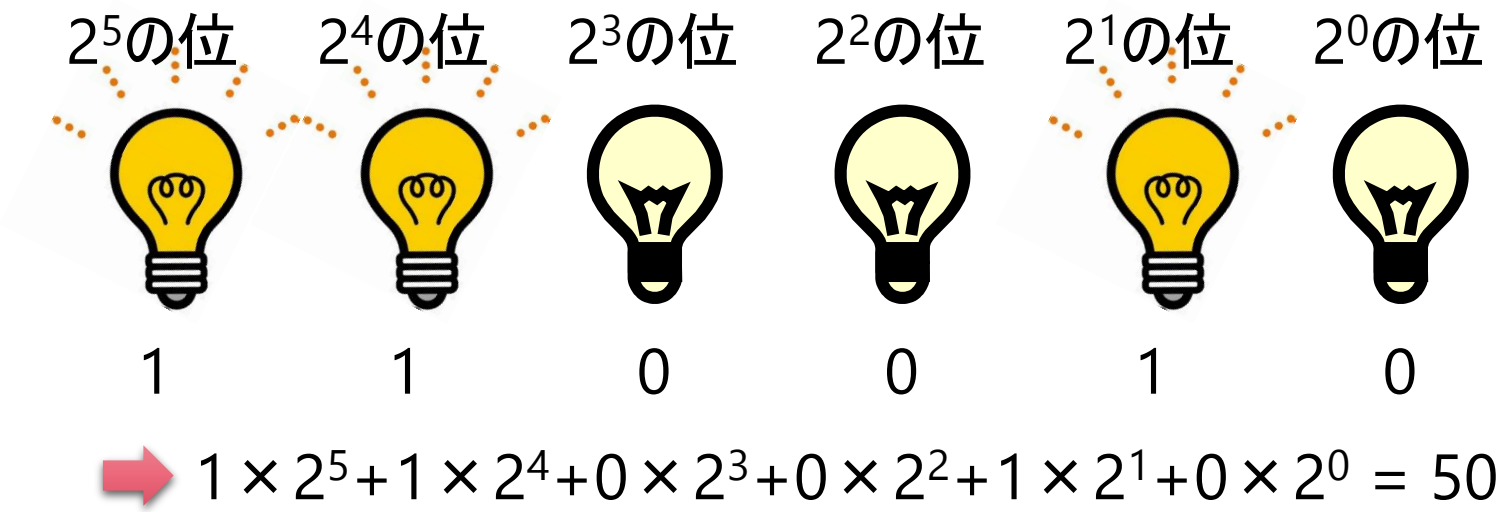
文字
- 半角アルファベットの「N」: 01001110
- 日本語の「ん」: 1010010011110011

色
- 赤: 11111111000000000000000
- 青: 00000000000000011111111

} 人間が番号のつけ方のルールを作成

数の考え方

- 電気を通す1つ1つの部品を、数の各桁と考える
  - ON(電気が通っている)の部品を1、OFF(電気が通っていない)の部品を0とする
  - 各桁は、2^0、2^1、2^2、…、2^nの位と呼ぶこととする
    - 1つの桁で表すことができる数は2個だから
    - ※10進数は、1つの桁で表すことができる数が10個(0～9)なので、10^nの位と呼ぶ
  - 各桁の数(0または1)と、その桁の位の数(2^n)をかけたものを足し合わせると、1つの数となる



$1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 50$

10進数を2進数に変換

- 10進数の数は、2進数の表現に直すことができる

2)10進数の数
2)　　商1・・・余り1
2)　　商2・・・余り2
　　.
　　.
　　.
2)　　商n-1・・・余りn-1
　　商n・・・余りn

1. 10進数の数を2で割って商1と余り1を計算する
2. 商1を2で割って商2と余り2を計算する
3. 商2を2で割って商3と余り3を計算する
4. ……

商が0になるまで繰り返す
※小数の計算はしない

余り1
余り2
.
.
.
余りn-1
余りn

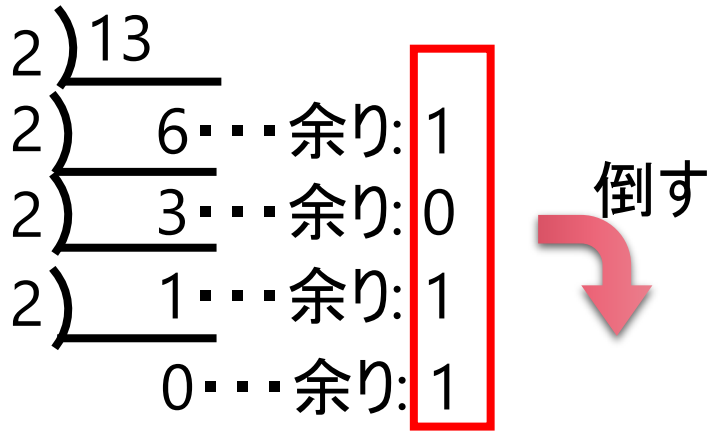
時計回りに倒す

余りn　余りn-1　・・・　余り2　余り1

余りを余りnから余り1の順に
左から並べたものが2進数

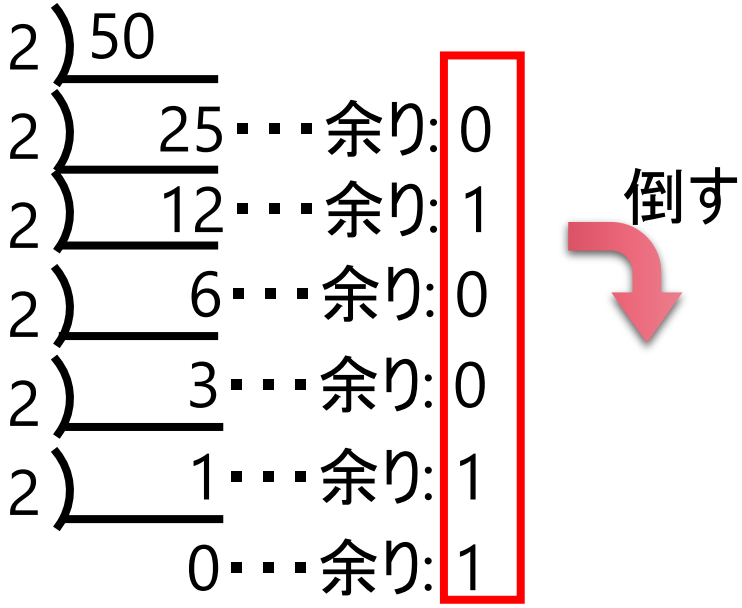
10進数を2進数に変換(例)

10進数の13を2進数に変換



$(13)_{10} = (1101)_2$

10進数の50を2進数に変換



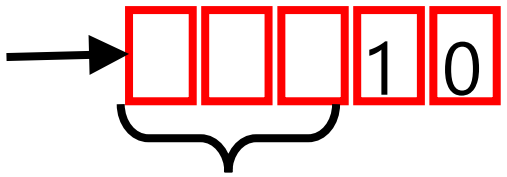
$(50)_{10} = (110010)_2$

2進数の桁数[1]

- コンピュータでは、2進数の各桁の0と1をそれぞれ箱に入れて扱うイメージ
  - 数はいくつの部品を使って表す、というように、部品の個数が固定されているため
  - 箱の数は32または64が多い

箱の数が5個のコンピュータだとすると... $(2)_{10} = (10)_2$

各桁を箱に入れると...
(各桁は右詰めで入れる)



箱が余ることもある!

➡ 余った箱には「0」を入れる

➢ つまり$(10)_2$を$(00010)_2$と表現する

コンピュータの世界で数を2進数で表現するとき:
数の左側に、足りない分だけ0をつけて表現する

※授業や書籍の説明、問題などでは32桁や64桁は書ききれないので、もっと短い桁数で扱う

2進数の桁数[2]

- コンピュータ関係の問題では、2進数の桁数を指定されることが多い
  - Ex. 10進数の50を8桁の2進数で表しなさい。

$(50)_{10} = (110010)_2$

➡ 答え: $(110010)_2$ ✖

もらえても△
(つまり、〇はもらえない)

なぜ? → 問題文に「8桁」と指定されているのに、6桁で答えているから

➡ 答え: $(00110010)_2$ 〇

桁数を気にしなければならない場面は多いので注意!

※問題文に桁数が書いていなければ気にしなくてOK

2進数を10進数に変換

- 単純に…
  1. 2進数の各桁の上にそれぞれ「2」を書く
  2. 1. で書いた「2」の右肩に、右から0, 1, 2, …と書いていく
     - 2^0, 2^1, 2^2, …ができていく

右から左に、0, 1, 2, …と番号をつける

1.

2	2	2	2	2	2
1	1	1	0	1	0

2.

2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
1	1	1	0	1	0

※2^n: 2をn回かけ算する

- Ex. 2^3: $2 \times 2 \times 2 = 8$

2進数を10進数に変換

- 単純に…

3. 各桁の上の「2^n」と、それぞれの桁の数をかけあわせる
4. 2. の結果を足し合わせる

2.

2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
1	1	1	0	1	0

3.

2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
×	×	×	×	×	×
1	1	1	0	1	0
=					
2^5	2^4	2^3	0	2^1	0

4.

2^5 2^4 2^3 0 2^1 0

足し合わせる

=

$2^5 + 2^4 + 2^3 + 0 + 2^1 + 0 = 58$

2進数を10進数に変換[4]

- 2^0～2^{10}の数は覚えておくと便利

2のべき乗	10進数	2進数
2^0	1	1
2^1	2	10
2^2	4	100
2^3	8	1000
2^4	16	10000
2^5	32	100000
2^6	64	1000000
2^7	128	10000000
2^8	256	100000000
2^9	512	1000000000
2^{10}	1024	10000000000

やってみよう![1]

1. 10進数の「25」を2進数に
2. 10進数の「500」を2進数に
3. 10進数の「255」を2進数に

ビット数も数えてみよう!

4. 10進数の「135」を10桁の2進数に
5. 10進数の「200」を12桁の2進数に
6. 2進数の「001010101010」を10進数に
7. 2進数の「01111000010」を10進数に
8. 2進数の「001000011001」を10進数に

※計算方法は、自分でやりやすい方法があれば、それを使って良い

Question!

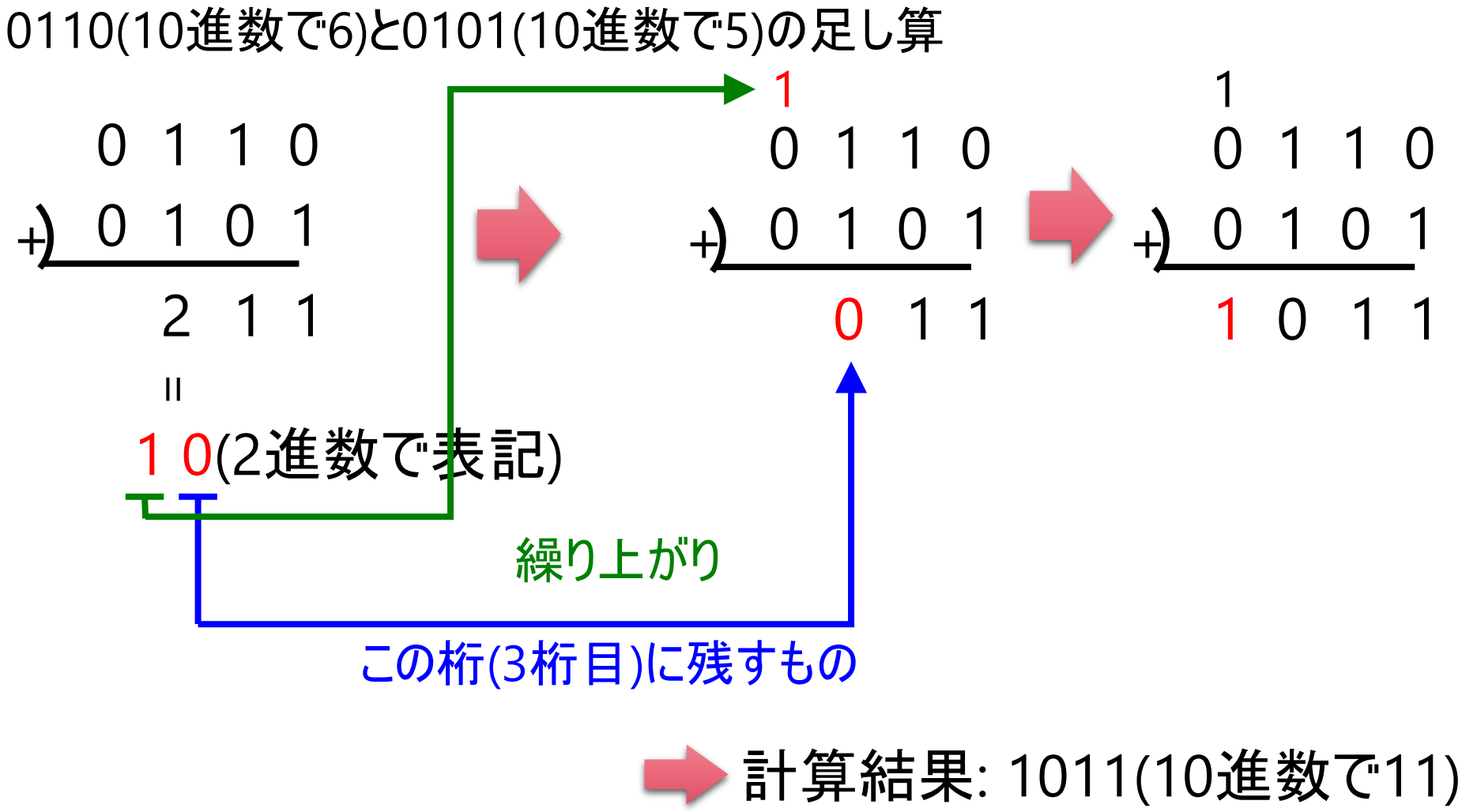
2進数での足し算

足し算をする方法[1](p. 6)

- 10進数での1桁の足し算
  - たくさん(10×10=100)のパターンが存在
  - 1+1, 1+2, 1+3, … 2+1, 2+2, 2+3, … … 8+6(繰り上がり1), 8+7(繰り上がり1), … …
- 2進数での1桁の足し算
  - 4通り
  - 足した結果が2になると繰り上がり1(2進数では10進数の2を「10」と表すため)
  - 0+0, 0+1, 1+0, 1+1(繰り上がり1)

足し算をする方法[2](p. 6)

- 基本的な2進数の足し算の方法は10進数と同じ



桁あふれ(オーバーフロー)[1]

- コンピュータでは数を表すビット数(2進数の桁数)は固定されている
  - 計算の結果、決まった桁数を超えると…?

Ex. 数を4ビット(4桁)で表す場合:
1110(10進数で14)と0101(10進数で5)の足し算

```
  1 1 1 0
+ 0 1 0 1
---------
1 0 0 1 1
```

桁あふれ(オーバーフロー)[2]

Ex. 数を4ビット(4桁)で表す場合

1110(10進数で14)と0101(10進数で5)の足し算

```
   1 1 1 0
+) 0 1 0 1
-----------
 1 0 0 1 1
```

5ビット目(5桁目, 決められた桁数を越えてしまった部分)

➡ 決められた桁数を越える = 2進数の各桁を入れる箱の数が足りなくなる

➡ 決められた桁数を越えた部分は無視される(捨てられてしまう)

```
 ✗ 0 0 1 1
```

無視される(捨てられる)

➡ 計算結果: 0011(10進数で3)

計算結果が決められた桁数を超えること:
桁あふれ(オーバーフロー)

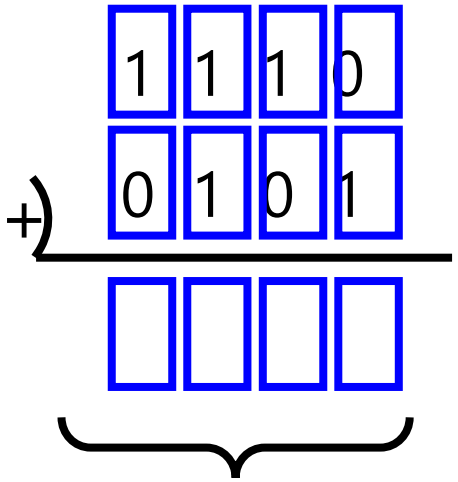
桁あふれ(オーバーフロー)の扱い[1]

- コンピュータでは、2進数の各桁を、1つずつ箱に入れて扱っている、というイメージ
  - 各桁を入れる箱の数に限りがある
    - Ex. 数を4ビットで表す ＝ 数を4桁で表す(2進数の各桁を入れる箱の数が4個)
  - どのような計算をしたとしても、箱の数は変更されない
    - 計算結果を入れるための箱は、計算に使う数と同じ個数しか用意されない
    - Ex. 数を4ビットで表すときに、$(1110 + 0101)_2$の計算結果も4ビットでしか表現できない (箱は4個しかない)

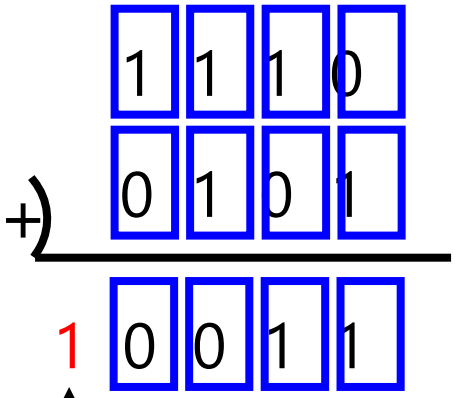
本来の計算結果(人間が自分の手で行った計算結果)とコンピュータが行った計算結果(Ex. 電卓などの計算結果)が違ってしまう現象

桁あふれ(オーバーフロー)の扱い[2]

- 2進数の各桁を入れる箱は、小さい桁(右の桁)の分から用意される



計算結果を入れるために
用意されている箱



計算の結果、5桁目に突入してしまった
but...
箱は4つしか用意されていない

5桁目は無視されるので計算結果は$(0011)_2$

やってみよう![2]

- 8ビットの数の足し算をし、結果を10進数で計算すること
(桁あふれも考えて結果を計算すること)
  1. 10101010 + 01010101
  2. 11110000 + 01000000
  3. 10010010 + 11001100
- 2進数10110を3倍した数を計算すること
(2009年度ITパスポート春期試験問題)

Question!

2進数の2^n倍と$1/2^n$

2進数×2^n

- 「2進数×2^n」の計算は簡単
  - 2進数の一番右に、n個分「0」をつけるだけ
    - 2^nは2進数で表現すると、$(10)_2$をn回掛け算した数だから

Ex:

$(101101)_2 \times (8)_{10}$

$=(101101)_2 \times (2^3)_{10}$

$=(101101)_2 \times (1000)_2$

$=101101000$

もとの2進数の一番右に3個「0」がついているだけ

2進数×2^n

- かけ算する2進数を小数で表現したとき、小数以下に「0」が並んでいる
  - 2^nを2進数にかけると、小数以下に並んでいた「0」が出てきて、もとの数がn個分左にずれる、というイメージ

「左にnビットシフトする」と呼ぶ

Ex:

$(101101)_2 \times (8)_{10}$

$=(101101)_2 \times (2^3)_{10}$

101101.000000000.....

1011010.00000000.....

10110100.0000000.....

101101000.000000.....

101101を左に3ビットシフトした数(小数点が移動しているだけ)

2進数÷2^n

- 「2進数÷2^n」の計算も簡単
  - 2進数の右からn桁分を小数部分にするだけ
  - 「2進数÷2^n」は2進数で表現すると、2進数を$(10)_2$でn回割り算した数だから

Ex:

$(111101)_2 \div (8)_{10}$

$=(111101)_2 \div (2^3)_{10}$

$=(111101)_2 \div (1000)_2$

$=111.101$

もとの2進数右から3桁分を小数部分にしただけ
(小数点が移動しているだけ)

2進数÷2^n

- 2^nで2進数を割ると、その2進数がn個分右にずれる、というイメージ

「右にnビットシフトする」と呼ぶ

Ex:

$(111101)_2 \div (8)_{10}$

$=(111101)_2 \div (2^3)_{10}$

111101

11110 .1

1111 .01

111 .101

111101を右に3ビットシフトした数

シフト算でもオーバーフロー

- オーバーフローが起こるのは…
  - 足し算
  - かけ算(左にシフトする計算)

かけ算の場合… Ex. 4ビットの数: $(1011)_2 \times (8)_{10}$

$$(1011)_2 \times (8)_{10} = (1011)_2 \times (2^3)_{10}$$
$$= (1011)_2 \times (1000)_2$$
$$= (1011000)_2$$

7ビット(7桁)になってしまった

but… 各桁を入れる箱は、小さい桁から4桁分

大きい桁(左の桁)から3桁分が無視されるので、計算結果は$(1000)_2$

やってみよう![3]

- 10010を左に4ビットシフトした数
- 11001を左に7ビットシフトした数
- 1110101を左に2ビットシフトした数
- 10100000を右に3ビットシフトした数
- 11010100000を右に5ビットシフトした数
- 10101000を右に2ビットシフトした数

※すべて2進数のままで良い

コンピュータでの情報量

バイト[1](p. 8)

- コンピュータでの情報量:
  情報を表現する「0」と「1」の数 ＝ ビット

コンピュータの世界では、「0」と「1」を8個単位で扱うことが多い

Ex.:
半角英数の文字: 8個の「0」と「1」で構成 (8個 × 1)
全角の文字: 16個の「0」と「1」で構成 (8個 × 2)
画像などの色: 24個の「0」と「1」で構成 (8個 × 3)

8ビットで1つの単位: バイト(byte)

バイト[2](p. 8)

- 1バイト(byte) = 8ビット(bit)
  - 半角英数1文字(8ビット): 1バイト
  - 全角1文字(16ビット): 2バイト
  - 画像などの色1つ(24ビット): 3バイト

バイト[3](p. 8)

- 現実世界: 1000で1つの単位
  - 1000: 1K (1000m = 1Km)
- コンピュータの世界では2^{10}で1つの単位
  - 1Kbyte(キロバイト, KB): 1024byte
  - 1Mbyte(メガバイト, MB): 1024Kbyte
  - 1Gbyte(ギガバイト, GB): 1024Mbyte
  - 1Tbyte(テラバイト, TB): 1024Gbyte

  便宜上、1KB = 1000byte, 1MB = 1000KB, etc. とすることもある

8進数と16進数

8進数と16進数[1]

- コンピュータでの情報: 2進数で扱われる

情報量が多くなると桁数が大きくなって、人間には扱いにくい

Ex.
アルファベットの「N」: 01001110 (8桁)
日本語の「ん」: 1010010011110011 (16桁)
赤色: 111111110000000000000000 (24桁)

人間にとっては扱いにくい
(コンピュータの制御を考えるときは、人間もコンピュータのように考える必要)

8進数&16進数

8進数と16進数[2]

- 8進数: 数を0～7の8つの数字で表現
- 16進数: 数を0～9とA～Fの16個の文字で表現
  - A: 10
  - B: 11
  - C: 12
  - D: 13
  - E: 14
  - F: 15

覚えよう!

※いろいろな試験で、電卓の持ち込みはできないので、
きちんと自分で計算できるようになろう!

8進数と16進数[3]

Ex.

アルファベットの「N」

2進数: 01001110

8進数: 116

16進数: 4E

日本語の「ん」:

2進数: 1010010011110011

8進数: 51163

16進数: 5273

赤色:

2進数: 11111111000000000000000

8進数: 77600000

16進数: FF0000

16進数

- 16進数が特によく使われる
  - コンピュータの世界では0～255の数値で表現されるものが多い

Ex. 色

- 色は赤・緑・青の濃淡を混ぜ合わせて表現する
- 赤・緑・青を0～255の256段階の濃淡を混ぜ合わせる

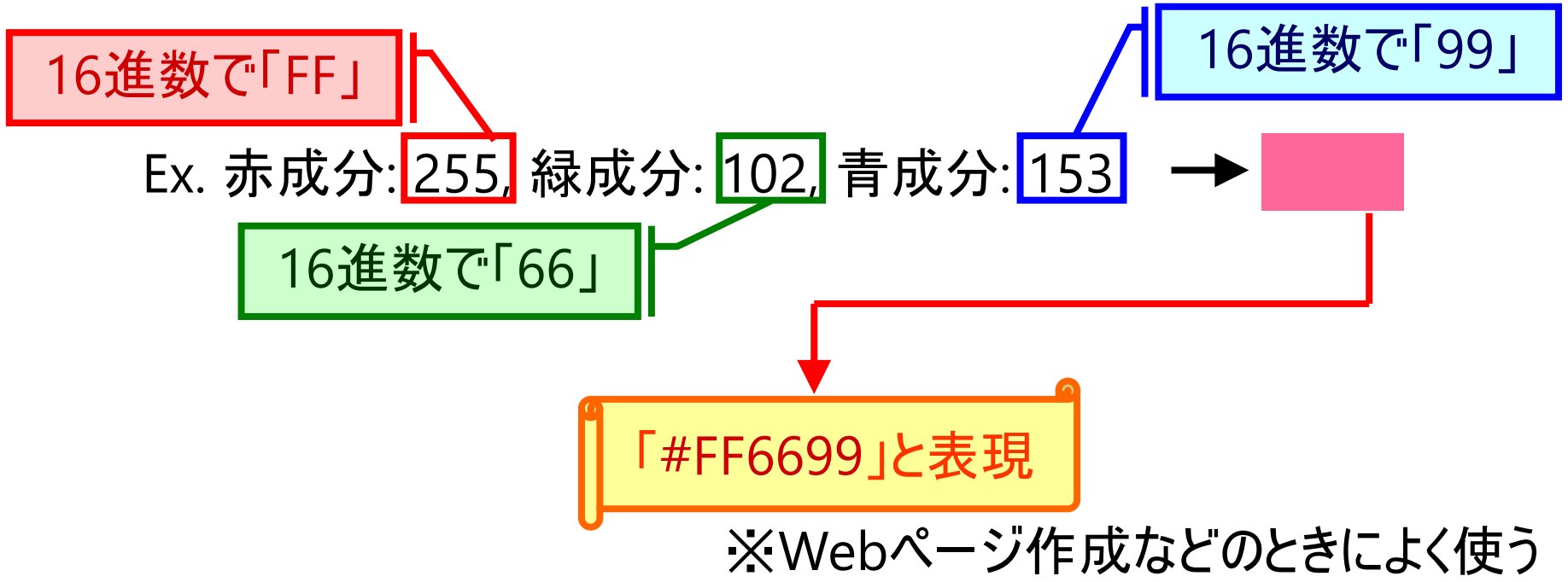
赤成分: 255, 緑成分: 102, 青成分: 153 →

0～255を16進数で表すと0～FFで、ちょうど2桁で表せる

※色のほかに、文字も16進数で表すことが多い
(半角英数: 16進数2桁, 全角: 16進数4桁)

16進数がよく使われる例

- 色の表現: 赤・緑・青の256段階の濃淡で表現
  - それぞれの濃淡の度合いを0～255の数値で表現
  - 濃淡の度合いの数値を16進数で表現
  - 16進数の数値を赤・緑・青の順に並べ、先頭に「#」をつけて色を表現(色の名前として利用)



※Webページ作成などのときによく使う

やってみよう!

- 授業の資料のページに行って…
  1. 「PECO STEP」のページに行く
  2. 「カラーコード」の入力欄に、16進数の色の名前を入力する
     - 色の名前は適当で良い(1文字目が「#」、2文字目以降が1～9とa～fの文字)
     - 色の名前のアルファベットは大文字でも小文字でも良い
  3. 下側の領域に、その色が表示される
     - R・G・Bの欄に、赤・緑・青の濃淡の10進数
     - 「色の見本」の欄に、2. で入力した色

※必要な色を探すときは、「色見本」などのキーワードで検索すると良い

10進数を16進数に変換

- 16進数を求める計算方法

1. 10進数の数を16で割って商1と余り1を計算する
2. 商1を16で割って商2と余り2を計算する
3. 商2を16で割って商3と余り3を計算する
4. ……

16) 10進数の数
16) 商1・・・余り1
16) 商2・・・余り2
.
.
16) .
商n・・・余りn

商が0になるまで繰り返す
小数の計算はしない

余り1
余り2
.
.
.
余りn-1
余りn

時計回りに倒す

余りn 余りn-1 . . . 余り2 余り1

余りを余りnから余り1の順に左から並べたものが16進数
(ただし10～15の余りは、A～Fに置き換えること)

10進数を16進数に変換(例)

10進数の255を16進数に変換

16)255
16)15・・・余り: 15
0・・・余り: 15

$(15)_{10} = (F)_{16}$

$(255)_{10} = (FF)_{16}$

10進数の2000を16進数に変換

16)2000
16)125・・・余り: 0
16)7・・・余り: 13
0・・・余り: 7

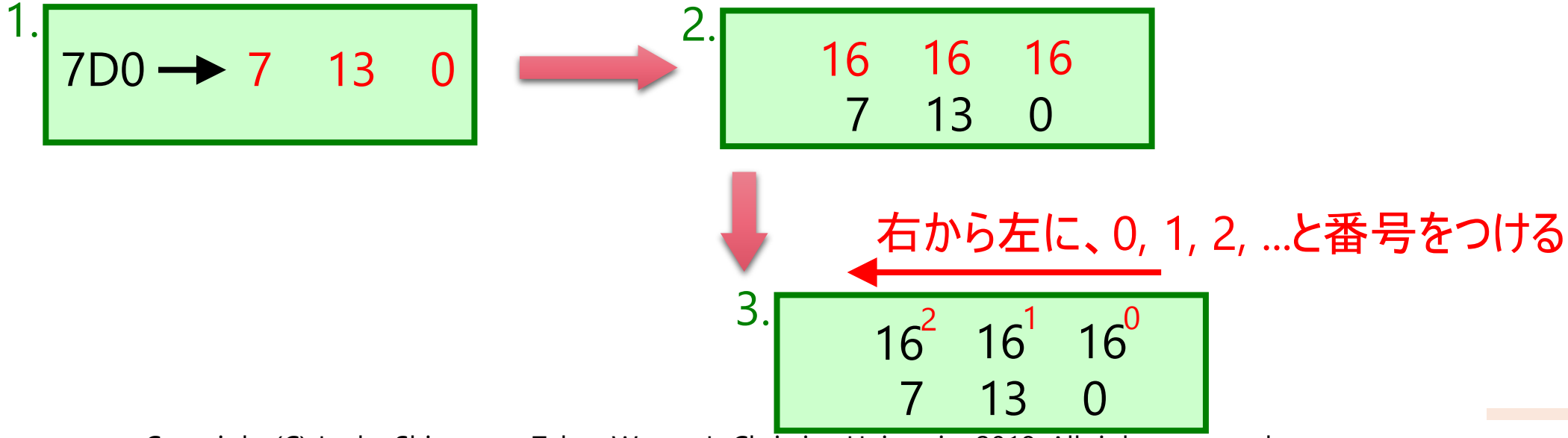
$(13)_{10} = (D)_{16}$

$(2000)_{10} = (7D0)_{16}$

 の方向に余りを並べる

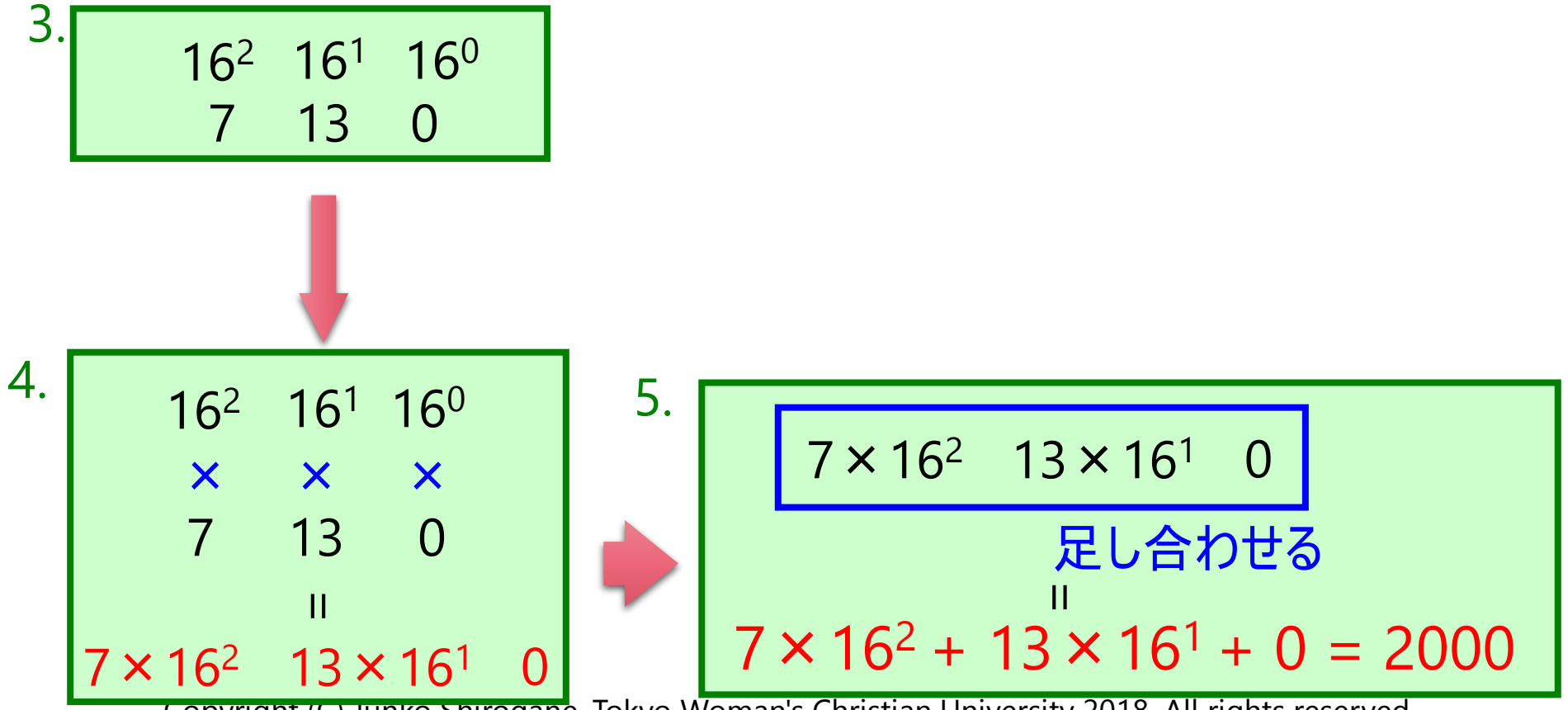
16進数を10進数に変換

- 16進数→10進数の変換
  1. アルファベットを10進数の数になおす
  2. 2進数の各桁の上にそれぞれ「16」を書く
  3. 1. で書いた「16」の右肩に、右から0, 1, 2, …と書いていく
  4. 16^0, 16^1, 16^2, …ができていく



16進数を10進数に変換

- 16進数→10進数の変換
  5. 各桁の上の「16^n」と、それぞれの桁の数をかけあわせる
  6. 2. の結果を足し合わせる



やってみよう[3]

1. 10進数の「240」を16進数に
2. 10進数の「3000」を16進数に
3. 10進数の「50000」を16進数に
4. 16進数の「64」を10進数に
5. 16進数の「FA0」を10進数に
6. 16進数の「4E20」を10進数に
7. 16進数の「A3」を10進数に
(2012年度ITパスポート秋季試験問題)