

情報の符号化

看護と情報 (2)

2024.4.19 N. Shinoda

N. Shinoda 2024



本回の概要

概要

今回は、現在使われているメディアのデジタル表現の基礎となり、高等学校の情報科の内容とほぼ重なる内容の復習を主とする。

目標

情報の符号化の視点で、基礎的なデジタル表現を理解する。

振り返り

[アンケート](#)



1. 二進数 (二元符号)

情報の符号化

情報のやりとり

文字 → 2進数 (二元符号) → 文字

画像 → 2進数 (二元符号) → 画像

音 → 2進数 (二元符号) → 音

動画 → 2進数 (二元符号) → 動画

二元符号とは

2種類の記号を使って何かを表す

0/1, 表/裏 など

アルファベットは26(52)元符号
(だいたい)

10進数の数え方	2進数の数え方	8ビットの2進数	ランプの点灯で示すと
0	0	00000000	●●●●●●●●
1	1	00000001	●●●●●●●●
2	10	00000010	●●●●●●●●
3	11	00000011	●●●●●●●●
4	100	00000100	●●●●●●●●
5	101	00000101	●●●●●●●●
6	110	00000110	●●●●●●●●
7	111	00000111	●●●●●●●●
8	1000	00001000	●●●●●●●●
9	1001	00001001	●●●●●●●●
10	1010	00001010	●●●●●●●●
11	1011	00001011	●●●●●●●●
12	1100	00001100	●●●●●●●●
⋮	⋮	⋮	⋮
99	01100011	00001111	●●●●●●●●
100	01100100	00010000	●●●●●●●●
101	01100101	00010001	●●●●●●●●
⋮	⋮	⋮	⋮
254	11111110	11111110	●●●●●●●●
255	11111111	11111111	●●●●●●●●
256	100000000		●●●●●●●●
257	100000001		●●●●●●●●
⋮	⋮		⋮

8ビットの2進数では11111111 (255)までしか数えられません。

ED2

1. 二進数 (二元符号)

2進数とn進数

2進数：0と1だけで数を表す方法

10進数：0から9の10種類の記号（文字）を使って数を表す方法

8進数：0から7の8種類の記号（文字）を使って数を表す方法

16進数：0から9とAからFの16種類の記号（文字）を使って数を表す方法

n進数とは数値 x が

$$x = \dots + a_3 \times n^3 + a_2 \times n^2 + a_1 \times n^1 + a_0 \times n^0 \quad (a_0, a_1, \dots < n)$$

であるとき、 $\dots a_3 a_2 a_1 a_0$ とする表記のこと

例)

$$10\text{進数 } 123_{(10)} = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^0 = 100 + 20 + 3 = 123_{(10)}$$

$$2\text{進数 } 1101_{(2)} = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 8 + 4 + 0 + 1 = 13_{(10)}$$



1. 二進数 (二元符号)

2 進数の整数

1 byte (バイト) (=8 bit (ビット)) で表現できる整数の範囲

$0000\ 0000_{(2)} \sim 1111\ 1111_{(2)}$

8桁の0と1の組合せは

$2^8 = 256_{(10)}$ 種類 (これを数値 $0 \sim 255_{(10)}$ または $-128_{(10)} \sim +127_{(10)}$ として表現する)

2 byte (=16 bit) では

$0000\ 0000\ 0000\ 0000_{(2)} \sim 1111\ 1111\ 1111\ 1111_{(2)}$

$2^{16} = 65,536_{(10)}$ ($0 \sim 65,535_{(10)}$ または $-32,768_{(10)} \sim +32,767_{(10)}$ として表現する)

※大きな数を表現するには多くの桁が必要

※本資料では、 $256_{(10)}$ は10進数での表記、 $1111\ 1111_{(2)}$ は2進数での表記を示す。



1. 二進数 (二元符号)

練習問題

問題1-1

以下の数値を10進数で表しなさい

$$0111\ 1110_{(2)} =$$

$$7E_{(16)} =$$

$$176_{(8)} =$$



2. 文字の表現

文字コード

「文字コード」

1文字に数値を1対1に対応させた時の数値を文字コードという。

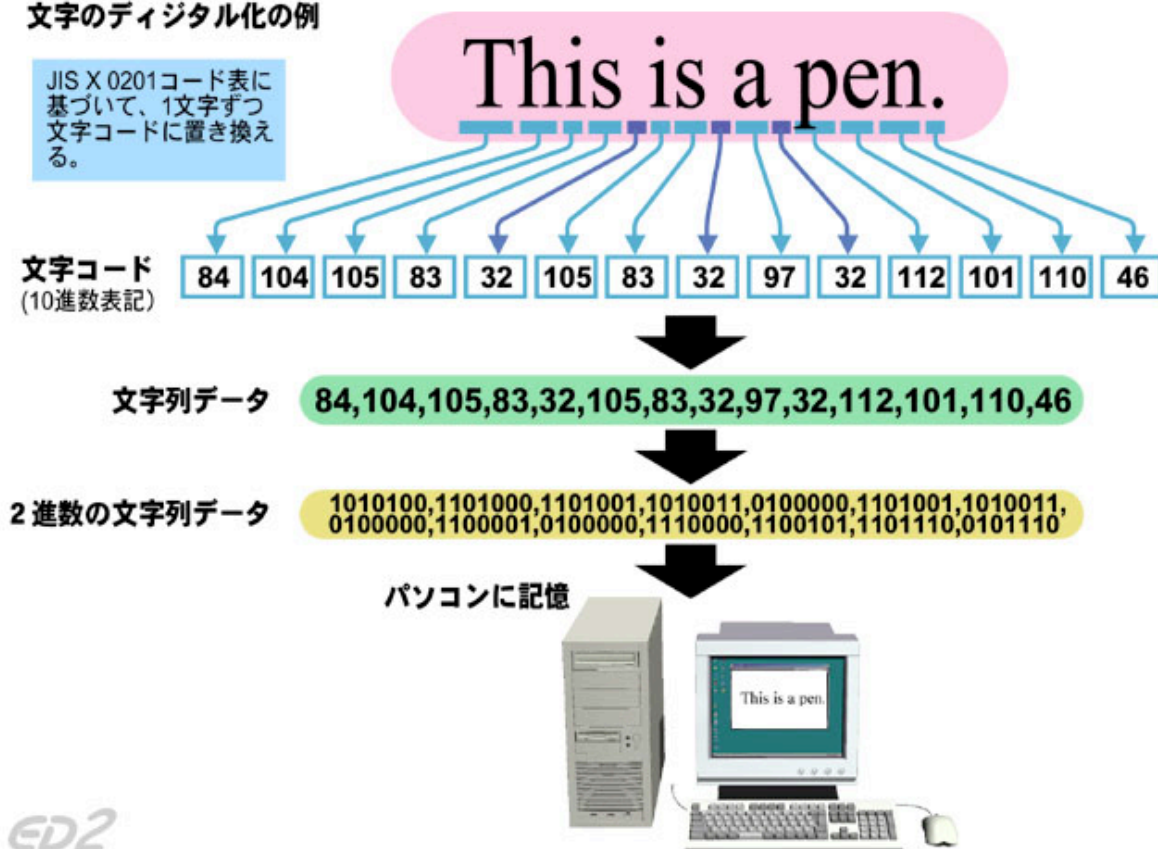
どの文をどの数値をと対応させるかは任意だが、共通させていないと共用できない。

「文字コード表」

利用する文字群を対応させた文字コードの表

文字のデジタル化の例

JIS X 0201コード表に基づいて、1文字ずつ文字コードに置き換える。



2. 文字の表現

文字コード表

JIS 8bit コード表 (=ASCIIコード+半角カタカナ等) = JIS X 0201コード表

※ JIS: 日本工業規格 (Japanese Industrial Standard)

※ ASCII: American Standard Code for Information Interchange

JIS 16bit コード表 (情報交換用として使われる)

漢字, 英数字, ひらがな, カタカナ, 記号等

shift JIS コード表: パソコンで古くから使われていた

euc コード表: ワークステーション等で使われていた

UNICODE 表: 全世界で使われている/いた文字を一つの表にする



2. 文字の表現

JIS8bit/ASCII コード

ASCII コードの例

文字 '0' = $00110000_{(2)} = 48_{(10)}$

文字 '1' = $00110001_{(2)} = 49_{(10)}$

文字 'A' = $01000001_{(2)} = 65_{(10)}$

文字 'a' = $01100001_{(2)} = 97_{(10)}$

文字 'P' = $01010000_{(2)}$

文字 'e' = $01100101_{(2)}$

文字 'n' = $01101110_{(2)}$

下位 \ 上位		10進	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
		16進	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F		
10進	16進	2進	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111		
0	0	0000	NUL	DLE		0	@	P	`	p	(未定義)	(未定義)		-	ク	ミ	(未定義)	(未定義)		
1	1	0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q					。	ア			チ	ム
2	2	0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r					「	イ			ツ	メ
3	3	0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s					」	ウ			テ	モ
4	4	0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t					、	エ			ト	ヤ
5	5	0101	ENQ	NAC	%	5	E	U	e	u					・	オ			ナ	ユ
6	6	0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v					ヲ	カ			ニ	ヨ
7	7	0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w					ア	キ			ヌ	ラ
8	8	1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x					イ	ク			ネ	リ
9	9	1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y					ウ	ケ			ノ	ル
10	A	1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z					エ	コ			ハ	レ
11	B	1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{					オ	サ			ヒ	ロ
12	C	1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|					ヤ	シ			フ	ワ
13	D	1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}					ユ	ス			ハ	ソ
14	E	1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~					ヨ	セ			ホ	タ
15	F	1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL					ッ	ソ			マ	ナ



2. 文字の表現

表の読み方

大文字 'A' の文字コードは：

二進数の上位4桁=0100

二進数の下位4桁=0001

$$0100\ 0001_{(2)} = 2^6 + 2^0 = 65_{(10)}$$

16進数の上位1桁=4

16進数の下位1桁=1

$$41_{(16)} = 4 \times 16^1 + 1 \times 16^0 = 65_{(10)}$$

※0,1行目は「**制御文字**」 (後述)

		上位	10進																																																															
		16進	0				1				2				3				4				5				6				7				8				9				A				B				C				D				E				F			
10進	16進	2進	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111																																																
0	0	0000	NUL	DLE			@	P	`	p	(未定義)																																																							
1	1	0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q																																																								
2	2	0010	SIX	DC2	"	2	B	R	b	r																																																								
3	3	0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s																																																								
4	4	0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t																																																								
5	5	0101	ENQ	NAC	%	5	E	U	e	u																																																								
6	6	0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v																																																								
7	7	0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w																																																								
8	8	1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x																																																							
9	9	1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y																																																							
10	A	1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z																																																								
11	B	1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{																																																							
12	C	1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|																																																								
13	D	1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}																																																							
14	E	1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~																																																								
15	F	1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL																																																								



2. 文字の表現

練習問題

問題2-1

Fukushima の文字コードを10進数, 16進数, 2進数で表しなさい。

問題2-2

ASCII文字の大文字と小文字を交換したい。文字コードとして扱う方法を説明しなさい。

		上位		下位																
		10進	16進	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
10進	16進	2進	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111		
0	0	0000	NUL	DLE		0	@	P	`	p	(未定義)	(未定義)		-	ク	ミ	(未定義)	(未定義)		
1	1	0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q					。	ア			チ	ム
2	2	0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r					「	イ			ツ	メ
3	3	0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s					」	ウ			テ	モ
4	4	0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t					、	エ			ト	ヤ
5	5	0101	ENQ	NAC	%	5	E	U	e	u					・	オ			ナ	ユ
6	6	0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v					ヲ	カ			ニ	ヨ
7	7	0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w					ア	キ			ヌ	ラ
8	8	1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x					イ	ク			ネ	リ
9	9	1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y					ウ	ケ			ノ	ル
10	A	1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z					エ	コ			ハ	レ
11	B	1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{					オ	サ			ヒ	ロ
12	C	1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|					ヤ	シ			フ	ワ
13	D	1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}					ユ	ス			ハ	ソ
14	E	1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~					ヨ	セ			ホ	ッ
15	F	1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL					ツ	ゾ			マ	°



3. 音の表現

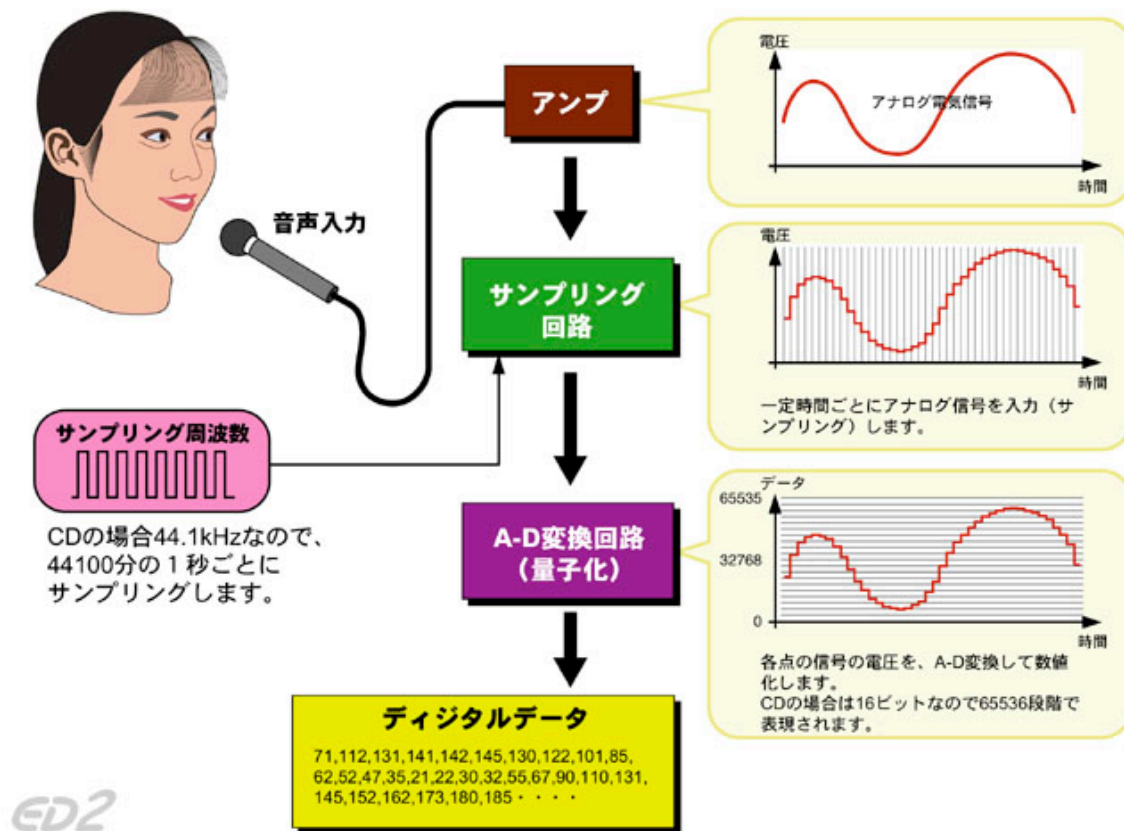
音の大きさを表現した数値の列
サンプリング音 (ADPCM 等)
音の大きさを数値で表現

用語

サンプリング: 時間軸の離散化

量子化: 電圧軸の離散化

※「空気振動」を数値として表現している。



ED2

3. 音の表現

音楽CDの例

サンプリング：44,100回/秒

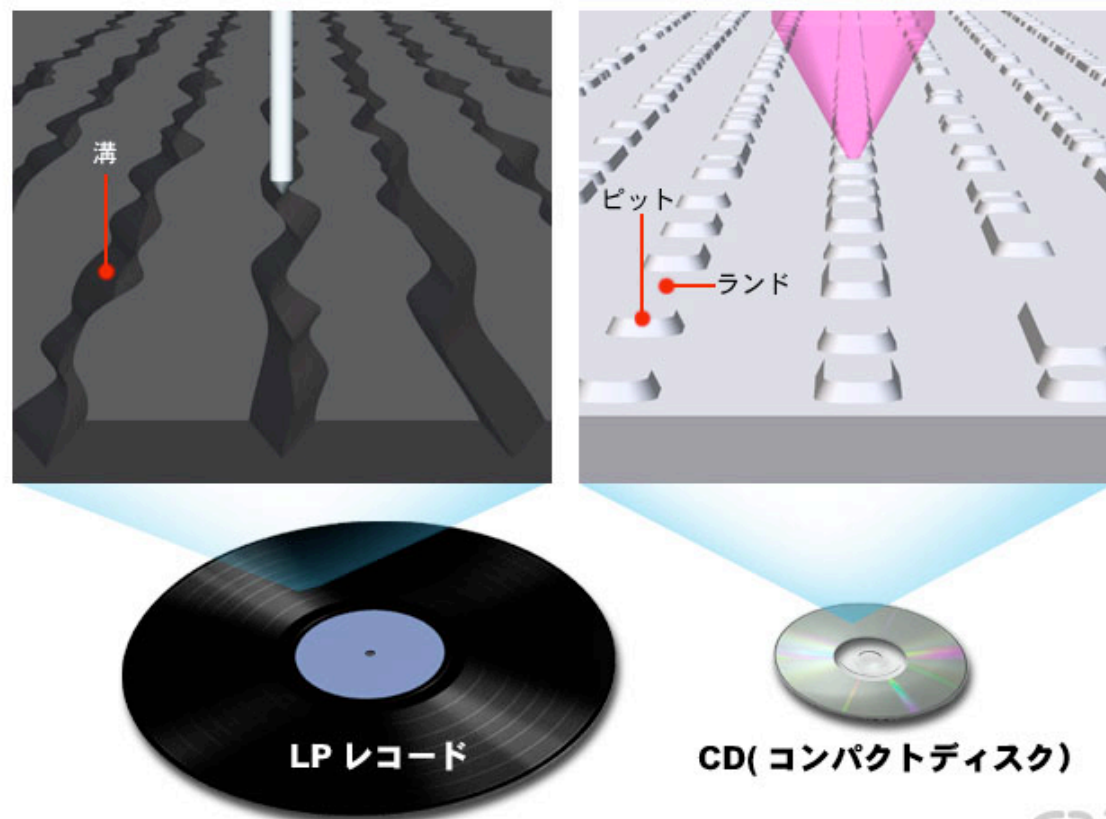
周波数で表現すると 44.1KHz

量子化：16bit（2進数16桁）

サンプリングの定理

44.1KHzでサンプリングした音を再生すると、22.05KHzの高さの音まで正確に再生できる。

人間が音として聞こえる空気振動の範囲は15Hz~20KHz程度（個人差はある）なので、音楽CDで正確に再生できる音の範囲は、人間の可聴範囲の音域を含んでいる。



ED2



3. 音の表現

楽譜の表現

音そのものではなく「音楽」を符号化する表現する方法（MIDIなど）

楽器の種類，音符の長さ，音の大きさ等を数値で表現する。

※サンプリングした音よりもデータ量としては少なくなる。



1

練習問題

問題3-1

物理現象としての音とは何か。音の「大きさ」と「高さ」について説明しなさい。

問題3-2

人間の感覚としての音について、物理現象との関連を含め説明しなさい。

問題3-3

「犬笛」とは何か、その特徴、発する周波数との関係も含めて説明しなさい。



4. 画像の表現

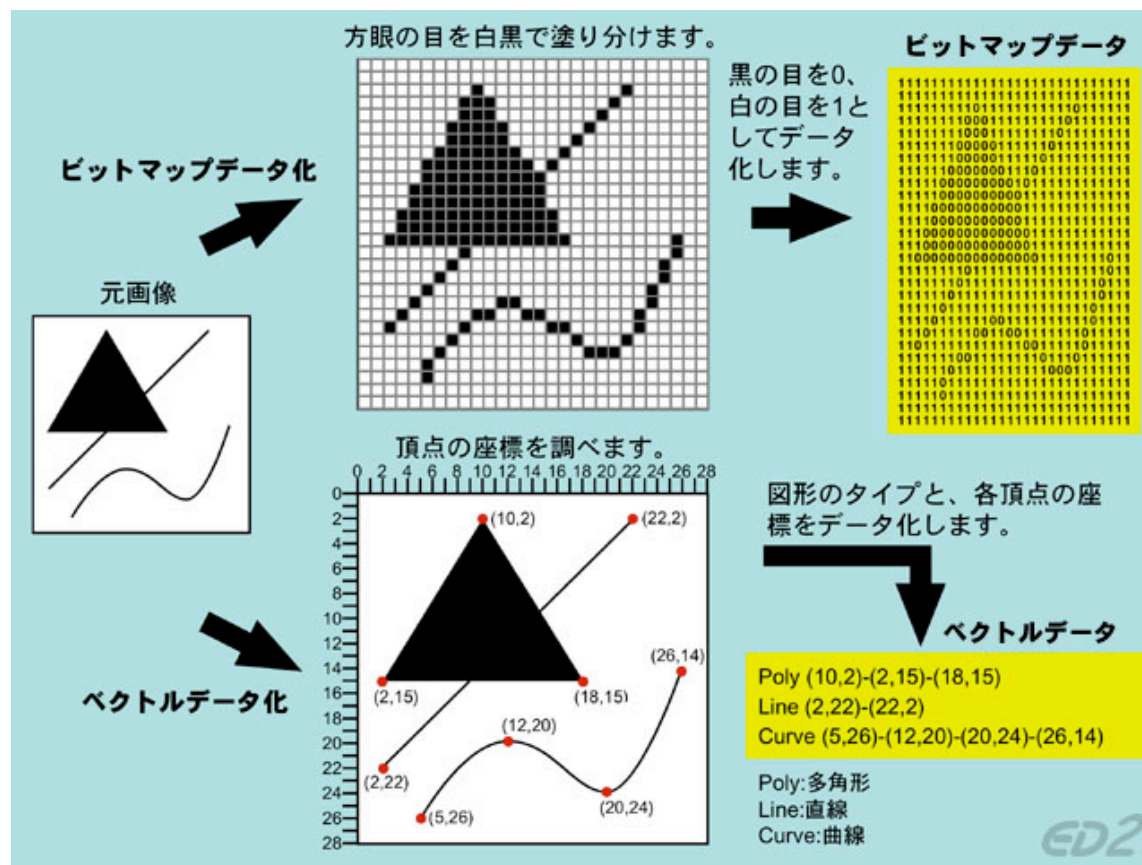
ビットマップ画像とベクトル画像

ビットマップ画像

画像を画素（色の点/ドット/dot）の集合として表す。

ベクトル画像

座標、線、面の種類、色、模様等の集合として表す。



4. 画像の表現

色の表現

1 **ドット(dot:画素)**の情報

R, G, B の明るさを各256段階(=8bit)で表現

1画面 = $1,024 \times 768 = 786,432$ dot とすると、

= $786,432 \times 3 = 2,359,296$ byte 必要

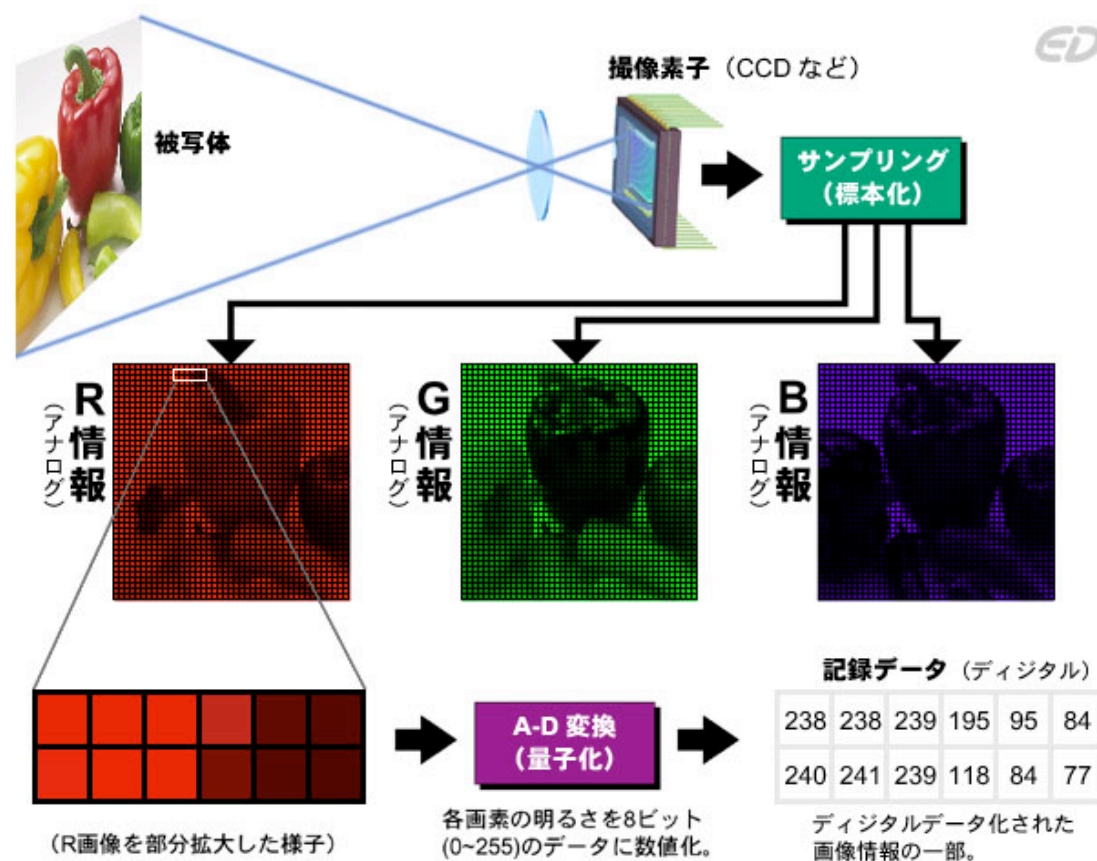
例) あるコンピュータの画面は

$1,920 \times 1,080 = 2,073,600$ dot

= $2,073,600 \times 3 = 6,220,800$ byte

= 約6M byte (6MB)

実際には情報を「**圧縮**」することが多い (可逆／非可逆) (後述)



4. 画像の表現

練習問題

問題4-1

「ビットマップ画像」と「ベクトル画像」の違い、用途、長所短所について説明しなさい。

問題4-2

「ビットマップ・ディスプレイ」とは何か説明しなさい。



4. 画像編集の例

以下のWebページを開き，画像編集の操作について体験する。
ブラウザは Chrome または FireFox を推奨。

<https://ij.imjoy.io/>

サンプルファイル（下のリンクを開き，画像を右クリックしてダウンロード）

<http://isl.sss.fukushima-u.ac.jp/local-icons/Tatsu-05.jpg>



5. メディアと情報の量

各メディアから発せられる・受け取る情報量


文字 1文字2 byte とすると
10文字/秒 = 20 byte/秒

音 1データ 2 byte とすると
44,100データ/秒
= 88,200 byte/秒


画像 1ドット 3 byte とすると
1画像 = 1,240×960 ドット
= 1,190,400 ドット
= 3,571,200 byte

※30 画像/秒 = 107,136,000 byte/秒

静止画 (圧縮なし)




画像の大きさが720×480ドットとすると、全体のドット数は345,600ドット。1ドットごとに3バイトのデータ量なので、画像のデータ量は1,036,800バイト=約1Mバイト。




CD-ROM1枚に約650枚記録可能。

動画 (圧縮なし)

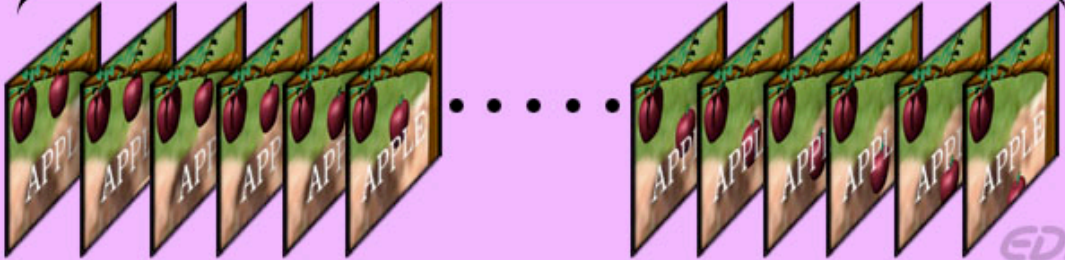


データ量が1Mバイトのフレームを、毎秒30フレームのスピードで表示すると、1秒あたりのデータ量は30Mバイトにもなります。



CD-ROM1枚に約21秒記録可能。

毎秒30フレーム



ED2

5. 情報量の単位

情報量の単位と補助表現

- ・情報量の最小単位は bit (ビット)
 - ・1 bit は二進数の一相当
- ・処理の最小単位は byte (バイト)
 - ・1 byte は 8 bit。2進数8桁分
- ・補助単位は 1,024倍ごとに名付けられる (1,000=10³倍で計算する場合もある)
 - ・1K (Kilo:キロ) バイト = 1,024 byte
 - ・1M (Mega:メガ) バイト = 1,024 キロ byte
 - ・1G (Giga:ギガ) バイト = 1,024 メガ byte
 - ・1T (Tera:テラ) バイト = 1,024 ギガ byte
 - ・1E (Exa:エクサ) バイト = 1,024 テラ byte
 - ・1P (Peta:ペタ) バイト = 1,024 エクサ byte



5. 情報量の単位

情報量の単位と補助表現

接頭辞	記	10^n	日本読み
Kilo	K	10^3	1千
Mega	M	10^6	100万
Giga	G	10^9	10億
Tera	T	10^{12}	1兆
Peta	P	10^{15}	1000兆
Exa	E	10^{18}	100京
Zeta	Z	10^{21}	10垓 (がい)

接頭辞	記号	10^n
mili	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
ato	a	10^{-18}
zepto	z	10^{-21}

SI接頭辞 (一部)



画像の出典

情報機器と情報社会の仕組み素材集（火曜の会）

<https://jnk4.sakura.ne.jp/www/jyouhou-kiki/>

