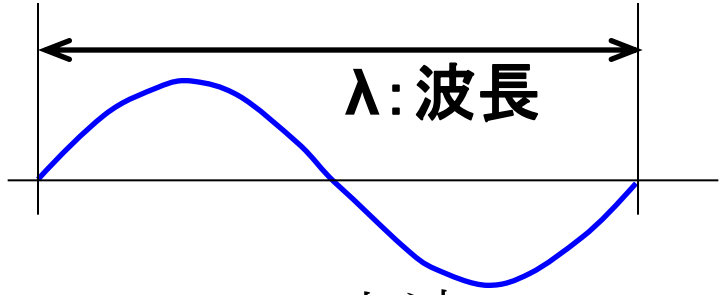


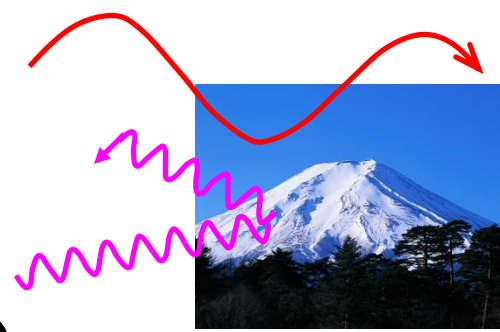
光



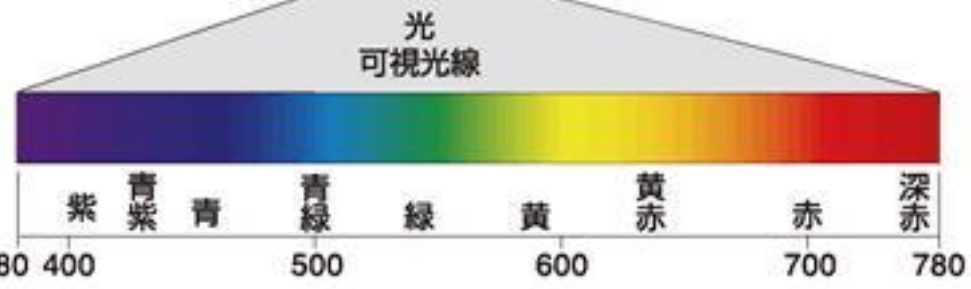
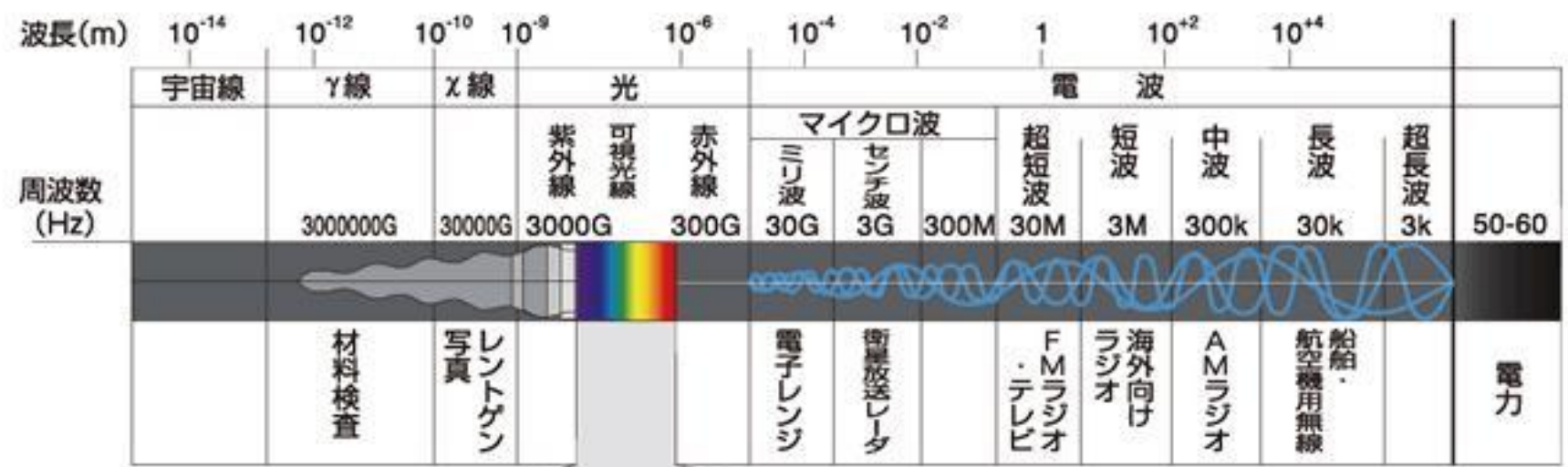
周波数 $f = \frac{\text{光速 } c}{\text{波長 } \lambda}$

AMラジオ
山も越える

FMラジオ
エリアが狭い

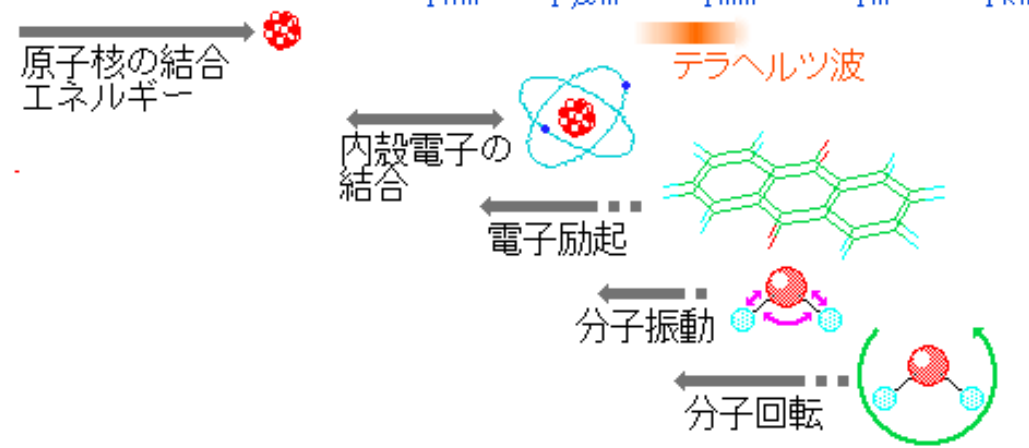
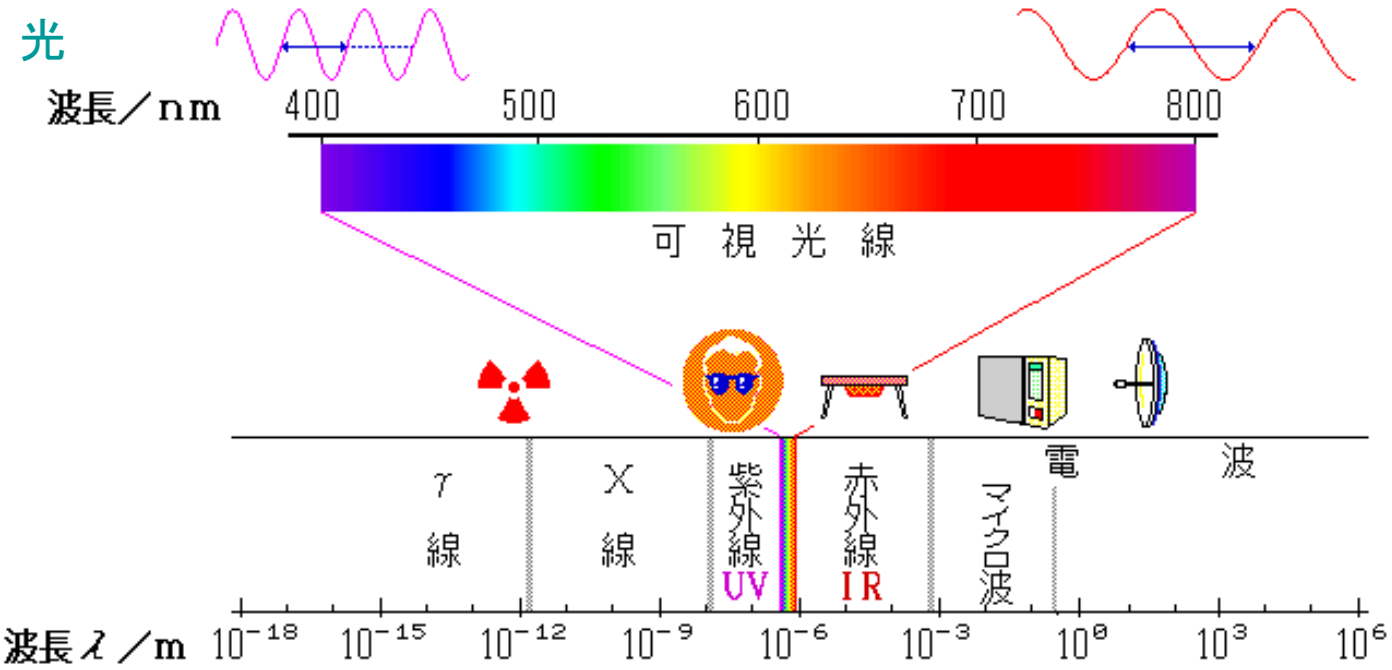


電磁波のスペクトル



富士川以東: 50Hz
以西: 60Hz

光



大 ← エネルギー 小

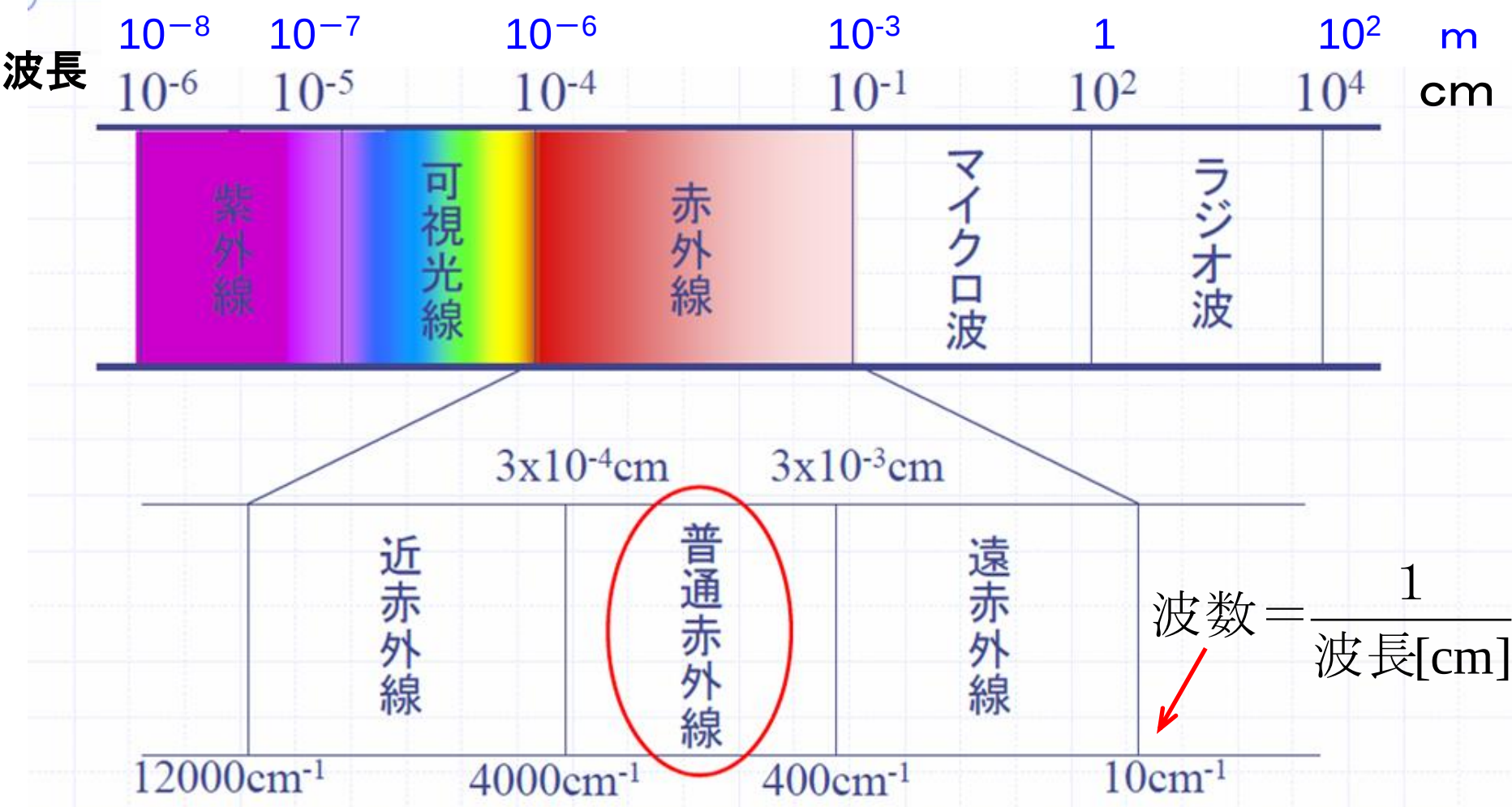
$E = h\nu = hc / \lambda$

電磁波（光）の波長とエネルギー

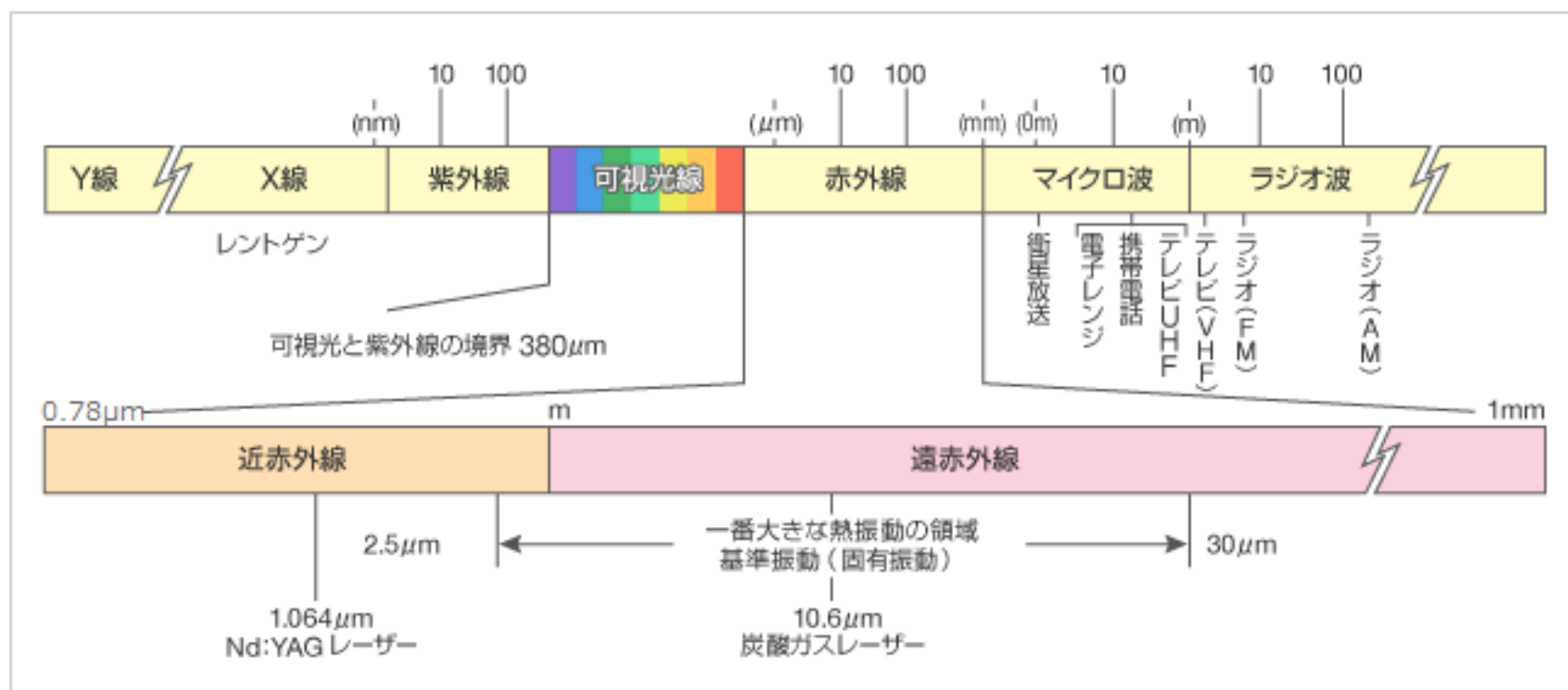
m	ミリ	10^{-3}
c	センチ	10^{-2}
d	デシ	10^{-1}
da	デカ	10
h	ヘクト	10^2
k	キロ	10^3
M	メガ	10^6
G	ギガ	10^9
T	テラ	10^{12}

キロキロとヘクトデカけたメートル
がデシに追われてセンチミリミリ

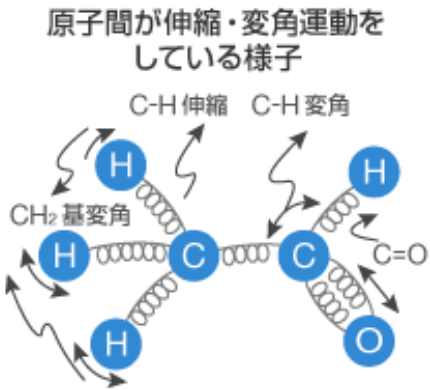
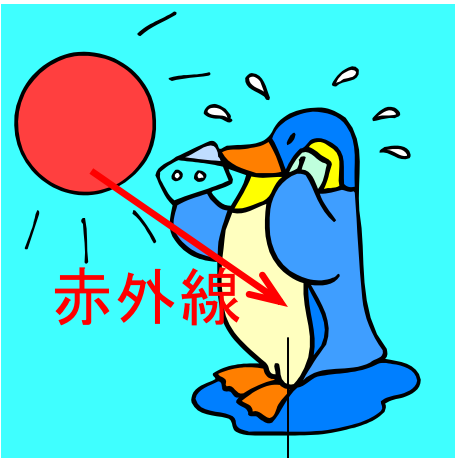
IRスペクトルの測定範囲



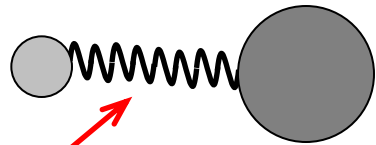
IRスペクトル : 400 ~ 4000 cm^{-1} 付近の吸収を観察
カイザー



出典: http://www.jeh-center.org/infrared_genri.html

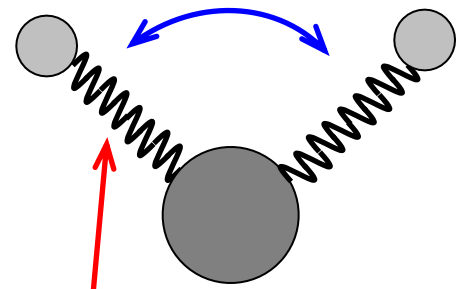


伸縮振動



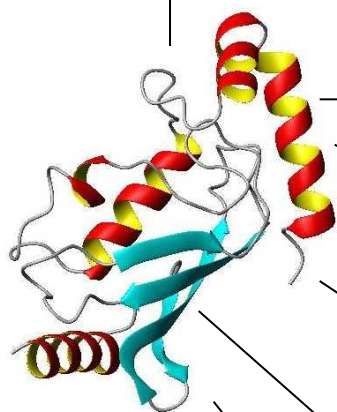
赤外線

変角振動

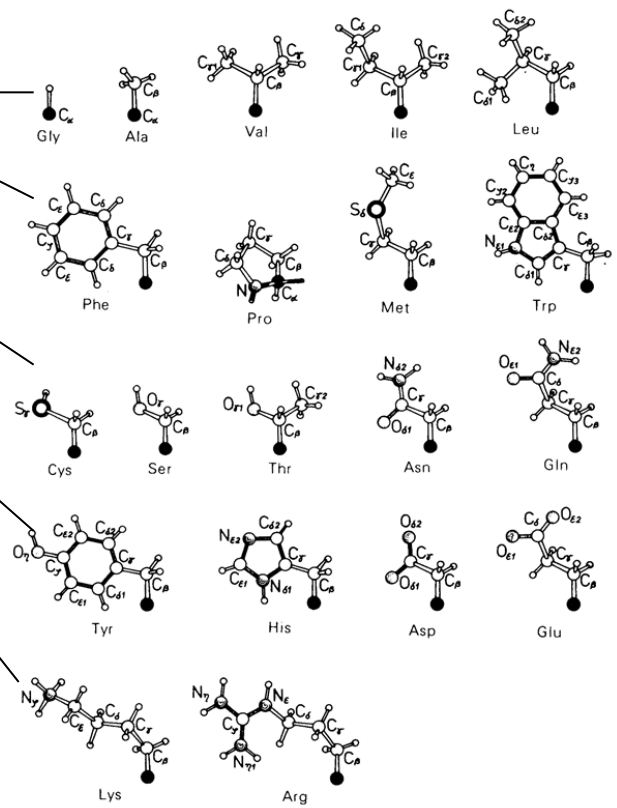


赤外線

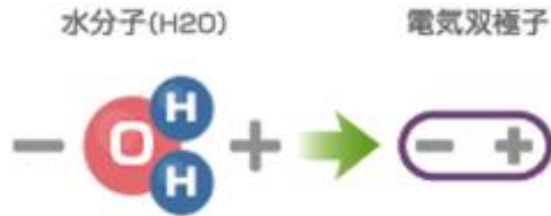
アミノ酸



タンパク質



電子レンジが食品を温める原理

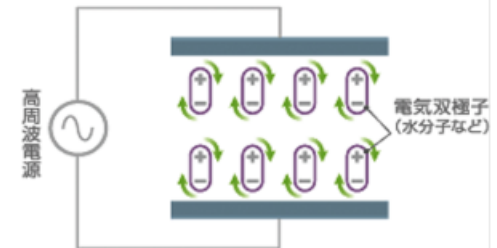


水分子(H₂O)は“く”の字型に曲がっている
ので、電荷の分布がプラスとマイナスに偏り、
全体では電気双極子となっている。

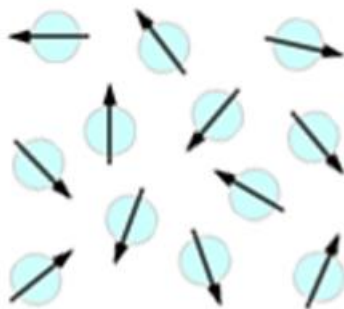
電子レンジなど
電波をあてると・・・

電界（+と-）が交互
に変化！⇒水の向きが
変わる（振動する）

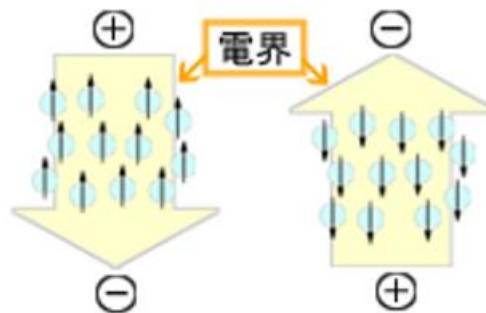
●誘電加熱の原理



高周波の電界を加えると、電界が交互に変化するたびに、
水分子(電気双極子)は反転し、摩擦によって熱が発生する。



外部電界がない場合

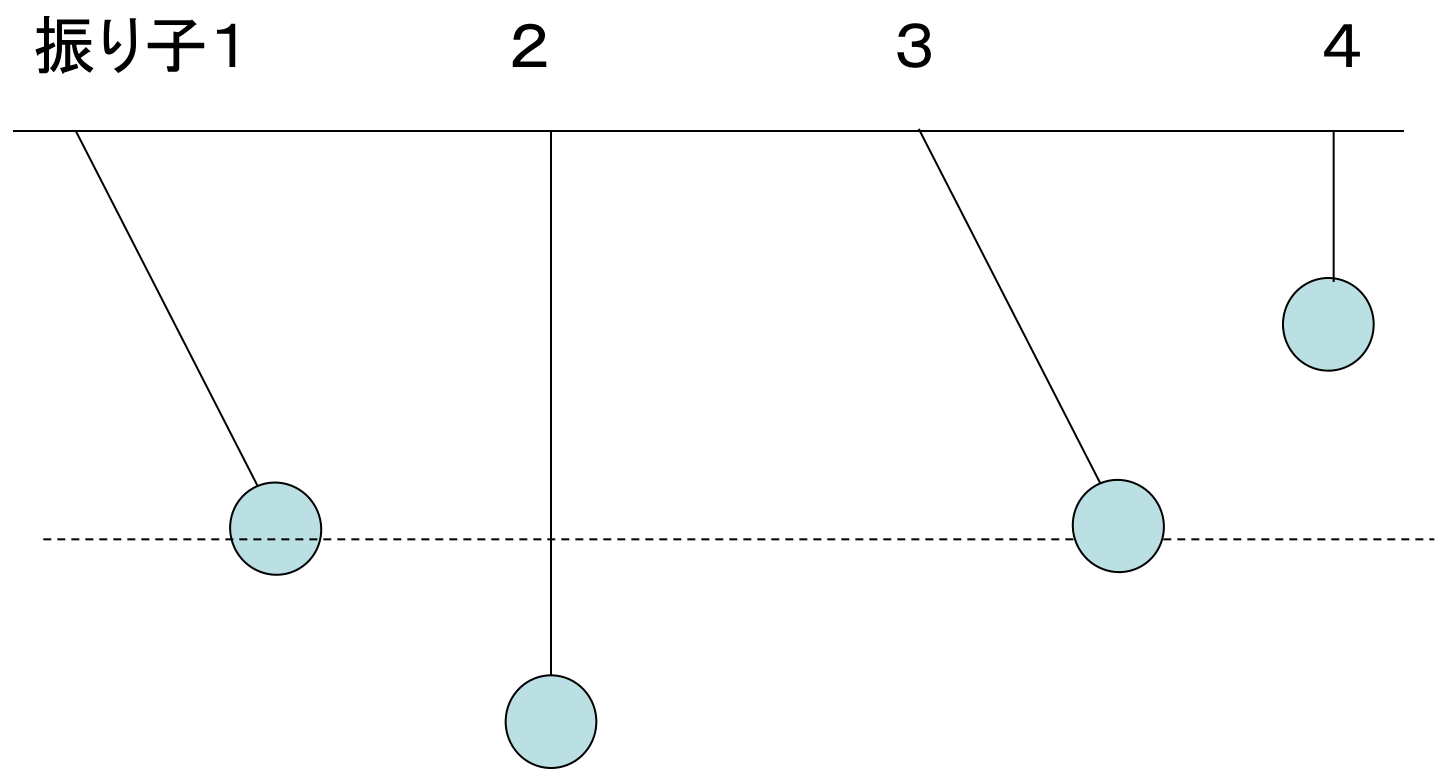


外部電界がある場合

周波数が2450MHz
1秒間に24億5000万回も
プラスとマイナスが入れ替わ
ります。

共振、共鳴とは？

同じ紐にぶら下がっている振り子1が振動すると
2～4のどの振り子が振動始めるか？



振り子が短いほど速く振動する(振動数大)
長いほどゆっくり振動する(振動数小)

← 固有振動数

フックの法則より

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}}$$

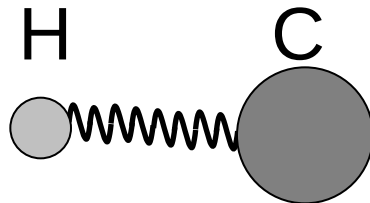
換算質量 μ

$$\tilde{\nu}: (\text{波数}) = \nu (\text{振動数}) / c (\text{光速})$$

$$= 1/\lambda (\text{波長})$$

k : 結合の強さ

m_1, m_2 : 構成原子の質量



温室ガスの吸収エネルギーの計算例

- 1) 水(H₂O)の分子の酸素原子と水素原子(O-H)の原子間結合の振動
- 2) メタン(CH₄)の分子の炭素原子と水素原子(C-H)の原子間結合の振動
- 3) 二酸化炭素(CO₂)の炭素原子と酸素原子(C=O)の原子間結合の振動

$$\tilde{\nu} = \nu / C = (k / \mu)^{1/2} / (2\pi C)$$

$$\tilde{\nu} (\text{cm}^{-1}) = 4.11979 \cdot (k / \mu)^{1/2} \quad (\text{ここで } k: \text{N/m, 換算質量 } \mu: \text{kg/mol})$$

$$k = 5.9 \times 10^{-2} (\mu \cdot \tilde{\nu}^2)$$

$$E = h\nu = h \cdot C \cdot \tilde{\nu} = 6.625 \times 10^{-34} (\text{J} \cdot \text{s}) \times (3 \times 10^{10}) (\text{cm/s}) \times \tilde{\nu} (\text{cm}^{-1}) = 1.9875 \times 10^{-23} \tilde{\nu}$$

$$E_{\text{mol}} = A_0 \cdot E = 0.01196475 \cdot n (\text{kJ/mol}) \quad \text{ここで } A_0 = 6.02 \times 10^{23} (\text{アボガドロ数})$$

分子の種類と振動のタイプ	原子間結合	換算質量 $\mu(\text{kg/mol})$	波数 $n \text{ cm}^{-1}$	結合定数 $k (\text{N/m})$	吸収エネルギー $E_{\text{mol}}(\text{kJ/mol})$
H ₂ O(逆対称伸縮振動)	O-H	0.000948	3756	789	44.939
H ₂ O(全対称伸縮振動)	O-H	0.000948	3657	748	43.755
CH ₄ (伸縮振動)	C-H	0.00093	3000	493	35.894
CO ₂ (逆対称伸縮振動)	C=O	0.00686	2349	2234	28.105

注) CO₂には全対称伸縮振動(波数1333cm⁻¹)の振動もあるが双極子モーメントは変化せず赤外不活性のため除外

出典: http://sciencetips.web.fc2.com/onshitsu_gas.html

主な吸収

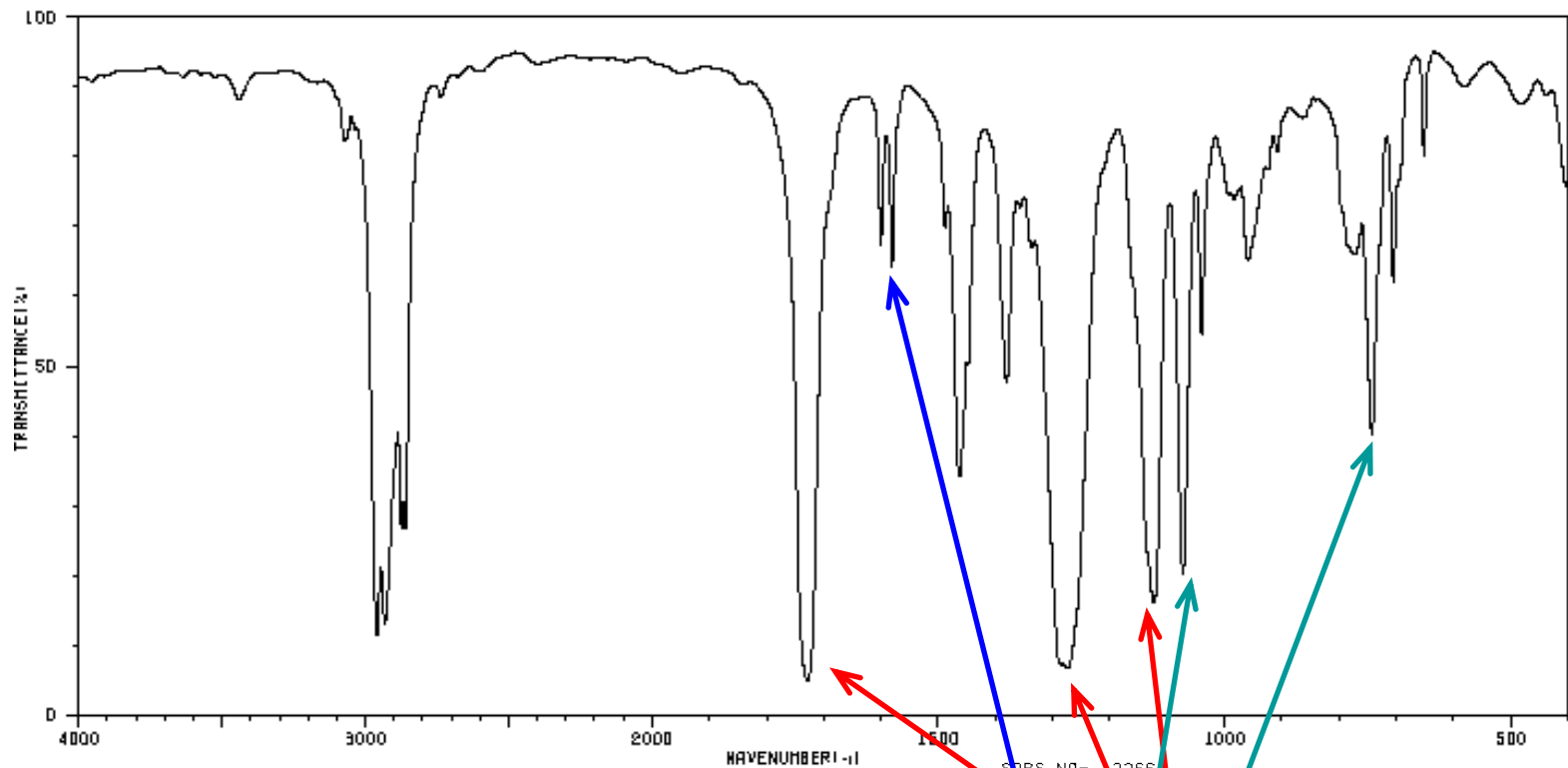
2000 cm^{-1} 以上: 水素結合の伸縮振動

2000～1300 cm^{-1} : 多重結合 (C,N,O,S,P) の伸縮振動

1300～900 cm^{-1} : 指紋領域の一部、他の領域で推定された吸収の確認

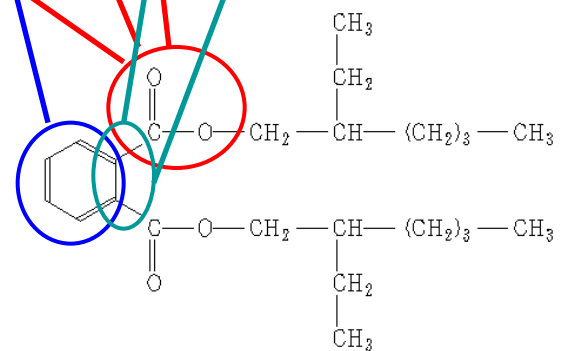
900～650 cm^{-1} : C-Xの伸縮振動、C-H やC-N、芳香族環の隣接Hの変角振動

HIT-NO=1809	SCORE= ()	SDBS-NO=2266	IR-NIDA-70741 : LIQUID FILM
BIS(2-ETHYLHEXYL) PHTHALATE			
$C_{24}H_{36}O_4$			



3441	84	1729	4	1288	7	969	62	696	74
3069	79	1600	64	1280	6	908	77	652	77
2959	11	1581	62	1274	6	863	81	582	66
2932	12	1488	66	1123	16	784	64	483	84
2874	25	1463	33	1073	19	772	64		
2861	26	1448	47	1040	52	743	38		
2737	84	1381	46	984	70	706	60		

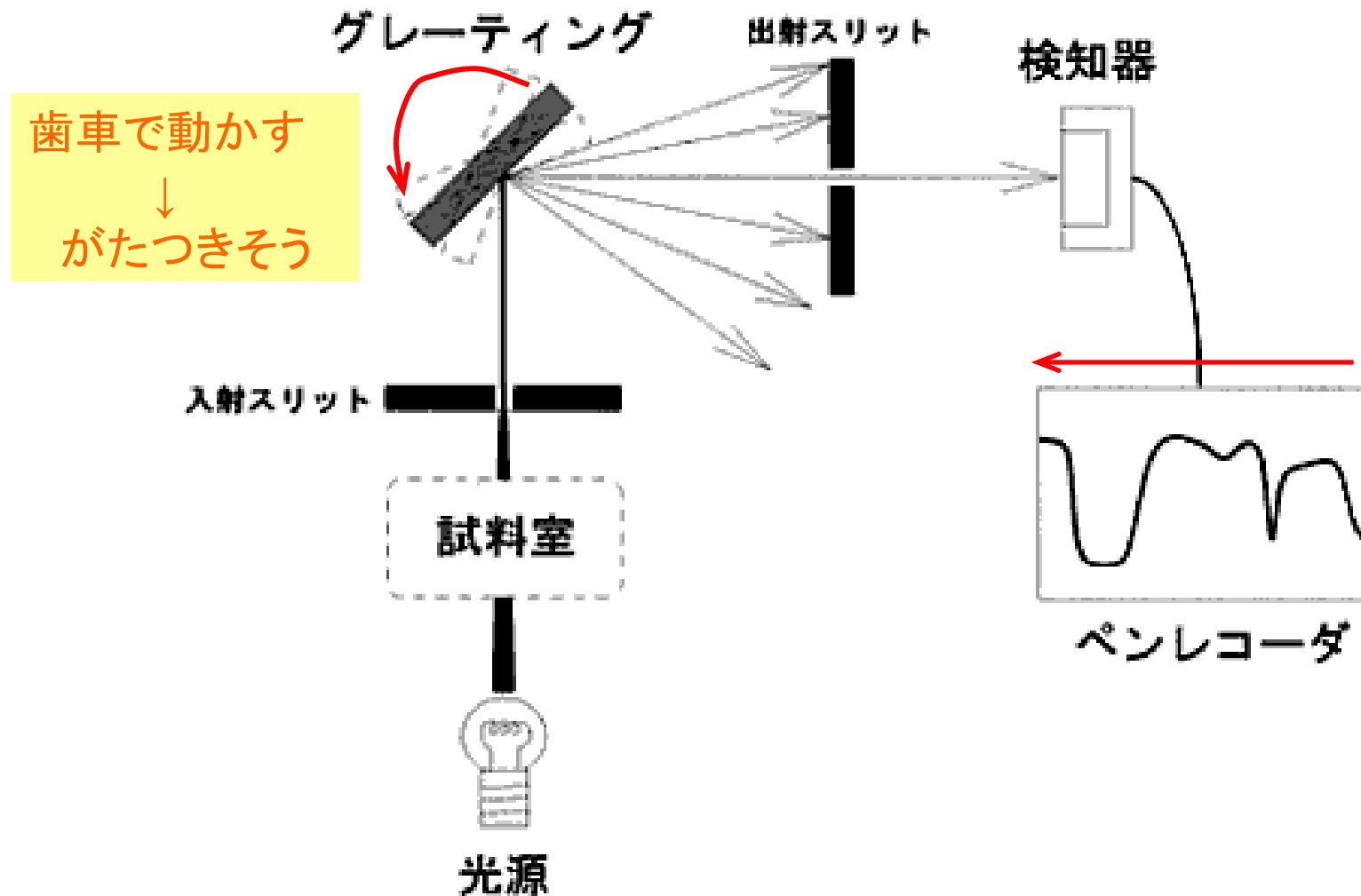
SDBS-NO= 2266
BIS(2-ETHYLHEXYL) PHTHALATE



昔のIR (Infrared Spectroscopy : 赤外分光法)

グレーティングを回転して、波長をアナログ的に変化させ検出する

→ 時間を要し、SN比が小さい(精度が悪い)

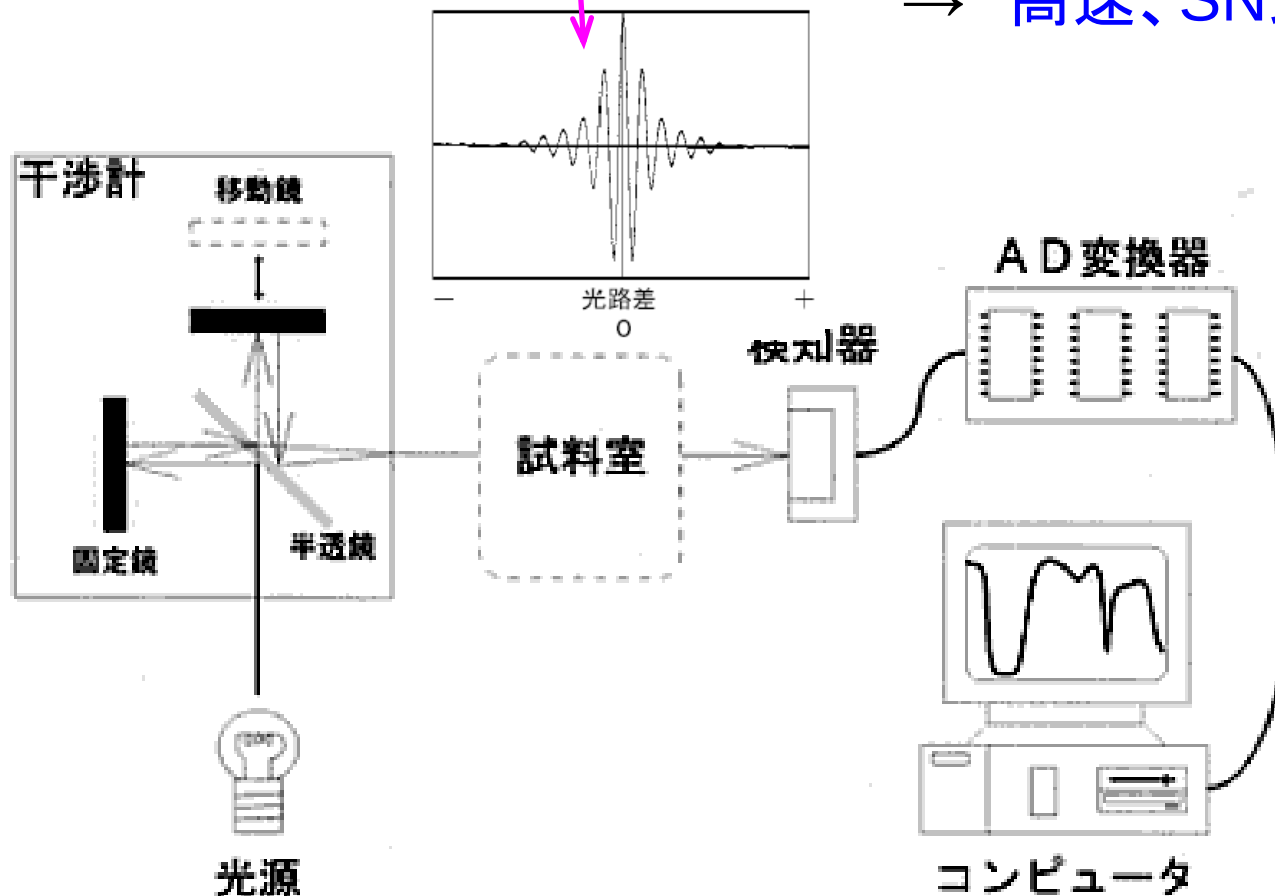


FT・IR(フーリエ変換赤外分光法)

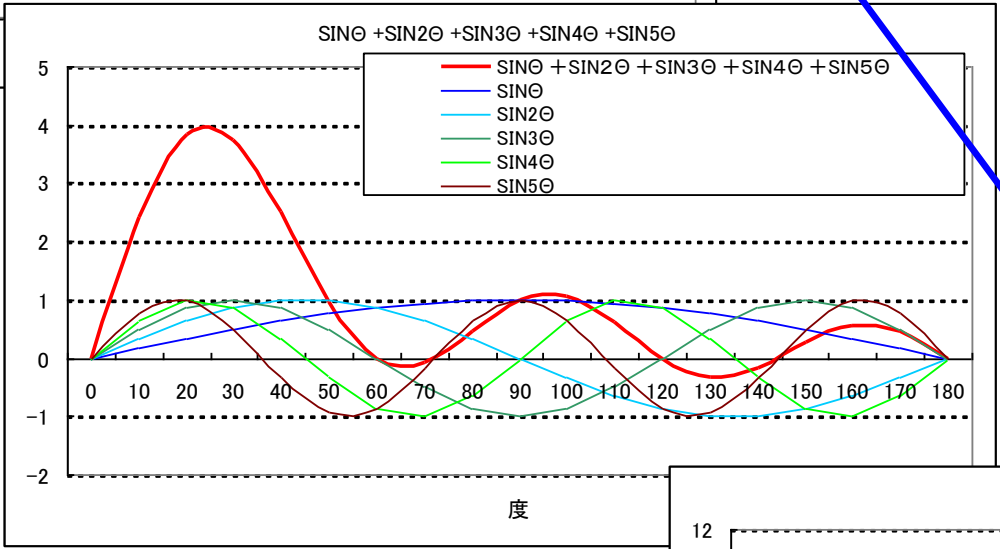
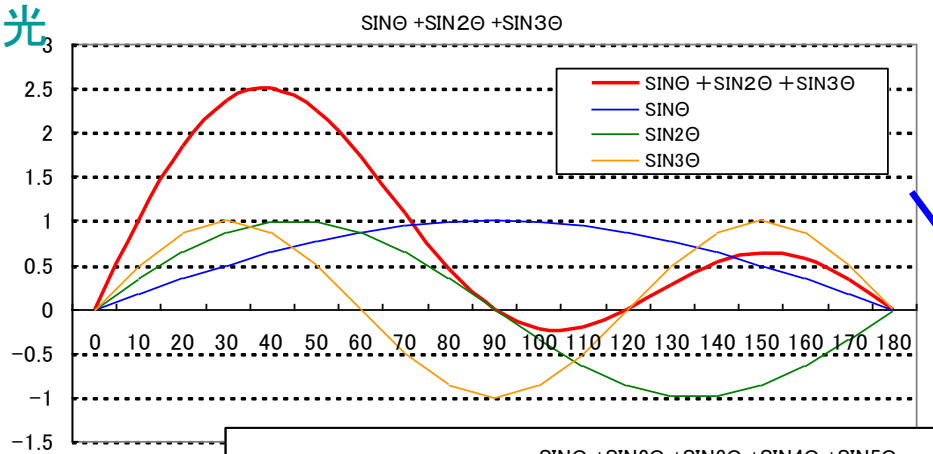
(Fourier Transform Infrared Spectroscopy)

全ての波長の光を合成したインターフェログラムを一度に試料に当て
吸収された波長をフーリエ変換で分解して解析する

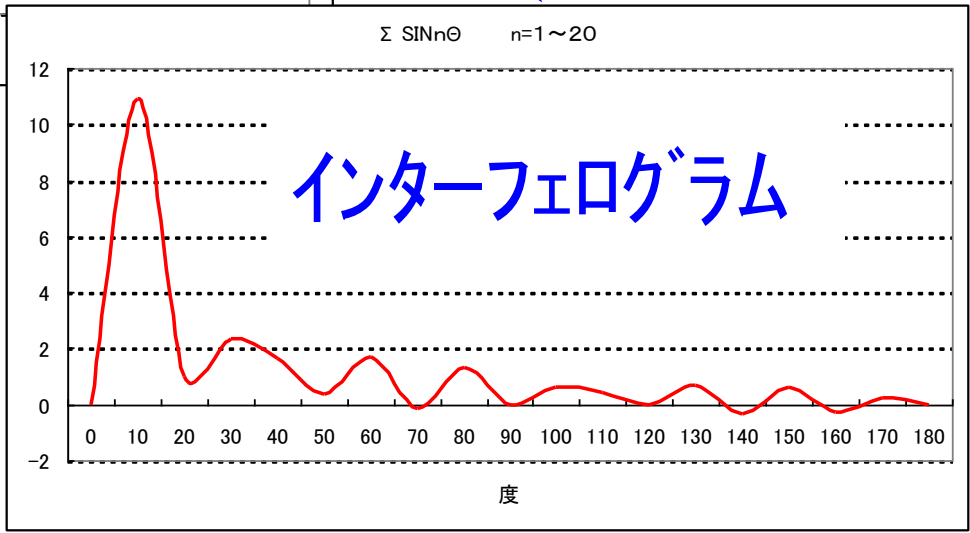
→ 高速、SN比が高い



光



いろいろな波長の波を
足し合わせたもの



SN比とは？

n倍で増幅

$$\text{SN比} = \frac{\text{信号 (Signal)}}{\text{ノイズ (Noise)}}$$

$\sqrt{n}$ 倍で増幅

