

波動と光

第8回 分散と群速度/音波

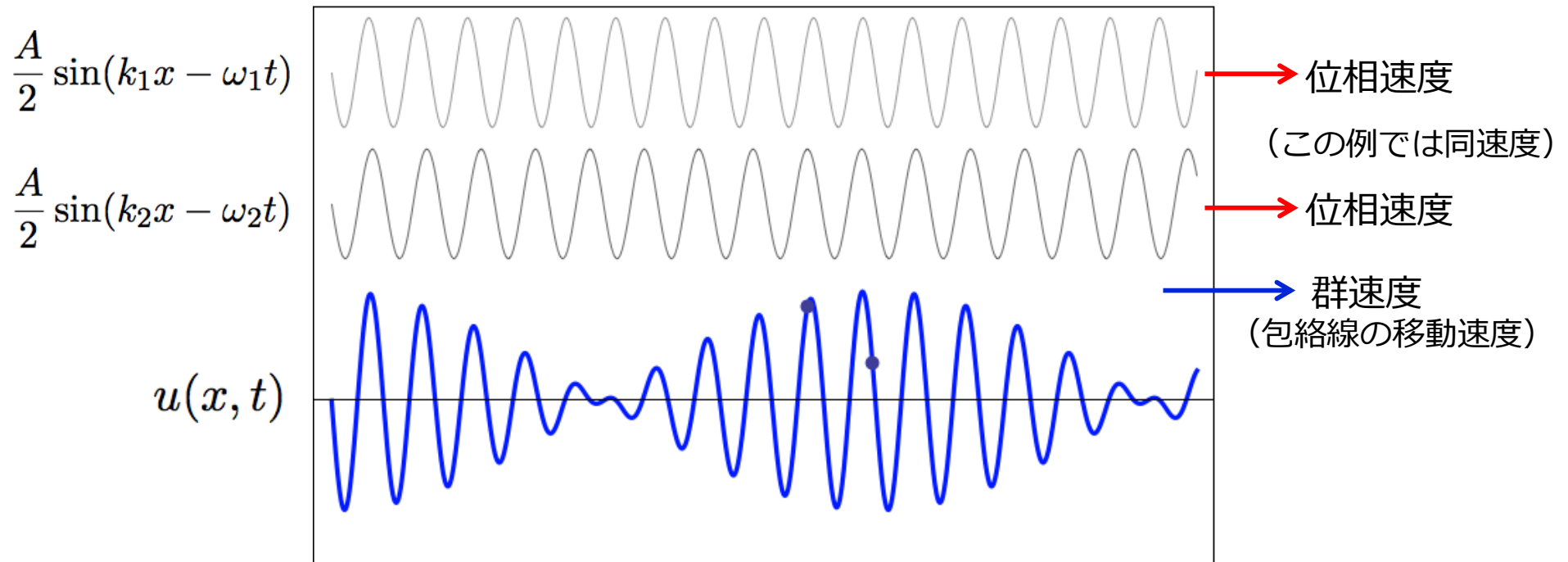
情報理工学研究科 情報・ネットワーク工学専攻

松浦 基晴

位相速度と群速度

教科書p.39, 図1.27

引用: <http://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/superposition/superposition.html>



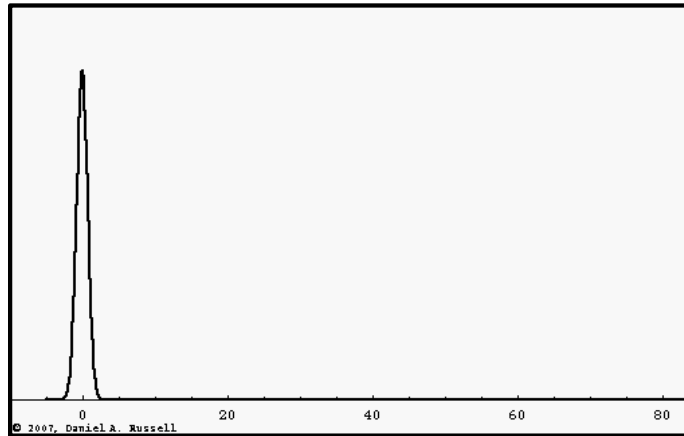
$$\begin{aligned} u(x, t) &= \frac{A}{2} \sin(k_1 x - \omega_1 t) + \frac{A}{2} \sin(k_2 x - \omega_2 t) \\ &= A \cos \left[\frac{(k_1 - k_2)}{2} x - \frac{(\omega_1 - \omega_2)}{2} t \right] \sin \left[\frac{(k_1 + k_2)}{2} x - \frac{(\omega_1 + \omega_2)}{2} t \right] \end{aligned}$$

↑
2つの波の差周波数で決まる
包絡線を示している

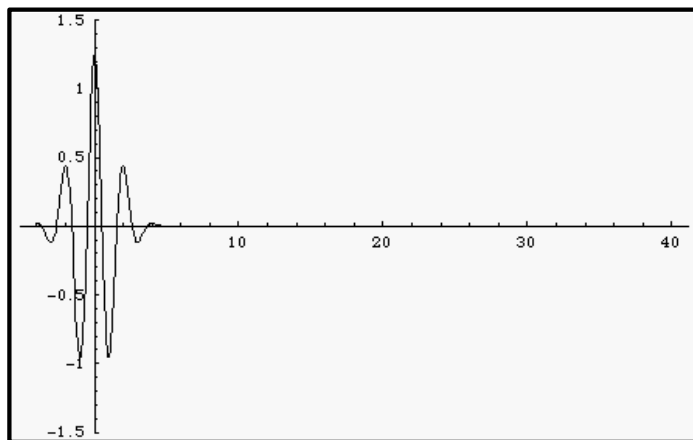
パルスの伝搬

教科書p.41, 図1.28

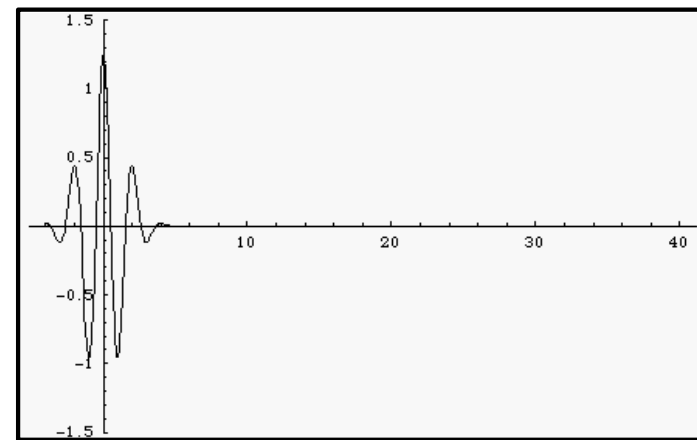
引用: <http://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/Dispersion/dispersion.html>



分散が無いときとあるときのパルスの伝搬



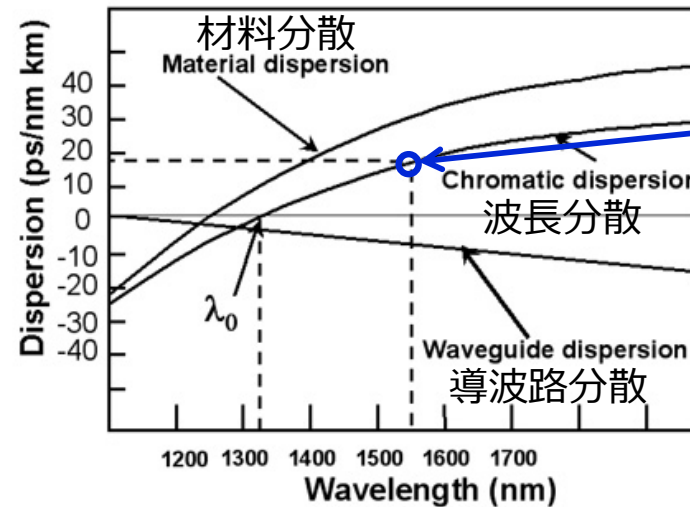
分散が無いときの包絡線の伝搬



分散があるときの包絡線の伝搬
(0点での極大点が先頭部分に移動)

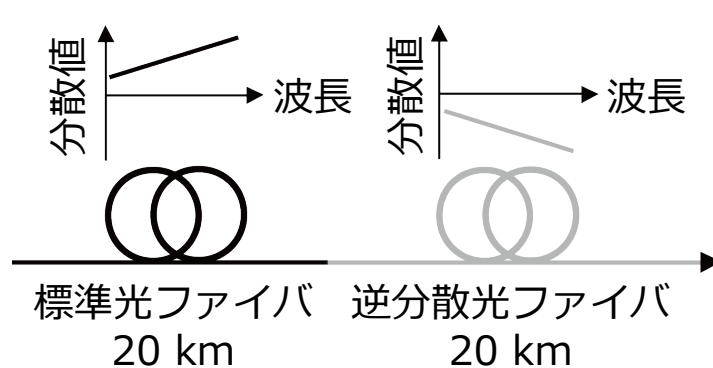
光ファイバ中のパルス伝搬

分散値 (ps/nm/km)
1 nm離れた波長の光が
1 km伝搬した際に
発生する遅延時間 (ps)

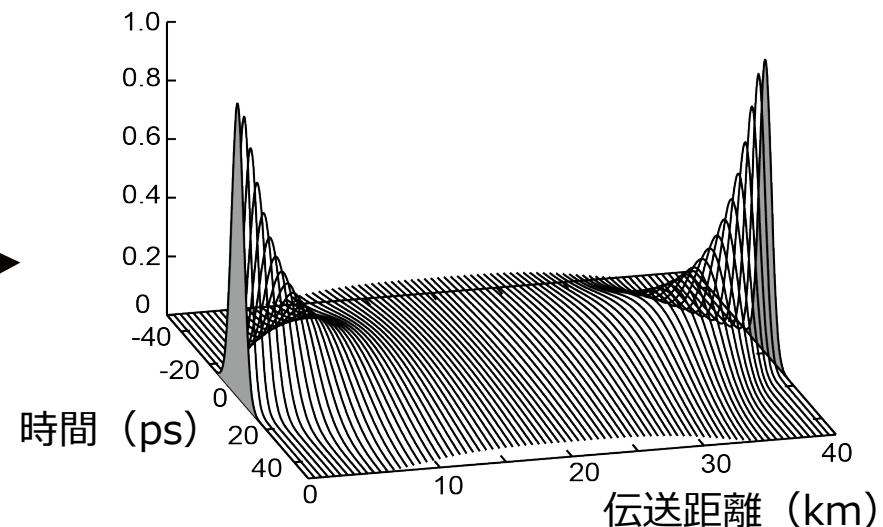


波長1550 nmでの
分散値は17 ps/nm/km
(波長1550 nmは光ファイバ
の最小伝送損失波長)

標準光ファイバの分散特性



光ファイバ中の分散を相殺



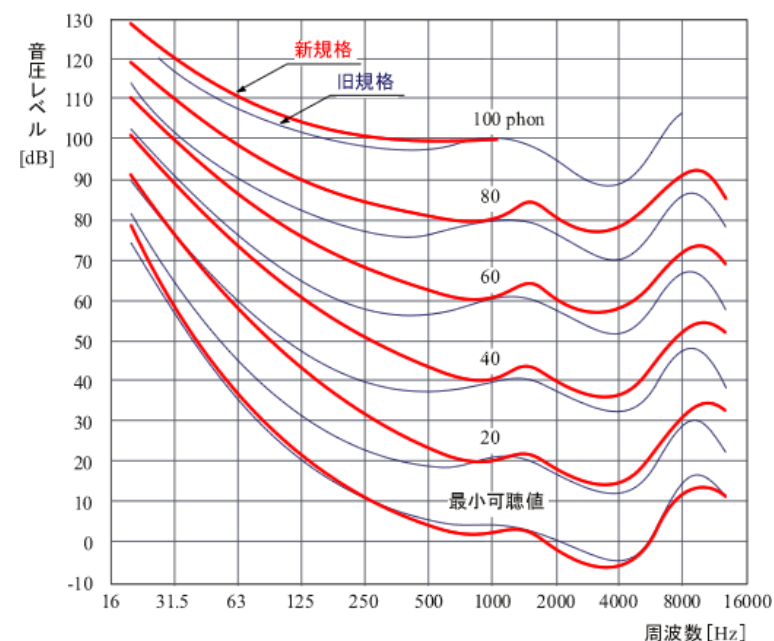
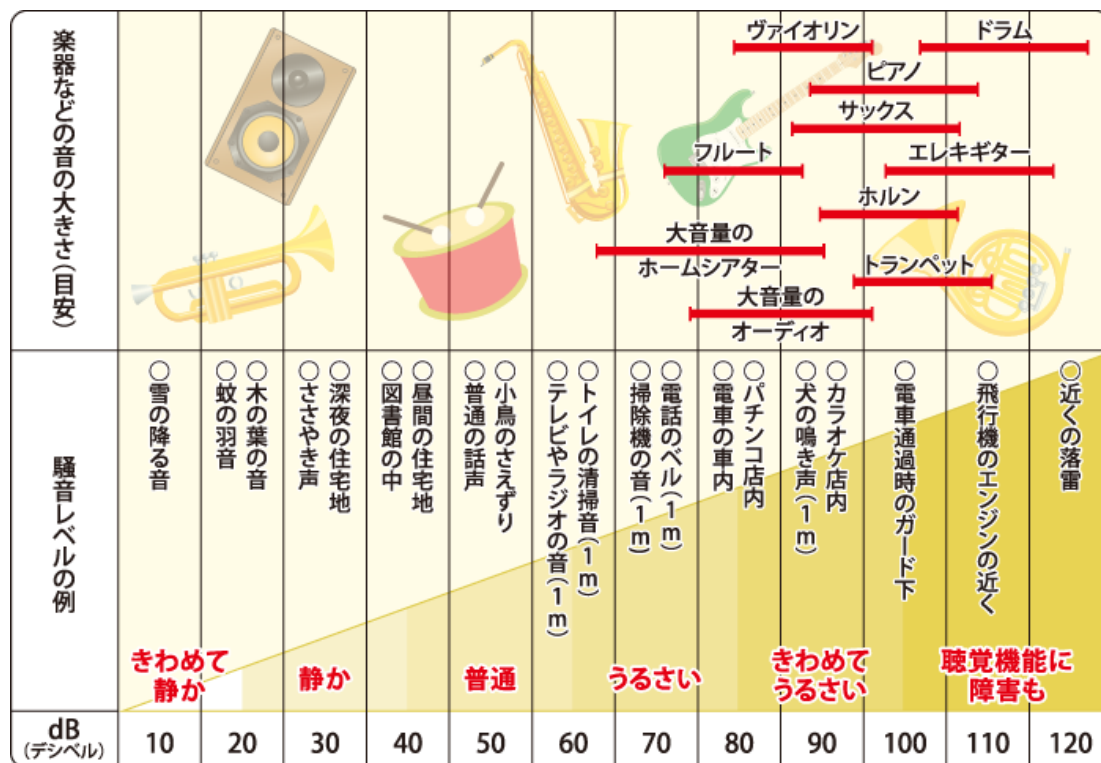
光ファイバ中の分散による波形歪の補償例

音の大きさ

引用: <http://www.e-life.jp/column/hobby/page08.html>

https://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newreport/noise/souon_3.htm

10 dB増加すると、音のエネルギーは10倍
(人間の耳には2倍になったように感じる)

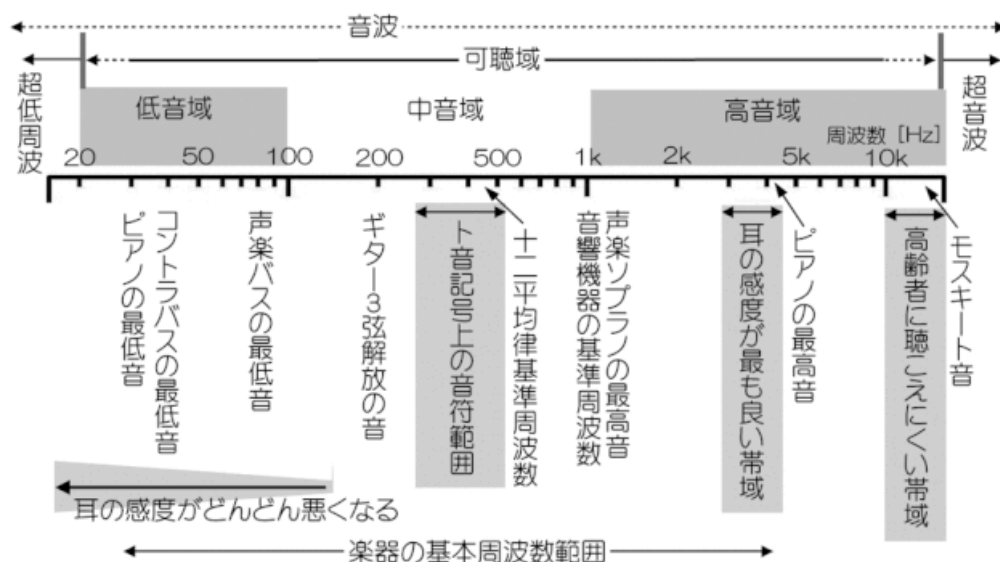


等感曲線

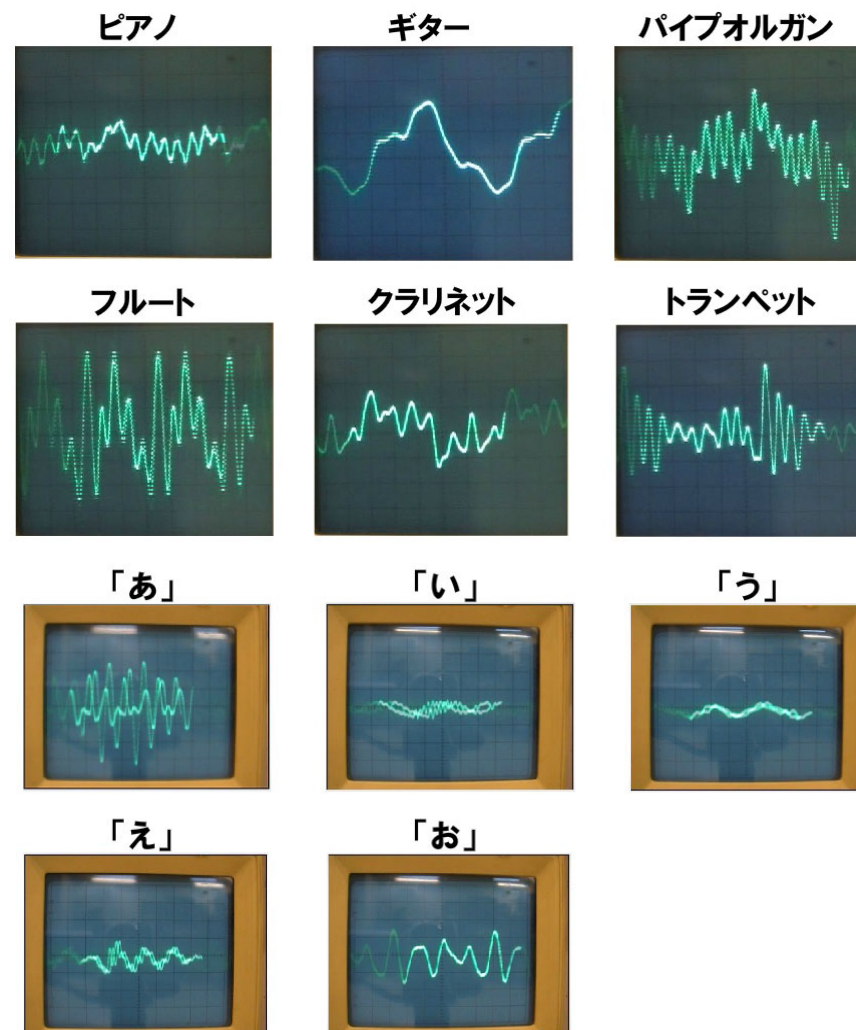
音の大きさの目安

音の周波数

引用: http://yharada.5gbfree.com/yoshitoharada/3781_wave2.html



いろいろな音の周波数

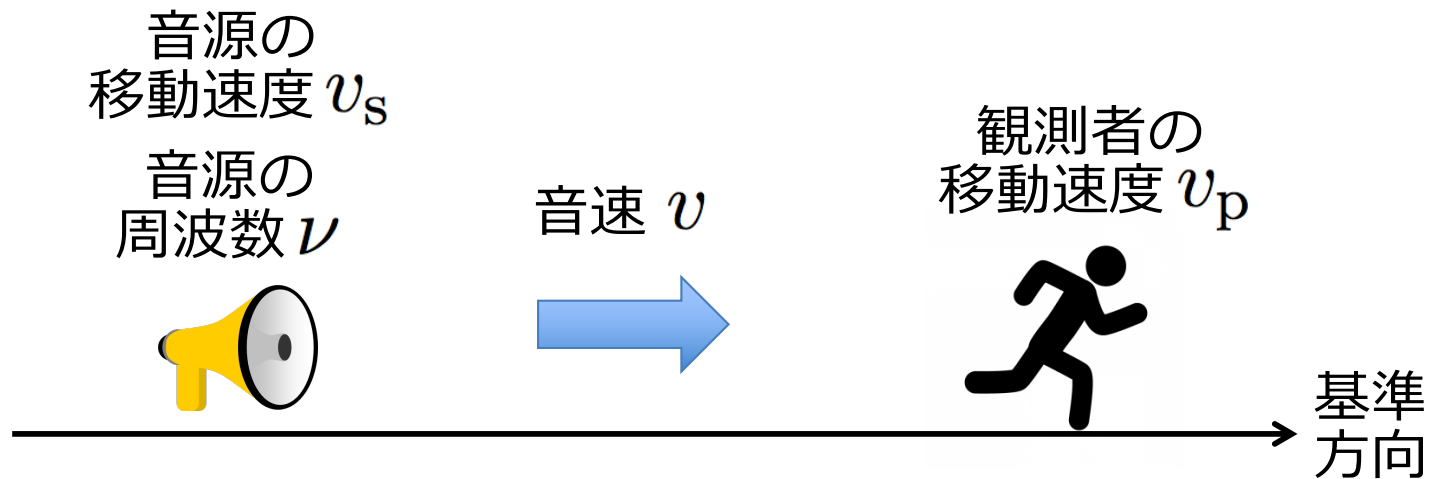


いろいろな音の波形

ドップラー効果

教科書p.54, 55

音源や観測者が移動することで、その（相対）速度によって、音の周波数が変化する現象



$$\text{観測される音波の周波数 } \nu' = \frac{v - v_p}{v - v_s} \times \nu$$

音源・観測者の移動の有無、その方向に応じて、式を書き換えるだけ

ドップラー効果の例

教科書p.54, 図2.6

引用: <http://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/doppler/doppler.html>

•

音源が静止

•

音源が音速より遅く移動

•

音源が音速で移動

•

音源が音速より速く移動