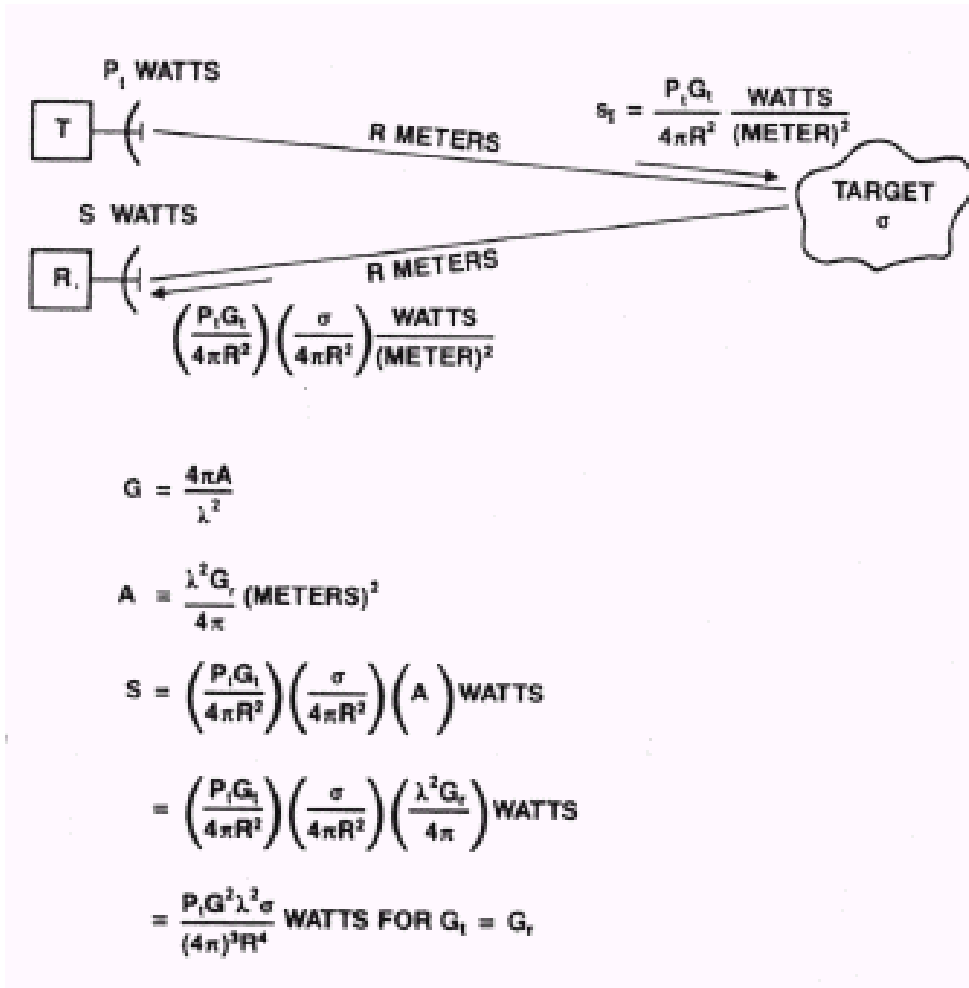


4 SARの原理と基本特性

アンテナ、周波数と分解能

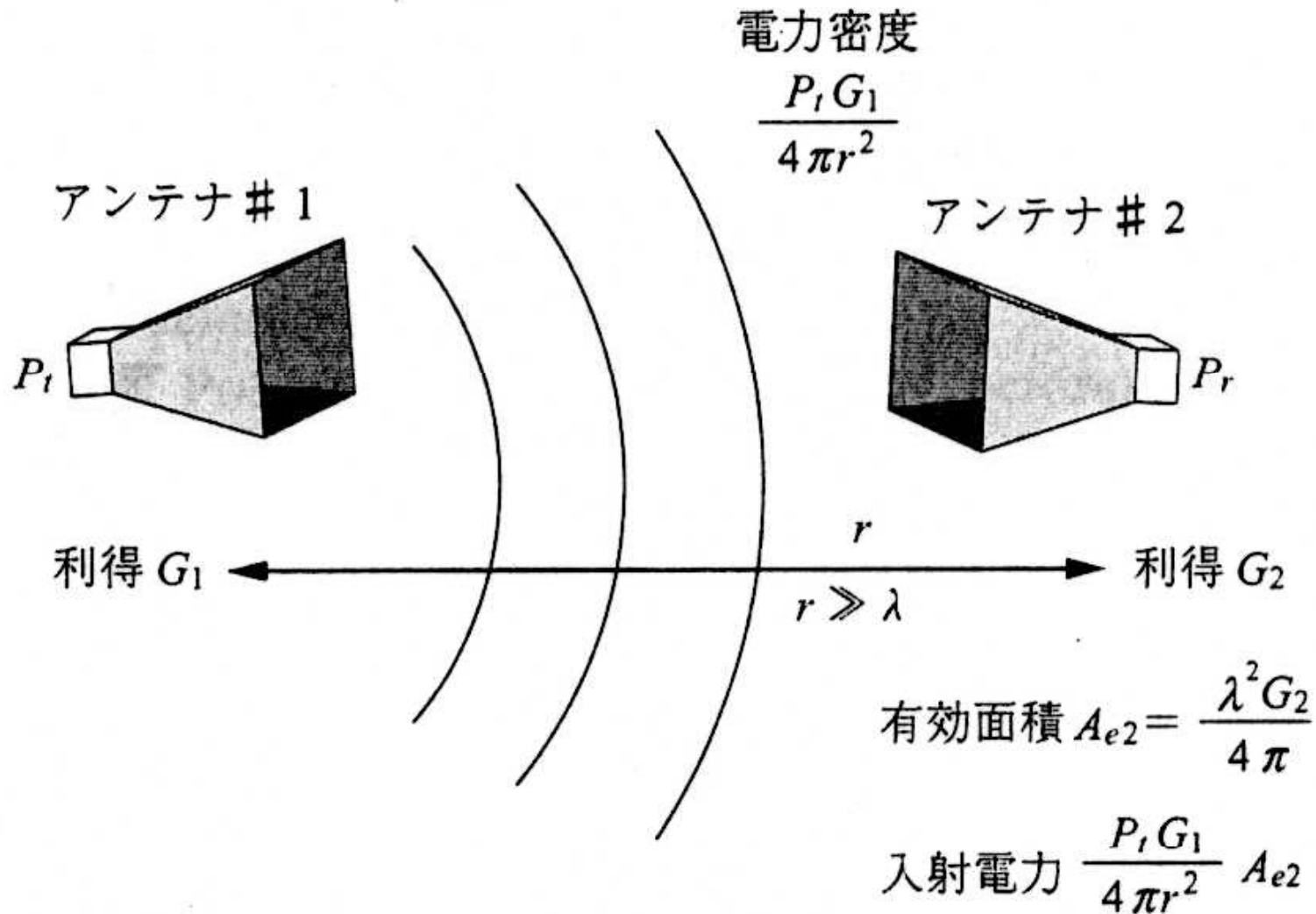
レーダ方程式



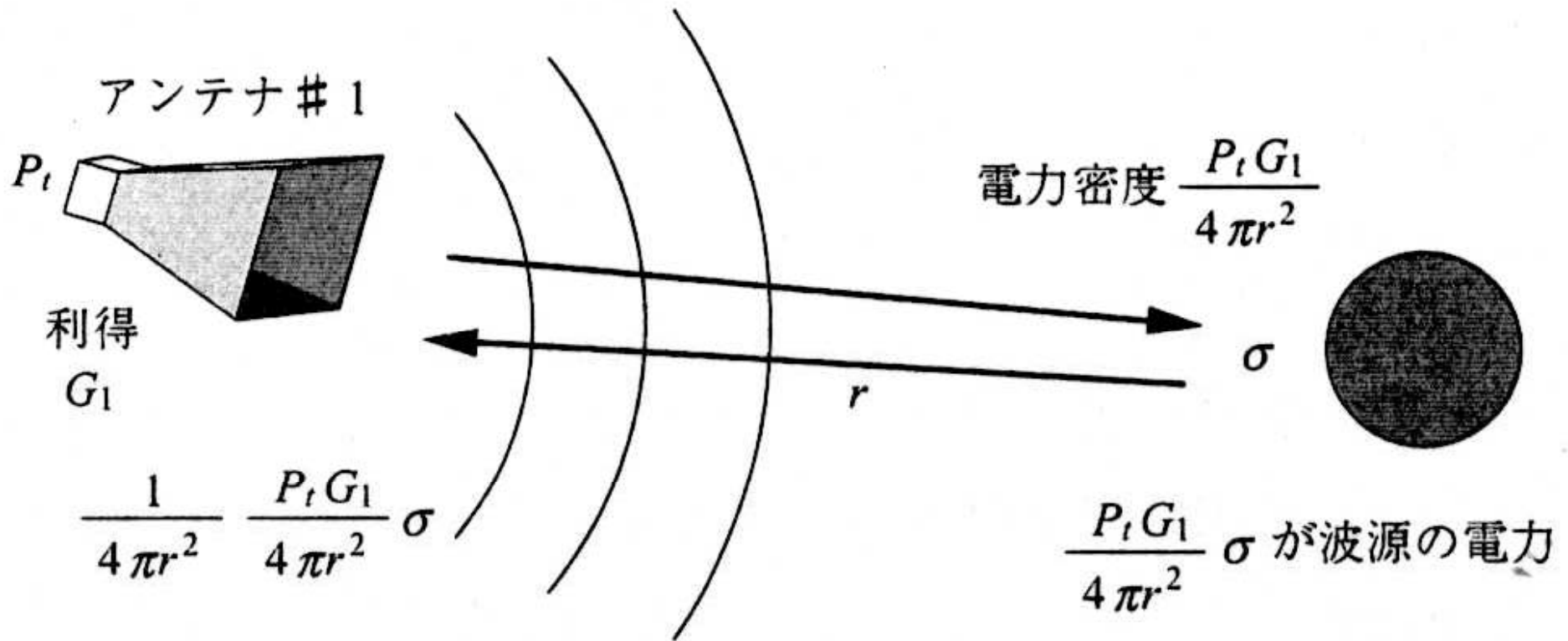
レーダの受信信号電力を定める

空中で使用するレーダの設計には重要な式


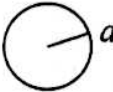
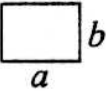
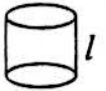



フリス 方程式

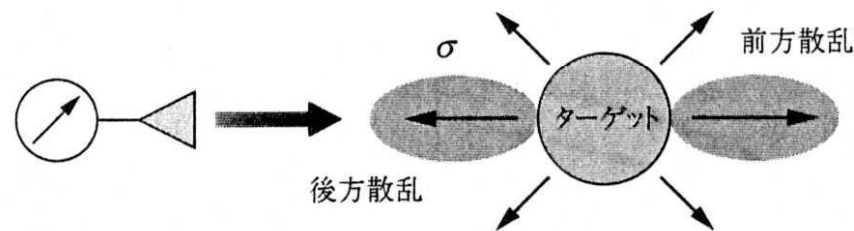


レーダ方程式

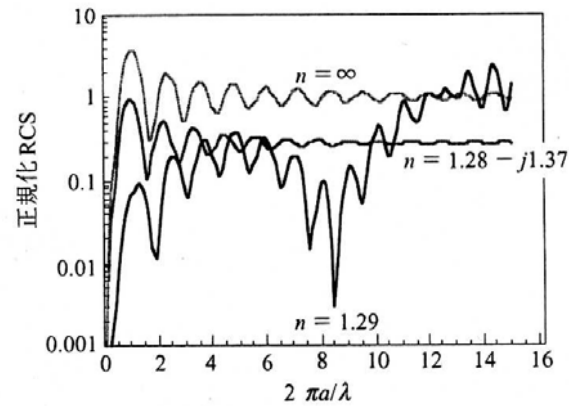
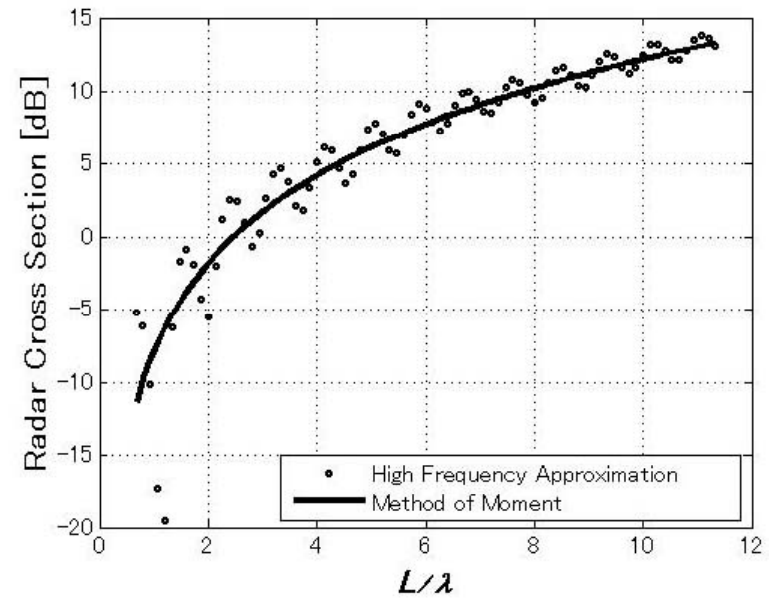
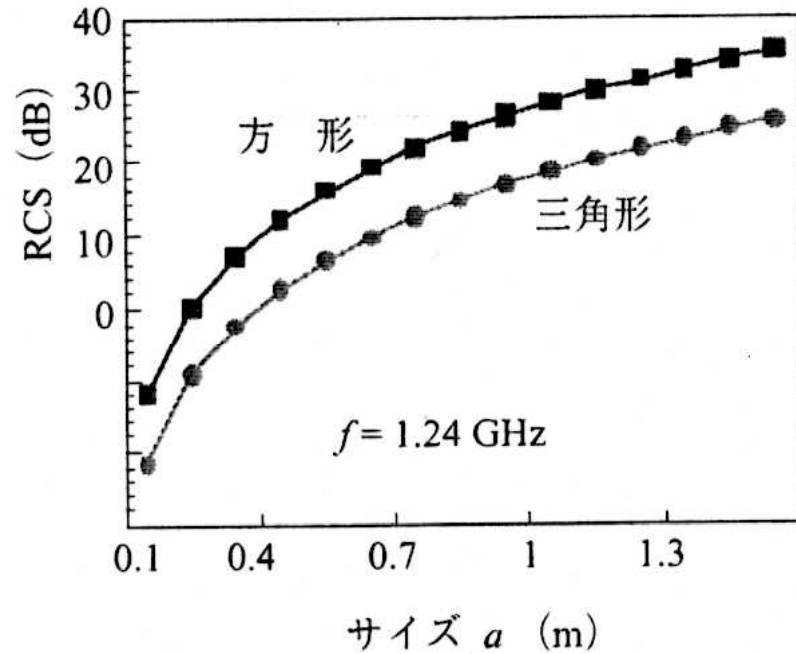


レーダ散乱断面積(RCS σ)

種類	RCS	備考
 a 大きな球	πa^2	$a \gg \lambda$ 正面に対する 入射角 θ
 a 円板	$\frac{4\pi^3 a^2}{\lambda^2} \left[2 \frac{J_1(4a \sin \theta / \lambda)}{4a \sin \theta / \lambda} \right]^2 \cos^2 \theta$	
 b a 長方形板	$\frac{4\pi a^2 b^2}{\lambda^2} \left[\frac{\sin(2\pi b \sin \theta / \lambda)}{2\pi b \sin \theta / \lambda} \right]^2 \cos^2 \theta$	
 l 円柱	$\frac{2\pi a l^2}{\lambda} \left[\frac{\sin(2\pi l \sin \theta / \lambda)}{2\pi l \sin \theta / \lambda} \right]^2 \cos \theta$	
 a 方形三面コーナ リフレクタ	$\frac{12\pi a^4}{\lambda^2} \text{ (max)}$	
 a 三角三面コーナ リフレクタ	$\frac{4\pi a^4}{3\lambda^2} \text{ (max)}$	
 b a 二面コーナ リフレクタ	$\frac{8\pi a^2 b^2}{\lambda^2} \text{ (max)}$	



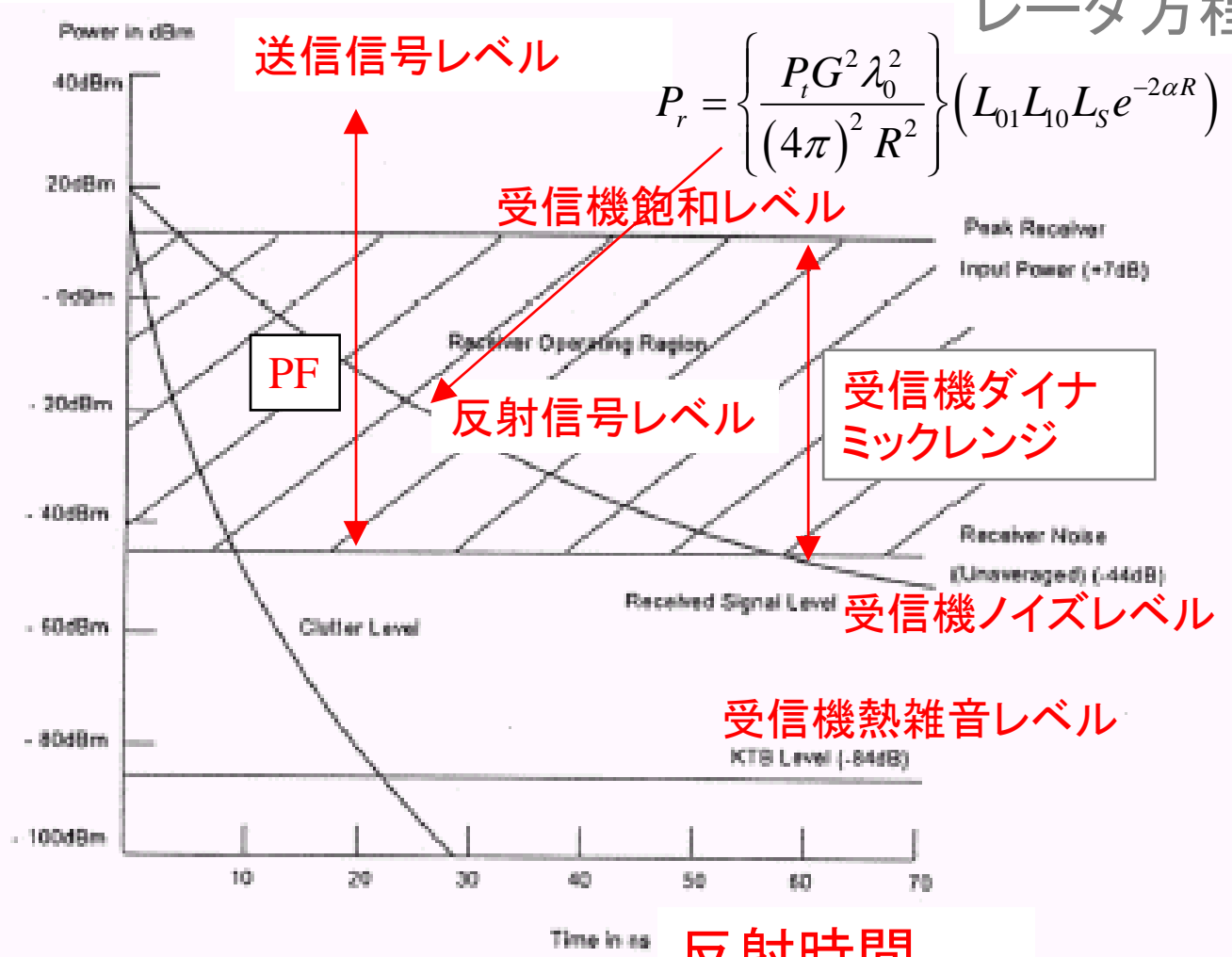
コーナリフレクタのRCS



レーダ探知距離を定める要素

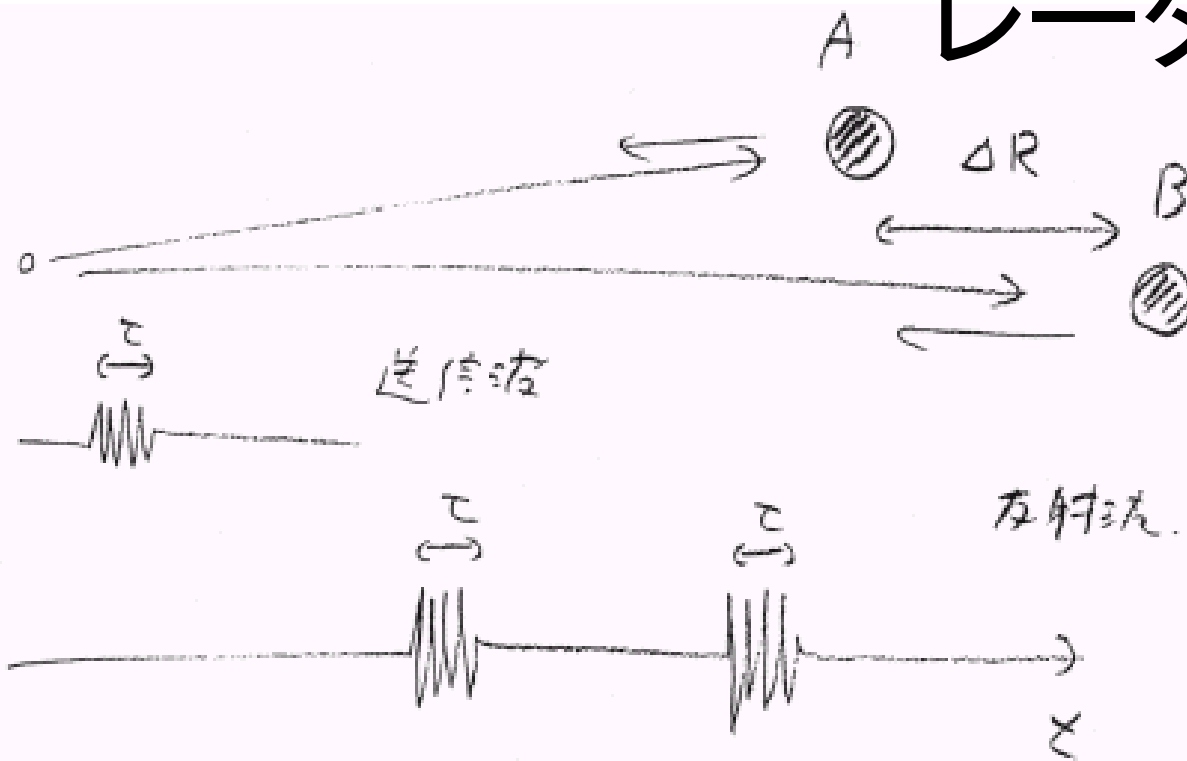
レーダ方程式

$$P_r = \left\{ \frac{P_t G^2 \lambda_0^2}{(4\pi)^2 R^2} \right\} (L_{01} L_{10} L_S e^{-2\alpha R})$$

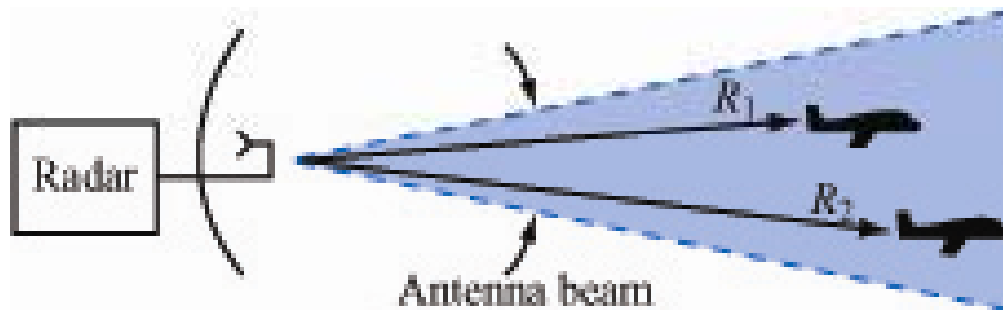


反射時間

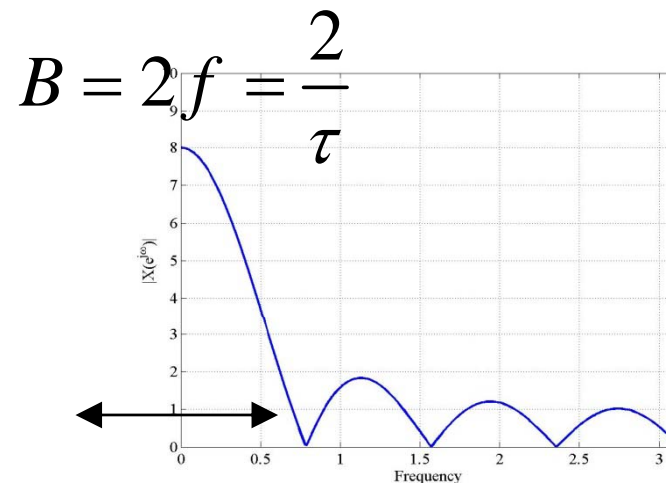
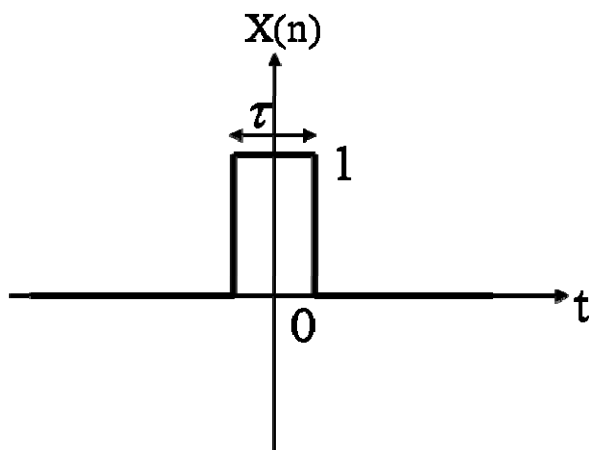
レーダ分解能



$2\Delta R > \Delta T = 2\Delta R/v$ で2つの目標を識別可能



方形パルスのスペクトル



レンジ分解能は帯域幅 B で決定される

$$\Delta(\text{range}) = \frac{c\tau}{2} = \frac{c}{B}$$

パルスの変調とスペクトラム

Resolution = Ability of
Discriminating two
objects separately

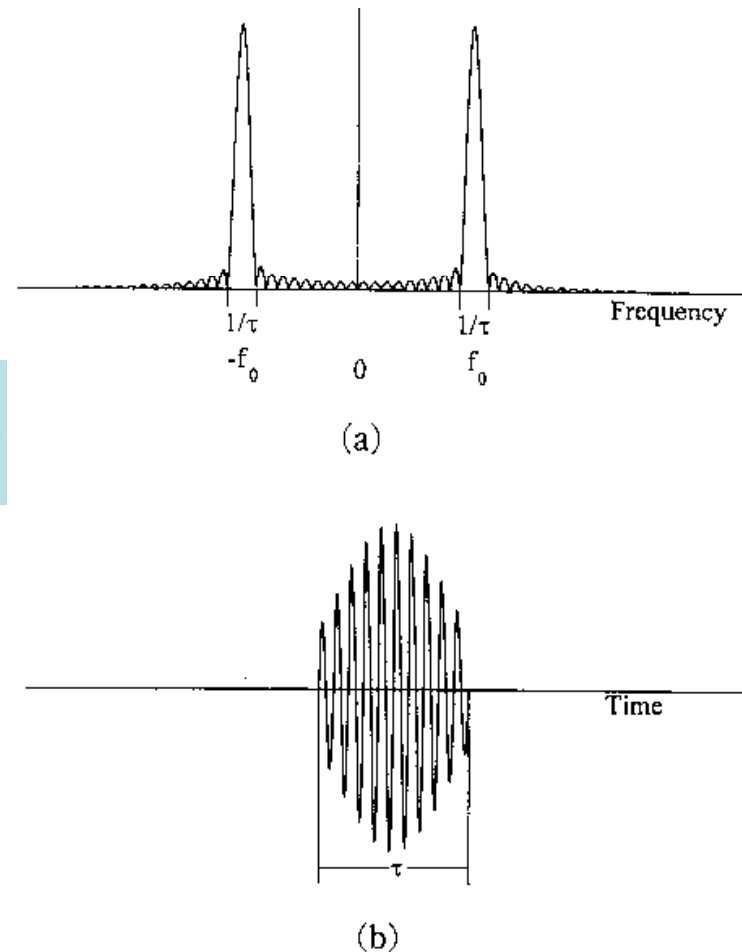
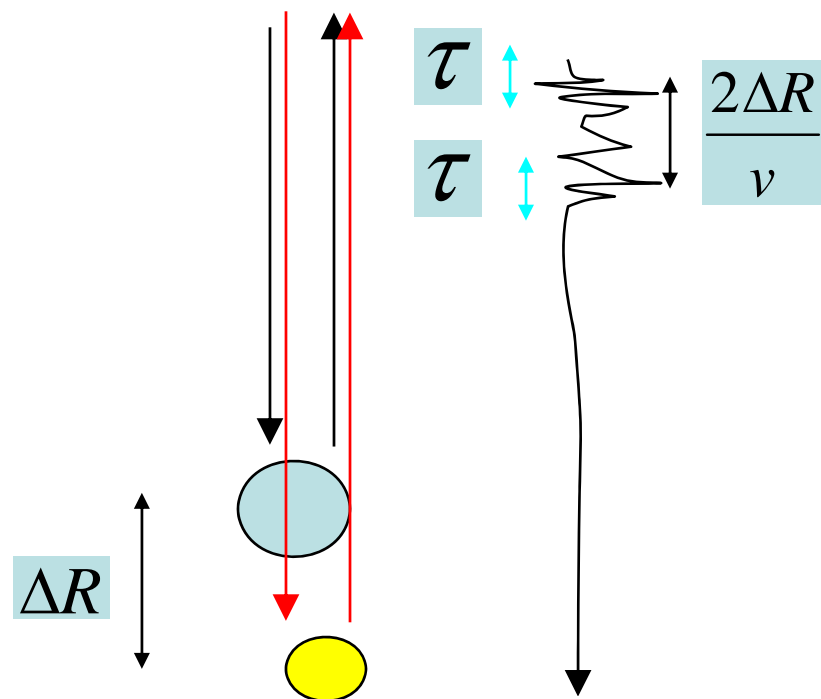
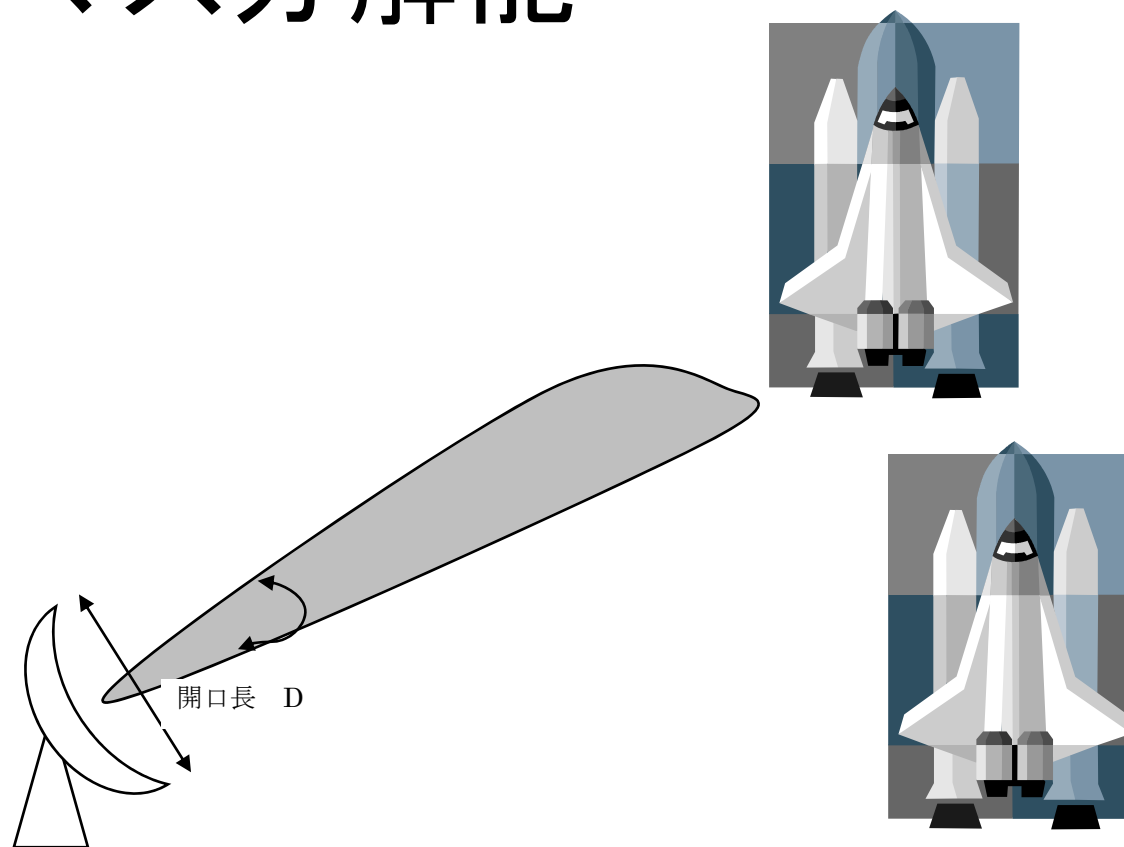


図7.8 変調を受けたパルス信号
(a)周波数領域 (b)時間領域



アジマス分解能



開口アンテナ

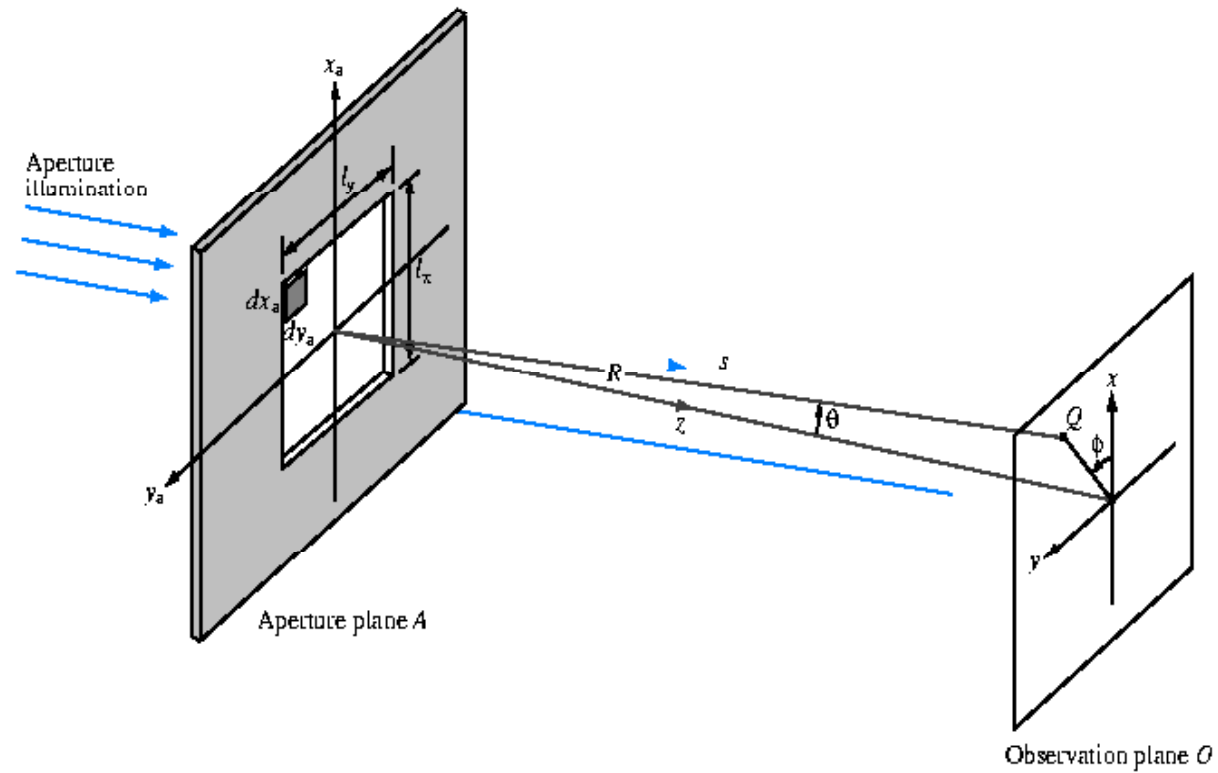
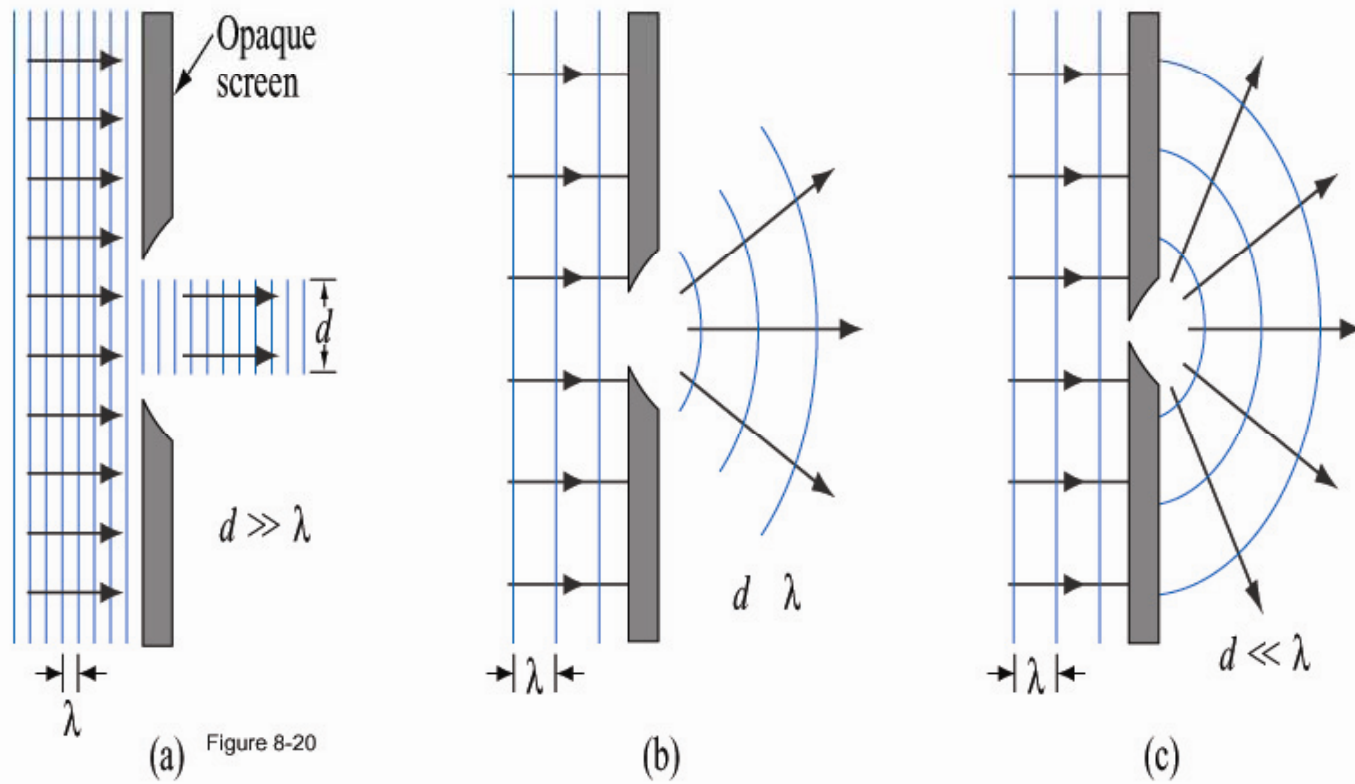


Figure 9-22

開口長と回折



実開口レーダによる地表面での照射領域

アンテナ指向性:

$$2\theta_2 \approx 2 \sin \theta_2 = 0.88 \frac{\lambda}{l_x} \approx \frac{\lambda}{l_x}$$

地表でのアジマス分解能

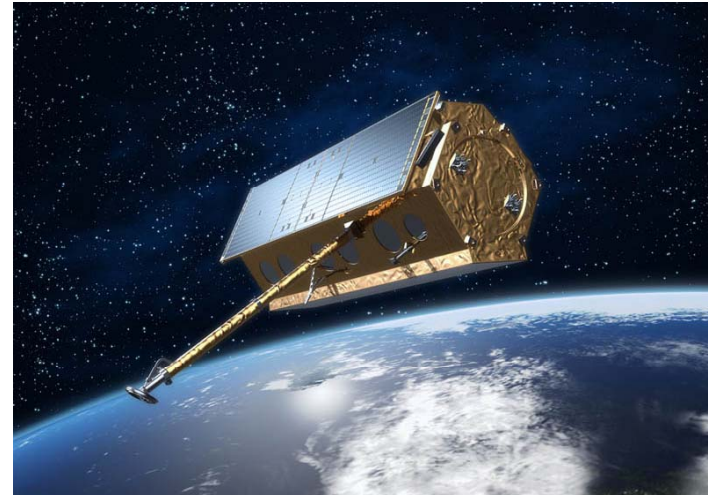
$$\Delta(\text{azimuth}) = 2\theta_2 h = \frac{\lambda}{l_x} h$$

h : アンテナの高さ、 l_x : アンテナの実開口長

衛星搭載 ポーラリメトリックSAR

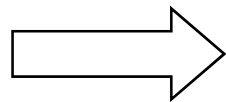


ALOS/PALSAR, Japan, January 24, 2006, L-band



TerraSAR-X, Germany, June, 2007, X-band

-Each sensor can operate
Quad polarizations observation.
(HH, HV, VH, VV)



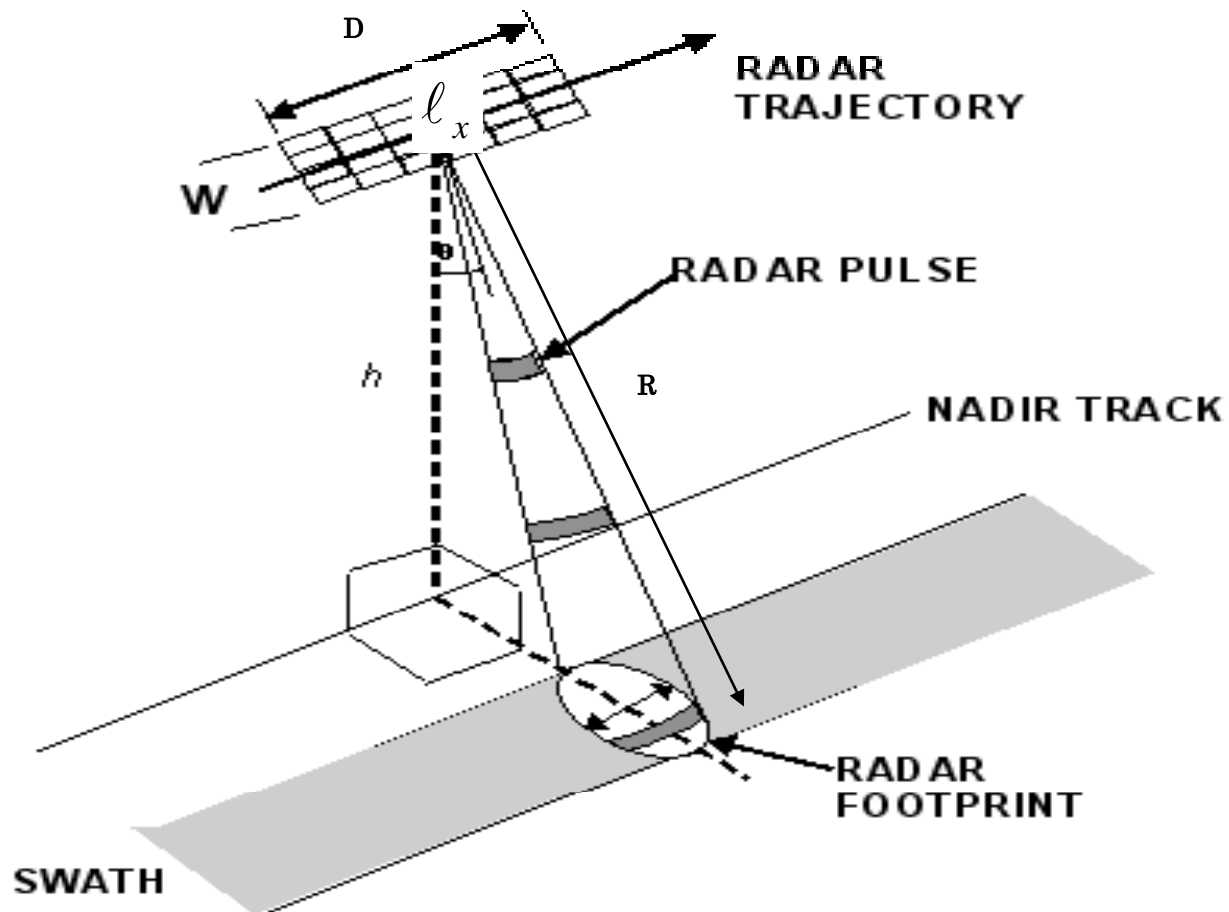
Polarimetric SAR
(POLSAR)



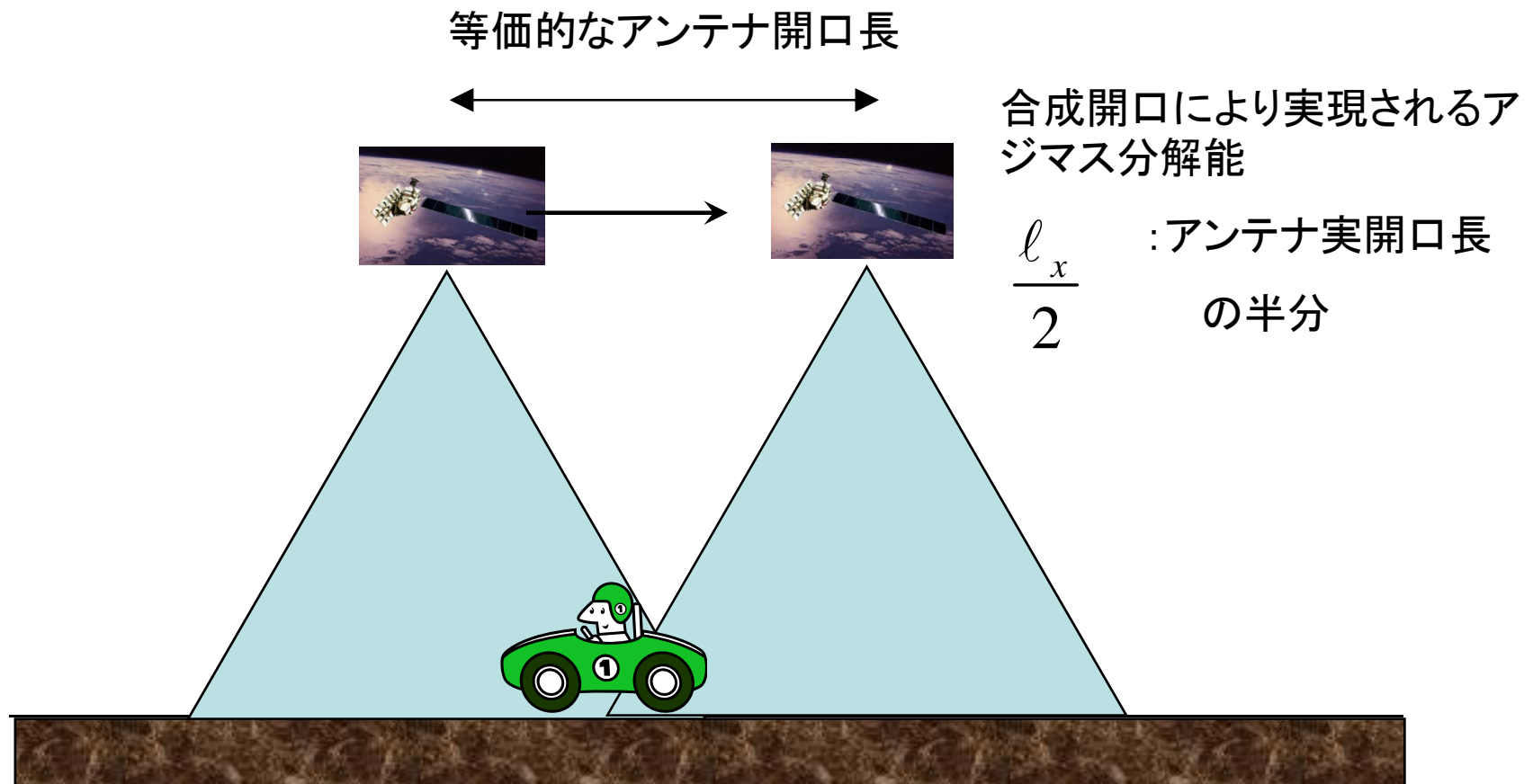
RADARSAT-2, Canada, March, 2007, C-band



SARの計測



合成開口レーダの概念



代表的なSARの分解能

	PALSAR	Pi-SAR	Terra-SAR	RADARSAT-1	GPR
h (km)	700	1.2	515	798	0.0001
l_x (m)	8.9	1.7	4.8	15	1
f_c (GHz)	1.27	1.27	9.65	5.3	1
λ (m)	0.23	0.23	0.031	0.056	0.3
B (MHz)	28	50	150	30	500
$\Delta(\text{azimuth}) = 2\theta_2 h = \frac{\lambda}{l_x} h$ (km)	18.1	0.16	3.32	2.98	0.00003
$\frac{l_x}{2}$ (m)	4.5	0.85	2.4	7.5	0.5
$\Delta(\text{range}) = \frac{c\tau}{2} = \frac{c}{B}$ (m)	11	6	2	10	0.6

