

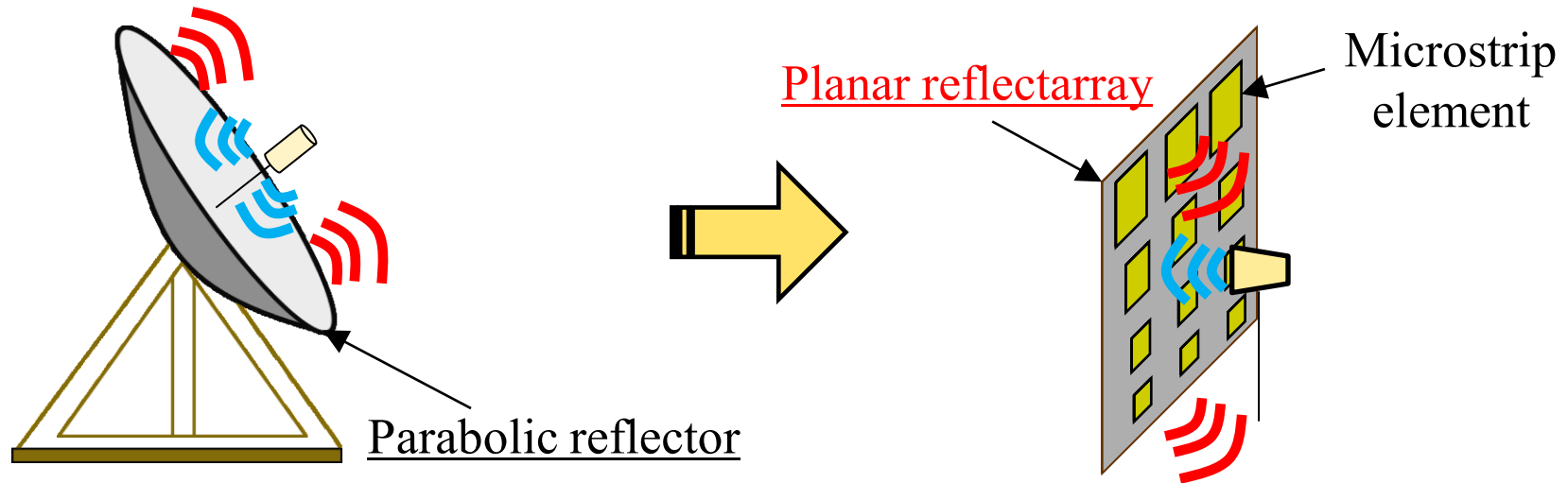
Ultra-Wideband Scattering Performance of Log-periodic Dipole Antenna

東北大学 大学院工学研究科 陳研究室
©横川 佳, 今野 佳祐, 陳 強





近年、パラボラ反射器の代わりとなる平面型リフレクタレーが研究されている。



リフレクタレー

- ▶ 平面で小さいことからマイクロストリップ素子がアレー素子に用いられている。

問題点

- ▶ マイクロストリップ素子で構成されるリフレクタレーは狭帯域である。

→ 広帯域なマイクロストリップ素子を用いても15%~25%が限度。

超広帯域な特性をもつリフレクタレー素子を提案する必要がある。

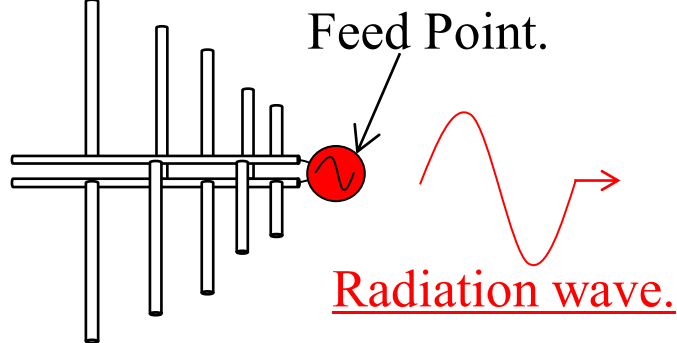
→ 対数周期ダイポールアレー素子について報告する。



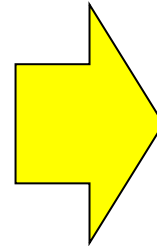
対数周期ダイポールアレー(LPDA)

- 代表的な反射型の超広帯域アンテナである。
- LPDA素子の放射特性については数多く研究されているが、散乱特性について議論している研究はまだ無い。

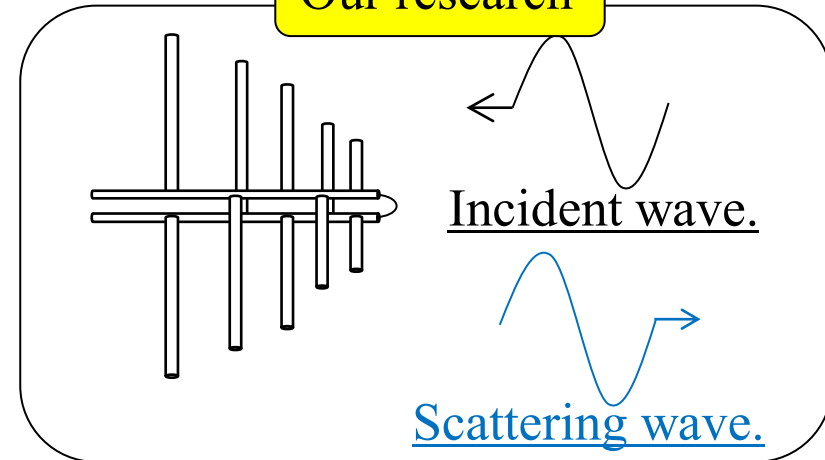
Previous research



The LPDA as radiation element.



Our research



The LPDA as scattering element.

本報告の目的

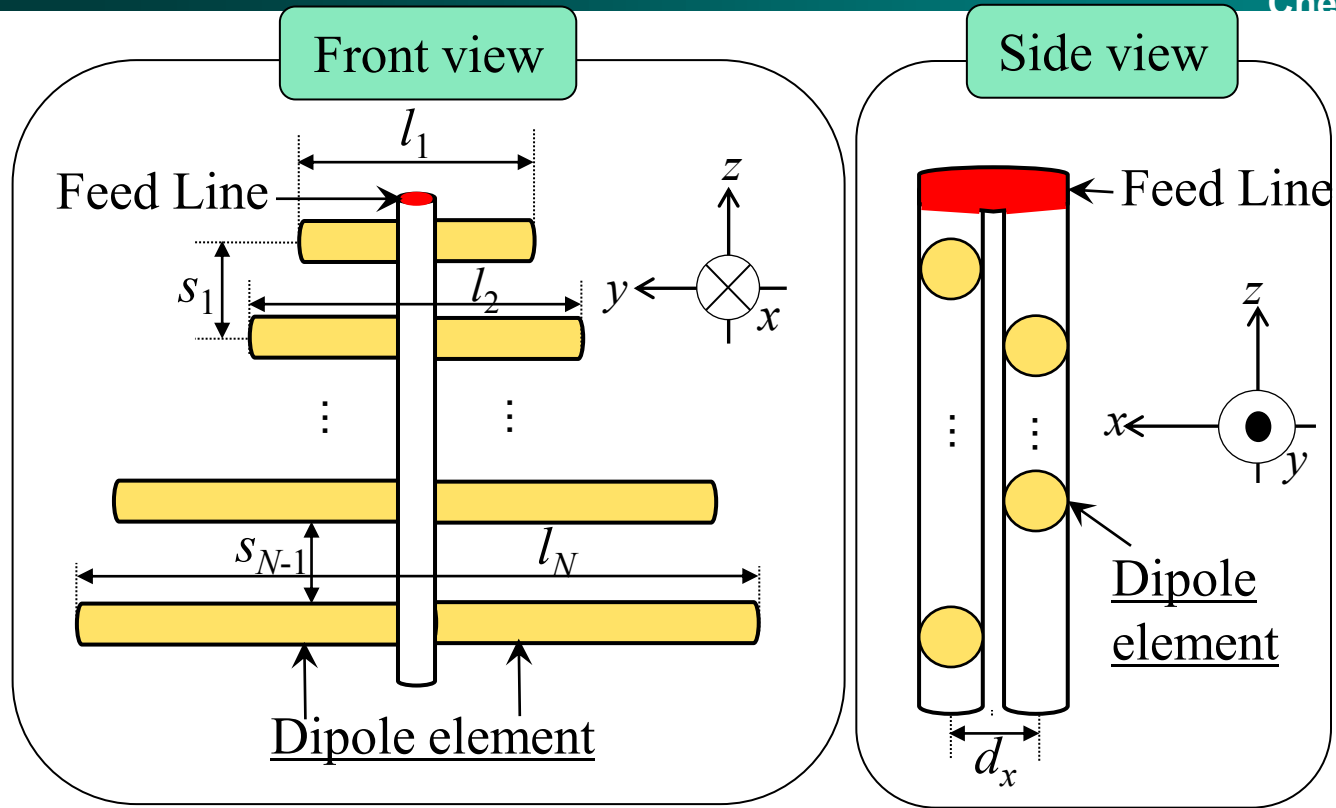
LPDA素子の散乱特性を数値的に明らかにする。

- 入射波の偏波・入射角度・グランド板の有無による帯域への影響について。
- リフレクトアレー素子としての有効性について。



- 背景及び目的
- LPDA素子の動作原理
- LPDA素子の散乱特性と放射特性
- グランド板付きLPDA素子の散乱特性
- 入射角が帯域に与える影響
- 広帯域なりフレクトアレー素子の条件
- LPDA素子の反射係数位相特性
- まとめ

LPDA素子の動作原理



LPDA素子の構造を決める式

$$\alpha = \frac{l_{n+1}}{l_n} = \frac{s_{n+1}}{s_n}$$

α : 定数

動作原理

- 給電される周波数に対応したダイポール素子が強く放射し、それ以外のダイポール素子は反射器及び導波器として動作する。

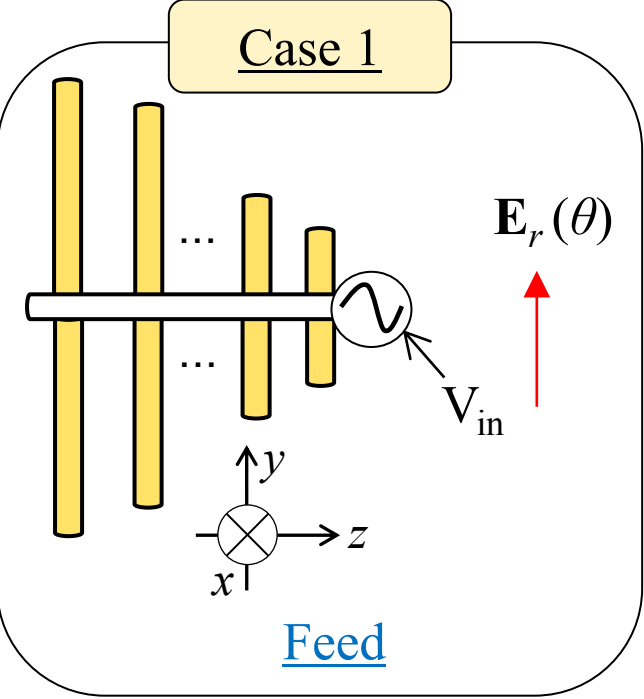
動作周波数帯域

- l_1 から l_n のダイポール素子に対応した周波数帯域が設計周波数となる。
 - 本報告では600MHzから1.4 GHzに対応したLPDA素子を用いる。

LPDA素子の散乱特性と放射特性

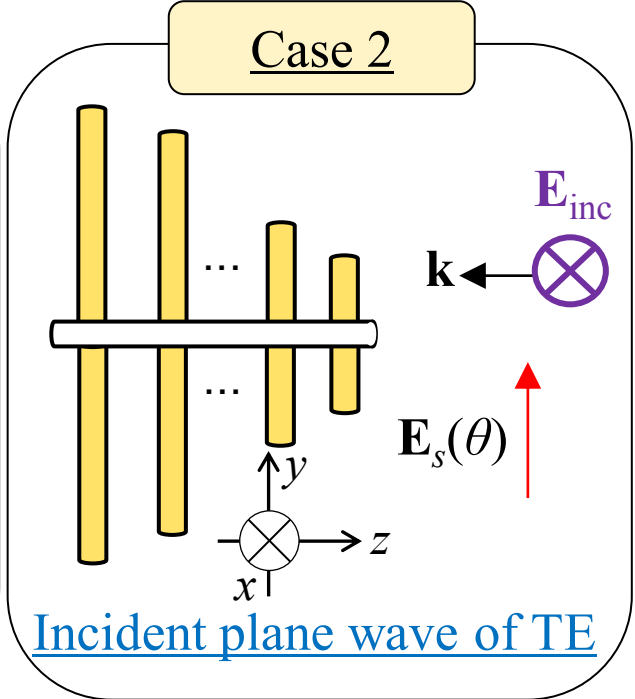


- LPDA素子の散乱特性と放射特性を3通りに場合分けし、指向性利得を用いて帯域を評価する。



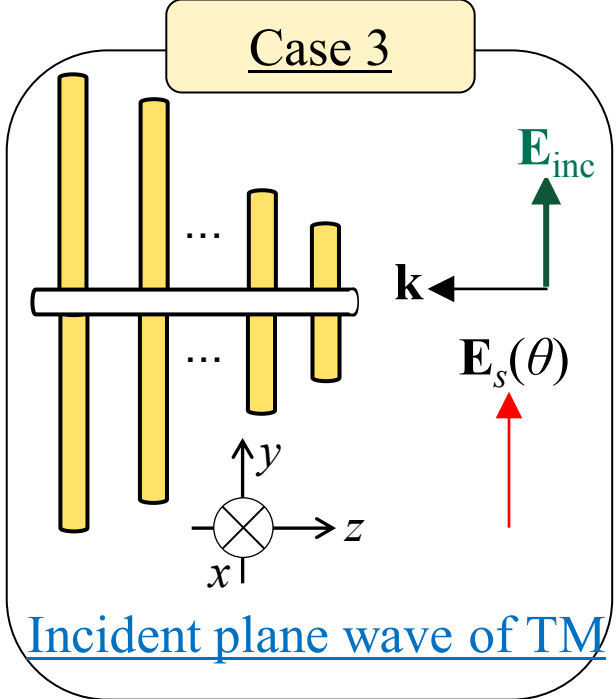
放射電界 E_r を用いる。

指向性利得: $D = \frac{4\pi R^2 |E_{r,s}(\theta)|^2}{Z_0 P_r}$



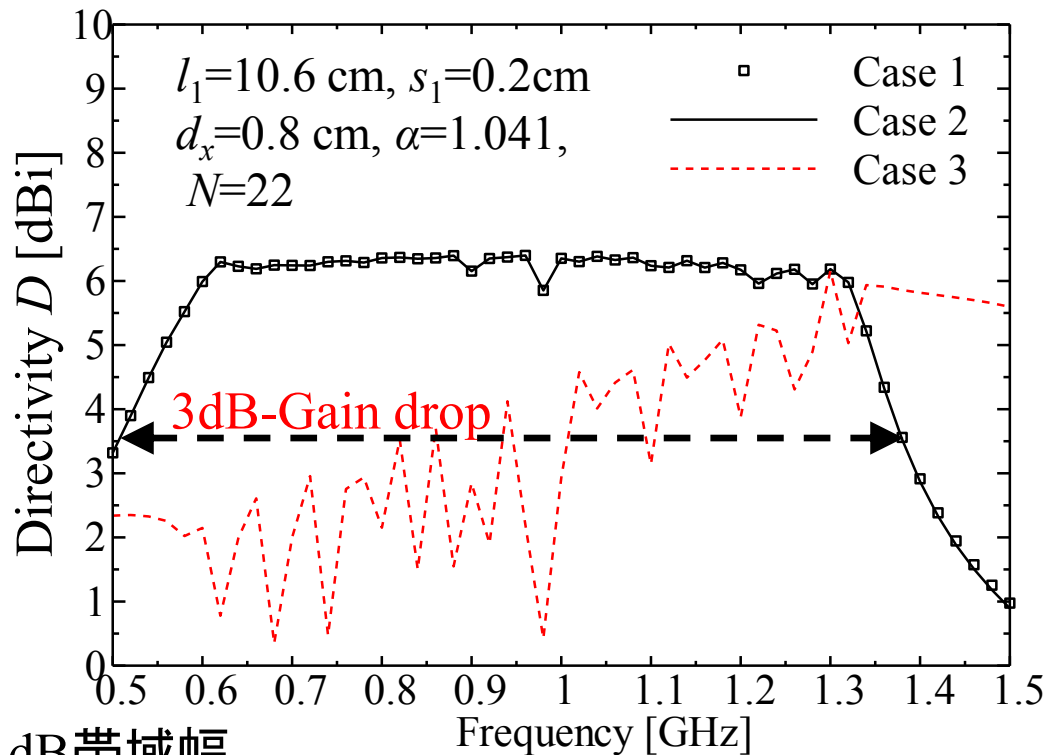
散乱電界 E_s を用いる。

Z_0 : 特性インピーダンス
 P_r : 受信電力, R : アンテナから観測点までの距離

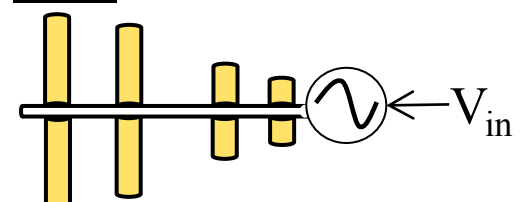


LPDA素子の散乱特性と放射特性

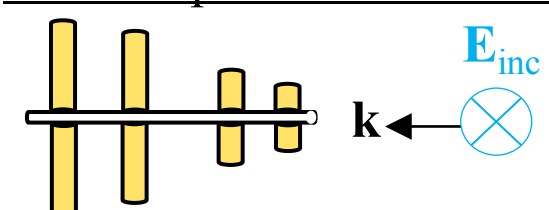
- それぞれのcaseの周波数に対する指向性利得を計算した結果を示す。



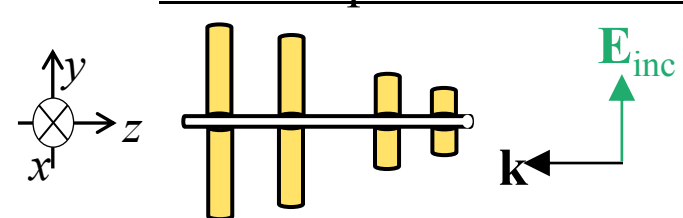
Case1 : Feed



Case2 : Incident plane wave of TE



Case3 : Incident plane wave of TM



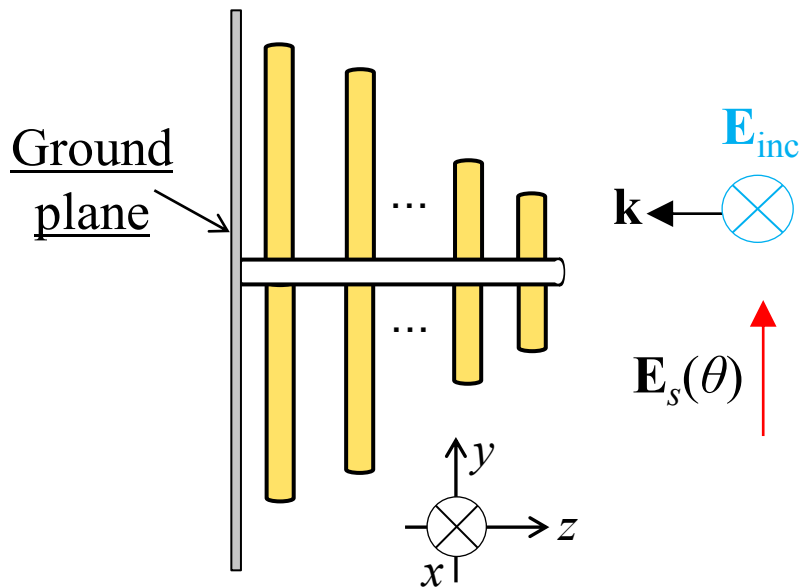
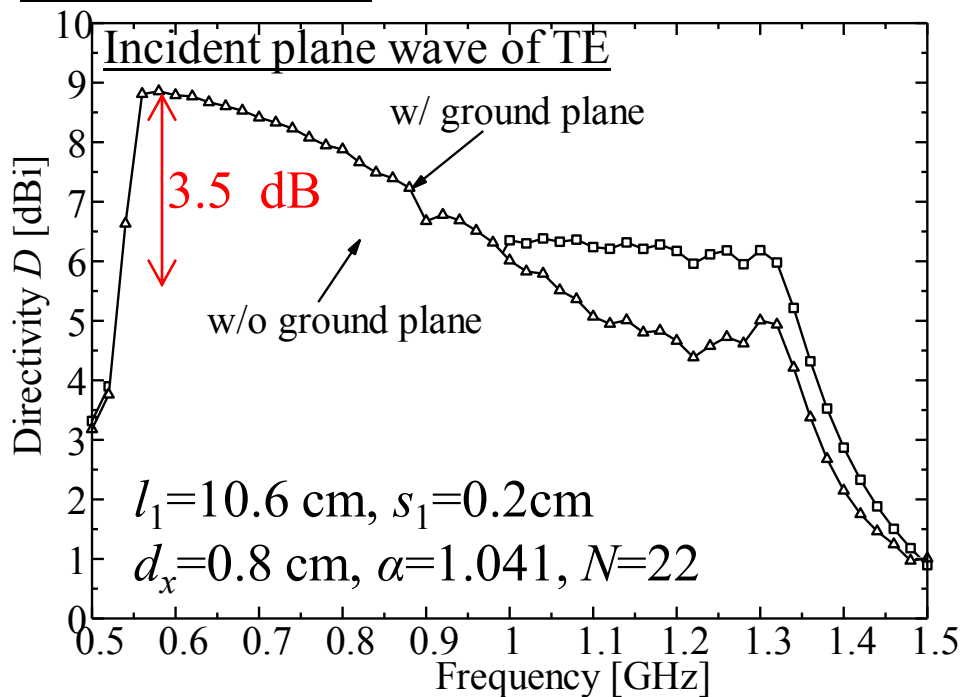
3 dB帯域幅

- Case1 & Case 2 → **1:2.7** 超広帯域な素子として動作している。
 - Case1の放射特性 = Case2の散乱特性となっており、TE入射が有効である。
- Case3に関しては狭帯域素子のような指向性利得を示している。

以上の結果から本報告では、入射波としてTE入射を用いてLPDA素子の散乱特性を明らかにする。

グランド板付きLPDA素子の散乱特性

- リフレクターには、**グランド板がよく用いられている**。そこで、**グランド板付きLPDA素子の散乱特性を検証した**。



- 3 dB帯域幅: LPDA素子 → 1:2.7, グランド板付きLPDA素子 → 1:1.9

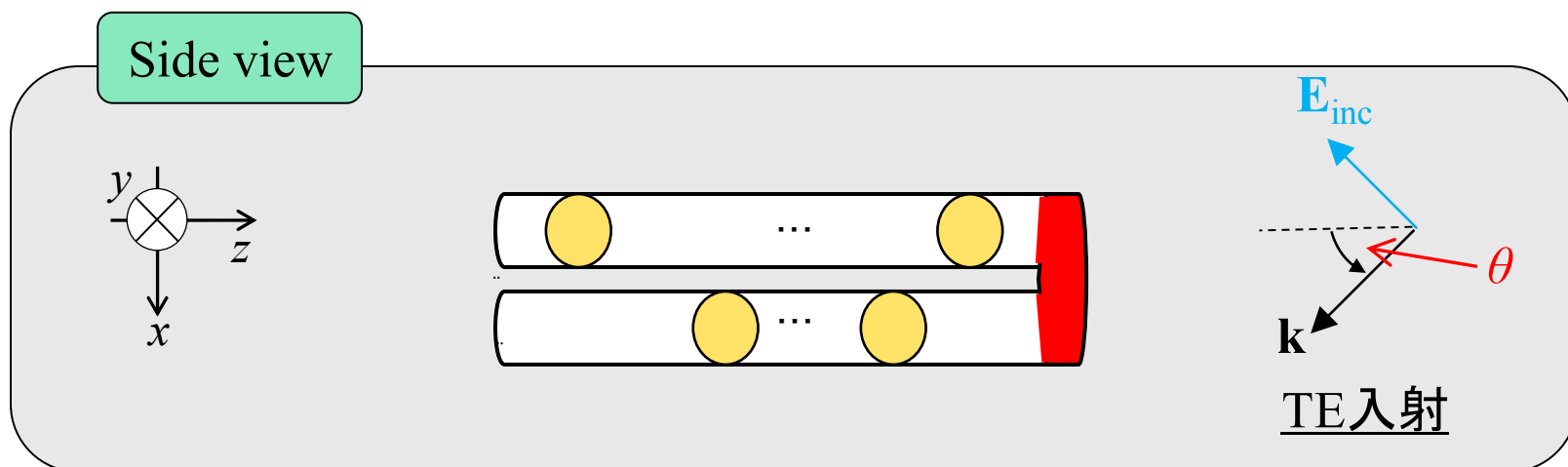
- グランド板が無い場合のほうが、帯域は広がる。
- グランド板をつけることにより、600 MHz付近では指向性利得が3.5 dB向上した。

利得の向上は見込めるが**帯域が減少してしまう**ことから、LPDA素子にグランド板は不要である。

入射角が帯域に与える影響

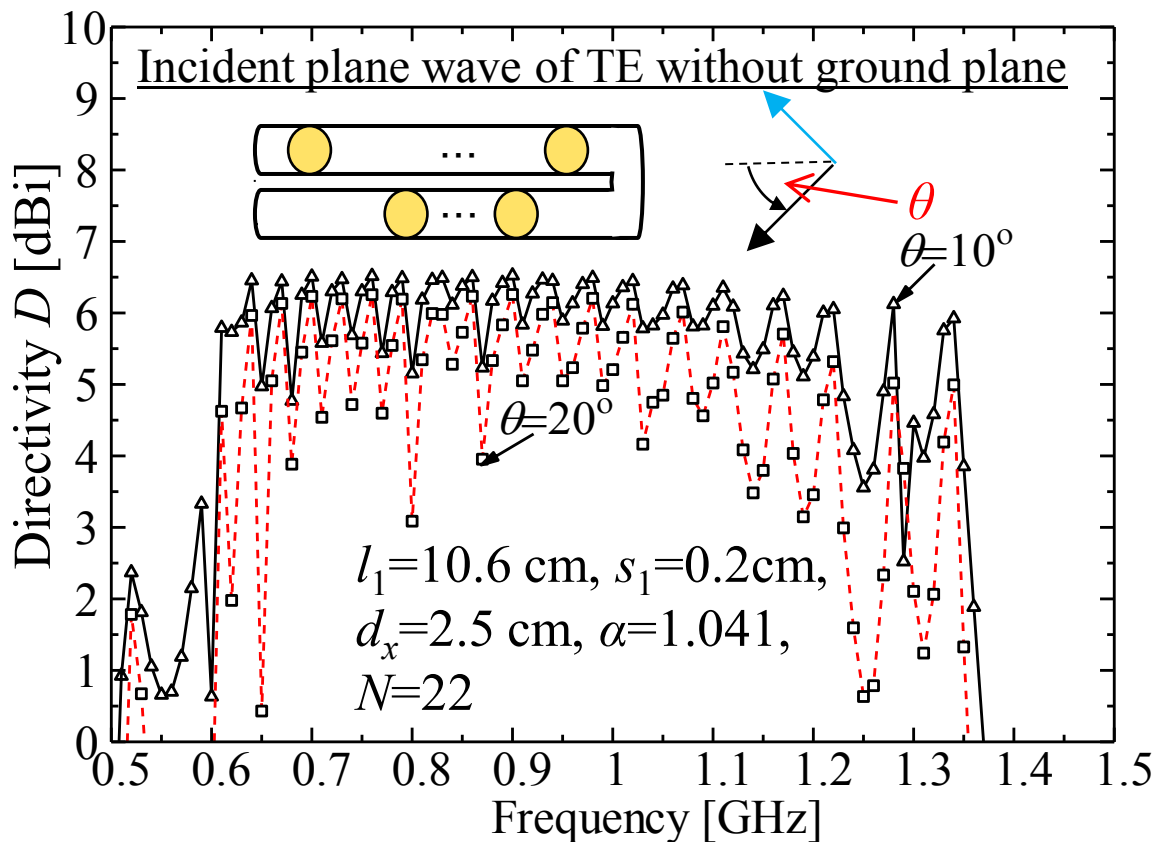
- LPDA素子にTE入射を用いて散乱素子として使用することで広帯域な散乱特性がみられた.
- ➡ 正面方向からの入射波を正面方向に散乱する場合のみの帯域を検証していた.

入射角による帯域の変化を検討する必要がある.



入射角が帯域に与える影響

- 入射角 θ とした時の周波数に対する指向性利得を示す.



3 dB帯域幅

- $\theta=10^\circ \rightarrow 1:2.1$, $\theta=20^\circ \rightarrow 1:1.8$

入射角に大きく依存して周波数帯域が下がることがわかる.

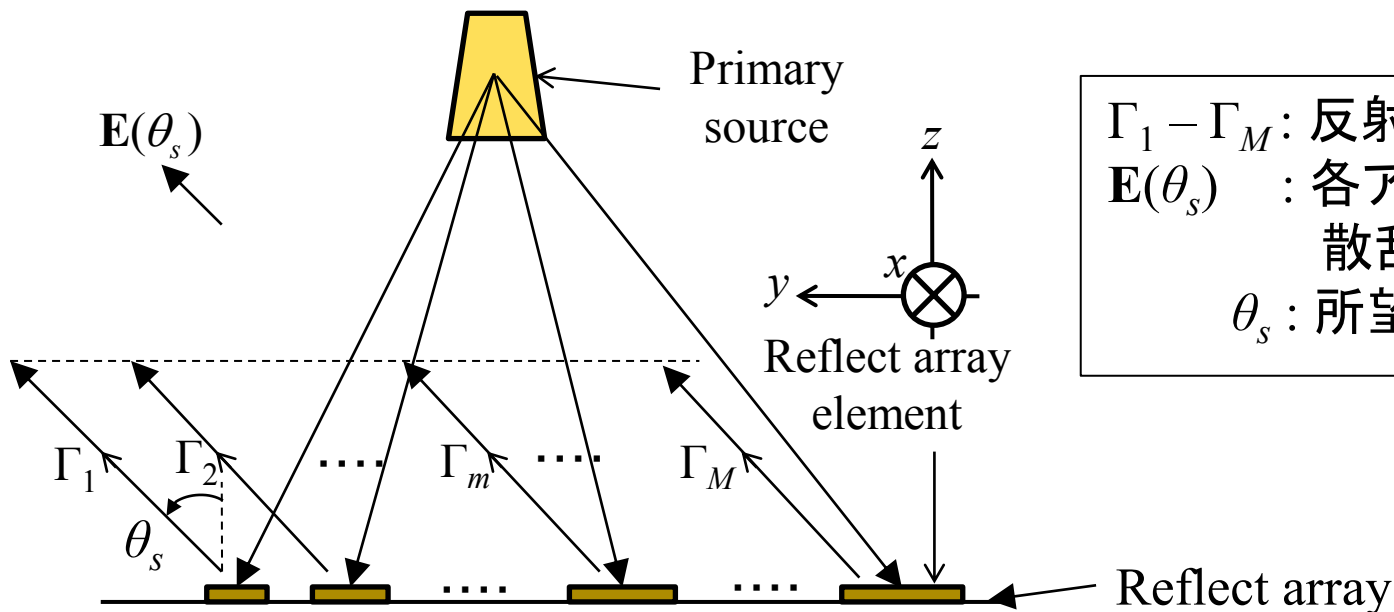
リフレクトアレーの原理

LPDA素子は、広帯域なリフレクトアレー素子として有効か示す。

リフレクトアレーでは、各アレー素子からの散乱電界の位相を所望方向で合わせる。

位相補償方法

位相を合わせるために各アレー素子の素子長を変え、
所望方向で散乱電界の位相を同相にする。



$\Gamma_1 - \Gamma_M$: 反射係数
 $E(\theta_s)$: 各アレー素子からの
 散乱電界の合成
 θ_s : 所望方向

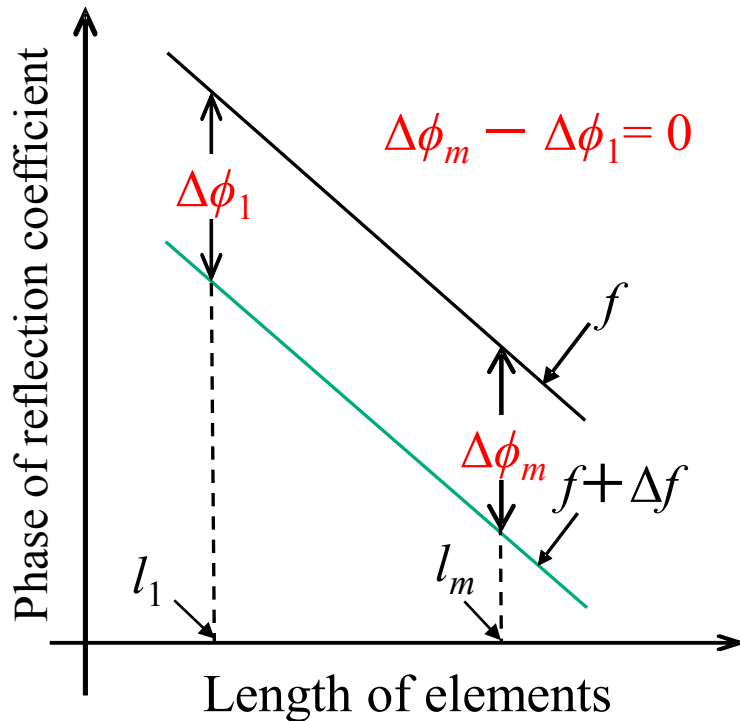
広帯域なリフレクタレー素子の条件



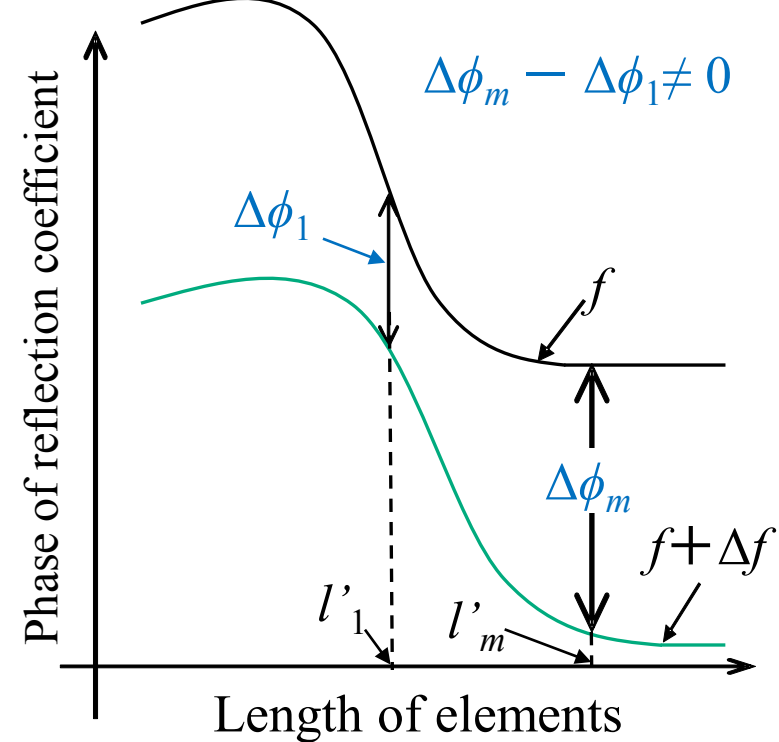
広帯域なリフレクタレー素子の条件として.....

- 素子長に対する反射係数の位相特性が、線形的で周波数に対して平行移動するような特性を示すこと。

Wideband(=Linear and parallel)



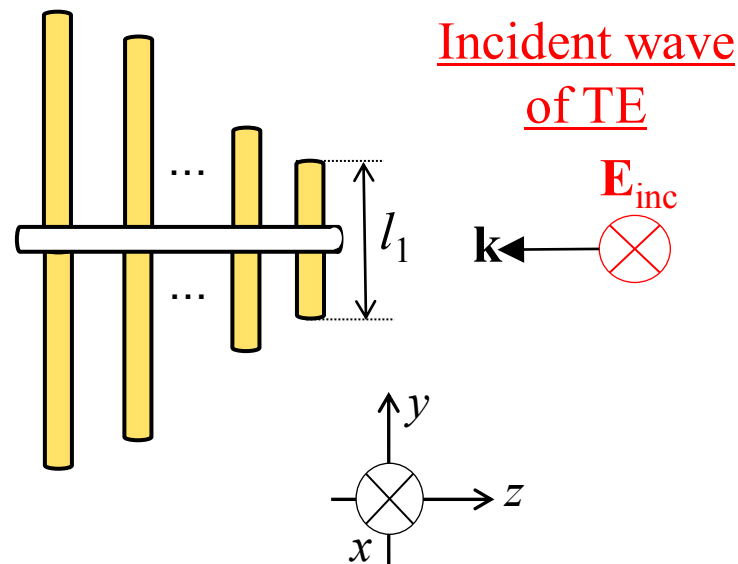
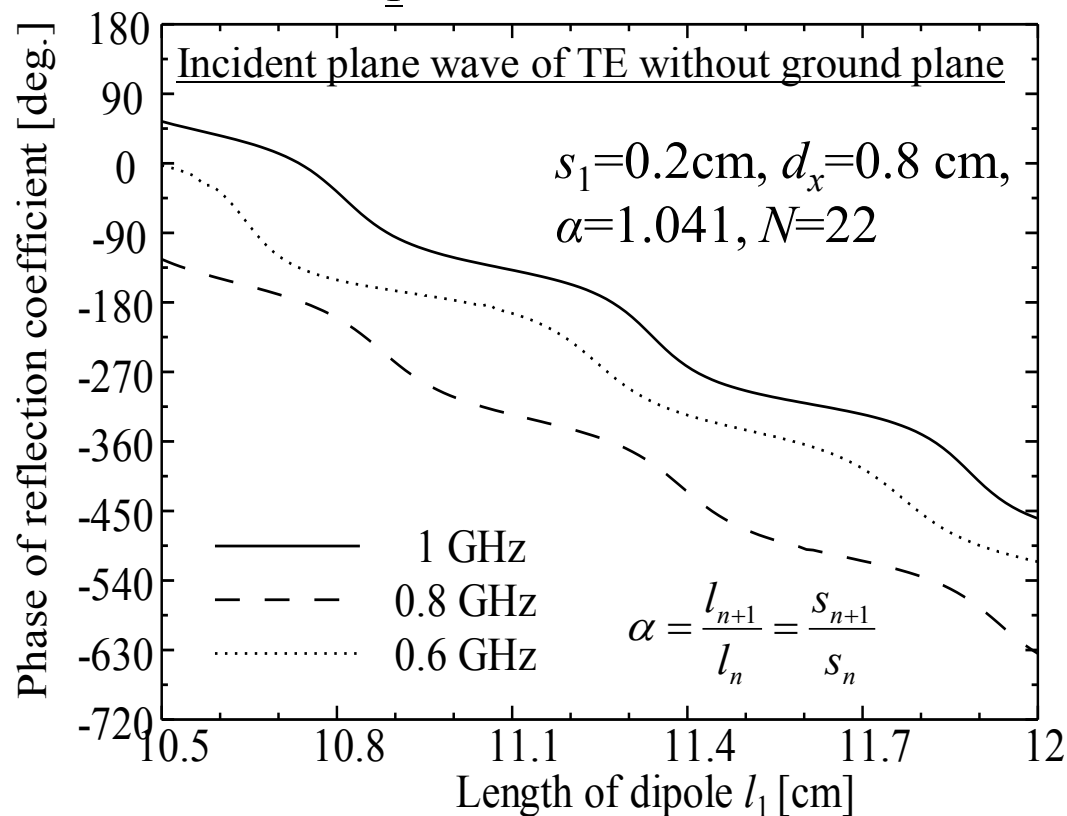
Narrowband(=Non-linear)



LPDA素子は広帯域なリフレクタレー素子のような位相特性になるか検証する。

LPDA素子の反射係數位相特性

LPDA素子の l_1 及び周波数を変えた時の反射係数の位相特性を示す。



概ね素子長 l_1 に対して反射係数の位相特性が線形的に変化し、周波数が0.6 GHzから1 GHzにかけて平行移動するような特性を示している。

→ LPDA素子は広帯域なりフレクトアレー素子の条件を満たしている。



本報告では, LPDA素子の散乱特性を数値的に明らかにした.

その結果以下の結論が得られた.

- 散乱特性は, 入射波の偏波に大きく依存する.
 - TE入射することにより, 広帯域な散乱特性を示す.
- 広帯域な散乱特性を得るためには, グランド板は不要である.
- 入射角を大きくすると, 周波数帯域が狭くなる.
- 反射係数の位相特性が, 素子長に対して線形的, 周波数に対して平行移動するような特性を示すことから広帯域なりフレクトアレー素子に適している.