

# “タグ位置推定システム”のご紹介

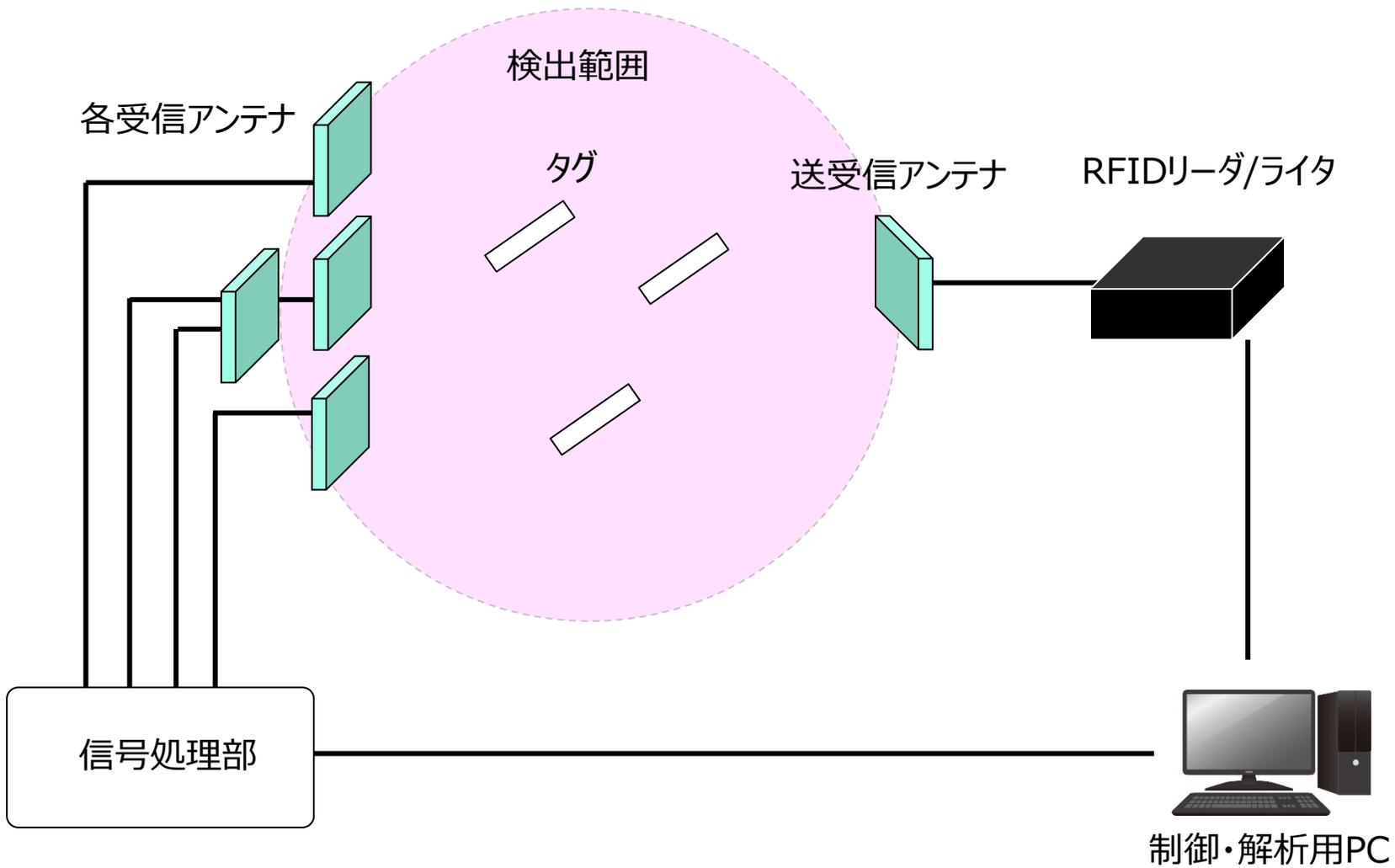
(特許番号:特許第6712080号)



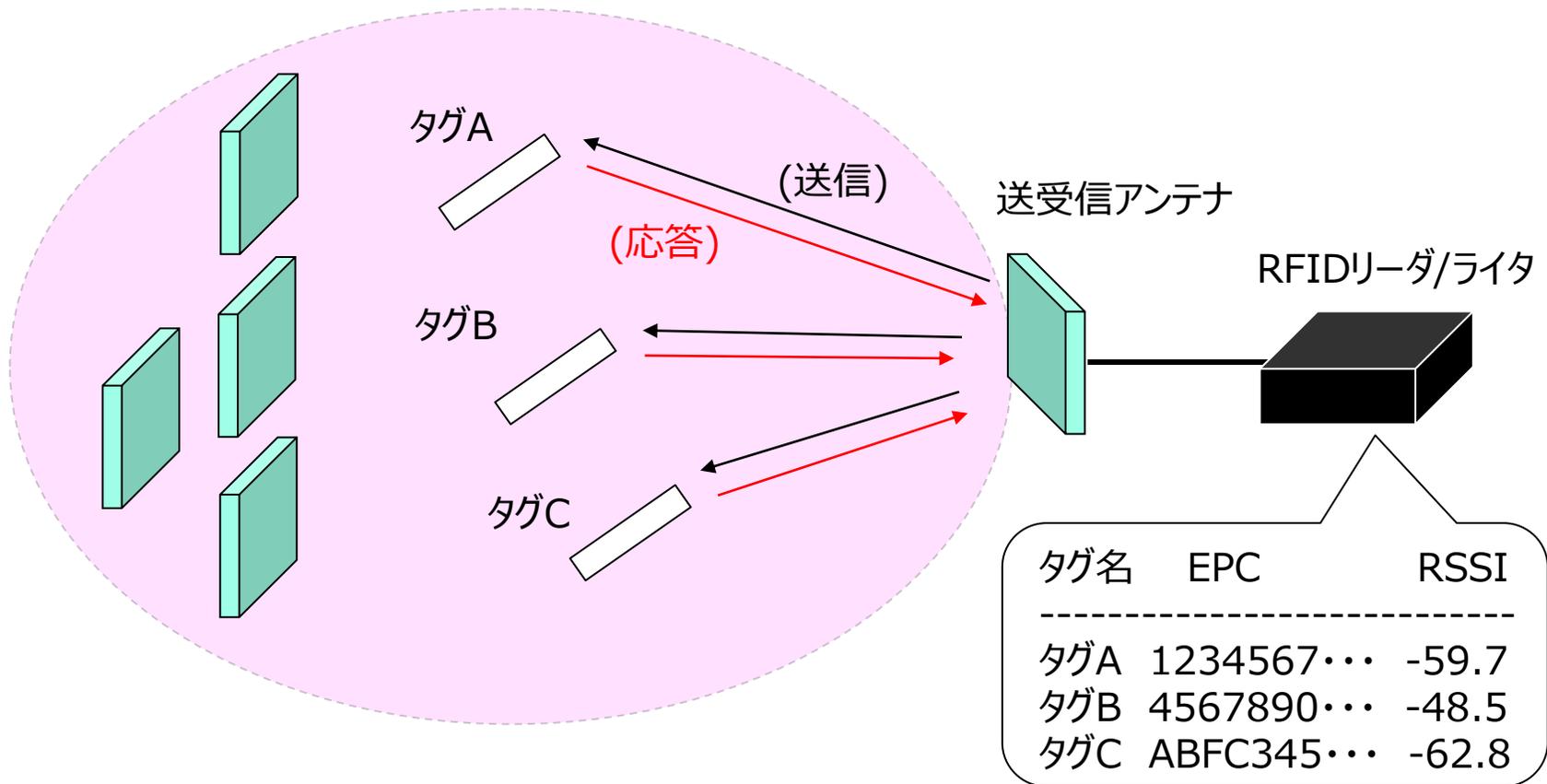
株式会社 カイザー

Kaizer Co., Ltd.

## システム構成

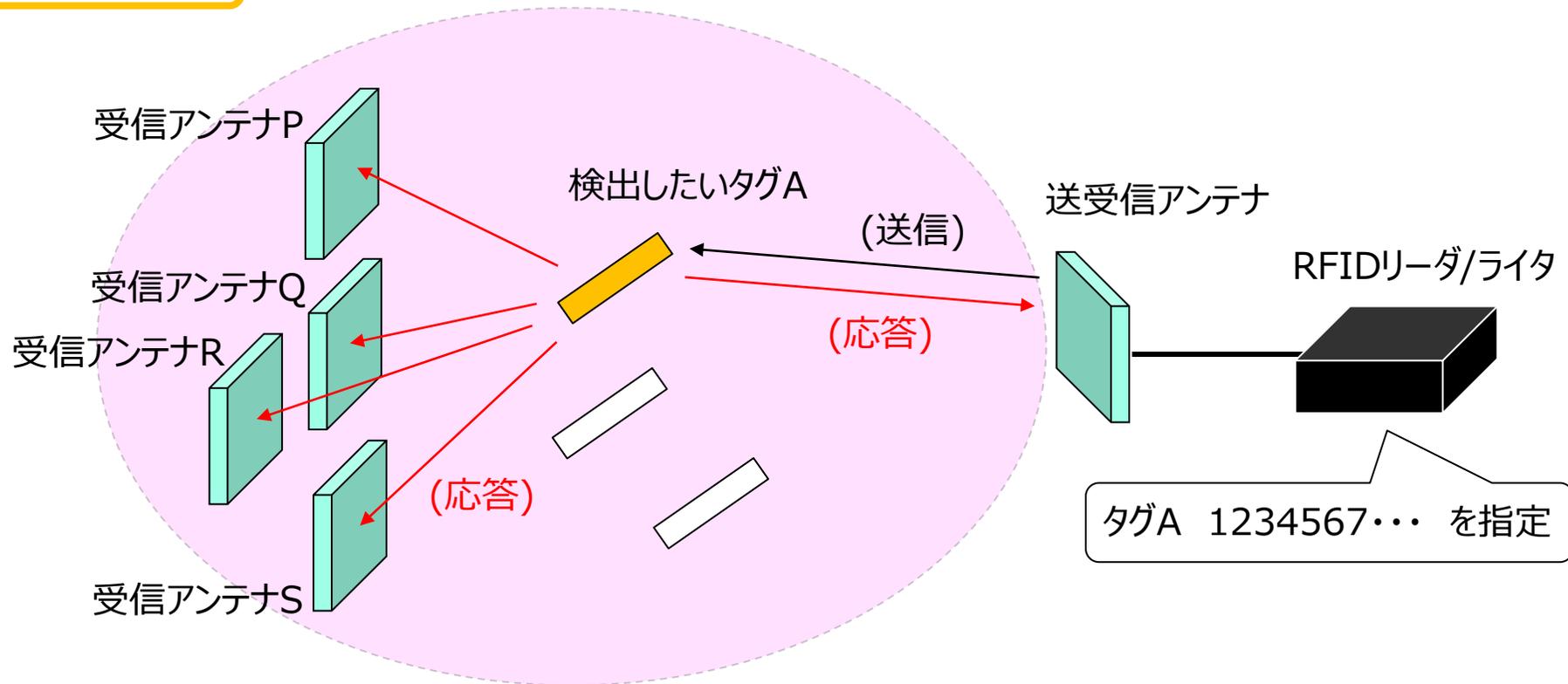


## 検出方法 (1)



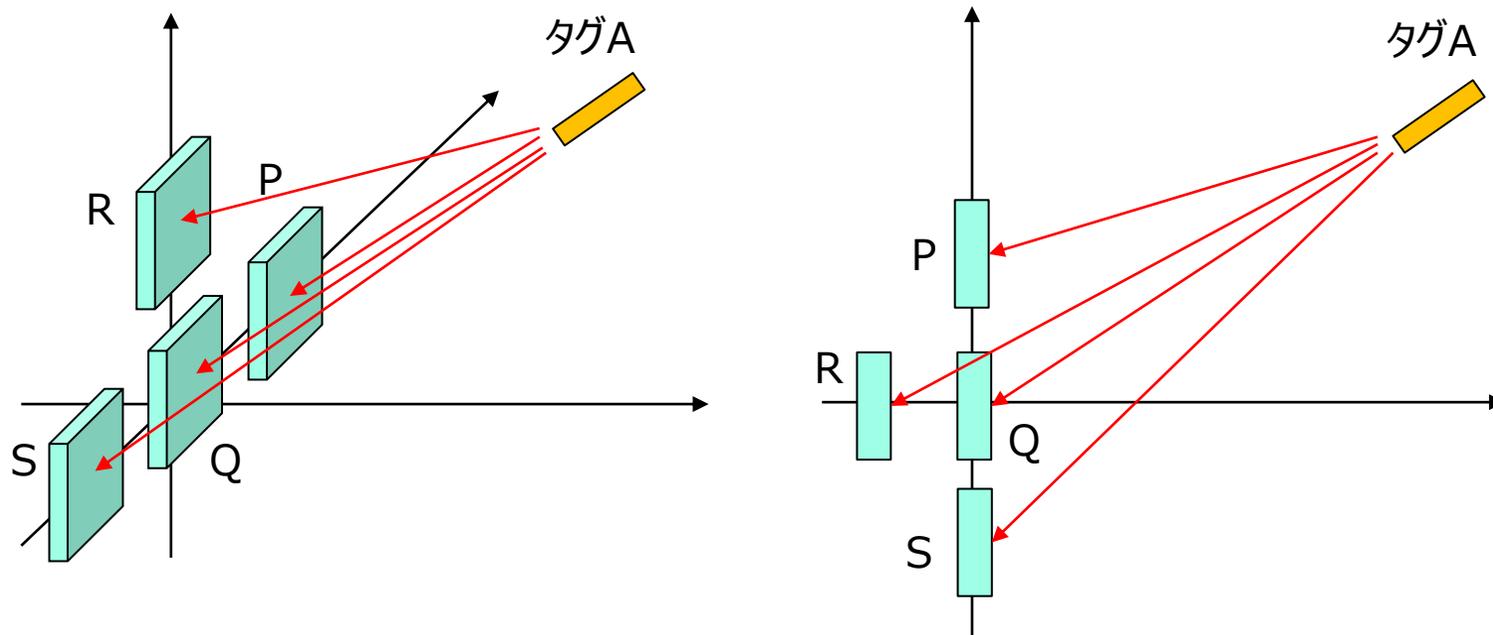
はじめに検出対象の空間内にあるタグに対しインベントリ(読取り)を行い、空間内のタグの個数やEPC、RSSI等の情報を取得する。

## 検出方法 (2)



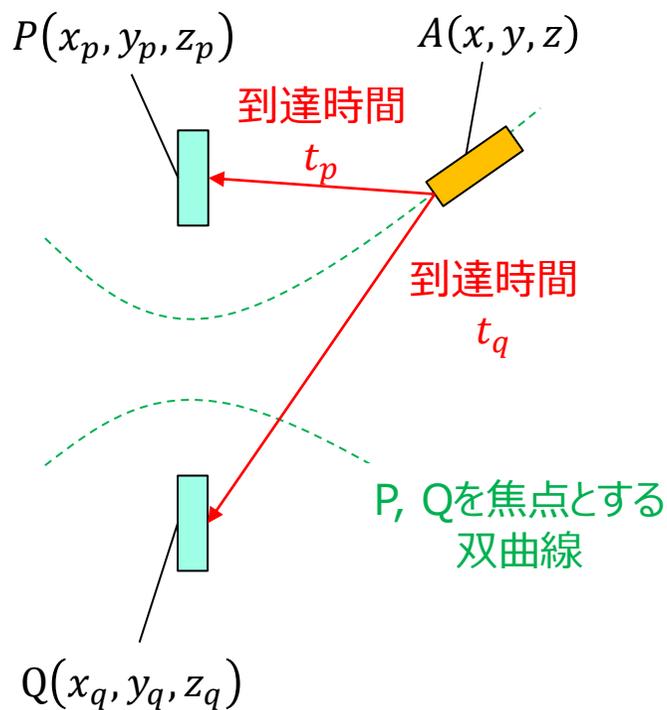
次に検出したいタグのEPCを指定し、タグメモリの読取りを行う。合わせて、検出したいタグの応答波を各受信アンテナで受信する。

### 検出方法 (3)



各受信アンテナで受信するタグの応答波はタグとアンテナの距離により到達するまでの時間が異なる。各アンテナで受信した応答波到達の時間差により位置と距離を推定する。

## 検出方法 (4)



※P, Qの座標は既知

はじめにタグAとアンテナP、アンテナQの関係を取り上げる。

同一平面上にタグAとアンテナP、アンテナQが配置されている場合、各座標を $A(x, y, z)$ 、 $P(x_p, y_p, z_p)$ 、 $Q(x_q, y_q, z_q)$ とすると点Aは点P, Qを双曲線の焦点とする双曲線上に存在すると考えられる。

このとき双曲線の性質から、タグAとアンテナP、アンテナQの距離をそれぞれAP、AQとすると、

$|AP - AQ| = \text{一定}$  が成り立つ。

AP、AQの距離は左図のように座標を $A(x, y, z)$ 、 $P(x_p, y_p, z_p)$ 、 $Q(x_q, y_q, z_q)$ とおくと

$$AP = \sqrt{(x_p - x)^2 - (y_p - y)^2 - (z_p - z)^2}$$

$$AQ = \sqrt{(x_q - x)^2 - (y_q - y)^2 - (z_q - z)^2}$$

また、タグAからアンテナPまでの到達時間を $t_p$ 、タグAからアンテナQまでの到達時間を $t_q$ とするとAP、AQの距離は以下と表せる。

$$AP = ct_p, \quad AQ = ct_q \quad (c: \text{光速})$$

## 検出方法 (5)

AP, AQの関係より、 $(AP - AQ > 0)$

$$AP - AQ = \sqrt{(x - x_p)^2 - (y - y_p)^2 - (z - z_p)^2} - \sqrt{(x - x_q)^2 - (y - y_q)^2 - (z - z_q)^2}$$

$$AP - AQ = ct_p - ct_q = c(t_p - t_q) = c\tau_{pq}$$

( $\tau_{pq}$ : AP, AQ間における到達時間の差 算出方法は後述)

$$\sqrt{(x - x_p)^2 - (y - y_p)^2 - (z - z_p)^2} - \sqrt{(x - x_q)^2 - (y - y_q)^2 - (z - z_q)^2} = c\tau_{pq}$$

となり、タグ1個とアンテナ2枚より1本の等式ができる。

3次元座標では、等式が最低3本必要となるため、受信アンテナは最低4枚必要となる。

受信アンテナを増やすことにより位置検出の精度は高まるものの必要な演算処理は増大する。

タグAとアンテナP,R、アンテナP,Sについても同様に考えると、3本の等式が用意できる。

$$|AP - AQ| = c\tau_{pq}$$

$$|AP - AR| = c\tau_{pr}$$

$$|AP - AS| = c\tau_{ps}$$

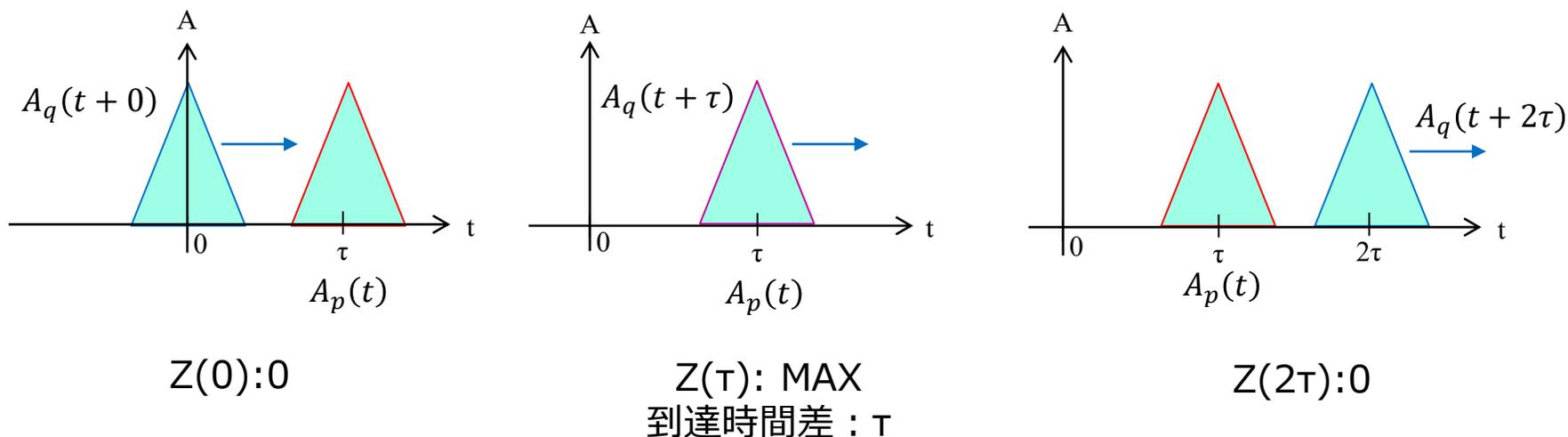
これらの等式から、数値計算によりタグAの3次元座標を求める。

## 検出方法 (6)

各受信アンテナ間で到達時間に差が生じる。到達時間差を計測するには到達した信号を掛け合わせて、相互相関を取ることで求められる。

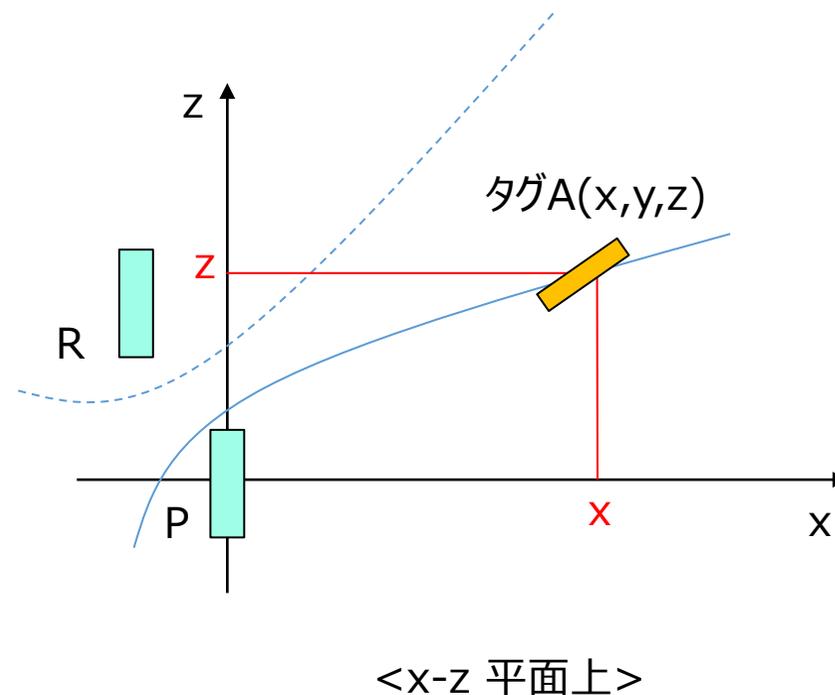
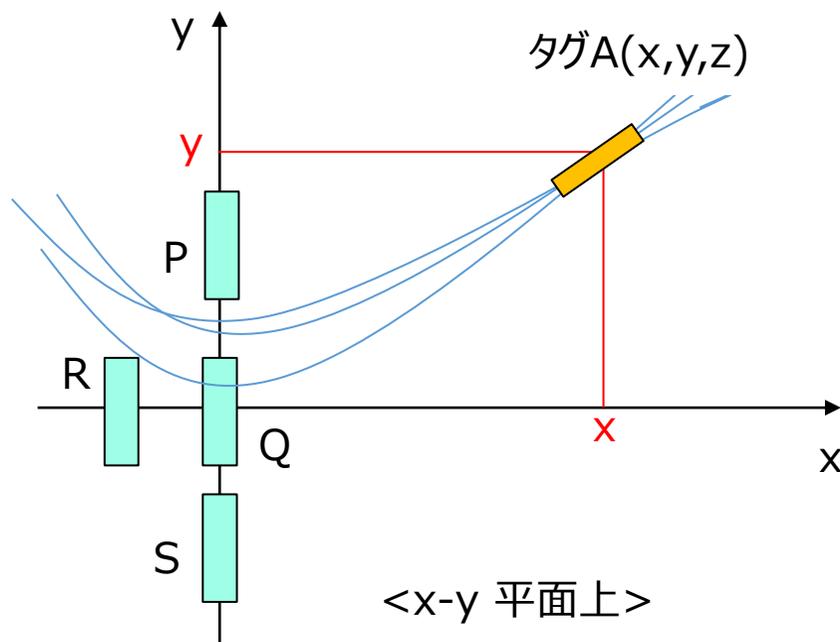
$$z(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T A_p(t) A_q(t + \tau) dt$$

A1と時間 $\tau$ だけずれたA2の2つの関数の相関 $z(\tau)$ は、A1とA2を乗算したものを積分したもので表される。これは波形グラフで考えると、A2を時間でずらしながら、A1と重なる面積が最大のときに $z(t)$ が最大となる(下図)。このときの $\tau$ を到達時間の差と判断する。



## 検出方法 (6)

<イメージ>



タグAとアンテナP,Q、アンテナP,S、アンテナP,Rが作る双曲線の交点によりタグAの座標を求める

## 位置推定フロー

