

相位常數 $\beta = \frac{2\pi}{\lambda}$

因為 π 是常數

所以給定 β

就等同於給了 λ

而 β 的意義在於

空間上的週期性

波動在空間上 (某一瞬間)

phase 是每隔一個波長的

距離重複。

也就是說 β 可以告訴我們

phase 如何隨空間變化

(至於 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 就告訴我們
phase 如何隨時間變化)

頻率不變，波長變長

就會有相速變大 (超過光速)

的表象。

$$\vec{E}(x, y, z, t) = \vec{E}_0(x, y) f(t - \frac{z}{v_p})$$

$$= \vec{E}_0(x, y) \cos(\omega t - \beta_p z)$$

$$= \text{Re} \left\{ \vec{E}_0(x, y) e^{j(\omega t - \beta_p z)} \right\}$$

$$= \text{Re} \left\{ \underbrace{\vec{E}_0(x, y) e^{-j\beta_p z}} e^{j\omega t} \right\}$$

$$\vec{E}(x, y, z) = \vec{E}_0(x, y) e^{-j\beta_p z}$$

再看一看向量場是什麼，
場就是空間中每個位置
都有一個物理量，
當其為純量，則為純量場，
若為向量，則為向量場。

如果該物理量又會
隨時間變化，情況
乍看下似乎會很複雜，
實際上它的確沒錯，
但在一種情況之下，
倒是人類可以理解的：

單頻弦波

再想一想 phase 是什麼，

首先單純講 phase 是沒意義的

2個以上的對象 隨時間變化
的節奏一樣 但有時間差的話，

(也就是其中一個達到 MAX 時
另一個不是在 MAX) \leftarrow 瞬在
間某個

那我們初說這兩個東西的
phase 不同。

不過只要有瞬葉的概念
我們也了解，光知道這
也初夠了，更複雜的初是
電腦應該做的事了。

$$\vec{E}(x, y, z) = \vec{E}_0(x, y) e^{j\beta_p z}$$

$$\vec{E}(x, y, z, t) = \text{Re} \left\{ \vec{E}(x, y, z) e^{j\omega t} \right\}$$

很容易理解，節奏固定的東西
跟靜止的沒什麼差別，

所以就不考慮時變部份了

這就有了 phasor 這東西冒出了

phasor 包含的資訊 ① amplitude
② phase

如果是 vector phasor 再多一個 ③ direction

以上的 $\vec{E}(x, y, z)$ 就是一個 phasor
(vector phasor)

這個 phasor 包含的資訊也
初只是剛剛提及的 ①②③

可以看出 phase 只會在 z 方向
改變，在 $x-y$ 平面上 phase 都一樣
至於 amplitude 和 direction 就不一定了

雖然提到的例子是
波導的東西，但這裡
提到的概念很重要
(基本)