

反応断面積とは？

× 断面積
○「反応」断面積 です。

気持ちは、
ある「**反応が起こる数**」は、
対象(標的)の「見かけの面積」と、
それを調べるために投げる「**ボールの個数**」と、
「**標的の個数**」の 3つに比例する筈だ！
という直感から考えられた単位です。

式で書くと、

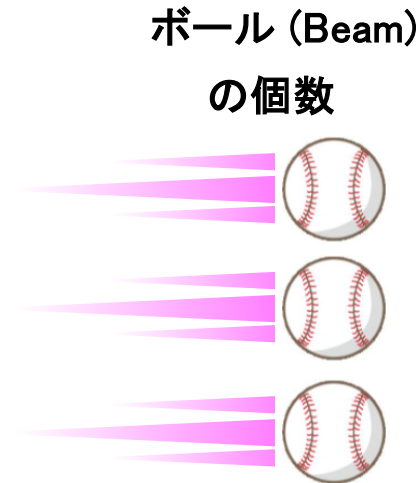
$$Y = \sigma * I_{bm} * N_{tg}$$

Y:: **反応数** (Yield) ~致死率

σ : **標的の見かけの面積** → **断面積** (Cross section)

I_{bm} : 投げる**ボールの(個数)** ~ビーム強度

N_{tg} : **標的の”個数”** ~細胞数



ミソは、

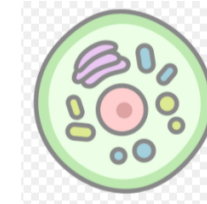
「**見かけの面積**」= **断面積** にこだわって議論する所です。

- 断面積は、**単なる比例定数ではありません！**
- 求めた**面積の大きさ**が、**思っていた標的の大きさ**と比べて**大きいか？小さいか？**を議論するための値です！

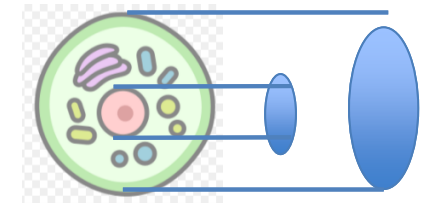
例) 原子、原子核 の場合

核反応は、原子の大きさ(電子雲を含むサイズ)だと思っていたら、
ラザフォードが実験したら、実測値はそれより小さくて、原子の中により小さい原子核がある事が発見された。
この様に、反応断面積は、“反応” に対する “対象物の大きさ” を議論できる重要な量です。

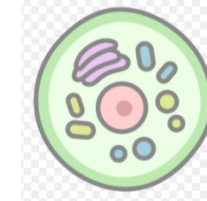
対象標的(細胞)
の個数



見かけの面積



細胞サイズ？
核サイズ？
DNAサイズ？



見かけの面積 → **断面積**

- ・ ボールは**直球**とします(カーブはダメ)
- ・ ボールの**進行方向から見て**、
対象に”当たりそう”な面積が、
“**断面積**” です。

反応断面積の式

ここで、式両辺の単位を合わせる必要あり！

※ 断面積 σ の単位は、必ず $[\text{cm}^2]$ とか $[\mu\text{m}^2]$ で固定です！

反応断面積の定義式

$$Y = \sigma * I_{bm} * N_{tg}$$

Y :: 反応数 (Yield)

σ : 断面積 (Cross section)

I_{bm} : ビーム強度

N_{tg} : 標的数

※1 無次元量とは？

- SI単位系で無次元量という意味。
つまり、長さ(m)、重さ(g)、時間(sec)
電荷(C:クーロン) などを含まない事。

反応数		断面積		ビーム強度		標的数
Y	$=$	σ	$*$	I_{bm}	$*$	N_{tg}
[回、率、etc]		$[\text{cm}^2]$		$[\text{個}/\text{cm}^2]$		$[\text{個}]$
無次元量 ※1		固定		が必要		無次元量 ※2

例1) の場合 [%] など
~Total Dose Effect

例1) $[\text{個}/\text{cm}^2]$: Fluence

例2) の場合 [%/sec] など
~Dose Rate Effect

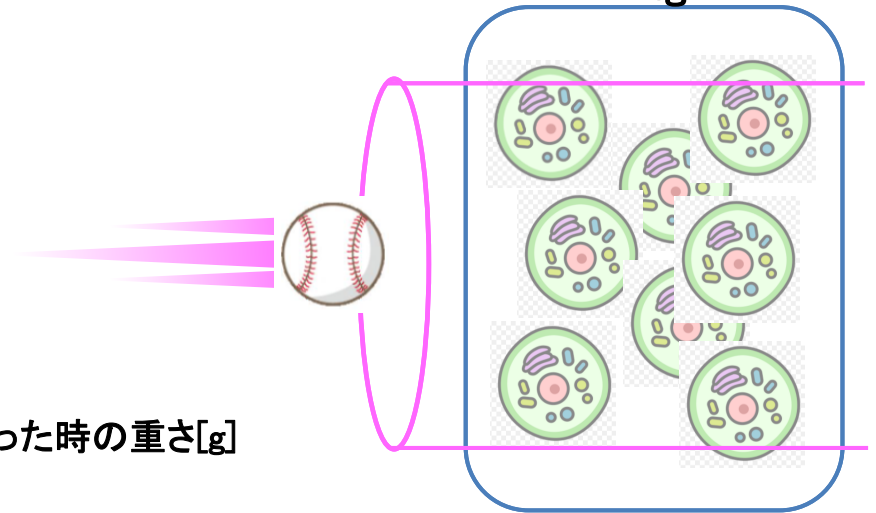
例2) $[\text{個}/\text{cm}^2/\text{sec}]$: Flux

※2 標的数とは？ 例) 核物理の場合

$N_{tg} = \text{密度} * \text{面積} * \text{厚さ} * \text{アボガドロ数 } N_A / \text{質量数 } A$

$[\text{個}] = [\text{g}/\text{cm}^3] * [\text{cm}^2] * [\text{cm}] * 6 \times 10^{23} [\text{個}] \div N_A \text{個集まった時の重さ} [\text{g}]$

標的数
 N_{tg} とは？



Beamが通過する領域にある
細胞 or 核 or DNA 数の事。

以上に気を付けて、議論して下さい。ご参考まで。