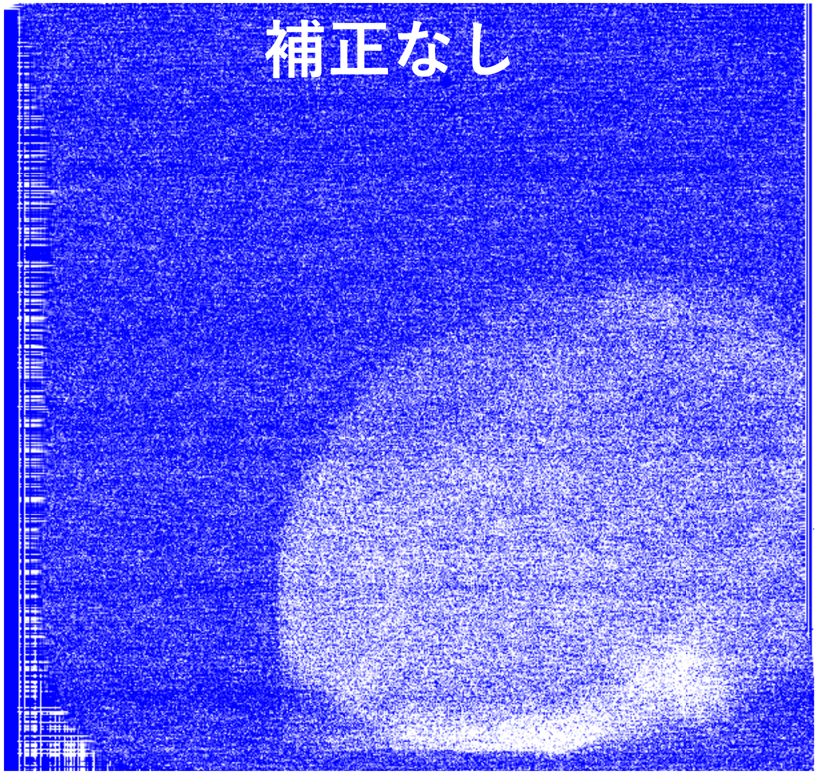
計数実験の最適化

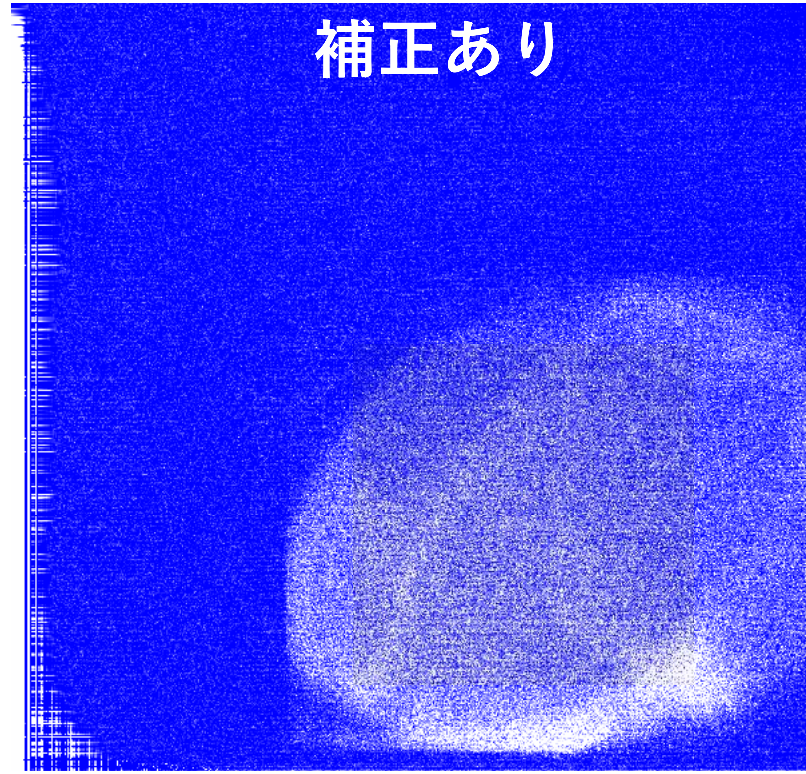
〜SCAPSへの応用〜

Naoya Sakamoto

Jan 18, 2007

SCAPSデータの補正



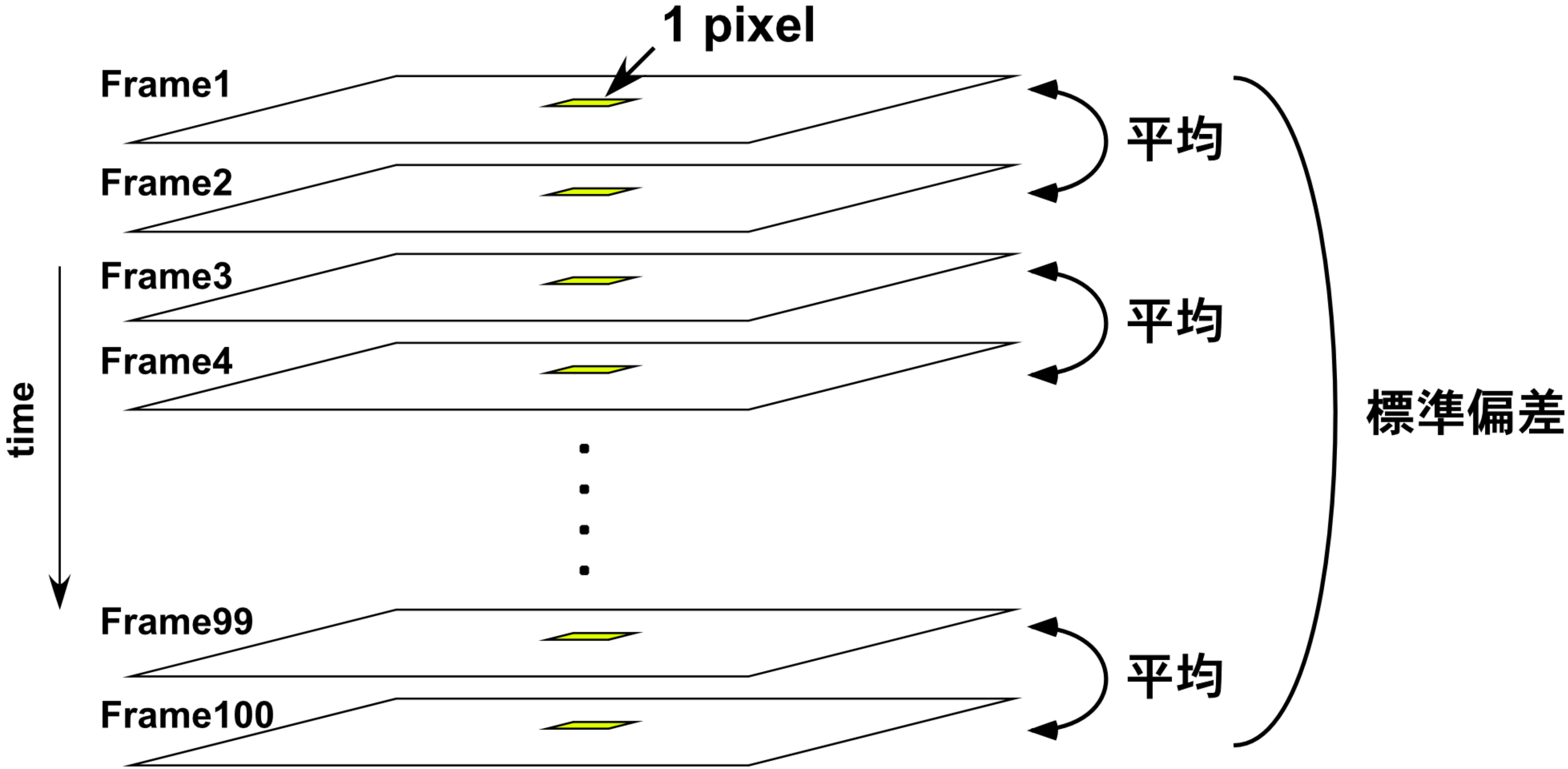


信号が低い場合、補正が必要

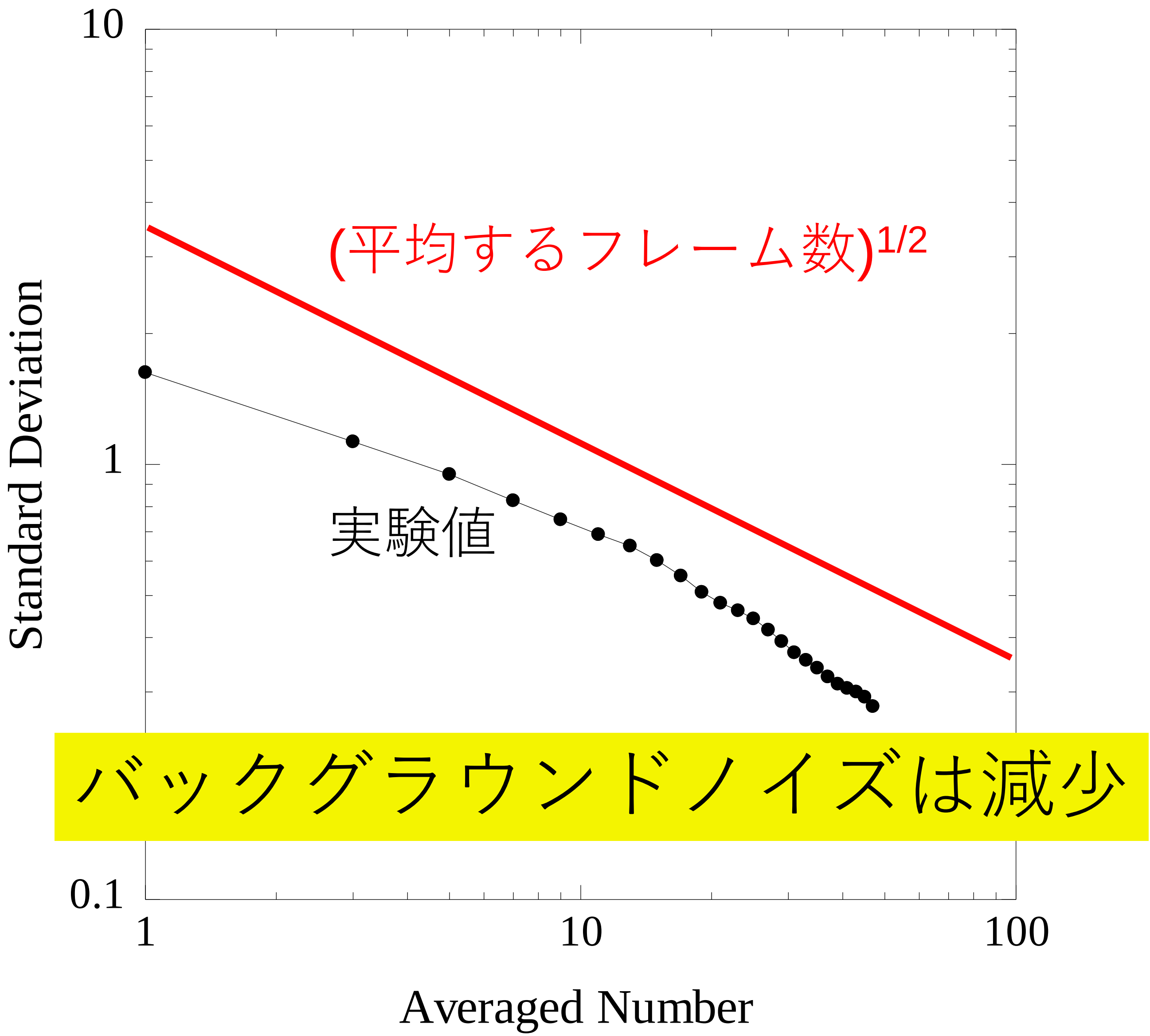
（総イオンカウント ≈ バックグラウンドノイズ）

複数フレーム平均化

入射イオンなし

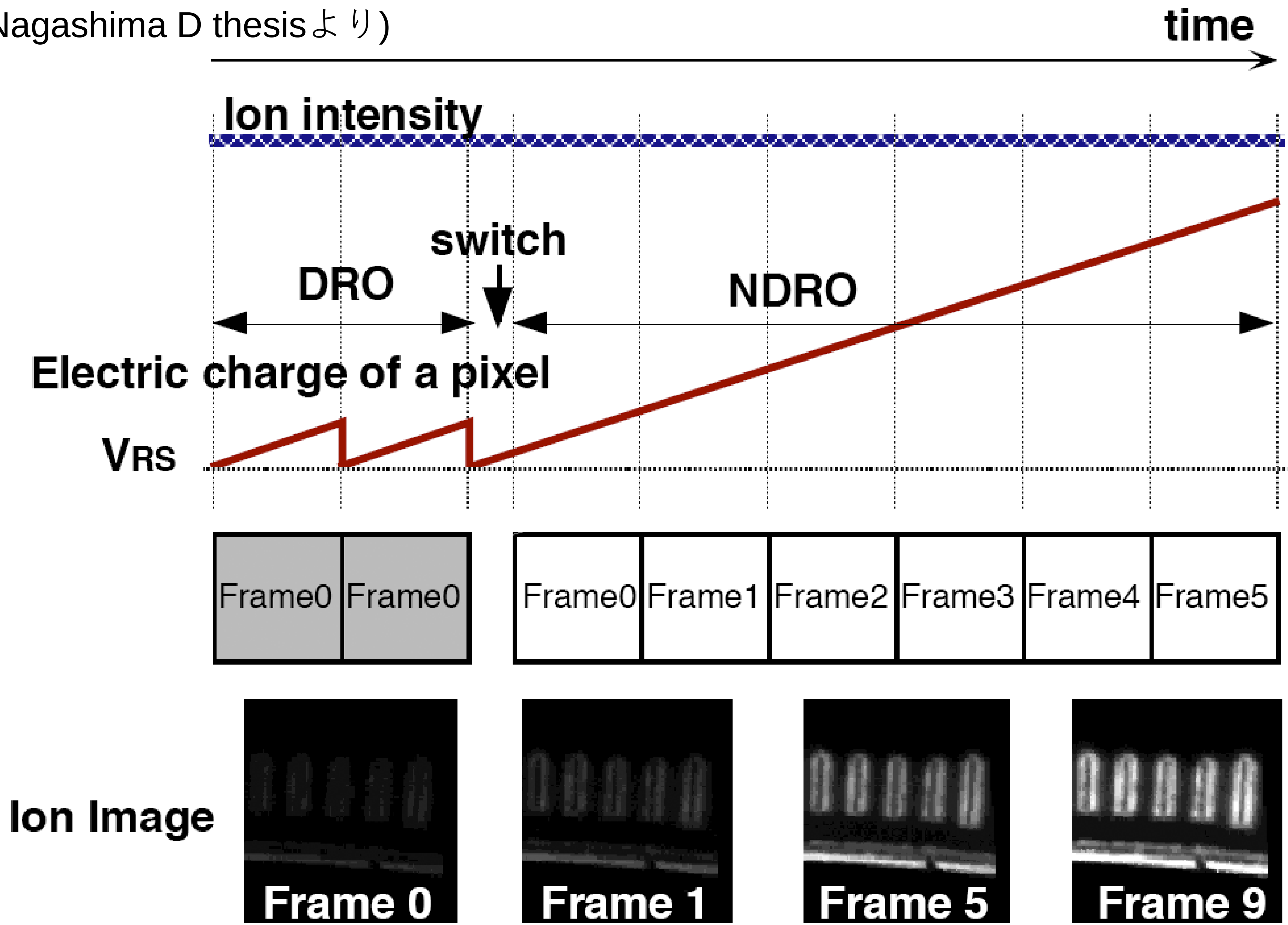


複数フレーム平均化による
バックグラウンドノイズの低減



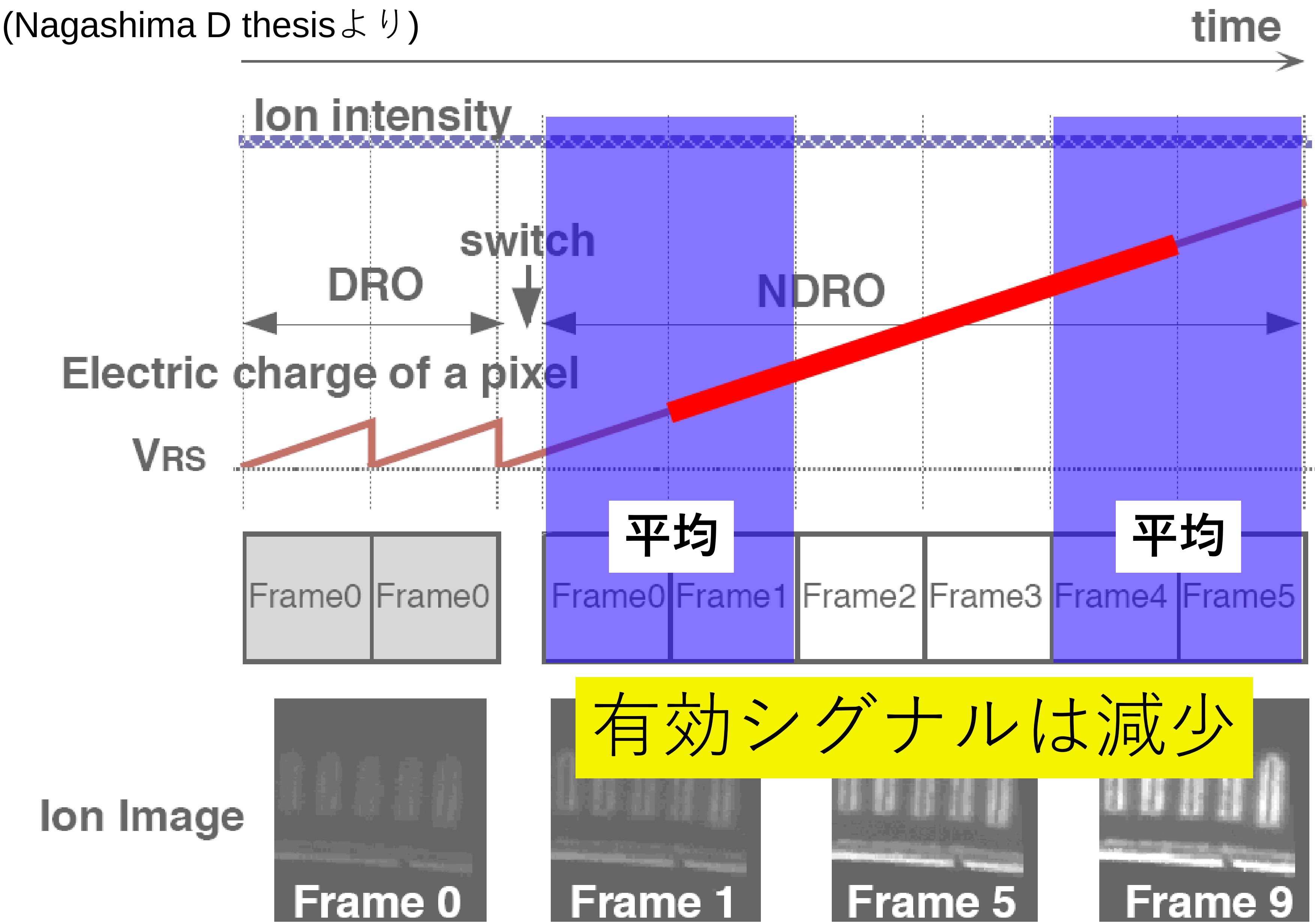
SCAPSのシグナル取得方法

(Nagashima D thesisより)



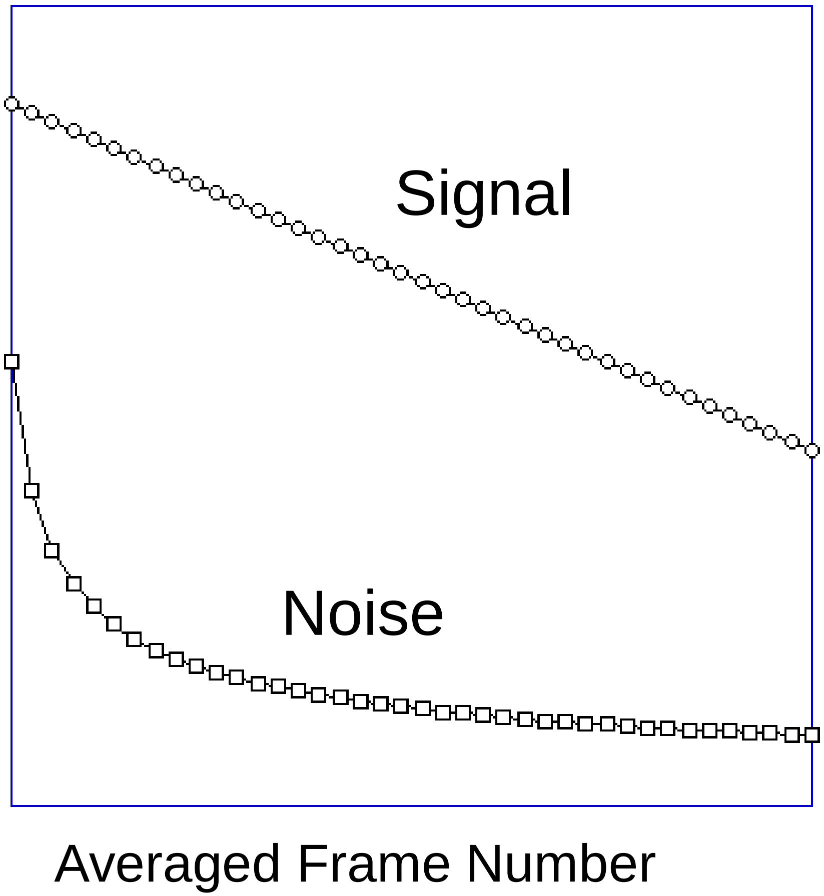
複数フレーム平均化によるシグナルの減少

(Nagashima D thesisより)



有効シグナルは減少

複数フレーム平均化



複数フレームを平均化すると．．．

・バックグラウンドノイズは減る

・有効なシグナルも減る

何フレーム平均するのが良いか？

性能指数
(figure of merit, FOM)

計数実験を最適化するための指標

（定常的なバックグラウンドが存在する場合）

$$\frac{1}{T} = \varepsilon^2 \frac{S^2}{\left(\sqrt{S+B} + \sqrt{B}\right)^2}$$

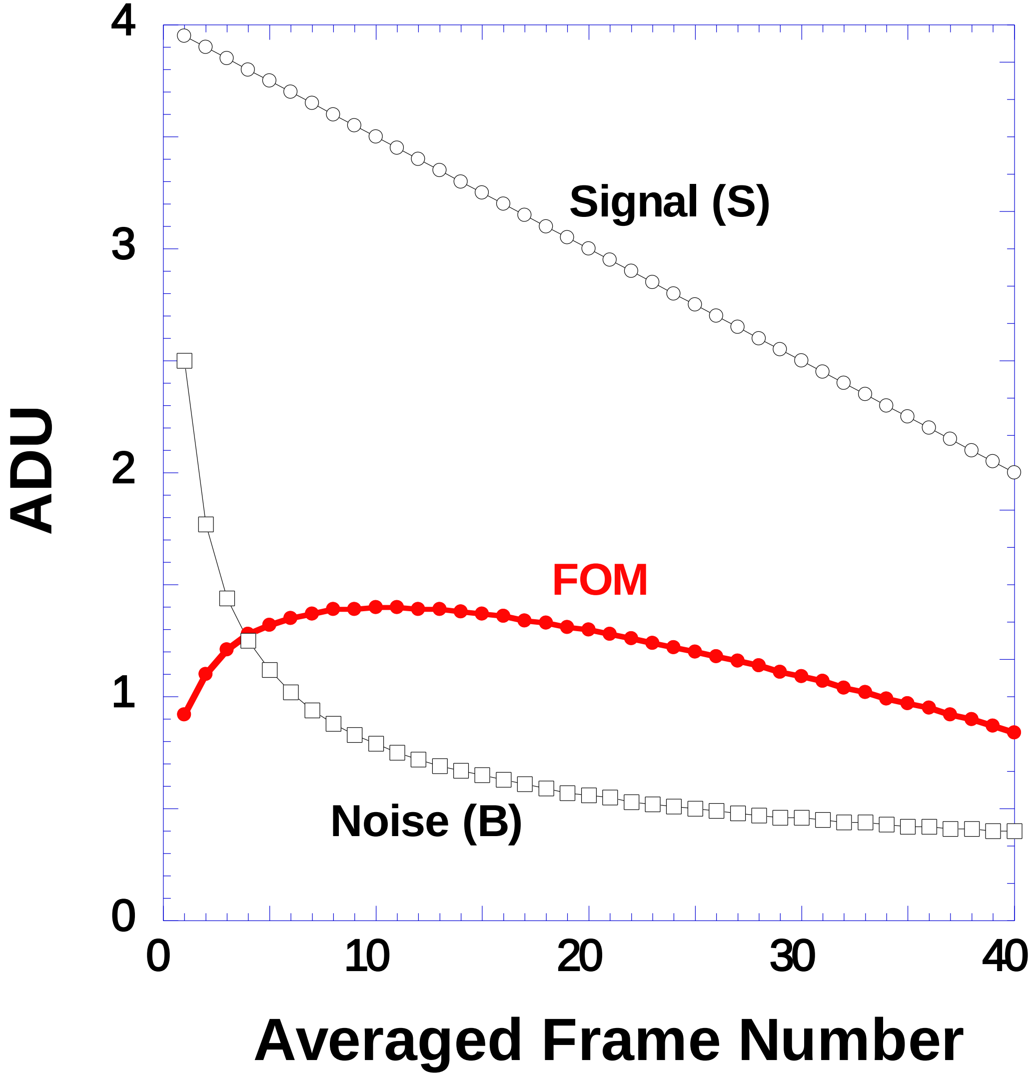
T：測定時間

S：シグナルだけの計数率

B：バックグラウンドの計数率

ε：シグナルの相対標準偏差

SCAPSへの応用



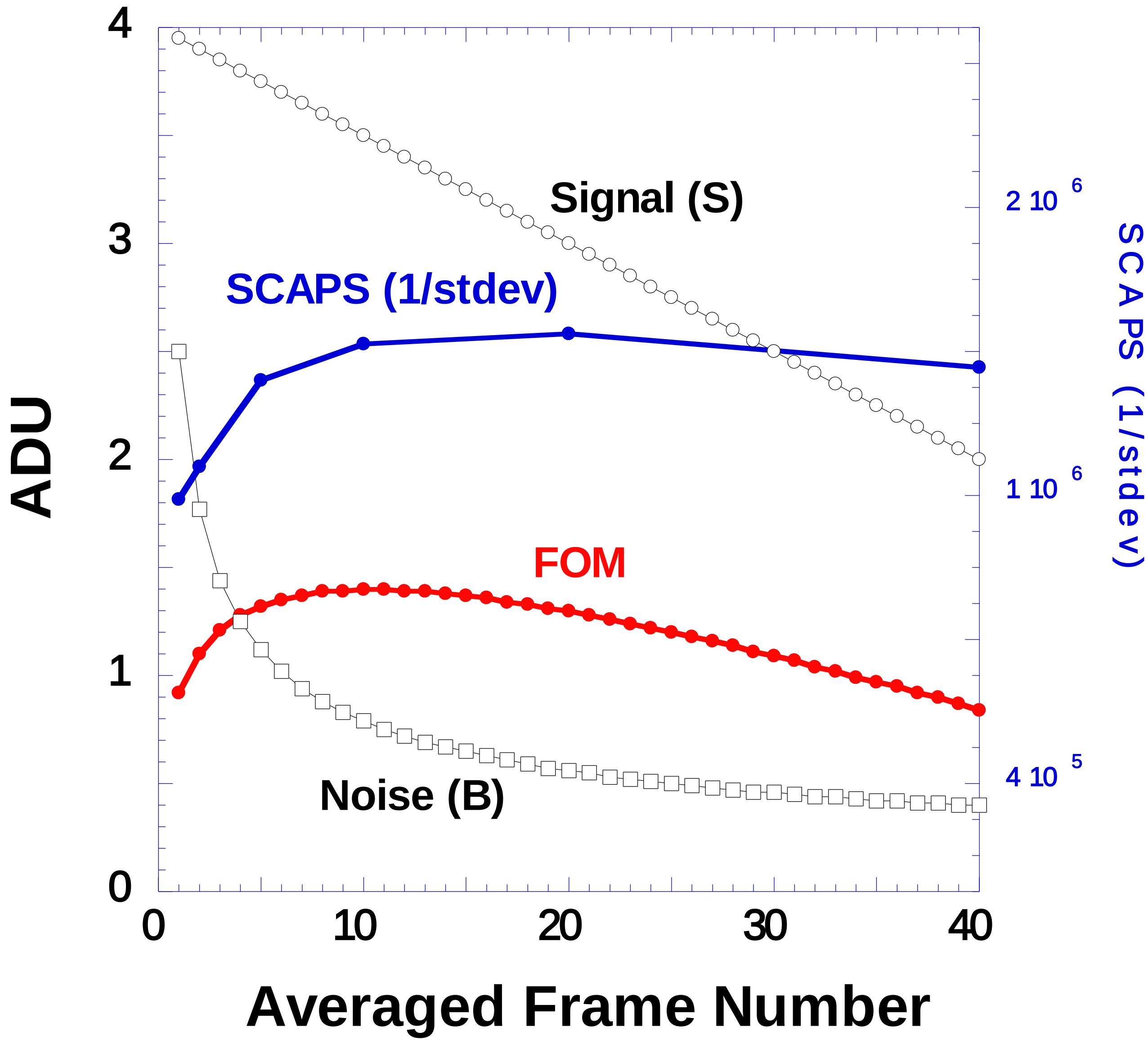
$$S = i_{signal}(N - n)$$

$$B = \frac{i_{noise}}{\sqrt{n}}$$

1/3.5くらいにする

N ：総フレーム数
n ：平均したフレーム数
i_{signal} ：平均イオンカウント
i_{noise} ：ノイズ

応用例：^{2}H



[計算条件]

総フレーム数
80 Frame

平均イオンカウント
0.05 ADU/pixel/Frame

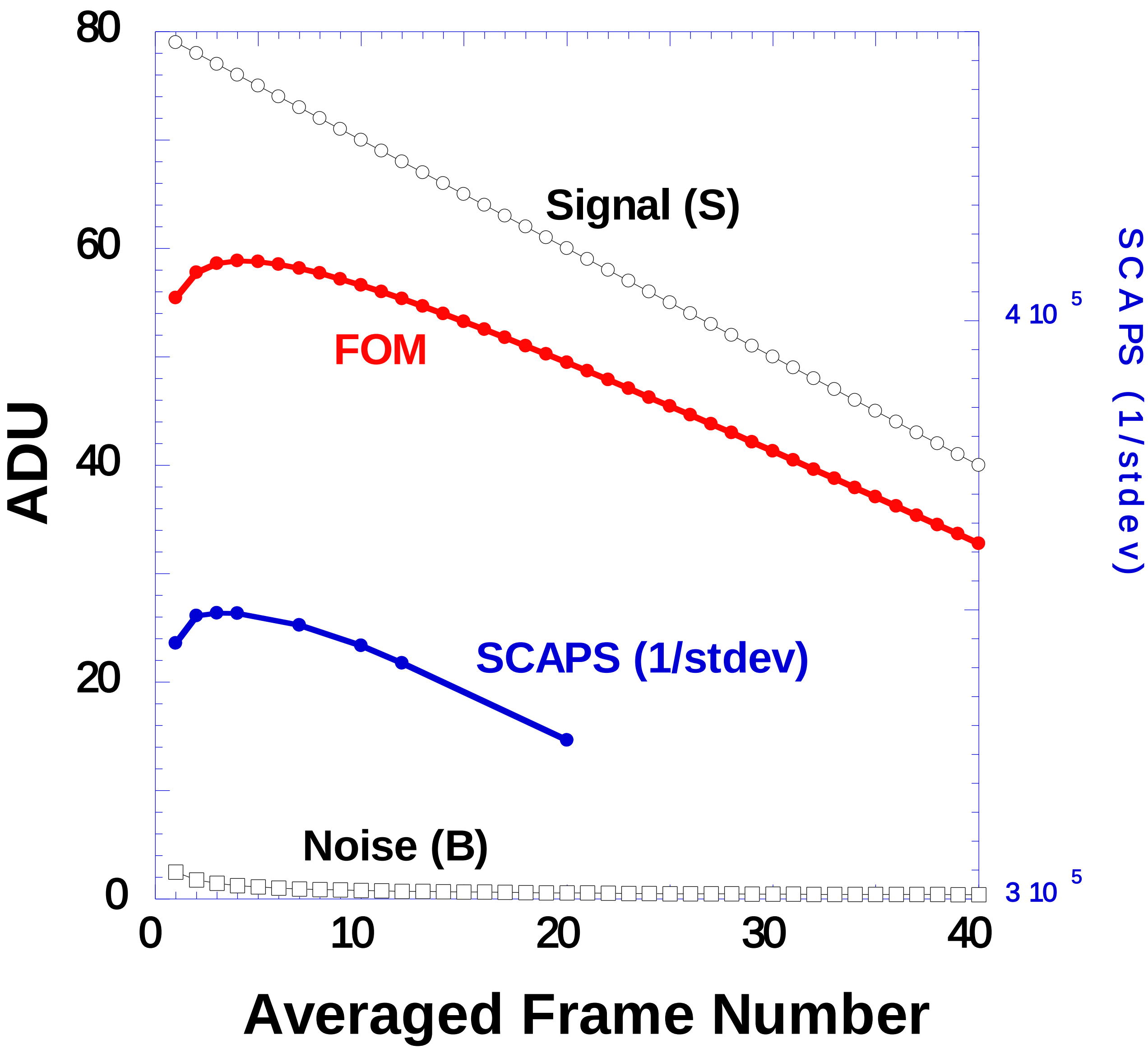
ノイズ
2.5 ADU

ノイズ減少率
(平均したフレーム数)$^{1/2}$

SCAPS(1/stdev)
信号の入っている領域の標準偏差の逆数

2乗にする

応用例：^{17}O



[計算条件]

総フレーム数
80 Frame

平均イオンカウント
1 ADU/pixel/Frame

ノイズ
2.5 ADU

ノイズ減少率
(平均したフレーム数)$^{1/2}$

APPENDIX

性能指数の導出

（放射線計測ハンドブック p99-101）

$$S = \frac{N_1}{T_{S+B}} - \frac{N_2}{T_B}$$

$$\sigma_{N_1} = N_1^2,\quad \sigma_{N_2} = N_2^2$$

$$\sigma_S = \left[\left(\frac{\sigma_{N_1}}{T_{S+B}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{N_2}}{T_B}\right)^2\right]^{1/2}$$

$$\sigma_S = \left[\frac{N_1}{T_{S+B}^2} + \frac{N_2}{T_B^2}\right]^{1/2}$$

$$N_1 = (S+B)T_{S+B},\quad N_2 = BT_B$$

$$\sigma_S = \left[\frac{S+B}{T_{S+B}} + \frac{B}{T_B}\right]^{1/2} \cdots\cdots (1)$$

$$\sigma_S^2 = \frac{S+B}{T_{S+B}} + \frac{B}{T_B}$$

$$T = T_{S+B} + T_B \cdots\cdots (2)$$

$$2\sigma_S d\sigma_S = -\frac{S+B}{T_{S+B}^2} dT_{S+B} - \frac{B}{T_B^2} dT_B$$

$$d\sigma_S = 0,\quad dT_{S+B} + dT_B = 0$$

$$\frac{T_{S+B}}{T_B} = \sqrt{\frac{S+B}{B}} \cdots\cdots (3)$$

$$(1),\ (2),\ (3),\ \varepsilon = \sigma / S$$

$$\therefore\quad \frac{1}{T} = \varepsilon^2 \frac{S^2}{\left(\sqrt{S+B} + \sqrt{B}\right)^2}$$