

S-2SとSKSの輸送行列と運動 量分解能の比較 (修正版)

2019/1/8 金築俊輔

目的

- SKSからS-2Sにすることでなぜ運動量分解能が向上するかを理解したい
- その一環として、輸送行列要素を眺めて定性的・定量的に感覚をつかみたい

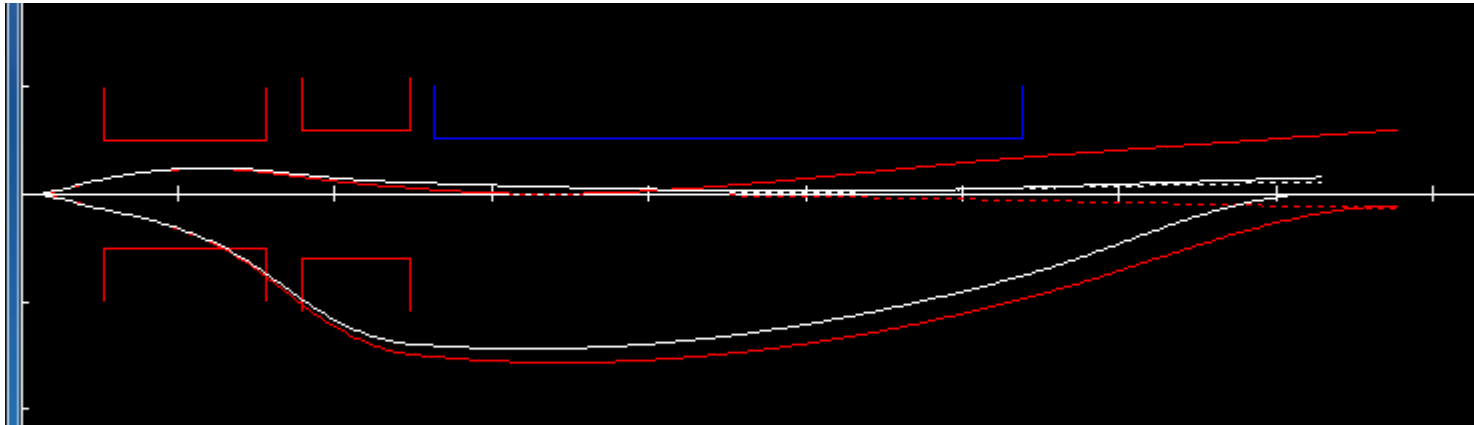
輸送行列の計算

- TRANSPORTで1次の行列を計算する
- インプットパラメータは測定値等に基づきなるべく現実にfitするようにした。
 - 少し手を抜いていたり理解が微妙なところがあるので厳密な議論をするには注意が必要

S-2Sの入力値

- 標的：Q1の 0.6 m上流
- ドリフト 0.52 m (0.6-0.08)
- Q1
 - 有効長 1.04 m (染み出し： $(1.04-0.88)/2=0.08$)
 - ボア半径 15.5 cm
 - 磁場強度@磁極 13.485 kG
 - 測定した磁場勾配 8.7 T/mとボア径から計算
- ドリフト 0.22 m (0.4-0.08-0.1)
- Q2
 - 有効長 0.70 m (染み出し： $(0.70-0.5)/2=0.1$)
 - ボア半径 18 cm
 - 磁場強度@磁極 9.0 kG
 - 測定した磁場勾配 5.0 T/mとボア径から計算
- ドリフト 0.25 m (0.4-0.1-0.05)
- D1
 - 磁場強度 1.49 T
 - 有効長 3.76 m (染み出し： $(3.76-3.66)/2=0.05$)
 - 上記磁場強度に対して 1.38 GeV/c が70度偏向になるように計算。測定は 3.95 程度だったようだが参照があやふやかもしれない。

S-2S結果



```

*TRANSFORM 1*
    1. 50412  0. 26665  0. 00000  0. 00000  0. 00000  -2. 02471
  -11. 50485 -1. 37474  0. 00000  0. 00000  0. 00000  -9. 39612
    0. 00000  0. 00000  -8. 68947 -0. 02515  0. 00000  0. 00000
    0. 00000  0. 00000 -20. 52569 -0. 17450  0. 00000  0. 00000
    3. 74269  0. 52889  0. 00000  0. 00000  1. 00000  -0. 86769
    0. 00000  0. 00000  0. 00000  0. 00000  0. 00000  1. 00000

*DRIFT*
    3. 1          "          "          1. 93964 M

*TRANSFORM 1*
    -0. 72741  0. 00000  0. 00000  0. 00000  0. 00000  -3. 84722
  -11. 50485 -1. 37474  0. 00000  0. 00000  0. 00000  -9. 39612
    0. 00000  0. 00000 -12. 67072 -0. 05900  0. 00000  0. 00000
    0. 00000  0. 00000 -20. 52569 -0. 17450  0. 00000  0. 00000
    3. 74269  0. 52889  0. 00000  0. 00000  1. 00000  -0. 86769
    0. 00000  0. 00000  0. 00000  0. 00000  0. 00000  1. 00000
  
```

D1出口まで

focal pointまでdrift

```

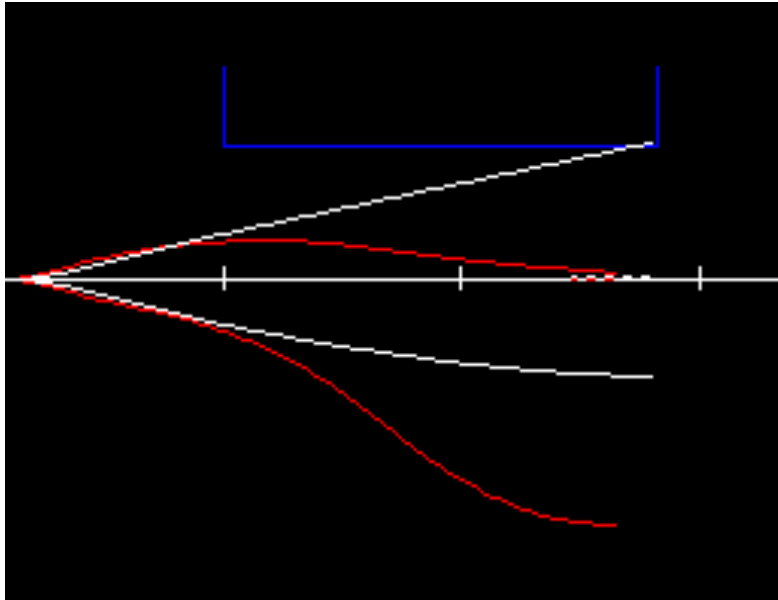
( S-2S config )
( 2019.01.07, S. Kanatsuki )
0
1. 0.01 87.0 0.01 87.0 0.0 0.0 1.375 /BEAM/ ;
13. 2. ;
16. 5. 16.0 /DGAP/;
( 7. 0. 0. 0. 0. 0. -7.5 ; )
3. 0.52 ;
5. 1.04 -13.485 15.5 ;
3. 0.22 ;
5. 0.70 9.000 18.0 ;
3. 0.146 ;
2. 0.0 ;|
4. 3.76 -14.9 0.0 /D/ ;
2. 0.0 ;
3. 1. ;
13. 4. ;
10. -1. 2. 0.0 0.001 /FIT1/ ;
( 10. -3. 4. 0.0 0.01 /FIT1/ ; )
SENTINEL
/*PLOT*/
1
SENTINEL
SENTINEL
  
```

R12を0.001にするFIT

SKS入力値

- ドリフト：1 m
 - 標的からSKS磁場端までの距離。厳密にはよくわからない。このくらいのはず。
- Dipole
 - 磁場強度 2.48 T
 - 有効長 1.83 m
 - 2013年にE13の前にE05をできるか検討した際の資料で、1.3 GeV/cが60度曲がっているセットアップ図があったので、それを再現するようにした。
 - $1.3 \text{ (GeV/c)} = 0.3 * 2.48 \text{ (T)} * L \text{ (m)} / 60 \text{ (deg)}$
→ $L \text{ (m)} = 1.3 / 0.3 / 2.48 * 60 / 180 * \pi$
 - このとき、1.375 GeV/c は 56.7度偏向
 - エッジ角度
 - 本来磁極端と中心軌道のなす角は入れないといけませんが、ここでは省略 (0deg) している。

SKS結果



```
( SKS like config )
( 2019.01.07, S. Kanatsuki )
0
1. 0.01 87.0 0.01 87.0 0.0 0.0 1.375 /BEAM/ ;
13. 2. ;
16. 5. 25.0 /DGAP/;
( 7. 0. 0. 0. 0. 0. -7.5 ;)
3. 1.0 ;
2. 0.0 ;
4. 1.83 -24.8 0.0 /D/ ;
2. 0.0 ;
13. 4. ;
( 10. -3. 4. 0.0 0.01 /FIT1/ ;)
( 10. -1. 2. 0.0 0.01 /FIT2/ ;)
SENTINEL
/*PLOT*/
1
SENTINEL
SENTINEL
```

1.375 GeV/cでは収束しない
SKS 出口（磁場端）までのTM

| | | | | | |
|----------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0.54910 | 0.20947 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.83390 |
| -4.51908 | 0.09719 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -8.35758 |
| 0.00000 | 0.00000 | 1.13458 | 0.29646 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00000 | 1.56982 | 1.29156 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.83576 | 0.16697 | 0.00000 | 0.00000 | 1.00000 | -0.28435 |
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 1.00000 |

比較

- 運動量分解能の評価方法

- 第一行 (xout) のみ考える。エッジの角度もここには影響しないし、簡単のため。
- 位置分解能・角度分解能から運動量分解能を以下の式で計算する。

$$\Delta\delta = \frac{\sqrt{R_{11}^2\sigma_{xin}^2 + \sigma_{xout}^2 + R_{12}^2\sigma_{\theta}^2}}{R_{16}} = \frac{\sqrt{(1 + R_{11}^2)\sigma_x^2 + R_{12}^2\sigma_{\theta}^2}}{R_{16}}$$

- σ_x , σ_{θ} をそれぞれ250um、~~0.5~~**0.9mrad**とする。
 - (注意) 上の式の中右辺を見ればわかる通りここではxinと $\sigma_{xin} = \sigma_{xout} = \sigma_x$ としている。ここでxin, xoutはmatrixの始めと終わりのx位置のことであり、一般には実際のチェンバー位置と一致せずチェンバー自体の位置分解能をそのまま使うのは適当ではない。

比較

- TMの値を代入する
 - S-2S : 1.9×10^{-4} (FWHM)
 - $\text{sqrt}((1+0.72741^2) \cdot 0.025^2 + 0^2 \cdot 0.9^2) / (3.84722 \cdot 2.355)$
 - SKS : 5.4×10^{-3} (FWHM)
 - $\text{sqrt}((1+0.5491^2) \cdot 0.025^2 + 0.20947^2 \cdot 0.9^2) / (0.8339 \cdot 2.355)$

S-2S

| | | | | | |
|-----------|----------|-----------|----------|---------|----------|
| -0.72741 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -3.84722 |
| -11.50485 | -1.37474 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -9.39612 |
| 0.00000 | 0.00000 | -12.67072 | -0.05900 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00000 | -20.52569 | -0.17450 | 0.00000 | 0.00000 |
| 3.74269 | 0.52889 | 0.00000 | 0.00000 | 1.00000 | -0.86769 |
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 1.00000 |

SKS

| | | | | | |
|----------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0.54910 | 0.20947 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.83390 |
| -4.51908 | 0.09719 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -8.35758 |
| 0.00000 | 0.00000 | 1.13458 | 0.29646 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00000 | 1.56982 | 1.29156 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.83576 | 0.16697 | 0.00000 | 0.00000 | 1.00000 | -0.28435 |
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 1.00000 |

結果

- $54/1.9=28$ 倍の差となった
 - S-2S : 1.9×10^{-4} (FWHM)
 - SKS : 5.4×10^{-3} (FWHM)
 - cf. 偏向角
 - S-2S : 70deg、SKS : 56.7deg → 1.23倍
- コメント
 - 結局この結果が何であるかを自分はうまく説明できないが、Dの磁極長が長かったりfocusがしっかり取れていたりすることがたぶん重要
 - より精密には、DC3,4から外挿して求める分の位置分解能の違いも考慮した方が良い。

(補足)

- S-2Sの場合にD1出口までのパラメータを用いて見ておく。
- TMの値を代入する
 - S-2S : 5.4×10^{-4} (FWHM)
 - $\text{sqrt}((1+1.50412^2) \cdot 0.00025^2 + 0.26665^2 \cdot 0.0004^2) / 2.02471 \cdot 2.355$

S-2S

TRANSFORM 1

| | | | | | |
|-----------|----------|-----------|----------|---------|----------|
| 1.50412 | 0.26665 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -2.02471 |
| -11.50485 | -1.37474 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | -9.39612 |
| 0.00000 | 0.00000 | -8.68947 | -0.02515 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00000 | -20.52569 | -0.17450 | 0.00000 | 0.00000 |
| 3.74269 | 0.52889 | 0.00000 | 0.00000 | 1.00000 | -0.86769 |
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 1.00000 |