

25MeV にした場合の
合流部と
光のパラメータ

本日の話題

既存の冷凍機を使い、予算を節約するために、25MeV で立ち上げる可能性が出てきたため、25MeV の場合の合流部と光のパラメータについて、簡単に計算してみる。

- テラヘルツ光
- 逆コンプトン散乱光
- 合流部の軌道と軌道の分離

→例に依って例の如く、スペック計算のみ。

テラヘルツ光に関する計算

25MeV では

通常の放射光の臨界エネルギー : 34.67meV

CSR の臨界エネルギー (50fs) : 41.36meV

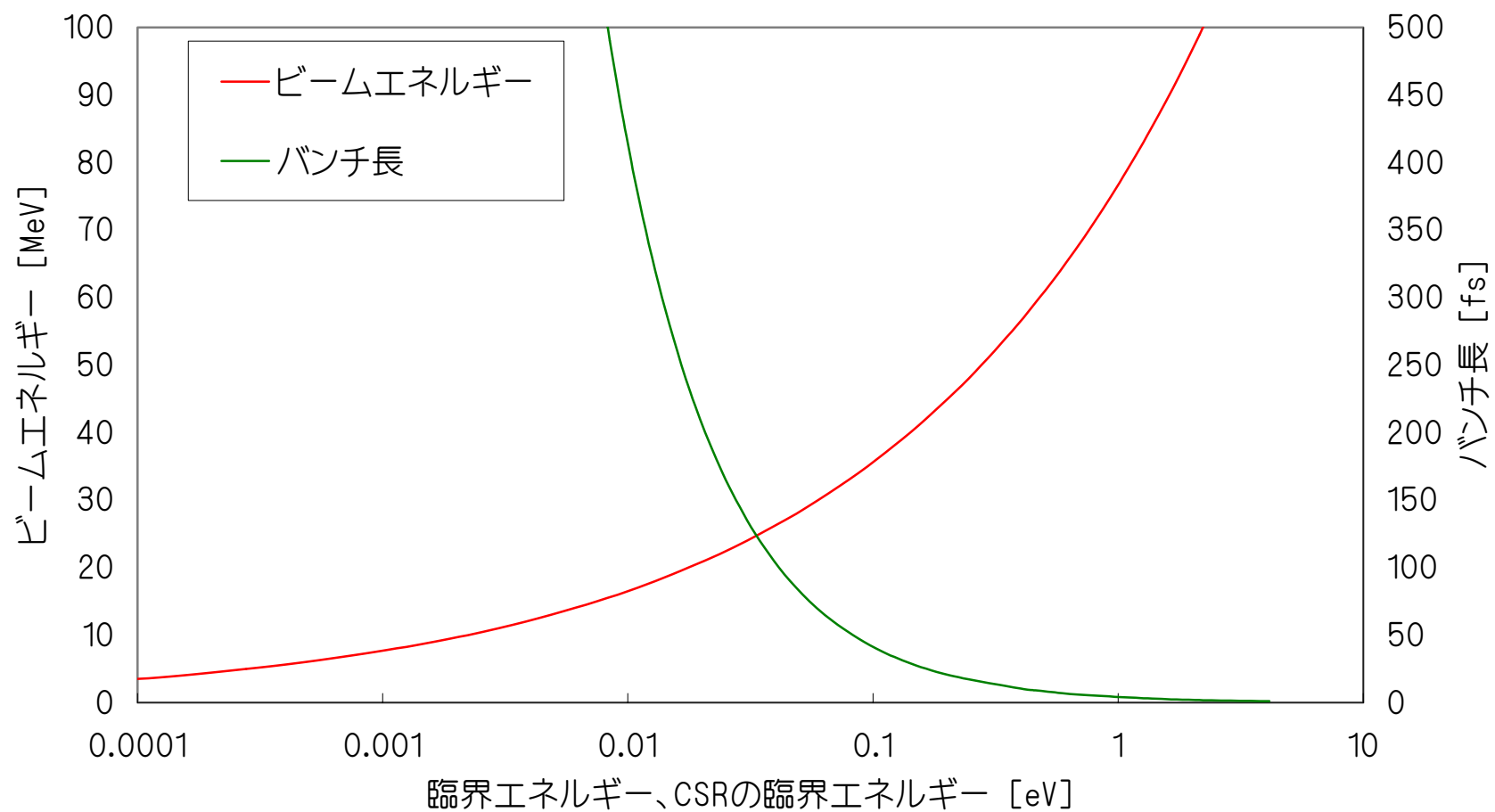
CSR の臨界エネルギー (100fs) : 20.68meV

CSR の臨界エネルギー (500fs) : 4.14meV

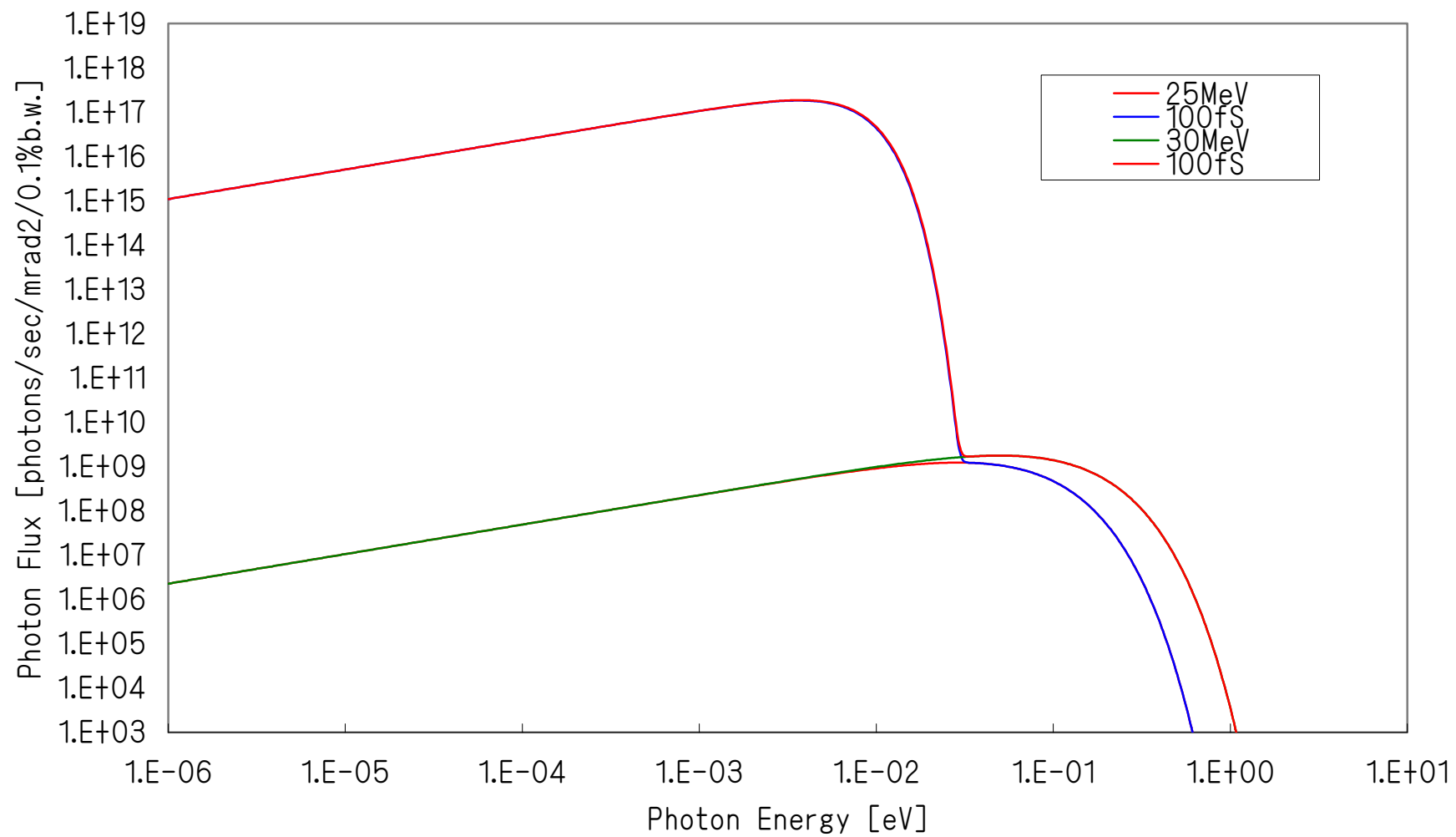
CSR の臨界エネルギー (1ps) : 2.07meV

エネルギーが低いことによるロスはない。

ビームエネルギーとバンチ長



CSRの強さ 77pC,1.3GHz,25MeV,100fs,r=1m,F50mm

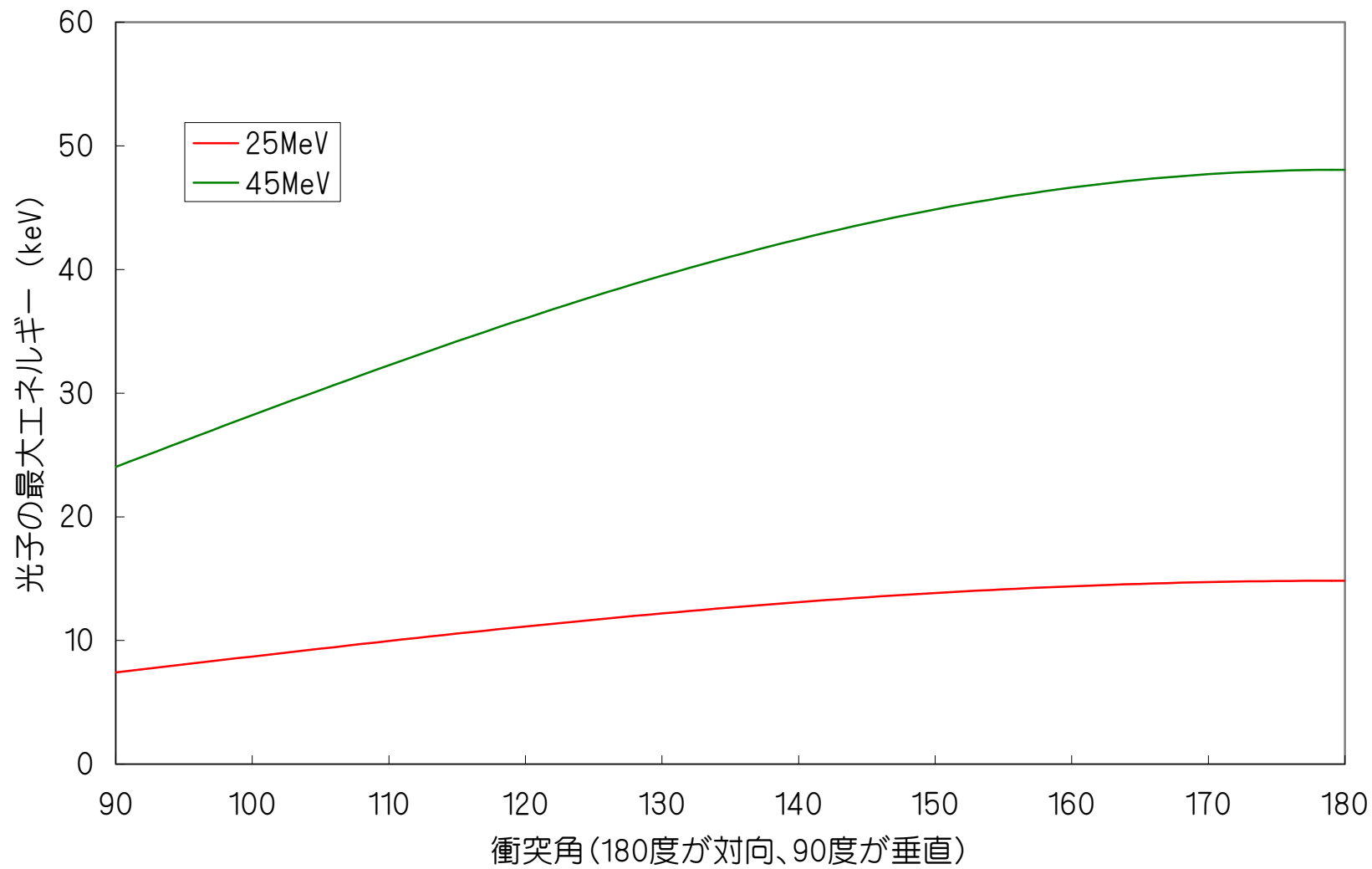


レーザーコンプトン散乱に関する計算

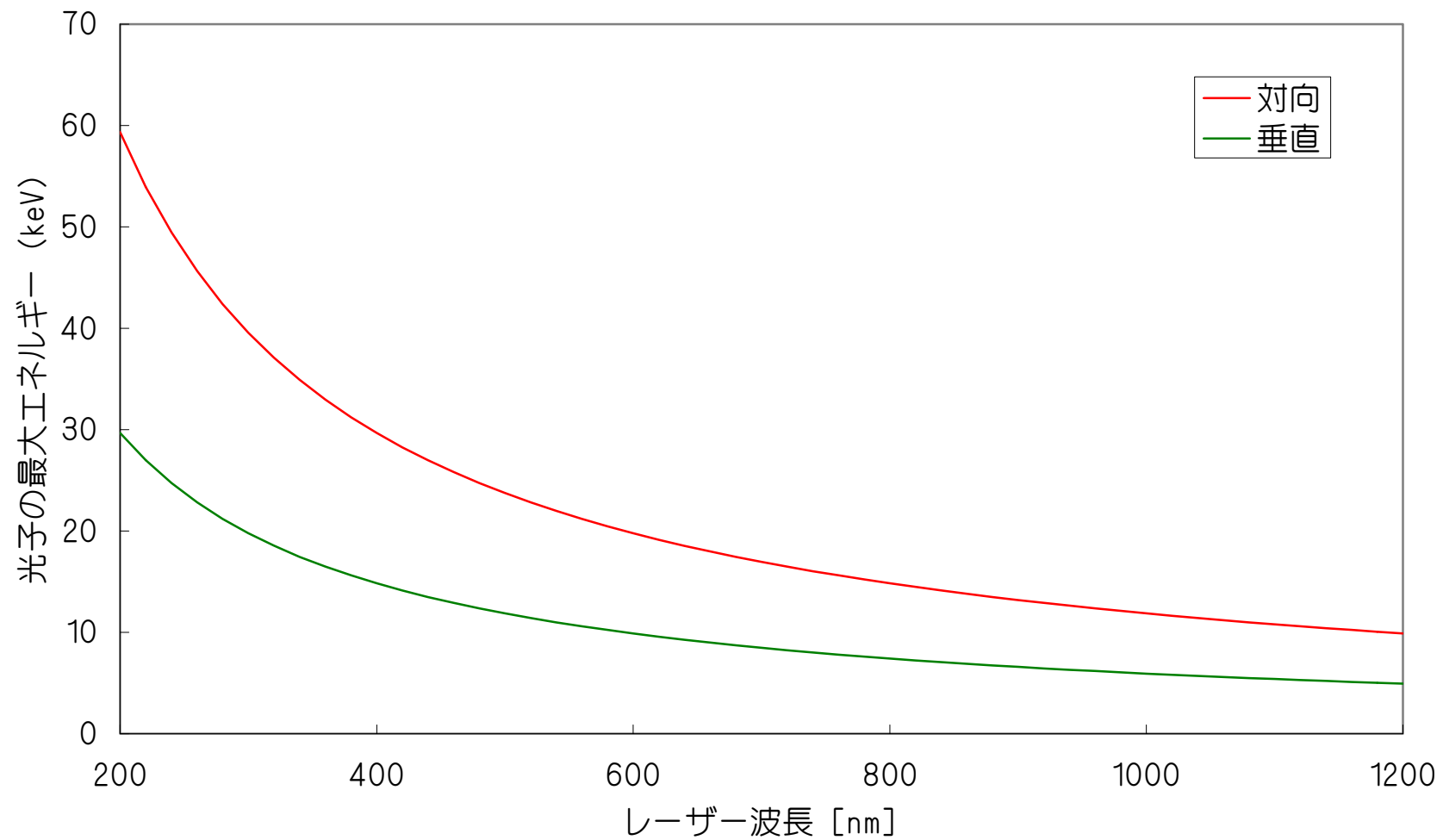
散乱光のエネルギー : $\varepsilon_{ph} = 2\gamma^2 \varepsilon_{laser} (1 - \beta \cos \alpha)$

65MeV と 25MeV で、 $\left(\frac{25}{65}\right)^2 = 0.15$ だけ違う。散乱を垂直から対向にしても2倍増えるだけなので、0.3 までしか回復しない。レーザーのエネルギーを3倍（波長 1/3）にしてやっと 0.9。

衝突角度とエネルギー



レーザー波長とエネルギー

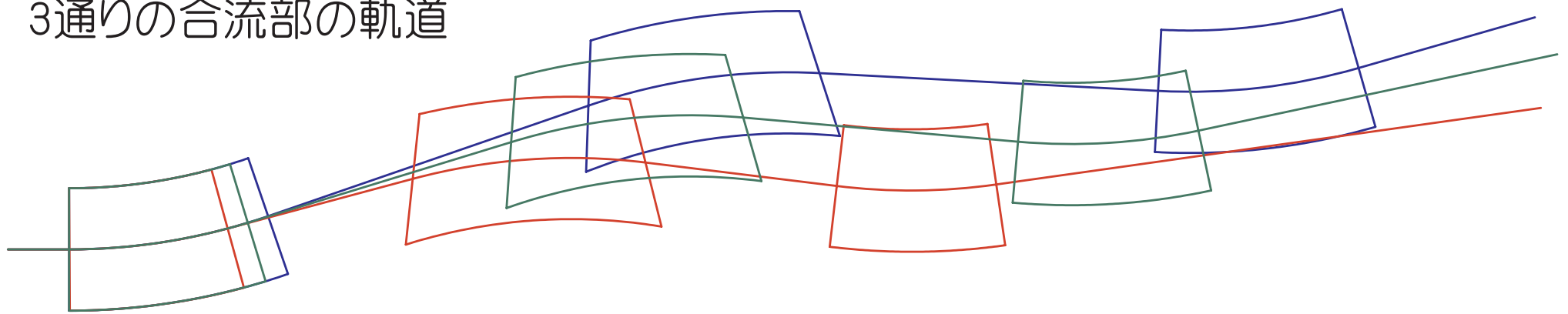


合流部の電磁石パラメータ

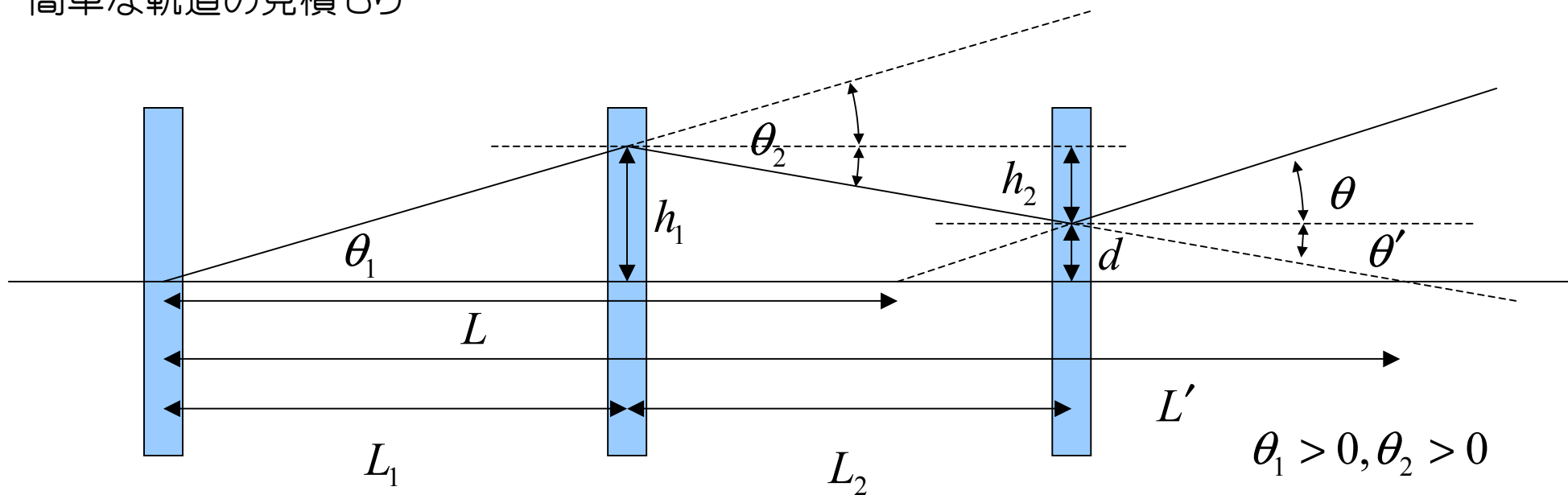
- 羽島さんの3つの案について、軌道を検討する。
- 周回部のエネルギーは 25MeV、入射は 5MeV か 10MeV とする。
- 曲率半径一定、中央のBの曲げ角は 22 度、エッジ角は 20 度で固定、ドリフトを変えて色消し条件を満たすようにする。

	曲率半径 [m]	曲げ角 [deg]	エッジ角 [deg]	比	長さ [m]	ドリフト [m]	全長 [m]
BM2	1	-22	-20	-0.90909	0.38397		
BM1-1	1	15	15	1	0.26180	0.31425	1.53608
BM1-2	1	17	17	1	0.29671	0.45082	1.87902
BM1-3	1	19	19	1	0.33161	0.55434	2.15587

3通りの合流部の軌道



簡単な軌道の見積もり



$$d = h_1 - h_2 = L_1 \tan \theta_1 - L_2 \tan(\theta_2 - \theta_1)$$

$$\theta = 2\theta_1 - \theta_2 \quad L = L_1 + L_2 - \frac{d}{\tan \theta} \quad L' = L_1 + L_2 + \frac{d}{\tan(\theta_2 - \theta_1)}$$

各場合について、 d 、 θ 、 L を求めてみる。

入射側

	L_1 [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	d [m]	θ [度]	Tan θ	L [m]	合流部長 [m]
15度	0.63714	0.17072	-0.07823	0.09249	8	0.14054	0.61618	1.61633
17度	0.79116	0.24188	-0.06922	0.17266	12	0.21256	0.77000	1.92396
19度	0.91213	0.31407	-0.04780	0.26627	16	0.28675	0.89567	2.17531

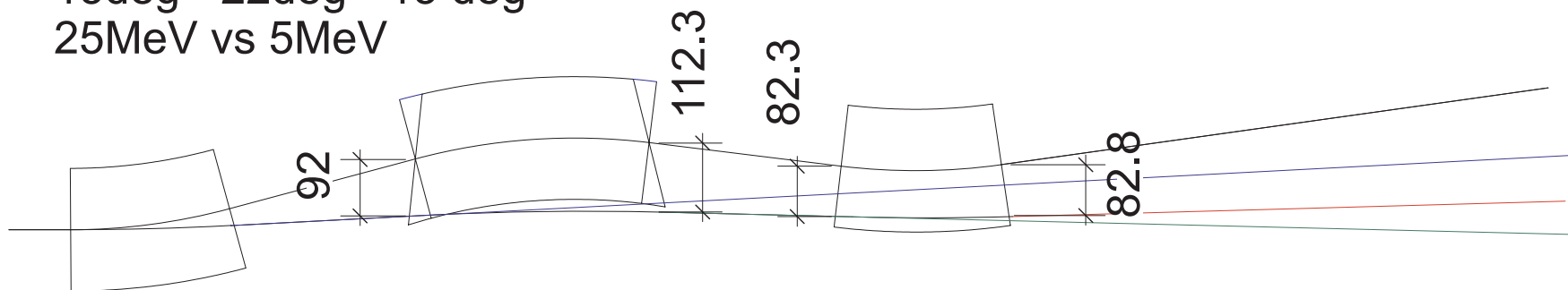
周回側 (25MeV vs 5MeV)

	L_1 [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	d [m]	θ [度]	Tan θ	L [m]	θ' [度]	L' [m]
15度	0.63714	0.03339	-0.01557	0.01782	1.6	0.02793	0.63632	-1	1.41941
17度	0.79116	0.04700	-0.01381	0.03319	2.4	0.04191	0.79034	-1	1.85265
19度	0.91213	0.06058	-0.00955	0.05103	3.2	0.05591	0.91150	-1	2.23988

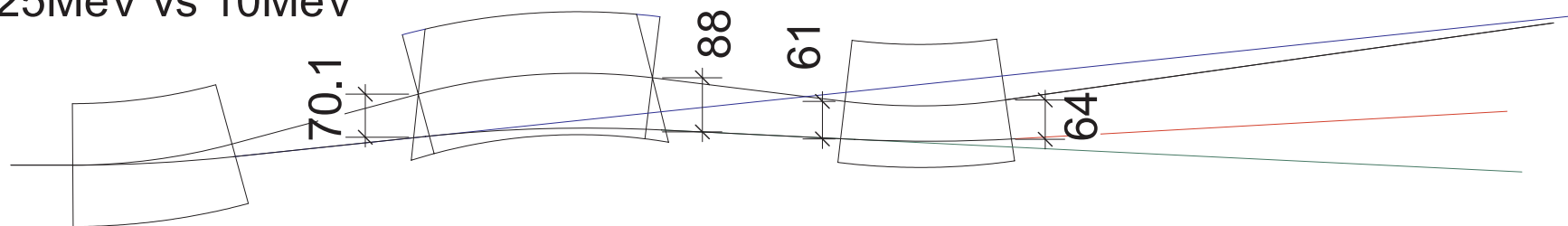
周回側 (25MeV vs 10MeV)

	L_1 [m]	h_1 [m]	h_2 [m]	d [m]	θ [度]	Tan θ	L [m]	θ' [度]	L' [m]
15度	0.63714	0.06697	-0.03116	0.03580	3.2	0.05591	0.63386	-3	1.56589
17度	0.79116	0.09434	-0.02763	0.06671	4.8	0.08397	0.78786	-2	2.12564
19度	0.91213	0.12170	-0.01911	0.10260	6.4	0.11217	0.90958	-1	2.65985

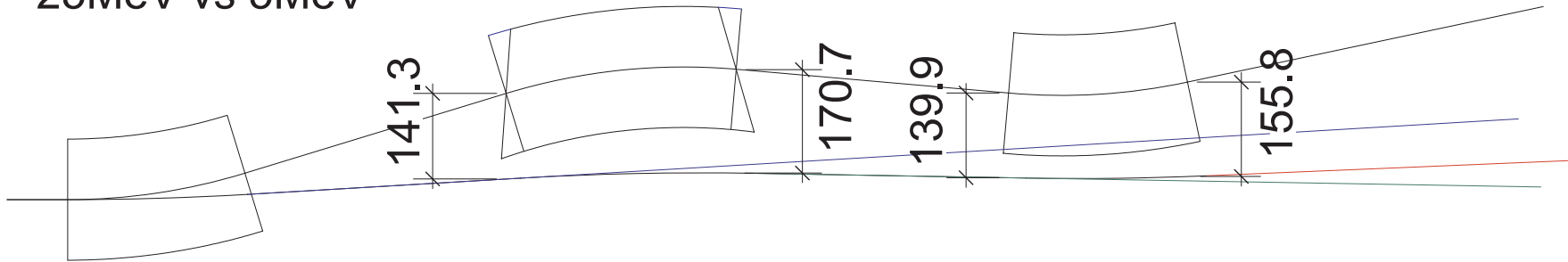
15deg - 22deg - 15 deg
25MeV vs 5MeV



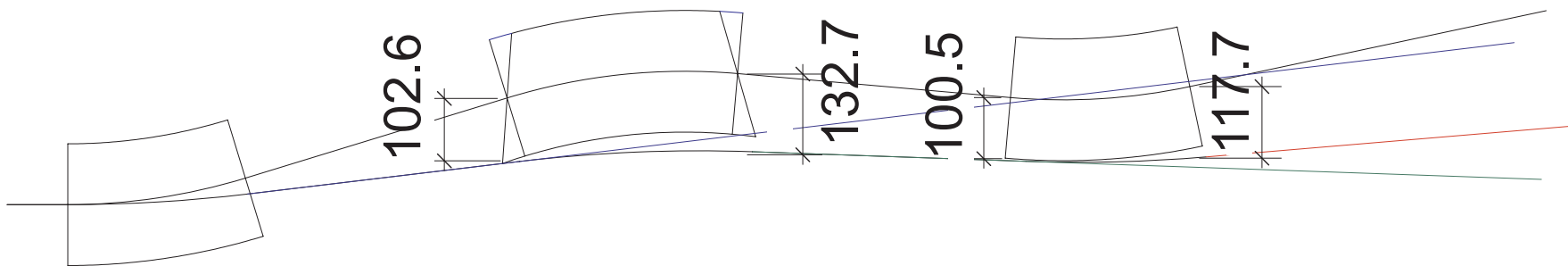
15deg - 22deg - 15 deg
25MeV vs 10MeV



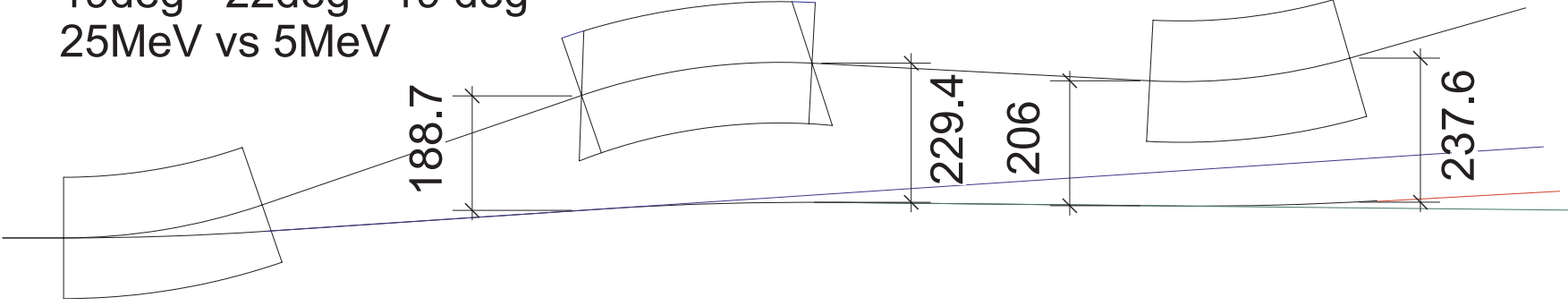
17deg - 22deg - 17 deg
25MeV vs 5MeV



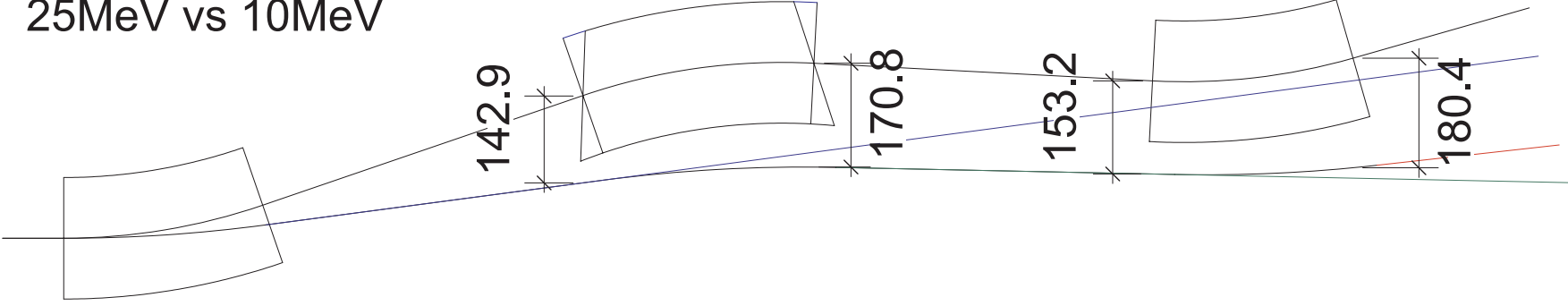
17deg - 22deg - 17 deg
25MeV vs 10MeV



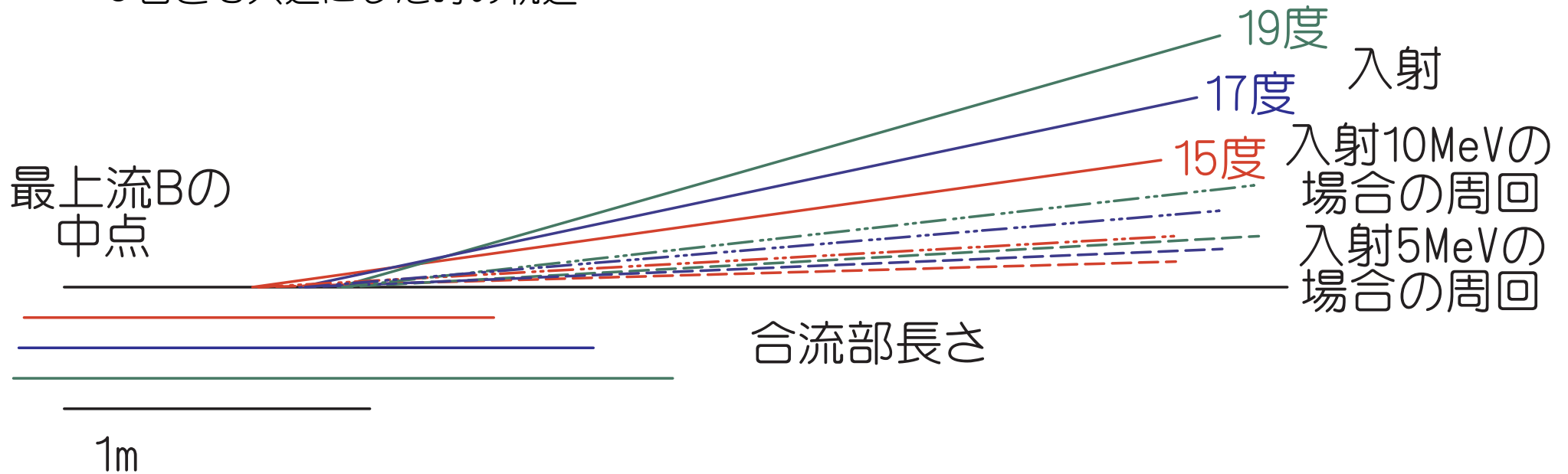
19deg - 22deg - 19 deg
25MeV vs 5MeV



19deg - 22deg - 19 deg
25MeV vs 10MeV



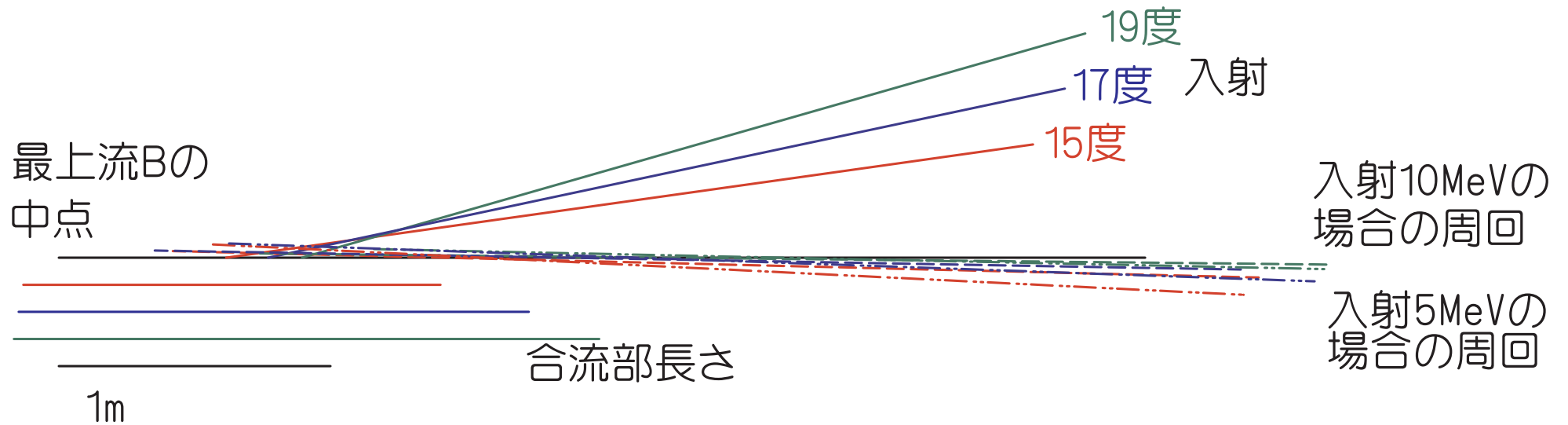
3台とも共通にした時の軌道



最下流B入り口のバンプ高さ

- 10MeV の場合、19 度で 10cm、17 度で 6.7cm、15 度でも 3.5cm。
- 5MeV の場合、19 度で 5.1cm、17 度で 3.3cm、15 度で 1.8cm。
- 周回ビームは蓄積ビームの入射ビーム並みの振幅になる。バンプに対する上流側のQの影響は免れない。

2台共通にしたときの軌道



3台目(最下流)のBでの、入射と周回ビームの軌道差は

- 10MeV の場合、15 度では 6cm しかない。17 度で 10cm ぎりぎりくらい。19 度の場合は 15cm くらいある。
- 15 度の場合、軌道がゼロをクロスする点は、最上流Bの入り口あたりになる。

作りやすいのは……

- 19 度にして、2 台共通、5MeV と 10MeV の各場合に対して軌道を横切るあたりにステアリング。(2 台あれば中間の比の場合も対応できよう。)
- 17 度にして、軌道で 10cm の間隔で分離できるか？
- 15 度の場合は 3 台共通にせざるを得ない。バンプを閉じさせるために、4 極の影響を考慮してステアリングを配置する必要がある。

結論

- 25MeV にしても、**バンチ長が短くできるなら**、テラヘルツ光には影響なし。
- 逆コンプトン散乱については、40keV を出すことは不可能。対向散乱にしても10keV を超えるあたりのエネルギーが限界。
- 合流部に関しては、周回部と合流部のエネルギー比が変わると、周回部の軌道がゼロクロスする点が変わるため、ステアリングは少なくとも2台必要。
- 3台全て共通にするか、2台共通にするかが問題だが、15度では3台共通にせざるを得ない。19度では、3台共通にすると、周回ビームの振幅が10cm を超える。できないとは言わないが、4極などを含めてちゃんとバンプを設計しないとイケなくなる。(PF や AR など、入射が直線部からはみ出るリングでは、入射ビームに対して普通にやっていることではある。)
- 合流部はとうにでもなると思うが、入射部の最後の4極がどこに来るかで磁石同士の干渉を調整する必要がある。