

GENESISによるEUV-FEL出力の評価(2)

-FEL出力とビームサイズ変化-

加速器研究施設 第7研究系

加藤龍好

2015-11-10

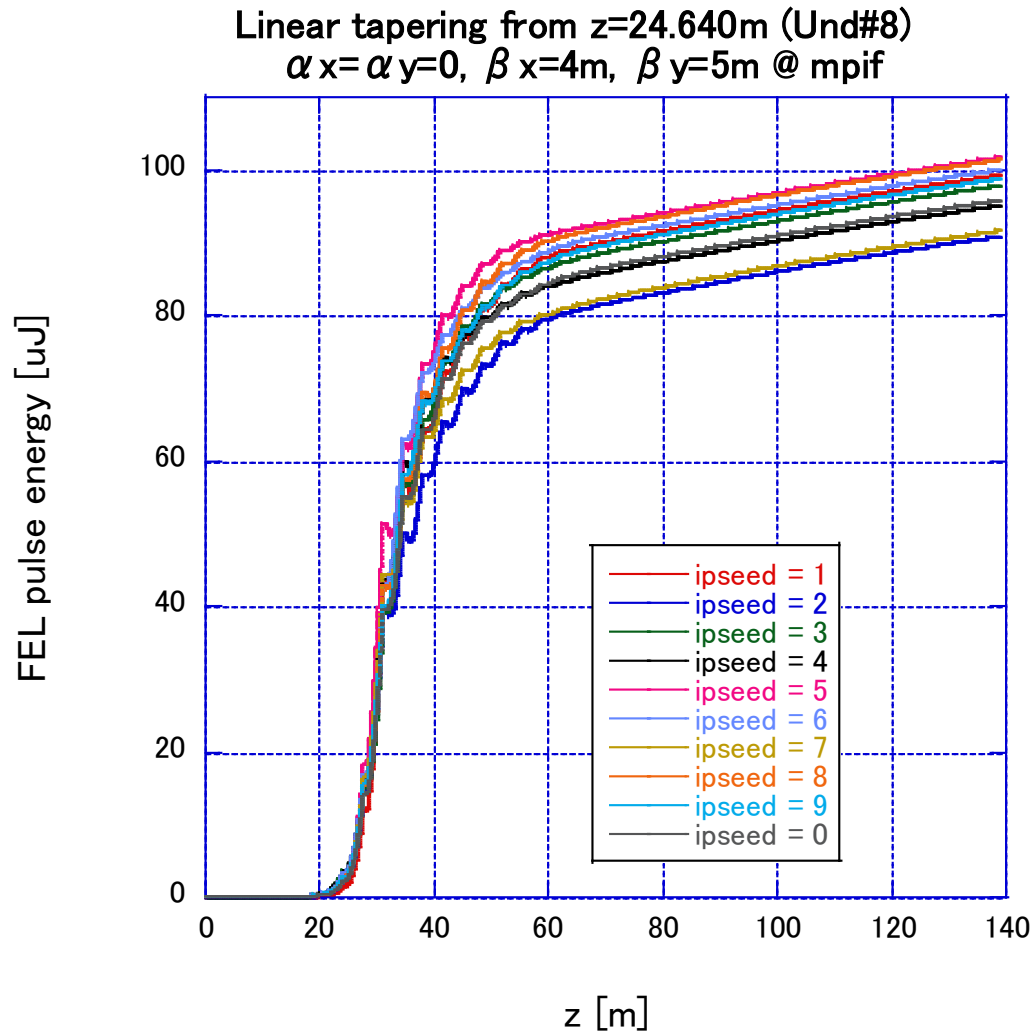
Contents

1. これまでの経緯
2. 前回報告の訂正
3. Intel-Fortranとmpi-fの計算結果のばらつきの違い
4. FEL動作後のビームエネルギー変化
5. FEL出力とビームサイズの変化
6. 磁場エラーの影響
7. まとめと今後

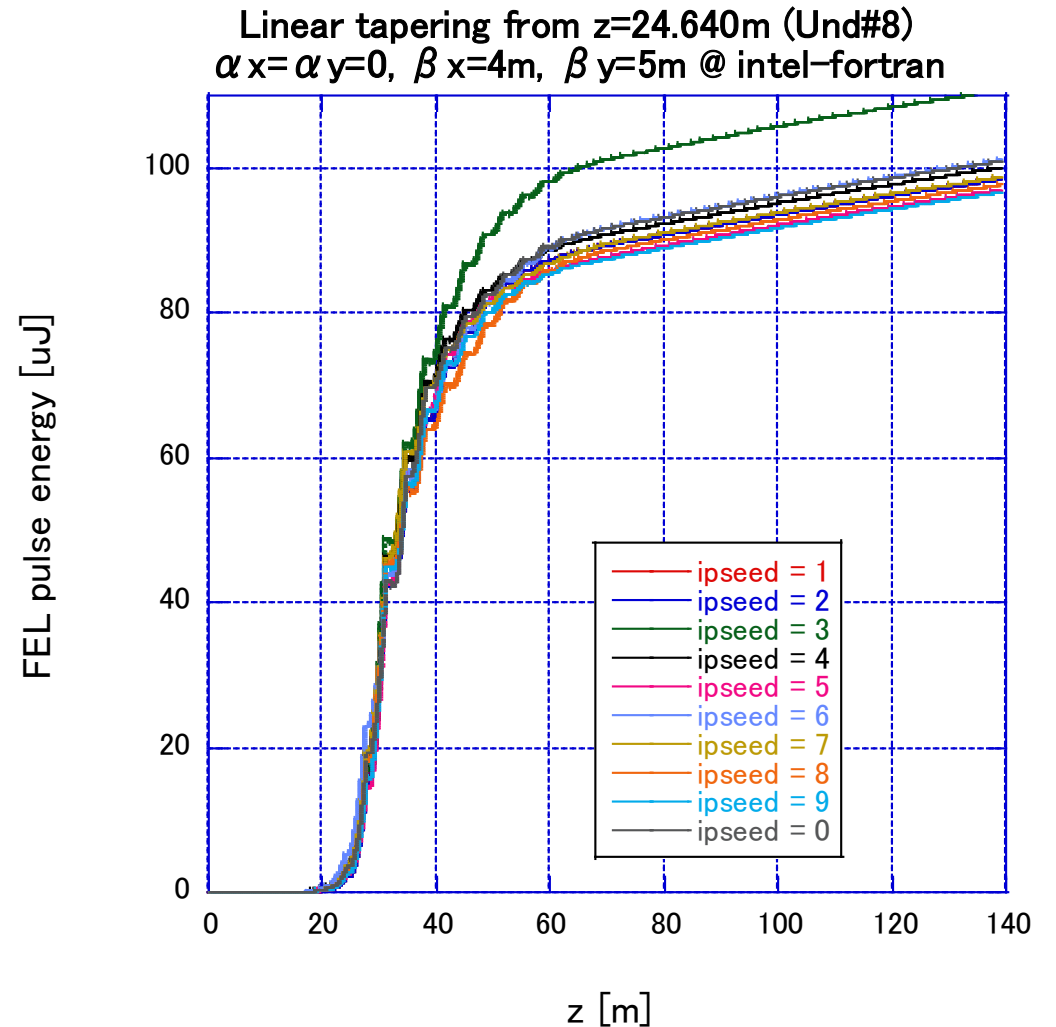
1. これまでの経緯 — 前回までの結論 —

- Elegantの粒子分布出力を直接取り込んだGENESIS計算が可能
Arc+シケインでのバンチ圧縮を考慮したEUV-FELの評価
- $\beta_x \sim 4\text{m}$, $\beta_y \sim 5\text{m}$ の近傍で、平均出力15kW以上 (@100m) が達成可能
Taperingは各々の状態に応じて5~11%で最適化する必要性有
- 出力結果は計算の乱数依存性により $\pm 4\%$ (rms)程度のばらつき
mpi-f on Linux(64 core) と intel-fortran on Win(12 core) で分布に差
- 電子ビームサイズへのTaperingの影響は小さい
- 電子ビームのエネルギー拡がりは $z = 20 \sim 40\text{m}$ で形成され、 $\sigma_\gamma \sim 6$ 程度

2. 前回報告の訂正 一図の間違い(誤)

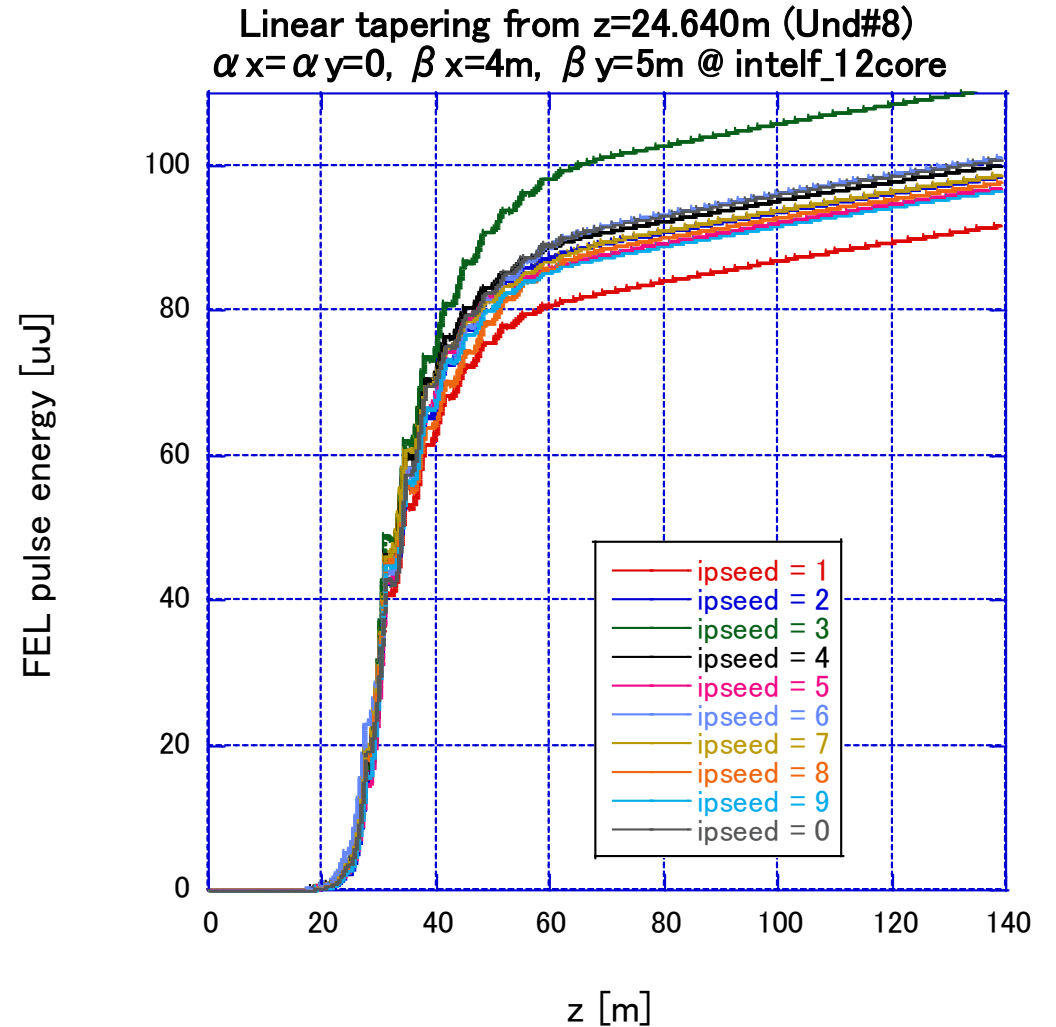
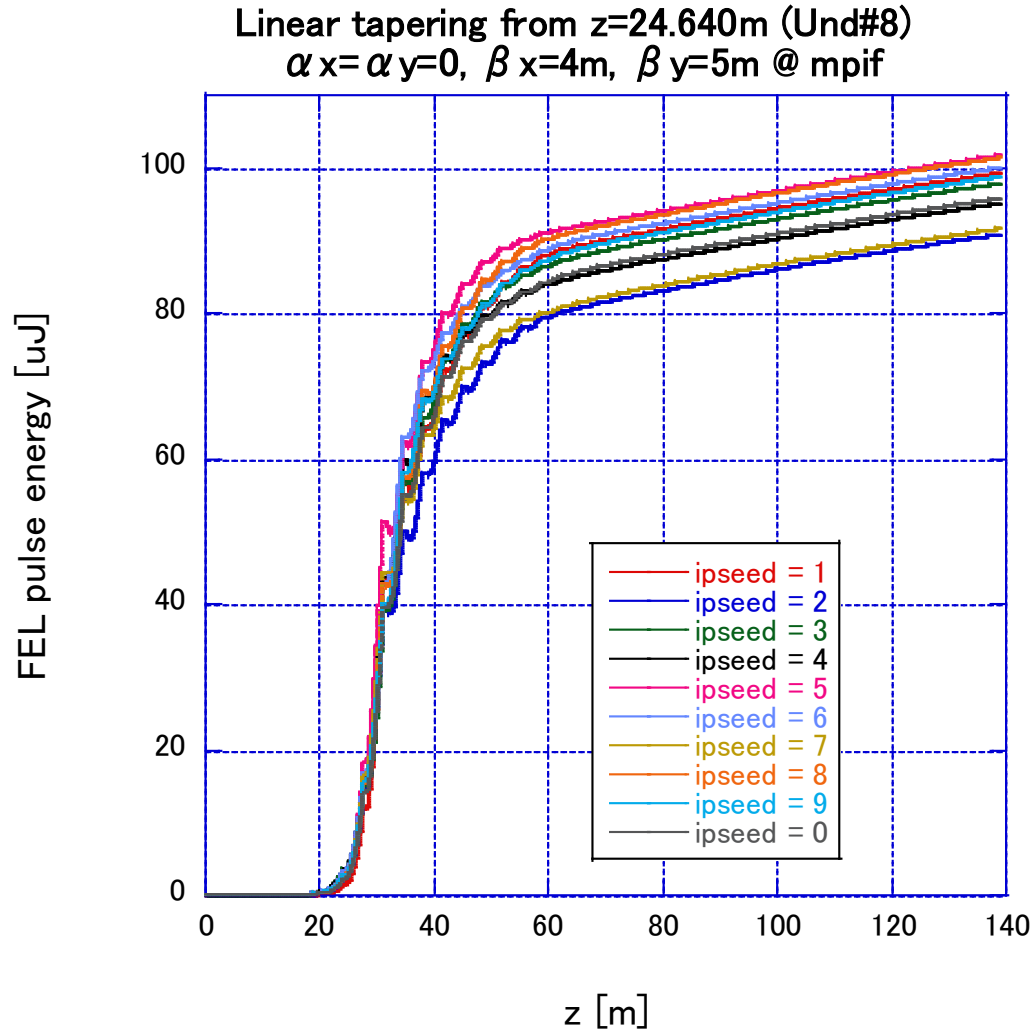


(1) mpif 平均 15,032 W 標準偏差 618 W
 最大 15,578 W 最小 14,002 W



(2) intel Fortran 平均 15,508 W 標準偏差 654 W
 最大 17,207 W 最小 14,927 W

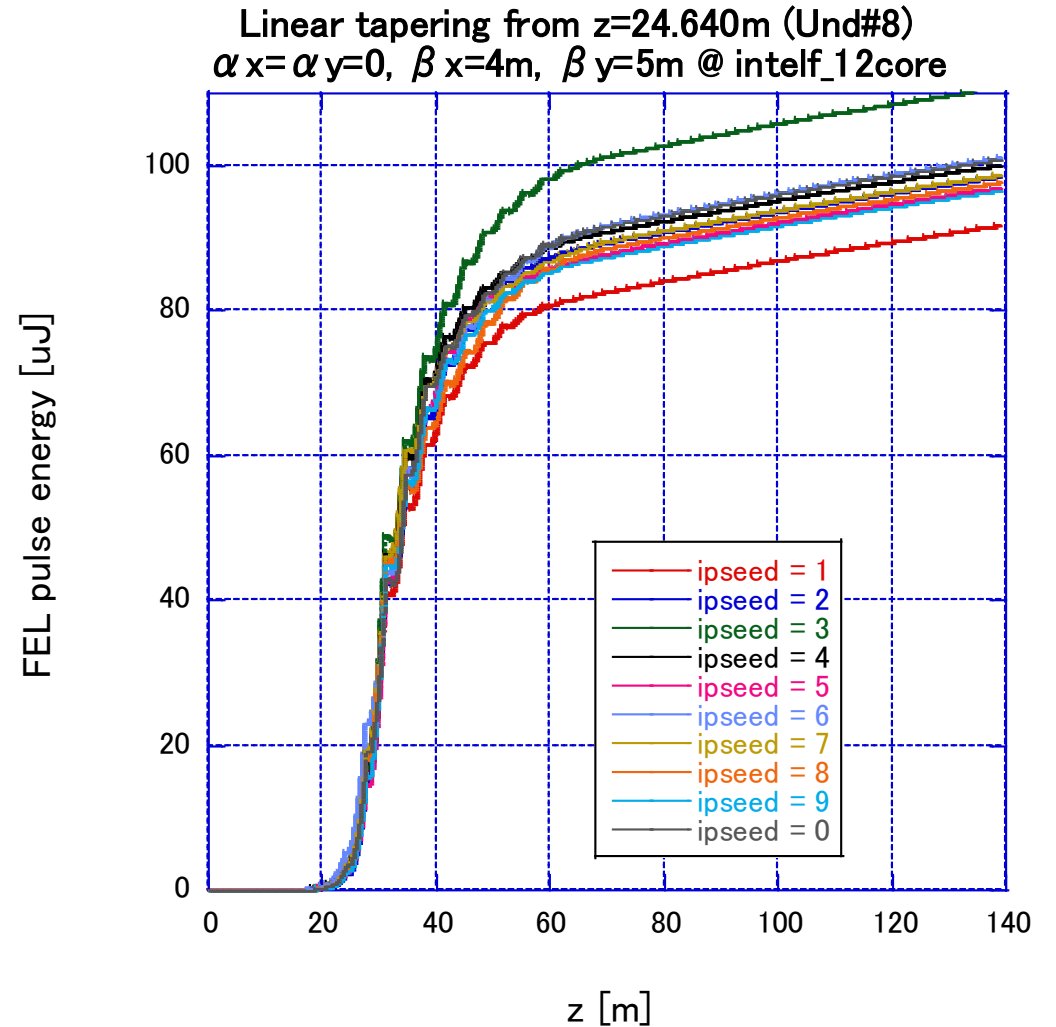
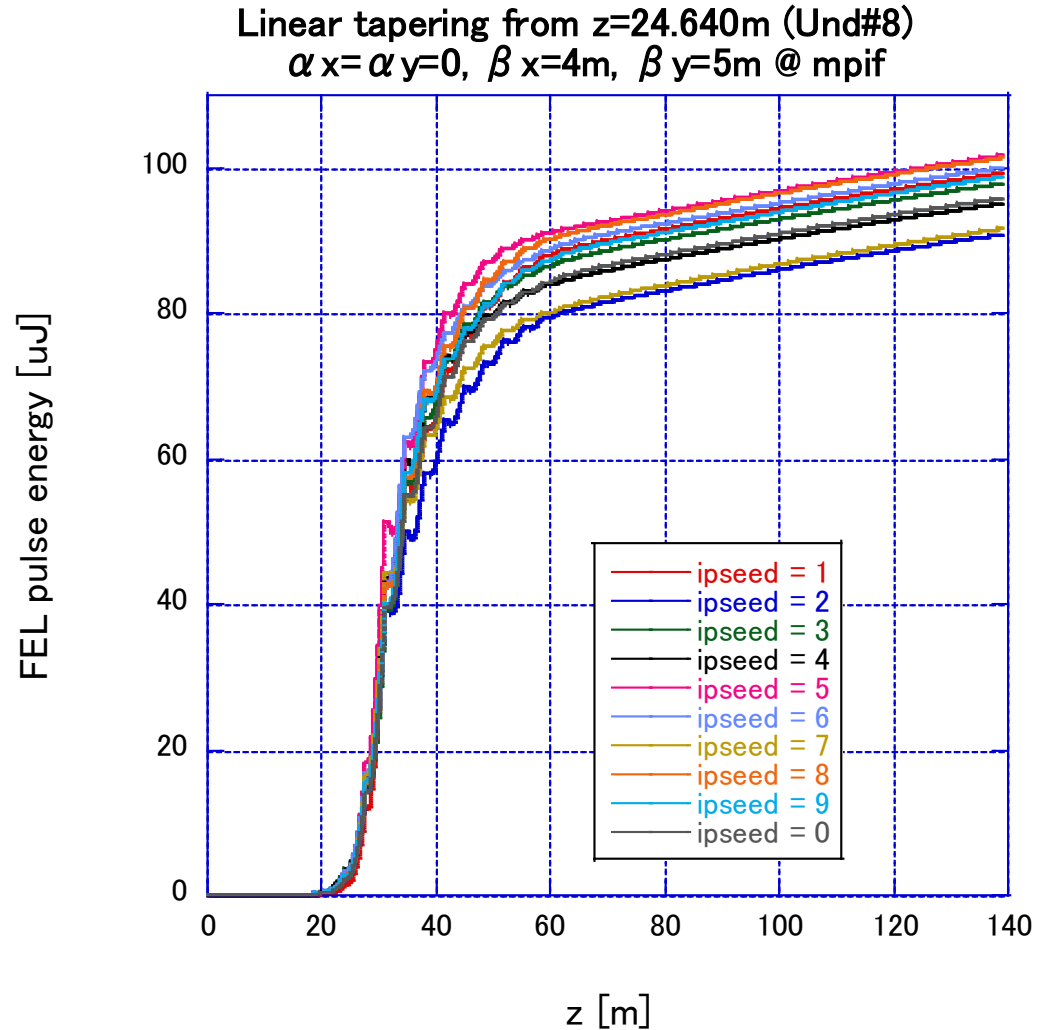
2. 前回報告の訂正 一図の間違い(正)一



(1) mpif (64 Core) 平均 15,032 W 標準偏差 618 W
 最大 15,578 W 最小 14,002 W

(2) intel Fortran (12 Core) 平均 15,508 W 標準偏差 654 W
 最大 17,207 W 最小 14,927 W

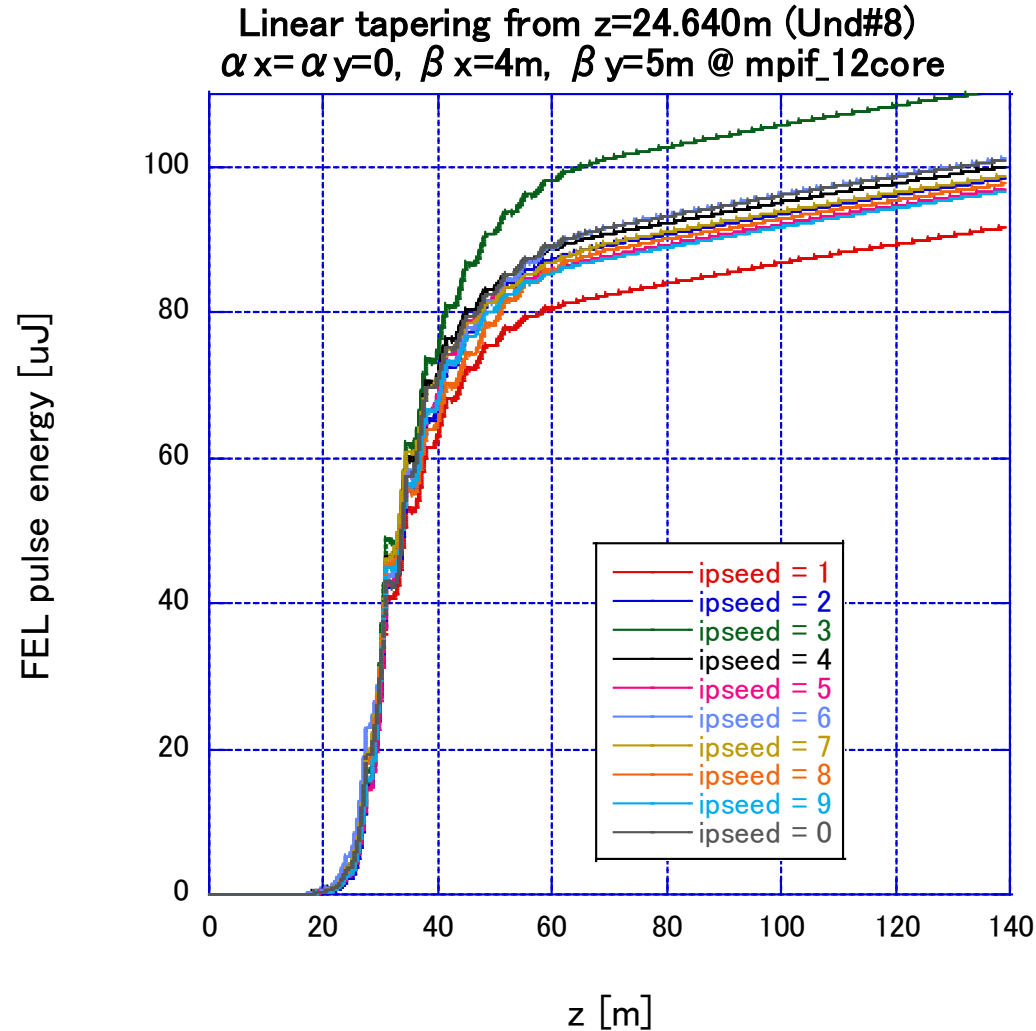
3. Intel-Fortranとmpi-fの計算結果のばらつきの違い



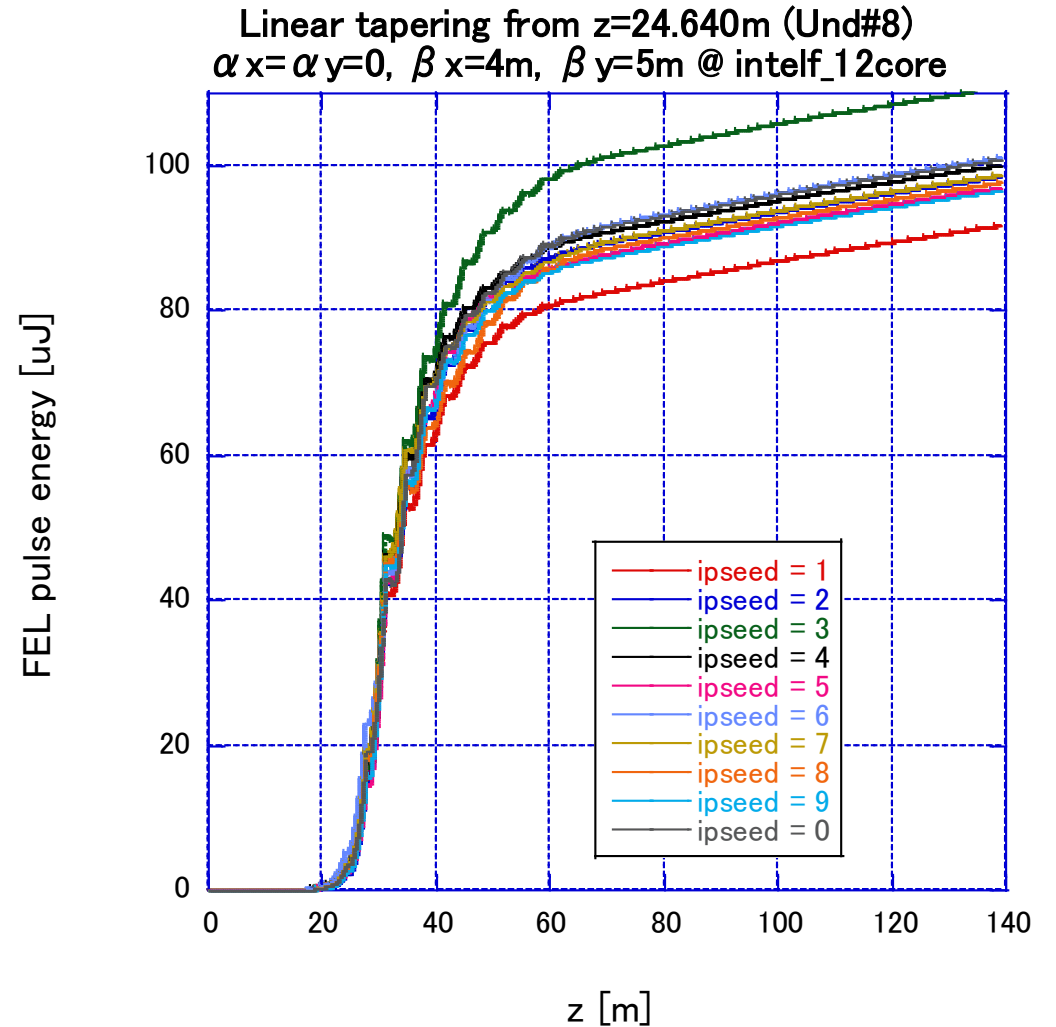
(1) mpif (64 Core) 平均 15,032 W 標準偏差 618 W
 最大 15,578 W 最小 14,002 W

(2) intel Fortran (12 Core) 平均 15,508 W 標準偏差 654 W
 最大 17,207 W 最小 14,927 W

3. Intel-Fortranとmpi-fの計算結果のばらつきの違い

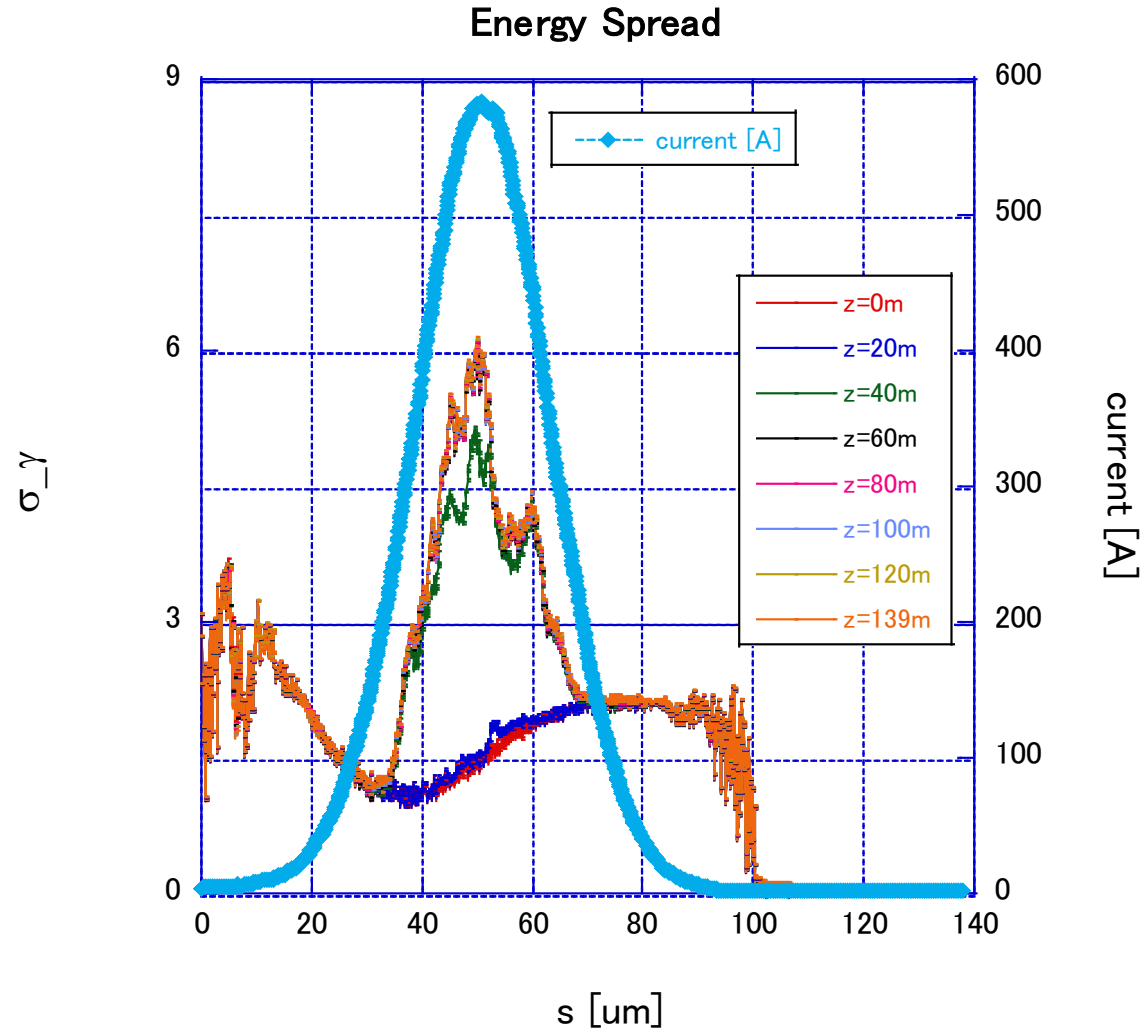


(1) mpif (12 Core) 12 Coreのみで計算するとintelと同じ結果



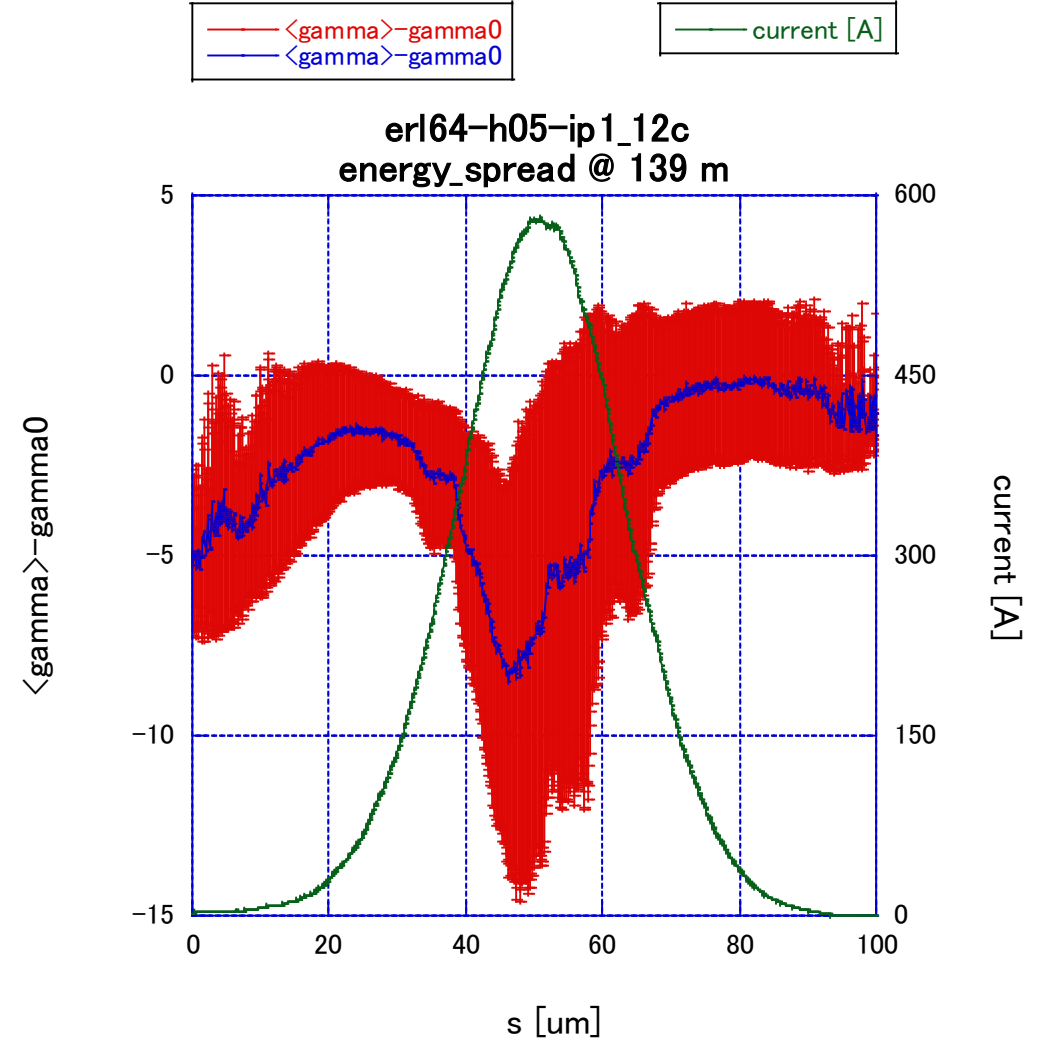
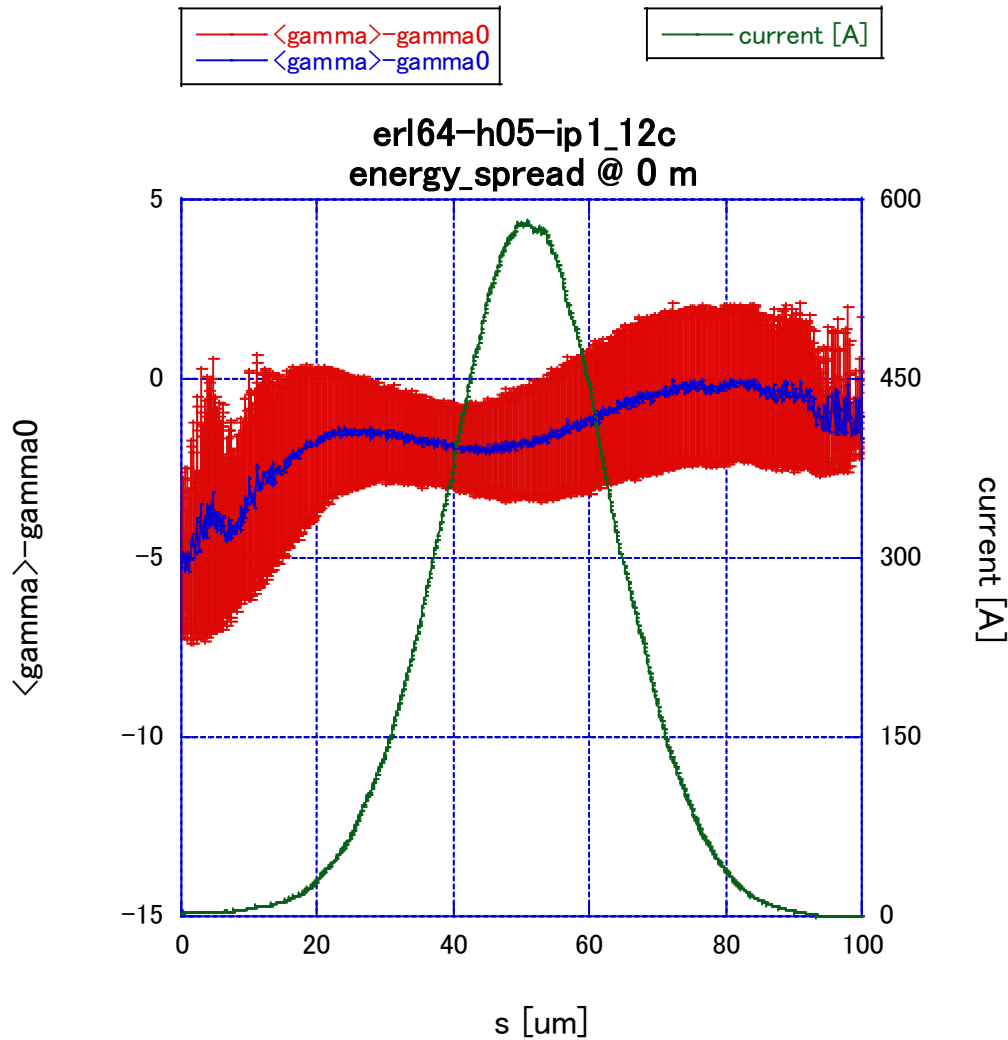
(2) intel Fortran (12 Core)

4. FEL動作後のビームエネルギー変化



FEL動作による電子ビームのエネルギー拡がり(前回報告)

4. FEL動作後のビームエネルギー変化



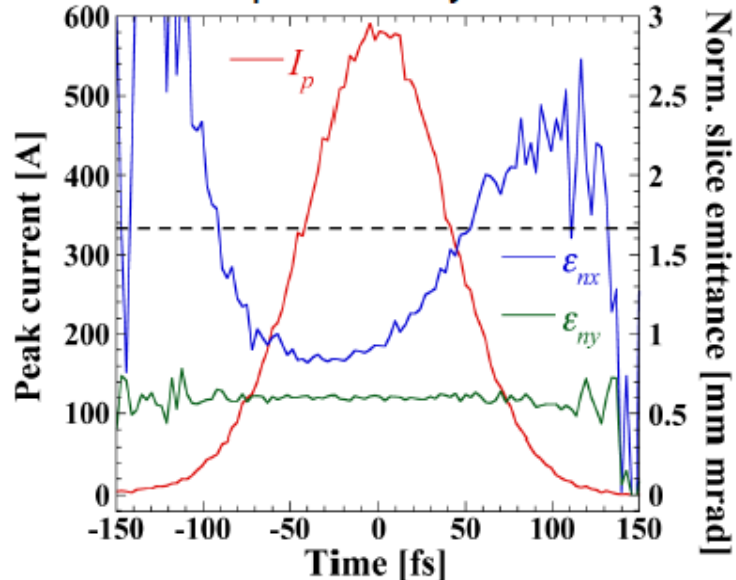
FEL動作による電子ビームのエネルギーの変化(青線)とエネルギー拡がり(赤線: $\pm 1\sigma$)

5. FEL出力とビームサイズの変化

Ave. FEL Power @ 100 m (Tapering rate)

β_x [m] / β_y [m]	10	6	5	2.5
10	10.5 kW (10 %)			
7			13.9 kW (12 %)	
5	12.7 kW (5 %)		15.1 kW (11 %)	
4		<u>18.0 kW (8 %)</u>	15.4 kW (8 %)	
2.5			14.7 kW (5 %)	11.7 kW (8 %)

Bunch Compression by Arc + Chicane



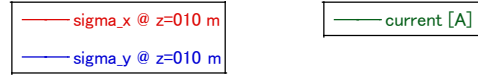
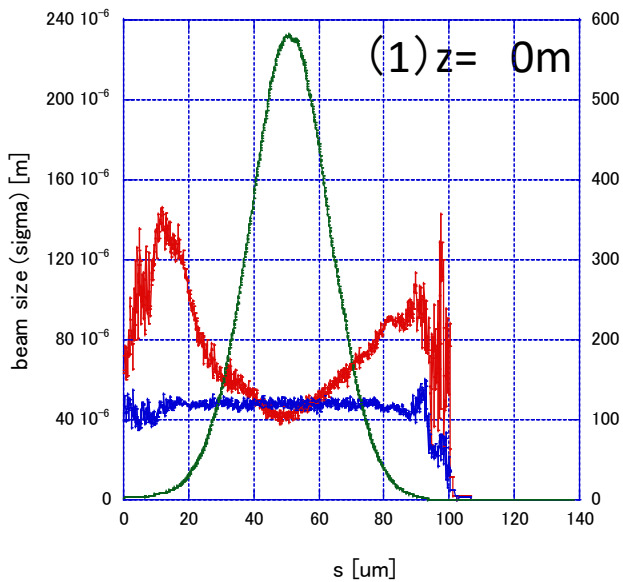
β_x, β_y のマッチング調整で、FEL出力は10~18 kWで変化

各々の条件でのアンジュレータ内でのビームサイズの変化、ピーク電流密度の変化は？

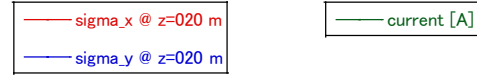
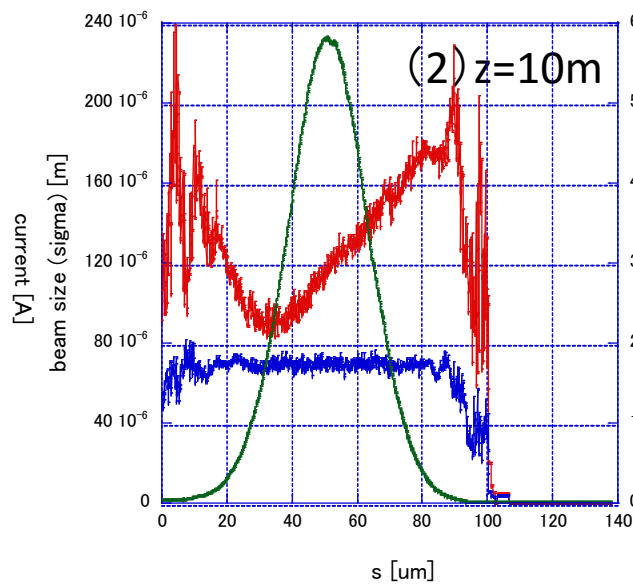
ビームサイズ (18 kW出力)



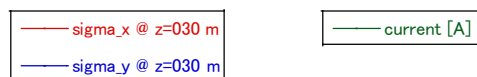
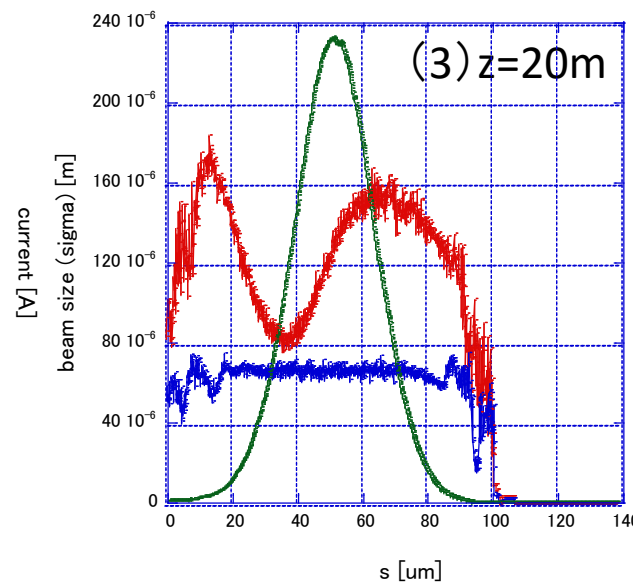
erl64-k04-n7-r8-beamsize @ z=000 m



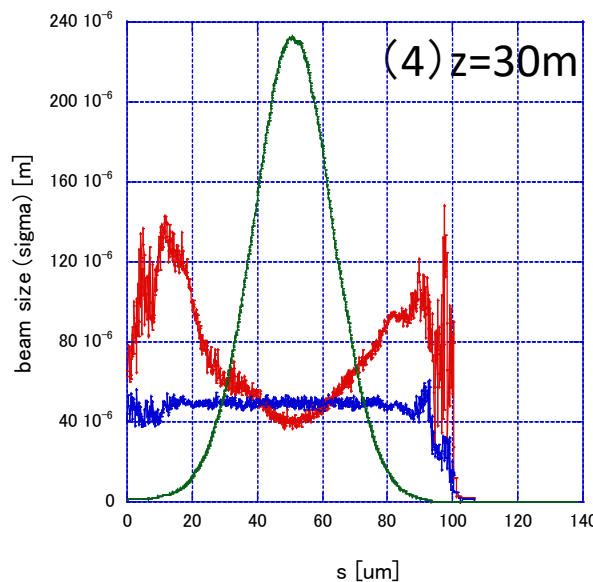
erl64-k04-n7-r8-beamsize @ z=010 m



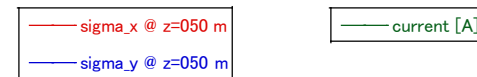
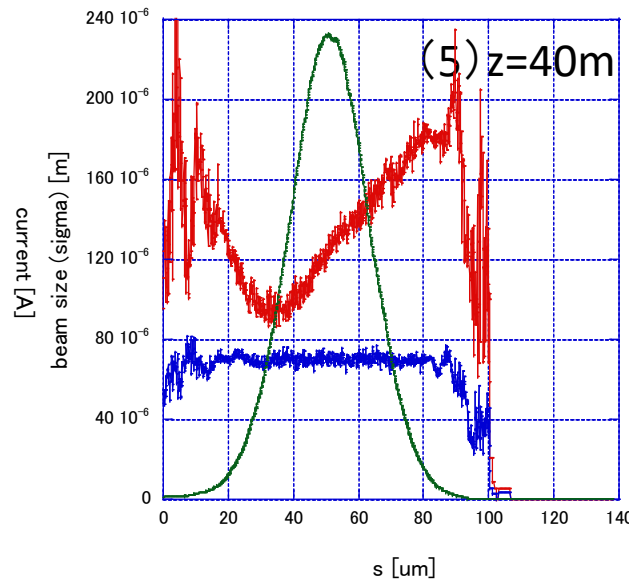
erl64-k04-n7-r8-beamsize @ z=020 m



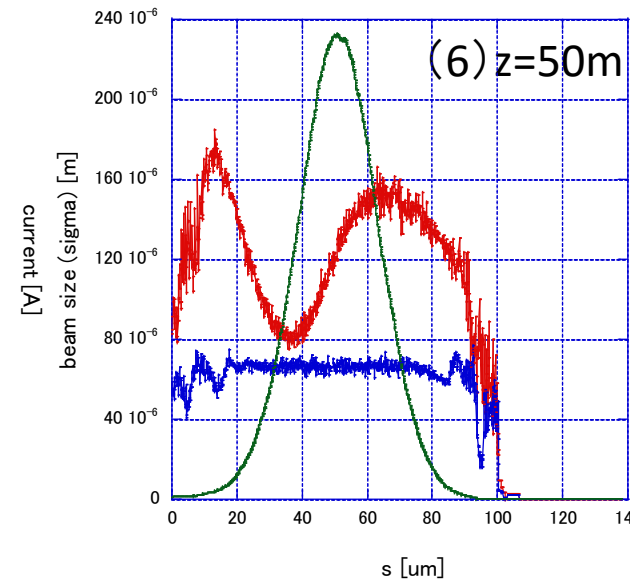
erl64-k04-n7-r8-beamsize @ z=030 m



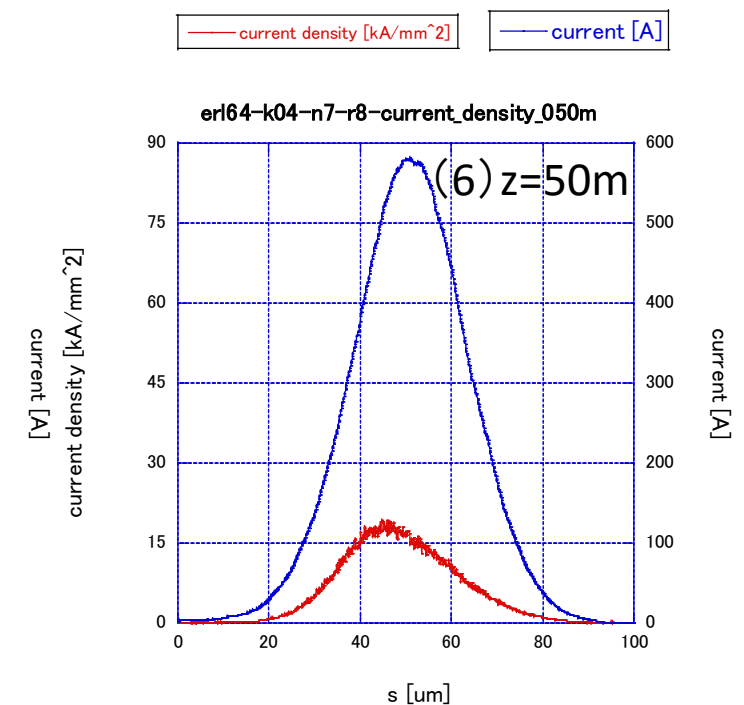
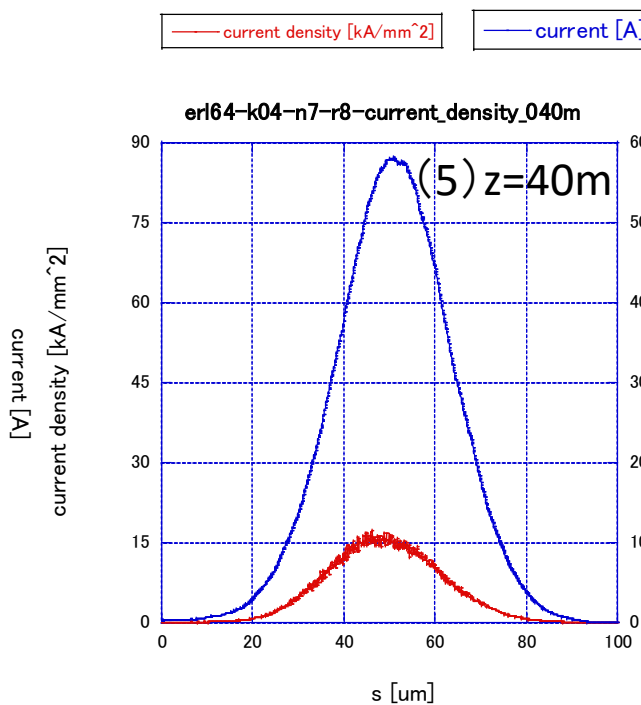
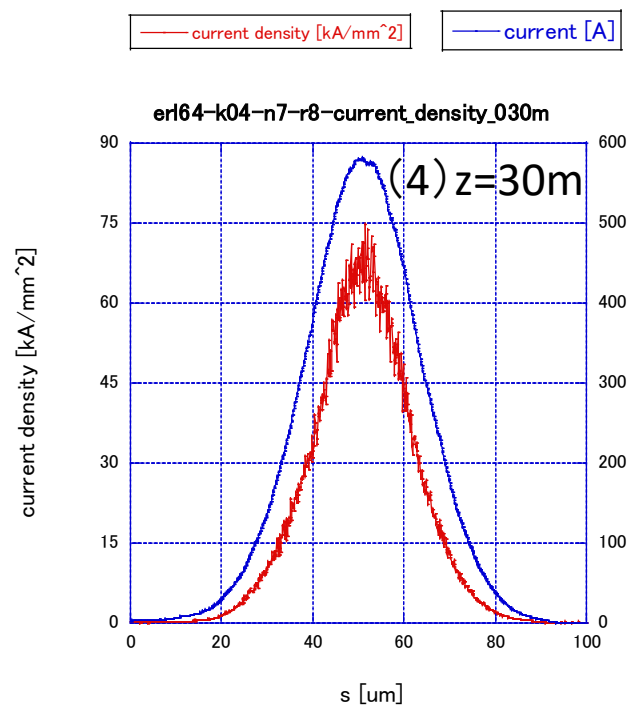
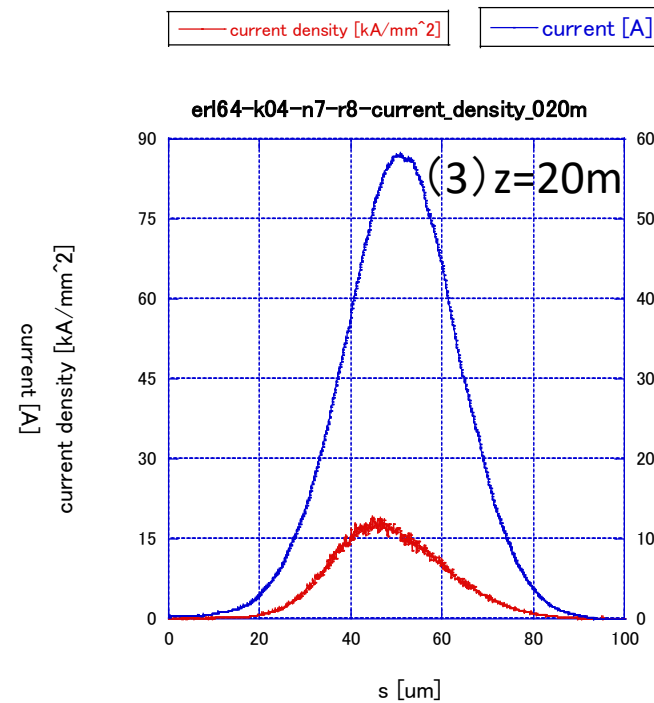
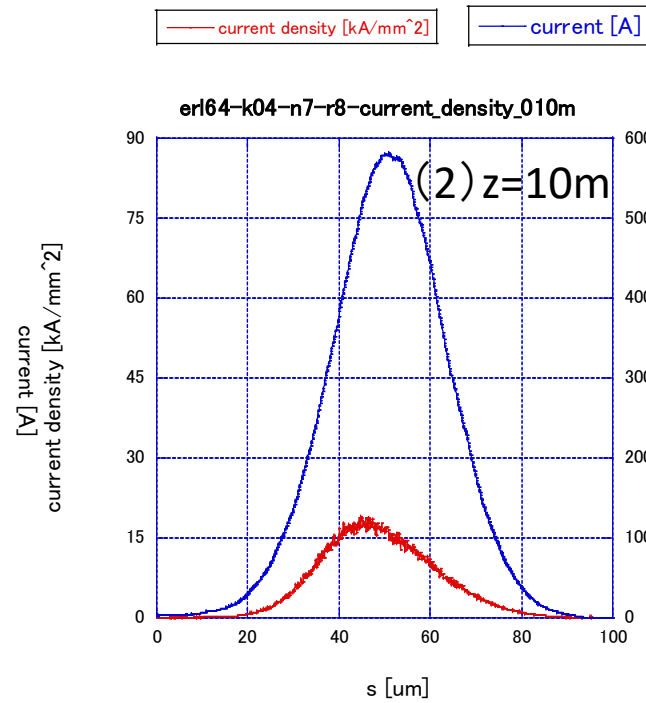
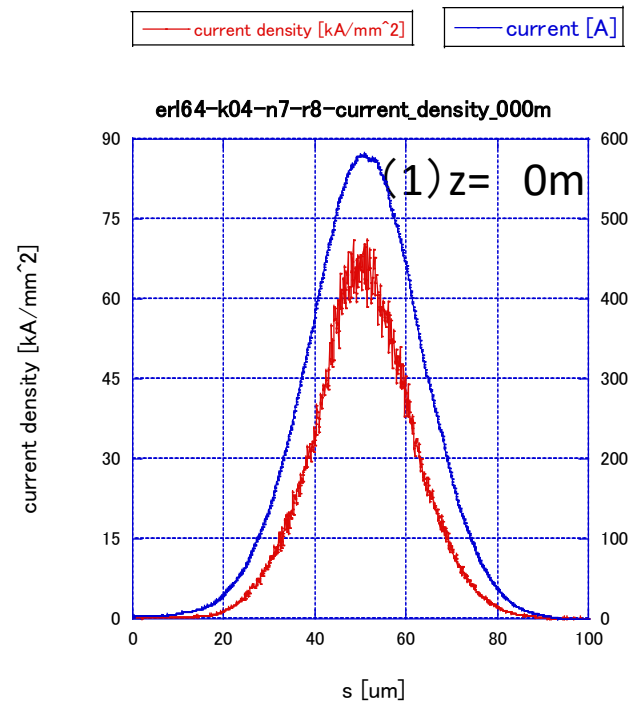
erl64-k04-n7-r8-beamsize @ z=040 m



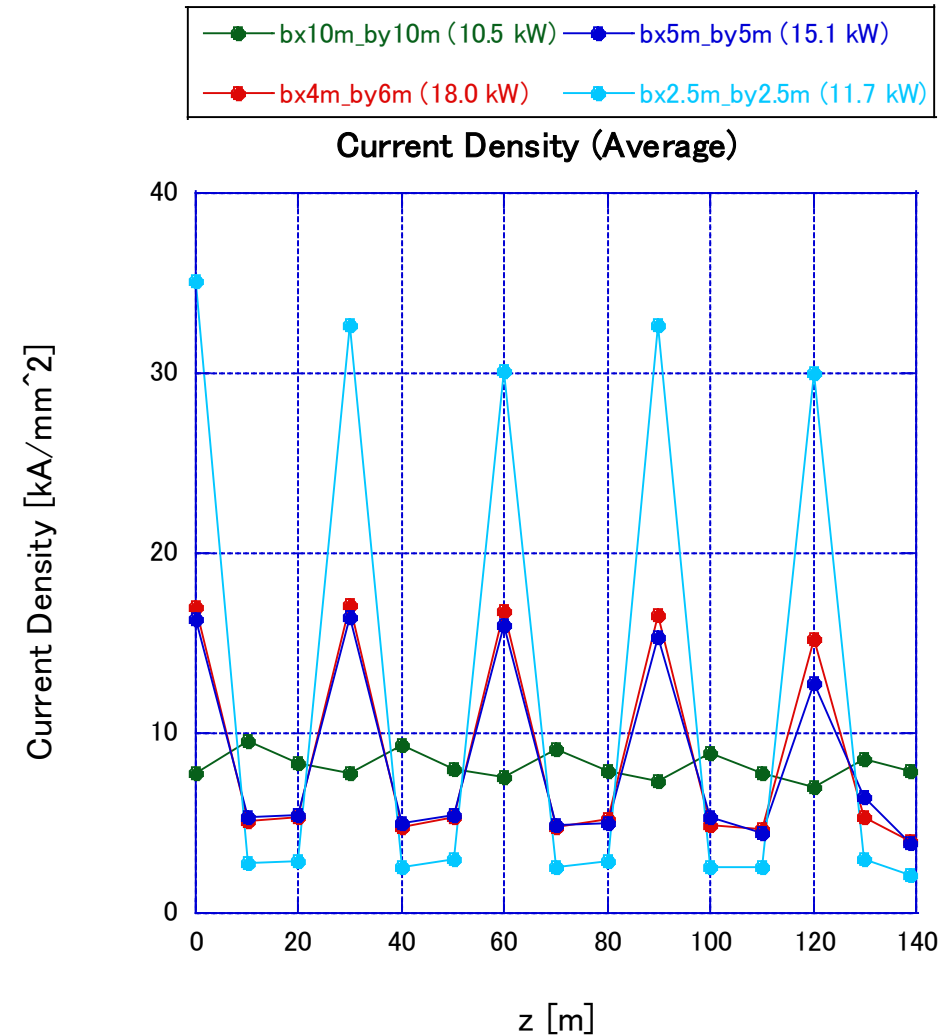
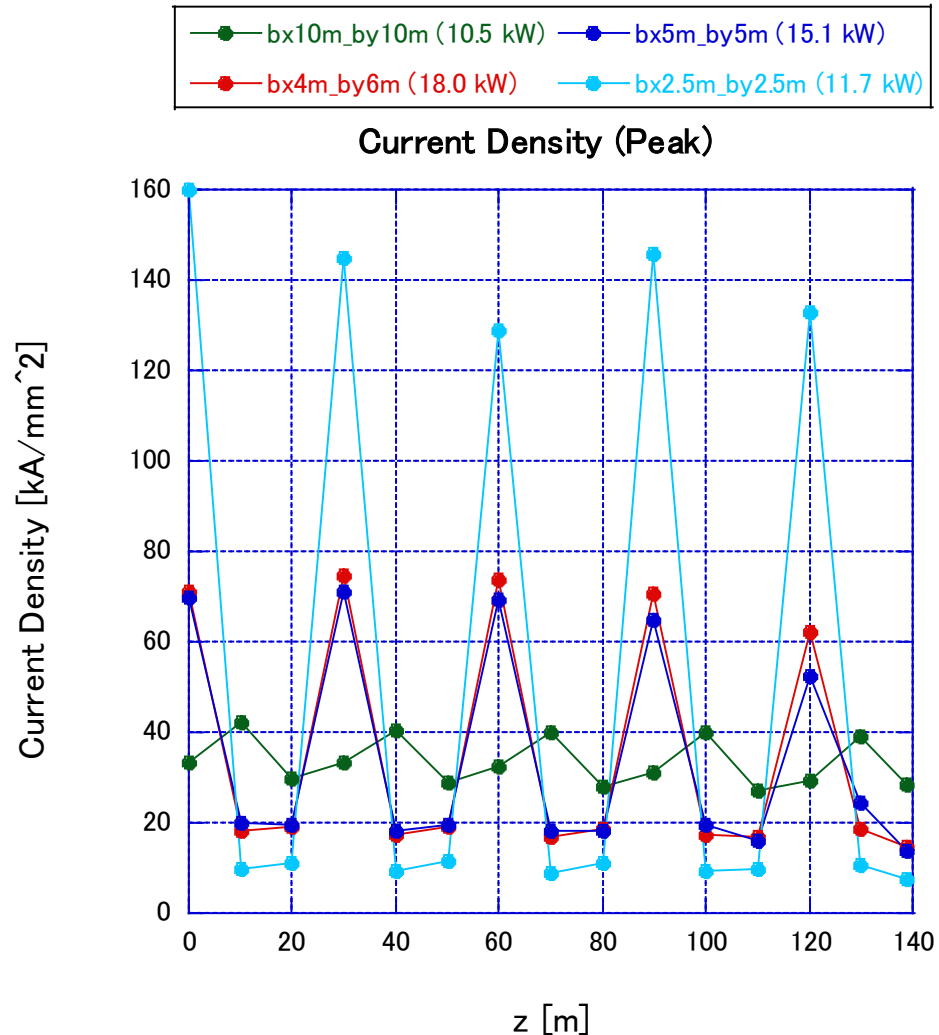
erl64-k04-n7-r8-beamsize @ z=050 m



ビーム電流密度 (18 kW出力)



ビーム電流密度のアンジュレータ軸に沿った変化

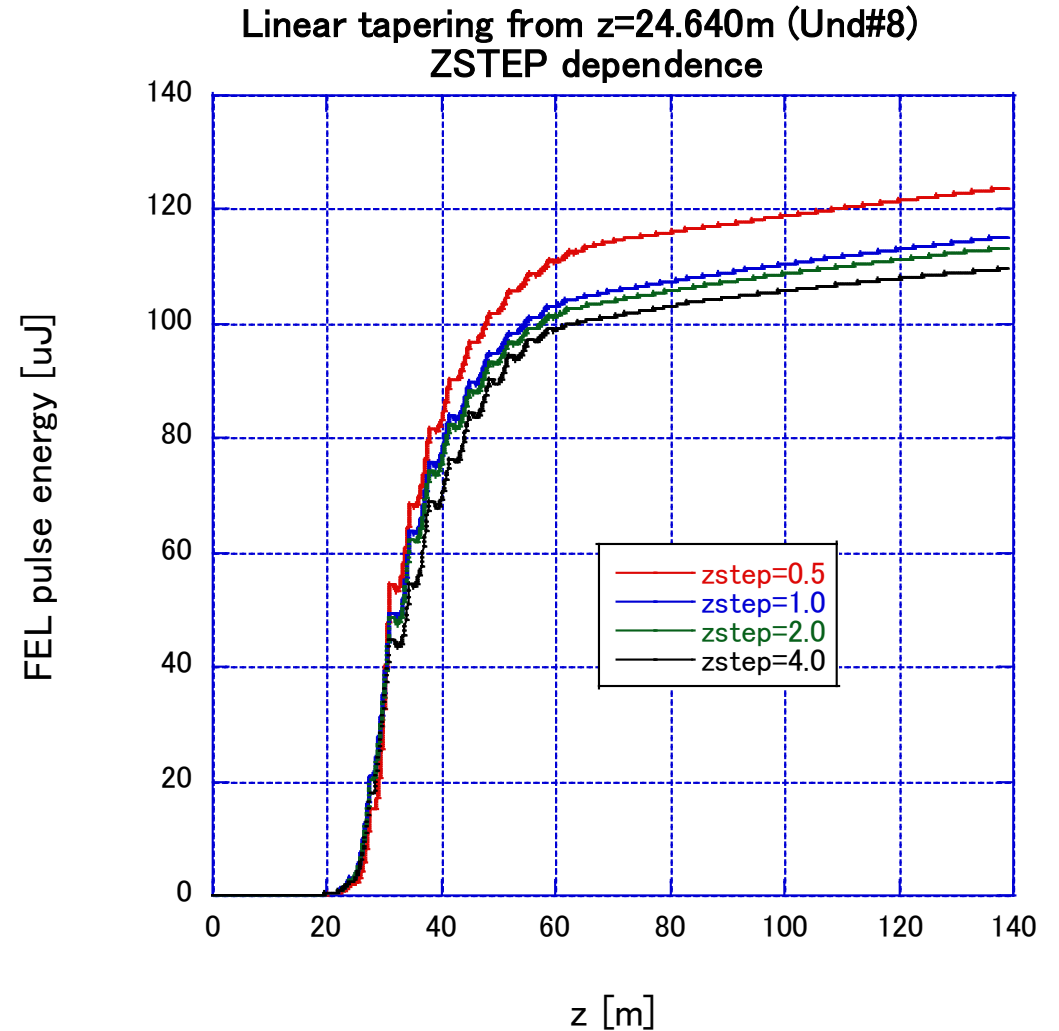


β マッチング条件に近いのは $\beta_x=\beta_y=10\text{m}$ (10kW)の時

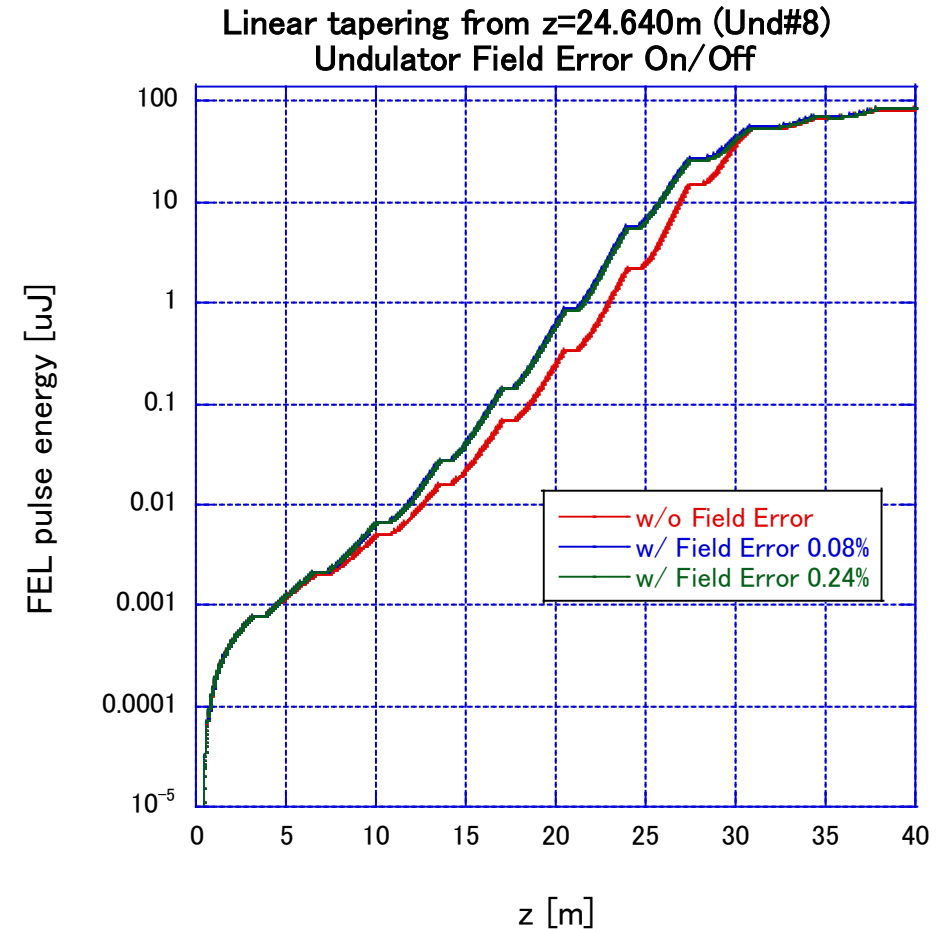
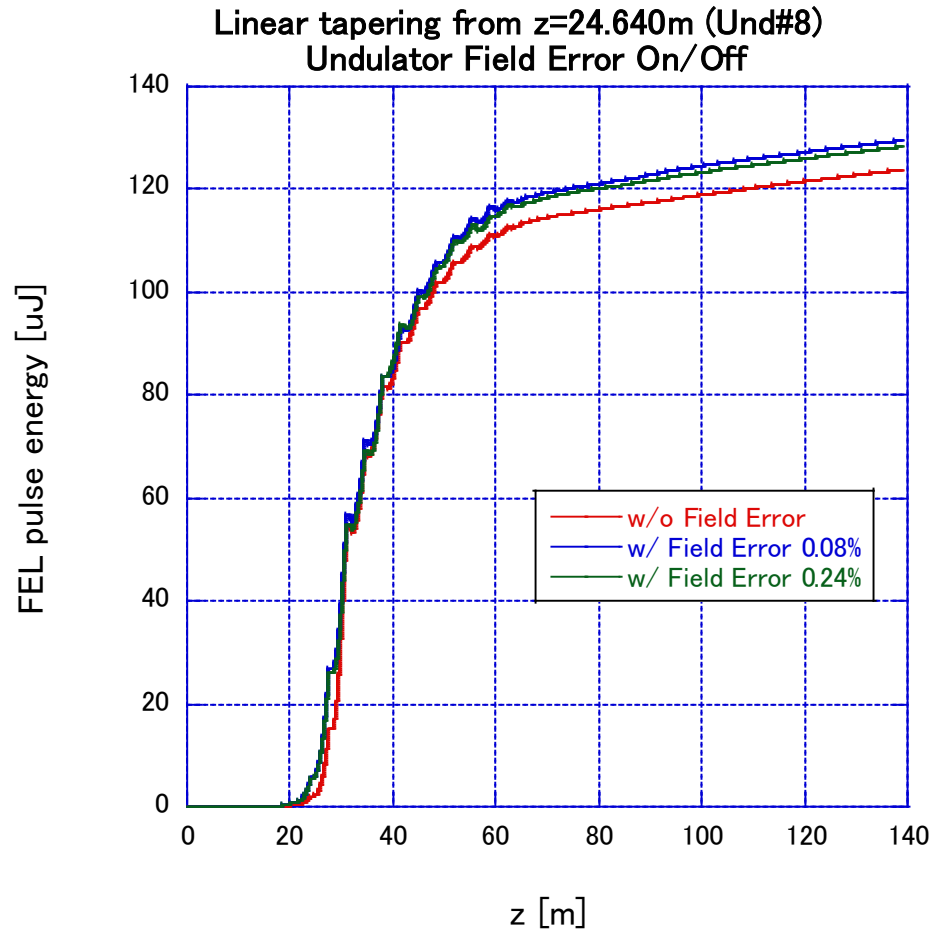
15-18 kW出力は意図的にマッチングを崩して、局所的にビーム電流密度を高めた状態

6. 磁場エラーの影響

- アンジュレータ磁場にエラー(K値のばらつき)がある
- Genesisでは積分間隔を0.5周期に変更にする必要
- 積分間隔(zstep)依存性
 - これまでの計算はすべて1.0周期



6. 磁場エラーの影響



- アンジュレータ磁場のK値のばらつき $\sim 0.08\%$ (rms) ← 阿達さん
- ガウス分布、積分値が最小化されるように配置されていると仮定
- 磁場エラーによりFELゲインとFEL出力が増大(?)

7. まとめと今後

- Intel-Fortran (windows) と mpi-f (Linux) の計算結果のばらつきの違い
 - マルチコア使用時のコア毎の乱数初期化の取り扱いによる
- FEL動作後のビームエネルギー変化
 - 中心部で、エネルギーの低下 ($\Delta\gamma \sim 6$) とエネルギー拡がりの増大 ($\sigma\gamma \sim 6$)
- FEL出力とビームサイズの変化
 - β マッチング条件に近いのは $\beta_x = \beta_y = 10\text{m}$ (10kW) の時
 - 15-18 kW出力は意図的にマッチングを崩して、局所的にビーム電流密度を高めた状態
- 磁場エラーの影響
 - 積分間隔の変更により、FEL出力値が変化
 - 磁場エラーによりFELゲインとFEL出力が増大(?)

