

Point-to-mesh 法を適用した水野コードにおける エミッタンスの粒子数依存性に関する検討その 2 パルス幅 3 mm、エネルギー 0.5 MeV の場合

水野 明彦

2007 年 3 月 27 日

1 パルス幅 3 mm、エネルギー 0.5 MeV の場合の結果

先の、パルス幅 200mm、エネルギー 0.5MeV の計算に対し、パルス幅 3 mm、エネルギー 0.5 MeV の場合について計算を行った。図 1～図 4 までに示す。mesh サイズ ($x \times y \times z$) = (8 × 8 × 94)、および α の値 (= 2) は、前回と同一としている。

2 考察

パルス幅 3mm の計算では、エミッタンスは早く収束することが分かる。これは、おそらく、ビームサイズが transverse 方向に急激に大きくなっていることと関連があるのではないかと考えられる。

我々は、先ず第 1 にどれくらいの粒子数でエミッタンスが収束するかを見積もる必要があるが、第 2 に、なぜ、粒子数を増やさなければならないかを明らかにする必要がある。私は、前回のレポートで述べたように、粒子と mesh が異常接近した場合、mesh 上の電磁場が異常に大きな値を示す為であると考えている。

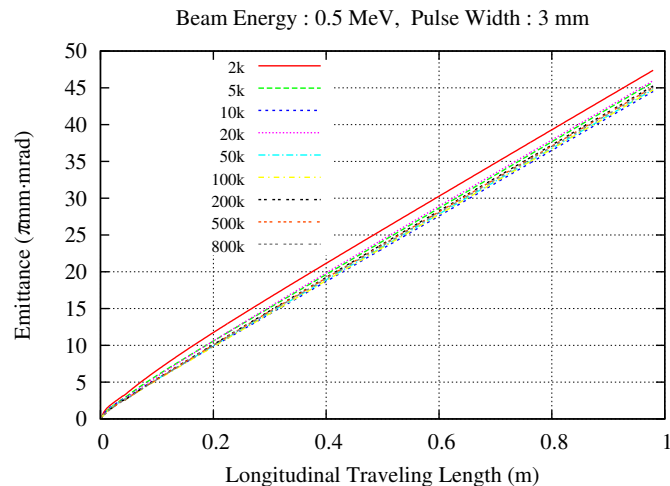


図 1 エミッタンス, 3 mm : 0.5 MeV

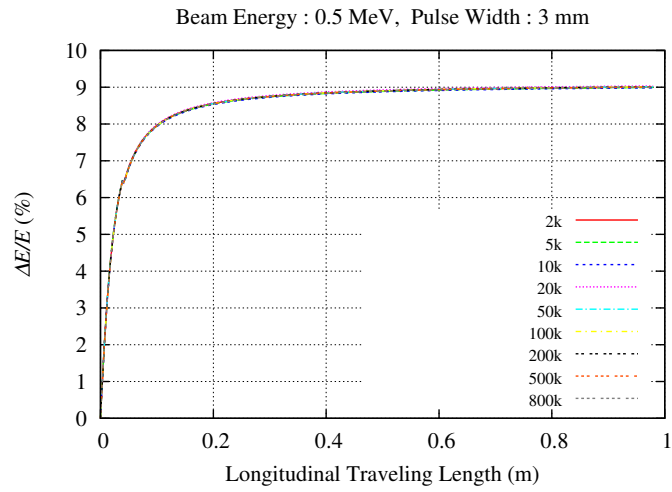


図2 ΔE , 3 mm : 0.5 MeV

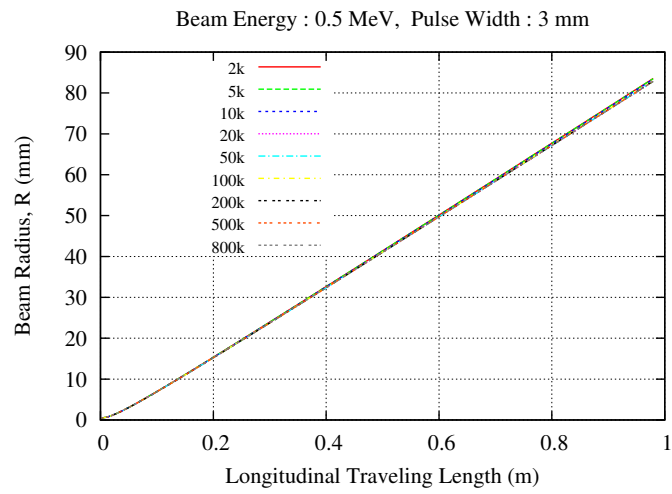


図3 ビーム半径, 3 mm : 0.5 MeV

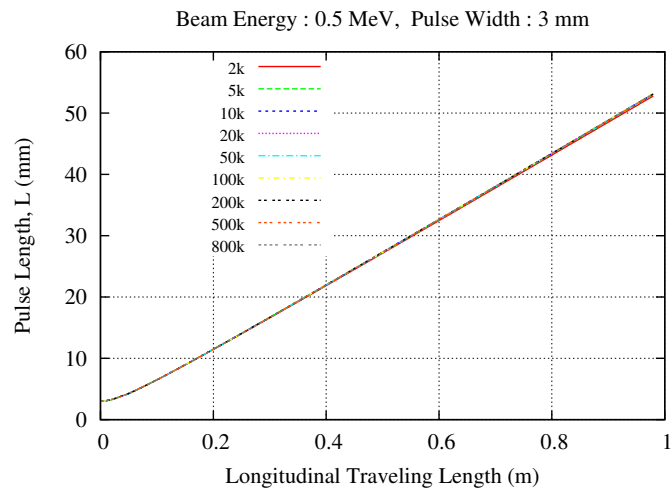


図4 パルス長, 3 mm : 0.5 MeV

point-to-point でも同様である。ただし、電子バンチは longitudinal 方向に相対論的な速度で進んでいるため、longitudinal 方向については、transverse 方向に比べ、接近しても極端には電磁場が大きくなる。3mm、0.5MeV の場合には、200mm、0.5MeV の場合と比べ longitudinal 方向には接近する確率が高いのはあるが、上に記した理由で大きな問題にはならないのだと思われる。逆に、パルス幅が短いために電荷密度が大きくなり、transverse 方向に発散してしまった。この結果、transverse 方向に接近する確率が減ったため、エミッタンスが早く収束したのだと考えられる。

このように考えると、パルス幅 3mm、エネルギー 6MeV の場合は、エネルギーが高いために transverse 方向の発散がおさえられビームサイズが小さく保たれるため、エミッタンスの収束が遅くなるはずである。これらを、図 5 ~ 図 8 に示す。transverse 方向のサイズが小さいため、予想通り、粒子数依存性が顕著に現れており、エミッタンスについては 80 万個でもまだ収束していない様子である。

上記に関連し、図 9 と図 10 に、パルス幅 3mm における各コードのエミッタンス比較を示す。

エネルギーが低い、0.5MeV の場合、エミッタンスの粒子数依存性は小さくなるので、私のコードと GPT

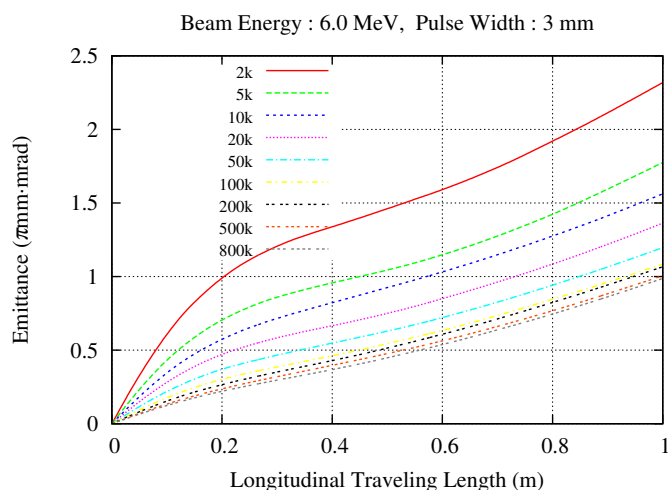


図 5 エミッタンス, 3 mm : 6.0 MeV

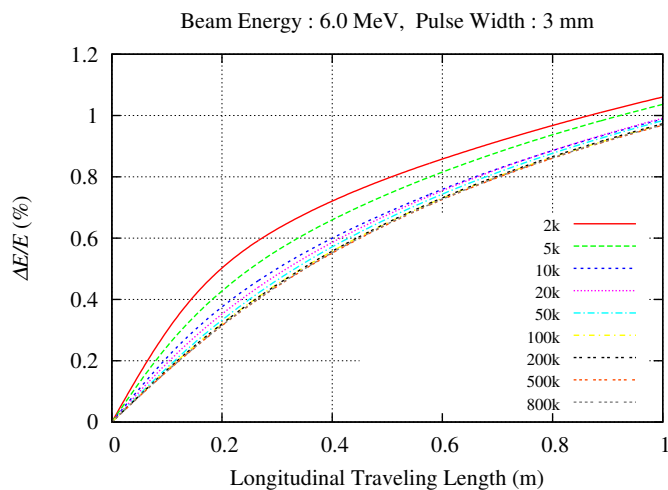


図 6 ΔE , 3 mm : 6.0 MeV

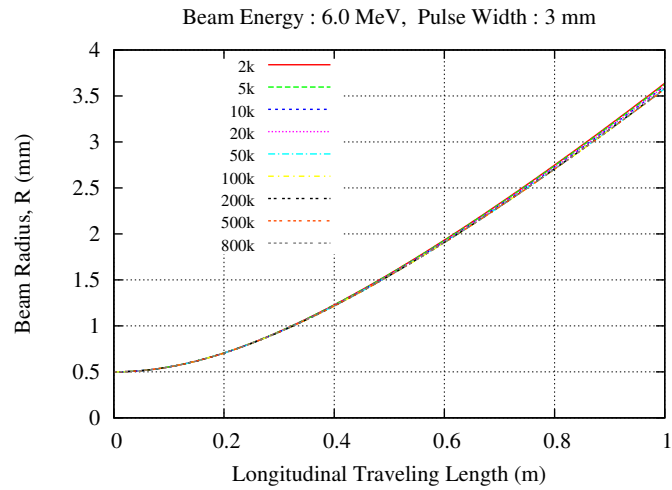


図 7 ビーム半径, 3 mm : 6.0 MeV

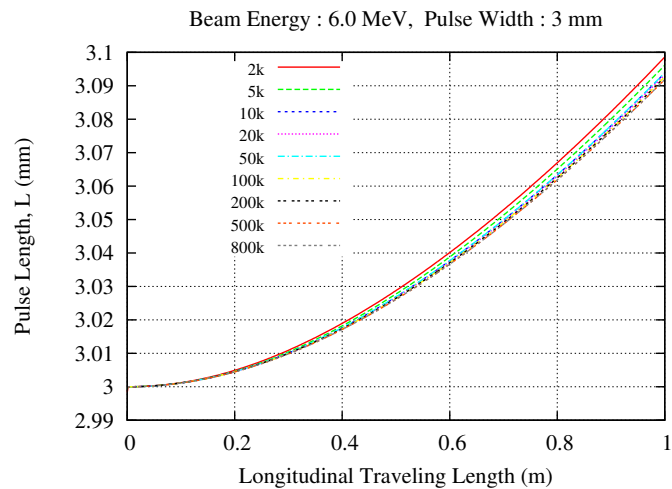


図 8 パルス長, 3 mm : 6.0 MeV

は良く一致している。山本尚人さんと一致しないのは、彼が報告されているように、何らかの原因でエミッタンスの振動が発生する、という、別の問題の為であると考えられる。

エネルギーが高くなると、徐々に粒子数依存性が大きくなっていくので、私のコード (+ 山本尚人さんのコード) と GPT の差が大きくなっていく。

ただし、PALMELA は以上の考察とは異なる振舞をする。エネルギーの低い場合は GPT、水野コードと一致せず、エネルギーの高い場合は GPT と一致するが水野コードと一致しない。したがって、PALMELA の粒子数依存性は、あるとすれば私の考察とは違った観点からのものだと考えられる。PALMELA については、現在、管さんが調査を行っておられる。

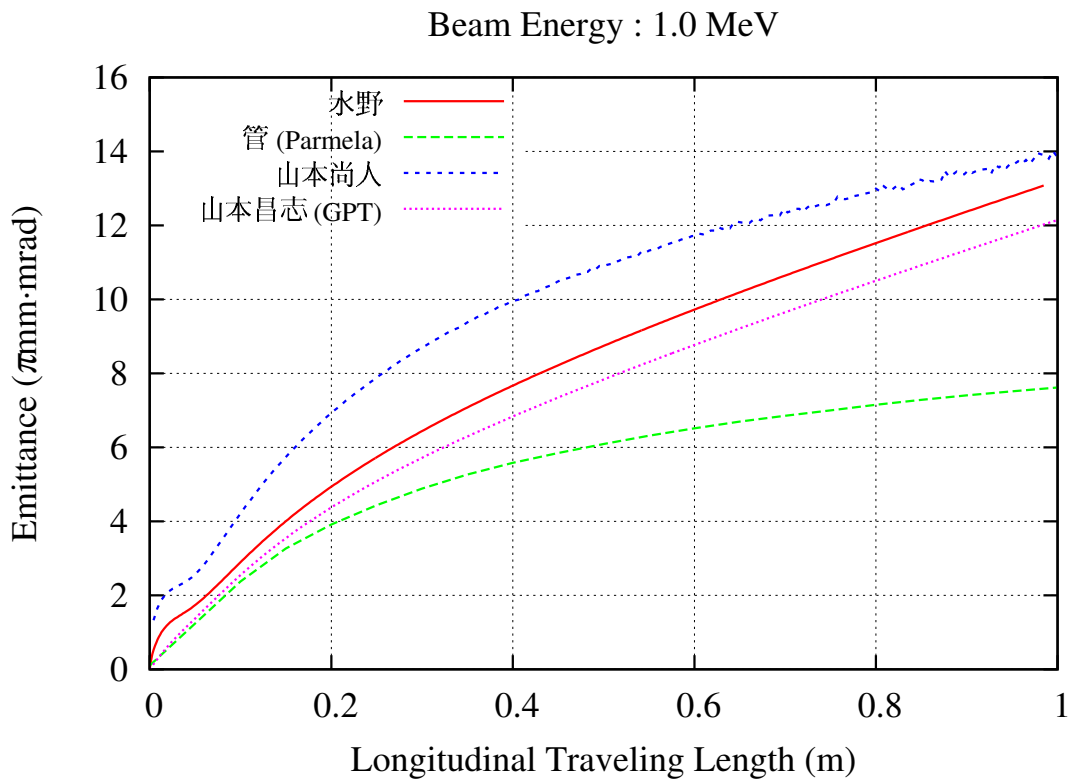
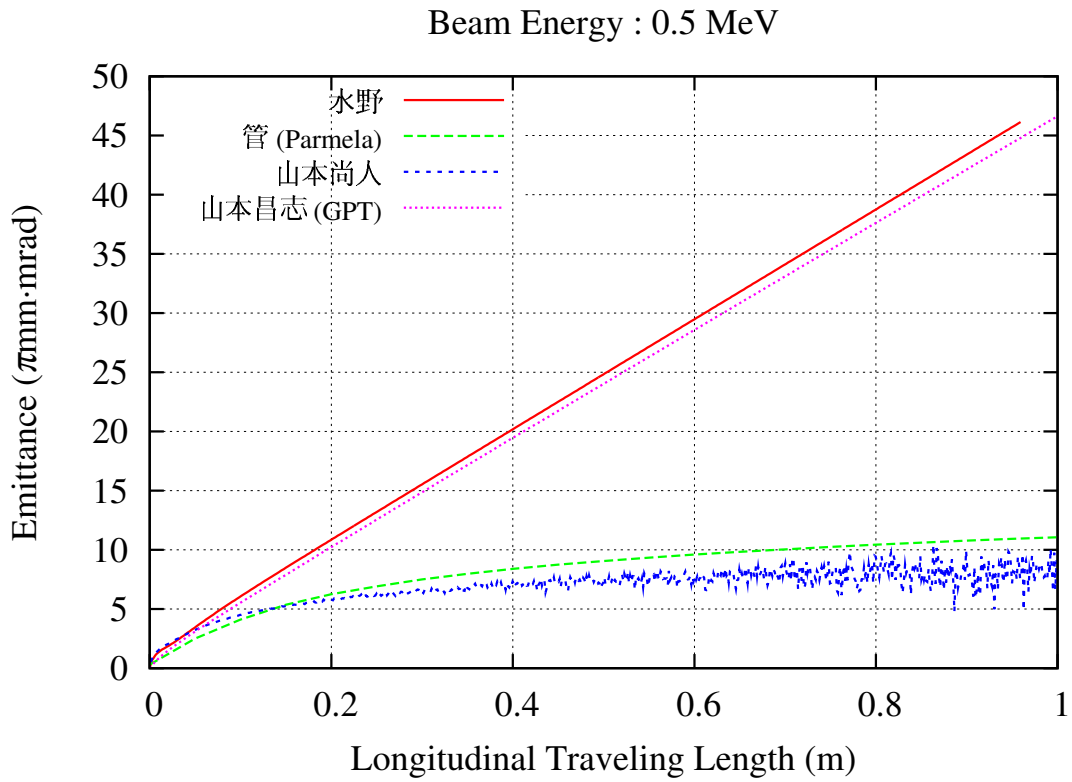


図9 各コード比較その1

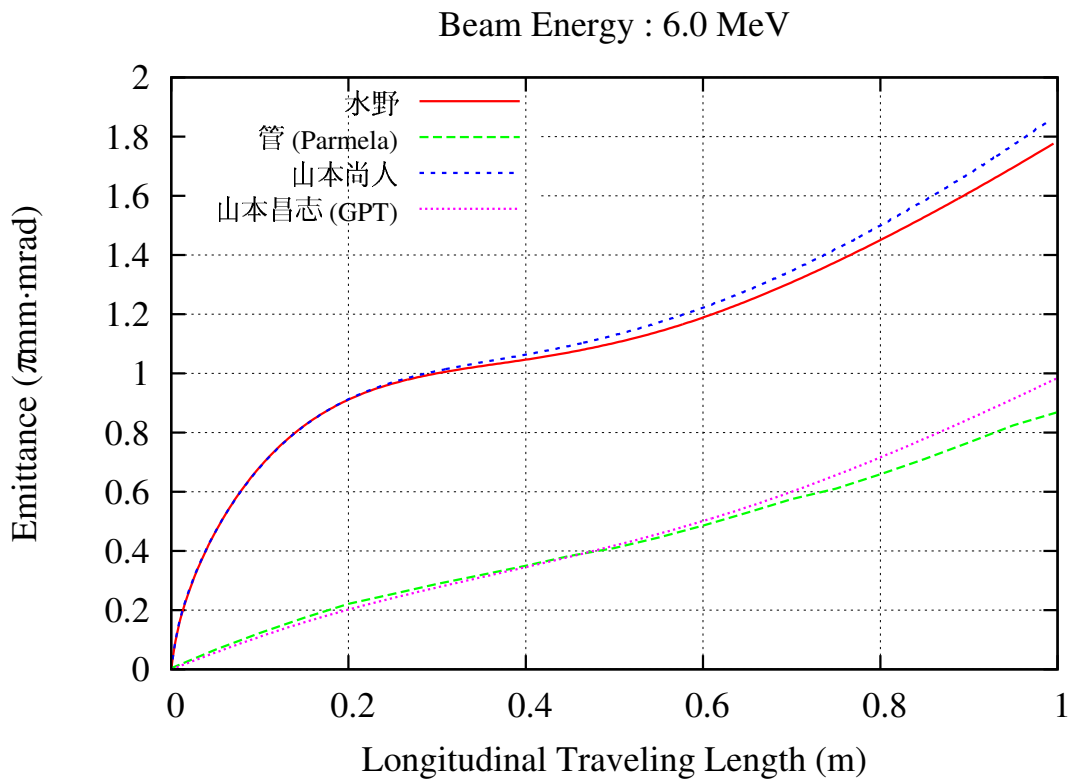
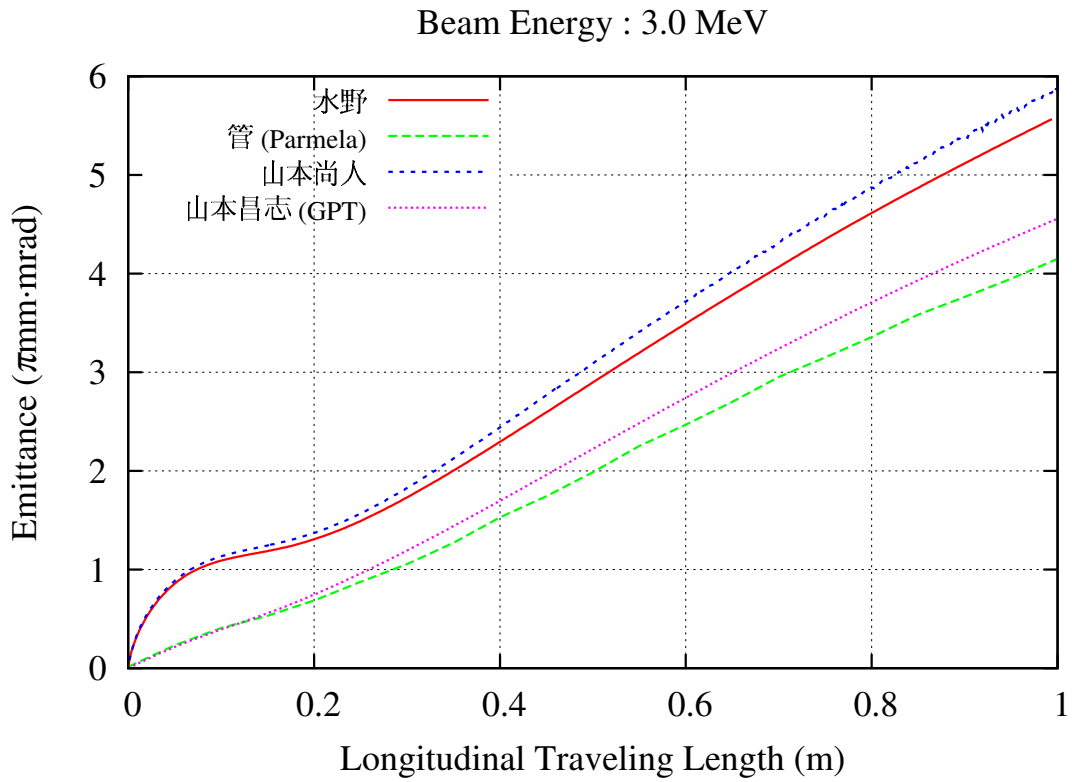


図 10 各コード比較その 2