

図 2: 位相空間回転への入力として生成した短冊状のビーム分布。縦軸および横軸は各々 x 位置、 z 位置を示す。

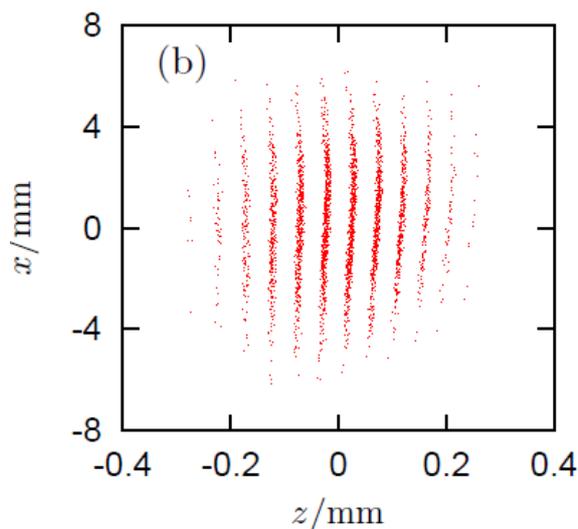


図 3: 出力として得られたビーム分布。縦軸および横軸は各々 x 位置、 z 位置を示し、進行方向にマイクロバンチ構造が生成されている。

波数の他に四倍波程度までの成分が有意に含まれており、コヒーレント放射のドライバーとして数十 THz 程度までカバーすることが可能であることが分かる。

この方法の特徴的な点は、入力ビームに必ずしも短パルスビームが必要で無い点である。条件は使用する RF 空洞の周波数に対してバンチ長が十分に短いというものである。今回使用した RF 空洞は 2856MHz の S-band を仮定しているが、この場合では 20-30ps 程度の長いバンチでも全体にわたり回転条件を維持することが可能である。この値は近年のレーザーフォトカソードの技術からすれば非常に容易に得られるものであり、またピーク電流を抑制することで空間電荷力の抑制にも有効である。

短冊状のマスクの代わりに単独のスリットを用いれば単独の短バンチも生成可能である。また、適当な間隔の二つのスリットにより、ある間隔をあけた二つの極短バンチビームも生成可能であり、ポンププローブ実験等に応用可能である。 x 空間から z 空間への回転にはスケールの任意性があり、これを圧縮係数と呼ぶ。圧縮係数は二重極磁場の大きさと RF 空洞の加速勾配により事後的に調整可能であるから、マスクパターンの任意性に加え、マイクロバンチ構造の周波数、バンチ長、バンチ間隔の操作性は高く、このことも他の方法に比して有利な点である。

また入力ビームのエネルギーを増大させることで空間電荷効果の影響を抑制することが可能であり、バンチ構造を損なわずにバンチ電荷全体を大きくすることも可能である。ただしその際、RF 空洞の加速電場はエネルギーにスケールして増大させる必要がある。

このように横方向パターンと位相空間回転を組み合わせることで、通常の方法ではなかなか得ることが困難な極短バンチ、あるいはマイクロバンチ構造が得られることがわかる。さらにこの手法には高い操作性があり、コヒーレント放射や超高速現象のプローブにとどまらず、広い応用可能性が期待される。