

電波放射の原理検証について (分子制動放射)

中部大学工学部
大嶋晃敏

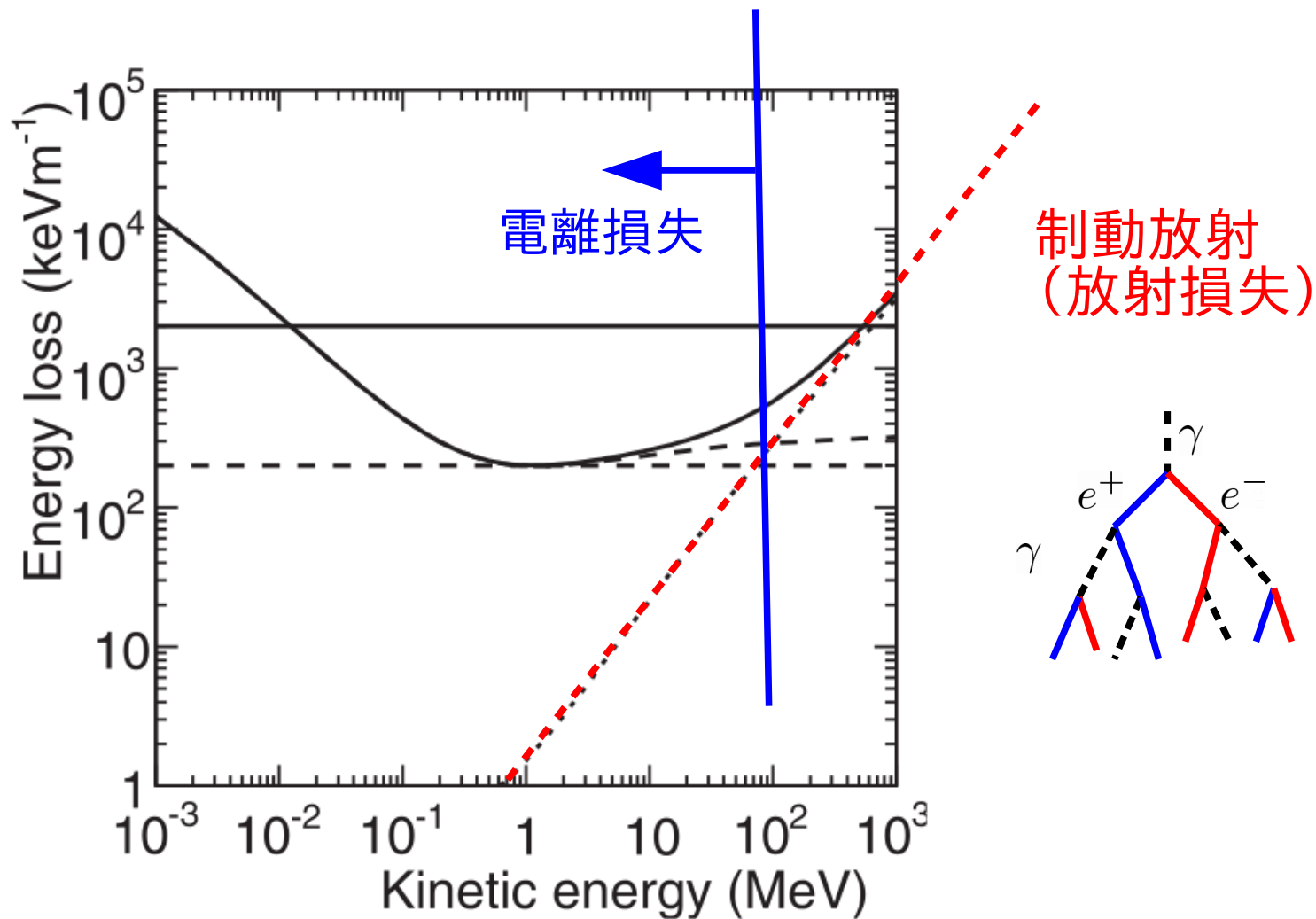
空気シャワーからの電波放射

- 分子制動放射

「弱くイオン化された大気中での分子制動放(Molecular Bremsstrahlung Radiation, MBR)は、自由電子が周辺の大気分子と衝突することで生成される。シャワーのイオン化が”弱い”と考えられているのは、自由電子やイオンの相互作用が、他のイオンよりもむしろ中性粒子との衝突によって決まるため。MBRは、10 eV 以下の電子(ただし、速度分布は等方的でマクスウェル分布に従うと仮定)から来る放射として、熱的過程として古典的に扱われてきた。これらの仮定より、定常状態の MBR は等方的で偏光がないと予期され、相対論的粒子から来る指向性の高い制動放射とは大きく異なる。」(大阪市立大学倉本和幸氏修士論文)

- 10eV以下の電子
- 1-10GHzの電波放射
- 等方的な放射 → カロリメトリックな観測が可能?

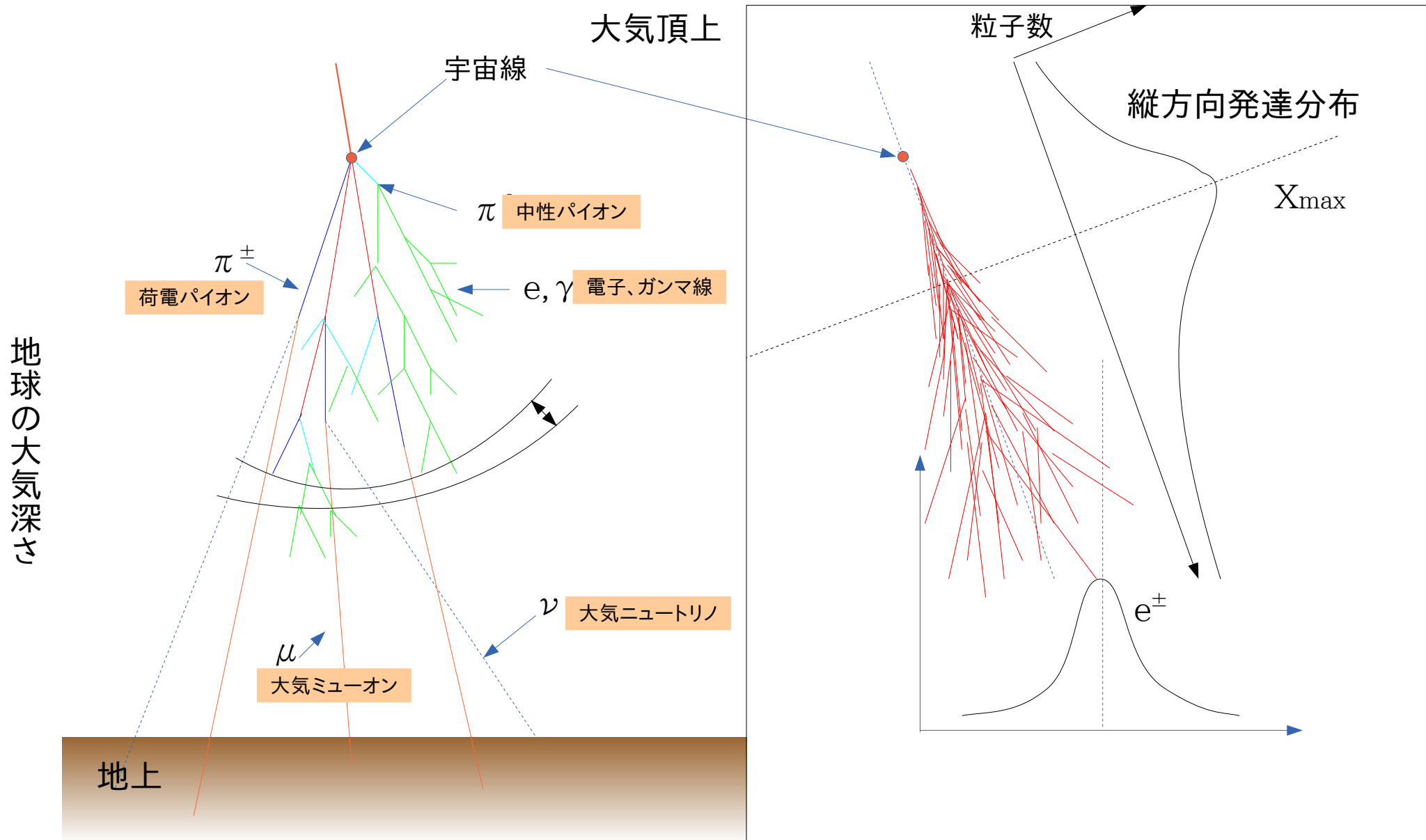
電子のエネルギー損失



- 電子の空気中での制動放射の閾値エネルギーは約80MeV
- それ以上で電磁カスケード、それ以下で電離損失

空気シャワー

空気シャワー現象とは高エネルギー宇宙線によって生じた大気中の二次粒子のカスケード現象。



空気のイオン化

表 3.1 種々の気体のW値

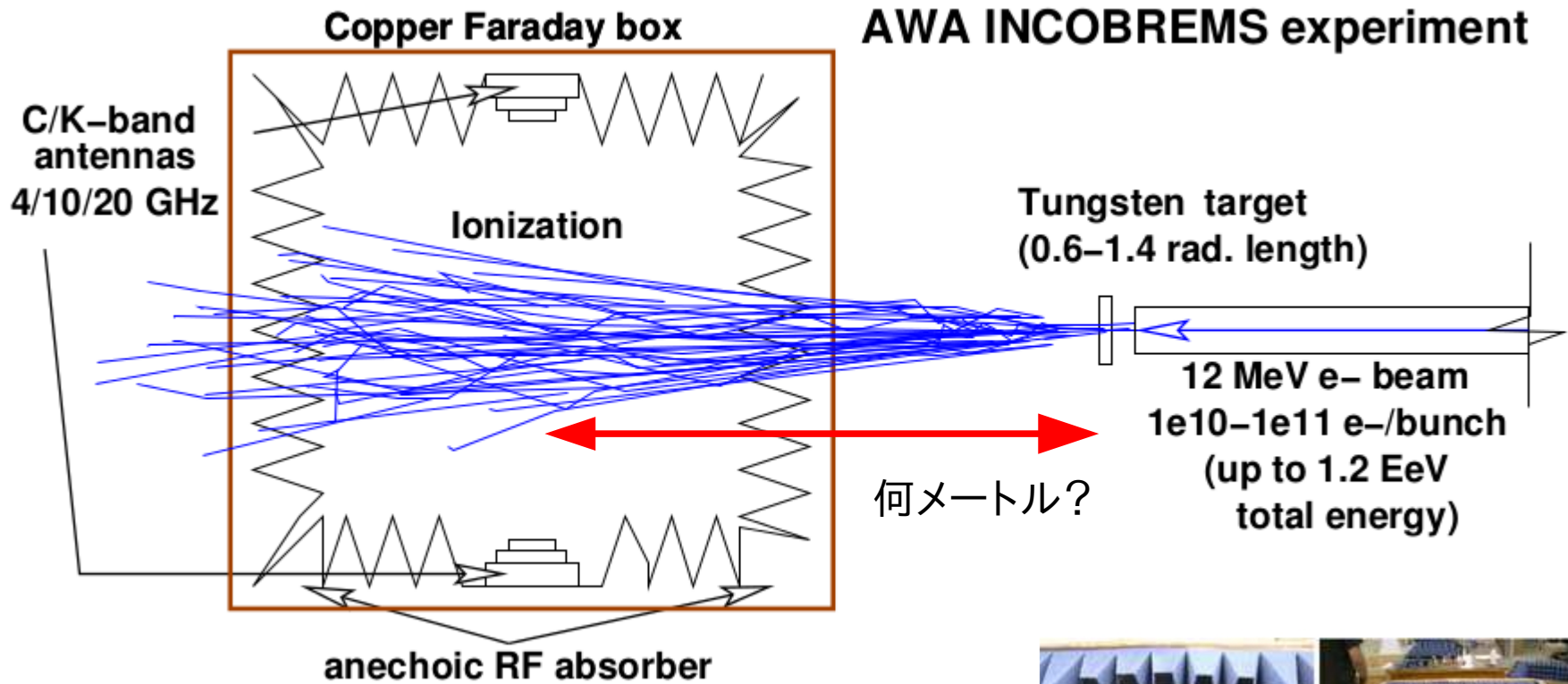
気体	W 値 (eV)		
	1keV 以上の電子線(β線)	5MeV 程度のα線	その他
ヘリウム[He]	42.3	42.7/46.0	
ネオン[Ne]	36.6	36.8	
アルゴン[Ar]	26.4	26.4	27.0(陽子)
クリプトン[Kr]	24.2	24.1	
キセノン [Xe]	22.0	21.9	
水素 [H ₂]	36.3	36.33	
窒素 [N ₂]	35.0	36.4	36.5(陽子)
空気 [Air]	33.9	35	
二酸化酸素[CO ₂]	32.9	34.5	34.5(陽子)
三フッ化ホウ素[BF ₃]		36	
メタン [CH ₄]	27.3	30.5	29.3(陽子)

陽子線のエネルギーはすべて 2MeV 以上

KEK「放射線計測基礎論」より
アイソトープ手帳にも乗ってます。

- 1つのイオン対を作るのに必要な放射線の平均エネルギー
- $W = E / Ni$ (Niはイオン対の数)
- 3個/100eVが生成

加速器を使った実測



Argonne Wakefield Accelerator laboratory



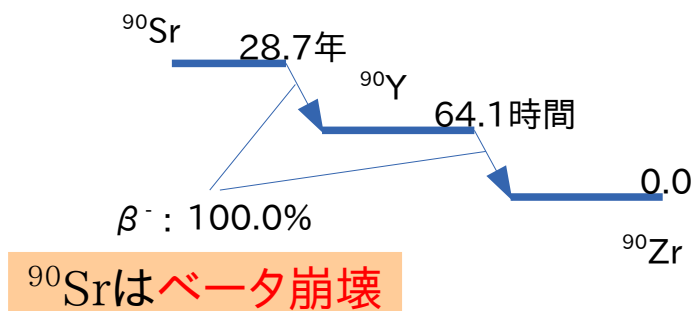
電波暗箱の中で電波計測

原理検証方法の別案

密封RI (β 線源)



放射性ストロンチウム90の場合



電波暗箱の中で電波計測

- ^{90}Sr の最大エネルギー: 0.546 MeV
- ^{90}Y の最大エネルギー: 2.28 MeV

- 加速器に比べて非常に静かな環境で検証できる
- ただし β 線は連続スペクトル
- 大強度なものは取り扱いに許可が必要 ($10^4\text{Bq} * 1000$)