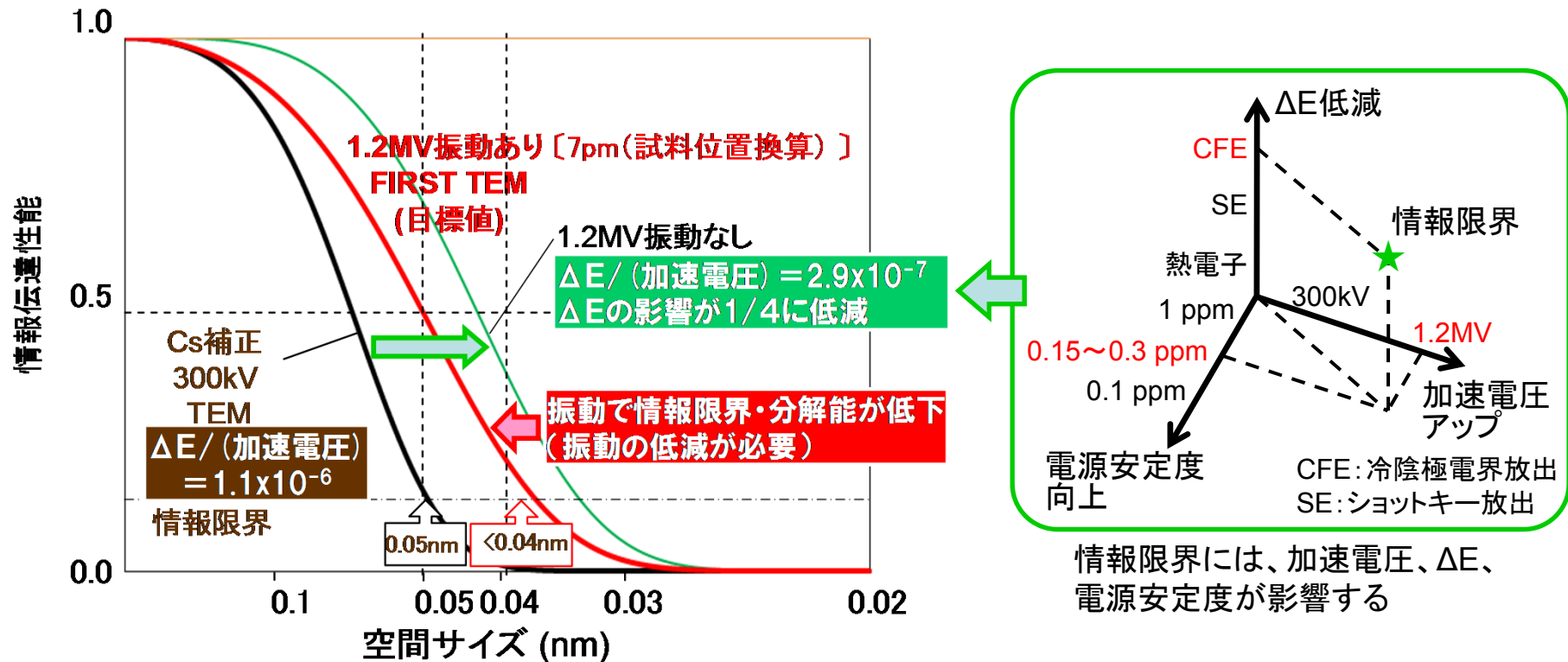


3-3. 研究概要(補足1) — エネルギー分布の低減 —

- 達成しうる分解能は、波長のばらつき(電子エネルギーのばらつき)で決まる(情報限界)。
- そのため、超高分解能の実現には電子エネルギーのばらつき(=エネルギー分布; ΔE)の影響を低減する必要がある。
- それには、冷陰極電界放出型電子銃において加速電圧を上げること(超高压化)が有効。



分解能阻害要因(エネルギー分布と振動の影響)のシミュレーション

- 緑線: 1.2MV振動なし ➤ 高加速では300kVと比べて $\Delta E / (\text{加速電圧})$ が小さいため分解能が向上
- 赤線: 1.2MV振動7pm(試料位置換算) ➤ 振動で分解能が低下するため、低擾乱・高安定化が必要
- 黒線: 300kV(R005類推)振動なし

3-3. 研究概要(補足2) — 低攪乱及び高安定化 —

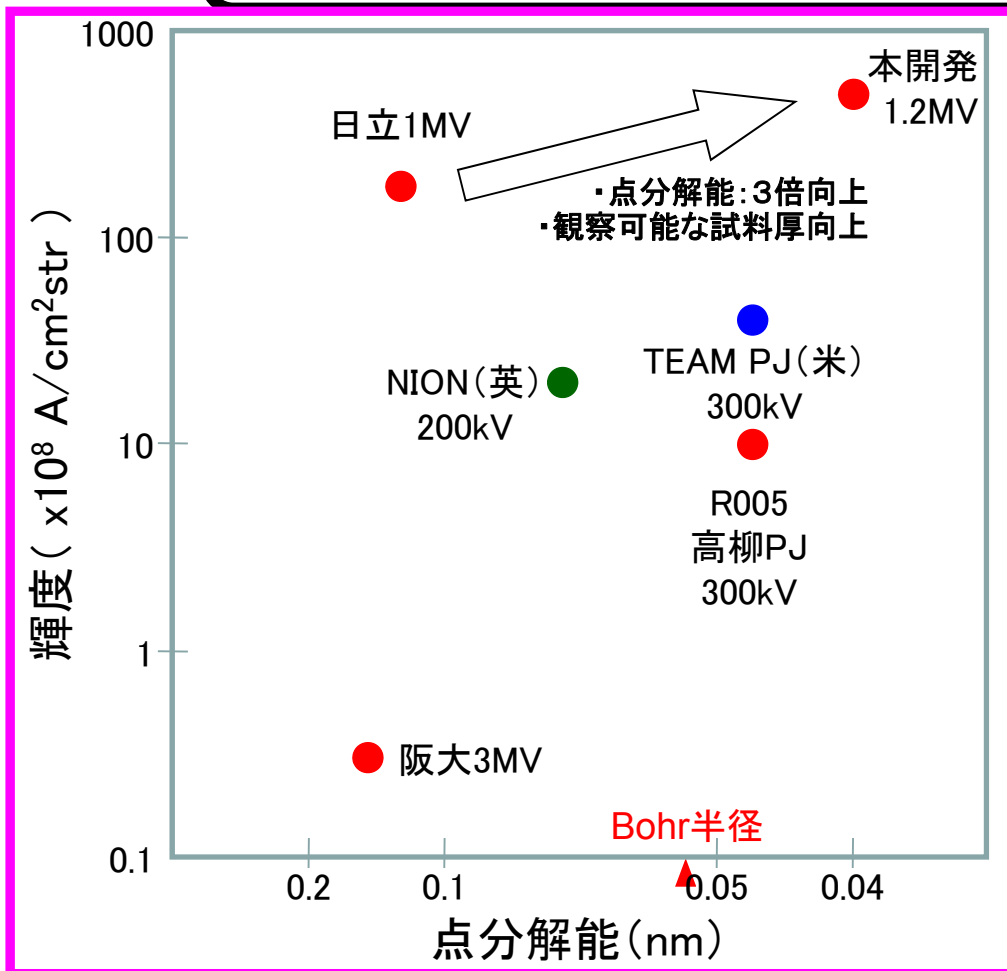
低擾乱・高安定化仕様の達成に向けた対応

項目		目標仕様	目標達成のための対応
設置環境	音圧	< 20 dB (>200Hz)	<ul style="list-style-type: none"> • 躯体壁面吸音材、防音扉により各室の遮音性能向上(音圧差50dB)
	床振動	< 1.5×10^{-3} cm/s ²	<ul style="list-style-type: none"> • 地下7.8mに達するコンクリート基礎の上に高強度コンクリート製電顕基礎を構築 • 電顕基礎形状を従来の1.2倍、円形から角型に変更
	温度	±0.2 K (8時間)	<ul style="list-style-type: none"> • 壁厚200mmコンクリート躯体構造と50mmグラスウール断熱防音層による建物断熱性能向上 • 0.05K以内のレンズ冷却水温度制御
電子銃	輝度	5×10^{10} A/cm ² /sr	<ul style="list-style-type: none"> • 極高真空化(真空度二桁向上)による電子源表面の清浄化
	安定性	±10%(240分)	
電源	高電圧電源	< 0.3 ppm (p-p)	<ul style="list-style-type: none"> • 抵抗ケーブルによる交流成分低減 • 高精度基準抵抗の採用 • 部品選別によるノイズと温度特性向上 • 温度安定化
	対物レンズ電流源	< 0.15 ppm (p-p)	
試料ステージ	ドリフト	<0.02nm (1画像取得時)	<ul style="list-style-type: none"> • ステージ支持機構の単純化(片持ち方式)と各詳細部分の堅牢化 • 熱膨張係数の小さい材料の多用

3-4. 研究概要 — 競合技術との比較(国際的ベンチマーク) —

原子レベルでゲージ場を可視化する世界初の観察装置の開発

- 1) 数Åの原子の姿を捉え(世界最高 点分解能 0.040nm)
- 2) 微細な3次元電磁場分布を可視化(世界最高輝度)
- 3) ミクロンオーダの厚い試料、重元素も観察可能



非製品 先端装置	点分 解能 (nm)	輝度 ($\times 10^8$ A/cm ² str)	国名
本開発 1.2MV	0.040	500	日本
日立(2000) 1MV	0.12	180	日本
名古屋大 1MV	0.1	未公開	日本
R005 高柳 PJ 300kV	0.047	~10	日本
TEAM PJ 300kV	0.047	~40	米国
阪大 3MV	0.14	~0.3	日本

3-4. 研究概要(補足3) — 目標性能の意義とブレークスルー —

■ 点分解能0.040nmを達成する意義

- 分解能限界への挑戦による要素技術の限界性能見極めとその向上
- 像コントラストの向上 (Bohr半径において従来の約2.5倍)による原子種同定精度および位相検出精度の向上
- 磁石磁壁内部(~1nm)の磁場分布と原子を可視化し、希少元素による保磁力強化のメカニズムを解明
- 原子分解能電場計測により充放電プロセスでのLiイオンの挙動を解明し充電時間の飛躍的短縮に貢献

■ 性能達成に必要な技術的ブレークスルー

- 項目3-3(ページ番号;7,7-2,7-3)参照

■ 世界最高輝度(=世界最高の干渉性)を達成する意義

- 原子レベルの分解能でゲージ場を可視化して新たなサイエンスを拓くには、これまでにない干渉性を実現する必要があり、すなわち輝度の向上が不可欠
- 磁石内粒界の磁性解明など、産業的にもゲージ場の高分解能観察(ローレンツ目標分解能0.2nm)が必要

■ 性能達成に必要な技術的ブレークスルー

- エネルギーばらつきの小さい冷陰極電界放出型電子銃を1.2MVで実現する
- 電子銃の極高真空化により電子放出面を清浄に保持し、高輝度電子放出を維持