

大阪大学 超高圧電子顕微鏡

高線量中性子工学実験装置

(平成8年3月1日)

春いまだ浅き3月1日の午後、大阪大学吹田キャンパスにある超高圧電子顕微鏡センターと工学部原子力工学科の高線量中性子発生装置を見学させていただいた。この見学会は、他の研究会の会員にも有料で門戸を開放したため、予想された以上に参加者が多く、最近の見学会としては盛況となった。

☆ 300万ボルト超高圧電子顕微鏡

電子顕微鏡は、磁界が電子の軌道を曲げる作用、すなわち屈折作用をもつことを利用した電子レンズを数段接続して構成されている。電子顕微鏡の加速電圧が50万ボルト以上のものを超高圧電子顕微鏡と呼んでいる。

この日案内していただいた森博太郎先生のご講演から、電子顕微鏡の加速電圧を高くすると現われる特徴は次のごとくである。

① 厚い試料の観察ができること。

観察できる厚さは、試料の原子番号が大きいと、原子核の電荷と電子数が多くなり、試料中の電子の散乱が大きくなるので、一概には説明できないので、図1では10万ボルトの電子顕微鏡で見える厚さに対する比で表わしてある。このように、加速電圧が高いほど厚いものが観察できることになる。

② 電子の波長が短くなり、分解能が向上する。

③ 試料への電子線照射線量は加速電圧の2乗に比例する。これを利用すれば高速電子と物質の相互作用を観察しながら、研究できる。

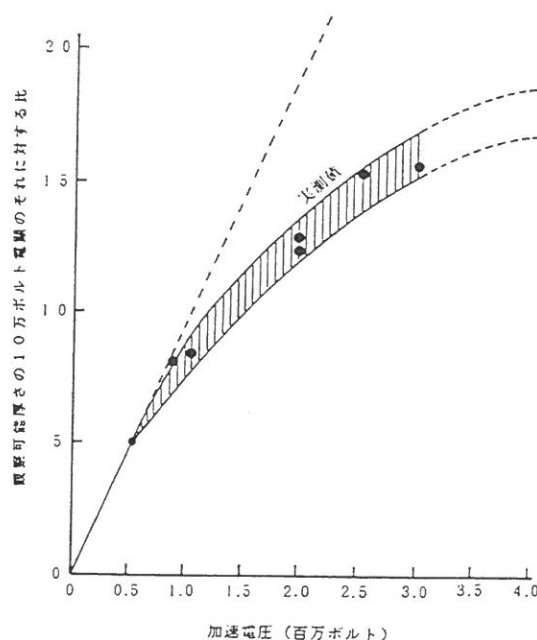


図-1 電子顕微鏡で観察できる試料の

最大厚さと加速電圧の関係

このような観点から、大阪大学では昭和46年度に当時世界最高の、常用2～2.5MV超高压電子顕微鏡を開発・設置して、主に材料科学分野で物質本来の性質を動的に観察しながら研究することが可能になり、他の手法で得られなかった多くの成果をあげた。

例えば、厚さが連続して変化する楔状の金属試料を焼鈍して、再結晶の挙動を試料の厚さ方向について、電子顕微鏡写真で観察すると、試料の厚さが増すと再結晶粒の大きさが大きくなり、ある厚さ以上では結晶粒の大きさが一定となる。このような薄膜効果を観察できるのも超高压電子顕微鏡の特技である。

この装置が老朽化したので、1994年、今までの経験をもとに改良・改善を加えた常用で3MVの新しい顕微鏡を完成させた。図2にはその断面図を示す。加速電子は加速筒下部の試料室電子レンズ鏡体を通して最下部のカメラ室に至る。倍率は最大100万倍である。

これらの構造は、微妙な振動を嫌うため、防振ダンパーで吊上げる構造となっている。阪神大震災の際は本装置の組み立て前であり、被害を免れた。しかし、旧装置は高電圧発生装置が損壊した。

この超高压電子顕微鏡の撮影の結果として、LSIの配線などが電流で過熱し、壊れていく様子をビデオで拝見し、超高压電子顕微鏡ならではの動的映像の紹介に目を見張った。

☆ 14MeV中性子工学実験装置 (OKTAVIAN)

工学部原子力工学科飯田敏行助教授の施設に関する紹介の後、見学した。

この施設は、核融合炉・核分裂炉に共通の基礎研究用の中性子発生装置として、1979年に建設にかかり、81年より中性子パルスビームの利用を開始し、83年には回転ターゲットによる14MeV連続ビーム運転ラインが完成し、学内外の共同利用が開始された。図3に施設配置図を示す。

この装置の特徴は、最小時間幅2nsのパルス中性子 (10^4 D-T 14MeV 中性子/パルス) と最大収量 10^{12}

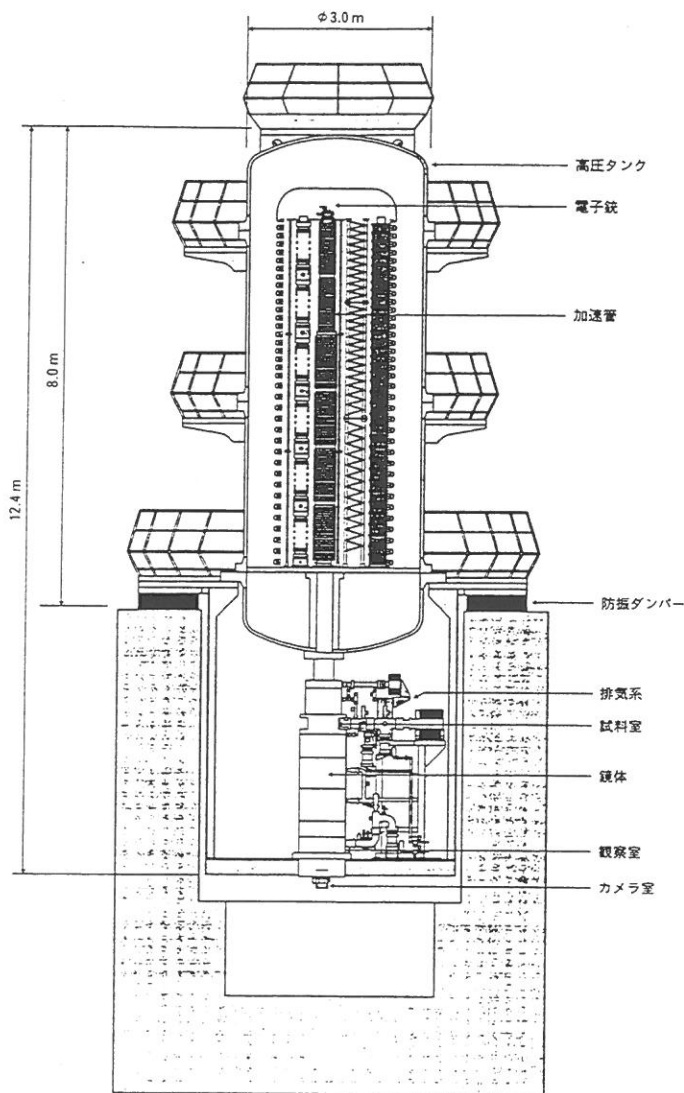


図-2 300万ボルト超高压電子顕微鏡断面図

D-T 中性子/秒の連続中性子線を発生し、利用できることである。表 1 に本装置の設計性能を示す。

表-1 中性子工学実験装置の設計性能

ビームエネルギー	300keV	D-D中性子発生量 (連続)	3×10^{10} n/s
最大D ⁺ ビーム電流 (回転ターゲット)	20mA	D-T中性子発生量 (連続)	3×10^{12} n/s
最小ビームスポット径 (回転ターゲット)	15mm	ターゲット寿命 (中性子発生半減)	100時間
回転ターゲット直径	20cm	パルス幅	3ns
ターゲット回転数	800rpm	中性子 パルスビーク / バックグラウンド	10^4
回転ターゲット 1 枚のトリチウム量	800Ci/枚	パルス中性子発生量 (D-T)	10^4 n/パルス

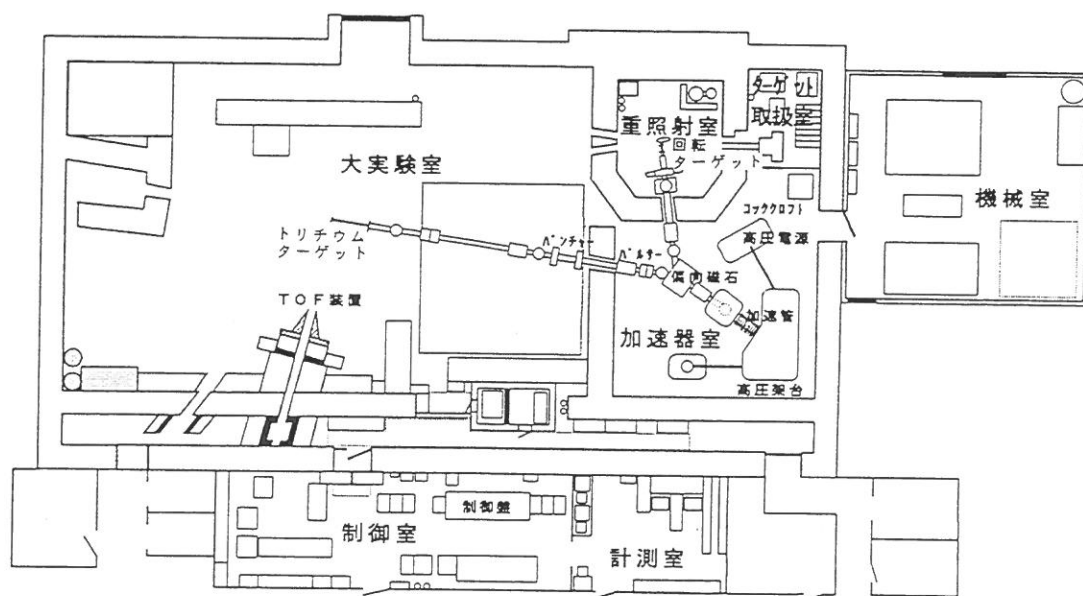


図-3 中性子工学実験装置施設配置図

この施設での実験の主なものは、核融合炉設計のための基礎データの収集と確認、および核融合炉材料に対する中性子照射効果である。これらに付随して、中性子計測機器の開発、がん細胞への照射効果等の研究が行なわれている。

本装置は、水素・重水素・ヘリウムイオンの加速が可能である、したがって、今後イオンビームを用いた実験にも取り組む予定であるとのことである。