

京大原子炉実験所における原子炉材料中の高速 中性子スペクトル測定と群定数の評価の研究

京大炉 木村逸郎

京大原子炉実験所では、京大工学部西原宏教授、原研核設計研究室中川正幸氏等の御協力を得て、46 MeV 電子線型加速器(ライナック)をパルス状中性子源とした中性子飛行時間分析法により各種の原子炉材料中の高速中性子エネルギースペクトルの測定と解析(ここでいう「高速」とは1 keV~10 MeVである)を行い、その結果を通じて群定数の評価を行ってきた。現在までに測定と解析が行われてきた集合体の一覧を第1表に示す。(この他、京大炉では楠城氏等によって、 Na_2CO_3 パイル及び B_4C +黒鉛パイルの測定がある。)ところで、いささか雑然と材料を選んだように見えるかも知れないが、大別すると次のようなカテゴリーに入る。

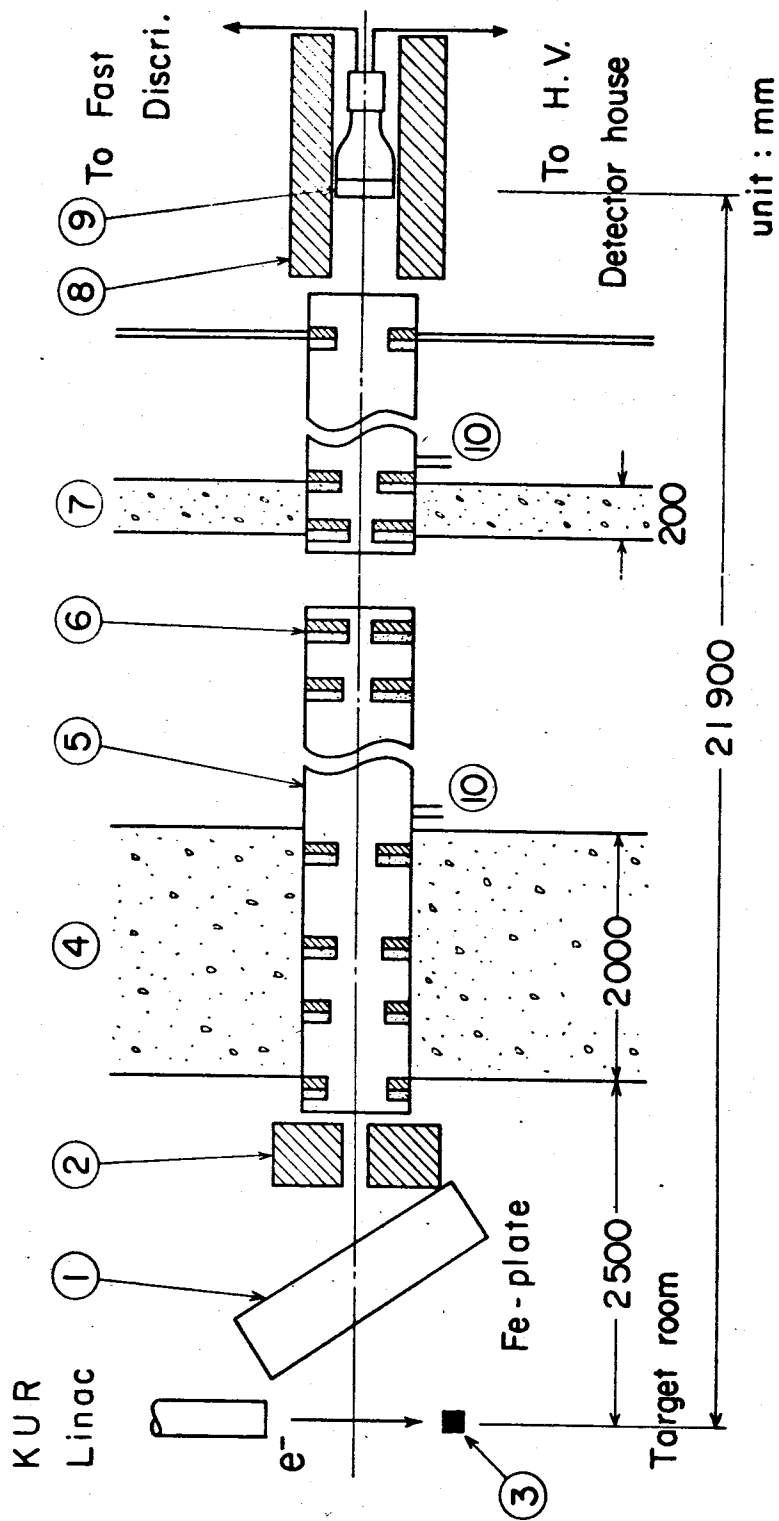
1. 標準中性子スペクトル場(ボロン黒鉛)
2. 鉄の仲間(鉄, ステンレス鋼, 酸化鉄)
3. 光中性子源(鉛)
4. アルミの仲間(アルミ, アルミナ)
5. トリウムサイクル(酸化トリウム)
6. 特殊材料(ジルコニウム, チタン)
7. 核融合炉(リチウム, 弗化リチウム)
8. 遮蔽材料(パライトコンクリート)
9. 2領域の試み(鉄-鉛)

これらの測定を行う場合、重要なことは、まず第一に「信頼のできるデータを出すこと」でなくてはならない。いやしくも群定数の評価などと大きなことをいうためには測定データは十分信頼できるものでなくては意味ばない。次に、「群定数評価にとって十分有効なデータを出すこと」である。このためには群定数からスペクトルへの感度係数を事前に検討して、感度の高い実験をしなければならない。ただ単に、パイルの中性子スペクトルの測定値と計算値を比較して合うとか合わぬとかいってすむ時代は去りつつあると自戒している。熱中性子の場合、散乱kernelの評価上、吸収材を入れる方が良いといことがなされたように、高速中速領域でも評価したい定数について最も適切な測定法を考えることが必要であろう。現在、我々は、いわゆる材料パイル中の測定のほか、反射体付き2領域体系、平板透過体系などについて検討している。反射体付き2領域体系について

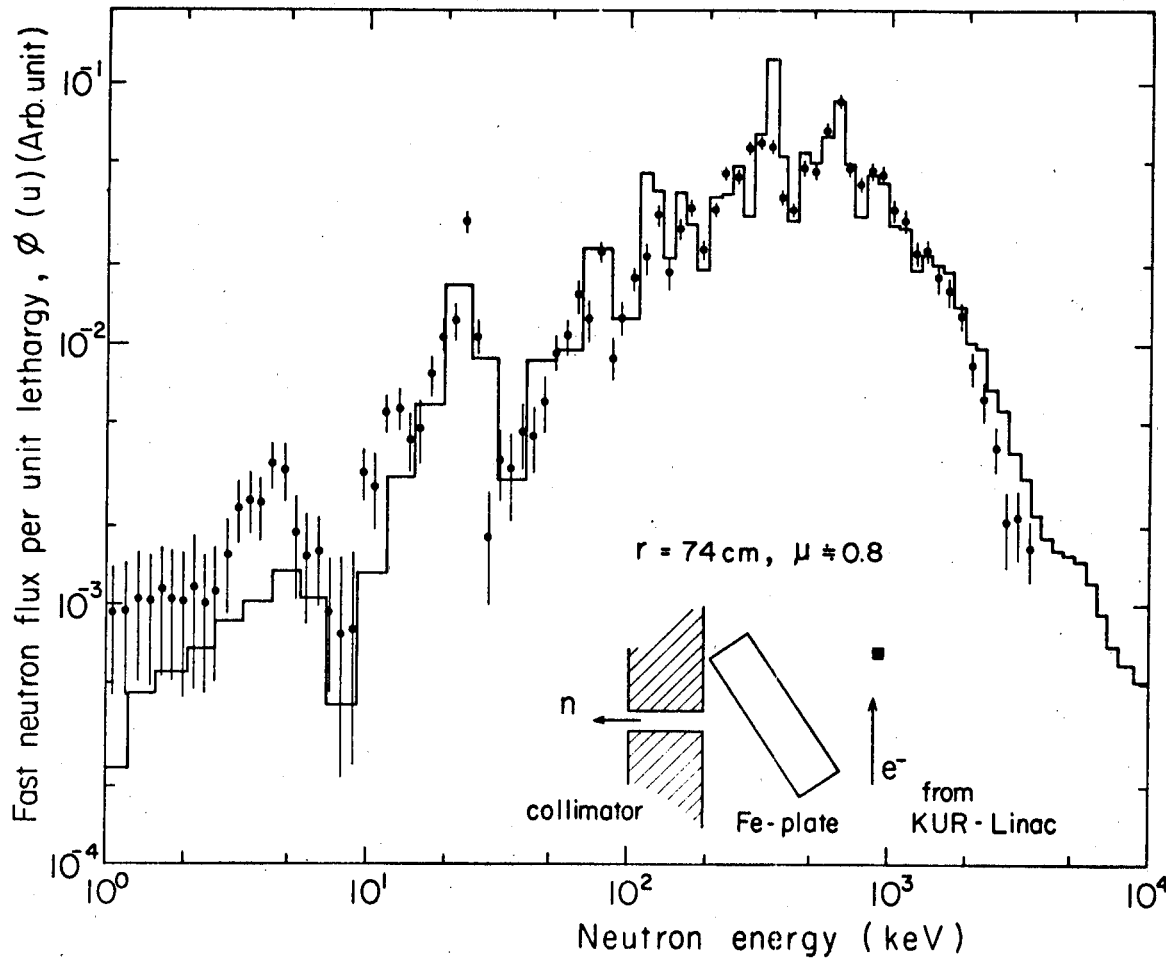
は、すでに第1表にも示したし、学会誌にも発表しているが、平板透過体系については目下検討中である。第1図及び第2図は配置と得られた中性子スペクトルの例である。この他、ベルギーのモル研究所では、外に球殻の天然ウランを設置し、この内側に試料球殻を置いて、球の中心で中性子スペクトルを測定しようとしている。これはなかなか優れた方法と考えられる。近く、これら各種の方法について感度係数の比較をしてみたいと考えている。

その後、京大炉グループと米国レンスラー工大(RPI)グループの研究協力がスタートした。目下、酸化トリウムとボロン黒鉛パイルが林脩平助手とともに海を渡ってRPIのライナックに行き、実験が進行中である。この国際協力によって、測定エネルギー範囲が広くなり、各点の測定精度が上がるのに加えて、測定全体の信頼度向上が期待される。

本研究は文部省科学研究費の補助をしばしば受けた。また、ボロン黒鉛実験については動燃事業団の御協力を得た。とくに故東原義治氏にお世話になった。さらに、京大炉共同利用及び原研共同利用(共同研究)の採択を受けた。



第1図 平板透過体系の実験配置：①試料，②コリメータ，③光中性子ターゲット，④遮蔽壁，⑤中性子飛行管，⑥同管内コリメータ，⑦部屋の壁，⑧鉛遮蔽，⑨ ${}^6\text{Li}$ ガラスシンチレータバンク



第2図 平板透過体系の中性子スペクトル2~3文字鉄板(14cm)透過の場合

◆: 実験値, —: 計算結果

第1表 京大炉において高速中性子スペクトルの測定と
解析が行われてきた集合体一覧

Sample	Purity	Shape and size	Position and direction mainly measured
Boronated graphite	2.6% boron in graphite	Rectangular prism 70cm x 70cm x 80cm	r=22.5 cm, $\mu=0.0$ r=30 cm, $\mu=+0.66$ r=30 cm, $\mu=-0.66$
Iron	Soft steel	Rectangular prism 90cm x 1 m x 1 m	r=22.5 cm, $\mu=0.0$ r=29.5 cm, $\mu=+0.68$ r=29.5 cm, $\mu=-0.68$
Stainless steel	SUS-304	Cube 76cm x 76cm x 76cm	r=25.5 cm, $\mu=0.0$ r=34.5 cm, $\mu=+0.68$ r=34.5 cm, $\mu=-0.68$
Iron oxide	99.2 % Fe ₂ O ₃	Powder packed in a spherical vessel of 60 cm diameter	r=15 cm, $\mu=0.0$
Lead	99.9 % Pb	Cube 70cm x 70cm x 70cm	r=20 cm $\mu=0.0$ r=2, 10, 20, 30 cm $\mu=1.0$
Aluminum	99.5 % Al (A1050P)	Cube 70cm x 70cm x 70cm	r=15, 30 cm, $\mu=0.0$ r=21.2 cm, $\mu=+0.7$ r=21.2 cm, $\mu=-0.7$
Alumina	99.5 % Al ₂ O ₃	Powder packed in a spherical vessel of 60 cm diameter	r=15 cm, $\mu=0.0$
Thoria	99.9 % ThO ₂	Same above	r=15 cm, $\mu=0.0$
Lithium fluoride	98.1 % LiF	Same above	r=15 cm, $\mu=0.0$
Lithium	99.8 % Li	Rectangular prism 60cm x 50cm x 40cm	r=15 cm, $\mu=0.0$
Zirconium	99.6 % Zr	Sponge flaction packed in a spherical vessel 60 cm diameter	r=15 cm, $\mu=0.0$
Iron-Lead	Soft steel 99.9 % Pb	Sphere 17.5 cm ϕ Cube 72cmx70cmx70cm (Two region)	r=12.5 cm, $\mu=0.0$ r=22.5 cm, $\mu=0.0$
Barytes Concrete	70% BaSO ₄ 10% Cao	Cube 50cmx50cmx50cm	r=18.2 cm, $\mu=0.27$
Titanium	99.6 % Ti	Sponge flaction packed in a 14-hedron to which a sphere 106 cm in diameter is in- scribed	r=25 cm, $\mu=0.0$ r=35 cm, $\mu=0.7$