

# 逆転磁場ピンチ REPUTE — 1 計画について

宮本健郎 (物理)

理学部・物理学教室と工学部・原子力工学科の関係者の共同提案による逆転磁場ピンチ計画 REPUTE — 1 (Reversed Field Pinch, University of Tokyo, Experiment) の設備予算が昭和58年度に認められ、ようやく装置建設が完了し、昭和

59年7月より実験が開始される運びになった。この7月17日にはささやかながら披露式典を行なった。写真はREPUTE—1装置本体を撮ったものである (図1参照)。

ふりかえてみると昭和57年に、当時の田丸総

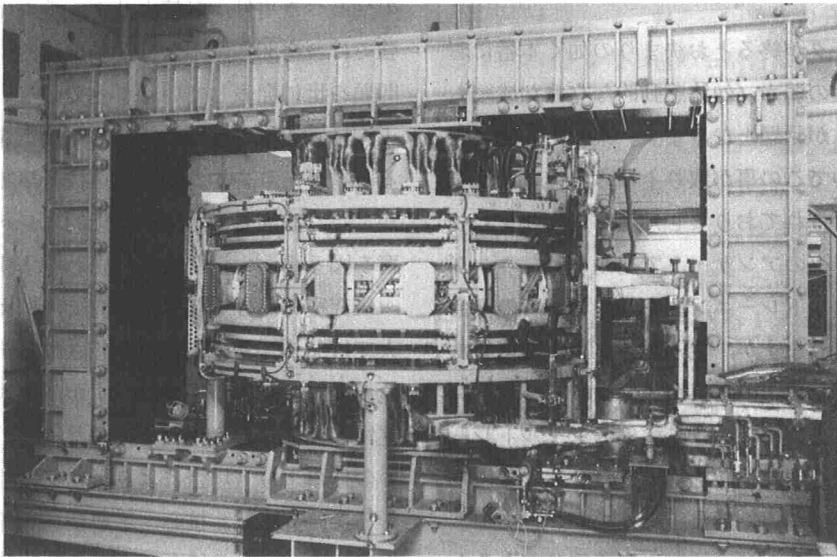


図1 REPUTE — 1 装置本体

長特別補佐が「核融合問題に関する懇談会」を主催され、東京大学における核融合の研究・教育の進め方について検討が行なわれ、大学として一本化した形で進めることになった。理学部、工学部間に「核融合研究連絡委員会」が設けられ、具体化に関する打合せが行なわれた。装置は工学部9号館 (総合試験所) 東側増築部分、並びに、これに隣接して新設された地下電源室に設置された。これまで比較的順調に進んできたのは、ひとえに江上理学部長、堀川工学部長、有馬評議員、国井 (工) 元評議員、猪瀬 (工) 評議員を始め多くの先生方の御指導と御協力の賜物と関係者一同、厚く感謝を申し上げる次第である。まだ小規模では

あるが東京大学に本格的なプラズマ核融合実験装置が新設され、ほっとすると同時に、これからの責任の重大を感じている次第である。

逆転磁場ピンチは通称 RFP (Reversed Field Pinch の略) と呼ばれ、トーラス型閉じ込め方式の一種である。トカマクと同様トーラス状のプラズマに電流 (最大 400 KA) を流し、それによって作られるポロイダル磁場 (図2参照) とトロイダル・コイルによって作られるトロイダル磁場で合成してできる螺旋状磁場 (ヘリカル磁場) によって閉じ込められる。しかし両者の間には磁場配位に大きな差がある。第一は、トカマクにおいてはトロイダル磁場がポロイダル磁場より1桁程

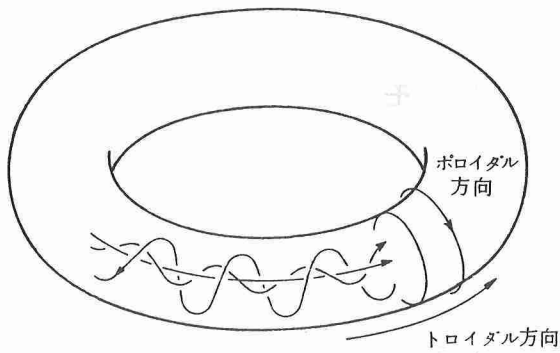


図2 逆転磁場ピンチ (RFP) の磁力線

トロイダル磁場とポロイダル磁場との合成により螺旋状の磁力線となる。

度大きいものに対して、RFPの場合は同程度である。したがってトロイダル磁場が小さくても大きなプラズマ電流を流すことができる。第二にRFPではトロイダル磁場の向きがプラズマ断面の周辺部と中心部と逆転している。このため磁力線の捻れの度合いが大きい。これを磁気シア (shear) が強いという。強いシアの磁場は、圧力の比較的高い高温プラズマ (高ベータ・プラズマ) でも安定に閉じ込めることができる。すなわち、RFPの特徴をまとめると次のようになる。i) プラズマ閉じ込めに必要な外部磁場が小さくてすむので、装置の経済性がよい。ii) 大きなプラズマで電流を流すことができるので、オーム加熱だけで炉心プラズマの温度まで加熱できる可能性がある。このようにRFPは多くの炉工学的利点を持ち経済性のよい核融合炉の可能性を秘めている。

一方プラズマ物理の観点からもRFPプラズマ

は興味深い点が多い。RFP磁場配位は強力線の再結合を含む緩和過程を経てたどりつくエネルギー最小の状態であることがJ.B.Taylorによって示された。当初はこうして出来たRFP配位も、磁場の古典拡散によってきまる時間内に消滅すると予想されていた。しかし最近の実験によれば、いわゆる「ダイナモ機構」と呼ばれるトロイダル磁束の自己発生機構が見られ、RFP配位はプラズマ電流が続く限り維持されることが観測され、多くの関心を集めている。

このように多くの利点を持ちながら閉込めのよい高温プラズマの実験的研究が難かしく、RFP研究はトカマク程進んでいない。REPUTE-1計画はRFPについての実験データを集積することによって世界のこの分野に貢献しようとするものである。表1に世界の主なRFP装置のパラメータを示す。REPUTE-1の設計性能は他の装置に十分匹敵するものであり、最近の研究成果をとり入れた新しい特徴をそなえている。

主な研究課題として次のものを予定している。

- i) 逆転磁場ピンチ配位形成の最適化条件
- ii) シェル効果に依存しないプラズマ平衡制御
- iii) 逆転磁場ピンチ配位維持機構 (ダイナモ機構)
- iv) プラズマ・パラメータ、閉じ込め時間の比例則
- v) ヘリカル磁場を加えた OHTE モード
- vi) 逆転磁場ピンチ放電電流の準定常駆動

昭和59年度中に、各種計測器を準備し本格的な実験を行う予定である。

表1 世界の主なRFP装置のパラメータ

装置名 (研究所)	主半径 R (M)	小半径 a (M)	プラズマ電流 I <sub>p</sub> (MA)	放電時間 τ <sub>dis</sub> (ms)
TPE-1 RM (電総研)	0.5	0.1	0.13	1.0
ETA-BETA II (Padova Univ)	0.65	0.125	0.2	1.5
HBTX-1 A (Culham)	0.8	0.26	0.4	5.0
ZT 40M (Los Alamos)	1.14	0.2	0.4	20
OHTE (GAT)	1.24	0.18	0.4	5.0
REPUTE-1 (東大)	0.82	0.2	0.4*	40*
STP-3 M (名大プラズマ研)	0.5	0.09	0.5*	10*

(\*印は目標値)