OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	超電導工学と有機絶縁材料
Author(s)	岡田, 東一
Citation	大阪大学低温センターだより. 1979, 28, p. 4-5
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/9365
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

超電導工学と有機絶縁材料

工学部　岡　田　東　一（5052）

使い捨てに慣れ切った若い世代の人々にも従来から自己矛盾的フィーリングが少しはあったらしくて最近の“省エネ”のかけ声にアレルギーを示さなくなって来たことは喜ばしいことである。折しも文部省では昭和55年度よりエネルギーに関する二つの基礎研究として“新エネルギー源開発”と“省エネルギー”に関する二つの特別研究を発足させることを決めた。この内低温工学に密接に関係する研究分野として前者では核融合用超電導マグネット技術の開発，後者では超電導マグネットによる電気エネルギー貯蔵の研究が重要テーマに上っている。これらはいずれも今後10年にわたる長期研究であって，この特別研究により真に有効な成果があがり資源の乏しき我が国の前途に眺望が開けてくるようになることを期待したいものである。

筆者は1971年頃よりMCFR（磁場閉じ込め方式核融合炉：Magnetic Confinement Fusion Reactor）のための超電導マグネット（以下SCMと略記）について主として材料学的立場から研究を進めて来たものであるが，この方式での核融合エネルギー開発の1要素技術を通してみた限りでも，核融合開発がいかに前人未踏の巨峰であるかに身震いする思いである。磁場閉じ込め方式は慣性閉じ込めと対比して考えられ前者の準静的な方式に対して後者は著しく動的である。MCFRはその準静的な特徴に付随する宿命として大容量，高磁界を要しこのため莫大な電力が要ることになる。JT－60など従来の核融合実験装置の場合はともかく，エネルギー発生を目指す発電炉においては超電導による磁場発生方式をとらざるを得ないことになる。例えば1,000メガワット級核融合炉の場合，銅コイルでは必要な磁場発生用電力のみで優に炉自身の出力を超えてしまうことが分っている。これをSCMで作ればマグネット領域に2kwの侵入熱を許して冷凍電力は約1MWとなり炉出力の0.1％程度となりこれはSCM領域への侵入熱の許容限度の目安とされている。

さて核融合用大型高磁場SCMの難しさはどこにあるのであろうか。研究開発項目として列挙していけばたちまち40項目を越えてしまうが筆者の私見ではこれらを大きく分類すれば，

(i)　材料学的複合性の問題
(ii)　電磁的システム
(iii)　熱力学的システム
(iv)　機械構造システム

に大別出来るのではないかと思われる。ここでは(i)の材料学的複合性という断面からみた問題として有機絶縁材料の低温における性質を考えてみる。

SCM材料は

(i)　超電導材〔NbTi，Nb_3Snなど〕
(ii)　安定化材〔CuAlなど〕
(iii)　電気絶縁材〔FRP（EPON828, Bond Master-E645）など〕

(IV) 熱絶縁材〔Super insulation(Micarta)など〕

(V) 構造材〔ＳＵＳ316など〕

(VI) 冷媒〔LHeなど〕

から成る。この内超電導材料はＳＣＭの中心的材料であり多くの研究がなされて来た。しかし電気絶縁材料についてはまだ系統的な研究が少ない。[1,2] しかし電気絶縁材料はＭＣＦＲでは，

(a) 極低温で　(b) 高応力　(c) 放射線

という環境下で使用される。従来は絶縁材として有機材料の旗頭としてエポキシが多用されて来た。それはその成形性のよさと“セミキュアリング”という手法が使えたからである。即ち超電導導体を絶縁しつつ巻わく（通常構造材料としてステンレスが用いられる）に巻くのであるが，このとき導体に巻く絶縁物は十分熱処理加工を終了していない状態で巻き線を完了し，そのあとコイル全体を加熱して有機絶縁材の反応を完了せしめる。

このようなテクニックがＭＣＦＲのＳＣＭに適用するためには，極低温における機械的強度の正確なデーターが，ＳＣ導体，絶縁体，構造物について詳しく調べられたければ設計が出来ない。これは主として電磁力に関連し導体に加わる力がどのように絶縁体，構造材に分散されるかを明らかにする問題である。更に放射線照射下でのＳＣＭの信頼性は，材料物性の耐放射線性の問題として大きくクローズアップされて来ている。[3]

有機絶縁材，特にＦＲＰと称される新複合強化材料の多様性からＭＦＣＲ用ＳＣＭに十分使用可能な材料の開発は急速に重要性を増すものと思われる。

〔参 考 文 献〕

〔1〕 G.Kulcinski et al., Univ. Wisconsin Report FDM-68(1973). <UWMAK－Ⅰ>

〔2〕 R.W.Conn et al., Univ. Wisconsin Report FDM-112(1973). <UWMAK－Ⅱ>

〔3〕 Ed.A.F.Clark et al., Nonmetallic Materials and Composites at Low Temperatures, Plenum Press N.Y.(1979).