

図 3.6.3-3 負イオン源を用いた接線入射 NBI システムの平面図と立面図。重水素ビームを入射する時も既存の軽水素ビームと同じ入射エネルギー（180keV）とする予定である。接線入射 NBI システムは合計 3 台あり、いずれも接線ポートに設置されている。

3.6.4 高周波加熱整備計画

(1) 電子サイクロトロン波共鳴加熱装置加熱

電子サイクロトロン波共鳴加熱装置（ECH）は、LHD においては、安定なプラズマ生成及び局所的な電子加熱が可能な、必要不可欠な加熱装置である。現在、発振源である 8 台のジャイロトロンを同時運転し、8 系統のコルゲート導波管伝送系を介して LHD に伝送しており、合計で 2MW を超える入射電力を達成している。重水素実験計画においては、これまでと同様安定なプラズマ生成と、電子の局所加熱特性を生かし

た高電子温度プラズマの生成と、電子温度分布・プラズマ電流分布の局所制御による閉じ込め改善および不安定性抑制の手段としてさらなる入射電力の増強が必要とされている。具体的には、現在稼働している 0.5MW 級ジャイロトロンを 1 MW 級へ順次置き換え、コルゲート導波管伝送系の真空化を進めることで、現有システムの増力をはかる。さらに第二段階として伝送系、ジャイロトロンを新規 2 系統増設して最終的には、全入射電力 5 MW (5 秒)、定常入射電力として 1 MW を目指す増強を行う。

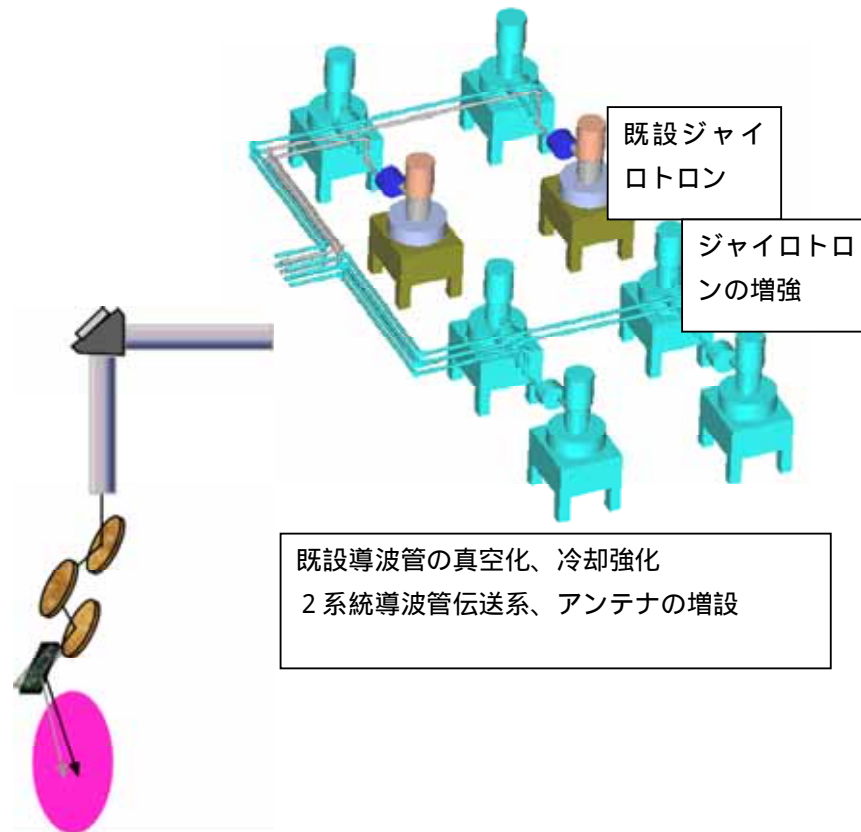


図 3.6.4-1 ECH 加熱の基本構成要素を示す。ジャイロトロンからのマイクロ波は約 100 本の真空化コルゲート導波管により LHD 装置まで伝送される。

(a) ジャイロトロン開発

重水素実験初年度までにプロトタイプ管の開発を進め 1MW 5 秒、0.3MW 定常のジャイロトロンを開発し、順次プロダクト管の製作を進める。第二次増強では、既存の 3 本のジャイロトロンを開発したジャイロトロンと置き換えて LHD の実験に用いる。重水素実験初年度には第二次プロダクト管の開発を開始し、第三次増強では第二次プロダクト管による実機入射を実現する。

(b) 伝送系の増強（真空化）と増設

重水素実験初年度までに現有コルゲート導波管伝送路 89mm 系 6 本はすべて真空化して、各系統で 1MW クラスの伝送・入射を可能とする。第二、三次増強では、新規真空伝送系及び入射アンテナを整備して全 10 系統の伝送・アンテナシステムを完成させる。

伝送系は既存伝送系の真空化を進め、各系 0.7 MW 入射を可能とする。また、定常実験への対応として、各系の冷却を強化して全定常入射電力として 1 MW を可能とする。

表 3.6.4-1 ECH 増強計画案（ジャイロトロン増強と伝送系増設を段階的に進め、最終的に全入射電力 5MW、5 秒 1MW 定常を目標とする）

		第 1 次増強	第 2 次増強	第 3 次増強	第 4 次増強	第 5 次増強
ジャイロトロン増強	プロトタイプ管	製作				
	プロダクト管 1		製作			
	プロダクト管 2		製作			
	二次プロダクト管 1		開発	製作		
	二次プロダクト管 2			製作		

伝送系増強	新規導波管、 アンテナ増設			新規		
				新規		
	既設大気	真空化				
	真空化					
	既設真空					
	既設真空					

LHD 入射電力					5MW 1秒	5MW 3秒
					4MW 5秒	
			3MW 2秒	3MW 3秒		
		2MW 1秒				
				1MW 定常		

(2) イオンサイクロトロン加熱装置

イオンサイクロトロン (ICRF) 加熱装置は、FM 放送帯の大出力高周波電力を用いてプラズマ中のイオンを共鳴加熱するものである。プラズマ加熱に加えて、高エネルギーのイオンを生成し核反応生成物の模擬実験 (粒子シミュレーション) を行うことも可能である。また、長時間運転に適しており、プラズマ定常保持実験に用いられてきた。現在 3 ペア 6 本の加熱用アンテナが設置されており、その内 2 ペア 4 本のア

アンテナで同時に、3MW のパルス加熱及び 1MW の定常加熱が可能である。ICRF システムは図 3.6.4-2 に示すように、大きく分けて発振器、伝送路、アンテナから成り、各々に対して他のコンポーネントとバランスの取れた増強をする必要がある。

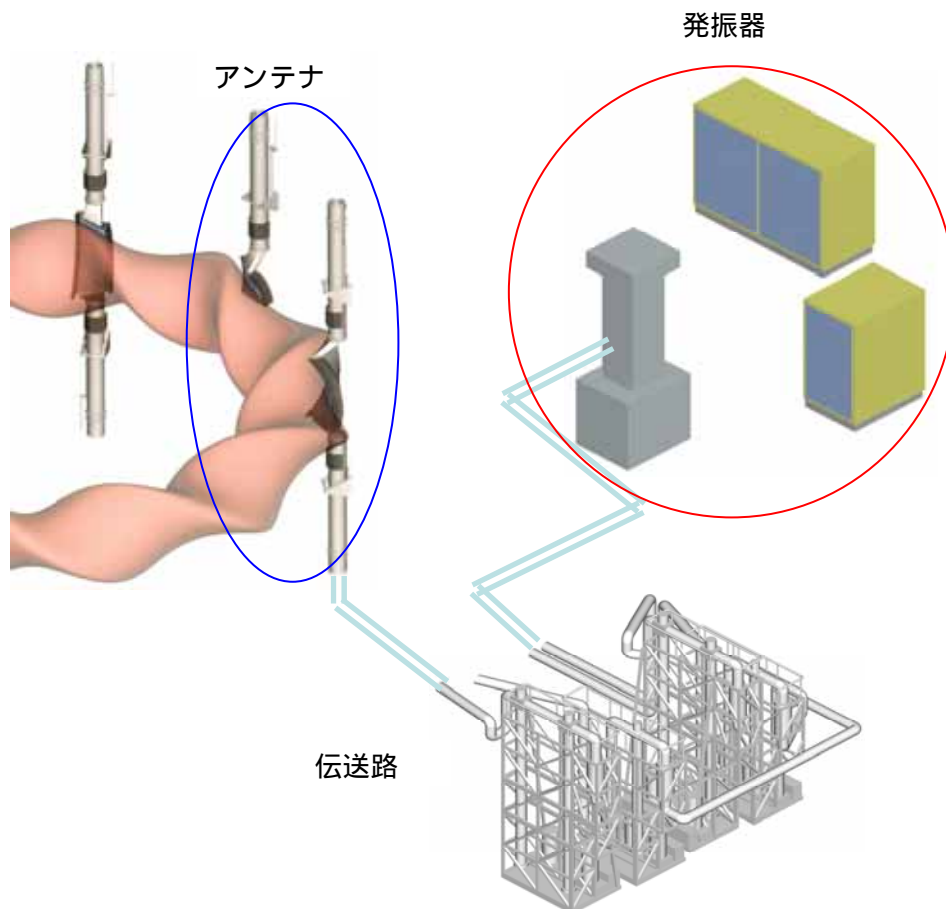


図 3.6.4-2 ICRF システムの構成の概略図

表 3.6.4-2 ICRF システム年次増強計画案

年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
パルス入射 (MW)	3.2	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	6.4	6.4	8.0
定常入射 (MW)	1.2	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.4	2.4	3.0
アンテナ本数	4	6	6	6	6	6	6	8	8	10
発振器整備	2台増強					2台増強		2台増強		
アンテナ・伝送路整備							1ペア増強		1ペア増強	

機器整備は、既設アンテナ数に対して不足している大電力定常発振器 1 ペア分 2 本の増強から行う。これらの既設アンテナは、既存のパルス仕様の発振器を用いた実験用として、また予備の定常実験用アンテナとして LHD に導入していたものであるが、この機器整備計画を実行することにより、3 ペア 6 本のアンテナで同時に、大電力で定常プラズマ保持実験を行うことができるようになる。また、アンテナ 1 本当たりの入射電力の向上を図り、アンテナ 3 ペア 6 本の使用によりパルスで 4.8MW、定常で 1.8MW の入射が可能となるよう増力する。

その後更にアンテナ 2 ペア 4 本を増強し、それらに必要な発振器、伝送路を順次増強する。表に示すようにアンテナ 1 ペア分毎に発振器とアンテナ及び伝送路を隔年で追加し、増強する計画である。現在使用している ICRF システムは、細かな改良点は有るものの、大きな問題はなく、これらと同様なシステムを増設する予定である。但し、発振器を置くスペースやアンテナを導入するポート、伝送路の敷設ルート等については新たに確保する必要がある。

以上の機器整備計画により、発振器 10 台、アンテナ 5 ペア 10 本により、8MW のパルス入射、及び 3MW の定常入射が可能となる。