

1993年9月の用語解説

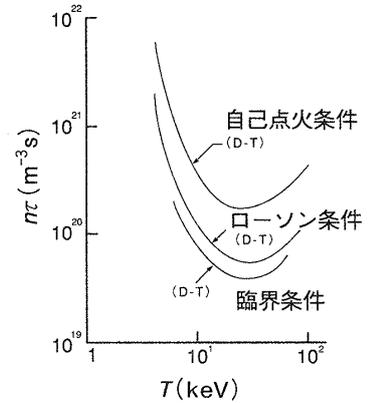
●ローソン条件 (Lawson criterion)

核融合の炉心としての成立条件をプラズマのパラメータにより表したもので、1957年英国の J. D. Lawson が指摘したことにより、この名がついている。

高温プラズマの熱エネルギーは熱拡散と放射により急速に失われる。このエネルギー減衰時定数をエネルギー閉じ込め時間 (τ) と呼ぶ。核融合反応で発生するエネルギーを発電に利用するには、炉心プラズマを高温、高密度の状態に保持しなければならないので、そのエネルギー損失分を補う加熱が必要とされる。この加熱入力と核融合反応率の特性を考慮すると、炉心プラズマの条件は、プラズマ密度とエネルギー閉じ込め時間の積 ($n\tau$) 及びプラズマ温度 (T) の2つの変数で記述できる。

核融合での発生エネルギーと、加熱に必要なエネルギーとの収支から、例えば重水素と三重水素 (通常成分比を1対1とする) の核融合において、有効なエネルギーを取り出しうる条件をこの2つの変数で表したものがローソン図と呼ばれる。典型的な値として、 $n\tau \geq 10^{20}$ (個/m³) × 1 (秒)、 $T \geq 10\text{keV}$ (約1億度) が示され、それへの近づき方が炉心プラズマ達成への目安とされている。また、炉心プラズマ自身の中で、核融合発生エネルギーが加熱に使われ反応が持続する条件は、自己点火条件と呼ばれている。

(核融合研 大林治夫)



●Q値 (Q value)

核融合炉の運転を想定した時核融合反応により発生する出力 (P_F) と、反応状態を維持するために必要なプラズマ加熱用入力 (P_I) との比 $Q = P_F/P_I$ をプラズマ Q 値、または単に Q 値と呼ぶ。(なお、慣性核融合では標的利得がこれに対応する。)

発電用プラントでの単純化したエネルギーの流れは図のようになる。炉心部からの全熱出力を変換効率 η で電気出力 (P_G) に変えるが、その一部 (循環率 ϵ) はプラズマ維持用加熱機器 (効率 ξ) に還流されるので、その残りが正味の発電量 (P_E) となる。これから $\eta\xi\epsilon(1+Q) = 1$ の関係が成り立つ。 $\epsilon < 1$ が有効な発電となるための条件である。

効率 η 、 ξ は工学的に上限を持つ (通常 $\eta < 0.4$ 、 $\xi < 0.8$ 程度) ので、プラズマ性能の改善により Q 値の向上を図る努力が続けられている。

通常、 $Q = 1$ の場合を臨界条件と呼ぶ。また、 $\eta\xi\epsilon = 1/3$ としたとき (従って $Q = 2$) が、ローソン条件に対応する。一方、プラントとしての自己燃焼持続条件 (自己点火条件とも呼ばれる) は、エネルギー循環率 $\epsilon \rightarrow 0$ の場合に当たり、 $Q \rightarrow \infty$ に相当する。

(核融合研 大林治夫)

