

KrFレーザーによる核融合の研究

電子技術総合研究所



1) 慣性核融合の特徴

炉とエネルギードライバーが分離しており、高真空、強磁界が不要
パルス繰り返し動作

2) 慣性核融合の実用化に必要な研究開発

高繰り返し動作(>数Hz)が可能で、効率の高い(~10%)ドライバーの開発
反応利得の高い(~150)ターゲットと炉の構造の設計

3) KrFレーザーの特徴

媒質はクリプトンとフッ素の混合ガス → 媒質の循環冷却が可能で、高繰り返し動作に有利
効率が高い 媒質自身の効率 $\geq 10\%$
出力波長が短い(248nm) → ターゲットによる吸収率が高い(~100%)
→ 高い圧縮圧力を生む

4) 大出力KrFレーザーの現状

Super-ASHURA(電総研)、NIKE(米国NRL)などで出力数kJの単発動作システム稼働中
ドライバーのための高エネルギー高繰り返し動作技術開発は未着手



・ KrFレーザーの高繰り返し動作技術の開発

・ 実験に基づく

照射方式の確立(高速点火方式の検証)

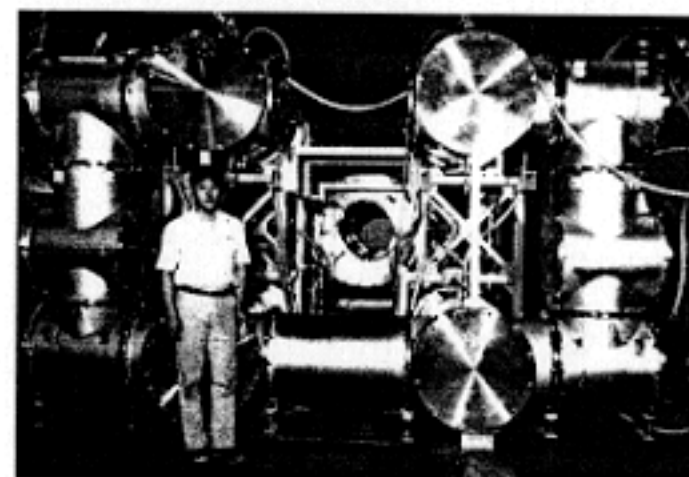
高利得ターゲット構造の設計

"Super-ASHURA" KrFレーザーの性能

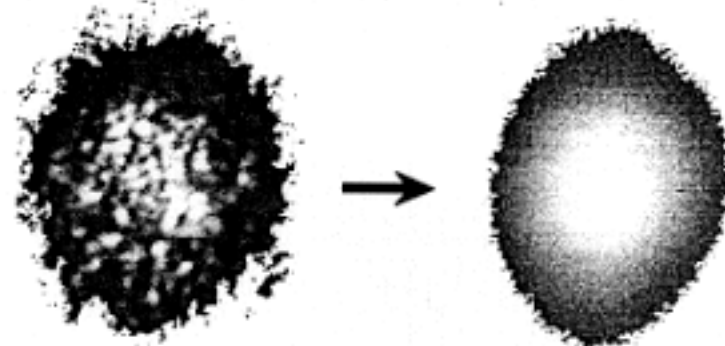
- 1) 主増幅器からは4 kJ の出力が可能
12ビーム (パルス幅20ns) で~3 kJの出力エネルギー取り出し
- 2) 内部効率 (出力/レーザー媒質への入力) 10%を達成
- 3) 総合効率 2.5 ~ 3 % を達成
- 4) 97年度、12ビーム集光照射開始
- 5) 照射強度分布の2次元平滑化を実現 (2次元広帯域ランダムフェーズ法)
- 6) パルス幅数 4 ns へ変換効率 74%で波形整形 (多重前方ラマン増幅)
- 7) パルス幅数十psへのパルス圧縮と36倍のパワー増倍 (後方ラマン飽和増幅)

主要KrFレーザーの性能比較

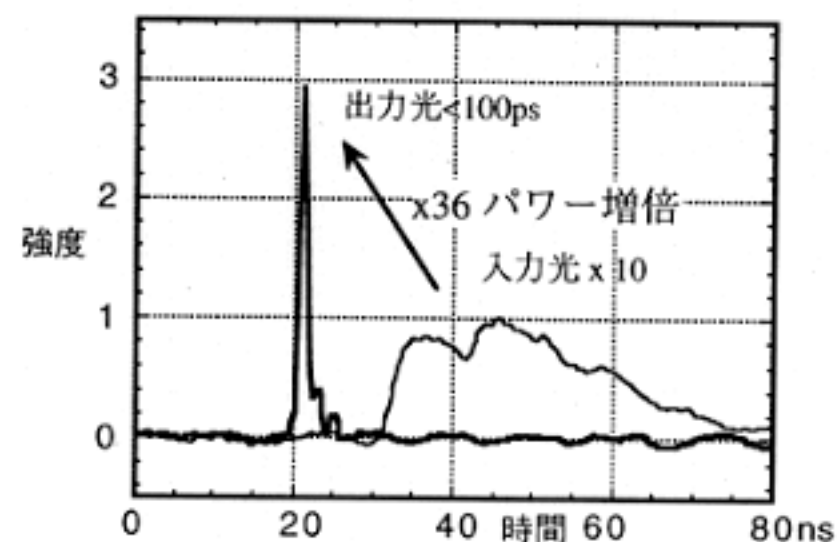
	Super-ASHURA (電総研)	NIKE (米、NRL)	Titania (英、RAL)
出力エネルギー	~3kJ	~3kJ	1kJ
ビーム数	12	48	6
増幅器 内部効率	10%	8%	8%
増幅器 総合効率	2.5 - 3%	1 %	1.5%
出力エネルギー 密度(J/cm ²)	1.2	0.8	0.7



Super-ASHURA主増幅器

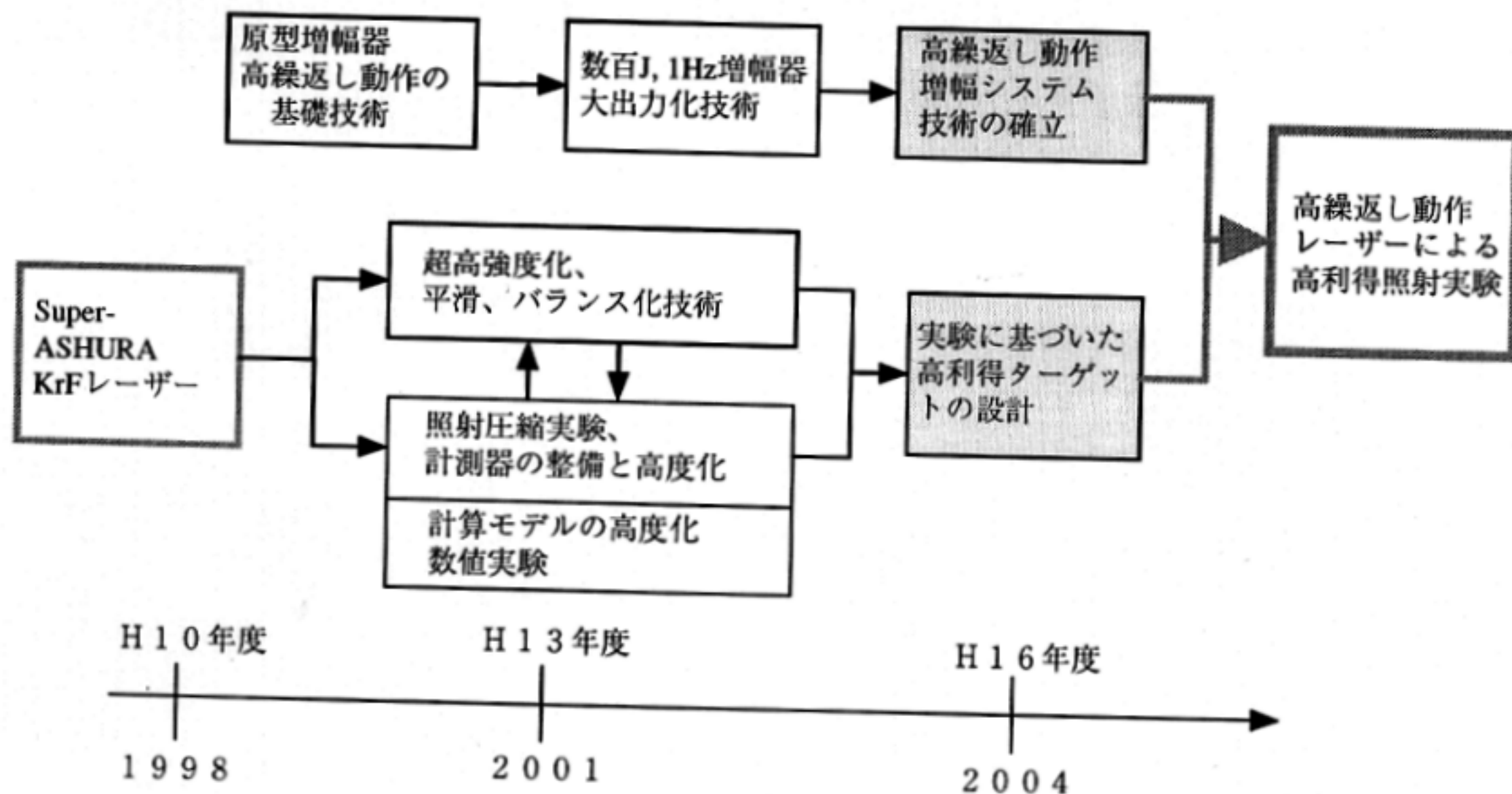


集光強度分布の2次元平滑化

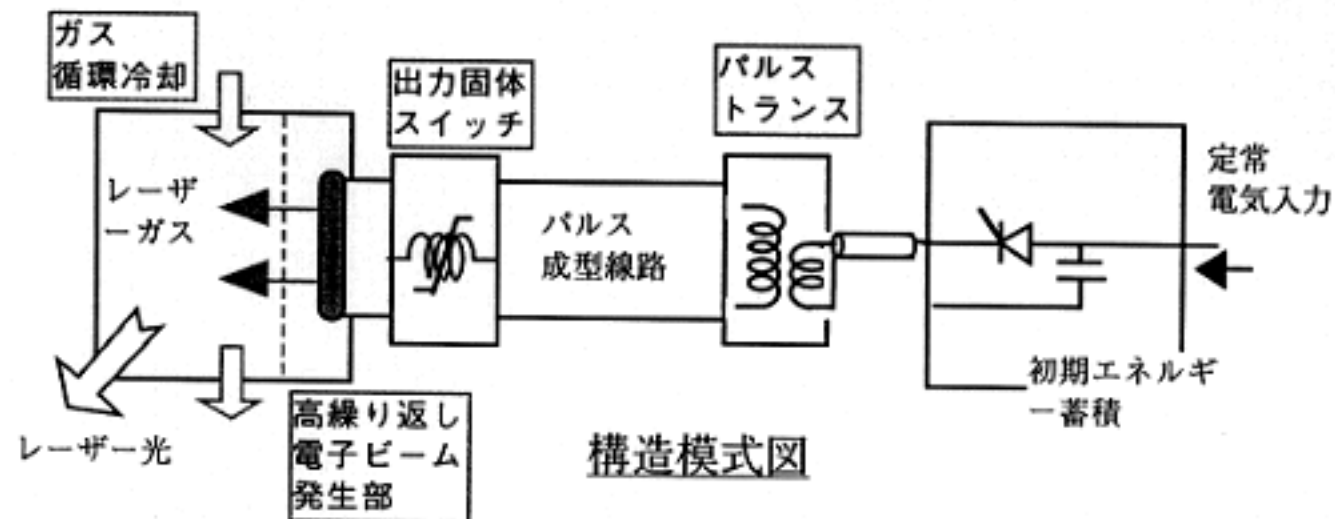


パルス圧縮とパワー増倍

KrFレーザーによる核融合の研究計画



高繰り返し動作KrFレーザー増幅器の開発

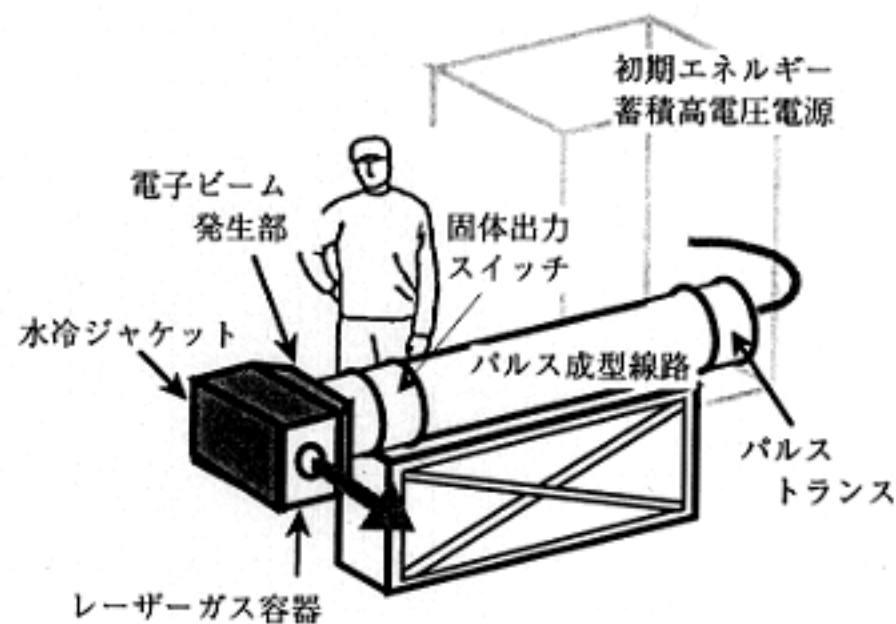


構造模式図

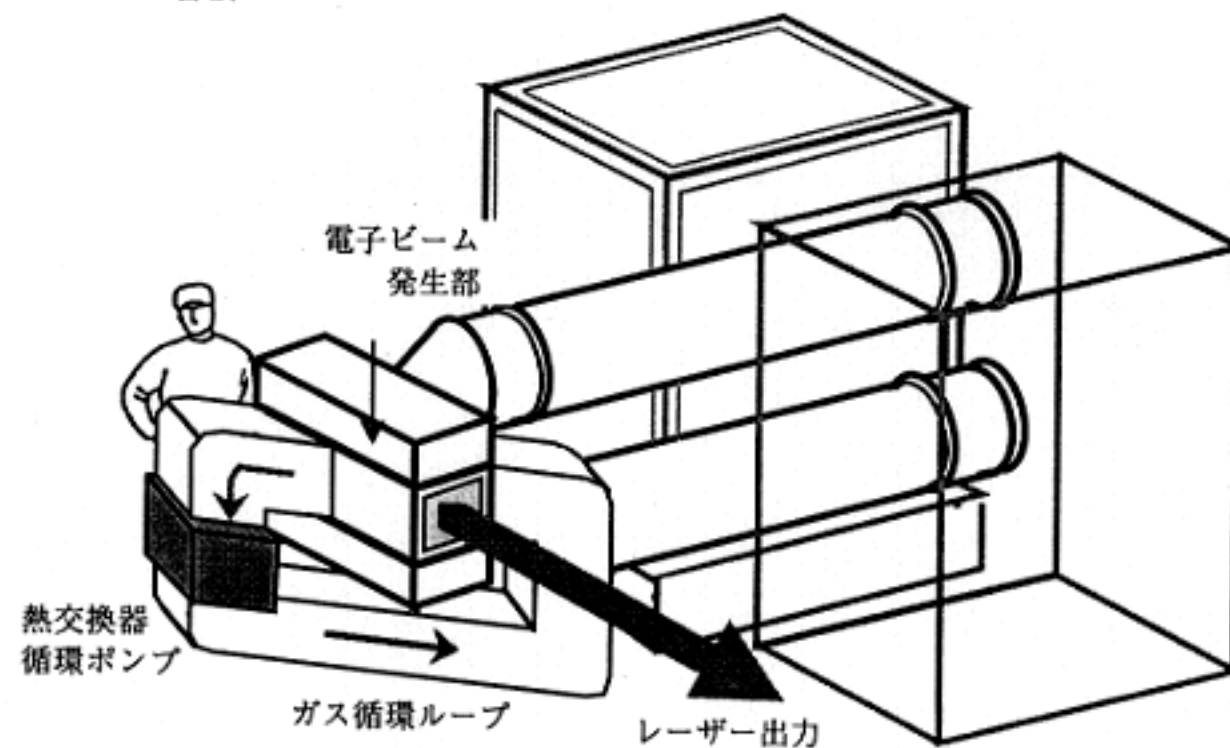
目標 ～数百J, 1Hz

開発する要素技術

- 1) 高繰り返し動作電子ビーム電源技術
固体スイッチ、パルス変圧器
- 2) 電子ビーム発生部の構造と冷却



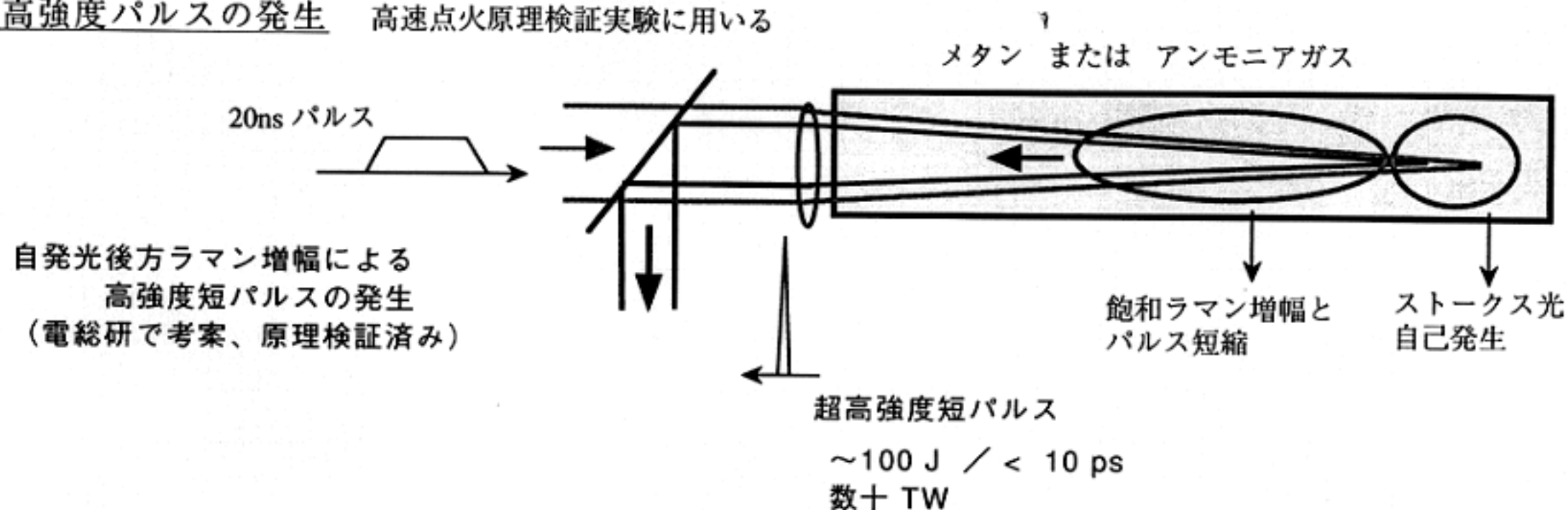
原型増幅器



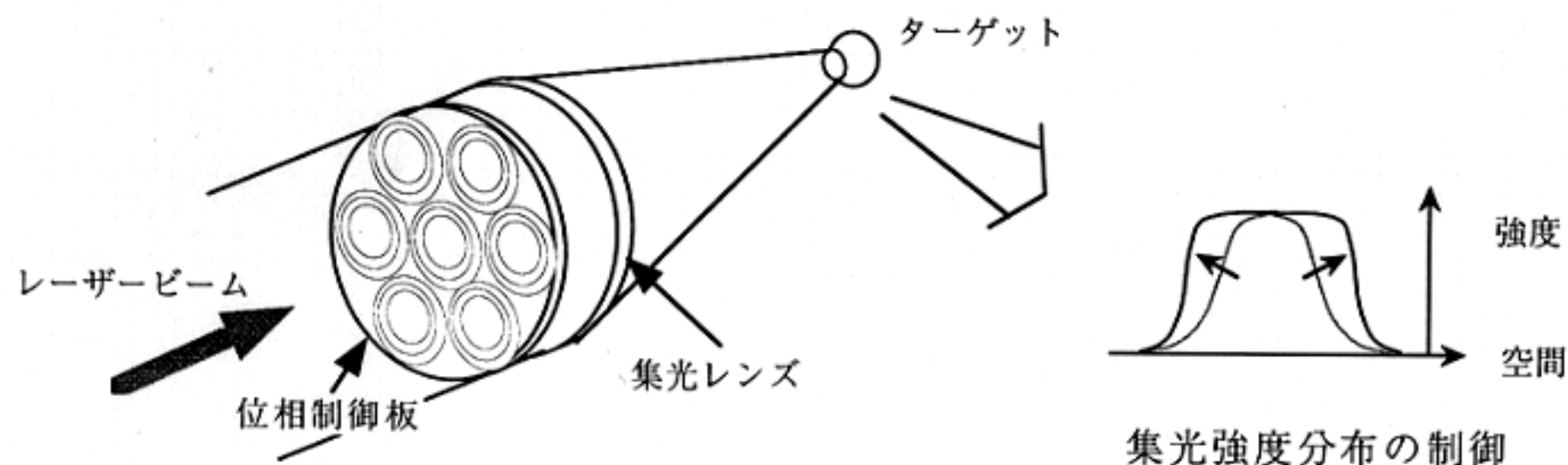
大出力増幅器（～数百J, 1Hz）

Super-ASHURAの高強度化と高精度制御

超高強度パルスの発生 高速点火原理検証実験に用いる

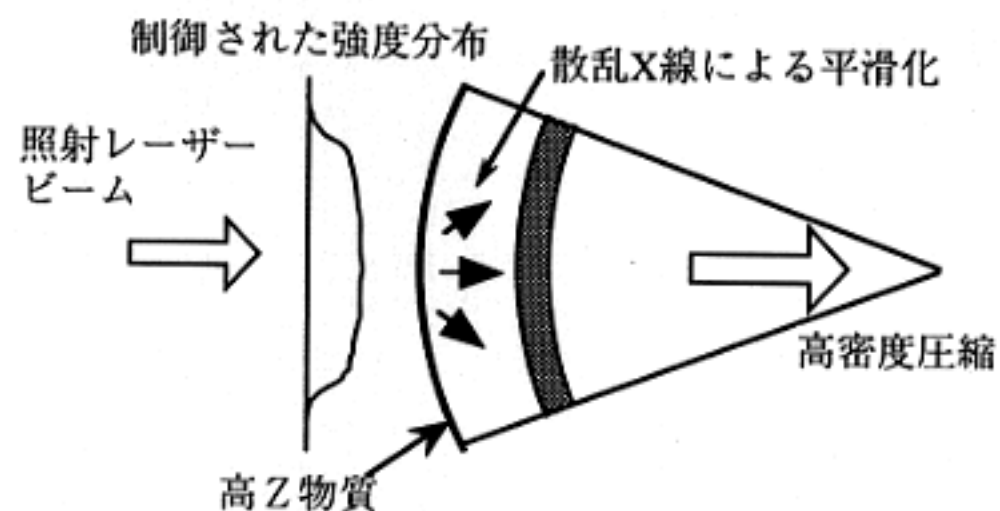


強度分布制御とパワーバランスの実現 高効率圧縮実験に用いる



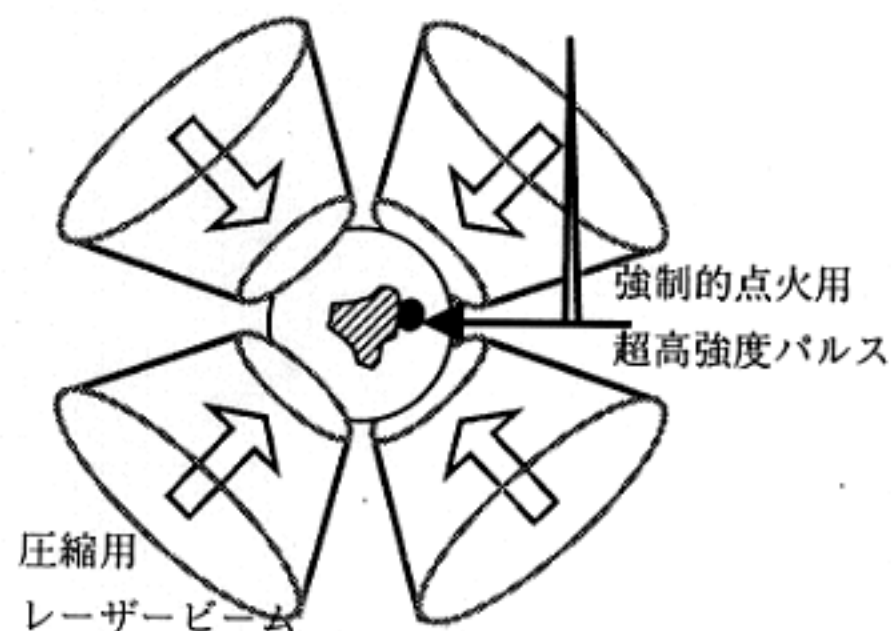
Super-ASHURAによる照射実験

KrFレーザーを用いた高利得ターゲットの設計
(シミュレーションコード開発)



KrFレーザーによる高効率一様圧縮の実証

超平滑ビーム直接照射実験
ハイブリッド照射法の検証
一様安定圧縮用ターゲットの設計



高速点火の原理検証

伝搬と吸収機構の実験的検証
圧縮パルスとの重畳照射による有効性の確認