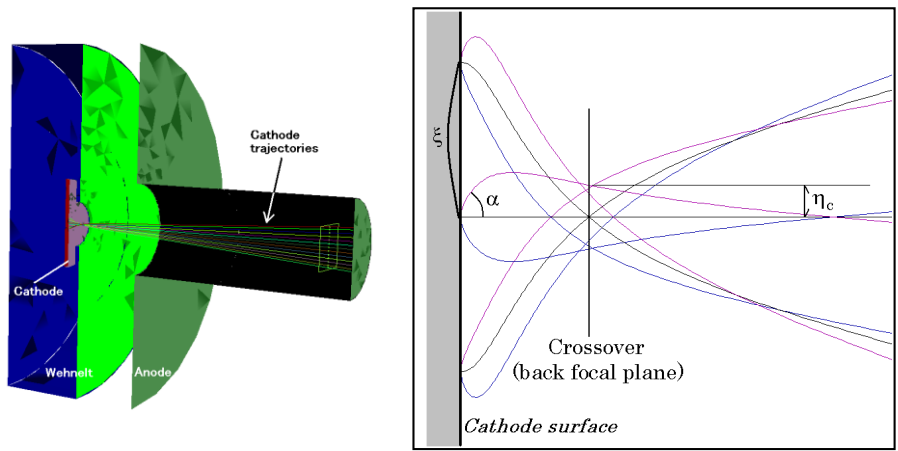


電子源設計の方法論（名城大学との共同研究から）

太秦電子光学研究所 藤田真

方法論 1：電子源特性の解析

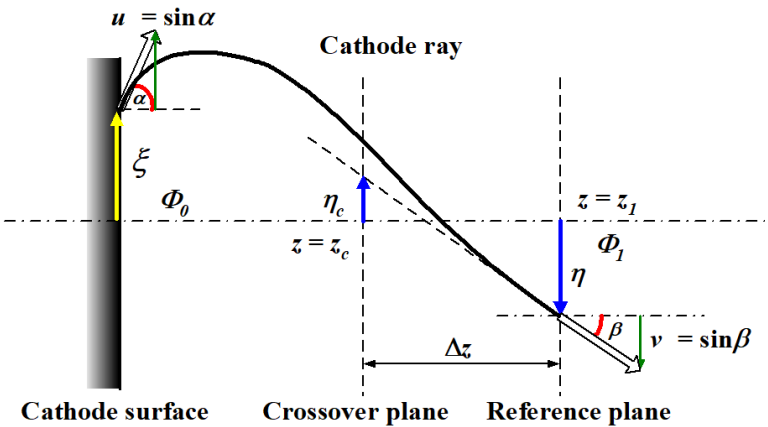


電子源特性をレンズ理論でおなじみの少数の**光学パラメータ**で記述することを提案する：

電子源サイズ：
$$d_{co} = 2|f| \sqrt{\frac{kT}{e\Phi_1}}$$

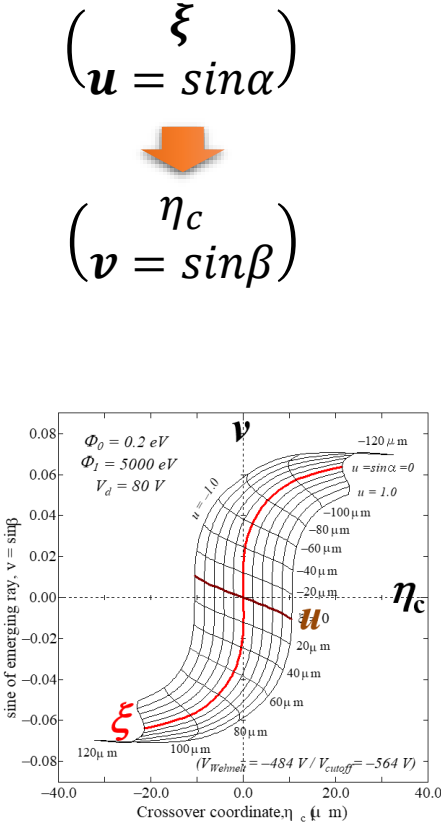
角電流密度：
$$J_{\Omega} = j_s f^2$$

f ：電子銃焦点距離（光学パラメータ）



光学パラメータは陰極とクロスオーバーでの軌道条件（変位/角度）の関係づけ（写像）より得られる：

$$\eta_c(\xi, u) = f \sqrt{\frac{\Phi_0}{\Phi_1}} u + \sum_{k+l=3} a_{kl} \xi^k u^l$$
$$v(\xi, u) = -\frac{1}{f} \xi + m u + \sum_{k+l=3} b_{kl} \xi^k u^l$$



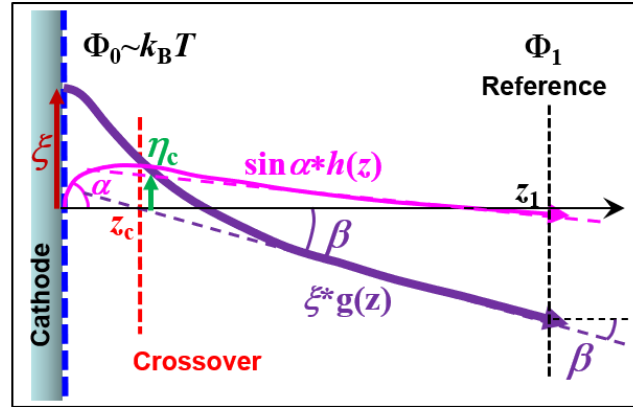
収差分を含めた係数は近軸軌道法で計算が可能
陰極上の電子初期条件から電子源特性を導くことが可能に

方法論 1：電子源特性の解析（続き）

電子源の主要特性は電子銃焦点距離 f で決まる：

定義

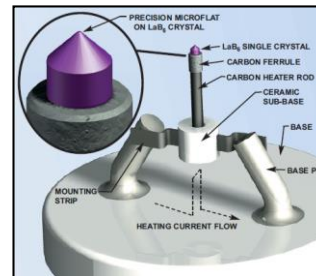
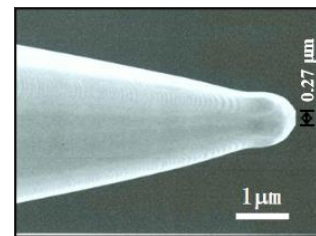
$$f = \left. \frac{\partial \xi}{\partial \sin \beta} \right|_{\xi=0} = \frac{-1}{g'(z_1)}$$



LaB6電子銃 vs Schottkyエミッターの電子源特性のちがいは f が大きく異なることに起因する

	LaB6 gun	Schottky emitter
Cathode current load, j_s	10.0 A/cm ²	5,000 A/cm ²
Reduced brightness, R_0	2.05x10 ⁵ A/m ² srV	1.03x10 ⁸ A/m ² srV
Crossover size, d	12,900 nm	17.9 nm
Angular intensity, J_Ω	3,600 mA/sr	0.14 mA/sr
Electron gun focal length, f	5,980 μ m	-1.69 μ m

f は電子銃の幾何学的形状により決まる
その支配的要素は電子銃の第1電極となる
陰極の形状である



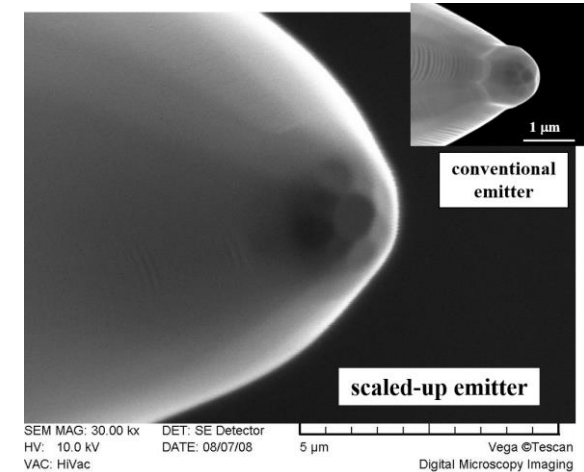
方法論 2：チップ形状のコントロール

Remolding法を用いた陰極チップ形状のコントロールにより電子源特性の改良を試みた：

A) Schottkyエミッターの角電流密度改善

チップのスケールアップで f を大きくとる

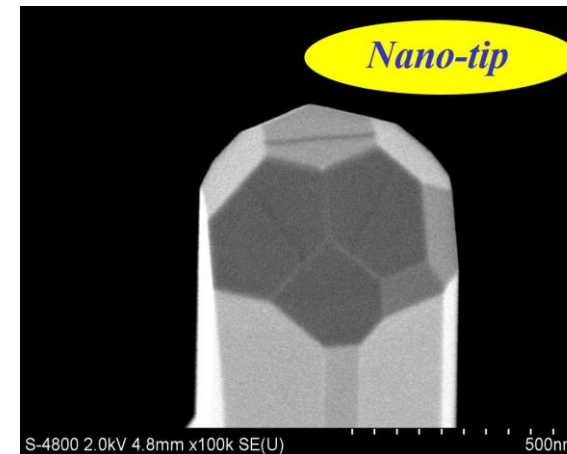
$$J_\Omega = j_s f^2$$



B) ナノチップによる超微小電子源の実現

特定結晶面による多面体構造で頂点を形成、 f を短縮

$$d_{co} = 2|f| \sqrt{\frac{kT}{e\Phi_1}}$$



S. Fujita, T.R.C. Wells, et al., Journal of Microscopy, 239(3), 215–222 (2010).

S. Fujita and H. Shimoyama, J. Vac. Sci. Technol. B 26(2), 738-744 (2008).