

# VizArc – Modeling Software Arc Plasmas (Example modeling High-Intensity Discharge Lamps)

開発元



**1301 South Capital of Texas Highway, Suite B-122  
Austin, Texas 78746  
[www.esgeetech.com](http://www.esgeetech.com)**

販売代理店

WAVE FRONT

Queen's Tower B, 2-3-3 Minatomirai, Nishi-ku,  
Yokohama City 200-6112 Japan

<http://www.wavefront.co.jp/>

# Outline of the talk

*Esgee Technologies*

- VizArc の機能紹介
- 化学平衡状態を計算するEsgeeTechnorogies 社内のソフトを用いた、アルゴン熱プラズマのアークにおける性質の計算結果
- より現実的なランプにおける、熱プラズマの二次元シミュレーション
- 今後の開発項目

# Software features

Esgee Technologies

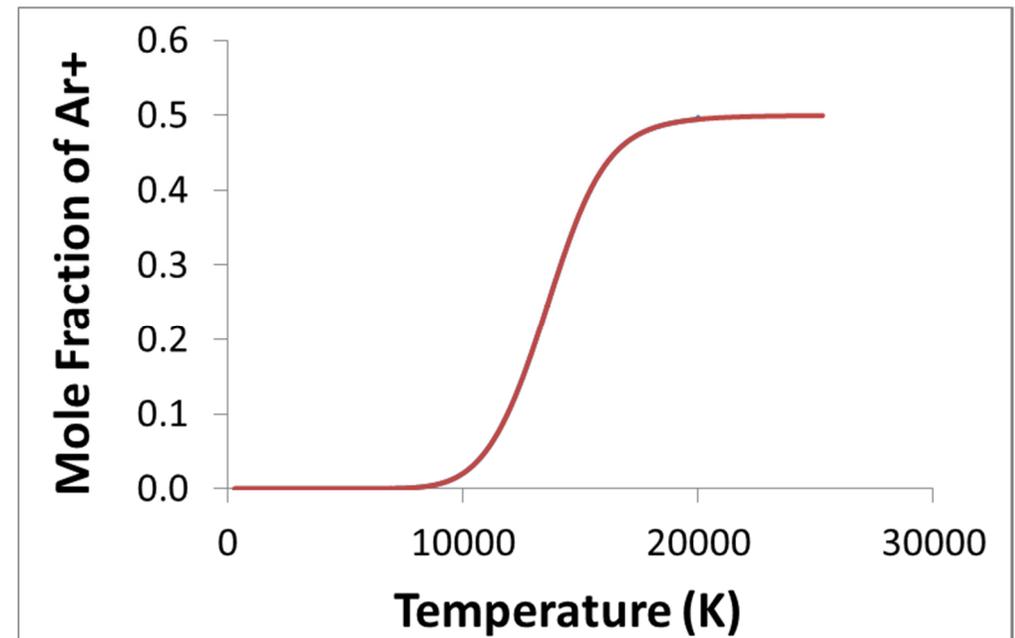
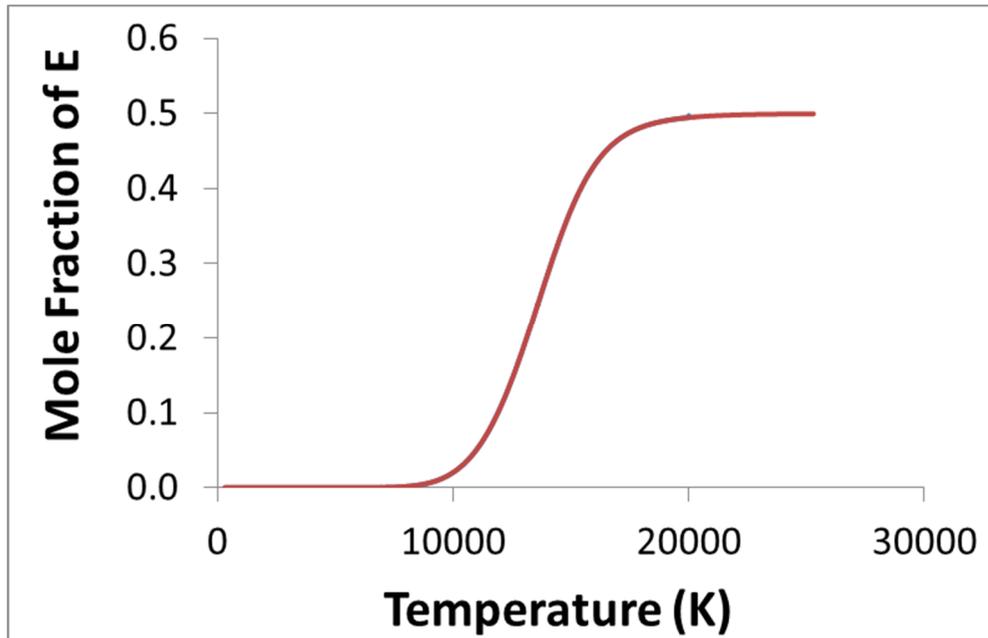
- 化学種の分率に関し、二つの手法から一つを選択し計算を行う。  
化学種の分率を
  1. あらかじめ計算し、プラズマ計算時に使用（短い計算時間）
  2. プラズマ計算の各時間ステップ毎に計算（より完全な計算）方法2では、コードは完全に自己完結しているため、一般的な性質に関する入力ファイル\*のみ必要。
- ユーザー指定の関数やグラフにより、粒子種の初期配置や、電位の波形などの入力が可能。
- 種類の異なる輻射による熱輸送を選択することが可能。（例：制動放射, 線路放射, 光学厚膜/薄膜放射 など）
- 異なるスペクトル吸収帯を選択可能。

\*ユーザーは、使用する粒子種の、量子統計力学で使用される分配関数に関する情報を用意する必要があります。ただし、こちらに関しては、開発元が用意できる場合もあります。別途ご相談ください。

# Calculations of chemical equilibrium

Esgee Technologies

EsgeeTech社製 ChemEquil を使用し計算。ChemEquilはVizArcに付属します。



圧力 : 1 atm

初期のモル分率 : Ar = 1

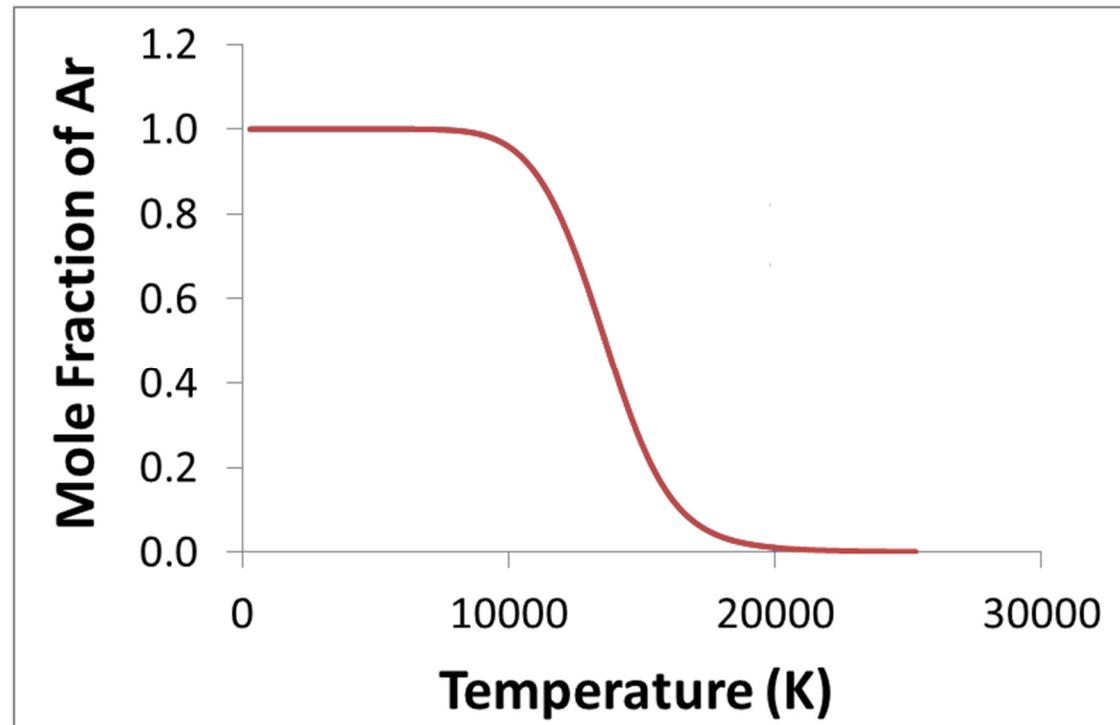
考慮した粒子種 : E, Ar, Ar+

温度領域 : 0 - 25,000 K

# Calculations of chemical equilibrium

**Esgee Technologies**

EsgeeTech社製 ChemEquil を使用し計算。ChemEquilはVizArcに付属します。

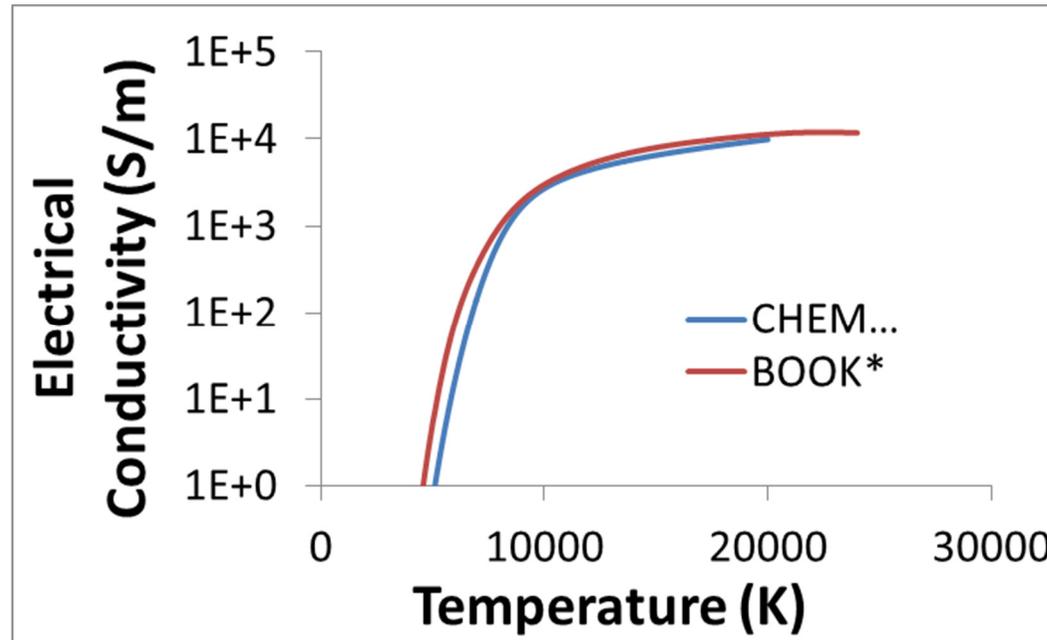


圧力 : 1 atm  
初期のモル分率 : Ar = 1  
考慮した粒子種 : E, Ar, Ar+  
温度領域 : 0 - 25,000 K

# Properties of argon arc plasma

Esgee Technologies

EsgeeTech社製 ChemEquil を使用し計算。ChemEquilはVizArcに付属します。



圧力 : 1 atm  
初期のモル分率 : Ar = 1  
考慮した粒子種 : E, Ar, Ar+  
温度領域 : 0 - 25,000 K

アルゴンの電気伝導率

- ✓ アルゴンの電気伝導度は、プラズマの熱化学物性だけでなく、非(熱)平衡効果にも依存。
- ✓ ChemEquilの結果は著名な教科書\*の値とよく一致。

適用事例

## 高輝度ランプにおけるアーク放電の解析

**概要：**

高圧下による高輝度ランプの解析事例を紹介します。

# イントロダクション

Esgee Technologies

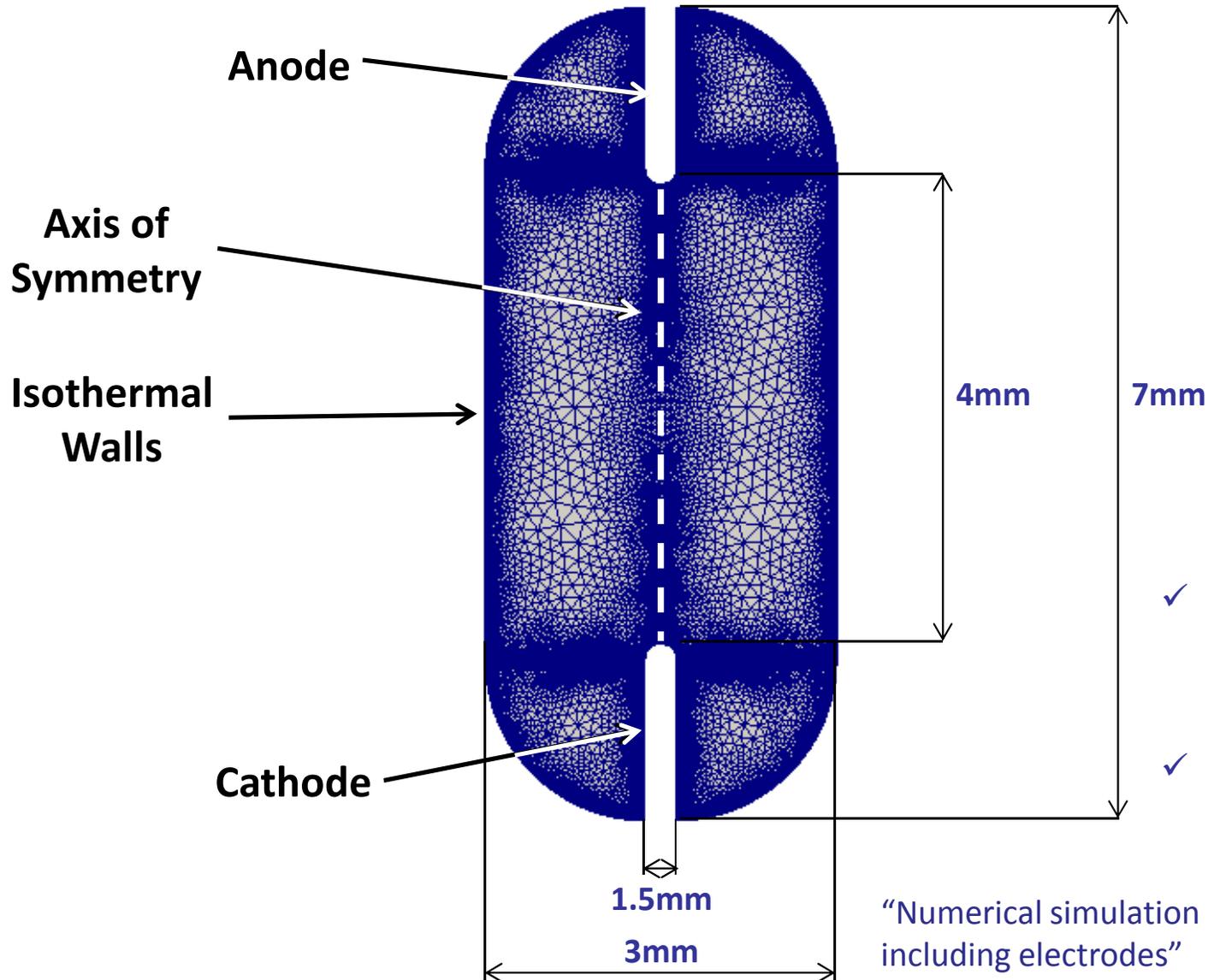
アーク放電を用いた光源の一つに高輝度ランプがある。電極間の放電を利用しているためフィラメントがなく、白熱電球と比べて長寿命・高効率であるため、シールドビームやハロゲンランプに代わって自動車や鉄道車両などの前照灯に用いられている。アーク放電を用いているため、発光管が高温になる必要があり、安定して発光するまでに時間がかかる。



Phoyo from <http://malugop1.blog.shinobi.jp/polarion%20-%20%E3%83%9D%E3%83%A9%E3%83%AA%E3%82%AA%E3%83%B3/>

# 計算モデル概要

Esgee Technologies



- ✓ 72490セルの細かいメッシュ。大きい勾配が生じる電極壁近傍では、これを解くためにメッシュが細かくなっている。
- ✓ 論文\*と同じ形状かつ同じ動作条件での計算。

“Numerical simulation of dc high-pressure discharge lamps including electrodes”  
by Flesch and Neiger, J. Phys. D: Appl. Phys. 35 (2002) 1681–1694

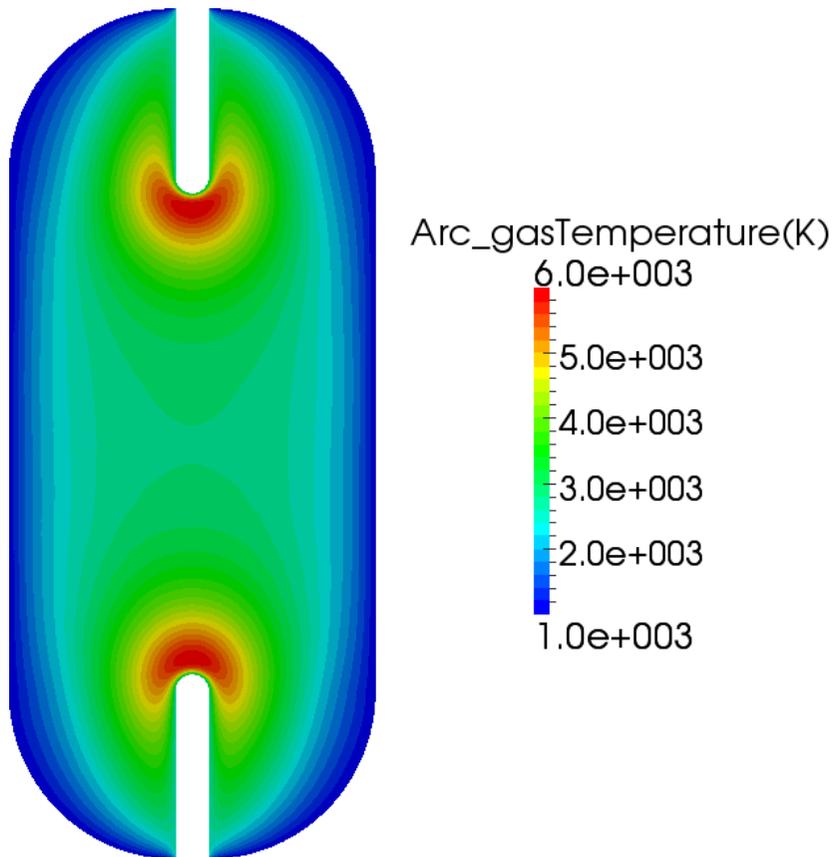
# 計算条件

項目	値
ガス種	Ar
圧力	4atm
アノード電圧	50V
カソード電圧	-50V
アノード及びカソードの温度	2000K
その他の表面温度	1000K
初期温度	1000K
初期電圧	0V
計算次元	2次元軸対象
計算時間	10時間

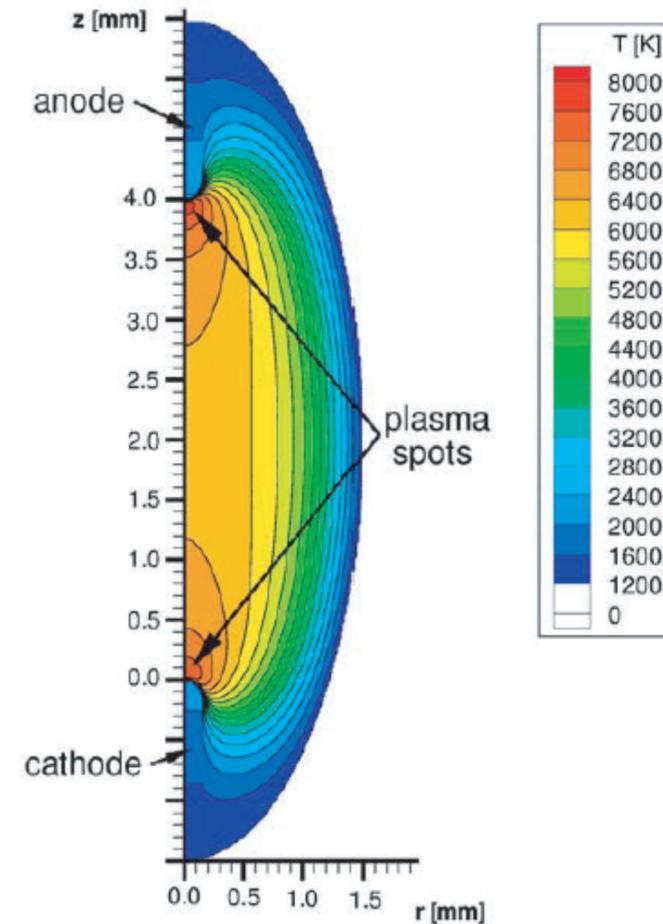
# アーク放電によるガス温度(論文との比較)

Esgee Technologies

VizArc Results



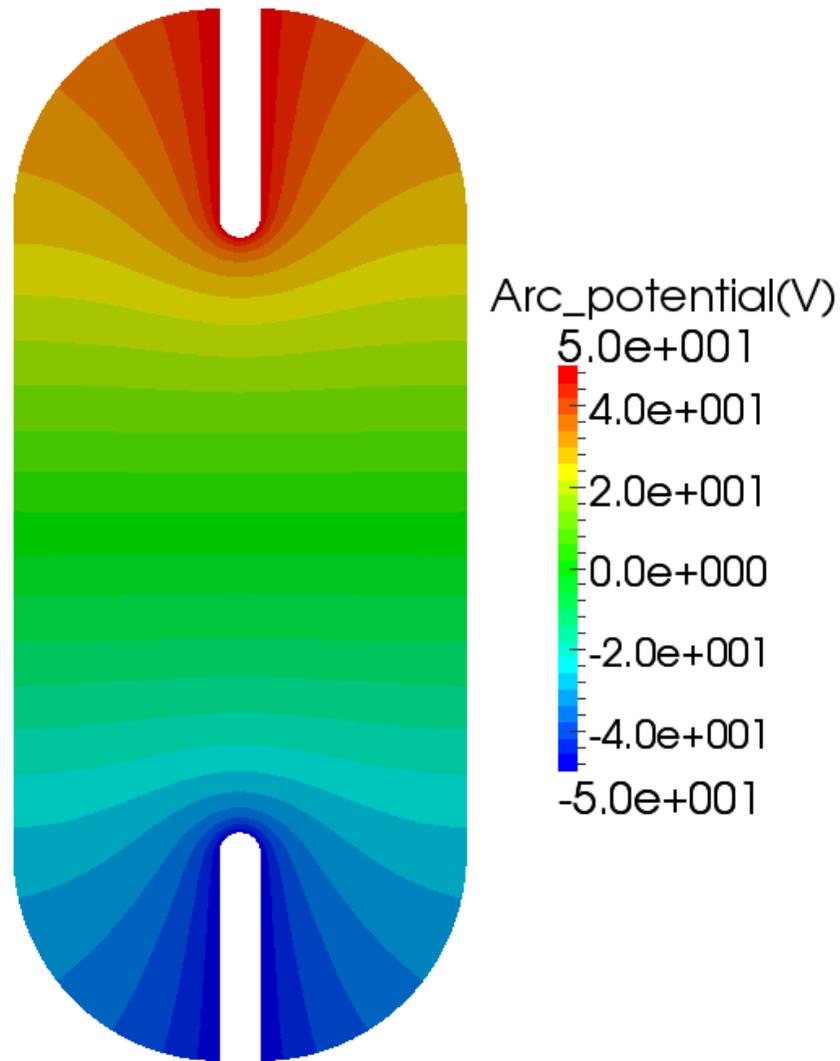
From literature by Flesch and Neiger



- ✓ 予想されたように、電極近傍に高温領域が発生する。
- ✓ VizArcによる計算結果と論文による計算結果はよく一致している。

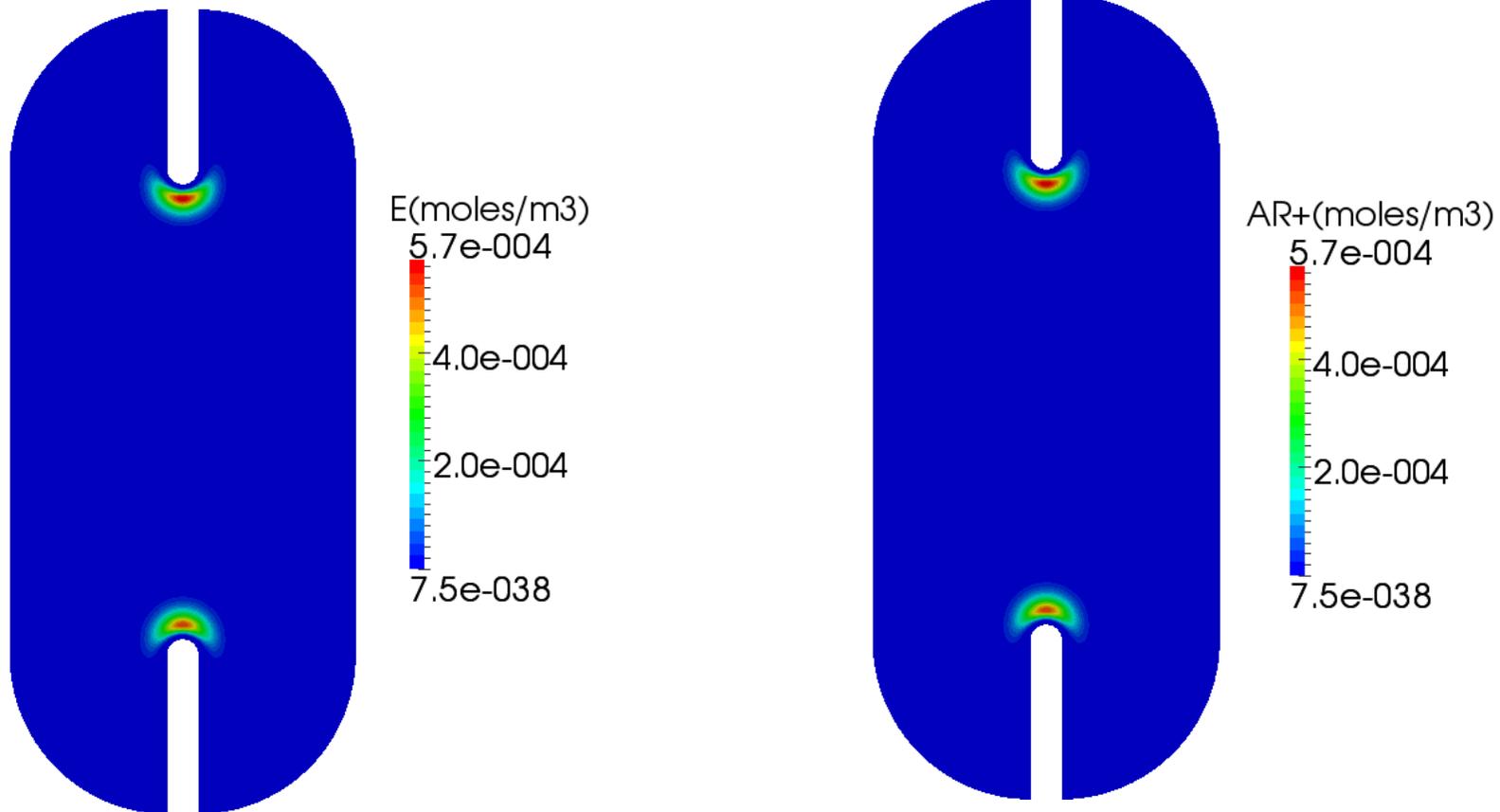
# アークポテンシャル

Esgee Technologies



# 電子及びイオンの分布

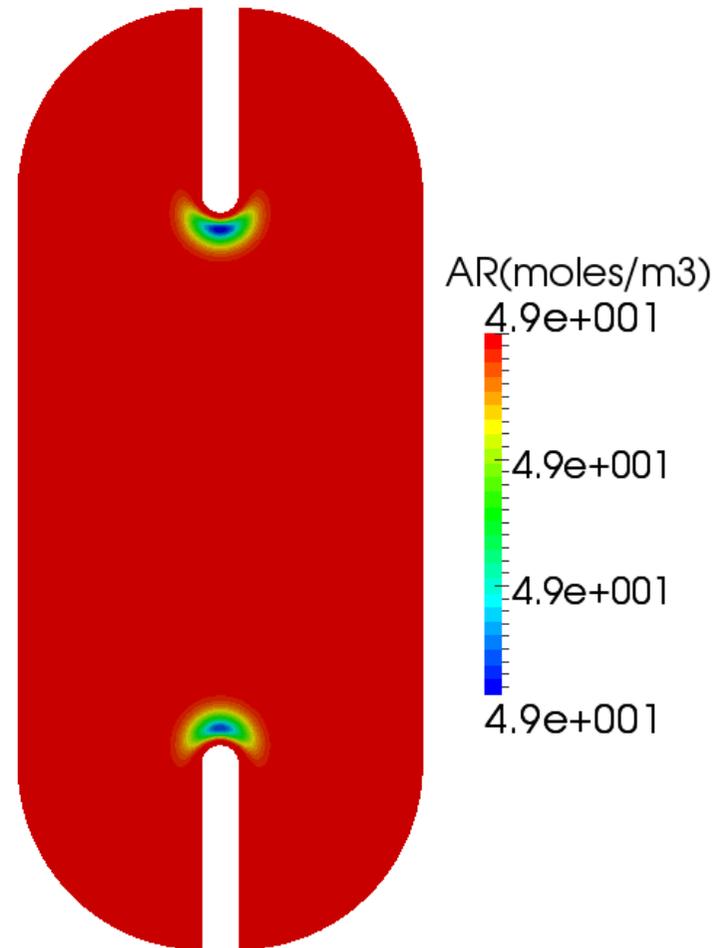
Esgee Technologies



- ✓ プラズマのホットスポットは、電極近傍であることが解る。
- ✓ 温度が低いため電離度が低い。
- ✓ 平衡モデルを使用しているため壁近傍の電子密度は低めに評価されている。
- ✓ 別の電気伝導度モデルを使用すれば壁近傍の非平衡効果を考慮できる。これにより壁付近の電子密度やイオン密度が変わる。

# Ar中性子の濃度分布

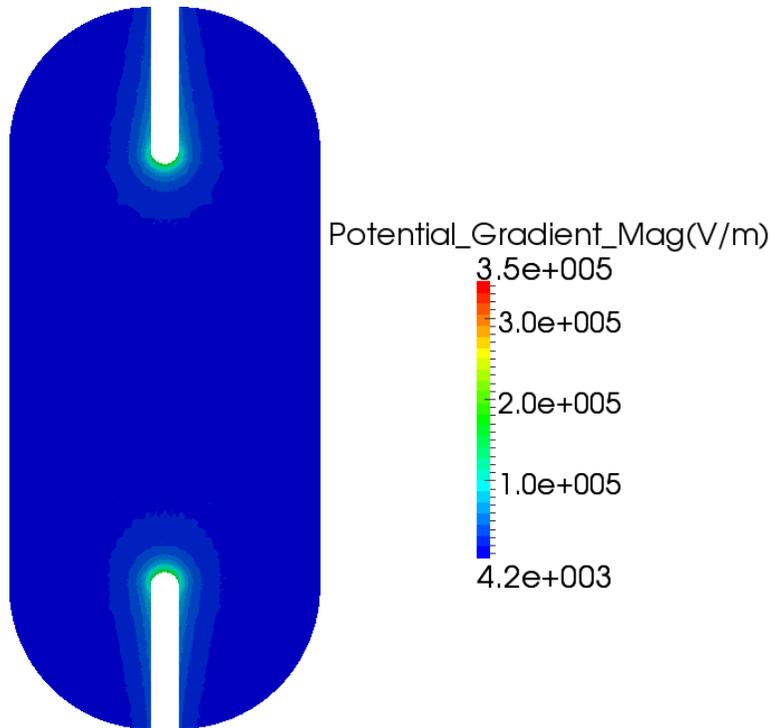
Esgee Technologies



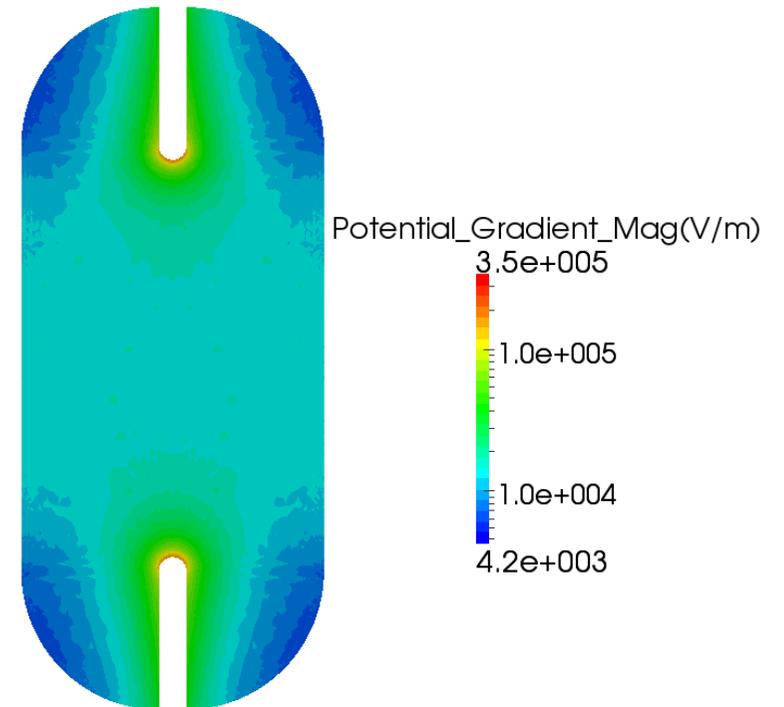
- ✓ Arの初期密度は理想気体の状態方程式より決定される
- ✓ 加熱による圧力の上昇は現在考えていない。
- ✓ 電離度が低いため、アルゴンの密度はほぼ一定

# 電位勾配

Linear Scale



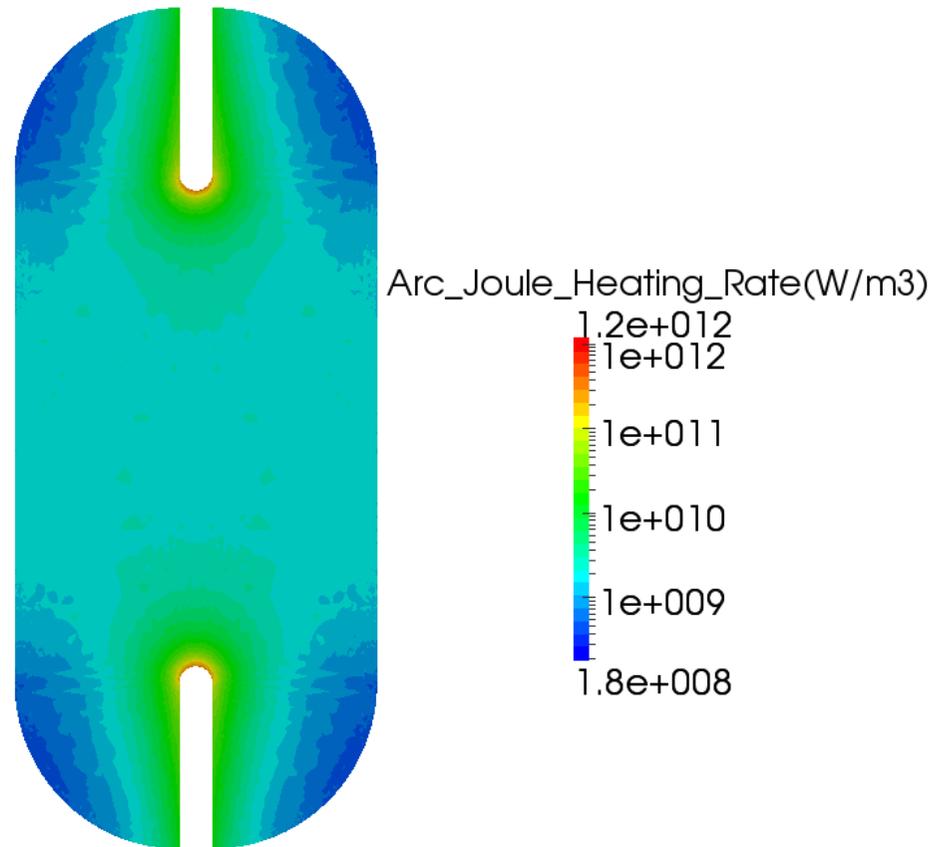
Log Scale



- ✓ 電極近傍で非常に大きい電位勾配
- ✓ これにより大きなジュール加熱が電極近傍で発生

# アーク放電によるジュール加熱

Esgee Technologies



- ✓ 電極近傍の強いジュール加熱により、温度が上昇。
- ✓ 温度分布はジュール加熱と輻射/熱伝導により決定される。

# 今後の開発予定

- プラズマの伝導モデルの改善
- 流れとの連成（自然対流や乱流の考慮など）
- 電磁波との連成
- 共役熱伝達モデル（さまざまな熱経路から、電極などの表面温度を決定）

# お問い合わせ先

WAVE FRONT

株式会社ウェーブフロント

E-mail: [sales@wavefront.co.jp](mailto:sales@wavefront.co.jp)

Tel: 045-682-7070 (代)

FAX : 045-682-7071

Homepage: <http://www.wavefront.co.jp/>

所在地 :

〒220-6112

横浜市西区みなとみらい2-3-3 クイーンズタワーB 12F