

JAXA/JEDI project on the development of plasma simulator for spacecraft environment

臼井 英之

京都大学 生存圏研究所

E-mail: usui@rish.kyoto-u.ac.jp

篠原 育

宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 宇宙科学情報解析センター

E-mail: iku@stp.isas.jaxa.jp

上田 裕子

宇宙航空研究開発機構 情報・計算工学センター

E-mail: ueda.hiroko@jaxa.jp

岡田 雅樹

国立極地研究所

E-mail: okada.masaki@nipr.ac.jp

平成 17 年度に JAXA 情報・計算工学センター (JEDI) が発足し、これまで行われた宇宙プラズマ物理解析のプラズマシミュレーションを衛星機器の技術開発、衛星環境アセスメントなど工学的な分野に応用することが求められている。この要求に対し、JEDI では、宇宙機と周辺宇宙プラズマの相互作用を模擬する JAXA 衛星環境プラズマ数値シミュレータの基礎開発を平成 18 年度から開始する。この衛星環境プラズマシミュレータは、これまで宇宙プラズマ現象の解析に用いられてきた Particle-In-Cell(PIC)プラズマシミュレーションをコアエンジンとし、これに、現在 JAXA/九州工業大学で開発が進められている衛星帯電解析ツール (MUSCAT) で開発された高分解能衛星モデリング機能を付加することにより、宇宙プラズマによる衛星環境への影響について定量解析を行う数値シミュレーションツールである。特に、MUSCAT では解析することが困難なプラズマ非定常過程や電子ダイナミクスが関与する現象について、JAXA スーパーコンピュータを最大限に駆使して大規模数値シミュレーションを行うことによって解析を進める。具体的には、衛星からの能動的プラズマ放出による衛星環境への影響に着目し、将来的には、イオンエンジン、プラズマコンタクター、などプラズマをアクティブに利用した推進系、帯電緩和技術などの技術開発、磁気プラズマセイルなど新規航行技術開発に貢献することをめざしている。平成 18,19 年度は、シミュレータの基礎開発として、PIC シミュレータの JAXA スーパーコンピュータへの移植、MUSCAT 衛星モデリングとのリンク、衛星からの能動的プラズマ放出を模擬できるルーチンの開発とその動作テストを行い、平成 20 年度以降のシミュレータの本格的開発への準備を行う。



JAXA/JEDI project on the Development of plasma simulator for Spacecraft environment

H. Usui (kyoto Univ.), I. Shinohara (JAXA/ISAS), H. O. Ueda, (JAXA), and M. Okada (NIF)

Background

- JAXA/JEDI (JAXA's Engineering Digital Innovation Center):
Importance of plasma simulation
- They need plasma simulations useful for spacecraft design and
space projects (engineering aspects)
- In FY2006 and 2007, feasibility studies on
 - * Numerical tool for grid-life estimate of ion propulsion engine
 - * Plasma numerical simulator for spacecraft environment
- Combination with MUSCAT (Multi-utility spacecraft charging
analysis tool)

Objectives

- To develop a numerical plasma simulator with which we can examine various interactions between spacecraft and spaceplasma.
- To investigate active plasma emission such as electric propulsion and plasma contactor and its interactions to the spacecraft environment
- To contribute to the development of the associated technology

What MUSCAT can do or cannot do ?

- Approximated steady state values of S/C surface potential
- High-resolution S/C modeling

Difficult to treat

- Active plasma emission from S/C and its effect on the plasma environment
- Time-dependent, transient phenomena

Numerical plasma simulator

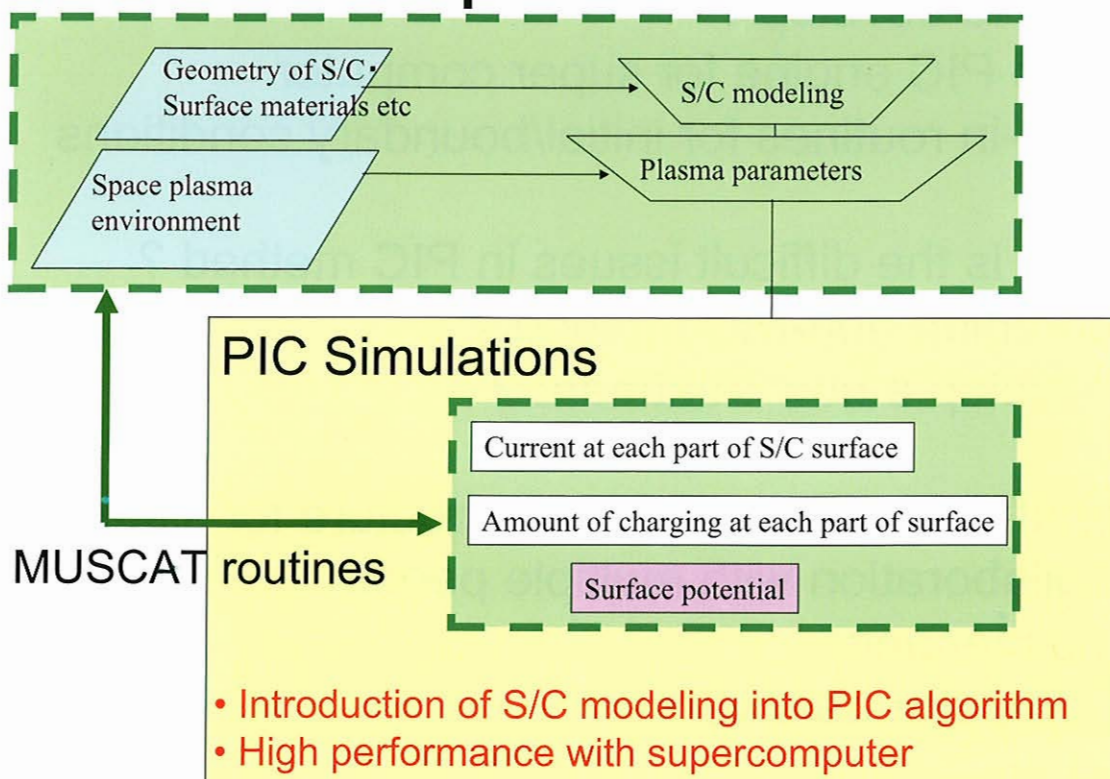
So far, almost no full PIC simulations with complex spacecraft modeling

High-resolution S/C modeling developed for MUSCAT

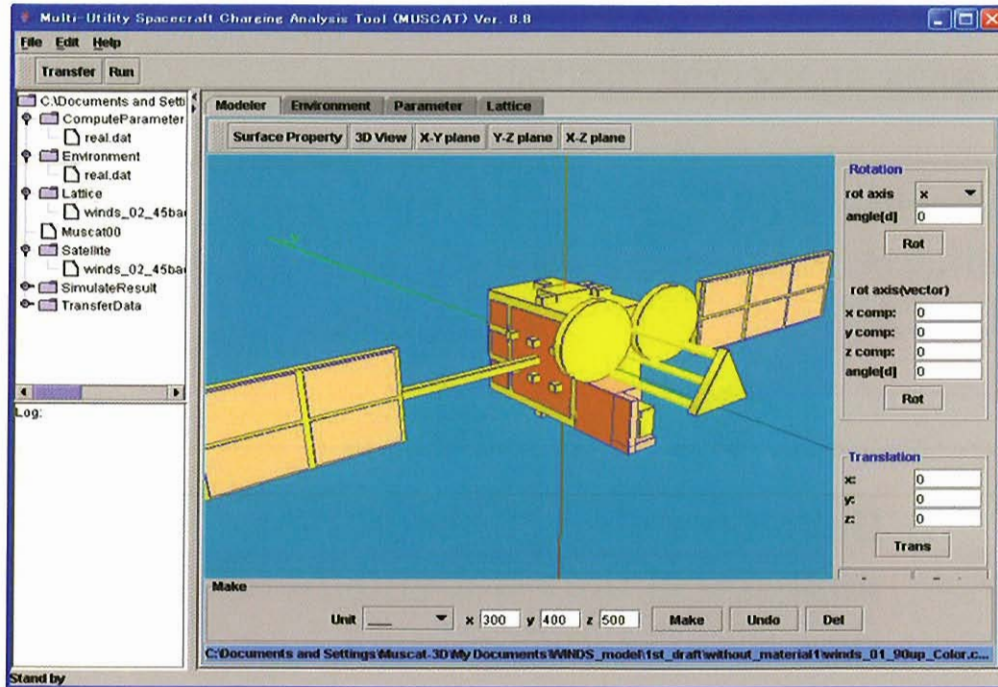
Domain decomposition model PIC code developed for massive parallel super computers

Develop a simulator for the analysis of time-dependent S/C- plasma interactions

In numerical plasma simulator...



An example of MUSCAT S/C modeling – WINDS satellite–



What to develop ?

- Core PIC engine for super computer
- Plug-in routines for initial/boundary conditions

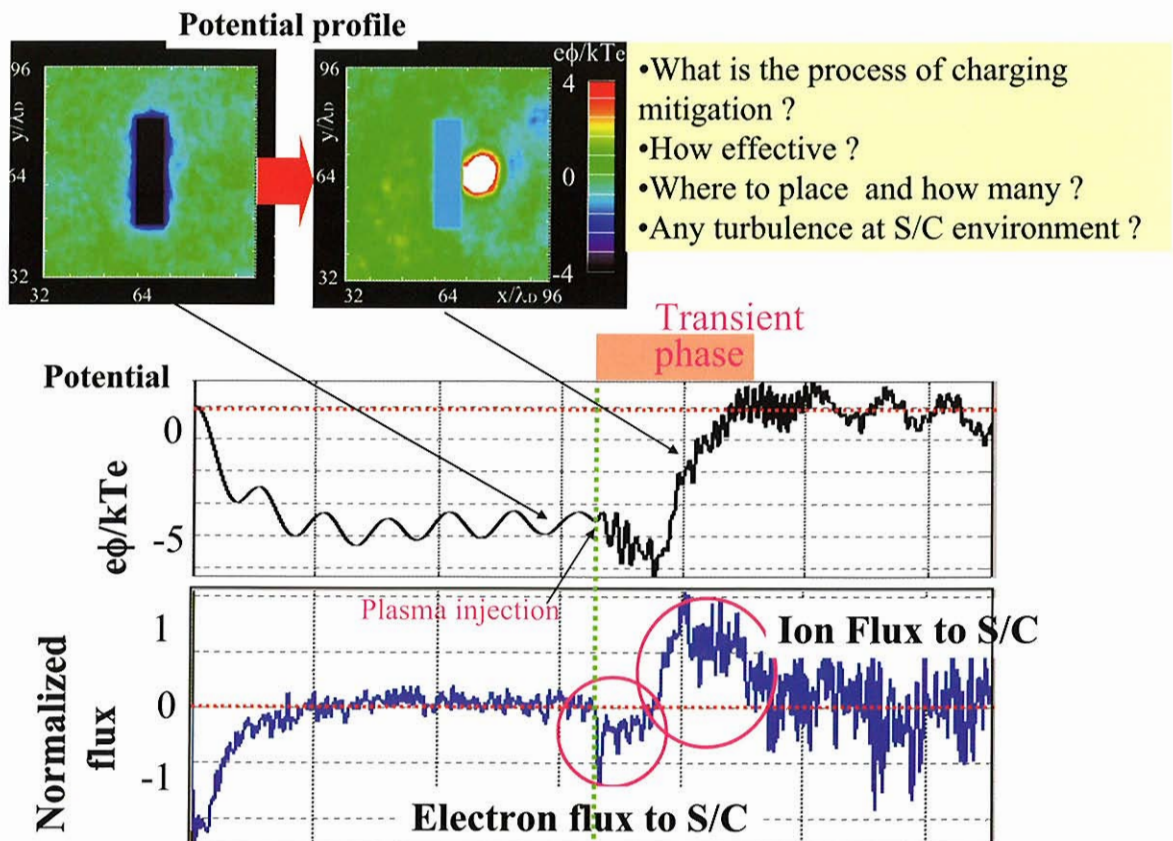
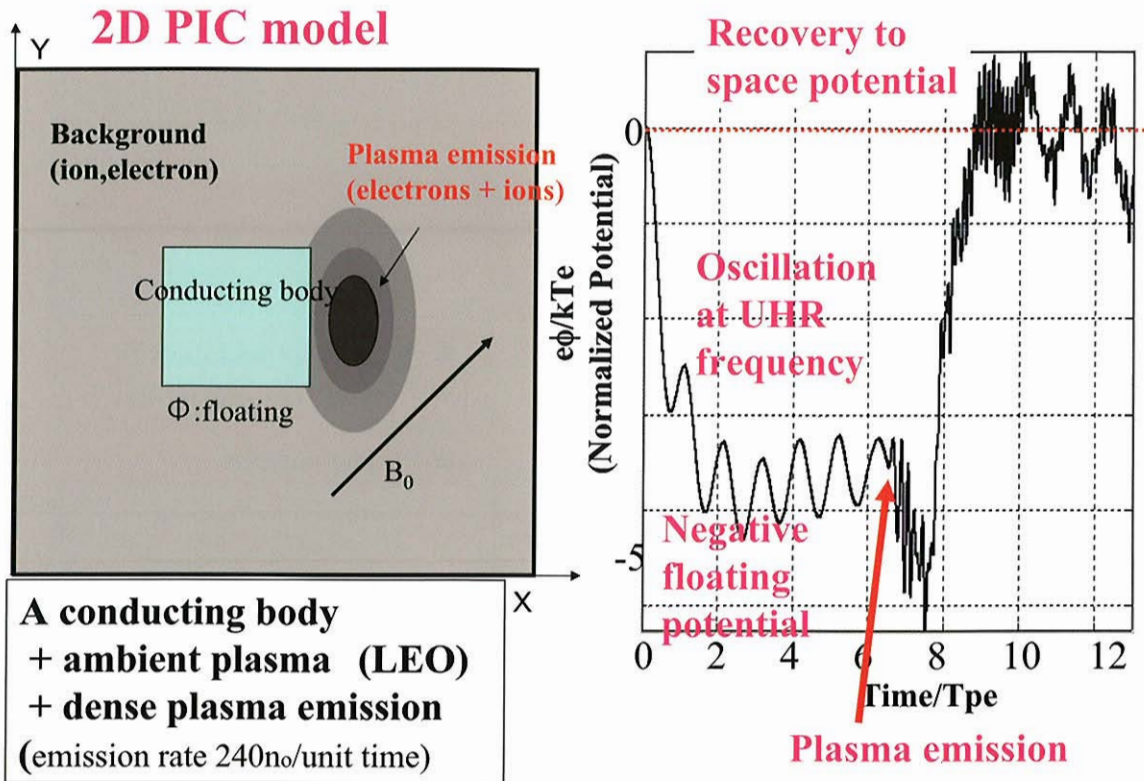
What is the difficult issues in PIC method ?

- Combine non-PIC method ?
- Develop a new treatment ?

What kind of framework or structure for simulator ?

- Collaboration with multiple people
- Maintenance
- Computer hardware

Simple model of plasma contactor



Roadmap

