

海外衛星帯電ソフトウェアの動向

岡田雅樹

国立極地研究所

Abstract

国内初の衛星帯電解析ソフト (MUSCAT) の開発を始めるにあたり、海外の衛星帯電ソフトウェアの開発状況をまとめることは、われわれの今後の方向性、問題点を共有し、開発方針を決定する上において重要なことと考えられる。本発表では、欧米における帯電開発ソフトウェアについて 2003 年に米国アラバマ州において開催された第 8 回衛星帯電技術会議での発表資料をもとに、著者が実際に ESA などを訪れてソフトウェアに触れた得た印象を含めて報告紹介を行った。

対象となる主なソフトウェアは、NASCAP-2k(米国)、SPARCS(ESA)、SPIS(ESA)、VTL (米国) の 4 つのソフトウェアである。

NASCAP-2k

NASCAP-2k は、衛星帯電解析ソフトウェアとしてはデファクトスタンダードといえるものであるが、米国の戦略輸出規制対象ソフトウェアであるため米国外では使用することができない。したがって、日本国内で使用することはもとより、アルゴリズム等も不明で論文の記載された情報からすべての機能を推測することは困難である。さまざまな実用衛星に対して帯電解析を行った実績と観測データによる検証がおこなわれており、実用ソフトウェアとしての信頼を得ていることは明らかである。最低限の衛星表面材料のデータを内蔵しており、衛星設計者に対して直感的かつある程度の精度で帯電状況をフィードバックすることが可能な GUI 環境を提供している (図 1、図 2、図 3、図 4 参照)。

極域における帯電解析を行う場合は、オーロラ帯における標準的な降り込み粒子の速度分布関数を与えることができるようなオプションを備えており、ADEOSII におけるような低軌道衛星の帯電解析においても、精度を大きく損なうことなく解析を行うことができるよう考慮されている。

SPARCS

SPARCS は、Alcatel 社において開発されている商用ソフトウェアで、実績はまだ多くはないが

数値計算、システム全体として安定性に優れていると考えられる。マニュアルも整備されており実衛星の解析データとの検証を行い、実績を積むにしたがって競争力を得ていくものと思われる。商用システムであるため詳細なアルゴリズム等は不明な点が多いが、衛星設計技術者にとっては十分な機能が提供されている。(図 5 参照)

SPIS

SPIS は、ESA, ONERA の研究グループが中心となって開発をおこなっており、JAVA をベースとしたフリーソフトウェアを組み合わせるシステムを構築している点に特徴がある。内部アルゴリズムも公開されており、明確な開発思想と低コストでのシステム構築が可能な点が好感できる。一方、多くの研究者が参加することによってシステムが開発されているため、一部の不整合やシステムの維持にソフトウェア開発の最新技術が盛り込まれており、情報関連研究者と衛星開発関連研究者の連携が今後の課題になると思われる。

(図 6、図 7 参照)

VTL

VTL は、米国 Virginia Polytechnic Institute and State University の研究室において開発されているソフトウェアシステムで、アルゴリズム、精度、GUI 等の面において非常に優れたシステムであると思われる。3次元可視化システムとの連携も考慮されており、先進的な情報処理技術と衛

星開発の双方を熟知した開発体制をとっているものと考えられる。衛星形状は基本的に直方体によってモデル化しているようであるが、他の形状を取り込むこともおこなわれているようである。システム全体の構成も、開発を進める上で入力、計算エンジン、可視化システムを分離して、迅速に最新技術を取り込むことが可能になっている。

(図8、図9参照)

References

NASCAP-2K – AN OVERVIEW, M. J. Mandell, V. A. Davis, B.M. Gardner, I. G. Mikellides, D. L. Cooke and J. Minor, 8th SCTC, 2003, MSFC, Alabama, USA

VALIDATION OF NASCAP-2K SPACECRAFT-ENVIRONMENT INTERACTIONS CALCULATIONS, M. J. Mandell, V. A. Davis, B.M. Gardner, I. G. Mikellides, D. L. Cooke and J. Minor, 8th SCTC, 2003, MSFC, Alabama, USA

NASCAP-2K AS A PIC CODE, M. J. Mandell, V. A. Davis, B.M. Gardner, I. G. Mikellides, D. L. Cooke and J. Minor, 8th SCTC, 2003, MSFC, Alabama, USA

SPARCS: AN ADVANCED SOFTWARE FOR SPACECRAFT CHARGING ANALYSES

S. Clerc, S. Brosse, M. Chane-Yook, , 8th SCTC, 2003, MSFC, Alabama, US

DESIGN OF A NEW MODULAR SPACECRAFT PLASMA INTERACTION MODELING SOFTWARE (SPIS), J.-F. Roussel, F. Rogier, M. Lemoine, D. Volpert, G. Rousseau, G. Sookahet, P. Sèng and A. Hilgers, 8th SCTC, 2003, MSFC, Alabama, USA

DEVELOPMENT OF A VIRTUAL TESTING LABORATORY FOR SPACECRAFT-PLASMA INTERACTIONS, J. Wang, L. Brieda, R. Kafafy and J. Pierru, 8th SCTC, 2003, MSFC, Alabama, USA

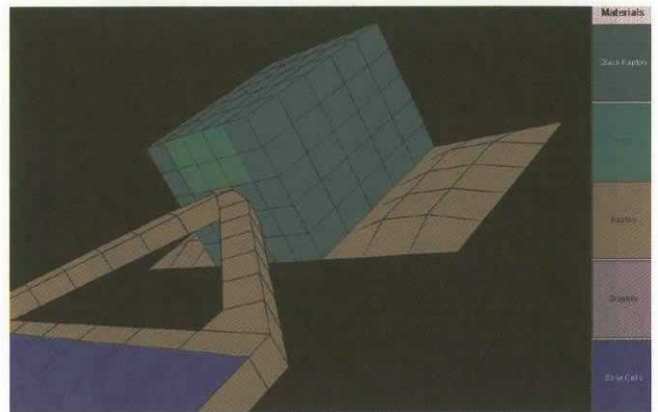


Figure 2c. Object ToolKit model of spacecraft body with wing attached.

図1. NASCAP-2k 衛星表面材料設定画面

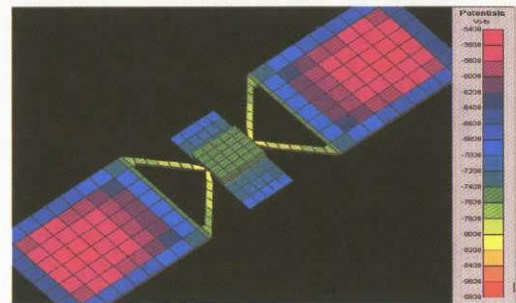


Figure 3a. Geosynchronous charging result, showing maximum differential charging toward outboard end of solar panels.

図2. NASCAP-2k 衛星表面帯電解析結果

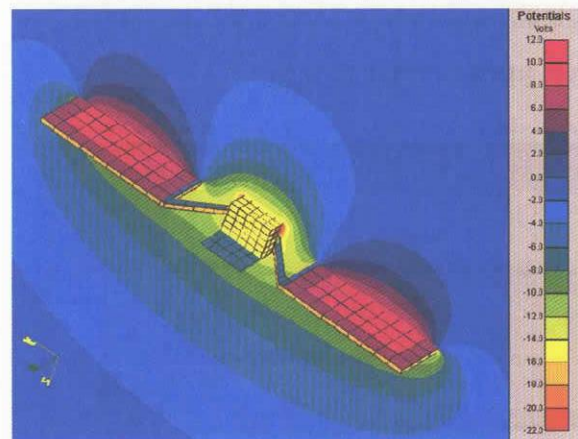


Figure 4a. Potentials calculated for spacecraft in solar wind environment.

図3. NASCAP-2k による空間電位の解析結果

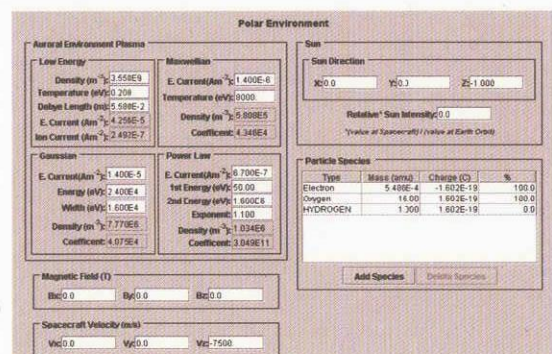


Figure 5a. Example of auroral environment, as used in sample auroral charging calculation.

図4. NASCAP-2k パラメータ入力画面

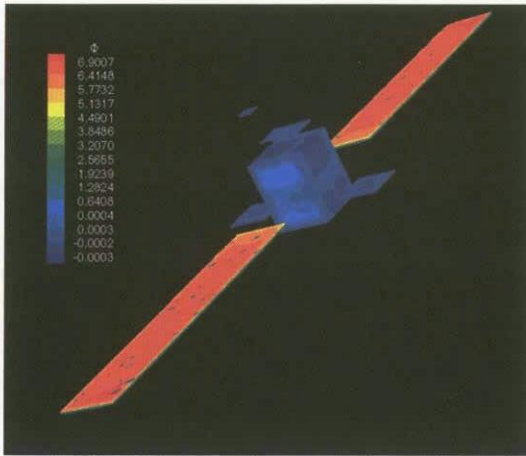


Figure 3. Differential potential on satellite surfaces after 10s.

図 5. SPARCS 帯電解析結果

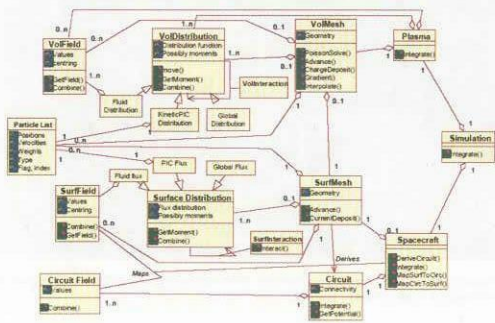


Figure 6. UML graph of SPIS conceptual class design. Each box is a class, the 2nd part of the box contains attributes (i.e. data), the 3rd part operations (i.e. methods). Diamond arrows indicate composition, triangle arrows indicate specialization (i.e. derivation).

図 6. SPIS の UML 設計図

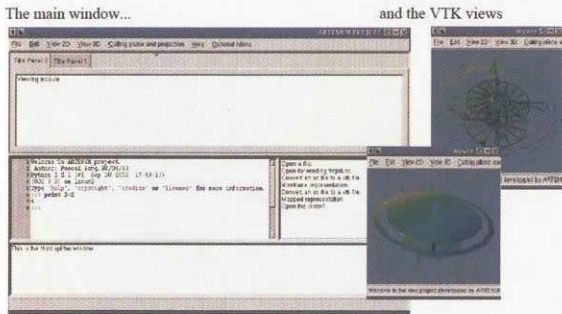


Figure 3. Prototype screenshot in wxPython and VTK pop up windows (post-processing)

図 7. SPIS 入力画面とデータ表示画面

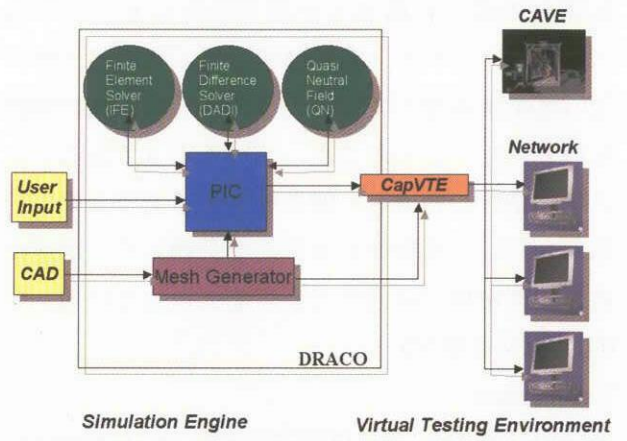


Figure 1. Virtual Testing Laboratory block diagram

図 8. VTL のシステム構成概念図

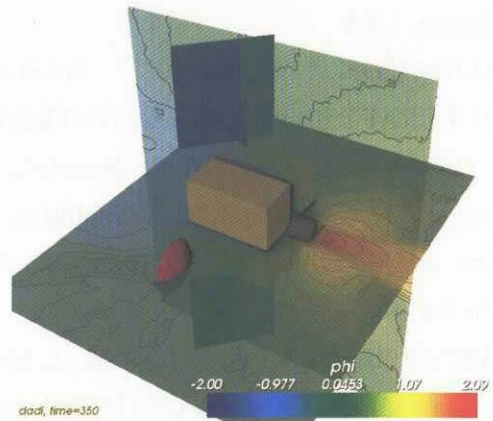


Figure 8. 3-D ion thruster plume simulation by the DADI-PIC module: potential contours

図 9. VTL の帯電解析結果図