

強太陽風電場時に観測される月起源イオン

齋藤 義文 [1]; 横田 勝一郎 [1]; 西野 真木 [2]; 綱川 秀夫 [3]
[1] 宇宙研; [2] 名大 ISEE; [3] 東工大・理・地惑

Moon originating ions observed under strong solar wind convection electric field

Yoshifumi Saito[1]; Shoichiro Yokota[1]; Masaki N Nishino[2]; Hideo Tsunakawa[3]
[1] ISAS; [2] ISEE, Nagoya University; [3] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH

It is well known that the Moon has neither global intrinsic magnetic field nor thick atmosphere. Interaction between the solar wind and a solar system object varies largely according to the object's characteristics, such as the existence of a global intrinsic magnetic field and/or thick atmosphere. Different from the Earth's case where the intrinsic global magnetic field prevents the solar wind from penetrating into the magnetosphere, solar wind directly impacts the lunar surface. When the Moon stays in the Earth's magnetosphere for 3-4days/month, hot plasma sheet ions impact the lunar surface. The ions generated by solar wind ions / plasma sheet ions impacting the lunar surface or the photo-ionized neutral particles around the lunar surface are accelerated by the solar wind convection electric field and are detected by ion detectors on the spacecraft orbiting around the Moon. Although these ions must have information about the surface composition of the Moon, it is still unclear what kind of ions and how much ions should be observed. So far, a few examples where the energy of the heavy ions was higher than the incident solar wind ion energy were found when CIR (Corotating Interaction Region) passed the Moon. Since solar wind magnetic field is strong and solar wind ion density, velocity, pressure is high, the intensity of the solar wind convection electric field is high during the CIR passage over the Moon. We have searched for the period when the solar wind convection electric field is stronger than 5mV/m regardless of the CIR period or not and we have found more than 10 cases when high energy heavy ions are observed similarly to the period of the CIR passage over the Moon. Some of the data obtained under strong solar wind convection electric field show clear Si⁺/Al⁺ ions with mass number 28/27. There were other cases where He₃⁺(or H₃⁺) with mass number 3 were clearly observed. Concerning Helium ions, in addition to the second major solar wind ions He⁺⁺, He⁺ and He₃⁺(or H₃⁺) were also observed. We will report the condition when and where He⁺⁺, He⁺ and He₃⁺(or H₃⁺) were clearly observed by analyzing the data obtained under strong solar wind convection electric field.

地球の月にはグローバルな固有時磁場も無ければ、濃い大気も無い。太陽風と天体の相互作用は、グローバルな固有時磁場の有無、濃い大気の有無など各々の天体の持つ条件によって大きく異なっており、グローバルな固有時磁場が太陽風の直接的な侵入を妨げている地球磁気圏とは異って、月表面には太陽風が直接衝突することができる。月は多くの時間を太陽風中で過ごす、1ヶ月に3-4日の間は地球磁気圏尾部内に滞在する。地球磁気圏尾部内では太陽風の代わりにプラズマシートの暖かいプラズマが月表面に直接衝突することになる。これらの太陽風、地球磁気圏イオンが月表面に衝突することによって月面付近で生成されたイオン、あるいは月表面付近の中性粒子が太陽紫外線で電離されて生成されたイオンは太陽風中や地球磁気圏尾部中の電場で加速されて、月周回軌道を飛行する衛星まで到達することができる。これらのイオンは月表面の物質情報を持っていると考えられるが、月周回軌道で観測されたイオンが天体表面の何を反映しているかはまだ完全に理解できているとは言えない。

これまでの研究によって、月周回軌道で観測される非アルカリ重イオンは、CIR(Coronal Interaction Region)が月を通過する際に太陽風よりも高いエネルギーまで加速されて明瞭に観測されることが明らかとなった。CIRが月を通過する際には、太陽風中の磁場強度、太陽風イオンの温度、速度、密度が通常の太陽風より増加するため、太陽風中のコンベクション電場の強度も強くなり、重イオンが高いエネルギーまで加速されて観測されることが考えられる。そこで、CIRではない期間ではあるが、太陽風中のコンベクション電場の強度が5mV/m以上と高くなる時期を探して、CIR時と同様に高いエネルギーの重イオンが観測されるかどうかを調べた。その結果、CIR時と同様に、太陽風よりエネルギーの高い重イオンの観測される例が10数例見つかった。これらの中には、質量数27あるいは28のAl⁺またはSi⁺が明確に観測される例や、質量数3のHe₃⁺(あるいはH₃⁺)が明確に観測されるような例もあることが明らかとなった。Heに関しては、太陽風中に多く含まれる2価の正イオンであるアルファ粒子He⁺⁺に加えて、1価のHe⁺、He₃⁺も観測されている。He₃⁺(あるいはH₃⁺)とHe⁺⁺、He⁺がどのような条件、場所で、明確に観測されるかについて得られたデータを解析してその結果を報告する。

Lunar magnetic poles estimated from small isolated magnetic anomalies on the SVM map

Yuuya Ikeuchi[1]; Hideo Tsunakawa[2]; Futoshi Takahashi[3]

[1] Earth and Planetary, Tokyotech; [2] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH; [3] Kyushu Univ.

Recent studies on the lunar magnetism indicate that the global magnetic field was generated by a core dynamo of the early Moon although the present Moon has no global magnetic field. Since the crustal magnetic anomaly could record the early Moon's magnetic field as remanent magnetization, probably TRM, the magnetization directions of the lunar magnetic anomalies (LMAs) may yield information about the position of the paleomagnetic pole of the early Moon.

Runcorn(1982, 1983) argued clusters of magnetic pole positions from Hood's magnetization directions, which were determined by fitting magnetized disks to the LMA observations of Apollo 15 and 16 sub satellites. Takahashi et al. (2014) applied dipole approximations to 24 isolated magnetic anomalies to the LMA observations by Kaguya and Lunar Prospector at 20-40 km altitudes, suggesting the true polar wander in the early Moon. Since the LMAs show fine structures on the recent maps (Tsunakawa et al., 2014, 2015), these observations are generally affected by the crustal field at relatively wide area, resulting in ambiguity of the dipole approximation.

In the present study, we use the global maps of the LMAs on the spherical lunar surface with the Surface Vector Mapping (SVM) method [Tsunakawa et al., 2015]. The SVM data with high spatial resolution are useful for finding small isolated anomalies like a single dipole. As a result, we have selected several tens of magnetic anomalies to be approximated with a single dipole source. The magnetic poles estimated in the present analysis show two main clusters associated with the polarity reversal and a relatively minor one: one of the main clusters is located near the selenographic north pole (P1; Takahashi et al., 2014), the other at low latitude on the eastern hemisphere (P3; Tsunakawa et al., 2015). Minor one is at low latitude area on the near side (P2; Takahashi et al., 2014). These LMA clusters imply that the dipolar field would be generated by a core dynamo while the true polar wander might occur in the early Moon. We will discuss possibility of the true polar wander of the early Moon.

月面磁気異常上空のミニ磁気圏境界層における電子電流

白井 英之 [1]; 三宅 洋平 [2]; 西野 真木 [3]
[1] 神戸大・システム情報; [2] 神戸大学; [3] 名大 ISEE

Electron current in the boundary layer of a mini-magnetosphere above a lunar magnetic anomaly

Hideyuki Usui[1]; Yohei Miyake[2]; Masaki N Nishino[3]
[1] System informatics, Kobe Univ; [2] Kobe Univ.; [3] ISEE, Nagoya University

We present a three-dimensional electromagnetic particle-in-cell simulation study of the electron current in the boundary layer of a mini-magnetosphere created above a magnetic anomaly on the lunar surface.

As shown in the previous works, we found that an asymmetric mini-magnetosphere is formed above the magnetic anomaly by the solar wind interaction. We also confirmed that the boundary layer current is dominated by the electron flux perpendicular to the dipole field. As an intense electric field is induced in the boundary layer by the charge separation between electrons and ions, the electrons entering the boundary layer undergo the ExB drift motion in the equator. In the high latitude region, on the other hand, the electron flux turns around and the direction of the electron motion becomes reversed. This causes a turn-around electron current in each hemisphere.

As stated above, the electrons in the boundary layer overall make the ExB drift motion in the equator. At the most inner edge of the boundary layer, however, the averaged electron velocity shows the peak value and it cannot be explained with the local ExB drift velocity. We found that the peak velocity of electrons observed in the most inner edge of the boundary layer is due to the electron cyclotron motion itself rather than the drift motion of the electron guiding center. We also confirmed that the width of the boundary layer is approximately equal to the radius of the local electron cyclotron motion.

本研究では、月面磁気異常と太陽風プラズマの相互作用により形成されるミニ磁気圏の境界層での電子電流に着目し、その構造及び成因を運動論的観点から3次元プラズマ粒子シミュレーションにより明らかにする。我々は月面磁気異常の一例として Reiner Gamma をモデルとして採用し、月面下に中心を持つ1つの磁気ダイポールを Reiner Gamma 磁気異常としてシミュレーション領域内に設定する。ダイポール中心から磁気圧と太陽風動圧が釣り合う点までの距離を磁気異常の代表長 L とすると、磁気異常ではその代表長 L が太陽風電子のジャイロ半径よりも十分大きく、イオンのジャイロ半径より小さい。本研究では、イオンジャイロ半径が L の4倍になるようにした。このような状況において、磁気異常上空においてミニ磁気圏が形成されることはこれまでの研究において明らかにされている。特に磁気圏境界層では、太陽風電子とイオンの磁場に対する応答差に起因する静電界が生じ、これに起因する強い境界層電子電流が見られる。境界層低緯度領域においては朝側から夕方側に向かう電子ドリフト運動が顕著であるが、中高緯度領域においては逆に夕方側から朝側に向かう電子の流れが主に見えた。このような二層の電子ドリフト運動の構造により磁気圏層間側、すなわち磁気異常上空の南北両半球において電子電流の渦的構造が見られた。また、赤道域境界層での電子流に着目し、そのメカニズムを運動論レベルで調べた。電子密度が急激に減少する境界層内側では、強い外向きの電場によって電子が大きく加速を受け、それによってラーマ半径が大きくなる。このため、境界層の最内側では空間的なフィルタリングにより、ジャイロ運動する電子の中でも dusk 側に向かう電子しか存在しない。その結果、その領域での電子のフラックス量は dusk 方向で最大となる。このことは電子の有限ラーマ半径を考慮しないと理解できないことであり、本研究で得られた知見の中でも最も重要なものである。本講演ではシミュレーション結果を用いてこれらの電子流メカニズムの詳細を議論する。

月面近傍ダストの帯電過程とそのダイナミクスに関する粒子シミュレーション

船木 裕司 [1]; 三宅 洋平 [2]; 西野 真木 [3]
[1] 神戸大・システム情報; [2] 神戸大学; [3] 名大 ISEE

Particle simulations on the charging process and dynamics of lunar dust grains

Yuji Funaki[1]; Yohei Miyake[2]; Masaki N Nishino[3]
[1] System Informatics, Kobe Univ.; [2] Kobe Univ.; [3] ISEE, Nagoya University

The moon has no intrinsic magnetic field and atmosphere, and the solar wind plasma interacts directly with its surface, forming the characteristic electric environment. Some portion of micron and sub-micron sized grains, existing near the lunar surface, is charged by adsorbing plasma and levitating in the surrounding electric environment. They will affect lunar rover system, scientific instruments, and human health, and it is also expected that an electric environment near the lunar surface is changed by dust grains interacting with plasma. In order to understand the effects on future lunar exploration missions, it is important to pre-evaluate the behavior of dust grains.

In the present study, we apply our original particle-in-cell simulator EMSES, which has been used to study spacecraft-plasma interactions, to the study of a dust charging process. Each dust is constantly changing its position under the influence of surrounding electric environment, and so it is expected that the charge amount carried by the dust is also time-varying. Therefore, in order to predict the behavior of the dust, it is important to simulate its charging processes precisely. We develop a numerical model of such a dust charging process, which will be embedded into our dust dynamics simulator. We report some results from our simulations on the dust charging process and dynamics around a lunar vertical hole, which was recently discovered by the Kaguya satellite and one of distinctive surface topographies on the Moon.

月は固有の磁場や大気を持たないため、太陽風プラズマが月面に直接相互作用し、月面に特徴的な電気環境が形成されている。月面にはダストと呼ばれる微小な塵が存在しており、これがプラズマを吸着して帯電し、周囲の電気環境の影響を受けることによって浮揚する現象が観測されている。このダストが観測機器を故障させ、人体に悪影響を及ぼす懸念がある。また、帯電したダストがプラズマと相互作用することによって、月面近傍の電気環境が大きく変化することも予想される。将来の月面観測ミッションへの影響を知る上でも、ダストの挙動を事前評価しておくことが重要である。

本研究では、これまで人工衛星・プラズマ相互作用の研究に幅広く用いられてきたプラズマ粒子シミュレーション技術を応用し、ダストの帯電過程に着目した解析を行う。ダストは周囲からの静電的な力学作用の影響を受けてその位置を時々刻々と変化させるため、ダストの帯電量そのものも時間的に変化することが予想される。そのため、ダストの挙動を正確に解析するためには、ダストの帯電過程を充分考慮することが重要である。本発表では、ダスト挙動シミュレータに実装した帯電アルゴリズムについて紹介し、近年かぐや衛星によって発見された月面縦孔地形におけるダスト帯電過程及びそのダイナミクスに関するシミュレーションの結果を報告する。

A statistical study of type-3 solar wind proton entry into the lunar wake

Masaki N Nishino[1]; Yoshifumi Saito[2]; Hideo Tsunakawa[3]; Yasunori Tsugawa[4]; Yuki Harada[5]; Futoshi Takahashi[6]; Shoichiro Yokota[2]; Masaki Matsushima[7]; Hidetoshi Shibuya[8]; Hisayoshi Shimizu[9]
[1] ISEE, Nagoya University; [2] ISAS; [3] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH; [4] ISEE, Nagoya Univ.; [5] Dept. of Geophys., Kyoto Univ.; [6] Kyushu Univ.; [7] Dept Earth & Planetary Sciences, Tokyo Tech; [8] Dep't Earth & Env., Kumamoto Univ.; [9] ERI, University of Tokyo

Entry processes of solar wind plasma into the lunar wake are fundamental phenomena of the lunar plasma sciences. Recently we have found a new entry mechanism of shock-reflected solar wind protons into the deepest lunar wake (i.e. type-3 entry) that takes place when the Moon is located in the ion foreshock in front of the Earth's magnetosphere. Here we show a statistical study of type-3 entry into the deepest lunar wake at 100 km altitude using Kaguya data. We have confirmed that the type-3 proton entry is almost continuously observed in the upstream solar wind near the quasi-parallel bow shock, and that the type-3 protons can access the lunar dayside region as well owing to their gyro radius comparable to the lunar diameter. Low energy electron beams from the lunar night side surface are often not obvious in the continuous type-3 events. On the other hand, an intermittent type-3 proton entry (for a few min) is found even far upstream of the bow shock. In the intermittent type-3 events, one can recognize that the kinetic energy of upward-going field-aligned electron beams decreases to be a few tens eV. These observations show that incident ion current into the lunar nightside surface drastically changes the electrostatic potential in the wake. We will present a comprehensive understanding of the lunar plasma environment for the type-3 entry.

かぐや衛星による月磁気異常の電子反射測定

加藤 大羽 [1]; 斎藤 義文 [2]; 横田 勝一郎 [2]; 西野 真木 [3]
[1] 東大・理・地惑; [2] 宇宙研; [3] 名大 ISEE

Observation of the lunar magnetic anomalies by electron reflection method using Kaguya data

Daiba Kato[1]; Yoshifumi Saito[2]; Shoichiro Yokota[2]; Masaki N Nishino[3]
[1] EPS, Univ. of Tokyo; [2] ISAS; [3] ISEE, Nagoya University

Although the Moon has no global magnetic field, there exist locally magnetized regions called lunar magnetic anomalies on the lunar surface. Strong lunar magnetic anomalies can prevent the solar wind from impacting the lunar surface. The lunar magnetic anomalies give important information about the evolution of the lunar interior and the distribution of plasma particles above lunar surface. Since the discovery of the lunar magnetic anomalies in 1960s, study of the lunar magnetic anomalies has been carried out by in-situ observations using satellites, numerical simulations and laboratory experiments. According to Apollo data, several strong magnetic anomalies were located near antipodal to impact basins that were formed in the same period. Recent observations indicates that there are relatively weak magnetic anomalies over almost the entire lunar surface.

We have analyzed the reflected electron data obtained by low energy charged particle analyzers MAP-PACE and magnetometer MAP-LMAG on Kaguya. Since Kaguya is a three-axis stabilized spacecraft, one of the spacecraft panels on which an electron spectrum analyzer MAP-PACE-ESA-S1 is installed always faces the lunar surface. Therefore MAP-PACE analyzers are designed to have a hemispherical field of view.

Electron reflection measurements makes use of the magnetic mirror effect. By the existence of the lunar magnetic anomalies, the solar wind electrons moving toward the lunar surface will be reflected back to the satellite by a magnetic mirror effect. By measuring the pitch angle distribution of the reflected electrons, we can observe the magnetic fields on the lunar surface. Although Apollo subsatellites and Lunar Prospector also observed the magnetic anomalies by electron reflection method, MAP-PACE-ESA on Kaguya observed the magnetic anomalies with higher time resolution and higher spatial resolution than previous satellite observations. In this presentation, we will show the global mapping of the lunar magnetic anomalies using Kaguya data.

現在の月は全球的な磁場を持たないことが知られているが、磁気異常領域と呼ばれる局所的に強い磁場を持つ領域の存在が確認されている。月表面に存在する強い磁気異常によって、太陽風は月面に衝突することを妨げられる。月磁気異常は月の内部の進化や月面上空のプラズマ粒子の分布などと重要な関係を持つとされ、月表面の磁気異常領域が発見された1960年代以降、人工衛星による観測や計算機シミュレーションなどで研究が行われている。Apolloによる月磁場の観測により、ある時期に形成された大きな盆地の対蹠地にあたる場所で強い表面磁場が観測されることが分かった。さらに最近の観測では、月のほぼ全域に渡って比較的弱い月磁気異常が存在することが発見されている。

月探査衛星「かぐや」に搭載されたプラズマ・磁場観測装置 MAP-PACE, LMAG の観測データを用い、月磁気異常によって反射された電子と磁場の同時測定を行った。かぐや衛星は3軸姿勢制御衛星であるため、衛星本体のある一面が常に月面を向くようになっている。そのためかぐや衛星は月面側に1台と反月面側に1台の電子観測装置を搭載している。この2台の電子観測装置 MAP-PACE-ESA-S1,S2 がそれぞれ半球視野を持つことで全球視野を確保している。

電子反射法とは、磁気ミラー効果を利用して月表面磁場を求める方法である。月磁気異常の存在によって、月表面に向かう太陽風電子が磁気ミラーにより反射され衛星高度へと戻ってくる。この反射電子のピッチ角分布を測定することで、月表面磁場を推定することができる。電子反射法による月表面磁場の測定は、Apollo や Lunar Prospector 衛星においても行われてきたが、かぐや衛星の観測データはそれらよりも高い時間分解能で観測されており、他の衛星観測データよりも詳細な磁場構造の解明が可能となっている。本発表では、このかぐや衛星観測データを用いて作成した高時間・高空間分解能での月磁場マップを紹介する。

電離圏観測ロケットウェイク近傍のプラズマ波動励起に関わる電子の速度分布の数値実験的検討

遠藤 研 [1]; 熊本 篤志 [2]; 加藤 雄人 [1]
[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理・地球物理

Simulation study of spatial distribution of hot electrons generating plasma waves around the wake of an ionospheric rocket

Ken Endo[1]; Atsushi Kumamoto[2]; Yuto Katoh[1]
[1] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.; [2] Dept. Geophys, Tohoku Univ.

Ionospheric sounding rockets travel in plasma at supersonic velocity with rarefied regions called 'plasma wakes'. In a rocket wake, plasma waves with frequencies near the upper hybrid resonance (UHR) frequency, plasma frequency, and Z-mode cutoff frequency in the wake are observed as reported by Yamamoto [PhD, thesis, Tohoku University, 2001]. From the results of the S-520-26 rocket experiment, Endo et al. [JGR, 2015] suggested that the waves observed in the wake were electrostatic waves such as electrostatic electron cyclotron harmonic (ESCH) waves and UHR mode waves because plasma waves with long wavelengths cannot be generated in narrow region like the rocket wake. They also reported that the waves were observed more clearly when the dipole antenna was in the upstream-downstream direction of the plasma flow than the perpendicular direction. Besides, they showed that whistler mode waves were also observed in directions perpendicular and oblique to the wake axis. These results indicate that there was inhomogeneous spatial distribution of hot electrons with some anisotropic velocity distribution functions around the rocket wake.

In order to investigate inhomogeneity of hot electrons around the rocket wake, we are now developing a Vlasov-Poisson code. In the simulation with this code, we can calculate wake filling process of ambient ions and electrons in one-dimensional space along the x-axis. If we assume that plasma is also flown in y direction, the plasma distribution along x-axis as a function of time (evolution) can be understood as that as a function of distance in y direction.

A similar simulation was performed also by Singh et al. [JGR, 1987]. They focused on electron distribution function on the wake axis within the very near wake of an ionospheric satellite (about $0.1Y_0$ downstream; Y_0 is the distance to the ion convergence region), and showed that counter-streaming electron beams were in the region. This result coincides with the observational results that ESCH waves or UHR mode waves were most intensified when the dipole antenna was in upstream-downstream direction, which was reported in Endo et al. [JGR, 2015]. However, how large the unstable region can spread around the wake has not been revealed; therefore, the observational results in Endo et al. [JGR, 2015] cannot be explained enough.

In our simulation, we will investigate velocity distribution function of plasma around the wake including wake edges and the ion convergence region. In order to calculate longer evolution than Singh et al. [JGR, 1987], we have to suppress the numerical diffusion in the simulation. For this reason, the Vlasov and Poisson's equations are solved with using the splitting method, the leap-frog scheme, the semi-Lagrangian method, and the rational CIP scheme, which were also applied to the simulation of the lunar wake plasma by Abe [Master thesis, Tohoku University, 2006].

In this presentation, we will describe the configuration and scheme of our simulation, and initial results.

電離圏観測ロケットは電離圏大気中を超音速で運動するため、その後方に航跡（ウェイク）と呼ばれる低プラズマ密度領域を形成する。このウェイク中では、ウェイク中の UHR 周波数やプラズマ周波数、Z モードカットオフ周波数付近の周波数帯でプラズマ波動が観測されることが Yamamoto [PhD. thesis, Tohoku University, 2001] によって報告されている。その後、Endo et al. [JGR, 2015] では、S-520-26 ロケット実験でのプラズマ波動観測データをもとに、その波動のモードが短波長の静電波（静電的電子サイクロトロン高調波（ESCH）、UHR モード波動）であると結論された。この波動は、ダイポールアンテナがウェイクの上流-下流方向に向いているときに強く観測されていた。また、この実験ではホイッスラーモード帯でも波動が観測されており、それらはアンテナがウェイクに対し垂直及び斜め方向に向いているときに強く観測されていた。これらの結果は、速度空間上で異方性をもつ電子がロケット周囲のウェイクに対応した空間分布をもち、これに応じてそれぞれのプラズマ波動が励起・成長していたことを示唆している。しかし、ウェイク内外においていかなる速度分布のプラズマがどのような空間分布で存在していたかについては今後検証すべき課題となっている。

そこで我々は、ウェイク近傍における速度分布関数の空間分布について考察するため、一次元の真空中に両側からプラズマが流れ込む現象を模擬するシミュレーションコードを開発している。磁力線方向の1次元空間を仮定し、計算機で解く方程式を電子・イオンのブラソフ方程式及び電場を支配するポアソン方程式に限定する。シミュレーションで再現される粒子の速度分布関数及び電場の時間変化は、それらのウェイク軸方向の空間分布とみなす。

これに類似した数値実験は、既に Singh et al. [JGR, 1987] が電離圏の衛星ごく近傍のウェイク（約 $0.1Y_0$ 下流； Y_0 はウェイク尾部までの距離）について行っており、ウェイク軸上において電子の速度分布が二流体不安定型になることが示されている。これは、ウェイクの上流-下流方向でプラズマ波動が強く観測された Endo et al. [JGR, 2015] の結果を支持している。しかし、この数値実験ではプラズマ不安定の領域がウェイク端や下流域へどの程度広がっているのかは明らかにされておらず、観測結果を十分に説明することはできない。

本研究では、さらに長い時間ステップ数の計算を実施し、ウェイク端やウェイク尾部を含めたより広い空間範囲での速

度分布関数を求めるため、数値拡散を抑える手法を取り入れる。具体的には、ブラソフ・ポアソン方程式を `splitting` 法、`leap-frog` スキーム、セミラグランジュ法、有利関数 CIP 法を用いて解く。これらのスキームは、月ウエイクの密度構造に関する数値実験を行った阿部 [東北大学修士論文, 2006] の手法を参考にしたものであるが、グリッド数・スケール等のパラメータは変更している。

本発表では、シミュレーションの設定や手法について紹介し、数値実験の初期計算結果を報告する。