

# まず太陽から始めよう



鈴木 建

〈名古屋大学大学院理学研究科素粒子宇宙物理学専攻 Ta 研 〒464-8602 名古屋市千種区不老町〉

e-mail: stakeru@nagoya-u.jp

筆者は太陽物理学に軸足を置く天体物理学の研究者である。本稿では、天体現象を理解するために、いかに太陽の研究が重要で面白いかについて、筆者の経験をもとに紹介していく。

## 1. まえがき

研究題目「コロナ加速・太陽熱加速理論の構築と恒星風・円盤風への応用」のうち、根幹をなす太陽風の部分に関しては、すでに天文月報 2006 年 4 月号に解説記事<sup>1)</sup>を書かせていただいた。内容が重複するのを避けるため、本稿では、科学的内容についての詳細はできる限り省略し、研究成果以外の部分を中心に執筆させていただきたいと思う。天文月報での一般的な解説記事と異なる書き方で進めていくため、読みづらい点などあるかもしれないが、何卒ご容赦いただきたい。また、本文中の敬称は基本的に「さん」で統一させていただいた。

## 2. きっかけ

この研究を始めたのは 2000 年の春、博士課程 1 年（以降 D1 などと略す）のことであった。指導教官であった梶野敏貴さんの下、吉井 譲さんのきめ細やかな指導も受け、宇宙線による元素合成に関する研究課題で修士論文を提出したが、少し違う話題に取り組みたくなっていた時期であった。梶野さんに相談すると、どんどん興味のあることに手を出すようにとのこと。さらに、吉井さんからは「すぐ解けそうな問題ではなく、解けない問題に取り組みなさい」との貴重な言葉が。また私個人としては、大勢がやっていて他人と競争

するような研究課題には取り組みたくなかったので、できるだけ流行っていない話題を探すことにした。当時私は国立天文台理論部に居場所があったが、そこから見える流行は宇宙論や銀河に関する話題であった。「興味があって・すぐには解けなくて・流行からは隔絶した話題」ということで、恒星にまつわる話題から探すことにした。

恒星の構造や進化に関しての大枠はかなり以前にすでに理解されている。残っているのは—これは現在も変わっていないと思うが—「対流」と「質量放出」という難問だけであった。このため「あえて茨の道にいかなくても」という助言も多く受けたが、「解けそうな問題はすでに解かれており難問のみが残っている状況」は、そのまま「すぐには解けなくて・流行からは隔絶した話題」ということになる。特に私にとっては「流行からの隔絶」という点には大きな魅力を感じた。「対流」と「質量放出」のどちらにも非常に興味があり、この選択は難しかった。結局、学部 4 年のときに、東京大学天文センターの辻 隆教授の指導を受けていたことが決め手となり、質量放出現象に取り組むことにした。このときは辻さんの指導の下、低温度星大気の計算をやっていたが、この際に受けた感銘が大きかった。質量放出の研究に取り組むと、まさにいぶし銀の辻さんの研究論文<sup>2)~4)</sup>の数々に触れながら研究を進めていくことができるだろうと想像した。

まずは質量放出現象の基礎勉強である。1999年に *Introduction to Stellar Winds (Lamers & Cassinelli)*<sup>5)</sup> という恒星風に関する優れた教科書が出版されていたのは幸運であった。D1の前半にはまずは何とかこの本を読破しようということで、当時PDであった大向一行さんや、院生時代の5年間何かとお世話になった新田伸也さんをはじめとする諸先輩を巻き込み自主ゼミを開催した。また、自主ゼミとは別に、研究計画の立て方などの点で、当時隣の部屋におられた戸谷友則さんにお世話になった。

恒星風の教科書を読んでまずわかったことは、恒星風には大きく分けて2種類あるということである：

- 大質量星や漸近赤色巨星 (AGB) など輻射の強い星からの輻射圧駆動による恒星風
- 中低質量の主系列星からの波動、磁場、乱流などを介した恒星風

より解くのが難しそうな問題、研究者人口の少なさ、そして何といても辻さんの低温度星大気の研究とも直結するというので、迷わず後者を選択した。

教科書を読み終えた後の半年間、D1の後半はひたすら論文の乱読である。この際には全国各地の研究者の方々にはぶしつけな質問をしたり、また共同研究のお誘いに気の良い返事をしたまますっぽかしたりと、いろいろとご迷惑をお掛けしたと記憶している。この場を借りてお詫び申し上げたい。ともかく半年間の論文乱読期間、猪突猛進に進んできたつもりであったが、当時の視界は五里霧中、おそらく今の自分から見ると「大山鳴動して鼠1匹」というジタバタ状況で、非常に焦っていた覚えがある。

### 3. まず太陽から始めよう

しかしそんな中でも何となくわかってきたことがある。それは中小質量星からの恒星風の論文には必ず太陽の論文が引用されていること<sup>6)</sup>、場合

によっては筆者が太陽風の研究もしていること<sup>7)</sup> である。そして質量放出の勉強を始めて1年ほど経った頃、ようやく「まず太陽の勉強から始めなくては」と思うようになった。

国立天文台は国内最大の太陽研究拠点の一つである。この地の利を利用しない手はない。太陽天体プラズマのセミナーにも参加させていただきつつ、太陽の勉強を開始した。この際は常田佐久さん、桜井 隆さんをはじめとする多くの方々にお世話になった。しかし気持ちは焦るばかりである。恒星風の勉強を開始して1年以上経つものの、研究の題材さえ目処が立っていなかった。当時は他人の論文を読む際、少しでもやり残されていることを目を皿のようにしてアラ探ししていたように思う。精神的にもかなりツライ時期であった。

そしてようやく、重箱の隅をつつくようなネタを見つけたのはD2の秋頃のことであった。太陽風における音波の役割を、パーカーの定常太陽風計算<sup>8)</sup>に波の効果を取り入れることにより、直接調べてみようという題材である。より簡単なモデル計算により、音波だけでは太陽風の加熱と加速は説明できないということはある程度見積られていた<sup>9)</sup>が、音波の突っ立ちにより形成される衝撃波の効果を実験的に取り入れる計算は行われていなかった。この部分を突き詰めてみようというのが趣旨である。ある意味「ダメもと」状況なので、あまり心に熱いものは感じられなかったが、とにかく追い詰められた状況のなか、必死で計算をした。結果は大方の予想どおり、音波は太陽風加速に本質的な寄与をしないという否定的なものであった。しかし計算手法自体は新しいため、論文<sup>10)</sup>を執筆し何とか恒星風の勉強の開始の2年後に完成させた。今から思えばよくあの内容でApJに投稿したと思うが、論文を読み返してみると、否定的な内容を何とか肯定的な論調でストーリー立てしようという努力の跡が痛々しく、当時の追い詰められた心情が思い起こされた。し

かし、否定的な内容でもきっちり原稿を読んでもくれる誠実な査読者に当たるという幸運もあり、論文は無事受理された。

これは後々わかってきたことであるが、論文には2種類あるようである。

—結果を多くの人に伝えることが目的の論文

—論文を書くこと自体が目的の論文

このとき私が執筆した論文は後者であった。論文の結果が否定的な内容であったこともあり、さらなる発展性はあまり見込めないため、この論文は他人からはほとんど引用されていない。しかし、この論文を書かなかっただけで私自身が確実に研究業界からは足を洗っていたことを思うと、「執筆自体が目的の論文」も少なくとも私にとっては重要な意味があった。ともかく、かなりショボい論文ではあったが、査読者とのやり取りを経て単著で論文を書けたことは大きな自信になった。これによって心身の平静を取り戻し、研究を継続するエネルギーが充電されたように感じた。

これは後日談となるが、この波の取り扱いの手法は2年後、藤田 裕さんと和田桂一さんとの共同研究により、銀河団の中心部の加熱を記述するのに応用された<sup>11)</sup>。太陽風に関しては否定的な結果でも、新しい計算手法ということで論文にしておいたことの意味は大きかったと感じた。

## 4. 数値実験

音波は太陽風の駆動には本質的な寄与はしなかった。しかし、プラズマ中の磁力線を伝わる横波であるアルフベン波は重要な寄与をするであろうというのが、多くの研究者が信じているところであった<sup>12)–15)</sup>。これは、波頭の突っ立ちにより衝撃波散逸しやすい音波に対し、アルフベン波は数倍の太陽半径の太陽風加速領域まで伝播した後減衰し、そこでガスを加熱したり加速したりするであろうというのが理由である。そこで早速、上記

の音波の伝播の計算法をアルフベン波に応用し、定常太陽風の計算を行った。もっともらしい擾乱を下部から与えてやると、アルフベン波は十分上層部まで伝播した後減衰し、観測されている300–800 km/sの太陽風を自然と説明するという肯定的な結果を得た<sup>16)</sup>。

しかし、まだまだ太陽風のことを理解し切れたように思えなかった。波の取り扱いという点では、それまでのモデル計算よりも優れたものであったが、波の伝播を直接解いたわけではないので、波の反射などの重要な過程が考慮できていない。さらに、この計算と似た設定で行われた定常計算はあまた出されており<sup>13), 14), 17)</sup>、どれも似たり寄ったりの結果を出している。ここにきてようやく、先人たちの理解に追いついたとも言えた。

もうこうなったら、波動方程式を太陽風中で直接解いて、愚直に数値実験をするしかない。その頃、この段階までの定常計算をもとにした博士論文を東大天文教室に提出した。運よく学振PDに採用され、犬塚修一郎さんを受け入れとして京都大学天体核研究室に異動した時期であった。犬塚さんはご存じのとおり宇宙流体計算の専門家である。以下に述べる太陽風の数値実験では、特に数値実験技法の部分で多くの貴重な助言をいただき、数値計算プログラムを構築していくことになる。ともかく、ここでどっしりと腰を落ち着けて、太陽風の数値実験に取り組むことにした。太陽表面から十分外側の領域までの1次元<sup>\*1</sup>な磁束管中での、磁気流体波動の伝播、減衰、そしてガスの加熱や加速を首尾一貫した形式で取り扱い、何が起きるかを見ようというのがねらいである。

数値実験する際のこだわりは一つ：光球から擾乱を注入し波動を解くということである。太陽の光球の上には温度が数千度の彩層が存在し、その上空に温度が100万度を超えるコロナが存在する。光球からコロナまでは距離にすると

\*1 1次元磁束管を考え物理量は動径方向( $r$ )のみに依存すると仮定するが、磁場や速度などのベクトル量は3成分すべてを取り扱う。

1,000–10,000 km 程度であり、太陽半径が約 70 万 km であることを考えると、太陽光球のほんの薄皮のような領域を経た上空にコロナが存在していることになる。しかし光球の密度が約  $10^{17} \text{ (cm}^{-3}\text{)}$  であるのに対し、コロナの密度は  $10^9 \text{ (cm}^{-3}\text{)}$  程度以下と 8 桁以上も低い。光球からコロナへと至る領域は空間的には非常に狭いが、物理状態が大きく変化する領域である。特に、大きな密度差のためアルフベン速度（波の伝播速度）が急激に変化し、伝播する波の形が変形し波は反射される。光球からコロナ底部までの波の伝播にはさまざまな複雑な過程が絡み、何としても解いておこななくては気が済まない領域であった。しかしながら、他グループの太陽風計算では、コロナの底部<sup>13), 14)</sup>、もしくは、かなり頑張った計算でも彩層とコロナを分ける遷移層下部<sup>17)</sup>を「太陽表面」のように扱い、そこから波動を注入し計算するという手法を取っているものしかなかった。光球の擾乱状況は詳細に観測されているものの、コロナ底部や遷移層における波動や擾乱の観測が難しく、ほとんどデータがない。コロナ底部を計算の始点とするシミュレーションでは、観測に基づく現実的な波動の注入ができていないということになる。

この「光球から解く」というこだわりを貫き通すのは、たいへんな作業であった。光球から上空にいくに従って、密度の減少に伴いアルフベン速度が大きく変化する。さらに波の伝播によっても密度や磁場強度が変化し、同じ場所でも時間とともにアルフベン速度が変化する。波の伝播、減衰を正確に解くには、シミュレーションで使用する格子の間隔をその場所でのアルフベン速度に比例させてやるのが理想的であるが、これがたいへんなのである。磁場のエネルギーがガスのエネルギーよりもかなり大きいという、シミュレーションしにくい状況とも相まって、少しでもマズい格子の設定をすると、すぐに密度が負になったりして一瞬で計算が壊れてまう。勘を頼りに、ひたすら泥臭く試行錯誤を繰り返す職人技の世界であっ

た。心が折れそうになったときは、「下町の町工場から出た世界オンリーワンの技術」などの雑誌記事を読んで、気持ちを奮い立たせていたことを思い出す。結局、計算機の中でまともに太陽風が吹き出すようになるまで、プログラムを書き始めてから 1 年半を要した。当時から 6 年経った今も、光球から太陽風を解く非定常な磁気流体数値実験には、われわれの関係者を除きまだ誰も成功していない。

太陽光球で観測されているような粒状斑の擾乱速度を注入すると、上空は自然と 100 万度以上に暖められ、速度が数百 km/s の太陽風が吹き出すことがわかった。（この数値実験の結果の詳細については、天文月報 2006 年 4 月号の記事<sup>1)</sup>をご参照いただきたい。）太陽中心の核融合で解放されたエネルギーのほんの一部（100 万分の 1 程度）が、表面对流層を通して上空の磁気流体波動へと転化され、複雑な非線形過程を経て太陽風となり、地球にもやってきているということである。

## 5. Solar Wind 11

太陽風の数値実験に成功し、論文<sup>18)</sup>をまとめた 2005 年夏、カナダで開催された Solar Wind 11 という国際会議に参加した。この研究会はおおよそ 4 年に 1 度米欧で交互に開催され、世界各国の太陽風研究者が集う研究会である（‘11’は 11 回目という意味）。まず到着して驚いたのは、日本人参加者の少なさであった。全参加者は 300 名程度はいたと思うが、日本人参加者は 3 名、そのうちの 1 名は米国機関所属ということで、日本の研究機関からの参加者は 2 名だけであった。どうやら、たまたまこのときだけ日本の研究者の都合がつかず参加者が少なかったというわけではなく、そもそも日本に太陽風の研究者が非常に少ないというのが実情のようであった。ちなみに、このときのもう一人の日本からの参加者は、名古屋大学太陽地球環境研究所で太陽風の観測をされている藤木謙一さんであった。

若手研究者が研究題材を選ぶ際、多くは指導教官と同じ分野を選ぶ場合が多いだろう。このため、ある研究分野にシニアスタッフがいない場合、一私のように漂流の末、太陽風研究に流れついたような特殊事例を除いて一、永遠にその分野には研究者が育たないことになってしまう。日本における太陽風研究が、ちょうどそのような「穴」であったようである\*2。宇宙天気予報や地球の気候変動とも絡み、太陽風研究がこれから重要性が増す研究分野であるという流れのなか、特に米国では基礎研究としてではなく、より実学的要素をもった分野としてとらえられ、研究者人口を増やしてきているように感じられる。一方日本では、太陽風研究はあくまでも基礎研究ということで、研究者数のコントロールはあくまでも自主性に委ねられていると思われる。私は日本のやり方のほうが好きだが、何事も競争原理の中に放り込まれてしまう昨今、そうも言ってもらえないのかもしれない。

話を戻そう。Solar Wind 11 での日本人の少ない孤独な状況を満喫した。私は完全に無名の研究者であったが、全霊をかけた講演予稿を事前に提出したこともあり、10分程度の口頭発表枠を割り当てられていた。最近では、発表の5分前までスライドの修正に動かしむなどというズボラな輩に成り下がってしまっているが、このときばかりは数日前には10枚程度のスライドを完成させ、その後毎日3時間ブツブツつぶやきながら講演を丸暗記した。講演は万事滞りなく終了した。研究の渋さが伝わったかどうか心配であったが、ジンワリとした反響があったことが徐々にわかってきた。私の発表は5日間の研究会のうちの確か2日

目であったが、残り3日間断続的に多くの人々から声を掛けられた。「一体どうやって計算メッシュを張ったら、あんな計算ができるんだ？」まさに一番苦勞した部分の質問である。さらに、計算で使用したメッシュ数などの詳細情報は、講演直後の質疑応答の際に口頭で伝えただけであったが、正確に記憶してくれている方々が複数いたのには驚いた。発表で私が伝えたかったことがほぼ伝わっていたと確信できた瞬間であった。

肯定的な意見と同時に、われわれの研究の物足りない点についても多くの指摘を受けた。最も重要な指摘は、1次元磁束管内での磁気流体波動を考えているため、波動は波動のまま非線形過程で減衰しているが、実際は波動乱流のエネルギーカスケードを通して効率良く減衰するはずである<sup>19), 20)</sup>という批判である。これはもっともな指摘であり、この後乱流の役割についての研究を開始する際の大きな動機づけとなった。京都大学の柴田一成さんのもとで学位を取得され、2010年から名古屋大学にPDでこられた松本琢磨さんが、現在この研究に精力的に取り組まれ、素晴らしい結果を出している<sup>21)</sup>。

## 6. 他の天体へ

3年間のPDが終わる2006年頃、太陽風の数値実験の成果を論文に発表し終えた<sup>18), 22), 23)</sup>。太陽風中の乱流という重要な課題がまだ残っていたが、少し立ち止まり、太陽風で得られた結果を他の天体に応用していくことにした。2000年に恒星風の勉強を開始後、有意義な回り道をして太陽研究に5年以上どっぷりとつかっていたが、ようやくさまざまな天体に応用できる準備が整った。こ

\*2 太陽風研究が「穴」になった原因の一つに、研究分野の境界領域にあることも挙げられると思う。太陽風関連の研究者は天文学会と地球電磁気・地球惑星圏学会にまたがっている。(これは米国でも同じでAASとAGUの間、したがって査読誌としてはApJとJGRの境界領域になる。)大学でいうと、物理天文系学科と地球科学系学科の間ということになる。教員の定員削減傾向の現状にあり、自分の分野の研究者の確保にも汲々としているのなか、境界領域の研究者のためのポストを確保する余裕はもはやなさそうである。そういう意味で、これまで私を採用していただいた東京大学駒場、ならびに、名古屋大学物理の関係者の方々にはたいへん感謝している。

の時ちょうど東京大学大学院総合文化研究科に異動した。江里口良治さん、蜂巢 泉さん、柴田大さんをはじめとする、天体物理のエキスパートに囲まれ、太陽以外の天体の研究をするには絶好の機会であった。

まず太陽が進化し赤色巨星になった際の恒星風の状況を調べた<sup>24)</sup>。数値実験としては中心天体の半径（すなわち表面重力）を変更するだけであったが、非常に面白いことがわかった。半径が太陽の10倍程度まで大きくなると、突然100万度の高温のコロナが消失し、平均温度が数万度以下の冷たい恒星風へと一気に変化するのである。平均温度は低いものの、熱的不安定性により時々熱いガスが間欠泉のように吹き出されるという、非定常数値実験ならではの現象も見られた。観測時期によってX線が見えたり見えなかったりする赤色巨星が報告されており、まさに実際の天体でも起きていることが数値実験でも見えているのかもしれない。

これは時間的には太陽の数値実験結果が出た頃までさかのぼるが、原始中性子星外層での元素合成におけるアルフベン波の役割を、長滝重博さんとの共同研究で調べた<sup>25)</sup>。ここでは数値実験ではなく、太陽での波の状況をモデル化し、利用するという手法を採った。また最近では、重力崩壊型超新星爆発において、住吉光介さん、山田章一さんのニュートリノ駆動原始中性子星風の数値シミュレーションに、アルフベン波の効果を現象論的に取り入れ、その役割を探った<sup>26)</sup>。マグネター程度の強い磁場の場合では、原始中性子星表面の対流で駆動されたアルフベン波が、爆発を駆動し得るをという結果が得られた。高密度星での現象の時間スケールは当然恒星と全く異なるわけであるが、定性的には太陽と似たことが起きていても良いようである。またアルフベン波による超新星爆発に関しては、戎崎俊一さんとの議論もたいへん刺激的で、大きな力となった。

またがらりと違う天体で、原始惑星系円盤から

吹き出す円盤風についても調べた。円盤内の磁気乱流により円盤風が駆動され、円盤のガス成分を消失をさせる<sup>27)</sup>。さらには、惑星の材料である固体塵成分や原始惑星の軌道進化にも影響している可能性が分かり<sup>28)</sup>、これはこれで今後発展しそうな題材である。原始惑星系円盤からの円盤風に関する話題は、武藤恭之さん、犬塚さんとともに「遊星人」（日本惑星科学会誌）に解説記事を書かせていただいた<sup>29)</sup>ので、そちらも合わせてご参照いただければと思う。

## 7. さいごに—理論屋の修行の場としての太陽—

太陽の研究の成果を、さまざまな天体での研究へと応用してみても気づいたのは、太陽研究は理論屋にとって格好の修行の場であるということである。太陽は地球に最も近い恒星である。日本のYOHKOH, HINODEをはじめとする衛星や地上望遠鏡により、他の天体とは比較にならない詳細な観測データが集められている。磁気流体やプラズマの各項を直接観測しているような状況である。最近では波動成分の位相相関までHINODEの観測により測定され<sup>30)</sup>、アルフベン波の反射の状況まで定量的に議論できるようになりつつある。このような詳細な観測を説明し、さらには予言まで行うために、必然的に理論モデル計算や数値実験による研究は鍛えあげられていく。赤色巨星や高密度星、原始惑星系円盤での論文を書く際にも、「太陽で使用した研究手法」という点は非常に高い説得力をもっていると感じた。

今後とも軸足はあくまでも太陽に置き、広い視野を持ちつつさまざまな天体に応用をするという研究スタイルを続けていきたいと思う。そのためにも太陽で観測されている詳細な輸送過程の状況の深い理解に根差した理論研究を常に心掛けておきたい。この研究奨励賞を励みに、気持ちをフレッシュにしてなお一層研究に精進したいと思う。

## 謝 辞

すでにこれまで述べてきたように、本研究の遂行には多くの方々のご協力があった。改めて感謝を申し上げたい。また本文中で思わぬ形でお名前を登場させてしまい、気を悪くされた方々には、この場を借りてお詫び申し上げたい。また、本文中にはお名前の挙げるができなかったが、ほかにも多くの方々にお世話になった。特にこれまで在籍した国立天文台理論、京大天体核、東大駒場、名大物理の皆様方、ならびに、国立天文台太陽天体プラズマの皆様方にはたいへんお世話になっている。重ねて感謝を申し上げたい。

## 参 考 文 献

- 1) 鈴木 建, 犬塚修一郎, 2006, 天文月報 99(4), 205
- 2) Tsuji T., 1973, A&A 23, 411
- 3) Tsuji T., 1988, A&A 197, 185
- 4) Tsuji T., Ohnaka K., Aoki W., Yamamura I., 1997, A&A 320, L1
- 5) Lamers H. J., G L. M., Cassinelli J. P., 1999, 'Introduction to Stellar Wind' (Cambridge)
- 6) Hartmann J. V., MacGregor K. B., 1980, ApJ 242, 260
- 7) Watanabe T., 1981, PASJ 33, 679
- 8) Parker E. N., 1958, ApJ 128, 664
- 9) Stein R. F., Schwartz R. A., 1982, ApJ 177, 807
- 10) Suzuki T. K., 2002, ApJ 578, 598
- 11) Fujita Y., Suzuki T. K., Wada K., 2004, ApJ 600, 650
- 12) Hollweg J. V., 1973, ApJ 181, 547
- 13) Withbroe G. L., 1988, ApJ 325, 4442
- 14) Sandbæk Ø., Leer E., 1994, ApJ 423, 500
- 15) Ong K. K., et al., 1997, ApJ 474, L143
- 16) Suzuki T. K., 2004, MNRAS 349, 1227
- 17) Lie-Svendsen Ø., Leer, E., Hansteen V. H., 2001, J. Geophys. Res. 106, A5, 8217
- 18) Suzuki T. K., Inutsuka S., 2005, ApJ 632, L49
- 19) Mattheus W. H., et al., 1999, ApJ 523, L93
- 20) Cranmer S. R., van Ballegoijen A. A., 2005, ApJS 156, 265
- 21) Matsumoto T., Suzuki, T. K., 2011, in preparation
- 22) Suzuki T. K., Inutsuka, S., 2006, J. Geophys. Res 111, A06101
- 23) Suzuki T. K., 2006, ApJ 640, L75
- 24) Suzuki T. K. 2007, ApJ 659, 1592
- 25) Suzuki T. K., Nagataki S., 2005, ApJ 628, 914
- 26) Suzuki T. K., Sumiyoshi K., Yamada, S., 2008, ApJ 678, 1200
- 27) Suzuki T. K., Inutsuka S., 2009, ApJ 691, L49
- 28) Suzuki T. K., Inutsuka S., Muto T., 2010, ApJ 718, 1289
- 29) 鈴木 建, 武藤恭之, 犬塚修一郎, 2009, 遊星人 18, 147
- 30) Fujimura D., Tsuneta, S., 2009, ApJ 702, 1443

**Let's Start from the Sun****Takeru K. SUZUKI**

*Ta Lab., Department of Physics, Graduate School of Science, Nagoya University, Furocho, Chigusa-ku, Nagoya 464-8602, Japan*

Abstract: I am working on stellar astrophysics, with emphasis on solar physics. In this article, I would like to introduce how solar physics is important and interesting in understanding stellar astrophysics, based on my personal experience.