



Takayuki Muranushi <muranushi@gmail.com>

コンドリュール加熱の一次元モデルについて

7 件のメッセージ

Takayuki Muranushi <muranushi@gmail.com>

2013年7月25日 23:38

To: miurah@nsc.nagoya-u.ac.jp

Cc: Shu-ichiro Inutsuka <inutsuka@nagoya-u.jp>

三浦さま、お久しぶりです。村主です。

いま、コンドリュール加熱のハイブリッドシナリオというのを考えています。
これは、基本的には衝撃波加熱モデルでコンドリュール前駆体を融かすのですが、原始惑星系円盤で衝撃波が立ったとき
周囲に氷ダストも共存していると、雷が起こるのではないかという説です。

これにより、加熱源の遍在性・規模において有利な衝撃波モデルを使いつつも、雷に晒されたと目される一部のコンドリュール
の存在(Wasilewski&Dickinson 2000)を説明できます。

なぜ雷が起きるかという、氷ダストが衝撃波面に突入してコンドリュールとともに加熱され完全に昇華する場合、氷表面は
常に電荷分離していますので、表面の負電荷が蒸発し、正電荷をまとったダストが衝撃波下流を運動することで起電力を生
じることが考えられるからです。

この仮説に対して説得力ある物理的説明をするには、氷ダストの揮発や、プラズマとダストが担う電荷の移動などを盛り込んだ
衝撃波面に垂直な一次元の解を求めることが必要だと考えています。衝撃波の形状を考慮した高次元シミュレーション
や、複雑なchemistryを考慮することは、徒に系を複雑にして見たい物理を見えなくするため、いまは必要がないと考えてい
ます。衝撃波面からの距離の関数として、電流と電場、また温度分布や氷ダストの状態を含んだ定常解を求めることが目標
です。そのうえで電場が臨界電場を超えるかどうか判定します。

そこで、コンドリュール加熱が専門の三浦さんに、モデルを構築するのを手伝っていただけませんか。

ひとまず Wood (1984)やHood&Horanyi (1991,1993) を読み始めていますが、最新の知見に照らして矛盾がなく、かつ本質
をとらえたモデルはどのようなものになるか、アドバイスをいただければと思います。

よろしくお願いします。

--

Takayuki MURANUSHI

The Hakubi Center for Advanced Research, Kyoto University

http://www.hakubi.kyoto-u.ac.jp/02_mem/h22/muranushi.html

Mail Delivery Subsystem <mailer-daemon@googlemail.com>

2013年7月25日 23:38

To: muranushi@gmail.com

Delivery to the following recipient failed permanently:

miurah@nsc.nagoya-u.ac.jp

Technical details of permanent failure:

DNS Error: Domain name not found

----- Original message -----

DKIM-Signature: v=1; a=rsa-sha256; c=relaxed/relaxed;

d=gmail.com; s=20120113;

h=mime-version:from:date:message-id:subject:to:cc:content-type;

bh=iswapCunOdObWRpKo7TZjRNe9VjfbXnQf5G+idkbsDk=;

b=cK1tM99VmfSKYS8AuByHJyvikNltVLQD9jtqT66A6P7FncV1Y/zR/pkm6Anqyy1x/d

dYONCTY+cAPNxMYrZ+Xk/BgxmnhZ8j8lrfH5cK0dWKcJ+nE3F9oUPIOY1UGomnRV3IEY

vBWO4QXRXNhr8ic6+18g/YUyyB439vF+OxNeoyxtexAkgT7kjPAeTeqXBhVFtVVFykW

iyjw9GEhkgKv7pUv9MONEOdEgpwANfPPCqAlZYPj0MJ+y5ZnufR0+Jh1QjwFL1SqG4Ur

cTseuVp8KMLjURcBjGZ4SgyDDRMMMkhmHJ6WBRwlbN5Ui9PL/bMcMM485m76846qiLh
pmVQ==

X-Received: by 10.180.19.196 with SMTP id h4mr2313308wie.38.1374763133298;

Thu, 25 Jul 2013 07:38:53 -0700 (PDT)

MIME-Version: 1.0

Received: by 10.217.104.130 with HTTP; Thu, 25 Jul 2013 07:38:33 -0700 (PDT)

From: Takayuki Muranushi <muranushi@gmail.com>

Date: Thu, 25 Jul 2013 23:38:33 +0900

Message-ID: <CABGRzYN_nGxST=c0DHP_CzdWQXRu0WCfvHKD+g+A17Wh2xkhWQ@mail.gmail.com>

Subject: =?ISO-2022-JP?B?GyRCJTMlcyVJJWolZSE8JWsyQ0cuJE4wbDwhODUIYiVHJWskSxsoQg==?=

=?ISO-2022-JP?B?GyRCJEQkJCRGGyhC?=

To: miurah@nsc.nagoya-u.ac.jp

Cc: Shu-ichiro Inutsuka <inutsuka@nagoya-u.jp>

Content-Type: multipart/alternative; boundary=bcaec53d55f135ecec04e256fc91

三浦さま、お久しぶりです。村主です。

いま、コンドリュール加熱のハイブリッドシナリオというのを考えています。

これは、基本的には衝撃波加熱モデルでコンドリュール前駆体を融かすのですが、原始惑星系円盤で衝撃波が立ったとき周囲に氷ダストも共存していると、雷が起これるのではないかという説です。

これにより、加熱源の遍在性・規模において有利な衝撃波モデルを使いつつも、雷に晒されたと目される一部のコンドリュールの存在(Wasilewski&Dickinson 2000)を説明できます。

なぜ雷が起きるかという、氷ダストが衝撃波面に突入してコンドリュールとともに加熱され完全に昇華する場合、氷表面は常に電荷分離していますので、表面の負電荷が蒸発し、正電荷をまとったダストが衝撃波下流を運動することで起電力を生じることが考えられるからです。

この仮説に対して説得力ある物理的説明をするには、氷ダストの揮発や、プラズマとダストが担う電荷の移動などを盛り込んだ衝撃波面に垂直な一次元の解を求めることが必要だと考えています。衝撃波の形状を考慮した高次元シミュレーションや、複雑なchemistryを考慮することは、徒に系を複雑にして見たい物理を見えなくするため、いまは必要がないと考えています。衝撃波面からの距離の関数として、電流と電場、また温度分布や氷ダストの状態を含んだ定常解を求めることが目標です。そのうえで電場が臨界電場を超えるかどうか判定します。

そこで、コンドリュール加熱が専門の三浦さんに、モデルを構築するのを手伝っていただけませんか。

ひとまず Wood (1984)やHood&Horanyi (1991,1993)

を読み始めていますが、最新の知見に◆

----- Message truncated -----

Takayuki Muranushi <muranushi@gmail.com>

2013年7月25日 23:41

To: miurah@nsc.nagoya-cu.ac.jp

Cc: Shu-ichiro Inutsuka <inutsuka@nagoya-u.jp>

[元のメッセージ非表示]

Takayuki Muranushi <muranushi@gmail.com>

2013年7月25日 23:48

To: Shu-ichiro Inutsuka <inutsuka@nagoya-u.jp>

P.S. 犬塚さま、

三浦さんのアドレスを間違えたので再送させていただきました。すみませんでした。

Hubbard & McNallyらの論文ですが、コンドリュール加熱を扱った論文のほうはモデルやコードを紹介しているだけなので、単体では役に立たなさそうです・・・。

Shortcut Instabilityを扱っているメイン論文のほうはいま摂動計算を再現しているところです。(4)式についてはさらに深い解釈ができたので今度紹介しますね。

三浦さん、さっそくのお返事ありがとうございます！

2013年7月26日 15:30 Hitoshi MIURA <miurah@nsc.nagoya-cu.ac.jp>:

村主くん

お久しぶり、三浦です。メールをありがとう。コンドリュール形成に対する雷の影響もそうだけど、物理過程としてなかなか興味深い問題だと思いました。

> なぜ雷が起きるかという、氷ダストが衝撃波面に突入してコンドリュールとともに加熱され完全に昇華する場合、氷表面は常に電荷分離していますので、表面の負電荷が蒸発し、正電荷をまとったダストが衝撃波下流を運動することで起電力を生じることが考えられるからです。

注目する物理過程がここまで絞り込めているのであれば、まずはオーダー評価してみることを勧めます。氷ダストの蒸発速度とサイズを決めれば、完全に蒸発するまでの時間が決まるので、蒸発し始めから完全蒸発までに氷ダストが移動する距離が分かります。氷ダストの電荷分離の程度が既知であれば、これで電場が評価できます。これが臨界値を超えるかどうか。まずはこれを見てもいいかと。氷ダストがサイズ分布を持っていると多少面倒ですが。

ひとまずのオーダー評価した結果、マイクロメートルサイズの氷ダストについては、表面電荷層が融けきった瞬間に氷ダストの速度が1m/sもあれば起電力は臨界電場を超えることが分かっています。マイクロメートルサイズというのは、衝撃波に突入した瞬間にモノマーがバラバラになっちゃうんじゃないかという想定ですが、ひとまずサイズ依存性を出してみたいと思います。オーダー評価は清書でき次第送りますね。

また、雷が発生する衝撃波面からの距離が分かると、コンドリュール形成に及ぼす影響が議論できます。直感的には、コンドリュール形成を起こすほどの衝撃波が起きると、氷ダストは比較的素早く蒸発してしまうんじゃないかと思います(あくまで直感です)。つまり、「雷は生じるけど、それはコンドリュール前駆体がガス摩擦加熱によって熔融する遥か前である」という可能性が考えられます。コンドリュール形成のどのフェーズ(加熱時、凝固前、凝固中、凝固後)において雷が生じるのかは、残留磁化を検討する上で重要だと思います。

それは重要な問題で、一次元解で答えがでるはずですね。氷ダストを衝撃波面の奥まで輸送するメカニズムを考えるか、あるいは衝撃波を起こしている微惑星が彗星のように氷ダストを撒き散らしている天体だと考える必要があるかもしれません。コンドリュール形成には寄与しないが、雷は起こると言えるだけでもおもしろいかもしれません。

ということで、衝撃波後面の定常構造を求める前に、上記の二点についてオーダー評価をしておくの良いと思います。すでにオーダー評価できているのであれば、そのメモを見せてもらえるとさらに詳しい議論ができます。氷の蒸発速度などの計算法についてはアドバイスできると思います。

ここで逆に質問なんだけど、電荷分離した氷が蒸発する際、表面の負電荷がどのように蒸発するのかについては、どの程度分かっていると考えればいいですか？ 表面の蒸発に伴ってそこに分布していた電荷は全て氷ダストからひっぺがされと思って良いのか、それとも表面は蒸発するけど負電荷は氷ダスト内部に移動できるので負電荷の蒸発はほとんど生じないと考えて良いのか。どうなんでしょ？

この点は水の表面物性をやってるひとにも聞いたのですが、そのような実験がない、分からないとのこと。私の考えでは、負電荷はむしろ簡単には移動できないからこそ表面に留まっているというのが氷の自発的電荷分離のメカニズムなので、電荷の蒸発は起こると考えています。液体の水の霧に関してはLenard効果という形で知られています。

あと、Wasilewski and Dickinsonが引き合いに出しているfulgarite(閃電岩)ってのは、雷による加熱・急冷によってガラス化した岩石ですね。雷のみによる加熱でのコンドリュール形成は、室内放電実験からは否定的な結果が得られています(Güttler et al. 2008, Icarus 195, 504)。かといって、加熱はガス摩擦に任せてそこに弱い雷を当てただけで、Wasilewski and Dickinsonが出張しているような高い残留磁化が実現するかどうかは、ちゃんと考えなければいけないかも知れませんね(今後の課題として)。

確かにGüttlerらの実験は私も把握していますが、あれは円盤環境とくらべてガス密度が高すぎるので、そのせいで雷がより細くなっていることが、アグリゲートの爆発を引き起こしやすい方向に働いている可能性があるとは私は考えています。原始惑星系円盤での雷がダストにどういう効果を引き起こすかについては、謙虚に検討を積み重ねていかねばなりませんね。

[元のメッセージ非表示]

[元のメッセージ非表示]

To: Takayuki Muranushi <muranushi@gmail.com>

Cc: Hitoshi MIURA <miurah@nsc.nagoya-cu.ac.jp>, Shu-ichiro Inutsuka <inutsuka@nagoya-u.jp>

村主くん

> オーダー評価は清書でき次第送りますね。

了解。ひとまず、清書を待ちます。

> この点は水の表面物性をやってるひとにも聞いたのですが、そのような実験がない、分からないとのこと。私の考えでは、負電荷はむしろ簡単には移動できないからこそ表面に留まっているというのが氷の自発的電荷分離のメカニズムなので、電荷の蒸発は起こると考えています。液体の水の霧に関してはLenard効果という形で知られています。

Lenard効果の場合は、水滴が機械的に分裂した場合に電荷分離が起きると想定しているようですね。そして、氷(水ではない)が蒸発した場合の電荷分離についてはほとんど分かっていない、と。村主モデルの本質はここにありそうな気がします。つまり、氷の蒸発に伴う電荷分離をどれだけ正当化できるか、がポイントになりそうだと感じました。

氷の蒸発に伴って電荷分離が生じると仮定した場合、どんな現象が予想できるのか、そしてそれは実験的に検証できるのか、という観点で基礎研究をすることは考えていませんか？ 例えば、まったくの思いつきだけど、氷の微粒子を高温(氷が蒸発する程度の)環境で電場の中に放り込んだらどうなるのか、とか。これだけでひとつのテーマになりそうだけど。

> 確かにGüttlerらの実験は私も把握していますが、あれは円盤環境とくらべてガス密度が高すぎるので、そのせいで雷がより細くなっていることが、アグリゲートの爆発を引き起こしやすい方向に働いている可能性があるとは私は考えています。

同感です。

三浦

[元のメッセージ非表示]