
R2D2

リリース **1.1**

Hideyuki Hotta

2019 年 12 月 20 日

目次

第 1 章	とりあえず始めるには	3
第 2 章	数値スキーム	5
2.1	MHD スキーム	5
第 3 章	フリーパラメタ	7
第 4 章	方程式	9
第 5 章	コードの構造	11
第 6 章	座標生成	13
第 7 章	境界条件	15
7.1	上部境界	16
7.2	下部境界	16
第 8 章	人工粘性	17
第 9 章	入力・出力	19
9.1	バージョン履歴	19
第 10 章	Sphinx 使用の覚書	21
10.1	はじめに	21
10.2	インストール	21
10.3	HTML ファイルの生成	21
10.4	VS code の利用	22
10.5	環境設定	22
10.6	記法	23
第 11 章	ライセンス	25
第 12 章	索引と検索ページ	27

このページは太陽のための輻射磁気流体コード R2D2(RSST and Radiation for Deep Dynamics) のマニュアルである。



第 1 章

とりあえず始めるには

第 2 章

数値スキーム

2.1 MHD スキーム

2.1.1 空間微分

R2D2 では、4 次の中央差分を用いている。格子間隔が一様な場合には中央差分では微分は

$$\left(\frac{\partial q}{\partial x}\right)_i = \frac{-q_{i+2} + 8q_{i+1} - 8q_{i-1} + q_{i-2}}{12\Delta x_i}$$

となる。R2D2 では、非一様な格子間隔にも対応しており、

2.1.2 時間積分

R2D2 では、

第 3 章

フリーパラメタ

第 4 章

方程式

第 5 章

コードの構造

第 6 章

座標生成

第 7 章

境界条件

論文を書くときは

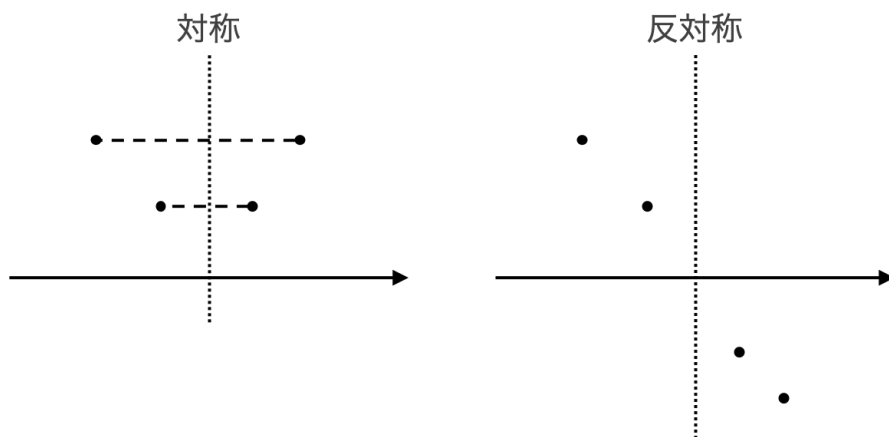
- x, y : 水平方向
- z : 鉛直方向

となっているが、R2D2 のコード内では

- x : 鉛直方向
- y, z : 水平方向

となっている。この取扱説明書では、コードに合わせた表記を用いる。

また、対称・反対称とは以下のような状況を表す。



7.1 上部境界

7.1.1 ポテンシャル磁場

磁場があるときは、上部ではポテンシャル磁場境界条件を使う。

7.2 下部境界

開く時どの質量フラックスも対称にする。計算領域内での質量を一定に保つために、水平に平均した密度 $\langle \rho_1 \rangle$ は反対称。そこからのずれ $\rho_1 - \langle \rho_1 \rangle$ は対称な境界条件をとる。

一方、エントロピー s_1 は上昇流で反対称、下降流で反対称な境界条件をとる。この心は、開く境界条件を取るときは計算をしている領域の結果は信用するが、外から入ってくる物理量は、計算領域に寄らないというものである。下降流は現在計算している領域内部での情報を持って計算領域の外に出ていくので、対称な境界条件を用いる。一方、上昇流は、計算している領域の外からの情報を持って計算領域に入ってくるので、反対称な境界条件を用いて擾乱をゼロにする。これは元々の **Model S** での量を上昇流のエントロピーに用いるということである。

第 8 章

人工粘性

第 9 章

入力・出力

9.1 バージョン履歴

- ver. 1.0: バージョン制を導入
- ver. 1.1: 光学的厚さが 0.1, 0.01 の部分も出力することにした。qq_in, vc を config のグローバル変数として取扱ことにした。

第 10 章

Sphinx 使用の覚書

10.1 はじめに

Sphinx は、reStructuredText から HTML や Latex などの文章を生成するソフトウェアである。[Sphinx の公式サイト](#)最近では Markdown でも記述できるが、結局最後のところは reStructuredText で記述することになるので、現状では、Markdown は使用していない。このウェブサイトも Sphinx で生成しているので、覚書をここに記す。

10.2 インストール

ここでは Anaconda がすでにインストールしてある Mac に Sphinx をインストールすることを考える。基本的には以下のコマンドを実行するのみである。

```
pip install sphinx
```

Markdown を使いたい時は以下のようにする。

```
pip install commonmark recommonmark
```

10.3 HTML ファイルの生成

適当なディレクトリを作成(ここでは test)とする。そこで、sphinx-quickstart コマンドにより Sphinx で作るドキュメントの初期設定を行う。

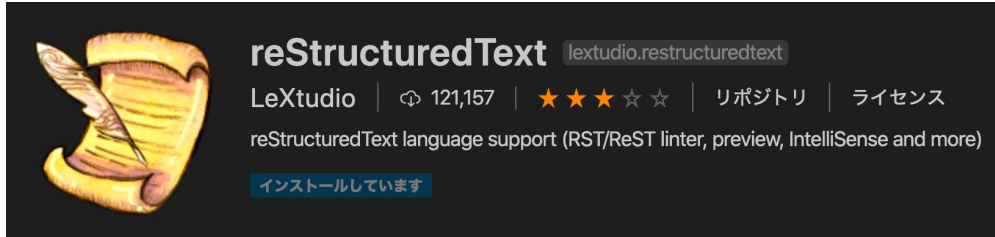
```
mkdir test # ディレクトリ作成
cd test   # ディレクトリに移動
sphinx-quickstart
```

いくつか質問をされる。基本的には読めばわかる質問であるが少し戸惑う質問を以下にあげる。

- プロジェクトのリリース: 1.0 などと `version` を答える。後に `conf.py` を編集すれば変更可能
- プロジェクトの言語: デフォルトは英語の `en` であるが、日本語を使いたい時は `ja` とする

10.4 VS code の利用

VS code を利用すると快適に `reStructuredText` を作成することができる。`*.rst` ファイルを VS code で開くと自動で確認されるが、以下のプラグインをインストールする。



`Cmd+k` `Cmd+r` で画面を分割してプレビューできる。正しい `conf.py` の場所を設定する必要がある。

10.5 環境設定

デフォルトの設定では、数式を書く時に `Mathjax` を使用するようで、数式の太字が意図するように表示されなかったため `svg` で出力することにした。以下のように `conf.py` に追記する。

```
extensions += ['sphinx.ext.imgmath']
imgmath_image_format = 'svg'
pngmath_latex='latex'
```

また、ウェブサイトのテーマを変更することもできる。どのようなテーマがあるかは `Sphinx` のテーマを参照。好きなテーマを選んで `conf.py` に以下のように設定。

```
html_theme = 'bizstyle'
html_theme_options = {'maincolor' : "#696969"}
```

今後変更の余地あり。

10.6 記法

10.6.1 リンク

10.6.2 コード

10.6.3 画像

10.6.4 数式

第 11 章

ライセンス

R2D2 は現状、公開ソフトウェアではなく再配布も禁じている。これは今後、変更される可能性はあるが、開発者(堀田)の利益を守るためである。共同研究者のみが使って良いというルールになっており、R2D2 の使用には、以下の規約を守る必要がある。

- 再配布しない
- 改変は許されるが、その時の実行結果については開発者は責任を持たない
- R2D2 で実行する計算は、堀田と議論する必要がある。パラメタ変更などの細かい変更には相談する必要はないが、新しいプロジェクトを開始するときはその都度相談すること。堀田自身のプロジェクト、堀田の指導学生のプロジェクトとの重複を避けるためである。
- R2D2 を用いた論文を出版するときは [Hotta et al., 2019](#) を引用すること。より詳しく説明した論文も出版予定である。

第 12 章

索引と検索ページ

- `genindex`
- `search`