

# プラズマ波動分散解析ツール KUPDAP 使用法

ERG サイエンスセンター2016/07/21

## ●使用する準備

1. IDL8 以降の 64bit 版であることを確認、および SPEDAS にパスが通った状態にしておく
2. (win 版のみ) 下記 2 つの redistributable package をインストール
  1. [Visual Studio 2013 再頒布可能パッケージ](#)
  2. [Intel Compiler 再頒布可能パッケージ \(zip 中の intel64 版をインストール\)](#)
3. win, mac, linux の各ディレクトリから使用 OS に合わせて選択し、DLM パスを通す。
  1. windows の場合: idl の画面上の  
ウィンドウ→設定→IDL→パス  
で「選択パス」を DLM パスに変更し、「挿入」をクリック。
  2. mac, linux の場合: 環境変数 IDL\_DLM\_PATH に追加  
例 (bash) : `export IDL_DLM_PATH=' <IDL_DEFAULT>:+(install_dir)/KUPDAP/linux'`  
  
\* windows でも IDL\_DLM\_PATH を環境変数で同様に設定することが可能  
\* IDL8.3 以降のバージョンの場合、コマンドライン上で `!DLM_PATH` が編集可能
4. PROs にパスを通す。(SPEDAS にパスを通すのと同じ要領で)

## ●KUPDAP(Kyoto University Plasma Dispersion Analysis Package)について:

KUPDAP は、京都大学生存圏研究所スペースグループにて開発されました。また、IDL への実装は ERG サイエンスセンターが行いました。本 IDL パッケージの IDL コード及びダイナミックリンクモジュール(DLM)は非商用、研究及び教育用途において、自由に使用する事ができます。

本 IDL パッケージに関するご質問は、ERG サイエンスセンター[ergsc-help@isee.nagoya-u.ac.jp](mailto:ergsc-help@isee.nagoya-u.ac.jp) まで、お知らせください。

KUPDAP HP: <http://space.rish.kyoto-u.ac.jp/software/>

参考文献: Sugiyama, H., S. Singh, Y. Omura, M. Shoji, D. Nunn, and D. Summers (2015), Electromagnetic ion cyclotron waves in the Earth's magnetosphere with a kappa-Maxwellian particle distribution, J. Geophys. Res. Space Physics, 120, 8426-8439, doi:10.1002/2015JA021346.

## ●GUI 起動と動作確認

1. thm\_init を実行
2. kupdap.pro をコンパイル

```
THEMIS > ./r kupdap
```

3. kupdap を実行

```
THEMIS > kupdap
```

→ キーワード/**chorus**, **/emic** でそれぞれテンプレート読み込み

```
THEMIS > kupdap, /chorus  
THEMIS > kupdap, /emic
```

→ キーワード/**load** でパラメータファイルロード画面を起動 (Load Parameters と同じ動作)

```
THEMIS > kupdap, /load
```

4. 開きたい分散関係をチェックボックスで選択し、**Calculate** をクリック

## ●パラメータの説明

注意 1：与えるパラメータおよび出力される値は全て、規格化されたものである。

例：  $V_{para} = 600 \text{ km/s}$ ,  $V_{perp} = 900 \text{ km/s}$  のとき  $c: 300$  ならば

$V_{para}: 0.6000$ ,  $V_{perp}: 0.9000$  を入力する。

注意 2：粒子固有のパラメータ規格化は全て Species の 1 番上のものを基準とする。

例：  $H^+$ ,  $He^+$ ,  $O^+$ ,  $e^-$  の密度比が  $0.8:0.1:0.1:1$  の場合、**1: 0.125: 0.125: 1.25** として使用する。

KUPDAP

c:  omega:  theta:

Species:

label:

distribution type:

q:  q/m:  Pi or -N:

Vdrift:  Vperp:  Vpara:

Kappa:  Beta:  Rho:

rmin:  rmax:  Nr:

imin:  imax:  Ni:

kmin:  kmax:  Nk:

Display:  w-k  g-w  g-k

c: 光速

omega: 一番上の Species のサイクロトロン周波数

theta: 波の伝搬角 ( $0^\circ - 90^\circ$ )

The screenshot shows the KUPDAP software interface. At the top, there are input fields for 'c:', 'omega:', and 'theta:'. Below these, a red dashed box highlights the 'Species:' dropdown menu (currently set to 'e-') and the 'label:' input field with 'add' and 'remove' buttons. Further down, there is a 'distribution type:' dropdown menu (set to 'bi-Maxwellian') and several other input fields: 'q:', 'q/m:', 'Pi or -N:', 'Vdrift:', 'Vperp:', 'Vpara:', 'Kappa:', 'Beta:', and 'Rho:'. Below these are three rows of input fields for 'rmin:', 'rmax:', 'Nr:', 'imin:', 'imax:', 'Ni:', and 'kmin:', 'kmax:', 'Nk:'. At the bottom, there are buttons for 'Load Parameters', 'Save Parameters', 'Read THEMIS', 'Calculate', and 'Cancel', along with a 'Display:' section containing checkboxes for 'w-k', 'g-w', and 'g-k'.

**Species:** 粒子種の名前

→ プルダウンをクリックすると他の粒子種のリストが表示され、選択可能となる

**label:** 粒子種を追加・削除する際に使用

→ label に Species リストに存在しない名前を記入し、add を押すとその名前の粒子が Species リストに追加される

→ label に Species リストに存在する名前を記入し、remove を押すとその名前の粒子が Species リストから削除される

KUPDAP

c:  omega:  theta:

Species:

label:

distribution type:

q:  q/m:  Pi or -N:

Vdrift:  Vperp:  Vpara:

Kappa:  Beta:  Rho:

rmin:  rmax:  Nr:

imin:  imax:  Ni:

kmin:  kmax:  Nk:

Display:  w-k  g-w  g-k

distribution type: 分布関数の種類

→ bi-Maxwellian, subtracted-Maxwellian, kappa-Maxwellian, kappa subtracted-Maxwellian の 4 種類から選択

→ 各分布関数を決定するパラメータは Kappa, Beta, Rho

q: 電荷

q/m: 電荷質量比

Pi/-N: (正で入力) プラズマ周波数、(負で入力) 1 つめ Species の密度で規格化された密度比(注意 2 参照)

→ 1 つめの Species の欄には必ずプラズマ周波数を入力

Vdrift: 背景磁場平行方向のドリフト速度

Vpara: 背景磁場平行方向の熱速度

Vperp: 背景磁場垂直方向の熱速度

Kappa, Beta, Rho: 分布関数パラメータ。(使用しない場合は 0 を入力)

KUPDAP

c:  omega:  theta:

Species:

label:

distribution type:

q:  q/m:  Pi or -N:

Vdrift:  Vperp:  Vpara:

Kappa:  Beta:  Rho:

rmin:  rmax:  Nr:

imin:  imax:  Ni:

kmin:  kmax:  Nk:

Display:  w-k  g-w  g-k

rmin, rmax, Nr: 実周波数の最小値、最大値、解探索の分解能

imin, imax, Ni: 成長率の最小値、最大値、解探索の分解能

kmin, kmax, Nk: 波数の最小値、最大値、解探索の分解能

## ボタンの説明

KUPDAP

c:  omega:  theta:

Species:

label:

distribution type:

q:  q/m:  Pi or -N:

Vdrift:  Vperp:  Vpara:

Kappa:  Beta:  Rho:

rmin:  rmax:  Nr:

imin:  imax:  Ni:

kmin:  kmax:  Nk:

Display:  w-k  g-w  g-k

**Load Parameters:** パラメータファイル(\*.prm)をロードする画面の呼出し

**Save Parameters:** 入力したパラメータをパラメータファイル(\*.prm)に出力



KUPDAP

c:  omega:  theta:

Species:

label:

distribution type:

q:  q/m:  Pi or -N:

Vdrift:  Vperp:  Vpara:

Kappa:  Beta:  Rho:

rmin:  rmax:  Nr:

imin:  imax:  Ni:

kmin:  kmax:  Nk:

Display:  w-k  g-w  g-k

**Read THEMIS:** THEMIS モーメントデータの読み込みウィンドウの起動(後述)

KUPDAP

c:  omega:  theta:

Species:

label:

distribution type:

q:  q/m:  Pi or -N:

Vdrift:  Vperp:  Vpara:

Kappa:  Beta:  Rho:

rmin:  rmax:  Nr:

imin:  imax:  Ni:

kmin:  kmax:  Nk:

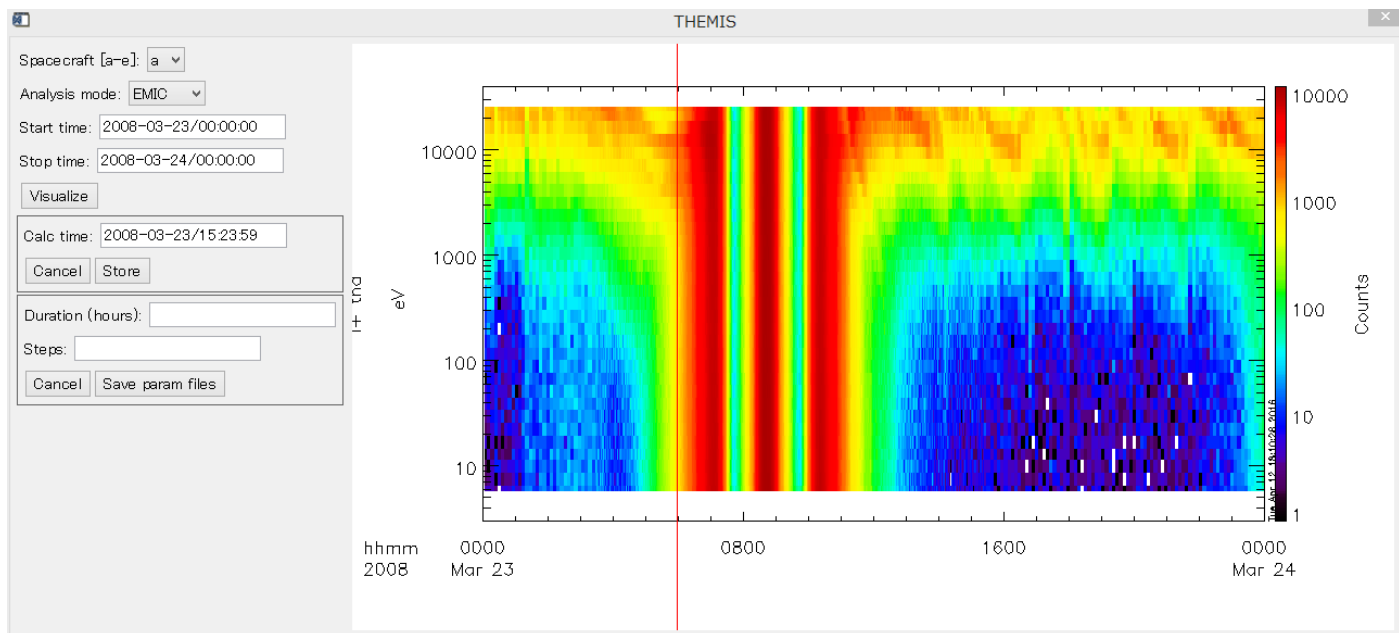
Display:  w-k  g-w  g-k

**Calculate:** 入力されたパラメータで分散関係を計算、Display で選択された図を表示。

**Cancel:** ウィンドウを閉じて終了します。(廃止予定)

**Display:** w(周波数), k(波数), g(線形成長率)。3通りの組み合わせの図から選択

## ●衛星データの使用



1. Read THEMIS をクリック
2. Spacecraft, Analysis mode, Start time, End time を設定
3. Visualize をクリック → E-t ダイアグラムが表示
4. E-t ダイアグラムをクリック、もしくは Calc. Time に時刻入力
5. Store をクリック →メイン画面の Species に thm\_i/thm\_e が入力される。
  
6. 入力された Species 欄を開き、密度、分布関数情報を編集
7. Calculate をクリック

\* Duration 以下の機能は未実装です。使用しないでください。

## ●開発編 ～自由に発展させたい人向け～

現バージョンは、開発版として位置づけられていますので、動作が不安定な場合があります。お気づきの点がありましたら、随時 ERG サイエンスセンターまでご連絡をお願いします。また、開発チームへの参加を希望される方は、随時ご連絡ください。

### 1. ディレクトリ構成

PROs/の下に、prms/, dat/ template/, の3ディレクトリがあり、プロシージャからみて相対的にこの位置関係にないとエラーを出す。

prms: パラメータファイル\*.prmの保管庫。Calculate を押すと、その瞬間のタイムスタンプを含んだファイル名のパラメータファイルがここに自動的に保存される。

dat: データファイル \*.dat の保管庫。パラメータファイルと同名の dat ファイルが自動的に保存される。

template: /emic, /chorus オプションを使用するためのパラメータファイルの保管場所。

\*prms, dat どちらも定期的に不要ファイルを消去しないと、すごい数のテキストファイルが生成される。

### 2. プロシージャ構成と動作

```
kupdap.pro ---- dsolver_etdiagram.pro---thm_disp_moment.pro
                |
                |-- kupdap_wrapper.pro ---- kupdap.dlm
```

kupdap.pro: フロントエンド。GUI などの動作を管理

dsolver\_etdiagram.pro: themis データ呼出画面のコントロール

thm\_disp\_moment.pro: dsolver\_etdiagram.pro 内から呼びだされ、THEMIS モーメントデータをダウンロードして整形

kupdap\_wrapper.pro: kupdap.pro から呼び出され、DLM を呼び出す。オプションに対応して plot 画面を返す。

### 3. kupdap\_wrapper.pro の使い方 (CUI 版分散ソルバ)

```
kupdap_wrapper, kk, wk, gk, gmax, wmax, spc=spc, time=time, wkdisp=wkdisp, gwdisp=gwdisp,
gkdisp=gkdisp
```

引数:

kk, wk, gk, gmax, wmax, 波数データ, 周波数データ, 成長率データ (解の個数 × 200 の 2 次元配列)

gmax, wmax: (解全ての中の)最大成長率、その時の周波数

### オプション:

spc, time: 衛星番号 (THEMIS 使用時、未使用時は 0)、時刻 (観測 or パラメータ保存)

これらの 2 つは、パラメータファイル名同定に使用される。

wkdisp, gwdisp, gkdisp: 表示させる分散関係図のコントロール

(参考) パラメータファイル名の DLM 受け渡しのための命名規則:

```
gtdisp_000_20160218190000.prm
```

最初の 3 字の数字 (000): 衛星番号 (spc)。衛星未使用時は 000, THEMIS[a-e] が 001-005

次の 14 字の数字 (20160218190000): 時刻 (time)。

kupdap\_wrapper.pro と DLM で呼び出されるエンジン部のプロシージャ (kupdapProcedure) は \*.prm ファイルと \*.dat ファイルの 2 つの入出力テキストファイル、および対応する衛星番号と時刻を与える数値でやり取りしている。

線形分散関係ソルバはその特性上、物理的にあり得ない解 (ニセ解) を出してしまう。パラメータ内の分解能を調整すると数が増えるが、本バージョンでは簡単のために、kupdap\_wrapper.pro が出す解として以下の条件を与えている。

```
if (max(gkt(i,*)) gt 0) and (max(gkt(i,*)) lt 0.1) and (max(wkt(i,*)) lt 2 )
```

成長率の最大値、周波数の最大値に制限をかける形で与えている。解を見分ける自信のある人は、この部分を自由に編集して使用してみてください。