

## 4：人工衛星 (MODIS) データのダウンロード

担当：植山雅仁  
実習場所：B11 棟・238 号室

### 1. 実習の目的

近年、地域・地球規模の環境計測に人工衛星が広く用いられるようになってきている。陸域生態系の水・炭素などの物質循環の評価、森林伐採・火災などの攪乱の評価、土地被覆分類、植物季節の観測などにおいても、人工衛星データを利用したさまざまな研究が報告されている。本実験では、地球計測の分野で広く利用されている米国 NASA の人工衛星のデータの処理方法について学ぶ。

### 2. 中分解能撮像分光放射計

この実習では、米国航空宇宙局 (NASA; National Aeronautics and Space Administration) の地球観測衛星 Terra/Aqua に搭載される中分解能撮像分光放射計 (MODIS; Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) から取得されたデータを利用する。MODIS データは、オンラインから無料でダウンロードして使用することが出来る。

Terra 衛星は 1999 年 12 月 18 日に打ち上げられ、これまで 10 年以上のデータが蓄積されている。Aqua 衛星は 2002 年 5 月 4 日に打ち上げられ、Terra 衛星と同様に MODIS が搭載されている。

Terra/Aqua 衛星共に、日中と夜間の一日二回の観測を行なう (Terra は、午前・午後 10 時半頃、Aqua は午前・午後 1 時半頃)。MODIS は、 $0.4\ \mu\text{m}$ ～ $14.4\ \mu\text{m}$  の波長帯の間に 36 の観測バンドを持ち、それぞれの波長帯における地表面の反射率を計測している (表 1)。例えば、赤色バンド ( $620\ \text{nm}$ ～ $670\ \text{nm}$ )、近赤外バンド ( $841\ \text{nm}$ ～ $876\ \text{nm}$ ) は、地表面の赤と近赤外域での光の反射率を計測し、 $250\ \text{m}$  の空間解像度を持っている。

表 1. 陸域観測に広く用いられる MODIS センサーのバンド

バンド	波長 (nm)	分解能 (m)
1	620 - 670	250
2	841 - 876	250
3	459 - 479	500
4	545 - 565	500
5	1230 - 1250	500
6	1628 - 1652	500
7	2105 - 2155	500
31	10.780 - 11.280	1000
32	11.770 - 12.270	1000

### 3. データ取得の申請方法

MODIS データの検索は、Land Processes Distribution Active Archive Center (LP DAAC) のホームページ上にある REVERB ツールを用いて行なう (図 1)。

LP DAAC : <https://lpdaac.usgs.gov/>

REVERB : <http://reverb.echo.nasa.gov/reverb>

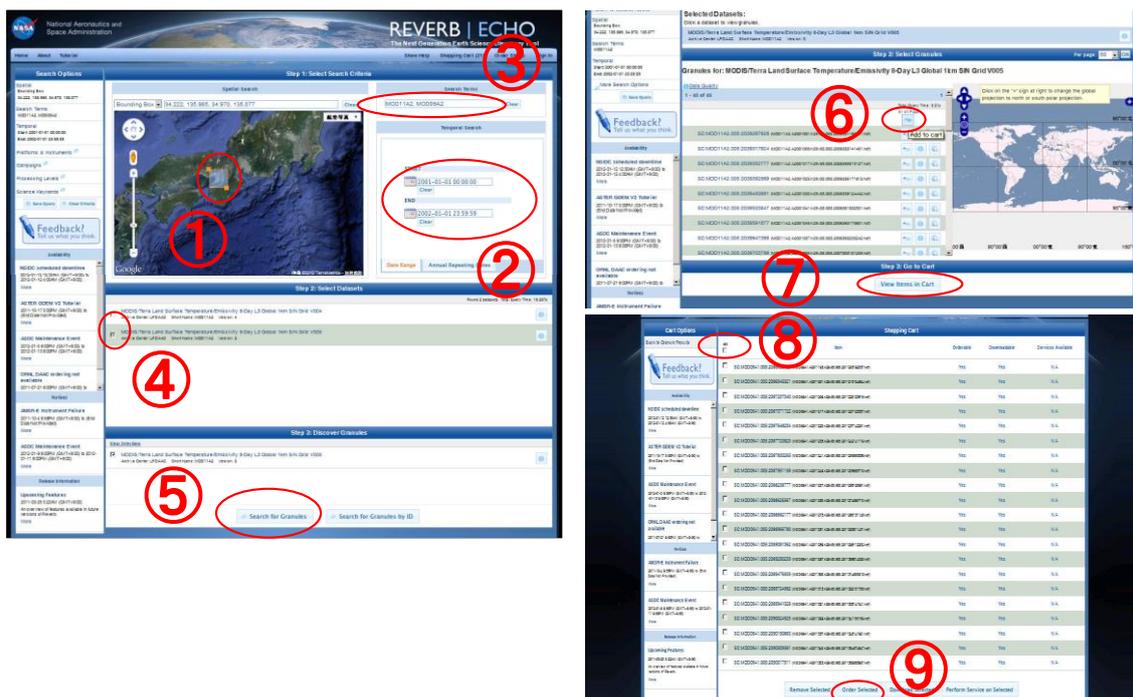


図 1 REVERB のブラウザ画面

**Step 1**

- ① Google Earth のインターフェイスを利用して、対象領域を絞りこむ。今回の実験では大阪府から滋賀県南部にかけての領域（北限：北緯 35 度、南限：北緯 34 度、西限：東経 135 度、東限：東経 136 度）のデータを整備するため、大阪を中心とした領域を四角で囲む。
- ② 解析対象とする期間を設定する。今回は 2000～2015 年間の任意の年について 1 年間のデータを整備する。ただし、各人の解析対象が同じ年とならないようにする。
- ③ 整備対象を絞り込むためのキーワードを入力する。今回は、表面反射率、地表面温度のデータを整備する。地表面反射率は「MOD09」、地表面温度は「MOD11」と関連キーワードを入力する。  
\*複数のキーワードで、同時に 2 種類以上のデータを検索することはできない。

**Step 2**

- ④ 絞り込まれたデータリストに対して、実際に注文したいデータにチェックを付ける。今回は以下の二つのデータを注文する。

表面反射率：MODIS/Terra Surface Reflectance 8-Day L3 Global 500m SIN Grid V005

地表面温度：MODIS/Terra Land Surface Temperature/Emissivity 8-Day L3 Global 1km SIN Grid V005

- ⑤ 注文するデータを指定できたら、「Search for Granules」 ボタンを押す。ボタンを押すと、Web の画面が図1の右側の画面に切り替わる。
- ⑥ 注文可能なファイルのリストが生成されるので、その中から実際に注文したいファイルを Cart に入れる。一覧されたファイルを全て注文する場合は、「All on Page」 ボタンを押す。
- ⑦ 注文するファイルを Cart に入れた後、「View Items in Cart」 ボタンを押す。
- ~~⑧ ボタンを押すと画面が切り替わり、Cart に選択されているファイルのリストが表示される。この画面で、「All」 チェックボックスにチェックを付ける。~~

- ⑨ 「Order Selected」 ボタンを押す。
- ⑩ 個人情報を入力する画面が表示されるので、必要な個人情報を入力する。入力したメールアドレスにはファイルのダウンロード先が送付されてくるため、PC のアドレスを記入する。
- ⑪ 個人情報を入力した後、画面の下にある「Proceed」 ボタンを押す。
- ⑫ データの取得方法を設定する (実際は、FTP Pull のみ利用可能)。「Set」 ボタンを押して、設定ダイアログを立ち上げる。

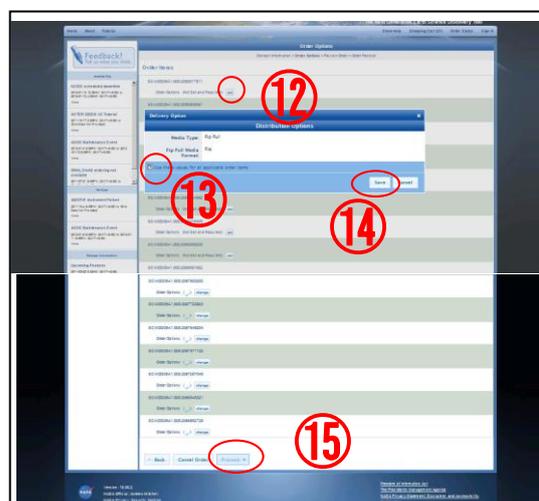


図2 REVERB のブラウザ画面

- ⑬ 「Use these values for all applicable order items」 にチェックを付ける。
- ⑭ 「Save」 ボタンを押す。
- ~~⑮ ダイアログを閉じた後、「Proceed」 ボタンを押す。~~
- ⑯ 画面が切り替わるので、切り替わった画面の下にある「Submit Order」 ボタンを押すと、データの注文が完了する。注文後数分以内に、正しく注文が出来たことを通知するメールが送付されてくる。その後、数分から数時間のうちに、データがアップロードされている FTP サーバの場所がメールで連絡される。

## 4. データのダウンロード方法

REVERB を用いて LPDAAC にデータを申請すると、早ければ数分のうちに、「LPDAAC ECS Order Notification Order ID: XXXXXXXXXXXX」というタイトルの e-mail が送られてくる。このメールは、LP DAAC からデータの準備が完了したことを通知するもので、申請したデータのダウンロード先が記載されている。

データのダウンロードは、メール中に記載の「Down load ZIP file of packaged order:」行下の zip ファイルで一括ダウンロードすることも可能であるが、容量が大きいと時間がかかるため、以下に分割してダウンロードする方法を記載する。ダウンロードには、以下の二つのフリーソフトを使用するので、適宜、ダウンロードして windows にインストールする。

サクラエディタ：高機能テキストエディタ

<http://sakura-editor.sourceforge.net/download.html>

Irvine：ダウンローダー

<http://www.vector.co.jp/soft/dl/win95/net/se218138.html>

### 4-1. サクラエディタを用いたダウンロードリストの作成

① メールの内容を全てエディタにコピーし、任意の名前をつけて保存する。

② ダウンロード対象ファイルには必ず「hdf」の文字列が含まれている。そこで Grep 検索機能で、テキストファイル中の「hdf」を含む行のみを抜き出し、一覧を作成する。

Grep 検索機能は、エディタの画面上で[Ctl]+[g]を押すことで起動する(図4)。図4を参考にして、ダイアログに必要事項を入力して、検索するとリストファイルが作成される。

③ リストを成型して、ダウンロードリストを作成する。はじめの10行と最後の1行は不要であるので削除する。先に保存したメールファイルの中から、「Ftp Pull Download Links:」行の1行下に記載されるFTPアドレスをコピーする。

Grep 検索されたリスト上で、[Ctl]+[f]を押すと図5の様な置換ダイアログが立ち上がる。図5を参照して、置換

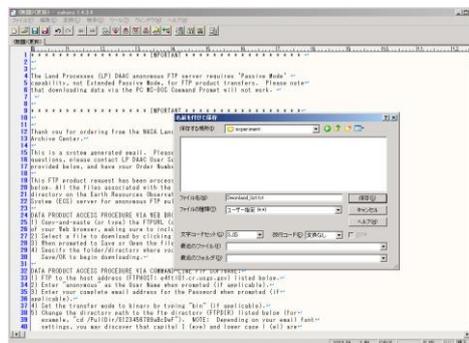


図3 サクラエディタ

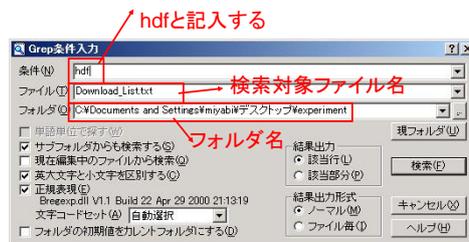
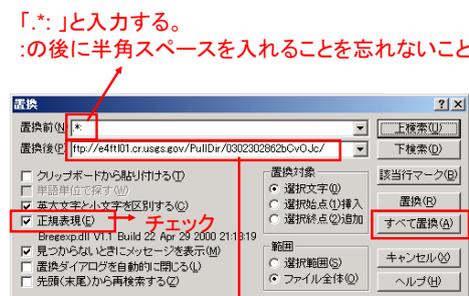


図4 Grep 検索の画面



「\*」と入力する。  
:の後に半角スペースを入れることを忘れないこと

メールファイルからFTPアドレスをコピーし  
/(スラッシュ)を最後につける。

図5 正規表現を用いた置換

ダイアログに必要事項を入力する。

置換前文字列には、「.\*:」と入力する (:の後には、半角スペースを入れること)。これは、正規表現と呼ばれる記述方式で、それぞれの文字は以下の様な意味を持つ。

「.」 任意の文字、「\*」連続する任意の文字列

即ち、「.\*:」とは、行の頭から「:」が現れるまでの任意の文字列を表す。この文字列を、「LPDAACのFTPサーバーのアドレス」に置換すると、ダウンロードファイルのフルパスのリストを作成することが出来る。正規表現を用いた置換を実施するので、「正規表現」にチェックをつけておく。

全ての入力完了した後、置換を実施するが、その前に「上検索」ボタンを押して置換対象文字列が妥当であるかを確認しておく（置換対象は黄色く塗られる）。置換対象文字列が正しければ、「すべて置換」ボタンを押して置換を実施する。作成されたリストファイルは、任意の名前で保存しておく。

正規表現：http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%AD%A3%E8%A6%8F%E8%A1%A8%E7%8F%BE

#### 4-2. Irvine を用いたダウンロード

##### ① Irvine を立ち上げてフォルダ設定を行なう。

フォルダタブから、保存先のフォルダを指定する (図 6)。ダウンロードする衛星データの容量が非常に大きくなるため、ハードディスクに十分な空き容量があるかを事前に確認しておくこと。

ダウンロードタブから、同時にダウンロードするファイルの数を入力する。ダウンロード数のテキストボックスに「5」と入力する。

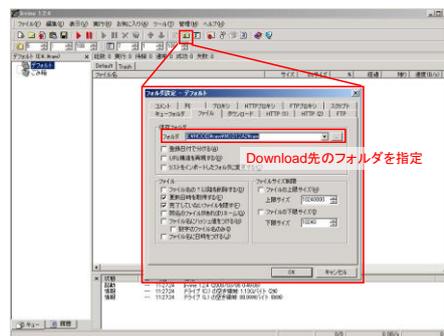


図 6 Irvine のフォルダ設定画面

##### ② 4-1 で作成したリストファイルの内容を全選択し ([Ct] + [a] を押し、[Ct] + [c] でコピーする)、Irvine のウィンドウ上で貼り付けると ([Ct] + [v])、リンクウィンドウが立ち上がる (図 7)。登録が完了したら、リンクウィンドウを閉じる (誤って登録ボタンを 2 度以上押さないこと)。

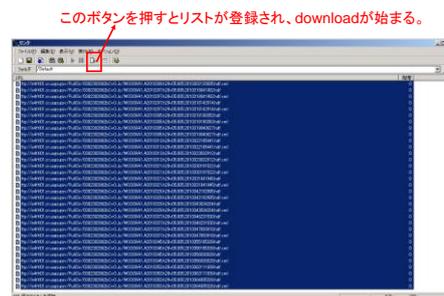


図 7 Irvine のリンクウィンドウ

①、②の作業を行なうとダウンロードがスタートする。通常、ほうっておくとダウンロードは完了するが、サーバーの接続状態などによっては、ダウンロードが切断されることがあるため、定期的に正常なダウンロードが行なわれているかを確認する必要がある。

**Irvine** でダウンロードした衛星データについては、データプロダクト毎に別々のフォルダを作成して個別に管理すること。具体的には、MOD09 と MOD11 のファイルを別々のフォルダに保存すること。

参考URL：

とらりもん (MODIS データのダウンロード方法を始めとして、リモセン関連の情報)

<http://pen.agbi.tsukuba.ac.jp/~torarimon/>