

ウェブ地図技術を用いた大規模惑星大気 数値シミュレーションデータの可視化

杉山 耕一郎^{*1}, 松村 和樹^{*1,4}, 森脇 大智^{*1},

村橋 究理基^{*2}, 石渡 正樹^{*2}, 林 祥介^{*3}

^{*1}松江高専 情報工学科 ^{*2}北海道大学 宇宙理学 ^{*3}神戸大 惑星学/CPS, ^{*4}現在は日立産業制御ソリューションズ

2021/10/11 ARC-Space拠点集会

はじめに

- ・ 超高解像度な数値計算が多数実施されるようになってきた.
- ・ スケール間相互作用が重要な系においては,
 1. 系全体の様相
 2. 領域サイズよりもずっと小さな現象の振る舞いの両方を詳細に観察・検討したい.
- ・ 従来は 1, 2 それぞれの図を用意して観察・検討してきた.

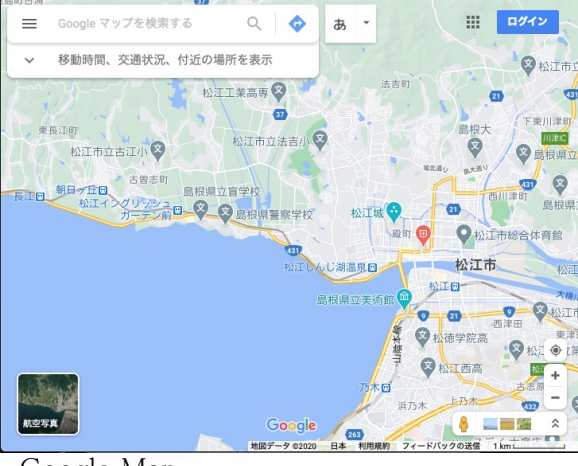


問題点：
興味ある現象を調べきれない

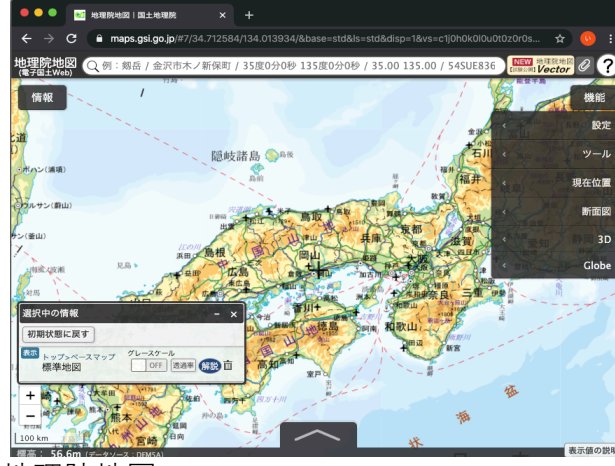
図：京コンピュータで行われた火星大気のだストデビルの数値シミュレーションの可視化の例. 既存のツールでは多数のだストデビルのクローズアップ画像を観察するのは非常に効率悪い

はじめに ~ 問題解消のために ~

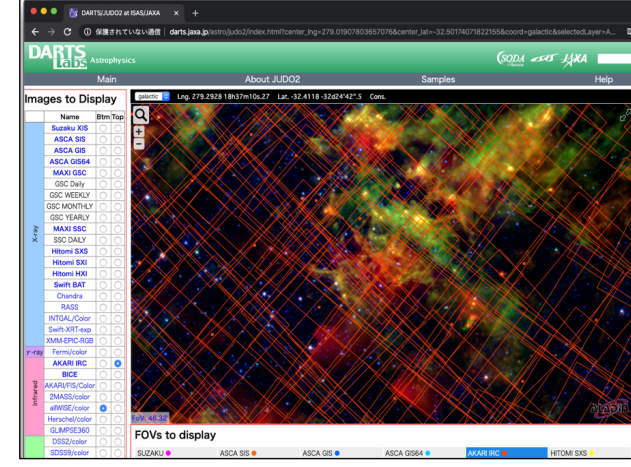
- ・ 拡大縮小およびスクロールしながら興味ある現象を探索・調査することの出来る可視化ツールが必要
- ・ いくつかの先行分野では、分野で必要とされる機能を備えた可視化ツールが開発



Google Map
<https://www.google.co.jp/maps/>



地理院地図
<http://maps.gsi.go.jp/>



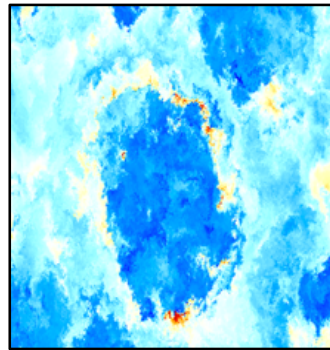
天文分野の例(JUDO2),
<http://darts.jaxa.jp/astro/judo2/index.htm>

本研究の目的

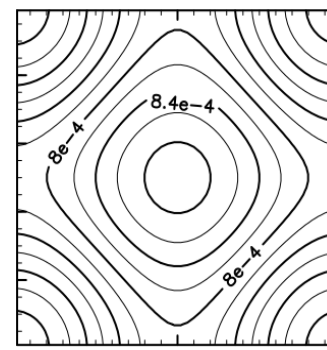
- Web Map Tile Service (WMTS) を活用し，数値データの拡大縮小とスクロール，および既存ツールの主要機能が実装された可視化ツールの開発と公開

既存ツールの主要機能

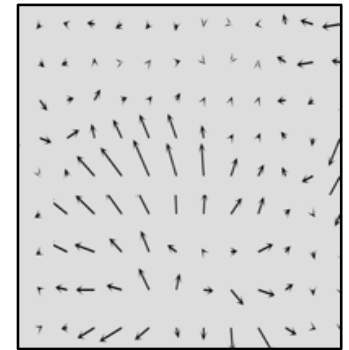
- カラートーン図やコンター図の描画，風速ベクトルの描画
- 数学的操作 (平均値からの偏差など)
- 複数の変数の重ね合わせ
- アニメーション
- カラーマップの変更
- 描画範囲の変更



カラートーン図



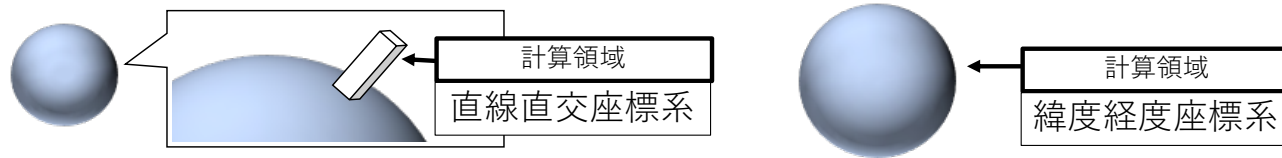
コンター図



ベクトル図

本研究の目的

- Web Map Tile Service (WMTS) を活用し，数値データの拡大縮小とスクロール，および既存ツールの主要機能が実装された可視化ツールの開発と公開
- 年度ごとの目標



① 2017,18,19 : **領域モデル** (直線直交座標系) の扱い

- 既存ツールの主要機能を実装可能なことを確認

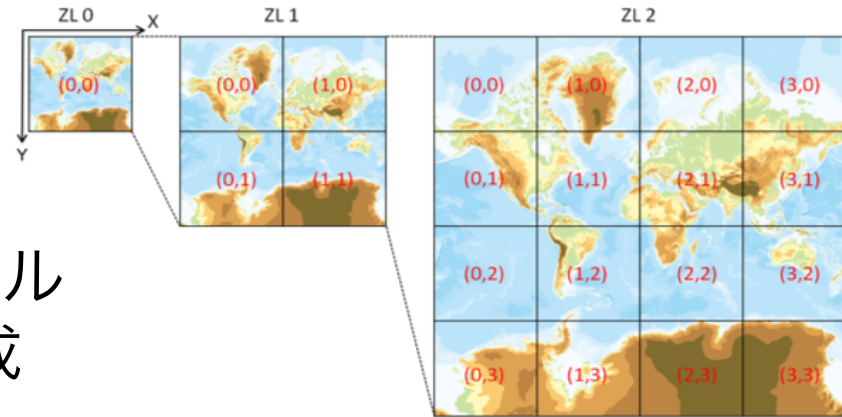
② 2020 : **全球モデル** (緯度経度座標系) の扱い

- 地図投影法を実装可能なことを確認

③ 2021 : 領域モデルと全球モデルを統一的に扱うことのできるツールの実装

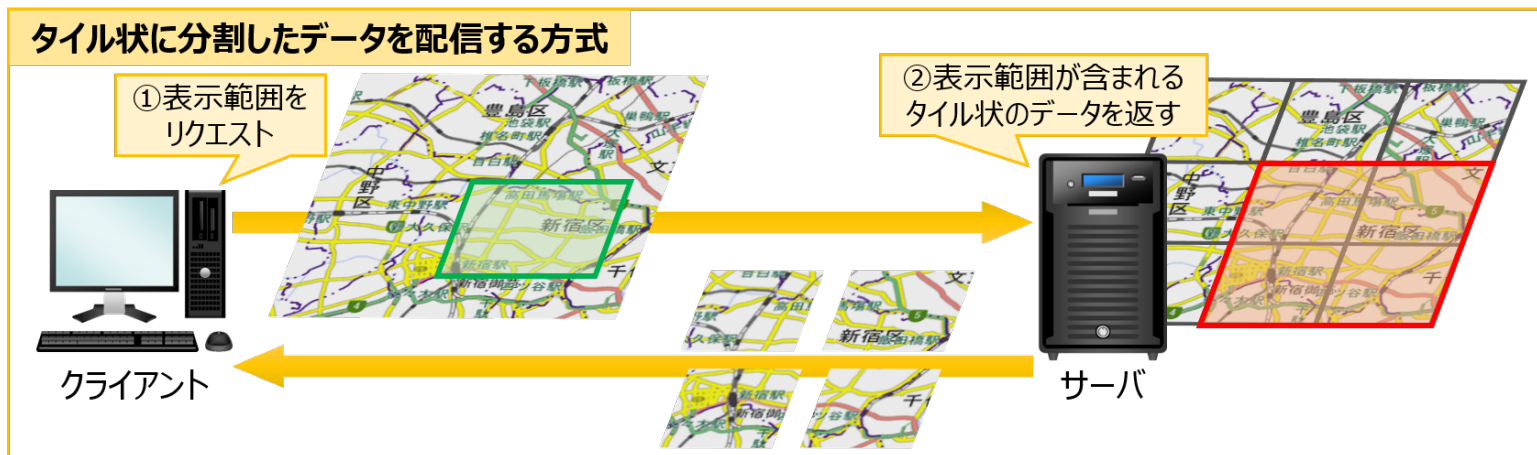
実現方法 ~ Web Map Tile Service (WMTS)~

- ・ タイルと称されるPNG形式のファイルを描画に利用



- ・ 1つの地図は複数の拡大レベルから成る多数のタイルで構成

- ・ 各タイルの中から表示領域に入ったものだけを読み込むことでスムーズな操作を実現



実現方法 ~ Web Map Tile Service の拡張 ~

- 一般的に用いられるPNG形式の画像タイルでは、既存ツールの主要機能の実装が難しい
 - 画像から実数の値を読み取れないことに起因
 - 例) コンター ⇔ トーン ⇔ ベクトル ✖
 - 例) トーンの色付け替え ✖
- Web Map Tile Service の拡張が必要
 1. 数値データタイルの定義と描画
 - 実数値を取得可能なタイル
 2. 時空間の4次元データへの対応
 - 一般にウェブ地図では2次元の地図をタイル分割することが想定.

実現方法 ~ 数値データタイトルの定義 ~

- 数値データタイトル：各画素のRGB値と変数の値(実数)を1対1対応させたPNG形式の画像
 - 国土地理院の標高タイトルを拡張
(整数(標高値を100倍したもの)とRGB値の対応づけ)

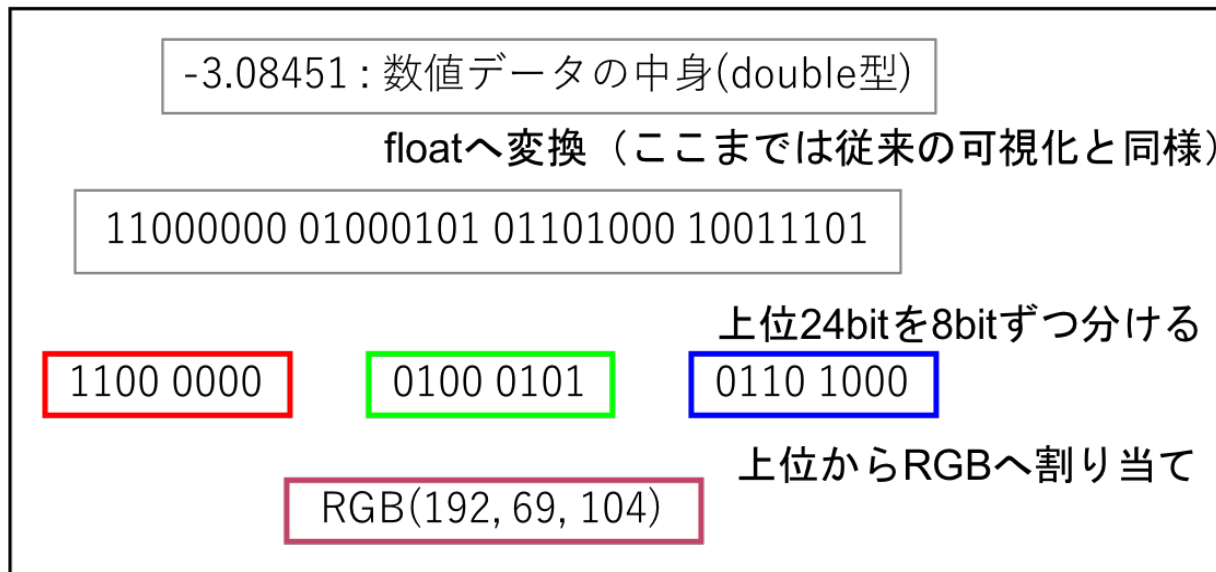
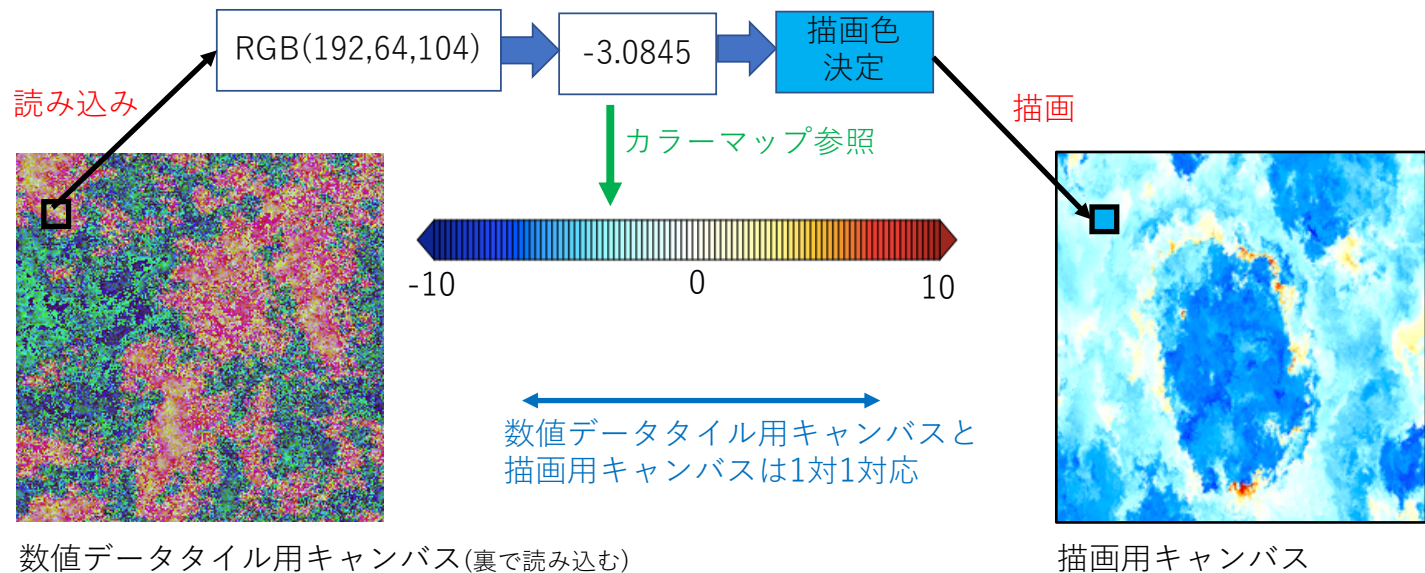


図 . 数値データタイトルにおける実数とRGB値の対応関係

実現方法 ~ 数値データタイルの描画 ~

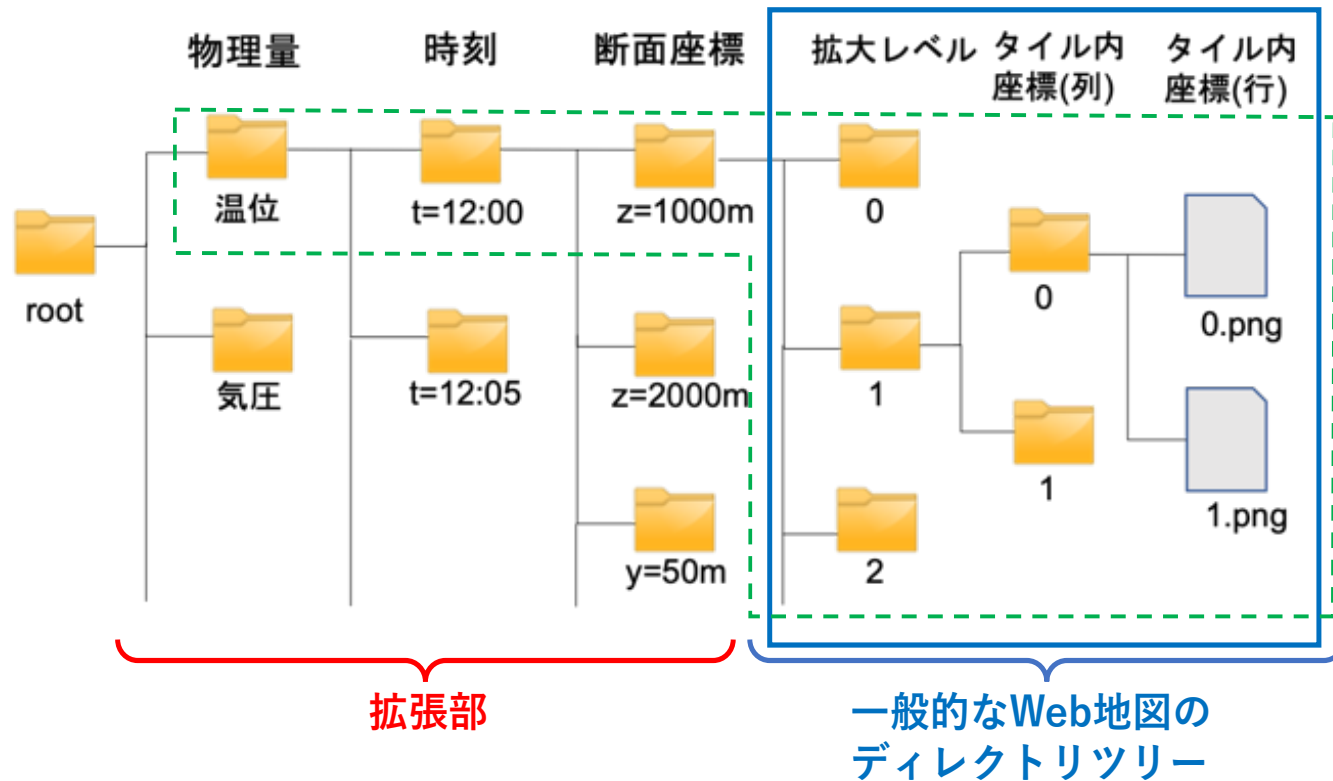
- 数値データタイルの数値を読み取り描画する新たな Java Script のクラスを定義

数値データタイルからカラートーン図の描画



実現方法 ~ 4次元データの扱い ~

- 時空間の4次元データを扱うためのディレクトリツリーの定義

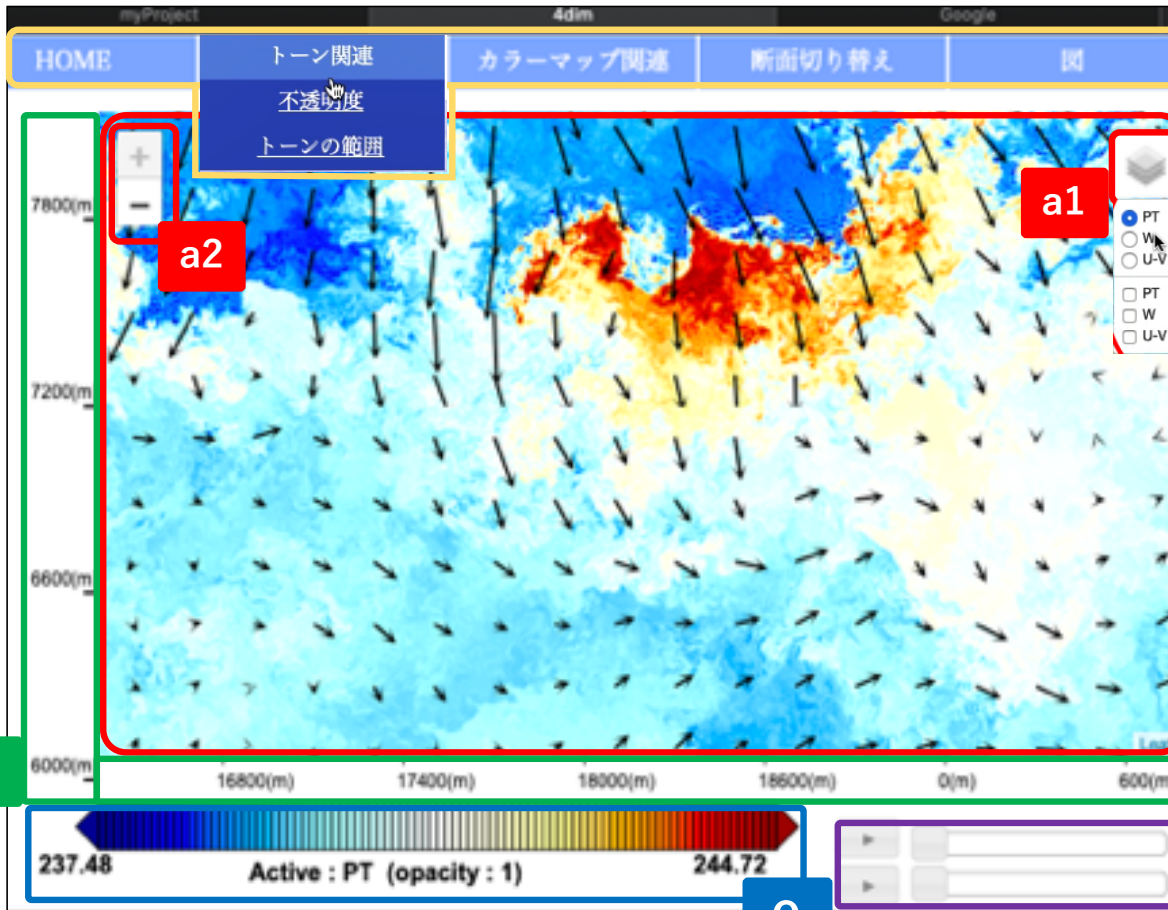


結果 ~ 可視化ツール dcwmt (Leaflet版) ~

- ・ 領域モデルの結果を Leaflet (WMTSの Java Script ライブラリ) で実装できた



- 既存可視化ツールの主要機能も実装可能であることを確認



[a] データ表示領域

[a1] レイヤー切替

[a2] 拡大縮小ボタン

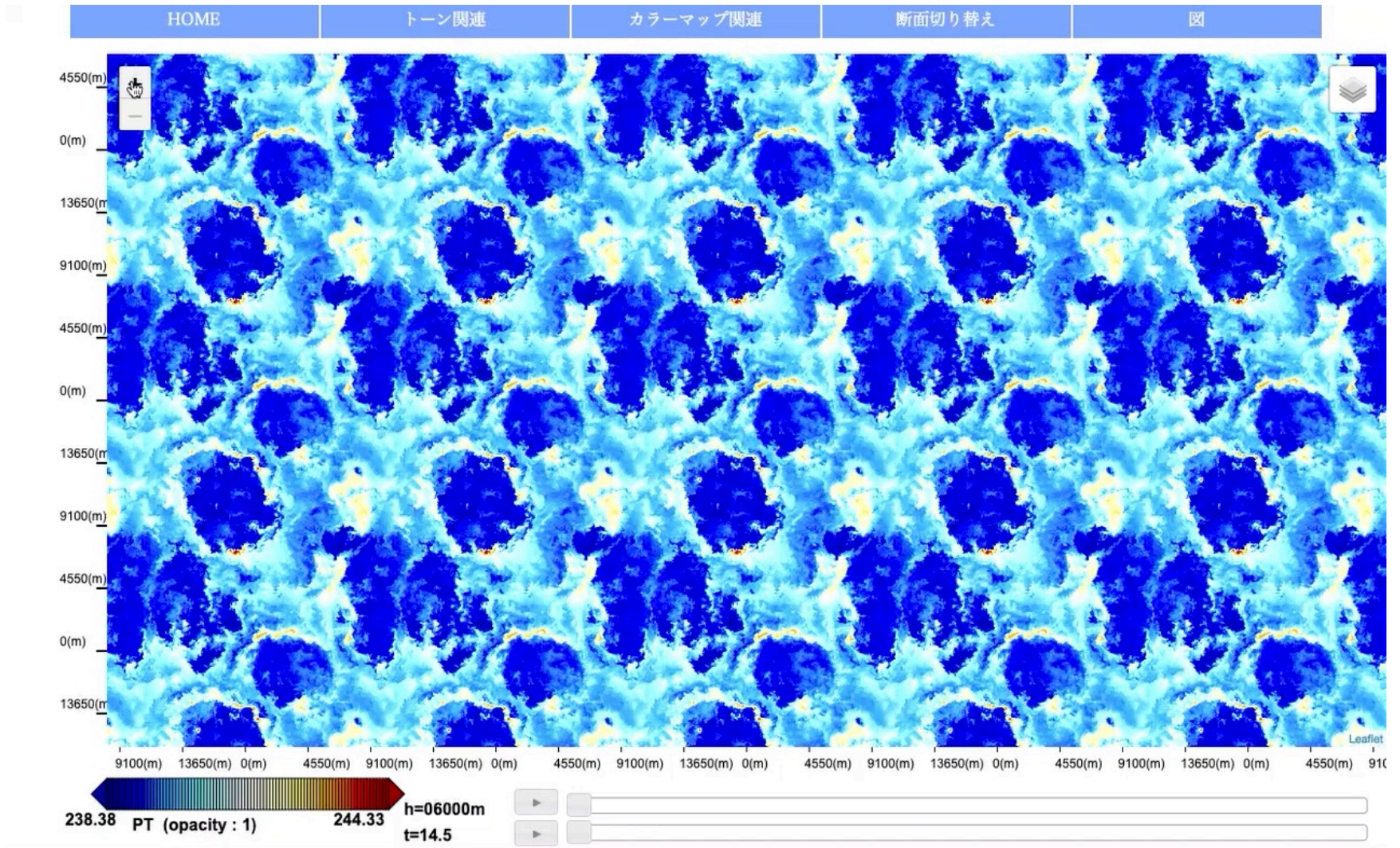
[b] メニューバー

[c] アニメーション用
スライダー

[d] 座標軸

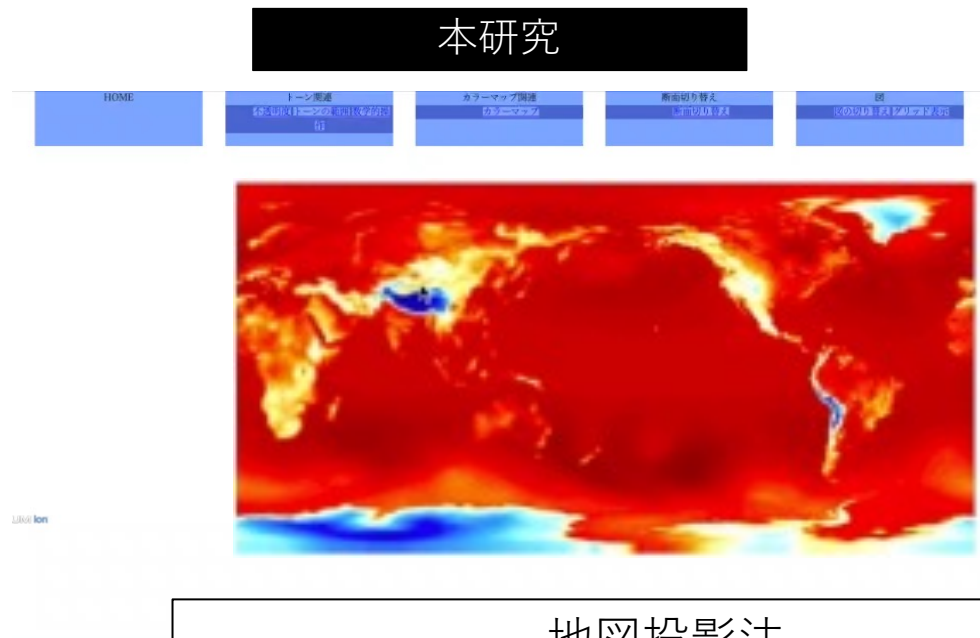
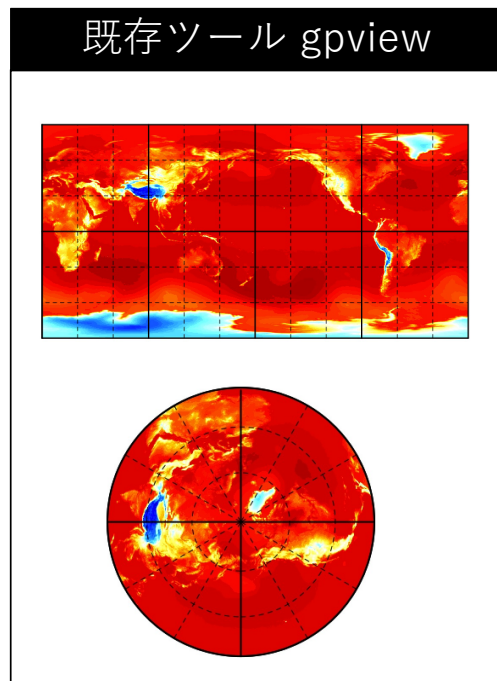
[e] カラーバーおよび
変数名

結果 ~ dcwmt (Leaflet 版) デモ ~



結果 ~ dcwmt (CESIUM版) ~

- ・ 全球モデルの結果を CESIUM (WMTSの Java Script ライブラリ) で実装できた
 - Webメルカトル図法で書かれた数値データタイルをタイル分割することで、地図投影可能なことを確認



地図投影法

Webメルカトル図法 ⇔ 正射図法
正距円筒図法 ⇔ 正射図法

結果 ~ dcwmt (CESIUM 版) デモ ~

トーン関連

色調の適用と変更

色

カラーマップ関連

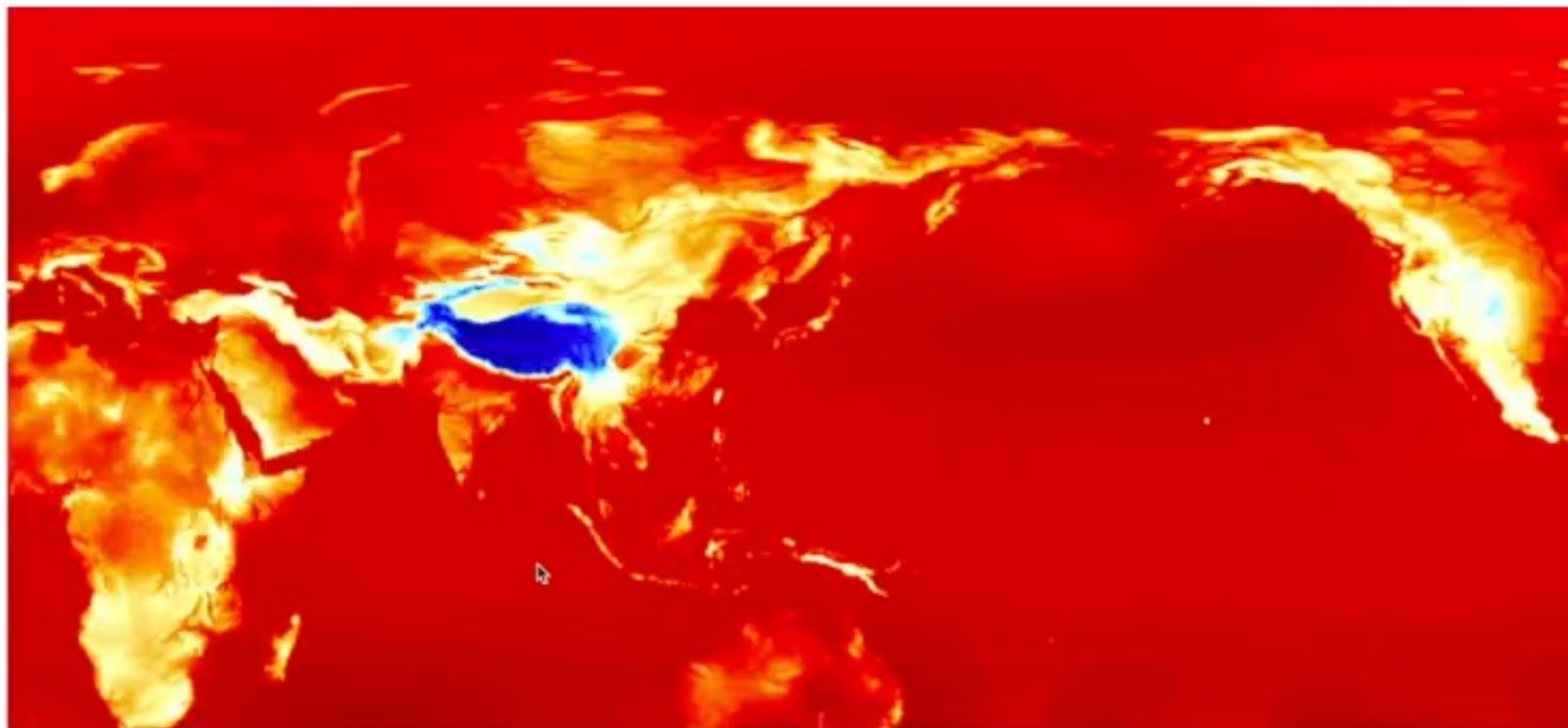
カラーマップ

断面切り替え

断面切り替え

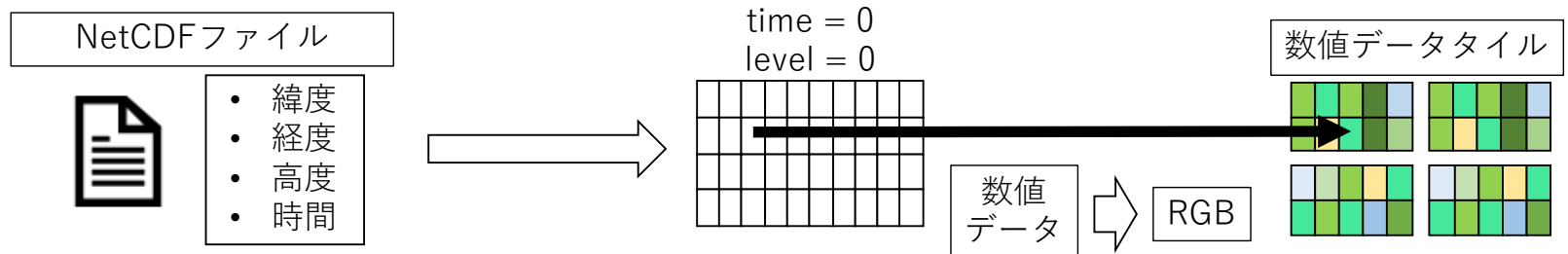
図

図の切り替えと印刷

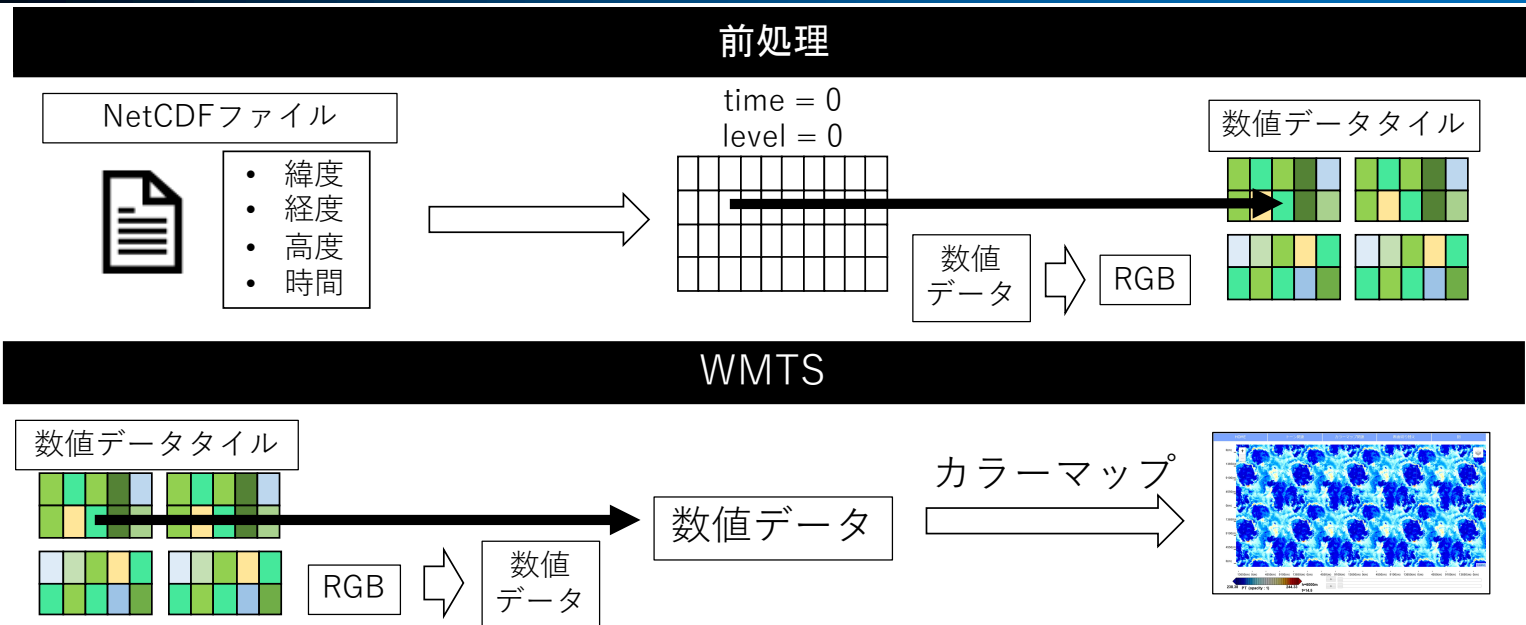


可視化ツール dcwmt の利用

- Webサーバ上の適当なディレクトリにdcwmtの提供するファイル群と数値データタイルを設置
 - HTMLファイル, CSSファイル (各1)
 - HTMLファイルのヘッダにおいて Leaflet や CESIUM が呼ばれる
 - JavaScriptファイル (機能毎に複数)
 - Leaflet や CESIUM の機能拡張
- ユーザ向けスクリプトの提供



議論 ~ NetCDF 形式のタイルは？ ~



- PNG形式 → 標準的なツールを利用可. 拡張も最小限.
 - NetCDF 形式のタイル → 開発要素が増える.
- ファイルサイズの面で有利
 - タイル1枚当たりのファイルサイズ (格子 240×240)
 - PNG : ~100kB, テキスト : ~400 kB, NetCDF : ~200kB

議論 ~ 数値データタイルの注意点 ~

- 作成時の注意：PNGに補助チャンクを入れない
 - convertではなくpnm2pngの利用 (Linux の場合).

PNG ヘッダ情報

...(略)...

png:bKGD: chunk was found (see Background color, above)

png:cHRM: chunk was found (see Chromaticity, above)

...(略)...

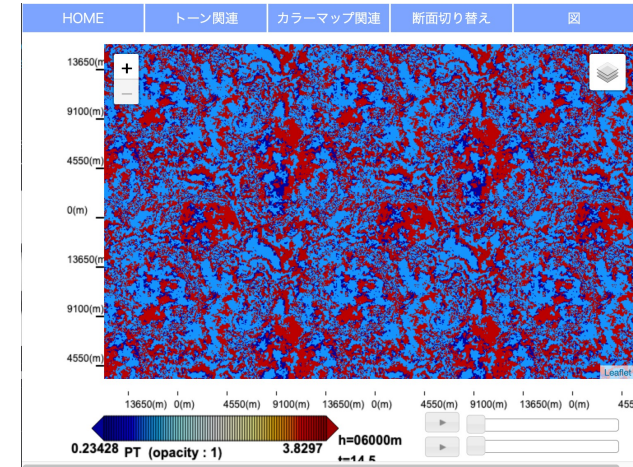
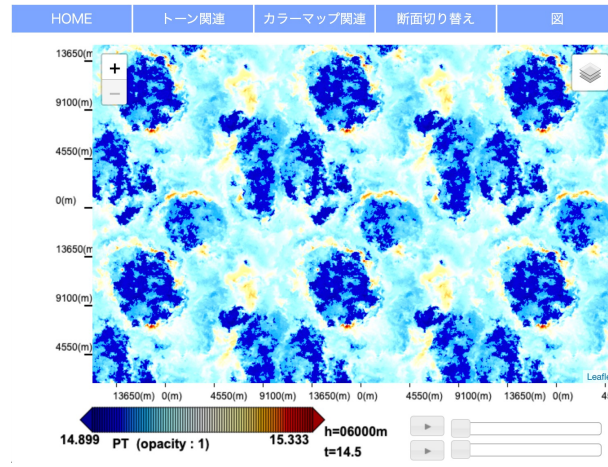
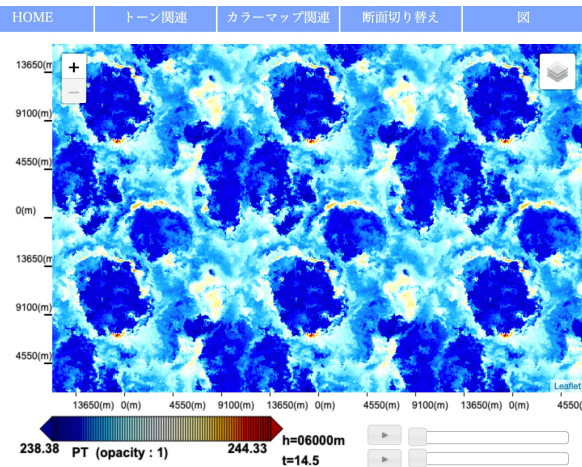


図. 補助チャンクがある場合のブラウザ依存性 (Mac OS). Safari (左), chrome (中央), firefox (右)

まとめ

- 可視化ツールdcwmtの開発
 - Web Map Tile Service を拡張
 - 既存ツールの主要機能を引き継ぐ
 - スムーズな拡大縮小ならびにスクロール
 - Leaflet版の検証：北大・宇宙理学の学生を対象としたチュートリアルセミナーの実施 (2020/03). 簡便に利用できることを確認.
- 成果公開：
 - <https://www.gfd-dennou.org/library/dcwmt/>
 - <https://github.com/gfd-dennou-club/dcwmt/>
 - 杉山 他, 宇宙科学情報解析論文誌, 10, 127-137, 2021.

地球流体電脳倶楽部 dcwmt (Dennou Club Web Map Tool) プロジェクト

Web 地図技術を活用した大規模数値データの可視化ツールを開発しています。

安定版

- ソースコード
 - ディレクトリ, [tar.gz](#)
- マニュアル
 - 使い方マニュアル
- チュートリアル
 - チュートリアル (2020-03-13版)
- サンプル 2020/03/13 版
 - 火星計算の例
 - 金星計算の例
 - 金星計算の例 (XZ 断面)
- 開発体制
- 議論メモ
 - 2020-01-20

開発版

- ソースコード
 - <URL:<https://github.com/gfd-dennou-club/dcwmt/>>

リンク

[dcmodel プロジェクト](#)
地球流体電脳倶楽部

gfd-dennou-club / dcwmt

Watch 2 Star 1 Fork 0

Code Issues Pull requests Actions Projects Wiki Security Insights

master

Go to file Add file + Code About

Daichi-1637 Merge pull request #1 from gfd-dennou-club/bugfix-... 6 days ago 13

File	Commit Message	Time Ago
debug	convertコマンドでガンマ値が桁落ちをすることを確認	2 months ago
makeFileScript	txt->png方式をprim->png方式に変更し、ブラウザ...	2 months ago
.DS_Store	全てのファイルのvarをletに変換	3 months ago
L.LayerCtl.js	convertコマンドでガンマ値が桁落ちをすることを確認	2 months ago
L.GridLayer.numData.js	txt->png方式をprim->png方式に変更し、ブラウザ...	2 months ago
L.GridLayer.vectorNum...	定数の型関係を一部修正	3 months ago
colormap.js	定数の型関係を一部修正	3 months ago
define.js	define.jsのvarをconstに変更	3 months ago
design.css	update	8 months ago
dialog.js	不要なコメント文を削除	3 months ago
func.js	不要と思われる箇所を削除し、問題の原因究明	3 months ago
main.html	txt->png方式をprim->png方式に変更し、ブラウザ...	2 months ago
main.js	不要と思われる箇所を削除し、問題の原因究明	3 months ago
slider.js	不要なコメント文を削除	3 months ago
toolbar_ctl.js	全てのファイルのvarをletに変換	3 months ago

Visualization tool for large numerical simulation data using web map tool

Releases

Contributors

Languages

今後の課題

- ・ 代表的 WMTS ライブラリ (Leaflet, CESIUM, OpenLayers) の長所・短所の継続的調査とツールの実装
 - 領域モデルと全球モデルを統一的に扱うためには、複数の WMTS ライブラリの組み合わせが不可避
- ・ ウェブ地図独自のインタラクティブな解析機能の追加
 - 例) 領域を選択してその範囲における平均値の取得
 - 例) ユーザが選択した2点間の物理量の変化の折れ線グラフの表示
- ・ 定期的なユーザ向けチュートリアルセミナーの実施
 - 研究グループ主催のワークショップを想定

謝辞：本研究は会津大学宇宙情報科学研究センターにおける共同利用・共同研究 (2019, 2020年度) として実施された。