

国立天文台技術シンポジウム 2023 年 1 月 18 日

科学技術計算 Julia と MATLAB による
マルチホーンアンテナのパターン計算
Multi-horn antenna pattern analysis by JULIA and MATLAB

○国立天文台名誉教授 川口則幸
エレクトクス工業株式会社 藤井慎人、原田健一
○Noriyuki Kawaguchi (NAOJ) ,
Masato Fujii and Kenichi Harada (Elecs Co. Ltd)

概要 (Abstract)

マルチホーンアンテナは位相合成給電 (PAF, Phased Array Feed) に使用される。パラボラ主鏡面に PAF が使用された時のアンテナパターンの計算において、一次焦点からずれた時のアンテナパターンの計算 (スクイント計算) に Julia と MATLAB という異なる科学技術計算プログラムを使用し、相互比較を行った。

Multi-horn antennas are used for Phased Array Feed (PAF). In the calculation of the antenna pattern when the PAF is used for the parabolic primary mirror surface, the calculation of the antenna pattern (squint calculation) when it deviates from the primary focus is performed using different scientific calculation programs, Julia and MATLAB, and is compared with each other. rice field.

JULIA 事始め

私は MATLAB ユーザーで 2014 年から 2016 年まで上海天文台在勤中に使用を開始。上海天文台の研究者・学生はすべて MATLAB でデータ解析・処理を行っています。昨年に東京大学宇宙線研究所の寺澤敏夫氏より Julia に関する詳細な情報 (インストール情報、使用に関するご助言をいただき、エレクトクス工業 (株) の藤井慎人氏とともに Julia によるマルチホーン計算を開始した。藤井氏は 2022 年度の VLBI 懇談会 (2022 年 12 月) で MATLAB と JULIA の計算結果の比較を報告している。また、エレクトクス工業 (株) の原田健一氏から MATLAB→Julia の変換サイトが紹介された <https://lakras.github.io/matlab-to-julia/>。

Julia による科学技術計算

Julia は高度な計算や数値解析のできる科学技術計算向けのスクリプト言語でマサチューセッツ工科大学の研究者 Jeff Bezanson 氏らによって 2009 年に開発され 2012 年にオープンソース化された。開発者は Julia について、ほかの言語のいいところだけを組み合わせることを目指した言語だと述べており、スクリプト言語でありながら計算速度が速い等の特徴を持つ。その特徴をあげると

①計算速度

スクリプト言語としては早く、C/C++の2倍程度の遅さ

②文法が単純

例：数字と変数の積に*が不要 ($2 * x \Rightarrow 2x$ で OK)

③他言語の呼出し

Python や R など、他の言語のライブラリを呼び出し可能

プロジェクトでは、PyCall.jl を用いて Python のグラフ描画ライブラリを使っている

(公式サイト：<https://julialang.org/>)

などとなっている。

MATLAB と Julia

MATLAB は大学などの教育機関や研究機関で幅広く使用されている。MATLAB は Mathworks 社から発売されている有料ソフトウェアである。Julia は Python と同じくフリーソフトである。MATLAB から Julia へのコード変換はグーグル翻訳と同じように URL から簡単に行うことができる (<https://lakras.github.io/matlab-to-julia/>)。この変換ソフトウェアはハーバード大学博士課程の Lydia Andreyevna Krasilnikova 氏により開発されたツールだる。

マルチホーンアンテナ

マルチホーンアンテナは位相合成給電装置 (PAF, Phased Array Feed) に使用される。パラボラ主鏡の一次焦点に設置された PAF の例を図 1 に示す。19 素子のダイポールで構成される L バンド (1.6 GHz) 帯のアレイでグリーンバンク 20 m アンテナに搭載されている。

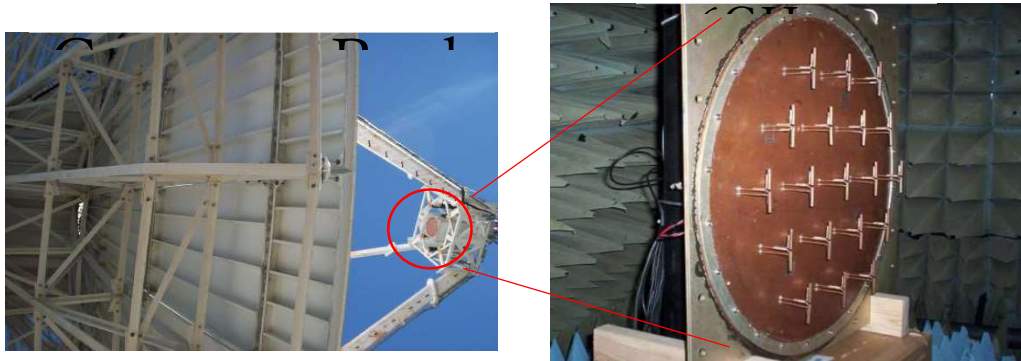


図 1 グリーンバンク 20 m に搭載された L バンド PAF

一次焦点からずれた位置に設置された放射素子で形成されるアンテナパターンの計算 (スキント計算) に Julia と MATLAB という異なる科学技術計算プログラムを使用し、相互比較を行った。

図 2 は焦点を挟んで設置された 2 つのガウスビームで生成されるアンテナパターンを MA 示す。作図パラメータ (カラーバー設定) が異なるが、両者が良く一致していることが分かる。

計算結果の数値比較も行っている。

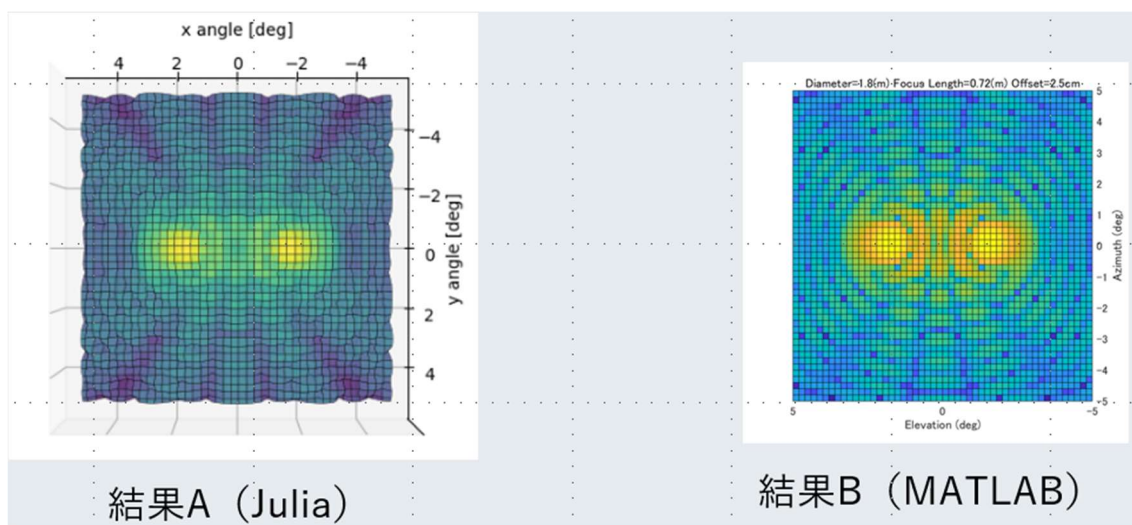


図2 焦点を挟んだ2つのホーンで生成されるアンテナパターンのJuliaとMATLABでの計算結果

まとめ

MATLABはPythonよりも計算速度が速いが有料ソフトである。JuliaはPythonと同じフリーソフトだが計算が速い。JuliaはMATLABとの互換性が高い(変換ソフト有り)。ここでは、マルチフィードアンテナのスクイントビームの計算をMATLABとJuliaで行い、結果を確認した。またMATLABからJuliaへの変換プログラムの有用性も確認した。