

遺伝的アルゴリズムによるフォトレシーバ回路設計—重力波望遠鏡 への応用—

法政理工^A, JAXA 宇宙研^B, 東大ビックバン^C
内藤 隆人^{A,B}, 和泉究^B, 長野晃士^B, 小森健太郎^C

Photoreceiver Circuit Design Using Genetic Algorithm - Application to Gravitational Wave Telescope

^A*Hosei Univ*, ^B*JAXA ISAS*, ^C*RESCEU*
R.Naito^{A,B}, I.Kiwamu^B, K.Nagano^B, K.Komori^C

近年では一般相対性理論から予言された重力波を検出するためにいくつかの重力波望遠鏡計画が存在している。現在その検出方法の一つとして最も主流であるのがレーザー干渉計型重力波望遠鏡である。レーザー干渉計ではレーザー光を受光するための検出器であるフォトレシーバが必要不可欠である。このフォトレシーバに課される要求項目は帯域、雑音、消費電力、サイズなどさまざまなことが一般的に挙げられる。例として、地上で検出困難な低周波帯域の重力波の観測を目指す宇宙重力波望遠鏡 LISA では微弱な重力波を観測するために、広帯域性(25 MHz 以上)・低雑音性(2 pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ @25 MHz)・サイズ(4 cm*4 cm 以下)・消費電力(50 mW 以下)の要求が課されている。

本研究は、膨大な計算が必要な問題を短時間で解決することができるという特徴を持つ遺伝的アルゴリズムによってフォトレシーバ回路に課される複合的な要求を同時に解決する多目的最適化を目指すことを目的に行っている。アルゴリズム実装の導入として回路シミュレーションソフトウェアである LTspice を活用して入力情報である回路素子の値を数値データ化し、プログラミング言語である python で回路シミュレーションを行うシステムを構築した。また、模擬回路を用いてアルゴリズムの検証を行い、実際に LISA Japan 回路を用いて回路内の 2 つの抵抗値の値の最適化を行った。

本講演では遺伝的アルゴリズムの実装、LISA Japan 回路で提唱された回路素子の値と遺伝的アルゴリズムを用いて算出された結果の比較を報告する。