

## 令和 4 年度実績報告書

令和 5 年 3 月 2 0 日

公立千歳科学技術大学  
学長 宮永 喜一 様

公立千歳科学技術大学特別研究等助成要綱第 7 条に基づき、下記のとおり報告いたします。

報告者	所属	電子光工学科	職名	教授
	氏名	吉本 直人	ふりがな	よしもと なおと
研究課題名	シリコンフォトニクス光電子集積回路製造工程のリモート制御化に関する研究			
本研究費による発表論文、著書など	<ol style="list-style-type: none"><li>1. H. Yu and N. Yoshimoto, "New Image Recognition Approach by Using Image Sensor and Machine-Learning for Grating Coupler Alignment," CLEO PadificRim2022, P-CTu12-04, Sapporo, July 2022.</li><li>2. H. Yu and N. Yoshimoto, "Wavelength dependence of irradiate visible light in image recognition and machine-learning approach for optical coupling with grating on photonic integrated circuits," 22th Chitose International Forum (CIF22), VO-9, Chitose, September 2022.</li></ol>			

# 研究成果報告

## 研究の背景：

近年、情報通信量の急速な増加により、データセンター内サーバの増強が急務となっている。この状況を解決する手段として、省スペース化、省電力化、低コスト化等の特徴を有するシリコンフォトニクス(SiPh)をはじめとする「光・電子融合集積回路」が注目されている(図1)。しかしながら、光ファイバを配線・接続する工程(光実装工程)は、自動化されている電気配線と異なり手作業が多く生産性向上を阻害しており、将来ロボットなどの導入による工程の自動化・量産化への課題となっていた。

## 本研究の目的：

本研究では、SiPhの光実装工程にAI等を活用したデジタル化によって、工程の完全自動化を可能とする手法を提案するとともに、その実現性を検証することを目的とする。

## 昨年度までの成果：

従来方式では、回路を導波してくる光パワーをモニターしながら、光軸合わせを行うため、入出力側双方の光軸合わせを同時に行う必要があったため、かなり調心に要する時間を要した。そこで、この課題を解決するために、可視波長のモニター光を用いて、入出力部(Grating coupler)の散乱光をCMOSセンサを実装したカメラにてデジタル画像データとして取得し、そのデータと光ファイバ先端の位置情報を機会学習によって関連付けし、光軸合わせに利用する方法を提案した。

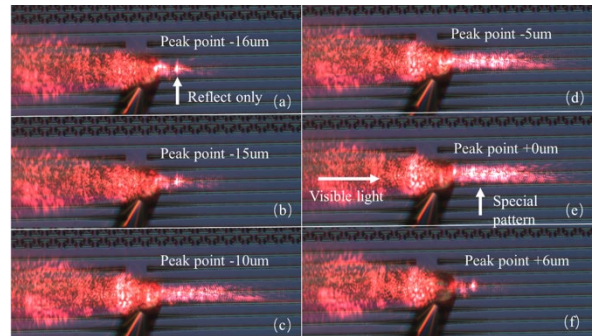


図1 入出力部の散乱光と光ファイバ位置との関係(学習データセット)

## 今年度の成果：

イメージデータの学習データセットの準備をした後、学習モデルの開発を行った。開発環境と使用言語はMATLABを用いた。全体のフローを図2に示す。学習済みCNN(Convolutional Neural Network)を基に光軸合わせ用に転移学習を行った。学習に用いたCNNは、イメージデータの学習と分類用に開発されているGoogLeNetを使用した。

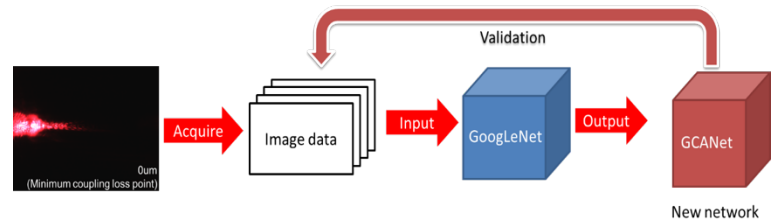


図2 学習モデルの開発のフロー

ソルバー手法はadamを用いた。初期学習率0.0001、ミニバッチサイズ4、最大エポック数は30に設定した。過適合を抑止するため、クロス検証を使用した。検証頻度は11に設定した。学習用データと学習検証データ比は8対2とした。学習用データセットをGoogLeNetに入力し、光軸合わせ用の画像識別に特化した新しいネットワークGCANetを出力した。このGCANetで検証データの識別を行い学習結果の検証を行った。

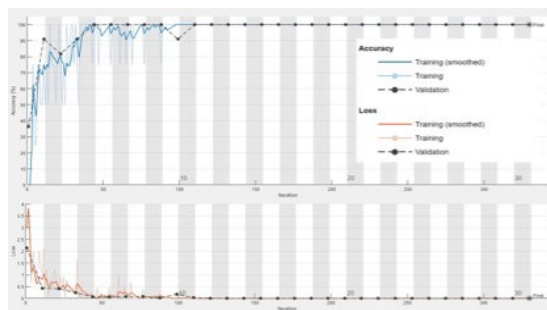


図3 GCANetの学習経過

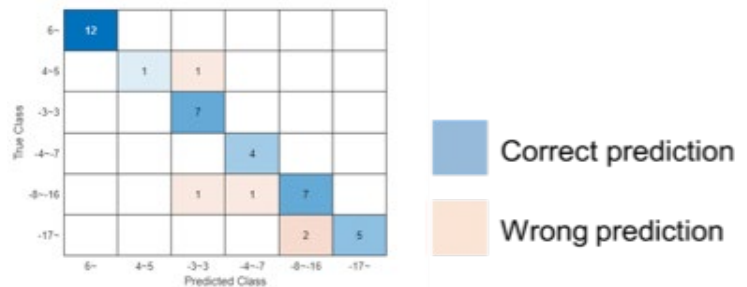


図4 GCANetの予測結果

図3にGCANetの学習経過を示す。学習を繰り返すことによって予測精度は90%を超え、検証損失は0.5以下になり効果的な学習ができたことがわかる。次に、GCANetを用いての実際の予測精度検証を行うため、学習データセットに使用したPICチップとは異なるチップを用意し、位置情報の予測実験を行った。その結果を図4に示す。予測精度は87%になった。この結果から、GCANetに大きな過適合が存在する可能性は低く、Grating couplerを入出力部とするPICの光軸位置推定に対し汎用的に適用できる可能性を示すことができた。この成果は、AI活用によるPICの光実装工程の自動化・量産化の途を拓いたと言える。