

2019 年度 牧誠記念研究助成申込要項

工学研究科

1. 趣旨・目的

工学系若手研究者の学術研究の振興を図るため、故牧誠氏からの「牧誠工学系若手研究者支援基金」及び「工学研究科特定基金」を活用し、工学系分野において顕著な業績を挙げつつある研究者、又は研究の萌芽を生み出しつつある研究者に対して、その研究を発展させるため、研究費を助成します。

2. 研究テーマ

2019 年度テーマ 「AI 及び IoT 技術の発展向上に関する研究」

3. 採択件数・助成額等

- ① 本年度は、原則、1 件 100 万円以内（「牧誠工学系若手研究者支援基金」＋「工学研究科特定基金」）で、2 件の助成をします。
なお、複数年度の助成を希望する場合は、申請書にその理由等を記載してください。
- ② 助成金の経理は、名古屋大学の定める会計取扱い手続きにより、適正に処理してください。なお、執行にあたっては、「牧誠工学系若手研究者支援基金」(50 万円)から先に執行するものとします。

4. 応募条件

- ① 応募者は、工学部または大学院工学研究科に所属(兼務発令者含む)し、応募時の年齢が概ね 40 歳未満で、准教授、講師、助教とします。(特任教員を含む)
- ② 応募は、単独・共同研究の別を問いません。

5. 応募方法及び書類提出期限

応募者は、別紙様式 1 の書類を提出してください。【締切 2019 年 6 月 18 日(火)】

6. 審査

工学研究科長及び工学研究科企画・財務委員会委員で構成する選考委員会において書類審査し、2019 年 6 月下旬に決定します。

7. 研究の成果及び会計報告

助成を受けた場合は、助成期間終了後 3 か月以内に別紙様式 2（牧誠記念研究助成成果報告書）を工学部・工学研究科社会連携室に報告してください。

8. 研究成果の発表

助成による研究成果を公表される場合には、『牧誠記念研究助成による』旨を書き添えて、別刷を工学部・工学研究科社会連携室に提出してください。

9. 他機関等からの研究助成記載について

同一内容の研究助成を他機関に申請している場合は、申込書に記入してください。

10. 書類(データ)の提出先

工学部・工学研究科 社会連携室 (内線 5458)
e-mail : kou-san@adm.nagoya-u.ac.jp

本助成に関する照会先：工学部・工学研究科 総務課広報室 (内線 3238)
〃 工学基金事務局 (内線 3404)

牧誠記念研究助成 成果報告書

2020 年 4 月 7 日現在

所属：名古屋大学大学院工学研究科

職名：特任講師

氏名：宮本 聡

研究テーマ等	シリコン量子 AI の実現に向けた大規模量子計算の基盤技術開発
研究内容・成果 (今後の取り組み・まとめ等)	<p>微細化技術の限界に近付いている最先端シリコン CMOS デバイスは高度集積化の新たな段階を迎え、シリコン基盤上に電子スピン型の量子ビットを同時実装することで、量子ハイブリッド化による圧倒的な量子演算能力を兼ね備えたシリコン量子 AI の実現が期待される。本研究では、独自に開発した同位体制御 Si-28 薄膜の結晶成長技術を発展させ、²⁹Si 核スピンによる磁気的外乱のみならず、膜内の不純物・結晶欠陥による電気的外乱を極力排除した、量子計算グレードの超高品質な Si-28/SiGe エピ基盤を作製・評価するための技術開発を行った。薄膜成長装置内の治具素材を熔融石英製から高純度なシリコン単結晶製(9N 以上)に置き換えることで、取り込まれる酸素・炭素不純物濃度をともに 1 桁近く低減化することに成功した。本研究で開発した Si-28/SiGe エピ基盤を理研を始めとする共同連携拠点に提供し、ヘリウム温度で電子移動度を測定したところ目標値に近い ~91,000 cm²/Vs を達成した。また名古屋大学・超高压電子顕微鏡施設を最大限活用し、得られたヘテロ構造の界面評価する技術を確立して高分解能観察したところ、上側界面では原子レベルでの急峻性を有しているが、下側界面では表面偏析による界面垂れが顕著であることが判った。またドナー不純物型の量子ビットを配置するため、Ge 組成を調整した Si-28/Si_{1-x}Ge_x エピ基盤の開発にも着手し、エピ膜内の歪み量の制御が可能となった。現在、上記の成果を学術論文としてまとめており、今後は液体ヘリウム温度で高磁場領域までの量子伝導特性が評価可能な装置の整備を進め、量子デバイス特性の最適化を目指す。周辺技術として、アルミニウム印刷ペーストを用いた IV 族共晶エピ基盤の開発、共晶成長のその場観察評価、縦型 MOS 構造のゲート酸化機構の同位体アトムプローブ検証、透過型電子顕微鏡によるトラッキング評価など、下記に示す重要な成果も挙げられている。なお、この研究は、2019 年度牧誠記念研究助成により研究が遂行されたものです。この場を借りて深く御礼申し上げます。</p>
学会発表・発表論文・特許出願等	<ul style="list-style-type: none"> ・ R. Kiga, S. Hayashi, <u>S. Miyamoto</u>, Y. Shimizu, Y. Nagai, T. Endoh, and K. M. Itoh, "Oxidation-enhanced Si self-diffusion in isotopically modulated silicon nanopillars," J. Appl. Phys. 127, 045704 (2020). ・ M. Nakahara, M. Matsubara, S. Suzuki, M. Dhamrin, <u>S. Miyamoto</u>, M. F. Hailey Jr., and N. Usami, "Fabrication of group IV semiconductor alloys on Si substrate applying Al paste with Screen-Printing," Jpn. J. Appl. Phys. 59, SGGF07 (2020). ・ 福田 啓介, 中原 正博, 深見 昌吾, <u>宮本 聡</u>, ダムリン マルワン, 前田 健作, 藤原 航三, 宇佐美 徳隆, "印刷と焼成によるシリコン系混晶半導体のエピタキシャル成長のその場観察," 2020 年春季 第 67 回応用物理学会学術講演会 ・ <u>宮本 聡</u>, 林 彩弥佳, 木我 亮太郎, 清水 康雄, 海老澤 直樹, 井上 耕治, 遠藤 哲郎, 永井 康介, 伊藤 公平, "シリコン同位体ヘテロ・ナノピラー構造における自己拡散挙動の 3 次元アトムプローブ検証," 令和 1 年度東北大学・大洗研究会 ・ 和光 拓人, 仮屋崎 弘昭, 黒田 周, <u>宮本 聡</u>, 藤森 洋行, 遠藤 哲郎, 伊藤 公平, "シリコンナノピラー熱酸化の TEM トラッキング評価," 2019 年秋季 第 80 回応用物理学会学術講演会

牧誠記念研究助成 成果報告書

2020年 6月 30日現在

所属： 機械システム工学専攻

職名： 助教

氏名： 飯盛 浩司

研究テーマ等	ディープラーニングを用いた計算力学手法の最適実装法
研究内容・成果 (今後の取り組み・まとめ等)	<p>有限要素法や境界要素法に代表される計算力学手法は、近年では、ものづくりにおいて必要不可欠なツールとなってきた。我々は、より高度な製品開発援用ツールを提供することを目指し、特に境界要素法を用いた波動デバイスの最適設計に関する研究に取り組んできた。これまでに、吸音材やフォトニック結晶、メタマテリアルなどの最適設計法を構築し、従来の設計と比較して格段に性能の良いデバイス設計が可能となることを示してきた。</p> <p>一方で、素朴な境界要素法は計算コストが高く、階層型行列法などの高速解法と併せて用いることが必須である。しかし、高速開放の利用に際しては、いくつかの実行時パラメータ（階層型行列の階層深度や低ランク近似の閾値など）を指定する必要があり、その設定は試行錯誤的に行わざるを得ない。実行時パラメータを自動チューニングできれば、最適設計をより効率的に実行することができるようになり、革新的波動デバイスの実現の一助となることが期待される。</p> <p>そこで、ディープラーニングを援用して最適なパラメータ設定を予測する方法の構築を目的として研究を行った。この目的を達成するための最も素朴な方法は、様々なパラメータの組み合わせに対してその計算速度が最小の組み合わせを探索することである。しかし、前述のとおり、境界要素法自体の計算コストが高いことから、パラメータの組み合わせの探索を行うこと自体のコストが高く、現実的な選択肢でない。そこで、より計算量の少ない計算コスト推定法を構築した。ここでは、簡単のため従来型の境界要素法を用い、実行時パラメータとして、解析対象の形状を選択した。計算コストの指標として、境界要素法で解く必要のある代数方程式に対する反復法内部で実行される行列ベクトル積の回数を用いた。形状を白黒画像により表現し、行列ベクトル積の回数が10回から90回の範囲で一様に分布するようなデータセットを25480個作成した。このうちの80%をディープラーニングによる学習に用い、残りの20%からなるテストセットに対して行列ベクトル積の回数を推定した。結果として、最悪の場合でも誤差10%程度の精度での推定が可能となった。</p> <p>また、最適設計法そのものに関する研究についても同時に進め、開放型共振器[1]や光学迷彩構造[2]の最適最適設計法を構築した。</p> <p>今後の課題としては、ここで開発した計算量推定システムを用いた最適実装の推定を実行すること、さらには、[1]や[2]に代表される革新的な波動デバイスの最適設計に応用することが挙げられる。</p> <p>以上の研究は、2019年度牧誠記念研究助成により研究が遂行されたものです。この場を借りて深く御礼申し上げます。</p>
学会発表・発表論文・特許出願等	<p>[1] 松島, 飯盛, 高橋, 松本, 境界要素法と櫻井・杉浦法を用いた開放型共振器のトポロジー最適化, 計算数理工学論文集, 49-54, 2019.</p> <p>[2] 山本, 飯盛, 高橋, 松本, 散乱断面積最小化によるクローキングデバイスのトポロジー最適化, 計算数理工学論文集, 67-72, 2019.</p>