

持続可能開発目標達成支援事業（aXis）

Bタイプ研究分野「環境・エネルギー」

研究課題名

「カンボジアにおける安全な水処理装置の開発と

殺菌の科学的検証」

相手国名：カンボジア王国

## 令和2（2020）年度実施報告書

研究期間

2020年4月1日から2022年3月31日まで

研究代表者：天野 浩

所属・役職 名古屋大学 未来材料・システム研究所、

未来エレクトロニクス集積研究センター・教授

## I. 国際共同研究の内容 (公開)

### 1. 当初の研究計画に対する進捗状況

#### (1) 研究の主なスケジュール

No.	研究題目・活動	2020年度		2021年度*2	
		4月～9月	10月～3月	4月～9月	10月～3月
1	深紫外 LED の高出力化にむけた要素技術開発 *1	← 深紫外 LED の作製・開発	→ 深紫外 LED の作製・開発	← 深紫外 LED の作製・開発	→ 深紫外 LED の作製・開発
		← 深紫外 LED の実装開発	→ 深紫外 LED の実装開発	← 深紫外 LED の実装開発	→ 深紫外 LED の実装開発
2	水処理に係る現地実証試験および水殺菌装置の開発 *1	← 実証試験の実施体制構築	→ 実証試験の実施体制構築	← 実証試験の実施体制構築	→ 実証試験の実施体制構築
		← 殺菌効果データ収集・分析	→ 殺菌効果データ収集・分析	← 殺菌効果データ収集・分析	→ 殺菌効果データ収集・分析
		← 現地ニーズの把握	→ 現地ニーズの把握	← 現地ニーズの把握	→ 現地ニーズの把握
		← 殺菌装置仕様の検討	→ 殺菌装置仕様の検討	← 殺菌装置仕様の検討	→ 殺菌装置仕様の検討

\*1 コロナ禍の影響で相手国に渡航できなかったため、現地での活動が遅れることになった。

\*2 2021年度活動は、インド型変異 (L452R) の感染状況から、見直す可能性がある。

#### (2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

2020年度は、コロナ禍の影響でカンボジア王国に渡航できなかったため、現地での活動が遅れることになった。そのため、オンラインで会議を行って現地の状況の把握を行ったが、協力いただく王立プノンペン大学でも入構規制があるなど活動が困難であることが判明した。そのため、2021年3月に現地の水道事業者協会である Cambodia Water Supply Association に現地水道の水質調査を依頼したが、大学が入構出来ないため、活動開始を待っている状況である。インド型変異 (L452R) の状況から現時点では、さらに大幅に現地活動を見直さざるを得ない可能性がある。

## 2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

### (1) 成果目標の達成状況とインパクト等

「深紫外 LED の高出力化にむけた要素技術開発」では、サファイア上 AlN テンプレートで、貫通転位密度  $1 \times 10^8 \text{cm}^{-2}$  以下の目標値を達成し、その 1/2 である  $5 \times 10^7 \text{cm}^{-2}$  までに低減を可能にした。この値はこれまでに報告されている転位密度で最も低い。さらに、265nm 発光の量子井戸構造で内部量子効率を測定した結果、60%以上が得られており、高品質な AlN 結晶性の有効性が示された。(これらの結果は、応用物理学会 学術講演会、Applied Physics Express で発表)

「水処理に係る現地実証試験および水殺菌装置の開発」では流水系の殺菌装置を開発し、黄色ブドウ球菌や大腸菌に関する不活化係数(殺菌効率)の測定を行った。コロナ禍の影響により、現地での活動は困難であるが、王立プノンペン大学および現地の水道事業者協会とオンライン会議を行い状況の把握を行っている。

### (2) プロジェクト全体のねらい(これまでと異なる点について)

本研究では、水環境の悪い地域における安全な水処理装置の開発と殺菌の科学的検証を行うため、低コスト・高出力の発光波長 260-280nm (深紫外) LED を作製する要素技術を開発するとともに、深紫外 LED を用いた水質汚濁改善や水殺菌を行う装置開発とその実証実験を行い、カンボジア王国での社会実装に向けた現地ニーズや地域課題を明らかにする。

### (3) SDGs 達成に向けた重要性、科学技術・学術上の独創性・新規性(これまでと異なる点について)

本研究の相手国であるカンボジア王国においても都市部と農村部との水道事情は大きく異なる。農村部においては50%強で水道があるが規制はなく、より安全な水が利用できる必要がある。深紫外 LED は照明用 LED と同様に、電力事情のよくない発展途上国においても、太陽電池の利用により安全な水環境を提供できるため、特に SDGs 「3:すべての人に健康と福祉を」、「6:安全な水とトイレを世界中に」、「11:住み続けられる町づくりに」に貢献する。また深紫外 LED 開発は、多くの要素技術で解決すべき課題があり、その研究は科学技術・学術上極めて重要である。

### (4) 研究運営体制、日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)、人的支援(研修、若手の育成)およびネットワーク構築等

研究組織の名古屋大学と三重大学は密接に研究連携を行っており、特に名古屋大学はパワーデバイスのスクールなどを開催し、多くの若手人材の育成に取り組んでいる。さらに、多くの海外研究者を受け入れ、研究を通して若手人材のグローバル化と育成を推進している。また、三重大学では国際ワークショップ International Workshop on Regional Innovation Studies を毎年10月に開催し、アジアを中心に招待講演として研究者を招聘するなど国際連携を図っている。併せて、若手教員および学生の交流会も開催し、グローバル化に向けた若手人材の育成を行っている。2020年度はコロナ禍で海外からの招聘はできなかったが、2021年度はオンラインで海外研究者の招待講演やオンライン発表の受付を行う予定である。

## II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

現在、殺菌用途として一般に用いられつつある深紫外 LED が 280nm であるのに対して、265nmLED では、DNA に対する不活化は 1.5-1.8 倍である。AlN テンプレートの転位密度の低減が実現できたことにより、260-265nm を発光波長とする LED の高出力化が十分に期待できる。これにより、低電力でコンパクトな LED 殺菌が実現できれば、電力事情がよくない発展途上国での LED 殺菌活用に大きく貢献できることが期待される。

「深紫外 LED の高出力化にむけた要素技術開発」については、サファイア上 AlN テンプレートの転位密度低減については、目標値を達成した。AlGaIn 成長や量子井戸構造の最適化、n 形および p 形伝導層の制御、電極、さらには光取出し構造の作製や絶縁保護膜の作製などの要素技術があり、図 1 に示すようにサファイア表面に直径 220nm で高さ 120nm の凹凸を作製し、光取出しの向上を図った。

「水処理に係る現地実証試験および水殺菌装置の開発」については、図 2 に示すような流水系の殺菌装置を開発し、現地での実証実験の準備を完了している。しかしながら、コロナ禍の状況、特にインド型変異（L452R）の日本およびカンボジア王国での感染状況により現地を訪問しての実験等は困難になる可能性があるが、現地とのオンライン会議により状況を把握して、実行可能な計画に随時対応する。

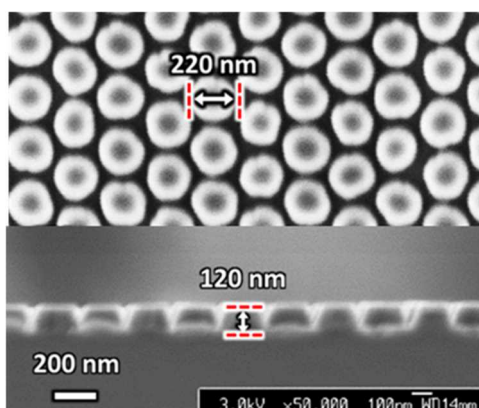


図 1 サファイア上に形成した凹凸構造。  
表面観察（上段）と断面観察（下段）

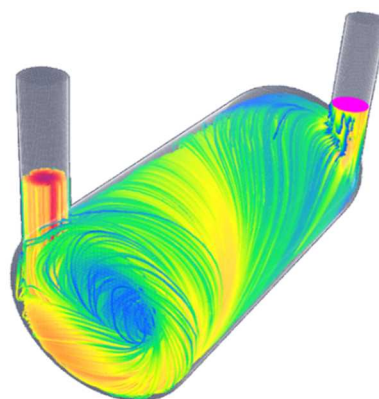


図 2 流水での殺菌装置と流れのシミュレーション

### Ⅲ. 社会実装に向けた課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

- (1) 研究成果を社会実装につなげるための課題、現状および課題解決に向けて取り組んだこと  
「深紫外LEDの高出力化にむけた要素技術開発」で得られた技術を265nm発光のLEDに取り入れ、その最適化によって、ウェハ測定で外部量子効率1.7%を達成した。社会実装に向けて、LEDのCANパッケージ等へのチップ化（実装）を行い、素子寿命の評価、接合温度の評価などにより課題をより明確にする予定である。
- (2) 各種課題を踏まえ、研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性を高めるために実際に行った工夫  
「深紫外LEDの高出力化にむけた要素技術開発」については、ウイルス殺菌が期待される社会情勢により、深紫外LEDにより大きな期待が集まっており、高い結晶性により高効率を実現できることは社会的インパクトが大きいので、研究を加速している。一方、「水処理に係る現地実証試験および水殺菌装置の開発」については、コロナ禍により当初の計画通りに現地での調査や実験を行うことが困難になっていることから、オンラインを用いた打ち合わせを行うとともに、水質調査の委託などにより研究を推進している。
- (3) プロジェクトの自立発展性向上のために、今後相手国（研究機関・研究者）が取り組む必要のある事項  
現地の状況に応じた殺菌装置の仕様が求められることから、現場仕様に応じた装置の設計と作製を相手国で行う方が有効であり、ホストコロナ禍においては、技術交流によりそれらを実現する。
- (4) 諸手続の遅延や実施に関する交渉の難航など、進捗の遅れた事例があれば、その内容、解決プロセス、結果  
コロナ禍の影響や大学の入構制限、その後の変異ウイルスの状況から、現地調査などの遅延はやむを得ないと判断している。

#### IV. 日本のプレゼンスの向上 (公開)

現地での活動はできていない状況であるが、日本の技術に対する信頼は高く、深紫外 LED による殺菌で、安心な水環境が実現できることへの期待は大きい。

#### V. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】 (公開)

## VI. その他（非公開）

以上

# 1 論文発表等

## Publication of Articles etc.

### 1. 1. 1 原著論文(相手側研究チームとの共著論文)

#### Original Publications (Articles co-authored with the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code ※"doi:"は不要	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

### 1. 1. 2 原著論文(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文)

#### Original Publications (Articles by the Japanese Research Teams only, excluding the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)
2020	K. Shojiki, K. Uesugi, S. Kuboya, T. Inamori, S. Kawabata, H. Miyake, "High-Quality AIN Template Prepared by Face-to-Face Annealing of Sputtered AIN on Sapphire", physica status solidi (b), (2020.11)	10.1002/pssb.202000352	英文(English)	出版済み(published)	
2020	D Wang, K Uesugi, S Xiao, K Norimatsu, H Miyake, "High-quality AIN/sapphire templates prepared by thermal cycle annealing for high-performance ultraviolet light-emitting diodes", Applied Physics Express, (2021.2)	10.35848/1882-0786/abe522	英文(English)	出版済み(published)	
2020	Takehiro Yamada, Yuto Ando, Hiroataka Watanabe, Yuta Furusawa, Atsushi Tanaka, Manato Deki, Shugo Nitta, Yoshio Honda, Jun Suda, and Hiroshi Amano "Fabrication of GaN cantilever on GaN substrate by photo-electrochemical etching" Applied Physics Express 14, 036505 (2021).	10.35848/1882-0786/abe657	英文(English)	出版済み(published)	selected as APEX spotlights2021

3	初年度
0	2年度
3	合計論文数

### 1. 1. 3 原著論文(日本側研究チームを含まない相手側研究チームの論文)

#### Original Publications (Articles by the Partner Research Teams only, excluding the Japanese Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数



1. 2. 1 その他の著作物(相手側研究チームとの共著のみ)(総説、書籍など)  
 Other Media, e.g. reviews, books (Co-authored with the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

1. 2. 2 その他の著作物(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など)  
 Other Media, e.g. reviews, books (by the Japanese Research Teams only, excluding the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

1. 2. 3 その他の著作物(日本側研究チームを含まない相手側研究チームの総説、書籍など)  
 Other Media, e.g. reviews, books (by the Partner Research Teams only, excluding the Japanese Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

**2 学会等発表(セミナー、ワークショップ、シンポジウム等)**  
**Presentations at Academic Conferences etc. (Seminars, Workshops, Symposia)**

**2.1 学会発表(相手側研究チームと連名の発表)**  
**Conference Presentations (Joint Presentations with Partner Research Teams)**

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	日本語/英語/その他 Language	発表者、「題目」、学会等名、場所、月日等 Speaker, "Title", Conference Name, Location, Date etc.	招待講演、口頭発表、ポスター発表の別 Type of Presentation

0	初年度
0	2年度
0	合計発表数

**2.2 学会発表(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)**  
**Conference Presentations (by Japanese Research Teams, excluding Partner Research Teams)**

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	日本語/英語/その他 Language	発表者、「題目」、学会等名、場所、月日等 Speaker, "Title", Conference Name, Location, Date etc.	招待講演、口頭発表、ポスター発表の別 Type of Presentation
2020	日本語 (Japanese)	天野浩、「2050年の社会システム」、名古屋ロータリークラブ例会、名古屋、2020/7/14	招待講演 (Guest/Invited Speaker)
2020	日本語 (Japanese)	天野浩、「研究は誰のため?」、佐賀大学公正な研究活動の推進に関する講演会、佐賀、2020/11/12	招待講演 (Guest/Invited Speaker)
2020	日本語 (Japanese)	天野浩、「30年後の未来を創造する科学」、ぎふサイエンスフェスティバル2020、岐阜、2020/11/21	招待講演 (Guest/Invited Speaker)
2020	英語 (English)	天野浩、「Challenge to eradicate virus infection with a compact DUV light source」、JST-Stanford Symposium Practical Innovations Against COVID-19、オンライン、2021/2/17	招待講演 (Guest/Invited Speaker)
2020	日本語 (Japanese)	上杉謙次郎, Ding Wang, 三宅秀人, “低転位密度AIN膜の作製とそのテンプレート上AlGaN成長”, 日本学術振興会「結晶成長の科学と技術」第161委員会第114回研究会, オンライン開催, (2020.5)	招待講演 (Guest/Invited Speaker)
2020	日本語 (Japanese)	上杉謙次郎, Ding Wang, 正直花奈子, 窪谷茂幸, 三宅秀人, “低転位密度AINテンプレートを用いた深紫外LEDの開発”, 第12回ナノ構造・エピタキシャル成長講演会, オンライン開催 (2020.7)	招待講演 (Guest/Invited Speaker)
2020	日本語 (Japanese)	森隆一, 上杉謙次郎, 正直花奈子, 窪谷茂幸, 白土達也, 三宅秀人, “低転位密度AINテンプレート上SiドープAlGaNの電気的・光学的特性評価”, 第12回ナノ構造・エピタキシャル成長講演会, オンライン開催, (2020.7)	ポスター発表 (Poster Session)
2020	日本語 (Japanese)	伊庭由季乃, 正直花奈子, 窪谷茂幸, 上杉謙次郎, 肖世玉, 三宅秀人, “ナノパターン加工したスパッタ・アニール法AINテンプレート上のMOVPE成長AIN膜の結晶性評価”, 第12回ナノ構造・エピタキシャル成長講演会, オンライン開催 (2020.7)	ポスター発表 (Poster Session)
2020	日本語 (Japanese)	杉浦雅紀, 上杉謙次郎, 三宅秀人, “高温アニールに伴うSiC基板上スパッタAINの結晶性と歪み評価”, 第12回ナノ構造・エピタキシャル成長講演会, オンライン開催 (2020.7)	ポスター発表 (Poster Session)
2020	日本語 (Japanese)	白土達也, 上杉謙次郎, 窪谷茂幸, 正直花奈子, 三宅秀人, “スパッタ法アニール処理AIN上GaIn薄膜のMOVPE成長”, 応用物理学会秋季学術講演会, オンライン開催, (2020.9)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	三宅秀人, 正直花奈子, 肖世玉, 上杉謙次郎, 小泉晴比古, 窪谷茂幸, “高品質AIN結晶の作製とその紫外線デバイス応用”, 応用物理学会秋季学術講演会, オンライン開催, (2020.9)	招待講演 (Guest/Invited Speaker)

2020	日本語 (Japanese)	形岡 遼志, 小泉 晴比古, 岩山 章, 三宅 秀人, "スパファイア基板上へのスパッタ法を用いたh-BNの堆積と高温アニールによる結晶性向上", 応用物理学会秋季学術講演会, オンライン開催, (2020.9)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	上杉 謙次郎, 王 丁, 手銭 雄太, 肖 世玉, 正直 花奈子, 窪谷 茂幸, 三宅 秀人, "高温アニールしたスパッタ成膜AlNテンプレート上へのDUV-LED作製(2)", 応用物理学会秋季学術講演会, オンライン開催, (2020.9)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	林 侑介, 野本 健斗, 濱地 威明, 藤平 哲也, 三宅 秀人, 五十嵐 信行, 酒井 朗, "スパッタ法と高温アニールで作製した-c/+c AlN薄膜の電子線回折による極性判定", 応用物理学会秋季学術講演会, オンライン開催, (2020.9)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	伊庭 由季乃, 正直 花奈子, 窪谷 茂幸, 上杉 謙次郎, 肖 世玉, 三宅 秀人, "ナノパターンを有するスパッタ・アニール法AlNテンプレート上へのAlNのMOVPE成長", 応用物理学会秋季学術講演会, オンライン開催, (2020.9)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	稲森 崇文, 石原 頌也, 白土 達也, 窪谷 茂幸, 正直 花奈子, 上杉 謙次郎, 三宅 秀人, "高温アニールAlN上AlGaIn成長における超格子構造導入による歪み緩和", 応用物理学会秋季学術講演会, オンライン開催, (2020.9)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	伊庭由季乃, 正直花奈子, 窪谷茂幸, 上杉謙次郎, 肖世玉, 三宅秀人, "ナノストイブパターン加工した低転位密度AlNテンプレート上へのMOVPE成長と結晶性評価", 電子情報通信学会 エレクトロニクスソサイエティ レーザ・量子エレクトロニクス研究会 (LQE), オンライン開催 (2020.10)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	白土 達也, 上杉 謙次郎, 窪谷 茂幸, 正直 花奈子, 三宅 秀人, "高電子移動度トランジスタのための原子層平滑なAlNテンプレート上へのGaIn成長", 電子情報通信学会 エレクトロニクスソサイエティ レーザ・量子エレクトロニクス研究会 (LQE), オンライン開催, (2020.10)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	稲森 崇文, 窪谷 茂幸, 石原 頌也, 白土 達也, 正直 花奈子, 上杉 謙次郎, 三宅 秀人, "AlNテンプレート上歪み緩和AlGaIn成長のためのAlN/GaN超格子層導入", 電子情報通信学会 エレクトロニクスソサイエティ レーザ・量子エレクトロニクス研究会 (LQE), オンライン開催, (2020.10)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	形岡 遼志, 小泉 晴比古, 岩山 章, 三宅 秀人, "スパッタ法AlNバッファ層を用いたスパファイア基板上へのh-BNの堆積と高温アニールによる結晶性向上", 電子情報通信学会 エレクトロニクスソサイエティ レーザ・量子エレクトロニクス研究会 (LQE), オンライン開催, (2020.10)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	英語 (English)	Takafumi Inamori, Shigeyuki Kuboya, Shoya Ishihara, Tatsuya Shirato, Kenjiro Uesugi, Kanako Shojiki and Hideto Miyake, "Control of strain in AlGaIn films on AlN templates by AlN/GaN superlattices", The 12th International Workshop on Regional Innovation Studies 2020 (IWRIS2020), Mie Japan, (October 15, 2020)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	英語 (English)	Yukino Iba, Kanako Shojiki, Shigeyuki Kuboya, Kenjiro Uesugi, Shiyu Xiao and Hideto Miyake, "Effect of MOVPE Growth Conditions on Crystallinity of AlN films on Nano-Patterned Annealed Sputtered AlN Templates", The 12th International Workshop on Regional Innovation Studies 2020 (IWRIS2020), Mie Japan, (October 15, 2020)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	河端一輝, 窪谷茂幸, 上杉謙次郎, 正直花奈子, 三宅秀人, "高温アニールAlNテンプレートを用いた分極ドープ深紫外LED作製", 第49回結晶成長国内会議(JCCG-49), オンライン開催, (2020年11月)	口頭発表 (Oral Presentation)

2020	日本語 (Japanese)	土堀泰征, 上杉謙次郎, 三宅秀人, “AINの結晶性向上に向けたサファイア基板表面の大気雰囲気アニールによる平坦化”, 第49回結晶成長国内会議(JCCG-49), オンライン開催, (2020年11月)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	川端心, 正直花奈子, 窪谷茂幸, *上杉謙次郎, 三宅秀人, “選択MOVPE成長による原子層レベルのAIN表面形態制御”, 第49回結晶成長国内会議(JCCG-49), オンライン開催, (2020年11月)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	英語 (English)	Shiyu Xiao, Kanako Shojiki, Hideto Miyake, “Thick AlN layers grown on macro-scale patterned sapphire substrates with sputter-deposited annealed AlN films by hydride vapor-phase epitaxy”, The Virtual Workshop on Materials Science and Advanced Electronics Created by Singularity, online, February 1-3, (2021.2)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	英語 (English)	H. Miyake, K. Uesugi, K. Shojiki, S. Xiao, D. Wang, S. Kuboya, “High-quality AlN template prepared by face-to-face annealing of sputtered AlN on sapphire”, The 8th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology (CGCT-8), online(2021.3)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	英語 (English)	K. Uesugi, D. Wang, K. Shojiki, S. Kuboya, and H. Miyake, “Fabrication of UV-C LED on face-to-face annealed sputter-deposited AlN template”, The 8th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology (CGCT-8), online(2021.3)	招待講演 (Guest/Invited Speaker)
2020	英語 (English)	K. Shojiki, K. Uesugi, S. Kuboya, and H. Miyake, “Reduction of threading dislocation densities of N-polar face-to-face annealed sputtered AlN on sapphire”, The 8th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology (CGCT-8), online, (2021.3)	招待講演 (Guest/Invited Speaker)
2020	英語 (English)	H. Miyake, K. Uesugi, S. Xiao, K. Shojiki, S. Kuboya, “Fabrication of high crystalline AlN/sapphire for deep UV-LED”, Photonics West 2021, online, (2021.3)	招待講演 (Guest/Invited Speaker)
2020	英語 (English)	K. Uesugi, D. Wang, K. Shojiki, S. Kuboya, and H. Miyake, “Development of DUV-LED grown on high-temperature annealed AlN template”, Photonics West 2021, online, (2021.3)	招待講演 (Guest/Invited Speaker)
2020	日本語 (Japanese)	三宅 秀人, 正直 花奈子, 肖 世玉, 上杉 謙次郎, 窪谷 茂幸, “高温アニールによる転位密度 $10^7\text{cm}^{-2}$ のAINテンプレート作製”, 第68回応用物理学会春季学術講演会, オンライン開催(2021.3)	招待講演 (Guest/Invited Speaker)
2020	日本語 (Japanese)	窪谷 茂幸, 岩山 章, 上杉 謙次郎, 正直 花奈子, 則松 研二, 三宅 秀人, “スパッタ・アニール法によるAlGaN薄膜の作製”, 第68回応用物理学会春季学術講演会, オンライン開催(2021.3)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	上杉 謙次郎, 手銭 雄太, 肖 世玉, 則松 研二, 岡村 実奈, 荒木 努, 三宅 秀人, “高温アニールしたAINテンプレート上のAlGaN成長における異常成長の起源” 第68回応用物理学会春季学術講演会, オンライン開催(2021.3)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	森 隆一, 上杉 謙次郎, 白土 達也, 窪谷 茂幸, 正直 花奈子, 三宅 秀人, “スパッタ法アニール処理AIN上AlGaNチャネルHEMTのMOVPE成長” 第68回応用物理学会春季学術講演会, オンライン開催(2021.3)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	山田剛大, 安藤悠人, 渡邊浩崇, 古澤優太, 出来真斗, 田中敦之, 新田州吾, 本田善央, 須田淳, 天野浩 “Ga <sub>0.5</sub> N: C半絶縁層を用いた圧電駆動Ga <sub>0.5</sub> Nカンチレバーの作製” 第67回応用物理学会春季学術講演会, 3月12-15日, 13p-A302-8 (2020)	口頭発表 (Oral Presentation)

2020	日本語 (Japanese)	山田剛大, 安藤悠人, 渡邊浩崇, 古澤優太, 出来真斗, 田中敦之, 新田州吾, 本田善央, 須田淳, 天野浩 “GaN: C半絶縁層を用いた圧電駆動GaNカンチレバーの共振特性” 第81回応用物理学会秋季学術講演会, 9月8-11日, オンライン, 10a-Z02-8 (2020)	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	天野浩, 「2050年の社会システム」, 名古屋ロータリークラブ例会, 名古屋, 2020/7/14	招待講演 (Guest/Invited Speaker)
2020	日本語 (Japanese)	天野浩, 「研究は誰のため?」, 佐賀大学公正な研究活動の推進に関する講演会, 佐賀, 2020/11/12	招待講演 (Guest/Invited Speaker)
2020	日本語 (Japanese)	天野浩, 「30年後の未来を創造する科学」, ぎふサイエンスフェスティバル2020, 岐阜, 2020/11/21	招待講演 (Guest/Invited Speaker)
2020	英語 (English)	天野浩, 「Challenge to eradicate virus infection with a compact DUV light source」, JST-Stanford Symposium Practical Innovations Against COVID-19, オンライン, 2021/2/17	招待講演 (Guest/Invited Speaker)

41	初年度
0	2年度
41	合計発表数

**2.3 学会発表 (日本側研究チームを含まない相手側研究チームの発表)**  
**Conference Presentations (by Partner Research Teams, excluding Japanese Research Teams)**

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	日本語/英語/その他 Language	発表者, 「題目」, 学会等名, 場所, 月日等 Speaker, "Title", Conference Name, Location, Date etc.	招待講演, 口頭発表, ポスター発表の別 Type of Presentation

0	初年度
0	2年度
0	合計発表数

**3 ワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催**  
**Workshops, Seminars, Symposia and Other Events**

**3.1. ワークショップ・セミナー・シンポジウム(日本側研究チームおよび/または相手側研究チーム主催)**  
**Workshops, Seminars, Symposia (Organized by the Japanese and/or Partner Research Teams)**

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	開催期間 Event duration	主催者名 Name of Organizer	名称 Title of the Event	場所(国名、都市名、会場名) Location (Country, City, Venue)	参加人数(チームメンバー含む) Number of Participants (Including Team Members)	概要 Overview
2020	2020/10/15~16	三重大学	International Workshop on Creation of Singularity Structures	三重大学地域イノベーションホール	97	
2020	2021/2/1~3	科学研究費 新学術	Materials Science and Advanced Electronics Created by Singularity	オンライン開催		

2	初年度
0	2年度
2	合計開催数

**4 研究交流の実績**  
Record of Research Exchanges

**4.1 日本側の本プロジェクト関連海外出張**  
Record of Visits by the Japanese Side to Overseas

**4.1.1 日本側研究チームメンバーのみ**  
Only those by Japanese Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0
								0
								0

0 初年度	延べ出張者数(人)	0	初年度	0
0 2年度			2年度	0
			延べ出張日数(人・日)	0

**4.1.2 日本側研究チームメンバー以外**  
Excluding those by Japanese Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0
								0
								0

0 初年度	延べ出張者数(人)	0	初年度	0
0 2年度			2年度	0
			延べ出張日数(人・日)	0

**4.2 相手国側の本プロジェクト関連海外出張**  
Record of Visits by Partner Reserach Teams to Overseas including Japan

**4.2.1 相手側研究チームメンバーのみ**  
Only those by Partner Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0
								0
								0

0 初年度	延べ出張者数(人)	0	初年度	0
0 2年度			2年度	0
			延べ出張日数(人・日)	0

**4.2.2 相手側研究チームメンバー以外**  
Excluding those by Partner Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0
								0
								0

0 初年度	延べ出張者数(人)	0	初年度	0
0 2年度			2年度	0
			延べ出張日数(人・日)	0

**5 特許出願**  
**Patent Applications**

**5.1. 日本側の単独出願**  
**Independent Applications by Japanese Research Teams**

出願年度 (西暦を入れてください) Year of Application	出願番号 Application Number	発明の名称 Name of Patent/Patent Name	出願日 Application Date	出願人(全出願人を記載) Patent Applicants (Fill in All Members)	公開番号 (未公開は空欄) Publication Number (leave blank if unpublished)	発明者 Inventor	出願国 Country of Application	登録番号 (未登録は空欄) Registration Number (leave blank if unregistered)
2020	2021-003653	窒化物半導体基板	2021/1/13	国立大学法人三重大学		三宅 秀人	日本	
2020	PCT/JP2021/007422	窒化物半導体基板、半導体素子及び窒化物	2021/2/26	国立大学法人三重大学		三宅 秀人, 王 丁, 上杉 謙次郎		

	2	初年度
	0	2年度
	2	合計出願数

	0	初年度
	0	2年度
	0	合計出願数(登録番号)

**5.2. "相手国"側の単独出願**  
**Independent Applications by Partner Countries**

出願年度 (西暦を入れてください) Year of Application	出願番号 Application Number	発明の名称 Name of Patent/Patent Name	出願日 Application Date	出願人(全出願人を記載) Patent Applicants (Fill in All Members)	公開番号 (未公開は空欄) Publication Number (leave blank if unpublished)	発明者 Inventor	出願国 Country of Application	登録番号 (未登録は空欄) Registration Number (leave blank if unregistered)

	0	初年度
	0	2年度
	0	合計出願数

	0	初年度
	0	2年度
	0	合計出願数(登録番号)

**5.3. 共同出願**  
**Joint Applications**

出願年度 (西暦を入れてください) Year of Application	出願番号 Application Number	発明の名称 Name of Patent/Patent Name	出願日 Application Date	出願人(全出願人を記載) Patent Applicants (Fill in All Members)	公開番号 (未公開は空欄) Publication Number (leave blank if unpublished)	発明者 Inventor	出願国 Country of Application	登録番号 (未登録は空欄) Registration Number (leave blank if unregistered)

	0	初年度
	0	2年度
	0	合計出願数

	0	初年度
	0	2年度
	0	合計出願数(登録番号)



## 6 受賞等 Awards

### 6.1 受賞 Awards

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	賞の名称 Name of Award	受賞日 Date of Award	受賞者 Recipient	特記事項 Remarks

0	初年度
0	2年度
0	合計受賞数

### 6.2 新聞報道 Newspaper Reports

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	新聞名、記事のタイトル Name of Newspaper & Title of Article	掲載日 朝刊・夕刊の別 Date of Publication (Morning or Evening Edition)	掲載者 Publisher	特記事項 Remarks

0	初年度
0	2年度
0	合計掲載数

### 6.3 その他 Other

テレビ、雑誌等に取り上げられた場合などありましたらご記入ください。

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	テレビ:放送局、番組名/ 雑誌:雑誌名、巻号数、引用した箇所のページ Television: Broadcasting Station, Program Name/ Magazine: Name, Volume/Edition, Reference Page	テレビ:放映日/ 雑誌:発行年月 Television:Broadcasting Date Magazine: Date of Publication	出演者/掲載された人 Presenter/Person mentioned	特記事項 Remarks
2020	日刊工業新聞「三重大、深紫外LED殺菌の最新事例など紹介」	2020/12/18	三宅秀人	
2020	日刊工業新聞「三重大、「三宅方式」の深紫外LED 実用化へ連携企	2020/8/29	三宅秀人	

2	初年度
0	2年度
2	合計出演・掲載数