

有人空間で使用できる深紫外LEDによる 小型ウイルス不活化技術の研究開発



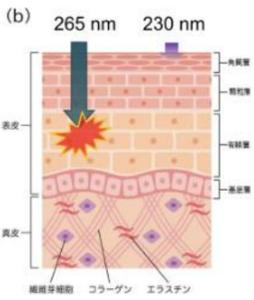
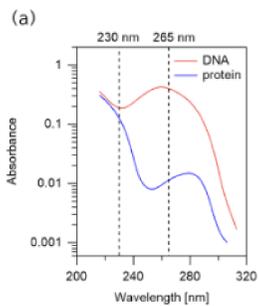
株式会社BEAM Technologies、理化学研究所、東京農工大学、JAXA

ミッション

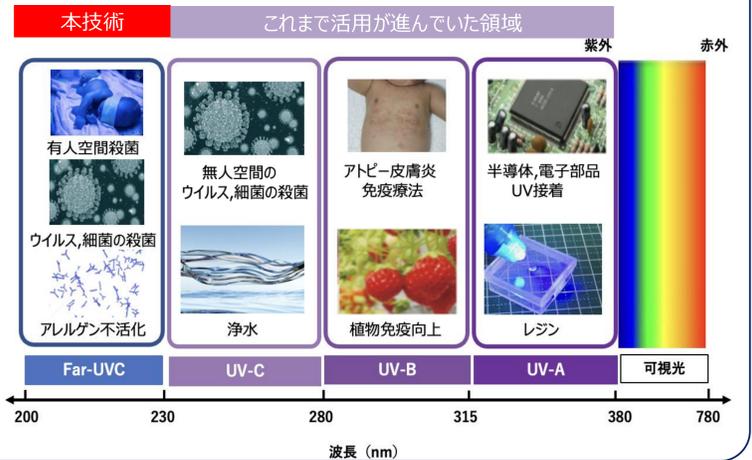
◎宇宙空間において、下記条件を満たす有人空間内で安全に利用可能なウイルス除去技術が求められている。

- ①人体に対して高い安全性を有すること
- ②ウイルス・細菌に対して高い殺菌・不活化効果を有すること
- ③ISS等に搭載されている機器、構造材の劣化を招かないこと

上記ミッションを達成すべく、Far UVC LED (波長200-230 nm) を開発して、不活化効果の検討を行った。



	本技術	競合技術	従来技術	従来技術
デバイス	Far-UVC 220-230 nm	UVC 254-270 nm	アルコール	次亜塩素酸水
種類	LED	LED	液体	液体
人体への害	◎ (ほぼ害がない)	× 使用不可	○ 少ない	○ 少ない
サイズ	◎ 小型	◎ 小型	○ ストック要する	○ ストック要する
部材ダメージ	△ 材料によって劣化	× 樹脂は劣化	○ 劣化しない	× 金属は腐食
危険性	◎ なし	◎ なし	× 引火性あり	○ 口にするリスク
宇宙での適応	◎ 総合的	×	×	×



吸光度の波長依存性(a)と生体への侵襲性の比較(b)

除菌技術の違い

研究成果

◎研究達成状況

- ①人体に対する安全性の高い波長230 nmの波長域のスペクトル形状を有するLEDの開発に成功した。(図1)
- ②LEDモジュールと波長222 nmのエキシマランプでウイルス不活化実証を行い、同一の照射量条件で深紫外LEDモジュールとエキシマランプで同等の不活化効果があることを確認した。(図2、3)
- ③4種の樹脂片を選定し、接触角測定とFT-IR測定による部材劣化試験を行った。一部の材料において接触角などの変化が見られたものの、UV照射による影響が限定的であることが確認された。

◎地上実装、宇宙適用に向けた具体的な動き

- ・目標の波長域で良好なスペクトル形状を有するLEDの開発に成功した。このLEDを実装したモジュールで従来光源と同等の不活化効果が得られたことは、有人宇宙空間における実現可能性において重要なミッションを達成したと考えられる。

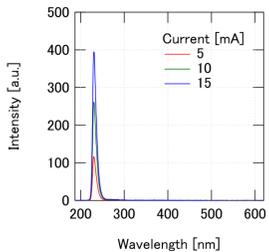


図1 LEDの発光スペクトル



図2 LEDモジュール外観

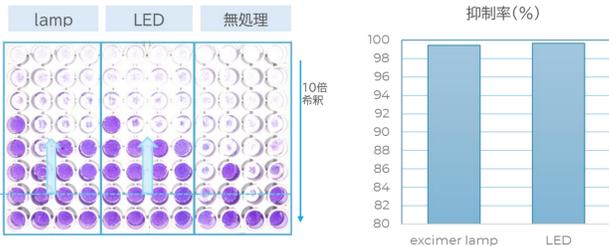


図3 TSID50アッセイの試験結果

今後の計画

①【改善】光出力・素子寿命

課題	解決策・見込み
光出力	結晶成長条件の最適化による点欠陥制御、電子ブロック層、分極ドーピング層の最適化による電子オーバーフローの抑制、新規電極デザインによる発熱の抑制と光取り出し効率の改善。(図4)
素子寿命	LEDの長寿命化にはLEDの温度上昇を抑制することが重要である。LEDの温度上昇を抑えるためには、発熱の抑制と発生した熱を速やかに逃がすための放熱設計が求められる。電気特性の改善による発熱の抑制、及び電極・パッケージデザインの構造検討による放熱特性の改善により素子寿命の改善が期待される。(図5)

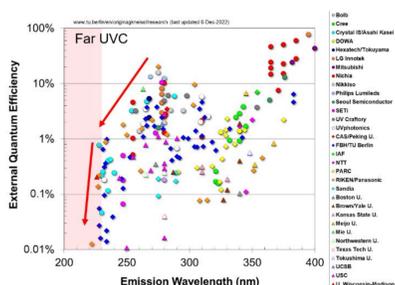


図4 外部量子効率の波長依存性

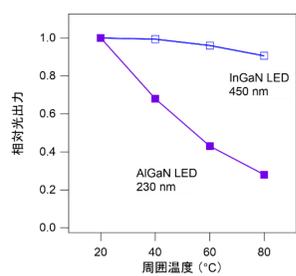


図5 LEDの相対光出力の周囲温度依存性

②【新】宇宙製造

- ◎地上での結晶成長は、重力に起因する自然対流によって、原料ガスの基板への供給不均一化や成長界面の擾乱が引き起こされ、多量の結晶欠陥が結晶内に発生してデバイス性能を押し下げている。
- ◎宇宙の微小重力環境は、この自然対流を排除し、結晶成長における理想的な環境を作り出すことができ、化合物半導体の品質を高めることができる。
- 「超低欠陥」: 対流の抑制により、結晶欠陥が劇的に減少
→ デバイスの信頼性・長寿命化
- 「超高均一性」: 拡散支配の物質輸送により膜厚・組成が均一化
→ デバイス性能の最大化と歩留り向上

