

「窒化物半導体の結晶成長における高品質化技術」の三重県への応用分野

三宅研究室のコア技術を利用して高精度基板を作成することにより、深紫外LEDや高周波IC等の量産が現実的になる可能性が高い。また、それらのデバイスを活用したアプリケーション開発を行うことにより、三重県の産業振興に資する展開が期待される。本事業ではFS調査や製品化テストを促す施策等を通じて、その実現を加速させる。

深紫外LED産業のイノベーション

コーディネート・FS調査

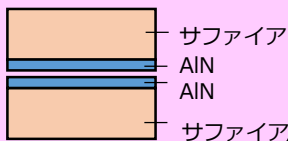
深紫外LEDを起点とした産業連鎖

コアとなるAIN膜の技術

本事業における三宅方式」の実用化展開

LEDメーカー

加熱炉 1650~1700℃
N₂ガス



世界一の結晶精度

ウエハ作製

深紫外LEDの製造

殺菌
照明など

北勢サテライト

深紫外LEDの製造

組み込み
製品開発

輸送機器産業
製造技術への
応用展開



交通・運輸空調

伊賀サテライト

医療・食品産業
への応用展開



医薬・食品工場



伊勢志摩サテライト

農林水産業への
応用展開

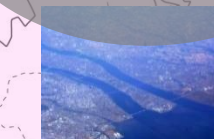


植物工場



カキ養殖分野

東紀州サテライト



河川、海の浄化

There are 46 countries where less than half the population has access to an improved sanitation facility

衛生的な水の設備が無い



三重から世界へ

91-100%

76-90%

50-75%

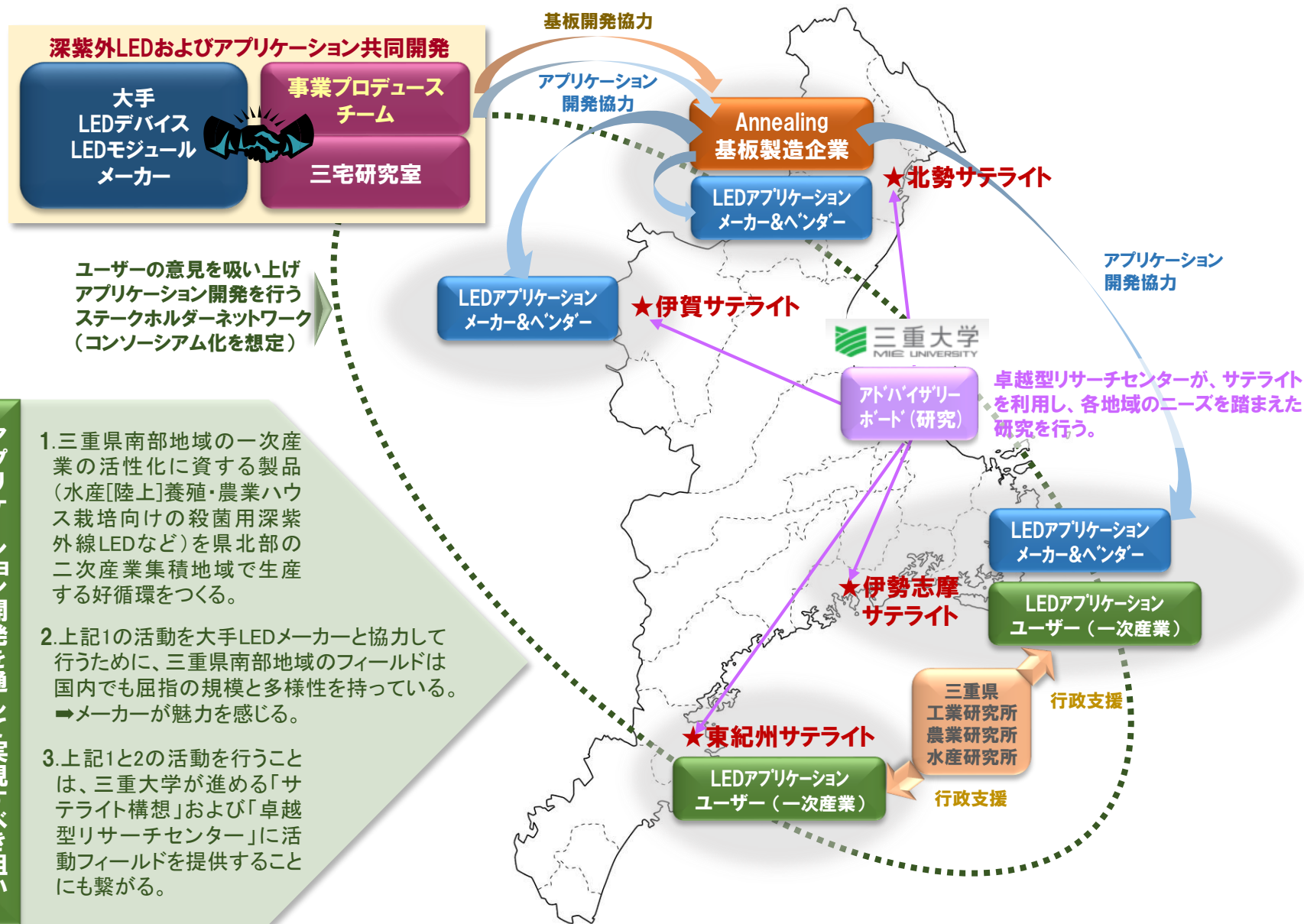
<50%

46カ国は50%以下

http://www.unicef.org/gambia/Progress_on_drinking_water_and_sanitation_2014_update.pdf

三重県の特徴を踏まえた本事業アプリケーション開発の方向性

事業プロデュースチームが北部地域の二次産業集積の中から基板製造協力企業を育成し、その基板をLEDメーカーに提供するとともに、そのLEDメーカーと共に地域のアプリケーション開発企業群との協力体制を構築する。この一連の事業関係者は、三重県機関の協力を得つつ、南部地域ユーザーにアプリケーションを提供する。



深紫外LED用途別事業化の方向性1:水の殺菌

深紫外線の中でも、250～270nmの波長は最も殺菌効果が高く、水の殺菌についても水銀ランプが主要な光源となっている。深紫外LEDによる殺菌灯の小型化、環境負荷の低減、コスト低減といった面から各産業での「水の殺菌」需要は大きいと考えられる。

概要 (用途ニーズ)

植物工場や陸上養殖のみならず、食品加工分野、薬事工業分野などにおいて、使用する水の殺菌が求められている。植物工場や陸上養殖では、循環水中の細菌などを殺菌することにより植物や魚介類への病原菌感染を防ぐ目的が主であるが、加工分野では、原料水や洗浄水等の殺菌によって製品への微生物の混入を防ぐ目的がある。

想定市場 (市場規模)

- ・養水、循環水の殺菌
- ・飼育水、循環水の殺菌
- ・原料水、洗浄水の殺菌
- ・飲料水の殺菌 など

競争優位点 (差別化戦略)

水の紫外線殺菌には水銀ランプが使用されている。ランプの寿命は概ね1年ほどであり、水銀を使用するため環境負荷が大きく、規制がある。光源を深紫外LEDに代替することにより長寿命化し、交換コストの低減が期待できる。小型化するため水銀ランプを設置できない箇所に設置可能である。任意波長の深紫外線を実現するため、貝類養殖においては産卵誘導用と飼育水殺菌用とに波長を使い分けることも期待される。

事業化課題 (解決方法)

- ・深紫外LEDの殺菌能力(出力)
- ・深紫外LEDの価格
- ・長寿命化

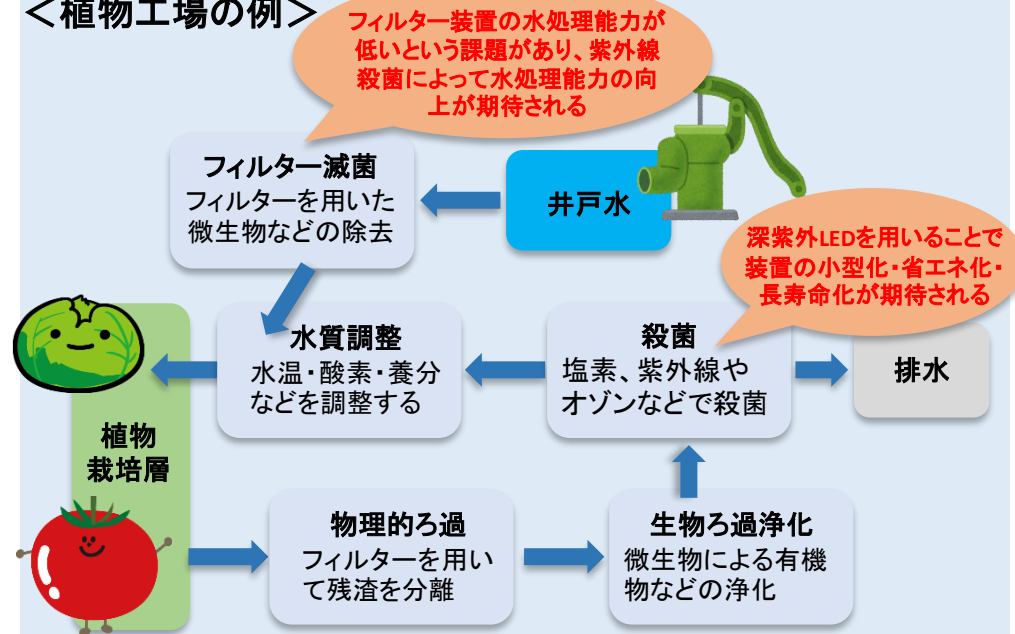
ステークホルダー (事業化役割)

- アプリケーションベンダー
- ・循環水紫外線殺菌装置メーカー
 - ・ユーザー
- 植物工場
- ・陸上養殖、漁業関連
 - ・食品加工関連
 - ・医薬品関連 など



事業展開イメージ (事業ストラクチャー/概念図)

<植物工場の例>



<陸上養殖の例>



深紫外LED用途別事業化の方向性2:民生品

深紫外線の中でも、250～270nmの波長は最も殺菌効果が高い。現在、水銀ランプが殺菌灯の主要な光源であるが、環境負荷が大きく、代替技術が求められている。270nm以下の波長で、高出力な深紫外LEDが実現することにより、その用途は、家庭用(民生品)から産業用まで大きく広がると期待される。

概要 (用途ニーズ)

家庭の中には、臭いが気になる場所(ゴミ箱や排水溝)、細菌やカビの温床になる場所(加湿器や空調機、冷蔵庫)などにおいて、効果的に殺菌することにより、消臭や病原菌からの予防といった生活の質を改善させるための需要がある。

想定市場 (市場規模)

- ・水の殺菌(24時間風呂、貯水タンクなど)
- ・空気の殺菌(空調機、加湿器など)
- ・殺菌による消臭(ゴミ箱、排水口、下駄箱、洗濯機など)
- ・携行品(アウトドア用水筒、歯ブラシケースなど)

競争優位点 (差別化戦略)

家庭用機器に内蔵させるべく紫外線光源の小型化が求められる。深紫外LEDは、水銀ランプに比べ圧倒的に小型であるため、従来機器の余剰スペースに導入できる可能性があり、開発コストを低減できる。深紫外LEDが省電力で小型であり、携帯品への搭載も可能になるため、従来の水銀ランプに比べて応用範囲が圧倒的に広がると期待される。

事業化課題 (解決方法)

- ・深紫外LEDの出力(殺菌能力)
- ・紫外線発生装置の曇りなどによる出力の低下
- ・紫外線がヒトに当たらないような製品の安全設計
- ・紫外線による機器の劣化

アプリケーションベンダー

- ・家庭用機器メーカー
- ・家庭用品メーカー

ユーザー

- ・一般家庭
- ・小規模事業所(事務所)

ステークホルダー (事業化役割)

事業展開イメージ (事業ストラクチャー/概念図)

<加湿器の殺菌の例>

従来型の加湿器は、清潔性に課題があり、内部に設置されたスポンジフィルターやタンクの水は細菌の温床となり、不衛生である。内部構造に水の殺菌システムを搭載することにより清浄なミストを室内に供給可能になる。深紫外LEDを紫外線の光源とすることで、従来機の余剰スペースに搭載したり、機器の小型化へも繋がる。

<携行品の例>

紫外線の光源が小型化することによる民生品への応用範囲が広がる。昨今の人々の清潔・安全意識の高まりにより、除菌・抗菌作用のある素材が一般に定着している。深紫外LEDの普及によりさらに、殺菌や滅菌に対する身近な対策、携行品の需要が高まると考えられる。

	寿命	価格	消費電力	出力(殺菌線量)	波長
水銀ランプ	短い(6,000時間)	低価格	大きい	高出力(30mW以上)	複数波長(253.7nm)
本技術(深紫外LED)	長い	高価格	小さい	低出力	任意の波長が可能

深紫外LED用途別事業化の方向性3: 空気の殺菌

253.7nmの波長はDNAに吸収されやすく、ウイルス・細菌・カビのDNAも破壊する。この特性を利用した空調機専用殺菌灯がすでに販売されており、これらの機器に搭載されている紫外線ランプの代替として深紫外LEDの利用が期待される。

概要 (用途ニーズ)

健康人では問題のないような病原体であっても、免疫力が低下している病人やお年寄りにとっては大きなリスクとなる。そのため、医療機関や介護施設において清浄な空気の提供は重要となる。また、食品加工工場や化粧品製造工場では、製品へのカビなどの混入は重大な問題となるため、空気を介した製品への病原体の混入を防ぐシステムが必要となる。図書館や博物館におけるカビの発生は重要課題であり、空气中を浮遊しているカビの除去を目的とした使用も期待される。

想定市場 (市場規模)

- ・医療機関、介護施設、保育所
- ・図書館、博物館、美術館
- ・食品加工工場、化粧品工場、製薬工場
- ・給食センター、調理施設
- ・飛行機など長時間閉鎖される空間 など

競争優位点 (差別化戦略)

紫外線殺菌に使用されている紫外線ランプの殺菌効果保証期間は24時間連続点灯で約1年である。深紫外LEDによりランプ寿命と殺菌効果保証時間も長期間化し、ランプ交換コストと手間の低減、消費電力の削減、ランプの小型化が期待できる。さらに、ランプが小型化されることで、航空機の化粧室など従来ランプの設置が困難であった狭いスペースへの深紫外LEDの設置が期待される。

事業化課題 (解決方法)

- ・従来の殺菌灯よりも高い殺菌能力、殺菌効果保証時間の延長
- ・ヒトに直接紫外線が当たらないような安全設計
- ・紫外線照射による設備の劣化

アプリケーションベンダー

- ・深紫外LEDメーカー
- ・空調機器メーカー(家庭用・自動車用エアコンなど)
- ・設備用空調機器メーカー

ユーザー

- ・公共施設(医療機関・介護施設・保育所・市役所など)
- ・製造加工工場
- ・外食産業 など

ステークホルダー (事業化役割)

事業展開イメージ (事業ストラクチャー/概念図)

米国疾病管理予防センター(CDC)のガイドラインでは、空気感染隔離室の空気清浄化のために補助的な工学的コントロールの必要性が示唆された場合は、HEPAフィルターによるろ過を補助するため**紫外線殺菌照射ユニットを取り付けることを推奨**している。

導入例



手術室・待合室など

応用期待分野



航空機の化粧室

深紫外LEDによって小スペースでの殺菌も可能となる

深紫外LED用途別事業化の方向性4:樹脂硬化

紫外線硬化樹脂とは、紫外線のエネルギーにより短時間に重合化する材料のことで、身近なところでは、携帯電話の表示パネルに使用されている。印刷、シール、接着、塗装・コーティング用材料として幅広く利用されており、深紫外LEDの応用範囲が広い。

概要 (用途ニーズ)

紫外線硬化とは、紫外線放射エネルギーを利用して、モノマー（液体）をポリマー（固体）に化学変化させる技術のことであり、この特性を応用して様々な産業で利用されている。例えば、プリント基板への電子部品の接着、パネルなどガラス製品の接着、シール・ラベルの印刷、電子部品の塗装である。従来の紫外線ランプから深紫外LEDへ置き換えることで環境負荷の低減が求められている。

想定市場 (市場規模)

- ・携帯電話や家電部品の塗装
- ・ガラスの塗装
- ・フローリング、タイル、家具の塗装
- ・FRP材への塗装
- ・自動車ボディーの塗装
- ・印刷インキ、顔料入り塗料の硬化 など

競争優位点 (差別化戦略)

深紫外LEDを利用することで、従来ランプに比べ切り替えが瞬時に可能であり、印刷・コーティング作業の準備時間の短縮に繋がる。また、LEDは長寿命で、交換頻度が減るため、交換時に起こる光量関係のトラブル低減につながる。さらに、従来ランプでは有害なガスが発生するため排気ダクトが必要で、作業環境の悪化が課題であったが、深紫外LEDでは不必要で、環境負荷、作業への負担が少ないといったメリットがある。

事業化課題 (解決方法)

- ・光量の安定性
- ・価格
- ・ヒトに直接紫外線が当たらないような安全設計

アプリケーションベンダー

- ・深紫外LEDメーカー
- ・光硬化印刷機メーカー など

ユーザー

- ・一般ユーザー
- ・家電部品メーカー
- ・自動車メーカー
- ・印刷業者 など

ステークホルダー (事業化役割)

事業展開イメージ (事業ストラクチャー/概念図)

<UVレジンクラフトの例>

① ②

紫外線硬化樹脂（UVレジン）は、もともとクラフト用ではなく、接着や塗装の硬化促進用に使用された工業用樹脂であったが、最近ではクラフト素材としても使用されている。UVライトを当てるだけで5分程で固まる手軽さと、オリジナルのアクセサリなどを製作できるため人気となっている。深紫外LEDの民生品の応用展開として期待できる分野である。

<UV印刷の例>

UV印刷では、印刷インキ（UVインキ）の硬化が一瞬で起こり、印刷されて印刷機から原反が積まれる際にはインキは完全に固まっている。油性インキのように長時間乾燥工程をとる必要がないため、生産効率が高い。また、UVインキは、一般の油性インキに含まれる溶剤を含有しないため、作業環境の改善につながり、UV印刷の需要はますます高まると考えられる。

深紫外LED用途別事業化の方向性5:分析機器への応用

深紫外LEDを分析機器に代替利用すると、消費電力の削減や機器の小型化、低価格化、維持費用の削減といったメリットが得られる。さらに、計測機器に使用する光源ランプは、光量安定度が高いランプが望ましいとされ、三宅方式により作製される深紫外LEDは基板の精度が高く、安定した光出力が得られるため、応用範囲が広いと期待される。

概要 (用途ニーズ)

深紫外LEDの具体的な応用先として、核酸(DNA・RNA)の純度・濃度測定機器への利用が挙げられる。生命科学分野ではDNA・RNA抽出は、多くの実験の初期ステップであり、ユーザーが多い。遺伝子組み換えなどのバイオテクノロジー、ゲノム研究、遺伝性疾患の検出、法医学、創薬、農産業、畜産業の研究開発などでのニーズが高い。さらに、サンプルの少量化に伴い、好感度の分析機器が求められている。

想定市場 (市場規模)

- ・分光光度計
- ・高速液体クロマトグラフィー
- ・顕微鏡
- ・水質・大気汚染物質測定装置 など

競争優位点 (差別化戦略)

深紫外LEDは単一波長を照射できるため、キセノンフラッシュランプでは必要なフィルターが不要となり、測定器構造の簡素化、測定器の価格を抑えることが可能となる。さらに測定器の小型化が可能となれば、作業スペースも増える。高出力化により、低濃度の試料も検出可能となる。低波長の紫外線を安定照射するには、精度の高い基板が必要となるため、高品質の三宅方式による基板は、他の深紫外LEDよりも優位となる。

事業化課題 (解決方法)

- ・光量の安定性
- ・価格
- ・深紫外LEDのロット間の差

アプリケーションベンダー

・分析機器メーカー など

ユーザー

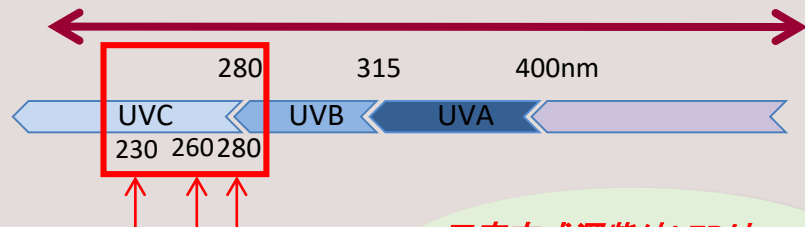
- ・大学、公的研究機関
- ・製薬、化粧品、食品、化学製品メーカー など

ステークホルダー (事業化役割)

事業展開イメージ (事業ストラクチャー/概念図)

核酸(DNA・RNA)純度・濃度測定波長

従来使用されているランプ; キセノンフラッシュランプ 190~840 nm



核酸(DNA・RNA) 純度・濃度測定に必要な波長

三宅方式深紫外LEDは
光長期安定性の点で他のランプ
よりも優れる

分光光度計における従来ランプと深紫外LEDの比較

	キセノンフラッシュランプ (従来)	深紫外LED
波長	190~840nmの 広帯域	210~350nmの範囲で 単一波長可
フィルター	要	不要
価格	高価格	低価格
測定器サイズ	大	小

参考: 2015.3 LEDs Magazine Japan

深紫外LED用途別事業化の方向性6:医療機器への応用

紫外線波長は、治療や病室などの殺菌に利用されている。既存の製品では水銀灯などガス光源が使用されている。しかしながら、水銀の規制やガス光源では波長が限定されることなど問題がある。高出力深紫外LEDの実現により殺菌を目的とした医療分野での応用が期待される。

概要 (用途ニーズ)

保険診療では乾癬、掌跖膿疱症、白斑、アトピーなど、保険外診療では円形脱毛症などにおいて、紫外線照射による治療が行われている。その医療機器には、紫外線波長の光源として水銀灯やエキシマランプといったガス光源が使用されている。ランプのコストや光源の安定性といった面から深紫外LEDの応用が期待されている。また、医療機関における環境表面の殺菌は、清掃スタッフにより手で行われる。しかし、拭き残しや薬剤耐性菌への効果が薄いことが課題とされる。従来の殺菌方法に加え、紫外線波長による殺菌システムを取り入れることで、院内感染のさらなる予防対策に繋がることが期待される。

想定市場 (市場規模)

- ・医療機関
- ・集団感染の高い施設（医療機関、介護施設など）

競争優位点 (差別化戦略)

水銀灯やエキシマランプはそのサイズが大きいため、照射部位も広範囲となり、患部周囲の皮膚を遮光する必要がある。深紫外LEDは小型であるため、照射部位のサイズに細かく対応できる可能性があり、エキシマランプなどとの代替が期待される。また、深紫外LEDは最も殺菌力のある波長のみを照射することができる。そのため余計な部品を搭載する必要がなく、本体価格を抑えることにも繋がると考えられる。

事業化課題 (解決方法)

- ・十分な殺菌効果を得られる出力および照射時間
- ・ヒトに直接紫外線が当たらないような安全設計

アプリケーションベンダー

- ・深紫外LEDメーカー
- ・医療機器メーカー

ユーザー

- ・病院
- ・集団感染の可能性が高い施設

ステークホルダー (事業化役割)

事業展開イメージ (事業ストラクチャー/概念図)

<皮膚病治療の例>

水銀ランプの代わりにエキシマランプが使用され始めており、水銀ランプ治療よりも、治療時間が短縮された。しかしながら、機器本体の価格が高額で、機器のサイズも大きい。深紫外LEDは、**治療に適した波長を高照射でき、かつ医療機器の低価格化、コンパクト化を可能にする。**

<院内感染対策の例>

従来の手による環境殺菌後、手術室や病室内で紫外線を照射することで、**院内感染の原因となる薬剤耐性菌やノロウイルスなどの殺菌が期待される。**

他のガス光源と異なり、深紫外LEDは狙った波長を照射できるため、必要となる光学部品が少なくなり、**機器本体の価格も抑えられ、かつ小型化となる。**