

研究開発成果 実装支援プログラム
平成23年度 報告書

実装活動の名称

「農作物の光害を防止できる通学路照明の社会実装」

採択年度 平成22年度

実装機関名 山口大学

実装責任者 山本晴彦

1. 概要

本実装活動「農作物の光害を防止できる通学路照明の社会実装」は、農業や環境保全の妨げとならず安全安心の確保が可能な、科学的知見にもとづく「光害阻止照明」を提供し、自治会・学校・農業者が連携した地域ネットワークの枠組みの中で、地域のニーズに合った照明計画のモデルケースを確立し、この試みを全国に波及することを最終目標とする。

平成23年度は、山口市平川地区を実装活動のモデルケースとし、(独)科学技術振興機構(JST)の独創的シーズ展開事業 大学発ベンチャー創出推進で開発した「光害阻止照明」を水田に隣接する通学路に設置し、イネの「光害」を発生させず、夜間でも安心・安全な通学道路の確保を地域と連携して目指した。そこで、1. 安心・安全なまちづくりのための「明るさマップ」の計画・作成・提案、2. 平川地区における「光害阻止照明」の実装活動、3. 名田島地区における「光害阻止照明」の実装準備を実施した。

2. 実装活動の具体的内容

1. 安心・安全なまちづくりのための「明るさマップ」の計画・作成・提案

平川地区の照度分布の現況を把握するため、照度調査を実施した。平川地区は山口市でも有数の人口増加地域であり、農地の転用により振興住宅地が拡大し、水田と住宅地が混在する箇所が大きく増加している。このため、平川地区に位置する小学校や中学校・高等学校の周辺には、部活動帰り等帰宅時に暗闇となる通学路が多く存在する。そこで、平川地区内の照度分布調査を行うことで、明るさマップを作成し、地区内における防犯灯設置の為の照明計画の提案を行った。

照度調査には、平成22年度に製作した照度データを取得する「移動式台車照度測定システム」を原型とし、改良を加えた「明るさマップ号」を製作した(図1)。明るさマップ号にはデジタル照度計、ディファレンシャルGPSが装備され、1秒ごとの照度情報・位置情報・時間情報を同時に自動記録し、測定したデータはデータ収納用ノートパソコンに保存される。旧システムでは、全長4mであり移動と方向転換が困難で、人力での移動であったため、時速約1kmと照度・GPS測定に時間を要していた。本年度に製作した「明るさマップ号」は、三輪自転車をベースとし、時速約4kmとデータ取得効率が大幅に向上した。保存したデータは、研究室に持ち帰り、データを整理しながら、地図ソフトに読み込むことによりマップ作成が可能なプログラムを構築した。尚、照度測定は平成23年8月～9月にかけて、図2で示

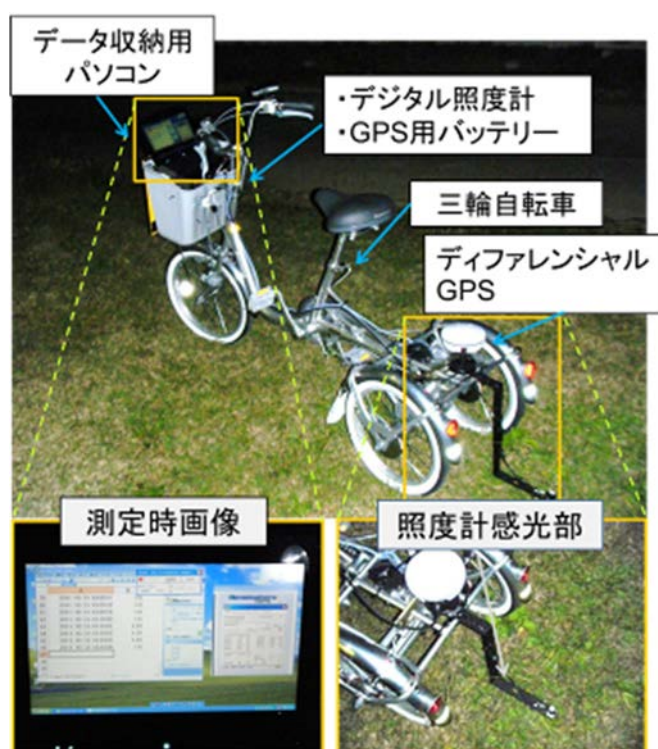


図1 製作した「明るさマップ号」

される平川地区の範囲を行い、得られたデータより、図3のような平川地区明るさマップを完成させた。

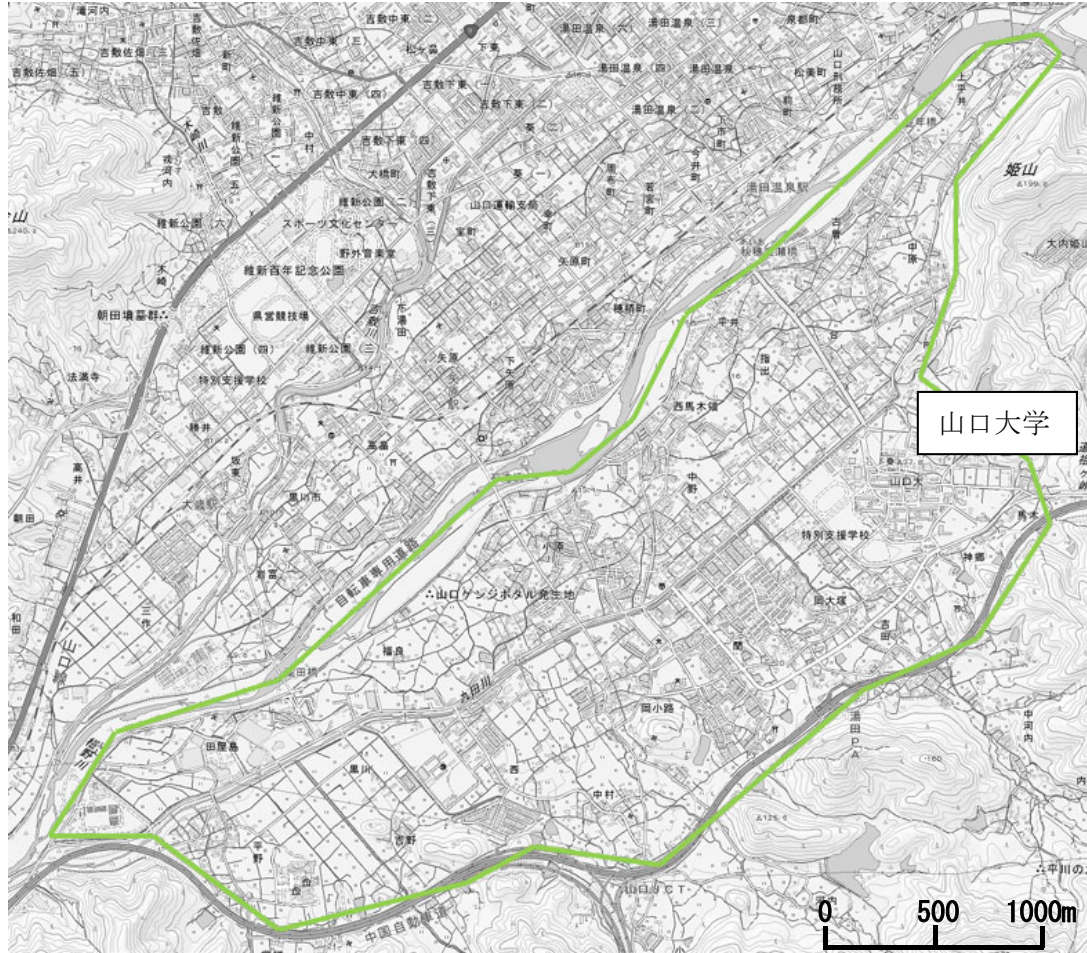


図2 調査地域（山口市平川地区）（地理院（ベースマップ）を加工）

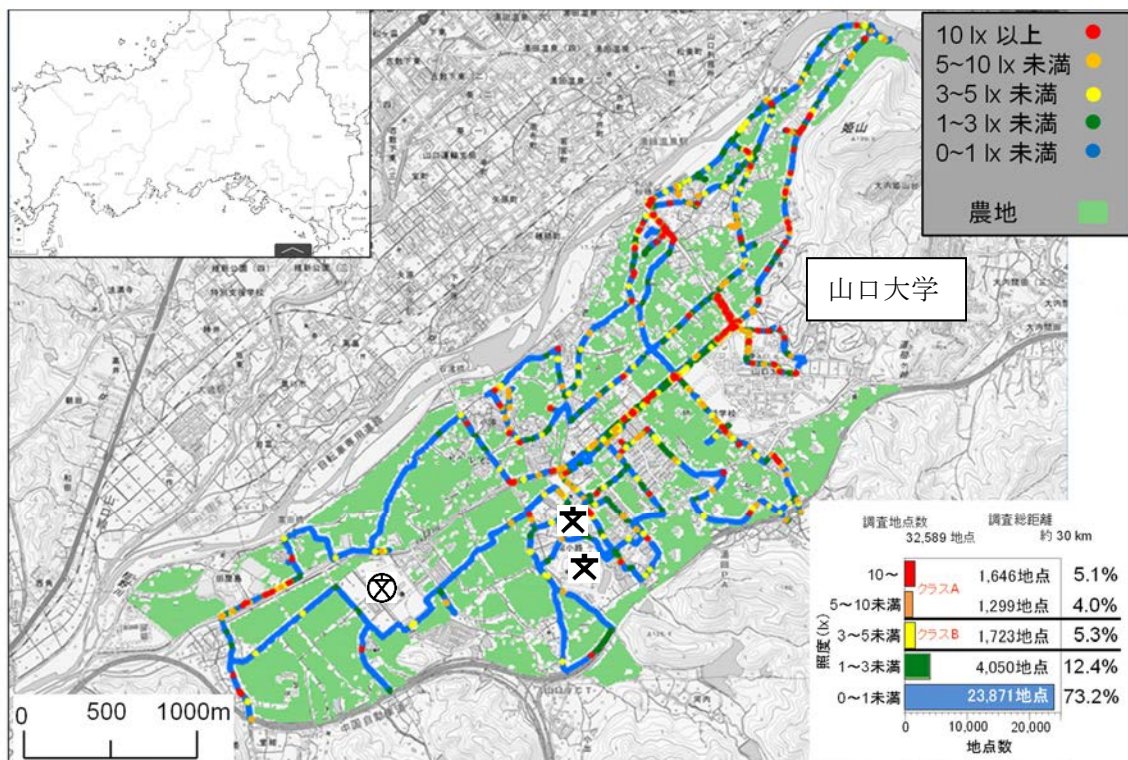


図3 平川地区明るさマップ (地理院 (ベースマップ) を加工)

図3より、照度が5lx以上 (オレンジ色、赤色のドット～(社)日本防犯設備協会による防犯灯の照度基準クラスA: 4m先の歩行者の顔の概要が識別できる照度～水平面照度5lxを基準として) としての照度の分布は、調査地域の北東部 (山口大学の正門付近および大学通り) に集中しており、学生アパート・コンビニエンスストア・自動販売機などが多く存在し、照明に加え、漏れ光による道路への明るさに寄与する設備も多い。一方で、南西部は、農地が多く存在している地域であり、近くに高校や中学校が近くに存在しており、安心・安全に必要な照度が十分に確保できていないと考えられる。全32,591調査地点において、0～1lxの分布が23,871地点 (73%) であり、全体の3/4を占めており、対して、3lx以上の防犯上有効である照度 (オレンジ色、赤色のドットに加え、黄色のドット～(社)日本防犯設備協会による防犯灯の照度基準クラスB: 4m先の歩行者の顔の挙動・姿勢がわかる照度～水平面照度3lxを基準として) は、全体の4,668地点 (14%) と少ないことがわかる。照度の調査中には、蛍光灯照明のカバーの汚れ、蛍光灯寿命による照度の低下箇所も見られ、定期的なメンテナンス体制も構築すべき点である。

これらの情報により、平川地区自治連合会等に平川地区明るさマップを提案し、地区内における防犯灯設置のための照明計画についての助言を実施中である。

また、名田島地区においても、平川地区の照度データ収集で使用した「明るさマップ号」を用い、照度調査を行う範囲の検討を進めた。小学校と中学校、そして集落を結ぶ範囲を予定している。

2. 平川地区における「光害阻止照明」の実装活動

平川地区内において、通学路と水田の隣接が顕著な神郷自治会を選び、水田と隣接する長さ100mの通学路に「光害阻止照明」と、市販のLED白色防犯灯および「市販の蛍光灯防犯灯」を、平成23年5月に設置した。ただし、水田は一般農家の方（中村 敏氏）の所有であることから、照明設置の許可を頂き、通常のイネ生育の管理を依頼した。

照明設置の提案(平川 神郷地区)



図4 神郷自治会における照明設置場所(地理院(全国最新写真))を加工



図5 神郷自治会における照明設置前(左)と照明設置後(右)の様子

6月に田植えが終了し、9月には神郷自治会の全世帯と該当道路を利用する集落の世帯を対象に、自治会を通じての配布、および投函配布によりアンケートを配布(270世

光害 (わかりがい) と夜間照明に関するアンケート

山口大学 農学部 山本啓彦研究室では、光害(夜間照明による農作物生育不良)のない夜間照明を開発し、現在、神郷地区に開発照明を設置させて頂き、その効果と様々な視点から検証しております(別紙添付)。
 その中で皆様からも御意見を頂戴し、安全安心な道路光環境実現の為に、後述させて頂いたと考えております。
 貴重なお時間を頂戴しますが、本アンケート調査(無記入で個人情報は特定されません)にご協力頂けますと幸いです。
 左記部分のみで構いません。下記期間について、当ではまるる箇所への「〇印」や「記入」にて御回答頂き、
本アンケート結果のおおむねの傾向(表紙)に對して、郵便封筒に夜間照明の設置(御手配料は不要です)。
 なお、集計の都合もございますので、**10月14日(金)まで**に返送して頂けますようお願い申し上げます。

図1. お答え頂いている方についてお聞きします。
 { 性別: 男・女 年齢: 年代 職業・畑を: 持っている・持っていない }

図2. 「光害」はご存じでしたでしょうか(言葉・意味)。
 よく知っていた 知っていた 聞いたことはあった 知らなかった

図3. 一般的に、農作物へ「光害(育ちが悪い)」が起こることをご存じでしたでしょうか。
 よく知っていた 知っていた 聞いたことはあった 知らなかった

図4. 普段お住まいお近くの道路の夜間の様子について、印象をお聞かせください。
 <明るさ> → 明るすぎる 丁度良い 少し悪い 暗すぎる
 <通行人> → ほっとし見える(種かわかる) 見える 見えづらい 見えない
 <安心感> → かなり安心 安心 少し不安 不安
 <満足感> → かなり満足 満足 少し不満 不満

図5. 今後お近くの道路に、道路照明(防犯灯など)が増設される場合、どのようにお考えでしょうか。
 かなり増やしてほしい 少し増やしてほしい 現状で十分 減らしてほしい
 理由 →

右上「両向き道路照明」を御存じなくとも、回答できた内容のみで構いませんので、返函頂けますと幸いです。

図6. 今回試験設置しました照明がある道路での、夜間の様子について、印象をお聞かせください。
 <明るさ> → 明るすぎる 丁度良い 少し悪い 暗すぎる
 <通行人> → ほっとし見える(種かわかる) 見える 見えづらい 見えない
 <安心感> → かなり安心 安心 少し不安 不安
 <満足感> → かなり満足 満足 少し不満 不満

特に(3つの照明のうち)中央に設置されている照明についての印象は、いかがでしょうか。
 印象自由記入 →

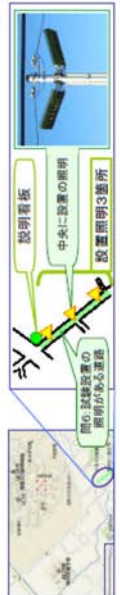


図7. 自由御意見記入欄

図8. 「農地・畑」の近くに照明があり、その光が「農地・畑」にあたる部分がありますでしょうか。
 光が当たっている 光が当たらない(周囲にある) 近くに照明がない

図9. 農作物に、その照明の影響を感じますでしょうか。
 照明の影響あり 照明の影響なし
 → 差し支えなければ内容もお聞かせください。 (「目・置き・前後」指画、)
 作物種 → 〃
 影響内容 → 〃
 その影響についての連絡先(自治会・農協...等)と対応 → 〃

図10. 農作物へ、照明が影響していた場合、希望される対応・制度がありますら、ご記入願います。
 希望の対応・制度(補償金支払い、照明への対策、...)

なお、ご回答頂いた方には、個人情報を御自身の御手配料に代わって、農業課より、お礼の品をご用意させて頂きます。
 (送料が無料、山口大学 農学部 山本研究室 電話: 083-433-3811)

ご協力有難う御座いました

図6 アンケート内容

オレンジ色数字～有効回答数。青色数字～選択項目への回答数と、有効回答数に占める割合を示す。

問2. 「光害」はご存じでしたでしょうか(言葉・意味)。

	よく知っていた	知っていた	聞いたことはあった	知らなかった
93	4(4%)	24(26%)	25(27%)	40(44%)

問3. 一般的に、農作物へ「光害(育ちが悪い)」が起こることを、ご存じでしたでしょうか。

	よく知っていた	知っていた	聞いたことはあった	知らなかった
92	4(4%)	17(18%)	24(26%)	47(51%)

問4. 普段お住まいお近くの道路の夜間の様子について、印象をお聞かせください。

《明るさ》→	明るすぎる	丁度良い	少し暗い	暗すぎる
91	1(1%)	15(17%)	38(42%)	37(40%)
《通行人》→	はっきり見える(誰かわかる)	見える	見えづらい	見えない
91	1(1%)	13(14%)	53(58%)	24(26%)
《安心感》→	かなり安心	安心	少し不安	不安
91	2(2%)	14(15%)	44(48%)	31(34%)
《満足感》→	かなり満足	満足	少し不満	不満
90	1(1%)	17(19%)	36(40%)	36(40%)

問5. 今後お近くの道路に、道路照明(防犯灯など)が増設される場合、どのようにお考えでしょうか。

	かなり増やしてほしい	少し増やしてほしい	現状で十分	減らしてほしい
91	27(30%)	51(56%)	13(14%)	0(0%)

問6. 今回試験設置しました照明がある道路での、夜間の様子について、印象をお聞かせください。

《明るさ》→	明るすぎる	丁度良い	少し暗い	暗すぎる
70	1(1%)	59(84%)	8(11%)	2(3%)
《通行人》→	はっきり見える(誰かわかる)	見える	見えづらい	見えない
69	3(4%)	53(77%)	11(16%)	2(3%)
《安心感》→	かなり安心	安心	少し不安	不安
71	7(10%)	55(78%)	8(11%)	1(1%)
《満足感》→	かなり満足	満足	少し不満	不満
68	9(13%)	48(71%)	10(15%)	1(1%)

ここからは「農地・畑」をお持ちの方にお聞きします。

問8. 「農地・畑」の近くに照明があり、その光が「農地・畑」にあたる部分がありますでしょうか。

	光があたっている	光があたらない距離にある	近くに照明がない
17	2(12%)	6(35%)	9(53%)

問9. 農作物に、その照明の影響を感じますでしょうか。

	照明の影響あり	照明の影響なし	わからない
10	0(0%)	6(60%)	4(40%)

図7 アンケート選択項目設問の集計 (問2～6, 8, 9)

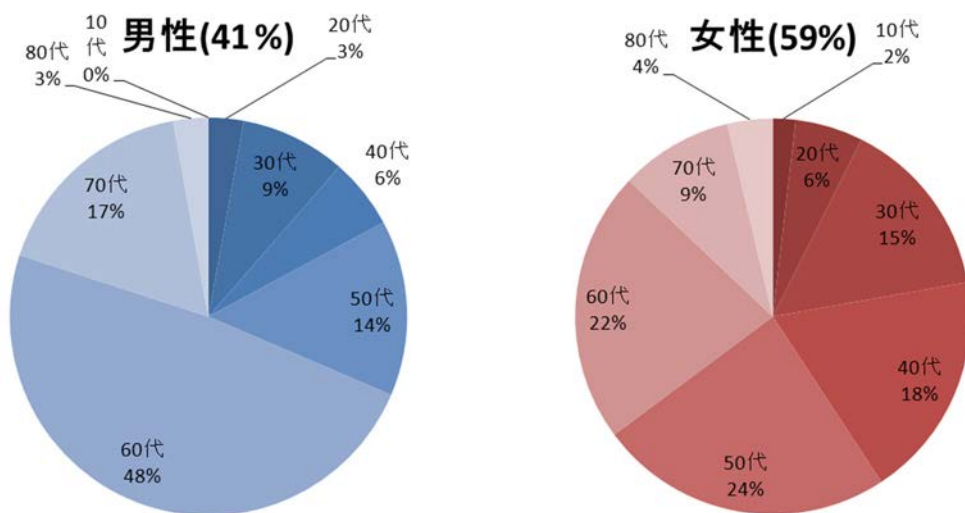


図8 回答者の性別と年代構成（問1）

【問1：年代】

図8に示しているが、男女ともに30～60代の方からの回答が多くを占めている。

【問2・3：光害認識】

約30%の回答者しか光害認識がなく（図7）、これまでのアンケート実績（アグロイノベーション出展時等）では70%程度であったことから異なる傾向を示した。一般の住民を対象とした場合の新たな見地となった（アグロイノベーション等では、回答者に照明メーカーも含まれるため）。また、関連意見として、「どうしてこの付近は照明が少ないのか不思議でしたが農作物への光害を知りました。光害のない照明をつけられるのなら是非お願いしたい」といった意見があった。

【問4・5：お住まい近くの道路の夜間の印象と増設への要望】

「少し暗いまたは暗すぎる」と答えた回答者が82%と、多くの方が暗く感じていることが分かった。見え方では、「見えないまたは見えづらい」との回答が84%、夜間の安心については、「不安または少し不安」との回答が82%となった。そして現状は、「不満または少し不満」との回答が80%を示した。これらより、夜間の道路の照度不足により通行人が見えにくく、不安を感じている方が多いと考えられる。また、86%の方が、防犯灯の増設を要望していることから、夜間の道路には安心安全な明るさが必要を求められていることが確認できた。特に女性からは、「子供の下校時、冬場はとても暗いので不安」「暗くなってから子どもが塾などに出かけるのが心配。足もとすら見えにくい道も多々あり、自転車で転びそうになった」「夜道が歩きにくい」「道路のさかい目がわかりづらい」といった意見があった。

【問6：設置した照明がある道路の夜間の印象】

約80%の回答者が、「明るさも丁度よく、通行人も見え、安心感があり、満足である」という結果が得られた。その他自由記入欄には、次のような意見が寄せられた。

「照明によって田と道ののり面がわかりやすとても明るく、あそこまで行けば大丈夫！（照明設置した場所）と思って、頼りにしています。車とすれ違う時も、相手がこちらを認識できるので、安心できます！」

「最近では事件等多いので一定の明るさが夜も必要だが深夜はある程度でいいのではないか（まびきする事ができれば）」～防犯基準と時間帯に配慮した照明計画の必要性を示している。

「光害防止の照明がある事を知らなかったので、田畑の周辺は夜間暗くてもしかたないと思っていたが、こんないいものがあるのならどんどん設置していつてもらいたい」

「照明設備等スマートで感じが良い。明るさも丁度良く他の地域にも設置を希望。試験設置した照明はこのまま設置をして欲しい。」～試験後も設置の要望は複数あった。

「光害がないのなら、畑はある所には、全部つけてほしいと思いました。」

「農作物への影響と夜間の安全を両立できるようにとの取り組みは素晴らしいことだと思います。応援しています。」

「農道では光害による照明が無いと、今回の実験照明を行政又は国にどんどん提案してほしい。」

「農作物を作ってる方も安全で歩行者（自転車）も安全なら全ての畑にあればいいと思う。」

【問 8・9：農地所有の方を対象とした、実際の照明の影響】

回答者の20%の18人が農地を保有しており、農地に光が当たっていると答えた人は2件のみ（12%）と低く、全体の88%が「光が当たらない距離にある」または「近くに照明がない」という回答だった。回答数は少ないが、農地近くでは夜間照度が確保できていない状況も確認できた。

10月には、サイトビジットを開催し、（独）科学技術振興機構（JST）からはプログラム総括の富浦 梓氏（東京工業大学 元監事）、社会技術研究開発センター 企画運営室 プログラム担当の長田俊彦氏、水田所有者の農家 中村 敏氏と神郷地区自治会長 池田正司氏の参加して頂き、水田の様子の確認（昼・夜）、山口大学において意見交換を行った。その中で下記のような意見が頂いた。

「防犯基準はあるが、田舎では明るすぎる。周りも暗い場合は最低限の明るさでよい。農作物にも影響のない明るさで、道路面にきちんとあたる設計ができれば十分。」

「LED照明の設置促進を自治会内から言われるが、安価な照明はJIS規格もなく、電気業者が設置を嫌がっていることもある。」

「自治会単位ではなく、もっと広い範囲で照明設置に向けた動きが必要」～現在は、自治会が設置し、山口市より補助金を得ているが、行政発の施策を要望。

「地域全体への光のコーディネートをする機関が必要がある」



図9 サイトビジットの様子（照明設置隣接水田の確認）



図10 サイトビジットの様子（意見交換と照明設置隣接水田の夜間確認）

10月初旬に収穫を行い、11月までイネの品質分析を実施した。市販白色LED防犯灯については品質低下が見られたが、光害阻止照明の照射域については品質の低下が認められないことが確認された。蛍光灯の照射域については、十分な照度が得られなかったため、解析に対象外とした（照明の設置高さを道路面より4.5mで統一したこと、また蛍光灯の漏れ光が影響する水田自体が、道路面より他の照明に比べ低い位置にあるため）。品質低下の確認に至る根拠としては、以下の通りである（いずれも、対照区（夜間において、照明の影響がないエリア）との比較である）。

《5lx照射区》	光害阻止LED照明	市販白色LED照明
【出穂遅延日数】	1日	5日
【等級】	1等米	2等米

夜間における照明の影響で、出穂遅延が起これば登熟の進行が遅れ、光合成物質の穂への転流が進んでいないため青米や割米が増加することで、等級が低下する。市販の白色LED照明において等級ダウン（農家側の収入に影響）が確認できたが、光害阻止LED照明の影響はなかった。尚、設置した照明については、平成23年11月に撤去した。



図11 イネサンプル採取と解体調査の様子

【農作物への光害 ～ 神郷試験区(イネ)市販白色LED照明の影響】

昼

夜

通常のイネ

光害のイネ

生育が遅れています

照明の柱による影部分

照射域

照射域

屋外照明の照射を受けた箇所のみ、**開花(出穂)**が遅延、**収量**が減り、**等級**ダウンします

図12 市販白色LED照射における水田の様子

3. 名田島地区における「光害阻止照明」の実装活動

平成24年度における実装活動の実施場所である名田島地区（大規模水田地帯の中央を通学路が通る）の向山地域において、コンソシアムを構築して「明るさマップ」の計画、さらに「光害阻止照明」および「市販のLED白色防犯灯」を取り付ける場所の候補を検討した。



図13 実装活動の実施場所である名田島地区の向山地域（地理院（ベースマップ）を加工）

4. 本プログラム以外での類似活動

1) 岡山西バイパス（国道180号線）

国土交通省岡山国道事務所から依頼を受けて、バイパス開通後に光害事例のあった場所の評価を行い、新規設置照明とイネへの影響について報告した。平成23年3月末日に完成した岡山西バイパスは、主に水田地帯縦貫し、開通後には、道路に隣接する圃場にて稲作を行う農家より、イネの生育不良が発生している声があがっており、既存調査会社も夜間照明と農作物との関係について見地が無いことから、依頼があったもの。現地訪問し、実際の夜間照明の照射の状態、イネの生育状況を把握し、当該圃場における光害が発生する範囲を提示することにより、今後の照明設置計画と対策に役立つことを目的とし、解析を進めた。ナトリウム灯が水田に最大60 lxで照射されており、顕著な光害が広域で確認された。



2) 京都府亀岡市（国道372号線）

京都府南丹土木事務所から、道路照明をLED灯に変更しても光害があることから相談があった。実装責任者の山本が9月に現地で照度調査を行い、水田には最大10 lxで照射されており、道路に隣接する水田では光害の発生が認められた。

3) 東京都日野市

日野市からの受託研究として、光害を発生させないLED照明の実証試験を行った。イネとは異なる光でホウレンソウの生育に影響のない光害阻止LED照明を試作、日野市実圃場において設置、他の蛍光灯や水銀灯との生育差を確認した。水銀灯では1 lx、蛍光灯では2 lx照射試験区にて商品価値を失う抽苔（ちゅうだい）が見られたが、光害阻止LED照明については影響がなかった（最大6 lx照射でも影響がないことが確認できている）。

日野市委託研究：「長日性農作物の光害を阻止する屋外照明の実証試験」

平成23年10月～平成24年3月 2,545,830円



3. 理解普及のための活動とその成果

(1) 展示会への出展等

年月日	名称	場所	概要	ステークホルダー	社会的インパクト
平成23年11月30日～12月2日(3日間)	アグロ・イノベーション2011	幕張メッセ(千葉市)	1. 光害阻止LED照明: 開発技術である光害阻止技術を搭載した照明装置の展示 2. 紹介パネル7種 3. 光害事例集(モニターに約50枚の画像をスライドショー)	行政、JA、照明製造メーカー、電力会社、農家	ブース来場者約600名
平成24年1月27日	平成23年度ビジネスマッチング交流会(公益財団法人ちゅうごく産業創造センター主催)	広島ガーデンパレス(広島市)	1. 光害阻止LED照明: 開発技術である光害阻止技術を搭載した照明装置の展示 2. 紹介パネル3種	行政、ベンチャーキャピタル	ブース来場者約30名

(2) 研修会、講習会、観察会、懇談会、シンポジウム等

年月日	名称	場所	概要	ステークホルダー	社会的インパクト
平成23年11月4日	イブニングセミナーin 東京2011	山口大学東京リエゾンオフィス	「農作物の光害(ひかりがい)の実態解明と光害を回避する新規LED照明の開発と実証」を実装責任者が講演。	一般	参加者約40名
平成23年11月30日～12月2日(3日間)	アグロ・イノベーション2011	幕張メッセ(千葉市)	出展者プレゼンテーションセミナー: 「農作物の光害対策に向けて～光害阻止LED照明と診断システム～」15:15～15:45、農作物への光害実例、開発した光害阻止技術、実証試験結果、技術を活用したベンチャー企業の事業内容などを説明。	行政、JA、照明製造メーカー、電力会社、農家	参加者約50名
平成24年1月27日	平成23年度ビジネスマッチング交流会	広島ガーデンパレス(広島市)	出展者プレゼンテーションセミナー: 「農作物の光害(ひ	行政、ベンチャー	参加者約80名

日	会（公益財団法人ちゅうごく産業創造センター主催）		かりがい)の実態解明と光害を回避する新規LED照明の開発と実証」14:55～15:20、農作物への光害実例、開発した光害阻止技術、実証試験結果、技術を活用したベンチャー企業の事業内容などを説明。	キャピタル	
---	--------------------------	--	---	-------	--

(3) 新聞報道、TV放映、ラジオ報道、雑誌掲載等

①新聞報道

日本農業新聞 平成23年7月21日

「光害なし LEDで照明開発 寿命長く省力 山口大学農学部」

②TV放映 なし

③ラジオ報道 なし

④雑誌掲載 2件

(社) 農林水産先端技術産業振興センター (STAFF) news letter (2011 Vol. 22 No. 9)

(公社) ちゅうごく産業創造センター (CIIC) 会報 (2012 No. 92)

(4) 論文発表（国内誌_____件、国際誌_____件）

該当なし

(5) WEBサイトによる情報公開

山口大学「光害対策プロジェクト」

<http://hikarigai.agr.yamaguchi-u.ac.jp/>

特に、下記ページにおいて、本事業の内容を説明している。

<http://hikarigai.agr.yamaguchi-u.ac.jp/?cat=6>

(6) 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

①招待講演（国内会議_____件、国際会議_____件）

②口頭講演（国内会議1件、国際会議_____件）

③ポスター発表（国内会議_____件、国際会議_____件）

佐々木 聡（山口大学農学部）、地域の照明分布の可視化を目的とした照度測定手法の開発と明るさマップの作成—山口市平川地区を事例として—、2011年度学会中国・四国支部大会、香川大学（高松市）、平成23年11月12日

(7) 特許出願

①国内出願 (0 件)

②海外出願 (0 件)

(8) その他特記事項