

令和 2 年 7 月 14 日現在

機関番号：53302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K00735

研究課題名(和文) 地元地域を創生するインクルーシブデザイン養成プログラムの開発と実践

研究課題名(英文) Development and practice of inclusive design training program to create local area

研究代表者

土地 邦生 (Tochi, Kunio)

国際高等専門学校・電気電子工学科・教授

研究者番号：30390446

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：インクルーシブデザインとは、主に意匠の創作において、多様な視点や要求を包括的に満たすデザインの考え方と手法である。本研究では、これを工業技術に応用するために、1) 工業のためのインクルーシブデザインの方法を開発し、2) 青色レーザーによる金属体の3D測定方法を示した。次に、地元企業と連携し耳鼻咽喉部の診察および電子回路基板の生産に有用な照明付き観察装置および電子機器の生産コストを30%以上削減する手動ハンダ供給装置を実用化、地元地域の創生と活性化に寄与した。2つの開発技術は特許出願され、2019年10月に公開されている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

インクルーシブデザインは商品付加価値を高める意匠デザイン手法として知られている。本研究ではこれを工業分野に応用し性能を高める方法として1) 工業製品の性能向上のためのインクルーシブデザイン方法を開発し、2) 青色レーザーによる金属体の3D測定方法を示した。これが本研究の学術的意義である。

また、地元企業と共同開発した照明付き観察装置および手動ハンダ供給装置を生産工程への導入により企業収益は改善され、地元地域の創生および活性化に寄与、学術的価値および企業利益が両立する研究成果となった。これが本研究の社会的意義である。

研究成果の概要(英文)： Inclusive design is a design concept and method, which comprehensively satisfies various viewpoints and requirements to create new design for products. In this research, to apply this concept to industrial technology, 1) an inclusive design method for industry was developed, and 2) a 3D measurement method of a metal body by applying blue laser was shown. In collaboration with a local company, we commercialized an observation device with a light source, used for an otolaryngology medical examination, a solder supply device which reduces the production cost of electronic equipment above 30% for production of electronic circuit boards. These products are contributing to create and sustain local area work. As a result of the research, two developed technologies were applied for patents, and these were published in October 2019.

研究分野：教育工学

キーワード：インクルーシブデザイン デザイン思考 地域創生 正反射材の3D測定

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

## 1. 研究開始当初の背景

本校は日本の大学および高専で初めて工学教育の国際標準であるCDIOイニシアチブの審査に合格した工業高等専門学校であり、CDIOシラバスおよびCDIOアプローチに基づき新たな価値の創出を目指している。成熟した技術と社会において新たな価値を創出しヒット商品を開発するには「技術と市場」から「人間」へと発想の起点を移した技術開発が有効とされている。LED直照式額帯鏡は、従来の反射型額帯鏡と比べ高い無影化効果による奥深い患部の視診に有効であることが期待されている。そこで、これを教材としてCDIOに従ったデザイン思考とインクルーシブデザインの手法により額帯鏡に代わる新規な医療用具を開発、この開発プロセスをインクルーシブデザイン養成プログラムとして編纂する。試作には3Dプリンターや3DCADを利用する。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は英語と工学の協同学習にエンジニアデザイン技術を加え新たな価値を創出できるインクルーシブデザイン養成プログラムを開発し、本校授業に導入することである。次の3つの研究課題がある。

1. LED直照式額帯鏡の高性能化（光学系の小型軽量化および高性能化）
2. インクルーシブデザインの実施（使い易くスマートなデザイン）
3. 3D造形システムの開発（3Dプリンター、3Dスキャナー、3DCAD技術の統合）

インクルーシブデザイン養成プログラムを開発するために、研究連携チームを組織した。協力企業は全て本校から半径3.5km内の地元の小規模事業所であるが、得意とする分野は互いに異なり、連携企業体を形成することで本研究の医療用具の試作品を製作する。本校教員の指導により学生が主体的にLED直照式額帯鏡を改良し、これに代わる新規な医療用具をCDIOに従ったデザイン思考とインクルーシブデザインの手法を用いて創造的に開発する。これが研究の目的である。

## 3. 研究の方法

新たな価値を創出するインクルーシブデザイン養成プログラムを開発し実践するために、まず、3D造形システムを開発、LED直照式額帯鏡の金属製光学筐体を小型軽量化、エンジニアデザインの幅を拡げてLED直照式額帯鏡をデザインした。また、LEDの色調の最適化と光学系の高性能化で医師が奥深い病巣の視診による早期発見と治療を可能とする高性能な機能を追求した。また、エンジニアデザインの幅を広げるためにLED直照式額帯鏡の光学系を小型軽量化した。3Dプリンター、3Dスキャナー、3DCADによる3D造形システムを確立し、協力企業と連携して精巧で精密な試作品の製作を重ねて額帯鏡型に代わる新規な医療用具の試作品を創造的に開発する。

### 1. LED直照式額帯鏡光学系の軽量化

エンジニアデザインの幅を広げ多種多様な試作品の創造的な開発の実施にはLED直照式額帯鏡の光学系の小型軽量化は不可欠である。そこで、現行光学系の金属筐体の設計を最適化しLEDを表面実装型に変更することで小型軽量化する。樹脂製筐体の製作には3Dスキャナー、3Dプリンター、3DCADによる3D造形システムを利用する。

### 2. エンジニアデザインの実施

額帯鏡を怖がる乳幼児は多く耳鼻科医師の視診を妨げている。デザイン思考とインクル

ーシブデザイン技術に基づき一般の患者だけでなく小型軽量化した光学系を用いて乳幼児に優しくスマートなデザインのLED直照式額帯鏡を開発する。

#### 4. 研究成果

本研究の主要な成果は、インクルーシブデザイン養成プログラムの開発およびこのプログラム従い開発され実用化された2件の特許公開公報「照明付き観察装置」および「手動ハンダ供給装置」である。後者はLED直照式額帯鏡の開発から派生した研究成果である。インクルーシブデザイン養成プログラムに関しては発表論文および学会発表に、また、応用に関しては既に公開されている特許公開公報に詳細が公表されている。以下にその概要を記す。

##### 1. インクルーシブデザイン養成プログラムの開発

インクルーシブデザインおよびエンジニアデザインは理論に基づく設計方法であり、極端ユーザーにも訴求することが新しい価値の創出に繋がると考えられている。この発想に基づき設計、実行、運用のCDIOサイクルを繰り返して改良を重ねることで新たな価値を創出する。これがインクルーシブデザイン養成プログラムであり、これまでは意匠デザインの商品付加価値を高めるデザイン手法であったが、これらのデザイン手法を工業分野に応用した。更に、本研究ではインクルーシブデザインに用いるために、正反射金属体の3D測定方法を示した。3D測定用レーザーをパルス波の青色レーザーに替えることで、従来の赤色レーザーと比較し測定精度が向上した。これは金属表面層の金属原子の格子振動数が増大した結果、入射したレーザー光が乱反射したためと考えている。

##### 2. 照明付き観察装置（特開 2019-181129）

LED照明付拡大鏡では明るい光が拡散するために、電子部品の目視検査の時により暗く深い影が発生し正確な目視検査には何度も観察する方向を変えなければならない。また、集光部の明るさを確保するために、複数の指向性発光ダイオードの視軸に対する傾斜を大きくし観察者側にクロスポイントを移動すると観察者の目に照射光が入り観察者を眩惑させてしまうという問題点があった。この装置は光源を平行光に光束化することで、電気電子技術者小さな電気電子部品や機器の目視検査や耳鼻科医師の鼻腔内や外耳道の医療診察時に生じる暗く深い影を最小化する照明付き観察装置を提供する。

本体ハウジング内に環状に配置された発光ダイオードが発する光は集光レンズおよび光導波路またはいずれかにより効率良く集束し太いビーム状に光束化するために、視軸と光軸が完全に一致し、光軸上の明るさは均一となる。この照射特性は電気電子機器の製造検査では小さな電子部品の凹凸による影を最小に抑圧することが可能であり、熟練した技術がなくても正確な目視検査を行うことができる。また、医療分野では咽喉頭、外耳道および中耳、鼻腔内など奥行きがあり内部に凹凸があるような構造の深部まで照明光が届き易いだけでなく、内部の凹凸による影を最小に抑圧することが可能で、初心者でもすぐに使いこなせ、小型でスマートなデザインを実現しただけでなく、良好な観察を行うことができる。左図に外観を示す。



開発した照明付き観察装置

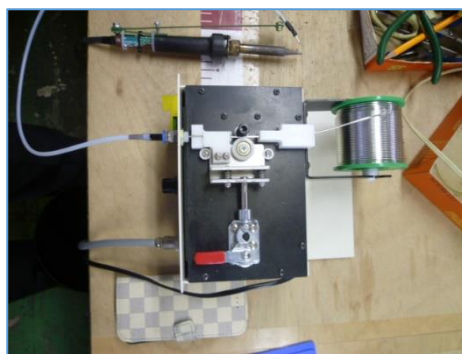
照明付き観察装置には先行技術がある。関西ティール・エル・オーが平成24年に権利化した

「耳鼻咽喉科用照明付き観察装置（特許 3829287 号）」である。高い有用性が期待されるが製品化されていない。そこで、この特許公報に従い試作し試用したが、公報に記された発明の効果は得られなかった。特に、光源は放射状に発散するために、光源の光で医師の目が眩惑したり、また深部の凹凸による影が大きくなり、公報に示された発明の効果は得られなかった。

### 3. 手動ハンダ供給装置（特開 2019-181559）

電気電子機器の製造の場におけるハンダごてでのハンダ付け作業は、片手にハンダごてを持ち片手で糸ハンダを持ち、手で糸ハンダをこて先に供給することで行っていた。ハンダ付けの対象物が動かず固定されていればハンダ付け作業に特段の問題は生じないが、小型スイッチの端子とリード線とのハンダ付けや、小さな電子部品の回路基板へのハンダ付け作業は熟練した技術者に頼らねばならなかった。

しかし、糸ハンダ供給装置を使用してハンダ付け作業をすれば、熟練の技術は不要となり誰もが容易に高品質なハンダ付けを素早く行うことが可能となる。ハンダ付け作業において、ハンダごてを持つ手の人差し指で操作腕を押すだけで糸ハンダのこて先への精密な供給ができ、他方の手で部品を支えることができるからである。このために、予備ハンダ工程が省略され、ハンダ付け作業における総加熱時間も短縮されハンダの酸化を防ぎ、高品質なハンダ付け作業が可能となる。また、生産効率も 30%以上改善され大きなコストダウンが可能となった。



開発した手動ハンダ供給装置

手動ハンダ供給装置には先行技術がある。エヌオーケー株式会社が平成 2 年に申請した「ハンダごて（公開実用新案公報平 2-93074）」である。高い有用性が期待されるが製品化されてはいない。そこで、この公報に従い試作し試行したが、連続的なハンダ供給ができず公報に記された発明の効果は得られなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 小高 有普 他	4. 巻 18
2. 論文標題 工学のアクティブラーニングにおける教員の役割	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 国際高等専門学校創造技術教育研究所 研究報告	6. 最初と最後の頁 27-30
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小高 有普	4. 巻 19
2. 論文標題 工業系高専における「創造性」喚起のためのデザイン教育導入の研究	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 美術工芸研究	6. 最初と最後の頁 69-79
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小高 有普, 清水 忠男, 村中 稔, 安島 諭, 桑村 佐和子, 大谷 正幸	4. 巻 Vol.63 No.3
2. 論文標題 戦後日本の教育における「創造性」の位置付け -工業系高専に求められる創造性喚起のための教育-	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 日本デザイン学会	6. 最初と最後の頁 p.11-20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） JSSDJ-D-15-00056R1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 小高 有普, 清水 忠男, 村中 稔, 安島 諭, 桑村 佐和子, 大谷 正幸	4. 巻 Vol.63 No.6
2. 論文標題 工業系高専における「創造性」喚起のためのデザイン教育	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 日本デザイン学会	6. 最初と最後の頁 p.11-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） JSSDJ-D-16-00044	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 1件／うち国際学会 4件）

1. 発表者名 KODAKA ARIHIRO et. al.
2. 発表標題 DEVELOPMENT FOR AN INTRODUCTORY ACTIVE LEARNING PROGRAM
3. 学会等名 EDULEARN19 Proceedings (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松下 臣仁 他
2. 発表標題 How Can We Implement Our Solutions from Learning Express
3. 学会等名 The Inaugural Learning Express Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小高 有普 他
2. 発表標題 創造的技術者育成のためのデザイン教育
3. 学会等名 日本工学教育協会第66回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松下臣仁
2. 発表標題 Engineering Education Shift with Design and Regional Co-creation in Japan
3. 学会等名 2nd International Design Thinking Conference and Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 松下臣仁、藤井清美、ブレント・ライト、ステファニー・レイノルズ、ロバート・ソング -
2. 発表標題 在住外国人を対象とした行政サービス提供の充実化への取り組み 工学系学生による地域課題研究デザインプロジェクト
3. 学会等名 日本デザイン学会 第63回春季研究発表大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 松下臣仁
2. 発表標題 Preparing Future-Ready Internationally Competent Design Thinkers
3. 学会等名 Educating Tomorrow's Workforce Symposium (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小高有普 他
2. 発表標題 工業系高専の創造性喚起教育におけるユニバーサルデザイン導入の可能性
3. 学会等名 第6回国際ユニヴァーサルデザイン会議2016 in 名古屋
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 照明付き観察装置	発明者 土地 邦生 他	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特開2019-181129	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 手動ハンダ供給装置	発明者 土地 邦生	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特開2019-181559	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

初音ミクがじょんから踊る 野々市市がCG上映  
<http://www.hokkoku.co.jp/subpage/H20160727103.htm>  
つばきメール野々市 平成28年7月14日(150号)まちの話題  
<http://www.hokkoku.co.jp/f-mail/back/nonoichi/20160714.txt>  
広報野々市2016.7月号 p.15 トピックス「地域住民と保育園児と一緒に花壇づくり」  
<https://www.city.nonoichi.lg.jp/data/open/cnt/3/3540/1/1607.pdf>

#### 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	松下 臣仁 (Matsushita Omihito) (10530834)	国際高等専門学校・国際理工学科・教授  (53302)	
研究分担者	小高 有普 (Kodaka Arihiro) (70636670)	国際高等専門学校・グローバル情報学科・准教授  (53302)	
研究分担者	伊藤 周 (Ito Meguru) (40532544)	国際高等専門学校・国際理工学科・教授  (53302)	
研究分担者	小川 隼人 (Ogawa Hayato) (20536734)	国際高等専門学校・国際理工学科・准教授  (53302)	
研究分担者	伊勢 大成 (Ise Taisei) (20734594)	国際高等専門学校・国際理工学科・講師  (53302)	