

偏光イメージングのための多角的撮像システムの開発と応用研究

概要: 2015 年度村越 PBL は標記タイトルの下で、システム開発から樹脂成形品評価への応用までを実施し、優れた研究成果を挙げました。本稿前半では本プロジェクトの成果概要として、システム開発と樹脂成形品評価への応用について記します。後半では「成果」志向のプロジェクト運営について記載します。

1. 偏光観察とは

偏光とは一定方向に振動する光で、偏光を用いることで通常光では見えない/見えにくいものを可視化することができます。図 1 は樹脂素材でできた CD ケースですが、偏光を用いることで射出成形時に生じたひずみ等が偏光縞となって現れます。偏光観察では図 2 のように、照明から照射された光を偏光板 1 で偏光を得ます。観察対象を透過した偏光を偏光板 2 越しに見ることで偏光縞を観察することができます。



図 1 CD ケース

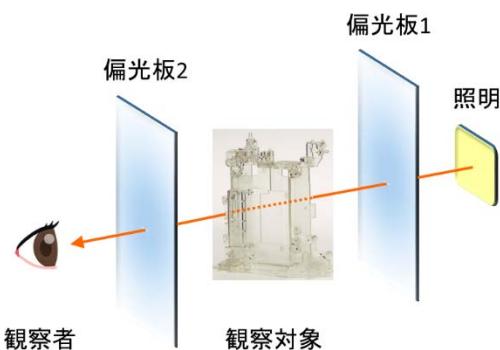


図 2 偏光観察

偏光観察は照明や偏光板の角度、被写体の回転角度によって見え方が異なり、よく見える有用な画像を得るためにには、経験とノウハウが必要です。そこで、多波長の光源を備え、観察対象を回転させながら、異なる条件の偏光画像を自動的に撮影し、パラパラ漫画の要領で動画として表示する偏光イメージングシステムを開発しました。

2. 偏光イメージングシステム

図 3 には開発したシステムの構成、図 4 にはシステムの外観を示します。図 3 のようにシステムは、a. 照明、b. 偏光板、c. 回転テーブル、d. 偏光フィルタ回転機構、e. 一眼レフデジタルカメラ、f. 操作パネル、g. マイコンボード (Arduino-Based Micro Computer)、h. PC から構成されています。このうち直接撮影に関わる a~e は暗室内に設置しています。

図 3 の撮影例のように①~④を f. 操作パネルに設定することで、g. マイコンボードが a~e

を制御して、条件の異なる偏光画像 800 枚を撮影します。撮影された偏光画像は h.PC に転送され、PPP(Polarized Photo Processor)と名付けたソフトウェアで編集されます。PPP は本プロジェクトで開発したソフトウェアであり、大量の画像データをエンコードし、コンパクトな動画ファイルを生成することができます。図 5 は PPP を用いてエンコードした動画ファイルの再生画面です。観察対象はセロハンテープのカッターで、4 つの異なる条件で撮影した偏光画像を並べて表示しています。マウス操作によって、4 画面同時に回転させて、比較することができます。

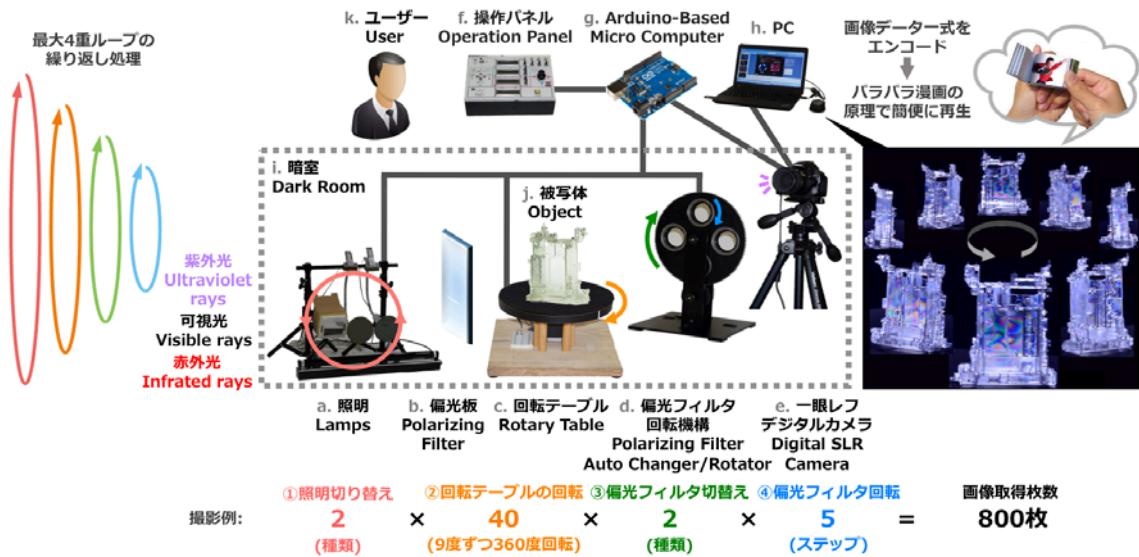


図 3 システムの構成



図 4 システム外観



図 5 動画再生画面

3. 樹脂成形品への応用研究

本システムを樹脂成形品評価に適用したので、ここではその事例を紹介します。図 1 の CD ケースは、左右 2 つの部品から構成されています。各部品の左側中央部分に射出口があり、ここから注入された樹脂が広がっていく様子とその際にできたひずみが偏光縞として

観察できます。また、シリンダ温度、金型温度、射出圧力、一定圧力保持時間の4因子でL9直交表(表1)を作成し、この条件下で射出成形したサンプルを観察した結果を図6に示します。条件の違いによって成形ひずみが異なり、偏光縞に変化が認められます。さらに、赤外光を利用した偏光観察では、図7のように、可視光では見えない着色された樹脂成型品のひずみを観察することができました。以上が本プロジェクトの成果概要です。詳しくは参考文献(1)をご覧いただきたい。

表1 L9直交表

実験No.	シリンダ温度(℃)	金型温度(℃)	射出圧力(bar)	一定圧力保持時間(sec)
1	210	40	300	2
2	210	60	500	5
3	210	80	700	10
4	240	40	500	10
5	240	60	700	2
6	240	80	300	5
7	270	40	700	5
8	270	60	300	10
9	270	80	500	2

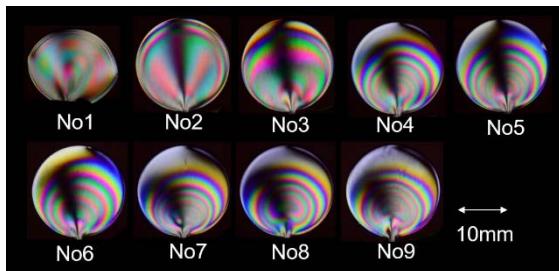


図6 異なる条件で射出成形したサンプルの偏光観察

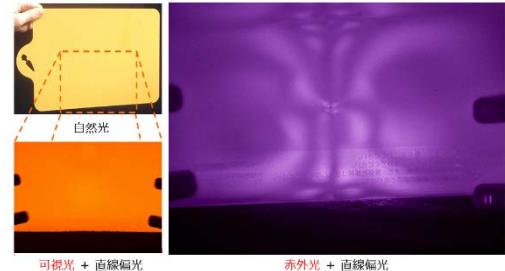


図7 赤外光による偏光観察

4. 「成果」志向のプロジェクト運営

本プロジェクトでは、学会発表等の外部発表8件、展示会への出展8件を実施するとともに、プレスリリースを打ち、取材を受け、写真付き7段抜きの記事が新聞掲載されました。また、第28回リバネス研究費町工場賞などに応募し、2件の受賞を勝ち取りました。さらに、特許⁽²⁾を出願して、現在も有志メンバが集い、事業化に向けた活動を続けています。これだけの成果を挙げられたのは、優秀なメンバが参考したことは言うまでもないが、プロジェクト発足当初から「成果」志向のプロジェクト運営を掲げて、活動したことに起因します。「成果」志向のプロジェクト運営を選択した理由は、①新卒学生にとって最終学歴で研究成果を挙げることが就職活動に有利に働くこと、②社会人学生にとってコンピテンシーの獲得はニーズに合致するが、エビデンスとして残すには成果発表が適していることです。

本プロジェクトは、社会人学生2名、新卒学生1名、留学生2名の計5名で実施されました。発足直後に精力的に話し合いを行い、次のような目標を設定しました。

- ① ものづくりのプロセス改善に貢献できる実用性の高い技術開発を行う。
- ② 開発したシステムによる応用研究を行い、高度な可能性と市場性を追求し、成果を情報

発信する。

- ③ このプロジェクトを通じて、即戦力として働く技能を身に付け、人間的により成長する。

ここで重要なのは、メンバ間の合意形成です。1年間で多くの業績を残すために、自身のバックグラウンド、本学に学びに来た理由、やりたいことなど時間をかけて話し合うとともに、社会人は企業の実務や業績の形成について知識や経験を披露し、相互理解を深め、この目標で合意したのです。目標設定後もプロジェクトメンバはこの目標の下で、徹底的に話し合いを持ち、プロジェクトテーマ、および年間スケジュールを決定しました。1Qの中間発表会で公表したスケジュールを図8に示します。マイルストーンとなる学会発表などもすでに組み込まれており、精力的に研究成果を積み上げ、公表に努めようとする意志が伝わるでしょう。

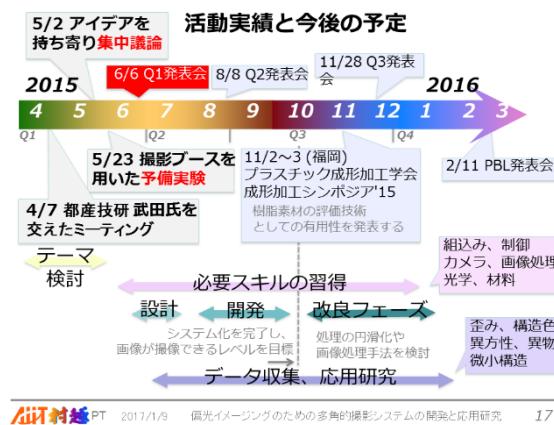


図8 年間スケジュール表

「成果」志向のプロジェクト運営により、1~3 クオータに実施される中間発表会や 2 月 11 日の成果発表会では、多数の研究成果を基に優れた発表/展示をして、来場者から絶賛されました。「成果」志向のプロジェクト運営に関しては、参考文献(4)に詳しく記載しているので、ぜひご覧いただきたい。

参考文献

- (1) 村越英樹、 笹尾英樹、 滝克彦、 小坂耕平：偏光イメージングのための多角的撮像システムの樹脂成形品評価への応用 <樹脂成形品の品質可視化に向けて>、 プラスチックス（日本工業出版）、 Vol.67、 No.10、 pp.7-11(2016)
- (2) 「樹脂偏光 自動で可視化 産業技術大学院大 観察装置を試作」、 日刊工業新聞、 2016 年 2 月 23 日
- (3) 特許出願：「偏光による画像観察および撮影装置、 偏光画像データ生成方法、 偏光画像データ生成用プログラム」（特願 2016-100888）、 2016 年 4 月 28 日出願
- (4) 滝克彦、 笹尾英樹、 村越英樹：「成果」志向の AIIT PBL の運営戦術 ~2015 年度村越

PT の活動から～、産業技術大学院大学 紀要 第 10 号、pp.119-125(2016)