

例として, $R = 1, G = 2, B = 3$ の場合の各 LED の点灯のタイミングを図 3 に示す.

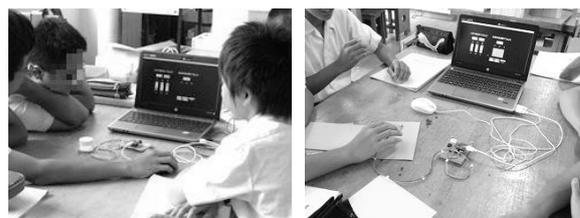
制御基板の出力ポートからの電流だけでは 15 個の LED に十分な電流を流すことができないため, トランジスタ (SS8050DBU) を用いた直流増幅回路で LED を駆動するようにしている. 装置全体をコンパクトにするため LED の電流は USB から供給するようにし, 外部電源は使用していない. 電流は, $R = G = B = 15$ のときの混色が白色になるように可変抵抗で調整した. その結果, 赤色 LED は合計約 120 mA, 緑色は約 125 mA, 青色は約 18 mA である. 制御プログラムは Excel VBA により作成した.

色測定の際は, 紙筒上部の投影用の白色紙をはずし, 測定対象 (色紙など) の上で伏せて使用する. プログラムにより赤, 緑, 青の順に LED を点灯し, 測定対象からの反射光を LED とともに紙筒中に配置してあるフォトトランジスタ (PT) で受け, 光電流により生じる抵抗 ($10 \text{ k}\Omega$) の電圧降下を測定する. 電圧の測定のため, ポート J_1 (8 ビット) に接続した R-2R ラダー回路とコンパレータ (LM358) により逐次比較型の A/D 変換回路⁴⁾ を構成している. 色測定の結果 (3 原色の強度比, 各 0~15) はパソコン画面上に表示され, その数値をもとに実際に LED で混色実験を行い, 確認できるようにになっている.

3. 授業実践

国立大学附属中学校の選択授業 (技術) で生徒 11 名に対して授業実践を行った. 授業では初め, スライドで生徒たちに LED と光の 3 原色について説明し, 次に 3~4 人一組で開発したシステムを使った加法混色実験を行った.

実験は, まず各 LED の発光強度を自由に変え, 3 原色の光の混色で様々な色ができることを確認した [図 4 (a)]. 次に授業者が提示した色紙の色と同じ色を 3 原色 LED の混色で作し, その結果を色紙の色測定を行って確認した [図 4 (b)].



(a)-混色の実験 (b)-色測定の実験

図 4. 授業の様子

授業後の感想では, 「3 つの色でいろいろな色がつくれておもしろかった」など, 授業への関心の高さを示すものの他, 「色を調べることができるのに, おどろいた」「色が 3 原色それぞれどれぐらゐの割合でできているかわかった」など, 色測定機能の効果を示す記述も見られた.

4. まとめ

簡易な構成で低コストで製作可能な加法混色学習システムを開発した. 本システムは, 3 原色 LED の発光強度を PC 制御で自由に変えてさまざまな色を作ることができる. 3 原色の強度比を具体的な数値で把握することができるだけでなく, 色測定機能により, 特定の色を表現するための 3 原色の強度比を容易に知ることができる. 中学生を対象にした授業実践の結果, 加法混色の理解を深める上で効果的であることが確認できた.

参考文献

- 1) 長谷川誠: 物理教育, 第 55 巻, 第 1 号, pp. 70-72 (2007).
- 2) 酒井英樹, 伊與田浩志, 辻岡哲夫: 日本色彩学会誌, 第 38 巻, 第 6 号, pp. 440-441 (2014).
- 3) 山岡武邦, 白濱弘幸, 松本伸示: 日本科学教育学会研究会研究報告, 第 29 巻, 第 6 号, pp. 27-32 (2015).
- 4) 西村尚大, 小山英樹, 森山潤: 第 73 回応用物理学会学術講演会, 12p-PB2-22 (2012).