

# 理系大学生の実験の支援

Helping a University Student of Science Major Conduct Experiments

元筑波大学附属視覚特別支援学校

浜田 志津子

**キーワード: 視覚障害、理系大学生、実験の履修、実験の支援**

## I はじめに

2019 年4月に早稲田大学先進理工学部に進学の学生Aさんが入学した。早稲田大学先進理工学部としては初めての全盲学生の受け入れだった。入学にあたっての大学の姿勢は、「入学試験に合格したので、入学は認めるが、理工学部は1年・2年の理工学基礎実験が必修で、その実験を自分でやり、その結果をレポートや口頭試問で発揮し単位が認められなければ卒業はできません。入学は認めるが、実験の単位が取れないときには卒業できないことを理解して下さい。もちろん大学として、必要な支援はします。」ということだった。

しかし、入学後の大学側の支援内容は、予想をはるかに超え大変充実したものであった。

前年の3月に盲学校を退職した筆者が、視覚障害教育の専門の立場から実験のアドバイザーとして全国高等学校長協会入試点訳事業部から派遣されることになった。

本稿では、1年・2年の理工学基礎実験に関して、アドバイザーを務めた立場から概要を報告する。

## II 大学側の支援

### 1. 大学側の支援方針

- ① 全ての実験項目を行う。
- ② 他の学生と同時に開始し、18 時実験室退室厳守とする。
- ③ 実験前週までに実験書の点訳
- ④ ③以外の実験時に必要な資料は、テキストファイルにしてメール等で渡す。
- ⑤ 実験時にAさんだけをサポートするTA(4 年生・大学院生)を配置
- ⑥ 浜田をアドバイザーとして配置
- ⑦ 実験時に全ての学生をサポートする複数のTAのためのトレース実験に筆者も参加
- ⑧ 実験前日に予備実験(各実験担当の先生の指導のもと、Aさん、TA、筆者が参加)
- ⑨ 実験当日は、実験室入室前にその実験に関する自筆の事前課題を提出し、合格した人のみ実験に参加できる。これについては、Aさんは事前課題を実験までにメール送信を可とされた。

### 2. アドバイザーの役割

アドバイザーとして筆者は、⑦のトレース実験に参加させていただき、事前に実験の概要

を把握できた。それを踏まえて筆者から、視覚に頼らなくても可能な実験方法・実験器具等について提案する機会をいただき、盲学校から音声付電子てんびん借用する準備や点字グラフ用紙の手配をすることができた。

⑧の前日の予備実験に筆者も参加したことにより、実験の流れ・実験器具の位置の確認・使い方を理解し、困難な操作について相談できた。点字ラベルの必要箇所について確認し、準備できたので、実験当日の時短につながり、Aさんは18時の退室を守ることができた。

⑨の提出した事前課題は、実験当日、実験室に入室時にコメント付きで返却された。(Aさんが提出した事前課題を印刷したものに、墨字コメントが記入してあったので筆者が読み伝えた。)

### 3. 「技術部」の果たした役割

早稲田大学には理工学基礎実験を支える「技術部」という組織があり、ここが一般の学生実験を教員と一緒に設計し、必要な教材の準備などを行い、実験時は教員の下で学生の指導も行っている。物理系と、化学・生物系の技術部の先生一人ずつが盲学生の担当窓口となっていたので、その担当者の実験器具調達の相談や実験方法の変更等の相談を随時することができた。

また、各実験の担当者も実験の目的に合わせて、視覚が使えないと困難な操作、危険な操作について、代替装置はないか、どうすれば困難や危険を回避できるか、その実験で本人ができればならない操作は何かと考え、工夫されていた。

化学系の実験は技術部の先生と二人で行った(筆者は視覚補助器具・点字の提供等の役割を担った)。

### 4. 盲学生の実験への参加状況

物理系の実験はクラスメート(毎週変わる)と二人で行った(TAと筆者がサポートした)。

化学系・物理系ともに、Aさん自身で実験することが基本で、TAは視覚補助のみ、筆者は特殊な実験器具の調達、必要な箇所の点字表示やグラフの凸凹化等を行った。

## Ⅲ 1年次の実験

### 1 実験項目

春学期

1. レンズを作る
2. 物理現象のシミュレーション
3. 電磁誘導
4. 不確かさを見積もる
5. エレクトリックギター
6. コンデンサーを設計してラジオを聴く
- (7. 物理試問)
8. 水の分析

9. カフェインの抽出
10. ナイロンの合成
11. 細胞の顕微鏡観察

## 秋学期

1. エアーホッケーの物理
2. 熱と気体分子の運動
3. 光と波動
4. ブラウン運動
5. 計測器を使う
6. 電子回路工作
- (7. 発表と討論)
8. 原子の発光スペクトル
9. 医薬品の合成
10. シクロデキストリンによる分子の取込み
11. DNAの抽出とPCRを利用した増殖

## 2 筆者が感動した大学技術部職員の工夫

どの実験についても技術部の先生方の「視覚が使えないと困難な操作、危険な操作について、それは代替装置はないか、どうすれば困難や危険を回避できるか、この実験で本人ができなければならない操作は何か」との視点からの熱意が感じられ創意工夫が溢れていた。その一例として、3Dプリンターの活用と大型ブレッドボードを紹介する。

### (1) 3Dプリンターの活用2例

次の①のように手で触ると危険なものや、②のように壊れやすいものを、3Dプリンターでプラスチック製のモック(複製)を作成していただいたことは、操作の練習に大変有効であることを実感し感動した。

#### ①触っても安全なプラスチック製の刃(1年春学期 レンズを作る)

アクリル円柱を削って非球面レンズを作る作業を一人で行う

この実験では、自分で刃を取り付け、刃を回転させながらアクリル円柱を削って、レンズを作らなければならない。(図1 レンズを作る)

触ると危険な刃のとりつけ練習に際して、3Dプリンターで作った図2のプラスチック製の刃を使って刃の形状を確認し、取り付け方、取り付け練習を行う。実験本番は、もちろん本物を使うが、前日にプラスチックの刃で、触ると危険な箇所等分かっているので安心して刃の取り付け等の操作ができた。削る刃を下に固定し、アクリル円柱をはさんだ上部を下げながら削っていく。荒削りではダイヤルを 30° 回し、仕上げ削りでは 15° 回す。30° の目印になる位置にフェルトシールを貼り、一人でダイヤルを操作することができた。

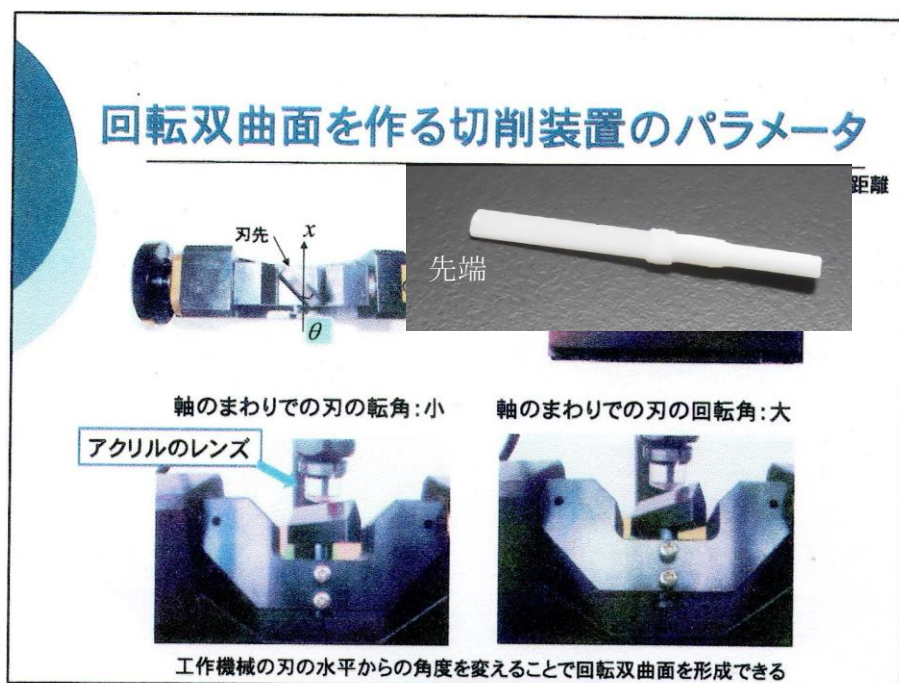


図1 レンズを作る



図2 プラスチックの刃

### ② 磁場測定器のセンサー部分(1年春学期 電磁誘導)

磁場測定器で磁場の強さを測定する

磁場測定器のセンサー部分(図3)は壊れやすく、壊れたセンサーは修理不能である。センサー部分がどのようなになっているかを、3Dプリンターで作ったプラスチック製の部品(図4)を触って確認し、実験中は触れなくてもイメージして、操作できる。

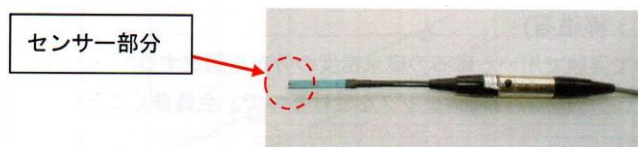


図3 磁場測定器センサー部分



図4 プラスチックのセンサー

この実験では、一般学生は、図5のように棒磁石を固定し、平たいセンサー部分が常に定規と垂直で、棒磁石との角度が直角になるように測定器を移動させて、距離による磁場を測定した。Aさんは測定器を固定して、棒磁石を点字定規に沿わせて移動させ、距離による磁場の測定をした。測定器を移動する方法では、測定器移動時にセンサー部分にわずかな回転が生じると角度が変わる可能性があるため、筆者が方法変更を提案し採用された。

棒磁石の N 極の先端を定規の 10cm の位置に合わせる。

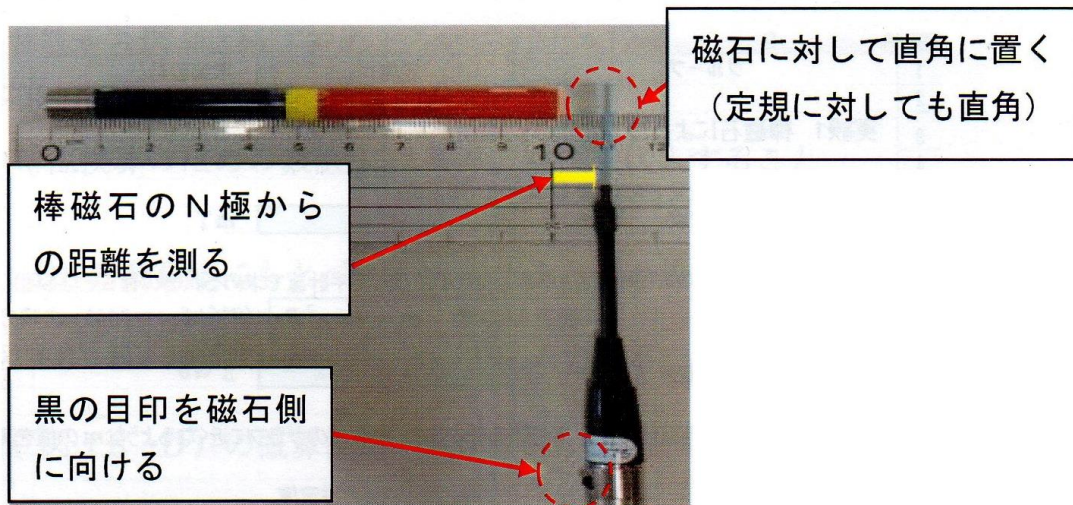


図5 磁場測定法

## (2) ハンダ付けしない電子回路工作(1年秋学期 電子回路工作)

### 非安定マルチバイブレーター回路の製作の困難点と困難解消の工夫

図6の回路図が点図で作成されたものを読んで、回路を組むことはできるが、図7のようにプリント基板に小さな部品をハンダ付けして作成することは困難である。

困難を解消するために、技術部の西先生が図9の大きなブレッドボードを作成された。このブレッドボードに小さな電子部品をつなぐプラグ(図8の右)も作成された。筆者がそのブレッドボードの表面に、裏面の結線に合わせて製図テープを貼った。

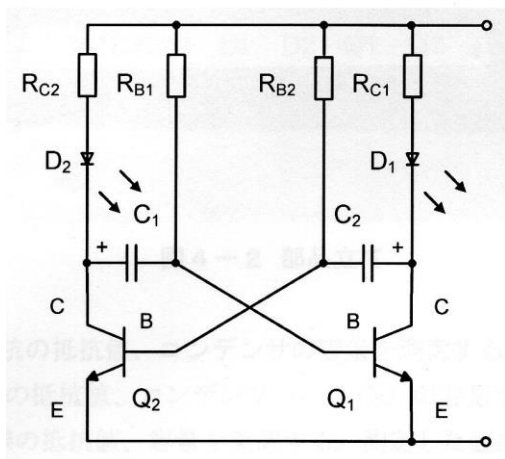


図6 非安定マルチバイブレーター回路図

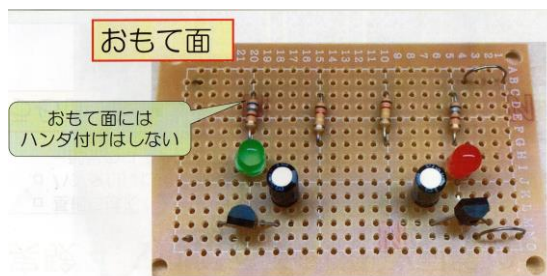


図7 完成品(右)

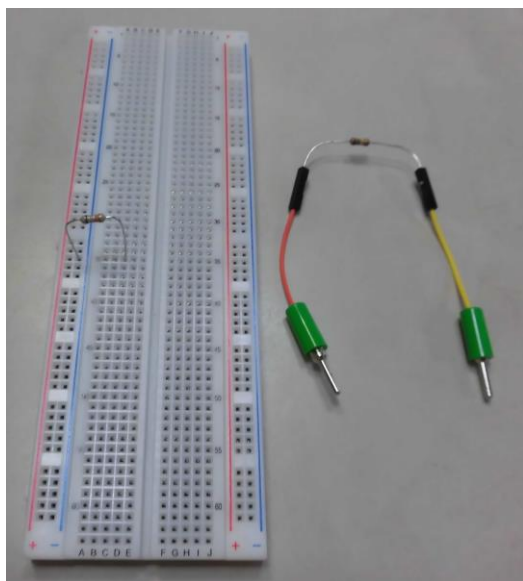


図8 市販のブレッドボード

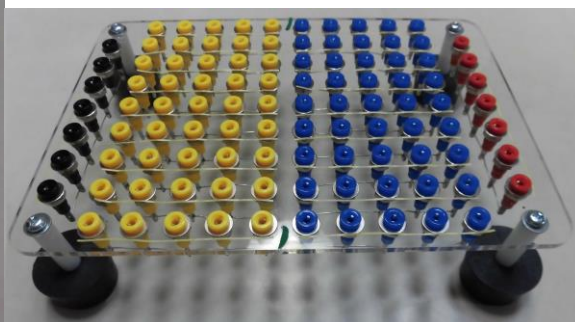


図9 技術部・西先生作のブレッドボード

市販のブレッドボード(図8)でも、時間が無制限であれば A さんが結線することは可能であろうが、18 時まで完成させて合格し、退室しなければならないという時間の制約がある中、図9のブレッドボードを使用することで図 10 を完成させ、余裕を持って時間内に退室できた。一般学生はハンダ付けの苦労はあるが、見本を見ながら作ることもできる。Aさんは回路図を頭に入れ、自力で完成させなければならなかったが、見事に課題を成し遂げた。

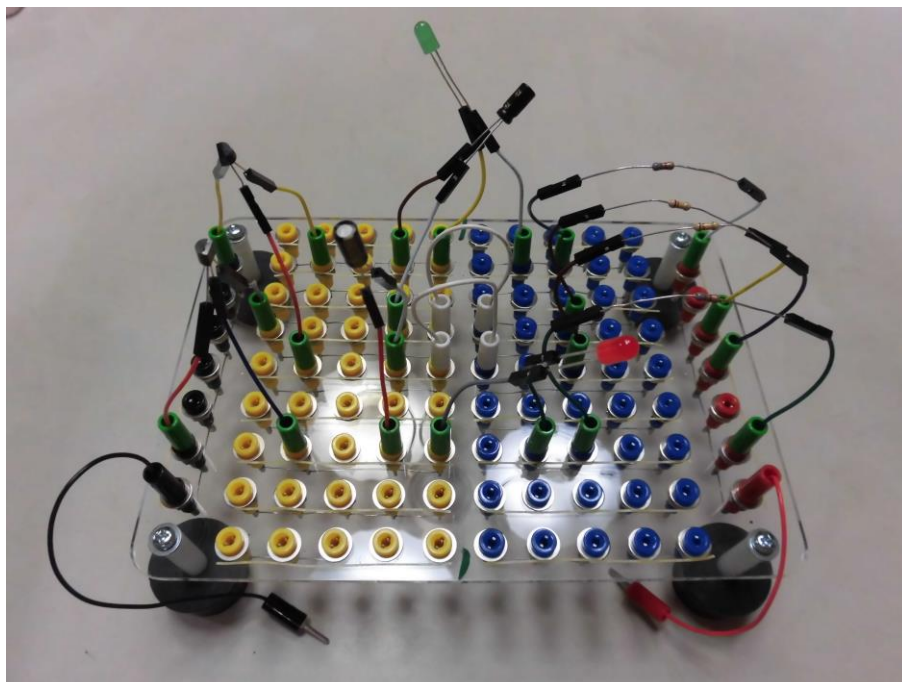


図 10 完成品

### 3 実験履修で役に立った小さな工夫(アドバイザーの提案)

#### (1) 排水溝ネットを活用した簡易凸図作成法

板目紙等の厚紙、排水溝ネット、凸図にしたい図(プリント等)の順に重ね、図の上からボールペンで少し強めになぞって書くと、レーザーライター(表面作図器)の代わりとなる。排水溝ネットの編み目に垂直方向に線を引くようにすると線が分かりやすくなる。このように書いた図は1年後でも読めるということです。図には点字で説明や目盛をつけておく。この方法で、ナイロン 66 膜のIR(赤外吸収スペクトル)測定チャートをその場で凸図にして説明できた。この作図法は誰でも簡単にできるので、印刷されたオシロスコープ画面をTAが凸図にして説明する場面でも使われていた。

#### (2) ナイロン 66 カプセルの観察(1年春学期ナイロンの合成)

イクラの卵のようなナイロン 66 カプセルを 10 粒ほど作り、それを純水、飽和食塩水、塩溶液に分けて入れ、1時間後に観察する実験では、薬さじでナイロン 66 カプセルを触っても感触ではほとんど分からない。一般学生もうまく取り出せず、潰してしまう学生が多く見られた。10 粒を一つの容器中に作るのではなく、最初から3つの容器に分けて作る事を提案し、この方法で実施してうまくいった。

## IV 2年次の実験

コロナ禍の中、大学はオンライン授業が中心になった。下記の化学系7. 9. は人数を減らしての対面実験で、Aさんはクラスメートと二人で行った。その他は、一般学生はオンデマン

ド実験であったが、オンデマンド実験では視覚情報が重要な要素になるため、Aさんが一般学生に比べて不利にならないようにとの大学の配慮により、視覚情報を補うという観点でAさんは全ての実験項目を対面実験で受講した。

どの実験でも、Aさんの1年次の努力をご存じの先生方は、さらに様々な工夫をして下さっていた。

## 1 実験項目(2年秋学期)

(物理系)

1. 弾性と粘弾性
2. 共振回路と振動系
3. レーザーとホログラフィー干渉
4. 熱と拡散
5. いろいろな顕微鏡
6. コンピューターによる自動計測

(化学系)

7. フェロセンの合成と電気化学測定
8. 懸濁重合によるポリスチレンの合成とリサイクル
9. タンパク質の分離と分子量測定
10. ゴルーゲル法による二酸化チタン光触媒の合成とPCを利用した科学情報検索

## 2 実験履修で役に立った小さな工夫(アドバイザーの提案)

(1) 盲学生自身がグラフを描くための工夫(共振回路と振動系)

① 立体コピー用紙で作成したグラフ用紙を、コルクボード上に乗せた排水溝ネットに重ね、四隅を画鋲で留める。  
(片対数は紙より立体コピーの方が読みやすい)(図 11)



図 11 片対数グラフ用紙

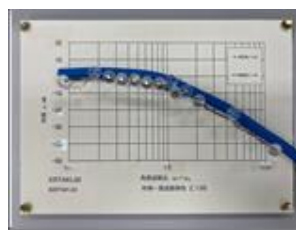


図 12 自在定規を当てる



図 13 ボールペンでなぞる

- ② グラフ上に測定値を足の長い鋺(ゴザ用の物)を刺す。
  - ③ 鋺に沿わせて、鋺の上側に自在定規を当てる。(図 12)
  - ④ 自在定規を押さえたまま鋺をはずし、自在定規に沿って細マジックで線を描く。(図 13)
- さらに、ボールペンで強くなざると、凸図になる。

今回は④のようにしたが、③のあと、自在定規の上側にも鋺を刺せば、下側の鋺を外しても、自在定規を押さえる人がいなくても、自分で自在定規の下側に線を描くことができる。

## (2) 機械の操作をするときの工夫(熱と拡散)

熱と拡散の実験操作では図 15 の指下のプレートヒーターを上げていき、上部のトルクリミッタに着く直前に上げるのを停止する必要がある。横で見ている人に「止め」と声かけして貰って上げるのを止めるという提案であったが、図 16 のように定規をはさむことで一人で操作できた。



図 14 装置全体

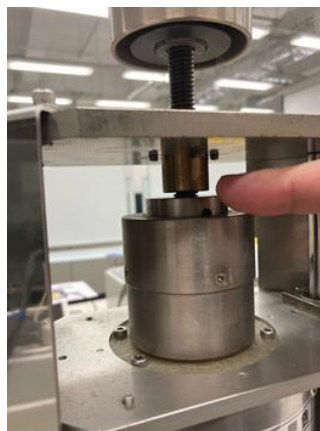


図 15 プレートヒーターを  
すき間を残して上げる



図 16 定規を夹む

## (3) コンピューター画面で回路を組む時の工夫(コンピューターによる自動計測)

手動計測によるダイオードI-V特性測定は回路図を読み、1年時に使用した西先生作のブレッドボードを使用して終了した。

次のコンピューター画面上で回路を組む自動計測の実験は、マグネットボードをコンピューター画面に見立てて、測定器等のアイコンの代わりに厚手のマグネットシートに測定器等の点字シールを貼った物を用意し、粘着性の紐で測定器をつなぐという形式に変更し、図 17 が完成したものである。この通りにTAがコンピューター画面上に図 18を組み、目的の測定ができ実験は終了した。

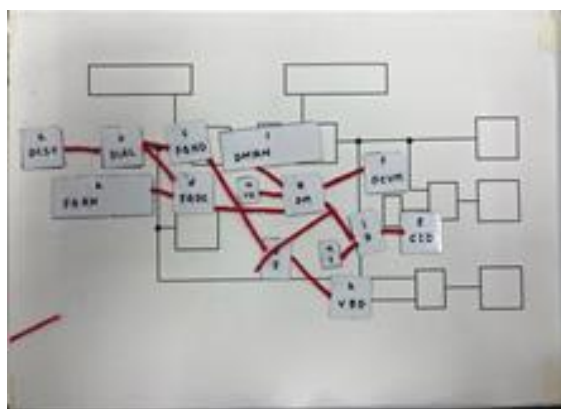


図 17 自動計測の回路

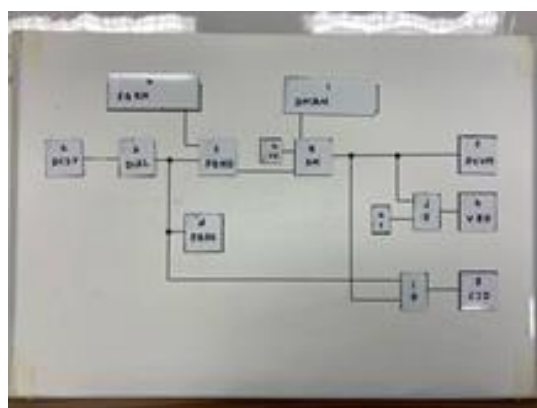


図 18 図 17 を整理した図

## V まとめ

どの実験でも、技術部の先生方の「視覚に頼らないで操作でき、結果を確認できるように」との熱意による工夫が溢れていた。先生方は1年春学期、秋学期、2年秋学期と時を経るごとに工夫に磨きがかかってきた。その様子を見て、視覚障害への支援の専門性を充分に言葉で伝えられない自分を不甲斐なく思っている。

Aさんは普通高校出身であるが盲学校(筑波大学附属視覚特別支援学校)中学部で毎時間のように一人一人が自分で実験し、ガスバーナーを使うなどの理科実験の基礎技術は身に付けていた生徒であった。その体験が生かされ、大学ではどの実験に対しても臆することなく積極的に取り組み、目的とする成果をあげることができた。

1年・2年の充実した実験を体験したAさんは3年でも実験を選択し、現在も実験に取り組んでいる。

アドバイザーとして盲学生と一緒に実験する機会をいただいたことに感謝します。そして小さな工夫で盲学生が自身で実験できることに少し役立てたことを大変嬉しく思います。

この報告にあたり、鳥山由子氏の「視覚障害のある学生への理系科目支援」(インクルーシブ・デザイン・ラボ・プロジェクト キックオフシンポジウム、2020年1月)を参考にさせていただきました。また、早稲田大学理工センター技術部の地神貴史氏には写真提供やご助言をいただきました。多くのみなさまに助けていただきました。感謝申し上げます。