

実習の結果・考察



○ 実習1の授業展開

1-1) データには、ばらつきがあることが当たり前であることを知る。

1-2) 「散らばり」とは、何かを知る。

○ 平均値、平方和、分散、標準偏差の計算式、偏差値の説明をする。

1-3) 工程能力指数を説明する。

今回の実習では、ねらい値を60cmとし、上限規格値 $S_L = 70(\text{cm})$ 、
下限規格値 $S_u = 50(\text{cm})$ と設定します。

1-4) パッティング機(シミュレーション器材)を利用して、データを測定する。

○ 今回、すでに組み立てられた状態のパッティング機を利用する。振り子の原理を利用したパターで、その下に置いた球をちょうど60cm転がすように測定するという実習を行った。測定する時間帯を設定し、20回連続で球を転がし、そのデータを測定する。

○ 4,5人を1組とし、1回目は、何も条件を設定せずに、生徒の感覚だけで

○ 測定を行う。



1-5) データを表でまとめ、ヒストグラムを描かせる。そして、平方和、標準偏差、工程能力指数を計算させる。

1-6) 転がりの距離(特性)に影響を与える事柄(要因)を列挙させる。

1-7) 要因を制御し、試行錯誤する時間を与える。

1-6で考えた特性と要因の関係を基に、散らばりを減らすような工夫を各班で行うように指示し、作業を工夫する時間を与えてから、2回目の測定をさせる。

1-8) 2回目の測定にはいる。



1-8) 1回目と同様に、データを表でまとめ、ヒストグラムを描かせる。そして、平方和、標準偏差、工程能力指数を計算させる。

1-9) 1回目の測定と2回目の測定で、ヒストグラムを比較し、工程能力指数がどのように変化したかを考察させる。

- ここで生徒に、身近な値として知っている“平均値”が同じであっても、工程能力指数が違う場合があることを気づかせ、どちらの実験の方が精度の高かったかを考えさせる。精度が高いかどうかには、平均値の情報ではなく、データの散らばりを意味する標準偏差の値が大切であることを通して、標準偏差という数字の意義を正しく理解させる。

○ 実習1の結果

- この実験の目的は「何回転がしても、ちょうど60cmしか転がらないパッティング機を設定しよう」である。



○ 表1. Cpの値

班	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
実験1	0.633	0.676	1.044	1.015	0.141	0.230	0.631	0.478	0.879	0.416
実験2	0.998	1.362	0.956	0.524	0.286	0.297	0.905	0.478	0.725	1.656
	↗	↗	→	↘	↗	→	↗	→	→	↗

(連続20回を測定、1回目は感覚のみ、2回目は要因を制御させる)

(Cpが0.1程度の変化は、前後の実験で改善が見られないと判断した。)

- 工程能力指数は、上がった班5つ、変化が小さかった班4つ、
- 下がった班1つであった。

○ 1回目の測定から考えた要因

- ・ 下に引いている布のたるみ
- ・ 測定ごとの球の置く位置のズレ
- ・ 実験を行う台が不安定である
- ・ 振り子の角度
- ・ 振り子をはなす手の放し方
- ・ 振り子を支えるねじの強さ
- ・ 振り子の高さ
- ・ 振り子が球に当たる場所の不安定さ

実習1の考察

表2 第10班の実験1, 2の結果

回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
実験1	74	52	39	64	60	62	59	66	70	62	変化なし	大きく変化!
実験2	56	62	61	60	64	62	62	58	63	62		
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	平均値	Cp
	47	57	67	52	64	62	64	60	61	66	60.4	0.41
	63	62	60	58	61	59	59	60	59	60	60.55	1.66

(転がり距離 単位 cm)

転がり距離の平均値は、
ほとんど変化なし

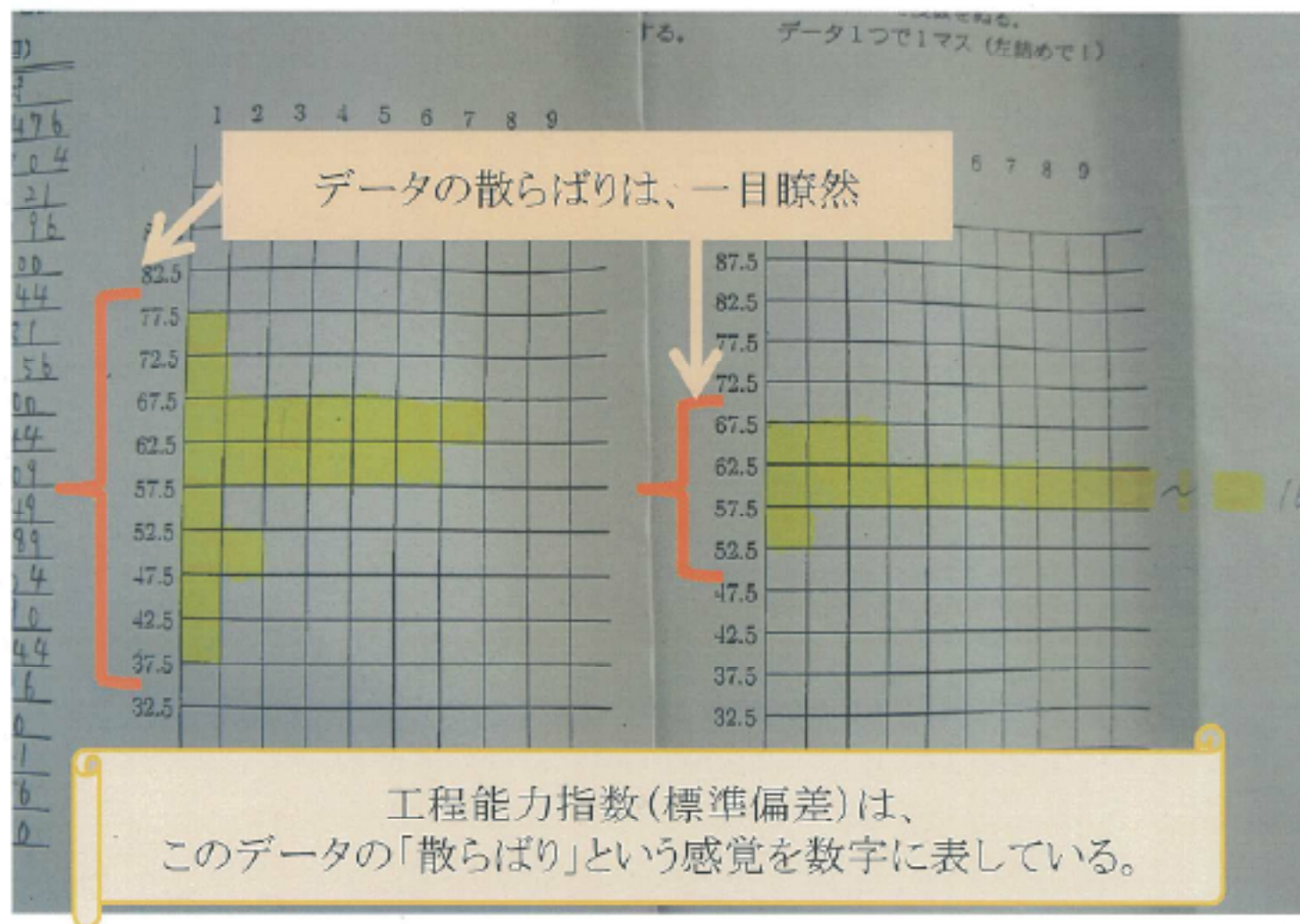
工程能力指数が
大きく改善されている

生徒の感覚

2回目の実験の方が60cm
に近い値が多かったはずな
のに、平均が同じ??

生徒の感覚(実験の精度がよくなった)と
工程能力指数の変化(値が上昇した)が
一致する!

さらに、ヒストグラフを考察すると、



画像1 実習1の実験を比較したヒストグラフ

実習2(振り上げ高さと転がり距離との関係)

2-1) 20種類の高さを各班で自由に設定し、高さ x (cm)に対する転がり距離 y (cm)を測定させる。

2-2) 2-1のデータをグラフ用紙に打点させ、散布図を作成させる。

このとき、 x 軸、 y 軸の範囲、1マスの単位は一切指示せず、生徒自身に考えさせ、 x 軸、 y 軸を設定して、散布図を描かせる。

2-3) 散布図のデータに、これらの関係を表す直線を自由に記入させる。

2-4) 特定の2点を選び、その直線の式を求めさせる。

2-5) 回帰係数の推定値を計算させ、回帰直線を計算させる。

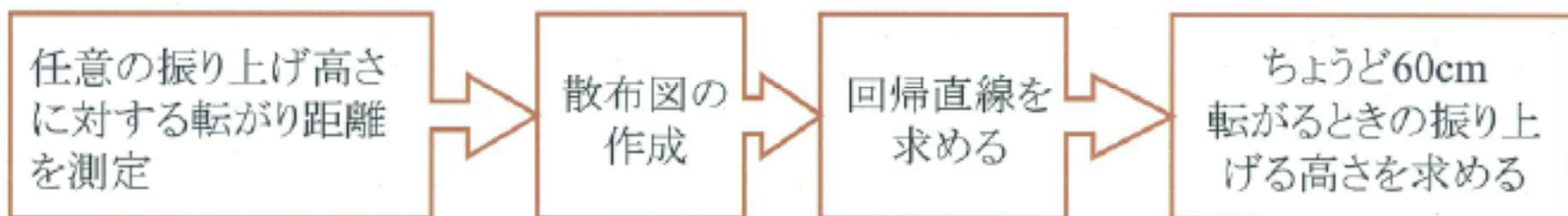
2-6) 2-4の直線の式と2-5で求めた回帰直線の式を比べ、考察させる。

- 注:2-4の計算では、自分で引いた直線上の2点を取り出し、直線の式を求めさせた。

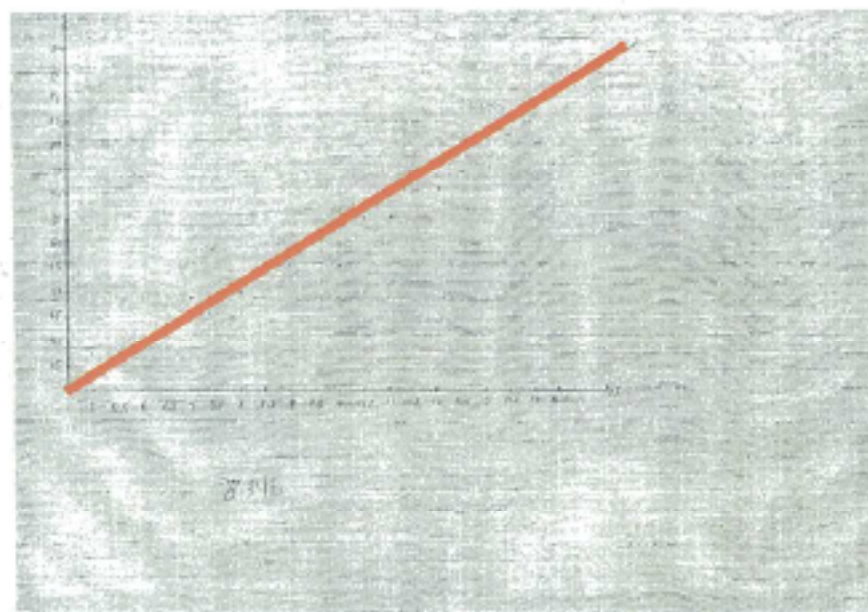
2-7) 2-5で求めた直線から、各班、転がる距離 y が60cmのときの高さ x (cm)を求めさせる。



実習2の結果・考察



2つの班での散布図と回帰直線を紹介する。



画像2-1 生徒が描いた散布図

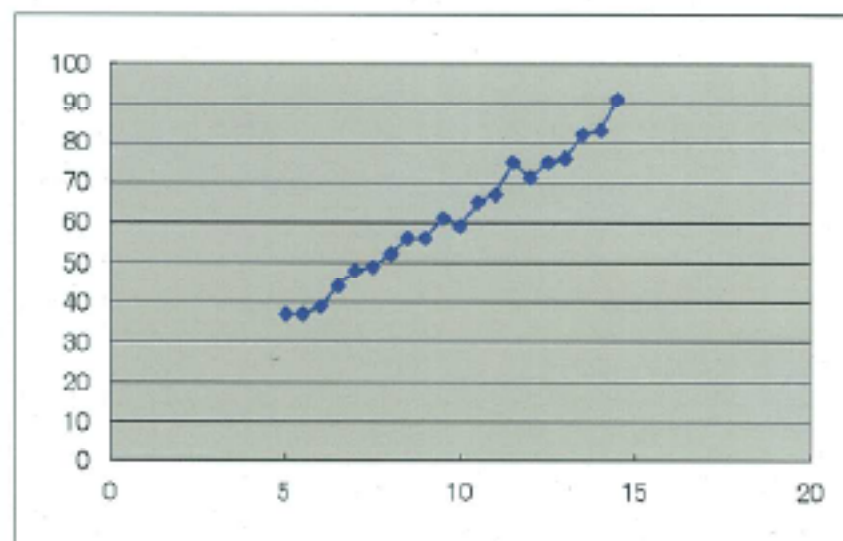
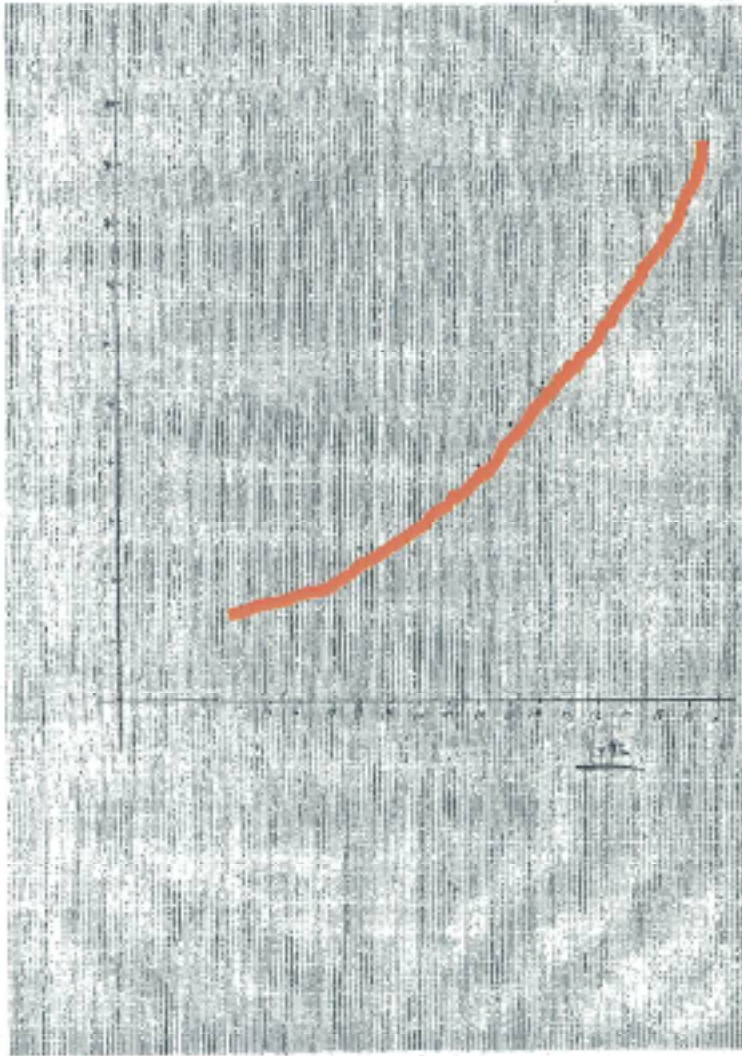


図2-1 エクセルによる散布図

ここで、点と点を線で結んでいるのは実験順序である。



画像2-2 生徒が描いた散布図

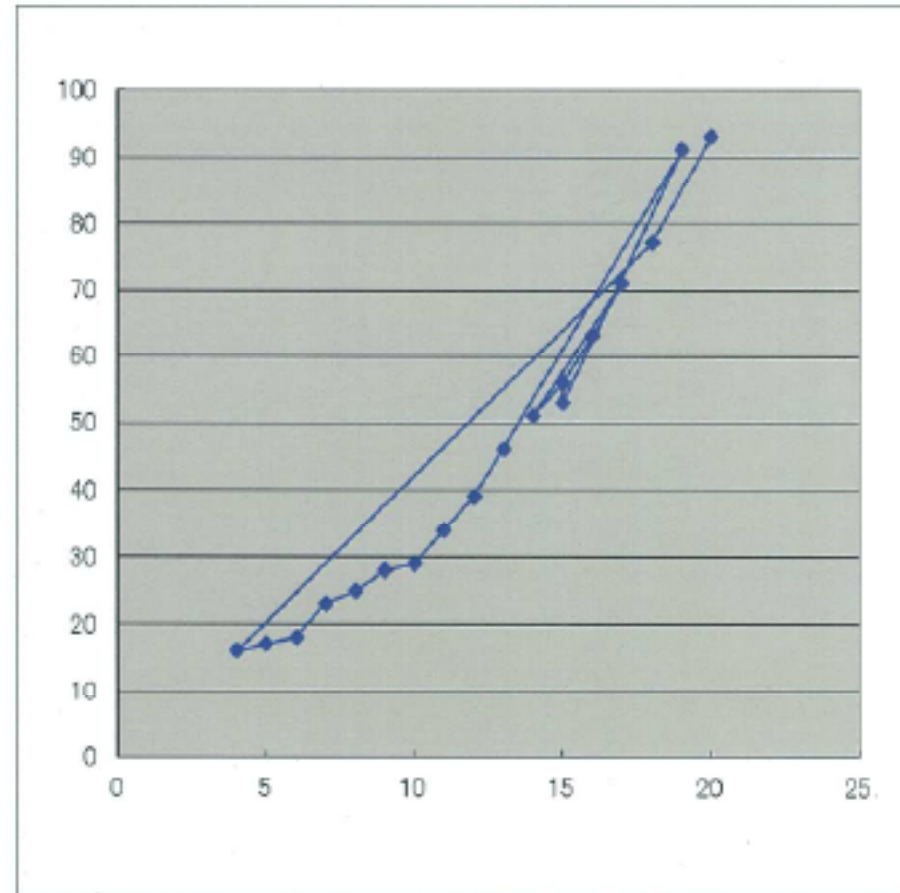


図2-2 エクセルによる散布図

ここで、点と点を線で結んでいるのは実験順序である。

実習2の生徒の活動

- 1) 振り上げの高さ(x座標)と転がり距離(y座標)の関係をみる実習である。その際に、振り上げる高さに関しては、こちらからは一切指示をせずに行った。そうすると、
 - ・高さの幅を大きくとる班(10cm、20cm、30cm...)
 - ・高さの幅を小さくとる班(11.0cm、11.1cm、11.2cm...)
 - ・1回高さを測り、考察をして、やり方を変えて2回目を測定する班
 - ・順序良く高さを上げていくのではなく、ランダムに高さを調整する班(17.5cm、8.5cm、4.4cm、16cm ...)
 - など、班独自の工夫がみられた。また、すべての各班で、非常に積極的な議論が交わされていた。
- 2) 高さの測定範囲が15cm程度に広くとっている班はきれいな直線回帰の関係がみられた。



- 3) 高さの測定範囲が1cmや5cm程度の班は、データが一か所に集まった散布図となり直線を引くことが難しかったようである。

いままで自分でグラフの目盛りを決めて描くことがなく、初めてであったためか、高さの測定は0.1cm単位で行っているにもかかわらず、x軸の1マスを1cmで描こうとしていた。これは、y軸を1マス1cmで描いたが故に、x軸も1マスを1cmとしなければならないという固定観念が一因であろう。生徒にとって、「指定された(固定された)グラフ上」に直線を描くという作業は行った経験はあっても、軸の目盛り設定を自分で行って直線を描く経験のなさが、このような行動に表れたと考えられる。