



米国小学校における サイエンス・プロジェクト

問題解決型の統計科学的 思考力育成

慶應義塾大学
理工学部 数理科学科
南 美穂子

サイエンス・プロジェクト



- ◆ サイエンス・プロジェクトはアメリカ合衆国の多くの学校で行われている教育活動
- ◆ 本発表は、カリフォルニア州トーリーパインズ小学校のサイエンス・プロジェクトに関する報告
- ◆ トーリーパインズ小学校では、3年生から5年生(最高学年)が年一回、4月から5月に行う。
- ◆ 同学区の中学、高校でもサイエンス・プロジェクトを行っている。

2

トーリーパインズ小学校 Torrey Pines Elementary School (TPES)



- ◆ カリフォルニア大学サンディエゴ校(UCSD)の近くにある公立小学校。大学関係者の子供も多い
- ◆ 海に面した高台の高級住宅街の一角にある
- ◆ 保護者がTPES基金を組織し、募金を集め、PTA活動をしている。2008-2009年度の募金額は 約2000万円。その用途は
 - ・ 芸術、音楽、体育、図書、科学実験
 - ・ 少人数クラスの実現
 - ・ 教師やスタッフへの支援
- ◆ 人種統合バス通学(Desegregation bussing) 受入

児童数 (K-5) 399人

Ethnicity	TPES	State
White	68%	28%
Asian	12%	8%
Hispanic	17%	49%
African American	2%	7%

3

最初に配布されたプリント



- 4月の第2週目からプロジェクトの授業開始
- 最初の配布プリントの冒頭に書かれていることは、
- ◆ 問題解決のための科学的方法の勉強を始める。
 - ◆ この勉強の集大成として、全生徒がサイエンス・プロジェクトを行う。
 - ◆ サイエンス・プロジェクトをまとめあげることはこの勉強の a logical follow up であって、決して難しいことではない。

4

タイムスケジュール



- ◆ 4月の第2週目からプロジェクトの授業開始。
課題の手順の説明、特別授業
- ◆ 4月18日 プロジェクトの題材を書いたカード提出
- ◆ 4月30日 進捗状況の報告書の提出
- ◆ 5月20日 完成したサイエンス・プロジェクト提出

学校:「問題解決のための科学的方法」の説明

家庭:題材の選択、実験、結果のまとめ、展示ボード
作成

5

レポートのまとめ方



1. Title: プロジェクトの名前 例: Plant Growth
2. Purpose: 答えようとしている質問
例: Can plants grow without soil?
3. Materials: 実験を行うために必要な材料や器具
4. Procedure: 実験の手順
5. Data and Observations: 日々の観測値を含める
6. Conclusions: 初めの文章:なぜこの実験をしたか
2番目の文章:最初に立てた仮説
3番目の文章:仮説が正しかったか間違っていたか
を実験の結果に基づいて書くこと
第2段落:結果を説明する

6

展示ボード



- ◆ **大きさ**と**形** & **材質**: 90cm × 120cmの、段ボールを
三面鏡のように折った市販品を推奨。
- ◆ **文字**: 読みやすく正しいスペルで。型紙を使ったり、
ゴムコーティング剤を文字の上に塗ってもよい。
- ◆ **色**: 色使いも考えて。ただの白黒は見栄えがしない。
- ◆ **どこに何を配置するか**:
 - ・ 中央の上部: プロジェクト名とプロジェクトの目的
 - ・ 左右の部分: 仮説、器材や道具、手順、結論を含める

7

Tips(ヒント/留意点)



- ◆ Follow the directions in this packet carefully.
- ◆ A good project requires good planning and cannot be done at the last minutes.
- ◆ Set timelines for the various stages of your project and stick to the timelines.
- ◆ Select a topic that interests you and select one that is narrow enough in scope to really be able to test.
- ◆ Make sure that your sample or test size is large enough and/or repeat experiment a number of times.
- ◆ Plan to make graphs or drawings, or take photos during your project.

8

プロジェクト例



- ◆ どの電池が最も長く持つか。
- ◆ カビはどの食べ物に最も多くはえるか。
- ◆ 安全な手作り洗剤は市販品と同様な効果があるか。
- ◆ どの味の風船ガムが最も長持ちするか。
- ◆ どの種類の骨・おやつが犬は最も好きか。
- ◆ 物体の色は温度に影響を与えるか。
- ◆ 水圧は水深とともに増えるか。
- ◆ かたつむりは一分間でどれだけ動かすか。
- ◆ どのブランドのポップコーンが最も早く弾けるか。
- ◆ どの紙おむつが最も多くの水を吸収するか。
- ◆ 卵を水に浮かせるにはどれだけの塩が必要か

9

科学研究のデザイン 習得すべき9つのこと



1. 独立(操作)変数となりうるものを認識する。
2. 仮説を選び、提示する。
3. 変数に対して何を計測するかを設定する。
4. 使う方法や材料を含めた実験のデザイン。
5. 実験を管理しながら行う。
6. データをラベル付きの表にまとめる。
7. 実験結果からグラフを描く。
8. データから結論を導く。
9. はじめに立てた仮説と結論を比較する。

10

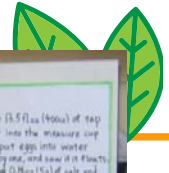
科学研究のデザイン Words to know: 重要用語



- ◆ Phenomenon(plural = phenomena) – an observed event.
- ◆ Variable – an item subject to change. There are 3 types:
 1. Independent (Manipulated) – the one item the scientist manipulates or controls himself.
 2. Dependent (Responding)– the item the scientist measures
 3. Control – all other items which are kept constant.
- ◆ Hypothesis(plural = hypotheses) – a scientific guess.
“If..., then...” or “I expect...”
- ◆ Data (singular = datum) – facts gathered in an experiment.
- ◆ Controlled Experiment – experiment in which there is only one manipulated variable; all others are held constant.

11

成果発表



Purpose
In order to investigate if there are differences:
1) In the amount of salt needed to float an egg between tap water and sea water.
2) In the way eggs are affected between a boiled egg and a raw egg.

Hypotheses
1) Sea water needs less salt added to float eggs than tap water.
2) There is a difference in the way eggs are affected between a boiled egg and a raw egg.

Materials
One raw egg 2.5oz(70g)
One boiled egg 2.5oz(70g)
Seawater salt (Shimizu salt)
Tap water
Sea water
1.4oz(40g) of salt
A 500ml graduated cylinder
A 100ml graduated cylinder

Equipment
One measure cup
One measuring spoon
One beaker used to collect sea water
One chopstick used as a stirring rod
One scale
One pencil
One eraser
Charts of paper
One figure

Data

Salt	Tap water		Sea water	
	boiled egg	raw egg	boiled egg	raw egg
0.0oz(0g)	X	X	X	X
0.1oz(28g)	X	X	X	X
0.2oz(56g)	X	X	X	X
0.3oz(84g)	X	X	X	X
0.4oz(112g)	X	X	X	X
0.5oz(140g)	X	X	X	X
0.6oz(168g)	X	X	X	X
0.7oz(196g)	X	X	X	X
0.8oz(224g)	X	X	X	X
0.9oz(252g)	X	X	X	X
1.0oz(280g)	X	X	X	X
1.1oz(308g)	X	X	X	X
1.2oz(336g)	X	X	X	X
1.3oz(364g)	X	X	X	X
1.4oz(392g)	X	X	X	X
1.5oz(420g)	X	X	X	X

Observation
With tap water eggs float when 1.5oz(420g) salt is added.
With sea water eggs float when 1.4oz(392g) salt is added.
A raw egg floats with its fat end up. A boiled egg floats with its long axis horizontally.

Conclusion
I conducted two experiments in order to find out how much salt is needed to add water to make eggs float, and to see if there is a difference in the way a boiled egg and a raw egg float. The results show that the raw egg research hypothesis was supported. (It took tap water needs 1.5oz(420g) of salt added to make eggs float while the same amount of sea water needs 1.4oz(392g) of salt added.)
When you make sea water, it is salty and the eggs were already containing salt. So I found the way eggs float between tap water and sea water.
As for the second hypothesis, a boiled egg floats with its fat end up while a raw egg floats with its long axis horizontally end of a raw egg.
I could not find any difference in the amount of salt to be added between a raw egg and a boiled egg. I got the amount of salt in each trial much smaller than I thought it might have.

12

実験をしてわかること・その後



- ◆ 「卵を水に浮かせるにはどれだけの塩が必要か」
実験を繰り返すと、その度に観測値が違う
- ◆ 「りんごはどこに置いておくと早く腐るか」
各場所に一個しか置かなかった失敗
- ◆ 試してみよう、測ってみようというという姿勢
 - アメリカの孫と日本の孫
(田丸謙二・大山秀子、化学と工業 1999年, No. 9, 1149)
 - 八十を越えて思うこと 化学者の立場から
(田丸謙二)
- ◆ 結果や図の解釈の難しさ
⇒ 客観的な解釈のための方法の模索⇒統計学

13

おわりに



- サイエンス・プロジェクトは、小学生3年生においては
- ◆ 問題解決のための科学的方法の勉強
 - ◆ 自分で問題を選び、そのために何を使い、何を測るかを考える
 - ◆ “自分のデータ” を作る・持つ
 - ◆ データから結果を導く
 - ◆ 観測値にはいろいろな変動があることを認識する
- 科学的な方法を概念として明確に認識させる教育
⇒ 統計科学の必要性の認識

14