福井大学リポジトリ
UNIVERSITY OF FUKUI REPOSITORY

科学的探究を競う中高生のイベント「ふくい理数グランプリ」

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2011-09-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 石井, 恭子, 油谷, 泉, 小島, 敏弘, 葛生, 伸 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/4091

応用物理教育　第33巻2号　2009年
シンポジウム論文

科学的探究を競う中高生のイベント「ふくい理数グランプリ」

Investigation Competition for High-School Students, "The Fukui Science Grand Prize"

石井恭子*，油谷泉**，小島敏弘***，葛生伸****
Kyoko ISHII*, Izumi ABURADANI**, Toshihiro KOJIMA*** and Nobu KUZUU****
*福井大学大学院教育学研究科，〒910-8507　福井市文京 3-9-1
**福井県教育委員会，〒910-8580　福井市大手 3-17-1
***福井市立足羽第一中学校，〒910-2177 福井市稲津町 83-1
****福井大学大学院工学研究科，〒910-8507　福井市文京 3-9-1
*Graduate School of Education, University of Fukui , 3-9-1 Bunkyo, Fukui-shi, Fukui 910-8507 Japan
**Fukui Prefectural Government, 3-17-1 Oote, Fukui-shi, Fukui 910-8580 Japan
***Asuwa Dai-ichi Junior High School, 83-1 Inaducho, Fukui-shi, Fukui 910-2177 Japan
**** Department of Applied Physics, University of Fukui, 3-9-1 Bunkyo, Fukui-shi, Fukui 910-8507 Japan

Abstructs

An investigation contest for junior- and senior-high school students, "The Fukui Science and Mathematics Grand Prize", was held in winter 2008. It aimed to promote the interest in mathematics, science and technology and to encourage the inquisitive spirit. The score was evaluated by their problem solving process and the presentation rather than their knowledge and skills that are studied in a school class.

Keywords: science education, science competition, investigation, junior-high school students

1. はじめに

昨今議論されている「理科離れ」に対して，全国各地で中高生の科学技術への関心を高めるための取り組みが行われている．福井県でも，中高生の理数科目への興味関心を高めるために様々な取り組みが行われているが，平成20年より「ふくい理数グランプリ」の開催が始まった．本稿では，第一回「ふくい理数グランプリ」の取り組みを紹介するとともに，特に第一著者が深く関わった中学生対象の理科グランプリについて報告し，成果と課題を考察する．

2. 「ふくい理数グランプリ」について

2.1 背景

福井県では，「福井県小・中学生科学アカデミー賞」(夏休みの自由研究に対する表彰)，「青少年のための科学の祭典」など，科学への興味関心を喚起するイベントが毎年行われており，物理や生物オリンピックの参加者も出している．また，平成 19 年に示された県知事マニフェスト「福井新元気宣言」により設置された「教育・文化ふくい創造会議」の提言を受けて，福井県教育委員会に「サイエンス教育推進チーム」が設置された．平成 20 年には，自律型ロボットの競技会「WRO2008 福井ｴｷｼﾋﾞｼﾞｮﾝ大会」や，ノーベル賞受賞者の白川英樹博士を招聘した「ふくいスーパーサイエンスフォーラム 2008」など，理数科教育の推進事業が活発に行われた．こうしたさまざまな理数教育推進事業の中で，「ふくい理数グランプリ」は，授業や日常生活との関連，考える楽しさなどを体験することによって，より多くの生徒に科学を身近に感じる経験をさせることを目指した初めての試みである．

2.2 特色

第一回目の実行委員会で示された「ふくい理数グランプリ」の目的を以下に示す．

(1) 授業で学習したことをベースに，実生活に関連した課題に取り組むことによって，数学・理科や科学技術に対する興味や関心を喚起するとともに，科学的な思考力・判断力・表現力等を育成する．

(2) 問題や評価法の作成・研究を通して教員の指導力・資質の向上を図る.

(3) 課題に取り組みながら，科学の面白さや考える楽しさを感じる場とし，国際科学オリンピック大会やその国内予選大会などへの参加の契機とする.

「理数グランプリ」は，数学や理科の応用力や思考力に焦点を当て「実生活に関連した」問題に取り組む中で，「科学の面白さや考える楽しさを考える場」と位置付けられている．受験対応や物理オリンピック等の出場者の発掘・育成ではなく，科学や数学の面白さや楽しさに触れる幅広い層の拡大、いわゆるすそ野を広げることを目的としている．問題や評価法の作成を通じた「教員の資質向上」を目的としていることも特徴である.

2.3 内容と評価

第一回「理数グランプリ」の構成と参加人数は表1のとおりである.

表1　各グランプリの分類と対象,参加人数

教科	種類	対象	人数
数学	数学グランプリ	高校生	40
	数学グランプリ	中学生	30
理科	物理グランプリ	高校生	29
	化学グランプリ	高校生	24
	生物グランプリ	高校生	33
	理科グランプリ	中学生	51

各グランプリに，中・高教員5,6名とアドバイザー（大学教員）1名で問題・審査基準の作成とグランプリの準備運営を行う実行委員会が組織された．第一回の実行委員会で，以下のような企画骨子が示された.

○県内の中学校，高等学校在籍の生徒を対象とする.

○数学には「中学校部門」と「高校部門」を設け，個人で筆記問題に取り組む.

○理科は，3人1組でチームをつくり，実生活・実社会と関連する内容を題材に，観察・実験を行う問題に取り組む.

○中学生対象の「理科グランプリ」は，平成20年は「物理分野」から出題する.

審査については，以下のような方針が決められた.

○数学では，得点，着想，思考の過程を総合的に評価する.

○物理・化学・生物・理科グランプリは，問題解決のプロセスにおける観察・実験のチームワーク，結果の整理と考察，発表の論理性，プレゼンテーション能力等を総合的に評価する.

第一回の平成20年度は，数学・物理・化学・生物グランプリが12月20日(土)に武生高校で，中学生対象の理科グランプリは平成21年1月11日（土）に福井大学で行われた．どのグランプリも，朝9時から午後4時半まで，一日かけて行われた．午前中の3時間ほどを課題解決に使い，午後は数学グランプリでは大学教員の講演を中・高校生ともに聞き，理科（物理，化学，生物，中学部門）は，午前中の課題解決や実験への取り組みについて各グループ4～5分のプレゼンテーションをして，総合審査した.

出題内容は表2のとおりである.

表2　各グランプリの出題内容

数学	500人を人数が異なるグループに分ける．グループ数の最大値及びその時の分け方（高校部門、他2問）
物理	ヨットが風上に向かって進む仕組みの考察
化学	味噌に含まれる塩分（NaCl）濃度を求める
生物	自分の身体を用いて，触2点閾を測定
理科	軽くて丈夫な台をつくる

3. 「理科グランプリ」について

3.1 実行委員

「理科グランプリ」の実行委員は，中学校教頭1名，中学校理科教員3名（県教育委員会指導主事，県教育研究所研究員各1)，高等学校物理教員1名の5名である．1年前まで現職教員だったアドバイザーの大学教員（第一著者）も他の委員とともに問題作成や企画・運営に携わった.

実行委員会の日程は，表3のとおりである.

表3　実行委員会の日程と内容

	月/日	内　容
1	9/10	日程，課題の方針と進め方の確認
2	9/30	課題の検討
3	10/7	課題の検討，問題冊子の作成
4	11/28	課題の決定，審査基準検討
5	12/11	実験道具の決定と予備実験，課題検討
6	12/21	物理グランプリ見学，課題検討
7	1/9	材料や会場の準備

会議の他，問題冊子の検討や実験道具の吟味，予備実験などを各自で行い，電子メールのやりとりなどを通じて頻繁に議論し検討した．また，高校のグランプリ当日には物理グランプリの様子を見学し，課題，留意点などの詳細を検討した．

グランプリ前日には，17 チーム分のおもりの計量や実験道具の用意，会場設営など，実行委員全員で準備を行った．

3.2 会場および実施期間

1 日の開催で，誰でも参加できるように，部活動や入学試験等の日程に重ならないよう配慮した．県内の多くの中学校では，冬休み中に補習があるため，冬期休業中を避け 1 月に行うことにした．その結果，高校部門とは別の日程となった．

大学で実験する経験も大切と考え，福井大学を会場とすることにした．予想を大幅に上回る 17 チーム（9 校）の応募があったため，当初予定していた理科教育の実験室から変更し，全員が一斉にできる福井大学総合研究棟「大会議室」を会場とした．

理科グランプリの日程は以下のとおりである．

表 4　理科グランプリ日程

時　間	活動内容
9:20～9:40	開会式
9:40～12:00	課題 1 －A・B
12:00～12:30	課題 2（発表準備）
12:30～13:30	昼食・休憩 ※班ごとに台の重さの測定
13:30～15:00	課題 2（発表）
15:00～15:30	課題 1（測定）
15:30～16:10	会場後始末・休憩
16:10～16:40	講評・閉会式

3.3 問題作成

実行委員で共有した課題の方針は，次の 3 点である．

① 問題解決プロセスで試行錯誤が必要である．

② チーム 3 名が協力する必然性がある．

③「やってみたい」と思える魅力がある．

中学 1 年生にも対応できる物理の内容として，光，音，力の単元の中から出題することにした．各委員が問題案をいくつか考えて持ち寄ったり，教科書，物理チャレンジ，自由研究などに関する書物を参照したりしながら，各問題案について全員で検討した．

その結果，

① 条件に合ったものづくりをすること．

② 試行実験や試作のデータを生かすこと．

など，方針の大枠が決まった．

実行委員会で予備実験を繰り返し，紙を使って重いものを支えるものを製作することを中心に，「軽くて丈夫な台を作ろう」というテーマで課題を設定することになった．大きさや材質の異なるいくつかの紙を用意しておき，チームごとに紙や形を工夫して，重いものを支えられる台をつくるというものである．

台の紙の種類や形状をいくつも試作したり，乗せるおもりをペットボトルなどで試したりして，以下の課題に決定した．

表 5　理科グランプリの課題 1・2

課題 1　紙を使って，軽くて丈夫な「台」をつくりなさい．ただし，軽くて丈夫であるとは，
（台の上のおもりの重さ）g ÷（台の重さ）g　の値が大きい場合とする．

課題 2　課題 1 の結果をもとに，各グループの作戦や工夫点を発表しなさい．

さらに，課題 1 を以下のような 2 段階とした．

課題 1A「1 枚の紙で立体を作り，その立体が何 g まで支えることができるか調べなさい」

実験方法

①１枚の紙を使って立体を作る．（紙をとめる時にはガムテープを使用すること）

②立体の重さ（紙 1 枚とガムテープをあわせたもの）を電子天秤ではかる．

③立体の上にプラスチック段ボールの天板をのせる．その上におもりをのせていき，何 g まで支えることができるか調べる．

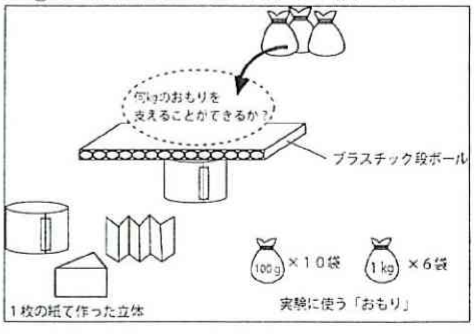

図 1a　冊子で示した課題 1A の問題文と図

課題１B「紙と木の天板を使って台をつくりたい．課題１－Aで調べたことを参考に，軽くて丈夫な台を製作しなさい．完成後，台の重さと何kgまで支えることができるかを測定します．

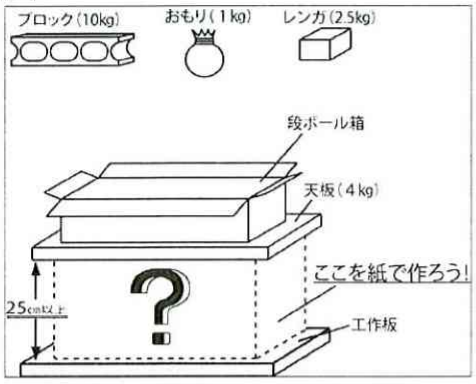

図 1b　冊子で示した課題１B の問題文と図

課題１A は，紙でおもりを支える立体を作る試行錯誤の中から，丈夫な支えの形状や材料を考えるものである．課題１B では，課題１A での結果をもとに課題解決をし，ものづくりをするのである．

紙製の台に，重いブロックや玉砂利を乗せて実験するため，安全な実験への配慮が一番の懸案であった．乗せる重さの上限を 30kg，台の高さを 25cm と決めたり，おもりのレンガをビニールの梱包材で包むことにしたり，怪我の起こらないように実験道具にも配慮した．限られた予算の中で行えるよう，電子てんびんや各学校にある実験道具をなるべく持ち寄って準備することになった．

3.4 審査基準

審査の観点は企画骨子を受けて以下の通りとした．

①できあがった台の性能
②試行錯誤のプロセスと３人のチームワーク
③発表の論理性や表現力

できあがった台は，チームによって使った紙の量や材質が違うため，ただ，台に乗せた重さを比べることはできない．そこで，①で審査する台の性能については，台の上の重さと台の上に乗せたおもりの重さの両方を量り，その比を計算して性能とすることにした．問題の冊子には，柱の形状のヒントや課題に取り組む手順などをイラスト付き（図１参照）で載せ，どのチームも戸惑い無く課題に取り組めるよう配慮した．

発表のポイントも図２のように明示した．

【発表のポイント】
・材料についてわかったこと
・チームの作戦
・改良・工夫したこと
・製作物の性能
・制限時間４分（出入り含む）

図２　冊子に示された発表ポイント

問題冊子には，『「製作物の評価」，「発表内容やプレゼンテーションの評価」などを総合して順位を決める』と審査基準も明示し，参加生徒や引率教員にも審査結果がわかるよう配慮した．

4. 「理科グランプリ」の実施

4.1 参加生徒の様子

朝から大雪が降りしきる中，緊張した空気の中で開会式が始まった．まるで模擬試験のように，教科書を開いて予習しながら待つ生徒もいたが，問題冊子が伝えられると，３人が戸惑いながらもそれぞれ紙を手に持ち，相談しながら柱のようなものを作り始めた．参加チームの中には，３年生６チーム，２年生９チームに加えて，１年生チームや２年生と１年生の混合チームもあった．計算する生徒，とにかく手にした紙を丸めてみる生徒など，取り組み方もさまざまである．徐々に会場内に楽しい空気が漂い始めた．作っている台の形も，使う紙も，台を作る進め方も，チームによって違う．お互いの取り組みが目に入るが，あまり気にせずに自分たちの活動に集中していた．

図３　作った台に天板を乗せてみる様子

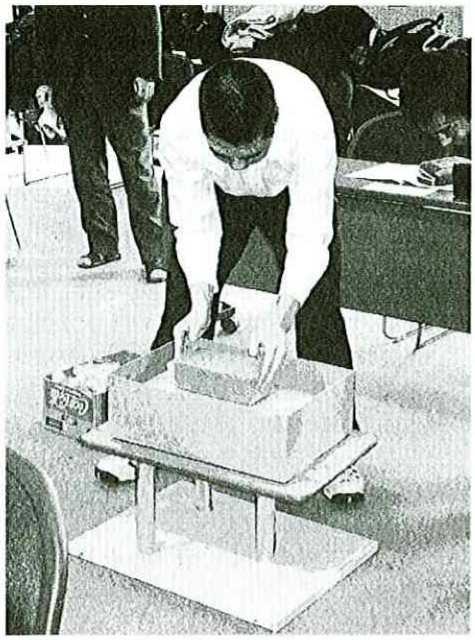

図4　ブロックと玉砂利をのせる様子

引率教員の多くは会場に残り，生徒たちの課題解決の様子を興味深く見ていた．中には，図を書いたり計算したりと自分でも取り組んでいる教員もいた．

約2時間半の取り組みの最後には，台の重さの計測，発表の資料作りを行った．午後にはすべてのチームの発表が行われた．どのチームも，カラーのサインペンを使ったプレゼンテーション資料を要領よく使い，作ったものの特徴や試行錯誤の過程で学んだこと，感想などを堂々と述べ，聞いていて楽しい発表であった．

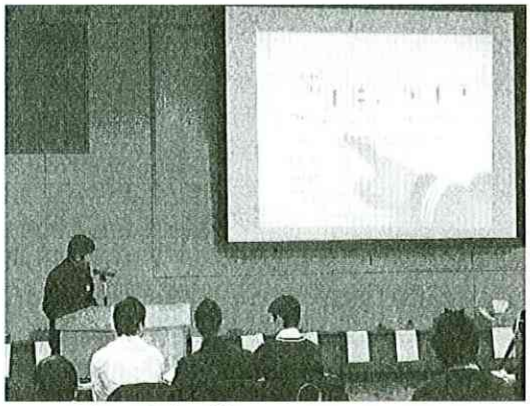

図5　発表の様子

4.2　採点と評価

最後に，一斉に1kgずつ乗せていき，作った台がどれだけの重さを支えるかの計測が行われた．安定した台を作っていたチームが，計測の段階ではおもりを端に乗せてバランスを崩してあっけなく敗退したり，見た目は不安定そうなチームが思わぬ力強さを発揮したり，予想をくつがえす結果も見られた．

審査基準は，課題1についてはチームワークや論理性，独創性を，課題2については表現力や明確さを点数化する評価基準を事前に作成しておいた．当日は，課題1については，実行委員6名が2名ずつペアになって6チームずつを担当し，行動観察して点数をつけ，課題2については，発表プレゼンテーションを見て実行委員全員が評価しその集計からさらに点数化した．思ったよりも頑丈で似たような作品が多く，評価はとても難しくかなりの時間を要したが，最終的に実行委員6名全員で協議し，成績を決定した．

参加17チームのうち，最優秀賞のほか，優秀賞，奨励賞，努力賞など7チームを表彰した．

4.3　参加者の感想

参加した生徒が書いた感想から，このグランプリの特徴とその意味を検討する．

「最初から最後まですべて自分たちだけで考え，行動するものだったので，とても**面白くとても難しかった**」

「3人で力を合わせれば，いろんな形やいろんな工夫が浮かんできて，**実験を進めていけばいくほど，新たな課題・疑問が浮かんでき**て，理科を追究することは楽しいな，と再確認することができた」

「**ここまで考えるということも初めてで，こんなに自分の意見を出すってのも初めてで**，いろんな体験をすることができた」

こうした感想から，これまでに経験したことのない「**課題解決**」を体験できたことがわかる．課題を解決するために，自分の意見を出したり，試行錯誤を繰り返したりした体験を通じて楽しさを味わう場となっていたことがうかがえる．

学校での実験と対比した意見も見られた．

「いつも**学校でやる実験はどうやるか決まっている**ので，**こういう実験は初めてだった**」

「いつもの授業ではあらかじめ答えが用意してあるが，今日は決まった答えはなく，しかもただ重いものに耐えるだけではだめということだった．どうすればいいのか実験していくのはとても楽しかった」

学校での実験が，決まった法則や原理を理解するために教師によって仕組まれたレールの上をなぞるものになっていることが読み取れる．

これに対して今回のグランプリは，本来の問題解決を経験し，科学の楽しさ，考える楽しさを味わう場となっていたといってよいだろう．

引率教員にとっても，日頃の理科の授業を振り返る機会となった．以下の意見が寄せられた．

「日頃の指導が現れているのを感じた．科学に対する姿勢が実によく表れていたと思う．テストの点が高い子でも，試行錯誤するセンスや課題をいろいろな角度から検討する見方が育っていないことを痛感した．」

5. まとめ

5.1 グランプリ実施の成果

「理科グランプリ」は，中学生が3人チームで実験し，その取り組みを総合的に評価するものである．こうしたイベントはこれまでになかった新たな取り組みであり，参加生徒，引率教師，企画委員の県教育委員会，実行委員の教員チームそれぞれにとって，初めての経験となった．

チームを組んで，新たな課題に力を合わせて取り組むことは，理科のような教科では少ないだろう．実験すると予想外のことが起きる．それをうけて，また考えて，またやってみる．このようなプロジェクトに，3人で知恵を出し合いながら半日かけて取り組むことは多くの生徒や教員にとって初めての経験だった．生徒にとっては，学校ではあまり味わえなかった新たな科学の経験をする機会となり，引率教員にとっては，課題の設定や生徒の取り組みの様子を間近で見ることによって，日頃の授業を見直す経験となった．

今回の課題は，与えられた課題について基本データを収集し，それに基づいて限られた材料を用いて与えられた課題を満たすものを作製し，その結果を発表するというものであった．これは，技術開発のプロセスに通じる．日本の工業技術が発達してきたのは，立場，学歴等が異なる人たちがそれぞれの立場で少しずつ創意工夫を重ねてきた成果である．今後科学技術を支えていくのは，学校で理科や数学の成績の良かった人たちばかりではない．幅広い人たちがこれまでの工業技術を何らかの形で支えてきた．今後もそのような状況は続くであろう．そのために，少しでも多くの生徒たちが科学技術に興味を持ち，将来それぞれの立場で日本の科学技術に寄与することを願っている．

実行委員にとっても得るものが多かった．問題作成の過程で，中・高・大の教員が互いに知恵を出し合い，課題の設定，材料の選定，評価のあり方などを議論し合うことができた．これは，同じ教科の教員同士で教材観，評価観や科学観を話し合うこととなり，自らの授業や評価を見直す貴重な機会となった．今後，一人でも多くの教員がグランプリの運営に参加していくことにより，福井県全体の教員の資質の向上に資するところが多いものと考える．

5.2 今後の課題

一番大きな課題は，実行委員の負担が大きいことである．同じメンバーが問題作成，会場設営，当日の審査をすべて行うことは，かなりの負担であった．審査基準を明確にして，審査員は別の教員に依頼することや，会場設営などはアルバイト学生に頼むことも考えられる．また，実行委員のメンバーを徐々に変更していくことも，今後継続していく上でも教員の力量形成の面からも必要である．

また，大人数の参加は，「裾野を広げる」という意味では望ましいものだった．しかし17チームの参加は，大会議室を会場にできたからこそ一会場で実現できたものである．これ以上の大人数の参加に対しては，裾野を広げる趣旨を考慮した予選会の開催など，さらなる検討が必要である．また，採点の時間などを活用して参加生徒同士の交流の機会を作るなど，さらに楽しいグランプリとして発展していくことが期待される．

参考文献

1) 福井新元気宣言，http://www.pref.fukui.jp/doc/kenmin/chiji/sin-genkisengen1.html
2) 教育・文化ふくい創造会議，http://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kyousei/souzoukaig/teigen.html

（受理 2009年11月2日）