

最先端の物理を高校生に Saturday Afternoon Physics

細谷 裕 大阪大学大学院理学研究科 560-0043 豊中市待兼山町 1-1

大阪大学では毎年10月中旬から11月にかけて、土曜の午後に6週間、最先端の物理を高校生に体験してもらうプログラムを実施している。自発的な個人参加で、毎回150人以上の高校生が集まる。高校生は科学に興味する喜びを堪能する。

キーワード Saturday Afternoon Physics, 自由な教育, 高校生教育, 物理教育, 自発的学習, 大阪大学

1. はじめに

大阪大学では、2005年より毎年10月中旬から11月にかけての6週間にわたり、土曜午後の3時間、「最先端の物理を高校生に Saturday Afternoon Physics」(SAP)を開催している。最先端の物理・自然科学の世界や、その様々な応用、実社会との結びつきを、一線で活躍する大学の研究者の分かりやすい、熱気のある講義や様々な実験、そして研究室や実験施設の訪問などを通して学び、物理の世界の不思議さや楽しさを体験してもらうプログラムである。好奇心と意欲にあふれた高校生が毎回150人ほど参加する。近年では、毎年、約80の高校から高校生が自発的に参加するようになってきており、SAPの活動が浸透、定着してきた。高校の先生方にも、かなり知れ渡り、生徒へ参加を進言していただいている。

物理や自然科学の楽しさ、面白さを伝えたいという我々物理に携わる人間の願いと、普通の授業の枠を超えてもっと深く知りたいという高校生の希望がかみ合い、活気に満ちあふれた学校となっている。大学が高校生に対してなし得る一つの活動である。このSAPプロジェクトの概要、実績、意義、今後の課題について説明したい。



SAP2012の会場入り口で

2. 6週間のプログラム

SAPでは、好奇心、探究心をもとに、自らの意志で物理、科学、技術への興味と理解を高めさせようとする。単発的ではなく、幅広く、かつ総合的に、物理全体を俯瞰する。興味をそそること、楽しいこと、難しいこと、不思議なこと、驚きに満ちたことを提供する。最先端の物理がごく身近なものであることを体験してもらいたいと願っている。

このためには、2, 3回の日程では不十分で、6週間のプログラムを設定する。2012年のプログラムは以下の構成であった。

第1回 (10/13) :

開校式

基幹講義:「自然界をめぐる旅へのいざない」

コーヒーブレイク:「身の回りの物理を体験しよう」

実践講義:「『はやぶさ』のサンプル分析から何がわかったか?」

第2回 (10/20) :

基幹講義:「物質の世界への旅立ち-ナノカーボンってすごい!」

コーヒーブレイク:「熱い氷は存在するか」

実践講義:「物質と生命のはざま」

第3回 (10/27) :

基幹講義:「量子の世界への旅立ち-光と電子の不思議」

コーヒーブレイク:「分光計で見る原子の世界」

実践講義:「東日本大震災で起こった巨大津波の原因を探る」

第4回 (11/3) :

施設見学:大阪大学吹田キャンパス

大学院工学研究科・応用理工学科

核物理研究センター

レーザーエネルギー学研究センター

第5回 (11/10) :

基幹講義：「宇宙の世界への旅立ち - 第2の地球と生命を探す」

コーヒブレイク：「研究室をのぞいてみよう」

理学研究科・基礎工学研究科の15研究室でミニ実験や講義

第6回 (11/17) :

基幹講義：「原子核・素粒子の世界への旅立ち - ミクロな世界の不思議」

コーヒブレイク：「霧箱で見る原子核からの便り」

修了式：「祝辞」「修了証書授与」(理事・副学長)

「集合写真撮影」



SAP2012での授業

基幹講義 (60分) では、自然界の様々な世界を、基礎から深く、体系的に学ぶ。ウロボロスの蛇のように、ミクロの世界から、物質、生命、地球、そして宇宙までが、自然科学 (物理) の中で繋がっていることを知る。コーヒブレイク (40分) では、主に、実験の体験、デモを中心に、実際に手で作り、目で見て科学を納得、実感してもらう。分光計製作、霧箱製作では、基幹講義で学んだ量子の世界や、原子核の世界の様相を簡単な器具により観測できることを体験してもらい生徒に興奮を与えている。「研究室をのぞいてみよう」では、大学の個々の研究室で何をやっているのかを見てもらう。実践講義 (50分) では、実社会での現象の解析、応用技術、他分野とのつながりなどを探索する。地震・津波の分析、「はやぶさ」のデータ解析、超伝導技術、ナノテクなど、みんなが興味を持っているテーマだ。

1日の講義のなかで、生徒にとっては、難しいことがあっても、何か一つでも心に感銘を受けることがある。それを大切にしてほしい。長い成長の過程で、大きな刺激になっているはずだ。高校の先生方から、「毎週、興奮して帰ってきますよ」との報告を受けている。

3. 自由な個人参加

SAPの参加形態は、自分の意思・希望による個人参加で、一人一人参加を申し込んでもらう。全回参加が原則で、1回きりの参加は認めない。もちろん、学校行事等で参加できないときもあるが、それは、事前に申告してもらう。7割、8割の参加者は4回以上出席する。受講料は無料である。

もう一つ、重要な点は、無用な選別を行わないことだ。学校での成績やエッセイの評価など、何かを基準にして高校生を篩い分けることはしない。好奇心、主体性、意欲をもとに、自然科学、物理の世界へ誘い、より深い理解と創造性を育てるのが目的だ。

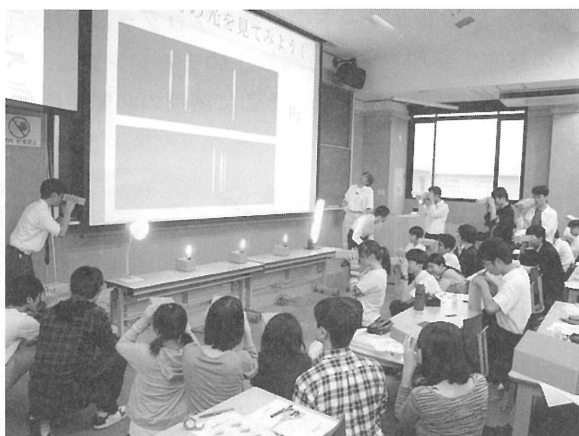
SAPは6週間のプログラムで、片道1時間以上もかけて毎週通ってくるには、熱意と決意が必要である。自分の意思でくる高校生には、純粋な真剣さが満ちあふれている。だからこそ、SAPの授業は活気づく。誰にでもチャンスを与える。選別は不要だ。

参加希望の動機は様々だ。普段の高校の授業を離れて、もっと自然科学、物理の世界を知りたい、未知の世界、最先端の世界がどんなものか知りたい、というのが多い。一方で、自分の将来の方向性を見極めるきっかけにしたい、面白そうだから、大学での授業や研究の雰囲気に触れたい、というのも結構ある。我々は、やる気があるなら、興味を持っているなら、探求心があるなら、どんな動機でもいいと思う。試験などによる選別で高校生を傷つけるより、一人一人が新しい世界を広げてくれればよいと考える。こうして集まってくる高校生のレベルは広範囲だ。中には、かなり高度な知識をもっていて、後に物理オリンピックに挑戦し、金メダルをとったものもいる。

SAPは科学の基礎野を形成、育むことを目的としている。物理チャレンジ、物理オリンピックのように競争によって先端を目指すプログラムとは異なる。どちらのプログラムも有意義であり必要である。

近年では、SAPの参加者数は先着180人としている。会場の収容人数からの制限からだが、申し込み締め切り日の少し前ぐらいに満杯になり、ちょうどいい数になっている。高校の教師や保護者などのオブザーバーの参加も認める。高校の先生方にもSAPをサポートしていただいている。保護者も、自分自身が最先端の物理を再度、学び体験してみたいという人が多い。

毎年SAP最終日、4回以上出席した高校生には、大阪大学理事副学長名の修了証書を授与している。修了証書には象徴的な意味しかないが、生徒はそれを誇りに思っている。



SAP2011 分光計の製作とスペクトル観察

4. 8年間の実績

2005年から2012年までの8年間のSAPの実績を表1にまとめた。参加者の2/3ほどは高校1年生、1/3ほどが高校2年生である。高校1年の時こそ、最も自由で、興味が旺盛である現実が伺える。大学受験のためか、3年生の参加者は少ない。女子高校生の比率は3割～4割となっている。7割～8割は、4回以上出席する。

初期(2005～2008)の頃は、SAPの知名度も低く、一部の高校の先生方に個人的にお願いして、生徒に参加を呼びかけていただき、参加高校の総数も40校程度であった。いくつかの高校からは、10人以上の大量参加もあった。最近では、そうした高校の先生方への個別的な依頼をしなくても、高校生が自発的に集まるようになっており、参加高校の総数も80校ぐらいにまで増えた。つまり、一つの高校から、平均2名ぐらいの生徒が自発参加する。SAP活動がだいぶ浸透してきたことを示している。

2005年、SAPを始める前は、物理を少し勉強した高校2年生が主な対象となると想定していた。しかし、蓋

をあけてみると、高校1年生が2/3ほどであった。一つには、1年生は物理や自然科学への新鮮な興味を持っていることが考えられる。もう一つには、2年生となると、学校行事、クラブ活動で忙しくなるからであろう。リピーターの数は、毎年10人弱である。これは決して、2年続けてSAPに参加したいと思う高校生が少ないからではない。高校の先生方から指摘を受けたのだが、SAPに参加した1年生の多くは主体性があって元気で、その後、高校のクラブ活動等で中心的に活躍するケースが多い。したがって、2年時には、責任もあり、土曜日でも忙しく、6週間SAPに参加するゆとりがないというのだ。

2012年、参加した高校生の9割は大阪、兵庫からで、残りの1割は、京都、滋賀、和歌山、奈良からきた。中には、福井、鳥取など片道2時間以上かけてくる高校生もいた。

5. 運営の組織

このような事業を遂行するに際し、最も大変なのが組織の運営だ。主催者は、大阪大学総合博物館湯川記念室である。筆者は、湯川記念室委員会の委員長を務めている。さらに、大阪大学の6つの部局、理学研究科、基礎工学研究科、工学研究科、全学教育推進機構、核物理研究センター、レーザーエネルギー学研究センターが共催者となっている。近隣府県の教育委員会や日本物理教育学会近畿支部に後援していただいている。こうした全学的なサポートのもとに、毎年、SAP実行委員会を組織し、実際の運営業務を担っている。実行委員会のメンバーの大半は、半分ボランティア的に集まった教員、技術職員である。理学研究科のメンバーが多い。上からの強制任務としてではなく、自分たちが、意味のある楽しいことだと思っ運営するスタイルを貫いている。

4月に全学での組織を構成し、5月より実行委員会で

表1 SAP2005 から SAP2012 の参加者数の推移

開催年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
参加者数	171	173	143	220	171	179	192	190
男性, 女性	125, 46	130, 43	94, 49	133, 87	105, 66	124, 55	128, 64	120, 70
高1, 高2	107, 53	111, 53	109, 27	145, 57	105, 43	103, 54	100, 59	90, 65
平均参加者数	141	149	111	174	137	142	154	146
4回以上出席者数	146	158	116	184	138	149	155	150
6回出席者数	83	93	56	85	62	66	92	72
リピーター数	-	12	3	1	6	9	7	11
参加高校数	38	43	42	46	58	69	93	79

準備を始める。7月には参加申し込み受付を開始する。10月から11月にかけてSAPを実施、12月から1月に、総括と整理をする。事務業務は、湯川記念室が担当している。

6. 教育の原点 – 教育の海

前述したが、SAPでは、好奇心、探究心をばねに自らの意思で物理や科学、技術への興味と理解を深め、高めることをめざしている。そのためのチャンスを多くの高校生に提供したい。エリート教育ではなく、参加者一人一人にとってプラスになるようにしたい。

2012年の参加者からのアンケートでも様々な感想が寄せられた。「6週間がとても短く感じられた」「普段学校では習えないことをたくさん知ることができてよかった」「理解できないことも多くありましたが、楽しかったです」「充実しました」「物理のことが好きになりました」「自分の進路に参考になりました」「大学が少し身近に感じることができました」など肯定的な感想が多い。8割の参加者が、自然科学への興味が広がった、SAPに満足したと答えた。興味が少し広がった、概ね満足まで加えると95%ほどになる。

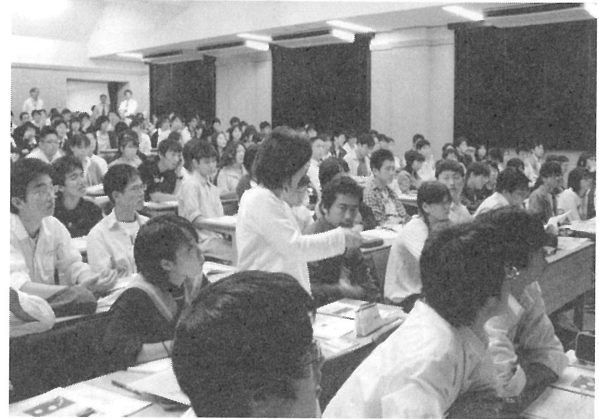
SAPでは、「面白い」「不思議だ」「わからない」「なぜだろう」「わかった」といった感覚を実感、体験してもらう。講義、実験、デモなどで、様々なトピックをめぐる。物理、自然科学の世界は深く広大だ。土曜の午後3時間を6週間というプログラムは、短くも長くもある。SAPの最終日、高校生は、充実感と達成感に浸っている。

教える側も同じだ。面白い、不思議だ、なぜ、の感覚は、我々物理に携わっている人間にとっての原点である。その原動力、喜びを、若い人たちに伝えたい。SAPに参加する高校生の目は輝いている。講師はみんな、SAPで教えるのは楽しいという。

繰り返すが、自発的な主体的個人参加のみをSAPへの参加条件としていることは重要である。教育とは、新しい世界に触れ、自分を磨き高めていくチャンスと環境を与え、助けていくことだ。SAPでの体験が、これから展開する人生の中で、何らかのきっかけ、原点になってほしい。大学受験があるという社会環境のもとで、高校教育は歪みがちになっている。そのような状況を踏まえ、自由な教育をとりもどしたい。SAPを自由な教育の場にしたいと願う。

教育の海は広い。いろいろな形、スタイル、やり方があると思う。多様性が包容されねばならない。ときに、競争は励みとなり、プラスの効果をもたらす。だが、それが選別の道具になってしまったら、人を傷つけること

にもなる。SAPはエリートのためのプログラムではない。自分の意志で参加してくる高校生のチャレンジは、プラスに評価されねばならない。そこに選別の必要性はない。



SAP2008 授業中の議論

7. 社会のなかでの位置づけ

SAPは大学が高校生に対してできる一つの活動である。大学は、物理、自然科学に携わる人材、施設、実験器具を持っている。最先端の物理を高校生に触れてもらう基盤がある。

長期的には、若い人を育てること、科学技術の発展を担う人材を育てること、あるいは、科学技術への社会的サポート基盤を作ることが重要な要素となる。同時に、教育の理想の場を提供することで、学ぶことの喜びを浸透させ、次世代につなげることも重要である。結果的には、将来の小さなリーダーを養成していることになると思える。

近隣（大阪、兵庫、京都）の高校の先生方から、SAPは参加した高校生に大きな刺激を与えているとの報告をうけている。普段の授業ではカバーできないことを提供できており、現在の高校の教育を補完している。

8. 大学のなかでの位置づけ

よく尋ねられる質問は、「大阪大学はなんのためにSAPをやっているんですか」、「よく、そこまで時間がありますね」である。これらの質問を受け、私は少し戸惑ってしまう。

我々SAPを組織、運営している者の動機は、もっと純粋で単純で真摯なものだ。教育者、研究者として、すばらしい物理、自然科学の世界を若い人と共有したいからやっているのであって、大阪大学への入学を勧誘するためにSAPをやっているのではない。

では、大学はSAPへの支援をどう位置づけるのか。

SAP 活動は、大学でどう評価されるのか。

教育・研究機関は、教職員、学生、そして取り巻く社会の複合体である。小学校から大学まで、教員は、生徒に知識を伝授するだけではない。人間としての成長を助け、属するコミュニティとともに歩むものだ。大学の場合、社会全体との関わりも大きな要素となる。SAP は、大学の社会への啓蒙活動の一環として位置づけられている。財政基盤は、主に、総合学術博物館湯川記念室により提供されている。

運営に携わる教職員は、どう評価されるか。これは、所属する各部局、各専攻にゆだねられている。半分ボランティアとしてなされているこれらの活動は、教職員の資質、クオリティに関わることである。現段階では、この資質が適切に評価されるかどうかは末端の部局、専攻にまかされており、保証されるものではない。

大阪大学は SAP の活動を支援する包容力をもっている。大学の財産を社会に有効に還元しており、大阪大学の底力といえる。

9. 今後の課題

もちろん、多くの課題も抱えている。本番の SAP プログラム自身のあり方から、組織運営のあり方まで多岐にわたる。ここでは、二つの観点にしばって見つめ直す。

まず、この活動は、有意義なものでなければならない。それは、参加する高校生にとっても、組織運営するものにとっても、また、教える講師にとっても、意味のある、価値あるものでなければならない。高校生に対しては、SAP の目的はかなり成功しているといえるが、アンケー

トで、友人の輪が広がった、あるいは少し広がったと答えたのは 4 割で、半分以上の人が、あまり広がらなかったと答えた。改善が必要な大きな点である。講師にとっては、やりがいのある授業であり、熱心な高校生と向き合えるのは、みんな楽しいという。毎年、3 人ほどの講師を大阪大学外から招いているが、全員、この SAP 活動はすごいという。他大学の人にも知ってもらい、この活動を全国に広げたい。

もう一つの重要な観点は、このような活動を継続できるかどうかという点である。SAP は今年で 9 回目になる。運営者への負担は大きい。15 人ほどのコアになる運営実行委員と事務員が、普段の研究・教育の上にかかなりの時間と労力を割かねばならない。持続して活動を維持するには、組織としてのサポートとともに、この努力が適切に評価されることが必要不可欠である。目先の数値には成果として現れない SAP は、教育の原点に立ち返って評価されねばならない。現状では、正しく評価されているとはいいがたい。

参考資料

- 1) 細谷 裕, 「最先端の物理を高校生に SAP」, 日本物理学会誌 Vol. 64, No. 7 (2009) 570-571.
- 2) 細谷 裕, 「自由な教育とサイエンス」, 物理教育第 59 巻第 1 号 (2011) 2-4.
- 3) SAP のホームページ,
<http://www.yukawa.phys.sci.osaka-u.ac.jp/SAP/>

(2013 年 7 月 21 日受理)