



CANSAT
KOSHIEEN
2010

缶サット甲子園 2010

第3回缶サット甲子園 実施報告書

「理数が楽しくなる教育」実行委員会

2011年1月4日



巻頭言

失敗に学ぶ ー缶サット甲子園 2010 を開催してー

「理数が楽しくなる教育」実行委員会 会長
秋田大学大学院教授 土岐 仁

「理科離れ」という言葉から皆さんはどんなイメージを持ちますか。理科が嫌いな子ども達が増えていると思われがちですが、実際には小学校で 8 割、中学校でも 6 割以上は理科が好き、分かると答えています。しかし高校ではそれが 3 割に激減しているのが実態です。本当に理科離れが深刻なのは高校であるといえます。しかしこのような実態に対し、現在行われている各種の理科離れ対策(子ども科学教室、ものづくり教室等)は、小中学生を対象としたものがほとんどであり、高校生を対象としたプログラムは少ない。

このような中、大学、JAXA 宇宙教育センター、日本宇宙少年団 (YAC) 等教育関係者が構成される「理数が楽しくなる教育」実行委員会が平成 20 年に発足しました。その目的は以下の通りです。

1. 生徒・学生が楽しく理数を学び、科学技術創造立国日本を支える人材となるための教育を推進することを目指す。
2. 生徒・学生が主体的に学び、自発的に考え、行動することが出来るように「子どもの心に火を付ける」教育を実施する。

これを実現するためには、従来行われてきた知識の習得を主眼とした教育ではなく、知識を活用する実践的な教育が必要であり、かつ、高校生にとって魅力あるテーマでなければなりません。

当委員会は 2008 年から全国の高校生を対象に、本格的な「プロジェクト遂行体験」を通じた実践教育プログラムとして、「缶サット甲子園」を開催しています。これは缶サットと呼ばれる模擬人工衛星をロケットに搭載して放出し、缶サットに搭載したカメラにより地上に設置されたターゲットを撮影する競技であり、単なる実験や工作ではなく、高度なプロジェクトを達成するためにはどうすればよいか、生徒自身が問題点を発見し仲間と協力して問題解決に挑むことにより、計画力、問題発見・解決能力、コミュニケーション能力等のプロジェクト遂行力を育成し、理工系の楽しさ、すばらしさを実感して科学や工学への興味・関心を促進しようとする教育プログラムです。

缶サット甲子園は 2008 年に第 1 回大会を開催してから早いもので第 3 回大会を迎えました。この間、参加校数も 8 校、12 校と年々増え、本年は 16 校 17 チームが参加し、秋田、筑波、和歌山、佐賀にて初めて地方予選を実施し、8 月の秋田県能代市での決勝大会に出場する 10 チームを決定しました。開催当初より全国を対象とした大会ですが、全国大会と謳



缶サット甲子園 2010(第3回缶サット甲子園)

うには参加校数はまだまだ少ないと言えます。しかし、参加校の中から「日本学生科学賞」、「児童生徒理科研究発表大会」等各種の研究発表会にて県最優秀賞や県知事賞、県教育長賞等を受賞する高校が相継いでおり、参加校数からすると驚くべき高率ではないでしょうか。参加した生徒及び教員からは「失敗をすることでものづくりの大変さ、おもしろさを体験することができた」「みんなで何かをすることで、協力することや団結することの大切さを学べた」「缶サットの製作にはマニュアルというものがなく、そこが一番の難関であったが、それを体験することによって生徒たちが大きく成長した」「缶サット甲子園を境に、色々なものの見方や価値観が変化してきている」等の声が聞かれ、缶サット甲子園の参加を通して、生徒自身が試行錯誤を繰り返し、失敗に学ぶ経験を積むことにより、大きく成長したことが伺われます。

高校生は無数の可能性を秘めており、生徒自身も気づいていない様々な能力が隠されています。皆さんも缶サット甲子園に参加し、まだ知らない自分自身に会ってみませんか？



目次

1. 缶サット甲子園 2010	1
1.1. 缶サット甲子園 2010 の活動目的	1
1.2. 缶サット甲子園 2010 の実施方法	2
2. 缶サット甲子園 2010 の活動内容とその結果	4
2.1. 佐賀大会	4
2.2. 能代大会	7
2.3. 筑波大会	9
2.4. 和歌山大会	11
2.5. 全国大会	15
3. まとめ	20
編集後記	22

1. 缶サット甲子園 2010

1.1. 缶サット甲子園 2010 の活動目的

「理教が楽しくなる教育実行委員会」とその関係機関および地元の皆様の多大なご協力の下、缶サット甲子園の歴史は 2008 年に始まった。同じく 2009 年にも缶サット甲子園が開催され、いずれの大会も競技会場は秋田県能代市であった。基本的な競技プロセスについては図 1 を見ていただきたい。これらの大会の開催目的は、①実践的なものづくり教育と学生による自主プロジェクト運営により理工学教育の一旦を担う、②地域と中央の連携により運営される理工学教育のプロトタイプを提示する、である。しかし、現在の高校生たちが自ら缶サットを製作するという機会は全国的にもまだ珍しい。さらに、缶サットをロケットに搭載して実際に打上げる機会ともなるとほとんど経験することもないだろう。そもそも“缶サット”は一体どれほど世間で広く知られているのだろうか。

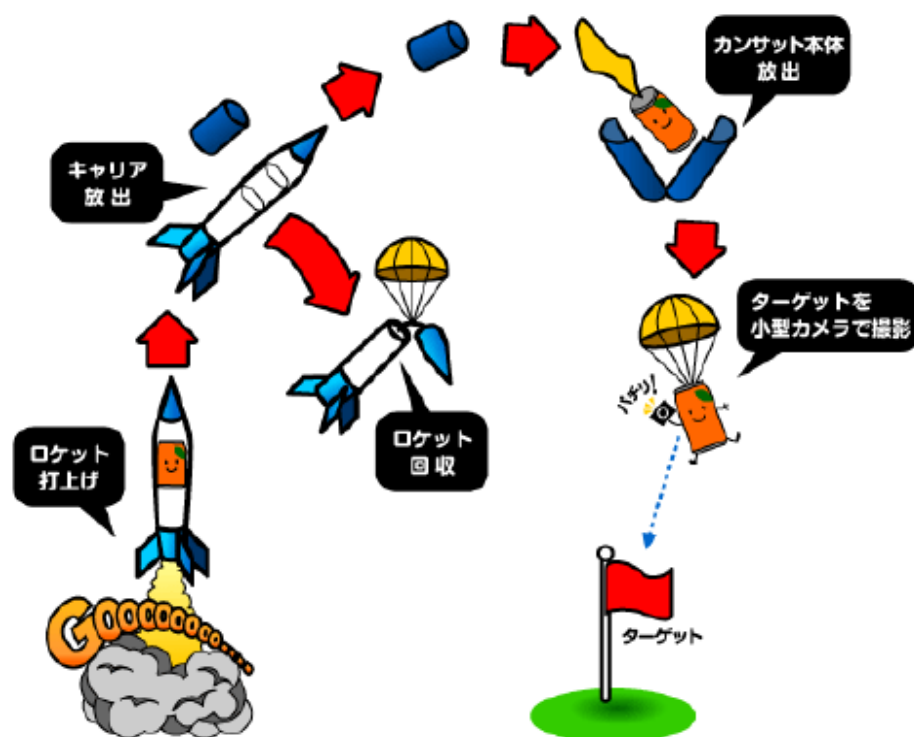


図 1. 缶サットの飛行プロセス。缶サットとは、小型カメラが内装された空き缶を小型ロケットに搭載させ、その空き缶を上空で放出させた後、パラシュートでゆっくりと降下しながらカメラで地上の様子を撮影するという小型飛行体のこと。

実のところ宇宙科学系の大学院を修了した大会運営スタッフでさえ、今大会の実施に向

けた業務に携わって初めて缶サットという名称を耳にしたというエピソードが語られている。日頃から宇宙をテーマにした研究環境にいる立場の人でさえほとんど馴染みがなかったという状況を考慮すると、缶サット甲子園の社会的な認知度がまだそれほど高くないことは想像に難くない。宇宙を題材とした基礎教育の底上げとその全国的な展開のためには、できる限りたくさんの生徒たちに缶サットの製作とロケットの打上げ機会という機会を提供して行く必要がある。このため、今年度の缶サット甲子園は、これまで以上に缶サットを教育資源として有効に活用するユーザーを新規に開拓すると同時に、宇宙科学および宇宙工学に対する関心の芽を基礎教育課程にいる生徒たち自身の内側で開花させてほしい、そのための機会拡大という目的を内包しているのである。

1.2. 缶サット甲子園 2010 の実施方法



図 2. (A) Sun micro 社製マイコン SunSPOT : 北見工業大学から提供。(B) プリショット : 缶サットに搭載するビデオカメラ。(株)セガトイズから提供。(C) サントリー製 500 ミリリットルの缶。缶の種類はサントリー製の缶から各校が自由に選択できる。

1.1 で述べた現在の日本における宇宙教育の実情を鑑み、これまで秋田県能代市の一カ所のみで実施されていた缶サット甲子園をより密度の高い大会として拡大・発展させるため今年度の新たな挑戦としていくつかの地方で実施する予選大会を組織した。各地方大会を勝ち抜いたチームが秋田県能代市で行われる缶サット甲子園全国大会への出場権を得るという仕組みである。

ここで、今年度から始めた地方大会の位置づけについて述べておこう。地方大会は缶サット甲子園全体の運営事務局から依頼されて実施しているわけではなく、むしろ、缶サットに関心を持つ組織が「缶サット甲子園を地方の意思として実施したい」、「地方が缶サット甲子園を誘致する・利用する」という参加表明を発することから始まるというのが基本スタンスである。そして、一定の条件をクリアするとその組織は地方大会の運営主体としての権利を得ることができる。このとき地方大会の運営主体は地方大会独自の審査基準を設定する自由度が付与される。したがって、地方大会の運営組織は地方大会を勝ち抜いた高校をその地方の代表として全国大会に送り出すことができるのである。もちろん、缶サット甲子園の全国大会では、図 2 にあるような制御装置 (SunSPOT)、撮影装置 (プリシヨット)、缶サット用の空き缶 (サントリー製) などの使用について規定が設けられていることから、全国大会の規定を見据えた上で各校に缶サットを製作してもらうことが望ましいと言えるかもしれない。

また、地方大会の運営主体となることのメリットとして、「缶サット甲子園」という枠組みを使い、それぞれの地域における宇宙教育を自由にアピールできる点が挙げられる。地方大会と言っても全国の他の地域から参加を呼びかけることも可能であることから、方法次第ではそれだけでひとつの大きなイベントにもなり得る。また、その準備・開催のプロセスの中で、地方に宇宙教育の機会やチャンスが根付いていくことも当然考えられる。つまり、缶サット甲子園を単に上下下達的に事務局からの依頼事項と捉えるのではなく、地域における宇宙教育のチャンスと考えてもらい、皆で手弁当を持ち寄ってこのイベントを作り上げて行こうというのが地方大会の基本コンセプトなのである。

さて、今年度の地方大会の開催地は開催日の早いものから佐賀大会 (佐賀市)、能代大会 (秋田県能代市)、筑波大会 (茨城県つくば市)、そして、和歌山大会 (和歌山市) の 4 つであった。これらの地方大会を勝ち抜いたチームが缶サット甲子園全国大会への切符を手にすることができる。大会開催にあたっての告知は主にメーリングリストと缶サット甲子園のウェブサイト*2)を通じて行い、和歌山大学宇宙教育研究所が受付窓口として活動した。全国 4 カ所で開催される各地方大会から全国大会へ出場できる枠をあらかじめ決めておき、参加希望の高校はどの地方大会に出場するのかを自由に選択することができるようにした。これは参加校にとって大会日程や会場までの距離、缶サットの製作状況、そして他校の動向にも注意を払いつつ全国大会への出場を目指した戦略を立てる機会となるよう意図している。これらは最終的に、地方大会の運営主体がその地方大会の選抜チームをその地方代表として胸を張って全国大会に送り出すことができるように運営組織自身の意気込みを鼓舞するだけでなく、缶サットを用いた全国的な宇宙教育活動の新たな展開への助力ともなることを期待しているのである。

それでは次章で各地方大会と全国大会の模様を紹介していくことにしよう。

*2) <http://www.space-koshien.com/cansat/>

2. 缶サット甲子園 2010 の活動内容とその結果

2.1. 佐賀大会

佐賀大会	
開催日	2010年7月31日(土)
運営主体	佐賀県立宇宙科学館
開催場所	嘉瀬川河川敷(佐賀県佐賀市)

地方大会の中で最初に登場した佐賀大会は、佐賀県立宇宙科学館が大会幹事となり有明海に流れる嘉瀬川の河川敷にて競技が行われた。佐賀大会を開催するに先立ち、佐賀県立宇宙科学館のスタッフにより缶サットを使用した教育活動についての説明会(佐賀県理科振興教育理事会・総会)や缶サットで使用するマイコン(SunSPOT)の使い方に関する講習会が開催された。こういった各種事前活動は初めて缶サットについて耳にした人たちの興味と感心を喚起すると同時に、佐賀大会への参加意欲を高めるという効果につながったと思われる。佐賀大会への参加を表明する高校が次々現れ、大会開催前から大きな盛り上がりを見せていた。佐賀大会の出場校は表1に示す全5校である。



図3. 落下装置外観。(A) 落下装置の外側、(B) 落下装置の内側。缶サットを落下装置の中に収納し、バルーンに吊り下げる。タイマーが作動して落下装置の扉が開き、中の缶サットが落下するという仕組み。

佐賀大会の実施には和歌山大学宇宙教育研究所が協力し、研究所のスタッフ数名が前日入りして応援要員として駆け付け、大会会場の設置や落下装置など競技に必要な一部物品（バルーン、落下装置など）を持参もしくは郵送した。図 3 は佐賀大会で使用した落下装置である。落下装置は、缶サット甲子園の実施のため和歌山大学学生自主創造科学センター（クリエ）*3)の協力を得て特別に製作していただいた。この落下装置にはタイマーが取り付けられており、設定した時間が来ると自動的に落下装置の扉が開く仕組みになっている。また、バルーンは商業用アドバルーンで直径約 3 メートル、中にヘリウムガスを注入し、その浮力を利用して上昇させる。

さて、佐賀大会での審査対象としたのは各校のプレゼンテーションとその後に行われる競技の二つであった。これら二つの審査の合計得点により勝敗を決める。大会の審査員は表 2 に示す計 4 名が務めた。大会内容をスケジュールに沿って説明すると、まず、プレゼンテーション審査を行い、各校が自分たちで製作した缶サットについてどんなところを工夫したか、製作した缶サットのオリジナリティーなどパワーポイントを使用して口頭発表を行った。発表終了後の質疑応答では、審査員から投げかけられた様々な質問に対して一つ一つ丁寧に答えていくことが求められ、それはさながら学会発表の雰囲気であった。そして、プレゼンテーション終了後、バルーンを使用した缶サットの競技審査へと続いた。競技審査では、まず、各校が製作した缶サットを落下装置の中に入れ、落下装置をバルーン下部に取り付けたあと高度約 60 メートルまで上昇させる。そして、その高さでバルーンを係留させた状態で落下装置の扉を開放させ、缶サットを落下させる。バルーンの高度が上記のようになった理由は大会当日の風が思いのほか強く、パラシュートで落下してくる缶サットが遠方に流されて近くを流れる河川に落下してしまう恐れがあったためである。その後、缶サットに内蔵されたビデオカメラにより地上に設置されたターゲット（佐賀大会では一畳ほどの白色マット 1 枚を使用）を撮影する。この時、など審査基準で定められた規定によりターゲットの撮影時間が得点に換算されるので、各校はうまく撮影できるようパラシュートの形状を変えて滞空時間を長くしたり、缶サットの姿勢を安定に維持するための工夫を凝らすなど高得点を目指したアイデアや工夫を盛り込んでいる。大会で互いに競い合った高校にとっては、自分たちの缶サットをさらに改良していく上で大変参考になったのではないだろうか。

これらプレゼンテーションと競技の二つの審査の結果、最終的に表 1 の上位 2 校が全国大会への出場権を得た。このうち、前年度缶サット甲子園の覇者・武雄高校はシード校として出場してもらうことにした。なぜなら、九州地区で缶サットの大会を開催することが初めてであり、缶サット甲子園への参加経験があるのは武雄高校のみであったため、全国大会でも対等なレベルでの競技ができるようにするためにも武雄高校がアドバイザーとしてそれまで培ってきたノウハウを初参加校に対して惜しみなく提供していただいたり、佐賀大会を準備・運営するためにたくさんの時間と労力を捻出していただいたからである。大会当日も武雄高校の生徒たちは会場せましとバルーンの係留作業などに奮闘していただ

いた。ご協力いただいた生徒の皆様に深くお礼を申し上げるばかりである。

*3) <http://www.crea.wakayama-u.ac.jp/>

表 1. 佐賀大会出場校成績一覧

順位	学校名	得点	全国大会出場枠(2校)
—	佐賀県立武雄高校	—	全国大会出場 (特別枠)
1	佐賀清和高校	62.75	全国大会出場
2	佐賀県立鹿島高校	45.50	
3	佐賀県立佐賀西高校	39.75	
4	東明館高校	33.25	

表 2. 佐賀大会審査員一覧

審査員名	所属
許斐 修輔	佐賀県立宇宙科学館館長
麻生 茂	九州大学工学府・工学研究院教授
鶴田 佳宏	九州大学工学院学術研究員
新井 康平	佐賀大学理工学部教授

2.2. 能代大会

能代大会	
開催日	2010年8月5日(木)
運営主体	秋田大学土岐研究室
開催場所	秋田県浅内鉱さい第二堆積場(秋田県能代市)

能代大会は秋田県能代市、全国大会と同じ場所で開催し、秋田大学土岐研究室が大会幹事を務めた。大会当日を含む8月3～6日は秋田県の伝統的な祭り「秋田竿燈まつり」が行われており、特に秋田市は大きな熱気に包まれていた。この伝統行事に参加・見学のために県外からも秋田に訪れた観光客も多かったのではないだろうか。一方、能代市ではその賑わいに負けない熱い戦いが高校生たちによって繰り広げられていた。この節では、その事実を述べることにしよう。

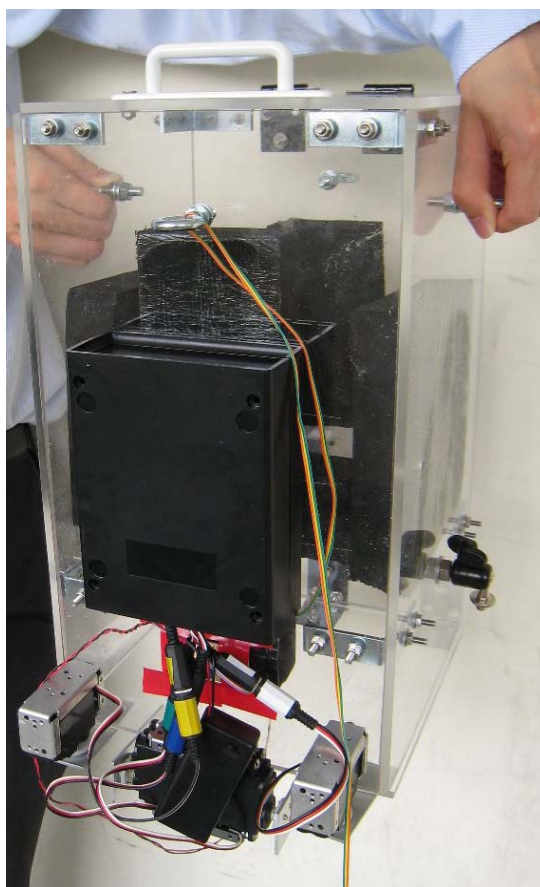


図 4. 能代大会で使用した落下装置の外観。缶サットは落下装置上部に付いている蓋を開けて落下装置内部に装填する。

能代大会の会場は全国大会の会場と同じ場所を使用して開催した。大会には和歌山大学宇宙教育研究所のスタッフも応援要員として駆けつけ、能代大会のお手伝いをしつつ、全国大会のためのインフラ整備、とりわけロケットの射場一帯を歩行可能なスペースとして

開拓する作業を行った。能代大会の競技方法はバルーンを使用し、約 100 メートル上空から缶サットを落下させ空中から地上に設置されたターゲットを撮影するという方法を採用した。

ただ、缶サットを収納するキャリアを使用した場合、キャリアから缶サットの放出まで確保できる時間が限られていること、キャリアの破損等の恐れがあるため、各校製作のキャリアは使用しなかった。この点は佐賀大会と同様である。図 4 は秋田大学土岐研究室で製作された缶サットを放出するための落下装置の外観である。この落下装置は他の地方大会にはない高度な技術が随所で使われていることが特徴である。落下装置の扉を無線により開放させることができる機能などはその一例である。その結果、缶サットを落下させるタイミングを競技者自身の意思と判断により決めることを可能にした。加えて、落下装置にはビデオカメラが内蔵されており、上空から眺めた地上の様子を映像として捉えることができる。その上、映像の取得だけにとどまらず、それら取得した映像は無線を通じて地上に伝送されるので、落下装置から放出された缶サットの行方をリアルタイムで追跡することもできるのである。これら画期的な機能が搭載された落下装置は非常に高い完成度を示しており、他の地方大会の追従を許さぬレベルに達していた点は特筆すべきであろう。

能代大会に出場したのは表 3 に示す全 3 校で 4 チーム（岩手中・高校のみ 2 チームの出場）であった。大会審査では、機体審査とバルーンによる競技審査が行われた。審査員は表 4 に示す計 2 名が務めた。まず、最初に缶サットの機体審査を行い、審査員の前で各校が製作した缶サットのプレゼンテーションを行った。その後、バルーンを使用した缶サットの競技審査が行われた。以上の審査の結果、表 3 の上位 2 チームが全国大会への出場権を得た。

表 3. 能代大会出場校成績一覧

順位	学校名	得点	全国大会出場枠(2校)
1	立命館慶祥高校	73	全国大会出場
2	秋田県立能代高校	58	全国大会出場
3	岩手中・高校 A	48	
4	岩手中・高校 B	39	

表 4. 能代大会審査員一覧

審査員名	所属
土岐 仁	秋田大学工学資源学部教授
秋山 演亮	和歌山大学宇宙教育研究所所長

2.3. 筑波大会

筑波大会	
開催日	2010年8月7日(土)
運営主体	和歌山大学宇宙教育研究所
開催場所	JAXA 筑波宇宙センター(茨城県つくば市)

筑波大会は和歌山大学宇宙教育研究所が大会幹事となり、筑波宇宙センターの講義室とグラウンドをお借りして大会を実施した。和歌山大学宇宙教育研究所のスタッフも当日の大会会場に赴いた。会場が筑波宇宙センター内ということもあり、大会実施に当たってはセンターに勤務している JAXA 職員の皆様のご協力に支えられた。

まず、筑波大会に向けた足がかりとして、7月11日に東京工業大学附属高校において缶サット甲子園で使用するマイコン(SunSPOT)の講習会が開かれた。この講習会に参加した高校は6校あり、生徒・教員を含めると総勢36名もの参加者数であった。SunSPOTを初めて見たという人たちにとっては、初めて触れるマイコンの取り扱いハードルが高い。SunSPOTの使用法を独学で習得し、尚且つ缶サットが動作可能な状態まで自力で一から組み立てるのはそれほど容易なことではない。そのため、高校によっては缶サット甲子園の参加を少し足踏みしてしまうことが懸念されるが、恐らく筑波大会の前に行ったSunSPOT講習会が呼び水となったのであろう、(株)セニオ・ネットワークスの方々が講習会の講師としてSunSPOTの使用法について親身になって講義をしていただいた結果、筑波大会への参加希望の声は非常に高かった。止むを得ない事情のため途中で出場を辞退した高校も含めると筑波大会への出場希望校は全6校、他にも来年には参加したいという高校の声も上がるなど、関東での缶サット甲子園に対する関心の高さが伝わってくる。

大会参加校は表5に示す全5校であった。審査員を担当していただいた方々は表6の通りである。大会の当日スケジュールは、まず、筑波宇宙センター内の講義室でプレゼンテーション審査が行われ、その後、同センター内のグラウンドにてバルーンを使用した缶サットの競技審査を行った。大会はプレゼンテーションと競技の両審査による合計得点で競い合う。缶サットはバルーンを係留して上空から落下させる方式を採用し、係留したバルーンと使用した落下装置は基本的に佐賀大会と同じである。係留した状態でのバルーンの高度は70メートル程度であった。

さて、大会では非常にハイレベルな戦いが展開され、上位3校が同得点、1位と5位の得点差が僅か8点差という激戦となった。表5の上位4校が全国大会への出場権を得たのであるが、いずれの高校も甲乙つけがたい実力と結果を出してきた。それらを制したのは技術点で優れた法政大第二中・高校であった。

最後に筑波大会の実施にあたり、地元関係機関の皆様のご協力があったことをここで申し上げておく。当初、筑波大会の運営組織はJAXA宇宙教育センターの近郊に陸上自衛隊

霞ヶ浦駐屯地の航空基地があることに気付かなかったため、バルーンを係留する際に必要な申請手続きを経ないまま大会期日が迫っていた。大会直前の土壇場になってその申請の必要性を把握したため、大至急、百里空港事務所、東京航空局および陸上自衛隊霞ヶ浦駐屯地の担当者と互いに連絡を取り合いながら申請手続きを進めることになった。非常に慌ただしい状況であったが、空港担当者の皆様が誠実に対応していただいたおかげで筑波大会はギリギリの時間スケジュールで開催できたのであった。大会当日、自衛隊基地および百里空港事務所にバルーンの係留・回収の作業経過と終了報告をお礼とともにお伝えしたが、本稿においても筑波大会を筑波宇宙センターで実施できるようご協力いただいた百里空港事務所をはじめとする関係者の皆様に心よりお礼を申し上げる次第である。

表 5. 筑波大会出場校成績一覧

順位	学校名	得点	全国大会出場枠(4校)
1	法政大第二中・高校	138	全国大会出場
2	慶応義塾高校	138	全国大会出場
2	東工大附属科学技術高校	138	全国大会出場
4	群馬県立桐生高校	131	全国大会出場
5	神奈川県立神奈川総合産業高校	130	

表 6. 筑波大会審査員一覧

審査員名	所属
秋山 演亮	和歌山大学宇宙教育研究所所長
占部 智之	JAXA 宇宙利用ミッション本部 GCOM プロジェクトチーム
三浦 尚幸	JAXA 研究開発本部宇宙実証研究共同センター

2.4. 和歌山大会

和歌山大会	
開催日	2010年8月9日(月)
運営主体	和歌山大学宇宙教育研究所
開催場所	1. 和歌山大学宇宙教育研究所(和歌山県和歌山市) 2. コスモパーク加太(和歌山県和歌山市)

全国4カ所で開催された地方大会の内、最後に行われたのが和歌山大会である。和歌山大会は和歌山大学宇宙教育研究所が大会幹事となって開催した。大会開催前には和歌山県立海南高校にて SunSPOT 講習会が開かれており、大会競技に向けた準備が着々と進められていた。

さて、和歌山大会の開催会場となったのは和歌山大学の学内とキャンパス近郊にあるコスモパーク加太である。和歌山大会が他の地方大会と顕著な違いとなっていたのは地方大会で唯一モデルロケットを使用して競技を実施した点である。この時使用したロケットは缶サット甲子園全国大会で使用するロケットと同一のものである。ロケットを打ち上げることのできる広場が大学近郊にあるということは、他大学にはない和歌山大学が持っている最大の特典の一つと言えるだろう。

大会で使用したロケットは、日本モデルロケット協会*4)から購入した H 型エンジン搭載用モデルロケットをベースに和歌山市内で模型を作っている業者((有)エアロベース*5))が製作したものである。ただし、ロケットの機体側面に付いている缶サットキャリア放出用開放扉の形態がオリジナルのモデルロケットと異なっているなど部分的には弱冠の差異があるため、確実に開放扉が動作するよう放出火薬量の調節を必要とした。また、ロケットが最高到達高度に達したタイミングで開放扉が開くように延時火薬量の調節も必要であった。これらの火薬量の調整と開放扉の動作チェックのため、和歌山大会の実施前に機体の打上げ試験を実施することになった。図5は打上げ試験用のロケットと H 型エンジンの外観である。模型のロケットと言えど、轟音とともに発射数秒後には高度400メートル上空まで飛行していく姿はなかなかの迫力である。

開放扉の動作チェックは、まず和歌山大学の学内で行った。その結果、放出火薬量が0.16グラムで十分に開放扉が開くことを確認した。続いて7月27日にその機体の打上げ試験をコスモパーク加太で実施した。この時、ロケットには450グラムのペイロード(荷物)を搭載することで缶サットを搭載した状況に極力近づけるように努めた。打上げ試験時のロケット火薬量等のデータは図5に添付された表を参照していただきたい。機体はうまく打上げられたが、残念ながら肝心の開放扉は地上数十メートルという着地寸前に至るまで開かなかった。回収した機体を調べてみると、図6にあるように開放扉の付け根の部分が座屈していることが判明した。これは、おそらく機体強度が不足している開放扉周辺に打上

げ直後の重圧がかかりその圧力に耐えきれなかった部分が座屈してしまったと考えられる。機体が折れ曲がった状態では開放扉を開くことは難しく、地上すれすれまで落下して何らかの理由で偶発的に開放扉が開いたと思われる。この結果を受けて、打上げ直後の強烈な加重に耐え得るように機体の強度を高める処置を施し、和歌山大会当日までに新たな機体を揃えた。最終的に和歌山大会では、ロケットエンジンの火薬のうち放出火薬量を 0.16 グラム、延時火薬量に相当する燃焼時間を 7 秒としてロケットを打上げるように調整した。

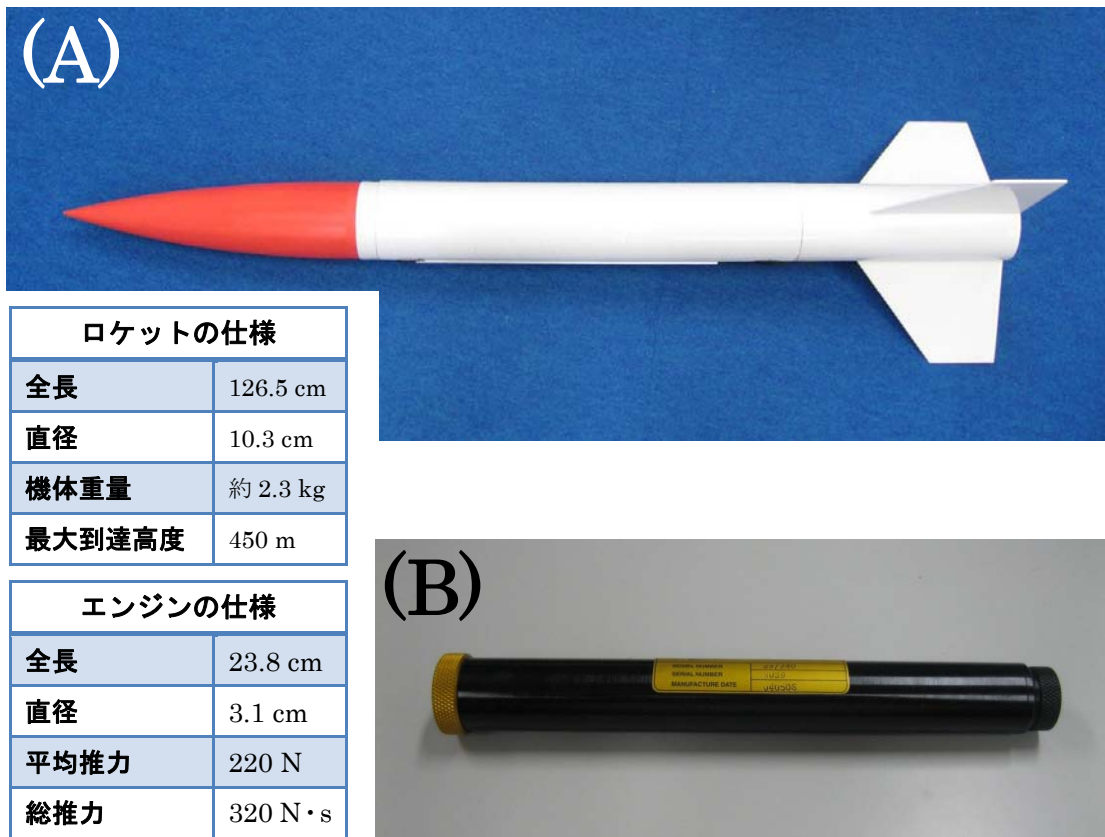
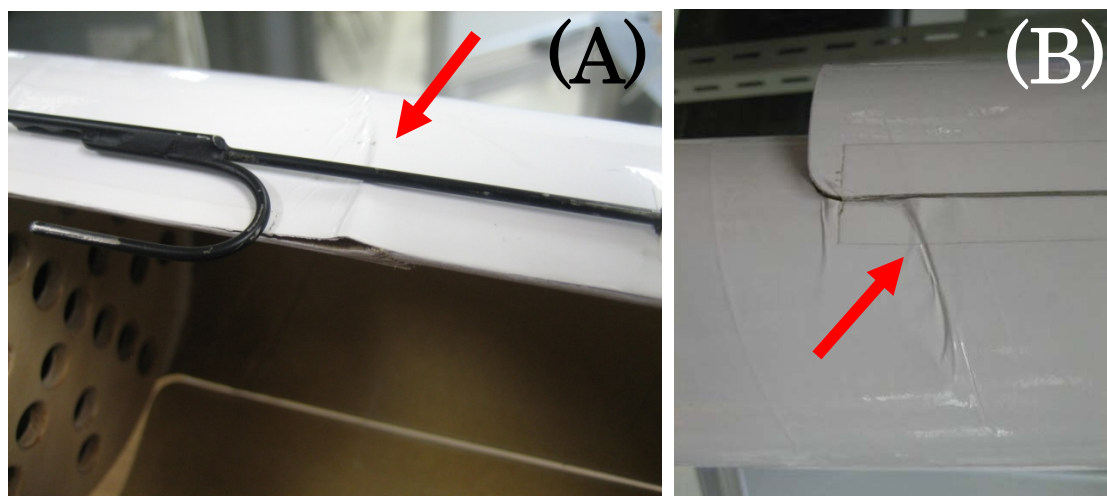


図 5. (A) H 型エンジン搭載用モデルロケットの外観。全長 126.5 cm、直径 10.3 cm、機体重量 約 2.3 kg。塗装の関係により当日の機体カラーは異なることもある。機体はパラシュートにより回収。(B) AeroTech 社製 H 型エンジンモーターの外観。



打上げ試験時のロケットデータ	
延時火薬量	8 秒
放出火薬量	0.16 グラム
ペイロード	約 450 グラム
最高到達高度到達時間	6.06 秒
パラシュート開傘時間	15.72 秒

図 6. 試作機打上げ後のロケット機体の様子。(A) 開放扉の根元付近、フックがスライドする場所で座屈している(矢印部分)。(B) (A)の反対側の様子。同じように開放扉の根元付近で座屈している。左の表は打上げ試験時のロケットデータ。

和歌山大会に参加したのは表 8 に示す全 3 校であった。大会の当日スケジュールは、まず、プレゼンテーション審査を和歌山大学の学内で行い、その後、コスモパーク加太に場所を移してモデルロケットを使用した缶サットの打上げ競技を実施した。上空に打上げられたロケットから放出されたキャリアから缶サットが分離し地上に設置されたターゲット(和歌山大会では、長さ 140 センチ程度の三角形の銀マット 5 枚を使用)を撮影することにより得点を競う。大会内容の詳細は、「缶サット甲子園 2010 和歌山地方大会概要」に詳しい。大会当日も新しく製作したロケットの完成度を改めて確認するため、ロケットの打上げ時刻から最高到達高度に達するまでの時間、そして開放扉が開くまでの時間(正確にはパラシュートが開くまでの時間)を目視で計った。表 8 はそれらのデータの一覧である。地上からの目測のため大きな誤差を含んでいることを認めるが、適切な延時火薬量を決めるための判断材料としては有用なものと思われる。なぜなら和歌山大会でのデータを踏まえて、全国大会でのロケットの打上げに適した火薬量を決定することになったからである。その他、図 7 のうち恵那高校のデータに注目してみると、他の高校と比較してパラシュートが開くまでの時間が長いという点に気付くだろうか。ロケットが随分落下してからパラシュートが開いたというのが観察していた筆者の印象であった。和歌山大会の時点では、これは開放扉を押さえているフックが何らかの原因で放出火薬点火後迅速に動作しなかったことに起因すると推測し、放出火薬量の調整で解決できると考えていた。そのため全国

大会で使用するロケットの放出火薬量を和歌山大会の時より多い0.18グラムとしたのである。

以上、和歌山大会で実施されたプレゼンテーションと打上げ競技の審査の結果、表8の上位2校が全国大会への出場権を得た。

*4) <http://www.ja-r.net/>

*5) <http://www.aerobase.jp/home.html>

表7. 和歌山大会打上げ用ロケットデータ

	放出火薬量	延時火薬量
	0.16 グラム	7 秒
高校名	最高到達高度到達時間	パラシュート開傘時間
和歌山県立桐蔭高校	6.37 秒	9.34 秒
和歌山県立海南高校	5.87 秒	7.78 秒
岐阜県立恵那高校	5.37 秒	10.43 秒

表8. 和歌山大会出場校成績一覧

順位	高校名	得点	全国大会出場枠(2校)
1	和歌山県立桐蔭高校	317	全国大会出場
2	和歌山県立海南高校	250	全国大会出場
3	岐阜県立恵那高校	60	

表9. 筑波大会審査員一覧

審査員名	所属
秋山 演亮	和歌山大学宇宙教育研究所所長
尾久土 正己	和歌山大学学生自主創造科学センター長
富田 晃彦	和歌山大学教育学部教授

2.5. 全国大会

全国大会	
開催日	2010年8月21日(土) および22日(日)
運営主体	理数が楽しくなる教育実行委員会
開催場所	1. 秋田県浅内鉦さい第二堆積場(秋田県能代市) 2. 能代山本スポーツリゾートセンターアリナス(秋田県能代市)

各地方大会を勝ち抜いた精鋭全10校が秋田県能代市で行われる缶サット甲子園全国大会に出場した。地方大会から全国大会までしばらくあいた期間は、各高校にとって自分たちの缶サットの完成度を高める貴重な時間となったに違いない。全国大会では地方大会と異なり、すべての出場校がモデルロケットを使用して競技を行った。また、全国大会用に、缶サットに搭載されているビデオカメラが撮った映像を無線電波により送信し、地上局でそれを受信するシステムも構築した。これにより、映像データをビデオカメラに内蔵された記憶素子に記録するのみならず、その映像をリアルタイムに地上で確認することができる。これらは地方大会にはなかった高度な機能であり、全国大会に地方大会以上の豊かな彩りをもたらしたのであった。出場校の数と豊富に盛り込まれた内容ゆえに、大会スケジュールを2日に分け、1日目に機体審査およびプレゼンテーション審査、2日目に大会の華となるモデルロケットを使用した缶サットの打上げ審査を実施した。

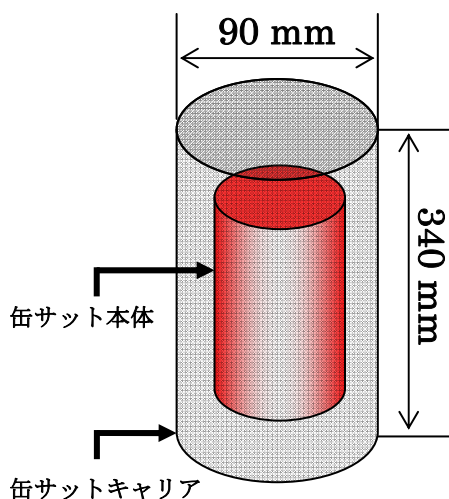
各地方大会が持つ特色ある大会から一段とレベルアップして出場してきた全10校は、今度は全国大会という共通の土俵上で戦うことになったのであるから、全国大会における審査基準をここで述べておくことはふさわしいと思われる。まず、全ての審査基準を針の先のように細部まで決めてしまうと自由度が失われてしまう恐れがあることから、採点における基本コンセプトとして「どれだけ高度なことにチャレンジしているか」、「どれだけ意味のある事を行っているか」を掲げた。新しい事象が出てきた場合にはその都度この基本コンセプトに照らして審査員が判断する形をとった。テクニックのみに走ることなく、ルールの重箱の隅をつつくことで勝敗を決めるのでもなく、大自然に対してどれだけ人間がチャレンジしていけるのか、これが缶サット甲子園全体を貫く思想である。全国大会ではこれらの精神に照らし、優勝、技術賞、そして、ベストプレゼンテーション賞が決まる。特に、優勝した高校にはアメリカ合衆国ネバダ州ブラックロック砂漠にて、大学生の缶サット競技にオブザーバー参加し、高度約4キロメートルまで缶サットを飛行させる機会が与えられる。

それでは、以下の節で大会各日の様子を時系列に追いかけてみることにしよう。

【8月21日】

この日、缶サット甲子園全国大会に出場するため各校の面々が続々と能代山本スポーツ

リゾートセンターアリナス*6)に集まってきた。そして、夕刻より順次各高校が製作した缶サットの機体審査が行われた。機体の審査項目は図7の通りである。機体審査終了後、全出場校がアリナスの研修室に集合し、各校10分を持ち時間としたプレゼンテーション審査を実施した。発表順序は五十音順である。このプレゼンテーションは各校が缶サット甲子園に向けていかなる取り組みをしてきたか、自分たちが製作した缶サットは他校に無いどんなオリジナリティーや工夫を凝らしているかなどパワーポイントを使用して発表するものである。発表は生徒の個性による相乗効果が働いたのか、審査員以外の聴衆からも質問が活発に飛び交うなど非常に活気に満ちたものであった。缶サットそのものにも各校の努力が刻まれていたが、缶サット甲子園に出場するまでの歴史にも各校独特のテイストを生み出しており、生徒たち自身の経験を豊かに描き出した発表は会場内の聴衆に感心・驚嘆など様々な感情の起伏を呼び起こしたようであった。そして、各校によるプレゼンテーションの終了後、くじ引きを行い翌日のロケット打上げ順序を決定した。



	規定サイズ	備考
外径	Φ90 mm	突起物も含まれる
全長	340 mm	
重量	1000 g	総重量

図7. 缶サットキャリアの規定サイズ。右の表のサイズに収まることが機体審査の通過条件。

プレゼンテーション審査を終了した後も、翌日にロケット打上げ審査を控えた生徒たちの夜は缶サットのメンテナンスに余念が無かったようである。特に、缶サットに搭載する映像送信機の取り扱いはかなり曲者で、複数の高校で打上げ直前まで電子系統に不具合が残されているなど、必死の作業を続けていた。ちなみに図8(B)は全国大会で使用した映像送信機の外観である。全国大会に出場した高校が使用する映像送信機は図8(B)と基本的にすべて同一規格であり、和歌山大学宇宙教育研究所が提供した。全国大会では上空から落下してくる缶サットに地上から八木アンテナを向け、映像送信機から送られてくる電波をキャッチし、図8(A)の映像受信機を通して得たデータをモニター画面に表示するという方式を取った。



(A)



(B)

図 8. (A) 映像受信機 (コスモウェーブ社製)。DC 12V で作動するよう設計されている。(B) 1280 MHz 映像送信機 (コスモウェーブ社製)。1.2 GHz 帯のアマチュアバンドでリアルタイム動画を送信することができる。

【8月22日】

この日は前日のプレゼンテーションに引き続き、実際にモデルロケットに缶サットを搭載させロケットを打上げる。上空に打上げられたロケットから放出された缶サットにより地上に設置されたターゲット（全国大会では畳一畳程の銀マット 5 枚）を撮影する競技を実施した。全国大会で使用したモデルロケットは和歌山大会で使用したロケットと同種のものであるが、和歌山大会でのロケットの打上げ結果を踏まえ、ロケットエンジンに含まれる放出火薬量を 0.18 グラム、延時火薬については 7 秒間に相当する量を適量とした。ペイロード無し状態で H 型エンジンを搭載したロケットの最高到達高度は約 450 メートルであることから、缶サットを搭載した場合はその高度より低くなる。打上げ順序は基本的に昨日のくじ引きで決めた順番であったが、打上げ直前に無線機器の送受信チェックをしてみると正常に機能しないなどのトラブルに直面した結果、打上げ順序が多少前後したところもある。

缶サット用のロケットの打上げ回数については各校 1 回ずつロケットを打上げる。したがって、10 校が出場する全国大会でのロケット打上げ回数は全 10 回であった。しかし、残念なことに、このうち 4 回のロケットで開放扉が開かないという致命的なアクシデントが

発生した。開放扉が開かないとロケットに搭載されている缶サットも放出されず、その上、ロケットのパラシュートも放出されない。その結果、ロケットは上空から減速することなくそのまま地表に落下してしまった。ロケットを使用した本競技において得点を獲得するためには地上に設置されたターゲットを上空の缶サットから撮影することが基本である。しかし、缶サットがロケットから分離しなければ撮影のしようがない。その他、幸いにしてロケットの開放扉が開きキャリアおよび缶サットが無事放出された場合でも、上空を流れる強風に煽られロケットの射場から遠く離れた深い森の中に落下してしまい、回収不能になってしまった高校もいくつかあった。これらの結果については表 10 を参照していただきたい。また、競技進行について言えば、大学生チームのハイブリッドロケットの射場が近接していたこと、尚且つ打上げ時間が互いにオーバーラップしていたため高校生の缶サットの打上げ準備を度々中断する必要があり、これらが原因となって時間のロスを生んでいた。加えて各校は現地で無線機器を装備した缶サットを完成させ、無線機器の送受信のチェックをクリアしなければならず、全体の作業工程にかなりの時間を費やした。こういった様々な要因による時間のロスが積み重なった結果、午後 6:00 を過ぎてようやく競技が終了した。決してスムーズな競技進行とは言えず、打上げ順序が最後になった高校にいたっては迫りくる日暮れのため缶サットを打上げることなくタイムアウトを余議なくされるのではないかと懸念されたが、幸いすべての高校が缶サットを搭載したロケットを打上げることができたのである。

こうしてロケットによる打上げ競技が終了した後、参加者たちは初日のプレゼンテーション審査を行った会場に再度集合し、各校 5 分程度の結果報告を行った。二日間の日程で行われたプレゼンテーションと打上げ競技の審査結果により最終的に三賞が決定されたのである。缶サット甲子園のフィナーレを飾ったのは表彰式であった。優勝は和歌山県立桐蔭高校であった。卓越した技を磨きあげてきた東工大付属科学技術高校は技術賞を受賞した。そして、和歌山県立桐蔭高校はベストプレゼンテーション賞も受賞し、優勝を含め二賞受賞という快挙であった。

缶サット甲子園 2010(第3回缶サット甲子園)

表 10. 全国大会出場校成績一覧

順位	高校名	得点	各賞	備考
1	和歌山県立桐蔭高校	157	優勝 ベストプレゼンテーション賞	
2	立命館慶祥高校	100		
2	法政大第二中・高校	100		
4	佐賀県立武雄高校	90		
5	東工大附属高校	0	技術賞	缶サットロストのため得点無し
5	群馬県立桐生高校	0		ロケット落下のため得点無し
5	慶応義塾高校	0		缶サットロストのため得点無し
5	和歌山県立海南高校	0		ロケット落下のため得点無し
5	秋田県立能代高校	0		ロケット落下のため得点無し
5	佐賀清和高校	0		ロケット落下のため得点無し

表 11. 全国大会審査員一覧

審査員名	所属
土岐 仁	秋田大学工学資源学部教授
秋山 演亮	和歌山大学宇宙教育研究所所長
山口 浩	(株) セニオ・ネットワークス最高技術責任者

*6) <http://www.shirakami.or.jp/~kouiki/arinasu/>

3. まとめ

今年度の缶サット甲子園は、全国大会の他、地方大会を実施した初めての試みであった。各地で実施された地方大会は高校生たちにとって缶サットをこれまでより身近に触れる機会になったのではないかと思われる。図9は2008年の缶サット甲子園発足時から現在までの参加校数の変遷を示している。参加校数は2008年度の8校、2009年度の12校であったのに対し、2010年度は16校(17チーム)の参加があった。毎年4校ずつ着実に増加している。もちろん、地方大会の実施と参加校数の増加との因果関係はそれほどはっきりしているわけではない。この因果関係については来年度の缶サット甲子園の参加校がどれほど増加するかによってより定量的な評価ができると思われる。ただ、各地方大会の前に各地で缶サットの講習会などが自然発生的に行われたり、今年度は缶サット甲子園に参加しなかったが来年度は参加したいという高校もあり、これらは潜在的に缶サット甲子園への関心の高さを示唆していると言えるだろう。他にも北海道で地方大会を開きたいという一部団体の声も上がっており^{*)}、少しずつではあるが、缶サットのすそ野が広がっていることを実感できる。以上の状況を考えるとから地方大会を実施したことにより、缶サット甲子園の活動そのものが拡大していくような波及効果、もしくはフィードバックというべきものがあつたこと言っても良いのではないだろうか。

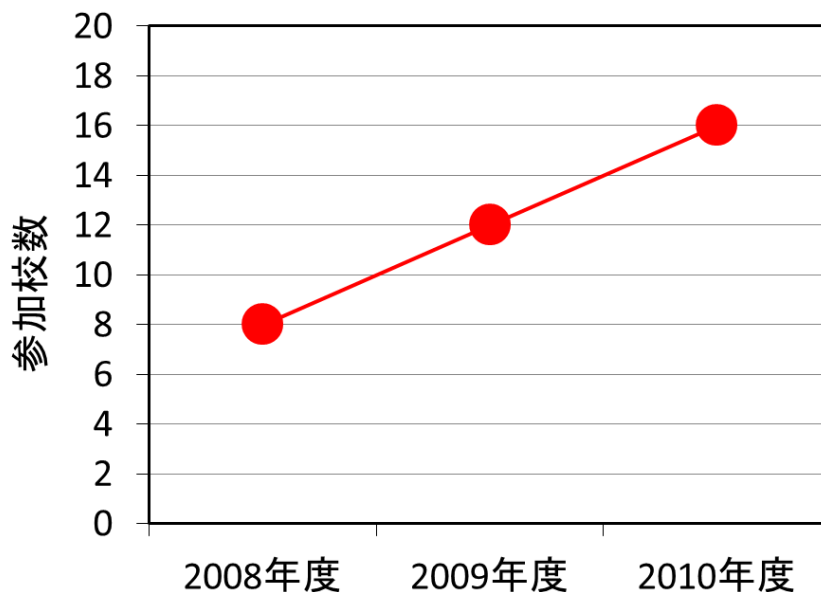


図9. 缶サット甲子園の参加校数の変遷。

同時に、缶サット甲子園を実施するにあたって今後改善すべき課題が数多くあることも浮き彫りになった。まず、(1) 缶サット甲子園の開催告知が遅かったこと。その結果、各高校が缶サットを製作するための準備時間に余裕がなかった。(2) 無線機器を大会直前ま

で利用できなかったこと。これにより、缶サットの映像信号の受信テストを事前に実施できないため、大会当日になって機器が動作しないという不測の事態に直面する可能性が非常に高い。事実、今回の缶サット甲子園全国大会ではその種のトラブルにより速やかな打上げができず、打上げ時刻が大幅に遅れる原因にもなった。(3) 缶サットを搭載するロケットの完成度の問題。全国大会で使用したロケットで肝心の開放扉が開かず、競技審査ができなかった。これは缶サット甲子園の競技においては特に致命的な問題であり、今後確実に開放扉が開くような改善を必要とする。その他、(4) 事務局への技術的な問い合わせに対して的確なアドバイスを速やかにできなかったことも改善の余地がある。缶サットではある程度高い技術を持った電子機器を取り扱うため、不具合が発生したり使用法が判らなかつたりした場合に備え、技術的なサポートができるスタッフがいることが望ましい。そして、(5) 広報力を高めていくことも今後の課題である。缶サット甲子園の参加校数は確かに昨年度より増加した。一方、JAXA 宇宙教育テレビ*8)が大会競技の様子をインターネットでライブ中継を行ったところ、リアルタイムでの視聴者数は65~70人前後で推移しながら、トータルではユニーク視聴者数*9)が475人という結果であった。これが多いのか少ないのかについては議論があるところであろうが、前宣伝がほとんどなく極めてローカルな科学イベントでの視聴者数としては中の下と言った評価であろうか。参加校数だけでなく、缶サットという教材を使って宇宙教育活動を全国的に展開するためには、もっとたくさんの生徒たちに活躍の場と機会を提供していくための工夫が必要なのかもしれない。

*7) 北海道新聞 (2010年9月6日)

*8) <http://www.yac-j.or.jp/tv/>

*9) ユニーク視聴者数: 1秒でも視聴した人の数がカウントされる。同じ人が視聴を中断して再度視聴してもカウントは追加されない。

編集後記

今年度の缶サット甲子園を実施するにあたり、ご支援とご協力をいただいた皆様をここでご紹介するとともに心より感謝とお礼を申し上げます。今年度、新たな取り組みとして始めた地方大会を実施するにあたり、佐賀大会では佐賀県立宇宙科学館の吉永氏にご尽力いただきました。能代大会では、秋田大学の土岐先生のご指導の下、廣瀬先生とその学生の皆様の協力により運営していただきました。特に廣瀬先生には全国大会においてもスムーズな大会進行のために力強いバックアップをいただきました。また、秋田大学ものづくり創造工学センターの神谷先生、和田先生をはじめとするスタッフ・学生の皆さまにも全国大会全般にわたってご支援をいただきました。特に、ものづくり創造工学センターの前田氏には缶サット甲子園のウェブサイトを作成するためのノウハウを教えていただきました。筑波宇宙センターの羽成氏、成田氏、占部氏、三浦氏には多忙な業務の中、筑波宇宙センターで筑波大会を実施するためのご協力をいただきました。また、百里空港事務所の林田氏、東崎氏、東京航空局の塚原氏には競技実施に係る許可申請の手続き方法を丁寧に教えていただきました。それらの誠実なご協力がなければ、筑波大会は実施できませんでした。地方大会で唯一モデルロケットを使用した和歌山大会においては、円滑な競技実施のため和歌山大学宇宙開発プロジェクトに所属する学生の皆さんからご協力をいただきました。缶サット甲子園のウェブサイトの構築にあたって大きな働きをしていただいた和歌山大学の学生団体 BOX の皆さん、そして炎天下の中、缶サット甲子園の様子を撮影していただいた和歌山大学クリエ映像制作プロジェクトの学生の皆さんにも深くお礼を申し上げます。

競技で使用した装置については、(株) コスモウェーブの荒井社長から映像送受信機の取り扱いについて、日本モデルロケット協会の山田会長からロケットエンジン全般についてそれぞれ親身なアドバイスをいただきました。(有) エアロベースの岩見社長には非常に厳しいスケジュールの中、モデルロケットを製作していただきました。佐賀大会と筑波大会で使用したバルーンに取り付けた落下装置は和歌山大学学生自主創造科学センターの壺井先生と学生の皆さんに製作していただきました。(株) セニオ・ネットワークスの三上氏、山口氏には、缶サットに搭載したマイコン (SunSPOT) の取り扱いについて常に適切なアドバイスをしていただきました。缶サットに搭載されている SunSPOT は北見工業大学よりお借りいたしました。同じく缶サットに搭載されている小型カメラ (プリショット) は (株) セガトイズよりご提供していただきました。こうして技術面で支えていただいた皆様に心よりお礼を申し上げます。同時に、ここには記載されていない有形無形のお力添えを頂戴したたくさんの方々にも心からお礼を申し上げます。

缶サット甲子園に参加された各高校の先生方と生徒の皆さんは大会参加に向けて忍耐強く取り組んでおられました。そして、勝敗にかかわらず最後まで粘り強く競技に参加して

缶サット甲子園 2010(第3回缶サット甲子園)

いただいた生徒の皆さんに深い敬意を表したいと思います。缶サット甲子園での経験を糧としてこれからの様々な分野でのご活躍を期待して止みません。今回の缶サット甲子園に参加した高校生たちの表情を見ていると(図10)、ロケットや缶サットにはまだまだ潜在的な魅力が秘められているということが想像できるのではないのでしょうか。次世代を担う若者たちが自らの内なる力を引き出しつつかけがえのない若い時代を生き活きと疾走する姿を応援したいと思います。



図 10. 和歌山大会でのスナップショット。ロケット打上げ終了後の記念撮影。

今年度の缶サット甲子園は特別協賛として(株)全日本空輸、(株)サントリーからご支援をいただきました。これら格別のご高配を賜りましたことはまことに有り難いことであり感謝の念に堪えません。同社の皆様方のご芳情と骨折りに謝意を表しますとともに、同社のますますのご発展を心より祈念する次第です。

編者一同

編集 「理数が楽しくなる教育」 実行委員会事務局
〒640-8510 和歌山県和歌山市栄谷 930 番地
和歌山大学宇宙教育研究所内
電話 : 073-457-8503
Fax : 073-457-8535
E-mail : ifes_info@crea.wakayama-u.ac.jp