

## 工学教育における国際協働学習アイアーン・ソーラークッカー・プロジェクトの試み

吉川貴士

新居浜工業高等専門学校 機械工学科

〒792-8580 愛媛県新居浜市八雲町7-1

TEL 0897-37-7743 E-mail yosikawa@mec.niihama-nct.ac.jp

今回、試験的に学生有志を募り、春休みおよび放課後を利用して国際交流を行なった。方法は国際交流支援団体アイアーンが提唱するプロジェクトの一つである「ソーラークッカープロジェクト」へ参加し、日本でのソーラークッカーの作製を通じ、その作品および案内(概要)のポスターをニューヨークでの国際大会に出展することによる国際交流である。その結果、学生達が自らプロジェクトのゴールを設定し、製作を行い、また、製作に対する期待をインターネットで感じることに伴って学生の非常に高いモチベーションを維持したまま製作が行えたことなどを報告する。また、アイアーンでは、当事者間の話し合い(協働)の中からお互いがやれる方法で、やりたいことを、参加出来る期間で国際交流をすることも可能なシステムであり、工学的要素をテーマにした国際交流も可能である。そのため、このアイアーンプロジェクトを利用した国際交流の活動を工学教育の中に取り入れ、「技術者倫理」さらには「実験計画」「総合的理解・説明能力の養成」など目的にしたカリキュラムとして導入するための方法などについて検討した結果を報告する。

### 1. はじめに

工学教育において近年、学問や技術伝承だけでなく、「人類の幸福・福祉とは何かについて考える能力と素養」、「技術の社会および自然に及ぼす影響・効果に関する理解や責任」など、技術者として社会に対する責任を自覚する能力(技術者倫理)、さらに、「実験の計画」「総合的理解・説明能力」などの教育の重要性が再認識され始めた。

このような背景のもと、今回、本校の学生達が小規模のグループではあるが、国際交流を果たした。今回の交流は外国語を用いた文化の触れ合いだけでなく、工学的要素をテーマにした国際交流であ

るが、その相手は姉妹提携校ではない。また、著者はこれまで国際交流学習を実践した経験が無く、十分な準備も行っていない状態で、今回、学生達が大きなトラブルも無く、国際交流を行うことができたのは、国際交流支援団体(NPO)のI\*EARN<sup>1)</sup>(International Education and Resource Networkのロゴで以降、アイアーンと称す)の支援による。実際の計画・成果のやり取りなどについてはアイアーンの支援のもと、お互いが何度も実際に行き来しなくとも良いインターネットを用いたコミュニケーション法によって行なった。今回本校学生が行った活動を通じて、これらNPOを利用した国際交流の活動をカリキュラムに導入するための方法などについて検討した結果を報告する。

---

Practice of International Collaboration Program of  
Learn Solar Cooker Project in Engineering Education

Takashi Yoshiwara

Niihama National College of Technology

### 2. 実施方法

2-1. プロジェクト学習 ソーラークッカーの製作一

プロジェクト学習とは「目的」に対して「どのような方法で」「分担(責任)を決め」「行動(製作)を行ない」「評価を行ない」「次ぎの目標を立てる」一連の流れすなわち、「Plan-Do-Check-Action」を行なう学習である。今回、このプロジェクト学習として試験的に本校の学生有志を募り行なった。ここでテーマ(目標)を決定するため、製作する「ソーラークッカー」について調べてみた。ソーラークッカーとは太陽熱および太陽光を用いた調理器具であり、様々なタイプ<sup>2)</sup>のものがある。クッカーのアイデアについてはブレインストーミング<sup>3)</sup>を行った。その結果、工学的要素を取り入れることを考慮して、焦点に集光して効率を高めるパラボラタイプのソーラークッカーを作製することで意見が一致した。また、もう一つ掲げたコンセプトは環境にやさしいソーラークッカーとして廃材を利用することである。この2点の制約の下、「飯ごうでお米を炊くソーラークッカー作製」をゴールである目標(テーマ)としたプロジェクトを始動させた。

集光部部材はできるだけ大きな廃棄発泡スチロールを調達してきた。また、海外への作品の搬送を考慮して適度な大きさおよび焦点距離を計算・設計し、電熱線を用いてパラボラ状に発泡スチロールを加工した。ただ、太陽光の反射面はステンレスの箔を購入した。また、今回、最終的目標の炊飯の前段階として、目玉焼きクッカー(目標到達温度が80℃)の作製を目指した。そのため、容器部分はアルミの空き缶を用い、保温のためにアルミ缶の周りを発泡スチロールで覆った。

その後、太陽の移動に伴うアルミ容器の移動を考慮し、容器を支える支柱部分の改良を数回行った。その結果、最終的に4月の愛媛における日照のもと、みごと目玉焼きを調理することができた。

## 2-2. 国際交流

今回、3月末から活動を始めばかりで、4月に入っ

てのアイアーン USA より4月30日に行なわれる国際大会への出展可能な案内を受けた。非常に期間が短く、製作できるか不安であったが、筆者にとっては国際交流の導入として、学生にとってはプロジェクト学習に加え、国際交流という新たな課題および時間の制約を導入することが制作意欲の向上および維持に役立つと考え、出展希望をした。すなわち、我々が行なった国際交流は作品(ソーラークッカー)およびポスターの国際大会への出展という形であった。これらの大舞台のシチュエーションならびに国際大会のスタッフや海外の学生などからの期待と励ましの電子メールのおかげで、短期間(約1ヶ月)のクッカーの完成およびその成果をまとめたポスターの発送という作業に対し、メンバーは半徹夜状態が続いたが、自主的に取り組むことができた。

図.1は「YouthCaN 国際大会 2001」会場のアメリカ自然史博物館で展示された我々の作品の前で海外から国際会議に参加した高校生連が記念撮影をしてくる様子を示す。



図.1 国際大会での交流の一面

また、学生は苦手意識のある英語を用いて作品のエントリーシートの記入を始め、作品のポスター製作、さらに、作品の発送後はこれまでのソーラークッカーの作製過程などの報告を兼ねて、アイアーン ホームページのフォーラムに写真を付けてメッセージの書き込みを行うなど、自然に英語を使った

コミュニケーションを余儀なくされ、行なった。

今回は作品だけの出展で、実際にメンバーはニューヨークでの大会へは参加できなかった。しかし、「このユースの国際大会には世界の小学生などが自分達でクッキーなどを売ったお金を貯めて参加している」という情報を入手し、来年は実際に炊飯の可能なクッカーを持参し、現地でのプレゼンテーションを行う意欲をメンバー全員が秘めている。さらに、現在、自分たちの活動を振り返りながら、さらに、広く国際交流ができるように英語でのホームページを作成している。ここでも、初め英語は苦手なホームページづくりには非協力的であった学生も自分たちの写真の説明などを考えているうちに、今はこだわりなくホームページの作成を行なっている。

今回の国際交流はこれから本格的な交流となる前段階である。相手校との交流といった本来の交流はまだ行っていないが、作品の出展という形で参加したことにより、外国語圏との交流という大きな舞台に対して心の壁がなくなったことは大きな意義ある行動であったとあらためて認識した。

### 3. カリキュラムへの導入について

#### 3-1. アイアーン

今回、国際交流の経験もない教官と学生が大きなトラブルもなく活動することができたのは、アイアーンの協力を得られたおかげである。アイアーンについての詳細は文献1)および4)に譲るが、少しだけ触れておく。アイアーン創設者の設立理念は「子供が国境を越えて国際プロジェクトに協働で取り組む過程で相互理解を深め、地球にやさしい生き方を学び、社会に意義深い貢献する」であり、このネットワークは現在93カ国で約4000校以上の国際間交流学習を成功させている。この巨大なネットワークの広がりには次に挙げる事柄が起因している

とみなせる。

- (7) 子供と教師が自由にプロジェクトをデザインする。
- (4) 子供が問題意識とそれに対する理解、創造的な解決法を促すプロジェクトを主眼とする。
- (9) IT環境が整っていないでも交流できる。
- (5) 提案者側のコーディネーターは、プロジェクトの成果を冊子などの形にし、参加者全員がそれを共有する。

これら以外にもあるが、詳細はここでは略す。また、アイアーンにおけるオンライン・グローバルプロジェクトは3つのカテゴリーに分かれていて、(1)文芸・文筆・芸術など創造性を身につけるプロジェクト(2)文化・社会・人間性を学ぶプロジェクト(3)環境・科学・数学・テクノロジーをテーマにしたプロジェクトから成り、現在114のプロジェクトが短期あるいは数年にわたって継続的に活動している。それら100以上のプロジェクトの中から参加プロジェクトを決め、提案者と話し合いながらプロジェクトへの参加方法を打ち合わせ、進める。

今回我々が参加したプロジェクトは環境部門であり、学生が運営するYouthCaN (Youth Communicating and Networking) のソーラークッカープロジェクトであり、ニューヨークで行われたユース国際大会の会場に作品を出展した。

#### 3-2. カリキュラム導入案

本校機械工学科では1年の後期1単位の「デザイン工学基礎」の授業において、これまでプレゼンテーション能力、メディアリテラシーをメイン項目とした調べ学習を平成8年度より行ってきた。また、平成10年度より、さらにプロジェクト学習の一連の体験もメイン項目に加え、グループでのプロジェクト学習を行ってきた。ここでは、全員に対してワープロや表計算などの一斉授業による指導ではな

く、グループ内における担当者に対して教官がワープロ、表計算、ホームページ作成などのスキル指導を個別に行ない、その他班員が必要になった場合は、班の担当者から教わるという方法を採用している。

このような授業形態にすることにより、少ない教官で多くのスキルを伝授していける。また、スキル以外に「誰に聞けばスキルの上達ができるか」の情報収集能力や「他人に解るように伝える」コミュニケーション能力を身につけていくことができる。

### 3-3. 問題点

現在、工学教育のカリキュラムとしてグローバルプロジェクトにおける国際交流はその専門性との関連もあり、姉妹提携校との交換留学以外ではほとんど行われていない。その問題点は以下のような点が考えられる。(1)単位の取得における基準の明言化すなわち評価の難しさ。(2)相手校を見つける難しさ。(3)教官同士の事前の打ち合わせの難しさ。(4)コミュニケーション力以前の学生の英語に対する苦手意識、(5)問題解決力養成以前のものづくりにおける指導(場所、他の教官の協力)の難しさ。

上記の問題点のうち、(1)については次節において述べる。また、(5)については、前節において述べたデザイン工学基礎の準備・実施を通じ、複数の教官が学生の反応を見ながら、徐々に指導体制が整い、解決されてきている。このような背景のもと、上記(2)～(4)が国際交流プロジェクトをカリキュラムとして組み込むための大きな障害となっているとみなせる。しかしながら、(2)についてはアイアーンに登録し、フォーラムへの書き込みを行うことにより、日本とペアを組んで交流を望んでいる学校の先生から直接あるいはフォーラム上で問い合わせがくる。その中で、活動方法(例えば、チャットやメールの交換のみや協働により作品作りをするなど)を明確に提示し、同様の活動を望む相手校を探すことができる。(3)については近年、電子メ

ールなどを用いて活発に行なうことができ、大きな障害とはならない。また、アイアーン各分野におけるフォーラムでの投げかけや問い合わせに対して、興味を持った相手校からの書き込みがあり、その中で話し合い、打ち合わせが行われている。最後に(4)においても、アイアーンでは日本語をはじめフランス語など7ヶ国語のフォーラムがあり、例えば、日本語フォーラムには日本語を学んでいる海外の子供達と日本語でのコミュニケーションをとりながら、異文化の交流を行うなどができるシステムを構築している。このようにはじめて国際交流を行う際に、最も障害となる交流相手校探し、および見知らぬ海外の先生と内容を詰めるという作業を、アイアーンというNPOのネットワークを活用することにより、指導教官の技量やカリキュラム上の時間的制約や工学的(特殊)な内容を絡めた交流を行うことが比較的容易にできることがわかった。

しかし、最大のネックは時間である。プロジェクト学習では授業時間内は授業日までに各自が行ってきたことの報告および次週までの作業内容の確認など大半が報告会の時間に費やされている。このような授業体制の中、担当学生へのスキルの指導や学生が国際交流する時間(メールの交換など)は授業時間外にならざるを得ない。特に、TV会議システムを用いた海外との交流は時差の関係もあり、活動は課外の時間になる。また、学生全員を強制的に国際交流させる方法もあるが、初めの導入としては交流希望グループに絞らないとプロジェクト学習と交流学習(海外との打合せなど)に対する教官側のフォローができないと推測できる。

### 3-4. 評価基準

プロジェクト学習および交流学習において各自が目標(ゴール)を設定し、計画を立て、交流相手校を探し、プロジェクトを進めていくという教科は評価基準の明確化が非常に困難である。なぜなら、目

に見えるスキルは評価項目として到達度の絶対評価(レベル決め)を明確に設定すればよいが、目に見えない習得したことに対しては評価しにくいからである。

まず、目に見えるスキル評価については森氏らが提唱している技能の達成度の評価法 KUDOBAS 法<sup>5)</sup>が有効である。すなわち、その教科の中で考えられるあらゆる項目について教官がブレインストーミング法の要領で多数スキル項目を列挙し、それらをカテゴリーにまとめる。学科としてその授業における学習内容および習得技能項目の位置付けを明確にすることにより、列挙した項目に対してランクづけができる。それらのランク付けができるとランクごとに点数化することができ、評価を数値化できる。しかしながら、これら評価項目を多岐にわたり列挙するためには自らが体験しなければ、学生が習得できる多岐にわたる小さな技能などを十分に評価できない。すなわち、ブレインストーミングだけでは不十分である。また、学生は役割分担の結果、その担当者にとっては必要なスキルであっても、担当者以外は習得しにくい状況(自分の担当スキルで精一杯)であり、時間的に問題が生じる。

一方、目に見えない得たこと(習得項目)に対する評価についてはポートフォリオ評価<sup>6)</sup>が有用である。これは作業(授業)ごとに目に見えないが得たこと(感想でも良い)を書かせることである。初めは「難しい」「大変だった」の抽象的意見しか出ないが、その都度、「何が難しかったのか」「それをどのようにして解決したのか」と教官側が問いかけ、書かすことを繰り返すことにより、徐々に「太陽が動き、焦点がずれると急激に温度が下がり、高温維持が難しい」など具体的に明記できるようになる。問題点が明確に把握できれば、解決方法が見えてくる。この作業に慣れれば、自分でできなかつたことを記入して、その中から自分で「焦点がずれても保温すればいい」など問題解決を行なうことができる

ようになる。しかしながら、約40名の学生を教官一人でこなすことは不可能である。そこで、これら授業の準備(交流のための相手校の指導者との打合せ)や個別スキル指導および評価担当など教官サイドも分担が必要である。

このように目に見えるスキルも見えないスキル(ノウハウ)も明記することにより、評価できることが明らかになった。

しかしながら、これらの背景から、いきなり、国際交流を単位として認められるカリキュラムに取り入れることはきわめて困難であると考えられる。また、学生の評価を、これまでのように教官が行い、学生は「評価に対して受身の状態」というスタイルでは、たとえ複数の教官が指導にあたって一人でも数十名の学生の評価を行わなければならない。しかも学生はチーム内で作業内容を分担しているため、評価項目や基準が異なるので同一基準での評価は極めて困難である。そのため、国際交流による交流学习を行う前に、プロジェクト学習を通して、教師の評価項目のランキング化(数値化)および学生自身による評価項目に対する到達度の自己評価を行うという訓練が必要である。一旦、学生が自己評価をできるようになると、自分の持ち味である得意な分野を自覚し、班員に対して自ら指導することにより、他の分野への挑戦意欲がでてくる。その結果、自らが課題を見つけ、問題解決能力を身に付けることができる。しかしながら、これらの自信および自覚が教官および学生に備わっていない状態で国際交流を行うと、数多く出くわす小さなトラブルにやる気をなくしてしまい、授業が成り立たなくなる。

一方、国際交流を行なう場合、学生は自然に地域(インフラ環境)に応じた考え方や有効な技術が存在することが視野に入る。すなわち、技術者倫理的な能力の評価においてはテーマ設定などにおける過程を記録させることにより行うことができる。例えば、今回のソーラークッカーを作るにあたり、目

標を設定する際に「なぜ作る?」「それは必要?」と考えた時、学生から「日本では必要ないが、カンボジアなど電気のインフラの整っていない地域では稲作地域だが、お米が炊けたら良いよね」「完成したら寄贈して実際使用してほしいな」など意見が出た。そして最終目標が「クッカーでお米を炊く」と決定したわけであるが、この目標は日本の環境を視野に入れては生まれてこなかっただろう。これから、エンジニアとして社会に出た時、相手の立場に立った考えで技術を活かさなければならないが、国際交流においてはその地域性(時差や気温など)は必ず視野に入れた発想になるので、スムーズな工学倫理を行なうことができる。これらの評価は自己評価として「相手の立場に立った考え方ができるようになった」の項目を挙げられるように学生自身が気づけばいいが、気づかない場合は教官が助言する必要がある。

## 5. むすび

我々は今回試験的に、学生有志を募り、国際交流支援団体アイアーンのプロジェクトの一つである「ソーラークッカー製作」を通じ、主に、課外活動として学生が国際交流を果たした。その結果、学生達は自らプロジェクトのゴールを設定し、製作を行い、また、製作に対する期待をインターネット上で得て、学生の非常に高いモチベーションを維持したまま作業が行えた。

本校機械工学科においては、これまで1年のデザイン工学基礎でメディアリテラシーを中心としたプロジェクト学習、2年のデザイン工学演習でのものづくりを通じてのプロジェクト学習を行ってきた。そのため、交流学習を行うに際し、異文化および外国語圏におけるコミュニケーション能力中心のプロジェクト学習と位置付けて国際交流を行うことが可能である。さらに、今回の課外活動に

おける国際交流の経験を通じて、工学的な専門性を生かした遠隔地および外国語圏での国際交流をカリキュラムに取り入れることが可能である。

しかし、一般にはこれら国際交流活動をカリキュラムに組み入れる場合、いきなりプロジェクト学習と交流学習を含んだものでなく、少なくともどちらか一方に重みを置いた教科を行わないといけないことがわかった。

また、国際交流を支援している多くの団体の中、アイアーンは現在一部のプロジェクトで既成のガイドラインに基づく国際交流も試みられているが、多くのプロジェクトがガイドラインに縛られること無く、当事者間の話し合いからお互いがやれる方法で、やりたいことや、参加できる期間を決めて交流するシステムが多く、工学的専門知識や技能を活用できる交流を行うためのパートナー探しにおいて非常に有用であることがわかった。

このようにアイアーンの活動でのものづくりはロボコンなどの高度な技術を用いずに行うことができ、しかしながら、自然(必然)的に難しい技術を日本語圏外の人々や年齢の異なる人達にわかりやすく説明すると言う行為は相手の立場に立ったものの考え方の練習になり、技術者倫理や総合的説明能力の養成に値し、取り組みやすく、重要な実践である。

## 参考文献

- 1) 747-7, <http://www.iearn.org>.
- 2) ソーラークッカー, <http://solarcooking.org/>.
- 3) F. A. ガーボーン, 創造力を伸ばせ, (1955), 上野一郎訳, 日刊工業新聞社, 1982.
- 4) 747-7 Japan, <http://www.jearn.jp/japan/index.html>.
- 5) 森和夫, CUDBAS の発展とその展望、職業能力開発研究、16巻, 109-128, 1998.
- 6) 鈴木敏恵, これじゃいけないの!? 総合学習、図書印刷、62, 2002.