

技術科教育としての産学連携とカリキュラム・マネジメント (1)

— エネルギー変換分野における神戸と但馬の授業実践 —

Curriculum Management and Collaboration of Industry - University for Technology Subject (1)

— Class Practice of Kobe and Tajima in the Technology of Energy Conversion —

○ 藤本 光司* 鈴木 茂士** 井上健司*** 荻窪 誠侑****
Koji FUJIMOTO Shigeji SUZUKI Kenji INOUE Masayuki OGIKUBO

芦屋大学*
Ashiya University Graduate School *

神戸市立垂水東中学校**
Kobe Municipal Tarumihigashi Junior high school**

川崎重工 (株) ***
Kawasaki Heavy Industries Ltd ***

芦屋大学 大学院 教育学研究科 M1****
Ashiya University Graduate School of Education M1****

あらまし：教科間連携や異校種連携（幼少中など）などカリキュラム・マネジメントを取り入れた教育活動が注目されている。技術科教育のさらなる可能性を探るためにカリキュラム・マネジメントを導入し活動範囲を広げることにした。本稿では、まず、理論背景を整理し、産官学の関連による実際の授業実践事例を紹介する。一方では、続報(2)として、荻窪が幼稚園との連携を報告する。

キーワード：カリキュラム・マネジメント、中学校技術科、エネルギー変換の技術、異校種連携

1. はじめに

今回の学習指導要領の改訂では、教える内容の他、学習活動の結果としての資質・能力の育成に重点が置かれている。これらの育成に関して具体的な実施は、学校や当該校でのカリキュラム・マネジメントを工夫するよう求めている。

このような背景のもと、児童・生徒にこれから求められる資質や能力として、一ノ瀬^[1]は、学校教育活動の自律性の側面から、「今後の教育活動において、教師は学習指導要領による学習内容の享受者に留まらず、社会問題に積極的に取り組む人材の育成について学習活動を通して自律的に実践していくことが強く求められている」と指摘している。一方、鈴木^[2]らは、理科教育において教科横断的な視点を深化させ、思考力・判断力・表現力等を育成する理論として、「共通感覚的学習における「自然事象に対する自分の概念を考察や解釈を通して明らかにする」、「話し合いや発表を行って概念を比較・検討し、「共通感覚」から「常識」をつくる過程を通して科学概念を構築する」の二つの視点が、教科横断的な視座においても有用である」と述べている。他方、竹内^[3]は、平和教育の側面から、カリキュラム・マネジメント理論整理に関して、次期指導要領の特色と、現在進められている教育制度改革の関係を検討し、カリキュラム・マネジメントに関する教育学理論を概観している。また、カリキュラムの「分

化と統合」の基本理論を整理しつつ現在の指導要領の位置づけを確認し、統合の事例として、イギリスのクロスカリキュラムの歴史と理論を検討している。

2. 教科横断化の授業設計モデル

鉄道における軌道構造で、2つの線路が同一平面で交差する箇所をDiamond Crossingと呼ぶが、昔の阪急西宮北口駅がそうであった。筆者は、これまで総合的な学習の時間で培ったクロスカリキュラム手法に着目し、教科内領域あるいは他教科領域が横断化する場合の授業設計モデル、「ダイヤモンドクロス」を2008年に開発し報告^[4]した。

技術科(4領域)と家庭科(4領域)の一例を紹介すると、各領域を正多角形上(ここでは8角形)に並べ、相互に関連する領域や学習内容を配置し線描画で結合する。この描画を施すことにより、授業の基本設計や授業イメージの把握を行い、さらなる発展的な授業設計への想起が促進できる。これまでの事例を図1で紹介すると、環境教育と技術・家庭科教育を融合した授業設計である。これは現行の学習指導要領(技術・家庭)の8領域を示しているが、ちなみに、「GC:生物育成(ミミズの育成と野菜栽培)、GD:情報技術(土壌の計測・制御)、GA:加工技術(木製コンポストの設計・製作)、KB:食生活(栽培した野菜の調理)、KD:消費生活と環境(食生活と環境)」として設定している。

なお、図中の「G」は技術分野、「K」は家庭分野の略称である。本稿で述べるカリキュラム・マネジメントのモデル化においてもこの理論を活用した。

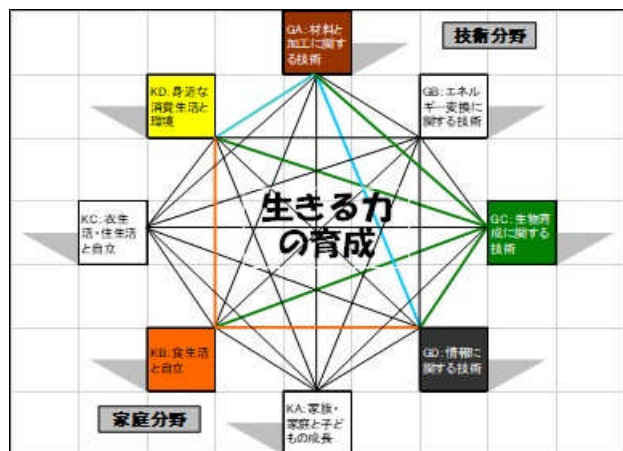


図1 「ダイヤモンドクロス」(藤本, 2008) [4]

3. 神戸市技術・家庭科研究部会との連携・協働作業

(1) 汎用性のあるエネルギー変換の教材モデル

省エネということばが広く社会に定着して久しいが、最近では、持続可能な社会を目指しエネルギー資源の有効利用や再生可能エネルギーの利用拡大の重要性が叫ばれている。これからの社会を担う生徒には、機器のエネルギー効率をよくするためにはどのような開発がなされており、利用する場面でもどのような工夫が大切であるかを考えさせる必要がある。

① 神戸市の題材目標

神戸市の研究部会では、2019年度秋に開催される全国中学校技術家庭科研究大会(兵庫県大会)に向けて全市の約80校の技術科教員を招集し取り組んだ。

神戸市が担当する技術科エネルギー変換の領域は、技術の見方・考え方を働かせた実践的・体験的な活動を通して、適切かつ誠実にエネルギー変換の技術を工夫し創造しようとする実践的な態度を育成することを題材の目標に設定した。

② 研究授業における指導観

2017年度から3年に及ぶ教材開発に向けて、筆者らの大学教員ならびに川崎重工の専門家と協働して内容を精査しカリキュラム・マネジメントを位置づけた

この授業実践は、生徒たちが他の班や自己の記録と競うことでエネルギー利用の最適化について意欲を持って学ぶことができる。また、班の中で意見を出し合い工夫することで解決策の検討、計画、実践、評

価、改善といった一連の学習ができる教材である。単純な製作ではあるが、奥の深い取り組みが可能で、達成感や感動を味わいながらプロセスを学び「見方・考え方」を実生活で活用できるようにしたい。今後、理科で学ぶ「エネルギー保存の法則」との連携が計れるようにカリキュラム・マネジメントとして留意する。一方では、位置エネルギーの効率化を求める学習を通して、生活や社会につながる課題を発見し、解決する主体的・対話的で深い学びの創造を目指した。



図2 神戸市における授業研究の様子。2017~2019

③ 県内調査による課題の明確化について

2018年度に兵庫県内でのアンケート調査^[5]では、「ものの仕組みや特徴を調べるために、調査や実験、観察などを行いましたか」という設問に対して、肯定的回答が56.3%にとどまった。このことにより県内教科部会の課題として取り上げられた。そこで、今回の教材化は、エネルギー変換について同一条件のもとで同じ材料を使って生徒たちが何度も試行錯誤して取り組めること。また、費用的に安価な教材モデルであり、多くの学校で汎用的に活用できることも念頭に置いた。神戸市内の複数校で、調査や実験・観察を実施し、問題解決型学習への課題設定、実習方策、教材研究など約3年の歳月をかけて研究を深めた。

④ 技術科としての「見方・考え方」について

- ・班やチーム単位で改良点や課題を議論できる。
- ・設計・試作の結果に基づき改善点を考察する。
- ・自ら課題を見つけ、その設定ができる。
- ・発想を大切にして創造的な工夫を行える。
- ・実験結果よりの確かな考察ができる。

(2) 大学授業との連携「台車の設計と試作」

上記で示した神戸市の取り組みを大学に持ち帰り、技術科の教員志望の学生に対して、本題材を用いて取り組ませた。図3は、学内の教室で、本授業を想定して模擬授業を実施している様子である。



図3 学内での教材のモデル化（試作・制作）の様子

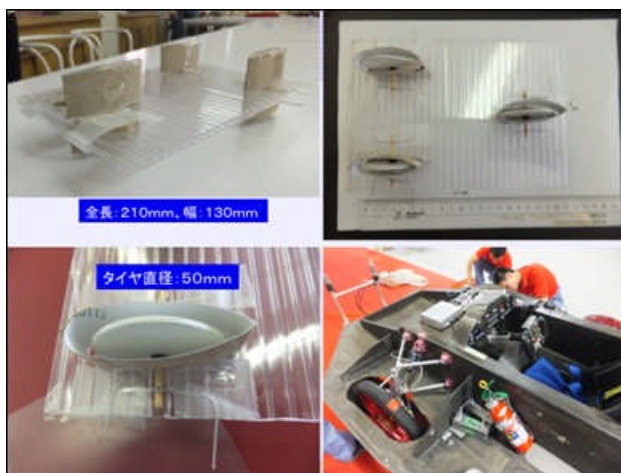


図4 ソーラーカーをモデルとした設計と試作

DL（ディメンションランバー）材を用いた材料加工
設計→試作→製作のプロセス

規格材 ※2×4など

DL材を使用した設計と製作
強度・構造を考えた科学的な設計とシミュレーション

- 製作品に必要な機能を考えるだけでなく、使用時に加わる荷重を考えた材料の使い方や組み合わせ方、構造を強くするための学習
- 幅の異なる3種類の角材（市販の規格材モデル）と丈夫で接合のしやすいL型材を組み合わせた製作品を

※ミニチュア模型製作（方眼・木目印刷済、両面テープ） 寸法82×490mm
税込み 300円 ※山崎教材

参考文献：大谷忠（東京学芸大）、山下晃功（鳥根大）

図5 材料と加工の技術における学生用教材

一方、図4は、本学のソーラーカーをモデルとして学生が協働で試作した台車のモデルである。今回の研究授業で使用する材料と同じものを使用して製作した。他方、図5は、設計と試作の流れを学習させるための材料と加工の分野で説明する学生製作教材である。

4. 但馬地区技術科研究部会との連携・協働作業

但馬地区の美方郡は、兵庫県の北西部、鳥取県と日本海に面した海、山に囲まれた地域である。さらに、郡内各地に多くの温泉源が点在している。新温泉町にある湯村温泉は、「夢千代の里」としても知られている。その源泉は、湧出量470L/分、温度98℃の高温で湧き出しており、名実ともに「温泉」を象徴するような温泉地である。近年、エネルギーの問題が注目され、但馬エリアでは新温泉町で温泉バイナリー発電が導入されている。但馬地区の研究部会では、数年にわたり地域の教材を利用した研究を重ねてきた。エネルギー変換の技術では、但馬地域の特色の1つである温泉の熱を利用した「温泉バイナリー発電事業」に着目し、本学と共同で研究に取り組んでいる。但馬地区の研究部会では、県の研究主題を達成させるために再生可能エネルギーに着目し、エネルギー問題・環境問題について研究を深めることとした。さらに、持続可能な社会の実現に向けて、技術と社会、技術と環境との関わりについて生徒たちに理解させるとともに、地域の教材から主体的な学びを創造させることとした。

(1) 汎用性のあるエネルギー変換の教材モデル

手回し発電機から発生させた電力が、光・熱・動力へ変換されたり、湯の熱が電気エネルギーに変換される様子を観察・実験を通して確かめさせるなど、様々な実践的・体験的な活動を取り入れた学習によって、主体的・対話的で深い学びの創造が実現できると想定した教材モデルの開発を行った。

① 但馬地区の題材の目標

県内のアンケート調査結果に基づき、生徒自らが生活や社会を支えるエネルギー変換の技術の重要性に気付き、その「技術に込められた問題解決の工夫について考えること」について、次期学習指導要領の「C(1)-イ」を目標とした。研究テーマは「地域の再生可能エネルギー発電から学ぶ、主体的・対話的で深い学びの創造」に設定して研究を進めることになった。

実際の授業では、発電機を組み込んだ簡単な電気機器の製作を行うとともに製作品を活用した実験や体験活動を行った。さらに、カリキュラム・マネジメントとして地域の温泉利用発電施設の見学を実施した。一方、ペルチェ素子による発電の観察・実験を行うことによりエネルギー変換と環境問題に対する興味・関心を引き出そうと考えた。

② 但馬地区の指導感

現在のエネルギー問題は、自給率が6%まで下がったエネルギーの安定供給体制の確立、化石燃料使用による地球温暖化への対策が急務である。これらの課題を主体的に認識するためには、化石燃料に代わる再生可能エネルギーの開発とその特徴を知り、省エネルギーに向けた取組を推進していく教育こそ、持続可能な社会の実現には不可欠である。

但馬地域には、有数の温泉を活用した温泉バイナリー発電、ペルチェ素子温度差発電施設が稼働しており、地域と一体になったエネルギー教育が可能である。また、カリキュラム・マネジメントの視点として、理科や社会科等との教科連携ならびに、地域資源の有効活用を図っている。具体的には、施設を見学し、発電方法や発電効率など専門的な講義を担当者から拝聴するといった教科を超えた学習として、但馬地域が取り組む次世代エネルギーの有効活用を知る機会に設定した。さらに、ペルチェ素子を使用した温度差発電を授業に取り入れ、エネルギー変換の技術の「見方・考え方」を働かせながら、さまざまな素材や発電方法を知り、環境負荷や経済性などに着目し、技術が最適化されていることに気付かせることをねらった。図6にペルチェ素子を使用した実証実験装置を示す。また、図7に生徒が使用する実験装置ならびに、実際に使用したペルチェ素子を示す。



図6 ペルチェ素子を使用した実証実験装置（実物）

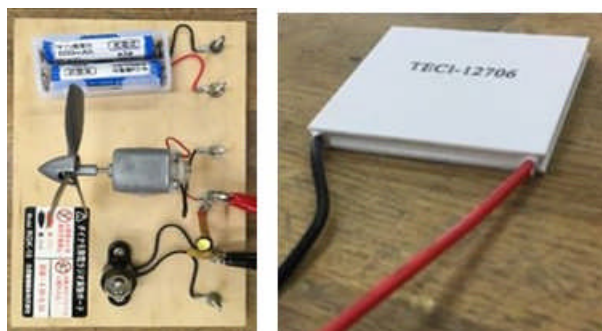


図7 生徒使用の実験装置と使用したペルチェ素子

5. おわりに

本稿では、兵庫県内の2地域の研究授業をサポートした内容を示した。各地域で、様々な実態を垣間見つつ、適切に課題を把握し、地域と学校が一体となって環境問題に取り組むなどを大学側でもサポートした。神戸市の実践では、産学連携のモデルとなるように大学の他、企業の専門家との連携をモデルにしたカリキュラム・マネジメントを推進した。一方、但馬地域の実践では、ふるさとの良さを大切に「持続可能な社会の実現」に向けて、生活を工夫し創造する資質・能力を育むためのカリキュラム・マネジメントを確立した。今後の課題は、さらに学生が活動できるフィールドを大学としてどう確立していくかが課題と考える。

引用・参考文献

- [1] 一ノ瀬敦幾、「生きる力」を育成する「主体的・対話的で深い学び」および「カリキュラム・マネジメント」に関する考察、教科開発学論集、2018、pp 11-21
- [2] 鈴木一成、他、「教科横断的な視点における共通感覚的学習の実践的検討」、東洋大学文学部紀要 教育学科編 43 巻、2017、pp51-58
- [3] 竹内久顕、「次期学習指導要領におけるカリキュラム・マネジメントの理論と方法」、東京女子大学紀要論集第 67 号、2016、pp219-241、
- [4] 藤本光司、「中学校で担うべき情報教育の方向性、小・中・高等学校の連携と授業設計」、学習情報研究 2008 年 9 月号『特集、情報教育の視点から新学習指導要領を読み解く』、(財) 学習ソフトウェア情報教育センター、2008、pp18-19
- [5] 兵庫県中学校校技術・家庭科研究部会、「第 58 回 全国中学校校技術・家庭科研究大会（兵庫大会）研究冊子」、全国中学校校技術・家庭科研究会、2019、pp20-23