

STEM教育を重視した台湾北部の自造者教育

Maker Education focus on STEM Education in the North part of Taiwan

門田 和雄

宮城教育大学教育学部

近年台湾では、日本の小学校に相当する国民小学及び中学校に相当する国民中学、高等学校に相当する高級中学において、STEM教育の観点を重視して、3Dプリンタやレーザー加工機などのデジタルファブリケーション機材を積極的に活用した自造者教育が急速に普及しつつある。本研究では台湾北部にある新北市立永和国民中学の訪問調査を行い、教科「生活科技」の取り組みについて、日本の中学校における教科「技術・家庭」の技術分野との比較検討を行い、デザイン思考が重視されていることを明らかにした。また、自造者教育の拠点となる新北市及び宜蘭市の自造者教育センターの訪問調査に基づき、従来の手わざの教育だけでなく、デジタルファブリケーション機材を活用したSTEM教育を重視した自造者教育に取り組んでいることを明らかにした。

キーワード：STEM教育，自造者教育，台湾北部，デジタルファブリケーション

1. はじめに

STEM教育は、科学 (Science)、技術 (Technology)、工学 (Engineering)、そして数学 (Mathematics) の頭文字をとった、2000年頃からアメリカで呼ばれ始めた教育モデルである。2013年5月には国立科学技術協議会のSTEM教育委員会が全米STEM教育5か年戦略 (NSTC,2013) を発表して、アメリカがSTEM教育に尽力する姿勢を示した。この背景には、PISA (国際学力調査) における科学リテラシーの結果が低下していることや将来におけるSTEM分野の人材不足が予想されること、女性やマイノリティにSTEMの学びが閉ざされてきたことなどがあげられている。この考え方が元となり、STEM教育は世界各国で形をいくらか変化させながら普及している。そのため、絶対的な定義はないものの、「子どもたちが自ら課題を発見して、何かを作りながら学ぶ」という教育を総称するものとして広がりを見せている。

近年台湾では、日本の小学校に相当する国民小学及び中学校に相当する国民中学、また高等学校に相当する高級中学において、3Dプリンタやレーザー加工機などのデジタルファブリケーション機材を積極的に活用した自造者教育が急速に普及しつつある (Lin,K,2017)。ここで自造者教育とは、英語のMaker教育に相当する語であり、STEM教育も踏まえた、作ることで学ぶ教育のことである。

日本の文部科学省に相当する台湾の教育部は2016年、台湾の学校における自造者教育に1.6億元 (1元＝3.8円で換算すると日本円で約6億円) の予算を投じて、各学校にデジタルファブリケーション機材を整備して、それらを指導できる教員研修にも力を入れている。また、国立台湾科学教育センターや自然科学博物館、科学技術博物館、海洋科学技術博物館などの社会教育センターとも連携して、さまざまな展示会や競技会、講演会などを実施している。その中心となるのは、全国各地に設置が進められている自造者教育センターである。また近年、台湾師範大学にてMaker教育を担当できる教員を養成するための認定講習なども実施されている (張玉山, 2018)。

著者は先に、日本の職業高校に相当する台湾の高級職業学校における技術・職業教育について訪問調査を実施し、その専門性の高さや大学進学率の高さなどをまとめた (門田, 2016)。また、日本の普通科高校に相当する高級中学においてもデジタルファブリケーション機材を積極的に活用している実態を訪問調査し (門田, 2017)、さらに高雄師範大学を中心とする台湾南部における自造者教育についてもまとめた (門田, 2018)。

本研究では、2019年からの本格実施が予定されている十二年国民基本教育課程 (國家教育研究院, 2016) を見据えた台湾の国民小中学校における自造者教育について、2017年9月に実施した新北市立永和国民中

学の教科「生活科技」の取り組み、また、自造者教育の拠点である新北市及び宜蘭市の自造者教育センターの訪問調査に基づき、STEM教育を重視した台湾北部の自造者教育の動向をまとめる。

2. 台湾の国民小学及び国民中学の教育

(ア) 学習領域と授業時間数

台湾の国民中学及び国民小学の教育課程は、国民中小学九年一貫課程綱要（台湾教育部，2003）に示されており，2001年から段階的に実施に移された。ここで国民中小学とは，一部の一貫校を除いて国民小学と国民中学の別々の学校だが，この綱要では国民小学の6学年は1～6学年，国民中学の3年間は7～9学年と示される。授業時間は国民小学の低学年で週あたり22～24時間，中学年で28～31時間，高学年で30～33時間，国民中学では週あたり32～35時間である。これらの授業時間のうち，7つの学習領域に関する時間数は約80%とされており，残りの20%は各学校の特色に基づいて弾力的に設定でき，ここには学習活動的な内容のほか，学校行事的な内容も含まれる。なお，国民小学の1単位時間は40分，国民中学の1単位時間は45分が基準である。

この九年一貫課程綱要では，従来の細分化された科目が，国語と英語の「語文」，「健康と体育」，「社会」，「芸術と人文」，「自然と生活科学技術」，「数学」，「総合活動」の7つの学習領域に再編成された。なお，「総合活動」には，情報，環境，人権，家庭，郷土，性（ジェンダー）の6つが示されている。各学習領域の授業時間の割合は，「語文」が全体の20～30%，それ以外の領域はそれぞれ全体の10～15%のように，各学校の特色に基づいて設定できる。たとえば週30時間の授業時間を設定した場合，学習領域に関する学習時間は24時間，弾力的な学習時間は6時間になる（山ノ内，2008）。

(イ) 学習領域「自然と生活科学技術」

学習領域「自然と生活科学技術」は国民小学3年から国民中学3年まで設置されている。ただし，国民小学段階では，物質，生命，地球など自然の学習が主であり，日本の中学校の技術分野に関する内容は主に国民中学以降で扱われる。なお，国民小学の1年と2年には，「社会」，「芸術と人文」，「自然と生活科学技術」の3領域を1つにまとめた「生活」が設けられている。ただし，先に述べた「総合活動」の学習領域や弾力的

な学習時間において，技術分野の学習が行われることも多い。なお，日本では「家庭」に関する内容は，小学校の第5，6学年の「家庭」，中学校の「技術・家庭」で扱われているが，台湾では「家庭」に相当する内容は，国民小学1年より「生活」及び「健康と体育」の学習領域において，「個人」，「家族，人間関係，家庭生活全般」，「衣生活」，「食生活」，「住生活」，「環境，消費生活」などが幅広く扱われている（浜島，2009）。

国民中学における技術分野の内容に関しても学校ごとに弾力的な運用が行われている。木材加工と電気回路，機構に関する内容は多くの学校で扱われており，時間は週1時間程度である。機構に関する学習は木材やプラスチックによる材料加工で扱われており，金属加工はあまり行われていない。また，日本の中学校技術科にはある生物育成に関する内容は存在しない。一方で，近年推進されている自造者教育の取り組みにおいて，3Dプリンタやレーザー加工機などのデジタルファブリケーション機材が導入されている学校が増加している。

なお「総合活動」に含まれる「情報」は，国民小学3年から国民中学3年まで正式な課程として定められている。情報の専任教員が配置され，国民小学段階からビジュアルプログラミング言語Scratchや教育用マイコンボードであるmicro:bitなどを活用したプログラミング教育に取り組む学校もある一方，「総合活動」の他の分野に力を入れる学校では，情報に関する教育がほとんど行われないこともある。

(ウ) 十二年国民基本教育科技領域課程綱要草案

台湾では2014年より，国民小学6年，国民中学3年，高級中学または高級職業学校3年の十二年国民教育制度が開始された。これはそれまでの九年国民教育に代わるものであり，十二年国民教育制度は教育普及，授業料無料，非強制的進学及び入試免除を基本として実施されている。これに伴い，2019年より十二年国民基本教育課程が本格的に開始される予定であり，その綱要が2016年に草案として公開された（台湾教育部，2016）。現在，本格実施に向けた準備が進められている最中である。

ここで注目すべきは，従来の学習領域である「自然と生活科学技術」が「自然科学領域」と「科技領域」とに分離されたこと，そして「科技領域」が「情報科技」と「生活科技」を含むものとして位置付けられたことである。ここで単位数は，国民中学の「科技領域」において各学年2単位が必修，普通科高校に相当する

高級中学においても、同じく「情報科技」と「生活科技」が3年間の中で2単位が必修、8単位が選択とされている。なお、科技領域の綱要にはSTEMの文言も見受けられる。

3. 新北市立永和国民中学の訪問調査

3.1. 学校の概要

国民中学における教科「生活科技」と自造者教育の取り組みに関する理解を深めるため、新北市立永和国民中学の訪問調査を実施した。学校が所在する新北市は台湾の首都・台北市を取り囲んだ衛星都市であり、台湾最大の行政区である。1968年に創立されたこの国民中学は全校生徒が約3300人の大規模校であり、各学年は約40学級、1学級の生徒数は30名程度である。なお、校長、教頭ともに女性、「生活科技」の教員も10名中4名が女性であった。校舎内を見学した後、「生活科技」の教育内容と自造者教育の取り組みについて、詳しく伺うことができた。

3.2. 「生活科技」の教育内容

この学校での「生活科技」の単位数は、各学年1単位の合計3単位であり、各学年で学ぶ内容を次に紹介する。なお、台湾の国民中学では日本の中学1～3年に相当する学年を7～9年で示す。

国民中学7学年の前期には、立体を投影図に表す製図を学んだ後、椅子や机などの小型模型を紙や木材で製作する。後期にはゴム印製作や手作業による製本、スクリーン印刷などに加えて、3DモデリングソフトウェアのSketchUpを使用して部屋の間取り図などのモデリングを行う。

8学年の前期には7年次の模型製作を発展させて木材加工による実用的な家具やおもちゃの製作を行う。また、銅腐食版画や磁石で付くプラスチック製品なども製作する。後期には厚紙や段ボールなどで橋を製作して、耐えられる荷重を競うブリッジコンテストを行う。

9学年の前期には、乗り物をテーマとしてソーラーカーや水ロケット、紙飛行機などの製作を行う。また、クランク機構やカム機構で動くオートマタの設計を行い、木材で製作を行う内容もある。この実践例として、カム機構を用いた木工作品を図1に示す。後期には電気回路の基礎を学び、交流の照明機器や直流のLED照明機器の製作を行う。

それぞれの設計・製作においては、丁寧に時間をか



図1 木工によるカム機構の作品

けてものづくりの技能を高めることよりもイノベーション的なアイデアを生み出して、素早くプロトタイプを作るデザイン思考が重視されている。問題解決能力を高めるこの取り組みは、STEM教育にも通じると考えられる。

3.3 自造者教育の取り組み

この学校では2014年より、これまでの手わざを中心に学ぶ教育内容だけでなく、デジタルファブリケーション機材を活用した自造者教育にも取り組んでいる。「生活科技」の必修内容ではまだあまり活用されていないようだが、学内には3Dプリンタが約10台、大型のレーザー加工機が2台あり、弾力的な学習時間において活用されはじめている。自造者教育を行うための教室を図2に示す。

これらの取り組みは十二年国民教育科技領域課綱草案の実施を踏まえて、自造者教育の拠点校として



図2 自造者教育のための教室

これらの機材を活用した教員研修が連日開催されている。具体的にはレーザー加工機や3Dプリンタの基本操作実習。デザイン思考を重視したLEDスタンドやスマートフォンの音声を増幅する木工作品などがある。なお、活動の様子はFacebookの公開グループ「永中 I make」「永和國中自造教育及科技中心」にて、積極的な情報発信が行われている。

4. 自造者教育センターの訪問調査

(ア) 自造者教育センターとは

台湾の学校では、STEM教育を重視した作ることで学ぶ自造者教育を普及させるため、各地にそれらを体験しながら学ぶことができる自造者教育センターが設置されている。これは台湾の教育部が2016年から本格的に開始したものであり、2017年までに台湾の各県に22カ所が設置され、2020年までに百カ所の設置が設置される予定である。応募は公募方式であり、指定された所には、設備費や運営費（材料費、交通費、教材印刷費等）、人件費等が支給される。

日本の教育センターは学校外の建物に各教科の専門家が集まるという印象だが、台湾の自造者教育センターは、国民小学や国民中学の敷地内に設置されている。その規模は大小さまざまであるが、いずれも3Dプリンタやレーザー加工機などの機材が設置され、児童・生徒の活動や教員研修などが実施されている。

(イ) 新北自造者教育センターの訪問調査

新北自造者教育センターは、新北市立積穗國小学内にある。新北市は2015年から自造者教育示範中心の設置推進をはじめ、これまでに5つの高級中学等に設置を行い、2017年5月にオープンしたこの施設は国民小学としては初めての設置である。小学校の空き教室を改装した作業室と隣接して各種の機材が並ぶ小部屋という比較的小さなスペースだが、中型のレーザー加工機や3Dプリンタをはじめとする基本的なデジタルファブリケーション機材、また各種の工具など、設備は充実している。五角形の机が3つある作業室の様子を図3に示す。

国民小学では弾力的な学習時間において科技領域を学ぶとされており、その時間を活用してデジタルファブリケーションやプログラミングなどが実施されている。また、STEM教育の観点からドローンや水中ロボットに取り組む事例の紹介もあった。放課後に活動するものづくり活動のクラブもあるという。



図3 新北自造者教育センター



図4 レーザー加工機



図5 レーザー加工機で製作したモデル

小学生の取り組みとしてはハイレベルの内容が多く、驚かされた。

ここでは実際に図4に示すレーザー加工機で製作した部品を活用したワークショップの一つを体験することができた。その内容は、図5に示すような地域

ごとに区切られた台湾の地図のモデルのそれぞれの隙間に色付きの砂を詰めて、上下を透明なシートで覆い、ねじ止めをしてキーホルダーを完成させるものである。作業を楽しみながら、新北や台北、台南、高雄などの台湾の地名を覚えることができ、30分ほどで完成させることができた。

(ウ) 宜蘭自造者教育センターの訪問調査

① 宜蘭自造者教育センターの概要

次に訪問した宜蘭自造者教育センターは、台北駅から特急列車で1時間半程度の場所にある台湾北東部の宜蘭県羅東鎮の成功国民小学の敷地内に2016年12月にオープンした。新北自造者教育センターは校舎内の一部を活用していたが、こちらは敷地内にある日本統治時代に建設された赤煉瓦造りの大講堂を改修した天井の高い体育館程度の広いスペースを活用している。成功国民小学の創設は日本統治時代の1921(大正10)年、舊禮堂とよばれるこの大講堂の創設は1942(昭和17)年である。台湾の歴史的建造物にも認定されている舊禮堂の内部の様子を図6に示す。2015年に赤煉瓦の建物などが創建時のデザインのまま修復され、現在はMaker教育及びSTEM教育の拠点となっている。羅東鎮は古くから林業が盛んな地域とすることで、この自造者教育センターの設置にあたり、5名の教員が周辺地域から集まり、使用する机や椅子などを自作したとのことである。

② 宜蘭自造者教育センターの取り組み

宜蘭自造者教育センターも他の自造者教育センターと同様に、十二年国教科科技領域課綱草案の本格実施を踏まえて、教員研修の場として活用するとともに、宜蘭県周辺の国民小学の児童を集めたワークシ

ョップが数多く実施されている。その内容には、「木工創意課程」、「ロボット創造課程」、「3Dプリンタ発明創造課程」「レーザー加工機課程」などがある。いずれも実践的かつ創造的な問題解決の方法である「設計思考=デザイン思考」という言葉がキーワードとなり、観察→討論→設計→問題解決の流れが重視されている。

施設内には各課程に対応したスペースが割り当てられており、それぞれのゾーンには木工工具やロボット教材、3Dプリンタやレーザー加工機など、各種の機材が豊富に並んでいる。これだけ広いスペースがあれば、複数のワークショップを同時並行で実施することや、展示会なども実施できるだろう。

「木工創意課程」では図7に示すスペースで木材片からのこぎりや彫刻刀などの手工工具のほか、糸鋸盤、ベルトサンダーなど電動機械を用いて図8に示したスプーンを製作するワークショップが実際に行われてい



図7 木工創意課程のスペース



図6 宜蘭自造者教育センター



図8 木工創意課程でのスプーンの製作工程



図9 STEM教育と関連した木工教材

る。ここでは基本的な手工具の使い方を覚えながら、単なる技能習得ではなく、設計思考の観点から自らが形状のデザインをして取り組んでいる姿勢が見受けられた。木工に関しては以前から取り組んでいるとのことで、他にも鉛筆立てや皿、おもちゃなど、さまざまな作品の展示が見られた。

また、STEM教育との関連も重視されており、「木工創意課程」では図形や計算などを活用して、児童・生徒に考えさせる場面が盛り込まれている。国民小学の低学年の児童向けには、図9に示すような円や四角形の木片を活用して、図形の基礎を学びながら、これらを木工用ボンドで接着して家の形状などをした立体物を製作するという取り組みが行われていた。これなどはまさにSTEM教育を意識した、作ることで学ぶ事例であるといえる。

「ロボット創造課程」では、図10に示すようなMakeblockやTAMIYA、LEGOなどのロボット教材が



図10 ロボット教材の展示



図11 3Dプリンタで製作した作品

豊富に用意されており、それぞれを組み立てた後に、STEM教育とも関連するプログラミングに関する内容に取り組んでいる。また、ロボットの組み立てキットではなく、ロボットの機構設計を行い、Arduinoやmicro:bitなどのマイコンボードを用いて制御するものも見受けられた。

「3Dプリンタ発明創造課程」では、3Dデータの作成及び3Dプリンタの基本操作の講習から始まる。これらの操作方法を覚えた後は、アイデアを立体物にする発明という観点がより強調され、創意発想→作品製作→文書→プレゼンテーションという流れで取り組んでおり、生徒たちが台湾の発明コンテストで受賞した作品も見受けられた。3Dプリンタで製作した作品を図11に示す。

「レーザー加工機課程」では、2Dデータの作成及び大型のレーザー加工機の基本操作の講習から始まる。作品例は比較的小型なプレートやコースターが多か



図12 レーザー加工機で製作した作品

とと似ている。

今回の訪問調査を通じて、STEM教育の取り組みとして実感したことは、単にSTEMの4つの分野を統合的に学ぶことだけでなく、デザイン思考を取り入れた学び方を重視していることである。そして問題解決のためには素早くアイデアを形に表す必要が生じ、そのためには3Dプリンタやレーザー加工機などのデジタルファブリケーション機材を適切に活用することや、電子工作やプログラミングでそれらを制御するなどの自造者教育が必要になる。台湾では小中学生の段階から、特別な試みではなく、一般的な教育としてこれらの教育に取り組みは始めている。

一方、日本では未だ学習指導要領にSTEM教育という言葉は見受けられず、2020年から小学校における導入されるプログラミング教育は、新教科としてではなく、各教科等の特質に応じて計画的に実施する学習活動として位置付けられている。また、作ることや学ぶ中心の教科である中学校技術科においても、3Dプリンタやレーザー加工機などのデジタルファブリケーション機材を積極的に活用した取り組みは一部ではじまった程度であり、必要な予算措置も公的に講じられているとは言えない。

今後、日本におけるSTEM教育の在り方を検討していくためにも、台湾の自造者教育の取り組みは大いに参考になると考える。引き続き、その動向には注目していきたい。

謝辞

訪問調査でお世話になった台湾の教育関係者の皆様に感謝いたします。なお、本研究は科学研究費補助金(課題番号17K01012)の助成を受けたものである。

参考文献

- Committee on STEM Education National Science and Technology Council (NSTC) (2013) FEDERAL SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) EDUCATION 5-YEAR STRATEGIC PLAN, *Executive Office of the President, Washington, DC*.
- Lin, K. (2017) New paradigm or old wine? The development of STEM education and maker movement in technology education in Taiwan, *TENZ(Technology Education New Zealand)– ICTE (Asia-Pacific) Conference*, 1-5.

張玉山, 周家卉(2018) Maker教師的培育與認證, 臺灣教育評論月刊, 2018.7 (3), 164-174.

門田和雄(2016)台湾における高級職業学校の技術・職業教育, 技術教育研究, 75, 68-75.

門田和雄(2017)台湾の高級中学におけるデジタルファブリケーション教育, 日本機械学会関東支部講演会講演要旨集, OS0301-02.PDF

門田和雄(2018)高雄師範大学を中心とした台湾南部の自造者教育の動向, 日本産業技術教育学会東北支部研究論文集, 11, 15-20.

国家教育研究院(2016年2月), 十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校科技領域草案

台湾教育部 (2003)國民中小學九年一貫課程綱要,

山ノ内寿幸(2008) 台湾「国民中小学九年一貫課程綱要」の策定と七大学習領域の誕生・カリキュラムスタンダードからカリキュラムガイドラインへ, 国立教育政策研究所紀要第137集, 261-270.

浜島京子, 清百恵, 白間有希 (2009) 台湾の新課程綱要及び小学校段階における家庭生活関連学習について, 福島大学総合教育研究センター紀要, 7, 25-34.

台湾教育部 (2016)國民中小學十二年一貫課程綱要