

# 留学生に向けたSTEM教育の基盤構築に関する一考察

## ～STEM教育の構成論的育成メソッドの概観と教材の選定～

衣川 功一

第一工業大学情報電子システム工学科 〒110-0005 東京都台東区上野7-7-4

E-mail: k.kinugawa@ueno.daiichi-koudai.ac.jp

## A Study on Establishment of STEM Education Base for International Students

### ～ An Overview of the STEM and Selection of Teaching Materials ～

Koichi KINUGAWA

Daiichi Institute of Technology, 100-0005 Ueno 7-7-4, Taito-ku, Tokyo

E-mail: k.kinugawa@ueno.daiichi-koudai.ac.jp

**Abstract:** *This paper is a study on human resource development planning for university institutions to realize STEM education in a practical and remote education style toward the realization of Society 5.0 in Japan.*

*Develop an education system to train the STEM field for human resources in remote environments. The following four items will be the main framework for realization. (1) Consider the method of human resource development method in the STEM, which is the core of domestic enterprises' advancement into ASEAN region countries. (2) Establish and test the foundation of the teaching materials that will develop the basic skills of the STME that can contribute to the technological activity of Society 5.0. (3) Confirm the effectiveness of the practical training type education method suitable for human resource development in the STEM. (4) Verification of the feasibility of an education approach that enables distance education across the country and abroad.*

**Keywords:** *Society 5.0 , STEM , International student , Human resource Development , Practical , Remote Education*

### 1. はじめに

本研究は、日本政府が提唱するSociety5.0の実現性を睨んで大学機関の実践教育にSTEM分野の教育を取り上げる。STEM分野の教育メソ

ッドの確立に向けてカリキュラムを企画し、理工系人材の育成と将来の活躍に繋がる実践的な技術者教育の環境づくりに貢献する取組である。

本稿は、技術、ICTに関わる企業で活躍する人材の育成に向けてSTEM分野の基礎力を醸成

する構成論的育成メソッドを国内外に向けて可能とする新たな育成システムの研究の概観と現在までの方途としてSTEM教育の教材の選定について論じる。

## 2. 取り巻く社会的背景

### 2.1 慢性化する技術者不足

日本の産業界は、慢性化する労働者不足の危機の中、2025年までに50万人の外国人労働者を受け入れて国内外の企業に貢献し得る労働人材とする計画がある。2019年4月からは、外国人労働者の受け入れに関わる入管法が改正され、外国人が日本国内で働く機会が拡大される。一方で、多くの企業はASEAN地域諸国を新たなビジネス拠点として人材の現地採用、育成など国内外の空間的隔りがある環境にあっても優秀な人材の獲得に奔走している。

日本の国内に目を向けると、地方衰退化と都市集中化によって工場立地の状況が変化し、地方の優秀な人材の発掘や地域に依存する高い技術力の伝承に至るまで地方と都市のQoL格差が拡大している。

### 2.2 求められる人材像

産業人材の減少が深刻な日本では、平成30年(2018年)6月15日にSociety5.0を巡る国家戦略「経済財政運営と改革の基本方針」が閣議決定された。その基本方針に「人づくり革命の実現と拡大」、「生産性革命の実現と拡大」、「新たな外国人材の受入れ」、「科学技術・イノベーションの推進」、「地方創生の推進」などのキーワードが並ぶ。企業は、人材不足にありながら新たな人づくりからイノベーションの実現に至るまで、国際競争に対峙し戦える新たな事業展開の鍵として、科学技術を有する優秀な外国人技術者の受け入れを積極的に取り組む傾向にある。

企業は、日進月歩な科学技術に対応できる人材を外国人留学生に求めて育成し、来たるSociety5.0の時代を睨んだ企業成長の戦略の柱

へと、その実行力の醸成を図ろうとし、取り組むべき事業特性に応じて科学、技術、工学、数学の4領域の技能を挙げて、これらの技能を身に付けた人材の獲得が課題となっている。

### 2.3 Society5.0から見る背景

ICTを代表とする多くのデジタル技術の進化が現代社会に影響して大変革をもたらす様相を政府はSociety5.0と称し提唱している。古代から狩猟、農耕、工業、情報と人類を取り巻く産業環境が4度に亘って大変革した。Society 5.0は、それに続く5度目の産業界における大変革と叫ばれている。政府の総合科学技術イノベーション会議によると「サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることで人々を地域、年齢、性別、言語等の格差なく多様なニーズや潜在的なニーズをきめ細かに汲み取ってモノやサービスを提供すること」と論じられている。

サイバー空間とフィジカル空間の融合とは、現実的な空間で様々なセンサーや装置が発するデータがIoTによってビッグデータになってクラウドと呼ばれるネットワーク環境を介した空間で多様なデータと共に瞬時に集積され、AIがそれらのビッグデータを瞬時に解析する。その結果から新たな付加価値を産み出し、人々の空間へフィードバックすることを意味する。

言い換えると、温室効果ガス排出削減、食料の増産やロスの削減、高齢化に伴う社会コストの抑制、持続可能な産業の推進、富の再配分や地域間の格差是正などの日本の国内を取り巻く課題をサイバー空間とフィジカル空間の融合によって新しく創造されるイノベーションで解決し、経済的発展へと導くことである。

経済的発展と社会的課題の解決を両立させて、人々が快適で活力に満ちた質の高い生活ができる人間中心の経済社会の実現をSociety5.0として提言している。

また、経団連は、経済社会に山積する課題の解決から未来創造までを幅広く視野に入れている。さらに、革新的な技術開発と多様なデータ

利活用でデジタル社会を進めるドイツの Industrie4.0 の概念も包含しているとし、 Society5.0 を日本の新しい成長モデルへと積極的に推進している。

IoTの黎明期とも言える現代は、様々な情報が溢れかえり必要な情報を見つけたり分析したりする作業が困難になっている。情報の整理に費やす負担も大きい。必要な知識や情報が共有されずに価値を見出さないまま自然廃棄される状態にある。社会の様々な課題解決に情報を活かすことができていない。また、情報が膨大化することで、人々の作業も増加する。AI、機械学習、IoTなどの早期な活躍、活用に期待が高まっている。

Society5.0では、IoTで全てのモノと人々がネットワークを介して繋がる環境が実現し、様々な知識や情報を効率的に共有して多くの情報を迅速に分析するとしている。これによって人は煩雑な作業から解放され、少子高齢化、地方の過疎化などの課題の解決に向けた新たなイノベーションを創造することを可能にし、ロボットや自動運転などの革新的なツールによって日常生活を支援する事ができるとしている。そして、このようなSociety5.0の社会を下支えし牽引する高度な技術者が求められて止まない。

### 3. STEM教育を取り巻く動向と課題

Society5.0の実現と発展には欠くことのできない能力、並びに、永遠に引き継いでゆかなければならない基礎能力の分野に、科学: Science、技術: Technology、工学: Engineering、数学: Mathematicsの4領域が挙げられている。これらの英語頭文字からSTEMと呼ばれている。

本章では、米国の動向と日本の動向を踏まえて、STEM教育の特徴を通したSTEM教育の課題を示す。

#### 3.1 米国の動向

STEMは、東西冷戦期の1957年スプートニックショックまで遡った歴史があると言われている。

米国内において科学技術に関わる能力を国家レベルで向上させる動きが長年続いていた。最近になってオバマ政権下でSTEM分野の能力を持つ人材を他国に先立って増員させる動きになった。科学技術分野の国際競争力で優位に立つための国家戦略である。

多額の国家資金を投じてSTEM分野の教師を10万人増強、高校卒業までの学生の50%がSTEMを経験、10年間でSTEM分野の大学卒業生を100万人増強させるなど、STEM能力を有する人材の訓練制度確立を目標にして現在も継続している。

#### 3.2 国内の動向

“日本は理科離れが進む”との経団連の苦言が端を発してICTによる経済社会の発展にはSTEM分野の能力向上が喫緊の課題であるとし、Society5.0の提言で危機感を訴えている。このことを契機に文部科学省や経済産業省がSTEM分野の能力向上に動き始めた。

IT関連ビジネスが拡大する中で2020年に36.9万人、2030年に78.9万人のIT人材が不足すると経済産業省が予測する中、IT人材増員の動きが活発化する。2020年度からは国内小中校生に対してSTEMの基礎力向上を狙う科目を必修化するなど低年齢層から理工系人材の裾野拡大を図る動きがある。また、埼玉大学教育学部は、STEM教育研究所を設立してSTEM分野の教師育成を進めている。

民間では、低年齢層向けに学習塾形式でプログラミングを教える教室の開設事例が徐々に始まった。インドと日本の交流団体の中で、現地に日本からSTEM講師を派遣する事例も現れた。

しかし、いずれもが低年齢層向けや教師育成の事例であり、企業の成長戦略と理工系学生の就職を繋いだ産業人材の不足を巡る取り組みにSTEM教育を取り入れた事例は未だ見ない。

#### 3.3 STEM教育の特徴と課題

STEM分野の教育科目は電子工作や回路設計のように現物教材を使った構成論的な実習形式

が多い。一般的に徒弟制度のように顔を突き合わせたマン・トゥ・マンによる育成である。

場所が離れる場合は、常に顔を突き合わせるができない。さらに海外に至っては国情や文化の違いから技術伝承を阻害する要因が増し多くの時間と労力を費やすことになる。

遠隔教育は、英会話学習を代表に語学系の教育場面ではインターネット介して音声や画像でインタラクティブに実施するモデルが確立されているが、STEM分野の実習的な要素を含むモデルは存在しない。

ASEAN地域諸国へ進出を企てる企業は効果的な人材確保を考える。現地で暮らす技術者にSociety5.0を支える新たなイノベーションの実現性を高める人材として期待が高まるなかで、STEM分野の基礎力を遠隔環境で身に付けさせる育成メソッドの必要性が高まると予想する。

本研究では、STEM教育の課題を以下の3点に示す。

- ①高度なSTEM分野の基礎力を有する産業人材の育成と輩出
- ②国内外の優秀な人材発掘と遠隔による構成論的な育成環境の構築
- ③ASEAN地域諸国の優秀な技術人材に対する早期育成、早期実用化の実現

#### 4. 研究目的と活動の骨子

本研究の目的は、企業がグローバル成長の実効性を高めるための人材獲得とSTEM分野の人材育成の側面から育成メソッドを構築し、STEM分野の構成論的育成アプローチを遠隔環境で実現させることである。

3章で示したSTEM教育の課題から本研究の課題を「遠隔環境にあるSTEM人材育成システムの開発」として定義し、活動の軸となる骨子を次の4点に定める。

- (1)国内企業のASEAN地域諸国進出の核となるSTEM人材育成メソッドの方策検討
- (2)Society5.0の技術力活性に貢献するSTEM基礎力醸成の基盤構築と試行
- (3)遠隔によるSTEM人材育成に適した構成論的教育メソッドの構築と実効性の確認
- (4)国内外に亘って遠隔教育が実現可能な構成論的アプローチの実現性の検証

本研究の概観を図1に示す。

## 5. 研究の特徴

### 5.1 特徴を活かした試行環境の構築

構成論的なSTEM分野の育成に関して国内外の遠隔環境下での教育が可能になるシステム構築を目指した本研究を進捗させるにあたり開発したメソッドの試行環境が必要になる。

本研究では、筆者が所属する大学機関の特徴を踏まえた試行環境を整え本研究の独自性として差別化する。所属するキャンパスは、ICTとビジネス創造を融合させた教育を中心に技術者を育成する理系学科で、キャンパスにはASEAN地域諸国の外国人留学生が多く、構成比は90%以上である。毎年100人余りの外国人留学生を日本産業界に新卒として輩出している。

留学生の出身国は、ベトナムをはじめネパール、ミャンマー、バングラディシュ、中国など日本企業が事業進出に目を向けるASEAN地域諸国が多い。つまりASEAN地域諸国の人材にSTEM分野の育成を試行する疑似的な環境を容易に整えることができる。本学の外国人留学生に向けて育成メソッドを適用することで、その実効性を深く検証することが可能である。将来的には、現地企業を巻き込む遠隔教育に発展させる素地としても期待できる。



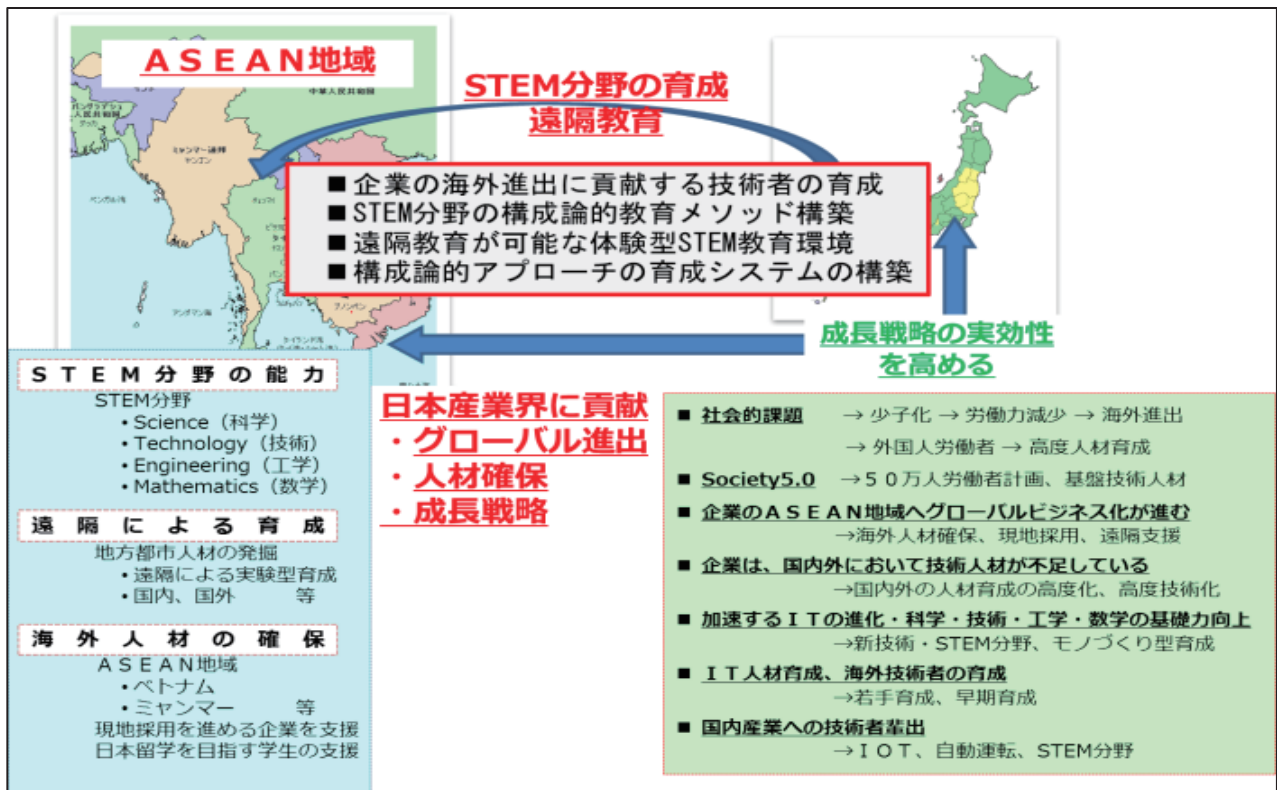


図1 研究の概観

## 5.2 STEM分野の創造的アプローチ

本研究は、IoTやセンサーフュージョン技術をキーテクノロジーとするSTEM分野の人材を遠隔環境で早期に育成するメソッドを実現させることを狙っている。STEM分野の技術系企業の成長を支える人材育成のメソッドであり、将来に亘ってASEAN地域諸国で活躍する外国人材にSTEM技術を伝承する基盤に繋がると考えている。企業の海外拠点の拡充は、人材の現地採用や遠隔教育による育成支援が期待されている。企業の人材採用の側面では、大学機関がSTEM分野の能力を育成した外国人留学生を採用することで企業が直面する技術者不足の課題に創造的な新風を吹き込むことも期待できる。高度な新卒技術者の増大を図る新たな潮流を創造するものと確信している。

## 6. ターゲット定義と施策の概略

本研究のターゲット人材にASEAN地域諸国の大学修学年代の若手技術者を想定し、研究当

初の1~2年は、ベトナムを先行ターゲットとして以下の4項目の施策を実施する計画である。

### ① 遠隔教育の是非に関する検証

初年にベトナム現地視察を通してベトナム国内に向けた遠隔教育の是非を検証する。

ここで企業が求める技術者の属性を明らかにする。併せて、周辺の企業進出候補国を定めて在留邦人数、企業動向、都市化進度、経済成長見込みなどを調査しベトナムに続く国を探る。

### ② 各国のIoT、STEM事情の把握

現地視察によって日本企業の人材採用面での現地依存の状況を調査し、企業の人材採用に関わる課題や現地採用の方向性を見出す。また、ベトナム現地の技術系企業と連携して日本語教育との関係にも目を向け、日本取引に必須な技術用語からの日本語能力とSTEM基礎力の統合の可能性を探る。

### ③ 地方都市のIT事情の確認

ベトナム郊外の地方都市に目を向け、ASEAN地域諸国の地方都市の先行事例としてICT事情を確認し、日本国内や主要都市からの遠隔によるSTEM分野の演習型実験授業や技術系日本語能力の育成課題を整理しSTEM教育の事情や構成論的アプローチの可能性を探る。

### ④ STEM教材の検証

研究当初は、Makeblock社のmBotをSTEM分野の先行教材として選択するが、研究の進捗によって各国のSTEM事情から遠隔教育に活用可能な教材を検討する。併せて、筆者が所属する大学機関のベトナム人留学生を対象にメソッドによるSTEM教育を試行し育成に関わる遠隔教育のインフラを調査し、本研究が目指す育成システムに最適なツール選定とメソッドの質を高める。

本研究の3年目以降は、試行した遠隔育成システムの活用を通してベトナム現地の遠隔教育のモデルを組み立てて筆者が所属する大学機関の外国人留学生と遠隔キャンパスを結んでフィジビリティスタディを実施する。この段階でSTEM育成の構成論的育成アプローチを遠隔地に向けて実践する育成システムの確立を目指す。また同時に、ベトナム以外のASEAN地域諸国への可能性を探り、本研究の長期計画を示し定着を図る。

## 7. 本研究の方途

### 7.1 STEM教材の準備

筆者は、2017年度から外国人留学生に対してSTEM分野育成の可能性を探り準備を進めている。先行して進めている活動としてSTEM教材の選定がある。身近なSTEM教材として、RaspberryPi、Arduinoなどの小型コンピュータとMITメディアラボが開発したScratchプログラムを使ってセンサーシステムの基礎技術研

究を外国人留学生の個人研究として教示しSTEM分野の部分的な技術指導を進めている。

近年は、Makeblock社のmBotを教材として数種類のセンサーモジュールを小型コンピュータに接続しプログラム制御するなどの基礎技術を指導している。

#### 7.1-1 Makeblock社mBot

Makeblock社のmBotは、STEM分野の演習型教育に向いている組立教材である。mBotは、多くのセンサー部品や電子パーツを小型のコンピュータに接続して様々な動作の制御を学ぶ教材である(図2)。

mBotは、ArduinoをベースにしたmCoreと呼ぶマイクロコンピューター(図3)が搭載されて、mBlockで制御される。mBlockは、Scratchプログラミング手法と互換性を保ったプログラミングシステムである。

mBlockは、例えば、超音波センサーの制御としてmBot本体に接続された送波器から超音波を目前の対象物に向けて発信させる命令、その反射波を同様に接続された受波器で受信して対象物までの距離を検出する命令の一連の動きをグラフィカルなプログラミングで制御することができる。センサーに合わせて様々な命令モジュールを組み入れてプログラミングができる(図4)。

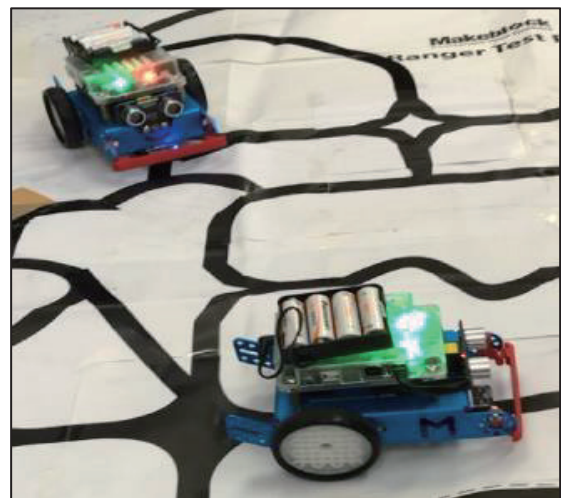


図2 mBot

### 7.1-2 RaspberryPi

mCoreは、STEM教育をターゲットにした専用の小型コンピュータとして初期のSTEM分野の基礎力を養うためには非常に有効である。しかし、STEM教育のカリキュラムの更なる拡張を考えると物足りなくなる。次の段階では、RaspberryPiとGPIOに上級な拡張モジュールを組み合わせ、上位モデルのベースコンピュータも視野に入れている（図5）。

RaspberryPiは、名刺サイズのボードにCPU、拡張GPIOや電源ユニット、ネットワークユニット、SDカードストレージなどが搭載された汎用型の小型コンピュータでRaspberianと呼ばれるLinuxベースのOSが動作し、プログラミングにはScratchを用いるが、他のツール利用へと幅広い選択肢がある。

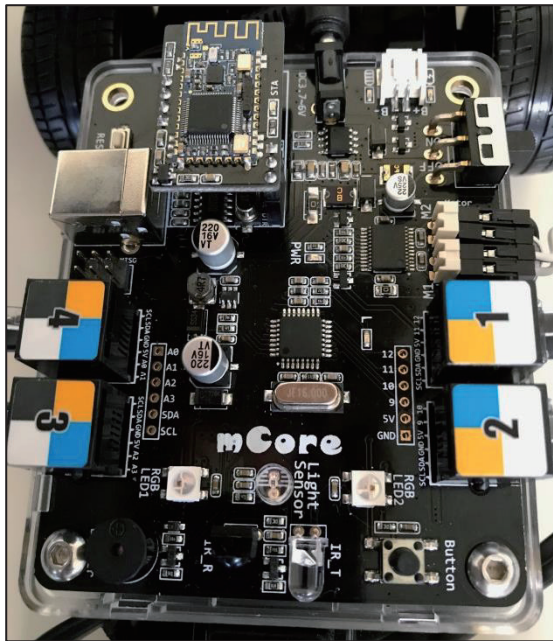


図3 mCore



図4 mBlock



図5 RaspberryPi

Makeblock社は2013年に中国深センで創業され、STEM分野の教育教材の業界ではパイオニア的な企業であり、2016年頃から日本向けに事業を開始し、2017年に日本支社を設立して正式に日本市場に参入した。

### 7.1-3 MIT・Scratch

Scratchは、MITメディアラボによって開発されたGUI型のプログラミング言語学習用IDE



である。プログラムによって問題解決の手続きを導き出すための数学的計算手順をプログラミングとして体験できる。STEM教育の入門には最適なシステムである。STEM分野には欠くことのできない論理的なアルゴリズムの基礎力を養成する目的で開発されている。

また、Scratchは、GUIによる機能部品を組み合わせてロジックを構成し、コンパイラを通して実行可能なC言語プログラムをジェネレートする機能が搭載されており mCore や PaspberryPi に C 言語プログラムとしてアップロードすることができ、上級プログラムにも対応できる幅を備えている。更に、GUIは、英語、日本語を始め、中国語、ベトナム語、ロシア語など30か国を越える国の言語に切替ができるようになっており、ASEAN地域諸国の人材のみならず世界中のSTEM入門者に受け入れ易いシステムである。

#### 7.1-4 遠隔環境の準備

遠隔教育の環境シミュレーションは、Google の Classroom サービスや Skype サービスの活用を視野に実務的な観点で調査している。

特に、ベトナムを皮切りにASEAN地域諸国への展開の可能性を先行して探る。現地のITインフラの事情調査など、現地調査による深堀が必要になるため、現地に詳しいコーディネータを協力者として本研究に参画させる計画である。

#### 7.1-5 付帯事項の準備

本研究の関係学会として、STEM分野で2017年に設立された日本STEM教育学会の動向を見極める。その他、工学教育、遠隔教育、教育教材、センサーフュージョン技術、IoT、外国人留学生、就職活動に類する団体の動向を把握し情報を共有する。

### 8. まとめ

本研究は、日本企業が抱える慢性化する理工系の人材不足をグローバルな視点から人材の獲

得と育成を支援する取り組みである。STEM分野の能力を備える人材をASEAN地域諸国に目を向け、遠隔育成の仕組み作りからSTEM教材の選定、カリキュラムの企画からフィジビリティを通して理工系人材の育成と将来の活躍に繋がる実践的な技術者教育の環境づくりに貢献する取り組みである。日本の企業における人材獲得と海外進出の両側面において技術的に活躍するSTEM人材の輩出に貢献すると確信する。

### 10. 参考文献

- 1) 内閣府,閣議決定,H30.6.15 経済財政運営と改革の基本方針2018～少子高齢化の克服による持続的な成長経路の実現～
- 2) 内閣府,閣議決定,H30.6.15未来投資戦略 2018-Society5.0,データ駆動型社会への変革
- 3) 経団連,2018.11.13,Society 5.0 とともに創造する未来
- 4) 経団連,2014.2.18,理工系人材育成戦略の策定に向けて
- 5) 経済産業省,H28.6.10,IT人材の最新動向と将来推計に関する調査結果
- 6) 埼玉大学教育学部,STEM教育研究センター
- 7) Makeblock.Japan株式会社,東京都千代田区
- 8) 日本STEM教育学会,東京都新宿区