

# 米国視察報告

静岡大学創造科学技術大学院 奥村仁一

9月21日(水) 8:30 ~ 12:00

STARBASE Minnesota の視察

ミネソタの米軍基地内にある一般向け教育施設であるSTARBASEを見学した。

見学に先立って、ミネソタ大学STEM教育研究所において、同研究所教授ジリアン先生と大学院生のジーナさんに、STARBASEで行われている教育活動についての概略の説明を受けた。

STARBASEにおいて行われるプログラムには、参加生徒は希望によりまたは学校ごとの希望により同施設のプログラムに参加する。プログラムは「火星への移住計画」をテーマとし、ロケットの設計を通じて様々なSTEMの学習を体験的に行う。通いで5日間のプログラムを行っている。

ミッション1は「ロケットのフィンのデザイン」を行うというミッションが参加者の子供たちに与えられ、ペットボトルロケットの尾翼のデザインを生徒が体験を通して学び、考え、自分たちでデザインする。まず、フィンの枚数の違う既製のフィンを取り付け、ペットボトルロケットを実際に飛ばして観察し、飛行距離や安定性について体験的に学習する。その体験を元に、自分たちで最も飛行に適したフィンをデザインする。デザインに際しては、フィンの大きさや面積をマス目を使って計算するなど、STEM体験が出来るよう工夫されている。自分たちでデザインしたフィンはコンピューターで完成させ、コンピューターと連結された3Dプリンターで造形される。完成したオリジナルフィンは実際にペットボトルロケットに装着し、再度検証実験を行うという体験学習を行う。

さらに、実際の飛行機に用いられている技術を見るため、基地内に置かれている戦闘機や輸送機の見学を行う。

ミッション2は「火星での探索装置」と題して、火星での陸上探査を想定しレゴの学習教材であるリモコン式ローバーを用いて車輪の回転や走行距離などの計算を行うなどの学習活動を行う。

ミッション3は「ロケットでの居住区域の安全設計」と題し、飛行中の安全確保のためのロケット内の居住空間を設計する。その際に、伝導性や断熱性などについて学び、実験により様々な素材の温度変化を計測し、グラフ化し、それぞれの材料の性質の違いを実験的に理解し、最善の素材を参加者自身が選択する。

ミッション4は「火星への着陸」である。ここではニュートンの慣性の法則を学び、さらに素材とそのコストとの関連性から最善のフックを選ぶという学習を行う。

ミッション5は「ロケットの完成」である。実際のロケットを見学し、今までのミッションにより考えたパーツを組み合わせ、ロケットを完成させる。「Nosecorn(先端部)」「Body Tube(胴体管)」「Fins(尾翼)」「Solid Rocket Booster(固形ブースター)」「Engine(エンジン)」の5つのパーツを組み合わせ、ロケットを完成させる。さらに「ロケット発射計画」を立てる。GPS装置を用いて着陸地をコーディネートしたり、Google Earthを用いて飛行距離を計算したりする。

このように緻密に計画された様々なミッションに取り組むことにより、参加した生徒達は、実験したり、計算したりして考え、また様々な体験や実物の観察を通して分野横断的に(STEM的に)学びを深めていく。そして、Define(課題設定)→ Reserch(調査)→ Develop(解決策の発展)→ Choose(解決策の選択)→ Create(試作品の製造)→ Test & Evaluate(テストと評価)→ Communicate(話し合い)→Redesign(再デザイン)→ Defineのサイクルで学びを深めながら創造性を養っていく。

約1時間の説明の後、基地内のSTARBASEへ移動する。セキュリティは厳重で、入りロゲートでパスポートチェックがあった。また、ジリアン先生のID確認も行われた。身元確認のため、入場まで約30分待たされた。さらに敷地内に入った後も、100m程度の距離の移動のために先導車が付いた。

STARBASEの施設は、さながら小さなテーマパークのようになっていた。受付ブースは飛行機のエンジンフードを再利用してつくられていたり、テーブルは飛行機の翼の一部が使われて作られていた。また廊下や教室の壁には宇宙の絵や火星の絵が描かれ、スタッフはNASAの技術スタッフが着用するような青いつなぎを着ていた。

見学に訪れた時には、ちょうど約60名の小学生が参加してプログラムが実施されており、屋外でペットボトルフィン(尾翼)の実験を行っていた。約20名毎に1名のスタッフが付いており、さらにボランティアの保護者が数名手伝っていた。また、常駐のスタッフ以外にも、学校参加の場合は引率教員などが付いて手伝うなどもしていた。

各教室にはコンピューターが格納できるテーブルがあり、コンピューターと3Dプリンターが接続して子供のデザインを実際に造形することができるようになっていた。また電子黒板により、低年齢の子供たちに対しても視覚的に解りやすく説明できるようになっていた。各部屋にはスポンサーとなっている企業の製品等に関連する絵や展示がされていた。

見学後の質疑応答で、この施設は多くの企業からの寄付により設立・運営されていることや、軍内にあることにより軍関係者(技術者)等の協力が得られていること、また退役軍人や州兵(民兵組織の構成員)等の協力を得て運営されていることなどがわかった。



写真1 ロケットの飛行実験



写真2 飛行距離の測定



写真3 飛行距離の記録



写真4 実験の振り返り



写真5 授業の様子



写真6 共有と話し合い

こどもの興味関心を喚起するような仕組みが多くみられた。ロケット開発をテーマとした体験型テーマパークのような施設やプログラムになっており、アクティビティには、巧みにSTEMが組み込まれており、ミッションの達成のためにはSTEMを活用しなければならないような仕掛けがあった。また、実際に実験することにより、体験的に学ぶことができ、理解力・創造力や論理的思考力の未熟な児童生徒にとっても、納得できるような学習の仕掛けが設定されており、楽しみながら学べ、その結果充実感が味わえるようなプログラムになっていた。

実際に参加していた子供たちの様子を観察していると、ワクワクしながら夢中で取り組んでおり、科学好きを育てるプログラムとしては有効であると感じられた。

科学館型の、様々な科学的現象等を体験を幅広く体験できる施設は日本でも多く見られるが、本施設のような、1つのテーマに対して深く関わりながら、試行錯誤し、学習サイクルを繰り返すようなタイプの科学の学習施設は日本においてはあまり見られない(のではないかと思います)現状を考えると、このような学習施設や学習プログラムを早急に日本でも設置することが望ましいと考えられた。

9月21日(水) 12:30 ~ 14:00

School of Environmental Studies at the Minnesota Zoo の視察

視察内容

- ・1960~70年頃に地域が急速に発展し、人口が増加して動物園ができた。その後、1993年~94年に広大な動物園の敷地の横に視察校は作られた。
- ・3つの学習コースがあり、
  - (1) Elective course・・・トラディショナルな一般的な授業を行う
  - (2) Intensive course・・・専門的な科目を行う
  - (3) Home course・・・4 class を行う、Environment、Social science、Science、English の4つの科目を行うがあり、生徒はすべてのコースを受ける。
- ・自由度が高く、course of study に縛られず、独自性の高い教育ができる
- ・Home course では環境へ焦点化した課題設定等について2人1組で探究活動が行われるなどの教育活動がある
- ・先生は常に「間違いを恐れるな」と言い、間違いを話し合いにより知り解決していくような教育が行われている
- ・動物園の横にあるため、動物が入手しやすく、何種類かが教室にいる状態になっている
- ・各階の教室の配置が特徴的で、生徒が自由に出入りでき、開放的で利用しやすい構造になっていた。各フロアの通路(廊下)のわきで、教師が生徒に個別指導したり相談したりしている様子が見られた。
- ・校舎外の周囲は森に囲まれ、東側の森林むこうに動物園があるとのことだったが、敷地が広大で動物園自体は見えなかった。スクールバスの発着する玄関前ロータリーの横には、生徒がデザインした市民農園があり、生徒と地域の人たちが共同管理し交流の場となっているとのことだった。また生徒がデザインした風力発電装置も設置されていた。

教室内に水槽があり、生きた魚類やは虫類、ほ乳類などの様々な生物がいた。動物飼育は動物園の飼育員や獣医師のサポートを受けて行われており、また学習教材として必要な生物は一時的に貸し出されるなどの仕組みがあり、日本の学校において様々な理由から動物飼育が減っていたり行われなくなっている現状のなかで、実物を用いた生命科学教育が行われていることは大変意義深く、また獣医師や飼育員等の専門家とのコラボレーションによる教育が行われていることは、飼育技術や繁殖技術等の生命科学技術(Technology)教育の実践につながり、生命科学分野におけるSTEM教育の実践が行いやすい学習環境が整っていると考えられる。さらに、進路学習やキャリア教育につながる学習となっており、STEM教育の目指す技術者育成につながる教育を行うことが可能になるものと考えられた。

米国は州の独自性が高く、カリキュラムや学習内容、その進度や実施方法等についても州のスタンダードに基づき行われている。ミネソタ州はNGSSを受容する形で教育が行われている州であるとのことであるが、日本と比較して、各校の裁量の範囲が大きく、学校の独自性や各校の生徒に応じた学習活動ができる柔軟性が高いことにより、STEM教育が実践しやすい土壌があると感じられた。



写真 生徒がデザインした風力発電



写真 コミュニティ・ファーム



写真 視察校の入り口で、案内して下さった先生方



写真 GreenRibbonSchool のプレート

9月21日(水) 18:30 ~ 21:30

Saint Thomas University で行われた教師のための教材研究会に参加  
教師のための教材の共有を目的とした勉強会で、希望者が自由に参加できるようになっている。視察・参加した当日も、幼稚園や小学校、中学校、高校、大学の教師や、教師を目指す大学生等の多様な年齢層の参加者があった。STEMと直接関連性があるものばかりではないとのことだが、STEM教材のヒントになるようなものも多いとのこと、急遽、参加することになった。

発表された教材は以下の5点であった。

- ・粘土(通電)工作

- ・ブロック状の部品を組み合わせて動かしたり光らせたりする
- ・ステッカー作り
- ・絵をパソコン上で書いて、装置を用いて筆で紙に書く
- ・ミシンを使ったソーイング

研究会の目的は、

- ・ものづくりを通して、楽しさを学ぶ
- ・コミュニケーションをとる(人脈作り)
- ・教材活用のヒントを考え教えあう

等であるとのことであった。



写真 通電クレイの工作



写真 全体ミーティング

9月22日(木) 9:00 ~ 12:00

Northeast Middle School(ノースイースト中学校)の視察

視察に先立ち、ミネソタ大学STEM教育センターで、ジリアン先生とジーナ先生の Introduction を聞く。ジーナ先生はこれから視察する Northeast Middle School(ノースイースト中学校)の科学教育支援を行っている。近年、この地域は急激に他民族化、他人種化しており、中学校の生徒も以前の白人(コケーション)のみの状態から、現在は黒人、ラテン、黄色人種等の割合が増えている。そして英語が第一言語でない生徒や両親が英語をしゃべれない生徒の割合も増加している。そして両親の職業や家庭の経済状態、宗教等の多様な家庭の生徒がしてきている。ジュリー先生はそのような多様化する生徒に対するSTEM教育の効果の実践的検証と、有効な Teaching Method についての研究をしているとのことであった。



写真 ジリアン先生とジーナ先生



写真 ミネソタ大学 STEM 教育センターで

10:30 から、Northeast Middle School(ノースイースト中学校)を訪問する。授業者の Katrina 先生の Aquaponics System についての説明を受ける。Aquaponics System は、水流(人工川)を中心とした生態系(システム)(ビオトープのようなもの)の中で作物栽培をするシステムを生徒達自身がデザインしながら環境や生物や生態系、そして人間との関わり等について学びながら考える学習であり、さらに実際にそのデザインした Aquaponics System (ビオトープのようなもの)を作り、観察、手入れ等を行いながら実践的に学習を深めていくという学習方略であるとの説明があった。そして当該校では、駐車場部分に Aquaponics System を構築する予定であるとのことで、その設計図(青写真)を見せて貰った。かなり大がかりなものであり、これを本当に作れるのかと思わせる規模のものであった。実際に以前にこの Aquaponics System を実践している学校例の写真等も見たが、この授業が本当にできるなら、米国のSTEM教育への力の入れ様はかなりのものであり、STEM的な領域横断的な体験的学びができる方略を大がかりに実践しようとしていると感じた。また示された計画の Aquaponics System を実践するためにはかなりの予算が必要であり、そこから察すると科学教育に対する実験実習費(予算)もかなりあるものと考えられた。



写真 Northeast Middle School 入り口



写真 Katrina 先生の説明



写真 Katrina 先生の説明

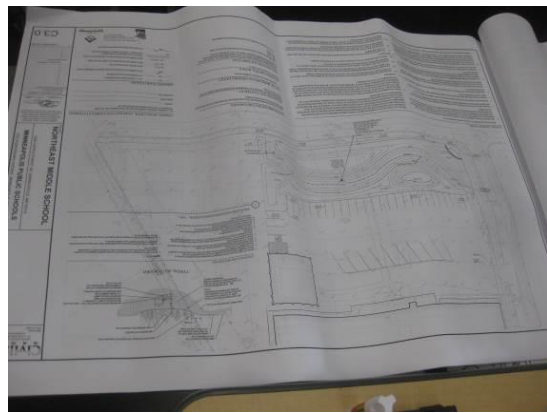


写真 Aquaponics System 設計図

9月22日(木) 14:00 ~ 16:30

Minnesota Department of Education を訪問

ミネソタ州教育委員会を訪問し、教育長の Paula Palmer 氏と、STEM教育担当者の Doug Paulson 氏の話聞く。

ミネソタ州は州の K-12 教育スタンダードを設定しており、各グレードの生徒が到達すべき知識やスキルを明らかにしている。

州のスタンダードは、「English Language Arts」「mathematics」「Science」「Social Studies」「Physical Education」「Arts」の各教科に設定されている。また各校で独自に設定できる教科は「Health」「World Language」「Career and Technical Education」であるとしている。また、各校はどのようにそれらの Standards を教えるのかについては各校で決めることができるとのことであった。

これらの Standards により、生徒の大学や就職の準備や、進路や卒業のための資格を明確にすること、学区の要求や各校のカリキュラムデザインの助けとなるものとして重要であるとしている。

各教科のスタンダードは1年毎に教育委員会を選んだ 25~45 人のステークホルダーからの指摘に応じてスケジュールを見直したり変更したりしている。



生徒の学習目標の達成状況は、公立学校において

- ・ Reading と Mathematics は、3 – 8 学年時と高校時に 1 回、
- ・ Science は、5・8 年生時と高校時に 1 回、

学力評価(assessment)を行っているとのことである。行っているテストは、

- ・ Minnesota Comprehensive Assessments (MCA)
- ・ Minnesota Comprehensive Assessments-Modified (MCA-Modified)
- ・ Minnesota Test of Academic Skills (MTAS) in reading and mathematics

を行っているとのことであった。

そしてこれらのテストは、

- ・ 知識の深み(複合的な認識の度合い)
- ・ 読みテストによる複合性や語彙数
- ・ 項目の型(複合的選択かまたはテクノロジー教科型か)
- ・ 他の量的要因

を考慮して開発されており、生徒の学習目標の達成状況を測定(評価)することができる  
とのことであった。

特に同センター S T E M 教育担当者の Doug Paulson 氏の話では、ミネソタ州は企業からの献金に依存し S T E M 教育が促進されている側面があり、社会のニーズに対応できる S T E M 教育の実践を行うことに注視しながら、教育の独立性を保つことにも配慮して教育活動を行っているとのことであった。

先に見学した School of Environmental Studies at the Minnesota Zoo や Northeast Middle School においても S T E M 教育に多額の資金投入が行われており、これらは BOSH(ドイツ資本の音響機器・医療機器メーカー)等を中心とした地元大企業等からの献金においてまかなわれているとのことであった。

米国においては教育委員会や学校等への企業献金が認められており、またそうすることが企業における地域貢献として地域社会から認識されると同時に企業の節税につながる仕組みになっているとのことである。従って、生徒の体験的学習や物づくりが伴う場合が多い S T E M 教育には多額の教育資金が必要となる場合が多いが、それらは企業からの献金によってまかなわれている。日本において S T E M 教育型の領域横断的な体験型学習を推進するならば、学習のための資金をいかに確保するかが担保されないと、米国レベルでの領域横断的な実践教育が実践されることは困難であり、中途半端な実践になる可能性があると感じられた。





写真 ミシガン州教育委員会の Paula 氏と Doug 氏

### 【全体を通して】

米国におけるSTEM教育の実践は、まだ十分に実践されているわけではないと思われるが、指定校における実践は積極的に推進さえようとしていると感じられた。まだ、struggle している段階であると感じられるが、しかし着実に実践は進行するような準備がなされ、今後大きく進行するのではないかという予兆を感じさせるものがある。それは州の教育委員会レベルでの Standard などの行政の施策、各校レベルでの校長の考えや各校に集められた優秀な科学教師の工夫や努力、学校とリンクして支援する地域社会や informal 教育の動向、これらを資金面で支える地元企業、これらのそれぞれがSTEM教育の実践にむけてアグレッシブに努力し、さらにこれらが一体となってSTEM教育の実践を行おうとしている息づかいが感じられた。

そして何よりも、STEM教育実践校の児童生徒が、実に生き生きと、楽しそうに、前向きに科学教育に取り組んでいる姿が印象的であった。

日本の理科教育へのリフレクションを考えると、様々な問題や障壁があることは容易に想像できる。また米国との社会構造や教育システム、社会の教育に対する認識の違い等により、米国のような大きな舵切りは難しいことも予想される。しかし日本の科学教育も留まってはならず、早急にプロGRESSしていかねばならないと肌で感じた。

