

ワシントン州における STEM 教育に関する情報収集の報告

坂 田 尚 子

静岡大学創造科学技術大学院 自然科学系教育部

2016年9月21日より9月23日にかけてワシントン州各所にて、STEM教育に関する現状調査を行った。訪問先、視察先は研究・支援機関として「ワシントン STEM」、大学として「ワシントン大学」、「ウエスタン・ワシントン大学」、学校現場として「ウエストヒルズ STEM アカデミー」、社会教育施設として「パーク自然史文化博物館」「フューチャーフライトミュージアム」の6か所である。以下、日にちを追って研究・支援機関、大学、学校、社会教育施設の各訪問先について概要を報告する。

(1) ワシントン STEM

訪問日時：2016年9月21日 10:00～13:00

住 所：210 S Hudson St. Seattle, WA 98134

対応者：Patrick D'amelio 他

「ワシントンの STEM」の使命は、ワシントンの全学生に対する科学、技術、工学、数学 (STEM) 教育の卓越性、平等、革新を進歩させることであるとしている。

ワシントン州において、若者は繁栄している STEM 経済に囲まれて成長するが、その経済の枠組みに参加するための必要なサポートは必ずしも受けることができない場合もある。彼らが皮膚の色が違ったり、女子であったり、農村の学生である場合、彼らは格差に直面する可能性がより高い。そこで、「ワシントン STEM」では、STEM 教育に触れる機会やそれらへの興味を増すための、またすべての学生が成功を収めるための努力をしている。具体的には、STEM の教育と学習における画期的なアイデアを生み出し、拡大し、地域間のパートナーシップ構築に取り組み、学生の成功を促す重要な政策変更を提唱してきた。コンピューター・サイエンス、早期からの算数・数学教育の重視、科学と工学、キャリアコネクション型学習という4つの重要な取り組みに力を入れている。すべての若者を「将来の準備ができている」コミュニティメンバーとして育成すること、つまり今日の仕事で成功し、将来の仕事を生み出し遂行するために必要な技術力を持ち、私たちのコミュニティのために機会

を生み出せるような、共に生き繁栄を創造する人々の育成が「ワシントン STEM」の目的であるとしている。

実際には、STEM 教育を普及させるための方策として、①イノベーションのためのプログラムのデザイン、②地域のネットワーク構築と作業の調整、③政策に注意を払ってきており、K-プレスクールレベルでの算数・数学カリキュラムの重視、NGSS へ対応してデザインやプロセスを取り込んだ工学（Engineering）の実践、ボーイング社、マイクロソフト社など産業界の協力を得ることなどに取り組んできたそうである。

2013 年からこれまでにワシントン STEM が関わった学校区は 295 区、生徒は 100 万人にのぼり、ともに歩んできた K-12 の教師たちは 50~60 人いるとのことであった。ワシントン州は東部と西部では文化が違うので、それぞれに Project based learning（プロジェクト学習）、Problem based learning（問題学習）を行っている。プログラムは NGSS に対応したものとなっており、Inquiry も重要であるがより Practice を重視するようになったそうである。「エネルギー」に関しては、STEM 教育のフィールドでもあり、キャリア教育ともかかわるので、エネルギー関連企業などの産業界とのつながりを作ることも重視している。低所得層の子どもたちに確かな影響を与えるために、専門能力の開発向上のためや工学を学ぶために奨学金を授与したり、また、女子や少数派の子どもたちに対して、コンピューター・サイエンスやデザインを強化したりしている。

図 1 の報告書によると、ワシントン州の有権者の多くは、STEM 教育が「機会」であることを知っており、94%が、公立学校の K-12 のすべての子どもが良質な STEM 教育を受けるべきだとしており、92%が次世代を担うワシントンの子どもたちが力強い STEM スキルを身につけるためには、もっと機会が必要だとしている。また、ゆりかごから職業（キャリア）まで続く STEM 教育ということで、71%が幼稚園に入るまでに行う学習プログラムとして STEM 教育は良いアイデアだとしており、生徒たちが 21 世紀に活躍できるようなスキルと知識を得るためには、86%が K-12 の基盤となる教育において STEM 教育が必要だとしている。

ワシントン STEM の活動だけではないかもしれないが、この報告書からもワシントン州では、STEM 教育が社会に普及し、認められていることが理解できる。

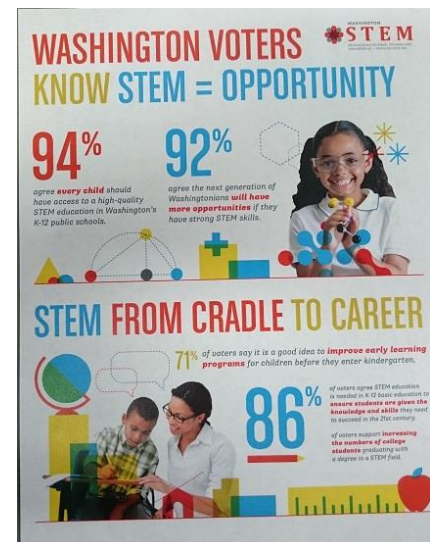


図 1
ワシントン
STEM の報告書

<ワシントン STEM の理念>

STEMは生徒たちにとっても、我々の州にとってもゲームチェンジャーである。

「STEMは機会」：STEMは科学者やエンジニアだけのものではない。ピージェット湾からヤキマ溪谷に至るワシントン州の経済はSTEMに根差している。21世紀において、STEMは全ての生徒たちが成功するために扉をあけている。

「STEMの不足に直面」：過去10年間で、STEM関連の仕事はSTEMとかかわりのない仕事の3倍の成長を遂げた。しかし、生徒にはSTEMの力や可能性があまり見えていない。

「STEMをハイギアに移す時」：今、私たちは、STEM教育を再想像するという前例のない機会をもっている。私たちの子どもたちは待てないし、私たちの州も待っていない。しかし、我々は、一緒に変えることができる。

ワシントン STEM のホームページより

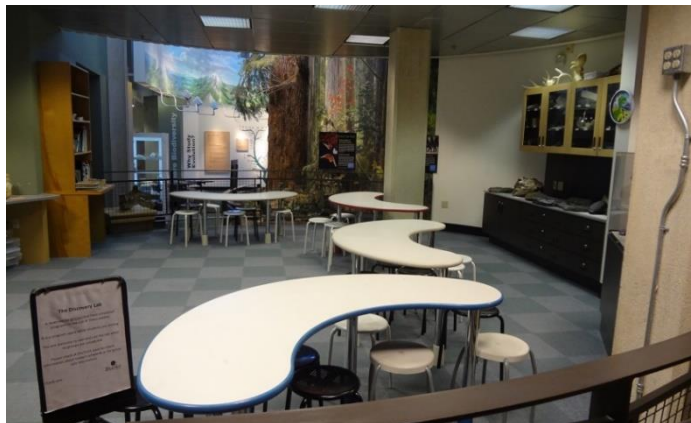
(2) Burke Museum (University of Washington)

視察日時：2016年9月21日 14:15~15:15

住 所：NE 45th St & 17th Ave NE, Seattle, WA 98105

1899年にワシントン州立の博物館として開館。ワシントン大学構内にある自然史文化博物館である。ワシントン州の自然史と文化に関する展示をしている。この博物館では、展示物が近くて大きいというイメージをもった。展示スペース自体はそれほど大きくはないのだが、マンモスの骨格標本の展示場所の設定や、恐竜の大腿骨の化石と復元図を合わせて展示していることや、展示物自体が大きいものがてんじされていることなど、展示の仕方が工夫されており、空間の広がりや臨場感を感じられる展示となっていた。

展示物としては、化石、植物標本、岩石標本、ワシントン州の自然環境に関するものが



主体であったが、特段、展示物や表示にSTEMあるいはSTEM教育に関する記述はなかった。ただ、展示スペースと展示スペースをつなぐコーナーに「体験スペース」が設けられており、ワークショップなどが行われるようである。訪れた時には、ホールの入口付近のスタッフが常駐してワークショップを行っていた。「私に、何をしたいのときいてください。」という看板

図2 バーク博物館ワークショップスペース



がおいてあり、声をかけやすく、また Hands-on がとりいれられていて、来館者には親しみやすい雰囲気となっているようである。

図3 バーク博物館

ワークショップの様子

(3) University of Washington

訪問日時：2016年9月21日 15:30~17:00

住所：115B Miller, Seattle, WA 98105

対応者：Mark Windshitl 教授

ワシントン大学教育学部の Mark Windshitl 博士を訪問し、教師教育などのついでの情報収集した。教授は、教育学部において科学教授と学習 (Science Teaching and Learning) について講義をしている。彼の研究の関心は若い科学教師のキャリア開発についてで、特に彼らの野心的で公平な教育への軌跡にある。最近の研究において、彼は野心的な教育をしようとする際直面する困難な問題を、共同で解決するための社会基盤として改善されたコミュニティのネットワークを開発した。

STEM 教育について、教師たちは理解できていないのではないかと指摘した。それは、STEM 教育においては、工学 (engineering) について理解が不十分で、それぞれの領域を統合 (integrate) することが難しいためとしている。また、21 世紀型のスキルに関しても、ともに働くこと、民主主義を発展させること、複雑な問題・課題を解決することを実現するために身につけるべきではあるが、そのことに対する理解も十分かどうか疑問が残ると語った。NGSS については、地域に地球環境システム (earth-eco systems) に対して興味を示さない企業があるところでは、政策として取り入れにくい状況があるが、NGSS を取り入れることで、教師教育が変わる可能性があるとも述べた。

実際に、Windshitl 教授は、NGSS に沿う形で、教師教育に関して「Ambitious Science Teaching」をデザインした (図4) として、今回紹介してくれた。これは貧困層の生徒たちに向けて教育をする教師たちへの教授法、子どもたちの学習に関するガイドであり、NGSS が指摘した課題は変更していないとのことである。

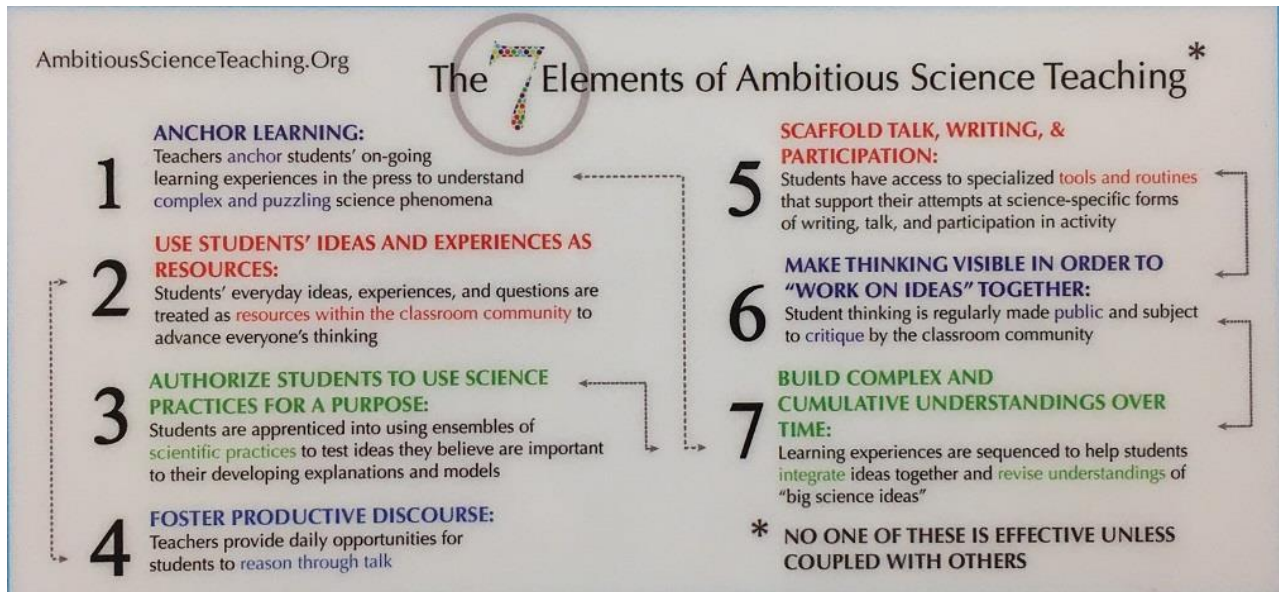


図4 Ambitious Science Teaching の7つの要素

(4) West Hills STEM Academy

訪問日時：2016年9月22日 10:00~12:30

住所：520 National Ave. Bremerton, WA 98312

対応者：Lisa Heaman 校長 他

West Hills STEM Academy はブレマートンにある公立小中学校である。学校にSTEM教育を取り入れようとしたとき、1年目はK-5学年からスタートし、2年目で6、7学年、3年目で8学年までと、段階的に対象学年を広げていった。現在ではすべてのK-8学年でSTEM教育が実践されている。しかし、新しいSTEM教育を学校に取り入れて学校の在りようを変えるという取り組みは決して容易ではなかったそうで、当初から比べると約半数の教師が入れ替わっているということである。

現在では地域の理解も得ることができており、コミュニティの協力組織として17か所の外部協力機関（West Sand technical center, Skills Center, 高校など）がある。そのため、子どもたちを連れて一日出かけ、オフキャンパスプログラムを行うことができたり、地域の海軍基地からエンジニアや科学者が学校に来てくれて、子どもたちとものづくりや科学の活動をしてくれたりできるということである。また、NGSSに対応できるように、学校内にフィールドワーク用の場（森、藪、畑、砂山など）を整備し、そこを「Outdoor Learning Center」として子どもたちの学習に用いている。STEM教育を取り入れた結果、1年で約30%ほど州の成績アセスメントの結果が上昇したそうである。

STEM の授業は毎日行われ、科学や歴史も工学と関連させており、海洋科学やキャリア教育にも注目している。授業の時間割は、基本的に ELA (English Language and Art) のブロックと算数・数学のブロックからなり、そこへ STEM ブロックを加えて編成している。STEM のブロックには科学や社会も含まれているようである。7 学年の堆積岩 (砂・泥シルト、ロームなど) の授業と、2 学年のフィールドでの昆虫の隠れ方 (擬態など) の授業と、6 学年のアートの授業を見学することができた。

このアカデミーでは、Hands-on の活動を授業だけでなく多くの場に取り入れている。その一つが、子どもたちも出展する「STEM Fair」である。フェアでは多くのボランティアの人たちが手伝ってくれる仕組みができています。毎年 2~3 月にかけての数日間、学校を会場に開催され、そこでは 10~14 のブースが展開されるそうである。子どもたちは、学年によって K-2 ではクラス全体で、3 学年はグループで、4, 5 学年は 2 人組で、6-8 学年は個人で何かしらプロジェクトに取り組み、発表をすることになっている。高学年になるにつれて、活動としては難しくなるようにしているとのことである。



図 5 Lisa Heaman 校長, Andrea Tee 副校長とともに

(5) Western Washington University

訪問日時 : 2016 年 9 月 23 日 10 : 00 ~ 12 : 00

住 所 : 516 High Street Bellingham, WA 98225-9155

対 応 者 : Ph.D. Edward E. Geary : SMATE ディレクター

ウエスタン・ワシントン大学の数学・科学・技術教育のセクションで SMATE (Science Mathematics and Technology Education) プログラムのディレクターをしている、Geary 博士を訪問した。博士の前職は、NFS (National Science Foundation) のフォーマル・インフォーマル教育の研究チームでプログラムディレクターをしており、そこでは、STEM 教育プログラムにかかわっていた。

博士によると、現在博士が所属している学部では科学・数学教師養成のための教育をしており、数学・コンピューター科学、教授法、持続可能な発展のための教育、K-12の教育、教師育成教育の5つのグループに分かれて、学生はこのうち4年間で3つのグループの学習を行っているとのことであった。STEM教育に関しては二つのグループで実施しており、大きなアイデア、学習課題、デザイン、協働などについて注目しており、モデルを使う→デモンストレーションする→理解するという流れができるとK-12の生徒たちの成績は上昇していくことが分かっている。

また、学びをアクティブ・ラーニングにするために、このセクションでは、高等学校の授業の支援もしている。高等学校の学習は、昔ながらの授業（教師が前で話をすることが大半の授業）が行われていることが多く、変化を起こすのが難しいのだそうだが、それでも、授業の中にHands-onとMinds-onの活動を両方一緒に取り入れながら新たな方法で支援をしているということである。

図6のスペースは、併設されているSTEM Education Resource Centerの内部である。大変広々とした空間で、学生の学びの場として使用されるばかりでなく、地域の子どもたちへの科学教室のために使われたりしている。

多くの参考図書や実際に子どもたちが使っている教科書が数種類準備されており（図7）、優れた科学学習のプログラムパッケージである、ローレンスホール・オブ・サイエンスのGEMSやFOSS、シカゴ・サイエンス・グループのScience CompanionといったNGSSに対応している教材も多く準備されている。その他に乾電池、コード、はさみ、のりなどといった細々した実験用具や道具などが数多く、コンテナに入れられストックされている（図8）。こういった教材、道具類などは、棚に整然と整理されて収められており、いつでも取り出し使い易いように管理されている。



図6 STEM Education Resource Center



図7 参考図書

訪問した次の日が土曜日ということもあり、この部屋の一角では次の日の科学教室のために準備がすでに行われていた（図 9）。参加する子どもたちへ渡すファイルや資料などが整えられており、地域の子どもたちへの科学教室開催にも力を入れているようであった。



図 8 教材・道具のストック



図 9 科学教室の準備

(6) Future of Flight Aviation Center

視察日時：2016年9月23日 14:30~16:30

住所：8415 Paine Field Blvd, Mukilteo, WA 98275

視察したフューチャー・オブ・フライト・アビエーション・センター（Future of Flight Aviation Center）は、北米の商業用ジェット組立工場を見学する機会を唯一有している博物館である。飛行のダイナミクスを探索し、燃料やエネルギーについても触れつつ航空革新を体験的に学べる施設となっている。博物館ギャラリーのバックグラウンドでは、自分で飛行機を設計したり、ボーイング工場で撮影した写真を見ることができたりする。また、週末には家族向けのワークショップが行われ、常設展示のファミリーゾーン「どのように飛行機が作られているのか」（図 10、11）は、あらゆる年齢の人々、子どもたちにも受け入れられやすいようにとねらった展示構成となっている。そして、このセンターでは、実際にボーイング 747 型機、777 型機、778 型機ドリームライナーのジェットが組み立てられている様子を見学することができる、ボーイング組立工場の巡回ツアーも行われている。大きな機体がどのように形作られているかを見ることは、子どもたちだけでなく大人へもインパクトのある学習体験となっている。

また、このセンターでは、「Education Planning Guide」（図 12, 13）が発行されており、この博物館で行われる教育ツアーやキャンプ、科学教室や家族向けのプログラムなど学習プログラムの概要が提示されている。これらのプログラムは、すべ

てSTEMに関連づけられており、それぞれのプログラムへの参加の仕方や料金、学習プログラムにかかわっている人々の紹介なども記載されている。また、教師のための相談窓口についても情報が載っている。



図10 常設展示場のようす



図11 常設展示物

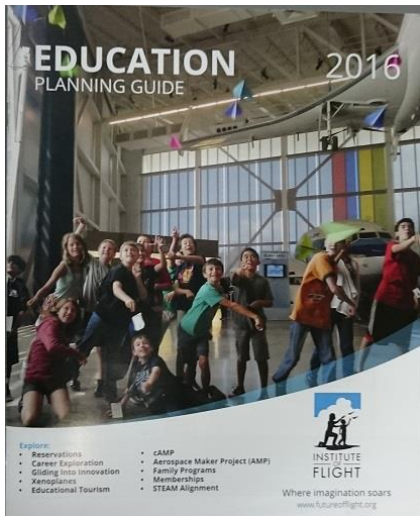


図12 Education Planning Guide

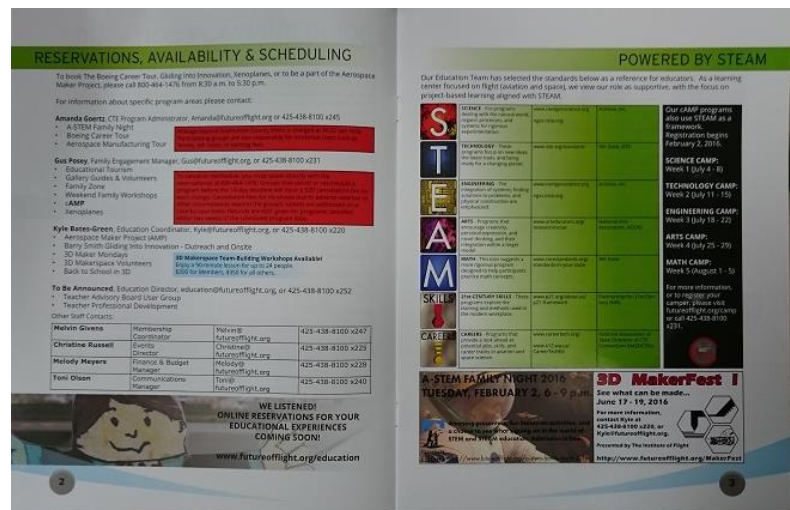


図13 ガイド (STEM教育についての説明)