

監修者まえがき

なぜ私たちはものを作るのでしょうか。さらには、なぜそれを子供たちに教えようとするのでしょうか。

その答えのひとつは、私たちは生まれながらのメイカーだから、というものです。道具が人と動物を隔てるものであることからわかるように（チンパンジーやカラスのことはひとまず忘れてください）、歴史が作られるずっと前から人はものを作ってきました。石器で皮を剥ぎ、土器で煮炊きをし、道具で道具を作り、ついには複雑な機械を組み立てるまでになりました。それは私たちの基本的な性質と呼んでよいかもしれません。この技術は一朝一夕で得られたものではなく、先人の数多くの成功と失敗の上に成り立っているものです。毎回車輪を再発明するのではなく、後に続く人々、すなわち子供たちに伝えようという考えはとても自然です。子供たちはいずれ社会の担い手になるのですし、知っていて損はないでしょう。

一方、このように構えたものだけでなく、日常の中でのちょっとした工夫、生活の知恵といったようなものもあります。つい最近、私はコーヒーカップを温めるにはヤカンの口に掛けておくとよいことに気付きました。そして、オス-オスとメス-メスのジャンパーケーブルをつなげばオス-メスのケーブルも作れて便利です。オス-メスのケーブルだけではこうはいきません。また、日本では入手しにくい細長の単6乾電池は、9Vの006P積層乾電池を分解すると（積層という名前に反して）出てくることがあります。このようなちょっとした工夫を「ティンカリング」と呼びます。これも誰かに教えたくくなりますよね。

ものづくり教育が行われる理由として、ここにあげたようなことは受け入れやすいと思います。しかし、本書の中でシルビアさんやゲイリーさんたちが語っているのはこれだけではありません。ものづくりこそが学びの本質であり、子供たちにとって欠かせないものであるというのが、大まかな本書の主張です。

本書を読み進めると、一見突飛に見えるこのような考え方が、実は古くから考察され、研究されてきたことが、豊富な事例で明らかになっていきます。子供を“発見”したルソーの「エミール」、フレーベルの「子どもの庭（キンダーガートン）」、そしてピアジェの「構成主義」とパパートの「構築主義」。

パパートは、「LOGO」というプログラミング言語を作り、子供たちが画面上

のカメ（現実のロボットのこともあります）をプログラムして、移動した跡が残るようにしました。コンピューターの前に座った子供たちはカメを動かして思いの絵を描きます。このとき、子供たちにとって、プログラムは表現の手段であり、誰から言われることもなく、試行錯誤（デバッグ）して絵を完成させようとします（あるときは自ら歩き回って）。描き終わったときには幾何図形の性質（例えば、どんな多角形でも閉じたときには必ず360度回っているなど）を理解していることでしょう。つまり、ものを作ると同時に概念も構築されたのです。

これは私たちが知っている教育とは異なります。私たちの想像する姿は、先生が子供たちの前に立ち、黒板にチョークで正しい知識（例えば、三角形の内角の和は180度など）を書いて、子供たちはそれを覚えるというものでしょう（これを「教示主義」と呼びます）。

このパートが発見した新しい教育に対する考え方、すなわち「構築主義」が本書の核となります。そして、構築主義は、コンピューターのプログラミングだけでなく、粘土遊びや図画工作、木工や金工など、ものづくり一般に適用できます。もちろん、近年盛んになってきた「Arduino」を使った電子工作、3Dプリンターやレーザーカッターを使った造形、「Scratch」などのビジュアルプログラミング言語によるゲームやアニメ作りもこれに含まれます。つまり、人から教えられることではなく、メイキングやティンカリングをすることこそが学びの本質であり、子供たちは自分に関心があることを行っているときにだけ学ぶということです（実は私たち大人も同じです）。

加えて本書では、この新しい手法を教室に導入する際の注意点やカリキュラムの作成方法、指針、評価方法、さらには予算獲得のための交渉法まで詳しく解説しています。その中には、先生中心から子供中心の授業への転換、子供同士の学び合いなど、私たちの既成観念を壊すこと（破壊的イノベーション）を求めるものも含まれています。これらは単なる思い付きではなく、数多くの実践経験に基づくもので、新しい方法に不安を感じている先生方にとって勇気を与えるものになるでしょう。本書には教室でこれから経験することが「予め」書かれています。

また、巻末にはプログラミング教育を中心とした日本での実践の歴史や、現在購入できるさまざまな素材についてまとめています。

本書が、子供たちにとって、よりよい学びの機会と環境をもたらす手助けとなることを願っています。ぜひ、本書に書かれていることを、子供たちと一緒に試して楽しんでください。

（阿部 和広）

はじめに

プレイルームやゲーム、動物や植物、木や釘は、本や言葉と同列に扱われるべき大切なものです
— アンジェロ・パトリ (Angelo Patri)

偉大なアメリカの教育者であるアンジェロ・パトリによって、ほぼ1世紀前に書かれたこの言葉は、今さらに真理としての重みを増してきています。(パトリ、1917)。何世代にもわたって、子供たちは子供向けのものであふれた教室で、それらの素材を公式にあるいは非公式に使って、楽しんできました。遊びや実験は子供の仕事として重んじられていました。

少し前まで教師たちは、子供たちの遊び心を意味の構築へと結び付ける、学科を横断するようなプロジェクトの作り方を探求していました。小学校の教室の真ん中では、子供たちは素材を慎重に調べたり、そこから深く学ぼうとして迷ったりしていました。小学校の先生は博識で、「3R (writing, reading, and arithmetic)」*を教えるだけでなく、アカデミックな学問もアートを通して紹介してくれていたのです。

1980年代半ば、ピアノを弾くこと、(お菓子の)ポップタルトの箱から人形を作ること、手作りの数学玩具を作ること、そして物理的な教育を行うことなどが、小学校の教師になるための必要資格となりました。ピアジェ主義者たちの理想である『理解することは発明すること：教育の未来 (To Understand is to Invent: The Future of Education)』(ピアジェ、1976)は、どのように教師が教え、どのように子供たちが学ぶのかを示していました。

しかし、過去20～30年の間は、多くの学校が暗い時間を過ごすことになりました。振れ幅の大きい標準テストの強調、テストへ向けての授業、教師たちの非プロ化、教師の専門性ではなくデータに頼るようなやり方が、教室から徐々に、遊びや豊富な素材、そしてプロジェクト行うための時間を奪っていきました。

でも幸いなことに、すべてを変えるかもしれない技術的で創造的な革命が起こりつつあります。

コンピューターが過去数十年の間に、生活のあらゆる面を変えたことに異論を差し挟む人はいないでしょう。コンピューターがより小さくなり、もっとパワフ

ルになり、同時に安価になるにつれ、それらはさまざまなものやツールの中に埋め込まれるようになり、人々のツールの使い方を変えました。そんな「スマートな（賢い）」ツールによって初めて人々は、自らものを設計し、現実に行うことができるようになったのです。

オンライン・コミュニティは、デジタル・ラーニングの共通ハブとして、人々にアイデアを共有するだけでなく、自分たちの作った実際のプログラムやデザインを共有できるようにもしてくれました。この共有しやすさは、新規参入を考える者が、他者のコードやデザインを自分自身の製作のためのビルディング・ブロックとして簡単に使うことができるようにしたので、参入のための障壁を大幅に下げることになりました。

驚くような新しいツール、素材、およびスキルが、私たちみなをメイカー [作り上げる人] にするのです。必要なものを作る、修理する、またはカスタマイズするための技術を利用することは、一般大衆にエンジニアリング、デザイン、そしてコンピューター科学をもたらします。数十万人もの大人と子供が同じように、足しげく Maker Faire、ハッカースペース、DIY [Do-It-Yourself: 自分でやること] のウェブサイトに入り浸っています。増加する雑誌や本、テレビ番組も、世界を制御するためのすべての技を学ぼうとする人々にインスピレーションを与えています。幸いなことに、教育者たちにとってこの「メイカー・ムーブメント」は、子供の自然な嗜好と、実践による学習のパワーに重なってくる部分が多くあります。アクティブな学習者は学習プロセスの中心にいて、「進歩主義教育 (progressive education)」のもっともよい伝統をさらに押し進めています。この本は、教育者たちがすべての教室にメイカー・ムーブメントのエキサイティングな機会をもたらすことを、助けようとするものです。

「Make」誌を創刊したデール・ダハティ (Dale Dougherty) は、こう言っています。

メイカー・ムーブメントの起源は非常に個人的なものなのです。それは、「実験的なお遊び」とでも呼びたいようなものです。私が「Make」誌を始めたとき、メイカーとは、技術を学びながら遊ぶ愛好家たちであることに気が付きました。新しい技術は新しい遊びにメイカーを誘い入れ、メイカーはその遊びにとて

* 無学だったロンドン市長 Sir William Curtis が子供には「3Rだけを教えればよいのだ」と言ったことに由来し、「書くこと」「読むこと」「計算すること」を意味する。

も満足します。メイカーは、新技術をまず試し、それを分解して、製造元が考えてもいなかったようなことやってみせるのです。——ダハティ、2013

子供の先駆的な経験は、素材を使った直接の経験を通してやってきます。3Dプリンターのようなデジタル・ファブリケーション機器や、「Arduino(アルドゥイーノ)」、「MaKey MaKey(メイキーメイキー)」、そして「Raspberry Pi(ラズベリーパイ)」のようなフィジカル・コンピューティング機器は、子供のおもちゃ箱と道具箱を、作るべき新しいものと作るために使うことのできる新しい方法でいっぱいになっています。史上初めて、子供の発明が印刷され、プログラムされ、対話性をもつようになってきているのです。リサイクル材を活かす道も開かれています。

学校は伝統的にアートと科学、理論と実践を分離していましたが、そのような分け方は人工的なものです。本当の世界は、そのようにはなっていないのですから！ 建築家はアーティストです。職人は美学、伝統、そして数学的な精度を扱います。テレビゲームのデザイナーはコンピューター科学を足場になっています。エンジニアリングと工業デザインは不可分です。最高の科学者たちはしばしば、すぐれたミュージシャンでもあります。メイカーのコミュニティは、子供たちとホビースト、プロフェッショナルと一緒に、個人的な表現を認め合いながら楽しむ現代的な舞台なのです。

ロボットや3Dファブリケーションを、学校とは関係のないもの、あるいはお金のかかる趣味だとして、無視を決め込もうとする人もいるでしょう。また、メイカー・コミュニティなんて21世紀のボーイ(ガール)スカウト活動のようなものさ、と片付けられてしまうかもしれません。しかし、今日の新しい、低コストで、柔軟性がある、創造的で、かつパワフルな素材は、現在の子供のための積み木として見られる必要があります。こうした素材で可能となるプロジェクトは、かつての初等教育のあり方を思い起こさせて読者を懐かしい気持ちにし、プロジェクトベース学習の再活性化につながるかもしれません。教室は再び、大きな喜び、創造性、そして発明の場所になることができるでしょう。間違いなくメイカー革命は教育に深い意味を付け加え、ポジティブな効果をもたらしていくはずで

す。メイキングは、若い学習者たちにエンジニアリングをもたらす方法です。このような具体的な経験は、抽象的な科学と数学の概念を理解するために、意味のあるコンテキスト(文脈)を提供します。年長の生徒たちには、個々の生徒の学習プロセスをそれぞれ進化させて教科を組み合わせることで、事前に予想もしなかつ

たようなキャリア・パスの可能性を開きます。

Google会長のエリック・シュミット(Eric Schmidt)は、コンピューター科学が、ほんの一握りの生徒たちに対するものを除いてほとんどの学校で教えられていないことに「仰天」しただけではなく、ビクトリア朝の時代には同じ人物が詩も書けば、橋を建設してもいたのだということを私たちに思い出させてくれました(ロビンソン、2011)。ルイス・キャロル(Lewis Carroll)は童話を書きましたが、同時に数学者でもありました。今日でもエンジニアたちは、映画や音楽業界に革命をもたらしてきました。育んで見守る博識の者たちによって、学校はよい場所となるのです。

ティンカリング【試行錯誤を重ねながら作り上げること】は、実践による学習のパワフルな一形態で、メイカー・コミュニティと多くの教育者に急速に浸透しています。(ティンカリングは)とても人間らしい行為でもあって、メイカー・ムーブメントでは、ヒーロー、リーダー、イノベーターとして注目されている子供たちも多数います。

3Dプリント、精密切削、マイコン制御、ロボット、コンピューター・プログラミングが、アート・スタジオでも自動車修理工場でも物理学研究室でも、導入されたときにはすべての学習者がツールに触れ、知識を得て、問題解決スキルを身に付ける必要があります。もっとも重要なのは、それは「職業訓練」と「大学教育」の違いを消滅させるということです。もし同じハードウェアと取り扱いスキルが、物理学研究室でも自動車修理工場でもアート・スタジオでも必要とされるなら、学校は、生徒たちを特定の職業に向かわせるための、時代遅れの想像上の軌道に載せる必要はもはやないのです。

今の私たちは、すべての子供たちそれぞれに、ツールと素材と、可能性を開花させるコンテクストを、現代の教育施策決定者たちの想像力の限界にしばられずに与えることができるのです。私たちの教える学びの方法も、やるべきことも、わずか数年前には想像もつかなかったほど多岐にわたっています。

高価な(しかしだんだん手頃にはなっている)ハードウェアを持っていなくても、すべての教室は、ハイテク、ローテクの素材を扱う直接の経験を通して、子供たちと教師がともに学ぶメイカースペースとすることができます。プロジェクトの可能性の範囲、広がり、パワー、複雑さ、そして美しさは、この本の中でご紹介する、驚くような新しいツール、素材、工夫、遊び心によって、これまでにないほどすばらしいものになっています。

本書がティンカリングやメイキングをおすすめするのは、ただ楽しいからではありません。子供たちはティンカリングとメイキングに関わるべきなのです、なぜならばそれらは学ぶためのパワフルな方法なのですから。

この本で私たちは、読者が欧米の小学校ならびに中学校〔米国では両者を合わせてK-12校と呼ぶ〕の様子をある程度ご存知であることを想定しています。私たちは「教師 (teacher)」という用語を、「若い人たちとともに作業する教育的な立場に立つすべての大人たち」という意味で用います。「教室／クラス」は、教育が行われるすべての場所を意味します。クラブ、サマーキャンプ、近隣のたまり場、またはコミュニティセンターなども含まれます。あなたは伝統的な学校、非伝統的な学校、専門学校、またはホーム・スクーリングのような形式で教えている人かもしれませんね。あなたの学校は、厳密なスケジュールや細分化された教科で運営されているかもしれませんし、もっと自由度があるのかもしれません。どの状況が一番優れているということはありません。私たちが「教室」「学校」あるいは「教師」という言葉を使うときには、どうか行間を読んでいただき、それらをご自身の状況に偏見なく読み替えていただけるよう、お願いいたします。

私たちはまた、本書全体を通して一般的な用語として「メイカースペース」を使用します。いまあなたの生徒たちが使っている場所から、まったく切り離された別の種類のスペースの話をしていてのではありません。メイカースペースを定義付ける必要機器のリストはありません。物理的な内容に関わりなく、効果的なメイカースペースを作った教師たちの例を、私たちは紹介します。拡大するメイカー・ムーブメントには、実験室、ハッカースペース、ファブラボ、作業教室、スタジオ、博物館、地域のハイテクショップ、DIYクラブなどが関係しています。これらのスペースは、メイキング、ティンカリング、協調学習、そして発明のためのアイデアを共有しているのです。



この本の執筆に際し、私たちは正確を期すため最大限の注意を注ぎました。しかし、価格は変動し、技術は進み、製品はアップデートされ、場合によっては消滅します。そしてURLはリンク切れとなりやすいものです。もしこの本が一番の友人なら、二番目の友人は、“Google”となるでしょう。

スペースを節約するためと、いずれにせよ本はクリックできませんので、いくつかのとても長いURLに関しては「Bitly.com」を使った短縮URLを掲載しました（短縮URLを指定すると、元のURLへリダイレクトされます）。このウェブサイトがまだアクティブであればよいのですが！読者の利便性を考えて、すべてのURL、書籍、本書で言及したリソースは、ウェブサイト「InventToLearn.com」のリソース・ページに掲載されています。

各章の概要

本書の各章では、私たちがその肩に乗っている教育の巨人たちの偉大な理想から、そうした理想を推し進めるために教師たちが今日実行できる特定の事柄へ向かって述べていくつもりです。

1章 かけ足で巡るメイキングの歴史

現在のメイカー・ムーブメントを歴史的な教育のコンテキストの中で位置付けています。

2章 メイキングが導く学習

構築主義はメイカー・ムーブメントと強く共鳴する学習理論です。私たちは学習を、メイキング、ティンカリング、そしてエンジニアリングのレンズを通して眺めます。

3章 考えることについて考える

私たちは発明のプロセス、「デザイン」について考える方法を探求します。

4章 よいプロジェクトの秘訣とは？

これはよい質問です！ いくつかの答えを用意しました。

5章 教えること

教室におけるメイキングと構築主義はどのようなものでしょうか？

6章 メイキングの現在

教室でのメイキングは新しいことではありません。私たちは昔ながらの学習に新しい素材を関連付けています。

7章 変革を起こすものたち

現代のメイカー・ムーブメントの3つのアクティビティが学習に革命をもたらします。ファブリケーション、フィジカル・コンピューティング（ロボット、Arduino等）、そしてプログラミングです。

8章 ガラクタの山は宝の山

買い物リストはどこにあるのか、不思議に思っていましたよね！

9章 学習環境を作り上げる

メイキングを最大限助ける学習環境（物理的、情緒的、そして知的な意味で）の作り方。

10章 生徒のリーダーシップ

メイカー・ムーブメントは、生徒たちにとって学校や地域社会でのリーダーもしくは支え手になるためのよい機会です。

11章 メイカーデイを開きましょう

みんなで作る楽しさを共有しましょう。

12章 立場を主張する（事例のメイキング）

発明、メイキング、そしてメイカースペースがあなたの学校に必要なだと、他の人を説得する方法。

13章 私たちの取り組み

教師たちはどのようにすれば、彼らが学校に行ったときには存在していなかった物ごとを、行ったり教えたりすることを学ぶことができるのでしょうか？

14章 探求のためのリソース

ウェブサイト、書籍、キット、部品、ソフトウェア、オンライン・ストア、その他のメイカー教室を構築するためのリソースを紹介します。