

# K-12コンピューターサイエンスの未来像

k-12コンピューターサイエンスフレームワークは、すべての生徒がコンピューターサイエンスのコンセプトとプラクティスに従事するような未来像を表す。最初の学年から12学年まで、生徒はコンピューターサイエンスの基礎知識を学び、コンピューティングテクノロジーを使うユーザーとクリエイターのどちらにもなるため、計算思考の力を活用する新しい問題解決アプローチを学ぶ。コンピューターサイエンスをさまざまな学問分野やプラクティスをこなすことで学び、表現するためのツールとして応用することによって、生徒はテクノロジーの影響を強く受けている世界に積極的に参加する。

## コンピューターサイエンスの力

コンピュータのパワーは、仮想世界としての私たちの物理的な現実と、その世界を操作するための命令に従う彼らの能力を表現する能力から生まれる。アイデア、画像、および情報は、データのビットに変換され、コンピュータによって処理されて、アプリ、アニメーション、または自律型自動車を実現する。コンピュータが従うことができるさまざまな指示は、我々の想像力によってのみ制限される革新のエンジンになります。驚くべきことに、コンピュータはプログラミング言語の形式で命令に関する指示に従うことさえできる。

コンピュータは、人間の経験をデジタル的に構築、分析、伝達するための、高速で信頼性の高い強力なマシンです。単なるツールではなく、コンピュータは創造的で個人的な表現をするための容易にアクセス可能な媒体です。私たちのデジタル時代では、コンピュータはペイントとペイントブラシの両方である。コンピュータサイエンス教育はアーティストを創造することができる。

学校は、コンピュータが提供する指示に従い、指導を提供し、生産性向上ツールとして役立ち、ますます増え続ける情報源に接続するという約束を守ってきた。コンピュータが教育を改善できるというこの信念は、私たちの国の学校区で見られる1対1のデバイスイニシアチブの数で明らかである。学校でのコンピュータの利用可能性にもかかわらず、コンピューティングの最も重要な側面は、ほとんどの生徒から奪われた。つまり、コンピュータで作成する方法（つまりコンピュータサイエンス）を学ぶことである。

リテラシーは、コンピュータサイエンス教育の必要性を理解するための適切なコンテキストを提供する。幼い頃からは、書かれたことの影響を受けることができるように読む方法を教えるだけでなく、アイデアを表明して他者に影響を与えるように書くことも教えられる。コンピューティングはリテラシーのような強力な媒体であるが、ほとんどの生徒は、自分自身で作品を作成（すなわち書き込む）するのではなく、提供されたコンピューティングの作品をどのように使用するか（すなわち読むか）一緒に、過去数十年にわたるコンピューティング・メディアで働いていた「著者」は、私たちの社会を変えた。コンピュータサイエンスを学ぶことで、生徒は自分自身の作家になり、プログラムやソフトウェアの形で自分の詩や物語を創作することができる。コンピューティングテクノロジーの受動的消費者ではなく、積極的なプロデューサーやクリエイターになることができます。私たちのデジタル時代には、「プログラムするかプログラムされるか」（Rushkoff, 2011, p.1）がある。

## K-12コンピュータサイエンスのビジョン

主力から今日のスマートフォンまで、Ada Lovelaceの最初のコンピュータプログラムからSeymour Papertの強力なアイデアまで、コンピューティングは世界を劇的に変え、教育

の改善に約束している。コンピュータサイエンスの思考、問題解決、創造の方法は、すべての人生にとって非常に重要なものとなり、熟練した技術労働者を確保すること以上に重要である。K-12コンピュータ・サイエンス・フレームワークは、

- ・未来のコンピュータサイエンスの話題に関する公開討論に批判的に関与することができる。
- ・コンピュータサイエンスの知識や成果物の学習者、ユーザー、クリエイターとして開発できる。
- ・世界のコンピューティングの役割をよりよく理解することができる。
- ・他の科目や興味の中で自分自身を学び、実行し、表現することができる。

コンピュータサイエンス教育のこのビジョンは、彼女のK-12コンピュータサイエンスの経験の中でマリア（生徒）が取ることができる道の一つを想像することによって最もよく理解される。

- ・小学校では、美しいデザインを描くコンピュータアルゴリズムを作成するために、パズルピースのような操作を順序付けてコンピュータに指示する方法を学びます。若い頃から、彼女はコンピューティングは創造的な体験であり、個人的な表現のツールであると理解している。
- ・中学校では、彼女のコンピューティングコンセプトの使用とコンピューティングの仕組みの理解において、洗練された成長を遂げている。彼女はコンピュータを使用して、計算上のアイデアやプロセスを使って、他の分野の学習経験を強化している。コンピューティングは、問題を表現し、解決するための媒体として役立つ。
- ・高等学校では、マリアは新しい方法でコンピューティングを適用するために、彼女のコミュニティと社会内での機会を見る。コンピュータサイエンスのコンセプトとプラクティスは、彼女が小規模および大規模に、そして多種多様な利益の真の変化を生み出すことを可能にした。

このビジョンは、すべての生徒のK-12経験を向上させ、様々な高等教育後の経験とキャリアを準備することを約束している。K-12コンピュータサイエンス基盤を卒業した生徒は、技術の消費者ではなく創造者である、コンピューティングの知識を身につけている社会のメンバーになる。医師、芸術家、起業家、科学者、ジャーナリスト、ソフトウェア開発者になり、これらの分野や他のさまざまな分野でさらに革新をもたらし、地域社会や世界に利益をもたらす。K-12コンピュータサイエンスフレームワークは、すべての人が利用できるコンピュータサイエンス教育のこのビジョンを実現することに専念する。

## コンピュータサイエンスの場合

パーソナルコンピューティングの普及と技術への依存の高まりは、社会の構造や日々の生活を変えた。将来のキャリアにかかわらず、多くの生徒は仕事場でコンピューターサイエンスを使用する。科学技術、工学、数学（STEM）に直接関係していない分野では、半数近くが複雑な形でコンピュータを使用している（Change the Equation, 2015）。残念ながら、今日のK-12生徒は、これらのコンピュータサイエンスのコンセプトとプラクティスについて学び、コンピュータサイエンスが日々の生活にどのように影響するかを理解する機会に限られている。

学校の半分以上が有意義なコンピュータサイエンスコース（Google & Gallup, 2015）を教えると、アクセスの大きな違いは、すでに教育不平等に直面している伝統的に不十分な生徒を疎外させることがある。この機会の格差は、テクノロジー労働者の多様性の驚異的な欠如に反映されている（例えば、Information is Beautiful, 2015; Sullivan, 2014）。コンピュータサイエンスの授業の大部分は高校生にのみ提供されているが、他のSTEM分野の研究では、若い頃から誰がその分野に優れているか、誰が属するのかについてのステレオタイプ（Scott & Martin, 2014）。これらのメッセージに早期に対処し、コンピューティングエクスペリエンスに早期にアクセスできるようにすれば、これらのステレオタイプが形

成されないようにすることができる（Google、2014）。コンピュータサイエンスの初期の取り組みは、生徒が長年に渡ってコンピュータサイエンスに精通していることを可能にし（Guzdial、Ericson、McKlin、&Engelman、2012）、彼らが学校を通っているときに他の科目や興味にコンピュータサイエンスを適用する機会を与える（Grover、2014）。コンピュータサイエンスに関する世論と最近の就職統計を参考にして、機会の欠如は特に不本意である。

アメリカ人は、コンピュータサイエンスは読書、執筆、数学と同じくらい重要だと考えている（Horizon Media、2015）。

ほとんどの両親は、子供の学校にコンピュータサイエンスを提供したい（Google & Gallup、2015）。

2010年以来、コンピュータサイエンスは、すべてのSTEM分野（Fisher、2015）、AP（Advanced Placement）分野で最も急速に成長している学部メジャーの1つにランクされている。（Code.org、2015）。

コンピュータサイエンスを使用する仕事は、最も高い賃金、高い成長（労働統計局、2015局）、経済を支えるほとんどのインディペンデントジョブ（The Conference Board、2016）の一部である。

コンピュータサイエンスは、全生徒成功法（2015年）の「充実した教育」の一環として定義されている。

## コンピュータサイエンスとは何か？

K-12学校のコンピューティング教育には、コンピュータリテラシー、教育技術、デジタルシチズンシップ、情報技術、コンピュータサイエンスが含まれます。すべてのコンピューティングの基盤として、コンピュータサイエンスは「原理とハードウェアとソフトウェアの設計、アプリケーション、社会への影響など、コンピュータとアルゴリズムプロセスの研究」とある（Tucker et al.、2006、p.2）。K-12コンピュータサイエンスフレームワークは、この知識体系を、コンピュータサイエンスの主要なコンテンツ分野を表す5つのコアコンセプトと、豊富で有意義な方法でコンセプトに従うために使用するアクションを表す7つのプラクティスに分類する。

コンピュータサイエンスは、インターネットの使い方やデジタルプレゼンテーションの作成など、日々のコンピュータの使用と混同されることがよくある。親、教師、生徒、地方自治体、州の管理者はこの混乱を分かち合うことができます。最近の調査によると、文書やプレゼンテーションの作成（78%）とインターネットの検索（57%）はコンピュータサイエンス活動（Google & Gallup、2015）であると大多数の生徒が信じている。両親や教師、プリンシパルは、従来のコンピュータリテラシー活動とコンピュータサイエンスの違いを描写するのとはほとんど同じくらい悪く、インターネットで検索することはコンピュータサイエンス（Google & Gallup、2015）であると生徒が考えるよりも実際的である。この混乱は教育の州の部署にも及ぶ。国家認証分野の責任者を対象とした調査では、多くの州では、「コンピュータサイエンス」分野の明確な定義や理解がないようであり、コンピュータサイエンスと他の分野、例えば技術教育/教育技術（TE / ET）、産業技術や授業技術IT）、管理情報システム（MIS）、または他の分野の学習をサポートするためのコンピュータの使用さえも含む。（Khoury、2007、CSTA認定委員会、2013、p.10参照）コンピュータサイエンスに関するこれらの誤解は、すべての生徒にとって高品質のコンピュータサイエンス体験を提供することに深刻な問題を提起する。K-12コンピュータサイエンスフレームワークは、コンピュータサイエンスが何であるだけでなく、幼稚園から12年生までコンピュータサイエンスで知っていることとできることを明確にしている。コンピュータサイエンスは、コンピュータリテラシー、教育技術、デジタルシチズンシップ、情報技術に基づいている。それらの違いとコンピュータサイエンスとの関係を以下に説明する。

コンピュータリテラシーとは、生産性ソフトウェアなどのコンピュータとプログラムの一

般的な使用を指す。前述の例には、インターネット検索の実行とデジタルプレゼンテーションの作成が含まれる。

教育技術は学校の科目にコンピュータリテラシーを適用する。たとえば、英語クラスの生徒は、Webベースのアプリケーションを使用して、オンラインでエッセイを共同で作成、編集、保存することができる。

デジタルシチズンシップとは、適切なパスワードを選択して安全に保つなど、技術の適切かつ責任ある使用を指す。

情報技術はコンピュータサイエンスと重複することが多いですが、ソフトウェアを作成するよりもソフトウェアをインストールするなど、コンピュータサイエンスの産業応用に主に焦点を当てています。情報技術の専門家はしばしばコンピュータサイエンスの背景にある。

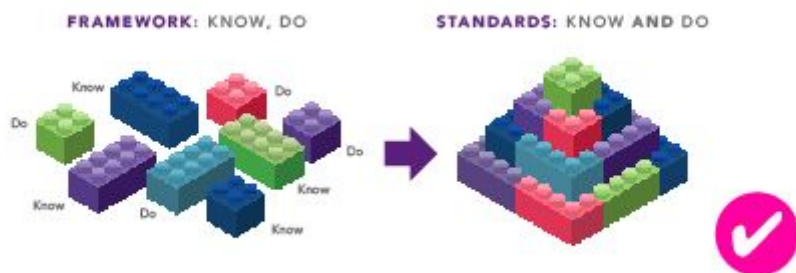
これらのコンピューティングの側面は、コンピュータテクノロジーとは区別される。なぜなら、なぜ彼らが働くのかを理解するのではなく、それらのテクノロジーを作成する方法よりもコンピュータテクノロジーの使用に焦点を当てているからである。コンピューターがなぜ、どのように機能するか（すなわちコンピューターサイエンス）を知っていることは、コンピューター使用と関連する権利、責任、およびアプリケーションを深く理解するための基礎を理解することができる。

パスワードセキュリティは、コンピュータサイエンスとコンピューティングの他の側面との共通点を示すトピックである。リスト（すなわち配列）内のすべての単語を分割して繰り返し処理するようにコンピュータをプログラミングする方法を知っている生徒は、おそらくパスワードに辞書単語を使用しない生徒である。この場合、コンピュータがなぜそしてどのように機能するかを理解することは、生徒がコンピュータの使用について良い判断を下すのに役立つ。

コンピュータサイエンスはコンピューティングの基礎である。このフレームワークでは、コンピュータリテラシーとはコンピュータサイエンスを知ることの意味する。

## 範囲と対象読者

K-12コンピュータサイエンスフレームワークのコンセプトとプラクティスは、基準の形で具体的かつ測定可能な業績期待値ではなく、カリキュラムの形で詳細なレッスン計画や活動でもない。代わりに、K-12コンピュータサイエンスフレームワークは、州、地区、および組織が独自の基準とカリキュラムの開発を知らせるために使用できる、高度なガイドです。以下に示すように、フレームワークは、標準を作成するために使用できるコンセプト（生徒が知っておくべきである）とプラクティス（生徒がすべきこと）を提供する。



また、このフレームワークは、高度な研究課題のためのコンピュータサイエンスコンテンツの全範囲を提供していないことも明確にする必要がある。フレームワークはすべての生徒のベースラインリテラシーを記述しているため、コンピュータサイエンスをより深く勉

強することを選ぶ人は、フレームワークを超えた内容を含むキャリアや技術教育プログラムで優等生、AP、または専門コースに目を向けるかもしれない。

このフレームワークは、特定のコースに対する期待を規定していない。それは、学年レベルの成果を提供するものではなく、コース構成（特定のコースのトピックの範囲と順序）またはコースの経路（複数のコースのトピックとシーケンスの範囲）を定義するものでもありません。フレームワークの5つのコアコンセプトは、コース内で独立したユニットとして機能するには設計されておらず、コース全体を定義する個別のトピックでもなかった。代わりに、フレームワークのコンセプトとプラクティスは、指導を通じて統合されることを意図している。

このフレームワークは、コンピュータサイエンスを教えることを学んでいる教育者を含む様々な背景を持つ聴衆のために書かれたものである。この読者には

- ・ 州/地区の政策立案者と管理者。
- ・ 標準とカリキュラム開発者（十分なコンピュータサイエンス経験を持つ）
- ・ 現在および新しいコンピュータサイエンスの教師（他の科目の教師や非公式の教師を含む）そして（非営利団体、業界パートナー、非公式教育）を支援している。

## フレームワークを導く原則

以下の原則はフレームワークの発展を導いた：

1. コンピュータサイエンスへの参加を広げる。
2. 本質に焦点を当てる。
3. 車輪の再発明をしない。
4. 現在の研究に触れ、将来の研究を導く。
5. 全国的に認められたフレームワークに合わせる
6. インプリメント実装。

### コンピュータサイエンスへの参加を広げる

第一に、K-12コンピュータサイエンスフレームワークは、年齢、人種、性別、身体障害、または社会経済的地位にかかわらず、すべての生徒のために設計されている。このフレームワークの構造と内容は、コンピューティングの多様性とアクセシビリティを含む資本の問題への関心の必要性を反映している。コアコンピューティング文化の育成は、コンピューティングの影響をコアコンピューティングの1つとして選択することで、多様性、公平性、アクセシビリティの主要なトピックを作成し、他のコンセプトやプラクティスを織り交ぜることができる。

### 本質に焦点を当てる

K-12コンピュータサイエンスフレームワークは、K-12経路で学ぶことができるすべてのコンピュータ科学のトピックの網羅的なリストではなく、コンピュータサイエンスにおける基礎的なリテラシーを記述している。フレームワークは、すべての生徒にとってコンピュータサイエンスが不可欠であることを記述しているが、教育者やカリキュラム開発者は、生徒の多くの興味、能力、抱負を網羅するフレームワークを超えた学習体験を創造することが奨励されている。さらに、このフレームワークは、インストラクターや一般の人々がアクセス可能な、専門用語ではない簡単な言語を使用しようとしている。技術用語が使用される場合、それらは懲戒語彙に真実を保ち、関連するコンセプトを完全に説明するために必要とみなされる。

### 車輪の再発明をしない

K-12コンピュータサイエンスフレームワークは、コンピュータサイエンス教育における専門的な研究とプラクティスの歴史に基づいている。このフレームワークは、コンピュータ

サイエンス教師協会（CSTA Standards Task Force、2011）や数学、科学、技術教育（ISTE、2016など）のフレームワークのような専門組織の仕事の影響を受ける。Advanced Placement Computer Science Principlesのカリキュラムフレームワーク（College Board、2016）や学部コンピュータサイエンスプログラムのカリキュラムガイドラインのような、全国的に認められているコースフレームワークは、高度なコンピュータサイエンス研究を続ける可能性のある生徒にビジョンをもたらした。イギリス（英国教育省、2013年）、ドイツ（Hubwieser、2013年）、ポーランド（Sysło & Kwiatkowska、2015年）、ニュージーランド（ベル、アンドレア、ロビンズ、2014年）などの他の国からのコンピュータサイエンスフレームワーク、フレームワークのコンセプトとプラクティスをベンチマークするために使用される。

### 現在の研究に触れ、将来の研究を導く

このフレームワークは、学習の進行、軌跡、コンピューテーショナルシンキングなど、コンピュータサイエンス教育における現在の研究を反映しています。具体的なコンピュータサイエンス教育の研究が不足している場合、フレームワークは、特定のコンセプトの発達の妥当性などの決定を導くために、開業医コミュニティの既存の知識ベースと他の関連コンテンツ分野の研究に依存する。残りの質問は、フレームワークの将来の改訂を通知する研究課題を導いた。

### 全国的に認められたフレームワークに合わせる

コンピュータサイエンス教育のフレームワークを開発するには、ほとんどの学校に新しい科目を定義し、他の教育ガイドラインの開発に使用されている確立された構造とプロセスに頼っていることが必要である。このフレームワークは他の科目のものと並んで存在するため、K-12コンピュータサイエンスフレームワークは、K-12サイエンス教育のフレームワーク（NRC、2012）など、他のフレームワークと同様に意図的に構成されています。K-12コンピュータ・サイエンスを見て、記述するためのコンセプトとプラクティスのレンズを使用することで、対象分野全体の一貫性が向上します。K-12コンピュータ・サイエンス・フレームワークは、他の地域主導の取り組みの開発プロセスを反映しています。透明性と包括性は、公開サマリー、毎月の更新、フォーラム/ウェブセミナー、ステークホルダーとの会話、アドバイザーワークショップ、コミュニティレビュー、公開レビュー期間を通じて開発プロセス全体を通じて強調されました。一般的なフィードバックの要約とそれに続くフレームワークの改訂は、付録Aに記載されている。

### インプリメント実装

K-12コンピュータサイエンスフレームワークは、州や地区がすでにすべての生徒にコンピュータサイエンスを実施しているかどうかにかかわらず、さらなる努力を促すための一貫したビジョンを提供する。フレームワークには、標準の作成、教師の準備、フレームワークのコンセプトとプラクティスを反映したカリキュラムの作成など、さまざまな重要な実装手順のガイダンスを提供する章が含まれている。すべての生徒に高品質のコンピュータサイエンスの機会を提供するには、ポリシーと実装を連携させる必要がある。

## 概要

このプロジェクトの目標は、K-12コンピュータサイエンス教育のための高度なフレームワークを提供することである。これは、コンピュータサイエンスの中心的なコンセプトとプラクティスを特定し、さまざまな学年バンドの生徒がそのコンセプトやプラクティスをどのように見せるかを説明することである。このフレームワークは、州、地区、および組織に、独自の基準、カリキュラム、アセスメント、または教師準備プログラムを設計する指針を提供する。コンピュータサイエンス教育は、K-12レベルで研究機関が増えており、教育システムがコンピュータサイエンスの機会を増やすために習得する多くの教訓を持つ進化する分野である。このプロジェクトを開発し支援したコミュニティは、K-12コン

ピュータサイエンスフレームワークが、すべての生徒にとってフレームワークのビジョンを現実のコンピュータ科学にするために必要な実装作業を通知し、刺激し、推進するための最初のステップだと考えている。

## 参考文献

Bell, T., Andreae, P., & Robins, A. (2014). A case study of the introduction of computer science in NZ schools. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(10), 10:1–10:31. doi: 10.1145/2602485

Bureau of Labor Statistics. (2015). *Employment projections* [Data file]. Retrieved from <http://www.bls.gov/emp/tables.htm>

Change the Equation. (2015, December 7). The hidden half [Blog post]. Retrieved from <http://changetheequation.org/blog/hidden-half>

Code.org. (2015, July 2). Computer science is the fastest growing AP course of the 2010s [Blog post]. Retrieved from <http://blog.code.org/post/123032125688/apcs-2015>

College Board. (2016). *AP Computer Science Principles course and exam description*. New York, NY: College Board.  
<https://secure-media.collegeboard.org/digitalServices/pdf/ap/ap-computer-science-principles-course-and-exam-description.pdf>

Computer Science Teachers Association Certification Committee. (2013). *Bugs in the system: Computer science teacher certification in the U.S.* New York, NY: Computer Science Teachers Association and Association for Computing Machinery.  
[https://csta.acm.org/ComputerScienceTeacherCertification/sub/CSTA\\_BugsInTheSystem.pdf](https://csta.acm.org/ComputerScienceTeacherCertification/sub/CSTA_BugsInTheSystem.pdf)

Computer Science Teachers Association Standards Task Force. (2011). *CSTA K–12 computer science standards, revised 2011*. New York, NY: Computer Science Teachers Association and Association for Computing Machinery.  
[http://www.csteachers.org/resource/resmgr/Docs/Standards/CSTA\\_K-12\\_CSS.pdf](http://www.csteachers.org/resource/resmgr/Docs/Standards/CSTA_K-12_CSS.pdf)

The Conference Board. (2016). *National demand rate and OES employment data by occupation* [Data file]. Retrieved from <https://www.conference-board.org/>

England Department for Education. (2013, September 11). *National curriculum in England: Computing programmes of study*. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>

Every Student Succeeds Act of 2015, Pub. L. No. 114-95. 20 U.S.C.A. 6301 (2016).

Fisher, A. (2015, February 10). The fastest-growing STEM major in the U.S. *Fortune*. Retrieved from <http://fortune.com/2015/02/10/college-major-statistics-fastest-growing/>

Google. (2014). *Women who choose computer science—what really matters: The critical role of encouragement and exposure*. Mountain View: CA. Retrieved from <https://www.google.com/edu/resources/computerscience/research/>

Google & Gallup. (2015). *Searching for computer science: Access and barriers in U.S. K–12 education*. Retrieved from <http://g.co/cseduresearch>

Grover, S. (2014). *Foundations for advancing computational thinking: Balanced designs for deeper learning in an online computer science course for middle school students* (Doctoral dissertation). Stanford University, CA.

Guzdial, M., Ericson, B. J., McKlin, T., & Engelman, S. (2012). A statewide survey on computing education pathways and influences: Factors in broadening participation in computing. *Proceedings of the Ninth Annual International Conference on International Computing Education Research* (pp. 143–150). New York, NY. doi: 10.1145/2361276.2361304

Horizon Media. (2015, October 5). Horizon Media study reveals Americans prioritize STEM subjects over the arts; science is “cool,” coding is new literacy. *PR Newswire*. Retrieved from <http://www.prnewswire.com/news-releases/horizon-media-study-reveals-americans-prioritize-stem-subjects-over-the-arts-science-is-cool-coding-is-new-literacy-300154137.html>

Hubwieser, P. (2013). The Darmstadt model: A first step towards a research framework for computer science education in schools. In I. Diethelm & R. T. Mittermeir (Eds.), *Informatics in Schools: Sustainable Informatics Education for Pupils of All Ages. Proceedings of the 6th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives (ISSEP 13)*, Oldenburg, Germany (pp. 1–14). doi: 10.1007/978-3-642-36617-8\_1

Information is Beautiful. (2015). *Diversity in tech: Employee breakdown of key technology companies*. <http://www.informationisbeautiful.net/visualizations/diversity-in-tech/>

International Society for Technology in Education. (2016). *ISTE standards for students*. Retrieved from <https://www.iste.org/resources/product?id=3879&childProduct=3848>

Khoury, G. (2007). CSTA certification committee report. Retrieved from <http://csta.acm.org/ComputerScienceTeacherCertification/sub/CertificationResearch.html>

National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K–12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.

Rushkoff, D. (2010). *Program or be programmed: Ten commands for a digital age*. New York, NY: OR Books.

Scott, A., & Martin, A. (2014). Perceived barriers to higher education in science, technology, engineering, and mathematics. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 20(3), 235–256. doi: 10.1615/JWomenMinorScienEng.2014006999

Sullivan, G. (2014, May 29). Google statistics show Silicon Valley has a diversity problem. *The Washington Post*. Retrieved from <https://www.washingtonpost.com/news/morning-mix/wp/2014/05/29/most-google-employees-are-white-men-where-are-all-the-women/>

Sysło, M. M., & Kwiatkowska, A. B. (2015). Introducing a new computer science curriculum for all school levels in Poland. In A. Brodnik & J. Vahrenhold (Eds.), *Informatics in Schools: Curricula, Competences, and Competitions. Proceedings of the 8th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives (ISSEP 2015)*, Ljubljana, Slovenia (pp. 141–154). doi: 10.1007/978-3-319-25396-1\_13

Tucker, A., McCowan, D., Deek, F., Stephenson, C., Jones, J., & Verno, A. (2006). *A model curriculum for K–12 computer science: Report of the ACM K–12 task force curriculum committee* (2nd ed.). New York, NY: Association for Computing Machinery.