



### レッスンの焦点

このレッスンでは、バイナリ(2進)コードがどのように機能するか、またコンピュータ技師がどのようにバイナリを応用しているかに焦点を置きます。このレッスンの学習では、ソフトウェアのダウンロードとオンラインのバイナリ時計の読み方を学びます。また、レベルの高い生徒には、キットからバイナリ時計を作成する機会が与えられます。

### レッスンの概要

「バイナリにチャレンジ」では、バイナリコードの働きと、コンピュータ技師がコンピュータや時計などの他の電子機器にどのようにバイナリコードを応用しているかを探究します。生徒はコードの使用法とバイナリ時計の読み方を学びます。レベルの高い生徒は、独自のバイナリ時計をキットを使って作成できます。



### 年齢

8-18 才。

### 目的

- ◆ バイナリコードとその演算処理への応用について学びます。
- ◆ ソフトウェアアプリケーションのダウンロード、実行、管理について学びます。
- ◆ 簡単な電子機器の配線と製作について学びます。
- ◆ エ学チームがプロジェクトの仕事にどのようにアプローチするかについて学びます。
- ◆ チームワークとグループ作業について学びます。

### 習得内容

この学習で生徒は以下についての理解を深めます。

- ✦ バイナリコード
- ✦ 電子製品の設計
- ✦ 問題解決
- ✦ チームワーク

### レッスン内容

生徒は、バイナリコード、およびそれをコンピュータなどの機器で使用方法について学びます。また、バイナリコードの簡単な用途であるバイナリ時計について探究します。レベルの高い生徒は、動作するバイナリ時計を組み立てます。

### バイナリにチャレンジ

TryEngineering 所属 IEEE による作成 [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE - All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

---

## リソース / 教材

- ◆ 教師用リソース文書(添付)
- ◆ 生徒用ワークシート(添付)
- ◆ 生徒用リソースシート(添付)

---

## 教科課程枠組みとの調整

添付されている教科課程の調整用シートをご覧ください。

---

## インターネットでの参照資料(英語)

- ◆ TryEngineering ([www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org))
- ◆ Building a Binary Clock (<https://www.instructables.com/id/Easy-Binary-Clock/>) or (<https://www.instructables.com/id/24-Hour-Binary-Clock-with-Bamboo-Case/>)
- ◆ Binary Clock Kit (<https://www.tindie.com/products/applemountain/binary-clock-kit-with-red-green-and-blue-lights/>)
- ◆ Free Binary Clock for Computer Desktop ([www.sb-software.com/binaryclock](http://www.sb-software.com/binaryclock))
- ◆ MAC Free Binary Clock (<https://mac.softpedia.com/get/Utilities/Hardy-BinaryClock.shtml>)

---

## 推奨文献

- ◆ 『CODE コードから見たコンピュータのからくり』チャールズ・ペゾルド(著) (ISBN: 4891003383)
- ◆ 『How Computers Work』Ron White、Timothy Edward Downs (著) (英語) (ISBN: 0789736136)

---

## 任意の作文

- ◆ コンピュータでのバイナリコードの使用の歴史について簡単な作文を書きます。

**教師用:****教科課程枠組みとの調整**

注意:このシリーズにおけるすべてのレッスン プランは、全米教育評議会により設定された全米科学教育基準に準じ、科学教育者協会により推奨され、また該当する場合には国際技術教育学会による技術能力基準または国立数学教師評議会による学校数学の目標と規準に準じるものです。

**◆学校数学の目標と基準****数字および演算の基準**

学習の結果、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 数字、数字を表す方法、数字と数字の関係、数体系を理解します。
- ◆ すらすらと計算し、適切な推定を行います。

**関連付けの基準**

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 数学的思考を互いに連携させて積み重ね、理路整然とした全体を作り出す方法を理解します。
- ◆ 数学の範囲外の状況を認識して数学を適用します。

**◆全米科学教育基準 学年 K-4 (年齢 4-9 才)****教材基準 A: 疑問としての科学**

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 科学的な質問をするために必要な能力

**教材基準 B: 物理学**

この学習により、生徒全員は以下についての理解を習得します。

- ◆ 光、熱、電気、磁気

**教材基準 E: 科学技術**

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 技術設計能力
- ◆ 科学技術についての理解

**◆全米科学教育基準 学年 5-8 (年齢 10-14 才)****教材基準 A: 疑問としての科学**

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 科学的な質問の理解

**教材基準 B: 物理学**

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ エネルギーと物体の相互作用

**教材基準 E: 科学技術**

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 技術設計能力
- ◆ 科学技術についての理解

**教材基準 F: 個人的および社会的な観点から見た科学**

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 地域、国、世界レベルの課題に対する科学技術

**教材基準 G: 科学の歴史と本質**

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 歴史的な観点



## 教師用:

## 教科課程枠組みとの調整(続き)

## ◆全米科学教育基準 学年 9-12 (年齢 14-18 才)

## 教材基準 A: 疑問としての科学

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 科学的な質問の理解

## 教材基準 E: 科学技術

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 技術設計能力
- ◆ 科学技術についての理解

## 教材基準 F: 個人的および社会的な観点から見た科学

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 個人および地域社会の健康
- ◆ 地域、国、世界レベルの課題に対する科学技術

## 教材基準 G: 科学の歴史と本質

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 歴史的な観点

## 教材基準 E: 科学技術

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 技術設計能力
- ◆ 科学技術についての理解

## 教材基準 F: 個人的および社会的な観点から見た科学

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 環境基準
- ◆ 自然災害と人為災害
- ◆ 地域、国、世界レベルの課題に対する科学技術

## 教材基準 G: 科学の歴史と本質

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 歴史的な観点

## ◆技術能力の基準 - 全年齢層

## 技術の本質

- ◆ 基準 3: 生徒は技術分野間および技術と他分野との関係についての理解を深めます。

## 技術と社会

- ◆ 基準 7: 生徒は歴史に対する技術の影響についての理解を養います。

## 設計

- ◆ 基準 9: 生徒は技術設計についての理解を養います。

## 技術社会

- ◆ 基準 17: 生徒は情報技術と通信技術についての理解を深め、これらを選び使用する能力を養います。



## 教師用:

## 教師用リソース

## ◆ レッソンの目標

「バイナリにチャレンジ」では、バイナリコードの働きと、コンピュータ技師がコンピュータや時計などの他の電子機器にどのようにバイナリコードを応用しているかを探究します。生徒はコードの使用法とバイナリ時計の読み方を学びます。レベルの高い生徒は、独自のバイナリ時計をパーツまたはキットを使って作成できます。



## ◆ レッソンの目的

- ◆ バイナリコードとその演算処理への応用について学びます。
- ◆ 簡単な電子機器の配線と製作について学びます。
- ◆ 工学チームがプロジェクトの仕事にどのようにアプローチするかについて学びます。
- ◆ チームワークとグループ作業について学びます。

## ◆ 教材

- ◆ 生徒用リソース シートおよびワークシート
- ◆ インターネット アクセス(バイナリソフトウェアをダウンロードするため)
- ◆ 任意: 生徒のグループあたり教材 1 セット(約 48 ドルのキット)

## ◆ 手順

1. 生徒に生徒用参照シートを数枚配ります。これらはクラスで読むか、または宿題として読むように事前に渡します。
2. 生徒に、生徒用ワークシートを通じてバイナリ時計の読み方を学習させます。
3. バイナリ時計ソフトウェアをダウンロードし、教室または図書館の PC コンピュータにセットアップします。これで、生徒がソフトウェアをダウンロードしてインストールし、バイナリコードスキルを維持できます。これは宿題にすることも家庭学習用の追加プロジェクトにすることもできます。ソフトウェアは Windows ベースです。
  - Free Binary Clock for Computer Desktop (コンピュータ デスクトップ用の無料バイナリ時計) ([www.sb-software.com/binaryclock/](http://www.sb-software.com/binaryclock/))
  - Another Free Binary Clock for Windows-based Computer Desktop (Windows ベース コンピュータのデスクトップ用の別の無料バイナリ時計) ([www.goldsofts.com/soft/321/37385/Scotts\\_Binary\\_Clock.html](http://www.goldsofts.com/soft/321/37385/Scotts_Binary_Clock.html))
  - MAC Free Binary Clock (Mac 用無料バイナリ時計) (<http://mac.softpedia.com/get/Dashboard-Widgets/Calculate-Convert/Binary-Clock.shtml>)

## ◆ 所要時間

45 分のセッション 1 回または 2 回。

## ◆ 高度な課題

1. レベルの高い生徒の場合、生徒を 2-3 人のグループに分け、1 グループに 1 セットの教材を渡します。チームごとに、キットを使って、動作する電子バイナリ時計を作ってもらいます。
  - Electronics USA の商品 BC10 49.95 ドル(<http://electronicsusa.com/bc10.html>)
  - Gibson Tech Ed の商品 G-540 47.25 ドル([www.gssteched.com/G-540.html](http://www.gssteched.com/G-540.html))
  - Alltronics の商品 23K006 49.00 ドル([www.alltronics.com/cgi-bin/item/23K006/KC/Binary-Clock-Kit](http://www.alltronics.com/cgi-bin/item/23K006/KC/Binary-Clock-Kit))
2. 次に、各グループで他のチームが作成したデザインを評価し、評価/感想ワークシートに記入します。

注意: 分を示す真のバイナリ時計は、0 から 59 の値、つまり 000000 から 111011 の値を表示します。しかし、値の加算  $32 + 16 + 8 + 2 + 1 = 59$  は  $8 + 0 + 0 + 1 = 9$  ほど簡単ではないので、これは読み取りにくくなります。そこで、これらのキットを、このレッスンの他の場所で参照しているダウンロード可能なバージョンと一緒に使用します。



教師用:

教師用リソース(続き)

生徒用ワークシート: 今、何時? - 解決法

バイナリコーディングがどのように機能するかを楽しく簡単に学習するには、バイナリシステムを使用して時間を知る方法を学びます。このワークシートでは、デジタル バイナリ時計を使用してコードとその読み方を学習できます。

◆ 今、何時?

この時計は、以下の構造で数字を表す配置にセットアップされています。

時	分		秒	
8		8		8
4	4	4	4	4
2	2	2	2	2
1	1	1	1	1

任意の時間において、どのライトが点灯しているかにより、時、分、秒を知ることができます。下のイラストでは、時間は 10 時 37 分 49 秒です。

Hours		Minutes		Seconds	

下のバイナリ時計は何時を示していますか?

		
時間: 正解: 02:15:39	時間: 正解: 02:16:06	時間: 正解: 02:16:03





## 生徒用リソース バイナリの基本

### ◆ バイナリ バイトとコンピュータ アプリケーション

2 進法(バイナリ)記数法(2 進数) (略称 bin)では、通常、0(オフ)と1(オン)の 2 つの記号を使用して数値を表します。バイナリシステムは、電子回路に直接的に実装されるので、最近のほぼすべてのコンピュータの内部で使用されています。また、コンピュータは、車から電話や冷蔵庫まで、現代社会で使用されているほとんどの製品、およびほとんどの製造プロセスに組み込まれています。

現代のほとんどすべてのコンピュータで、各メモリセルは、バイナリの数字を 8 ビットのグループ(「バイト」と呼ばれます)で格納するように設定されています。各バイトは、0 から 255、または -128 から +127 の、256 種類の数を表すことができます。それより大きい数を格納するには、連続した複数個(通常は、2、4、8)のバイトを使用します。負の数が必要される場合は、通常 2 の補数表現で格納します。他の仕組みも可能ですが、通常は、特別な用例または古いコンテキスト以外では使用されていません。コンピュータは、いかなる方法であれ数字の形式で表されるものであれば、どんな種類の情報でもメモリに格納できます。現代のコンピュータには、数十億バイト、または数兆バイトものメモリが搭載(とうさい)されています。



### ◆ 仕組み

バイナリについては、ふだん使用している数と比べながら考えることができます。私たちは、10 進法を使用していますこれは、数値の各位の値を、0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 の 10 個の記号のうちの 1 つで表すことができることを意味します。私たちはみな、これについて、そしてこれら 10 個の記号を使用した 10 進法の仕組みについてよく知っています。値を数えるとき、私たちは 0 から数えていき、9 に進みます。これを「1」の位といいます。

「1」の位は、その数字と合わせて、乗算の問題として考えることもできます。5 は  $5 \times 10^0$  (10 の 0 乗、どんな数でも 0 乗すると 1 になるのでこれは  $5 \times 1$  と等しい)と考えることができます。1 の位の左に移動するとき、10 のべきを 1 つ増やします。したがって、この方法で 50 を表すには、 $5 \times 10^1$ 、または  $5 \times 10$  と考えることができます。

$$500 = (5 \times 10^2) + (0 \times 10^1) + (0 \times 10^0)$$

$$5834 = (5 \times 10^3) + (8 \times 10^2) + (3 \times 10^1) + (4 \times 10^0)$$

10 進数では、記号を使い切ったら、位を 1 つ「左に移動」し「10」の位を表すのに「1」を使用します。次に、「1」の位の記号をリセットして最初の記号である 0 に戻します。



## 生徒用リソース

## バイナリの基本(続き)

バイナリは、10進法と同じような仕組みの2進法ですが、数値を表すために使用できる記号は、0と1の2つだけです。「1」の位を0で始め、次に1に上がります。これで記号を使い切ったので、大きい値を表すために「1」を「2」の位に置きます。10進法では2を表すために使用できる記号がありますが、2進法ではそのために使用できる記号がないからです。

2進数記数法で10として表される値は、 $(1 \times 2^1) + (0 \times 2^0)$ です。したがって、10進法の「2」と等しくなります。

2進数と10進数の対応:

$$1_2 = 1 \times 2^0 = 1 \times 1 = 1_{10}$$

$$10_2 = (1 \times 2^1) + (0 \times 2^0) = 2 + 0 = 2_{10}$$

$$101_2 = (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0) = 4 + 0 + 1 = 5_{10}$$

また、別の考え方もあります。記号を使い切った場合、たとえば11111では、左端(はし)に「1」を追加し、右側のすべての数字を「0」にリセットして100000とします。端以外の記号についても同じように考えることができます。100111という数を例に取ります。これに1を加える場合は、「1」が連続している部分の左端の1を1つ左(「4」の位から「8」の位)に移動し、右のすべての数を「0」にリセットして101000とします。





生徒用ワークシート A: 今、何時?

バイナリコーディングがどのように機能するかを楽しく簡単に学習するには、バイナリシステムを使用して時間を知る方法を学びます。このワークシートでは、デジタル バイナリ時計を使用してコードとその読み方を学習できます。

◆ 今、何時?

この時計は、以下の構造で数字を表す配置にセットアップされています。

時		分		秒	
	8		8		8
	4	4	4	4	4
2	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1

任意の時間において、どのライトが点灯しているかにより、時、分、秒を知ることができます。下のイラストでは、時間は 10 時 37 分 49 秒です。

Hours		Minutes		Seconds	

下のバイナリ時計は何時を示していますか?

時間:	時間:	時間:

---

**生徒用ワークシート A: 今、何時? (続き)****◆ バイナリソフトウェアのダウンロード**

生徒の各チームで 1 台のコンピュータを使用して、以下のウェブサイトのいずれかにアクセスし、バイナリ時計をコンピュータにダウンロードします。

- ◆ Free Binary Clock for Computer Desktop (コンピュータ デスクトップ用の無料バイナリ時計) ([www.sb-software.com/binaryclock/](http://www.sb-software.com/binaryclock/))
- ◆ Another Free Binary Clock for Windows-based Computer Desktop (Windows ベース コンピュータのデスクトップ用の別の無料バイナリ時計) ([www.goldsofts.com/soft/321/37385/Scotts\\_Binary\\_Clock.html](http://www.goldsofts.com/soft/321/37385/Scotts_Binary_Clock.html))
- ◆ MAC Free Binary Clock (Mac 用無料バイナリ時計) (<http://mac.softpedia.com/get/Dashboard-Widgets/Calculate-Convert/Binary-Clock.shtml>)

以下の質問に教えてください。

1. チームで、ダウンロードするソフトウェアをどのようにして決めましたか?
  
2. ダウンロードにどれくらい時間がかかりましたか? 予想していたより簡単でしたか? それとも難しかったですか?
  
3. インストールしたソフトウェアにはどのようなオプションがありましたか? どのオプションを試しましたか? どれが気に入りましたか? その理由は何ですか? (たとえば、時計によっては、表示を縦型から横型に切り替(か)えたり、さまざまな表示パターンを使用したり、24 時間制または 12 時間制に切り替えたりするなどのオプションがあります。)
  
4. 標準的なデジタル時計やアナログ時計よりもバイナリ時計の方が人気が出る日が来るとおもいますか? その理由は何ですか?
  
5. バイナリ コードはソフトウェア技師にとってなぜそれほど重要だと思えますか?
  
6. 将来、何が起こると思いますか? 技師になったつもりで、時計やコードが将来どのように変わるかを想像してください。

生徒用ワークシート B: チームによる製作

◆ あなたは技師チームの一員で、独自のバイナリ時計を製作するという課題に取り組まなければなりません。チームには、動作する電子バイナリ時計の作成に使用されるキットが支給されています。

◆ 学習手順

1. 生徒用参照シートを読みます。
2. チームにバイナリ時計キットが配られます。詳細手順に従って、チームで指示と材料を確認しながら作業します。
3. チームで時計を製作します。作業分担の方法を決定し、パーツを管理し、手順に従います。あなたはこのプロジェクトで、製品を製作する最適な方法を決定する製造技師の役割を務めます。
4. 時計の完成にかかるおよその時間を予測して、以下の空欄(くらん)に書いてください。

5. 時計を作成します。チームワークをお忘れなく!
6. 以下の質問/感想欄(らん)に記入してください。
7. 簡単な感想と共に、時計をクラスで発表します。

◆ 質問/感想

1. 時計は動きましたか? 動かなかった場合は、何が悪かったと思いますか?

◆ 質問/感想(続き)

2. 作成中にどのような障害にぶつかりましたか? それをどのように克服(こくふく)しましたか?
3. 実際の製作時間は予測した時間と比べてどうでしたか? 差が出た理由は何だと思いますか?
4. 実際の作業は、チームの作業分担計画のとおりに進みましたか? それともプロジェクトの実行中に戦略を変更(へんこう)しましたか? 作業へのアプローチを変更した場合、その理由は何ですか?
5. バイナリ時計をクラスで発表し、チームがどのようにこの作業にアプローチしたか、また計画と実際の作業がどのように異なっていたかを話し合います。
6. このプロジェクトへのアプローチは他のチームの方が優っていたと思いますか? 思う場合は、取り組みのどのような点を変更すればよかったと思いますか? この回答として、作業分担の変更、パーツの組み立て方の変更、または手順の把握(はあく)などが考えられます。