レッスンの焦点

このレッスンでは、産業用選別プロセスの工学に焦点を置きます。硬貨の製造または鋳造プロセスの学習を通じて、生徒は、選別が製造および梱包システムにどのように取り入れられているかについて学びます。生徒はチームに分かれて、技師のチームとして、梱包のためにさまざまなサイズの硬貨を選別するシステムを設計および製作します。

レッスンの概要

「選別しよう!」では、技師がどのようにして製造および梱包プロセスに統合する選別システムを開発したかを学びます。生徒は、硬貨がどのように製造されるかを探究し、その後チームに分かれて、さまざまなサイズまたは重さの硬貨を選別するシステムを設計および製作します。生徒は、各「技師」チームについて、採用した戦略とその結果を予想および評価します。

年齢

8-18 才。

目的

- 工学システムについて学びます。
- 硬貨の製造プロセスについて学びます。
- 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。

- 製造工学および計画
- 問題解決
- チームワーク

レッスン内容

生徒は、硬貨がどのように製造されているかを学び、選別および梱包プロセスの速度を上げるために技師が開発した選別プロセスを探究します。生徒のチームは、硬貨の選別プロセスの開発、予想、計画の実行、トラブルシューティング、自分と他のチームの結果の評価を行います。

© 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(特に明記していない場合は英語)

- TryEngineering (www.tryengineering.org)
- Wikipedia Coins (https://en.wikipedia.org/wiki/Coin)
- US Mint Virtual Tour (https://www.usmint.gov/about/mint-tours-facilities)

推奨文献(英語)

- 『The History of Money』(ISBN: 0609801724)
- 『Manufacturing, Engineering & Technology』(ISBN: 0131489658)

任意の作文

- 国が硬貨のデザインまたは含有物の変更を決める場合に工学が与える影響について簡単な作文を書きます。
- 技師がどのように偽造防止システムを硬貨の製造に取り入れているかについて、簡単な作文を書きます。

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

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。

◆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
- 科学的な質問の理解

教材基準 B: 物理学

この学習により、生徒全員は以下についての理解を習得します。

- 物体と物質の特性
- 物体の位置と運動

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。

- 地域レベルの課題に対する科学技術

◆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。

- 科学的な質問をするために必要な能力
- 科学的な質問の理解

教材基準 B: 物理学

この学習により、生徒全員は以下についての理解を習得します。

- 運動と力

教材基準 E: 科学技術

5-8 学年における学習の結果、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。

- 社会における科学技術

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

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。
- 科学的な質問をするために必要な能力
- 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。
- 運動と力

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

◆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 4: 生徒は技術の文化的、社会的、経済的、政治的な効果についての理解を深めます。
- 基準 6: 生徒は技術開発と使用における社会の役割についての理解を深めます。
- 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 8: 生徒は設計の特質についての理解を養います。
- 基準 9: 生徒は技術設計についての理解を養います。
- 基準 10: 生徒はトラブルシューティング、研究開発、発明と革新、および問題解決における実験の役割についての理解を養います。

技術社会に対応する能力
- 基準 11: 生徒は設計手順を応用するための能力を養います。
- 基準 12: 生徒は、技術的な製品およびシステムを使用および保守する能力を養います。
- 基準 13: 生徒は製品とシステムの影響を評価する能力を養います。

技術社会
- 基準 19: 生徒は製造技術についての理解を深め、これらを選び使う能力を養います。

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

教師用:
教師用リソース

◆ レッスンの目標

このレッスンでは、産業用選別プロセスの工学に焦点を置きます。硬貨の製造または鋳造プロセスの学習を通じて、生徒は、選別が製造および梱包システムにどのように取り入れられているかについて学びます。生徒はチームに分かれて、技師のチームとして、梱包のためにさまざまなサイズの硬貨を選別するシステムを設計および製作します。

◆ レッスンの目的

- 工学システムについて学びます。
- 硬貨の製造プロセスについて学びます。
- 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
- 生徒用ワークシート
- さまざまなサイズの硬貨を入れる袋
- 生徒のグループあたり教材 1 セット:
  - 接着剤、テープ、紙皿またはプラスチックの皿、段ボール、はさみまたは穴空けパンチ、木材(任意)、ホイル、紙、厚紙の筒(ペーパー タオルまたはトイレット ペーパーの芯など)
  - 選別する硬貨の見本各 1 枚(教師は各システムを回っていろいろな硬貨が混在した袋を使ってテストします)
  - 収集容器(紙コップ、小さい箱、ビニール袋、紙袋)

◆ ヒント

硬貨を選別する方法は多数あります。生徒が独自の解決策を見出すように促すのがベストです。それが、技師が日常業務として行う、交渉やチームワークのプロセスを体験させることにもなるからです。

たとえば、傾斜路を使用する方法があります。これは、段ボールまたは木で土台を作り、各硬貨より少しだけ大きい穴を空けます。小さい穴を一番上にして、小さい硬貨ほど先に選別されるようにします。この方法では、傾斜路の角度によって、硬貨が穴に落ちることのできる遅い速度で下に移動するかどうかが決まります(垂直すぎると、硬貨の移動が速すぎて穴に落ちなくなります。斜面が水平すぎると硬貨が止まって下に移動しません)。

◆ ヒント(続き)

他に重力を使う方法があります。この場合は、硬貨が落ちるようにあらかじめ穴を空けたプラスチックまたは紙の皿をいくつかつるしたものを準備します。このシステムでは、硬貨の穴が大きい皿ほど上になり、穴が一番小さいものが一番下になります。皿をゆっくり揺らすか傾けて硬貨が次の皿に落ちるようにすると、硬貨は落ちながらより分けられます。

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

◆ **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。可能な場合は、生徒に世界中のさまざまな造幣局のウェブ サイト、特に米国造幣局のバーチャル ツアーにアクセスする時間を与えます。
2. 生徒を 2-3 人の「技師」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。
3. 生徒に、製造および梱包施設向けの選別システムを技師が開発するのと同じように、硬貨を選別するシステムを開発する必要があることを説明します。
4. 生徒がチームごとに集まり、支給された材料や硬貨の見本を確認し、システムの計画を立てます。各チームが、必要な材料についての意見をまとめ、計画を文書化し、その計画をクラスで発表します。
5. 各チームが計画に基づいて製作を行います。計画の再考、材料の追加、または最初からのやり直しが必要になるかもしれません。
6. 教師(「技術管理者」)は、各硬貨が 10 枚ずつ入った袋を持ってシステムからシステムへ移動し、選別「マシン」をテストします。
7. チームは、何枚の硬貨が個々の容器(箱、袋、コップ)に正しく選別されたかを記録します。
8. 各チームがテスト結果を評価し、評価/感想ワークシートに記入し、わかったことをクラスで発表します。

◆ **所要時間**

45 分のセッション 2 回または 3 回。

TryEngineering 所属 IEEE による作成　www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

生徒用リソース:
鋳造および選別プロセス

◆ 分離と選別

さまざまな選別作業は、産業プロセスに欠かせないものです。たとえば、鉱石から金を抽出(ちゅうしゅつ)するときに、振動(しんどう)台と呼ばれる装置で、重力や振動を使用したり、液体を流したりして、鉱石内の軽量の物質から金を分離(ぶんり)します(サイズおよび重量による選別)。

◆ 鋳造

造幣(ぞうへい)局は、通貨用の硬貨(こうか)を製造する施設(しせつ)です。当初は、ハンマーを使ったり型に入れたりして硬貨を作る以外方法がありませんでした。より近代的な造幣局では、硬貨の金型が大量に製造され、貨幣(かへい)地板から十億枚単位の硬貨が作られます。

古代ギリシアの都市国家には、それぞれ独自の造幣局がありました。
ローマの造幣局は、帝国(ていこく)全体に広範囲(はんい)に広がり、プロパガンダの目的で大々的に使用されました。新たにその座についた皇帝(こうてい)が自分の肖像(しょうぞう)画が描(えが)かれた硬貨を鋳造(ちゅうぞう)することで、人々はその皇帝の存在を知りました。統治期間のごく短い皇帝でも、その多くは、自分の肖像画を図柄(ずがら)とした硬貨を造りました。たとえば、クィエトゥスは、紀元前 260–261 年に帝国の一部だけを統治しましたが、それでも自分の肖像を描いた硬貨を複数発行しています。

◆ 知っていましたか?

- 米国造幣局は、1 年に 140 億枚から 280 億枚の通貨を製造しています。2004 年現在、6,500 万枚から 8,000 万枚の硬貨が毎日鋳造されています。
- 1965 年の開局以来、オーストラリア造幣局は、110 億枚以上の通貨を製造しており、1 日に 200 万枚以上、つまり 1 年に 6 億枚以上の硬貨を製造する能力があります。
- 英国の王立造幣局の最新の圧穿(あっせん)機は、1 分間に 700 枚を超(こ)える硬貨を打ち抜(ぬ)くことができます。人間の目では、圧穿機を通過するときに個々のピースを見分けることはとてもできません。
- ウィニペグ造幣局は、硬貨を大量生産するカナダの強力な施設です。ここでは、進んだ技術を取り入れたプロセスと設備によって、カナダ国内または国外で流通するメッキ硬貨を 1 日に最大 1,500 万枚製造できます。

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

生徒用リソース:
鋳造および選別プロセス(続き)

◆ 製造段階

- ほとんどの硬貨製造は、コイルが到着(とうちゃく)したところから始まります。コイルとは、平らにした帯状の金属版を巻き取ったものです。コイルは、幅(はば)が約30 センチメートル(1 フィート)、長さが約450 メートル(1,500 フィート)で、厚さは最終的な硬貨の厚みと同じくらいです。それぞれのコイルの重さは、2.7 トン(6,000 ポンド)を超えます。
- 硬貨として使用される未加工の固まりが切り取られた後、残りの金属(帯状)は、切り刻まれて大箱に集められます。帯状金属はリサイクルされて新しい鋳造板が作られるので、材料は無駄(むだ)になりません。
- 圧印機の各列は、通常、金属の強度に合わせた圧力で同じ種類の硬貨を鋳造します。検査機は、傷などのある硬貨を検出できます。貨幣地板のサイズ、堅(かた)さ、デザインの複雑さ、および浮(う)き彫(ぼ)りによって、圧印に必要な強さが決まります。米国のシステムでは、必要な圧力が最も大きいのはゴールド ダラー硬貨、最も小さいのは 1 セント銅貨です。
- 工学的品質管理システムによって重さまたはデザインの欠陥が識別されると、それらの硬貨は合格品から選り分けられ、「ワッフラー」と呼ばれる硬貨破壊(はかい)機に送られます。これらの機械は、2 つの高圧ローラーを使用して、うね模様を押(お)して金属に型を付けます。変形させたり傷を付けたりすることで、金属は額面金額の価値を失います。ただし、これらはリサイクルして将来使用されます。

- 硬貨が検査を通過すると、オペレーターがトラップのレバーを引きます。これによって、硬貨が、計数および梱包(こんぽう)エリアに運ぶコンベヤー ベルトに排出(はいしゅつ)されます。
- 正常な硬貨を検出する検査機を装備した自動計数機によって、硬貨がカウントされ、大きい袋(ふくろ)に詰(つ)められます。硬貨の入った袋は、計量され、内容物が適切に詰められていることが確認されます。
- 袋は封(ふう)がされ、パレットに載(の)せられ、保管のためフォークリフトで金庫室に運ばれ、そこで、流通で必要になるまでストックされます。

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

生徒用ワークシート: あなたは技師です!

みなさんは造幣局で働く技師チームであり、その施設で製造されたさまざまな硬貨の選別システムを開発するという課題を与えられています。

◆ 調査/準備段階

1. 生徒用参照シートを読みます。また、可能であればさまざまな造幣局のウェブ サイトにアクセスします。

◆ チームとしての計画を立てる

2. チームには、先生から「製造材料」が与えられています。材料は、接着剤(ざい)、テープ、紙皿またはプラスチックの皿、段ボール、はさみまたは穴空けパンチ、ホイル、紙、厚紙の筒(つつ)(ペーパー タオルまたはトイレット ペーパーの芯(しん))、選別する硬貨の見本各 1 枚、収集容器(紙コップ、小さい箱、ビニール袋、紙袋)です。

3. チームで集まって、構造の製作計画を立てることから始めます。使用する材料を決めます(全部使用する必要はありません)。

4. 選別の仕組みを以下の空欄(くうらん)に書いてください。

設計に基づいて適切に選別される硬貨のパーセンテージを予想してください。___ %

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

生徒用ワークシート: 評価

◆ 製作段階

5. 選別の仕組みを作り、支給された硬貨の見本を使ってテストします。

◆ テスト段階

6. 先生が袋に入った硬貨を使ってチームのシステムをテストします。あなたの仕事は、混在した硬貨を入れる方法と場所が先生にわかるように、システムの仕組みを説明することです。

◆ 評価段階

7. チームの結果を評価し、以下の質問に答え、わかったことをクラスで発表します。

製作したシステムで硬貨は正常に選別されましたか? そうでない場合、その理由は何ですか?

何パーセントのテスト硬貨が適切に選別されましたか? これは予想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?

実際の硬貨鋳造施設で許容できる選別ミスの割合は何パーセントだと思いますか?

製薬会社で許容できる選別ミスの割合は何パーセントだと思いますか? この場合、どのような安全性の問題を考慮(こうりょ)する必要がありますか?

くぎのメーカーで許容できる選別ミスの割合は何パーセントだと思いますか?

製作段階でシステムを再設計しましたか? 最初に描いた設計には何が足りませんでしたか?

TryEngineering 所属 IEEE による作成 www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

生徒用ワークシート: 評価(続き)

もう一度最初からやり直すとしたら、システムをどのように変更(へんこう)しますか? その理由は何ですか?

技師は製造プロセスで元の計画を修正する必要があると思いますか? 修正する必要があると思う場合、その理由は何ですか?

他のチームが試した設計や手法のうち、成功したと思うものは何ですか?

クラスの中で、このレッスンの目標を達成した設計はたくさんありましたか? それらから、実際の工学システムに関して何を学びましたか?

仮に自分 1 人で作業したとしたら、この課題をもっと簡単に完了できたと思いますか? そう思う場合は、具体的に説明してください。

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.