

高校生を対象としたモノづくりハッカソンのデザイン —モノづくりへの興味喚起と知識付与を 企図した枠組みの構築を目指して—

北村 茂生^{1,a)} 赤星 俊平^{1,b)} 松下 光範^{1,c)} 白水 菜々重²

概要: 本研究の目的は、高校生を対象としたモノづくりハッカソンをデザインすることである。この試みは、ハッカソンへの参加を通して、モノづくりに対する興味・関心を喚起すること、ならびに必要な知識を教授・付与する枠組みの構築を狙っている。近年、限定されたテーマの下、短期集中で開発を行う形式のイベントであるハッカソンが開催され、チームや個人による発想や開発の経験向上が図られている。プログラム開発環境の簡易化やデジタル・ファブリケーションの普及により、個人であってもインタラクティブなデジタルコンテンツの開発は容易になっているものの、高校の現状の授業カリキュラムでは十分な知識を持った状態でチームでの開発を経験できることは少なく、授業時間外での制作を支援する環境も整っていない。そのため、モノづくりに積極的に取り組む高校生は少数である。本稿では、こうした背景を踏まえて実施した高校生対象のモノづくりハッカソンについて報告する。

Designing a Manufacturing Hackathon for High School Students —Aiming to Build a Framework which Evokes Interest in Manufacturing and Providing Knowledge—

SHIGEO KITAMURA^{1,a)} SHUMPEI AKAHOSHI^{1,b)} MITSUNORI MATSUSHITA^{1,c)} NANAE SHIROZU²

Abstract: The purpose of our study is designing a manufacturing hackathon for high school students. We attempt building a framework which evokes interest in manufacturing and providing knowledge which is necessary for development. In recent years, hackathon which is an event held to improve ideas and develop experiences in a short time of period by both teams and individuals. Although due to the simplification of the programming environment and the spread of digital fabrication, developing interactive digital contents become easy even for individuals. Nowadays curriculum at high schools have less opportunity to develop a team with sufficient knowledge. What is more they do not have an environment supported by technician outside class hours. Therefore, few high school students actively work on manufacturing. In this paper, we report on a manufacturing hackathon for high school students we conducted based on the background above.

1. はじめに

近年、限定されたテーマの下、アイデアを出し合いながら短期間に集中してアプリケーションやサービスの開発を

行い、参加者同士で成果を発表し合うハッカソンと呼ばれるイベントが開催されている。ハッカソンが開催される目的は、ICTを用いたシビックテックと呼ばれる活動を行ったりサービス開発を経て優秀作品を商品化したりする地方の課題解決 [3], [11] や、参加者の発想や開発経験の向上など、多岐に渡る [4], [10]。

特に、プログラム開発環境の簡易化や、3D プリンタ、小型マイコンボードといったデジタル・ファブリケーションの普及が進んでおり、開発に要する費用や時間は減

¹ 関西大学大学院総合情報学研究科
Graduate School of Informatics, Kansai University

² 大阪大学大学院経済学研究科
Graduate School of Economics, Osaka University

a) k403662@kansai-u.ac.jp

b) k854371@kansai-u.ac.jp

c) mat@res.kutc.kansai-u.ac.jp

少している。また、高度な知識や技術を要せずに電子回路を使ったラピッドプロトタイピングを構築することができるキットなども提案されている。例えば、阪口らは、電子工作に興味を持つ段階に至る前のユーザを対象として、導電糸を用いてはんだ付けをする必要なく電子回路を組み立てることができるキット“Haconiwa”をデザインしている [8]。Bdeir はマグネット式のモジュールをつなぎ合わせることで電子回路を学ぶことができる“littleBits”を提案している [1]。この他にも、ブロック形状の電子タグをスマートフォンアプリケーション上で繋げることにより IoT によるモノづくりができる MESH*1 が発売されている。このように、個人であってもインタラクティブなデジタルコンテンツの開発が容易になっている背景がハッカソンの開催を推進する一因となっている。

加えて、ハッカソンに参加することは、実践型の取り組みによって新たな技術に触れることや、技術向上ができるなどの利点があり [5], [6], “学びの場”としての役割が期待されている。Erik らは、技術作業の進行や人間関係の持続に対してハッカソンを用いることに着目し、異なる技術分野、コミュニティ構造、専門知識を持つ複数の参加者層に対して実施したハッカソンについて報告している [2]。Gabriela らは、女性のコンピューティングへの参加を拡大する機会として「ウェア&ケア」をテーマとしたハードウェア中心のハッカソンを実施した [7]。

他方で、近年開催されているハッカソンの多くは、一定の経験や事前知識を持った参加者を対象としており、モノづくりの初学者にとっては参加の障壁が高いことが課題である。本研究が対象とする高校生が参加することができる開発コンテストを例に取ると、全国高等専門学校ロボットコンテスト*2や、ソフトウェア創作コンテスト「あいちゃれ」*3が挙げられるが、これらのイベントは日常的にモノづくりの技術を学んでいる高校生の参加が多く、モノづくりに対する知識や関心がない高校生の参加を促進することは難しい。参加者を技術力が低い人に限定したロボットコンテストである「へボコン」*4が開催されているがこれは「いかに技術を使わないか」に集中して突飛なアイデアを試すことを目的としているため、技術を向上することを企図とした取り組みではない。

以上の課題から、本研究は、モノづくりに対する興味や関心を喚起するための場としてのハッカソンの枠組みを構築し、それを高校生のモノづくり教育に適用させることを目的とする。このハッカソンでは、制作に必要な経験や知識を教授した上で制作に取組ませることで、初学者であってもチームでの協同作業から作品の完成に至るまでに一連

の流れを体験することができる。本稿ではケーススタディとして高校と大学が連携して実施したハッカソンについて、イベントの概要と得られた成果について報告する。

2. ハッカソンの概要

本研究で実施したハッカソンの参加者は大阪市立西高等学校（以下、西高校と記す）の情報科学科に通う 2 年生と 3 年生の合計 22 名の高校生であった。参加者らは、3 名で構成されるチームとして 6 チームと、4 名で構成されるチームとして 1 チームに別れた。

ハッカソンは、平成 29 年 8 月 11 日および 8 月 21 日から 25 日の合計 6 日間に渡って開催された。1 日目に、ハッカソンの概要説明とハッカソンで実装するゲームのアイデアソンを関西大学梅田キャンパスにて行い、2 日目は参加者の役割別に技術や知識を学ぶ講習会、3 日目から 5 日目は開発に取り組むハッカソンを関西大学高槻キャンパスにて行った。最終日は成果報告会として各チームが制作物を発表し、テストプレイをする時間を設けた。ハッカソンのレギュレーションは文献 [9] を参考にして構成した。以下にその詳細について述べる。

2.1 1 日目：レギュレーションの発表とアイデアソン

初日は、参加者に対してハッカソンとはどのようなイベントであるかを説明をした上で、制作を進行する上で与えられる課題やレギュレーションを発表した。このハッカソンにおいて設定されたレギュレーションは、(1) オープンデータを使用すること、(2) 今までにない新しいゲームデバイスを作ること、(3) プログラミング言語は Processing*5 を用いること、の 3 点とした。

次に、ハッカソンの進行にあたって貢献しないメンバーが発生することを防止するために、各チームにおいて、参加者に (1) ソフトウェアエンジニア、(2) ハードウェアエンジニア、(3) デザイナ、のいずれかの役割を当てた。ソフトウェアエンジニアは Processing と数理知識を用いてゲーム画面を作成する役割、ハードウェアエンジニアは、Arduino*6 とセンサを用いて、Processing でセンサプログラミングを行う役割、デザイナーはレーザーカッター、UV プリンタ、3D プリンタ等を用いてゲームデバイスのファブリケーションを行う役割である。

また、各チームには作品の制作にあたって必要となる以下の物品を提供した。

(1) マイコンボード

HiLetgo UNO R3 (ATmega328P CH340G), ブレッドボード (B010SHL6RK), ジャンパワイヤ (B013JXP3JM)

(2) センサ類 (必要な抵抗を含む)

*1 <http://meshprj.com/> (2017/11/30 確認)

*2 <http://www.official-robocon.com/kosen/> (2017/11/30 確認)

*3 <http://www.ict-challenger.jp/> (2017/11/30 確認)

*4 <https://portal.nifty.com/hebocon/> (2017/11/30 確認)

*5 <https://processing.org/> (2017/11/30 確認)

*6 今回は Arduino の互換品である HiLetgo UNO を用いた。



図 1 アイデアソンの様子



図 2 ものづくり教室

赤外線近接センサ (SSCI-GP2Y0A21YK+Cable) 2個, 曲げセンサ (SPECTRASymbol-001) 2本, タクトスイッチ (SFE-COM-10302) 1個, LED (B012AL1166), CdS (B01F3673TQ)

(3) 透明アクリル板 (3 ミリ)

220mm × 330mm (MMO-TM-00022), 300mm × 450mm (MMO-TM-0022) 各 1 枚

(4) その他物品の購入予算 (1,000 円まで)

上記に加えて, センサ等を各自で用意して持ち込むことは許可した。

その後, アイデアソンおよびハッカソンを始めるにあたり, 第 3 著者が電子工作やプログラミングを活用したアイデアを紹介した。これは実例を示すことで, 参加者が制作物のイメージを作りやすくすることを企図している。その後, 各チームに分かれておよそ 3 時間半のアイデアソンを実施し (図 1 参照), その成果として (1) ハッカソンで制作するゲームの概要, (2) ゲームに使用するオープンデータ, (3) 実装にあたって使用するセンサとその使用方法, について報告を求めた。最後に, 参加者に (1) 本日発表したアイデアについてチームで更に議論すること, (2) Processing について予習を行うこと, の 2 点を指示して解散した。

2.2 2 日目：役割別講習会

2 日目は, 参加者が各々の役割を果たすために必要な知識を習得した状態でハッカソンに取り組めるようにするために, ソフトウェアエンジニア, ハードウェアエンジニア, デザイナの役割別に知識と技術を習得させることを目的とした講習会を行った。なお, 参加者がプログラミングを習得したり作品案を洗練させたりすることを企図し, 1 日目と 2 日目の間は 10 日間の準備期間を設けている。なお, 2 日目から会場を高槻キャンパスに移しているが, これは高槻キャンパスの設備であるマイコンやセンサなどの電子工作部品が揃えられた教室と, レーザーカッターや 3D プリンタ, UV プリンタ, 木工機材といった, ファブリケーションの機材や制作環境が整えられたものづくり教室 (図

2 参照) を高校生に使用させるためである。

講習会ではソフトウェアエンジニアとハードウェアエンジニアに対しては, 電子工作の基礎知識としてブレッドボードを用いて LED を発光させる回路を教授した。次に, その発展として, Processing を用いて, マウスで画面をクリックした際に LED を発光させるプログラムを実装させた。その後, ソフトウェアエンジニアには高校の物理で学習する落下運動を基とした Processing を用いたゲーム制作の基本について講習を行い, ハードウェアエンジニアにはセンサの使用例として, 曲げセンサと距離センサを用いて検出する値を取得するプログラムを実装させた。

デザイナーについては, 図案のデザインから, 描画ソフトウェアの操作方法の習得, デジタル・ファブリケーション機材の使用を一連で体験してもらうために, 各チームのロゴをデザインさせ, そのロゴのアクリルキーホルダーを制作する講習を行った。この講習では, まず, 紙にスケッチしたロゴの図案をスキャナで取り込み, Adobe Illustrator^{*7}を用いて図案をなぞるパスを作成させた。それらのデータを基にして, レーザーカッターを用いて切り出したアクリル板に UV プリンタを用いて絵柄を印刷させた。

なお, ソフトウェアエンジニアの講習は第 1 著者が, ハードウェアエンジニアの講習は第 3 著者が, デザイナの講習は第 2 著者が指導を行った, いずれの講習においても, 高槻キャンパスに所在する関西大学総合情報学部の大学生がアシスタントとして参加した。

2.3 3 日目～ 5 日目：ハッカソン

3 日目から 5 日目は, 終日ハッカソンを実施した。ハッカソンの初日は, ファシリテータとなる大学生および大学院生が, 初めに各チームに対してプログラミングや電子工作の経験, チーム制作経験の有無, アイデアソンからハッカソンまでの間に準備したことなどについてヒアリングを行い, その内容を基に支援を行った。開発中は, 参加者がアイデアの実装方法についてアドバイスを求めたり, プロ

^{*7} <http://www.adobe.com/jp/products/illustrator.html>
(2017/11/30 確認)



図 3 ハッカソンの様子



図 4 テストプレイの様子

グラムのエラーが発生した場合などに解決方法を質問したりする姿が見られた (図 3 参照)。

2.4 最終日：成果報告会

最終日は、ハッカソンの成果報告を行うために、各チームに対して (1) ゲームタイトル, (2) ゲームコンセプト, (3) 使用した技術およびデータ, (4) ゲームの遊び方, (5) 苦労した点をまとめたプレゼンテーション資料およびポスターの提出を求めた。その上で、3分間でゲームをプレゼンテーションさせる発表会を実施し、終了後は、全員がゲームをテストプレイできる時間を設けた (図 4 参照)。当初構想していたアイデア通りに実装されなかった作品も存在したが、全ての作品がゲームの起動から終了までを体験できる完成度に至ったことから、テストプレイでは参加者全員が他のチームが制作したゲームを試遊することができた。テストプレイ終了後、第 1 著者、第 2 著者、第 3 著者、大学院生 1 人、西高校の教諭 1 人の計 5 人が「新奇性」、「発想力」、「完成度」の 3 項目についてそれぞれ 7 段階で評価し、上位 2 作品を表彰した。

3. 結果

各チームが制作したゲームのタイトル、ゲームで使用されたセンサおよびオープンデータの一覧を表 1 に示す。いずれの作品においても、距離センサ・曲げセンサのいずれ

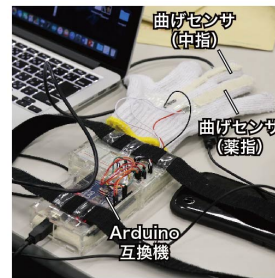
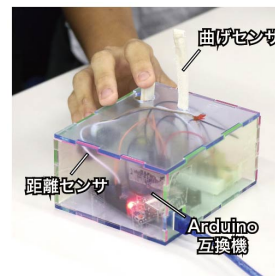


図 5 「ジャン拳」の外観 (左), ゲーム画面 (右)



図 6 「目指せ! 消化マスター」の外観 (左), ゲーム画面 (右)



納豆の質量を当てる

グラム：約157.0
7



図 7 「重量当てゲーム」の外観 (左), ゲーム画面 (右)

か、ないし両方が使用されており、例えば、ユーザとセンサの距離に応じて画面に表示されたキャラクターが動く作品や、ユーザの指の曲がり具合から手の形を検知する作品が見られた。また、オープンデータの使用例としては、ゲーム内ステージを都道府県として設定し、各ステージの難易度やステータスをオープンデータを元に設定している作品や、敵のキャラクターに職業を設定し、職業の平均年収のデータをステータスに反映した作品などが見られ、与えられた課題に対して参加者らが創意工夫を持って取り組んだことが伺えた。ハッカソンの成果物の中から、特徴的だった作品の詳細を以下に記す。

● 作品名：ジャン拳

手袋型のデバイスを手に装着し、画面に表示されたキャラクターとじゃんけんをするゲームである (図 5 参照)。手袋に曲げセンサを入れ、拳の形を検知する。指の本数分の曲げセンサを使用するのではなく、グー・チョキ・パーの拳の違いを中指と薬指だけで検知することに着目し、レギュレーションとして与えられた 2 本の曲げセンサのみで実装を行う工夫が見られた。また、キャラクターの職業に紐付いた平均年収を元にして難易度を設定している点でオープンデータを活用している。

表 1 各チームの制作物一覧

タイトル	使用したセンサ	使用したオープンデータ
ジャン拳	曲げセンサ	職業別の平均年収
EXTERMINATION VIRUS	曲げセンサ	人口密度
目指せ！消化マスター	距離センサ, 曲げセンサ	都道府県別火災発生率
woodcutter's seriousness	曲げセンサ	202 カ国の森林面積ランキング
ビルジャンプ	距離センサ	ビルの標高
SNOW FIGHT	距離センサ	都道府県別降雪量
押して曲げて重量当てゲーム	距離センサ, 曲げセンサ	物質の重量*8

● 作品名：目指せ！消化マスター

空気入れと風船を用いた入力デバイスを用いて、画面内の火事を消化するゲームである（図 6 参照）。空気入れを押すことで繋がった風船に空気を送り込み、風船の膨らみで曲げセンサを曲げることによってユーザの動作を検知している。風船の膨らみによって曲げセンサが適切に曲げられるように、レーザーカッターとアクリル板を用いて風船を固定するケースを制作する工夫や、ゲームの開始動作に距離センサを用いる工夫が見られた。

● 作品名：押して曲げて重量当てゲーム

画面に表示されたアイテムの重量*8を推測するゲームである（図 7 参照）。表示されるアイテムの重量にオープンデータを使用している。アイテムの重量をユーザが推測し、重量に応じて曲げセンサを曲げることが出来ればゲームをクリアすることができる。Arduino や曲げセンサを固定するケースを制作するために、レーザーカッターや UV プリンタが活用されている。

4. 参加者の反応

4.1 高校生の反応

ハッカソン終了後に、参加者である高校生 22 名にアンケートを実施した。

今回のハッカソン全体に対する満足度を 5 段階評価で尋ねた項目に対して、最も高い評価である「1. 満足」という回答が 90.9% (20 名)、次いで高い評価である「2. やや満足」という回答が 9.0% (2 名) 得られ、ハッカソンに対して全ての学生が満足したことが伺える。

5 段階評価に合わせて評価の理由を自由記述形式で尋ねたところ、「高校の授業では経験しにくいハッカソンを、開発環境が充実している大学で行えたことがよかった」、「自ら進んでハッカソンに取り組むことができた」といった肯定的な意見が挙げられた。一方で、「自分がイメージする）完成まで辿り着くことができなかった」という意見も挙がっており、今後の課題としてハッカソンのプログラムやファシリテーションの体制について再考する必要がある。

この他に、(1) ハッカソンを通じて自身が成長したと感



図 8 文化祭での展示の様子

じる点、(2) ハッカソンを進める上で苦労した点、(3) こうすればより良かったと思う反省点について自由記述式で尋ねた。(1) については、「チームで一からものづくりをする上で気をつけるべきことがわかった」、「プログラミングの楽しさに気づいた」、(2) については、「プログラミングが初めてで慣れるまで苦労した」、「役割を一つにすることに苦労した」、(3) については、「プレゼンでもっと言いたいところがあった」、「ゲームのコンセプトについてもっと話し合えばよかった」といった意見が得られた。

また、本研究で実施したハッカソンの特色として、高校生に大学の施設を利用させた点が挙げられる。そこで、ハッカソンを通じて大学の教育に感じたことについても自由記述式で尋ねたところ、「高校とは違い、自ら行動しなければならないことに気づいた」といった主体性に関する意見や、「自由に自分のやりたいことができる環境であると感じた」といった意見が得られた。

また、ハッカソン終了後、平成 29 年 10 月 1 日から 10 月 2 日まで西高校で行われた文化祭では、「ジャン拳」、「目指せ！消化マスター」、「押して曲げて重量当てゲーム」の三作品のデモ展示が行われた（図 8 参照）。これには、自主的に展示を希望したチームの作品が選出されており、ハッカソンを通じて取り組んだ活動と成果が教育活動に寄与することを示唆している。

4.2 高校教諭の反応

ハッカソン終了後、高校生の引率として会場に訪れていた西高校情報科学科長を担当する教諭に対して、ハッカソン後の参加者の様子について尋ねるアンケートを実施

*8 ゲーム中では「質量」と表記

した。

ハッカソンの前後で生じた参加者の変化について質問したところ、「大学とはどのような所かを知ることができていた」、「大学生が楽しく研究している姿や自由なキャンパスの雰囲気を感じたことで、大学生になることが不安から楽しみへ変化している」など、高校生が大学に対して肯定的な気持ちを持つようになったという意見が得られた。

また、「大学の情報系学部はプログラミングだけでなく、ハードウェアやデザインなどを幅広く学ぶことができるということを理解したようである」、「今回のハッカソンで簡単にマイコンやセンサを制御できることを知り、高校の授業でもマイコンを使用したいと考える生徒が増えた」といった、プログラミングやハードウェアについての考え方が柔軟に変化した様子が報告された。

今後、大学と連携したハッカソンを継続的に行う場合の改善点について質問したところ、「ハッカソンのイメージを生徒達が掴めない状態でアイデアソンに臨んだため、アイデアが乏しい作品が多かったように感じた」、「生徒独自の面白いアイデアを引き出せるように改善してほしい」という意見が得られた。

5. おわりに

本稿では、高校生を対象にモノづくりへの興味喚起と知識付与を目的としてデザインしたハッカソンについて報告した。このハッカソンの特徴は、初学者である参加者に対してハードウェアエンジニア、ソフトウェアエンジニア、デザイナーのいずれかの役割を与え、それぞれに必要な知識や能力を習得させる講習を行うことで、アイデア発想と開発に円滑に取り組めるように工夫した点にある。この講習を介して、参加者に対してプログラミングなどのソフトウェア、センサやマイコンといったハードウェア、レーザーカッターといったデジタル・ファブリケーションの知識が付与され、プログラミングの初心者やハードウェアに触れたことがない参加者であってもゲームを完成させることができた。一方で、ハッカソン終了後のアンケートでは、役割を与えられた上での協同作業が難しかったことや、実装におけるプログラミングに苦労したという意見も得られ、講義内容と実際の開発との間に難易度の差があったことや、ファシリテーションが不十分であった可能性がある。今後の展望として、知識付与を目的としたハッカソンを行う場合、技術についての講習以外に、チームの運用や、制作におけるスケジューリング、アイデア創出についても講習を行うことも検討する余地があると考えられる。

参考文献

- [1] Bdeir, A.: Electronics As Material: LittleBits, *Proceedings of the 3rd International Conference on Tangible and Embedded Interaction*, pp. 397–400 (2009).
- [2] H.Trainer, E., Kalyanasundaram, A., Chaihirunkarn, C. and D.Herbsleb, J.: How to Hackathon: Socio-technical Tradeoffs in Brief, Intensive Collocation, *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing*, No. 13, pp. 1118–1130 (2016).
- [3] 五十嵐康伸, 壹岐 崇, 江畑 彩, 大曾根圭輔, 小副川健, 小野恵子, 河野麻衣子, 佐藤奈津紀, 澤 徳彦, 篠原剛, 清水正行, 鈴木典子, 竹内秀行, 長久 武, 西野貴志, 林 由佳, 久住裕司, 平河広輝, 横田直木, 松崎剛, 宮内 元, 山田祐資, 山本 智, 山本 優, 綿貫順一: 新しいデータ可視化表現が自発的かつ継続的に開発されるシビックテック活動の設計: E2D3におけるアプリケーション・オープンソース・ハッカソンのデザイン, *情報処理学会デジタルプラクティス*, Vol. 8, No. 4, pp. 334–342 (2017).
- [4] Michelle, C. and Ann, V.: The Markathon: Adapting the Hackathon Model for an Introductory Marketing Class Project, *Marketing Education Review*, Vol. 25, No. 1, pp. 33–38 (2015).
- [5] Mtsweni, J., Mtsweni, J. and Abdullah, H.: Stimulating and maintaining students' interest in Computer Science using the hackathon model, *The Independent Journal of Teaching and Learning*, Vol. 10, No. 1, pp. 85–97 (2015).
- [6] 大内孝子: ハッカソンの作り方 (2015).
- [7] Richard, G. T., Kafai, Y. B., Adleberg, B. and Telhan, O.: StitchFest: Diversifying a College Hackathon to Broaden Participation and Perceptions in Computing, pp. 114–119 (2015).
- [8] 阪口紗季, 白水菜々重, 島田さやか, 松下光範: 電子工作体験キット Haconiwa のデザインと評価, *情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ*, Vol. 5, No. 1, pp. 19–30 (2017).
- [9] 白水菜々重, 松下光範: 協創による「これまでに無いゲームづくり」を目指して—関西オープンデータ x ゲームハッカソン学生チャレンジ 2015 の実践報告—, *エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015 論文集*, pp. 158–163 (2015).
- [10] 総務省: 平成 26 年度版 情報通信白書 (2014).
- [11] 八子知礼: 現場の最前線から知る IoT の今 (第 1 回)IoT 事例研究 (LoRaWAN による地方創生) IoT で地方の課題を解決商用化前提のハッカソン開催, *日経 systems*, No. 294, pp. 72–77 (2017).