

# 2025 年度未踏ジュニア提案書

提案するプロジェクトのタイトル

CalliSensei-教師がいなくても、上達できる習字アシスタント

提案者に関する事項

emainクリエータ(代表者)の氏名	三田村 美桜
グループの場合、メンバーの氏名	

以下の入力欄は必要に応じてサイズを変更できます。図や表の挿入も推奨します。

## 1. 提案するプロジェクトの簡単な説明(200 字以内)

次のページにある「2. 提案内容」に記載される内容を、簡潔にまとめてください。

例)「AI 4 コマメーカー」は AI があなたの描いた絵を活用し、4 コマ漫画を作成する web アプリケーションです。落書きのように絵を描き、その絵を認識し LLM によってストーリーを生成します。そのため、ストーリー構成など考える必要がなく手軽に 4 コマ漫画を作ることができます。

「CalliSensei」は、習字の教師が減少する中、教師がいなくても上達できる習字学習アシスタントです。特徴として、スクリーン上ではなく、実際に筆と半紙を使って作品を書くことができます。特に筆遣いの分析に特化しており、筆に装着するセンサー、下敷き型センサー、アプリを組み合わせることで、個々のユーザーに最適なフィードバックを提供します。

## 2. 提案内容

提案内容を書くときのアドバイス]

フォーマットは自由です。図表や画像も使用できます。ページ数にも制限はありません。以下の項目は一例です。

どんなもの？

- ・おじいちゃん、おばあちゃんに説明すると想定してまとめてみましょう
- ・完成したときのイメージを図や画像で表現してみましょう

誰のどんな問題を解決するもの？これができると誰がうれしい？

- ・誰がどんなシーンで使いますか
- ・必ずしもたくさんの人の役に立つ必要はありません
- ・役には立たないかもしれないけれど、おもしろいというのもあります

似た問題を解決している既存の手段(なんらかの方法や、製品、サービスなど)は何がある？

- ・可能であれば海外の事例も調べてみましょう。日本語よりたくさん的情報が見つかります

どのように作る？

- ・あなたが提案するもの（ソフトウェアやハードウェア）は、どんな技術やデータ、ツールを使ってどのように作っていくか、具体的に書いてください

あなた独自のアイデアは？

- ・既存のものと比べて、提案のユニークなところはどこでしょう
- ・改良した点を書いてみましょう

### 概要

プロトタイプを作成して得た課題として、習字のフィードバックにおいて最も重要な筆遣いの評価が難しかったことが挙げられる。(詳細は「4. このプロジェクトについて現在までに取り組んだこと」に書いてあります。「4. このプロジェクトについて現在までに取り組んだこと」を読んでからの方が理解しやすいかもしれません。)写真による評価のみでは筆遣いの詳細なフィードバックが困難であるため、筆にセンサーを装着することで筆遣いを測定し、より具体的な改善策を提供するシステムを構築する。

### 新機能①：筆と下敷きにセンサーを装着する

#### ● 目的

書き終わった作品の画像解析だけでは分からなかった筆遣いの詳細を測定し、より精度の高いフィードバックを行う。

#### ● 測定項目とセンサーの種類・設置方法

測定項目	センサーの種類	設置方法	課題
筆圧	静電容量式圧力センサー	下敷き型センサーマット(紙の下)	微細な筆圧変化を正確に測定可能か
筆の動く速度	IMU(加速度計+ジャイロスコープ)	筆の根本付近	-
筆の傾き	IMU(ジャイロスコープ)	筆の根本付近	-
筆の回転具合	IMU(ジャイロスコープ)	筆の根本付近	-

新機能②：書き終わった作品を撮影し、フィードバックを行う（「4. このプロジェクトについて現在までに取り組んだこと」の機能②で既に製作済み）

#### ● 目的

筆遣いのデータだけでは完成品の仕上がりを評価できないため、画像解析を用いて仕上がりを分析し、改善点を提示する。

### ● 評価方法

「はね」「はらい」「とめ」などの習字における重要な要素を分析。

例:「右払いが長いです」「はねの角度を上げてください」などのフィードバックを提供。

## 新機能③: 筆遣いデータと完成作品の評価を組み合わせたフィードバック

### ● 目的

新機能②で指摘されたポイントを直すための具体的な改善策を提供する。

### ● フィードバックの例

「右払いの動きが速かったため、通常よりも長くなってしまった。」「筆を立てる動作が足りなかっただけで、とめの形が不明瞭になった。」「筆の回転が足りなかっただけで、線の太さに変化が出ていない。」

### ● 方法

紙の下に位置センサーを設置し、現在どこを書いているのかを特定。書き終わった作品の画像と筆遣いデータを照合し、詳細なフィードバックを実施。

## 新機能④: お手本との一致度の測定(「4. このプロジェクトについて今までに取り組んだこと」の機能①で既に製作済み)

### ● 目的

筆遣いだけでなく、習字の形や大きさの正確さを確認し、ユーザーが客観的に成長を実感できるようにする。

### ● 測定方法

お手本の文字データとユーザーの書いた文字を比較。

一致度をパーセンテージで表示。

※ ただし、筆遣いの質が最優先であり、一致度は補助的な指標とする。

課題: 習字が上手な複数の人からデータを収集する必要があるが、協力者を集めるのが難しい。

解決策: 自身が習字教室に通っているため、習字の先生や知り合いの協力を得る。

## 2. 機械学習の課題

課題: 「はね」や「はらい」などの筆遣いの解析は、漢字ごとに異なるため学習が難しい。

解決策: 初期段階では特定の文字(例:「永」「美」「夢」)に限定し、徐々に対応範囲を広げる。

### 3. 筆の重さの問題

課題: 筆にセンサーを装着すると重くなり、本来の書き心地を損なう可能性がある。

解決策: 現時点では完全な解決策はないが、できるだけ軽量なセンサーを使用する。また、多少の重さや違和感は許容する。

## 課題と解決策

### 1. データ収集の問題

課題: 習字が上手な複数の人からデータを収集する必要があるが、協力者を集めるのが難しい。

解決策: 自身が習字教室に通っているため、習字の先生や知り合いの協力を得る。

### 2. 機械学習の課題

課題: 「はね」や「はらい」などの筆遣いの解析は、漢字ごとに異なるため学習が難しい。

解決策: 初期段階では特定の文字(例:「永」「美」「夢」)に限定し、徐々に対応範囲を広げる。

### 3. 筆の重さの問題

課題: 筆にセンサーを装着すると重くなり、本来の書き心地を損なう可能性がある。

解決策: 現時点では完全な解決策はないが、できるだけ軽量なセンサーを使用する。また、多少の重さや違和感は許容する。

## 今後の予定

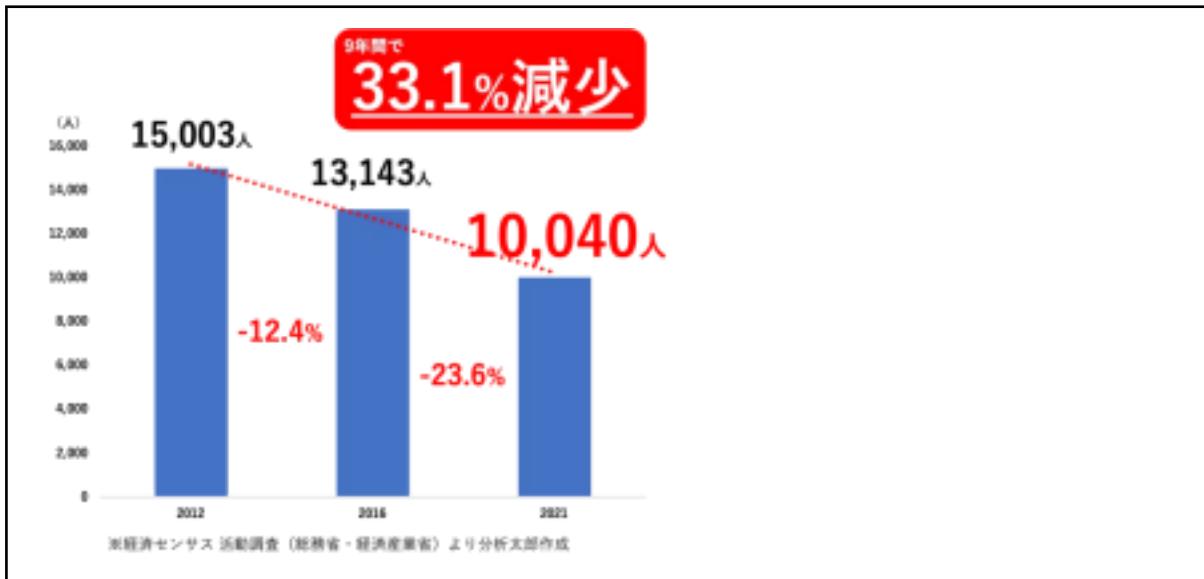
期間	目標
7月上旬まで（スイス滞在中）	新機能③の開発完了
7月以降（日本帰国後）	新機能④の開発完了
8月後半以降	習字が上手な人のデータ収集

### 3. あなたが自分の貴重な時間を使ってこのプロジェクトを実現したい理由（任意）

あなたが、他の誰かと比べて、このプロジェクトを進めるのに適していると思う理由を教えてください。たとえばあなただけの強みや、過去の経験などがあれば教えてください。

私は小学1年生の頃から10年以上習字を続けており、習字が大好きです。そのため、日本の素晴らしい習字文化を未来へ残していくたいと考えています。しかし、現在、習字の教師は9年間で33%も減少しており（下図参照）、教師の不足により、習字をしっかりと学びたくても学べない人が増えています。また、私の小学校や中学校では習字の授業がありましたが、その指導を担当していたのは、習字の専門的な経験がほとんどない担任や国語の教師でした。そのため、基礎的な知識は学べても、細かな筆遣いや美しい文字の書き方を深く学ぶ機会は限られていました。

しかし、一般の学習者にとって、自分の書いた文字のどこが良くてどこが改善すべき点なのかを客観的に評価するのは難しいものです。そこで、教師がいなくても効果的に習字を上達できるツールを提供したいと考え、このプロジェクトの実現を決意しました。



#### 4. このプロジェクトについて現在までに取り組んだこと(任意)

類似品の調査や、仮説検証をするためのアンケート、実験、プロトタイプの開発など、今までに取り組んだことがあれば書いてください。なにがどこまでできていて、どういったことがこれから難しそうかを詳しく書いてくれたら、面談でのやりとりがスムーズになります。

以下の機能を取り付けたアプリを開発しました。

##### 機能①:一致度計算

###### ●概要

ユーザーの書いた文字とモデル画像の一致度を計算

###### ●技術

ピクセルレベルの比較(*OpenCV absdiff*)

- ・2つの画像の各ピクセルを比較し、差異を計算します。
- ・計算された差分から一致度を算出し、細部まで正確に一致度を測定します。

(下図)

## Pixel Difference (Red)



重なっているところは 黒、重なっていないところは赤になっている。

### ● フローチャート



### ● フィードバック画面



7

## 機能②:「永」の練習

### ● 概要

ユーザーが「永」の文字を練習し、モデル画像との比較を通じてフィードバックを得る機能。

### ● 技術

1. スケルトン化
  - 文字を細くして、構成線だけを強調。

- OpenCV の ximgproc モジュールを使用して 細線化を実施。これにより、文字の特徴を より正確に捉え、比較が容易になります。(下 図)

Original Image (□)



Skeletonized Image (□)



左が元の「永」、右がスケルトン化した「永」

## 2. 重心の計算

- 部分ごとの位置のズレを評価するために、文字の重心を計算。○  
OpenCV の cv2.moments()関数を使用し、ユーザーの文字とモデル 画像の重心を比較。

## 3. ハフ変換による角度算出

- 書道の各ストローク角度を計算し、ユーザーの文字とモデル画像の 角度の違いを比較。
- OpenCV の cv2.HoughLinesP()を使用し、エッジ画像から直線を抽出し、その角度を算出。

### ● フローチャート



### ● フィードバック画面

各部分の画像(例えば、「払い」「はね」など)を重ね、どの部分にズレがあるかを示します。これにより、ユーザーは自分の書き方の改善点を明確に 把握できます。(下図)



赤がお手本、青がユーザーの文字として表示。

## 実験・評価

### ● 方法

1. ユーザーが「永」を書き、最初の一致度を計算。
2. フィードバックを基に、ユーザーが改善点に取り組む。
3. 再度「永」を書き、一致度を計算。
4. これを 3 人のユーザーに実施し、一致度の変化をトラッキング。

### ● 結果

	1回目的一致度	2回目的一致度	改善度
Aさん	72.89%	73.35%	0.63%
Bさん	71.64%	73.72%	2.90%
Cさん	72.52%	72.83%	0.43%

フィードバックを提供することで、ユーザーはどこを改善すべきかを理解し、その後の練習に活かせた。しかし、習字特有の筆づかいの詳細な分析はま

だ実施できなかった。

## 課題と今後の展望

### 1. 筆遣いのフィードバックができなかった

- 現在の画像比較のみでは筆圧や速度などの情報が取得できない。。

解決策として、筆にセンサーを取り付け、筆遣いのデータを取得する方法を検討。

### 2. 「永」以外の文字にも対応させたい

- 現状は「永」のみに焦点を当てているが、他の文字にも対応可能にする。

- いくつかの文字を事前に用意し、ユーザーが選択して練習できるようになる。

- 機械学習による識別は、習字の特性上、異なる角度や大きさの「扱い」「はね」などを正確に判別するのが難しいため、まずは選択式 の文字学習機能を優先的に実装する。

今後は、筆の動きを考慮したフィードバックの導入や、複数の文字への対応を進め、より実用的なアプリの開発を目指します。

## 類似製品

### 1. 実際に習字教室へ行く

現在、習字教室の先生の数は減少しており、教室を見つけるのが難しくなっています。さらに、通学には時間がかかるうえ、受講費用などのコストも発生します。

### 2. YouTube で学ぶ

動画を視聴して一方的に学ぶ形です。自分が書いた作品に対する具体的なフィードバックを得ることができません。

### 3. モーションコピーシステム(慶應義塾大学)

この技術は、人間の動作、特に書道家の筆遣いを高精度に記録・再現するもので、大変興味深いものです。しかし、実際の筆とは異なる感覚で書けてしまうことや、フィードバック機能がない点から、私が目指している習字学習アプリとは異なります。(参考文献: <https://news.mynavi.jp/techplus/article/20120928-a140/>)



実際に人がモーションコピーシステムを使っている様子

#### 4. 既存の習字学習アプリ(生の習字帳 / 大人の文字書き練習帳など)

Apple Store で調べたところ、多くのアプリは指やタッチペンでお手本の上をなぞり、筆順を確認する形式でした。しかし、私は実際の感覚を身につけるために、本物の筆と半紙を使用して学習できるアプリを目指しており、こうしたアプリとは大きく異なるアプローチを考えています

#### 5. 提案者がこれまで制作したソフトウェアまたはハードウェア

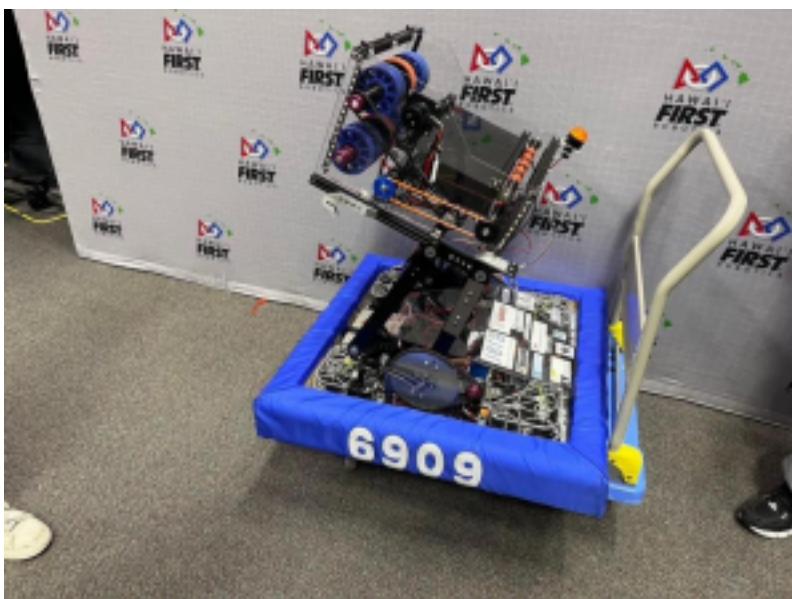
- 自分が、このプロジェクトを進めるにあたり十分な能力があることを、アピールしてください。(特に 4. でまだプロトタイプなどの開発をやっていないと解答した方は、ご自身の能力を強くアピールしてください。)
- これまでの活動実績が載っているホームページや、GitHub のアカウント、YouTube チャンネル等がある場合も、こちらでアピールしてください。
- フォーマットは自由です。図表や画像も使用できます。ページ数も制限はありません。複数人で開発した場合は、どの部分を担当したのか、明確に記述してください。

## ●ロボット制作①

2024年1月から3月にかけて、team6909 SAKURA Tempesta(FRC / FTC Team SAKURA Tempesta)のメンバーとして、下記の写真にあるロボットを制作しました。このロボットは約1m四方のサイズで、20人ほどのメンバーとともに開発しました。

このロボットは、「FIRST Robotics Competition(FRC)」という世界最大級のロボット大会に出場するために制作されたものです。主な機能として、自由自在に動くタイヤ、リングの取得と投擲、チェーンへのぶら下がりなどが可能です。

詳しくは以下のYouTube動画をご覧ください。[2024 FIRST Robotics Competition CRESCENDO presented by Haas Game Animation](#) ハワイ大会で見事3位を獲得しました。



Team6909で製作したロボット

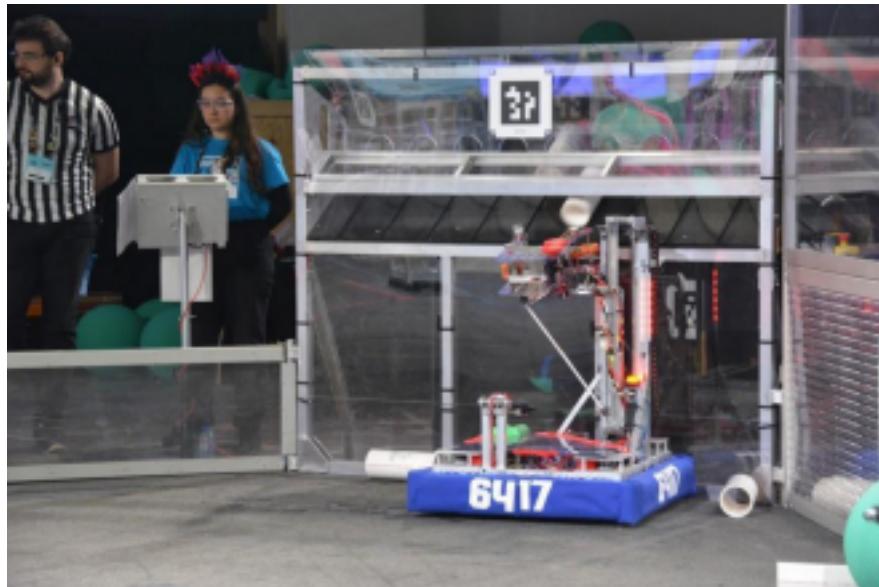


大会会場の雰囲気

### ●ロボット制作②

2025年1月から3月にかけて、team6417 FRIDOLINS ROBOTIK([Robotik – Kantonsschule Glarus](#))のメンバーとして、下記の写真にあるロボットを制作しました。このロボットも FRC の競技用ロボットで、タイヤが自由自在に動く、筒状のパイプを取得して指定の場所に配置、ボールの落下制御、パイプへのぶら下がりなどの機能を備えています。

詳しくは以下の YouTube 動画をご覧ください。[2025 FIRST Robotics Competition REEFSCAPE presented by Haas Game Animation](#) 私はハードウェア担当として、NC ボール盤、レーザーカッター、砂型鋳造を担当し、3月に開催されたトルコ大会で「Industrial Design Award」を受賞しました。



Team6417 で製作したロボット

## 6. 週あたりの作業時間の目安

作業時間:	
学期中 × 時間	
夏休み中 ◇ 時間	

学期中 10時間

夏休み中 20時間

## 7. 開発費の使用計画

開発に関わる費用が合計 50 万円まで補助されます。現時点では未定の項目があつても構いません。支出項目については採択後 PM との相談により決定します。

例:

- ・ ××デバイスの購入 8,000 円、◇◇ 機能の実装のため
- ・ △△ソフトウェア 12,000 円、○○ を作成するため
- ・ ☆☆デジタルデータ 20,000 円、□□で使用するため
- ・ 使途未定(開発で必要が生じた場合の予備): 240,000 円

IMU センサー×3 15000円

静電容量式圧力センサー 30000円

マイクロコントローラー 5000円

その他ケーブル、バッテリーなど 10000円

ソフトウェア代 10000円

合計 70000円ほど

## 8. 自己アピール

その他、まだアピールしきれていない、得意なことや、ほかの人にはないような経験があればアピールしてください。必ずしも提案内容と関連している必要はありません。

個人的な内容が多いため、この部分の掲載は控えさせていただきます。  
実際の提出では、留学経験、ロボットクラブでの活動、プログラミングを始めたきっかけ、  
STEM分野のジェンダー平等への取り組み、自分の性格について記載しました。