



# 開星中学校・高等学校における 科学技術者倫理の取組みについて

研究開発主事 SSH部長 田中 薫

科学探究担当 風間芽生

2019年3月8日(金)  
コンペションルーム AP新橋

まず、今までの背景をお話しさせてください

# 自己紹介

## 田中 薫(たなかかおる)

- 教員歴19年
- 物理
- S S Hの主担当
- 授業や評価方法の開発責任者
- 大学院での研究時に「倫理」という言葉を聞いたことが無い世代。

## 風間 芽生(かざまめい)

- 教員歴3年
- 生物
- 「科学探究」授業担当者
- 科学技術者倫理の導入責任者
- 大学～大学院で「技術者倫理」が開講。

# 子供たちに科学を楽しんでもらう活動



サイエンスマスター The Science Master

<https://sci-mas.com/>

- Rubyプログラミング教室
- ロケット教室
- 夏休み科学実験教室
- 微生物の観察教室

だいたいなんでもやります。



# 島根県松江市について



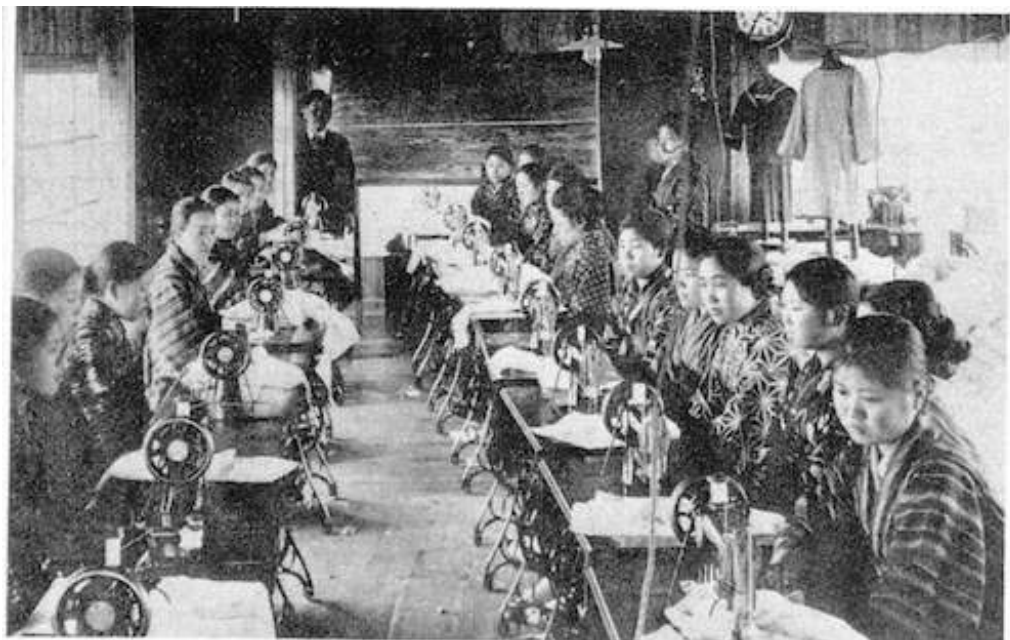
- 金沢と同じ日本海側…
- 金沢と同じ古都…

## • 地方の事情

松江には公立高校の**校区制**  
公立高校平均倍率が**1.0前後**  
センター試験**平均点39位**  
中3生の学習時間**全国最下位**



# 開星中学校・高等学校について①



- 95周年（1924年設立）
- 最初は女子高  
「松江ミシン裁縫女学院」
- 生徒数：中学81名  
高校516名
- クラス数：中学5クラス  
高校18クラス

卒業生には…

# 開星中学校・高等学校について②

## 建学の精神

品性の向上をはかり、  
社会の発展に役立つ  
有望な人材を育成する。

- 校名の由来  
「開」…育てる  
「星」…すばらしい人
- 2本の柱  
道徳教育…Warm Heart  
先見教育・先行教育  
…Cool Head
- 平成25年度スーパーサイエンス  
ハイスクール (SSH)に指定

# 開星のSSH ①

- 指定第 1 期の研究開発課題

「**道徳観を兼ね備えた科学系人材**の育成を目指す

中高一貫 6 年のカリキュラム開発」

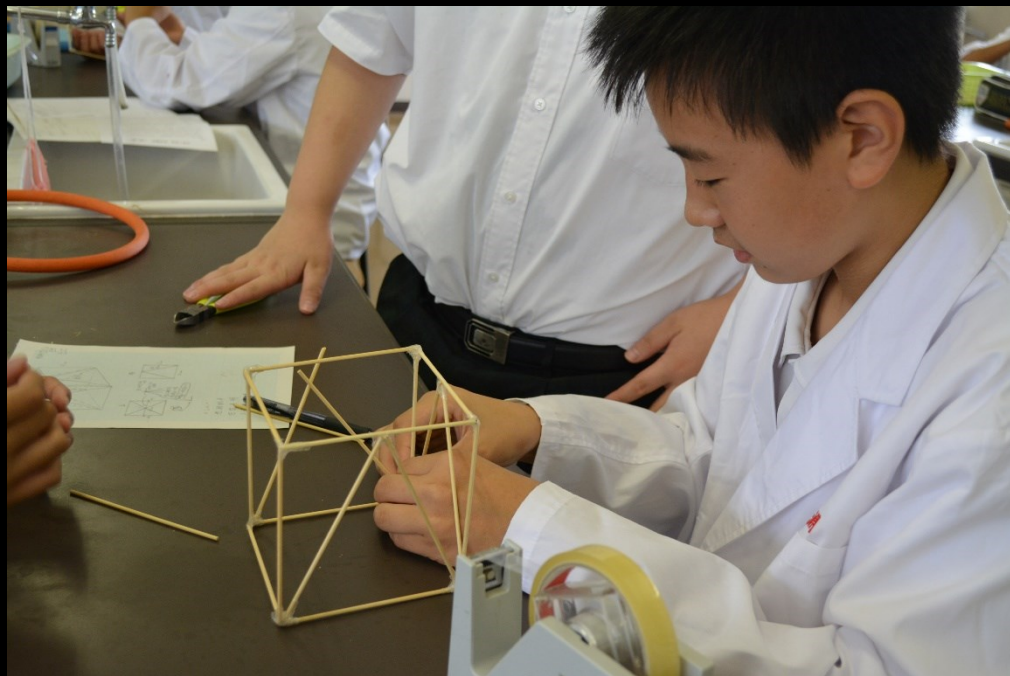
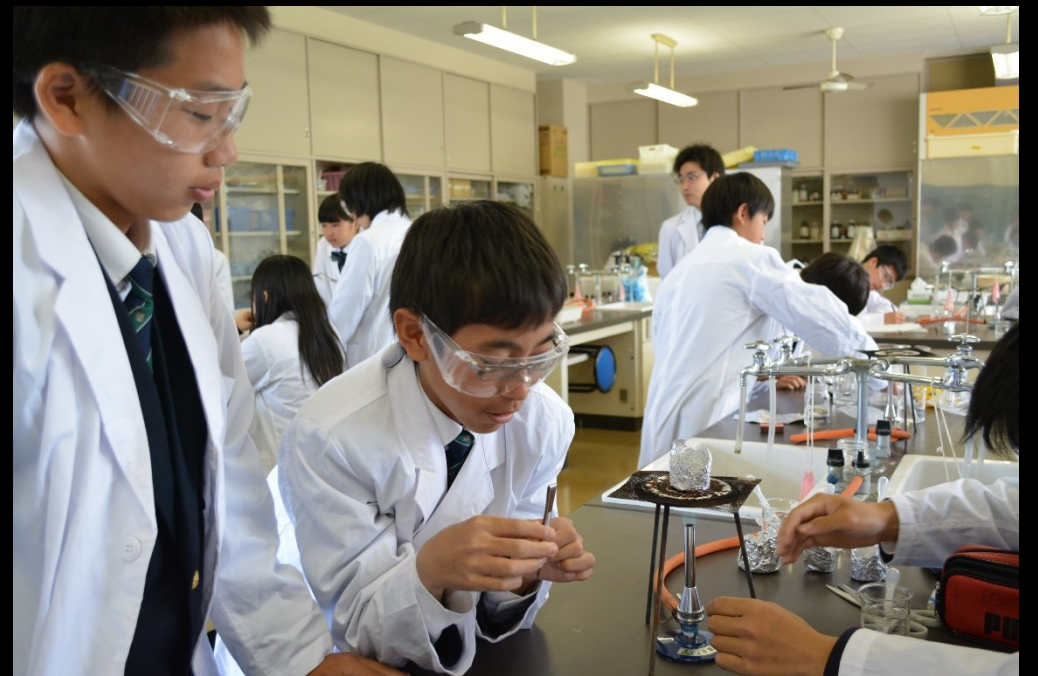
- SMILEプログラム + 他教科





# 開星のSSH ②

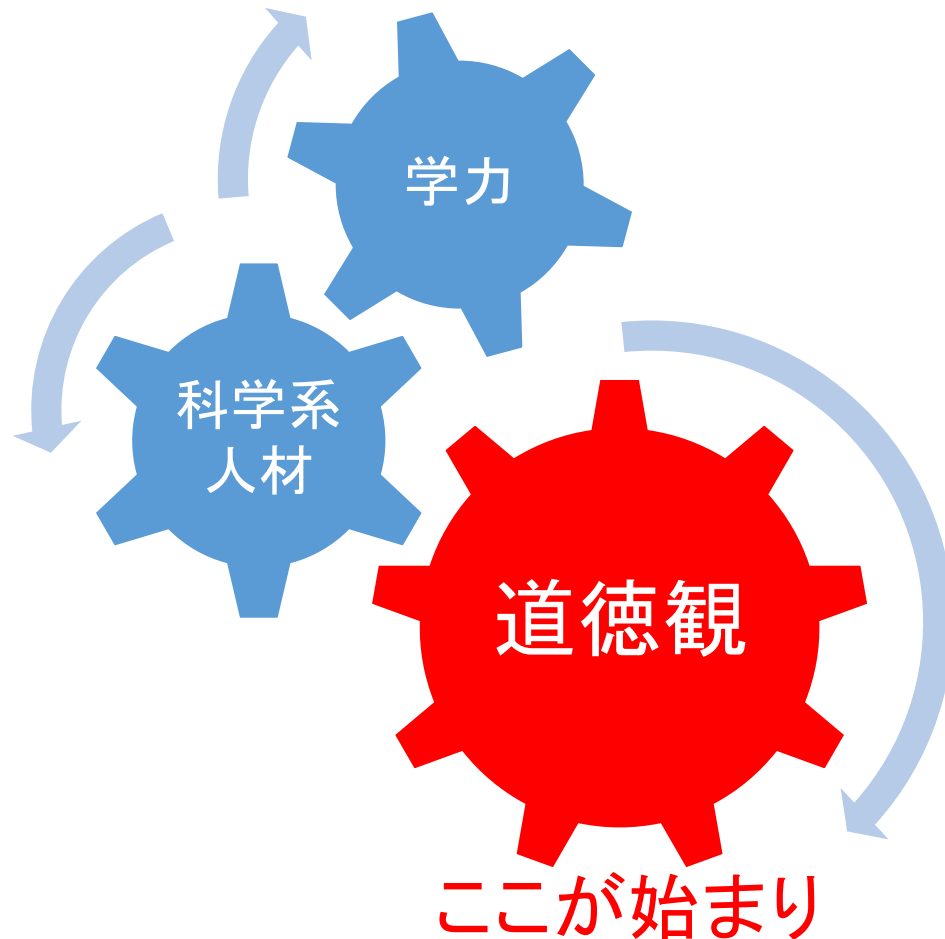
- Science（科学）を学ぶ「科学探究」の授業を開発実践
  - 中1～中2：基礎科学探究Ⅰ・Ⅱ（2単位）
  - 中3～高1：応用科学探究Ⅰ・Ⅱ（2単位）
  - 高2～高3：課題研究Ⅰ・Ⅱ（2単位）
- 各授業に「**道徳観を兼ね備えた科学系人材**」に育つ仕掛け
- そして！ 自校の取組みを評価する仕組みの開発も必要







# 道徳観の数値化？



- 開星SSH  
「**道徳観**が育てば、学力も科学的な資質能力も身につきます」
- 当時の文部科学省  
「普通のアンケートの結果は、評価とは言えません。**数値**で示してください。」



# まず「科学観」をはかる①

- 生徒の「〇〇観」を測る  
アンケートの問題点

- ①適当に答える生徒のノイズ
- ②教員の好む答えを探す
- ③変容がはかれるのか
- ④質問を読んでいない

| 「理科」について |                                                            | ←強くそう思う |   |   |   |   |
|----------|------------------------------------------------------------|---------|---|---|---|---|
| 1        | 理科は、教科書に書いてあることや先生の言うことを、受け入れることが大切だ。                      | 5       | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 2        | 理科は、自分で考えて、自分なりに理解することが大切だ。                                | 5       | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 3        | 理科の授業がわからないかといって、自分だけの考え方をしようとするのは意味が無い。（理科の考え方は決まっていると思う） | 5       | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 4        | 理科の勉強方法は、暗記することだけではなく、自分自身の考え方をし理解することが大切だ。                | 5       | 4 | 3 | 2 | 1 |

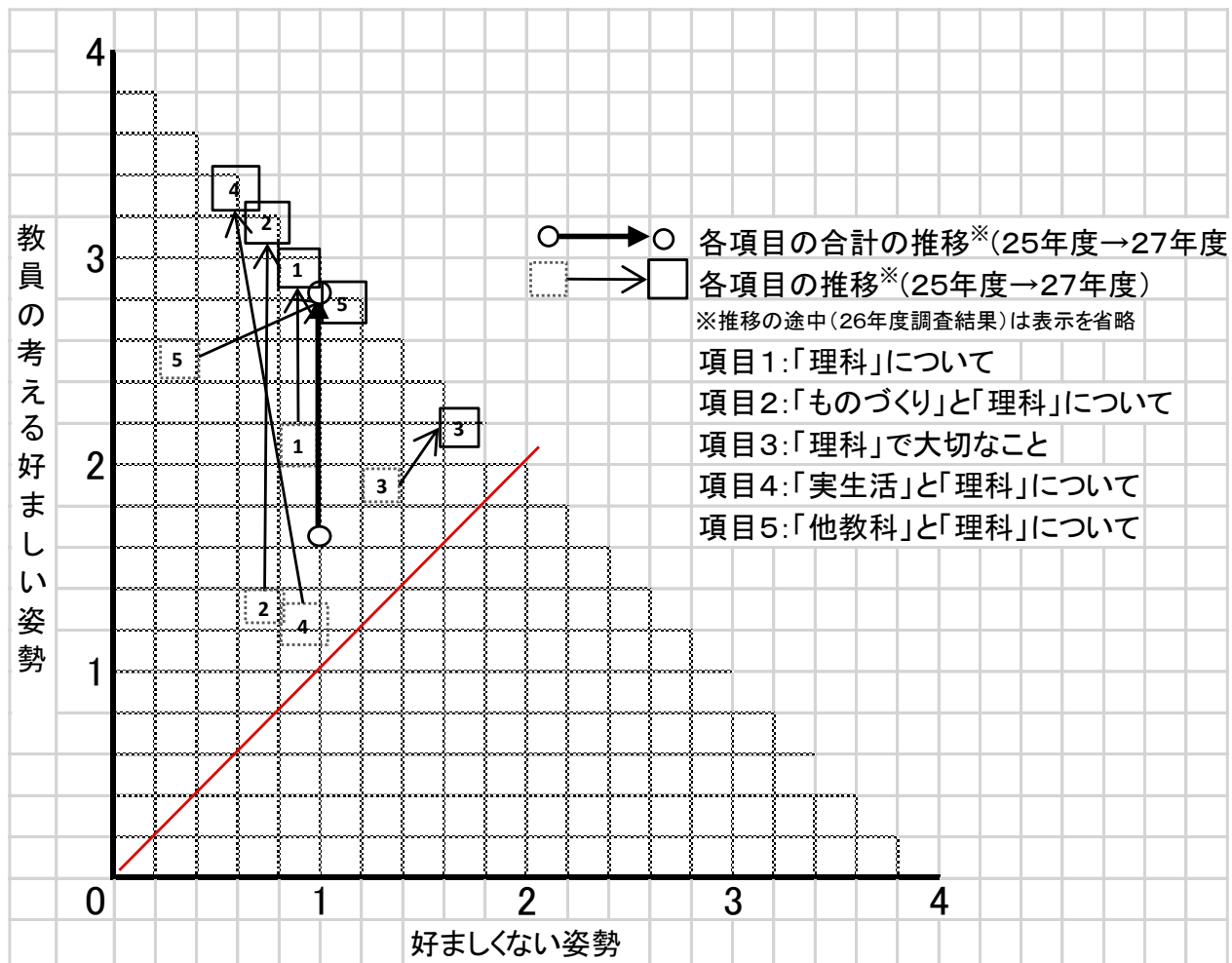
## その他の項目

- ・「理科」と「ものづくり」について
- ・「実生活」と「理科」について

5項目各4点 『望ましい回答;望ましくない回答』 をプロット



# まず「科学観」をはかる②



- 科学探究の授業を3年間受けた高校生の変容
- 科学的な考え方の醸成に有効
- この変容に「道徳観の育成」はどの程度関連性があるのか（または無いのか）

# 次に「道德観」を数値化①

## 問題点

- 方法が無い
- 観点が無い
- 客観性の担保
- それでも不安...

## 解決策

- 科学観をはかったアンケート
- 一年かけて話し合った
- 麗澤大学に依頼
- 教員に無記名で実施

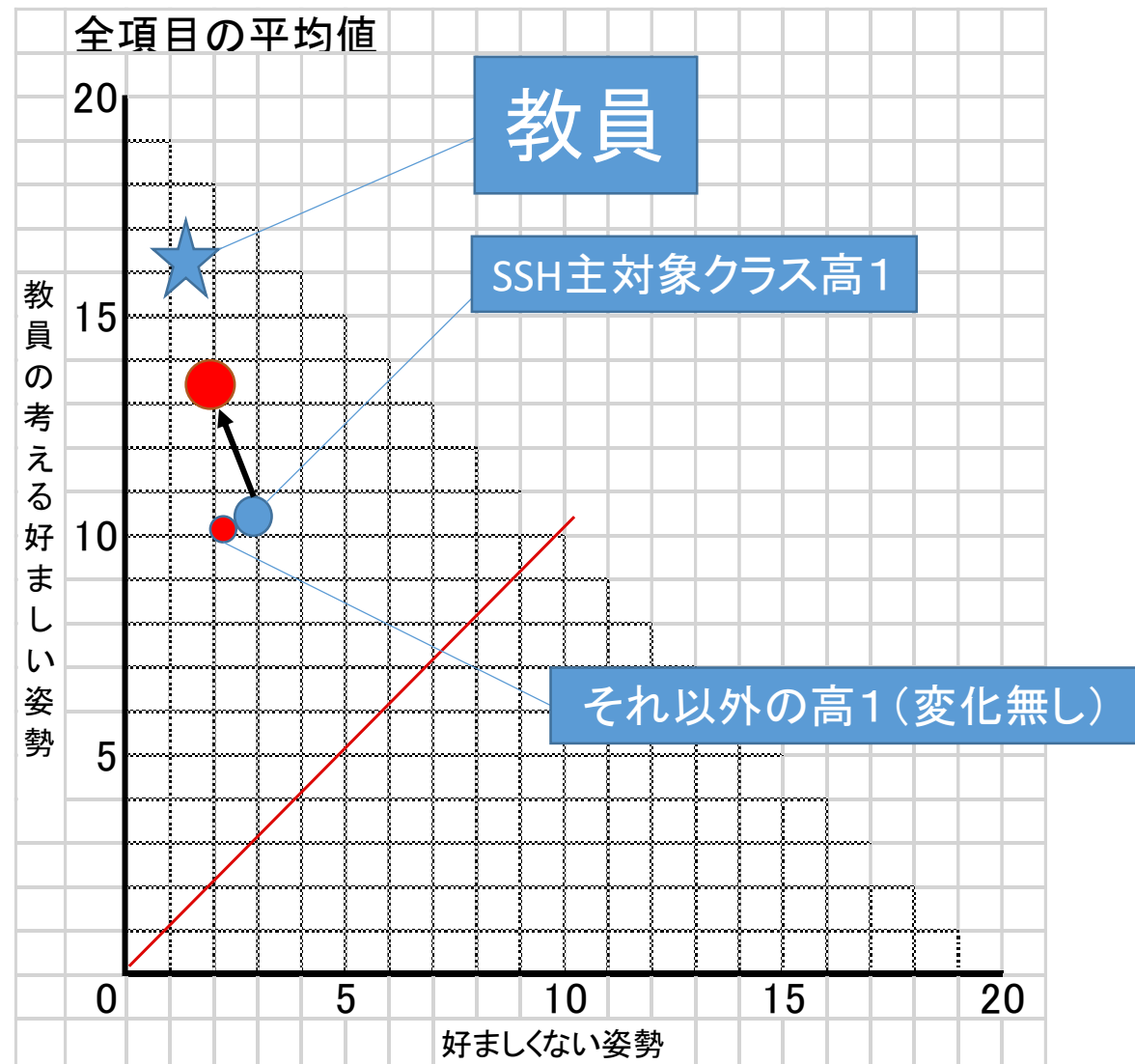
# 参考資料 道徳「好ましい生徒像」

|        |                        | 好ましい姿勢                                        | 好ましくない姿勢                                       |
|--------|------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 認知的な部分 | 道徳とはいつ行動すればいいのでしょうか？   | 道徳観は、自らすすんで獲得し、そして活用するものであると思っている。            | 道徳の実践には、道徳観は特に必要なく、他人から求められたときに対応できれば良いと思っている。 |
|        | 道徳は誰のために行うのでしょうか？      | 自分・相手・社会という3方のすべてが幸せになるように考え、行動するべきと思っている。    | 道徳はまずは自分のために行うべきで、次に相手のことを考えれば良いと思っている。        |
|        | 道徳はあなたの人生にどのように影響しますか？ | 道徳観を備えた人になることは、自分の人生に好影響を及ぼすと思っている。           | 道徳観を備えても、自分の人生にはほとんど影響はないと思っている。               |
| 行動的な部分 | 道徳を実行できていますか？          | 道徳的行いの根本にあるのは自分の心づかいで、その時々に応じた行動ができている。       | 場面に応じた道徳的な行動ができれば、心づかいはどうでもよいと思って行動している。       |
|        | 道徳はいつ学ぶものなんですか？        | どの教科でも、道徳を学ぶことができ、卒業後も学ぶことが大切であると思って授業を受けている。 | 道徳観の育成は、平常授業と関係ないと思って、普段の授業を受けている。             |

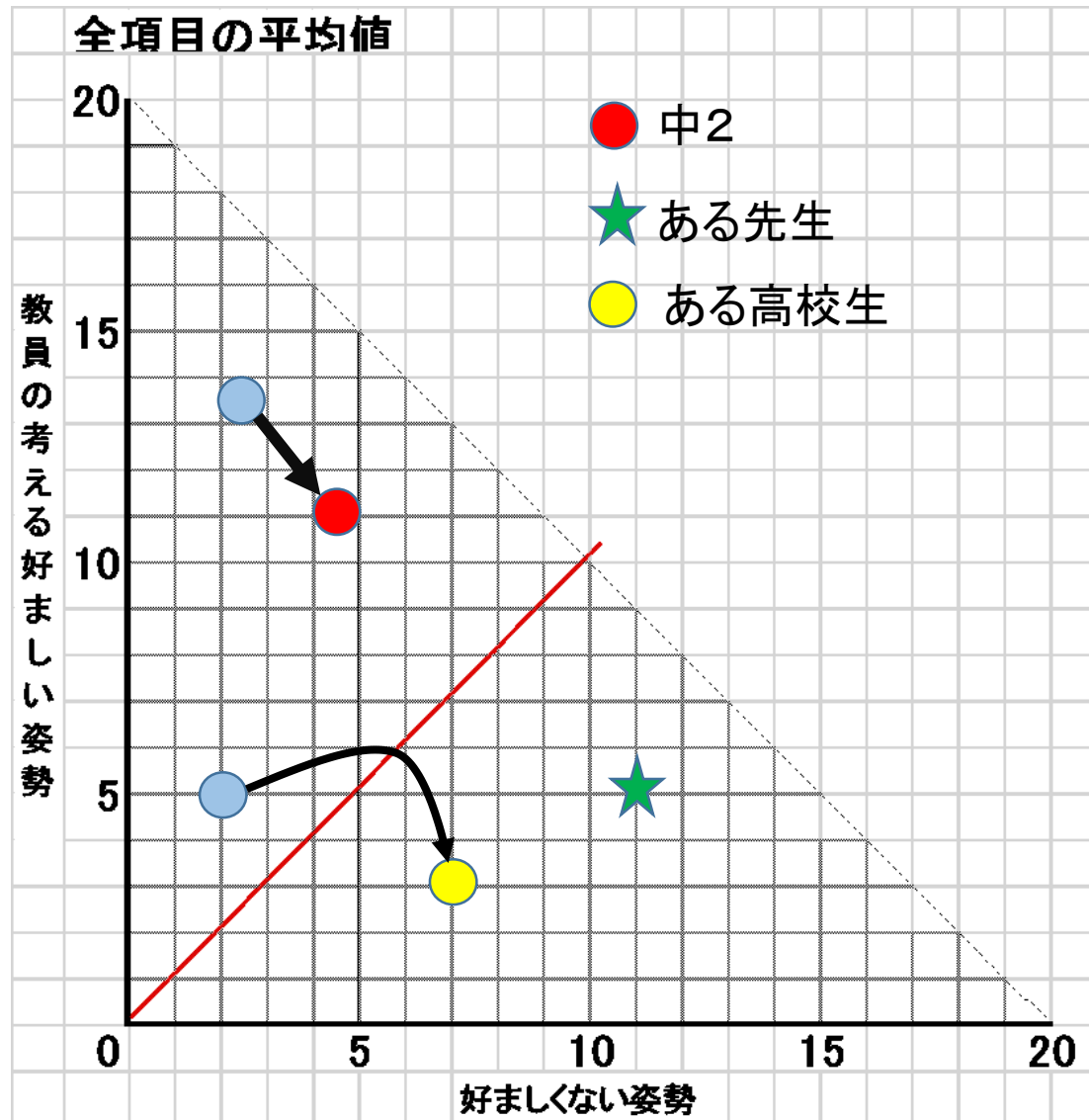


# 次に「道德観」を数値化②

|    |                                                         |                  |
|----|---------------------------------------------------------|------------------|
| 1  | 道德的な行動は、他人から求められたときにだけ行えば良いと思っています。                     | 5 4 3 <b>2 1</b> |
| 6  | 道德的な行動は、自らすすんで実行するもので、他人から求められていなくても実行して良いと思っています。      | <b>5 4</b> 3 2 1 |
| 11 | 道德的な行動は、他人から求められていなくても、自分で考えて積極的に行って良いと思っています。          | <b>5 4</b> 3 2 1 |
| 16 | 道德的な行動は、他人から求められていないのに、自分からすすんで実行するのはあまり良くないことだと思っています。 | 5 4 3 <b>2 1</b> |



# 道徳観を数値化して良いのか…



- クラスの雰囲気の変化と、このアンケートの結果はリンク
- 大人…変わるのか？
- 個人の変容も、家庭環境や友人関係で大きく変化
- 思春期…数字で示されても

ところで、金沢工業大学との関係は？

# 金沢工業大学との連携の歴史

- SSHの指定に向けて相談、**数学科主導**で連携開始
- 指定一年前から5年間、生徒を「**金沢工大研修**」に連れていく
- 2年前から理科主導
- 開星SSH 2期目に向けて「**科学技術者倫理**」について相談開始





そして、

科学技術者倫理（風間先生）との出会い

# 「科学技術者倫理」との出会い

- SSH指定当初より「道德観」と「科学系人材育成」との関連性について悩み続けた
- 3年目の中間評価は比較的良かった
- しかし、やはり「道德観と科学系人材育成との関連性について更なる検証が望まれる」と指摘
- 指定2期目に向けて悩み始めた年、風間先生が開星に着任

# 風間先生の言葉

- 大学の授業で「世の中で働いている人全員が、自分の技術を使って仕事をする技術者です。だから科学技術者倫理を学ばなくてもいい人はいません。」
- もう一つ大きな悩みだったことの答えでもあった
- もう一つの悩み『何のために研究（学習）するのか』という疑問を持つ生徒が増えてきた

# 日本中の「科学技術者倫理」を調査

- 多くの学会「倫理綱領」  
→中高生向けに改変困難
- 研究倫理に関しては充実  
→これは自分たちでもできる
- 大学のカリキュラムを調査  
→金沢工業大学科学技術応用  
倫理研究所！！





# 西村先生のもとへ押しかけたお話し

- 2017年8月2日
- 突然訪ねてきた高校教員に、懇切丁寧にお話ししていただいた
- 生徒とともに数回訪問、また卒業生も毎年数名送ってきたが…  
→改めて「学生を伸ばす大学No,1」と、高校と企業双方からの高評価に納得
- SSH2期目の申請の柱とすることを決意

# SSH2期目申請の柱「科学技術者倫理」

## Side M:科学技術者倫理の授業の開発実践

### ①研究開発単位の目的，仮説との関係，期待される成果

本校のSMILEプログラムの中核となる事業単位。第2期のSSH事業で育成する人材の理想像として自己調整学習者の理論を取り入れる。この改善により，生徒の人材育成に関するSSH事業の評価基準の確立を目指す。そして，道徳観の育成に対してより評価検証を具体的に行うために，金沢工業大学科学技術応用倫理研究所との共同により，中高生向きの科学技術者倫理の授業内容を開発し科学探究のカリキュラム内で実践する。

### ②内容・実施方法

第1期で開発した中高一貫6カ年のカリキュラムの中で，科学技術者倫理に関するプログラムを実施する。

# 6ヶ年の授業計画

| 学年 | 授業 | タイトル           | 方法                 |
|----|----|----------------|--------------------|
| 中1 | ①  | 科学技術が機能しなくなったら | 具体的な事例をもとに考える      |
|    | ②  | 倫理って何          | 倫理について学ぶ           |
| 中2 | ③  | セブン・ステップ・ガイド   | 行動規範について           |
|    | ④  | こんなときどうするⅠ     | 具体的な事例をもとに行動計画立案   |
| 中3 | ⑤  | こんなときどうするⅡ     | 具体的な事例をもとに行動計画立案   |
|    | ⑥  | 研究開発の倫理Ⅰ       | 研究開発の場で必要となる倫理を学ぶ  |
| 高1 | ⑦  | 研究開発の倫理Ⅱ       | 研究倫理の具体的事例を学ぶ      |
|    | ⑧  | 研究者倫理Ⅰ         | 課題研究の場で必要な倫理について学ぶ |
| 高2 | ⑨  | 研究者倫理実践        | 課題研究に取り組みながら実践を行う  |
| 高3 | ⑩  | 研究者倫理実践        | 同上                 |

# 指定ならず…本年度は継続期間（１年）

- 校内からも「科学技術者倫理って何？」「道徳で良いだろう」「なんで『技術』の文言が？」「文系関係ないだろう」
- 何度も説明し、事例を紹介し説得
- 親しい大学の先生が「技術士」の資格をお持ちで強力に後押し
- まず、高校１年生向けの授業を開発することとなった

今年度の「科学技術者倫理」の取組を、風間より



# 平成30年度 実施済み授業

高校1年生 科学探究（週1時間＋月1回土曜日）内で実施

中高一貫コース 7名

特進コース 15名

※ 中高一貫コース生は中学3年間で科学探究を履修済み

高校2年生

過去の事例から倫理を学ぶ

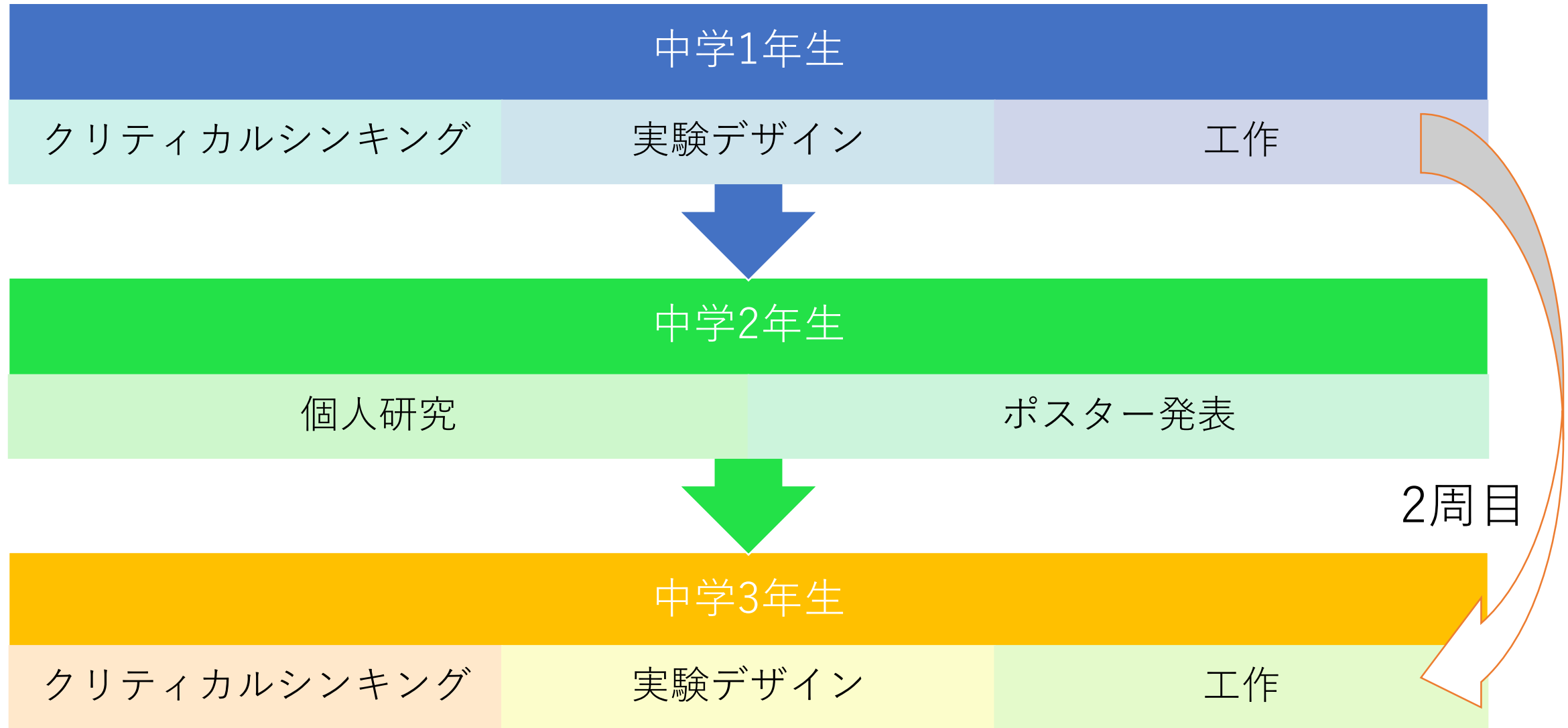
倫理に基づいた課題の解決

「倫理」がなぜ必要かを考える

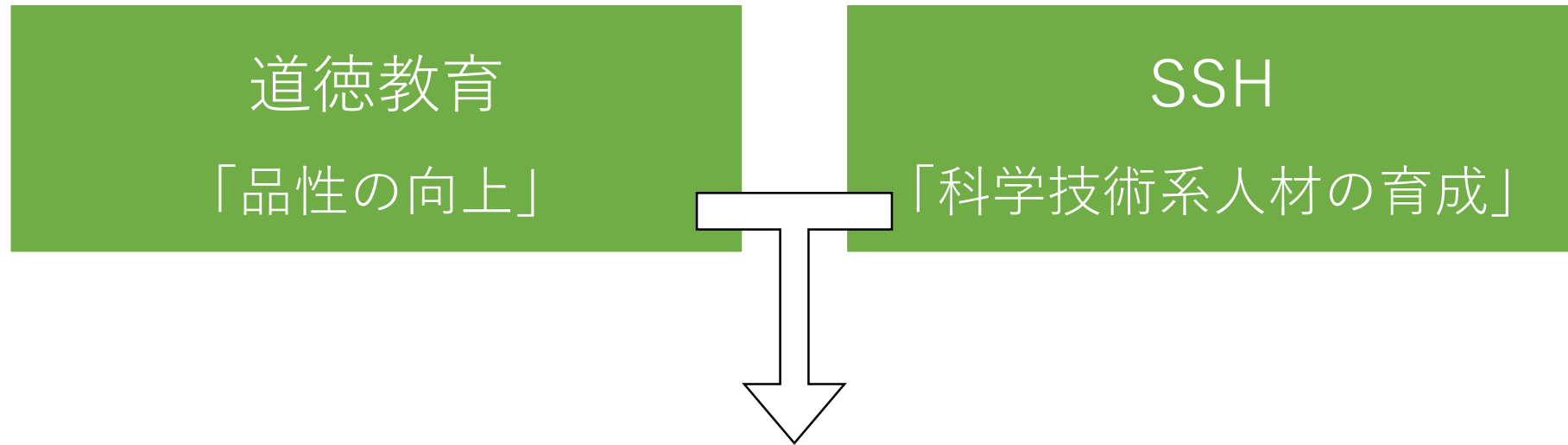
高校2年時からは、文系選択者も理系選択者も  
研究を行う授業（課題研究）が開講される。

高校入学

# ○ 中高一貫コース 科学探究（中学校）

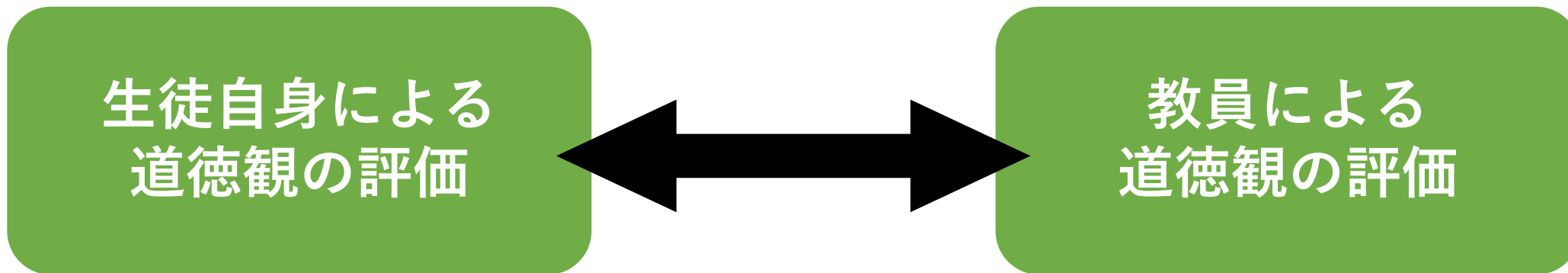


# ○ 高校生が学ぶ科学技術者倫理の必要性



自己及び他己での**客観的な評価**が可能

## ※ 本校の抱える課題



2者間での評価のズレ（解離）が見られる。  
さらに、「道徳観の数値化」への違和感。

（教員の主観による評価になっていないか？という疑問）

科学技術者倫理のもつ、「客観的な評価基準」によって2者間のズレを埋める。

加えて、中高生への道徳観の評価が完全に中立の立場で行われる。

# ①「倫理」がなぜ必要かを考える



<授業の流れ>

1. ステイクホルダー，セブン・ステップ・ガイドなど専門用語の紹介。
2. 科学技術が機能しなくなった世界で「自分ならどうするか」を班で議論する。
3. 班の結論を発表する。

生徒への問い

「真夏に停電が起きた。あなたならどうする？」

(科学技術者倫理／金沢工業大学・科学技術応用倫理研究所 改変)

まだ科学技術の専門家ではない高校生が、  
**「科学技術を使う社会」を生きるうえで果たすべき責任（倫理）を学ぶ。**



## ② 倫理に基づいた課題の解決



生徒への問い

「ある会社で事故が発生した。関連企業3社の立場で  
あなたならどう行動する？」

(本授業オリジナル課題)

<授業の流れ>

1. 3人1組で班をつくり、1人1役を担って架空の事例に対する解決策を考える。
2. 班ごとに解決策を発表する。
3. 同じ役割同士で集まり、各班がなぜその解決策を取ったのかを報告しあう。

セブン・ステップ・ガイドなど、  
客観的な評価によって判断できたかを確認する。

### ③ 過去の事例から倫理を学ぶ



生徒への問い

「ロケットの打ち上げ直前に天候が悪化した。

打ち上げに関係する人物の立場であなたならどうする？」

(1986年チャレンジャー号打ち上げ事故 改変／本校 公開研究授業)

<授業の流れ>

1. ②の時と同様に、3人1組の班をつくる。
2. 実際の事故を基にした事例であることを伏せ、それぞれの立場で解決策（対応策）を議論する。
3. 全班的結論と根拠を一斉に示し、実際の事故について紹介する。
4. チャレンジャー号の事故について調べ、自分の班の結論の根拠と併せてレポートを作成する。

実際に起きた事例から、  
科学技術者倫理の必要性を感じ取る。

# ある生徒のレポートより

## <結論>

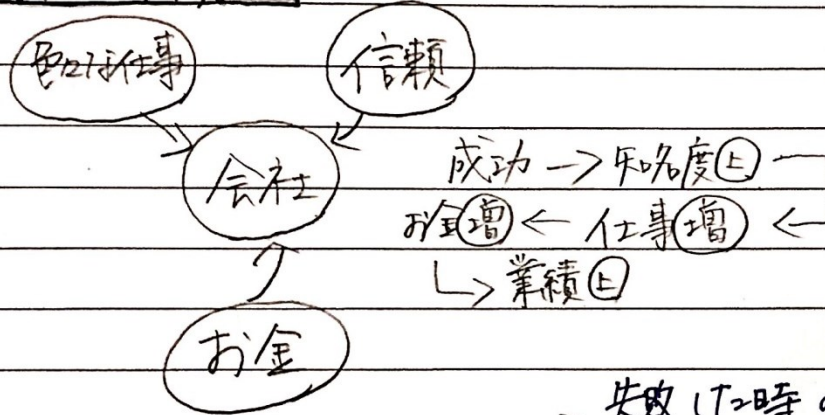
打ち上げに反打。

この事業はハイリスクハイリターン。

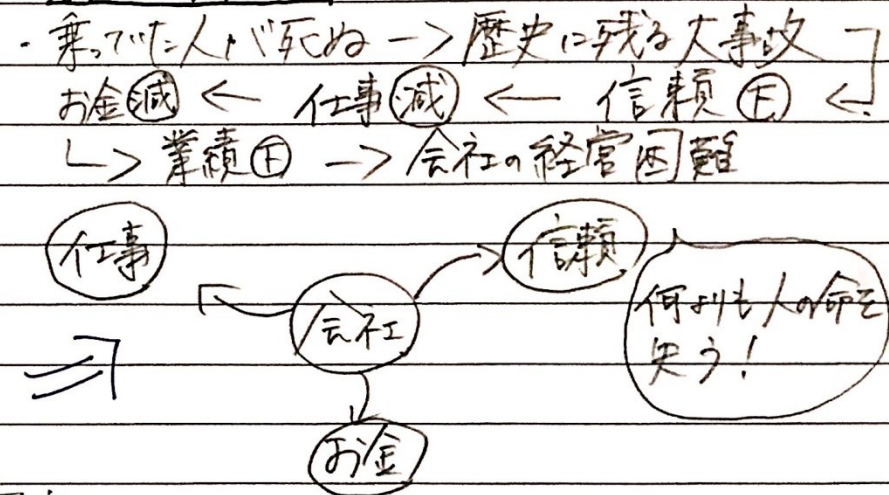
～根拠～

もし、打ち上げた場合。

### 打ち上げ"成功"



### 打ち上げ"失敗"



- 失敗時のリスクは高い。
- ・テストはこのやり方環境。
  - ・成功例もあるが不具合が出ている。
  - ・万全の状態でない。



## 生徒たちの感想（レポートより抜粋）

僕たちは人の命よりも、国民の期待のほうが上回ってしまって、打ち上げ"る"という結論を出してしまいました。やはり"人"なことがあろうと人の命も1番に大切にしていかなければいけないと思いました。いい話し合いができたので良かったです。

＜まとめ＞

事実関係の整理はできました。シ"レンマがあった人、線引きが難しく、行動案を考えられなかった。セブンスステップ"イト"を使って考える事が必要だと感じた。そして、会議で話し合う前にしっかり当事者の立場として、自分の意見をまとめるのが必要だと感じた。

動画を見て教師の女性が乗っていて、失敗したので生徒や家族がどんな気持ちかと思うと悲しかったです。どんなにプロダクトが誰人であっても、金がかかっている昇進の話が出ていても命よりも大切なものはないと改めて実感しました。

二度 このような事故がないようにしてほしいと思いました。

話し合いがうまくできたので良かったですと思いました。また、同じようなこととしていきたいです。

大人になって生かせるといいです。

# 研究授業の際に頂いた講評

京都大学高等教育研究開発推進センター 山田剛史 准教授

ささやかですが講評させていただきます by山田

Good !

- ✓先週とのつながり，今日することを説明
- ✓注意点を板書して常に明示
- ✓しっかりタイムキープして，明確に指示
- ✓実際のケースを用いること，それを後で種明かしとして映像を見せること
- ✓教師の視点に立てば，すごく良い授業デザイン・進め方  
グループ討議（会議）→全体シェア（結論）→同じ役割で協議
- ✓グループ討議→同じ役割で協議→グループ討議→全体シェアもありか・・・

お疲れさまでした！



# Tsuyoshi's Check

生徒の学びの視点から

## ①単元の「目標」について

- 「セブン・ステップ・ガイド」を用いることで、倫理的な判断が可能であることを、具体的な事例を基にロールプレイングにより体験する。
- 体験することが目標で良いのか？体験を通してどのような資質・能力を育成したいのかを明文化する必要があるのでは？それは何か？
- その上で、それらがどの程度身についたと考えるか？

## ②「事例」の説明

- あまり集中して見ていない生徒も散見
- ここを生徒同士で読み合わせるなど，関与を高める必要あり

## ③「役割」の説明

- ここも先生が説明している。あまり課題に動機づけられているように見えないか・・・
- とりあえず雰囲気を選んでいる？



#### ④事例の「内容」について

- 詳細をつめることは重要だと思うが、事例が細かすぎて十分に生徒の中で落とし込めていないのではないか？重要なことは事例のディテールを強化することより他にあるのでは？

#### ⑤会議の「結果」について

- 結論として7班中6班が「打ち上げる」だった。また、その根拠として挙げている説明が弱い。
- じっくり考えられているか？ and/or 議論の進め方の指導も必要か
- 事例を1つに絞って2回連続やればもう少し深められるか・・・

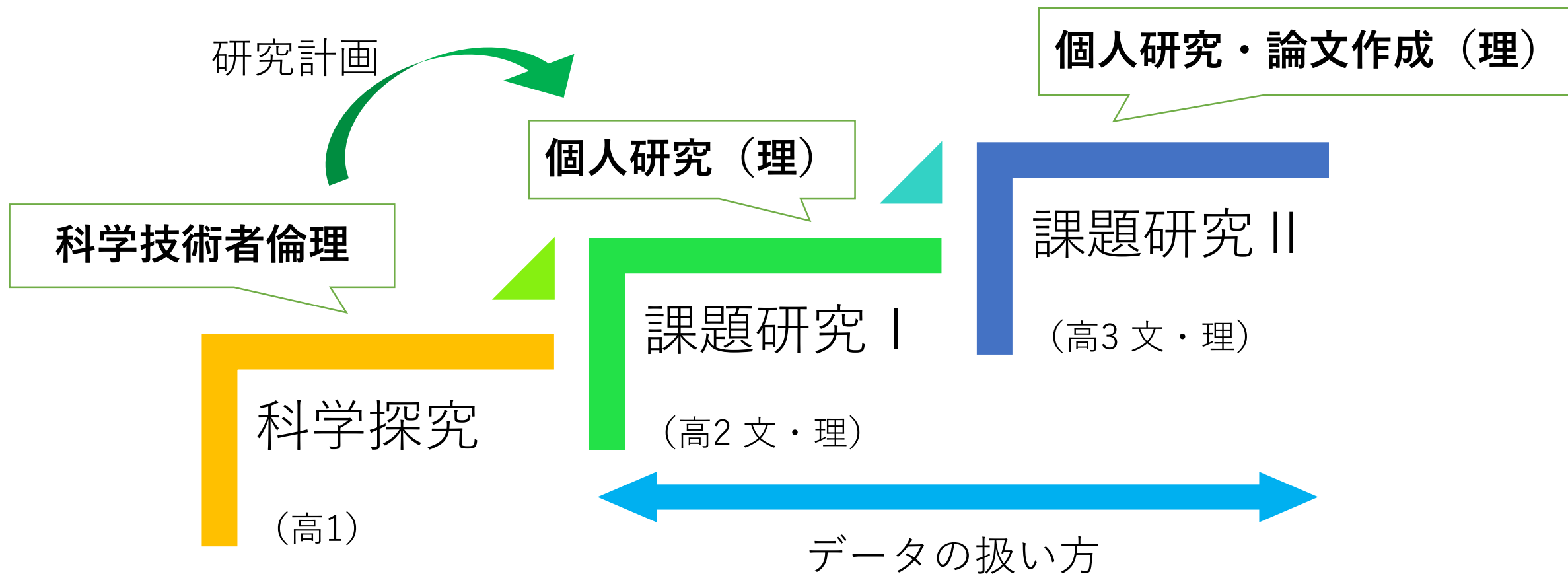
#### ⑥「セブン・ステップ・ガイド」は使われていなかった・・・

- おそらく余裕がない・・・

外部から評価を頂き、授業開発に活かしています。

今後は、評価と指導助言を金沢工業大学にさせていただきます。

# 高校3年間での探究型授業の流れ



1年時の科学技術者倫理で学んだことを活用しながら、2, 3年時の研究を進めていく。

まだお話ししたいことはたくさんありますが、まとめに入ります

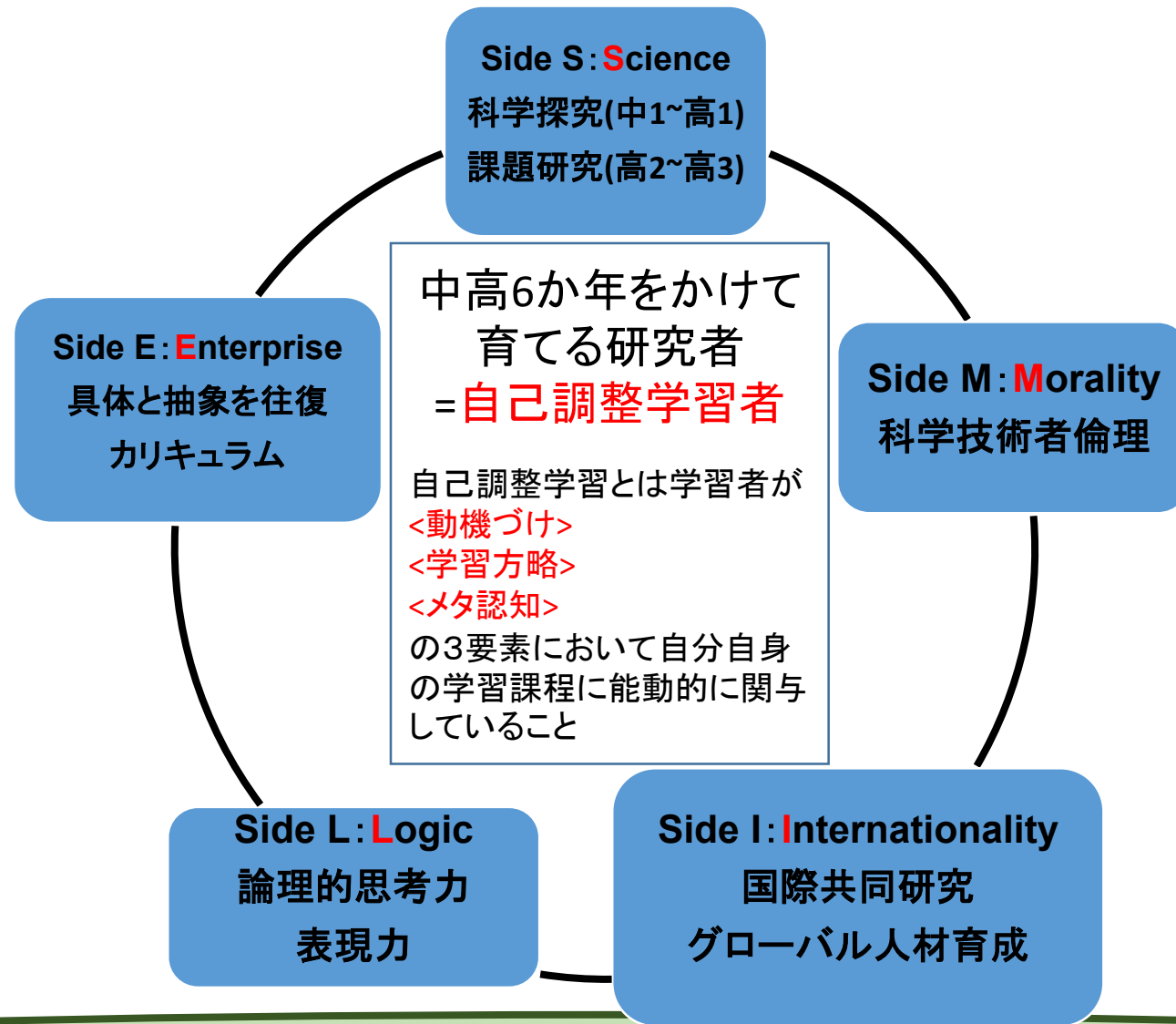


# 現状の課題と今後の展望

- 評価基準の確立  
→ 高大連携で実現可能
- 他の教職員への働きかけ、全校生徒への導入  
→ 教員研修の開発実践（ここも高大連携）
- 島根県の教育力と学力の向上  
→ 地方私立学校の責務
- 中高大そして社会へと接続する授業モデルの確立  
→ 「技術者としての責任」がキーワードになるという直感

# 第Ⅱ期開星 SSH概念図

**SMILE**  
プログラム  
このサイクルを6か年のスパンで回し続けることで、生徒を研究者として育成するプログラム。  
「科学」「科学技術者倫理」「国際」「論理」の4つの学問領域を「先進的な」取組をキーワードとして結び付けた。Society5.0社会を支える開星版STEM教育として位置付ける。



SMILEプログラムの実践による自己調整学習者としての科学系人材育成

品性の向上をはかり、社会の発展に役立つ有望な人材を育成する

# 参考文献

金沢工業大学・科学技術応用倫理研究所(2017)

『本質から考え行動する 科学技術者倫理』白桃書房.

エドワード・F・レディツシュ(2012)

『科学をどう教えるか:アメリカにおける新しい物理教育の実践』

(日本物理教育学会)丸善出版

伊藤崇達(2009)

『自己調整学習の成立過程:学習方略の動機づけの役割』北大路書房.

ありがとうございました

時間があれば、ぜひ質問をしてください