

STEMキャンプの 実践事例と評価の構築 - CPSとしてのSTEMと Aを統合していくということ

齊藤智樹

順天堂大学/早稲田大学

2020年2月9日

於：大分県立美術館（OPAM）
2F 研修室

本日の発表の流れ

- STEM教育を俯瞰する
- STEMキャンプの事例とCPS
- AをSTEMと並べるということ

ぜひ、ご意見頂ければ幸いです。

俯瞰

Prospective

How can we understand the theory and practices of STEM Education?

STEMを俯瞰するII (修正版)

Disciplined STEM Education

Creative STEM Education

学問分野の性質

何が教えられるべきかが**事前に決定**されており既存の学問分野の位置づけが明確。

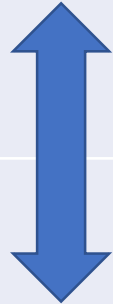
何が学ばれるのかは、適用の文脈によって決定され、また**部分的に学習者に委ね**られており、既存の学問分野における厳密さには必ずしも立ち戻らない。

教育者の側の認識

単一の教科におけるSTEM (Multi disciplinary)

① DC-Md

② CR-Md



世田谷区立烏山小学校

SILE

STEM教室



③ DC-Id

領域横断的な概念



④ CR-Td

SILE

STEMキャンプ

教科をくま STEM (Inter disciplinary)

統合的なSTEM (Trans disciplinary)

学習者の側の取り組み

これを踏まえて

今日見ていただきたいこと

- どこがSTEMなのか
- Creative STEM Education = SILEの在り方
- 所謂教科 (Discipline) との違い

インフォーマルなSTEM教育の 一環としてのサマーキャンプに おける理論とその実践

The Theories and Practices

Which Appears in Summer Camp

as a Models of STEM Education in the Informal Setting

静岡大学創造科学技術大学院

情報科学専攻

○齊藤智樹・奥村仁一・熊野善介

背景

STEM教育とは

Backgrounds

Where will we go as study in the STEM Education reform?

What is the purpose?

How can we implement it?

背景 Background

米国STEM教育改革

Why do we need STEM Education reform?

STEMは何を目指しているか

What does STEM education aim for ?

Eを統合するには？

How can we integrate Engineering?

米国

STEM

教育改革

STEM Education reform in the US

What 's going on?

Why they chose the STEM integrated reform?

STEM教育は

どこを目指しているのか

Where does STEM Education seek ?

What the US people thought?

What will STEM support?

- STEM教育は、米国が世界の中でリーダーであり続けることができるか、また、エネルギー、健康、環境保護、安全保障などの分野での計り知れない問題を解くことができるかどうかを決定することになるだろう(p.vii)
- 全ての米国市民は、科学技術的な知識、エンジニアリングの原理原則、彼らが社会生活とキャリアにおいて成功するために十分な量的な方法、そして我々の国やこの地球が直面している問題についてのより正確な情報に基づいた意思決定をすることへの理解を示す必要がある(P.15)

PCAST "Prepare and Inspire"(2010 ; 訳:2013)

- STEM education will determine whether the United States will remain a leader among nations and whether we will be able to solve immense challenges in such areas as energy, health, environmental protection, and national security.
- All U.S. citizens should have an understanding of scientific and technological knowledge, engineering principles, and quantitative methods sufficient to succeed in public life and in their careers, and to make informed decisions about issues facing our Nation and our planet.

STEMはどこを目指す？

このSTEM教育改革の特徴として,何が他の教育改革と違うのか

1. 市民として理解すべき**地球規模の問題**に向けていること
2. **環境やそれに関する問題**に対する認識を変えていくこと
3. 現代的な(21世紀における)**職能**について認識すること
4. **安全保障の問題**について**長期的**に見ていくこと.

(Bybee,2013, 訳: 2013)

What makes a STEM reform different resides in four themes:

- Addressing global challenges that citizens must understand
- Changing perceptions of environmental and associated problems
- Recognizing 21st-century workforce skills
- Continuing issues of national security

STEMはどこを目指す？

- 米国の科学教育改革のスローガンとしてだけでなく、**その他の国々も含めた世界**にとっての**社会的諸問題(Issues)**を**解くことのできる人材育成**という側面を持ってスタートした
- **これからの時代を生きる市民**としてどんなことが求められているのかについて、**意識が向いている**

- STEM is not just a slogan of the US education reform, but a human resource development for the world which are meeting the common global issues.
- It aims for the development of competencies needed as a citizen in the future era.

STEM教育は
どこをめざしているのか

エンジニアリングE を統合するには？

エンジニアリングを通して科学を教えるとは？

How can students learn Science through Design activities?
How can we integrate these disciplines?

- エンジニアリング—人間の**必要性と欲求を満たす**ために物体・プロセス・システムの**デザイン**をするための秩序だった、また**繰り返される**取り組みのこと。

The Framework for K-12 Science Education (NRC, 2012 p.202, 訳：熊野2012)

Engineering is a systematic and often iterative approach to designing objects, processes, and systems to meet human needs and wants.

↑科学的知識の応用とは書いていない。代わりに↓

An application of science is any use of scientific knowledge for a specific purpose, whether to do more science; to design a product, process, or medical treatment; to develop a new technology; or to predict the impacts of human actions.

Eを統合するには？

①科学や数学を学ぶために**現実世界の文脈**を提供する

②デザイン活動は**課題解決力**を開発する文脈を提供する

③デザイン活動は複雑であるがゆえに**コミュニケーション活動とチームワークの形成**を推進する

Roehrig他(2012), Brophy他等3論文のまとめ

- ① Provide **real-world context** for learning mathematics and science;
- ② Design tasks provide a context for developing **problem-solving skills**; and
- ③ Design tasks are complex, and as such, promote the development of **communication skills and teamwork**.

Issues = 問題
Problem = 課題

Eを統合するには？

エンジニアリングの活動においてその中心となるのは**目的に合わせて課題を解決する考え方**であり、デザインの過程によって特徴づけられること、また、エンジニアリングのデザインとは「その形や機能がクライアントの**目的**やユーザーの**ニーズを満たす**と同時に、具体的な制限事項を満たすような端末やシステム、過程のためにデザイナーが生成し、評価し、概念を明確にする秩序だった、知的な過程」である。

Dym(1999,2005)

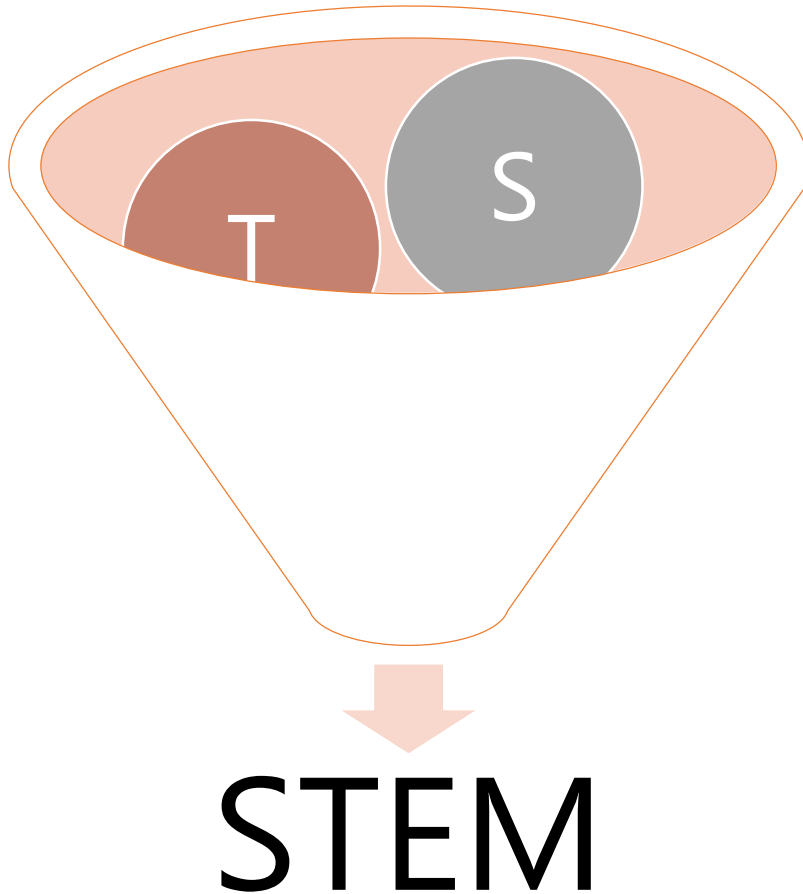
Engineering design is a systematic, intelligent process in which designers generate, evaluate, and specify concepts for devices, systems, or processes whose form and function **achieve clients' objectives or users' needs** while satisfying a specified set of constraints.

Eを統合するには？

Design

社会のニーズに合わせて解決策をつくりだすこと

STEM統合のアイデア

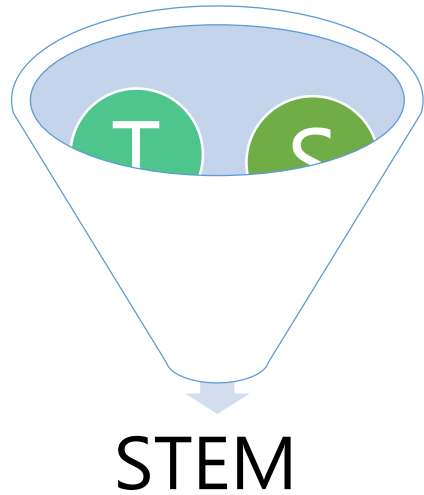


STEMの各分野の内容を
収める**容器**のようなも
のではないか

We need a container to put them in

超領域的な問題をテーマとする

STEM as Transdisciplinary



イシューズをその容器とする

The container is "Issues".

イシューズに対して、解決策を
考えていくことは、科学だけを
扱う活動には成りえない。
→STEMとなる

Students will make their **Solution** for "issues" in the lesson. It should **not** be an activity which uses **only science**.

And

It will become a **STEM** activity.

Design × Issues

研究課題 Research Question

STEM教材とはどんなものか

What is the characteristics of STEM learning?

子どもたちの示すデザインとは？

What will be lead by design activity?

日本型をつくっていくには？

What do we need to develop J-STEM model?

研究の目的

The purpose of this study

STEM教育における実践の中でも、特に私たち日本人にとって馴染みの薄い内容であるエンジニアリングとしてのデザイン活動に主眼を置いた科学教育の実践を通して、①現在米国を中心にSTEM教材として示されているものにはどんな特徴があるか、②超領域的な問題に取り組む**キャンプ**としてSTEM教育を実践した場合、子どもたちはどのような解決策を作ってくるのか、③今後日本型のSTEM教材をつくっていく上で例となる形式はどんなものかについて見出し、今後日本の文脈においてSTEM教育研究を進める上でポイントとなる論点をまとめていく。

①What kinds of characteristics do STEM learning material have?

②What kind of solution do participants design in transdisciplinary context?

③What kind of discussion do we need to develop J-STEM model?

方法

Method & Methodology

初めてSTEM教育の結果をまとめるとして

A methodology when you observe the Trans-disciplinary STEM Education and the specific method to analyze the result

方法論-Methodology

- 構成主義
- 学習者は「問題」に対して、個別具体的な先行知識を持っている.
- 同じ現象を見たとしても、異なる見方・考え方を適用して、それを理解する.

- 事例研究—Case Study
- Single Holistic
- Exploratory

まずは、STEMキャンプというものを記述すること（Description）が大きな目的.

- 何が起きているか？という研究課題
- 先行事例が無いため、あるがままに見る
→Naturalistic Approach

アクションリサーチ→STEMプロジェクト←デザイン研究

方法- Method

- 既存の記述的理論に基づいてSTEMキャンプを計画
- 児童生徒のつくる解決策に着目
- どんな解決策をつくってくるか
→類型化→質的分析



[この写真](#)の作成者 不明な作成者は [CC BY-SA-NC](#) のライセンスを許諾されています

実践

Implementations

科学とエンジニアリングの統合したモデル

As a initiation model, we observed as it is.

Making its purpose, activities, and assessments developed in the action.

実践 Implementations

双方向学習過程D-D-Oモデル

Define – Develop – Optimize iterative cycle model

実施されたSTEM教材

STEM Learning Materials in the camp

キャンプの活動の様子

Activities in the camp

テーマ the Theme Issues

津波に対して私たちはどんな対策ができるのか

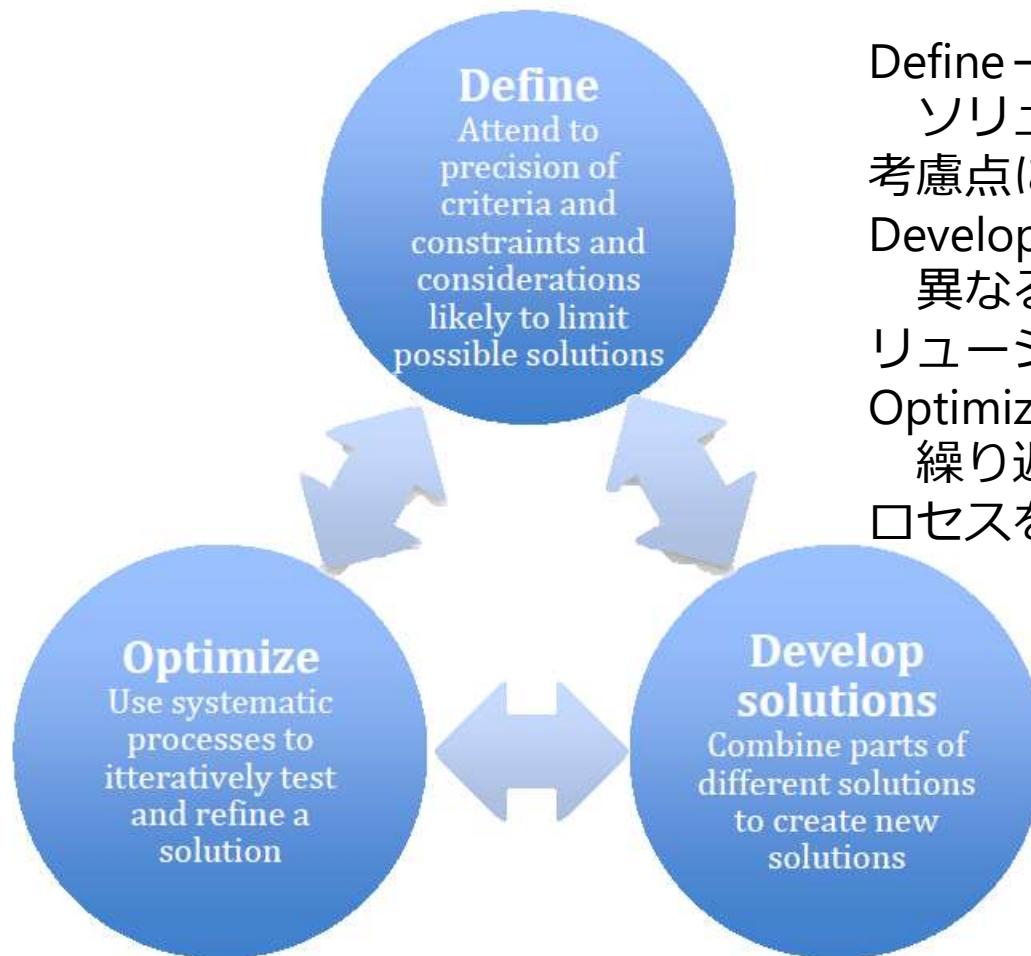
What kinds of countermeasures can we develop for huge Tsunami like 3.11?



静岡県焼津青少年の家
2013.7.29-30実施
小学校5年～中学3年生対象
29名参加

D-D-Oモデル

iterative Cycle



Define – 課題を明らかにする

ソリューションを制限しそうな基準や制約、考慮点に注意を向ける。

Develop – ソリューションを開発する

異なるソリューションの部分を新しいソリューションを創りあげるために結合する

Optimize – 最適化する

繰り返しテストをするシステムチックなプロセスを用いて、ソリューションを改良する。

Next Generation Science Standards
Appendix I “Engineering Design”

Creative Problem Solving

21st Century Skills (NRC, 2011)

認知的 スキル	一定の順序のない課題解決 (nonroutine problem solving), 批判的思考 (critical thinking), システム思考(systems thinking)
対人 スキル	複雑なコミュニケーション (complex communication), 社会的スキル(social skills), チームワーク (team-work), 文化的感受性(cultural sensitivity), 多様性への対処(dealing with diversity)
内面 スキル	自己管理(self-management), 時間管理(time management), 自己啓発(self-development), 自己管理(self-regulation), 順応性(adaptability), 実行機能(executive functioning)

一定の順序のない課題解決
Non-routine Problem Solving

熟練した課題解決者は、広範な情報を調べ、パターン認識し、情報を絞り込んで課題の診断にたどり着くために専門的な思考をする。診断を超えて解決策へと移行するには、**課題解決戦略が働いているかを振り返り、それがうまくいっていない場合、他の戦略に切り替える能力** (Levy・Murnane, 2004) – メタ認知を含め、情報がいかに概念的につながっているかについての知識を必要とする。それには、新しく**イノベティブ**な解決策を生成する**創造性**、無関係に見える情報を統合すること、そして他者が見逃しているであろう可能性を楽しむことなどが含まれる (Houston, 2007)。

Creative Problem Solving

Era	1908	1926	1953
Researcher	Poincare	Wallas	Osborn
Heuristics	1.Preparation	1.Preparation	1.Orientation 2.Preparation 3.Analysis 4.Ideation
		2.Incubation	5.Incubation
	3.Illumination	3.Illumination	
			6.Synthesis
	4.Validation	4.Valification	7.Evaluation
	数学 科学と方法	心理 思考の技術	エンジニアリング 適用されたイマジネーション

「Applied Imagination」
 ブレインストーミング
 Weak Creativity
 Incubation→Illumination
 Strong Creativity

創造性研究者によってGeneral Electricなどのエンジニアリング企業向けに開発されている。ブレインストーミングは現代でも幅広く利用されている。

→そもそも広く受け入れられている創造性の**発散的**な本質に対応している (Ideation, Incubation)

→一方でオズボーン自身が書いている**判断的**な思考の方はおろそかにされがち (Validation, Evaluation)。

→今日の発表しているキャンプの段階では、ここまでやれておらず、2016年以降の研究では触れております。

D-D-Oモデル

津波に対して私たちはどんな対策ができるのか

課題をはっきりさせる

- 津波についての基本的な知識を得る。
- 津波に対してどんな対策ができるのか、グループでブレインストーミング。(webbing)
- グループごとにどんな対策ができるのかの全体像をまとめる(コンセプトマップ)
- 各自の解決策をデザインする。

解決策をつくる

- 各自の解決策をデザインする。
- STEM教材を使って学習。自分が作るものと科学的な情報とのつながりを学んでくる。
- 科学者、工学者との出会い。
- 津波に対して何ができするかを考えていく。

解決策を改良する

- 津波に対して何ができるかを考えていく。
- 各自の解決策をつくりなおす。
- 班ごとの解決策をまとめる。
- それぞれの考えた解決策を発表する。



キャンプの日程 Schedules

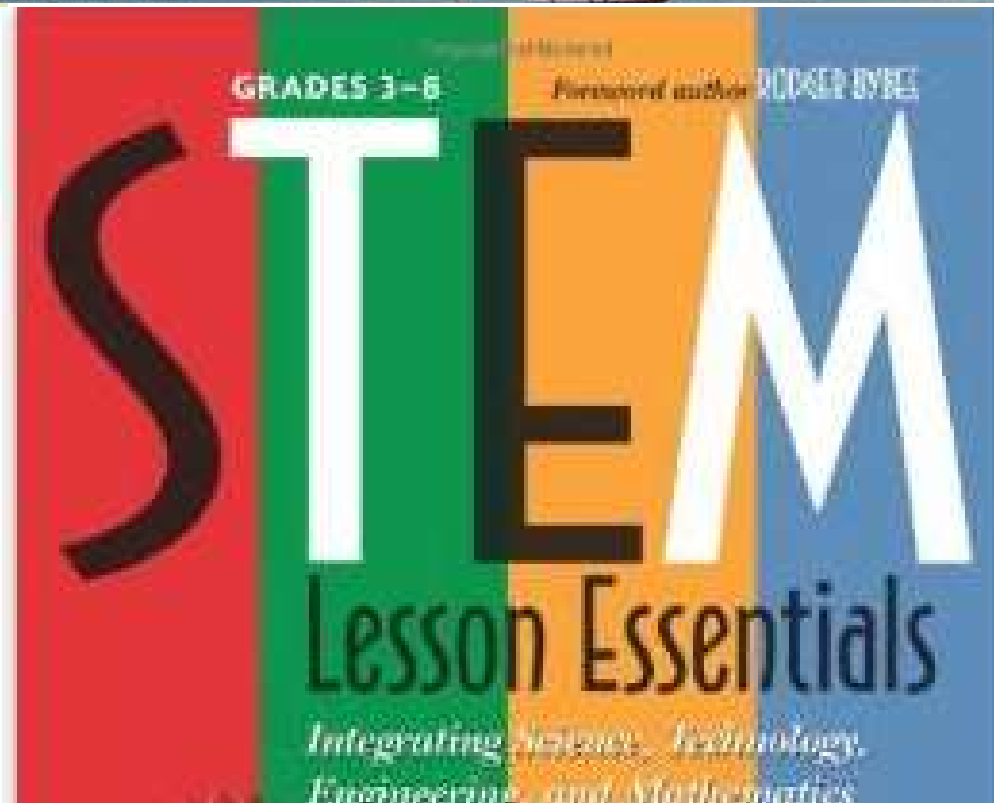
	Day1	Day2
午前 Morning	ブレインストーミング Brain storming コンセプトマップ Concept maps デザイン Design their Solutions	本物の工学者との出会い Invite Engineer デザインの改善 Redesign their solutions
午後Afternoon	STEM教材での学習 Study with 9 STEM Materials	デザインのまとめ Make conclusion 発表会 Presentation
夜 Evening	本物の科学者との出会い Invite Biologist	

実践されたSTEM教材

STEM Learning Materials



"e-GFI"
by ASEE



結果と考察

Result & Discussion
実践の結果と見えてきたこと

During the practice and after implication of our camp
What kind of things were necessary to support our lesson development?

参加者の解決策 the Solution made by the participants

- ① 革新的なもの Innovative one
- ② 科学的な知識に基づいたもの
Based on Scientific Knowledge
- ③ 細かなニーズに対応しようとしたもののーソフト対策
Soft solution-to meet specific needs

参加者の解決策



the Solution made by the participants

①


Innovators

日本を「地震大国」から「地震津波
防災大国」へ

1. 旧目の津波の映像で家のうらの車が流されないことに気が付く。
でも

長方形  なので水流をもろにくる → だから  船型にしました。
これる可能性 大!
家の後にかき付けたいのではないが。

大きな舟の体育館を作りたい! そうすればたくさん人の命が救える。
↓でも

 には欠点があった。引き波に弱い!

うしろから引かれたら一巻の終わりのた。

↓だから
こま
↓

この形を日本全国に広める!



日本全国 船かた!



Rugby House

参加者の解決策 the Solution made by the participants

①-2
Innovators

海底に凸凹を造る

海底に凹凸を造る

細かくなればエネルギーも少くなる

波が小さいほどエネルギーも小さい

だんだんはねを細かくすることによって、
波もだんだん細くなる

段々羽を細かくすることによって波も小さくなる

参加者の解決策

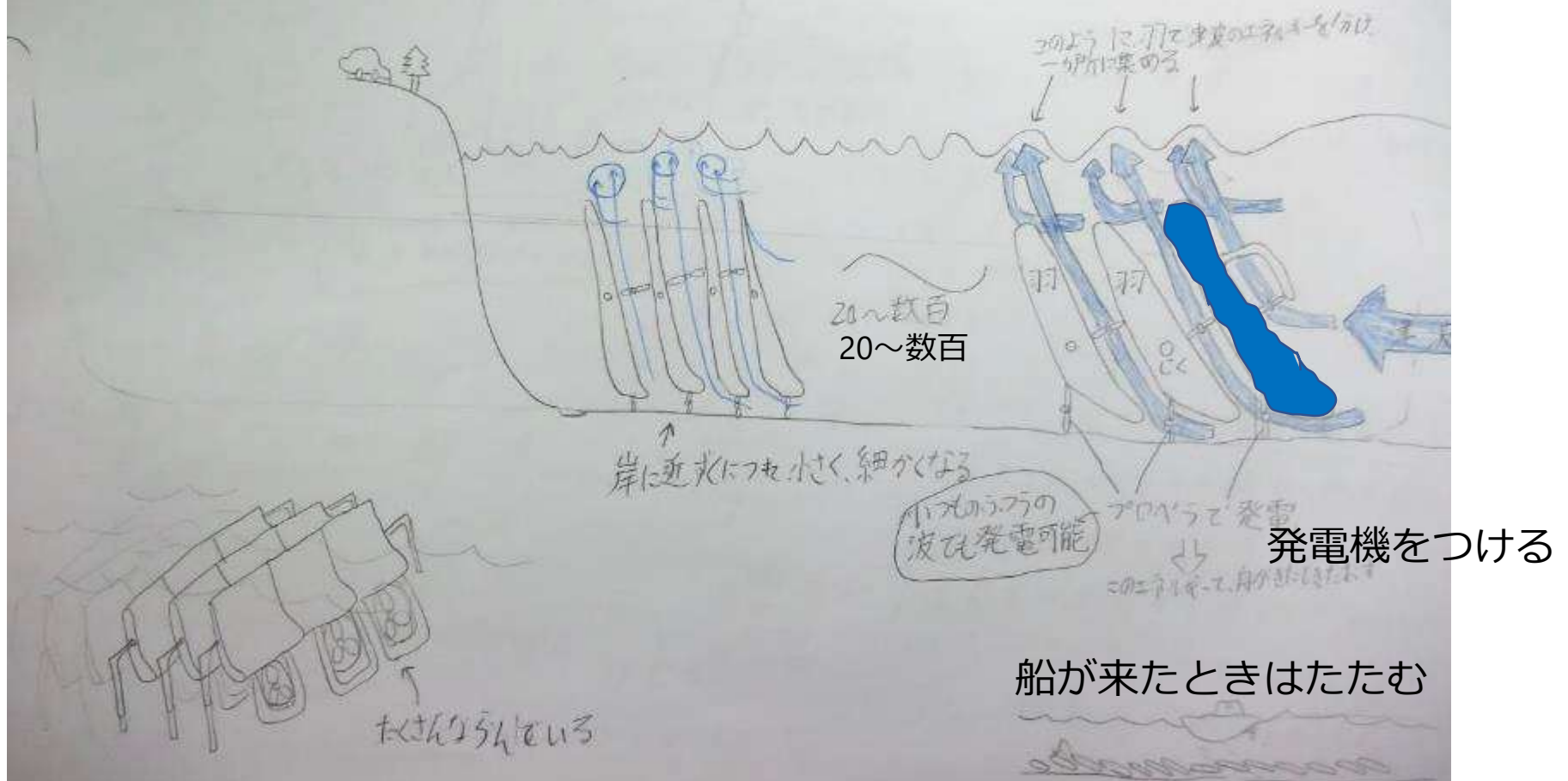
the Solution made by the participants

①-2

Innovators

津波の力を分散
て発電

津波の力を分散で発電



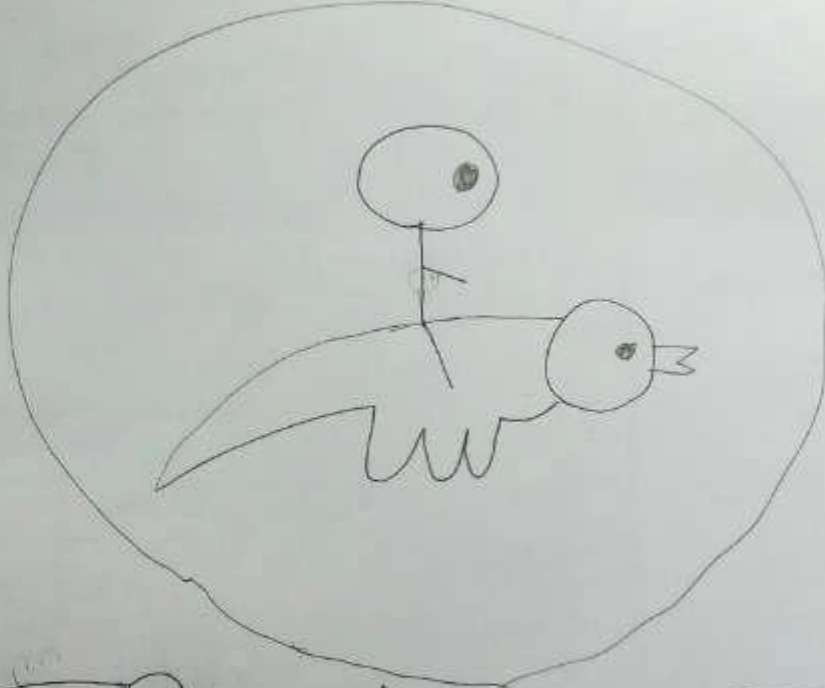
参加者の解決策

the Solution made by the participants

②

Science Actors

鳥の上に乗るために
鳥の上に乗るために

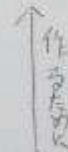


大きくする



科学を進歩させる

かかきをいぼ
きせる。



ビッグ
ライト

いぼ
大きくする。

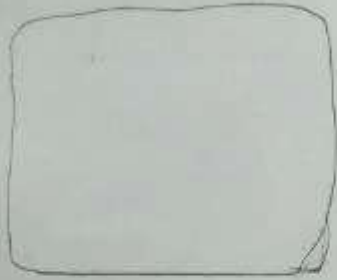
ビッグライトで
大きくする

参加者の解決策 the Solution made by the participants

②

Science Actors

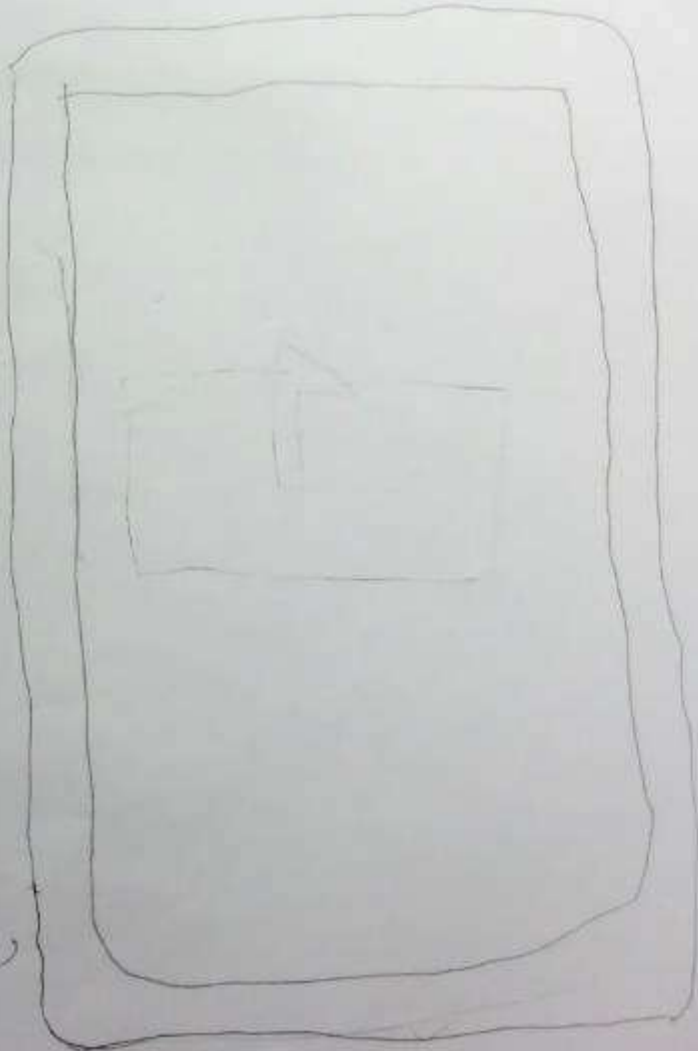
四角い船台
四角い船
四角い船を用意しておく



うきおしもの
で作る

表面積が広い
もの

表面積が広い
もの



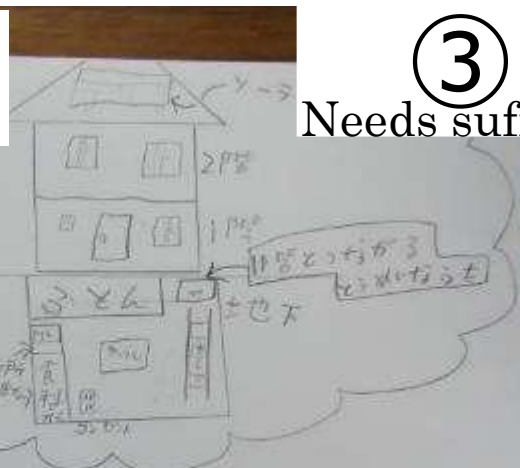
参加者の解決策

the Solution made by the participants

地下シェルターをつくる

③

Needs sufficient



小家族(1世帯)の家の地下にシェルターをつくる →
海に面している都道府県の家は糸屋をたたく。
国は少し費用を出してやる

<疑問・質問>

① 費用の使い道は?

② マンションはどうするの?
• 予算の使い道は?

③ 津マンションはどうするの?

• 津波が来るとき外出中だったら?

④ ホームレスはどうなの?

⑤ 地下にいるとき地上の様子が

• 分からない

⑥ 電力・水道はどうする?
• 電力・水道は

将来的に実用で考えよう!

がいけろ
方法

- ① 残りは貯蓄で業者といひます
・その金で業者をきり得て自分も手伝う
- ② 業者を説得して自分も手伝う
- ③ 0~1Fはシェルターに避難し、
~最上階は屋上に避難する
- ④ お店や学校にも設置する
- ⑤ 近くの家・お店などが意地悪を
⑥ しないで入れてあげる
- ⑦ 透明なフタを用意する
- ⑧ 電気はソーラーパネル、水は食料の水でがんばる

デザインについて

Solutions by the Participants

①Innovators

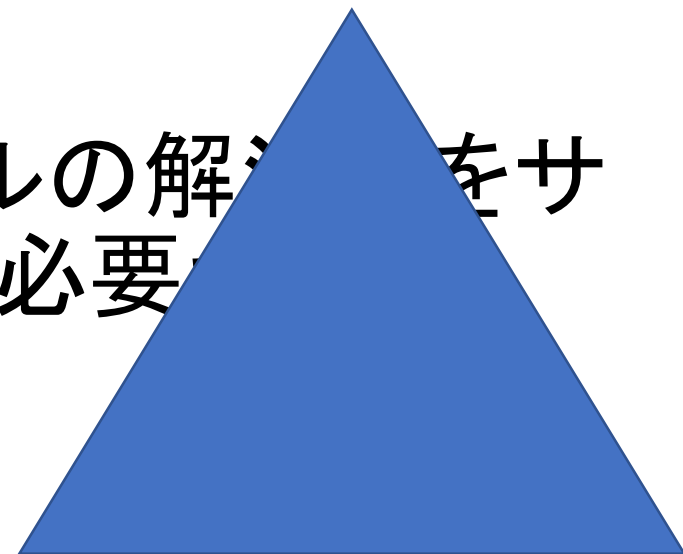
- 特定の答えを求める課題ではなく、STEM教材のように限られた材料や目的に向けて自分なりの考えを形にしていく活動は適している。
- キャンプに**来た時点**で、イノベーティブなアイデアを創りだすことができる。
- **教育者側が**イノベーティブな解決策に対応できない。
- ブースでのSTEM活動自体が反映されていない→**彼らにとっての学習が用意できていない。**
→彼らは最初に考えた解決策をOptimizeしたい

デザインについて

Solutions by the Participants

② Science Actors

- ブースから得られた科学的な知識を基にして、各自の解決策は作り上げることができる。
- “解決策をつくろう”といったとき??となる子たちにとっては、ブースの活動が解決策づくりの参考になっている。
- ブースでの活動が、トータルの解決策づくりをサポートできるものにしていく必要あり
→より効果的なキャンプの全体像



デザインについて

Solutions by the Participants

③Needs sufficient

- 解決策 (Technology) にまつわるあらゆるニーズに応えようとしたものもあった。
- 科学Sの欠落
- 一方で、ソフトソリューションに対する評価の手法を持っていない
科学教育者→STEM教育者

まとめ Conclusion

STEM教材について

STEM Learning material

参加者のデザインについて

Design by students

日本型STEMについて

What should we need to develop J-STEM model

まとめ-日本型STEMのために

Conclusion - J-STEM model

- スタンダードを満たすSTEM教材・カリキュラムの開発。

We need to develop STEM leaning materials and its curriculum

- 指導要領と並行して使用できる評価の作成。

need to develop assessment which can use align to “course of study”

- デザインそのものについて、子どものあらわれをあるがままに、よく見る。

need to observe students' design carefully and find something new as a assessment

- 国際的な学力調査等からの新しい時代に求められる学力 “CPSや21st century skills”などの調査・研究、STEM文脈での実践。

need to study about Creative Problem Solving or 21st century skills and to make practice on it

本研究は、平成23年度から平成25年度
科学研究費補助金(基盤研究B)課題研
究番号23300283「科学技術ガバナ
ンスの形成のための科学教育論の構築
に関する基礎研究(研究代表者 熊
野善介)及び、平成25年度静岡大学地
域応援事業の助成を受けて行いまし
た.ここに感謝の意を表します.

STEM教育研究のPhase

Phase I(2013前期)

- STEMとは
- 基本的性質
- 実践の試行

Phase II(2013後期)

- STEMが確実に統合した実践
- 教員研修

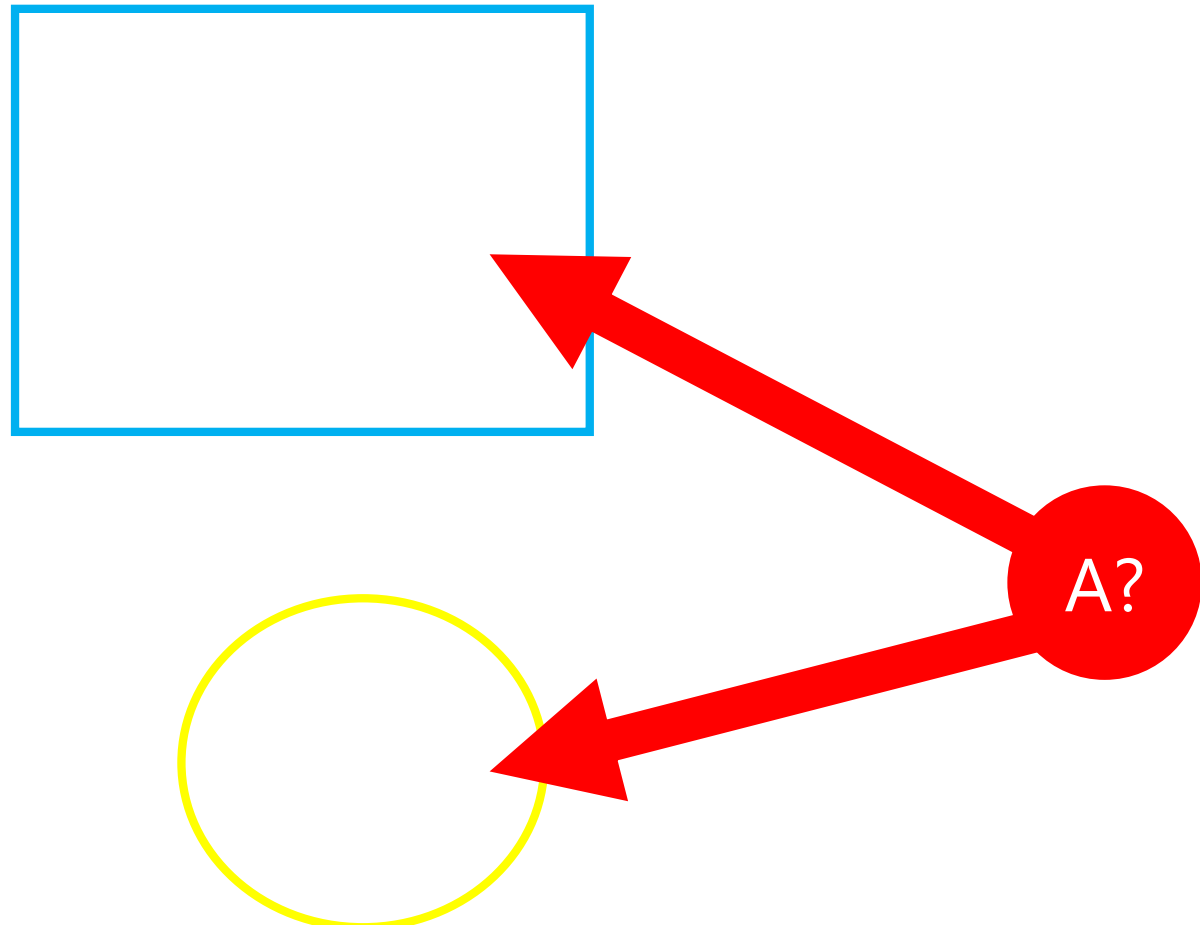
- 子供が学ぶ前に何を学ぶか決めちゃうの？
- 日本はまだそんなことやってるの？ (2014)

Phase III (2014-)

- SILEの研究
- 超領域的な実践の評価

Aを
見つけられ
ましたか？

They made models
with a poster.



Aの統合

Strategies for Integration

全く異なるDisciplineは何か異なるのか

How can we integrate different disciplines in learning,
when they have completely different manner of inquiry?

分かっている課題

- そもそもどこがSTEMなのか
- 多くにとってはSTEMが絡んでいない
だとして↓
- Aはどのように他のSTEMと絡むのか

- まずは、STEMの絡みを理解してほしいが、Aもついでに
- 要素が増えるほど複雑になることは、覚悟しておきたい

アウトライン-Aについて

- Disciplineの統合としてのSTEAM
- Aを統合していくということ
 - ①②STEMに追加してのA
 - ④STEMを包み込むA
- まとめて観る

Disciplineとは

Discipline（学問分野）は

SubstanceとSyntaxによって特徴づけられる

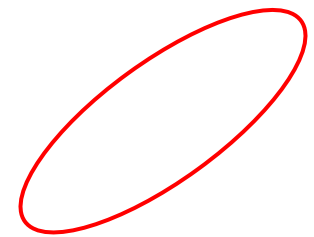
Substance = 内容 ≡ 教えることができる知識（Phoenix, 1962）

Syntax = 方法 ≡ 体系的に教えるということ（知の構造Schwab,1951）

STEMの時代においては内容と方法は
不可分だからPerformance Expectations
不可分だからPractices

Aの方法とは？

芸術としてのAは
STEMと非常に遠い



工学と技術の本質(1981より)

主張

- 他のSTEM分野と関係させるという前提において、**AはSTEMのT（テクノロジーとの関係）に収容される。**
- **あるいは、先に示したように、STEMを包含する容器の役目となる。**
- **ただし、Eも容器の役目をするものと捉えられるので、結局やっていることに変わりはない。**
- エンジニア**E**→テクノロジー**T**の関係と
- 芸術家**A**→作品**T**の関係は同じく見て取れる
- ただし、科学者が基礎科学が必要だと主張するのと同様に、「**それはアートじゃない**」とおっしゃる芸術家も一定数いると思われる。

Aを統合していくということ

- 学習者 = エンジニアの場合
- 音響エンジニア
- レタッチャー
- 学習者 = アーティストの場合
- アマチュアとプロの境目

事例 1 : 音響エンジニア



實際

教材として

主語は教師

T-SM-Eモデル

Tテクノロジー

T(Eの成果としてのT)と私たちの社会のなかでのその性質を特定する。

Define Technology and its characteristics in our Society.

「音」としてどんなものが求められているか

- ・ 音圧
- ・ 艶
- ・ デバイス最適化

SM科学・数

そのTに利用されているSやMを理解する。

Understand Science and Mathematics which used for the Technology

艶・音圧・周波数とは？
「関係性・規則性」は？

dB

レゾナンス/倍音

Hz

Eエンジニアリング

どんなデザイン活動を提供すれば、TSMが統合される場が作れるか。

Plan practices to solve the problem

子どもたちがニーズに合わせ改善したいと思う点はどこか
「もっと音圧を出したい」
「リラックスできる音にしたい」
「スマホで聴きやすい音にしたい」

事例 2 : レタッチャー

實際

教材として

主語は教師

T-SM-Eモデル

Tテクノロジー

T(Eの成果としてのT)と私たちの社会のなかでのその性質を特定する。

Define Technology and its characteristics in our Society.

「像」としてどんなものが求められているか

- ・ 視認性
- ・ 色彩
- ・ デバイス最適化

SM科学・数

そのTに利用されているSやMを理解する。

Understand Science and Mathematics which used for the Technology

視認性・色彩とは？
「関係性・規則性」は？

レベル
彩度
解像度

Eエンジニアリング

どんなデザイン活動を提供すれば、TSMが統合される場が作れるか。

Plan practices to solve the problem

子どもたちがニーズに合わせ改善したいと思う点はどこか
「もっと映える写真にしたい」
「鮮やかな方が見栄えが良い」
「スマホで見てもらえるように」

案 1 : A = T である

Artistとしては

- 「私が鳴らしている音そのまま視聴者に届いてほしい」
- 「私の撮った写真が、狙った意味を持って受け手に届いてほしい」
などのニーズがある
- ただし、そのプロダクト (T) のエンジニアリング (E) が、芸術 (A) そのものではないことは重々承知している。
- 視聴者側も然り。

つながりのなかで、
各部分は別物となる

どの立場でSTEAM活動に取り組むのか ???

- Doing Science \doteq Learning Science (科学教育)
- Doing Engineering \doteq Learning the connection of STEM (STEM教育)
- Doing Art \doteq Learning Art (芸術教育)
- Doing Engineering \doteq Learning the connection of STEAM (A-STEM教育?)

E-STEM
Bio-STEM
Ag-STEM

TはAを体現しない (E≠A)

EngineeringはPA : Public Address

- 科学の商業化 (Gibbons, 1994)
- 芸術の商業化に深く関わる
- その場面においてはS+T+E+A+Mは成立している.
- が, それは芸術 (A) じゃないという芸術家は一定数いる.
- 今紹介したエンジニアリングは, 既にコンピューターがやってくれる.

案2：学習者 = Artistになる

- 現代では、今紹介したものがSTEMを意識しなくても扱えるようになってきている。
→ユーザーの幅を広げている
- 芸術家自身がパブリッシュまでを担う
- いわゆるアマチュアがプロユースのものを利用できるようになっている
- プロとアマチュアの差が不明確に
- 創造はその場で起こる
- CCsはここでも重要な役割を担う

案3 : AをNature of ○○ (STEAM)

- Nature of ○○は (○○の本質)
- Nature of Technologyが核となる
- Nature of Scienceも基本的にはその社会との関わりにおいて捉えることができる.
- Nature of Artも面白そうですが, 今日は直接的には触れていません.

Nature of Technology & Environment

テクノロジーの本質(*Science for All Americans* [1989])

人間がある限り、テクノロジーは存在する。
我々がより自分たちに都合よく世界を**改変**するために、技術は利用される。

テクノロジーの定義(*Framework for K-12* [2012])

テクノロジーとは、**人間の必要性や要望**を満たすための、自然界の改変である。

Technology is any modification of the natural world made to fulfill human needs or desires.

Nature of Technology & Environment

テクノロジーの本質 (NGSS Appendix J : STS & Environment抜粋)

- 科学とテクノロジーは、社会と自然環境に関係している。
- 科学的探究、エンジニアリングデザイン、技術開発などは、相互に依存しあっている。
- 科学の発見と技術的な決定は、人間社会と自然環境に影響を及ぼしている。
- 古代の農業から、最新のテクノロジーに至るまで、人間の活動は天然資源の上に成り立っており、短期的・長期的にも、また否定的なだけでなく肯定的にも、人々や自然環境の健全に帰結している。
- 科学やエンジニアリングが社会に影響するだけでなく、社会的な決定が科学者やエンジニアに影響している。

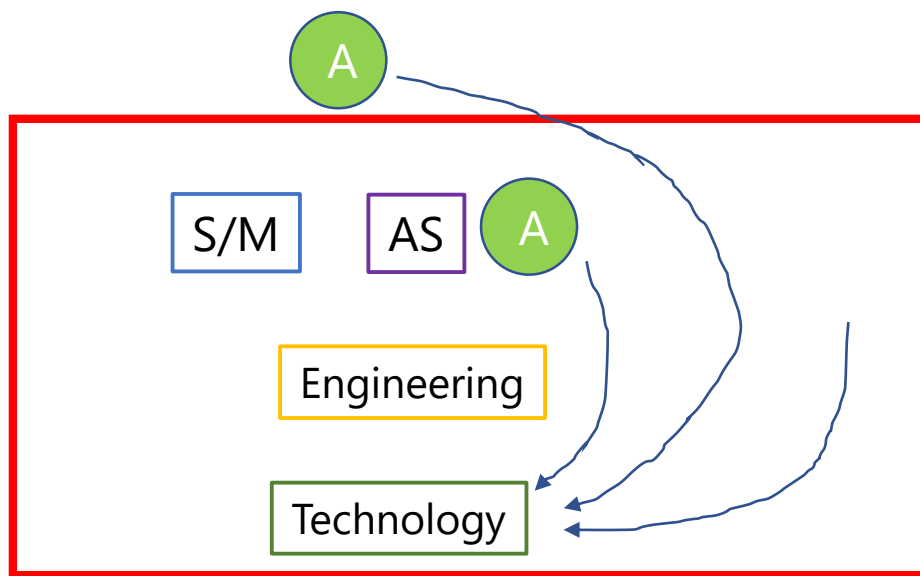
Nature of Technology & Environment

技術の本質：（「工学と技術の本質」 [1981]）

ドイツ 技術哲学者 Geitel

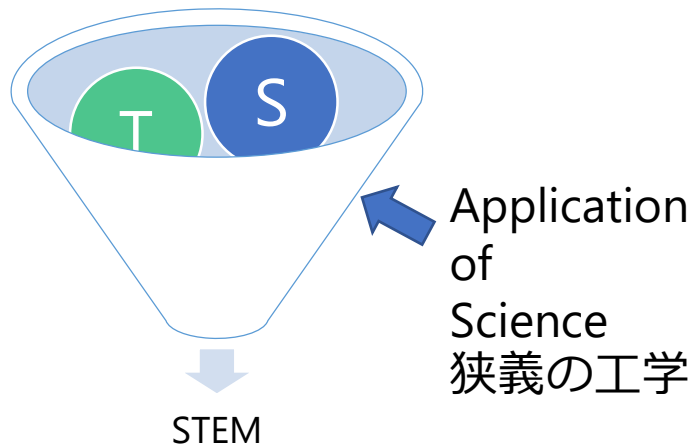
- 技術とは自然力（エネルギー）と、自然が提供する材料（資源）とを、人間に奉仕させることを目的とする工業活動の全体を意味する。

工学と技術の本質(1981より)

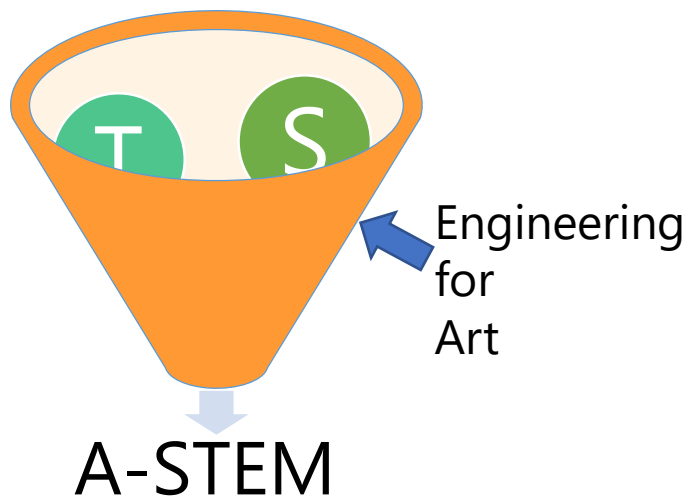
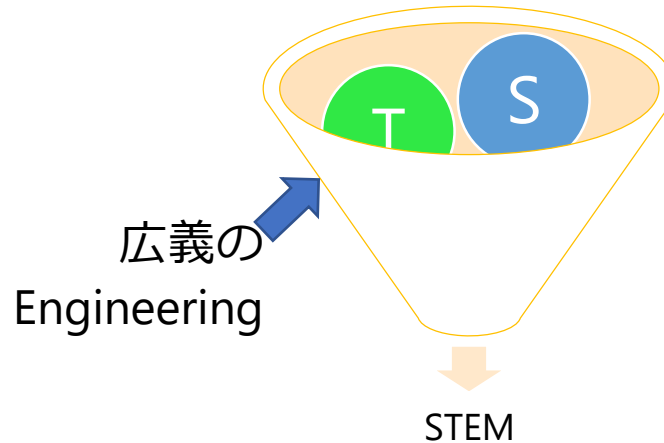


まとめ-容器の再確認

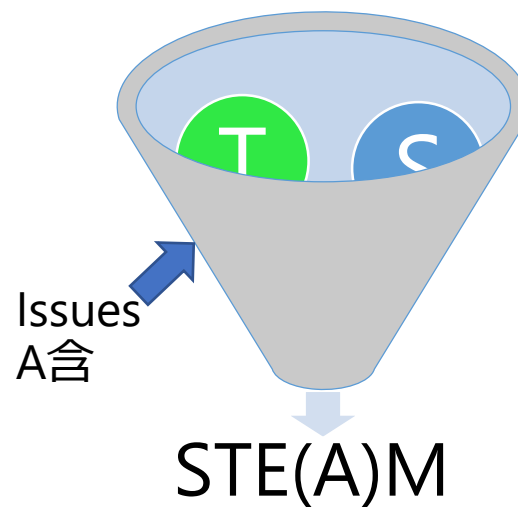
① Disciplined STEM Education



② Creative STEM Education



④ Creative STEM Education



STEAMはどちらにもなり得る

まとめ

- STEAMは、どのような形にしる、**Tを通じて学びをつないでいる**。
- 他の分野とつながるということは、何らかの形で、それぞれのDisciplineが**取っている方法**、あるいは学習指導要領上の**内容**を満たすとは限らない。
- STEAMの授業をつくることは、現実社会でのSTEAMのつながりを見出してきて、**教材の形にすること**。
- CPSの要素を入れるとすれば、Nature of Technology等をテーマにした上で、更に学習者自身が**「つくる」場面を意図的・積極的に取り入れていく**必要がある。

何のために？

- 繰り返しになりますが...
- S + T + E + A + M と絡める要素を増やしていくほど、おそらく授業者にも学習者にも負荷です。
- 益々「何のために？」が問われるべき。
- 人類の現代的な問題に 대응するため
- 未来の未曾有の問題に 대응することに備える

2020年度に向けて

- 東京都市大 & 早稲田で渋谷にスペースあり
 - STEM教室再開
 - ある程度人数が揃えばキャンプ等も再開
- 領域横断的な概念
- 科学教育学会で継続
 - 予算が付けば、拡大していく予定
 - 順天堂で教室がやれるか



ご清聴ありがとうございました。

Any Questions?

tomsent@shizuoka.ac.jp

 tomsent

Izu Peninsular in Shizuoka→Geopark.