

どれにしようかな？

EENY, MEENY, MINEY, SAMPLE!

Powered by AI

RGB AWL

BACKGROUND

BACKGROUND

- サンプルの採掘は環境に悪影響をもたらす
- サンプル採掘はまた、精錬し不要物を廃棄すること
も意味する
- 宇宙探査ミッションは2000億ドルもコストがかかる？
- どうやって月ミッションを価値あるものにする？



サンプル採掘

**月から価値あるサンプルを短時間かつ効率的に
採掘することは可能か？**

OBJECTIVE

OBJECTIVE

- 機械学習を用いた、価値の高いサンプルの探索から採掘までを効率的に行えるシステムを開発する

価値あるサンプルとは？

- サンプルには、価値ある岩や土などが含まれている
 - “価値”とは必ずしも金銭的な価値ではない
- 月の主な組成[1]
- 火星表面の組成とよく似ている

価値あるサンプル:

地球では採掘することが難しい物質！

Compound	Formula	Composition	
		Maria	Highlands
silica	SiO ₂	45.4%	45.5%
alumina	Al ₂ O ₃	14.9%	24.0%
lime	CaO	11.8%	15.9%
iron(II) oxide	FeO	14.1%	5.9%
magnesia	MgO	9.2%	7.5%
titanium dioxide	TiO ₂	3.9%	0.6%
sodium oxide	Na ₂ O	0.6%	0.6%
		99.9%	100.0%

LUNAR SURFACE CHEMICAL
COMPOSITION

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Geology_of_the_Moon

KREEPが重要

Rare Earth Minerals

- 7種類の要素に分類される
- 一部の元素を除いて地球の近くには豊富に含まれている
- 地球の科学的な特性のため、通常これらが集まっていることはない
- 経済的に有用な鉱床はあまりない

各元素はとても有用. Like *Yttrium* (for energy-efficient light bulbs), *Lanthanum* (battery electrodes) *Neodymium* (for electric motors), *Gadolinium* (for Computer Memories) etc

RareEarthMinerals の採掘

- 岩石から元素を取り出すには、大量の発がん性物質が必要
 - 硫酸塩、アンモニア、塩酸など
- 1トンの元素を取り出すために、2000トンの発がん性物質が必要

KREEPとは?

KREEP

```
graph TD; KREEP --> K[K - カリウム]; KREEP --> REE[R E E - RareEarthElements]; KREEP --> P[P - リン];
```

K - カリウム

- カリウムは生活に不可欠
- カリウム化合物の最大の需要は肥料
- カリウムは、地球の地殻で7番目に豊富な金属

R E E - RareEarthElements

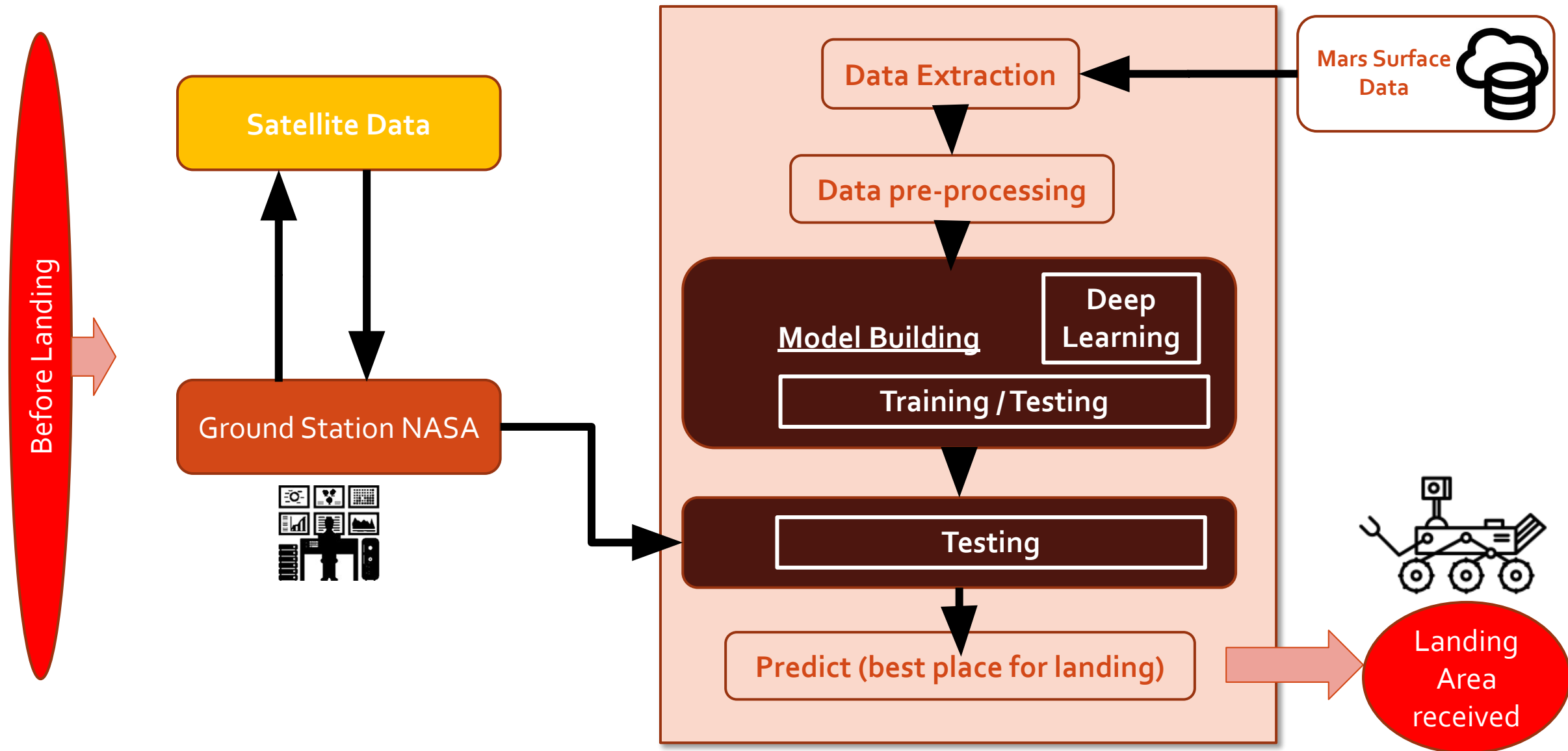
- **イットリウム**(エネルギー効率の高い電球用)
- **ランタン**(バッテリー電極)
- **ネオジム**(電動機用)
- **ガドリニウム**(コンピューターメモリ用)

P - リン

- リンは、すべての生物にとって不可欠
- 鉱物中の化合物に広く見られる
- 2050年には、地球上の資源は減少する

PROPOSED ARCHITECTURE

着地点の探索



サンプル回収

Landscape segmentation

Select target and
route

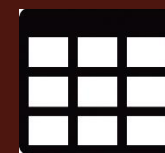
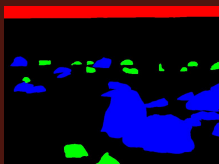
Laser Induced Breakdown
Spectroscopy



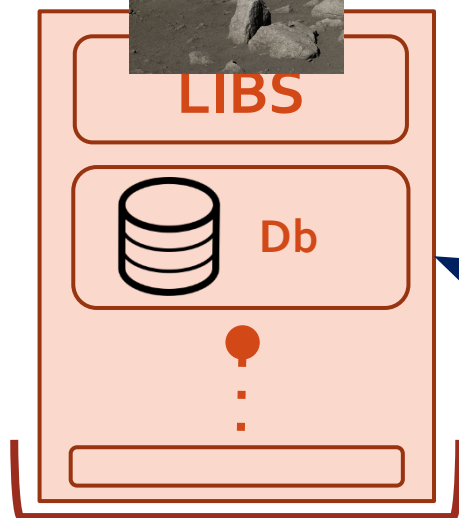
LIBS



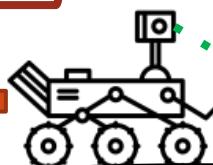
Db



After Landing



ロボットの座標

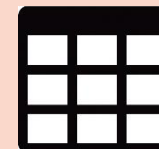


MOON



SURFACE of MOON

- LIBSを用いてレーザービームを照射
- 取得した対応する画像

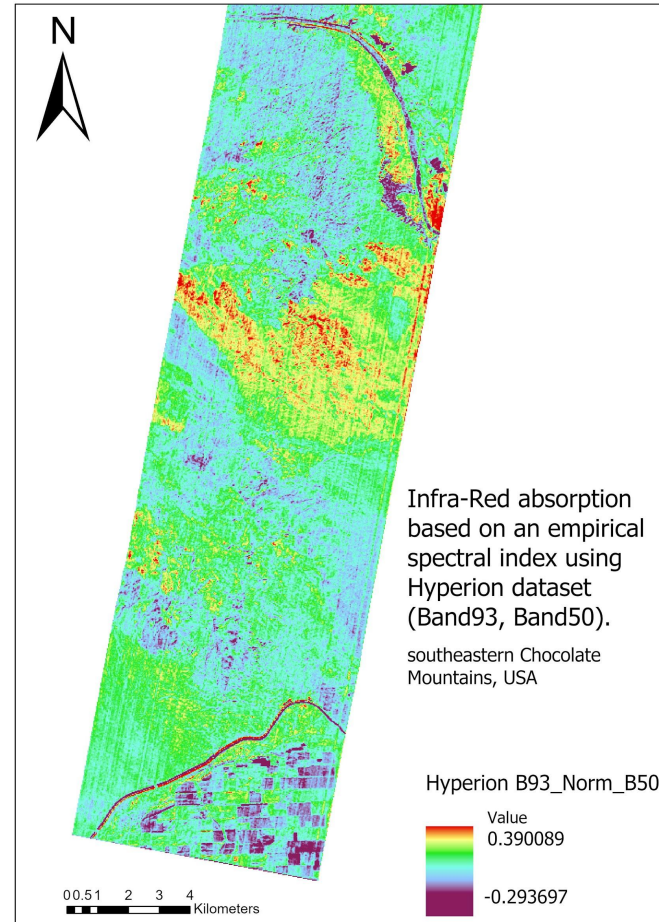
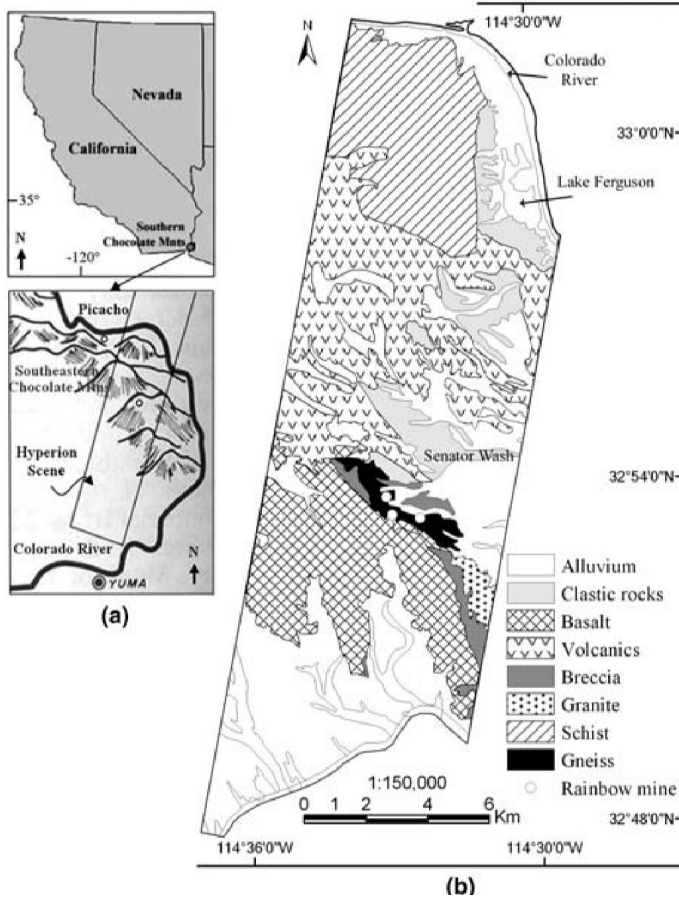


CHEMICAL CONSTITUENTS
TABLE

- 各構成要素の割合
- LIBSによって生成されたデータ
- 火星(類似の化学成分)でテスト済み

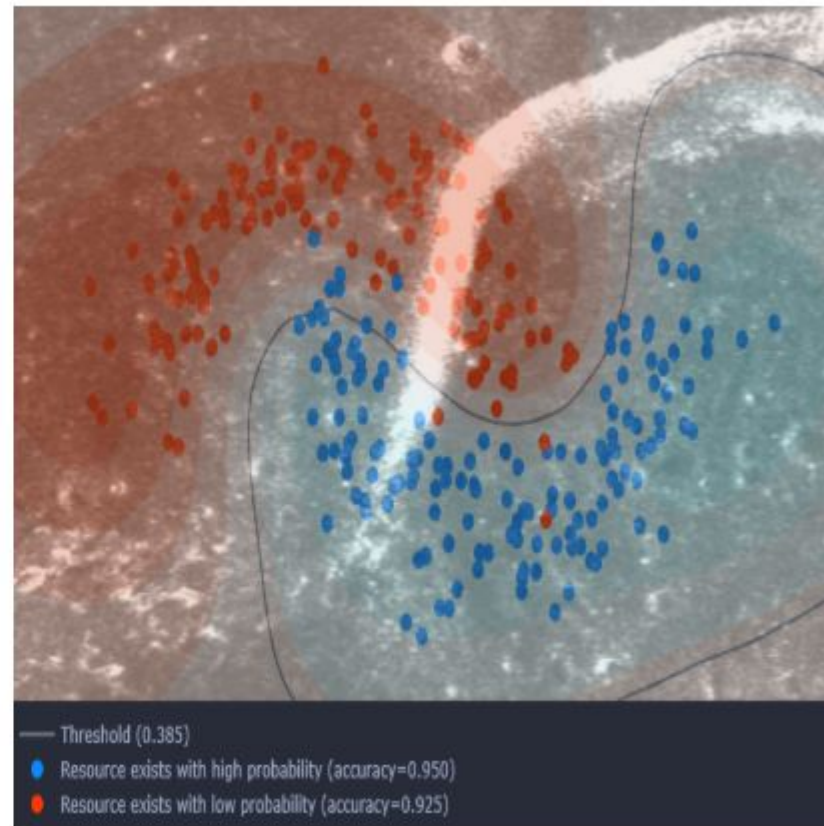
PRELIMINARY IMPLEMENTATION

IR Preliminary RESULTS



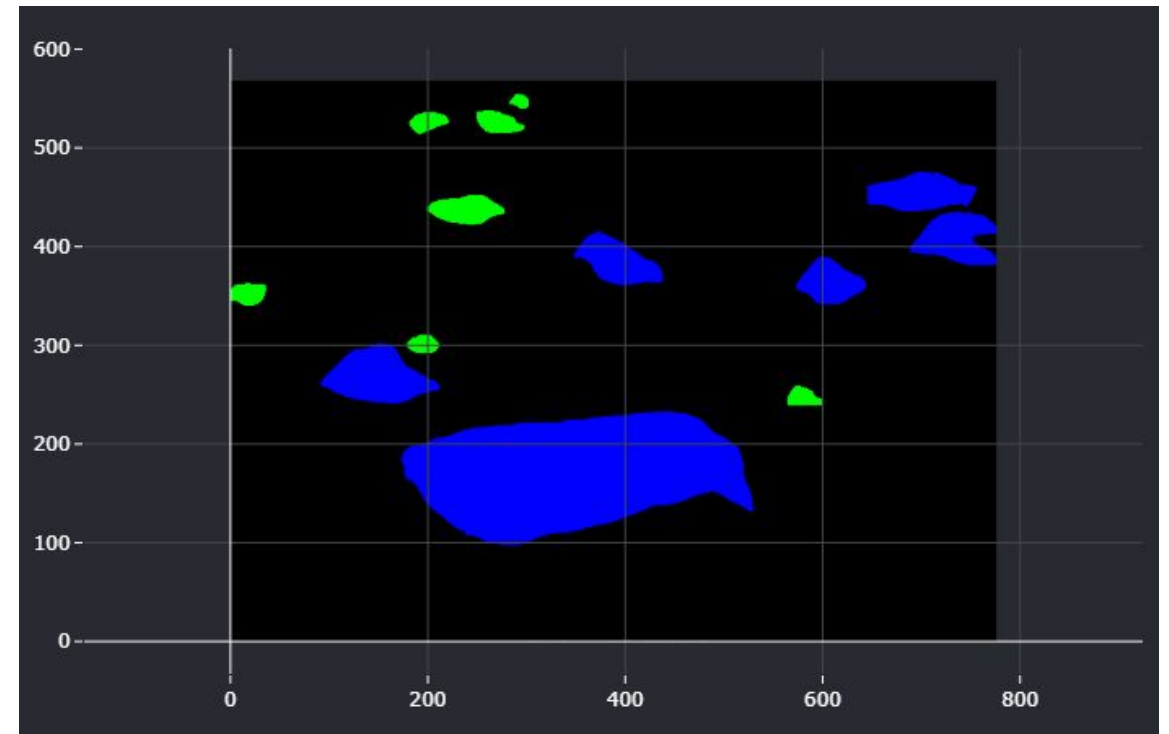
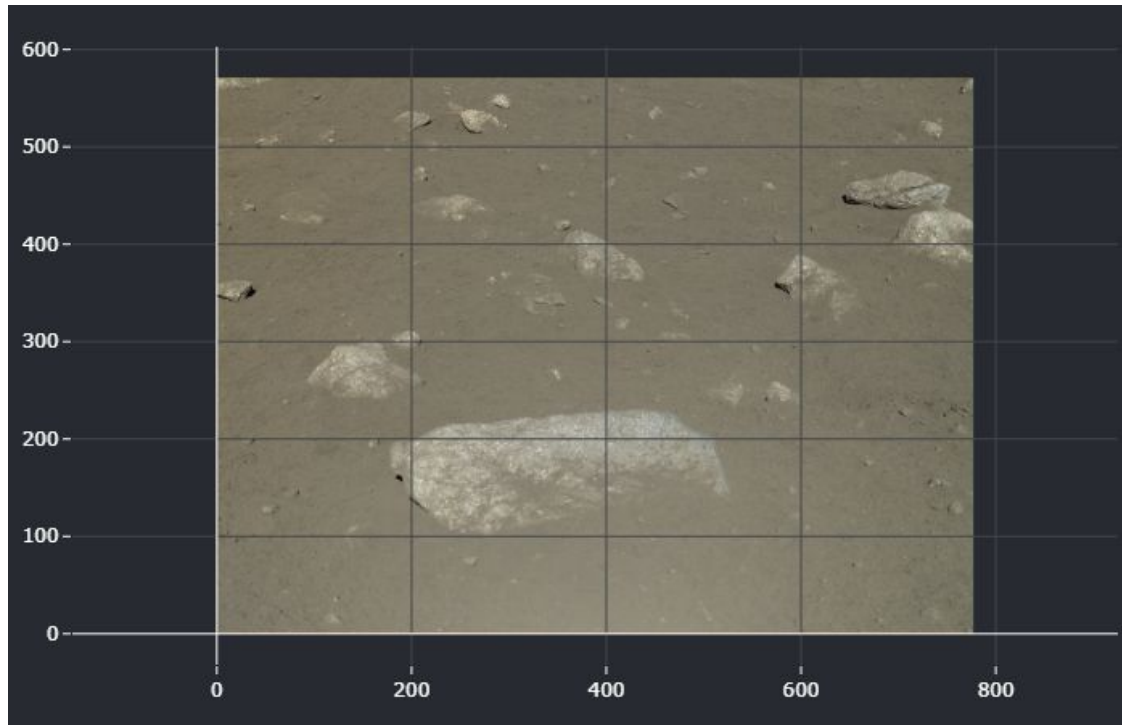
MODEL RESULTS

- Deep Learning Model results



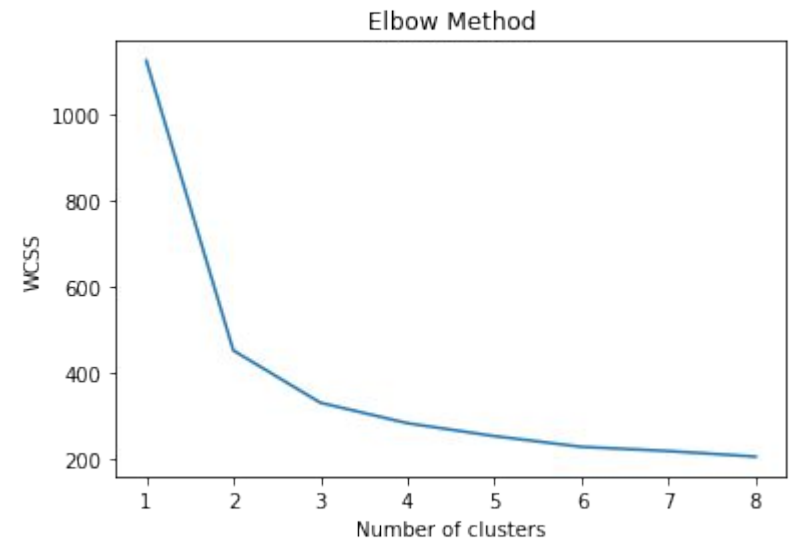
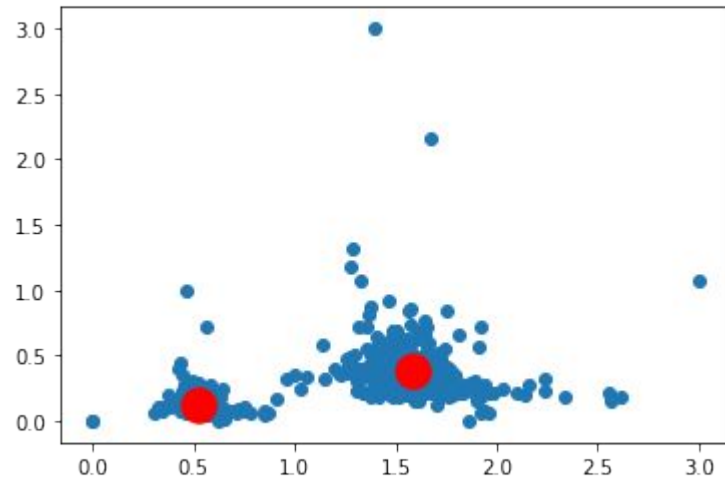
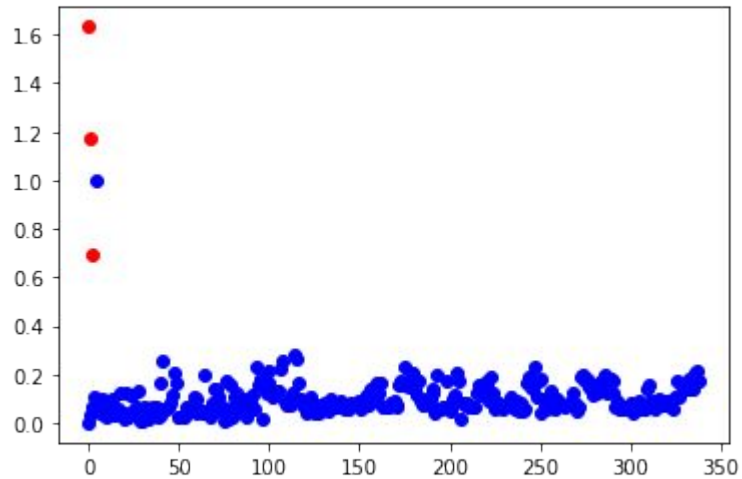
MODEL RESULTS

- Model results for path



MODEL RESULTS

- Model results for sample selecting



BENEFITS OF THE SOLUTION

- **宇宙飛行士の時間節約**
 - サンプル採掘&回収
 - 宇宙飛行士が月に行く前にサンプル探索を完了
- **機械学習&Deep Learningを使った半自動サンプル採掘システム**
 - 採掘エリアの特定
 - サンプル採掘プロセスの可視化
 - 採掘ルート最適化
 - 特徴量(KREEP)は変更可能

FUTURE SCOPE

FUTURE SCOPE

- 人が月に行く前に、半自動でサンプル探索ミッションを行う
- 人が月でミッション中に、半自動でサンプル探索サポートを行う

REFERENCES & DATA

REFERENCES

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Geology_of_the_Moon
- [2] <https://www.theguardian.com/sustainable-business/rare-earth-mining-china-social-environmental-costs>

DATA

- Artificial Lunar Landscape Dataset - <https://www.kaggle.com/romainpessia/artificial-lunar-rocky-landscape-dataset>
- **JAXA** KAGUYA(SELENE) data of the Moon surface - <https://darts.isas.jaxa.jp/pub/pds3/>
- **NASA** “Curiosity” ChemCam data of LIBS (“Getting the Data” section) - <https://openplanetary.github.io/blog/tools/chemcam.html>
- **NASA** and on-board of the Chandrayaan-1 indian Mission Hyperspectral camera: Moon Mineralogy Mapper (M3) - https://pds-imaging.jpl.nasa.gov/search/?fq=ATLAS_MISSION_NAME%3Achandrayaan-1&q=%3A*

SOURCE CODE

- GitHub public repository - <https://github.com/awl-hirofumi-hanzawa/nasaapps-rgb-awl>



THANK YOU

