

Deep Learningでの 地図タイル活用の検討

OSGeo財団日本支部

岩崎 亘典

和山 亮介

- 汎用的フォーマットとしての地図タイル
 - 地図タイルとDeep Learning
- CNNを用いた旧版地形図の分類
 - 地形図から土地利用分類
- Conditional GANを用いたタイル画像変換
 - 空中写真→地図変換
 - 数値標高データ→地形表現図
 - 地形表現→地すべり判別
 - 旧版地形図→土地利用図

汎用的フォーマットとしての 地図タイル

GISに関する不安や不満

GISに関する不安や不満…

正直、いろいろ
ファイル形式があっ
てついてけない。

いろいろデータが
公開されてるけど
結局どれを
使えばいいの？

個別の分析法
を説明されても
それだけじゃ使えない。。

このままダメなのは
明らかなのに、なんで
Shapefileが残ってるんだろう…

早すぎる変化

新しいデータが
公開されていて
焦る。

次の更新が
心配。。。
#資金不足 #人員不足

マニュアル<<  リツイート
 シェア

旧測地系とか新測
地系とか専門用語
こわい。。

あふれる情報

何でもやれるらし
いけど何やったら
いいかわからない

変わらない仕組み

WGS84、UTM54、JCD2000、19座標系…
自分で決めろと言われても、
どうしていいのかわからない

なんでデータが、
重ならないの…？

俺が欲しいのは
メッシュじゃない。
市町村だ！！

つかえないデータ

ファイルをDLして
解凍したけど、
その後どうすればいいかわからない…。

「GISがわからない」初心者だけでなく、誰もが不安や不満を抱えている

既存の地理空間情報データの欠点

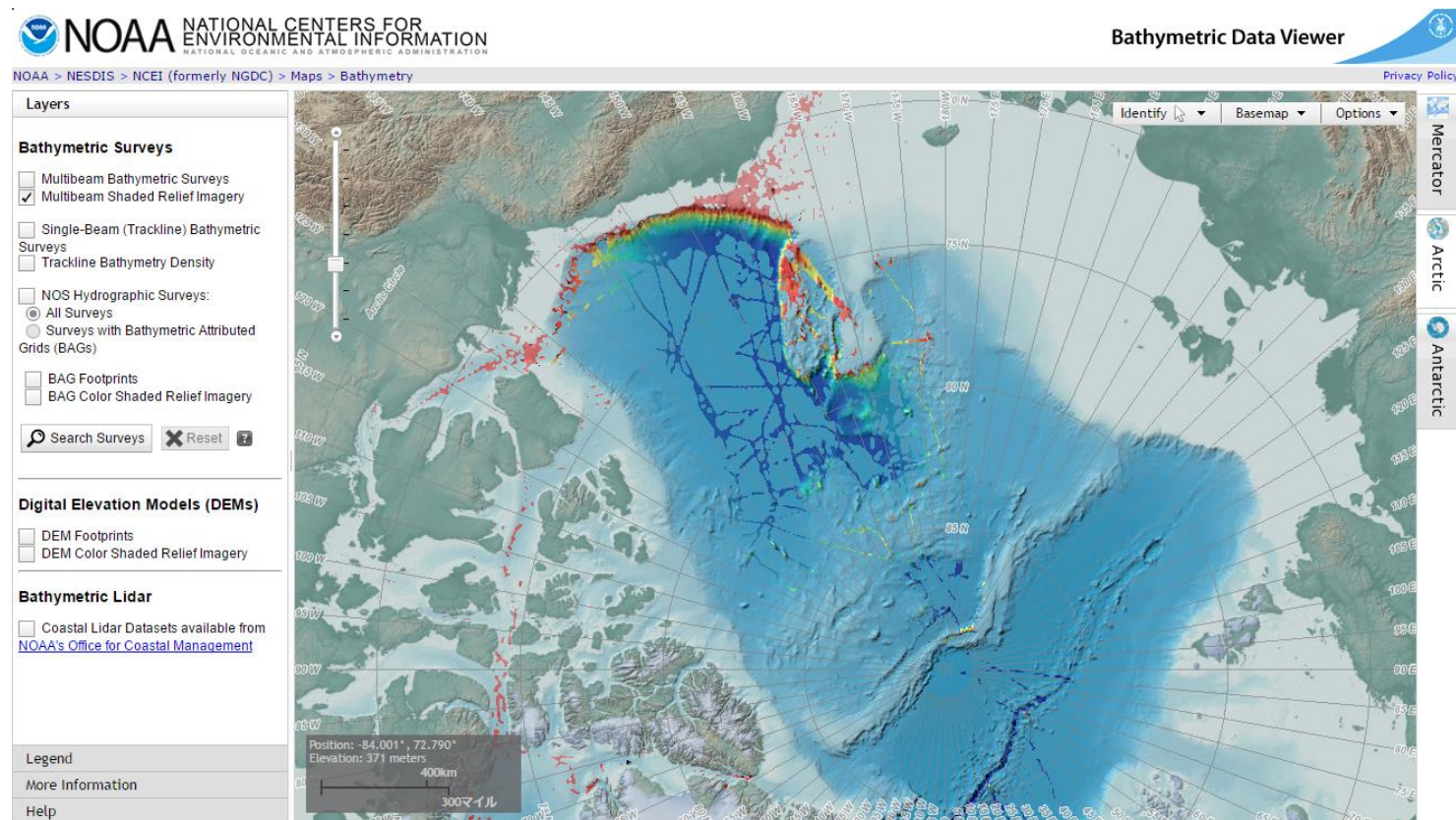
- データが可視化されていない。使いたいデータなのかどうか不明
- ファイル形式や座標系変換、データの結合、切り出しなどの準備が必要

既存の地理空間情報データの欠点→地図タイル形式の利点

- データが可視化されていない、使いたいデータなのかどうか不明
 - 閲覧用データなので可視化されている
 - 用途に合うかどうか確認できる
- ファイル形式や座標系変換、データの結合、切り出しなどの準備が必要
 - 座標系が統一されている、形式変換も容易
 - JPG、PNG、GeoJSONなどWebフレンドリー
 - {z}/{x}/{y}を指定すれば、必要なデータが入手できる
 - ただし、原点に注意は必要

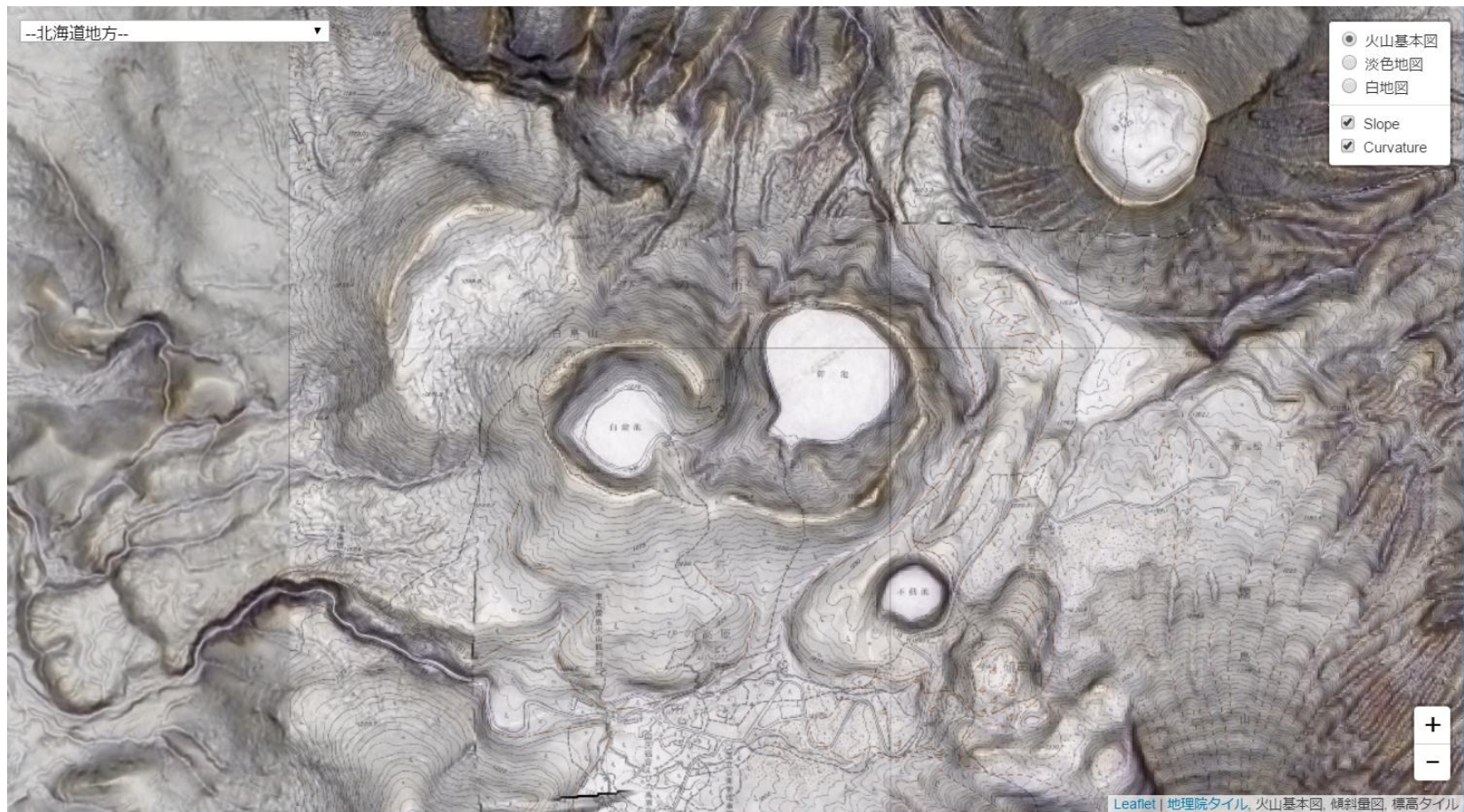
地図タイルの活用例

- NOAA Bathymetric Data Viewer
 - 背景画像ではなく調査データを表示
 - 北極、南極表示にも可能



地図タイルの活用例

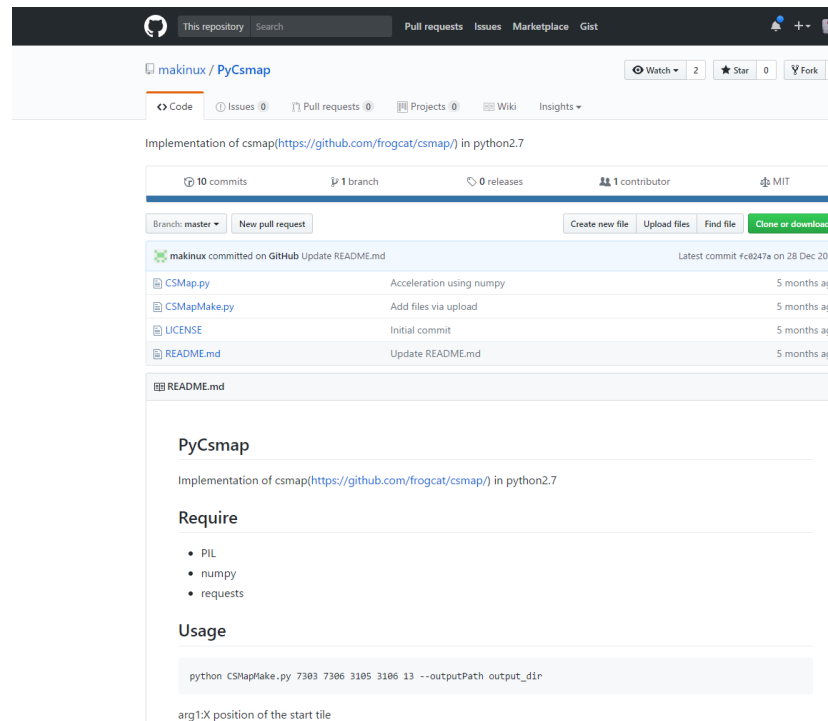
• CS立体図 on Web



<https://frogcat.github.io/csmat/#15/31.9474/130.8511>

地図タイルの活用例

- PyCsmmap
 - 標高タイルからCS立体図を生成



The screenshot shows the GitHub repository for 'makinux / PyCsmmap'. The repository is implemented in python2.7 and has 10 commits, 1 branch, 0 releases, and 1 contributor. The latest commit is from 5 months ago. The repository contains the following files:

File	Description	Commit Date
CSMap.py	Acceleration using numpy	5 months ago
CSMapMake.py	Add files via upload	5 months ago
LICENSE	Initial commit	5 months ago
README.md	Update README.md	5 months ago

The README.md file contains the following information:

PyCsmmap

Implementation of csmmap(<https://github.com/frogcat/csmmap/>) in python2.7

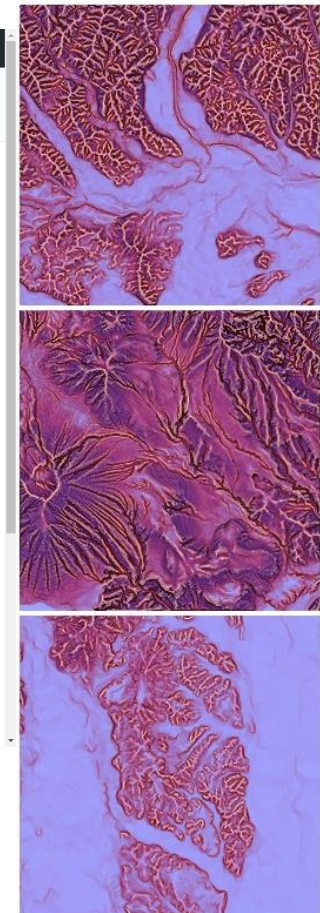
Require

- PIL
- numpy
- requests

Usage

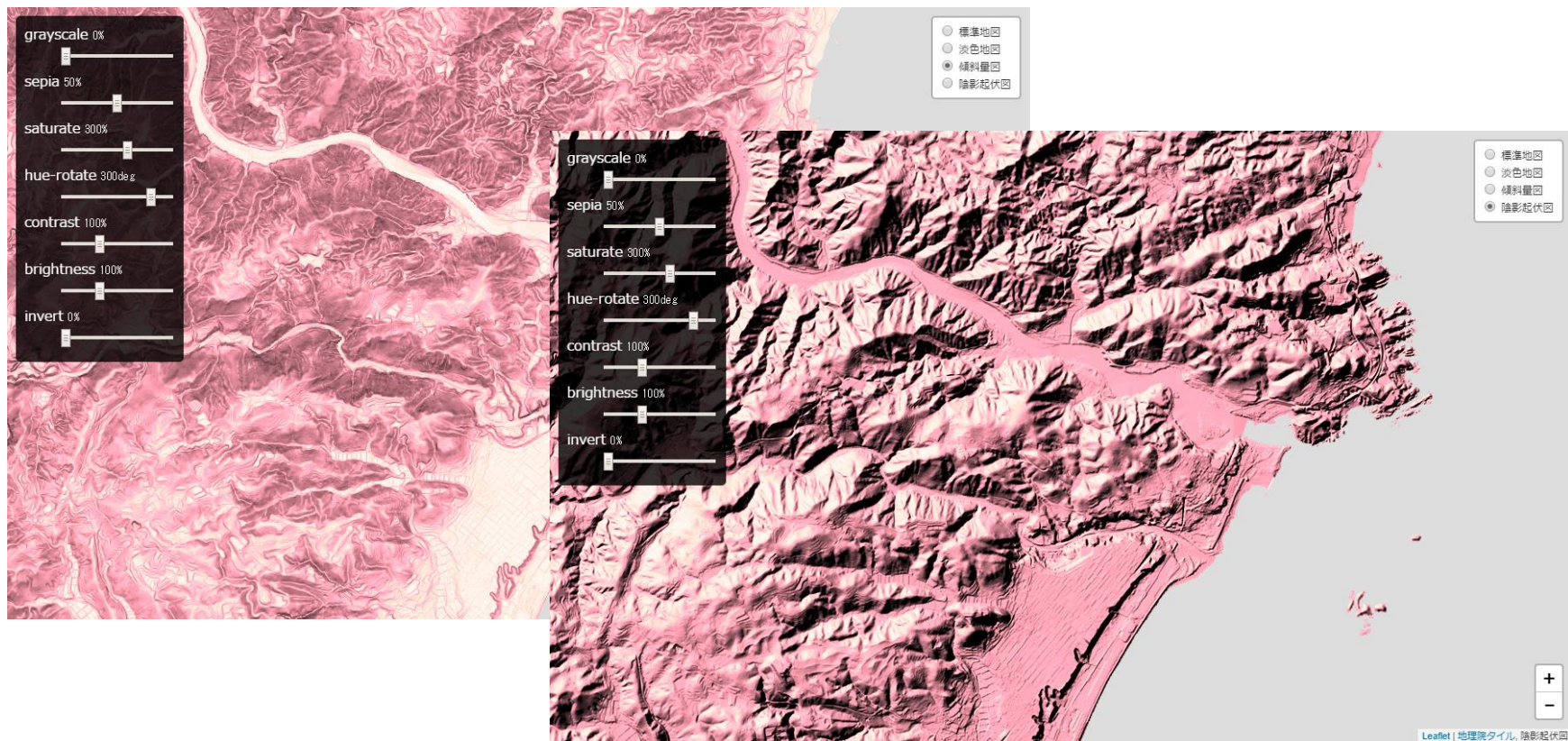
```
python CSMapMake.py 7303 7306 3105 3106 13 --outputPath output_dir
```

arg1:X position of the start tile



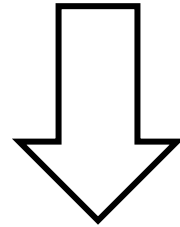
地図タイルの活用例

- CSS Filter and map tile
 - CSSをいじって地図を着色



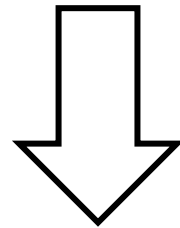
<https://bl.ocks.org/frogcat/raw/d3b9c8039f13b0603120ddf7a2edfb0c/#14/32.3387/131.5939>

地図タイル



背景図

地図タイル



背景図

データ表示
分析対象

汎用的に使える地理空間情報フォーマット

Deep Learning用データとしての利点

- 既に膨大な量のデータが存在する
 - 教師、学習、検証データの入手が容易
 - Terrapatternなどの事例もある
 - 地物の意味情報はOpenStreetMapから取得

The screenshot shows the Terrapattern website interface. At the top, there's a navigation bar with links to 'トピックス', 'イベント', 'CrunchBase', 'トレンド', 'Facebook', 'Twitter', and 'iPhone'. A search bar is on the right. The main content area features a large article titled '地図上の地形的特徴でクエリすると各都市のマッチ結果（野球場、テニス場、etc.）を返してくれる画像検索エンジンTerrapattern'. Below the title, it says '2016年5月26日 by Devin Coldewey'. There are social media share buttons for Facebook, Twitter, and Blogger. The article content includes a map of Japan with red location markers, a 'Geographical Plot' showing a 3D visualization of the data, and a 'Similarity Plot' showing a scatter plot. Below these, there are 'Search Results' showing a grid of images of baseball fields. The left sidebar contains a 'Maps' section with links to 'AI', 'neural networks', and '地図'. Below that, there's a '人気' (Popular) section with articles about Amazon's new list, Bitcoin, and Excel. The right sidebar contains an advertisement for Sony's internet-based car insurance, offering a 10,000 yen discount. At the bottom, there's a 'タレコミ・寄稿お待ちしております！' (We are waiting for tips and submissions!) section and a 'メールマガジン購読' (Email Magazine Subscription) section.



様々なデータがすでに整備されている

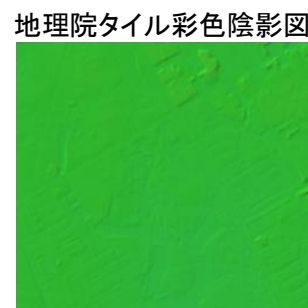
14/14568/6429
(北西原点)



<https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/std/14/14568/6429.png>

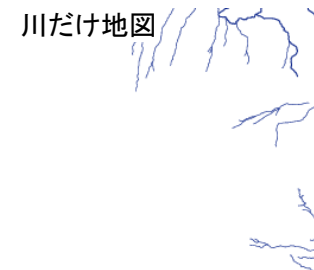


<https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/ort/14/14568/6429.jpg>



<https://cyberjapandata.gsi.go.jp/xyz/relief/14/14568/6429.png>

11/1813/1239
(南西原点)



<http://www.gridscapes.net/AllRivers/1.0.0/w/11/1813/1239.png>



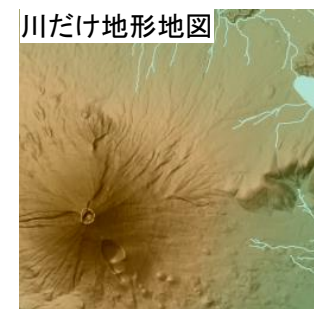
<http://www.finds.jp/ws/tmc/1.0.0/KBN25000ANF-900913-L/14/14568/6429.png>



http://www.finds.jp/ws/tmc/1.0.0/Kanto_Rapid-900913-L/14/14568/6429.png



<http://map.ecoris.info/tiles/vege67hill/14/14568/6429.png>



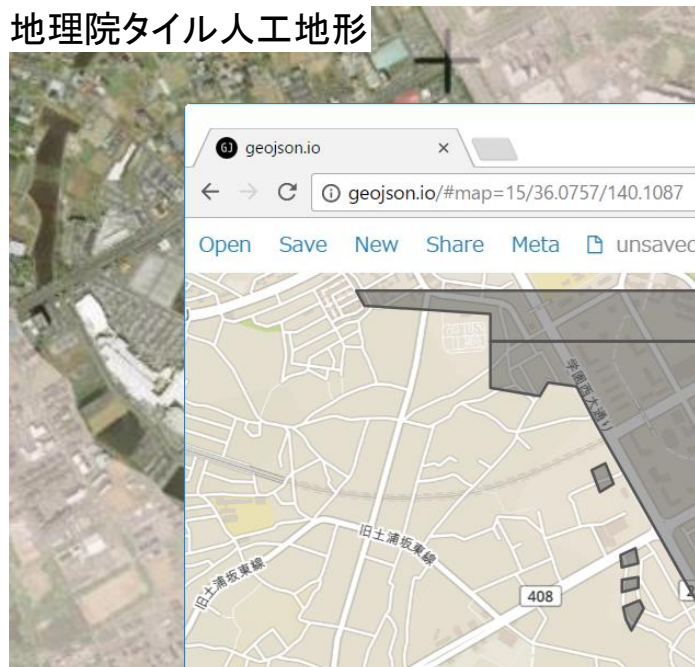
<http://www.gridscapes.net/AllRivers/1.0.0/t/11/1813/1239.png>



画像データに限らない

- https://maps.gsi.go.jp/xyz/experimental_landformclassification2/14/14568/6429.geojson

地理院タイル人工地形



geojson.io

Open Save New Share Meta unsaved

JSON Table ? Help anon | login

```
1 [
2   "type": "FeatureCollection",
3   "features": [
4     {
5       "geometry": {
6         "type": "Polygon",
7         "coordinates": [
8           [
9             [
10              140.10045831,
11              36.07439514
12            ],
13            [
14              140.10058331,
15              36.07412851
16            ],
17            [
18              140.10092081,
19              36.07376189
20            ],
21            [
22              140.1013333,
23              36.07346194
24            ],
25            [
26              140.10153329,
```

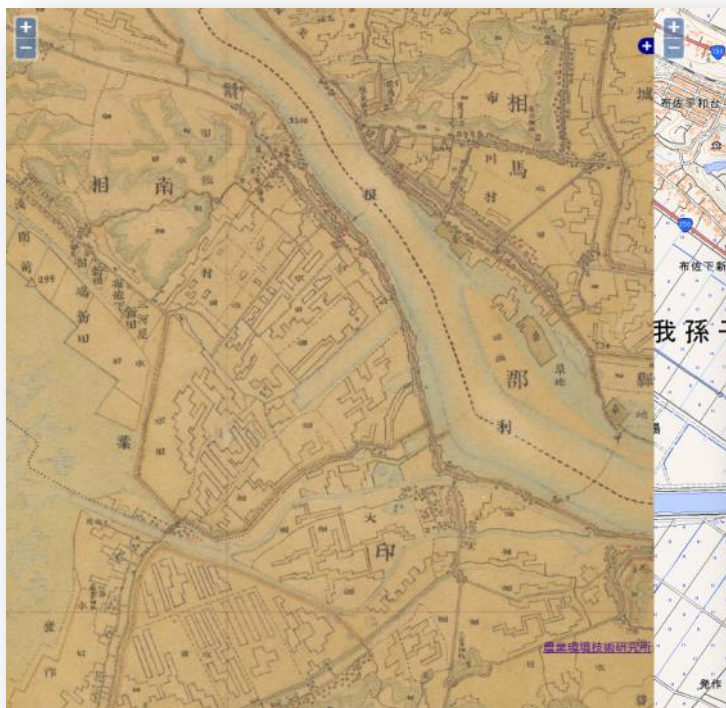

本研究の目的

- 地図タイルのDeep Learning用のデータセットとしての有効性検証
 - 地理空間情報の分析効率化
- 地図タイルを使用する意義
 - 既にデータが整備されている
 - 分類データ、教師データとにもある
 - 汎用性が高い
 - hoge.hogeと{z}/{x}/{y}.extを変更すれば、様々なデータに適応可能

CNNを用いた旧版地形図の分類

旧版地形図分類のニーズ

- ・ 防災，生物多様性評価等で使われる
 - たとえば東日本大震災時の液状化との関係
- ・ ブラタモリの的ニーズもありますが



我孫子市布佐地区の液状化被害の状況

国土地理院



液状化した布佐都地区は
手賀沼の出口付近にあり、
地盤が弱いことが予想さ
れますが...

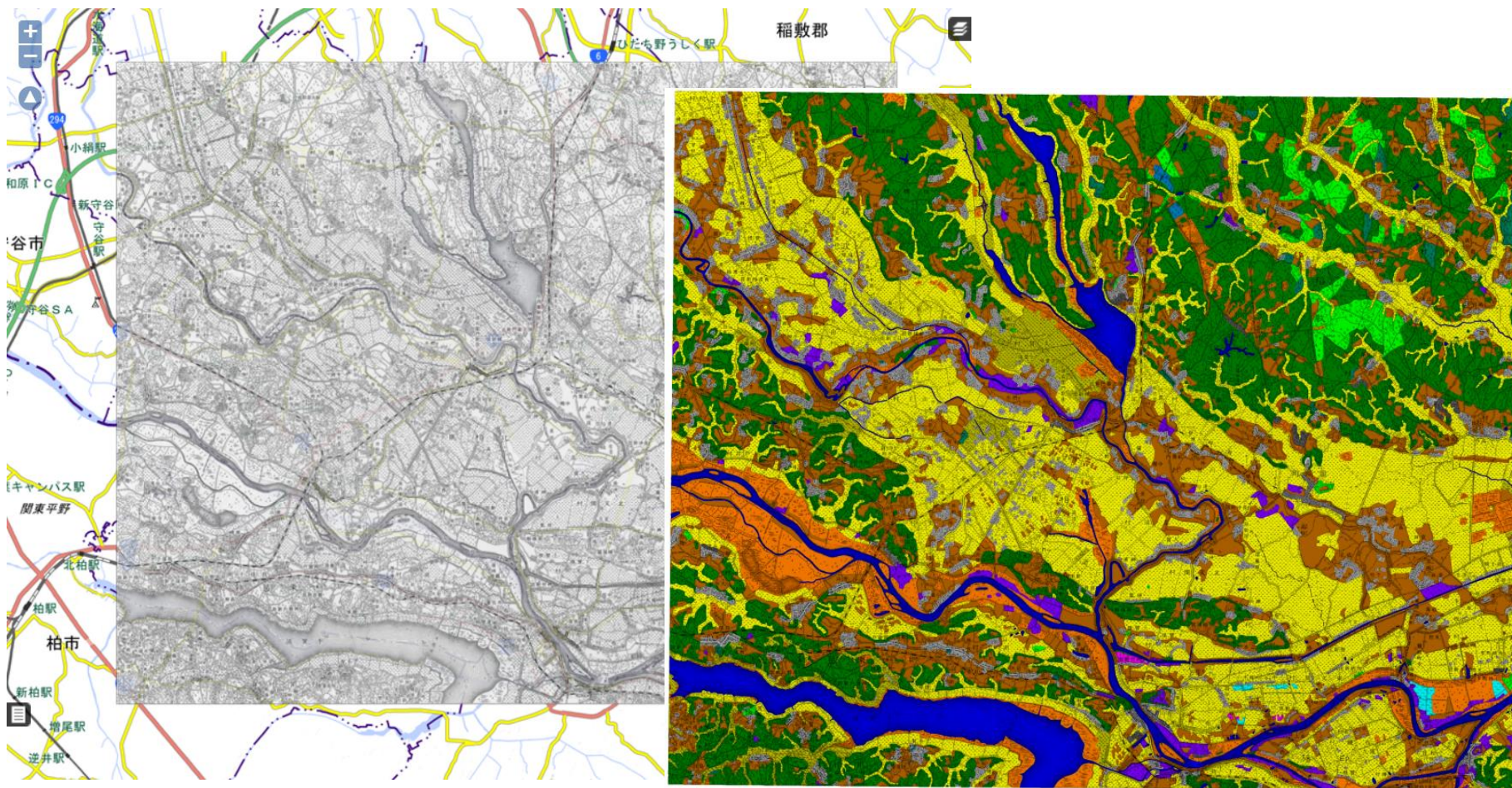
電子国土Webシステムによる

11

<http://www.gsi.go.jp/common/000061425.pdf>

分析対象範囲

- 1/5万地形図 竜ヶ崎（大正2年測量）
 - 教師データは作成済みの土地利用図

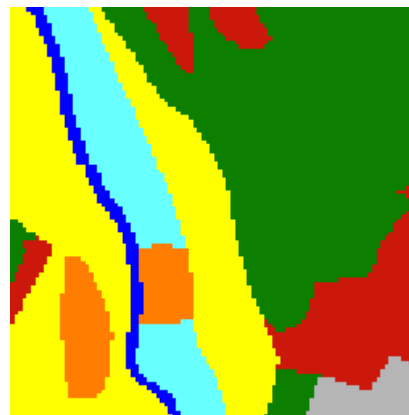


地図タイルデータの作成

- 学習データ : gdal2tiles
 - GIS画像からタイルを生成
 - <http://www.gdal.org/gdal2tiles.html>
- 教師データ : GeoTiff2UTFGrid
 - 1band Tiffを生成
 - 同時にUTFGridファイル(.json)も生成できる
 - <https://github.com/tmizu23/geotiff2utfgrid>



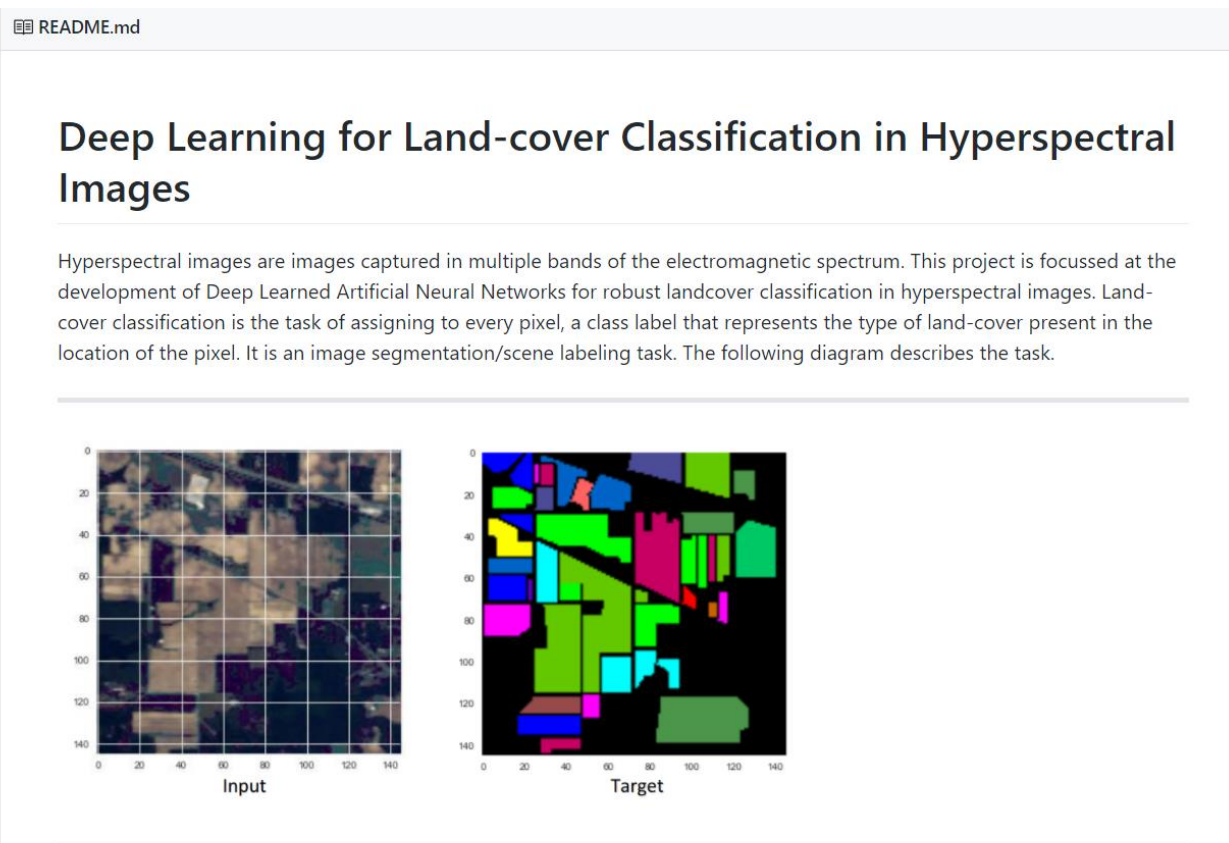
学習データ



教師データ

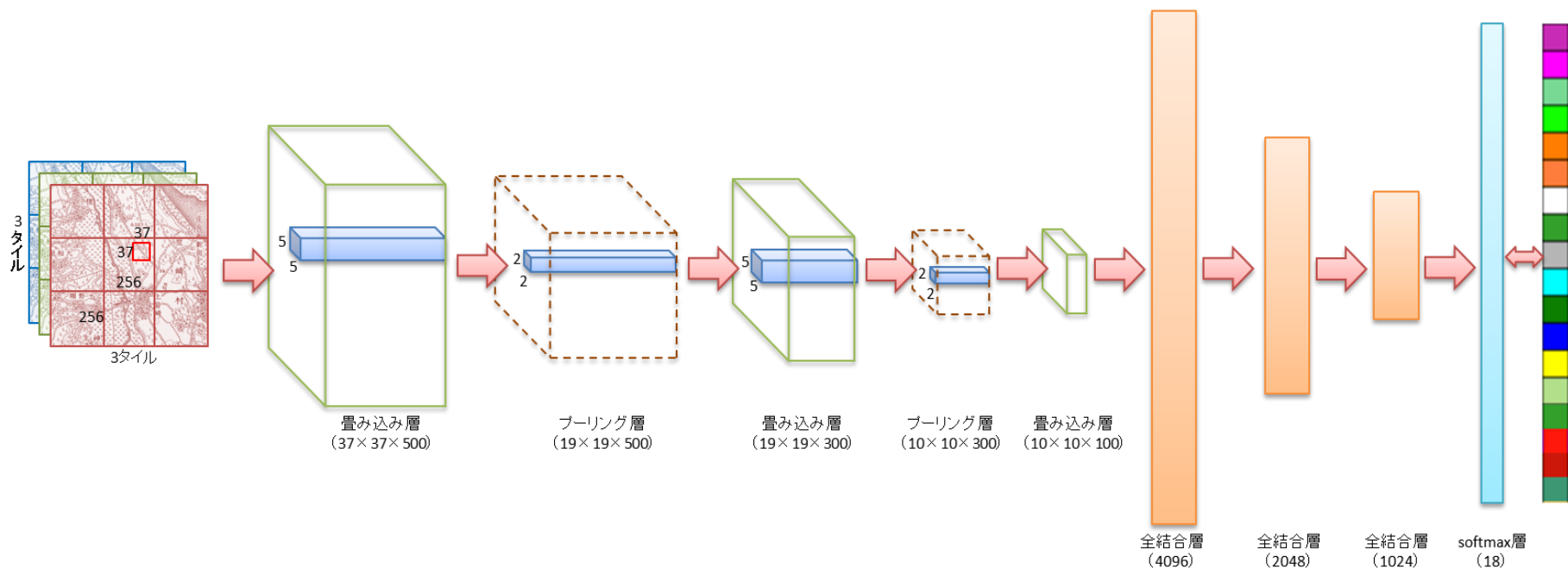
使用したConvNet

- ハイパースペクトル画像から土地分類を行なうCNNを改良して使用
 - <http://kgpml.github.io/Hyperspectral/>



ConvNetの構成

- 畳み込み層，全結合層のレイヤー数およびニューロン数を増やした
- 3×3 の範囲のタイル単位でタイルモデルセットを作成し学習させることで、精度が向上

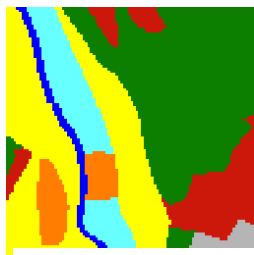


初期モデルおよび改良モデルの分類精度の比較

- モデルの改良により精度は向上
 - 低い場合もある
- 地図記号の密度に依存
 - 白地，文字がある場合も低い



(a)入力画像



(b)正解画像



(a)入力画像



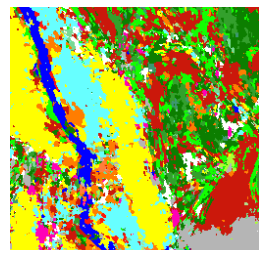
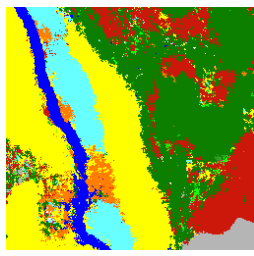
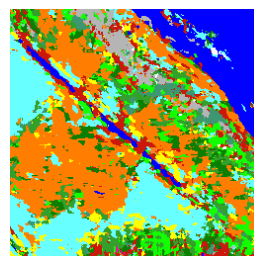
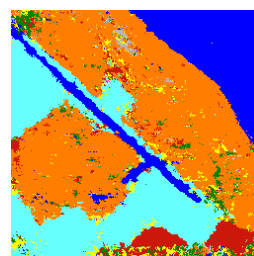
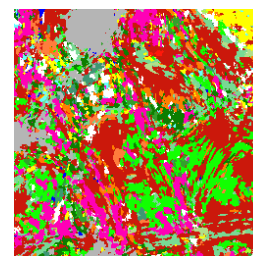
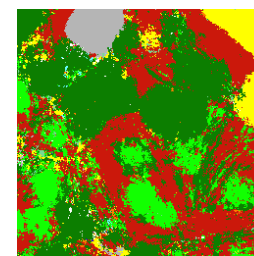
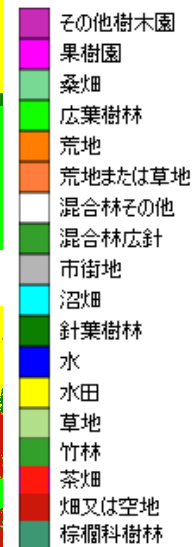
(b)正解画像

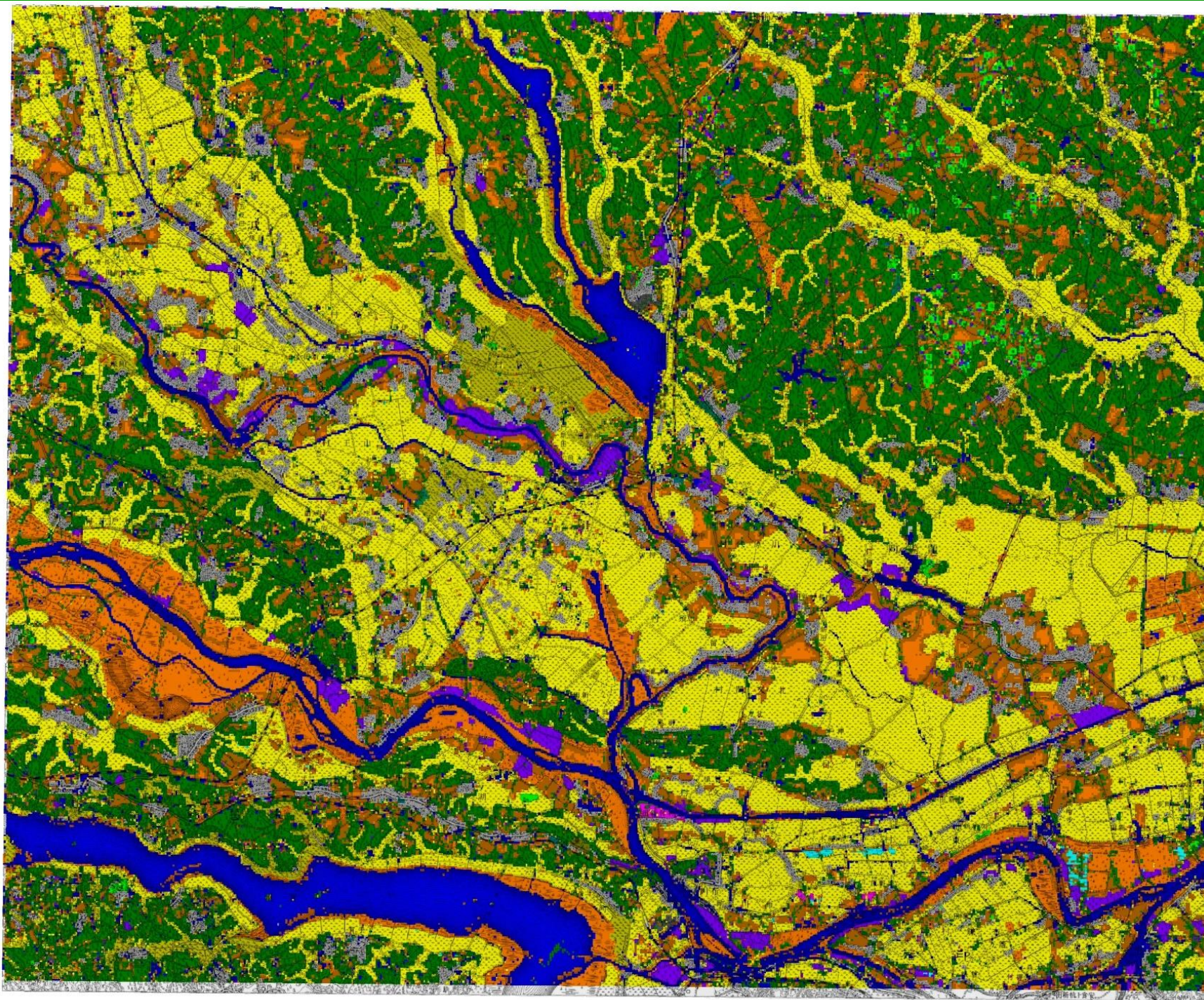


(a)入力画像



(b)正解画像

(c)当初の分類結果
精度：46%(d)現在の分類結果
精度：76%(c)当初の分類結果
精度：53%(d)現在の分類結果
精度：84%(c)当初の分類結果
精度：24%(d)現在の分類結果
精度：52%



結果と考察

- 全体の正答率は73.6%
 - 特に畑又は空き地で43.9%，広葉樹で23.5%と低い結果
 - 個別タイル画像の分類結果と同様の傾向
- 地形図の記号は共通のため他の図幅への適応が期待
 - 等高線の影響などの検討も必要
- 他のDeep Learning手法も要検討

		土地利用図								
		畑又は空地	桑畑	広葉樹林	針葉樹林	荒地	市街地	水	水田	沼畑
分類結果	畑又は空地	43.9	2.1	25.4	5.2	3.7	2.9	0.2	1.2	0.5
	桑畑	2.4	78.1	4.4	0.6	0.9	0.8	0.5	0.4	0.2
	広葉樹林	0.2	0.0	23.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
	針葉樹林	28.3	5.8	35.0	82.1	4.6	4.1	0.7	5.1	5.0
	荒地	8.7	3.2	3.8	3.1	78.9	1.0	2.6	1.9	2.6
	市街地	2.6	1.7	0.5	0.6	0.4	78.4	0.2	1.2	0.7
	水	4.0	4.1	1.3	1.7	4.4	6.5	90.4	1.8	3.4
	水田	7.1	2.0	3.8	3.7	2.5	4.3	0.7	86.2	4.9
	沼畑	0.8	0.2	0.2	0.6	0.8	0.8	0.3	1.3	81.6

Conditional GANを用いた タイル画像変換

pix2pixによる画像変換

- Conditional GANによる汎用的画像変換ツール
 - 対となる画像データが必要
 - 地図タイルならその収集が容易
 - 四つの事例を実施

pix2pix

[\[Project\]](#) [\[Arxiv\]](#) [\[PyTorch\]](#)

Torch implementation for learning a mapping from input images to output images, for example:

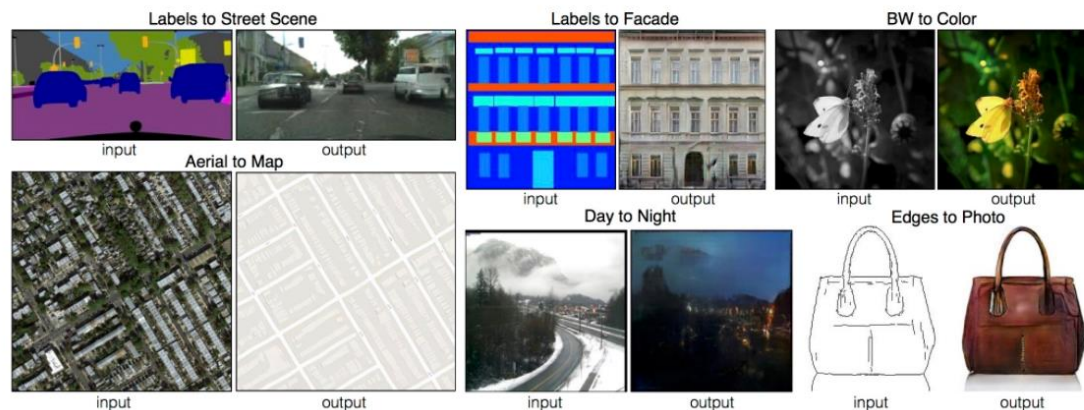


Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks

[Phillip Isola](#), [Jun-Yan Zhu](#), [Tinghui Zhou](#), [Alexei A. Efros](#)

In arxiv, 2016.

On some tasks, decent results can be obtained fairly quickly and on small datasets. For example, to learn to generate facades (example shown above), we trained on just 400 images for about 2 hours (on a single Pascal Titan X GPU). However, for harder problems it may be important to train on far larger datasets, and for many hours or even days.

空中写真→地図変換

• 使用データ

- 空中写真：地理院タイル空中写真
 - ライセンスは政府標準利用規約2.0準拠
- 地図：OpenStreetMap
 - ボランタリーなユーザーにより作られた地図
 - 地図データと地図画像，両方が公開
 - ライセンスはCC BY-SA 2.0



地理院タイル
空中写真



OpenStreetMap



空中写真→地図変換

- OSMは場所によって地物の入力密度
 - 有志によって地図情報が作成されているたね
- データの齟齬がある場合も
 - 結果が不安定になりやすい
 - ただしpix2pixが正しい場合もある

入力画像

pix2pix

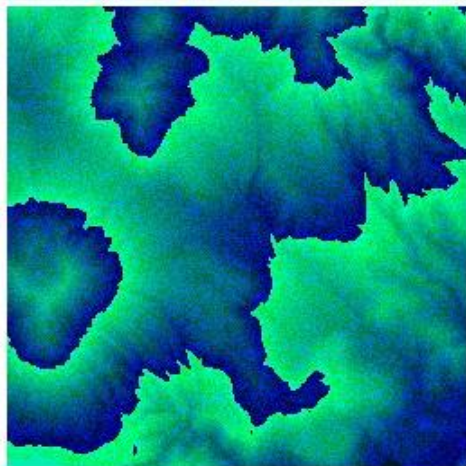
正解画像



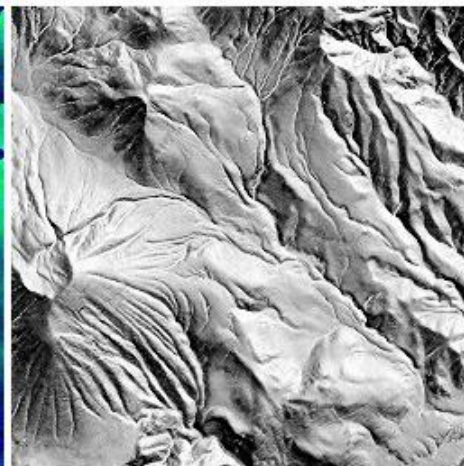
数値標高モデルから地形表現図

• 使用データ

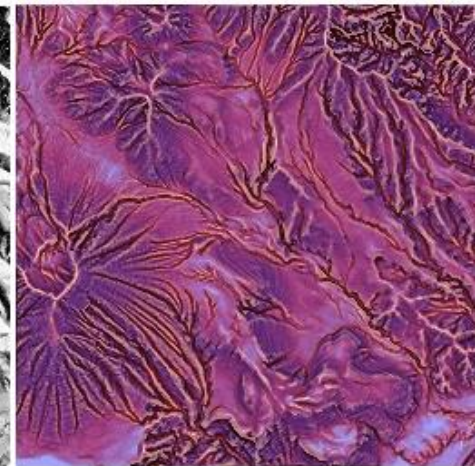
- 数値標高モデル：地表標高が数値として記録，
 - 産総研シームレス標高サービスを使用
- 地形表現図：標高モデルでは判別しにくい地形を表現
 - 陰影図：陰影により地形を表現，産総研シームレス標高サービス
 - CS立体図：標高，曲率，傾斜により表現。国土地理院の標高タイルから作成



数値標高モデル



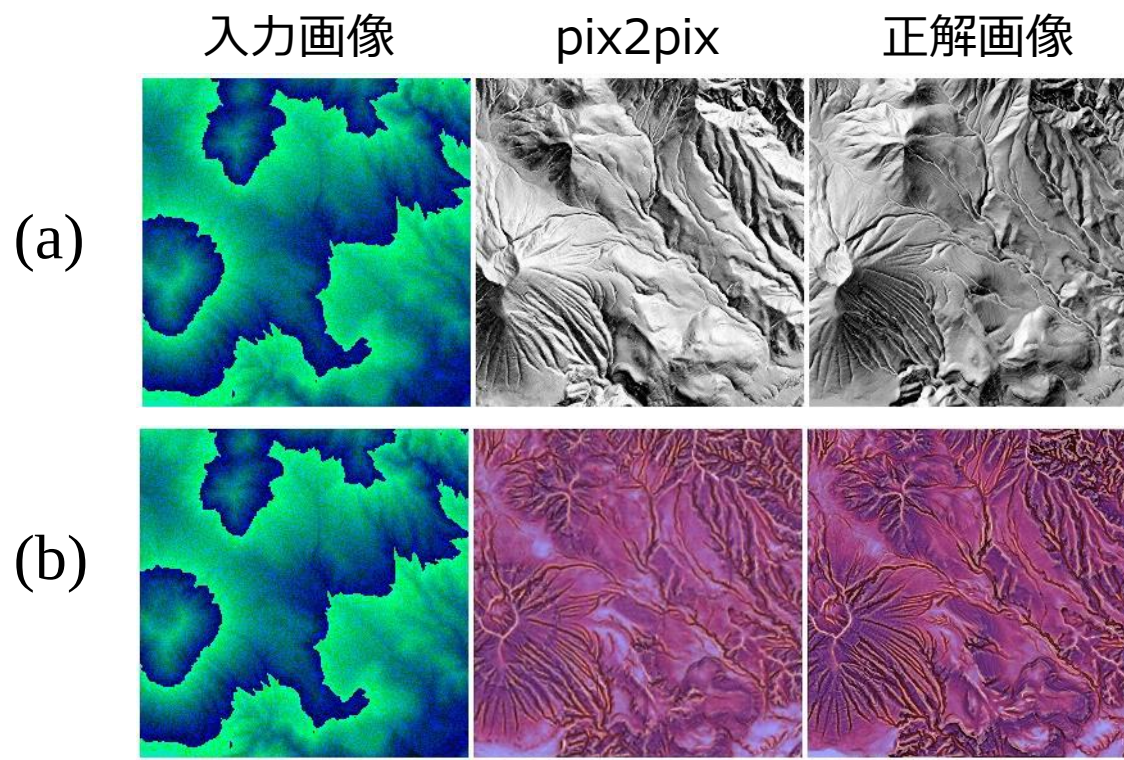
陰影図



CS立体図

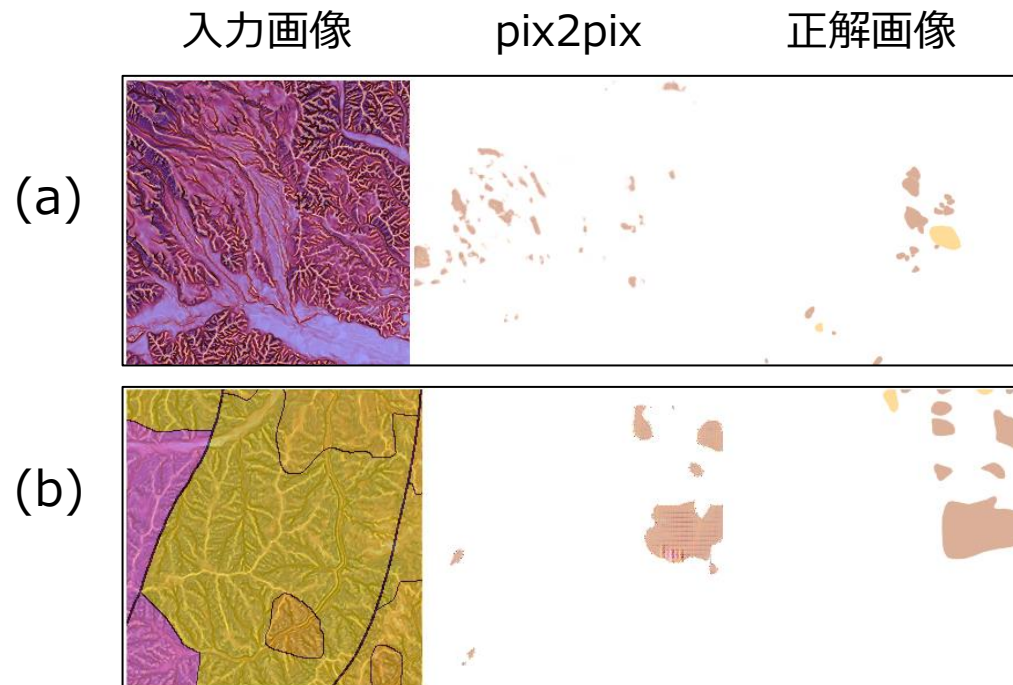
数値標高モデルから地形表現図

- 陰影図(a)
 - 影の向きが異なるが、それらしい画像
- CS立体図(b)
 - ほぼ正解データと同様



CS立体図からの地すべり検出

- 地形判読は計算できていない
 - CS立体図からの判読を試みる
 - 地震ハザードステーションの地すべり地形分布図を使用
 - CS立体図のみでは抽出できず(a)
 - 地質図情報を追加することにより精度向上(b)
 - 地すべりは地形のみでなく、地質にも影響される
 - 適切な情報を別チャンネルに加えることが有効

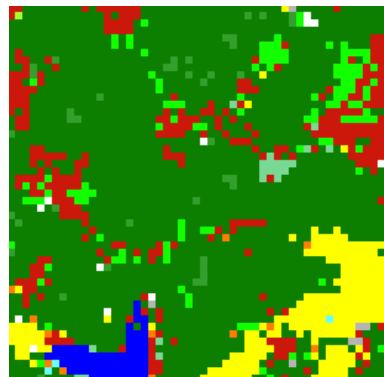


旧版地形図から土地利用図への変換

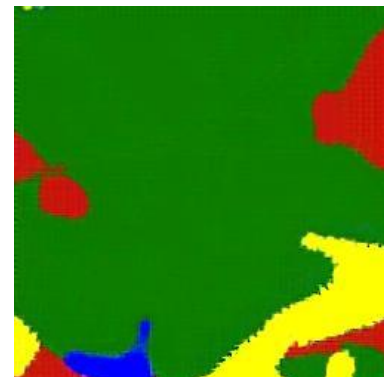
- CNNで行ったのと同様のデータ
 - 見た目の精度はCNNよりも良い
 - カテゴリー値でないので直接の比較は困難
 - 実行時間も短縮
 - 今後の改善が期待される



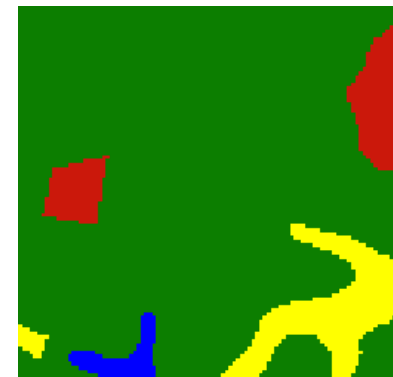
元画像



CNN



pix2pix



正解画像

まとめ

- 汎用的フォーマットとしての地図タイル
 - 各種データが標準化された形で公開
- ConvNetを用いた旧版地形図の分類
 - 精度に改善の余地があるが、効率化が可能
- Conditional GANを用いたタイル画像変換
 - 様々なデータへの適応可能性を確認
- 地図タイルはDeep Learningのデータとして有効
 - 地理空間情報利用の高度利用に期待
 - ただし, **ライセンスにはご注意を！！**