

光学衛星画像を用いた地図作成に関する研究 —先進光学衛星を見据えた衛星画像利活用の検討—

実施期間

平成 29 年度～平成 30 年度

基本図情報部地図情報技術開発室

菅井 秀翔 笹川 啓

野口 真弓

1. はじめに

国土地理院では、電子国土基本図（地図情報）更新に衛星画像を活用している。平成 30 年度、地図情報技術開発室では、JAXA から提供された先進光学衛星（2020 年打ち上げ予定）のシミュレーション画像を評価し、地図更新における活用可能性を検討した。特に、二時期画像を用いた変化箇所抽出に着目し、自動で変化箇所を抽出する手法の試験検討作業を行った。衛星画像は一度に広域を撮影できる利点があり、衛星画像を用いて自動で変化箇所を抽出することで、電子国土基本図（地図情報）の更新が必要な大規模変化地域を抽出できることが期待される。平成 30 年度は、サンプルとして撮影時期が異なる空中写真と衛星画像のオルソ画像を用いて試験検討を行ったので、その結果を報告する。

2. 先進光学衛星シミュレーション画像の評価

平成 30 年度に JAXA から提供を受けたシミュレーション画像は、国土地理院が撮影した空中写真、商用衛星が撮影した衛星画像をもとに地上分解能（80cm）・輝度・画質等、先進光学衛星が撮影する画像をシミュレートしたものである。シミュレーション画像の一部を図-1 に示す。



図-1 先進光学衛星シミュレーション画像の例

左：パングロマトニック画像（衛星画像由来）、右：パンシャープン画像（空中写真由来）

あくまでも空中写真・衛星画像を基に作成したシミュレーション画像による評価ではあるが、ALOS/PRISM の撮影画像（地上分解能 2.5m）と比較して視認性が良好であり、図化できる地物が大幅に増えるのではないかと感触を得た。特に、パンシャープン画像は地物の視認性が高まり、図化への利用には有利だと思われる。ただし、建物の外周線等、地物によっては不明瞭なものもあり、地物毎の図化への利用可否は、打ち上げ後の実画像を用いて図化精度検証を行い判断する必要がある。

また、ALOS/PRISM の撮影画像には目に見えるブロックノイズが含まれていたが、先進光学衛星で

この点が改善されていれば、図化への利用のみならず、自動処理による変化箇所抽出のような画像処理用途での利用にも活用の幅が広がる可能性がある。

いずれにせよ、先進光学衛星打ち上げ後、実際に撮影された画像に対し、活用場面に応じた必要な評価を実施していく必要がある。

3. 衛星画像を用いた変化箇所抽出アルゴリズムの検討

3.1 概要

広域を定期的に撮影できる衛星画像の特性を活かし、大規模な変化箇所を抽出して電子国土基本図（地図情報）更新作業を効率化するため、二時期の画像を用いて自動的に変化箇所を抽出する手法について検討した。本稿では二画像間のエッジ量に基づく自動変化抽出手法を採用して行った検証結果を報告する。他の手法と比較し、機械学習等の初期コストが不要であり、エッジを用いるため二画像間のコントラスト等の違いに頑健であるという利点がある。

茨城県つくば市周辺の16km²を検証地区とし、平成27年5月観測の衛星画像を用いた簡易オルソ画像と平成29年2月撮影の空中写真オルソ画像を二時期の画像として用いた。オルソ画像の地上画素寸法はいずれも約50cmである。

3.2 アルゴリズムのアイデア

アルゴリズムの概要を図-2に示す。オルソ画像の縦横方向に加えて斜め方向のエッジも抽出できるよう、3画素×3画素の8近傍ラプラシアンフィルタを用いてエッジ抽出を行った。また、エッジ抽出画像の64画素×64画素を単位領域とし、同領域内の画素値ヒストグラムを用いて、8つのクラスに間引いたエッジベクトルを算出した。二時期の画像の類似度を示す指標として、二画像のエッジベクトル E_1 、 E_2 から算出される $\cos\theta$ （ θ は、2つのエッジベクトルの成す角度）を採用した。2つのエッジ抽出画像の画素値ヒストグラム分布が完全に一致した時、エッジベクトル間のなす角 θ は 0° となり、類似度 $\cos\theta$ は+1.0になる。画素値ヒストグラム分布の形状が異なると、 θ は大きくなり、それによって $\cos\theta$ の値が小さくなる。このように、各単位領域における二時期のエッジベクトルから $\cos\theta$ の値を算出し、その値の大小を変化量の指標として用いた。

なお、エッジベクトルの特徴として、エッジがないことを表すクラス0に値が集中する傾向があり、類似度 $\cos\theta$ はクラス0の影響を強く受け、抽出結果に偏りが生じる可能性がある。このため、 $\cos\theta$ の算出にはクラス0は使用せず、それ以外の7つのクラスを要素とする7次元ベクトルで $\cos\theta$ を算出している。

3.3 結果

抽出結果の一例を図-3に示す。図-3(A)では、道路や建物が新しくできた箇所が変化として抽出されている。一方で、図-3(B)のように、実際には変化がない箇所を変化として誤抽出するケース、図-3(C)の赤枠内のように目視では変化が明らかな箇所を変化として抽出できない抽出漏れのケースも見られた。

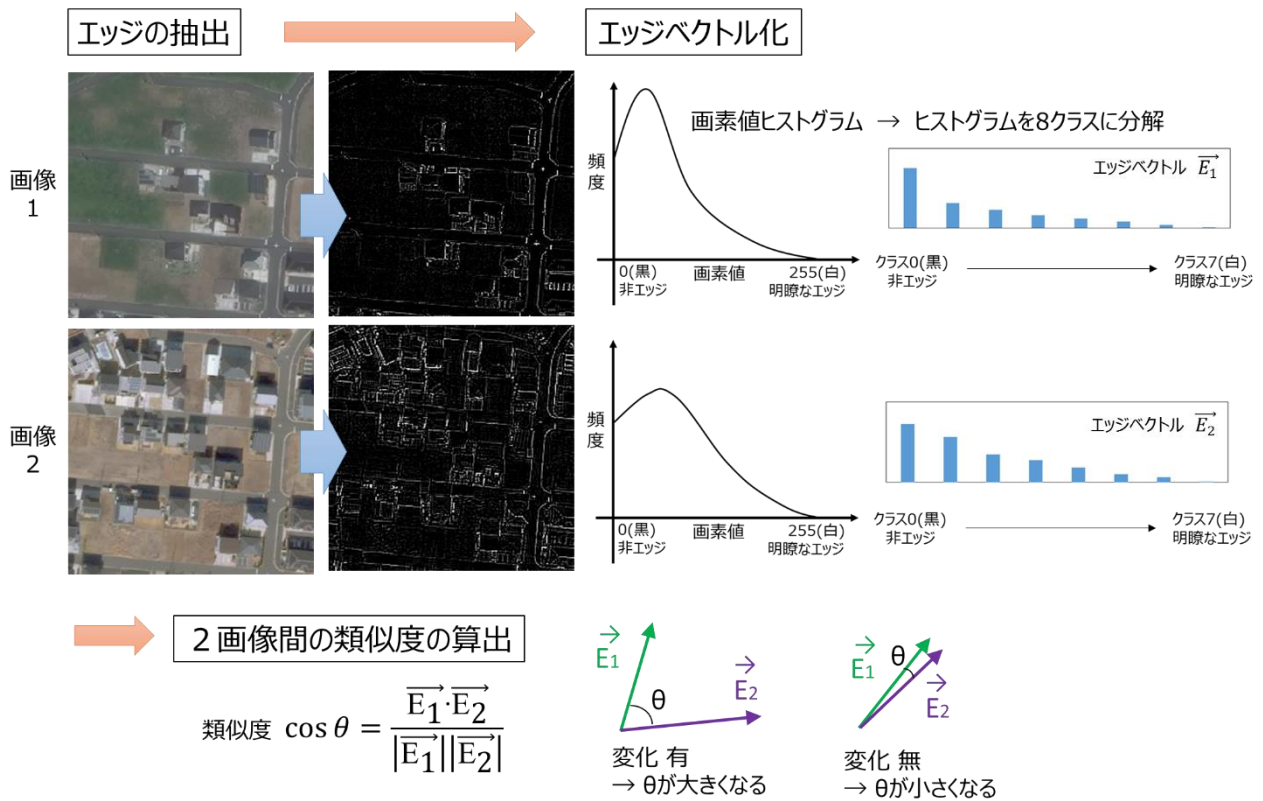


図-2 自動変化抽出アルゴリズムの概要

3.4 考察

図-3 (B) の誤抽出のケースでは、二時期の画像で影の様子が異なり、一方の画像でのみ影がエッジとして抽出された結果、変化がないのに誤抽出されてしまったとみられる。このパターンは、アルゴリズム上で改善するのは困難であるが、できるだけ条件の揃った画像を入力することで軽減できる可能性はある。一方、図-3 (C) に示した抽出漏れのケースでは、二時期の画像のエッジベクトルの成分比が似通っており、エッジベクトル間のなす角度 θ が小さくなった結果、変化として抽出できなかった。これは画像に起因するものであり、アルゴリズム側で抽出漏れを軽減することは難しい。

また、駐車場内の駐車状況 (図-3 (B) 右上部) や、耕作地における作付状況等、電子国土基本図 (地図情報) の更新項目ではないが、画像上に変化があるため抽出されてしまうケースも存在した。

上記の通り、細かい領域に注目すると軽減が困難な抽出漏れ、誤抽出が見られるが、図 3 (A) のようにある程度大きく変化した地域であれば抽出できそうである。電子国土基本図 (地図情報) 更新が必要な地域をマクロに捉える目的では有用な手法である可能性がある。

なお、本手法ではエッジ情報を用いているが、撮影画像の質によっては必ずしも期待されたような結果が出ない可能性がある。また、類似度の閾値や単位領域の大きさによって抽出結果が影響を受ける可能性もある。実際に先進光学衛星が撮影した画像同士で変化抽出を試行し、適切な抽出結果を得られるパラメータチューニングを行いながら、期待されるような結果が出るか検証する必要がある。

4. 結論

先進光学衛星の打ち上げ後に、電子国土基本図 (地図情報) の更新作業へ活用することを見据え、平成 30 年度はシミュレーション画像の評価と、二画像間での自動変化抽出手法の検討を行った。先進光学衛星が実際に撮影した画像を入手できるようになってから、画像の性質を踏まえて改めて具体的

な活用可能性を検討する.

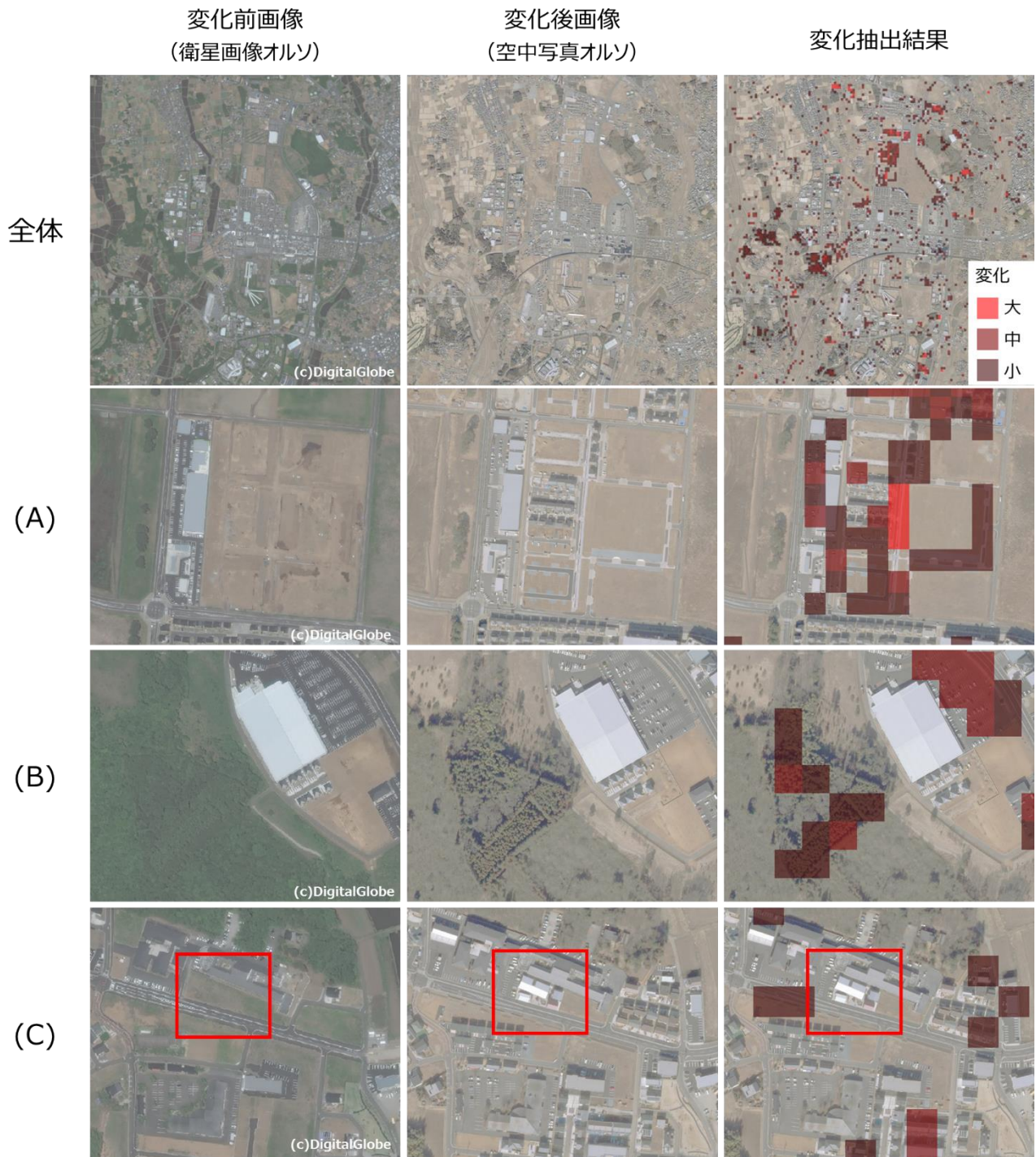


図-3 変化抽出結果

参考文献

笹川啓, 野口真弓, 菅井秀翔 (2018): 衛星画像と空中写真を用いた二時期の自動変化抽出の試み, 日本写真測量学会平成 30 年度秋季学術講演会発表論文集, 149-152.