

様式 C-19

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 22 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2009

課題番号：19560418

研究課題名（和文） 人工衛星 ALOS=PALSAR データによる地上ターゲットの分類

研究課題名（英文） Classification of land-cover objects by space-borne ALOS=PALSAR data

研究代表者

山口 芳雄（YAMAGUCHI YOSHIO）

新潟大学・自然科学系・教授

研究者番号：50115086

研究成果の概要（和文）：

本研究では、4成分（表面、2回反射、体積、ヘリックス）散乱モデル分解手法を ALOS PALSAR データに適用し、地表面の分類を行った。表面散乱を青色、2回反射成分を赤色、体積散乱成分を緑色に割り当て、それらをカラー合成することによって、視覚的に理解できるよう工夫した。その結果、海や火山の火口近くは青色に表示されること、人工物体は赤色が卓越すること、植生は緑色となり実際の状況をかなり正確に反映できるようになった。

研究成果の概要（英文）：

We have carried out classification of terrain using Yamaguchi Decomposition, which decompose scattering mechanism into 4 components (surface scattering, double bounce scattering, volume scattering, and helix scattering). The decomposed components are utilized to create full color image with RGB color-coding. Red is allotted for double bounce power, Green is for volume scattering power, and Blue is for surface scattering power. The great advantages of the research result are that the color-coded image is accurately corresponding to actual land-cover situation, and that the image is easily understood to anybody, and that the image is sometimes superior to optical one because of scattering mechanisms.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：電気電子工学
科研費の分科・細目：計測工学
キーワード：地球観測、人工衛星、偏波レーダ

1. 研究開始当初の背景

世界初の偏波合成開口レーダ (PALSAR) を搭載した日本の人工衛星 ALOS が 2006 年 1 月 24 日に打ち上げられた。世界で初めて偏波データを取得できる Lバンドのレーダによって宇宙から散乱行列に基づく地球観測が可能となったが、まだデータ取得期間や偏波校正などが未解決の問題となっていた。そのため、実際のデータ取得やその精度評価はまだ行われていない状態であった。その偏波データの有効利用方法を開発することは地球環境観測にとって非常に重要なことであり、しかも日本の成果・貢献を世界に示す必要もあった。そこで、誰が見てもわかりやすい有用な利用方法を確立することが望まれており、そのことが本研究の最大の課題であった。

2. 研究の目的

この研究の目的は、偏波レーダから得られる複素散乱行列を基に、地上ターゲットを精度良く分類・識別することである。3 年間で、最新の人工衛星 ALOS-PALSAR の取得データを利用して、観測領域・シーン画像中で地上ターゲットの分類・識別を徹底的に行うことを目的とした。最も重要な点は、偏波データが与えられたとき、それを分類・識別・判別・同定にどのように役立たせるかであり、主な研究項目は以下のとおりである。

- ・ 4 成分 (表面, 2 回反射, 体積, ヘリックス) 散乱モデル分解手法の確立
- ・ 偏波平均行列を使った 2 次統計量の偏波情報解析

- ・ 実地検証

3. 研究の方法

偏波情報の中で何が最も重要で、何がターゲットの分類・識別に役立つかという点に重点をおき、理論展開と実験検証に関して、以下の計画・方法で研究を実施した。

<理論展開に関して>

- (1) 4 成分散乱モデルの分類法の検討
- (2) 偏波 2 次統計量の確率分布推定

<実験検証に関して>

- (3) ALOS-PALSAR の L-band データの偏波校正
- (4) 研究室内データでの検証

4. 研究成果

偏波データが与えられたとき、偏波 2 次統計量に基づく 4 成分散乱モデル電力分解法を確立した。表面散乱電力を青色, 2 回反射電力を赤色, 体積散乱電力を緑色に割り当て、それらを合成することによって、カラー画像が作成され、物理散乱モデルを視覚的に理解できるようになった。そして実際の地上の状況をかなり正確に反映できるようになり、光学画像よりも明瞭に地上の情報が得られることが判明し、その有効性を確かめることができた。これらの成果は以下に述べる論文や国際会議、学会の口頭発表にて公開した。

- ## 5. 主な発表論文等
- (研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- [1] J. Nakamura, K. Aoyama, M. Ikarashi, Y. Yamaguchi, H. Yamada, "Coherent decomposition of fully polarimetric FM-CW radar data," IEICE Trans. Commun., 査読有, vol. E91-B, no.7, pp.2374-2379, July 2008.
- [2] Y. Yajima, Y. Yamaguchi, R. Sato, H. Yamada, W. -M. Boerner, "POLARSAR image analysis of wetlands using a modified four-component scattering power decomposition," IEEE Trans. Geoscience Remote Sensing, 査読有, vol.46, no.6, pp.1667-1673, June 2008.
- [3] Y. Yamaguchi, Y. Yamamoto, H. Yamada, J. Yang, W. -M. Boerner, "Classification of terrain by implementing the correlation coefficient in the circular polarization basis using X-band POLARSAR data," IEICE Trans. Communications, 査読有, Vol.E91-B No.1 pp.297-301, Jan. 2008.

[学会発表] (計 38 件)

- [1] Y. Yamaguchi, A. Sato, R. Sato, H. Yamada, "ALOS-PALSAR quad-pol. image analysis by four-component scattering power decomposition," IEICE Technical Report, 査読無, vol. WSANE 2009-93, Shanghai, Nov. 2009. (Best presenter Award)
- [2] Y. Yamaguchi, W. -M. Boerner, R. Sato, A. Sato, H. Yamada, "ALOS Quad-pol images and their applications" Proc. of APSAR 2009, 査読有, Xi'an, Oct. 2009.
- [3] Y. Yamaguchi, "Radar polarimetry from basics to applications" Keynote Presentation at National Seminar on Radar Remote Sensing and its Application, 査読無, IIT Roorkee, India, Sept. 2009.
- [4] 内田範昭, 内山健太郎, 山口芳雄, 山田寛喜, "偏波 Orientation 角を用いた市街地検出に関する一検討", 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, vol. SANE2009-59, 2009年8月.
- [5] 内山健太郎, 内田範昭, 山口芳雄, 山田寛喜, "Lee フィルタを用いた適応型コヒーレンスに関する検討", 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, vol. SANE2009-60, 2009年8月.
- [6] 佐藤彰展, 山口芳雄, 山田寛喜 "回転化 coherency 行列を用いた四成分散乱モデル分解法に関する検討", 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, vol. SANE2009-61, 2009年8月.
- [7] R. Sato, Y. Yamaguchi, H. Yamada, "Analysis and Observation of Polarimetric Scattering Behavior in Wetland Area," 査読有, Electronic Proc. of IGARSS 2009, Cape Town, South Africa, July 2009.
- [8] R. Sato, Y. Yamaguchi, H. Yamada, "Polarimetric Scattering Feature Estimation for Accurate Vegetation Area Classification," 査読有, Electronic Proc. of IGARSS 2009, Cape Town, South Africa, July 2009.
- [9] 山口芳雄, "ALOS-PALSAR Quad. Mode の散乱電力分解 例", ALOS-2 利用ワークショップ 1, 査読無, April 2009.
- [10] 内田範昭, 内山健太郎, 山口芳雄, 山田寛喜, "四成分散乱モデル分解法を用いた市街地検出に関する実験的検討", 2009年電子情報通信学会総合大会, 査読無, B-2-9, 2009年3月.
- [11] 佐藤竜馬, 佐藤亮一, 山口芳雄, 山田寛喜, "降雨時の漏洩同軸ケーブル放射に関する一考察", 2009年電子情報通信学会総合大会, 査読無, C-1-7, 2009年3月.
- [12] 佐藤亮一, 山口芳雄, 山田寛喜, "散乱電力分解を基とした植生の画像分類に関する一考察", 2009年電子情報通信学会総合大会, 査読無, C-1-14, 2009年3月.
- [13] Y. Yamaguchi, "Polarimetric Synthetic Aperture Radar Image Analysis by Four-Component Scattering Power Decomposition", Invited Presentation at International Workshop on Synthetic Aperture Radar, 査読無, Chiba Univ. Feb. 2009.
- [14] Y. Yamaguchi, R. Sato, and H. Yamada, "Polarimetric synthetic aperture radar image analysis by four- component scattering power decomposition," Invited Talk at 2nd International Symposium on Fusion Technology, 査読無, Incheon, Korea, Jan. 2009.
- [15] Y. Henmi, Y. Yamaguchi, H. Yamada, "Classification of oriented urban and forest areas using eigenvalue," Poster presentation, 2nd International Symposium on Fusion Technology, 査読有, Incheon, Korea, Jan. 2009.
- [16] K. Uchiyama, N. Uchida, Y. Yamaguchi, H. Yamada, "On the detection of dead tree by polarimetric FM-CW SAR data," Poster presentation, 2nd International Symposium on Fusion Technology, 査読有, Incheon, Korea, Jan. 2009.
- [17] N. Uchida, K. Uchiyama, Y. Yamaguchi, H. Yamada, "Experimental study on polarization orientation angle of building models by Ku-band FM-CW polsar" Poster presentation, 2nd International Symposium on Fusion Technology, 査読有, Incheon, Korea, Jan. 2009.

- [18] R. Sato, Y. Yamaguchi, H. Yamada, "Simple Man-made Object Classification Approach Using The Correlation Coefficient in Circular Polarization Basis", Electronic Proc. of ISAP 2008, 査読有, Taipei, Taiwan, Oct. 2008.
- [19] 浅川雄祐, 佐藤亮一, 山口芳雄, 山田寛喜, "FDTD法を用いた複数人工物モデルの偏波散乱解析", 2008年度電子情報通信学会信越支部大会, 査読無, pp.61, 2008年9月.
- [20] 内田範昭, 内山健太郎, 山口芳雄, 山田寛喜, "斜面観測における偏波Orientation角に関する実験的検討", 2008年度電子情報通信学会信越支部大会, 査読無, pp.69, 2008年9月.
- [21] 内山健太郎, 内田範昭, 山口芳雄, 山田寛喜, "二つの四成分ターゲット分解法に関する比較検討", 2008年度電子情報通信学会信越支部大会, 査読無, pp.68, 2008年9月.
- [22] 内山健太郎, 内田範昭, 山口芳雄, 山田寛喜, "Ku-band FM-CWレーダによる枯木の検出に関する検討", 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, Vol.SANE2008-50, pp.19-22, 2008年8月.
- [23] 内田範昭, 内山健太郎, 山口芳雄, 山田寛喜, "Ku-band FM-CW POLSARによる建造物モデルの偏波散乱特性に関する実験的検討", 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, Vol.SANE2008-51, pp.23-26, 2008年8月.
- [24] 逸見祐輔, 山口芳雄, 山田寛喜, "中越地震地域のPOLARSAR画像解析", 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.SANE2008-52, pp.27-30, 2008年8月.
- [25] Y. Yamaguchi, J. Nakamura, K. Aoyama, H. Yamada, "Coherent decomposition of fully polarimetric radar data," Electronic Proc. of IGARSS 2008, 査読有, Boston, USA, July 2008.
- [26] Y. Wada, Y. Yamaguchi, H. Ohkura, M. Ukawa, "A land-cover monitoring for volcanoes by using ALOS-PALSAR quad-pol. data," Electronic Proc. of IGARSS 2008, 査読有, Boston, USA, July 2008.
- [27] H. Yamada, Y. Yamaguchi, R. Sato, "Polarimetric scattering model decomposition for POL-InSAR data," 査読有, Electronic Proc. of IGARSS 2008, Boston, USA, July 2008.
- [28] R. Sato, Y. Yamaguchi, H. Yamada, W. -M. Boerner, "Seasonal change monitoring of wetlands by using airborne and satellite POLSAR sensing," Electronic Proc. of IGARSS 2008, 査読有, Boston, USA, July 2008.
- [29] R. Sato, Y. Yamaguchi, H. Yamada, "Polarimetric scattering analysis for simplified man-made structure model on rough and/or inclined ground plane," Electronic Proc. of IGARSS 2008, 査読有, Boston, USA, July 2008.
- [30] W. -M. Boerner, Y. Yamaguchi, "Recent advances in POLSAR & POL-InSAR imaging of natural habitats and wetland remote sensing," Electronic Proc. of IGARSS 2008, 査読有, Boston, USA, July 2008.
- [31] Y. Yamaguchi, H. Yamada, R. Sato, "Water change detection in natural dam caused by earthquake using Pi-SAR fully polarimetric data," Electronic Proc. of EUSAR 2008, 査読有, Friedrichshafen, Germany, June 2008.
- [32] R. Sato, Y. Yamaguchi, H. Yamada, "A monitoring technique for seasonal water area change of wetland based on POLSAR image analysis," Electronic Proc. of EUSAR 2008, 査読有, Friedrichshafen, Germany, June 2008.
- [33] H. Yamada, Y. Yamaguchi, "On scattering model decomposition with Pol- InSAR data," Electronic Proc. of EUSAR 2008, 査読有, Friedrichshafen, Germany, June 2008.
- [34] Y. Yamaguchi, H. Yamada, Y. Yajima, R. Sato, W. M. Boerner, "POLSAR image analysis of wetlands using fully polarimetric quad-SAR data," Electronic Proc. of EUSAR 2008, 査読有, Friedrichshafen, Germany, June 2008.
- [35] 浅川雄祐, 佐藤亮一, 山口芳雄, 山田寛喜, "偏波相関係数を用いた人工物検出に関する一考察", 2008年電子情報通信学会総合大会, 査読無, B-1-21, 2008年3月.
- [36] 中村 純, 青山和康, 山口芳雄, 山田寛喜, 降旗正忠, 熊谷信夫, "Ku-band FM-CW POLSARによるCCD基礎検討," 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, Vol.SANE2007-118, 2008年1月.
- [37] 中村 純, 青山和康, 山口芳雄, 山田寛喜, 降旗正忠, 熊谷信夫, "Ku-band FM-CW POLSARによるCCD基礎検討," 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, Vol.SANE2007-118, 2008年1月.
- [38] 青山和康, 中村 純, 山口芳雄, 山田寛喜, "高速な散乱行列取得による移動ターゲットの四成分電力分解," 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, Vol. SANE2007-123, 2008年1月.

〔図書〕（計 1 件）

山口芳雄, レーダポーラリメトリの基礎と応用—偏波を利用したレーダリモートセンシング—, 電子情報通信学会, 182 頁, 2007 年.

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.wave.ie.niigata-u.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山口 芳雄 (YAMAGUCHI YOSHIO)
新潟大学・自然科学系・教授
研究者番号：5011086

(2) 研究分担者

山田 寛喜 (YAMADA HIROYOSHI)
新潟大学・自然科学系・教授
研究者番号：20251788

