

機関番号：10101  
研究種目：基盤研究（A）  
研究期間：2008～2010  
課題番号：20241042  
研究課題名（和文）世界的な気候変動に伴う原野・森林火災の発生と延焼予測  
研究課題名（英文） Wild・Forest Fires Occurrence and Extension Prediction due to Global Climate Change

研究代表者  
本間 利久（HONMA TOSHIHISA）  
北海道大学・大学院情報科学研究科・教授  
研究者番号：00091497

研究成果の概要（和文）：本研究では、人工衛星の画像からアラスカ・シベリアの北方森林火災およびインドネシアの熱帯原野火災の発生を検出し、その精度を確認するために現地調査と無人飛行機による現地観測を行い、火災検出精度の高いソフトウェアを開発した。さらに、火災の延焼を予測するシミュレーションコードを開発し、その有効性を確認した。また、原野・森林火災の消火プロジェクトの重要性を定量的に判断する方法およびプロジェクトの実績評価方法を提案した。

研究成果の概要（英文）：In this research, we developed the wild/forest fire detection software with high accuracy to detect hotspots of boreal forest fires in Alaska/Siberia and wildfires in Indonesia by using imagery data of satellites, in which we carried out ground truth and observed the fire spots with UAV in order to check the detection accuracy by the software. We also developed the simulation code to predict the fire expansion and verified the usefulness of the code. In addition, we proposed the quantitative method of decision for importance of project to mitigate the forest/wild fires and performance evaluation of the project.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	15,500,000	4,650,000	20,150,000
2009年度	11,800,000	3,540,000	15,340,000
2010年度	11,100,000	3,330,000	14,430,000
年度			
年度			
総計	38,400,000	11,520,000	49,920,000

## 研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・自然災害科学

キーワード：森林火災、気候変動、延焼予測、リモートセンシング、シミュレーション、プロジェクトマネジメント、階層化意思決定、ニューラルネットワーク

## 1. 研究開始当初の背景

近年、世界各地の原野・森林火災は年々増加しており、総面積では過去 30 年間に日本の面積の約 5 倍の森林面積が焼失したといわれている。また、原野・森林火災により大量の二酸化炭素が放出された結果、地球温暖化が加速し、地球温暖化による気温の上昇と降

水量の減少が原野・森林火災を誘発するという、フィードバックが懸念されている。さらに、北方林の森林火災後には、永久凍土から強い温室効果ガスであるメタンが発生し、地球温暖化が一層加速されていると考えられる。

本研究グループは、これまでアラスカ・シ

ベリアの北方林を対象として、火災の発生予測・早期検知・拡大延焼シミュレーションの研究を進めてきた。すなわち、NOAA や MODIS による人工衛星画像を用いた森林火災の検出と民間旅客機から見えた森林火災の報告データにより検証してきた。そして、学内の並列計算機による延焼拡大予測を行い、火災の早期発見と影響評価から消火優先順位情報の現地提供を考えてきた。

## 2. 研究の目的

本研究では、アラスカ・シベリアの北方林に加えて、温帯林・乾燥灌木林・熱帯林等の森林や原野（草原・ツンドラ等）を含んだ地球上の多様な植生に研究対象を広げ、北方林と同様に火災の発生予測・早期検知・拡大延焼シミュレーションの研究を進めていく。

さらに、今後予想される地球温暖化時での気象シミュレーション結果を用いて、近未来の原野・森林火災の発生とその影響予測を行う。

また、階層化意思決定モデルにより火災防止プロジェクト推進の優先順位をはかり、人工衛星画像による火災検知精度の向上化の新しいグランドトゥースを実施する。

## 3. 研究の方法

本研究では、全体統括グループと個別領域のサブグループを構成し、統括グループが本研究全体の方向性を示し、各サブグループ

（陸域生態系、原野・森林火災検知、延焼シミュレーション、シミュレーション実装）の成果を有機的に統合することにより、研究全体の方向性に照らしながら、より広範囲で意義深い成果を達成できるようにした。

研究を実現するために用いた手法は、リモートセンシング（光学センサー、マイクロ波センサー）による衛星画像データ解析と現地観測・無人飛行機観測によるグランドトゥースによる検証を行う。

## 4. 研究成果

全体統括グループが中心となり、毎年第1～3回センチネルアース国際シンポジウムを開催し、各サブグループと横断的に世界の諸地域の気候変動と原野・森林火災に関する研究発表と意見交換を行い、現地研究機関（アラスカ大学フェアバンクス校国際北極圏センター、ロンドン大学空間解析研究センター、インドネシアパランカラヤ大学、アジア工科大学、ウィーン工科大学、ブダペスト工科大学、チェコ工科大学、韓国ソウル大学）との研究連携を強化した。

陸域生態系のサブグループは、原野・火災の発生地に赴き、原野・森林火災の位置の把握やその履歴・被害状況の情報を収集し、火災の起こった地域の自然環境データを取得した。さらに、フィールド観測により土壌水分量や土壌消失、その後の生態系の変化に関する調査を行った。また、火災跡地の植生変

化を無人飛行観測により実施した。

原野・森林火災検地サブグループは、ソウル大学やインドネシア LAPAN(衛星観測センター)などと協力して、これまでの使用されてきた森林火災検地アルゴリズムを改良した Web-GIS システムを構築した。さらに、雲の多い熱帯地域に適したマイクロ波センサーによる衛星データを用いて土地利用の季節変化を調べた。また、センサーネットワークによる地表温度・湿度の検出システムを構築し、屋外温度と屋内温度観測を実施した。

延焼シミュレーションサブグループは、MM5の気象予測シミュレーションを用いて、熱帯林における「森林火災延焼拡大シミュレーション」の準リアルタイム運用をするための風況地図を作成した。さらに、植生データを考慮した森林延焼火災シミュレーションを行い、森林火災跡地との比較検討を行った。

シミュレーション実装サブグループは、各サブグループが構築したシステムを統合し、プロジェクトマネジメントの立場から各サブシステムの優先順位を数量的に評価するモデルを構築し評価した。また、ニューラルネットワーク手法による火災予測の可能性について検討した。

## 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 8 件）

- (1) A. Nguvulu, S. Yamato and T. Honma, Forecasting Project Performance Using a Neural Prediction Model, Inst. Electrical Engineering of JAPAN (査読有り), 131 (2011) 900-905
- (2) 山戸昭三、中村仁之輔、本間利久、プロジェクトの定量的評価モデルの提案と適用事例、プロジェクトマネジメント学会誌 (査読有り)、12、(2010) 19-26
- (3) K. Kaku, K. Fukami, T. Honma and M. Fukuda, Sentinel Asia-the Overview and Prospect, Asian Journal of GEOINFORMATICS (査読有り), 10 (2010) 35-41
- (4) K. Kaku, K. Kushida, T. Honma and M. Fukuda, An Evaluation Method for Hotspot Detection Algorithms Using Web-GIS, Asian Journal of GEOINFORMATICS (査読有り), 9 (2009) 19-27
- (5) K. Kushida, S. Chin Liew, O. Msihigdorj, K. Kaku, M. Fukuda and T. Honma, A Stochastic Fire Detection Model in 4  $\mu$  m Constructed by Using ASTER and MODIS, Asian Journal of GEOINFORMATICS (査読有り), 8 (2008) 19-27
- (6) Y. Kagiya, K. Kimura, T. Honma and K. Nakau, A Study of an Algorithm to Detect Wildfire with Edges of Smoke Plumes, Asian J

Journal of GEOINFORMATICS (査読有り), 8 (2008) 35-40

(7) K. Honda, K. Kimura, T. Honma and J. Kudoh, Wildfire Detection Method in Alaska by Three-dimensional Histogram of MODIS, Asian Journal of GEOINFORMATICS (査読有り), 8 (2008) 29-33

[学会発表] (計 20 件)

- (1) A.Nguvulu, S.Yamato and T.Honma, Project Evaluation Using Deep Machine Learning, Soc. of Project Management of Japan, 2011.3.10, Tokyo, Japan
- (2) T.Honma, K.Kimura and Y.Baba, Land Cover Classification in Central Kalimantan, Indonesia Using ALOS-AVNIR and PALSAR, The 4<sup>th</sup> Joint PI Symposium of ALOS Data Nodes for ALOS Science Program 2010, 2010.11.17, Tokyo, Japan
- (3) I.Yoon, D.Lee, T.Honma and H.Shin, Wildfire Monitoring Using Wireless Sensor Networks, The 3<sup>rd</sup> Int. Sym. on Sentinel Earth – Advance in Satellite Imagery Data and GIS and Their Application, 2010.11.4, Sapporo, Japan
- (4) K.Kushida, T.Honma, K.Kaku and M.Fukuda, Active Fire Detection Using a Peat Fire Radiance Model, The 3<sup>rd</sup> Int. Sym. on Sentinel Earth – Advance in Satellite Imagery Data and GIS and Their Application, 2010.11.4, Sapporo, Japan
- (5) A.Nguvulu, S.Yamato and T.Honma, Forecasting Project Performance Using a Project Assessment Indicator Neural Network Scheme, The 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Project Management (ProMAC 2010), 2010.10.12, Makuhari, Japan
- (6) S.Yamato, J.Nakamura and T.Honma, The Comparison of PAI Model with AHP-PAI Model, The 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Project Management (ProMAC 2010), 2010.10.12, Makuhari, Japan
- (7) 上間弥、赤嶺有平、遠藤聡志、本間利久、木村圭司, 土地被覆データを使用した森林火災延焼拡大モデルの検討, 第 80 回 MPS 情報処理学会「数理モデル化と問題解決研究会」, 2010. 9.28, 札幌、日本
- (8) A.Nguvulu, S.Yamato and T.Honma, Forecasting Project Performance Using a Cross-Entropy Neural Network, IEEJ National Conference, 2010.3.18, Tokyo, Japan
- (9) T. Honma, K. Kimura and Y. Baba, Land-cover Classification with PALSAR Polarimetric Data in Kalimantan, Indonesia, The 3<sup>rd</sup> ALOS Joint PI Symposium, 2009. 11. 13, Hawaii, USA
- (10) K. Kimura, T. Ogawa, Y. Hatanaka and T. Honma, Simulation for the Extension of the Wildfire with Numerical Weather Simulation MM5, The 2<sup>nd</sup> International Symposium on Sentinel Earth – Advanced Utilization Studies of Satellite Data and Imagery Data, 2009.11.5, Sapporo, Japan
- (11) W. Uema, Y. Iha, S. Endo, Y. Akamine, K. Kimura and T. Honma, Development of a Simulation System for the Spread of Northern Hemisphere Forest Fires, ICROS-SICE Int. Joint Conf. 2009, 2009.8.20, Fukuoka, Japan
- (12) S. Yamato, J. Nakamura and T. Honma, Project Management Office Action Model Using AHP, The 10<sup>th</sup> International Symposium on the Analytical Hierarchy Process, 2009.7.31, Pittsburg, USA
- (13) K. Kaku, T. Honma and M. Fukuda, An Application of AHP/ANP to a Wildfire Management Project to Help Mitigate Global Warming, The 10<sup>th</sup> International Symposium on the Analytical Hierarchy Process, 2009.7.31, Pittsburg, USA
- (14) W. Uema, Y. Iha, S. Endo, Y. Akamine, K. Kimura and T. Honma, Development of a Simulation System for the Spread of the Boreal Forest Fires, 8<sup>th</sup> Int. Conf. Applications and Principles of Information Science, 2009. 1.11, Naha, Japan
- (15) K. Honda, K. Kimura and T. Honma, A Study of Wildfire Detection in Alaska by Using MODIS Data, 1<sup>st</sup> Int. Sym. Arctic Research, 2008.11.6, Tokyo, Japan
- (16) K. Kimura and T. Honma, Building the Wildfire Expansion Simulation in Alaska, 1<sup>st</sup> Int. Sym. Arctic Research, 2008.11.6, Tokyo, Japan
- (17) T. Honma, K. Kimura and Y. Sakagami, Building Database as Background of Wild Fire with Spatio-Temporal GIS, ALOS PI 2008 Symposium, 2008.11.5, Kos, Greek
- (18) K. Edagawa, K. Kimura and T. Honma, Local-Scale Weather Simulation Related to Large Wildfire in Alasaka, 1<sup>st</sup> Int. Sym. Arctic Research, 2008.11.5, Tokyo, Japan
- (19) S. Yamato, J. Nakamura and T. Honma, PMO Action Model Using AHP, 4<sup>th</sup> Int. Conf. Project Management, 2008.9.17, Anchorage, USA
- (20) K. Kaku, T. Honma and M. Fukuda,

AHP and ANP Evaluation of Wildfire  
Project Management using Remote Sensing  
Technology, 4<sup>th</sup> Int. Conf. Project  
Management, 2008.9.16, Anchorage, USA

〔図書〕(計1件)

本間利久(編)、オーム社、プロジェクトマネジメン  
トハンドブック、(2009) 1-806

〔産業財産権〕

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

本間 利久(HONMA TOSHIHISA)  
北海道大学・情報科学研究科・教授  
研究者番号: 00091497

### (2) 研究分担者

木村 圭司(KIMURA KEIJI)  
北海道大学・情報科学研究科・准教授  
研究者番号: 30292195

串田 圭司(KUSHIDA KEIJI)  
富山大学・極東地域研究センター・准教授  
研究者番号: 90291236

遠藤 聡志(ENDO SATOSHI)  
琉球大学・工学部・教授  
研究者番号: 00223686

赤嶺 有平(AKAMINE YUHEI)  
琉球大学・工学部・助教  
研究者番号: 00433095