

# 森林地崩壊予測システム開発

官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）

革新的建設・インフラ維持管理技術 / 革新的防災・減災技術領域  
令和2年度成果

令和3年3月  
農林水産省

## 資料1 「森林地崩壊予測システム開発」の概要

アドオン額: 18,387千円(農林水産省)

元施策・有 / PRISM事業・R2終了

### 課題と目標

- (課題) 近年の集中豪雨の増加により各地で斜面崩壊が多発しており、情報技術を活用した災害リスクの事前予測や災害後の迅速な対応を可能にする技術開発が必要である。
- (目標) 高精度な災害危険地抽出技術の開発と林道等の山地インフラ情報の共有・活用体制の構築で、新たな民間ビジネスを創出するとともに、山地防災力を向上する。

### 「森林地崩壊予測システム開発」の概要

- 元施策: 温暖化によって山地災害のリスクが高まる中で、森林の土砂崩壊・流出防止機能を評価するとともに、森林の防災機能を発揮させるための森林管理技術を開発する。(R2年度: 18,233千円)
- PRISMで実施する理由: 民間企業の技術力を導入してAIを用いた危険地予測や情報技術を活用した研究成果の普及加速をはかるため、PRISMで実施する。
- テーマの全体像: 航空レーザー測量による高解像度地形データなど多様な空間データとAIを活用して過去の崩壊跡地や将来の崩壊リスクが高い場所を抽出する技術を開発する。こうしたリスク情報と林道等の山地インフラ情報を統合した情報プラットフォームを構築してプロジェクトの成果やデータを発信して、森林計画や地域防災への活用を促すとともに、プロジェクトの成果を活用した民間ビジネスの創出に貢献する。

### 出口戦略

- 高精度な災害危険地抽出の開発と林道等の山地インフラ情報の共有化で、山地防災力向上のための環境を提供し、民間ビジネスを創出する。
- 山地災害リスク情報とライフライン林道情報をSIP4D等関連分野に提供し、災害の応急対策に貢献する。

### 民間研究開発投資誘発効果等

- 民間研究開発投資誘発効果: これまで遅れていた山地森林域の空間データの新たな活用技術を提案して、空間情報サービスを提供する民間企業の森林・林業分野への参入を促進。(年間3億円規模)
- 民間からの貢献額: 3年で38百万円相当  
(内訳) H30: 3社計16,460千円、R1: 3社計15,200千円、R2: 3社計6,400千円  
出口企業: 朝日航洋(株)、(株)ノーザンシステム、Pacific Spatial Solutions(株)

**アドオン（農林水産省）：18,387千円**  
**元施策名：（山地災害リスクを低減する技術の開発）**  
**18,233千円**

- ・森林が発揮する力学的／水文学的防災効果を評価する技術を開発し、森林の土砂崩壊・流出防止機能の経年変化を予測する技術を開発。
- ・山地災害リスクを考慮した新たな森林計画支援技術を開発し、林業の活性化と森林の防災機能の発揮を両立する森林管理技術を開発。
- ・普及・実用化支援組織の協力の下、開発した技術を自治体や企業の森林整備計画や森林経営計画に適用。

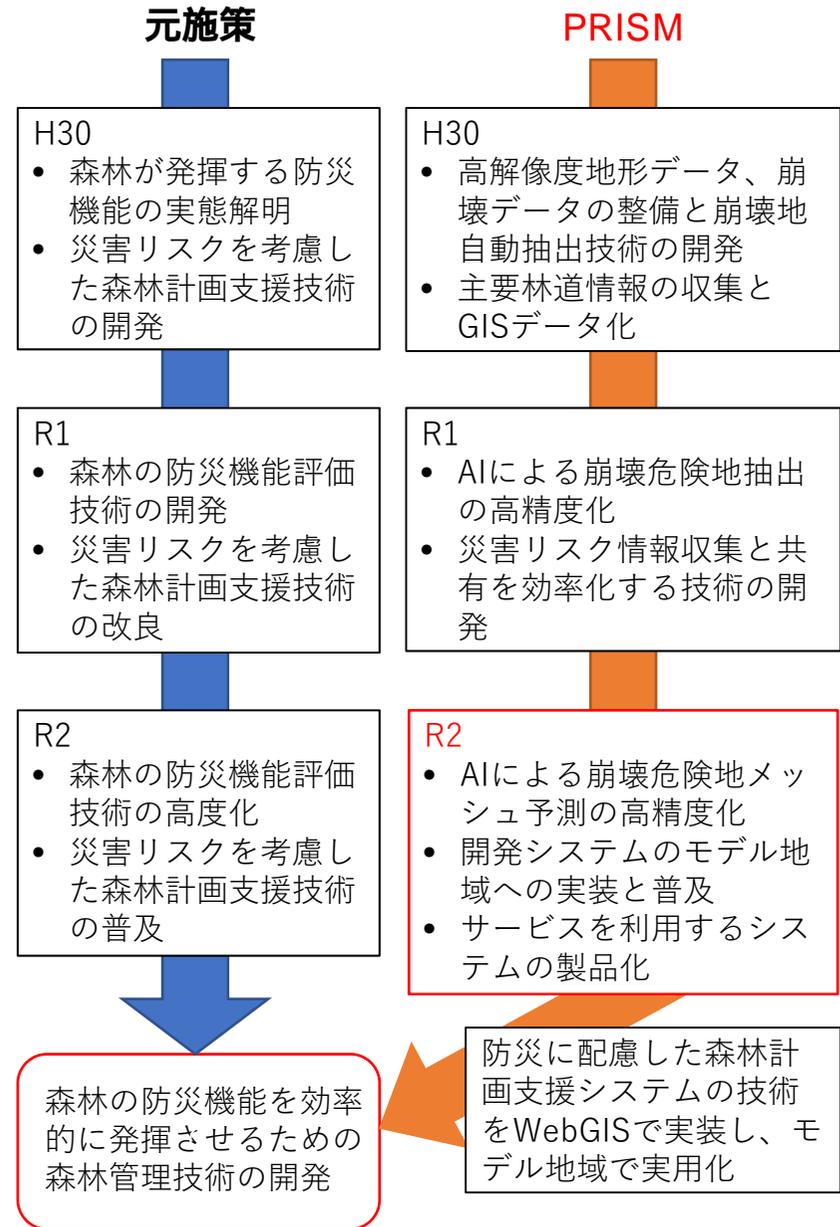


**【PRISM】**

- ・高解像度衛星やAIを活用して過去の崩壊多発域を抽出。→AIによる崩壊リスクの事前予測に活用。
- ・高解像度地形データや衛星データ、MMS\*1を活用した林道等の森林インフラの監視技術を開発。→防災に配慮した森林管理計画、災害時の代替路としての林道を評価。
- ・山地災害リスク情報を共有化する技術を開発。

\*1MMS：3次元レーザ計測機とデジタルカメラによって、道路および周辺の3次元座標データと連続映像を取得する車両搭載型計測装置

**【開発のイメージ】**



## 資料3 「森林地崩壊予測システム開発」の目標達成状況

### ○施策全体の目標

最新の情報技術による災害危険地抽出技術の開発と山地情報の共有化で、新たな民間ビジネスを創出するとともに、危険地情報を考慮した森林計画等の策定及び山間地域の防災力の向上を実現。モデル地域における山地災害リスク情報とライフライン林道情報をSIP4D等に提供し、災害時の応急対策に貢献。

事業名等	当年度目標	目標の達成状況
①機械学習による危険地抽出技術の開発	地域における発生要因を明らかにし、地形・地質等の地域性の評価精度を向上させる。	防府と広島の実例において、NDVI（正規化植生指数：植生の分布状態や活性度を示す指数）と植生高をランダムフォレストに加え、メッシュ内の崩壊の有無を再現するモデルの予測精度の向上（0.751→0.791）に成功。NDVIと植生高を加えたモデルから広島豪雨を想定したリスクマップを作成。
②AIを用いてCS立体図から森林路網を自動抽出する技術の開発	昨年度までに整備した路網データとCS立体図から、路網自動抽出アルゴリズムを開発し、精度を評価する。	岐阜県のCS立体図にアルゴリズムを適用し、オーバーラップ率65%の精度で路網抽出に成功。森林業務での活用を開始。長野県でも適用。
③災害危険地を含む多様な山地の空間情報を提供する情報プラットフォームの構築	プロジェクトにおいて作成したCS立体図を公開する。 CS立体図を活用する技術を開発する。	これまでプロジェクトで作成した岐阜・長野県のCS立体図を整備しG空間情報センターから公開。 熊本県阿蘇、福岡県朝倉、広島、岡山、愛媛、高知、福島県のCS立体図についても行政で活用するためのシステムを整備。森林業務にCS立体図を活用するための普及用教材を提供。
④リスク情報と森林路網データを活用した災害時のライフラインとしての林道の機能評価	災害時の迂回路としての林道の機能評価技術を開発する。	昨年度抽出した過去の崩壊地形の分布データから林道のライフラインとしての機能の評価。
⑤山間地での森林計画や地域防災、民間の高度な空間情報サービスの展開の支援	ハッカソンを開催してプロジェクトの成果を元にした技術開発を支援する。 民間企業により地域の森林計画や地域防災で活用できる様々なサービスを開発する。	岐阜県森林アカデミーのハッカソン（9月4日）に講師を派遣して支援。 CS立体図自動作成サイトを構築。 民間の地理情報サービスにCS立体図等の基盤データを提供。 行政の森林管理でAI技術や高解像度空間データを活用。

# 資料4 「森林地崩壊予測システム開発」の成果

## ○機械学習による危険地抽出技術の開発

航空レーザー測量による災害前の植生高を考慮したリスク予測技術

植生高の導入で森林の状態を考慮した危険度予測を可能に

	植生高とNDVI	植生高のみ	NDVIのみ	植生指標無し
AUC*	0.791	0.783	0.767	0.751

\*AUC：モデルの分類結果の有効性を評価する指標。

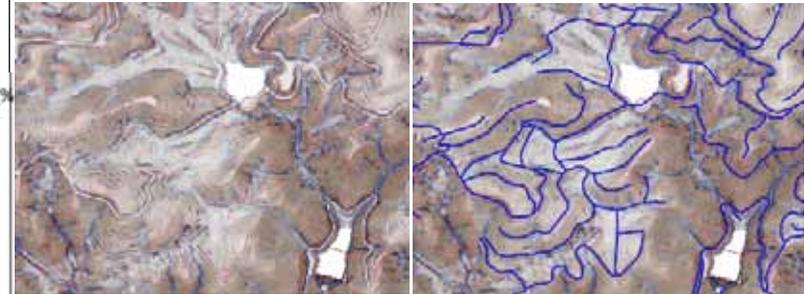
0.8以上：効果大 0.7-0.8：効果有 0.6-0.7：効果多少有 0.5-0.6：効果無



東広島地区について1998年災害と同程度の500mmの豪雨を想定したリスクマップを作成し近畿中国森林管理局に提供した

## ○AIを用いてCS立体図から森林路網を自動的に抽出する技術を開発

岐阜県の講師データを用いてCRESI\*を使用。路網の状況を詳細に再現（オーバーラップ率0.65を達成）。長野県の路網についても良好な精度で抽出（下の図）。



入力画像

抽出結果

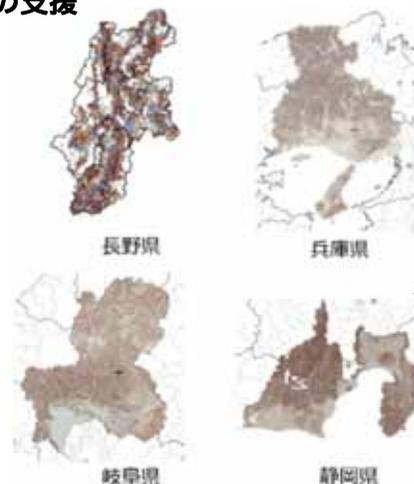
\*CRESI：衛星データから精度よく道路網を抽出するために開発されたアルゴリズム

## ○山間地での森林計画や地域防災、民間の高度な空間情報サービスの展開の支援



主要部を整備  
一部地区  
G空間で  
公開済

各地のCS立体図を  
整備し順次公開



民間企業の  
利用も開始

林業専用ICTプラットフォームを提供する製品に採用され林業分野への民間企業参入に貢献



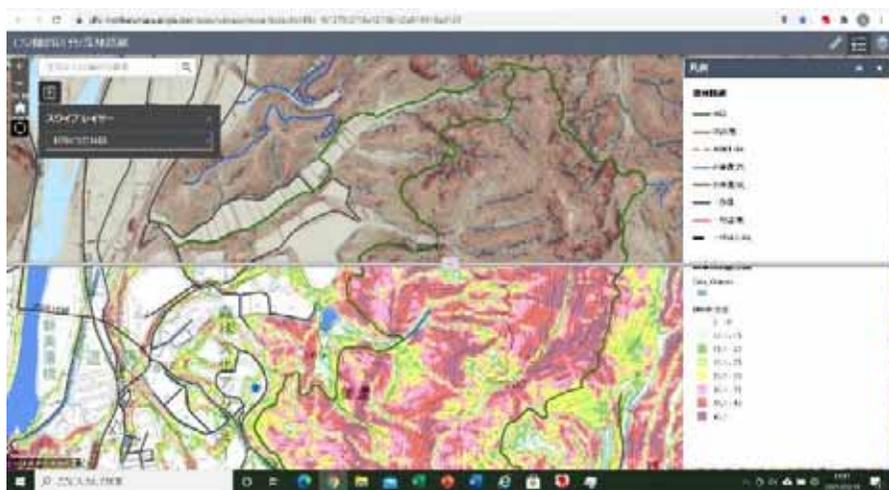
ブレイクスルー社の林業用アプリ（β版、インストール回数15000以上）

FMEによるCS立体図自動作成ツールを開発でデータ整備を加速

Webによるデータ公開

## 資料4 「森林地崩壊予測システム開発」の成果

成果の社会実装：プロジェクト成果を森林行政向けWebGISで活用



CS立体図や路網のデータをWebGISで共有し活用  
(岐阜県)



プロジェクト成果を林野庁の災害調査アプリで活用  
森林技術講習所の普及活動に講師を派遣予定

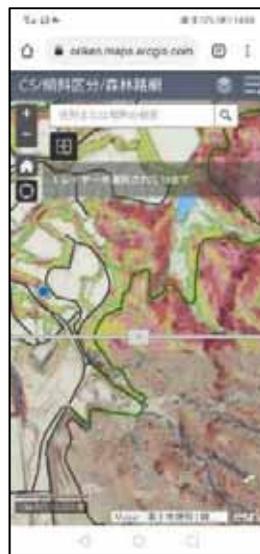


スマホで参照

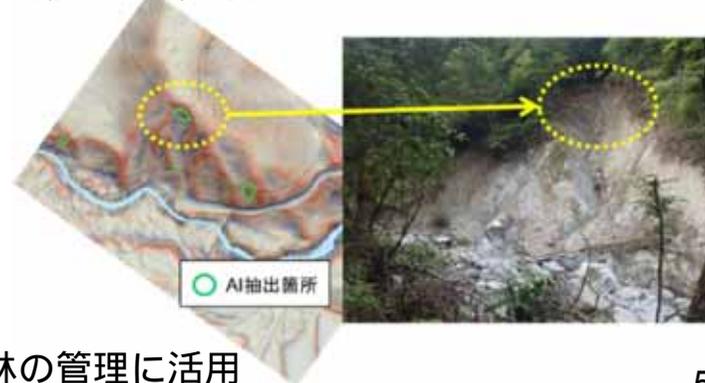


現地情報登録

ArcGISオンラインでデータを共有



危険個所の状況を現地で確認



AIで抽出した崩壊跡地形データは災害時の被害点検など岐阜県民有林の管理に活用

## 資料4 「森林地崩壊予測システム開発」の成果

成果の発信：プロジェクト成果を林業技術ハッカソンや学術雑誌で発信

開催日：2020年09月05日(土)

【オンライン開催!!】第5回! 林業×ITハッカソン@  
森林文化アカデミー

森林文化アカデミー NPO法人 森とIT 共催

今年も林業×ITハッカソン@森林文化アカデミーを開催します!

昨年に引き続き第5回!

今年はオンラインで開催します!

今回のテーマは、

「路網」



岐阜県で林業×ITハッカソンを開催  
(2019の様子、2020はWeb開催)

地形 第41巻第4号  
377-386頁 (2021)

JGU Transactions, Japanese  
Geomorphological Union  
41-4, p. 377-386 (2021)

森林分野の技術者向け地形教育におけるCS立体図の活用

大丸裕武<sup>1</sup>・戸田堅一郎<sup>2</sup>

Utilization of CS Topographical Map and Geomorphology Education in Forestry

Hiromu DAMARU<sup>1</sup> and Kenichiro TODA<sup>2</sup>

Abstract

CS topographic map (CS Map) has played an important role in geomorphology education in forestry because of its visualization ability for high resolution DEM taken by airborne LIDAR. Recently, construction of forest work road has been increased in Japan due to implementation of government policy facilitating timber production. Technical staffs in Japanese local governments, therefore, have been plagued by erosion and small landslides around forest work roads.

In response to this situation, the spread of CS Map has expanded among technical staff in the local governments, because they could easily find out high risk points by using CS Map where water flow concentrates. Since CS Map has invented as an open source technology, many software tools and free digital maps had released as open source data by local governments, amateur and professional programmers. Today, CS Maps in 1 m resolution are available for several regions as open data (e.g. private forest areas in Shizuoka, Nagano, Gifu and Hyogo Prefectures). It is necessary to introduce disaster risk assessment based on detailed topographic data into forest zoning. For this purpose, cooperation between local government staff and researchers and information engineers will be important.

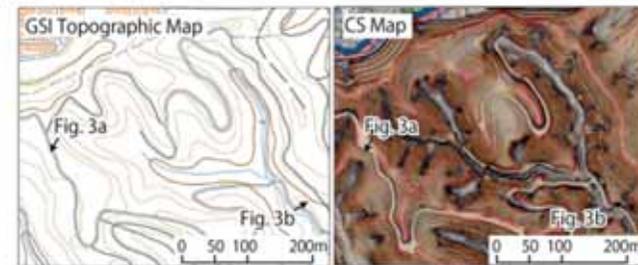


図2 森林総合研究所多摩森林科学園の国土地理院2万5千分の1地形図とCS立体図  
図3a, bには2019年に発生した崩壊の事例を示した。

大丸・戸田(2021) 地形41(4)

# 資料4 「森林地崩壊予測システム開発」の成果

PRISMで整備した地理情報技術やデータの活用により元施策「山地災害リスクを低減する技術の開発」の目標である「安全な林業を支援する技術の普及」を加速した

安全な林業に向けてCS立体図やリスクマップ等のデータを提供するシステムをPRISMで整備

森林経営計画の策定

対象地のスケール  
 公園 (計画区域) | 市域 (市町村) | 区域 (林分)

使用データ  
 CS立体図、SHC図、傾斜区分図、地質図、樹高分布図・人工林位置図、森林計画図、森林簿

実施者  
 市町村 | 事業者 | 事業体・森林組合

目的・対象地  
 地形データを活用した森林経営計画の策定 中はりま森林組合 (兵庫県神戸町)

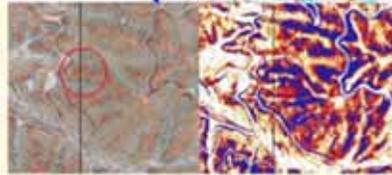
現地で検証

成果 **データ提供システム**

- CS立体図等を活用し、作業道計画、間伐計画、主伐計画を作成 (R2年度2団地策定)



森林経営計画 計画図



- 既存の作業道を調査すると、概ねSHC値が0.45程度以下の場所で開設しており、作業道周辺の崩壊箇所割合はSHC値が0.45~0.50の範囲で最も高かった。

現場の声

- 団地設定の可否の目安はSHC図で、作業道計画はCS立体図と傾斜区分図を参考に作成

今後

- 計画に基づき施策を実施

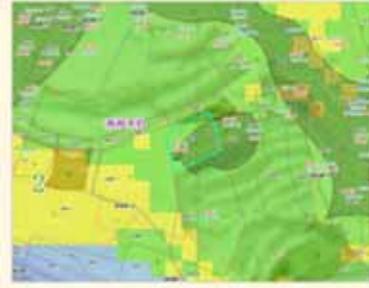


長野県

- CS立体図から路網線形をトレースし、林道網図を作成
- 過去の災害履歴と、森林整備事業の聞き取り調査から関係を検討  
 SHC>0.35 (崩壊危険) 、平均傾斜>30° (路網開設困難)

【ゾーニング手順】

- SHCにより災害リスクを評価
- 森林簿により森林資源を調査
- 路網図からの距離 (50m以内) で搬出可能か評価
- 平均傾斜により、作業道開設の可否を評価



ゾーニング結果

①~④による絞り込みを行い、木材生産林候補 (経済林)、木材生産林候補 (要路網開設)、保全林 (架線集材なら可)、保全林 (非採算)、保全林 (危険地) に5区分

岐阜県

- 県森林研究所が講師を務め、座学と現地研修により、災害リスクの評価手法
- 現地研修では、実際の崩壊危険地において、各種地図を見ながら、地形判読のポイントなどを解説した
- アンケート調査の結果、受講者全員が災害リスクを考慮した木材生産の必要性に理解を示したことから、災害リスクを考慮した木材生産の実践が期待される



研修の状況

兵庫県

- 過去の歴史と広域の危険度への認識、斜面レベルの危険度認識 (崩れやすい) の判断 (現地の危険指標) についての座学
- 現地にて危険地形や現地指標の観察を実施、また、作業道崩落現場での崩落原因の解説を実施

CS立体図




## 資料4 「森林地崩壊予測システム開発」の成果

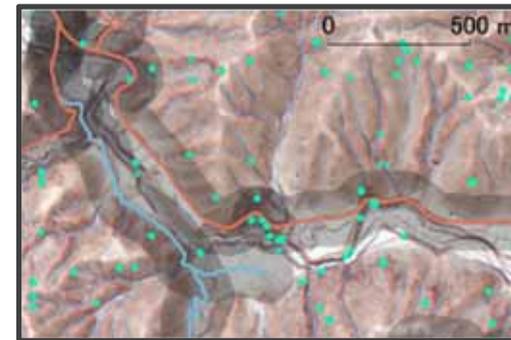
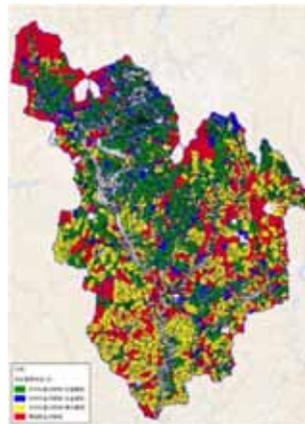
PRISMの成果を元にインハウス課題でITを活用した森林ゾーニング技術を提案

R2年度までに岐阜・長野・兵庫県で防災を考慮した森林計画を支援した  
ITを活用した森林ゾーニングの動きは国（林野庁）や全国の自治体に拡大中

事例1) PRISMの成果を郡上市の森林ゾーニングで活用  
第65回森林計画研究発表大会(東京都:2018年2月)で優秀賞を受賞

事例2) 郡上市で災害を想定し維持管理・改良の  
優先対象となる林道を抽出する技術を試行

【5-2 地形及び地利等による区分(①効率性・②災害リスク)  
傾斜、距離からの距離、樹高及び積雪深から4つの区分に分けて考えます。



- AIによる危険地から遮断リスクを評価
- 災害時の迂回路機能を考慮して整備優先度を評価

事例3) 岐阜県ではPRISMで整備したCS立体図と路網データを活用して森林作業道事前チェックシステムを開始し林業地での災害防止に活用



## 資料5 「森林地崩壊予測システム開発」の民間からの貢献及び出口の実績

○民間からの貢献額：研究参画者の人件費や開発費の提供にH30～R2の3年間で38,060千円相当の研究開発投資。

- ①（内訳）H30：16,460千円
- ②（内訳）R元：15,200千円
- ③（内訳）R2：6,400千円

当年度当初見込み	当年度		
参画企業から人員や機材等に研究開発資金（6,400千円）を拠出。	参画企業からの研究開発投資実績		
	参画企業	貢献額(千円)	貢献内容
	株式会社ノーザンシステム	1,800	森林路網自動抽出技術の開発：人件費、旅費
	朝日航洋株式会社	2,300	G-KANによる情報配信システムの構築、ハッカソン技術支援：機材費、人件費、旅費
	Pacific Spatial Solutions株式会社	2,300	CS立体図自動作成システムの開発、オフライン対応型端末システムの開発：人件費、旅費
	合計	6,400	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 民間のAI技術や情報解析・配信技術を活用して技術開発と成果の普及を加速。</li> </ul>			

○出口戦略

- 高精度な災害危険地抽出の開発と林道等の山地インフラ情報の共有化で、山地防災力向上のための環境を提供し、民間ビジネスを創出。
- 山地災害リスク情報とライフライン林道情報を自治体の森林管理部門や防災部門に提供し、森林管理や災害の応急対策に貢献。

当年度当初見込み	当年度実績
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS立体図等を活用した危険地の評価技術を開発し、森林防災で活用する技術を提供。</li> <li>• PRISM課題で提供したデータを活用した技術開発を誘発。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 岐阜、長野、福岡、広島等全国8地区のCS立体図を配信。</li> <li>➢ CS立体図の活用を可能にする小型端末を開発。</li> <li>➢ CS立体図の作成を支援するためのWebサービスを開発。</li> <li>➢ 森林の防災機能を考慮した山地災害リスク予測技術の開発。</li> <li>➢ 岐阜県の森林ハッカソンで森林路網データの活用技術開発を支援。</li> <li>➢ 具体的な危険地を想定して林道のライフライン機能を評価する技術を開発。</li> <li>➢ 森林行政の基盤データや民間製品のWeb地図として採用</li> </ul>