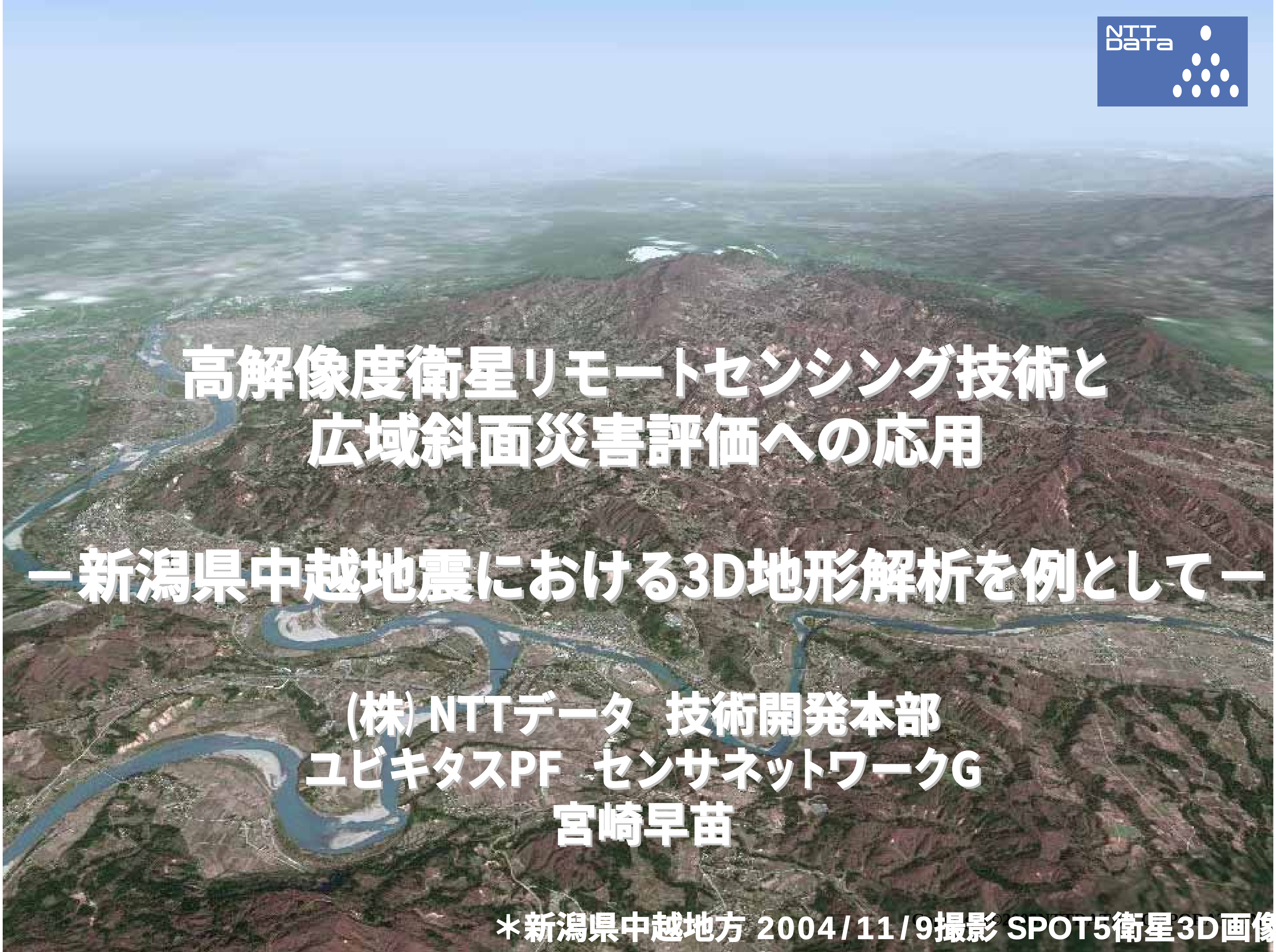


高解像度衛星リモートセンシング技術と広域斜面災害評価への応用

ー新潟県中越地震における3D地形解析を例としてー

(株) NTTデータ　技術開発本部
ユビキタスPF　センサネットワークG
宮崎早苗

＊新潟県中越地方 2004/11/9撮影 SPOT5衛星3D画像

・研究の背景

【衛星画像の特徴】
遠隔より、広域・面的・周期的に情報収集が可能

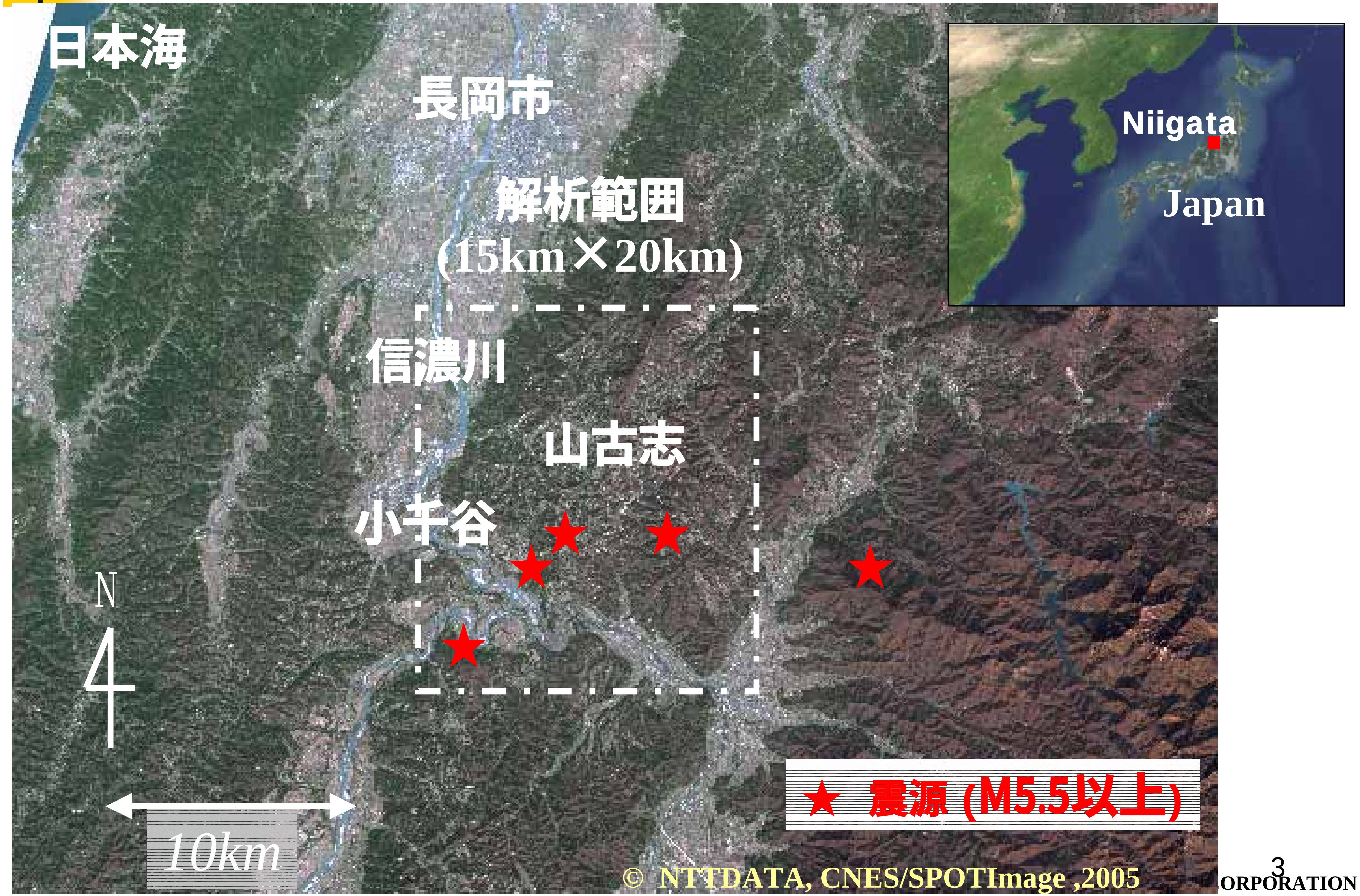
【社会的】
・近年の異常気象に伴う大型台風,大地震を起因とした斜面災害が日本,アジア各地で多発
・早期復旧支援体制の確立、高精度危険予測が重要（？）

衛星画像を用いた広域面的継続モニタリングに基づく
災害情報抽出の可能性について検討

【本研究】
<u>斜面災害前後の3D地形変化解析による災害検出・規模推定</u>
⇒2004年新潟県中越地震に伴う斜面災害へ適用

Copyright©2005NTTDATA CORPORATION

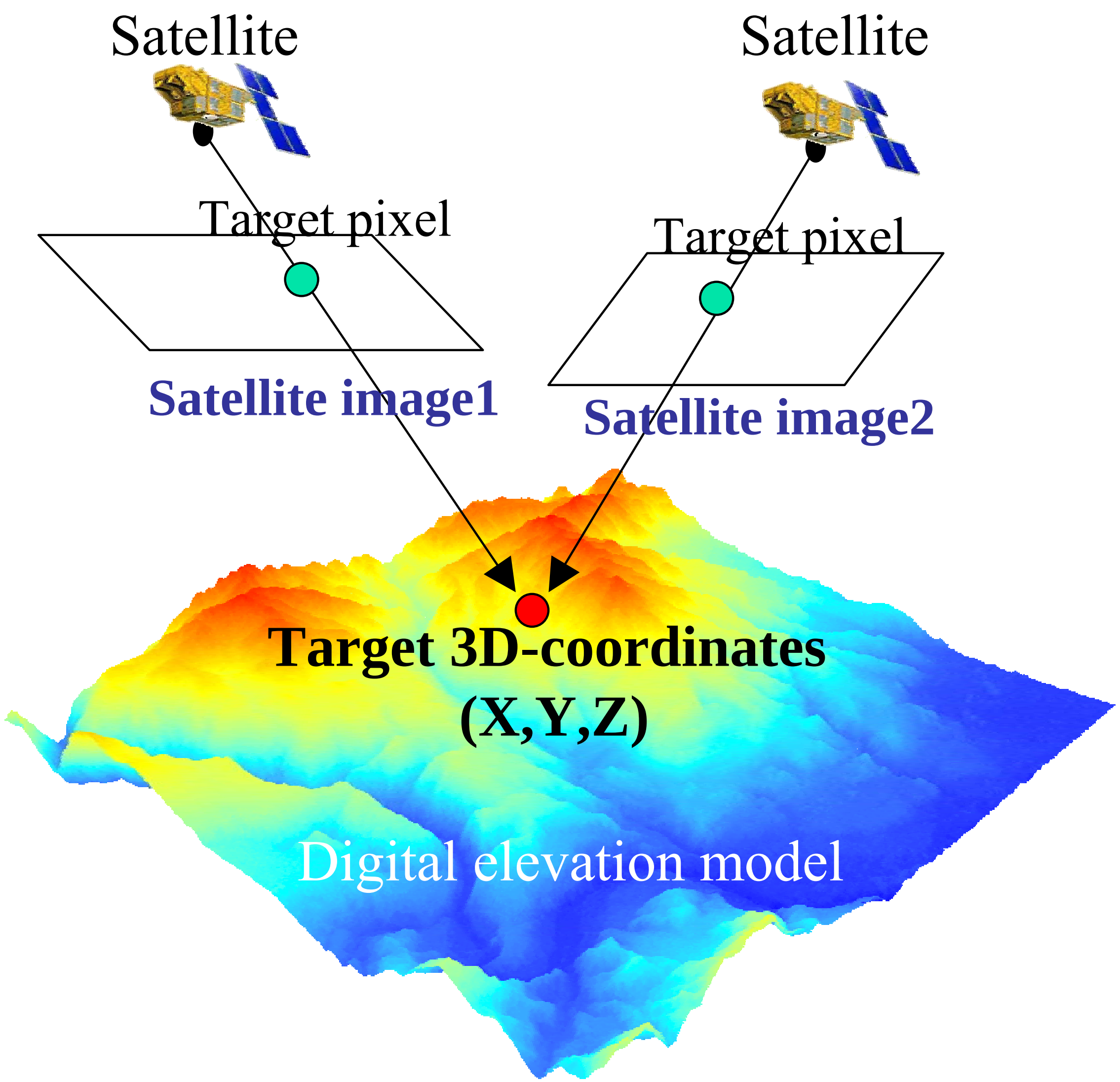
・対象地域



ORPORATION

・３D地形の推定：ステレオ画像解析

◆ ステレオ画像解析の模式図



◆ 画像処理過程

ステレオペア衛星画像（SPOT5）

↓

衛星軌道･姿勢、センサ情報の解析

↓

ステレオ幾何学モデルの作成

↓

画像マッチング

↓

3次元座標計算

↓

5mメッシュDSM（相対座標）

↓

GCPによるバイアス座標補正

↓

5mメッシュDSM（座標補正済）

↓

5mメッシュDEM（樹高補正済）

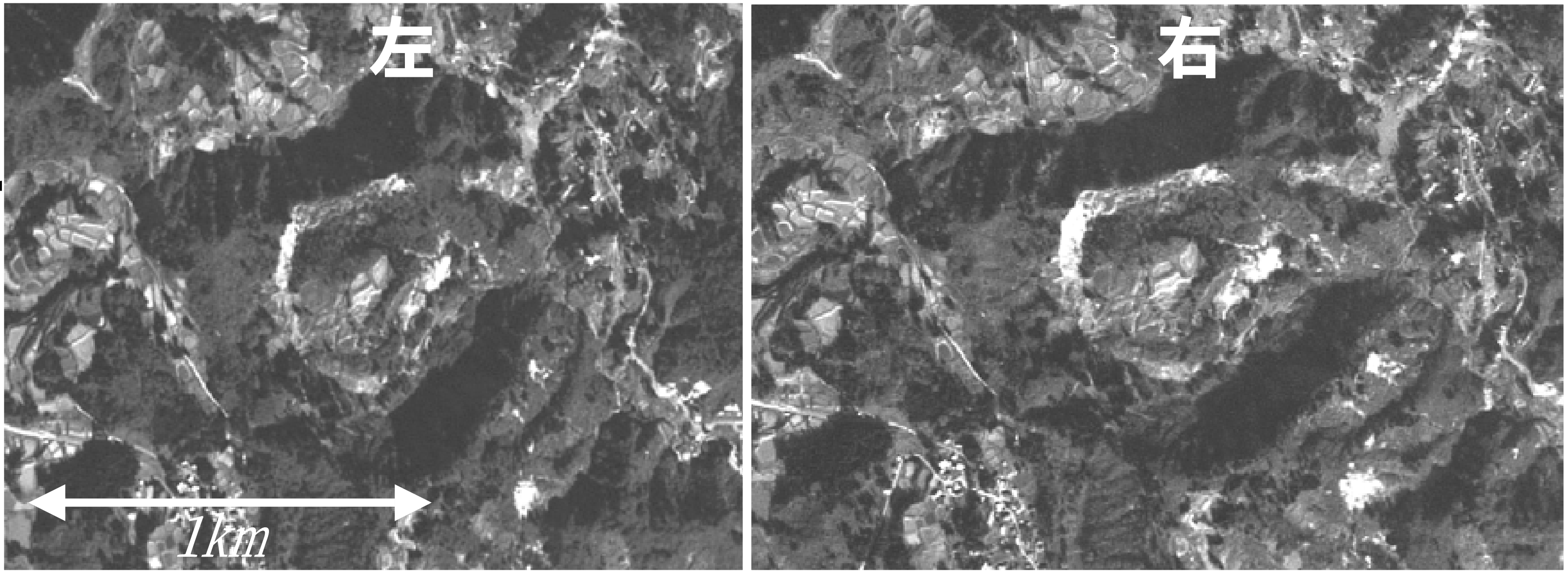
Copyright©2005NTTDATA CORPORATION

・利用データ

・衛星画像：SPOT5衛星パンクロマチック・ステレオペア画像

性能	画像解像度	地上撮影幅	撮影角
	2.5m	60km	±0～31°

ステレオ画像例(災害後)



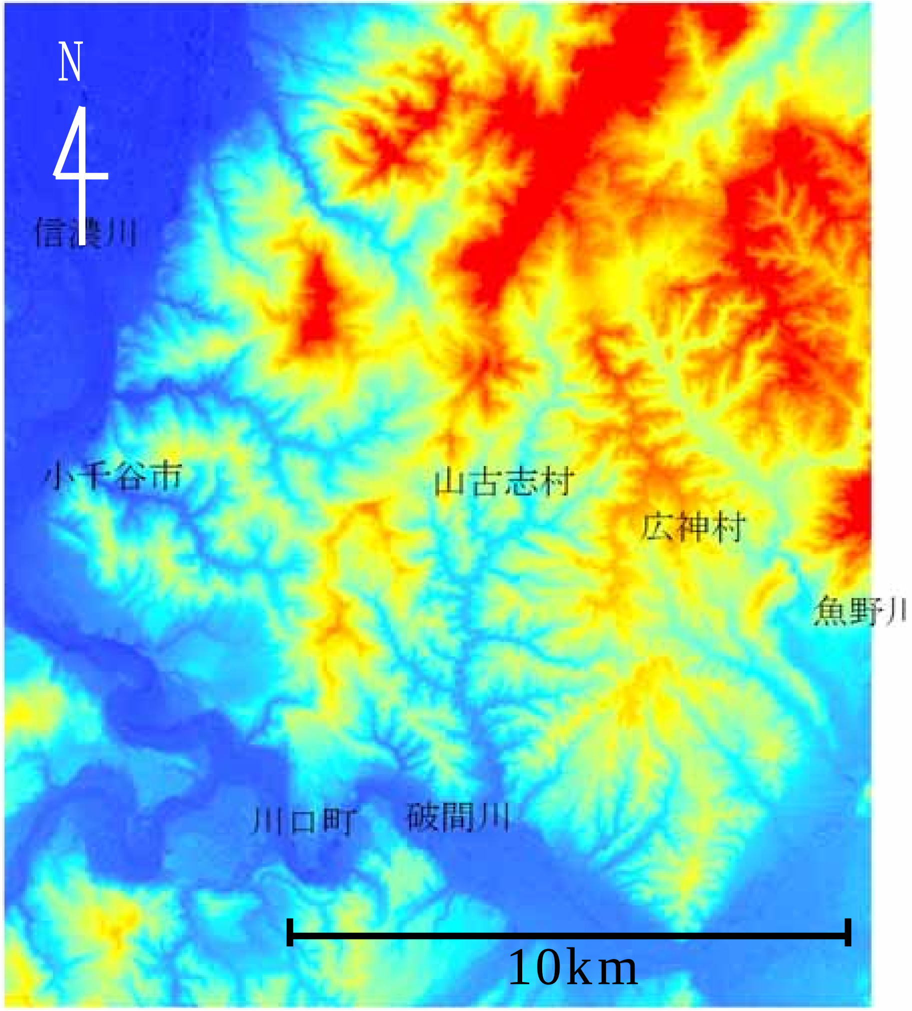
・中越地震前後の2組のステレオペア画像を利用

	災害2ヶ月前	災害直後
撮影日（視差角）	8月2、13日（19度）	10月29日、11月9日（17度）

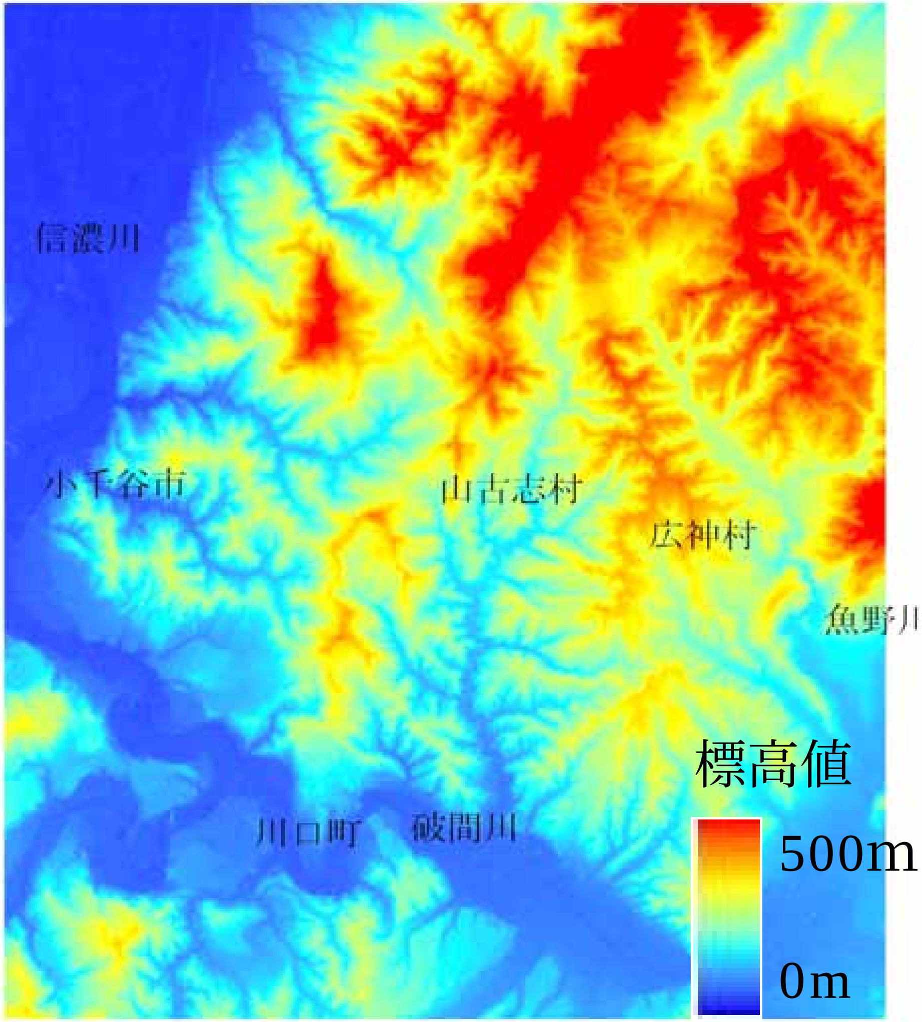
Copyright©2005NTTDATA CORPORATION

・DEMデータ抽出結果

震災2ヶ月前
Aug. 2004(Before Earthquake)



震災直後
Nov. 2004(After Earthquake)

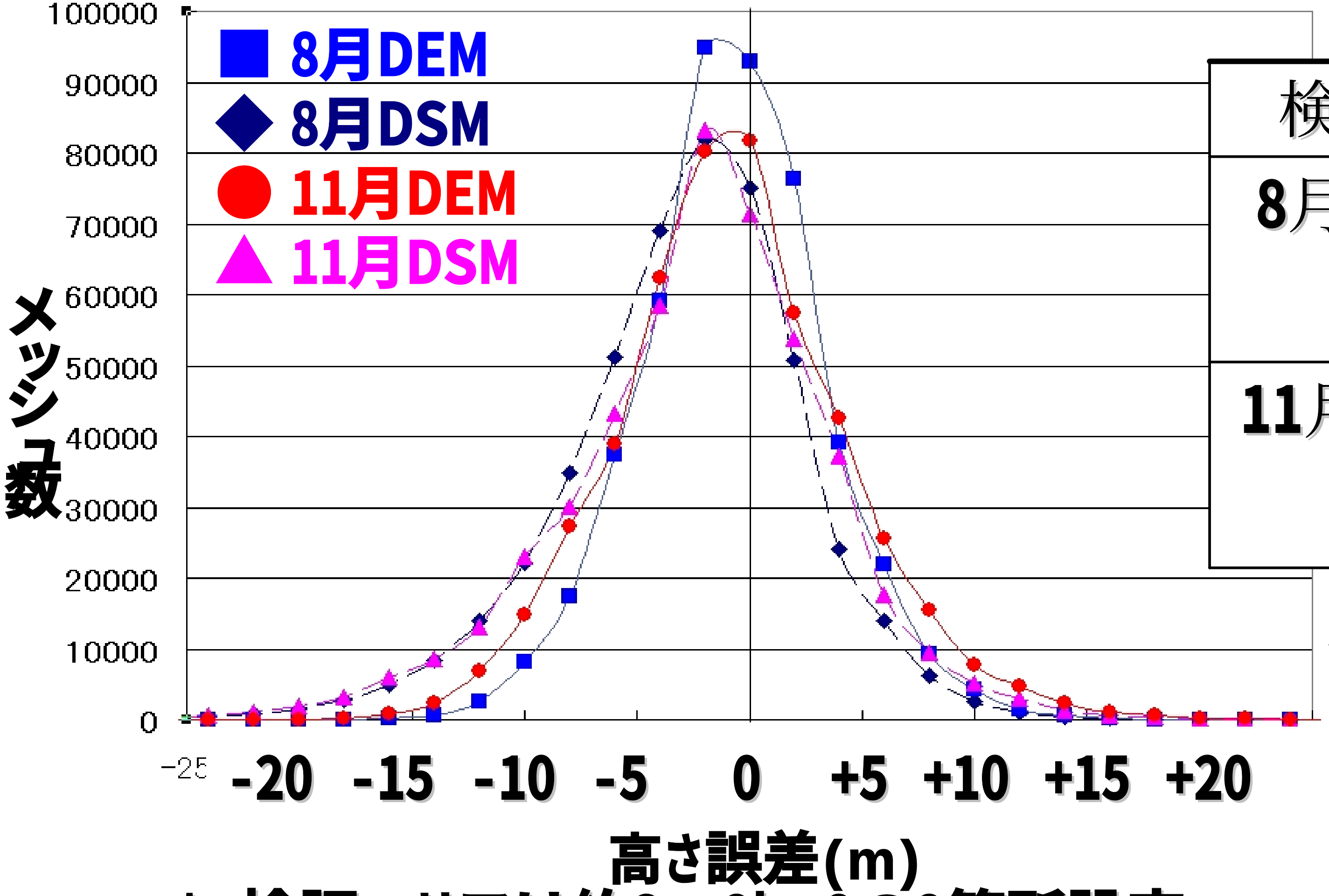


Copyright©2005NTTDATA CORPORATION

・高さ精度

- 衛星画像からの5mメッシュDEM,DSMデータの精度検証
- 震災直後計測の航空レーザ測量データと差分比較

高さ誤差のヒストグラム分布



・精度検証結果

検証項目		誤差m(1σ)
8月	DEM	4.1
	DSM	5.3
11月	DEM	5.2
	DSM	5.8

＊ DEM：樹高補正標高
DSM：樹高含む高さ

＊ 検証エリアは約3×2km2の2箇所設定

Copyright©2005NTTDATA CORPORATION

・衛星DEMに基づく中越地震前後の３D地形データ

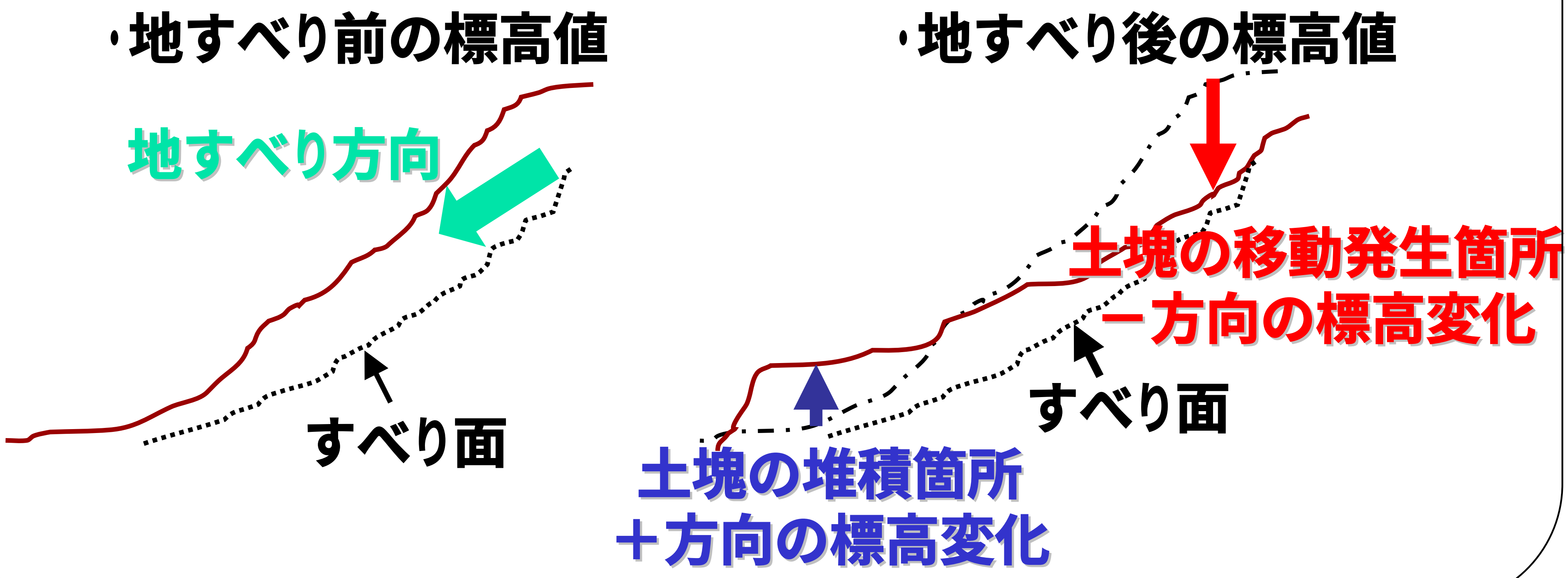
・衛星DEMに基づく中越地震前後の３D地形データ

震災直後　Nov. 2004(After Earthquake)

・標高変化解析

- 斜面災害前後の高さ変化を,2時期の衛星DEMから差分計測。
  高さ変化量から崩壊箇所/規模を推定する方法。

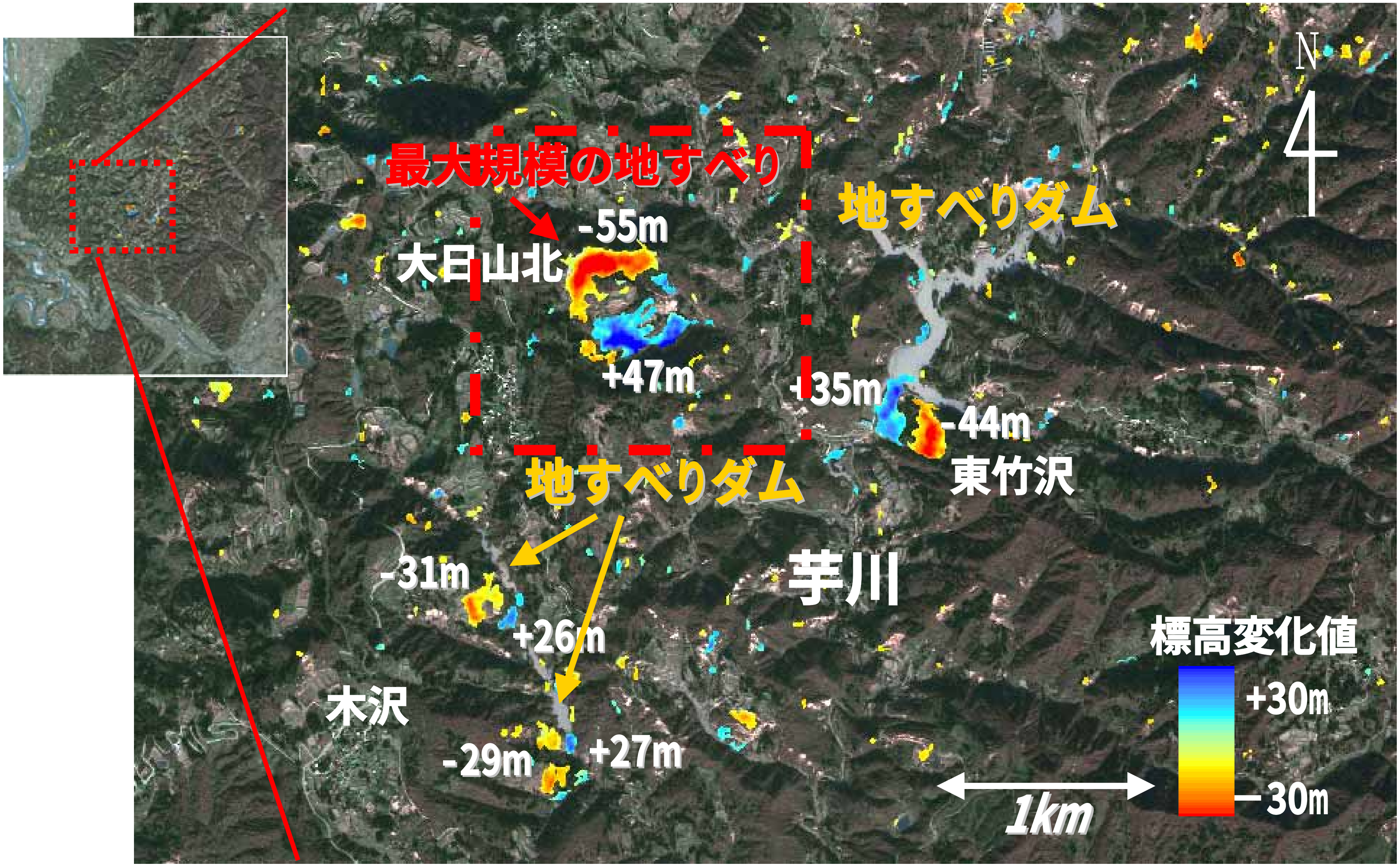
○斜面災害前後の標高変化の模式図 (地すべりの例)



Copyright©2005NTTDATA CORPORATION

・衛星画像解析に基づく中越地震前後の標高変化図

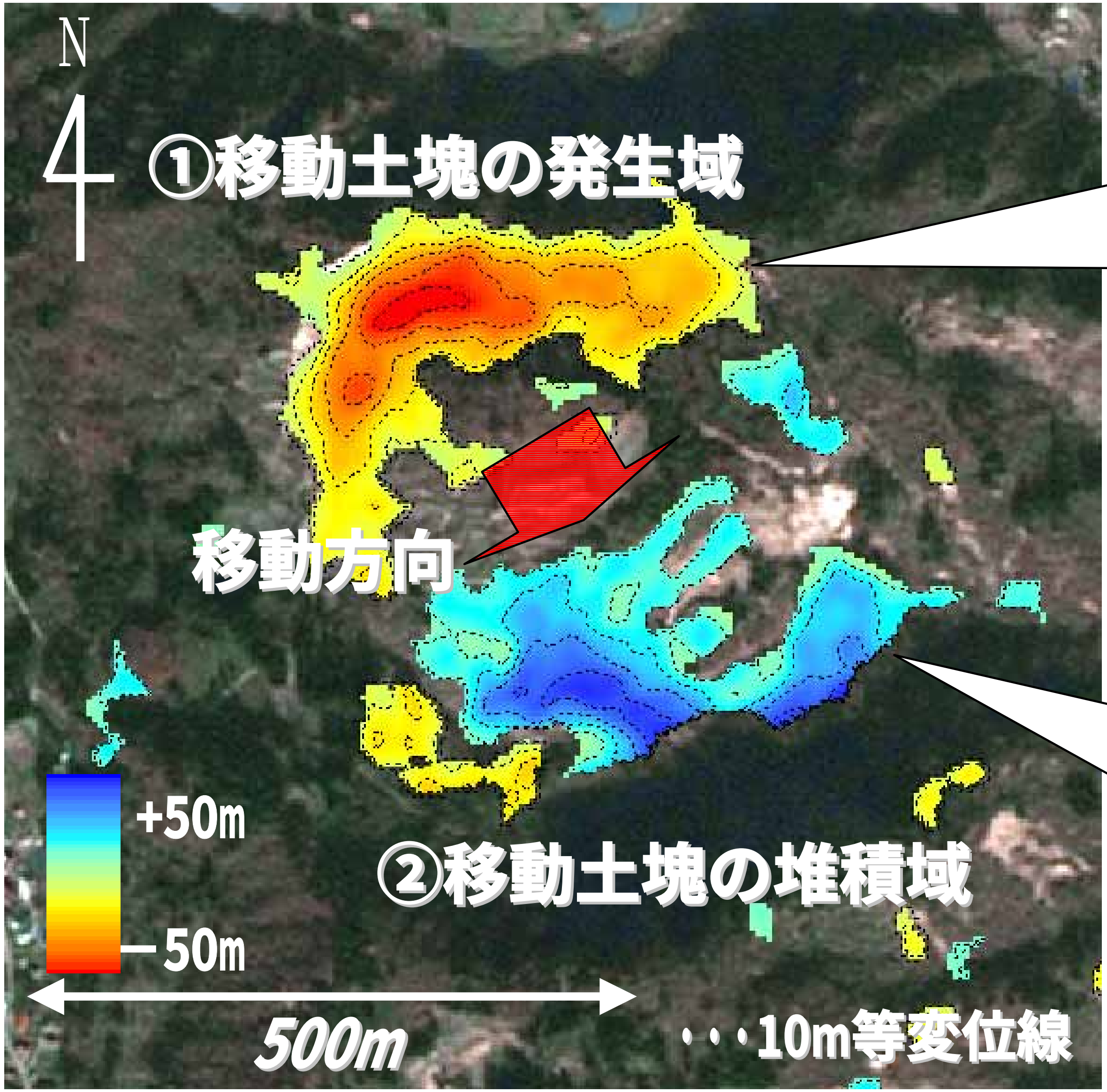
・ 芋川流域の中越地震前後の標高変化図



Copyright©2005NTTDATA CORPORATION

・ 災害規模の推定例：大日山北方地すべり

・衛星画像解析に基づく標高変化図



・災害規模の自動計算

①土塊発生域（－方向変化）

最大変化	－55m
平均変化	－22m
変化面積	76,725m²
変化体積	1,714,040m³

②土塊堆積域（＋方向変化）

最大変化	＋47m
平均変化	＋20m
変化面積	64,450m²
変化体積	1,304,630m³

Copyright©2005NTTDATA CORPORATION

・中越地震に伴う斜面災害規模の推定結果

・崩壊規模上位3箇所と東山丘陵全体の規模推定結果

規模順位/地名	種別	変化方向	最大変化(m)	面積 (m^2)	体積 (m^3)
1. 大日山北方	地すべり	-	-55	76,735	-1,714,038
		+	47	64,450	1,304,631
2. 東竹沢 芋川地すべりダム	地すべり	-	-44	30,250	-701,887
		+	35	29,900	527,134
3. 一峰沢左岸 和田川支流沿い	地すべり	-	-31	43,725	-608,292
		+	38	37,050	736,374
＊東山丘陵合計:		-	-55	1,323,000	-15,509,000
		+	47	775,000	10,764,000

- **特に大規模な崩壊発生箇所は、"大日山、東竹沢、一峰沢"。**
- **最大約±50mの標高変化を検出（大日山北地すべり）。**
- **東山丘陵全体で、約15,000,000m^3規模の-方向の標高変化を推定。**

Copyright©2005NTTDATA CORPORATION

・斜面災害の検出精度

①誤検出率の評価 (空中写真で判読した結果と比較)

・検出箇所に含まれる崩壊箇所と非発生箇所の割合

	崩壊発生箇所の面積割合	非発生箇所の面積割合
一方向の標高変化域	72.0%	28.0%
＋方向の標高変化域	66.3%	33.7%
±両方向の標高変化域	70.1%	29.9%

②検出率の評価 (文献の主要斜面災害箇所*と比較)

災害種別	精度% (検出数/検出数)
地すべり・崩壊	100% (20/20) **
谷堆積物の流動	0% (0/3)

植生の影響

変化が小

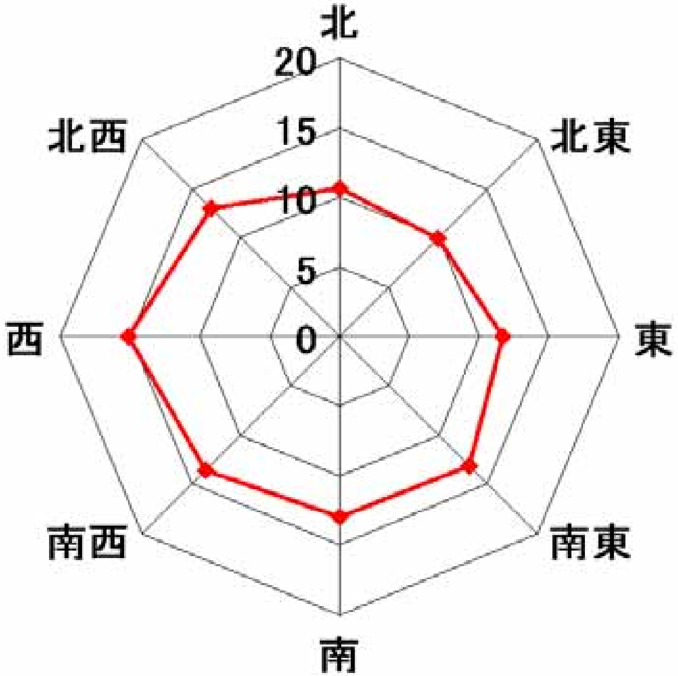
＊千木良(2005)、八木(2005)が写真判読と現地調査で確認した幅20m以上の主要箇所。
** 部分検出を3箇所含む。

Copyright©2005NTTDATA CORPORATION

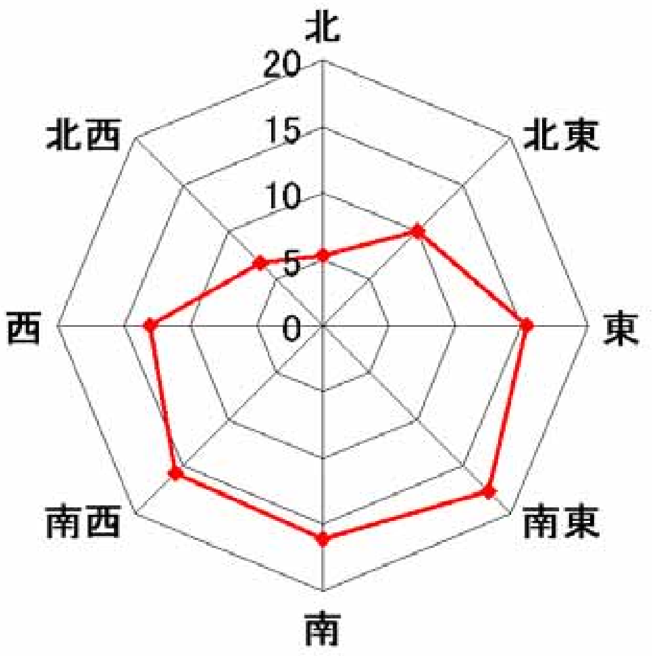
・地形特徴の自動抽出による災害特徴の分析

① 斜面災害域の崩壊方位分布(面積割合)

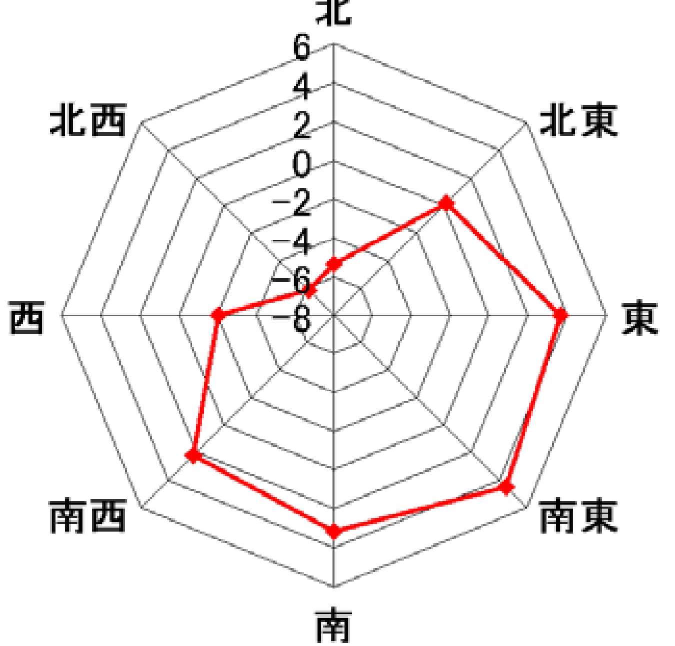
図①:東山丘陵の斜面方位分布



図②:斜面災害の崩壊方位分布



図③:崩壊方位と全体方位の面積割合差分(図②-図①)



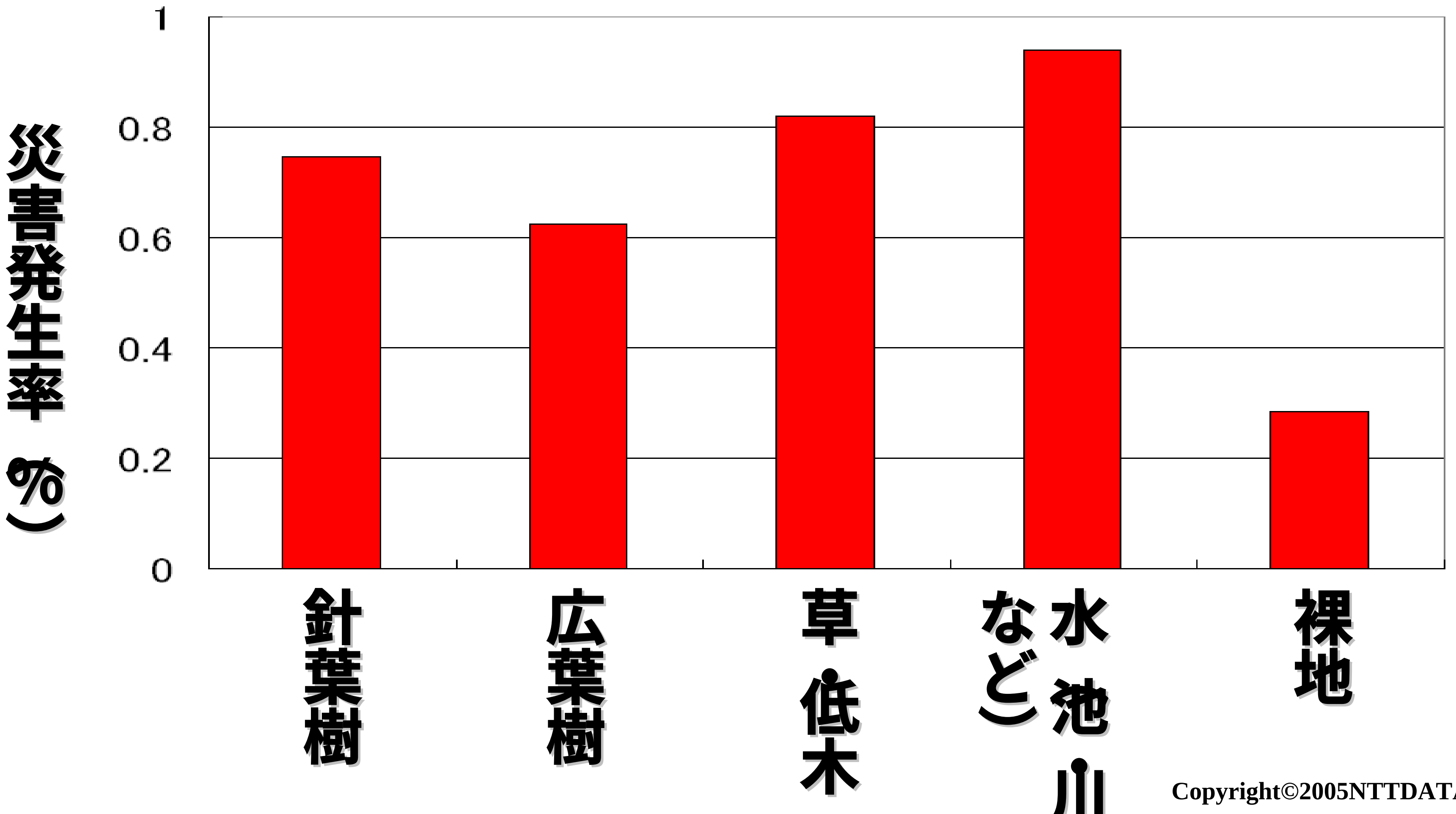
* 図①全体方位は災害前DEMから計算
図②崩壊方位は災害後DEMから推定。

⇒崩壊方位は、南東を中心に南西～東方向に卓越。

Copyright©2005NTTDATA CORPORATION

②　土地被覆分布毎の災害発生率（面積割合）

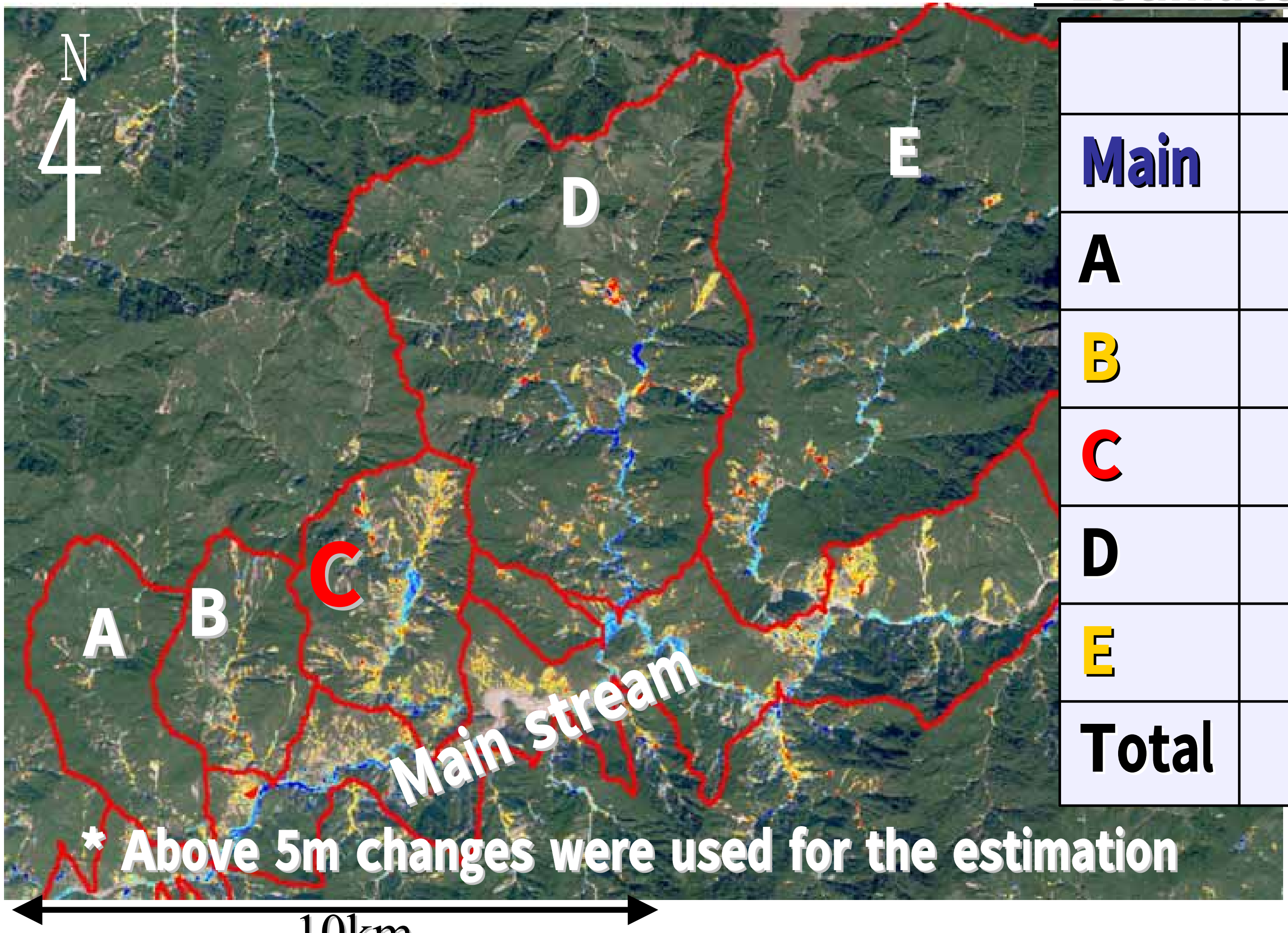
- 震災前の衛星画像から土地被覆種類を分類*
（＊航空写真から教師域を判読して衛星画像解析に適用）



Copyright©2005NTTDATA CORPORATION

・流域ごとの分析（台湾での解析例）

・Deformation volume was estimated in the sub-watersheds and mainstream.
・Sub-watershed C was estimated as the most main supply source of debris flow into the mainstream.



・Estimated deformation volume*

	Minus	Plus	Total
Main	-16.3	+20.3	+4.0
A	-1.1	+0.8	-0.3
B	-3.0	+1.2	-1.8
C	-8.7	+4.9	-3.8
D	-10.9	+10.8	-0.1
E	-8.2	+6.5	-1.7
Total	-48.2	+44.4	-3.8

Unit: (×10^6 m^3)

Copyright©2005NTTDATA CORPORATION

・まとめ

【今できること】　　　⇒現状把握

・斜面災害発生箇所の推定

・災害面積、移動土砂量の概算推定

【今後やりたいこと】　⇒将来予測

・どのような場所で災害が起こる可能性が高いか？

- 植生情報
- 地質情報
- 水の流れ情報　等

との統合解析　⇒　『危険度マップ』

・リアルタイム情報を用いた災害発生予測支援

Copyright©2005NTTDATA CORPORATION