

6.4 情報提供に向けたデータの整備、システム構築等の基礎検討

6.4.1 システム構築の基礎検討

システム構築案を表 6.4-1 に、そのイメージを図 6.4-1～2 に示す。新たなシステムを構築する場合等においては総務省の承認が必要となることや、各種手続きがあることから現状では再エネポータルサイトを利用し構築することも一案である。

表 6.4-1 システム構築（案）の比較 ※環境省再エネポータルへの搭載を前提で記載

比較項目	プラン0	プラン1	プラン2	プラン3
概略	<ul style="list-style-type: none"> システム改修はしない。 モデル事業を実施し、その結果を事例として搭載する 	<ul style="list-style-type: none"> システム改修はしない。 自治体等利用者はデータ解析者にデータを送付する。 解析者は解析を行い、建物単位の発電量等結果を搭載する。 	<ul style="list-style-type: none"> 簡易シミュレーション機能を追加する。 自治体等利用者は再エネポータルのデータ整理者にデータを送付する。 データ整理者は、解析に必要な生データを搭載する。 	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーション機能を追加する。 自治体等利用者は用意したデータを、システム上で登録可能とする。
対応の即時性	×モデル事業完了後に成果として搭載される	×データ解析者にデータ送付して、数月後から利用可能	△データ整理者にデータ送付して、1月後から利用可能	○利用者がサイト上で操作できる
改修費用	○小（数百万円）	○小（数百万円）	△（数千万円）	×大（数千～数億円）
改修内容	○小 ・結果のレイヤを追加搭載する	○小 ・結果のレイヤを追加搭載する	○大 ・解析可能な生データをサイトに搭載する ・解析機能の実装	◎非常に大 ・生データを利用者が搭載できる機能（認証必要） ・解析機能の実装
サーバの拡張	○場合により必要 ・モデル事業で作成したデータが極端に多い場合	◎不要	△必要 ・データ容量の拡張が必要	×必要 ・データ容量の拡張が必要 ・解析にかかる負荷を処理できるような性能拡張が必要

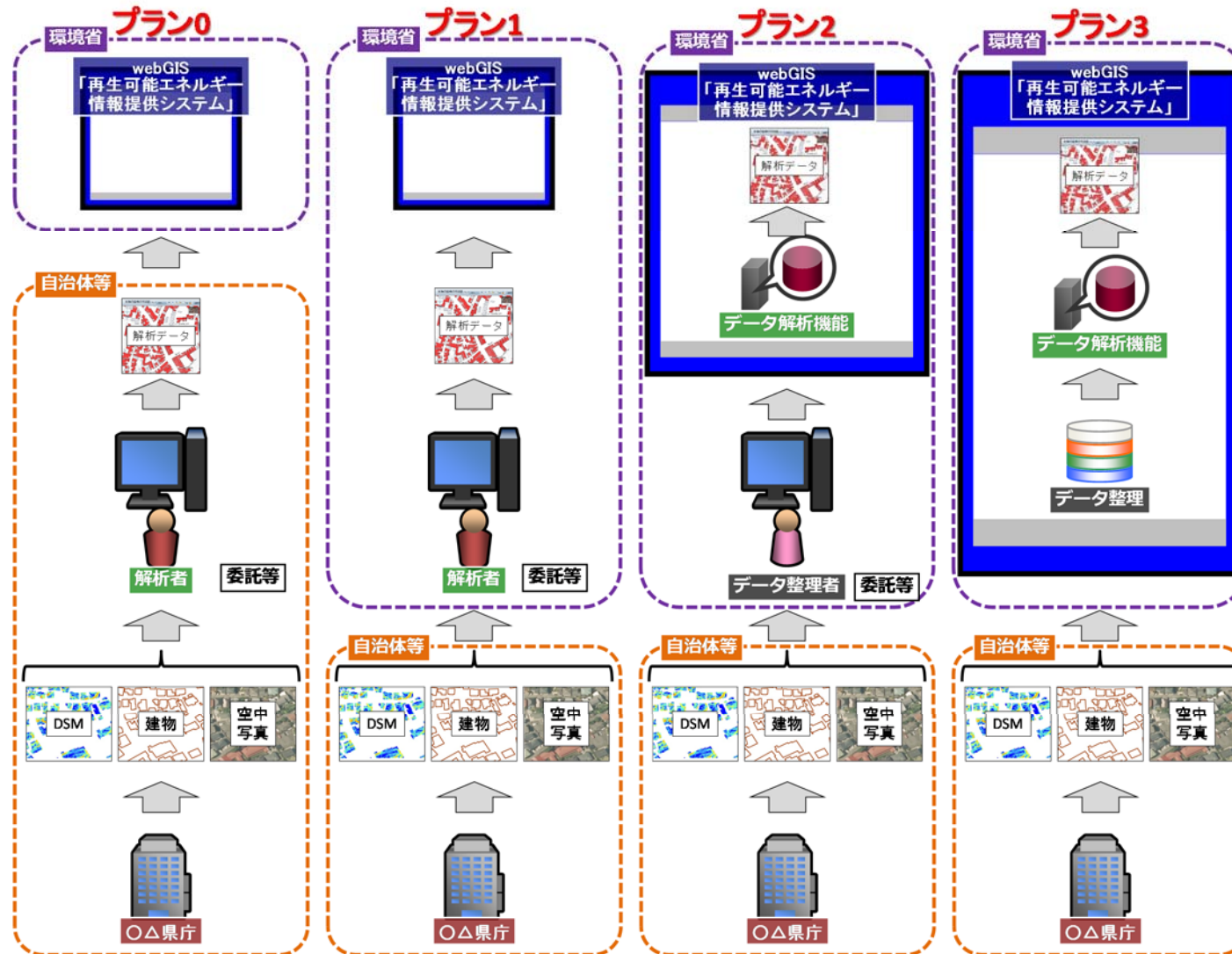


図 6.4-1 システム構築 (案) のイメージ

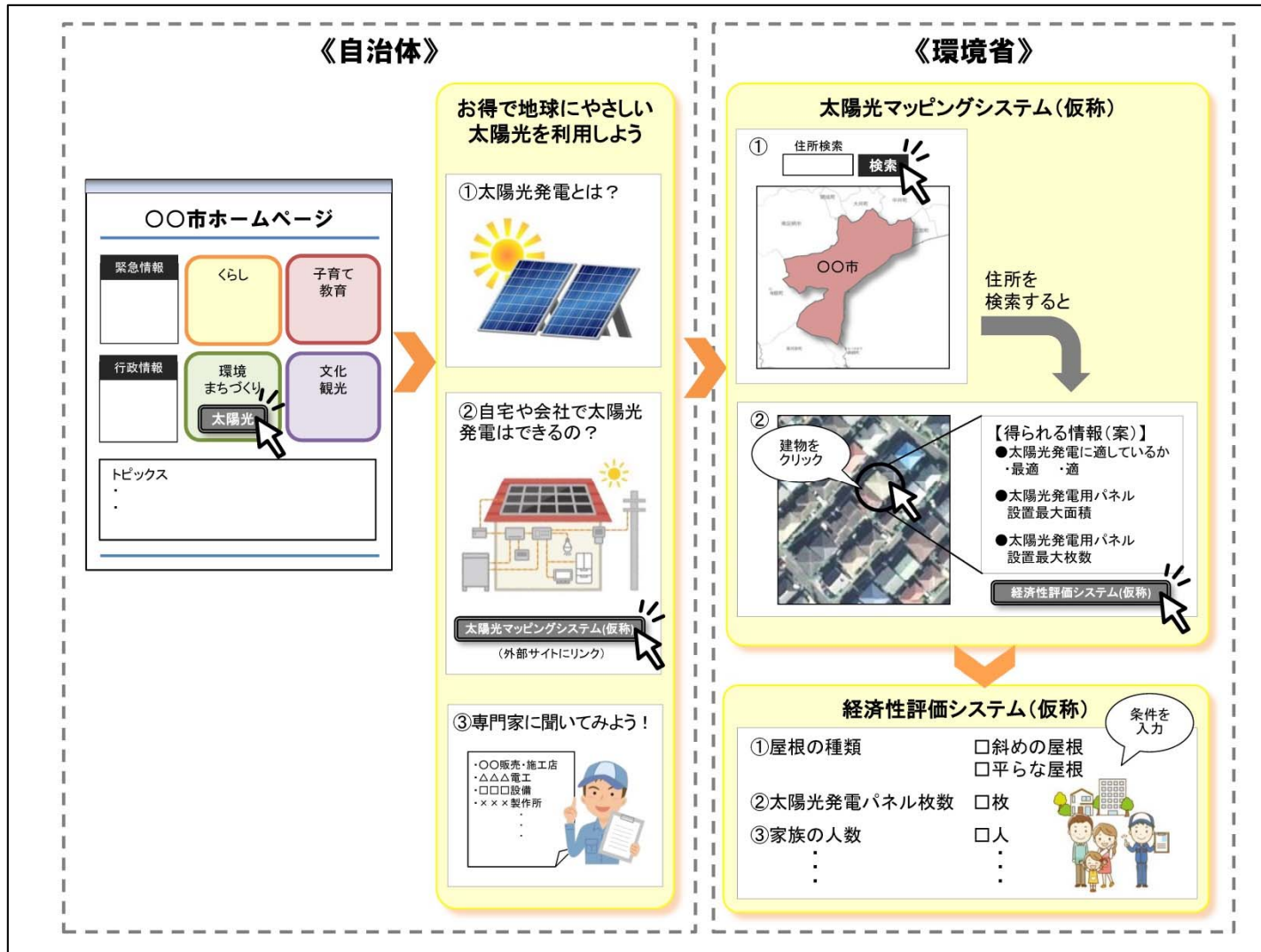


図 6.4-2 システムへのアクセスとシステム内の画面イメージ

プランの違いによる運用にかかる想定費用を表 6.4-2 に示す。プランによって契約関係と費用が変わる。

表 6.4-2 システム構築（案）プラン別の運用想定費用

項目	プラン0	プラン1	プラン2	プラン3
対応時間	平日 9～17 時	平日 9～17 時	平日 9～17 時	平日 9～17 時
対応方法	専用 Tel、E-mail	専用 Tel、E-mail	専用 Tel、E-mail	専用 Tel、E-mail
運用体制	数名	数名	数名	数名
データ更新頻度	モデル事業ごと	リクエスト毎	リクエスト毎	—
作業内容	・データ授受 ・データ搭載	・データ授受 ・データ解析 ・データ搭載	・データ授受 ・データ搭載	— (H31 以降に見込まれるシステム保守・運用に含まれる)
費用	— (H31 以降に見込まれるシステム保守運用に含まれる)	・100 万円/件	・50 万円/件	— (H31 以降に見込まれるシステム保守運用に含まれる)
契約関係	環境省－運用事業者	利用者－運用事業者	利用者－運用事業者	環境省－運用事業者

6.4.2 データ整備の基礎検討

6.4.2.1 使用データの検討

既存事例等を踏まえると、太陽光発電マッピングシステムには表 6.4-3 に示す「①建物図形データ」、「②地物標高データ」、「③航空写真データ」の3データが必要と考えられる。

表 6.4-3 太陽光マッピングに必要なデータ

区分	必要なデータ	目的	新規整備時に使用	更新時に使用
①	建物図形データ	建物面積、形状の把握	○	○
②	地物標高データ	屋根形状、傾斜方向、傾斜角度の把握	○	○
③	航空写真データ	建物の存在状況の把握	△	○

上記①～③について、使用できる可能性のあるデータの特徴等を調査した結果を表 6.4-4～6 に整理した。

表 6.4-4 利用可能と思われる建物図形データ

項目	①建物図形データ			
情報名	都市計画図	GEOSPACE 電子地図 (NTT 空間情報)	ZMap-Town II (ゼンリン)	基盤地図情報 【建築物の外周線】 (国土地理院)
概要	<ul style="list-style-type: none"> 地形および建物形状等が図示されている 空中写真を元に作成された地図 使用許可が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 地形および建物形状等が図示されている 空中写真を元に作成されており、山間部は一部衛星画像から作成 購入後は比較的自由度が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 地形および建物形状等が図示されている 建物毎に戸別名等が表記されている 一般的に使用形態が限定的 	<ul style="list-style-type: none"> 建物形状等が図示されている
データ形式	ポリゴン等	ポリゴン等	ポリゴン等	ポリゴン等
利用事例	都市計画を検討するための基本地図	<ul style="list-style-type: none"> マーケティング戦略マップ 災害時の備蓄品 人員管理状況把握 	住所調査・配達業等の資料として	都市計画策定、防災関連システムにおける活用、ハザードマップの基図等
コスト	100 円～1,500 円/ 市町村	約 2,000 千円/ 市町村 (ネット公開を想定)	約 165 千円/市町村	無料 (利用者登録及び出典の記載が必須)
精度	1/2,500～ 1/25,000	可住地域 1/2,500 非可住地域 1/5,000	1/2,500・1/5,000	縮尺 1/2,500 相当 (都市計画区域) 縮尺 1/25,000 相当 (都市計画区域外)
整備状況等	都市計画区域は概ね整備済み	日本全国	ほぼ日本全国	日本全国

表 6.4-5 利用可能と思われる地物標高データ

項目	②地物標高データ		
情報名	航空レーザ測量データ	リモート・センシング技術センター (RESTEC) AW3D 全世界デジタル3D 地図	空中写真から作成する数値表層モデル (DSM)
概要	<ul style="list-style-type: none"> ・航空機やヘリ等からレーザを照射し作成 ・主に、国土交通省の出先事務所や地方自治体、林野庁が整備 	<ul style="list-style-type: none"> ・衛星画像から作成 ・画像の重ね合わせ部分(ラップ)から3Dモデルを構築 ・購入後は比較的自由度が高い 	固定資産税算定用の空中写真を用い、画像の重複部分(ラップ)から3Dモデルを構築 (SfM)
データ形式	メッシュ	メッシュ	メッシュ
利用事例	浸水想定、河床変動計算、土砂量推定、森林資源調査、レーザ林相図など	防災関連シミュレーション、CG制作など (GEOSPACE パンフレットより)	-(恐らく事例は少ないと思われる)
整備コスト	約 25,000 千円 ^{※1} ^{※2} (既存データは使用許可が必要)	2,000 千円 ^{※1}	空中写真の使用許可 DSM 作成費 (500 千円) が必要
精度	<ul style="list-style-type: none"> ・計測密度によるが、概ね 1~4 点/m² ・垂直方向 ±15cm 	0.5m/m ² 垂直方向：±150cm	<ul style="list-style-type: none"> ・撮影時の GCP 数や重複率により精度が決定 ・垂直方向：±300cm など
整備状況等	主に、河川区域や砂防指定地とその周辺、発注した市域、国有林などに限定	全世界の約 6 割 (平成 27 年 3 月末)	空中写真はほとんどの自治体で有しているが DSM が作成された事例は少ないと思われる

※1：小田原市 (113.81km²) による価格を想定した

※2：1 点/50cm² の計測を想定

表 6.4-6 利用可能と思われる航空写真データ

項目	③航空写真データ	
情報名	固定資産税用空中写真	WorldView-3
概要	航空機に搭載されたデジタルカメラで撮影	人工衛星に搭載されたセンサーで可視域のバンドを取得し画像化
データ形式	ラスタ	ラスタ
利用事例	固定資産課税における現況確認	広域にわたる現況把握
利用コスト	提供が可能であれば無償 (25cm もしくは 50cm 解像度)	5,500 円/1km ² (31cm 解像度)
整備状況等	73%の自治体が撮影 (市:87%、町:63%、村:46%) 更新:1~3年が主	全国



図 6.4-3 空中写真の解像度により見え方の違い

出典：日本スペースイメージング株式会社パンフレット

6.4.2.2 システム構築の試行

検討した各種データを用いて、システム構築の試行および各種データの検証を行った。検証対象エリアは神奈川県小田原市の一部を対象とした。航空写真データを正と仮定し、建物図形データ及び地物標高データの再現性を検証した。試行・検証の作業フローを図6.4-4に示す。まず標高データ（点群）に紐づけを行った方角パラメータを用いて、太陽光パネルの設置に適した南東～南西を抽出した。次に同データの斜度パラメータを用いて太陽光パネルの設置可能な角度を抽出した。

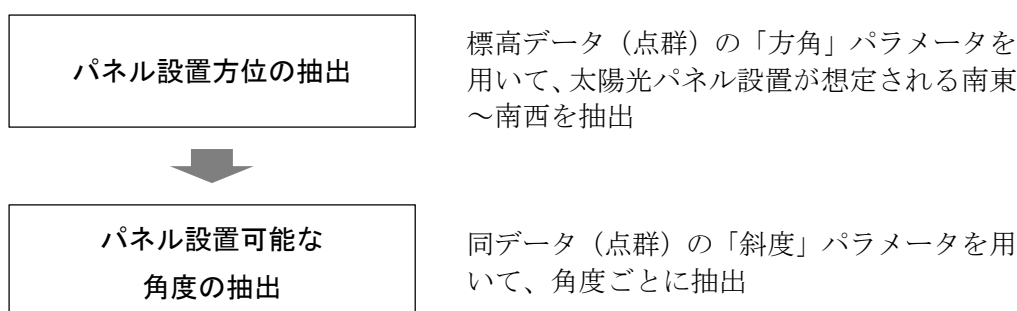


図 6.4-4 試行・検証のフロー

(1) 航空写真データと建物図形データ

「WorldView-3」（航空写真データ）と「ZMap-Town II」（建物図形データ）及び基盤地図情報【建築物の外周線】（建物図形データ）をオーバーレイし、建物図形データの再現性を定性的に評価した。なお、都市計画図は紙もしくは位置情報のないデジタルマップとなっており GIS へのデータ変換に手間がかかること、GEO スペースは 2,000 千円/市町村と高価であることを理由に検証対象から除外した。

オーバーレイの結果、「ZMap-Town II」は航空写真データと数 m 単位以上の誤差がある箇所が多いことがわかった。また、建物自体の位置がずれている箇所や建物ポリゴンがねじれている箇所もあり、「ZMap-Town II」の再現性は低いと考えられた。

一方、国土交通省国土地理院が作成した基盤地図情報【建築物の外周線】は、一部に数 m 単位での誤差がみられたものの、位置のずれやねじれなどはみられなかった。

このことから、基盤地図情報【建築物の外周線】がより好適な建物図形データと考えられた。

なお、同じく国土交通省国土地理院が作成した数値地図（国土基本情報）【建築物】とも比較を行った（図 6.4-7）。オーバーレイの結果、数値地図（国土基本情報）【建築物】は基盤地図情報【建築物の外周線】とほとんど変わらないことが把握できた。



図 6.4-5 航空写真データと ZMap-Town II のオーバーレイ

【太陽光】建物データ等

(小田原市内)



図 6. 4-6 航空写真データと基盤地図情報のオーバーレイ

【太陽光】建物データ等

(小田原市内)



図 6. 4-7 航空写真データと国土数値情報のオーバーレイ

【太陽光】建物データ等

(小田原市内)



図 6.4-8 航空写真データと3データのオーバーレイ

(2) 建物図形データと地物標高データ

航空写真データと地物標高データのオーバーレイを行った。地物標高データはまずは精度・コストのバランスが良いと思われる AW3D 全世界デジタル 3D を、建物図形データは前項で航空写真データの再現性が高かった基盤地図情報を採用した。

AW3D 全世界デジタル 3D の標高データのうち、太陽光発電用パネルを設置する方向に適した方角である南西方向から南東方向の屋根部分を抽出した結果を図 6.4-9 に示す。オーバーレイの結果、寄棟屋根と思われる屋根の右上面の一部で方向が乱れている箇所(図 6.4-11 の例 1)、方形屋根と思われる屋根で 4 枚の屋根それぞれで異なる方向が示されている箇所(同例 2)、右側の屋根に様々な方向が示されている箇所(同例 3)、屋根の北側だけが南向きを示しており屋根中央部が凹んでいることを示唆している箇所(同例 4) など、AW3D 全世界デジタル 3D は実際の屋根の傾き方向を示していない様が複数箇所で見られた。

また、同データを用いて傾斜角を表した結果を図 6.4-10 に示す。寄棟屋根もしくは入母屋屋根と思われる屋根の棟部分(線上の頂点部; 通常は直線)が屈曲しているように示されている箇所(図 6.4-11 の例 5) などがみられた。



図 6. 4-9 AW3D 全世界デジタル 3D 地図を用いた屋根の傾斜方向図

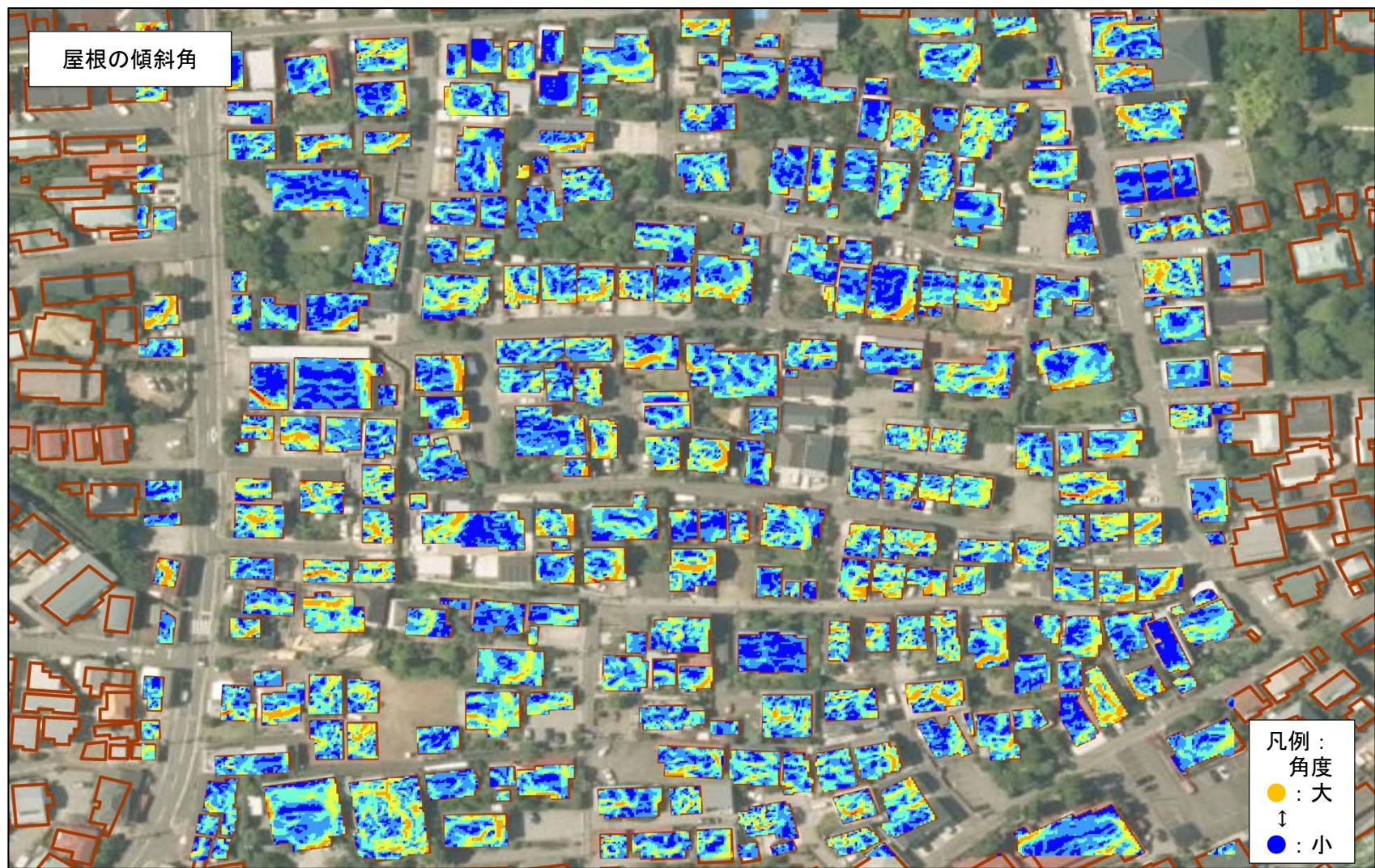


図 6.4-10 AW3D 全世界デジタル 3D 地図を用いた屋根の傾斜角図

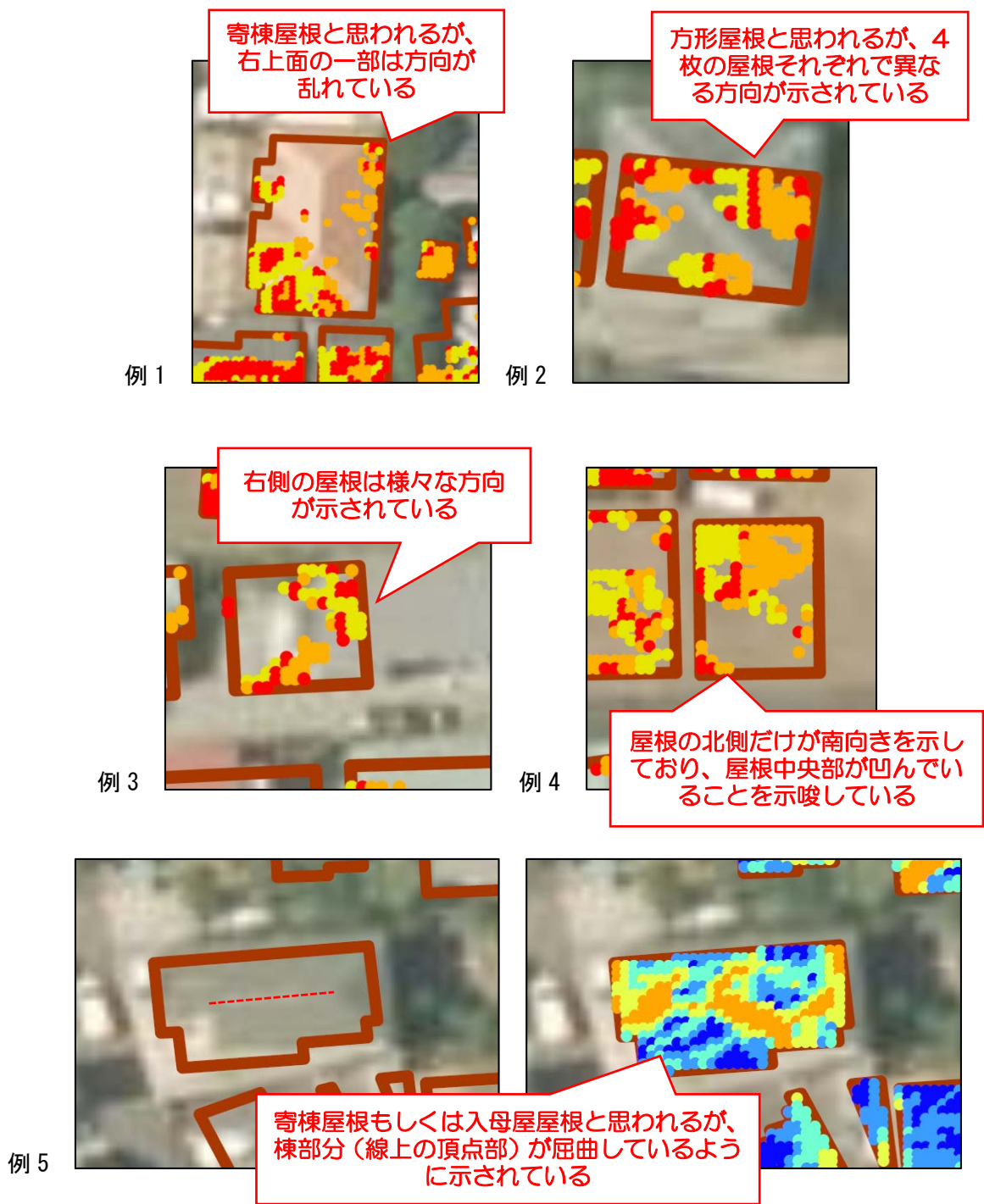


図 6. 4-11 AW3D 全世界デジタル 3D 地図の例

AW3D 全世界デジタル 3D が有する 50cm² に 1 点の精度が、微細すぎる可能性が考えられたため、太陽光発電用パネルに合わせ、1m² に 1 点にまとめたが、大きな変化はみられなかった (図 6.4-12)。

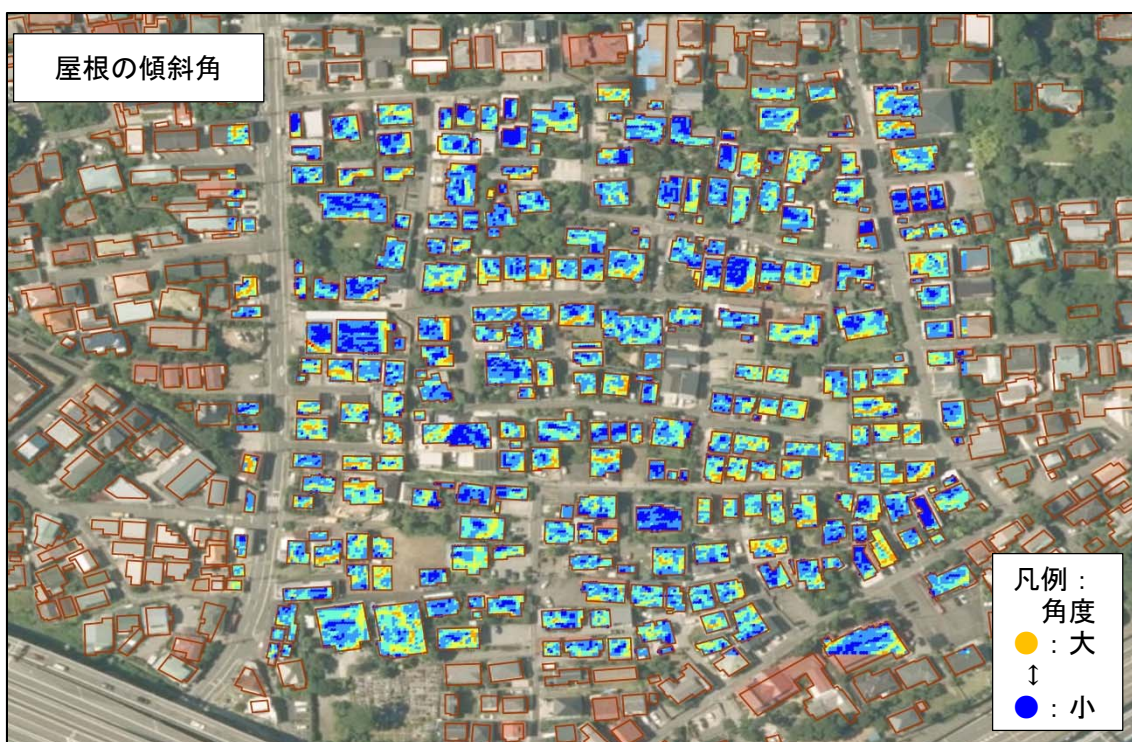


図 6.4-12 AW3D 全世界デジタル 3D (50cm² に 1 点) を 1m² に 1 点にまとめて表示した例

AW3D 全世界デジタル 3D は全世界を対象にした DSM データであり、衛星画像をラップ（重ねて）させて構築した 3D モデルから作成されたものである。広域を対象に作成されているため、道路や高層ビルなど大規模な建造物に標高データ全体が影響され、宅地等小規模建造物の標高の精度が出にくい可能性がある。

図 6.4-13 で示す通り、一部では 6m 程度の誤差がみられるものの、AW3D 全世界デジタル 3D は道路の形状を概ね再現できている。

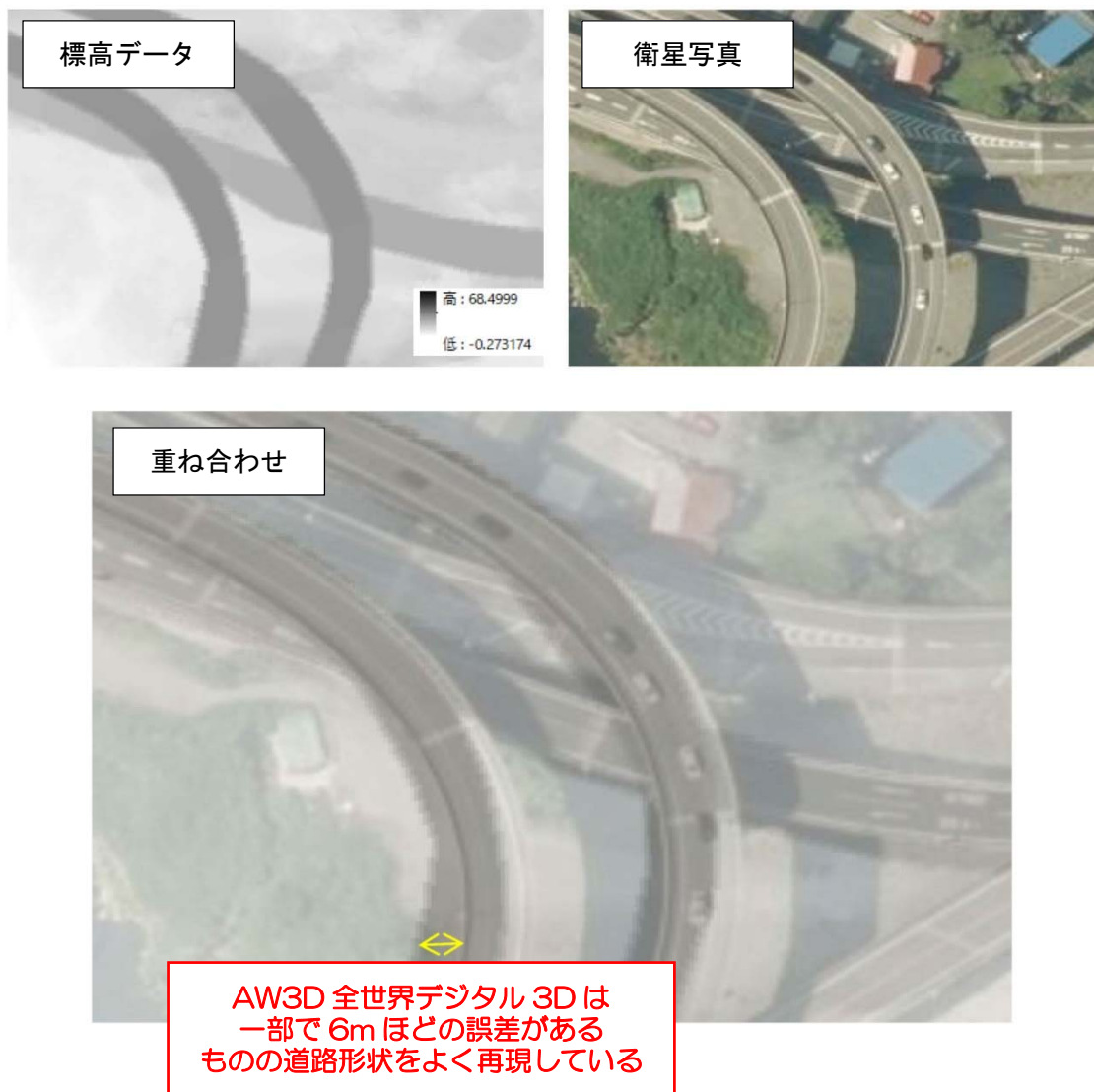


図 6.4-13 道路における航空写真と AW3D 全世界デジタル 3D の誤差例

高層建築物での差異を図 6.4-14 に示した。航空写真（ここでは衛星写真）では高層建築物は斜めに表示されており、写真と AW3D 全世界デジタル 3D がずれているように見える。しかしながら、地表面での位置はほとんどずれていない。AW3D 全世界デジタル 3D は高層建築物の再現に向いている可能性がある。



図 6.4-14 高層建築物における航空写真と AW3D 全世界デジタル 3D の誤差例

低層住宅での差異を図 6.4-15 に示した。ここで示した屋根（同図のオレンジ部分）の形状は概ね平坦と考えられるが、AW3D 全世界デジタル 3D（標高データ）では黒色のグラデーションが表示されており、標高差が表れている。この住宅の標高データが周辺の高層建築物等に影響を受けている可能性がある。

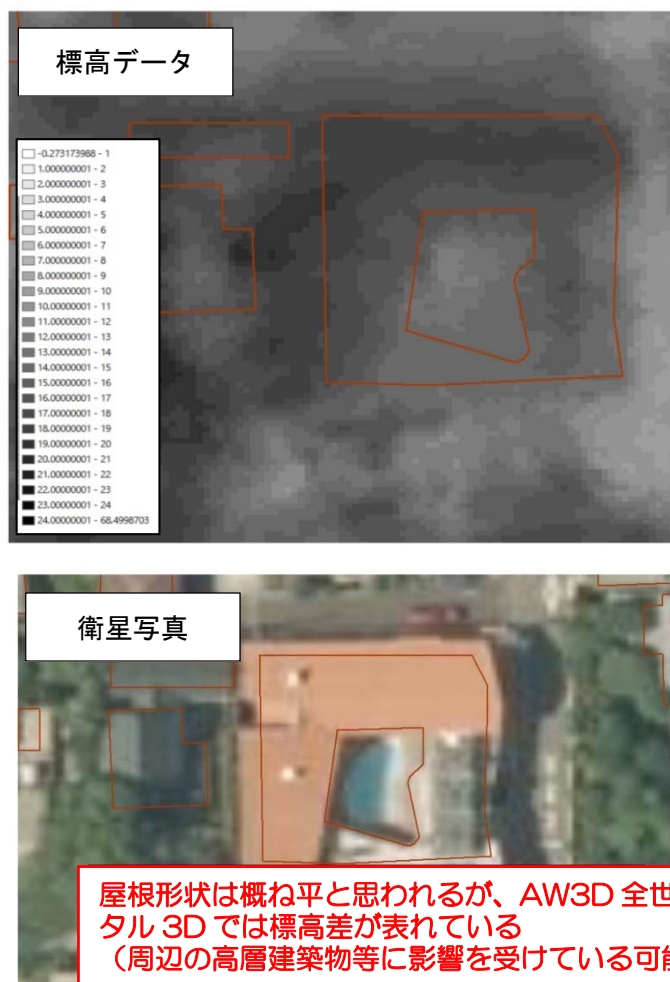


図 6.4-15 低層住宅における航空写真と AW3D 全世界デジタル 3D の誤差例

上述の検証結果から、AW3D 全世界デジタル 3D は、道路や高層ビルなど大規模な建造物に標高データ全体が影響され、宅地等小規模建造物の標高の精度が出にくい可能性があることがわかった。

次に、コストは高いが精度が高いと考えられる航空レーザ計測データを用いて、重ね合わせを行った（図 6.4-16～17）。

ここで用いた航空レーザ計測データは、アジア航測株式会社が所有する奈良県奈良市の一部で計測したデータである。データはオリジナルのランダムデータと呼ばれるもので、航空機からレーザを発射して建物や地面から航空機に戻ってきた全てのレーザを表示した点群データである。通常、スクリーニングにより単位面積当たり 1 点というように点群データを整理するものであるが、今回使用したものは整理前のものとなるため、ランダムデータと呼ばれる。本検討では TIN(Triangulated Irregular Network: 不整三角形網)によりデータの隙間を内挿補間したものをを用いた。

精度はランダムのため正確に示すことはできないが、概ね 50cm²に 1 点程度と考えてよい。

重ね合わせの結果、傾斜方向、傾斜角ともに十分再現されていると考えられる。切妻屋根は二方向に、方形屋根も四方向に明確に表示されている。また、傾斜がほとんどない棟部分も傾斜角が緩く、かつ直線的に表現されている。これら検証より航空レーザ計測データは太陽光マッピングシステムのデータとして使用できる可能性が高いことがわかった。

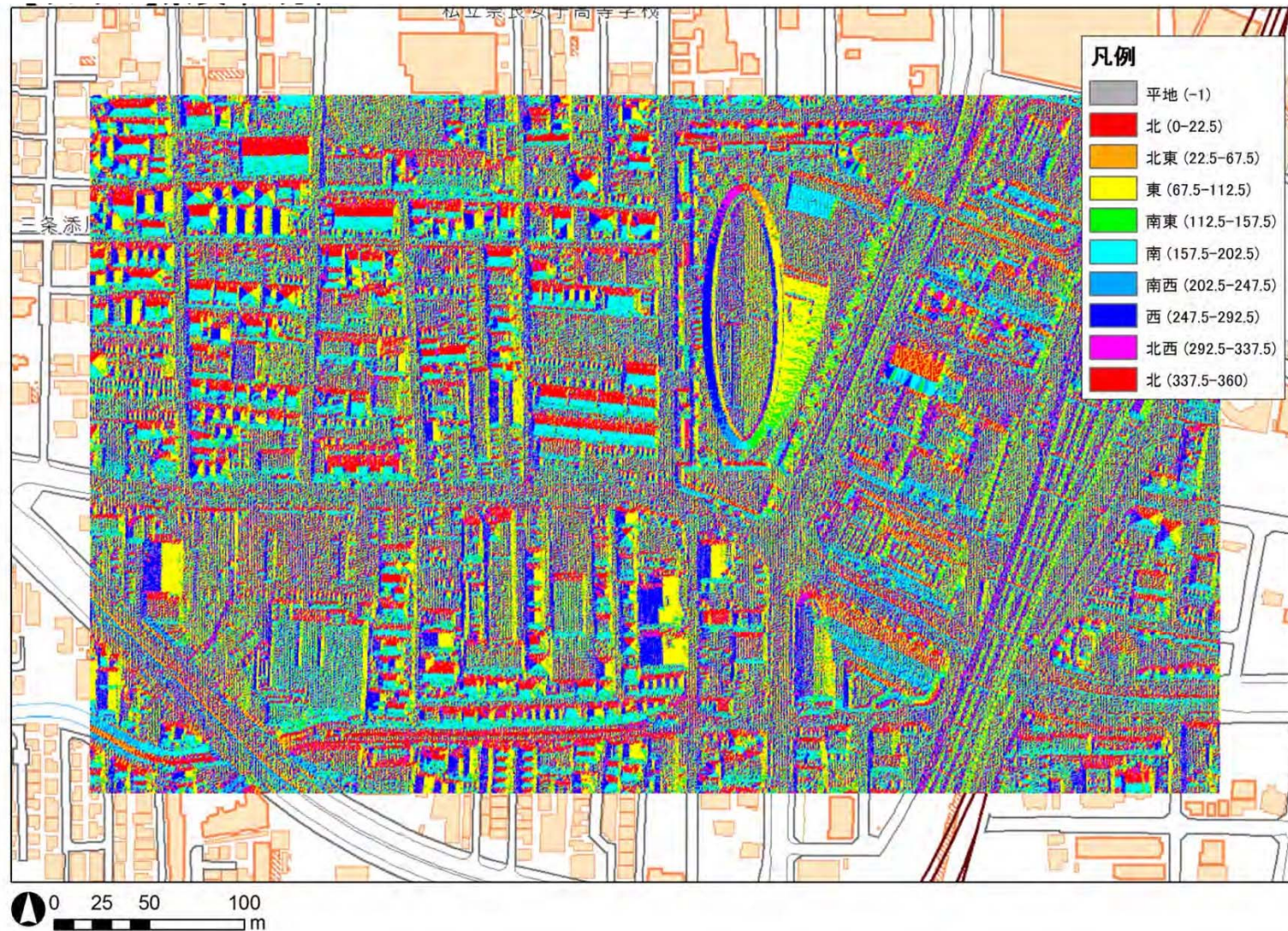


図 6.4-16 航空レーザ計測データによる傾斜方向の表現



図 6. 4-17 航空レーザ計測データによる傾斜角の表現

ここでは、SfM^{*1}によって固定資産税調査用空中写真から生成した数値表層モデル DSM^{*2}を標高データとして、その再現性を確認した。

固定資産税調査用空中写真はアジア航測が著作権を有する東京都板橋区東京都板橋区赤塚新町一丁目周辺を撮影したものである。撮影範囲は約 3.5km²、地上解像度は 6.89cm/pix、GCP^{*3}は 4 点である。オーク社の「photoscan」を用いて上記空中写真から DSM を作成した。DSM の解像度は、多くの固定資産税調査用空中写真における仕様と同等（後述）とするために 15cm/pix とした。

DSM で再現した当該地域の傾斜方向・傾斜角を図 6. 4-18～20 に示す。傾斜方向をみると、高層建築物ではデータの精度が粗く再現されている箇所やデータが再現されていない屋根がみられるものの、切妻屋根や寄棟屋根の西～北～東に傾いた面は概ね除去されている。傾斜角では、傾斜方向と同様一部で粗く再現されている箇所があるがそれらを除くと、切妻屋根や寄棟屋根の傾斜角がほとんどない棟部分が 15 度未満（図では濃い青色）で再現されている。

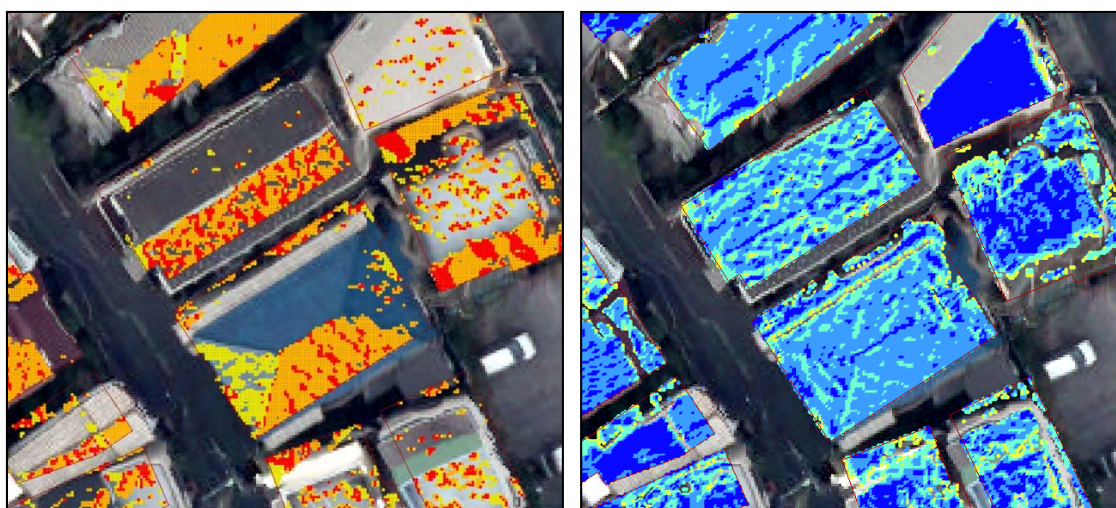


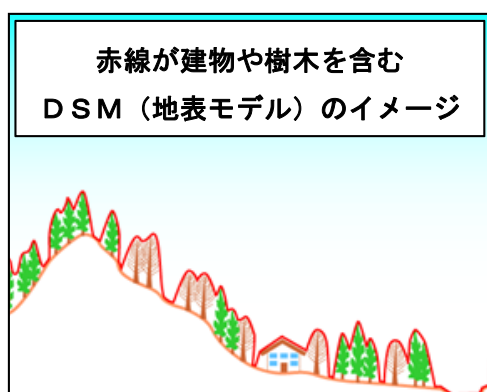
図 6. 4-18 切妻屋根と寄棟屋根の傾斜方向（左）と傾斜角（右）

※1 : Structure from Motion。画像に映った対象の 3 次元的形状を画像から得る方法の一つ。SfM は移動するカメラから得られる画像から形状を復元する手法。

(「解説:Structure from Motion (SfM) 第一回 SfM の概要とバンドル調整」織田和夫、2016)。

※2 : Digital Surface Model。建物や樹木の上などで反射して戻ってきたレーザパルスから標高のモデルを作成したもの。

(国土地理院 HP の内容から作文)



※3 : Ground Control Point。画像データの幾何補正をおこなうために使用する座標と高さが既知の基準点。

(「ドローンを用いたほ場計測マニュアル」国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センター、2018)



図 6.4-19 SfM によって固定資産税調査用空中写真から生成した DSM における傾斜方向の再現

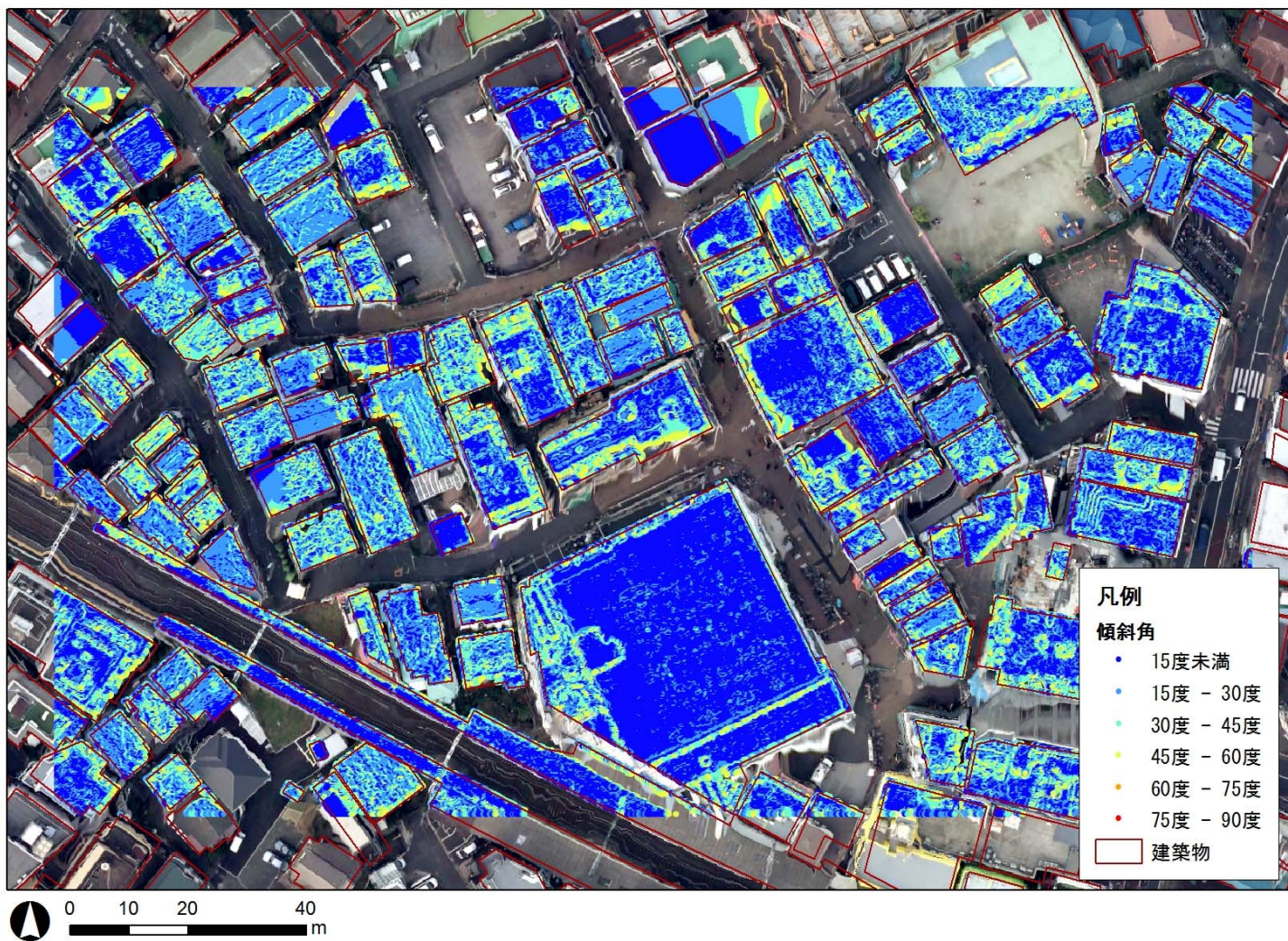


図 6.4-20 SfM によって固定資産税調査用空中写真から生成した DSM における傾斜角の再現

■参考：固定資産税調査用空中写真について

固定資産税調査用空中写真の概要を国土地理院が平成29年度に実施した「固定資産税調査用空中写真撮影の実態に関する調査業務（平成30年2月）」から整理した。

当該業務は全国1,718の市町村および東京都（23区は東京都が実施するため）を対象にアンケート調査を実施したもので、84.4%の回答率を得ている。

- (ア) 固定資産税調査で空中写真撮影を実施した市町村・都は73.2%にのぼる。
- (イ) 撮影周期は3年ごとが約45%、毎々が約10%、3年ごと以上で半数を超える。
- (ウ) 地上解像度は10cm～20cmが約65%、10cmが10%、20cmが約8%。
- (エ) オルソ画像の作成（GCPの測量が必須）は、精密なオルソが約71%、簡易オルソが約14%。
- (オ) 空中写真をその他の業務でも利用している自治体は約76%を占める。
- (カ) 約87%の自治体が自らで空中写真を保管している。
- (キ) 国土地理院業務への空中写真使用の可能性は、約34%の自治体が手続きの上使用可、約61%の自治体は検討の上判断としている。

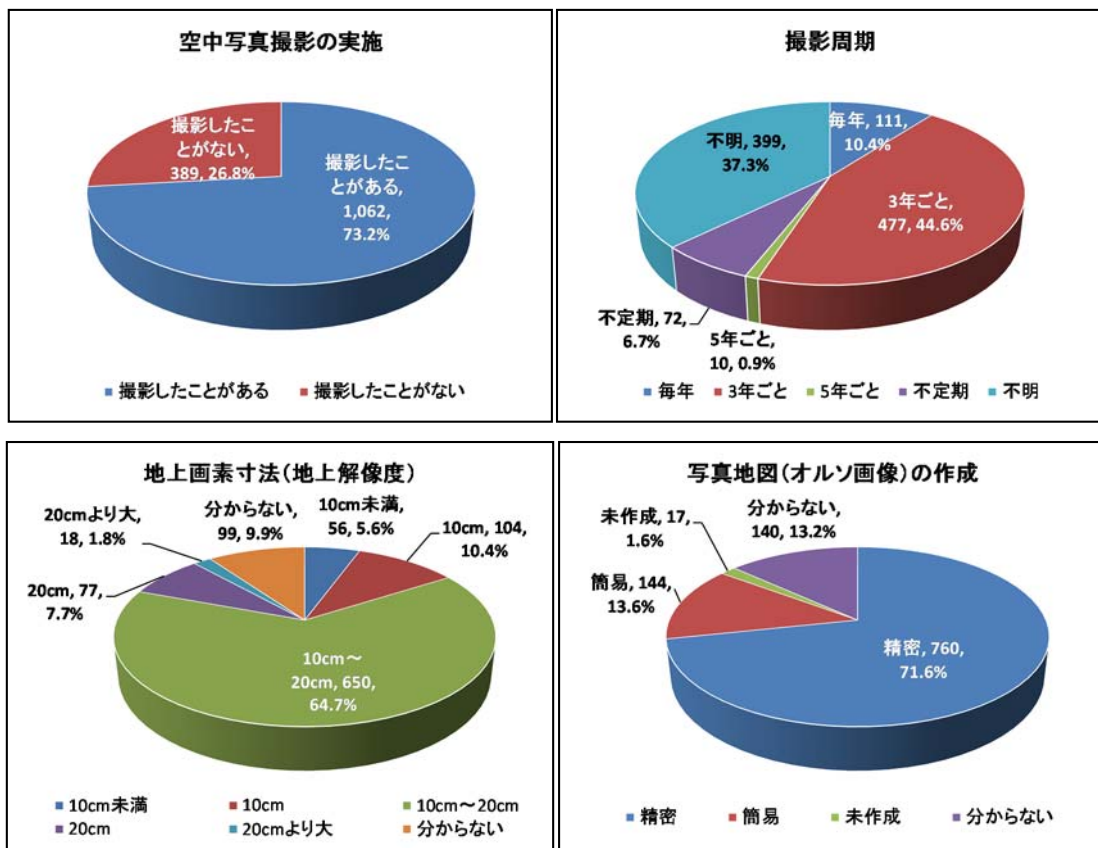


図 6.4-21 「固定資産税調査用空中写真撮影の実態に関する調査業務」の概要（1/2）

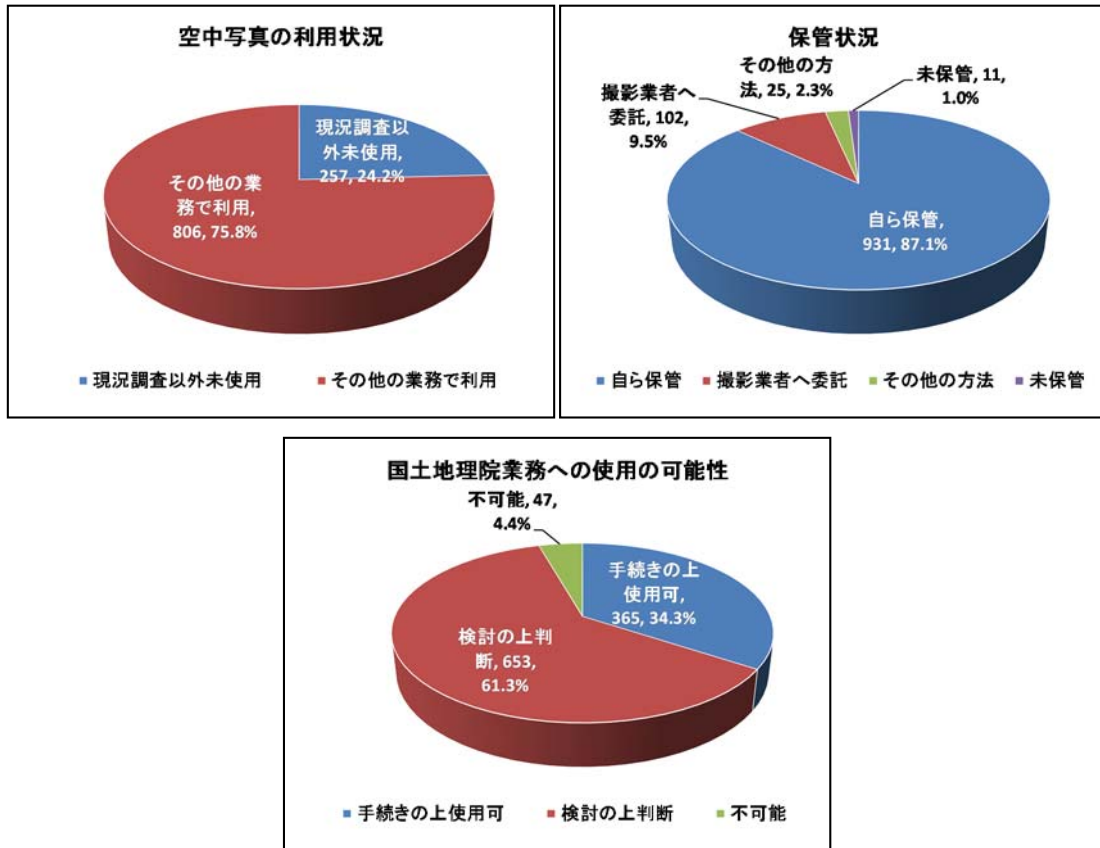


図 6.4-21 「固定資産税調査用空中写真撮影の実態に関する調査業務」の概要 (2/2)

6.4.2.3 基盤データの試行・検証結果のまとめ

事例収集・整理結果を踏まえ、基盤データ整備の試行・検証の結果、建物図形データは【建築物の外周線】基盤地図情報、地物標高データは固定資産用の空中写真から作成する数値表層モデル (DSM)、航空写真データは固定資産用の空中写真が適切なデータセットと考えられた。

表 6.4-7 建物図形データの試行・検証結果

情報名	①建物図形データ			
	都市計画図	GEOSPACE 電子地図 (NTT 空間情報)	ZMap-Town II (ゼンリン)	【建築物の外周線】 基盤地図情報 (国土地理院)
概要	地形および建物形状等が図示されている 空中写真を元に作成された地図 使用許可が必要	地形および建物形状等が図示されている 空中写真を元に作成されており、山間部は一部衛星画像から作成 購入後は比較的自由度が高い	地形および建物形状等が図示されている 建物毎に戸別名等が表記されている 一般的に使用形態が限定的	建物形状等が図示されている
精度	○	○	△	○
範囲	○	○	○	○
データの 利便性	○	○	○	○
経済性	○	△	△	◎
総合評価	○	△	△	◎

表 6.4-8 地物標高データの試行・検証結果

②地物標高データ			
情報名	航空レーザ測量データ	リモート・センシング技術センター (RESTEC) AW3D 全世界デジタル3D地図	空中写真から作成する数値表層モデル (DSM)
概要	航空機やヘリ等からレーザを照射し作成主に、国土交通省の出先事務所や地方自治体、林野庁が整備。	衛星画像から作成画像の重ね合わせ部分 (ラップ) から3Dモデルを構築 購入後は比較的的自由度が高い	固定資産税算定用の空中写真を用い、画像の重複部分 (ラップ) から3Dモデルを構築 (SfM)
精度	◎	△	○
範囲	△	△	○
データの利便性	○	○	○
経済性	△	○	◎
総合評価	○	△	○

表 6.4-9 航空写真データの試行・検証結果

③航空写真データ		
情報名	固定資産税用空中写真	WorldView-3
概要	航空機に搭載されたデジタルカメラで撮影	人工衛星に搭載されたセンサーで可視域のバンドを取得し画像化
精度	○	○
範囲	○	○
データの利便性	○	○
経済性	◎	○
総合評価	◎	○

6.4.2.4 固定資産税算定用空中写真から作成する DSM のコスト

固定資産税算定用の空中写真を用い SfM により DSM を作成する際に発生するコスト（概算）を整理した。

なお、写真の入手は、各市町村または東京都^{*}の財政関連部署から借用することを前提としている。

^{*}東京都 23 区は東京都が固定資産税調査を実施するため

表 6.4-10 固定資産税算定用空中写真から作成する DSM のコスト

区分	コスト（概算）	備考
データの入手	0 円	固定資産税調査用空中写真を借用するため
データの加工 （DSM 作成・オルソ化）	200 千円～2,000 千円	面積（数 km ² ～100km ² 程度）によって変動 三次元化ソフト上の作業
屋根の方向・角度の抽出	300 千円	GIS 上の作業

6.4.2.5 基盤データの課題

基盤データ整備の試行・検証の結果を踏まえ、基盤データの課題を表 6.4-11 に整理した。

表 6.4-11 基盤データ整備にかかる課題

区分	課題
②地物の標高データ	固定資産用に撮影された空中写真の使用許諾を取る必要がある。
	地上測量の精度（測量箇所数とそれらの位置）により、標高データ（DSM）の精度が左右される。
③航空写真データ	固定資産用に撮影された空中写真の使用許諾を取る必要がある。

6.4.3 発電評価アルゴリズムの検討

屋根データより発電量の推定及び経済性の試算を行うアルゴリズムを検討する。まず屋根への太陽光パネルの設置量を設定する必要がある。データ解析により得られた発電に適した南東から南西向きの屋根面積すべてに対して太陽光パネルを設置することはできない。そのため設置可能量を乗じることにより設置容量を算定する。設置可能係数については、実際に屋根に太陽光パネルを設置している家屋をサンプルとして複数抽出し、屋根面積に対する設置容量を調査することで設定する。

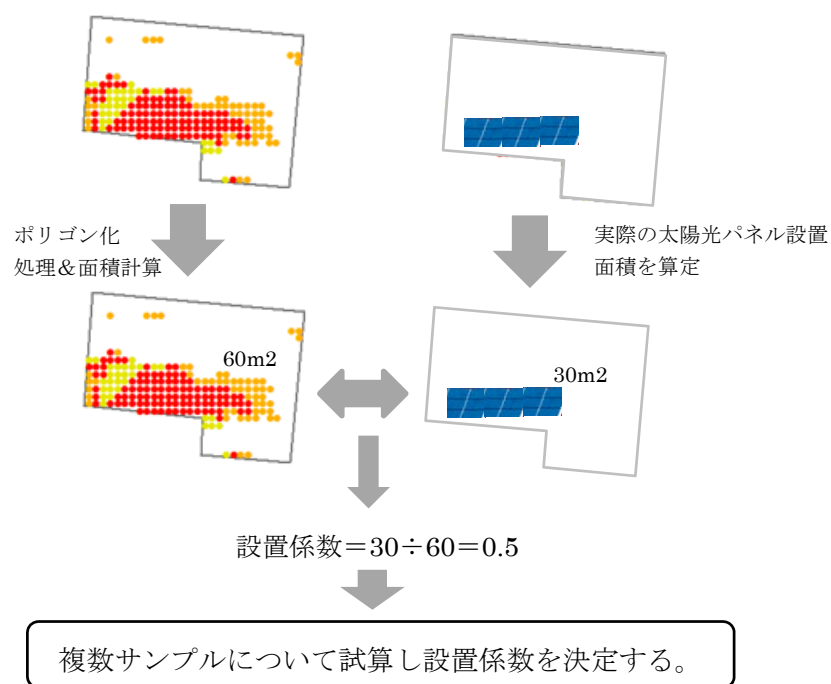


図 6.4-22 太陽光設置可能面積の設定方法のイメージ図

発電量等と経済性試算に係るデータの設定（案）を表 6.4-12 に示す。発電量は屋根属性を考慮した日射量と設備利用率から推計する方法が考えられる。CO2 削減量は推計発電量に対して一般電気事業者別の排出係数を乗じることにより推計する。経済性試算は基本的に経済産業省調達価格等算定委員会における最新情報を活用して設定する。

表 6.4-12 発電量と経済性試算の設定（案）

検討データ		検討方針
発電量等の推定	屋根属性（屋根面積、向き、傾斜等）の設定	NEDO「日射量データベース」を用いる
	日射量設定	
	設備利用率	13.1%（H30.2 調達価格等算定委員会資料、10kW 未満）
	CO2 削減量	一般電気事業者別の排出係数を利用
経済性試算	システム費用（工事費含む）	30.8 万円/kW（H29 調達価格等算定委員会資料、10kW 未満）
	運転維持費	3,000 円/kW/年（H29 調達価格等算定委員会資料、10kW 未満）
	ローン期間、金利	金利 2%、固定金利 15 年、元利均等返済
	売電価格	最新の買取価格を用いる。
	自家消費電力	余剰売電比率 71.6%（H30.2 調達価格等算定委員会資料、10kW 未満）