

第6章 太陽光発電のマッピングの精緻化作業の基礎検討

本章では、既存事例の太陽光マッピングを踏まえて、再エネ導入促進に繋がる太陽光マッピングのあるべき姿を検討した上で、情報提供に向けたデータ整備・システム構築等の基礎検討、課題の整理、設備導入プロセス及びロードマップの検討等を行った。

6.1 太陽光発電マッピングに係る既存事例の調査

6.1.1 太陽光発電マッピングに係る国内既存事例の調査

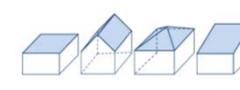
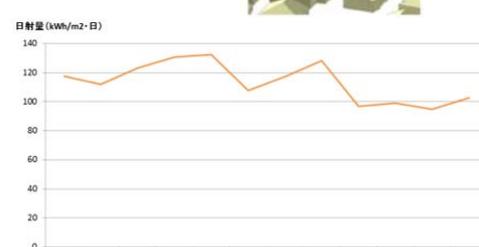
(1) 国内既存事例の文献調査

太陽光の推計に関するマッピングツールは世界各国の自治体や民間企業などで様々な形式で公表されている。国内においては、現時点で、①東京ソーラー屋根台帳と②名古屋市ソーラーパワー診断マップの2件が事例として挙げられる。

また、長野県が今年度太陽光マッピング事業を実施し、構築しているところである。

①東京ソーラー屋根台帳の事例

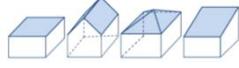
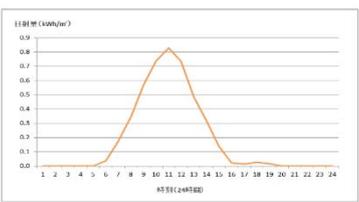
表 6.1-1 東京ソーラー屋根台帳の特徴

開発者	東京都環境局、公益財団法人東京都環境公社	公開日	平成 26 年 3 月
公開対象エリア	東京都内全域（島しょ部を除く）	対象エネルギー	太陽光、太陽熱
エリア人口・世帯数	13,488,780 人、6,677,609 世帯 (平成 27 年国勢調査)		
使用データ	【基礎データ】 航空写真 ※地域によって撮影時期が異なる 【建物の外形線データ】 東京都縮尺 1/2500 地形図（平成 23 年度版）の建物データ、東京都都市整備局（25 都市基交第 104 号）、(株)ミッドマップ東京 【気象データ】 気象庁気象統計情報		
シミュレーション方法	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p>代表的な屋根形状の作成</p> <p>↓</p> <p>実際の建物の 3 次元モデル化</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>各月代表日 1 日の平均日射量の設定</p> <p>↓</p> <p>年間予測日射量の推計</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>屋根形状の代表的なテンプレートの例</p>  <p>3 次元モデル化のイメージ</p>  </div> </div> <p>南側向き屋根を対象</p> <p>日陰を考慮した年間日射量の算出</p> <p>↓</p> <p>設置可能システム容量の推定</p> <p>↓</p> <p>年間予測発電量の推定</p> <div style="text-align: right;">  <p>各月の日射量の変化</p> </div> <p style="text-align: center;">シミュレーション方法</p>		
提供サービス	<p>1)年間予測日射量から適合度を評価、2)設置可能システム容量の推定、3)年間予測発電量の推定、4)一般家庭年間需要量に対する年間予測発電量の割合、5)年間予測 CO2 削減量の推定、5)該当市区町村の助成制度の紹介</p> 		
情報公開に関する規約	診断結果について、禁止事項、著作権、免責事項、その他（土地利用境界）等について記載		

出典：東京都ホームページを基に作成

②名古屋市ソーラーパワー診断マップの事例

表 6.1-2 名古屋市ソーラーパワー診断マップの特徴

開発者	名古屋市環境局	公開日	平成 28 年 3 月
公開対象エリア	名古屋市内全域	対象エネルギー	太陽光、太陽熱
エリア人口・世帯数	2,295,638 人、1,058,497 世帯 (平成 27 年国勢調査)		
使用データ	【基礎データ】名古屋市中空写真(平成 27 年 7~9 月撮影) 【気象データ】気象庁気象統計情報		
シミュレーション方法	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p>航空測量による高さの取得</p> <p>↓</p> <p>代表的な屋根形状の作成</p> <p>各月代表日 1 日の平均日射量の設定</p> <p>↓</p> <p>実際の建物の 3 次元モデル化</p> <p>年間予測日射量の推計</p> <p>← 南側向き屋根を対象</p> <p>日陰を考慮した年間日射量の算出</p> <p>↓</p> <p>設置可能システム容量の推定</p> <p>↓</p> <p>年間予測発電量の推定</p> <p>シミュレーション方法</p> </div> <div style="width: 35%;"> <p>屋根形状の代表的なテンプレートの例</p>  <p>3次元モデル化のイメージ</p>   <p>名古屋市のある地点における 1 日の日射量の変化</p> </div> </div>		
提供サービス	<p>1)年間日射量、</p> <p>2)太陽光発電設備の適合度の判定、3)設置可能な設備容量の推定、4)月間・年間予測発電量の推定、5)一般家庭の消費電力に対する割合、6)月間・年間 CO2 削減量の推定、7)スギの木の二酸化炭素吸収量への換算本数、8)余った電力の売電収入の推定、9)電気料金の節約額の推定</p> <p>10) 太陽熱利用設備の適合度の判定、11)設置可能な集熱面積の推定、12)ガス料金の節約額の推定、13)集熱量の推定、14)ガスの節約量の推定、15) 一般家庭の消費電力にガス使用量に対する割合、16)スギの木の二酸化炭素吸収量への換算本数、17) 名古屋市助成制度の紹介</p> <p>※パソコン、スマートフォン、タブレット端末で簡単に診断できる。</p>		

(2) 国内既存事例のヒアリング調査

国内既存事例のヒアリング調査は、既に太陽光マッピングを公開している東京都および名古屋市と、今年度作成を進めている長野県に対して行った。

ヒアリング調査の概要を表 6.1-4 に、ヒアリング結果を表 6.1-5 に示す。

表 6.1-4 国内既存事例に関するヒアリング調査の概要

項目	内容	
ヒアリング対象者	東京都、名古屋市、長野県	
ヒアリング実施日	東京都 : 2018年12月6日 名古屋市 : 2018年12月20日 長野県 : 2019年1月8日	
ヒアリング内容	(1) 開発について	<ul style="list-style-type: none"> ・開発に着手した経緯 ・開発の目的 ・当初期待した効果、開発するメリット ・開発にかかった期間 ・開発時の課題とその対処法
	(2) データについて	<ul style="list-style-type: none"> ・データの更新状況・更新頻度・更新予定 ・データのカバー率、欠損箇所の対応 ・実際の発電量との誤差
	(3) 公開について	<ul style="list-style-type: none"> ・利用状況（アクセス数、利用者の属性） ・個人情報の取り扱い ・利用者からの問い合わせ・意見・苦情 ・公開後の改善実施、または改善予定 ・公開にあたり留意した点 ・マップ公開による導入促進効果
	(4) 環境省で整備予定の太陽光マッピングについて	<ul style="list-style-type: none"> ・自治体側のメリットについて ・シュタットベルケのような導入促進機能について ・整備における留意点 ・環境省に整備してもらいたい基礎データ等

表 6.1-5 国内既存事例ヒアリング結果

項目	ヒアリング結果
開発について	<p>【開発に着手した経緯と開発の目的】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電設備導入に向けた補助事業を実施していたが、補助事業以外の事業で、一層訴求効果を高めていきたいと考えたため。 ・野立の太陽光発電が増えてくるにつれて、太陽光発電の賛否が問われるようになってきており、より環境影響が少ない屋根置きにシフトしていきたいと考えていた。 ・新築戸建は条例で自然エネ検討義務があるが、既存建物についても何か導入につながる情報提供が必要であると考えていた。 ・当地域は日照、日射量ともに恵まれている。住宅密集地では日影が多いという印象があるが、どのくらいポテンシャルがあるのかを把握するため。 ・太陽光発電・太陽熱利用の普及に向けた、気づきや動機づけを目的として開発。 ・FIT 価格が下がっていく中で、自家消費や太陽光+EV による蓄電など FIT から離れた時を見据えた提案をしてエネルギー自給率向上を図りたいと考えていた。 <p>【太陽光マッピング開発の基本方針・特に重視した点等】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般市民が操作しやすいこと。 ・システム利用の際、特別なソフトウェアを必要とせず、一般的なブラウザおよび OS がインストールされたパソコンで利用できること。 ・国際会議の中で導入につなげる仕組みの構築が重要という話があったため、様々な業界を巻き込んだ協議会を設けて導入促進の仕組みをつくることを盛り込み、プロポーザル方式とした。 <p>【期待した効果やメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポテンシャルの可視化。 ・環境政策の達成手段。 ・事業者にとっての市場拡大。 ・太陽光発電を導入しようか迷っている人を後押ししたり、関心が高かった人にも興味を持ってもらうことで、導入量の拡大を期待。 ・事業者同士の新たなビジネス展開や事業提案。 ・エネルギー自給率向上。 <p>【着手から公開までにかかった期間】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1年程度要した。もともと所有している航空測量写真があったため、それを利用した。 ・構想から作成に至るまで1年程度、データ作成及び本システムの公開まで8か月程度、公開後5年間運用契約がある。

項目	ヒアリング結果
	<p>【開発時の課題とその対処法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開発当初のサンプル調査では、最大で2割程度の誤差があったが、目的と照らし合わせるとそのくらいの精度のもので十分であろうと考えた。 ・費用がネックではあったが、もともと整備されているデータを使用することで抑えることができた。 ・システム開発の経験のある職員がいなかったため、開発のスケジュールが把握できていなかったり、仕様書に発注元の狙いが的確に記載できなかった部分があった。仕様書に基づき入札を行い契約しており、後からの仕様変更は難しかったため、できる範囲で（表示結果の見やすさの部分など）工夫する等、対応した。 ・山林が多いので山間の地域などの影の影響を考慮するよう作成中である。 ・積雪の影響をどのように考慮するかについても検討中である。
データについて	<p>【データの更新状況、更新頻度や更新予定】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・助成情報は、各市区町村に掲載について聞き取りをして、情報を毎年更新している。その他は公開後更新なし。 ・発電量例、売電収入、電気料金の節約額、CO2削減量、集熱量、ガスの節約量、ガス料金の節約額については、計算に使用するデータ（各単価、排出係数、システム効率など）を1年に1回確認しており、変更されていれば更新している。 ・非表示申請については随時対応であるが、これまでに申請はない。 ・測量データ自体は5年に1度更新されているが、今のところマッピングに反映するかどうかは未定である。 <p>【データのカバー率、欠損箇所の対応、課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・整備地域全体のデータがそろっていた。ただしマッピングは、島しょ部を除く。 ・データは全域整備されていたが、家屋外形データの作成において不備があったものについては処理対象外としているものがある。HP上で、「使用したデータの作成時点や精度により、現状を正確に反映していない場合があります」との記載がある。 ・各市町村から集める形であり、データのない市町村もあるため、データの収集が課題。また、各市町村で撮影時期にばらつきがある。 <p>【実際の発電量との誤差】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サンプル調査では最大2割の誤差。 ・公共施設に設置しているものは、その仕様にあわせて補正すると誤差は約6.7%（1年分のみ）であった。 ・住宅については、誤差が大きいもので約20%であった。平均すると平成25年度が10.4%、平成26年度が5.4%であった。

項目	ヒアリング結果
公開について	<p>【利用状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・公開当初：数万アクセス／月、現在：1,000～2,000／月、利用者属性は不明 ・公開開始の年度末までに約 47,000 件のアクセス。現在は月あたり 4,500～6,000 件。WEB 広告を実施しており、広告経由でのアクセスが多い。 <p>【個人情報（屋根情報を含む）の取り扱い】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・所有者から要請があれば削除。 ・市民からの診断結果削除申請を受け付けている。 ・診断結果の画面に番地が表示されないようにしている（〇〇一丁目付近、などの表示にしている） ・市町村からデータを集める際、個人情報に関する部分は除いて提供してもらうようにしている。 <p>【利用者からの問い合わせ・意見・苦情】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・問合せ、苦情はあまり多くない。 ・特になし。苦情などマイナスなものもきていない。 <p>【公開後の改善箇所、今後の改善予定箇所】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・削除要請に対する対応のみ。 <p>【屋根置き太陽光発電設備の導入促進効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・助成制度があった年度までは大きく増加したが、その後も少しずつ増えている。ただし、マッピングの影響かどうかは不明。 ・補助金受給者へのアンケートによると、受給者の約半数が太陽光マッピングを見たことがあった ・WEB 広告、事業者へのチラシ郵送、イベントでの QR コード配布など実施しているが、太陽光マッピングによって導入量が増えているかどうかの因果関係までは確認できていない。
環境省で整備予定の太陽光マッピングについて	<p>【シュタットベルケのような導入促進機能について】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電協会などは、事業者の認定をしているので紹介なども行えるのではないか。 ・電力会社に関わるのは現実的ではないのでは。 ・都道府県は事業者や住民と距離があるのであまり情報がない。 ・導入促進機能としてあげられた団体は、いずれも一長一短ある。 ・事業の担い手として、専門的知識をもった人材と予算が不可欠。 ・都道府県であったとしても、十分な人材と予算が整っているとは限らず、温度差もあるのではないか。国の後押しも必要。 ・規模の大きい市町村は都道府県以上に人材等が不足していると考えられるので、事業の主導者となるのは現実的ではない。

項目	ヒアリング結果
	<ul style="list-style-type: none"> ・国で本案件に取り組む一般社団法人等の設立を検討するというのも1つの手段である。 ・費用対効果を考えると、都市部に限定したほうがいいのかもわからないが、都道府県として全域ですすめることが重要。 ・市町村単位で導入促進の仕組みまでつくっていくのは、一部の大きな自治体を除いて難しいのではないかと。事業者団体や金融機関が存在しないところも多い。 ・マップ公開自体でどれだけ導入につながったかの追跡や検証が難しい。また、様々な関係者と連携する場合には、各事業者や市町村などとの調整が必要。 <p>【整備における留意点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自治体や公社は特定事業者を紹介することができない。ただし掲載要件を整えれば、事業者をHPに載せるのは可能（ESCO事業者、省エネアドバイザーは掲載されている）。省エネアドバイザーの場合は、会社の宣伝につながらないようにしている。 ・市民にとって、信頼のある業者情報の提供は、導入につながる重要なポイントである。ただし、地方公共団体が個別事業者を紹介することはできない。国の認定を受けるなど何か基準をもって登録された事業者のリスト等であればHP等で掲載できる可能性はある。 ・特定事業者の紹介は難しい課題があるが、実績を有するなどの一定条件を設けた上で、各団体から紹介してもらうなどすることで、業者掲載は可能と考える。また、「事業者の紹介」ではなく「相談先の紹介」という表現の方が、行政としては取り組みやすいのではないかと。

6.1.2 太陽光発電マッピングに係る海外既存事例の調査

(1) 海外既存事例の文献調査

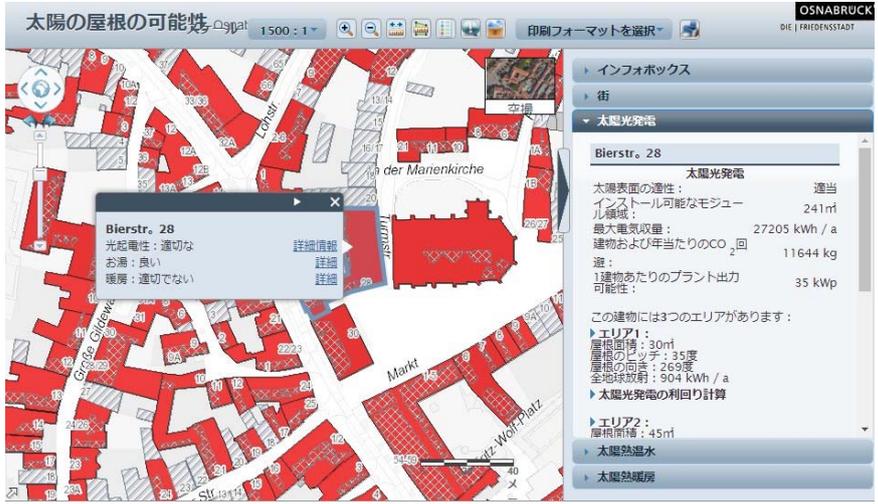
今回調査した海外既存事例を以下に示す。

- ①ドイツ オスナブルック市
- ②ドイツ フライブルグ市
- ③オランダ MapGear 社
- ④米国 Los Angeles County (ロサンゼルス郡)
- ⑤米国 Mapdwell 社
- ⑥米国 Nova Solar Capital 社
- ⑦カナダ カルガリー市

①ドイツ・オスナブルック市の事例

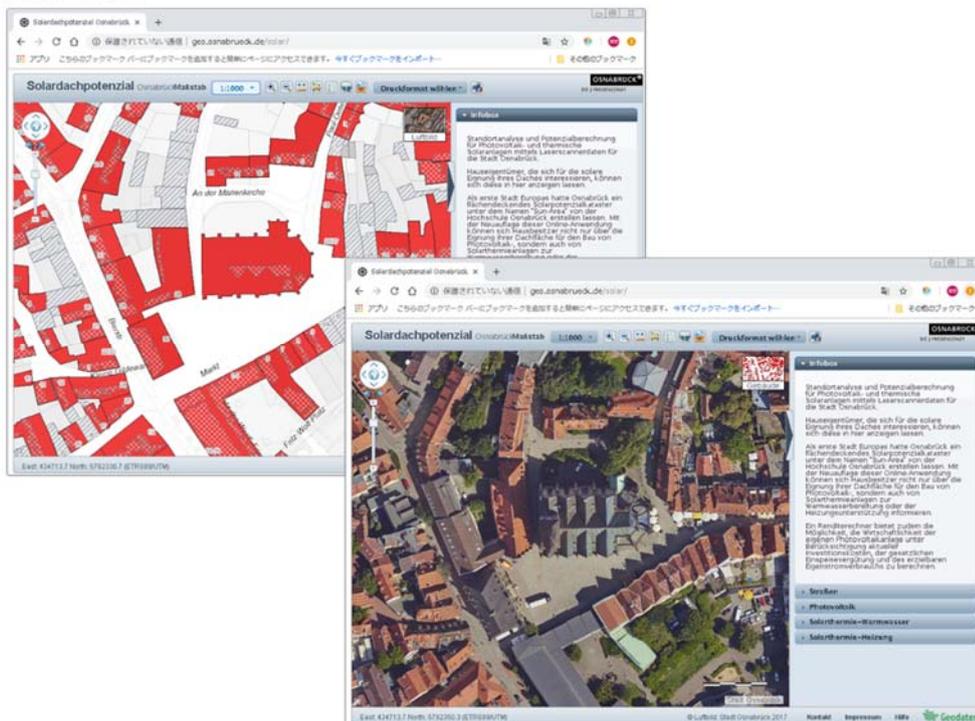
ドイツ・オスナブルック市には、太陽光発電マッピングシステムの開発実績が豊富な IP SYSCON 社のシステムが導入されている。そこで、オスナブルック市のソーラーマッピングシステムの事例調査を行った。

表 6.1-6 ドイツ・オスナブルック市の太陽光マッピングの特徴

開発者	ドイツ・オスナブルック市 (IP Syscon 社)	公開日	2008 年
公開対象 エリア	オスナブルック市	対象エネルギー	太陽光、太陽熱温水、 太陽熱暖房
エリア人口・世帯数	168,145 人 ("OsnabrückNEWS 4/2016")		
URL	http://geo.osnabrueck.de/solar/		
使用データ	レーザ測量データ 不動産マップからの屋根の外周データ（屋根の向き、屋根の面積） 日射分析データ（太陽放射、陰影、屋根の構造と植生に起因する計算）		
シミュレーション方法	オスナブルック応用科学大学（Hochschule Osnabrück）で開発された「Sum-Area」を用いて計算されている。		
提供サービス	<ol style="list-style-type: none"> 1) 太陽光発電のための屋根の適合性 2) 太陽熱温水、太陽熱暖房のポテンシャル計算結果 3) 収益性の計算（投資コスト、固定価格買取制度、電力消費量を考慮） 		
情報公開に関する規約	 <p>建物のインターネット公開を望まない所有者から連絡があれば、指摘を受けた建物のポテンシャルデータをレイヤから削除する。</p>		

オスナブルック市の太陽光発電マッピングシステム、及び太陽光マッピングシステムの結果から計算する収益性計算システムの画面を以下に示す。

1. 初期表示画面



2. 情報ボックス、道路

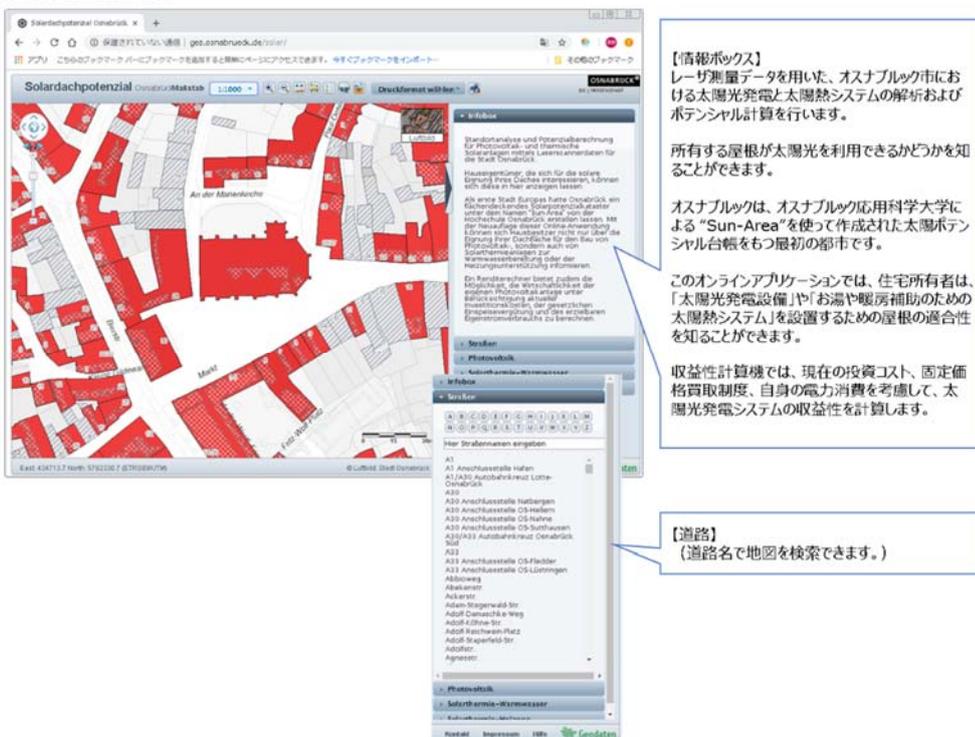


図 6.1-1 ドイツ・オスナブルック市の太陽光マッピングシステム①

3. 太陽光発電



図 6.1-2 ドイツ・オスナブルック市の太陽光マッピングシステム②

4. 太陽熱（お湯）



図 6.1-3 ドイツ・オスナブルック市の太陽光マッピングシステム③

5. 太陽熱（暖房）

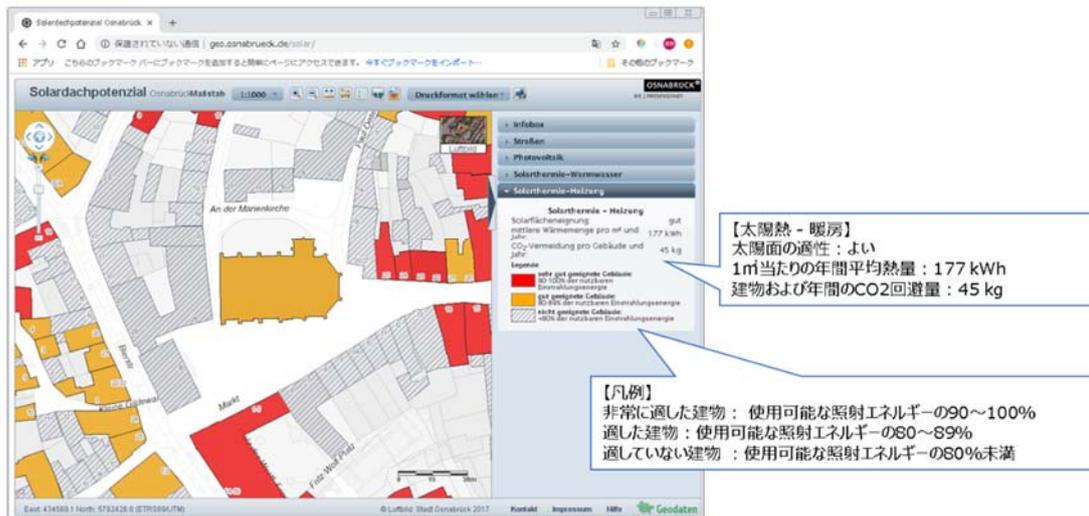


図 6.1-4 ドイツ・オスナブルック市の太陽光マッピングシステム④

6. 収益性計算機

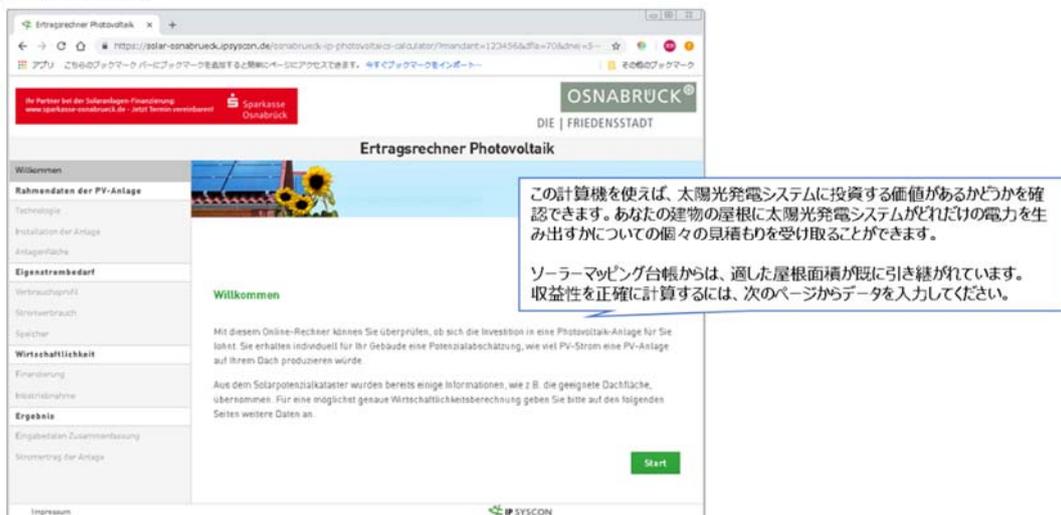


図 6.1-5 ドイツ・オスナブルック市の収益性計算システム①

7.収益性計算機（テクノロジー）

【テクノロジー】
 どのような技術を使いたいですか？
 モジュール技術
 ・薄膜モジュール (thin-film modules)
 ・多結晶モジュール (polycrystalline modules)
 ・単結晶モジュール (monocrystalline modules)

モジュールの効率
 ・16%

1kWpあたりのプラント価格(設置費用を含む)
 ・1100€/kWp

図 6.1-6 ドイツ・オスナブルック市の収益性計算システム②

8.収益性計算機（システムの設置）

【システムの設置】
 あなたが選ぶ建物は傾いた屋根を持っています。
 屋根のピッチと方向は、計算のために太陽電位解析の結果から自動的に取得されます。ここでは何も設定する必要はありません。

システムの種類
 ・斜めの屋根
 ・平屋根

図 6.1-7 ドイツ・オスナブルック市の収益性計算システム③

9.収益性計算機（接触面）

【接触面】
太陽エネルギーポテンシャル分析を使用して、太陽光発電システムに適した建物の屋根面積を決定しました。分析結果が既に設定されています。値を変更したり、プラント表面を自動的に最適化することもできます。

プラント表面のサイズ
・70m

より高い電力消費のためにプラント面積を最適化したいですか？
・はい。可能であれば最適化します。
・いいえ。指定された屋根面積を活用します。

図 6.1-8 ドイツ・オスナブルック市の収益性計算システム④

10.収益性計算機（消費プロファイル）

【消費傾向】
どの消費傾向を適用してシステムを計画しますか？

消費者の種類
・個人
・民間企業
・自治体
・農業

画像にカーソルを合わせると、消費傾向に関する追加情報が表示されます。

図 6.1-9 ドイツ・オスナブルック市の収益性計算システム⑤

11. 収益性計算機（消費電力）

Ertragsrechner Photovoltaik

Willkommen

Rahmendaten der PV-Anlage

Technologie

Installation der Anlage

Anlagenfläche

Eigenstrombedarf

Verbrauchsprofil

Stromverbrauch

Speicher

Wirtschaftlichkeit

Finanzierung

Inputstrategie

Ergebnis

Eingabedaten Zusammenfassung

Stromertrag der Anlage

Ertragsrechner Photovoltaik

Stromverbrauch

Wieviel Strom wird in einem Jahr verbraucht?

Stromverbrauch: 3200 kWh

Zurück Weiter

OSNABRÜCK DIE | FRIEDENSSTADT

IP SYSCON

【消費電力】
一年間にどれくらいの電力が消費されますか。
・3200kWh

図 6.1-10 ドイツ・オスナブルック市の収益性計算システム⑥

12. 収益性計算機（メモリ）

Ertragsrechner Photovoltaik

Willkommen

Rahmendaten der PV-Anlage

Technologie

Installation der Anlage

Anlagenfläche

Eigenstrombedarf

Verbrauchsprofil

Stromverbrauch

Speicher

Wirtschaftlichkeit

Finanzierung

Inputstrategie

Ergebnis

Eingabedaten Zusammenfassung

Stromertrag der Anlage

Ertragsrechner Photovoltaik

Speicher

Welcher Speichertyp soll verwendet werden?

Speicher

Keine Speicher verwenden

Lithium-Ionen

Blei

Nutzbare Speichergröße: 11 kWh

Speicherkosten ohne MwSt: 10010 €

Zurück Weiter

OSNABRÜCK DIE | FRIEDENSSTADT

IP SYSCON

【蓄電】
どの蓄電タイプを使いますか？
蓄電
・使わない
・リチウムイオン
・鉛
使用可能な収納スペース
・11kWh
MwStなしの保管費用
・10010€

図 6.1-11 ドイツ・オスナブルック市の収益性計算システム⑦

13.収益性計算機（入力のまとめ）

Zusammenfassung Ihrer Eingaben		
Modultechnologie	Wirkungsgrad des Moduls	Anlagenpreis pro kWp (inkl. Montagekosten)
Polykristalline Module	16 %	1100 €
Art der Installation	Anlagenfläche	Verbrauchertyp
Schrägdach	70 m²	Privat
Verbrauchsprofil	Personenanzahl	Stromverbrauch
Profil 1 (Privat)	2	3200 kWh
Speichertyp	Nutzbare Speichergröße	Speicherkosten ohne MwSt.
Lithium-Ionen	11 kWh	10010 €
Finanzierungsart	Laufzeit	Zinssatz des Darlehens
Vollfinanzierung	10 Jahr(e)	3,00 % pro Jahr
Tilgungsfreie Zeit	Inbetriebnahme	Strompreis (netto)
Keine	Dezember 2018	28 ct / kWh
Strompreissteigerung pro Jahr	Inflation pro Jahr	Einpeisungsvergütung
3 %	2 %	0,1156 € / kWh

Callout box: 【入力内容のまとめ】
入力内容を確認して、[計算開始]を選択します。

図 6.1-12 ドイツ・オスナブルック市の収益性計算システム⑧

14.収益性計算機（計算結果1）

Ergebnis

Anlagenleistung	Spezifischer Stromertrag der Anlage	Erwarteter Stromertrag im ersten vollen Jahr
11,2 kWp	889,6 kWh / kWp	9.963,5 kWh
Ertragminderung pro Jahr		
0,5 %		

Callout box: 【結果】
プラントのパフォーマンス 11.2kWp
システムの特定の電力出力 889.6kwh/kWp
初年度の予想発電量 9963.5kWh
年間の収益の減少 0.5%

図 6.1-13 ドイツ・オスナブルック市の収益性計算システムの結果①

14.収益性計算機（計算結果2）

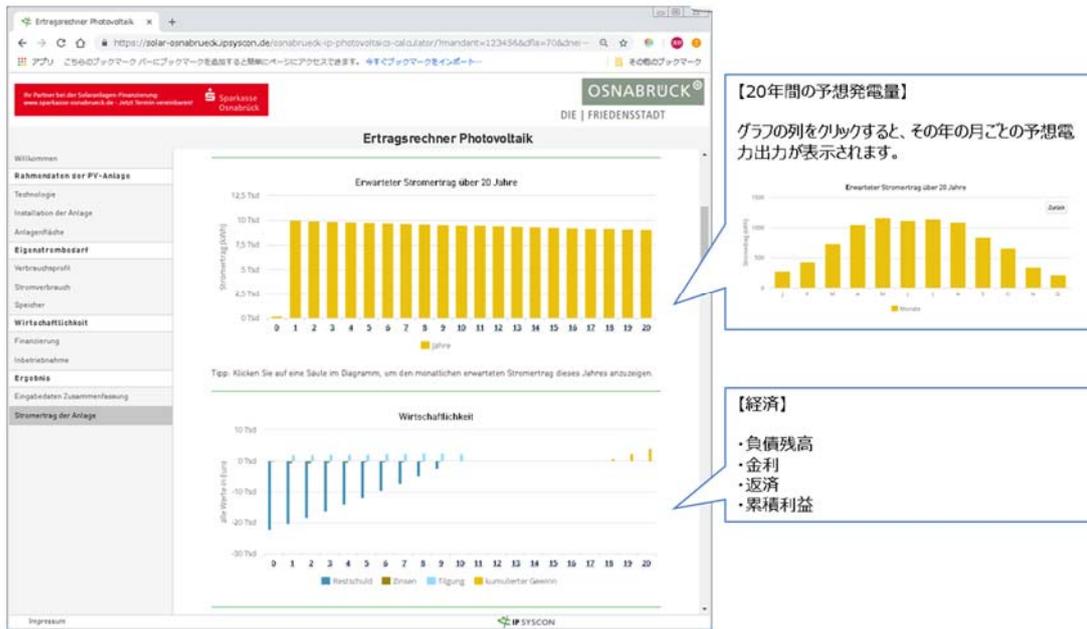


図 6.1-14 ドイツ・オスナブルック市の収益性計算システムの結果②

14.収益性計算機（計算結果3）

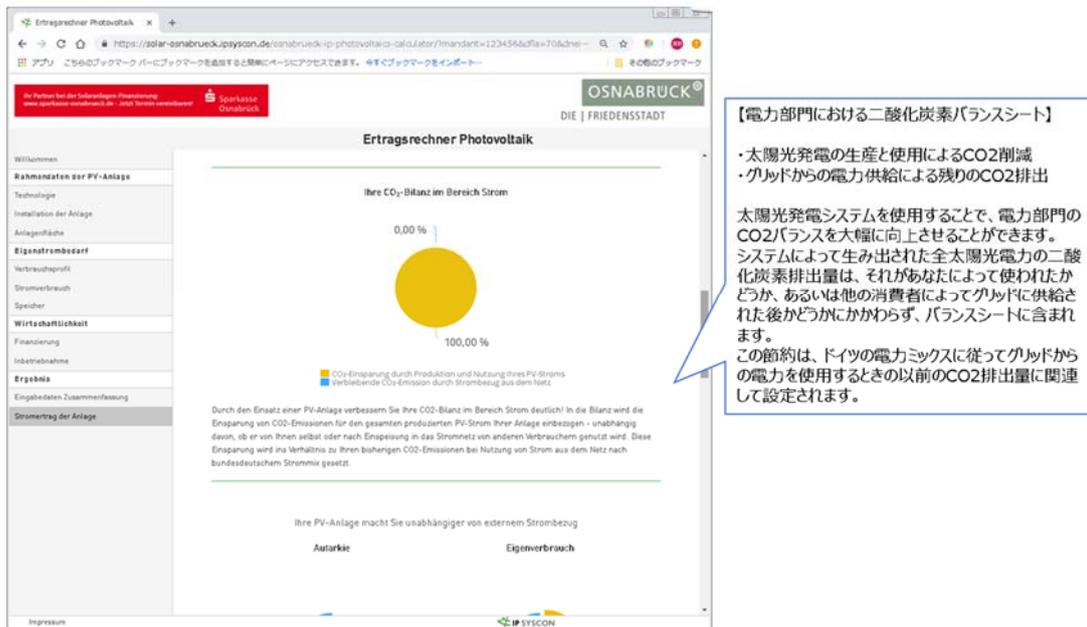


図 6.1-15 ドイツ・オスナブルック市の収益性計算システムの結果③

14.収益性計算機（計算結果4）

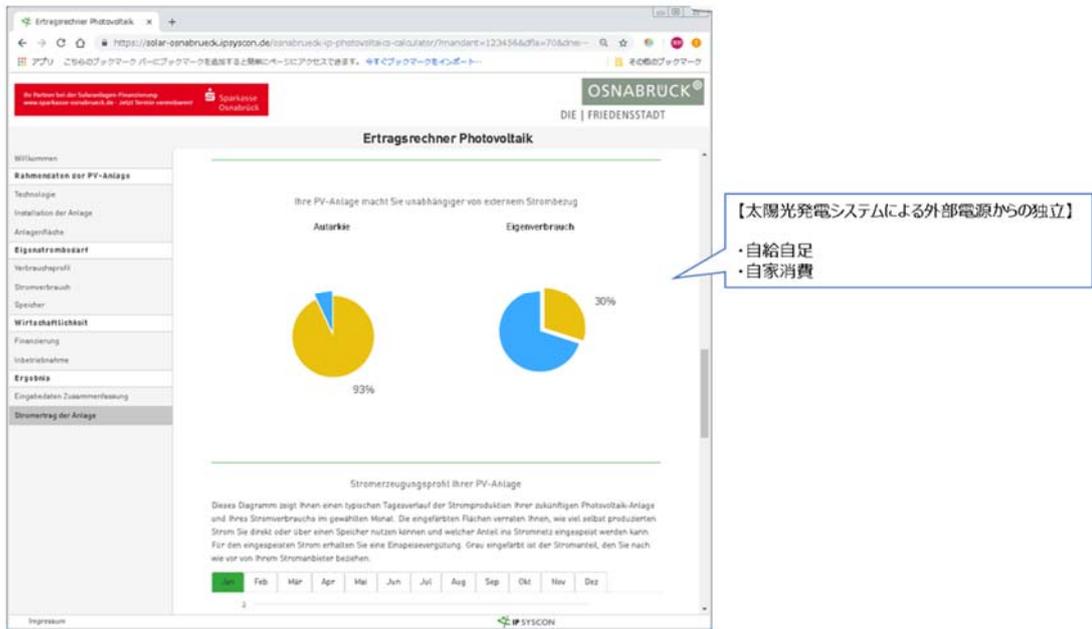


図 6.1-16 ドイツ・オスナブルック市の収益性計算システムの結果④

14.収益性計算機（計算結果5）

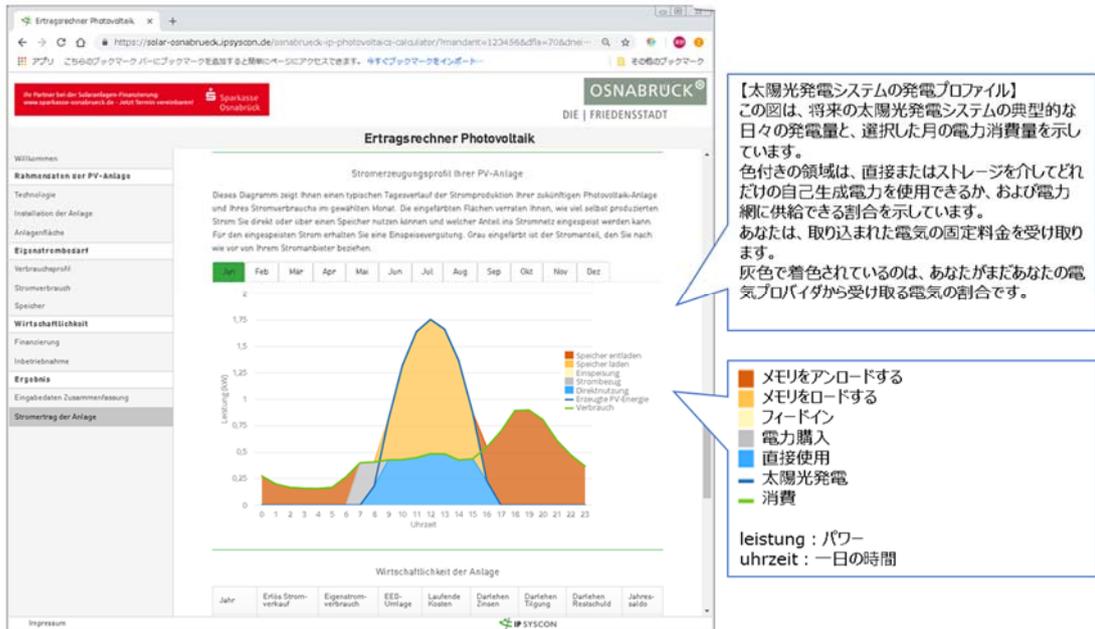


図 6.1-17 ドイツ・オスナブルック市の収益性計算システムの結果⑤

14.収益性計算機（計算結果6）

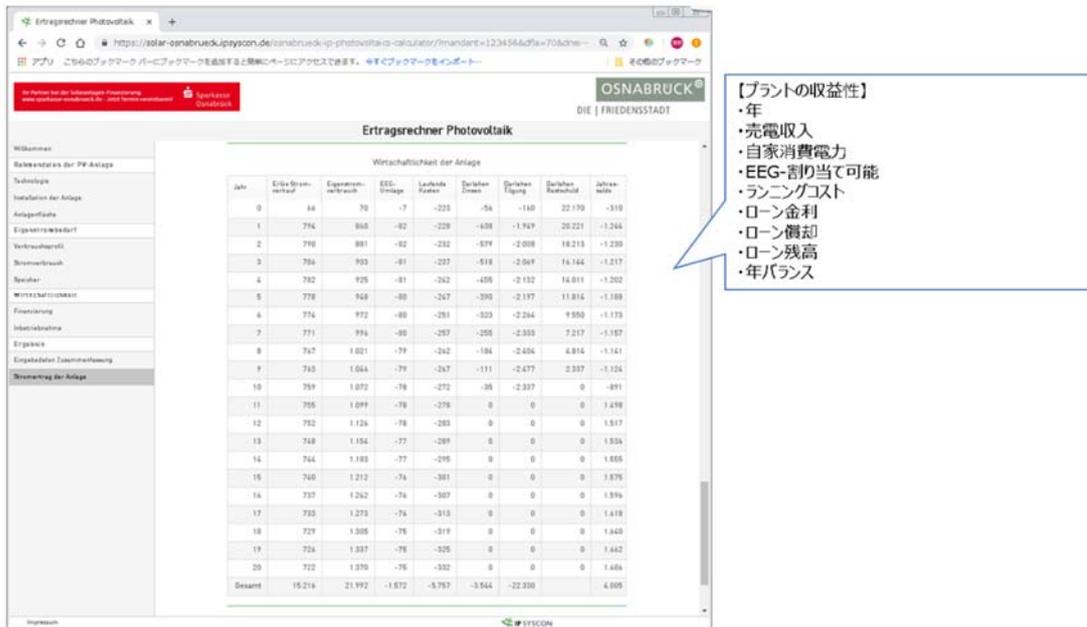


図 6.1-18 ドイツ・オスナブルック市の収益性計算システムの結果⑥

②ドイツ フライブルグ市の事例

表 6.1-7 ドイツ・フライブルグ市の太陽光マッピングの特徴

サイトの名称	FREE-sun
URL	https://www.freiburg.de/pb/,Lde/232537.html
構築・運営主体	ドイツ・フライブルグ市
サイト開設時期	2009年4月1日
公開対象エリア	フライブルグ市内
使用データ	地表面レーザ測量データ（州の登記・国土地理局から入手） 平面地図 建築物マップ
シミュレーション方法	① 市内全域の地表面レーザ測量データと平面地図を補正・統合 ② 市内域の建築物の凹凸をヴァーチャル地図上に3Dで表現 ③ 市内に存在するすべての建物の屋根・屋上の方向・傾き・高さを調査
情報公開に関する規約	異議申し立ての権利と注意 建物情報の公開を望まない所有者から連絡があれば、書面に住所を明記して申し立てをすることで、地図サービスからデータが削除される。
提供サービス	1) 太陽光発電、太陽熱のポテンシャル計算結果（屋根の構造・傾斜・影適性） 2) 太陽光の最大使用可能量、太陽照射の評価、発電量（kWh/年）、節約量（CO2/年）

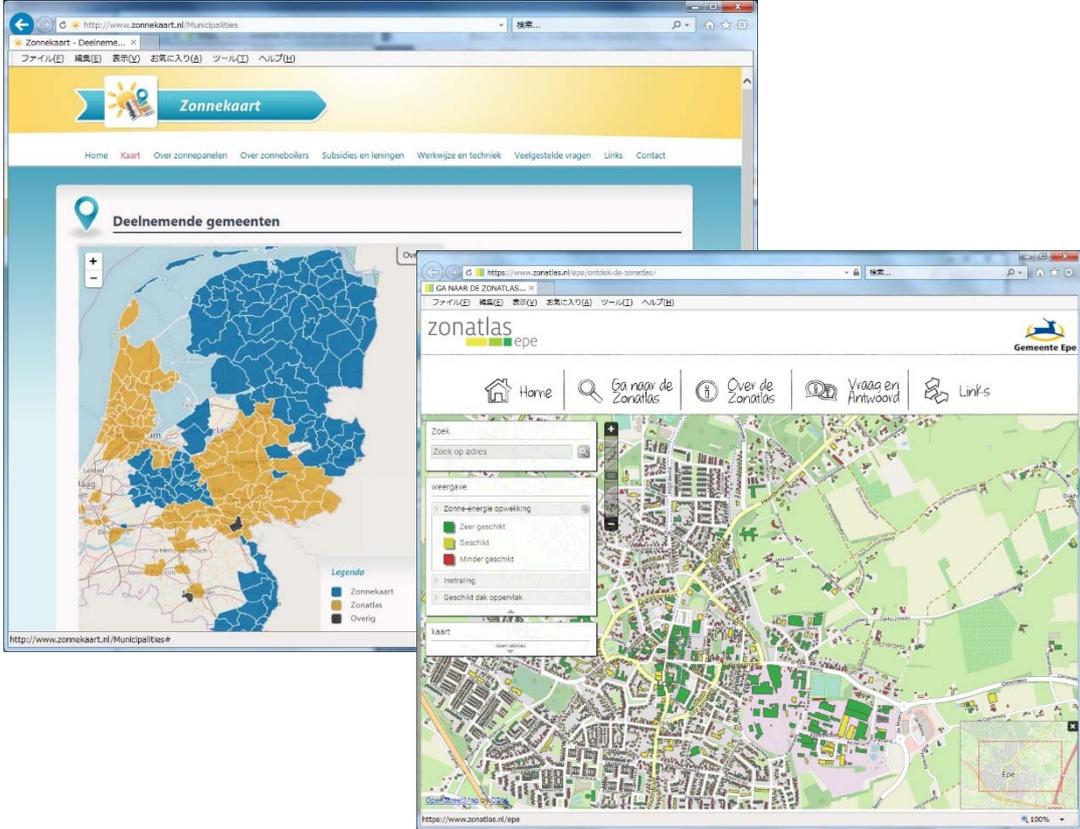
The screenshot shows the Freiburg FREE-SUN website interface. The main content area displays a map of Freiburg with a red box highlighting a specific area. An information popup window is open, showing the following data:

Information	
Solarpotential (Dach, gewerblich)	
Leistung:	13.64 kWp
Ertrag:	11550 kWh/a
CO2-Eresp.:	6,47 t
Abschattung:	37 %
Bezeichnung:	Mittelwähre
Ausrichtung:	Süd - Südost
Einstrahlung:	1061 (kWh/m²/a)
Fläche [m²]:	103 m²
Neigung [Grad]:	45° - 51°
Auszug:	Auszug_5243.pdf

③オランダ MapGear 社の事例

表 6.1-8 オランダ MapGear 社の太陽光マッピングの特徴

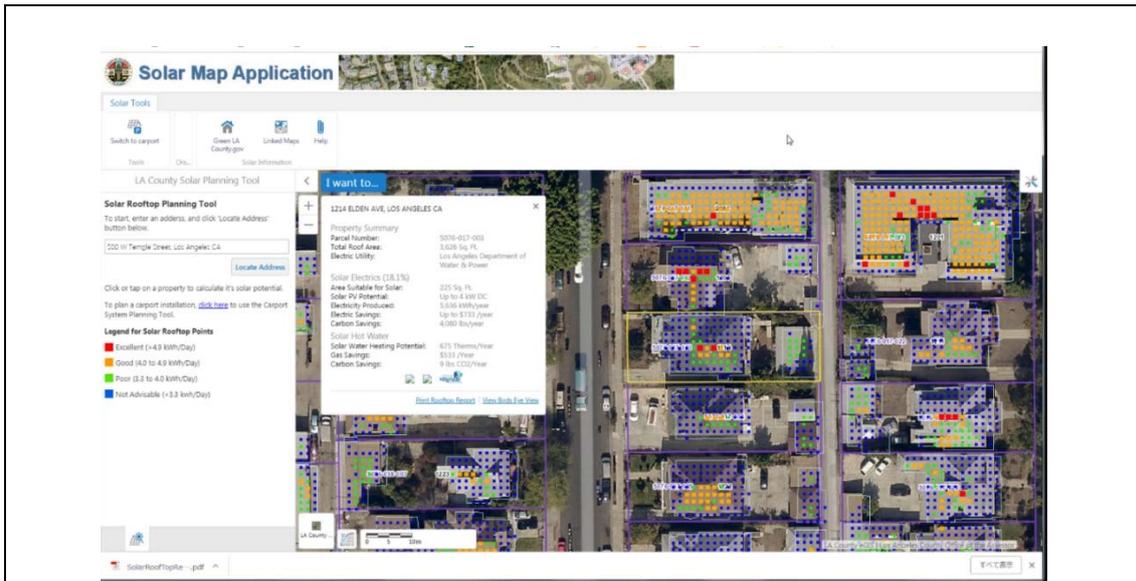
サイトの名称	Zonnekaart
URL	http://www.zonnekaart.nl/Municipalities
構築・運営主体	オランダ MapGear 社
サイト開設時期	不明
公開対象エリア	オランダ国内の参加地域
使用データ	屋根面データ 平均日射照射量 高さファイル
シミュレーション方法	<p>① Rijkswaterstaat の高さファイル (AHN2) により、周囲の建物・樹木・屋根の窓・煙突の陰影効果を考慮に入れた日射量を計算</p> <p>② 木の影が多すぎる屋根、向きが適切でない屋根を除外</p> <p>③ 計算結果を Royal Dutch Meteorological Institute (KNMI) の過去の気象データを用いて補正</p> <p>【屋根面の選定条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日射量 (690 kWh / m² /年 以上) ・屋根セクションあたりの面積 (5m² 以上)。 <p>※選定された屋根面の総表面積は、太陽電池パネルの数および予想されるエネルギー収率の計算に含まれる。</p> <p>【年間エネルギー収量の計算条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・容量が 255Wp の従来のソーラーパネルとする。(南向きの最適な屋上での発電量約 210 kWh/年) ・傾斜方向が不利な屋根は、太陽放射 (エネルギー収量) を少なくする。 ・日射は 1981 年から 2010 年までの長期 KNMI 気象データで補正する。 ・太陽熱温水器を選択すると、太陽熱温水器の集熱量が太陽電池パネルの発電量に加算される。 <p>※エネルギー収量は、選定された屋根に配置できるソーラーパネルの数によって決まる。太陽放射も考慮されている。</p> <p>【ソーラーパネル数の計算条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・屋根の表面には十分な日射量の太陽電池パネルのみが設置される。 ・面積 1.6m²、最大収量 255Wp の従来のソーラーパネルとする。 ・ソーラーパネルは各屋根セクションの端から 50cm の部分に設置される。 ・平らな屋根には傾斜屋根の約 2 倍のスペースが必要となる。 ・太陽熱温水器が選択された場合、必要な表面積はソーラーパネル領域から差し引かれる。

	<p>【回収期間】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・回収期間は、ソーラーパネルや太陽熱温水器への投資を回収するために必要な年数とする。 ・回収期間の計算は、屋根の特性と太陽放射、経済的要因に依存する。
<p>情報公開に関する規約</p>	<p>削除してほしい箇所の住所（自治体、街路名および住居番号）を電子メールで連絡することで、2週間以内に指定された家の結果が削除される。</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1) 屋根面に設置できるソーラーパネルの数と投資回収の速度（計算の変数を特定の希望に合わせて調整可能） 2) CO2 排出量の削減量 3) 太陽エネルギーによって達成できる気候目標の程度の計算 	
	

④米国 Los Angeles County（ロサンゼルス郡）の事例

表 6.1-9 米国 Los Angeles County（ロサンゼルス郡）の太陽光マッピングの特徴

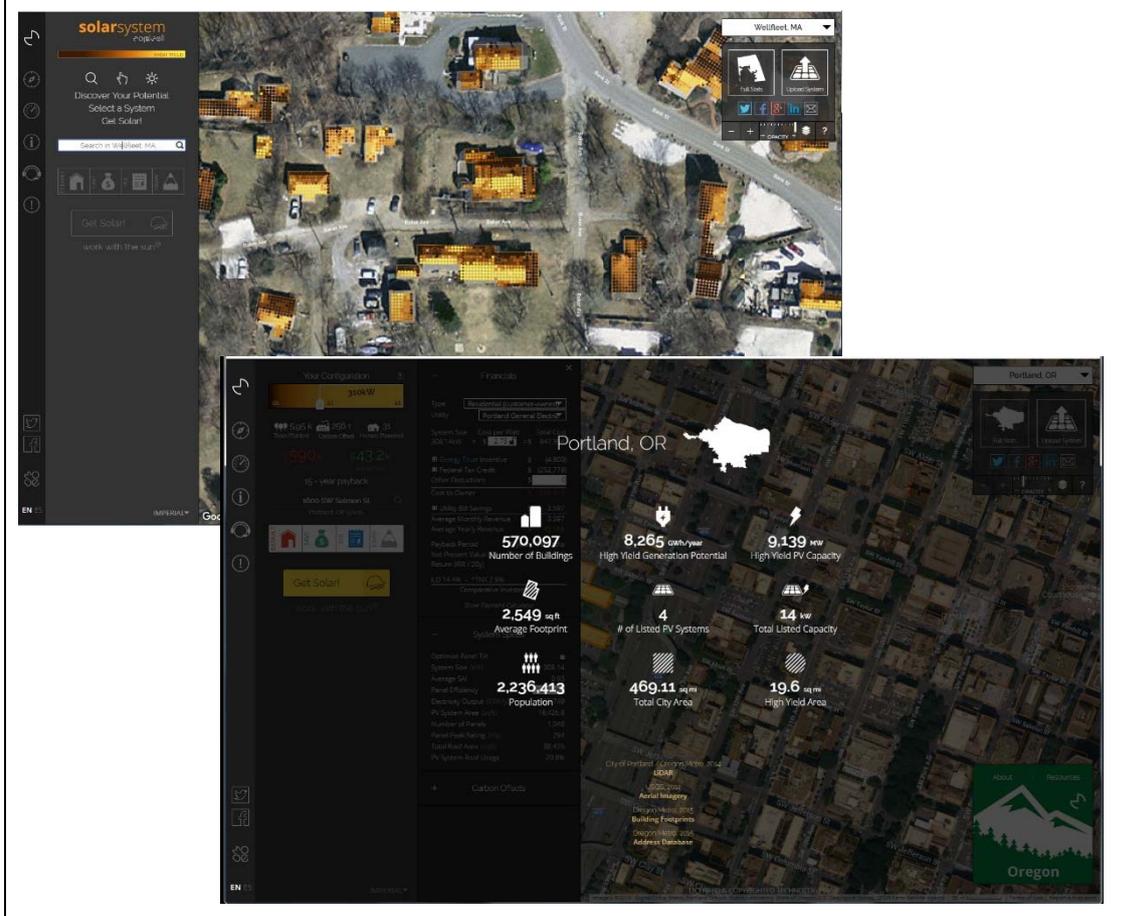
サイトの名称	Solar Map Application
URL	http://egisgcx.isd.lacounty.gov/solar/m/?viewer=solarmap
構築・運営主体	Los Angeles County（米国 ロサンゼルス郡）
サイト開設時期	2012年10月（最初のバージョンは2009年）
公開対象エリア	米国 ロサンゼルス郡
使用データ	<p>日射量モデル（2006年）：ArcGIS Desktop（ESRI社）のArea Solar Radiation機能を利用して以下の4つのデータを作成した。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① グローバル放射（入力面の各位置に対して計算されたグローバル放射または入射日射量の合計（直接+拡散）） ② 直接放射（各場所に直接入ってくる太陽放射） ③ 拡散放射イオン（場所ごとに入射日射を拡散させる） ④ 期間（直接入射日射の期間） <p>建造物（2フィートラスタ）（2006年）：以下のデータから作成した。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 5フィート間隔のデジタル標高モデル（DEM） ② 5フィート間隔のデジタル表面モデル（DSM） ③ 赤と近赤外（NIR）バンドを含む4インチ解像度のカラー赤外（CIR）画像
シミュレーション方法	<p>建築物（2フィートラスタ）データ作成の処理手順は以下のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① DSMからDEMを差し引くことにより、表面高さモデルを作成した。 ② 正規化植生指数（NDVI）モデルを作成した。（NDVIの値は-1から1の範囲で、一般に値が0.1を超えると緑の植生となり、値が0.1未満の場合は建物、街路、水域、裸地などが表示される。）表面の高さが8フィートを超え、NDVI値が<0.1であるすべての領域を建築層として抽出した。
情報利用に関する規約等	<p>GISデータポータルサイトの利用規約があり、以下の項目がある。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① ライセンス（利用ライセンスはあるが、所有権は与えられない。等） ② 保証をしないこと（誤りが無いことの保証、ウイルス等の有害な要素がないことの保証、WEBサイトが安全かつ継続的に使用できることの保証等を行わない。） ③ 責任の制限（いかなる場合においても、このウェブサイトで発生した損害について、一切責任を負わない。等） ④ 補償金（責任・弁護士費用を含む料金・利用規約違反に関連して生じた費用から、当社を免責する。等）



⑤米国 Mapdwell 社の事例

表 6.1-10 米国 Mapdwell 社の太陽光マッピングの特徴

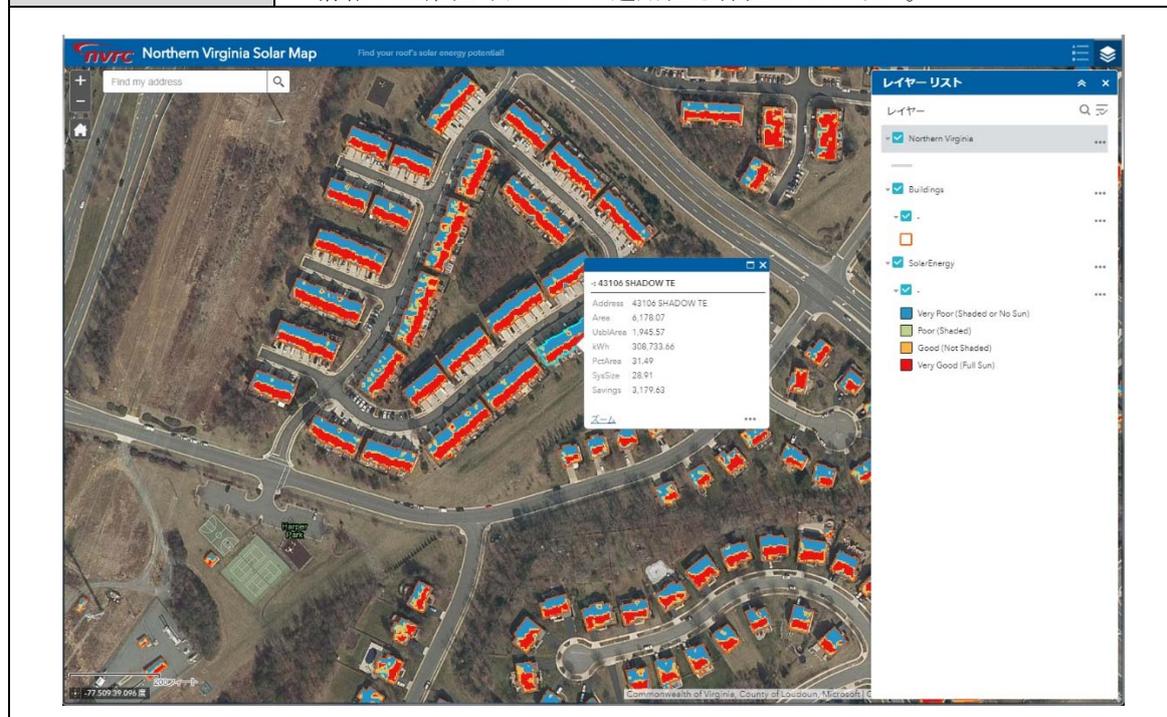
サイトの名称	solarsystem
URL	https://www.mapdwell.com/en/solar
構築・運営主体	Mapdwell 社（設計、建築技術、エンジニアリング、環境科学、情報技術等の分野の有識者により構成するエンジニアリング企業）
サイト開設時期	2013 年 5 月
公開対象エリア	顧客の依頼により対応可能である。事例としては、アメリカ国内 8 地域、チリ国内 3 地域がある。
使用データ	—
シミュレーション方法	マサチューセッツ工科大学（MIT）のチームが開発し、Mapdwell 社に独占的にライセンスされた技術を利用している。
情報利用に関する規約等	Mapdwell 社サイトの利用規約があり、以下の項目がある。 ① 承認された用途 ② 料金の支払い ③ 知的財産権および所有権の通知 ④ 精度とデータの完全性 ⑤ 免責及び責任の制限



⑥米国 Nova Solar Capital 社の事例

表 6.1-11 米国 Nova Solar Capital 社の太陽光マッピングの特徴

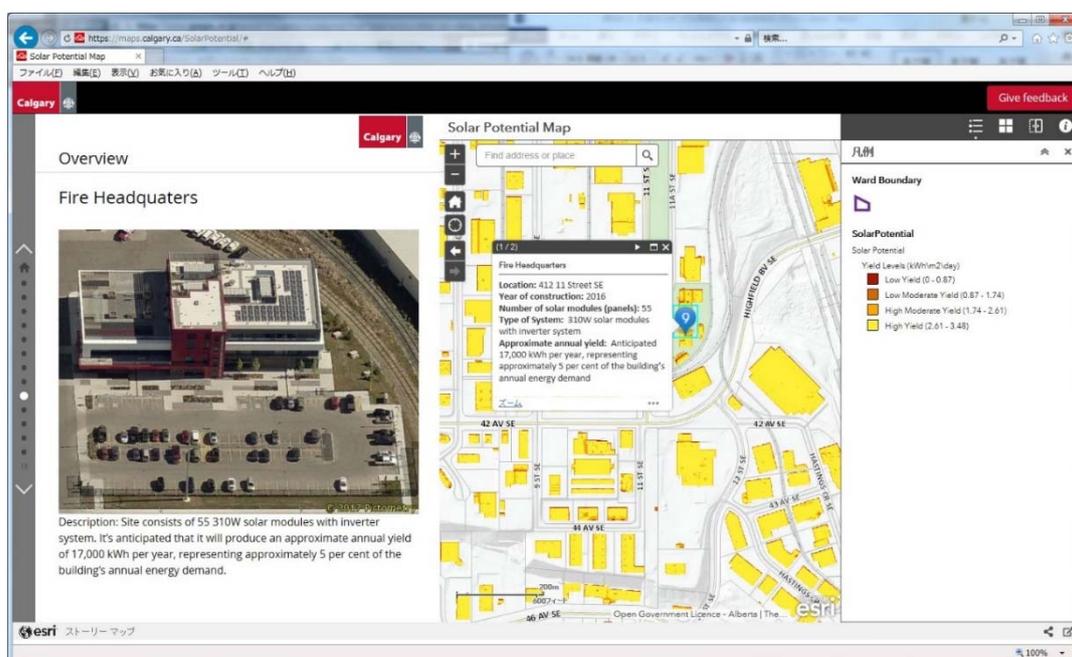
サイトの名称	SOLAR MAP
URL	https://www.novasolarmap.com/
構築・運営主体	Solarize NoVA（非営利団体） 北バージニア地域委員会 Nova Solar Capital 社
サイト開設時期	不明（Solarize NoVA の設立は 2014 年）
公開対象エリア	米国 北バージニア州
使用データ	<ul style="list-style-type: none"> 行政界 建物ポリゴン 背景図（空中写真）
シミュレーション方法	<ul style="list-style-type: none"> 250 平方フィート未満の建物の屋根は除外 50 度を超える傾斜屋根は除外。 北、北東、北西向きの屋根は除外。 日陰考慮は、LiDAR データに基づいて評価。 11 セント/kWh の単価により算定。
情報利用に関する規約等	<p>免責事項</p> <ul style="list-style-type: none"> 専門家が現地確認をした評価結果の代替にはできないこと。 地形モデルを用いたシミュレーション手法に基づく遠隔評価ツールであるため、老朽化家屋、過剰な植生等の個別要因によって正確な結果が得られないことがある。 情報の正確性やデータの適用性を保証していない。



⑦カナダ カルガリー市の事例

表 6.1-12 カナダ カルガリー市の太陽光マッピングの特徴

サイトの名称	Solar Potential Map
URL	https://maps.calgary.ca/SolarPotential/#
構築・運営主体	カナダ カルガリー市
サイト開設時期	不明
公開対象エリア	カルガリー市全域
使用データ	① LiDAR データ (ヘリコプターで収集) ② 日照データ (2012 年から 2017 年の間に収集されたデータを使用している。)
シミュレーション方法	<ul style="list-style-type: none"> 一般化された最適条件における屋根の日射量を、年ごとに示している。マップを生成するために使用するデータモデルは、地形の形状、建物の屋根や構造物、既存のインフラストラクチャ、樹冠の相対的な位置を考慮に入れている。 くもりの日や、屋根の日射量を制限する降水量などの気象条件は考慮されていない。 評価プロセスには、各施設の構造評価、財務上の実行可能性、詳細な日射量評価、安全な資金源が含まれる。
情報利用に関する規約等	<p>免責事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ソーラーマップは情報提供のみを目的としており、太陽利用可能性の事前評価ツールである。ソーラーパネル設置のための意思決定情報源として使用することは意図されていない。 データ/写真の日付以降の新しい建物や、変更された建物は、太陽ポテンシャルマップに正しく反映されていない。



(2) 専門家へのヒアリング調査

ドイツ・オスナブルック市に導入されている太陽光マッピングシステムを開発した IP SYSCON 社の専門家へのヒアリング調査を実施した。調査概要を以下に示す。

日時：2019年1月9日（水）17:00～18:00（ドイツ時間 9:00～10:00）
 場所：IP SYSCON 社会議室、エックス都市研究所会議室、（ウェブ会議）
 出席者：IP SYSCON 社 Ludwig 博士、ヘメン氏
 エコスコンサルティング メームケン氏
 エックス都市研究所 永井、山下、酒井、倉石
 パシフィックコンサルタンツ 徳田、澤野、姜



図 6.1-19 テレビ電話ヒアリング風景

以下にヒアリング調査結果を示す。

表 6.1-13 IP SYSCON 社ヒアリング調査結果

質問 1	ソーラーマッピングについて
質問 1-1	他社のソーラーマッピングシステムと比較して、IP SYSCON 社のソーラーマッピングの優位性はこういったところか。
回答 1-1	<p>PublicSOLAR system には以下が含まれる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① ソーラー適合性に関する屋根面積を解析するための、ソーラーポテンシャル分析 ② サブ屋根面積毎に、きわめて正確に結果とポテンシャルを表示するマッピングアプリ ③ 個別のより詳細な入力から、最適な投資と収益性の正確な計算を得るための収益性計算機 <p>PublicSOLAR 法(分析)は、Ludwig 博士と研究プロジェクトにより開発され、集中的かつ広範に評価された。この手法は、高解像度レーザ測量データをもとに、煙突・ドーマー・換気管・空調ユニットなどの屋根構造、及びそれらによる影を考慮に入れた、非常に正確なポテンシャル計算が可能である。</p> <p>PublicSOLAR 法(分析)は、13年前に開発され精度向上のために進化し続けている。この手法は、いかなる屋根の構造条件においても正確な解析結果を計算するために使</p>

	<p>われる。他の手法では、主な屋根の形状のみが考慮され、屋根構造と影は考慮されない。</p> <p>ビジネスと収益を計算できる、使いやすい WEB アプリがある。ユーザは、自分の家の電力使用とそれに続く推奨プラントの計算から、自分の屋根の太陽光発電システムの歩留り計算を作成できる。</p> <p>南半球(チリ)で実施したプロジェクトにおいて、他地域での適合性も確認されている。</p> <p>Q：一つのプロジェクトを完成するためにどのぐらいの時間が必要か？</p> <p>A:対象地域の面積による。データの入手から納品まで大体3ヶ月から4ヶ月ほど必要である。面積が広い場合、6ヶ月かかる場合もある。</p> <p>Q：自治体と長期の契約を結んでいるのか？</p> <p>A:一般的には納品した後1年間の保守契約を結ぶ。自治体が契約を延長したい場合は1年ごとに更新する。多数の自治体と既に5年から8年間で保守契約を結んでいる。</p>
質問 1-2	IP SYSCON 社では、現在どのくらいの自治体にシステムを提供しているか。ドイツ国外での展開事例はあるか。
回答 1-2	<p>国外では、スイス、オーストリア、スペイン、チリで実績がある。</p> <p>ドイツ国内の自治体名は以下のとおりである。</p> <p>ポツダム、ノルトライン＝ヴェストファーレン州、ラインベルク、アルペン、ハーフェルラント郡、デュースブルグ、バート・ベントハイム、バーデン＝ヴュルテンベルク州、ミュンヘン</p> <p>ドイツ/ヨーロッパの約 2,000 の自治体と、チリの 1 プロジェクトで実績がある。</p>
質問 1-3	IP SYSCON 社、各自治体、その他関連組織（シュタットベルケ）との役割分担はどうなっているか。公開後も連携しているか。
回答 1-3	<p>多くのプロジェクトにおいて、IP SYSCON 社、自治体、シュタットベルケの 3 つのパートナーにより実施されている。</p> <p>自治体は、地域の気候保護の対策のためにソーラーマッピングに関心を持っている。自治体が基礎データを提供し、中立性を確保している。地籍は、インターネット上でアクセス可能となっている。</p> <p>シュタットベルケは、電力ミックスの中に再生可能エネルギーの一定のシェアを占める必要があるため、太陽光発電の割合をより高くすることに関心がある。また、太陽光発電システムを販売している。従って、公益企業がしばしばソーラーマッピングの構築に融資する。</p> <p>IP SYSCON 社は、シュタットベルケまたは地方自治体から、長期間のソーラーマッピング(地図アプリとコンピュータ)の実装と運用・更新の委託を受けている。</p> <p>自治体やシュタットベルケに必要な IT インフラが無い場合、IP SYSCON 社のサーバにカードアプリとコンピュータが配置されることがよくある。そのため、IP SYSCON 社は、長</p>

	<p>期のソーラーマッピングの実行可能性を確保する必要がある。さらに、固定価格買取制度はこれまで毎月更新されているため、IP SYSCON 社は収益性計算ツールの基本設定を定期的に更新している。</p> <p>Q：家の所有者が太陽光パネルを導入したい場合、IP SYSCON 社から業者を紹介するのか？</p> <p>A: 紹介しない。ドイツには商工会議所とは別に、手工業会議所がある。手工業に関する業者はそこに登録されているため、認定された業者のリストがある。持ち主はそのリストから選ぶことができる。なお、プライバシーの問題で所有者が自宅の情報を示さないことを要求する場合は、データを非表示にする必要がある。</p> <p>Q：シュタットベルケはどんな目的で太陽光マッピング事業を推進しているのか？</p> <p>A: 各自治体が設定した目標の中に、エネルギーミックスの割合が明記されている。シュタットベルケは各自治体が出資する、地域のためのエネルギー供給会社である。そのため、シュタットベルケにとっては、利益の最大化が主目的ではなく、自治体を持っているエネルギーミックスの目標達成に向けて努力することも必要である。</p> <p>Q：日本の場合、シュタットベルケのような中間的な組織がないため、太陽光マッピング事業が進めにくい、その他に何が必要なのか？</p> <p>A: 太陽光マッピング事業の推進のために、シュタットベルケのような中間的な組織はもちろん重要だが、地域の業者を育てることも重視する必要がある。それをきっかけとして地域業者に職が生まれて技能が延び、それが地域の活性化につながる。地域の業者を育てるという意味でも、太陽光マッピングを一つのツールとして自治体が推進することはとても大事なことだと思う。</p>
質問 1-4	開発時の課題とその対処法。
回答 1-4	<p>(課題)</p> <p>屋根部表面への日射量を高精度に計算するためには、影に依存すること。 適切な時間内での大量のデータ解析の自動計算と、広い対象域のための適切な IT インフラの使用。</p> <p>(対処法)</p> <p>日射量を計算するための様々な方法を開発し、実データで繰り返し評価した。ここでは、様々な方法が試行された。当初、誤差は最大 20%だったが、修正と最適化により、3%まで減らすことができた。 大量解析の高性能な実装のために、計算アルゴリズムをより最適化及び自動化した。さらに、最適な解析サーバの要件を知るために、広範なハードウェアのテストを実施した。</p>

	<p>Q：誤差は3%ということだが、それは発電量の誤差か、日射量の誤差か？</p> <p>A：日射量の誤差である。</p>
質問 1-5	公開した後に改善した箇所はあるか。
回答 1-5	<p>この13年間の間に、解析方法は継続的に最適化されている。最初の9年間には、使いやすさと情報価値を更に向上させた。</p> <p>さらに、解析法は非常に広範な対象域向けに最適化されているため、現在では1回の計算で35,000km²の1,200万棟の建物を実装できる。</p>
質問 1-6	利用状況（例：アクセス数、利用者の属性）について。
回答 1-6	<p>面積によるが、通常は1日に2～10回、1日に数回程度である。土地台帳へのアクセスは、広報活動とつながっている。地元紙に台帳に関する記事が掲載されると、その掲載日にはアクセス数が大幅に増加する。</p> <p>最も一般的な利用者は、住宅の所有者である。その他には、地方自治体(エネルギーコンサルティングや公益事業のため)、エネルギーコンサルタント、消費者センター、企業投資家である。</p>
質問 1-7	個人情報保護、利用者からの問い合わせや意見について。
回答 1-7	<p>初期評価としてとてもよいアプリケーションであり、インターネット上でオンラインであり、中立であることを、ステートメントで示している。</p> <p>利用者の責任は無く、24時間、わずかな手間で、利用者の建物や個々の状況に応じた詳細な情報を提供する。</p>
質問 1-8	日本で同様のシステムを展開する場合、どのような課題が考えられるか。
回答 1-8	<p>解析に適した基礎データの入手が課題である。日本では、レーザ測量データが既に全国で撮影済みという状況ではない。</p> <p>Q：日本で適用する場合、レーザ測量データ以外に何が必要か。</p> <p>A:①固定価格買取制度 (feed-in tariff) のデータ</p> <p>②日射量データ</p> <p>③建物外周線データ</p> <p>④住所のデータ(道路名など)</p>
質問 2	使用データについて
質問 2-1	市内全域のデータがカバーされていたか。欠損箇所があった場合はどのように対応したか。
回答 2-1	ドイツ国内全域で ALK データ(建物面積)が利用可能である。レーザ測量データは、市全域で存在しない可能性がある。そのような場合には、立体航空写真のような代替データを使用するか、その場所は計算しない。

	<p>Q : ALK データは無料で入手できるのか？</p> <p>A:ALK データは自治体が所有している。太陽光マッピング業務の契約を結んだ後、自治体から IP SYSCON 社に無料で提供される。商業的に使用する場合は、購入する必要がある。</p> <p>Q : レーザ測量データも同様か？</p> <p>A:レーザ測量データの作成者は州政府である。地方自治体は、州からデータを購入しているため、IP SYSCON 社に提供できる。(データ更新する際にも自治体が料金を払う必要がある)</p> <p>Q : IP SYSCON 社は自分で飛行機を飛ばしてレーザ測量データを作成するのか。</p> <p>A:10 年前に太陽光マッピングを実施したときは、レーザ測量データを作成することが必要だったが、今は既存のデータがあるため作成する必要はない。</p>
質問 2-2	ポテンシャルの推計において、周囲の構造物等の影の影響はどのように考慮しているか。
回答 2-2	<p>DOM は、地形と全ての構造を三次元情報でマッピングする。一種の視覚的分析により、日中と、季節中の太陽の状態がシミュレートされる。また、太陽光線が遮られることなく屋根に落ちるか、反射されるか等、太陽の状態が計算される。</p> <p>Q : DOM は digital surface model (数値表層モデル) のことか。</p> <p>A:その通りである。</p>
質問 2-3	日射量を算定するにあたり、屋根の形状や傾きはどのように考慮しているか。
回答 2-3	DOM は、地形と全ての構造を、三次元情報でマッピングする。一種の視覚解析によって、その日・その季節の軌道での太陽の状態がシミュレートされ、太陽光線が遮断なく屋根に落ちるか、反射されるかが計算される。
質問 2-4	航空レーザ測量のデータの精度は、10 ポイント/m ² 程度と聞いているが、IP SYSCON 社のシステムでは、どの程度の解像度まで許容できるか。
回答 2-4	<p>1m²あたり少なくとも 1 点以上である必要がある。</p> <p>レーザ測量データが使えない場合のステレオ航空写真については、地上解像度 10cm、縦横方向 80/30%(できれば 60/50%)のオーバーラップが必要である。</p> <p>Q : 1 ポイント/m² が最小値とのことだが、一般的に、IP SYSCON 社が使用するのは何ポイントのデータなのか？</p> <p>A:地域によって違う。1 ポイント/m² のデータは精度が低い、基準には達している。10 ポイント/m² の場合、精度は高まるがコストも高くなる。実際には、1 ポイント/m² のデー</p>

	<p>タは補正し、10ポイント/m²のデータは取捨選択して、4ポイント/m²のデータに均して使用している。1ポイント/m²として提供されるデータであっても、レーザ測量時には1m²に対してより多くのポイントのデータが取得されていることがあり、そのデータを使用できることもある。</p> <p>Q: 1ポイント/m²のデータでも屋根や影等を考慮できるか。 A:レーザ測量データを作成する際に、一般的にはデータの品質を確保するために、要求されたポイント数より多くのポイントを測量する。従って、データの精度が1ポイント/m²でも、実データは4ポイント/m²のこともある。</p> <p>Q: 1ポイントと10ポイントのデータで計算した結果について、精度はどのぐらい差があるか？ A:そこまで差がない。1ポイントでも3%~5%の誤差しかない。</p>
質問 2-5	実際の発電量との誤差はどのくらいか。
回答 2-5	平均約 1.3~7%で、これは長年の実際の照射(ヨーロッパでは最大 20%のばらつきがある。)に依存する。従って、5~10年間稼働しているシステムからの誤差を計算することには意味がある。
質問 2-6	データ整備にあたり、費用はどのくらいかかっているか。すべて自治体が負担しているのか。国からの補助などはあるか。
回答 2-6	<p>それは、基礎データ、市の面積の広さ、建物の数によって異なる。さらに、自治体がアプリにどのような内容を希望するかによっても異なる。</p> <p>国からの補助金は、今はない。最初の都市にソーラーマッピングが作成された当初は、ヨーロッパのファンド、環境省や地域の資金提供機関からのドイツのファンドなどが支援していた。</p> <p>Q: IP SYSCON 社のモデルを導入する場合の費用はどのように計算できるか。 A:モデルを導入するためには、データが一番重要である。IP SYSCON 社はドイツのデータの状況に詳しいため、ドイツ国内で実施するほうが、コストは低い。日本の場合、レーザ測量データがなくステレオ航空写真データしかない。航空写真データでも太陽光マッピングは作れるが、データの精度は 10cm と高い必要がある。通常データはその精度を満たしていない。また、航空写真データは、加工されている画像ではなく、生データ(ステレオ画像)である必要がある。</p> <p>Q: ステレオ航空写真は Google 3D マップと同じものか？ A:違うものである。</p>

	<p>Q：太陽光発電事業の所要費用の例を教えてください。</p> <p>A：ドイツでのプロジェクトの例を後で送る。</p>
質問 2-7	データの更新頻度はどのくらいか。（地図関連データ、日射量、解析方法、費用等）
回答 2-7	<p>画像データ(新しいレーザ測量データがある場合のみ、約 3～5 年ごと)</p> <p>日射量データ(新しいレーザ測量データがある場合のみ、約 3～5 年ごと)</p> <p>分析手法(新しいレーザ測量データがある場合のみ、約 3～5 年ごと)</p> <p>パネル設置費用等(変更がある場合は、毎月)</p>
質問 3	日本における導入促進について課題は何があるか。
回答 3	日本にはシュタットベルケや手工業会議所のような組織が無いことが課題である。自治体にとって、地域の事業者を育てることで地域の活性化につながるということが大事である。

6.2 太陽光発電マッピングのあるべき姿及び構築における基本構想の検討

(1) ドイツにおける太陽光マッピングから太陽光発電普及への仕組み

ドイツの事例では、市（自治体）が提供している太陽光マッピングのサイトから顧客は直接問い合わせが可能となっており、市が「シュタットベルケ」（地域の電力供給、ガス供給、ごみ処理などを行う公社）に顧客を紹介する仕組みとなっている。

シュタットベルケは実地調査等を行い、実際に設置する施工業者を紹介するという一連の流れができています。

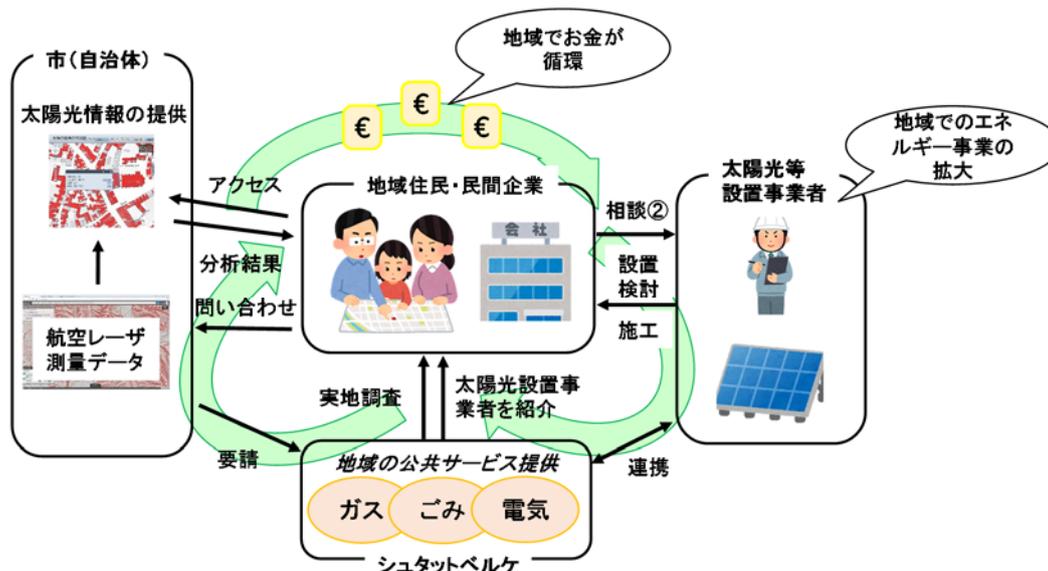


図 6.2-1 ドイツにおける太陽光マッピングから太陽光発電普及への仕組み

海外事例ヒアリングによって得られた、ドイツにおいて上記のような仕組みが成立しているポイントを整理する。

ポイント①：地域に根付いた自治意識の強い団体組織の存在

長い歴史の中で地域の電気、ガス、水道、交通などの公共インフラを整備・運営する公益企業（＝シュタットベルケ）を中心として、自分たちの地域は自分たちで発展・維持させていくという自治意識がある。

ポイント②：住民・地域企業との信頼関係

住民・地域企業の中において、シュタットベルケは目先の経済的な利益よりも自然環境や地域の持続力向上につながる取組みを担っており、その取組みに協力していくことが自分たちの将来にもつながるという信頼関係が醸成されている。

ポイント③：紹介事業者の信頼性の担保

手工業会議所に登録されている設置事業者のリストを使用するため、信頼が担保されている。

(2) 日本における太陽光マッピングシステム構築の仕組みの検討

わが国においてドイツと同様な太陽光マッピングシステムの仕組みを構築することを想定し、自治体等に実現にあたっての課題をヒアリングした結果（抜粋）を以下に示す。

- 1) 庁内に適した人材が不足している。
- 2) 構築の初期投資が大きい（約 5,000 万円）。初期投資に応じたメリットを享受できるのか不透明。
- 3) 運用維持管理（※）の費用及び体制の構築に課題がある。
※太陽光パネル初期費用・FIT 価格・集熱効率等データの更新、問合せへの対応等
- 4) 太陽光マッピングシステムに必要なデータ等は公共性のあるものなので、民間団体のみでは収集ができない。

これらヒアリング結果から整理した主な課題を以下に示す。

課題①：システム構築・データ整備の担い手・初期投資の確保

太陽光マッピングシステムの構築では当該地域の建物データ等を扱うことから公共が主導する形態もあるが、経済的な利益を地域の民間企業が享受することから地域の民間企業が主導する形態も考えられる。

また、どの団体が主導するにしても太陽光マッピングシステム構築に必要な大きな初期投資をいかに確保するかという課題がある。

課題②：太陽光マッピングシステムがもたらすメリットへの理解・共有化

太陽光マッピングシステムの構築にあたっては大きな初期投資を必要とする。そのためシステム構築・データ整備にあたっては、太陽光マッピングシステムが当該地域にもたらすメリットを定量的または定性的に示し、関係者に理解してもらい共有することが重要となる。

これら課題を踏まえた上で、わが国で実現の可能性ある仕組みを検討する。

まず、本項では基盤システム構築・データ整備に関して検討する。システム構築方法(案)を表 6.2-1 に示す。

基盤システムは構築のために高度な知見・ノウハウが必要であるとともに高額な投資が必要となるため各市区町村や特定民間団体が担うことは厳しく、環境省が担うことが妥当ではないかと考えられる。データ整備については、環境省主導型、都道府県主導型、市区町村主導型、その他民間団体型の4案が考えられる。

本太陽光マッピングを通じた再エネ導入促進にあたっては、システムに関する「地域関係者の関与度合い」、「実現可能性」、「有効性」が重要になる。この3つの視点から定性的に評価すると、案2と案3が有望と考える。

表 6.2-1 太陽光マッピングのシステム構築方法（案）

No.	案1	案2	案3	案4
名称	環境省主導型	都道府県主導型	市区町村主導型	その他民間団体型
基盤システムの構築	環境省			
データの整備	環境省	都道府県	市区町村	その他民間団体
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・網羅性・一律性の高いデータが整備される。 ・自治体の負担が少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・データ整備だけで利用可能なため都道府県が実施しやすい。 ・市区町村負担が少ない。 ・地域主導となり得る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・データ整備だけで利用可能なため市区町村が実施しやすい。 ・地域特色を考慮することが可能。 	—
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・環境省負担が大きい ・データ量によっては、動作環境に影響が出る可能性がある。 ・全国規模の問い合わせとなる。 ・地域主導の側面は弱くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・環境省負担が若干大きい 	<ul style="list-style-type: none"> ・財政基盤が大きい市区町村には向かない。 ・市区町村によっては、人材不足の可能性。 	<ul style="list-style-type: none"> ・必要データには公共保有のものが多いため取得が困難。
地域関係者の関与度合い	△	○	◎	◎
実現可能性	◎	◎	△～◎	×
有効性	○	○	○	△～○

(3) 日本における太陽光マッピングを用いた太陽光発電普及の仕組みの検討

本項では、導入促進機能の担い手について検討する。日本版の仕組みを考える上では、ドイツの事例におけるシュタットベルケ（実地調査等を行い、実際に設置する施工業者を紹介するという部分）に相当する役割、いわゆる「導入促進機能」を誰が担うかを検討し、仕組みに組み込むことが必要となってくる。

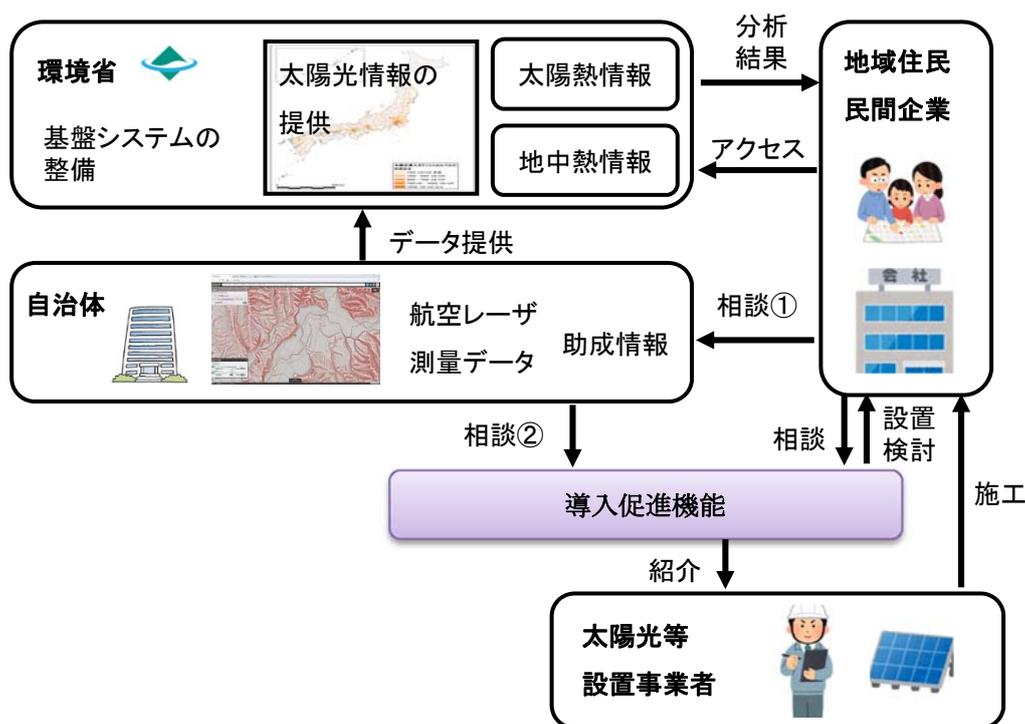


図 6.2-2 太陽光マッピングシステムの構築例

ドイツの事例を参考に導入促進機能を担う組織に必要な要件をまとめると以下の5点が挙げられる。

- 要件① 太陽光発電事業者の紹介ができる
- 要件② 太陽光発電事業に精通している
- 要件③ 地域住民からの信頼がある
- 要件④ 地域事情に精通している
- 要件⑤ 経済メリットを説明できる

「導入促進機能」を担える可能性のある組織を取り上げ、メリットおよび課題を整理した結果を表 6.2-2 に整理した。

表 6.2-2 各組織が「導入促進機能」を担う場合のメリットと課題

組織	メリット	課題	評価
①自治体と地域新電力が中心になって構築する場合	<ul style="list-style-type: none"> 地域におけるエネルギーの地産地消がすすめられる。 自治体が出資している場合、連携が容易である。 	<ul style="list-style-type: none"> すべての自治体に新電力があるわけではない。 出資比率が様々である新電力に、自治体が独占的に情報提供できるかどうか不明。 	△
②自治体が太陽光発電協会（JPEA）を活用して構築する場合	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電の導入推進に積極的である。 事業者の情報に精通している。 	<ul style="list-style-type: none"> 協会の繁忙度により業務を請け負うことができない可能性がある。 全国規模の問い合わせに対応できるかどうか不明。 	△
③自治体と地銀が中心になって構築する場合	<ul style="list-style-type: none"> 地域経済に精通しているため、経済効果を高められる。 地域住民や事業者とのつながりがある。 地銀の新たな事業を提供できる。 	<ul style="list-style-type: none"> すべての自治体に地銀（支店を含む）があるわけではない。 太陽光発電事業に精通していない。 	△
④自治体が地域の環境 NPO を活用して構築する場合	<ul style="list-style-type: none"> 地域事情に精通している。 環境情報に精通している。 	<ul style="list-style-type: none"> 役割を担うのに足りる NPO が自治体に存在しているか不明。 問題のない NPO かどうか、十分な知識を有しているかどうかなどの見極めがむずかしく地域住民の信頼が得られるかどうか不明。 選定作業が毎年度発生するなど、手続きが煩雑になる可能性がある。 	×
⑤地球温暖化防止推進センターが中心となって構築する場合	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電の導入推進に積極的である。 	<ul style="list-style-type: none"> センターの繁忙度により業務を請け負うことができない可能性がある。 大規模自治体に限られる。 	×
⑥地域の環境公社が中心となって構築する場合	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電の導入推進に積極的である。 	<ul style="list-style-type: none"> 公社の繁忙度により業務を請け負うことができない可能性がある。 大規模自治体に限られる。 	×
⑦電力大手が中心となって構築する場合	<ul style="list-style-type: none"> 地域住民や事業者とのつながりがある。 問い合わせ窓口をもっている。 	<ul style="list-style-type: none"> 電力大手にとって、屋根置き太陽光にメリットがあるかどうか不明。 電力大手の場合、地域環境共生圏や地産地消エネルギーといった概念の重要性が薄まる。 	△
⑧太陽光発電アドバイザーを活用して構築する場合	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電情報に精通している。 	<ul style="list-style-type: none"> 役割を担うのに足りるアドバイザーが自治体に存在しているか不明。 問題のないアドバイザーかどうか、十分な知識を有しているかどうかなどの見極めがむずかしく地域住民の信頼が得られるかどうか不明。 事業者を紹介できるようなつながりがあるかどうか不明。 	×

要件を満たす組織を検討した結果、どの組織も一長一短あり完全に適合する組織は見当たらなかった。

「導入促進機能」を担う組織は以下2点が課題として挙げられる。

課題① 単体の組織で「導入促進機能」を担うのは難しい

課題② 太陽光マッピングシステムのための人材やデータを整備するのは難しい（とりわけ町村レベル）

課題③ 導入促進機能を円滑に機能させるためには主体者らの本気度・意欲が問われる

これら課題等を踏まえると、「導入組織機能」に求められる機能は既存の組織単独で満たされることはなく、複数の組織によって相互の強みを活かし構築されるものであると考えられる。

(4) 太陽光発電マッピングのあるべき姿の検討

上述(2)及び(3)の検討結果を踏まえると、わが国の太陽光マッピングのあるべき姿は、基盤システムは環境省、データ整備は取組みを行う地域の関連自治体、導入促進機能は太陽光マッピングシステムを主体的・意欲的に取組みたいと考えている複数団体が担うのが妥当と考える。なお、導入促進の担い手となる複数団体の中にはデータ整備の観点から当該地域の関連自治体が含まれていること望ましい。また、担い手(複数団体)の機能を円滑にするためにも、複数団体による組織を形成するにあたっては、事前に十分に太陽光マッピングシステムを当該地域で構築する意義や目的、各者のメリット・役割、工程等を議論し認識を共有することが重要であると考え。

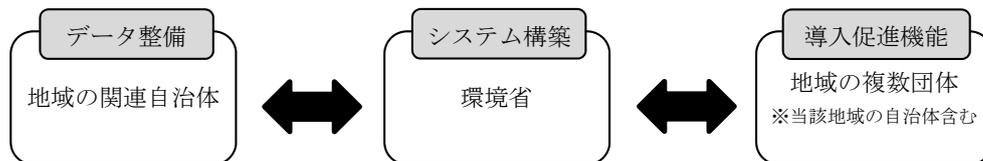


図 6.2-3 太陽光マッピングシステム構築における役割分担案

例として都道府県が主体者となり域内市区町村を巻き込んだ形態の太陽光マッピングシステムの構築例を図 6.2-4 に示す。

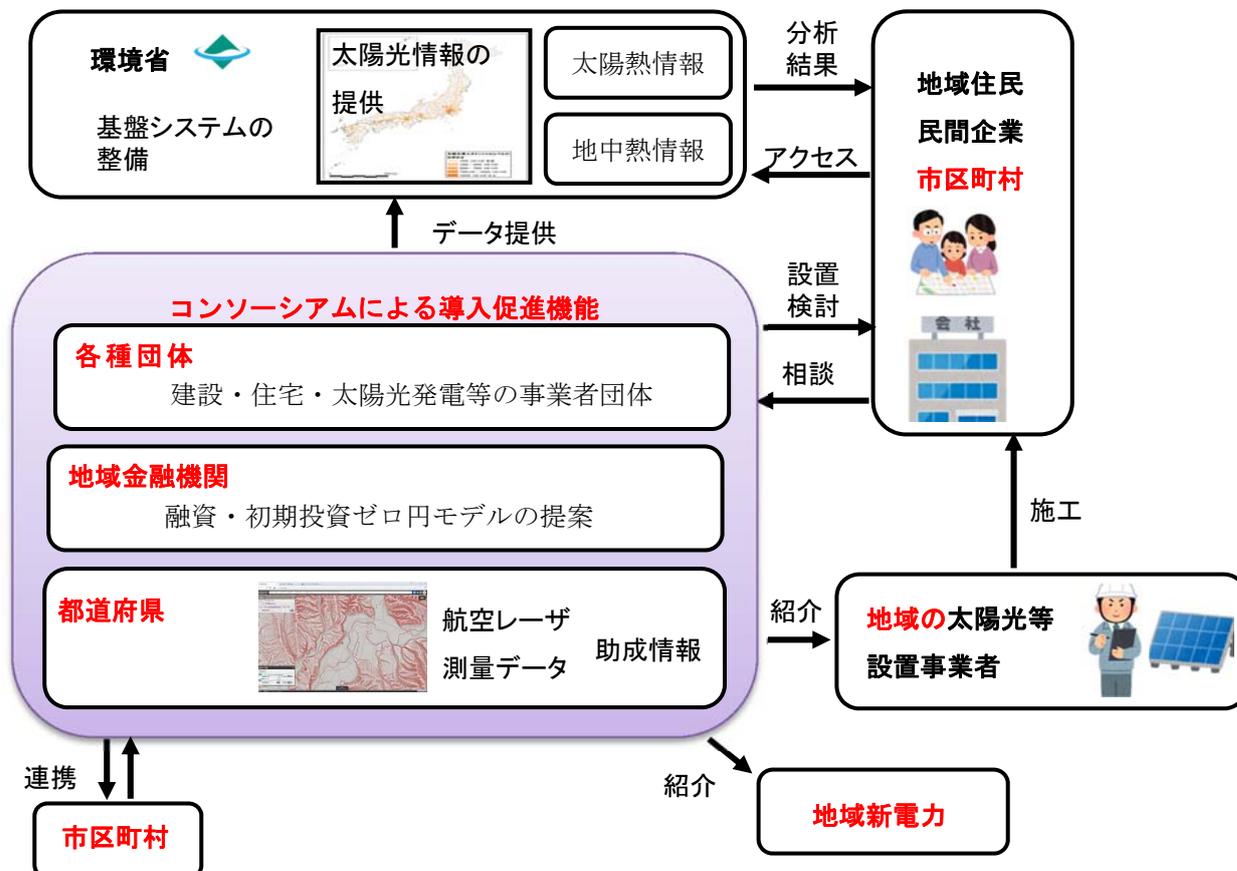


図 6.2-4 太陽光マッピングシステムの構築例(都道府県主導型)

6.3 提供する機能・サービスの検討

太陽光発電導入までのプロセスを構築することを念頭に置き、(ア) 太陽光発電マッピングの利用時、(イ) 具体的な導入の検討時、(ウ) 太陽光発電設備導入時の3段階に分けて機能およびサービスを検討した結果を表 6.3-1 に示す。

利用時に最も考慮されるべき視点は、操作性である。簡単な入力やクリックだけで導入検討に必要な情報が得られるというのは、システム利用へのハードルを下げることにつながる。また、最終的に導入に至るには、消費行動に影響を与える情報をわかりやすく提供できるかが重要になる。

表 6.3-1 提供する機能・サービス (案)

段階	機能・サービス	必要なデータ
(ア) 太陽光発電マッピングの利用時	発電量の試算	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地図および建物の3次元モデル ・ 屋根面積、向き、傾斜等 ・ 日射量などの気象データ ・ 設備利用率
	太陽光発電適合度表示	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電量試算結果
	CO2削減量	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電力排出係数
(イ) 具体的な導入の検討時	経済性の試算	<ul style="list-style-type: none"> ・ システム価格、設置費用 ・ 運転維持費 ・ ローン期間、金利 ・ 売電価格 ・ 自家消費電力 (・ 蓄電池を併設した場合の経済性の試算)
	施工性の検討	<ul style="list-style-type: none"> ・ 標準的な施工単価から外れる場合の例示 ・ 屋根への施工が難しい場合の例示
	レポートの作成	<ul style="list-style-type: none"> ・ 経済性の試算結果、施工性の検討結果 ・ 経済メリット、環境貢献度の定量的なデータ
(ウ) 太陽光発電設備導入時	設計・施工会社の検索	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域毎に作成された設計・施工業者リスト
	蓄電・電力消費シフト方法の紹介	<ul style="list-style-type: none"> ・ 売電までの流れ ・ 自家消費の手法の紹介

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

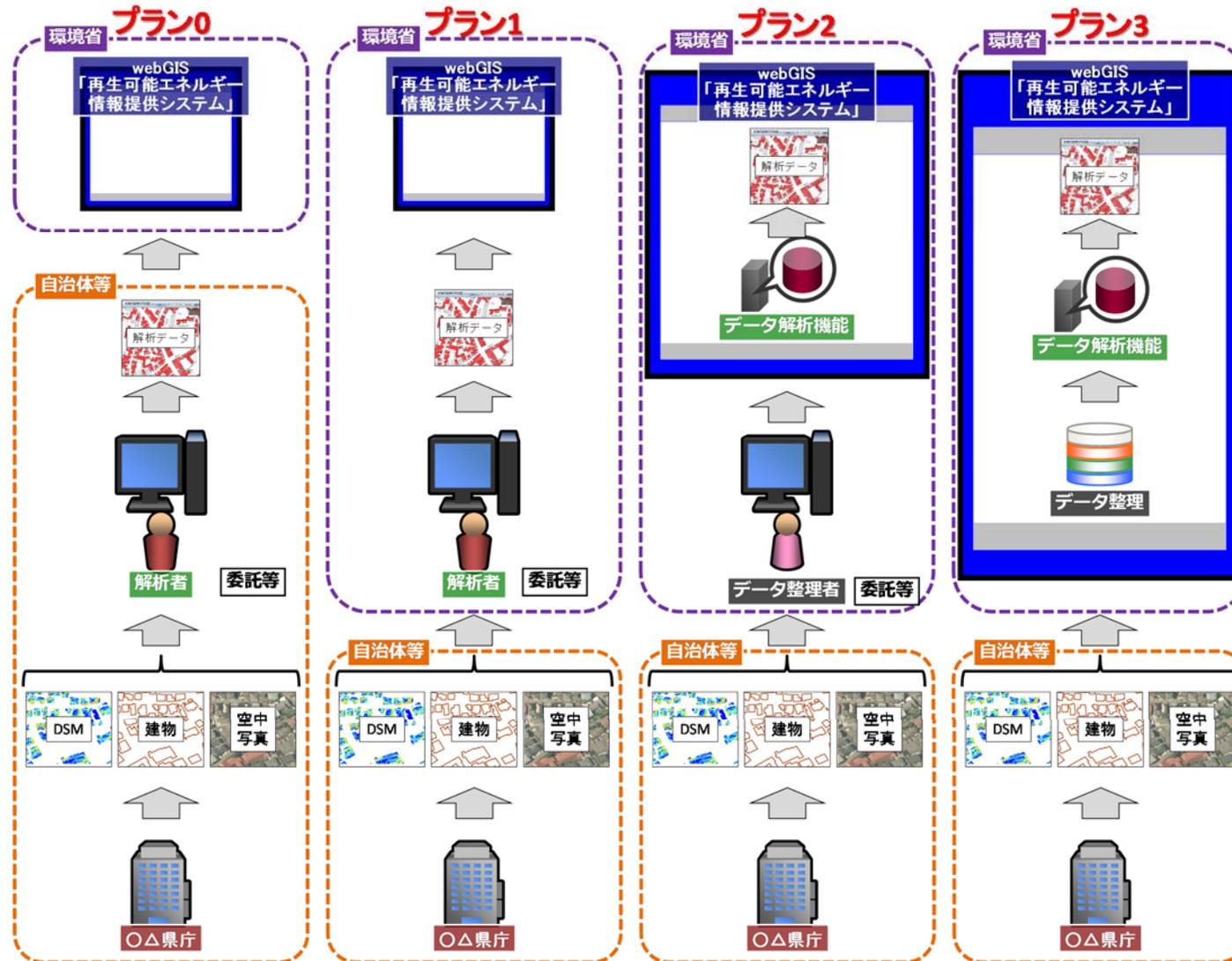


図 6.4-1 システム構築 (案) のイメージ

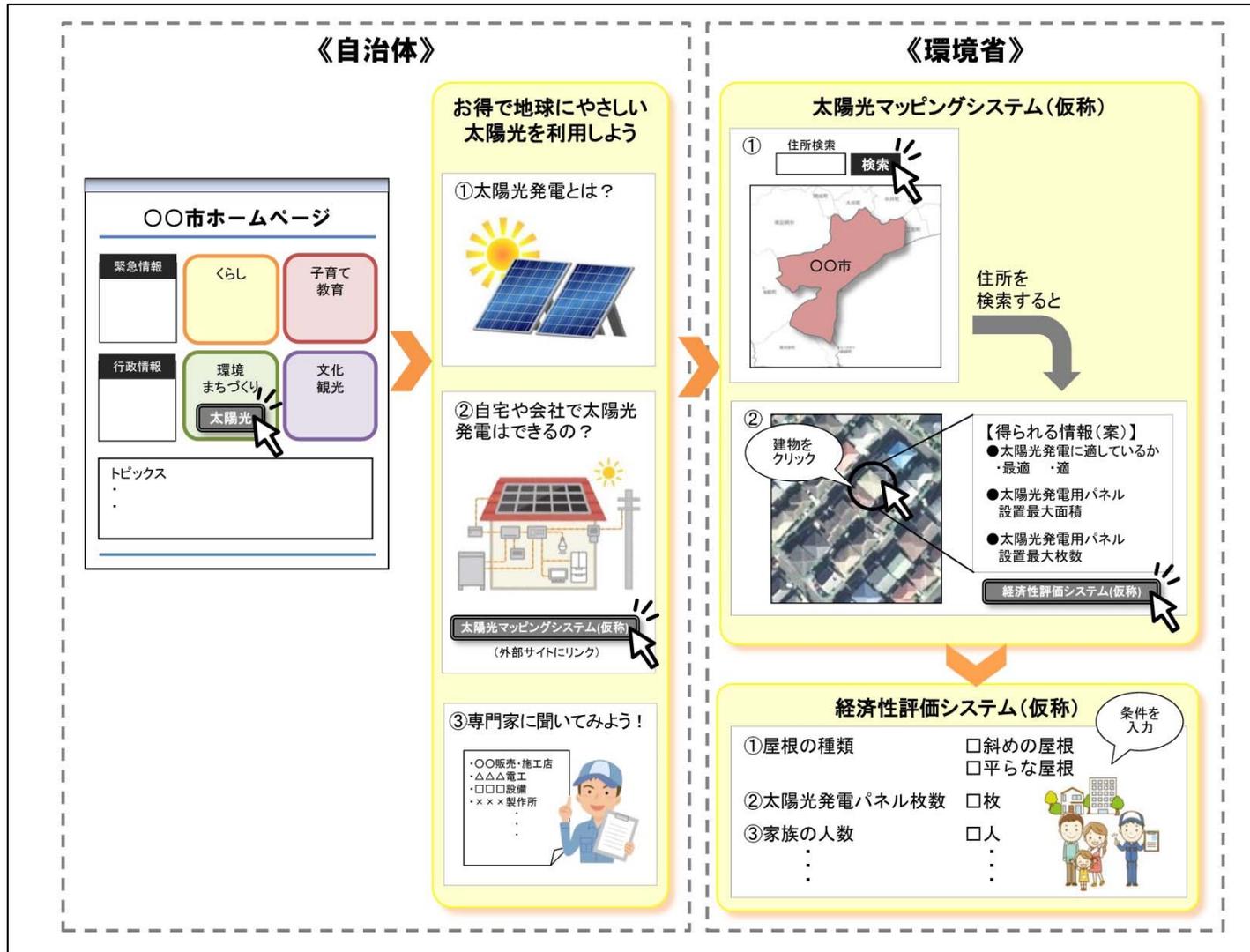


図 6.4-2 システムへのアクセスとシステム内の画面イメージ

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。

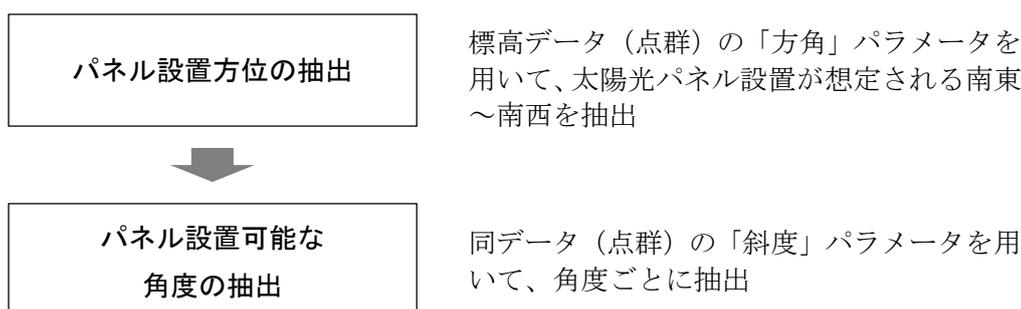


図 6.4-4 試行・検証のフロー

(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)

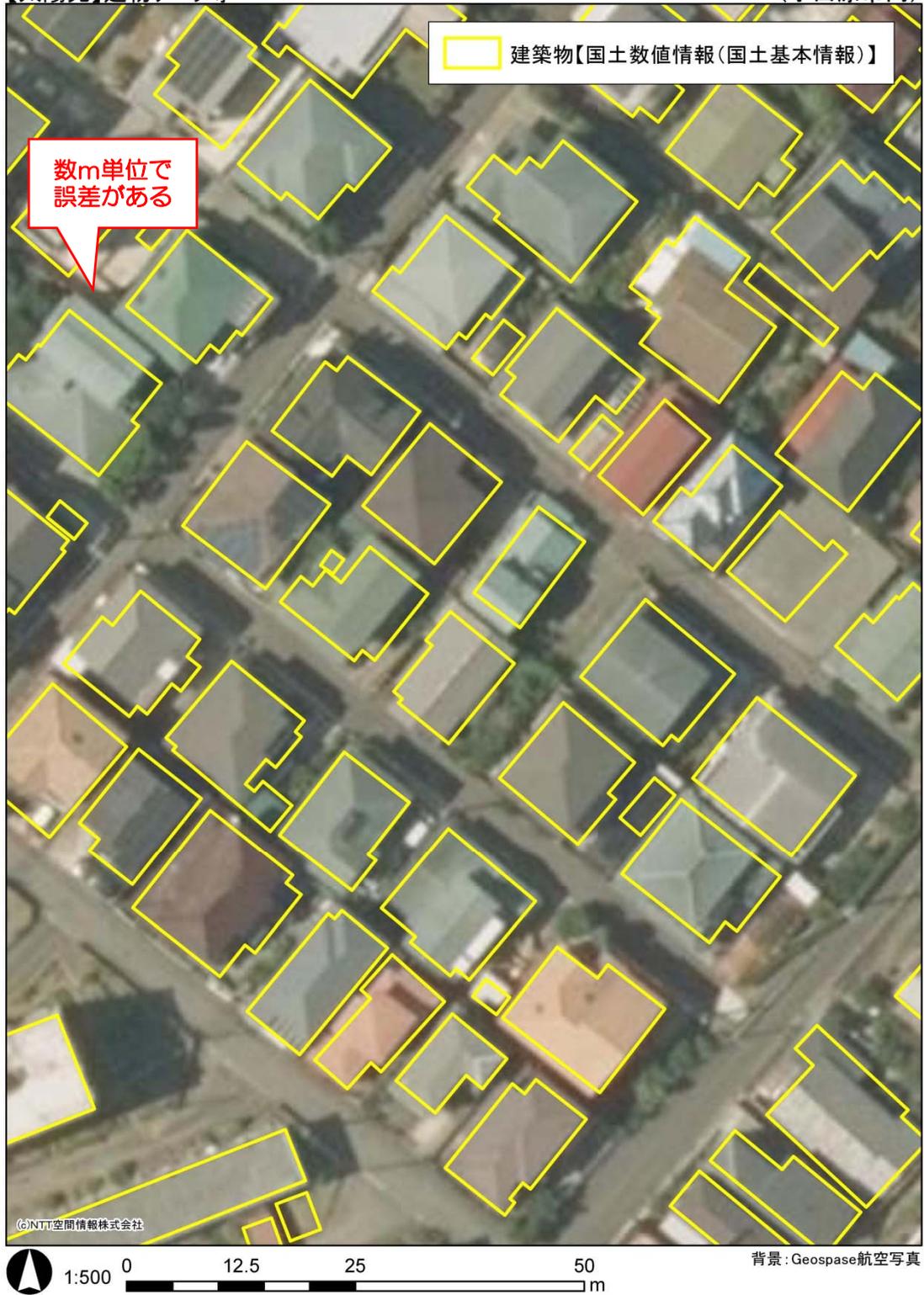


図 6. 4-7 航空写真データと国土数値情報のオーバーレイ

【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子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

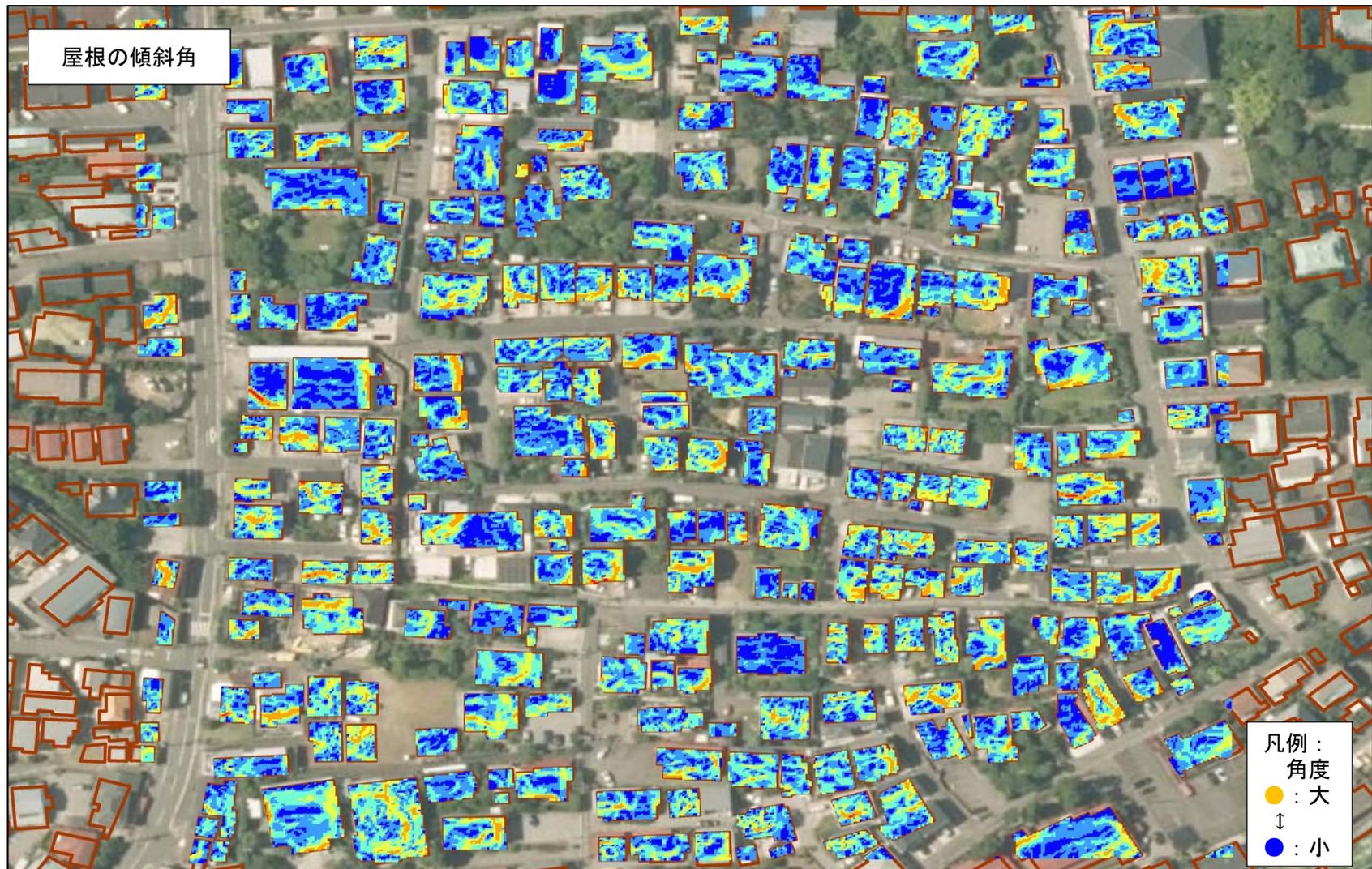


図 6.4-10 AW3D 全世界デジタル 3D 地図を用いた屋根の傾斜角図

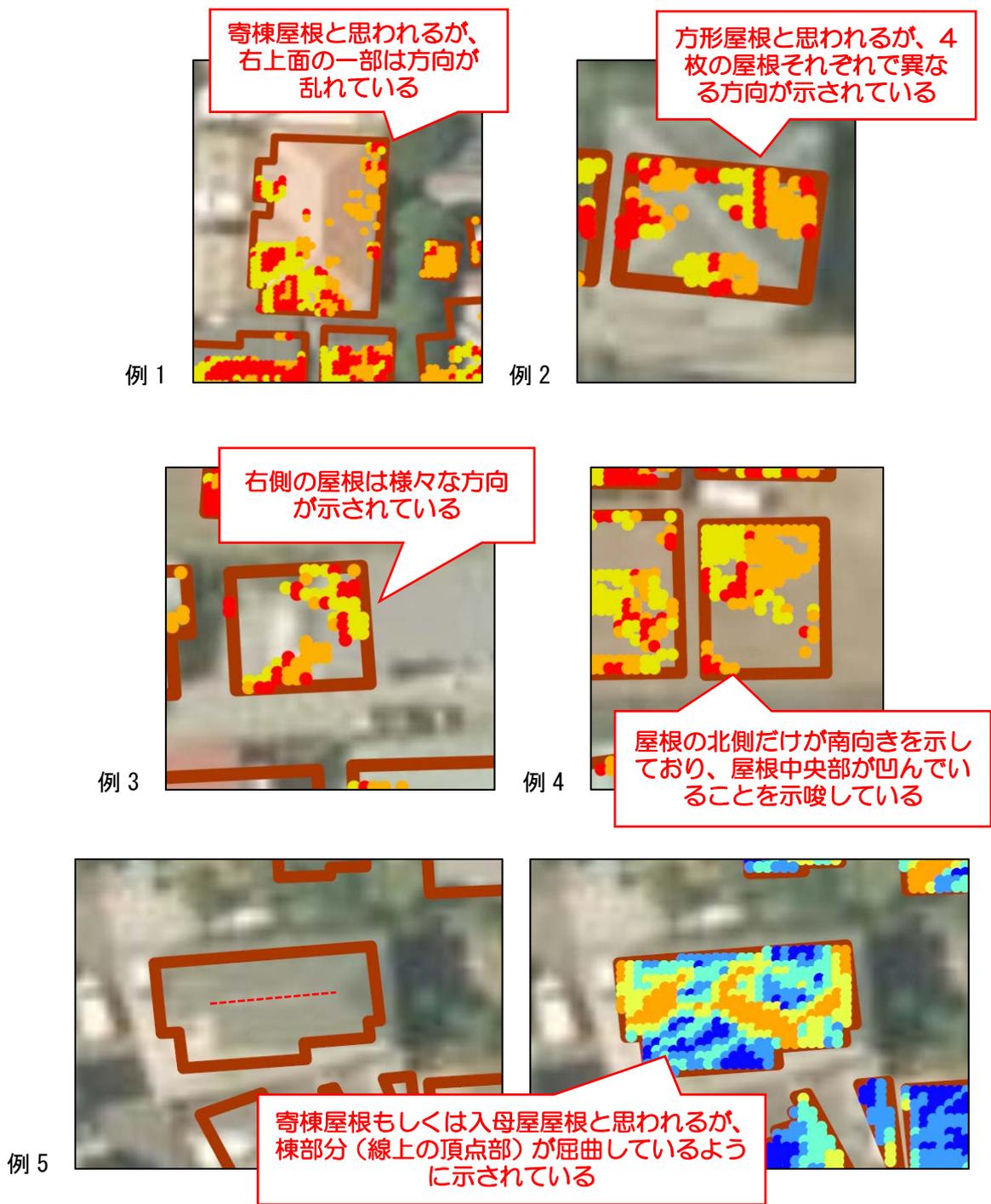


図 6. 4-11 AW3D 全世界デジタル 3D 地図の例

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)。

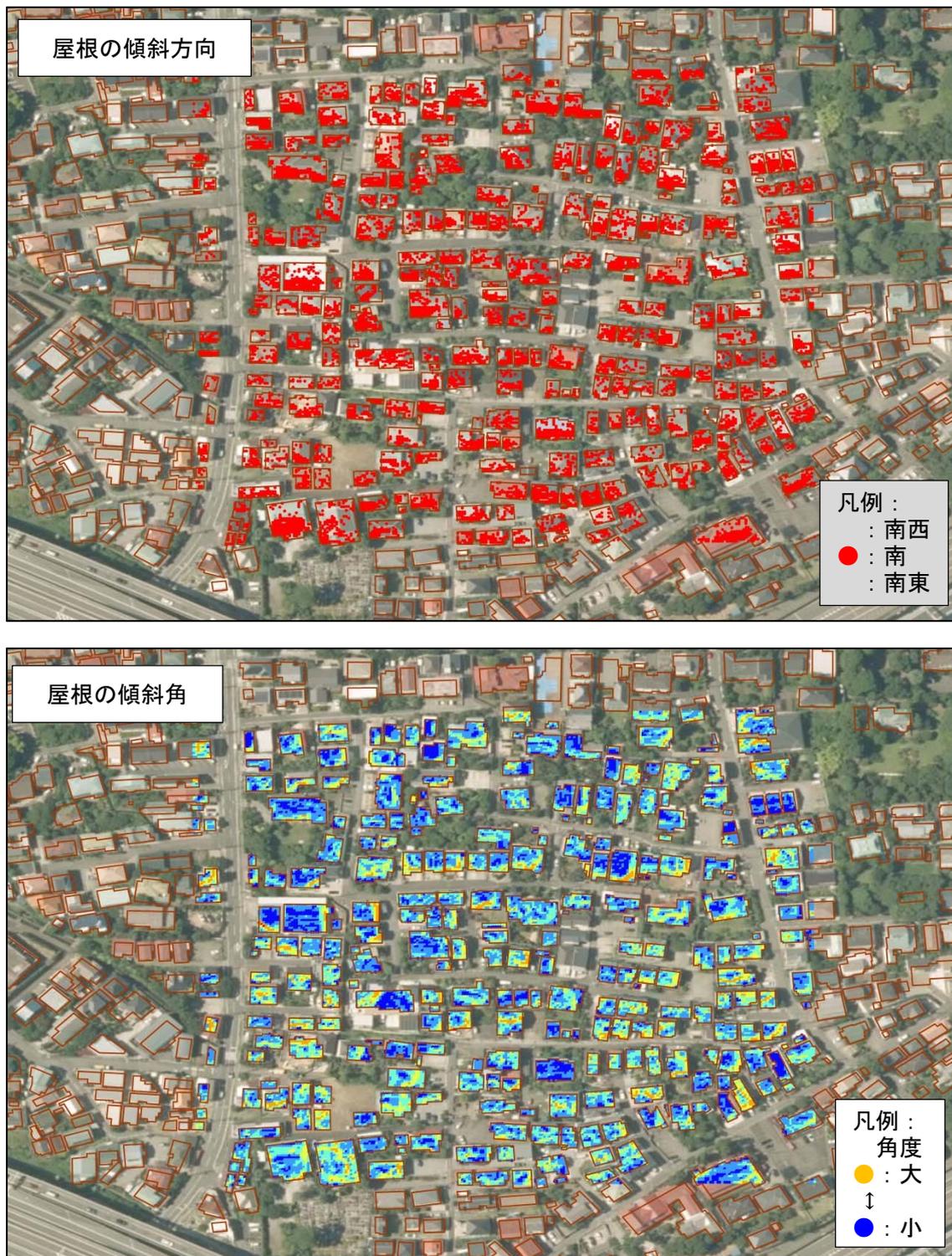


図 6.4-12 AW3D 全世界デジタル 3D (50cm² に 1 点) を 1m² に 1 点にまとめて表示した例

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。

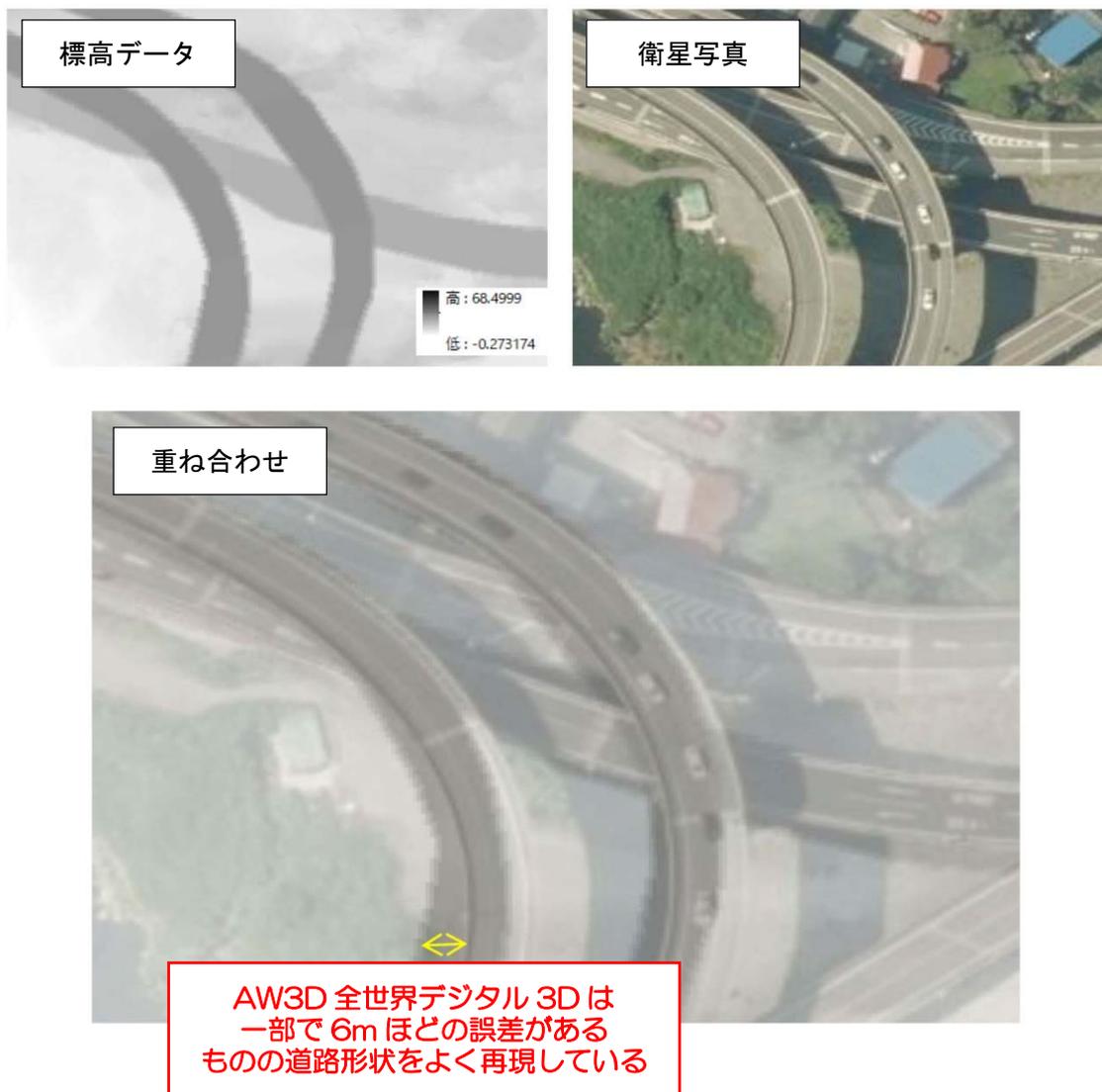


図 6.4-13 道路における航空写真と AW3D 全世界デジタル 3D の誤差例

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 50cm^2 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。

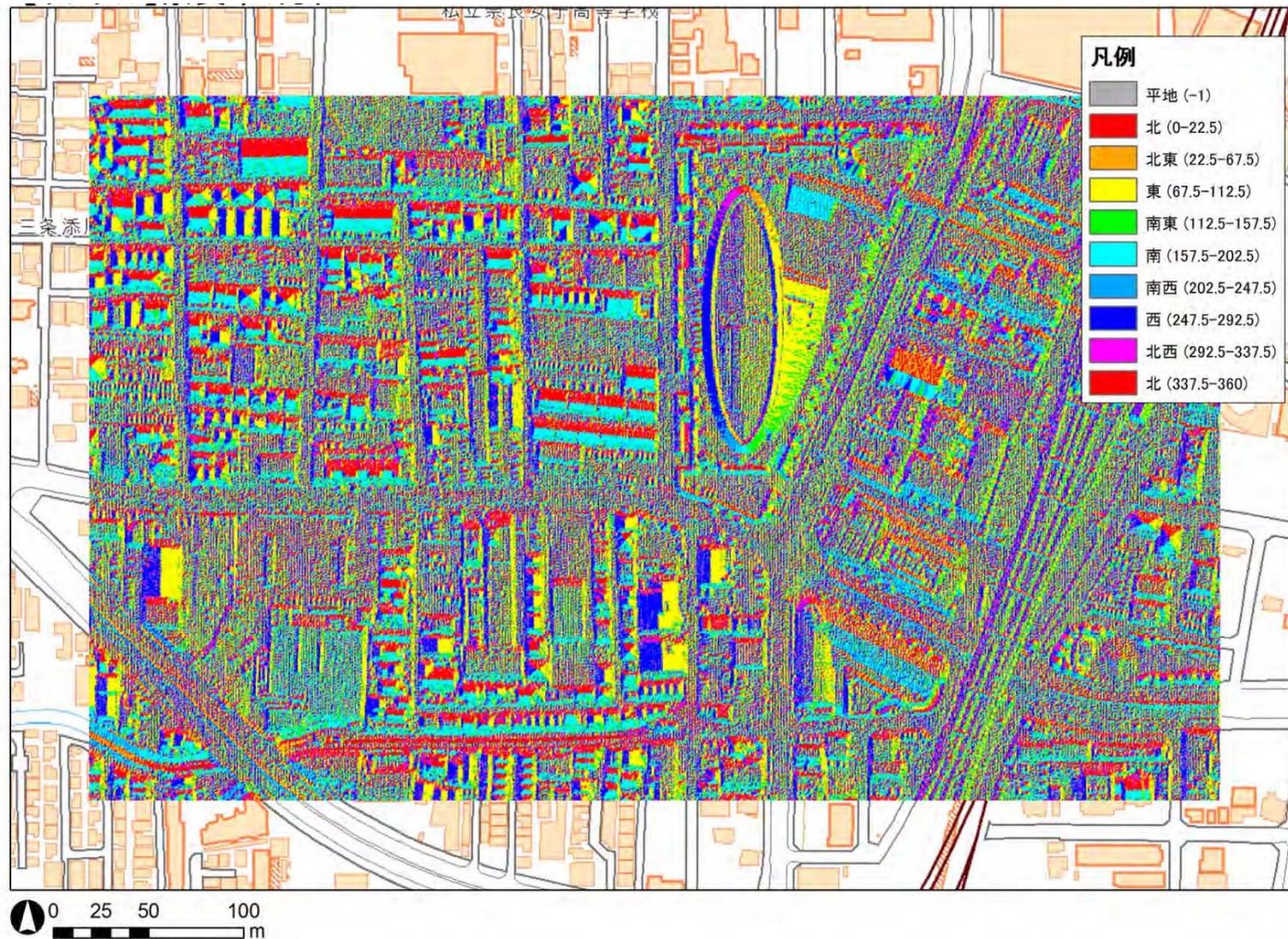


図 6.4-16 航空レーザ計測データによる傾斜方向の表現



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。

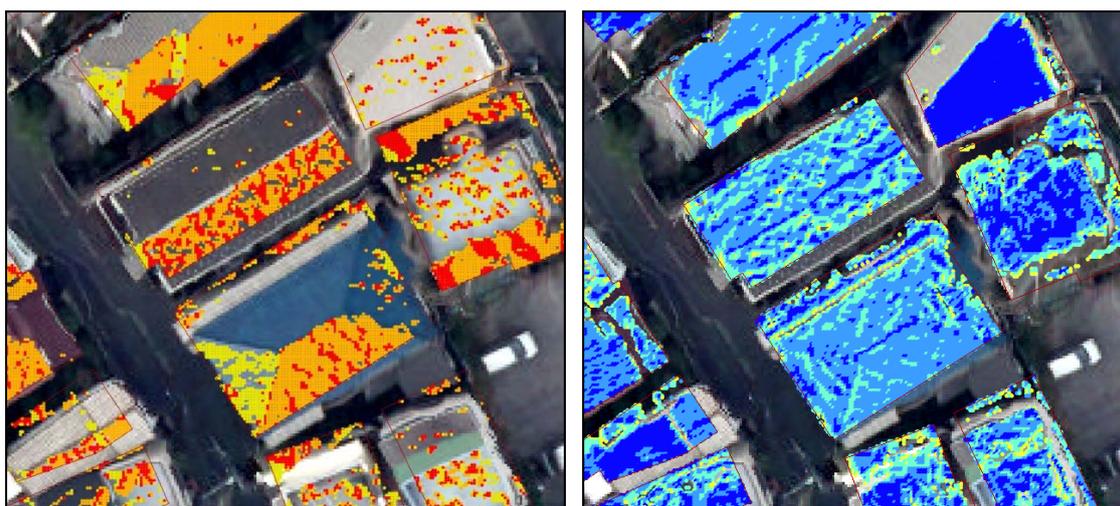


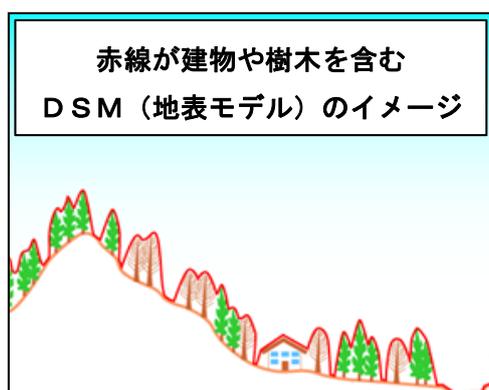
図 6.4-18 切妻屋根と寄棟屋根の傾斜方向（左）と傾斜角（右）

※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

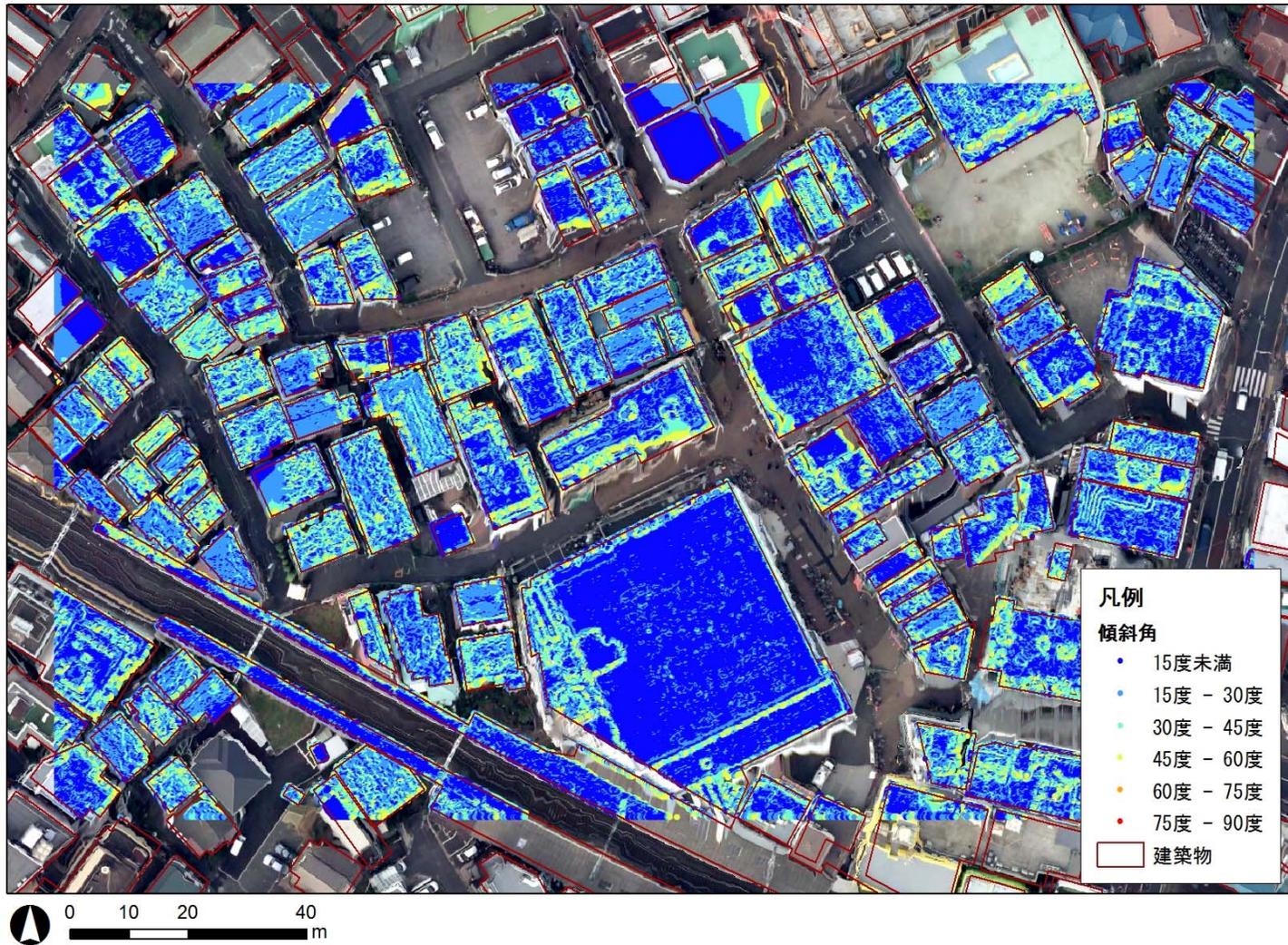


図 6.4-20 SfM によって固定資産税調査用空中写真から生成した DSM における傾斜角の再現

■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。

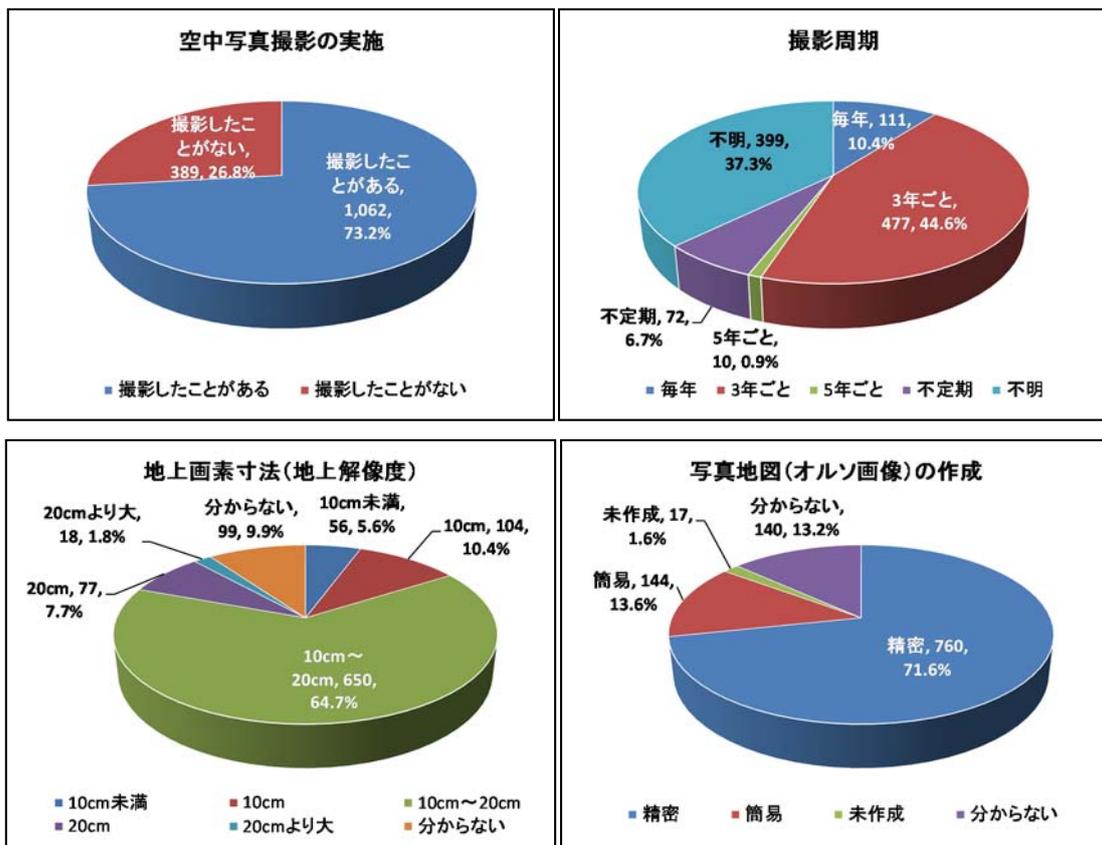


図 6.4-21 「固定資産税調査用空中写真撮影の実態に関する調査業務」の概要（1/2）

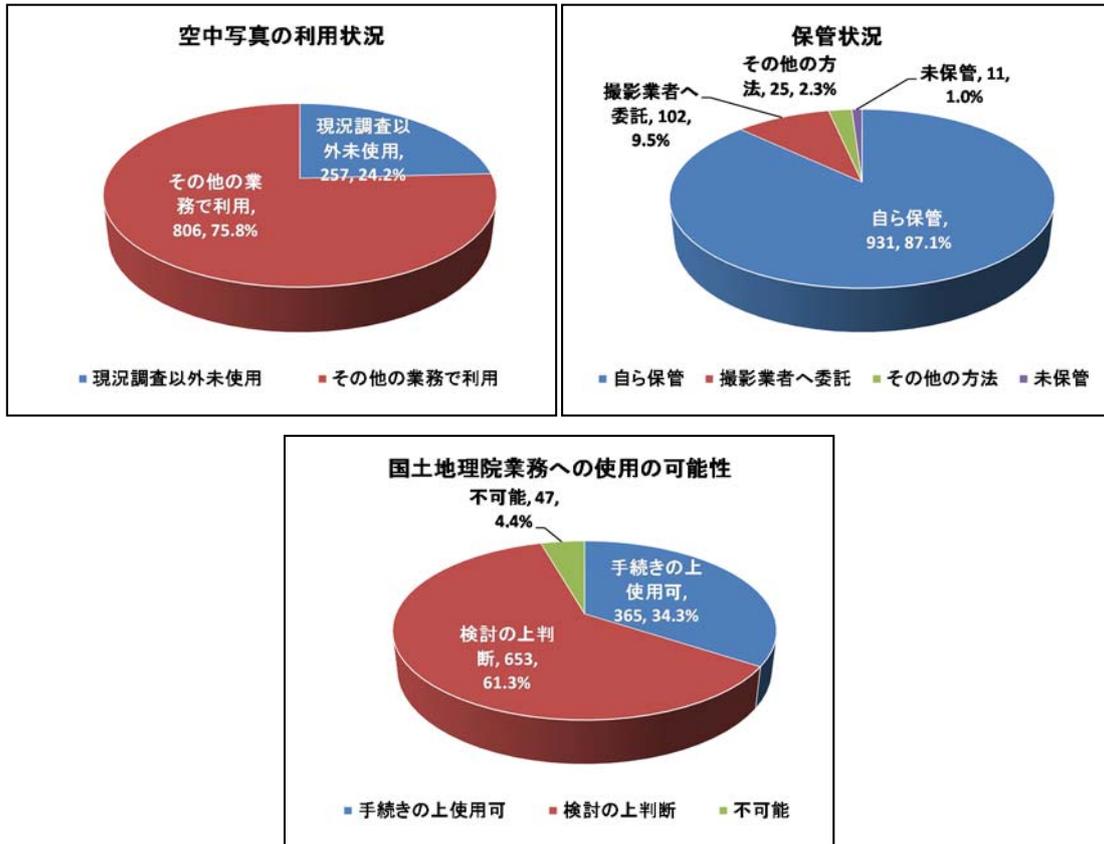


図 6.4-21 「固定資産税調査用空中写真撮影の実態に関する調査業務」の概要 (2/2)

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係数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。

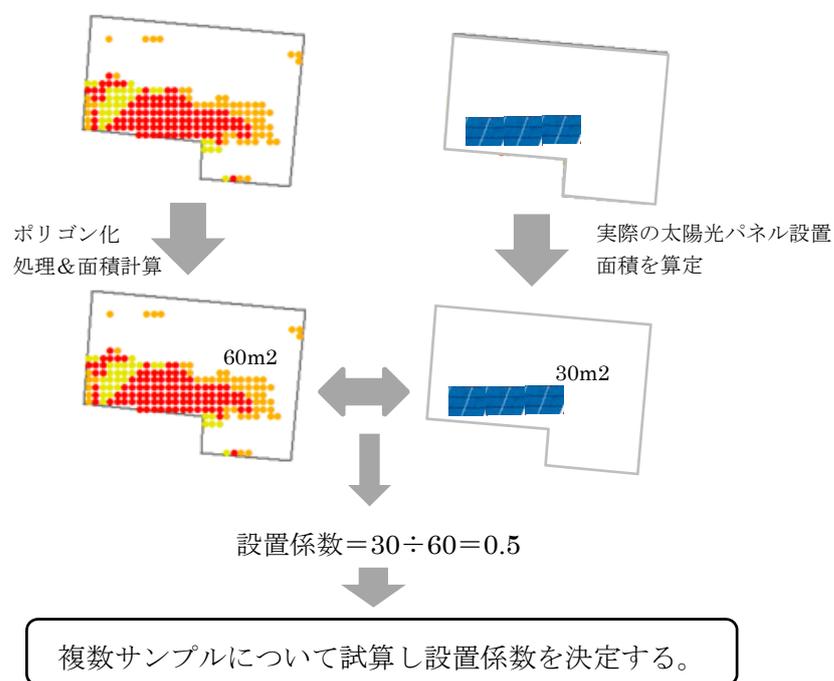


図 6.4-22 太陽光設置可能面積の設定方法のイメージ図

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）

6.5 関係各者の想定される役割及びメリットの整理

6.5.1 役割及びメリットの整理

上述 6.2、6.3 及び 6.4 における検討をもとに、想定される各関係者の役割とメリット(案)を整理した結果を表 6.5-1 に示す。

表 6.5-1 役割とメリット (案)

関係者	役割	メリット
環境省	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基盤システムの整備 ・ 自治体提供データの加工、システムインプット、Web サイト表示 ・ 各自治体における導入促進の仕組み構築 ・ 自治体の運用に係るマニュアルの作成 ・ システム構築による削減効果の定量化 ・ (データ測量に係る補助金の交付) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光発電の導入促進
自治体 (都道府県を想定)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光マッピングに必要なデータの取得(整備)※ ・ 導入促進機能(コンソーシアム)の形成 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光発電の導入促進 ・ 実行計画区域施策編の推進 ・ 地域経済へ貢献
太陽光関連事業者	<ul style="list-style-type: none"> ・ PV 事業者情報の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光発電の導入促進
導入促進機能担い手 (コンソーシアムメンバー)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再エネ設置事業者の紹介 ・ 地域新電力の紹介 ・ 融資者(地方金融機関等)の紹介 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光発電の導入促進
再エネ設置事業者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再エネ設備の設置検討・施工 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 顧客の獲得
ユーザ(一般家庭・民間企業)	<ul style="list-style-type: none"> ・ サイトの利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光発電情報の取得 ・ 事業者情報の取得

※太陽光マッピングに必要なデータ：1) DSM データの取得(地物の標高データの取得)、
2) 建物の図形データの取得
3) 航空写真データの取得(←ただし、無償の可能性あり)

6.5.2 関係者へのヒアリング調査

基盤システム構築、データ整備及び役割及びメリット等を整理した上で、関係者へのヒアリングを実施した(表 6.5-2)。ヒアリング結果は、各項に記載しているためここでは割愛する。

表 6.5-2 関係者へのヒアリング調査

日時	ヒアリング先	主なヒアリング内容
平成 30 年 12 月 7 日 15:30~18:00	一般社団法人太陽光発電協会	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光マッピングのあるべき姿について ・ 事業者の紹介について
平成 31 年 2 月 8 日 8:30~10:00	小田原市	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光マッピングのあるべき姿について ・ 地域の組織や団体との連携について
平成 31 年 2 月 8 日 10:30~11:30	湘南電力株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光マッピングのあるべき姿について ・ 自治体との連携について
平成 31 年 2 月 27 日 13:30~15:00	栃木県	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光マッピングのあるべき姿について ・ 事業者の紹介について

6.6 太陽光マッピング構築における課題の整理

これまでの調査で挙げた太陽光マッピング構築における課題をシステム構築とデータ整備、導入促進機能の構築の3区分に分けて整理した結果を表 6.6-1 に示す。太陽光マッピングシステムはシステム構築とデータ整備に限って言えば、既の実績のある取り組みである。太陽光マッピングシステムを通じて地域の太陽光発電導入を促進するためには導入促進機能の構築に重点を置き、地域関係者が連携して地域の中で円滑に導入が進む仕組みを各々が検討していくことが必要となる。

表 6.6-1 太陽光マッピング構築における課題の整理

区分	課題
システム構築	<ul style="list-style-type: none"> ・システム構築には大きな初期投資を必要とするため、一自治体や一民間事業者等では負担が大きい。 ・環境省が構築する場合、利用者のアクセス権限や利用範囲をどのように設定するか検討する必要がある。 ・定期的なメンテナンスの費用を誰がどのように負担するのか検討する必要がある。また、いつまで事業継続するのかといったことも見通しをつけることが求められる。
データ整備	<ul style="list-style-type: none"> ・自治体によって保有しているデータ形式や精度が異なる。 ・精度が高いマップを使用するとすれば、当該マップデータを保有していない自治体が多くなる。また新規に取得するには多額の費用がかかる。一方で精度が低いマップを使用すれば、当該マップデータを確保しやすいが分析精度が粗くなり信頼性の低い太陽光マッピングシステムの提供になりかねない。 ・自治体が自治区域全域のデータを保有していることは少なく網羅性の担保が懸念される。
導入促進機能の構築	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光マッピングシステムに取り組む各団体が各々メリットや意義を明確にすることが求められる。 ・自治体や民間企業等が単独で導入促進機能を担うことは難しく、複数団体に補完していくことが求められる。 ・自治体が特定企業を紹介することはできない。 ・紹介先企業の技術レベル等を一定程度担保する必要がある。 ・導入促進機能が地域経済の向上や地域ネットワークの関係強化につながることを求められる。 ・太陽光マッピングシステムの効果測定が困難。

6.7 設備導入プロセスの検討

設備導入プロセス構築にあたっては主に以下に示す2つの課題がある。

課題①：自治体は特定企業を紹介することができない。

自治体が特定企業を紹介してしまうと利益供与に該当してしまう。

また、紹介できると仮定した場合に、紹介する企業の選定方法がない。

課題②：地元工務店等への相談はハードルが高い。

太陽光マッピングシステム閲覧者は地元で太陽光設備を設置する事業者の実績や技術レベル等に関する情報が不足しているため、初期段階で直接地元工務店等に相談するのはハードルが高い。

各課題に対する対応の方向性としては以下のとおり考える。

方向性①：“紹介”形態はとらず、太陽光マッピングシステム閲覧者が選択する形式とする。

方向性②：一定の基準を設けた審査・登録制度を構築し、紹介を受ける企業は審査・登録申請を必要とする。

方向性③：導入促進機能を担う団体（自治体も参画）を設立し、太陽光マッピングシステム閲覧者の最初の相談窓口（＝コンシェルジュ的な役割）を設ける。

上記方向性を基にした設備導入プロセスの構築例を示す。

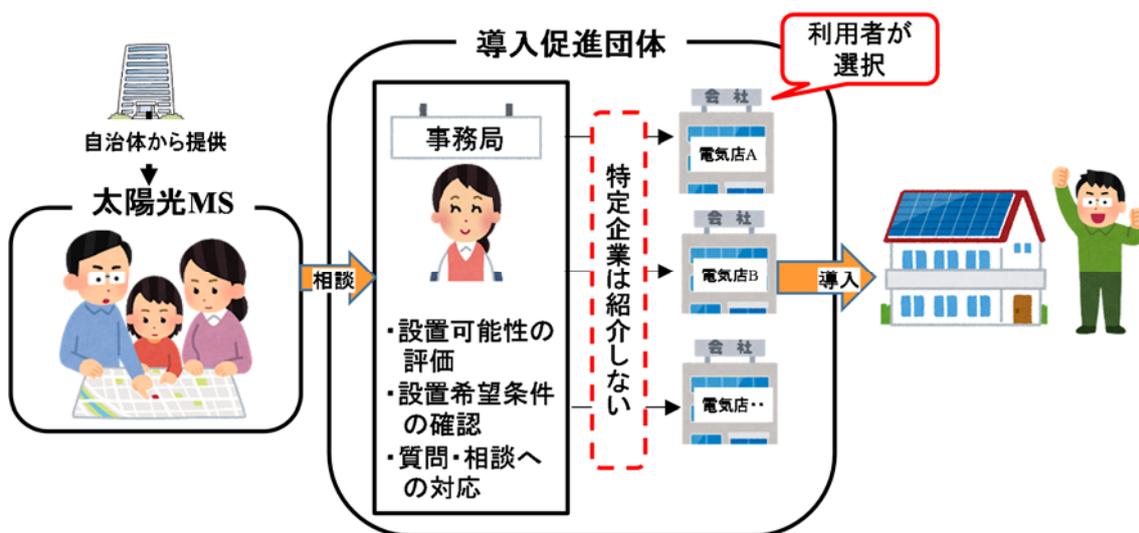


図 6.7-1 設備導入プロセスの構築例①（基本ケース）

太陽光マッピングシステムを通じた太陽光設備の導入においては、太陽光設備の導入だけでなく省エネ設備の導入や、それら導入を支援する金融サービスの提供といったことも考えられる。

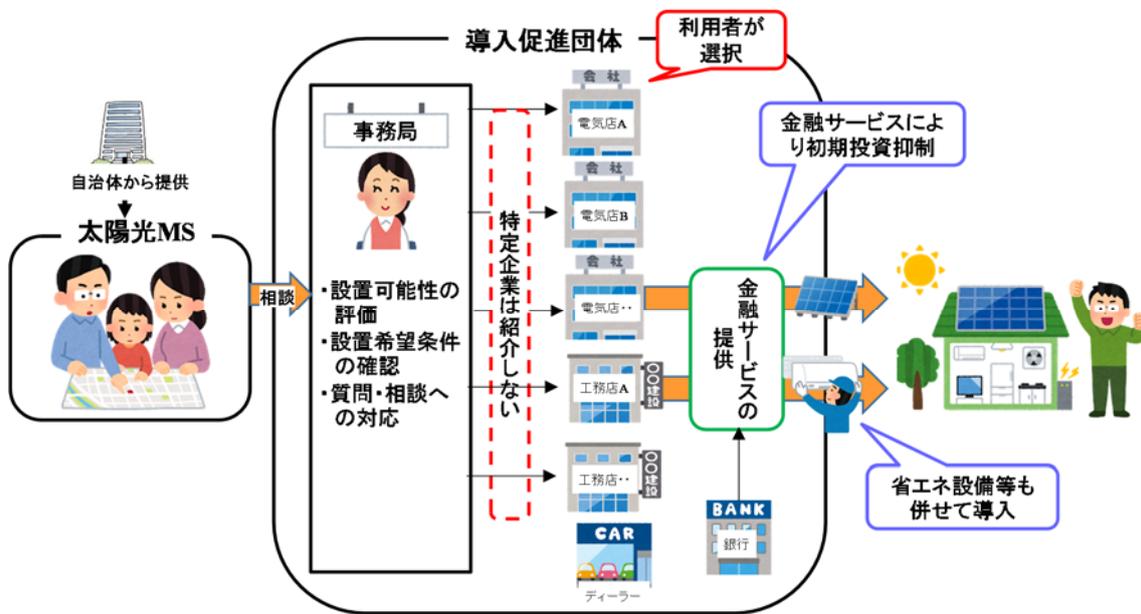


図 6.7-2 設備導入プロセスの構築例② (複数サービス提供ケース)

6.8 太陽光発電マッピング構築に向けたロードマップの検討

太陽光発電マッピングシステム構築にあたっては、システム構築、データ整備、導入促進機能の構築に各種課題があることがわかった。特に導入促進機能の構築にあたっては、地域関係者において太陽光マッピングシステムを構築する意義や役割、進め方等を検討し、関係者で共通理解を得たコンソーシアムの形成が重要であり、そのためには十分な時間をもち議論を重ねていく必要がある。これらを背景として検討した太陽光マッピングシステム構築に向けたロードマップ（例）を図 6.8-1 に示す。地域におけるコンソーシアムの形成や全体計画の作成、それと同時並行でシステム仕様やデータ整備の要件等の検討を進めていく流れが考えられる。コンソーシアムの構築には地域の連携や合意形成に多くの時間がかかることからそれらを支援する枠組みや取組みが重要となる。

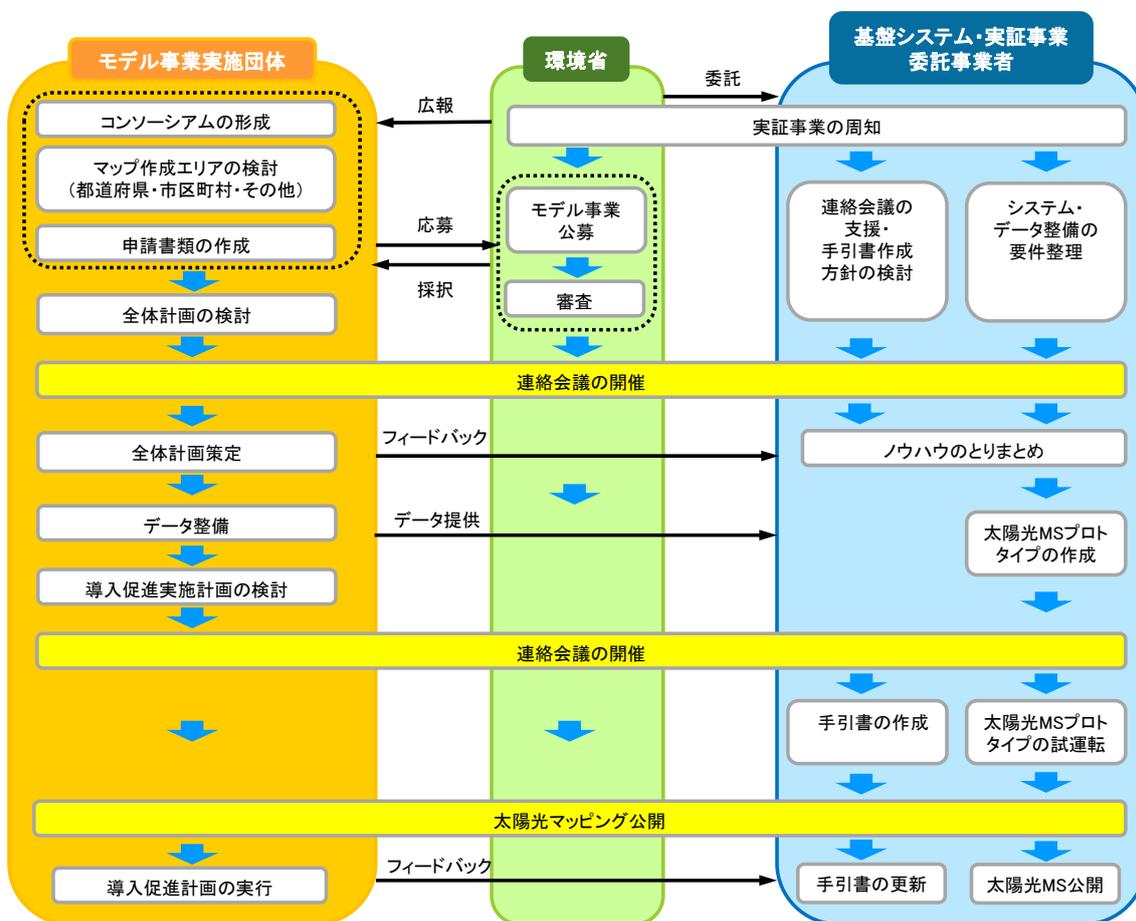


図 6.8-1 太陽光マッピングシステム構築に向けたロードマップ（例）