太陽光発電日射評価への詳細地理情報の適用と検証

中村元・岸本直子

Verification of an application of the Geographic Information System to Photovoltaic Irradiance Evaluation

Hajime NAKAMURA and Naoko KISHIMOTO

Abstract:本稿は将来の太陽光大量導入時の地域単位での出力予測や実運用の予測に資するために、既発表論文である「太陽光発電予測・評価への詳細地理情報の適用とマルチスケールでの東京都日射評価」（中村ほか,2012）に提案した日射評価手法についての検証結果を報告するものである.2012 年 3 月に東京電力技術開発本部（横浜市鶴見区）内敷地での日射観測結果を用い解析結果を検証した結果、雲の影響が少ない晴天日のデータで、一部の課題は残すものの日射の建物影響を良好に再現することができた.

Keywords: 太陽光発電（photovoltaic power generation），詳細地理情報（detailed digital geographical information），日射観測（irradiance observation）

1. はじめに

2012年7月には再生可能エネルギー全量買取制度が実施され、また鳩山政権時代に掲げた温室効果ガスの90年比25%削減を目標とした中期削減目標と相まって太陽光発電の導入が益々進むことが予想される.同時にこれに付随した電力系統や運用に与える課題が懸念されており，逆潮流時の配電網の電圧上昇や周波数調整力の不足らの課題等が指摘されている.

このような影響を未然に察知し諸対策を講じるためにも一般電気事業者にとって地域レベルの太陽光出力分布推定は重要なテーマとなっている．しかしながら不特定多数の電源が面的に広範囲に分布する等の他の電源に見られない不確定性や多数の民生部門により所有者が構成されること等により十分な実態把握は容易ではなく今後多岐に渡る調査・分析が必要である．本稿は、このような必ずしも情報的に十分とは言えない条件下で合理的に太陽光発電の日射評価を実施するために詳細地理情報の適用を試行した「太陽光発電予測・評価への詳細地理情報の適用とマルチスケールでの東京都日射評価」（中村ほか,2012:以下既発表論文という）の検証を目的とした集中観測結果を報告するものである.

中村元　〒287-0003 横浜市鶴見区江ヶ崎町４－１
東京電力㈱　技術開発研究所
Phone: 045-394-6325
E-mail: nakamura.hajime@tepco.co.jp

2. 手法の概略

既発表論文ではFu（2000)によって農地計画を目的に開発された日射モデルに詳細地理情報を適用し、地形と地物を考慮した日射評価として展開した．以下その概要を示す.

Fu（2000）は可視領域を、太陽の位置（太陽軌道図）と天空の方向（全天分割図）の情報と組み合わせて，各位置の直達，散乱及び全天日射量を計算するもので，下記の4ステップから構成される.

(1)　上半球の可視領域を地形に基づき計算する.
(2)　得られた可視領域を直接太陽軌道図に投影

して，直達日射を推定する.

(3)　可視領域を拡散全天分割図に投影して，散乱日射を推定する.

(4)　対象とする各位置について上記のプロセスを繰り返して日射量マップを作成する.

既発表論文ではFu (2000) について地形と建物影響を考慮できるよう，デジタル標高モデル (DEM) に数値住宅地図を重ねたサーフェスから直達日射量と散乱日射量を求めることを試みた.

3. 日射集中観測の概要

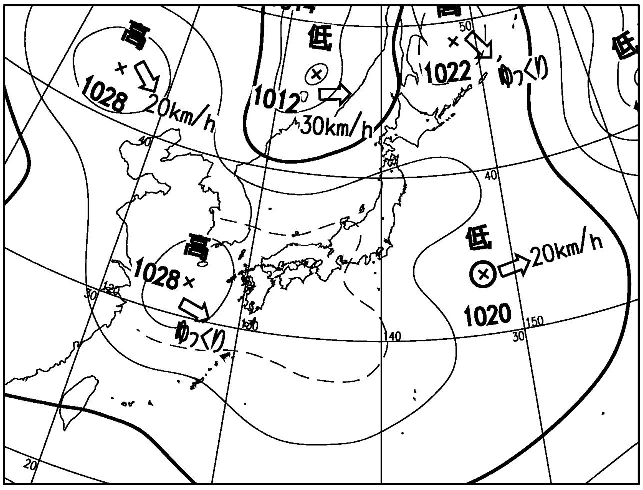
3.1　観測地点の概況

検証は建物の影の影響が出やすい中層の建造物を有しかつ建物周辺が比較的開けていて影の変化を追跡し易い東京電力技術開発本部（横浜市鶴見区）敷地にて実施した.建物の配置図(図−4)に示すように、敷地内には33mの第１研究棟（地図情報によるもので測量や登記簿によるものではない）を有し周辺は平地で影の変化を追跡し易い条件にある.

横浜 2012年3月14日（1時間ごとの値）一覧

時	気圧(hPa)		降水量 (mm)	気温 (℃)	露点温度 (℃)	蒸気圧 (hPa)	湿度 (%)	風向・風速(m/s)		日照時間 (h)	全天日射量 (MJ/㎡)	雪(cm)		天気	雲量	視程 (km)
	現地	海面						風速	風向			降雪	積雪			
1	1017.6	1022.9	--	5.3	-1.6	5.4	61	2.8	北			--	--			
2	1017.5	1022.8	--	4.8	-3.0	4.9	57	4.0	北			--	--			
3	1017.6	1023.0	--	4.2	-3.5	4.7	57	4.2	北			--	--	⌽	2	30.0
4	1018.1	1023.5	--	3.6	-3.2	4.8	61	4.6	北			--	--			
5	1018.8	1024.2	--	3.4	-4.1	4.5	58	3.4	北			--	--			
6	1019.5	1024.9	--	3.4	-4.3	4.4	57	3.4	北	0.0		--	--			
7	1019.7	1025.1	--	3.8	-3.7	4.7	58	3.6	北	0.8		--	--			
8	1019.9	1025.2	--	5.0	-3.5	4.7	54	3.2	北	1.0		--	--			
9	1020.0	1025.3	--	6.3	-3.9	4.6	48	3.2	北	0.9		--	--	○	1	40.0
10	1019.8	1025.1	--	7.5	-4.6	4.4	42	2.6	北東	1.0		--	--			
11	1019.4	1024.7	--	8.9	-3.0	4.9	43	3.4	東	1.0		--	--			
12	1018.7	1024.0	--	8.1	-3.1	4.9	45	3.1	東	0.6		--	--			
13	1017.8	1023.1	--	8.2	-4.6	4.3	40	2.3	東	0.7		--	--			
14	1017.0	1022.2	--	9.3	-4.3	4.5	38	2.4	東	0.7		--	--			
15	1016.7	1021.9	--	9.8	-3.8	4.6	38	2.9	東南東	0.8		--	--	○	1	30.0
16	1016.3	1021.5	--	10.2	-3.5	4.7	38	3.3	南南東	1.0		--	--			
17	1016.5	1021.7	--	9.4	-2.8	5.0	42	3.8	南南東	1.0		--	--			
18	1016.9	1022.2	--	8.8	-1.9	5.3	47	2.5	南南西	0.4		--	--			
19	1016.9	1022.2	--	8.7	-0.6	5.8	52	2.3	南南東			--	--			
20	1016.8	1022.0	--	9.1	0.3	6.2	54	2.3	南東			--	--			
21	1016.6	1021.9	--	8.0	1.8	7.0	65	2.8	東南東			--	--	⌽	3	30.0
22	1016.4	1021.7	--	7.9	2.4	7.2	68	2.0	東北東			--	--			
23	1016.0	1021.3	--	7.5	2.6	7.4	71	1.4	北			--	--			
24	1015.8	1021.1	--	6.7	0.6	6.4	65	2.2	北			--	--			

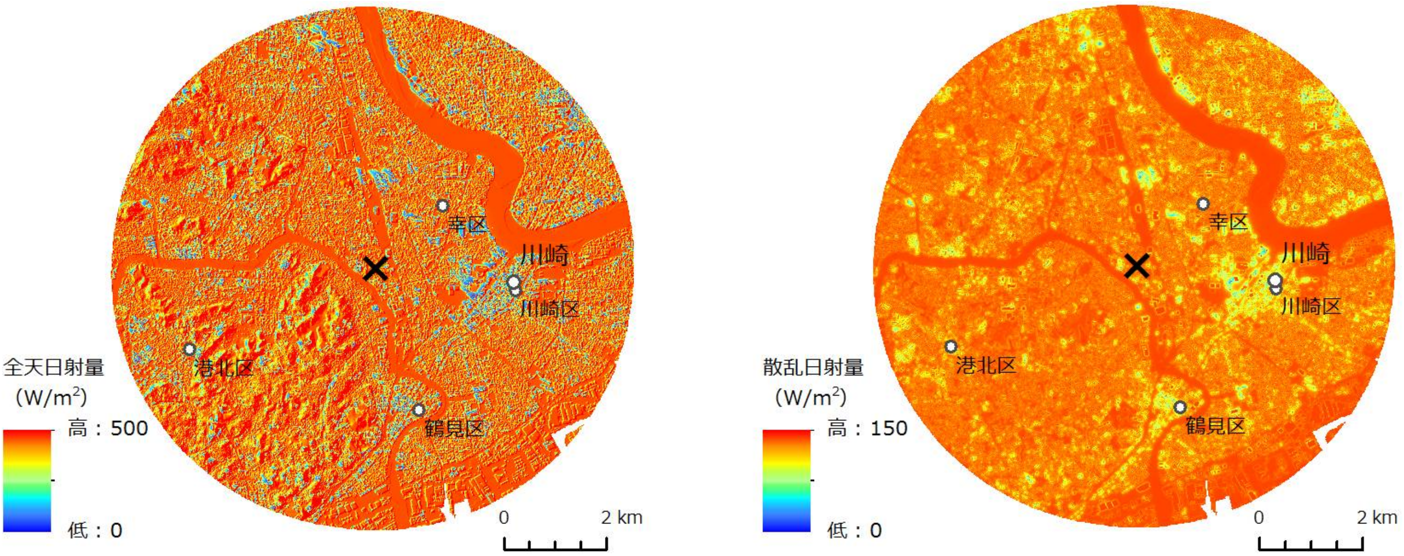
図－２：横浜地方気象台報告（2012.3.14）



図－１：地上天気図（2012.3.14）

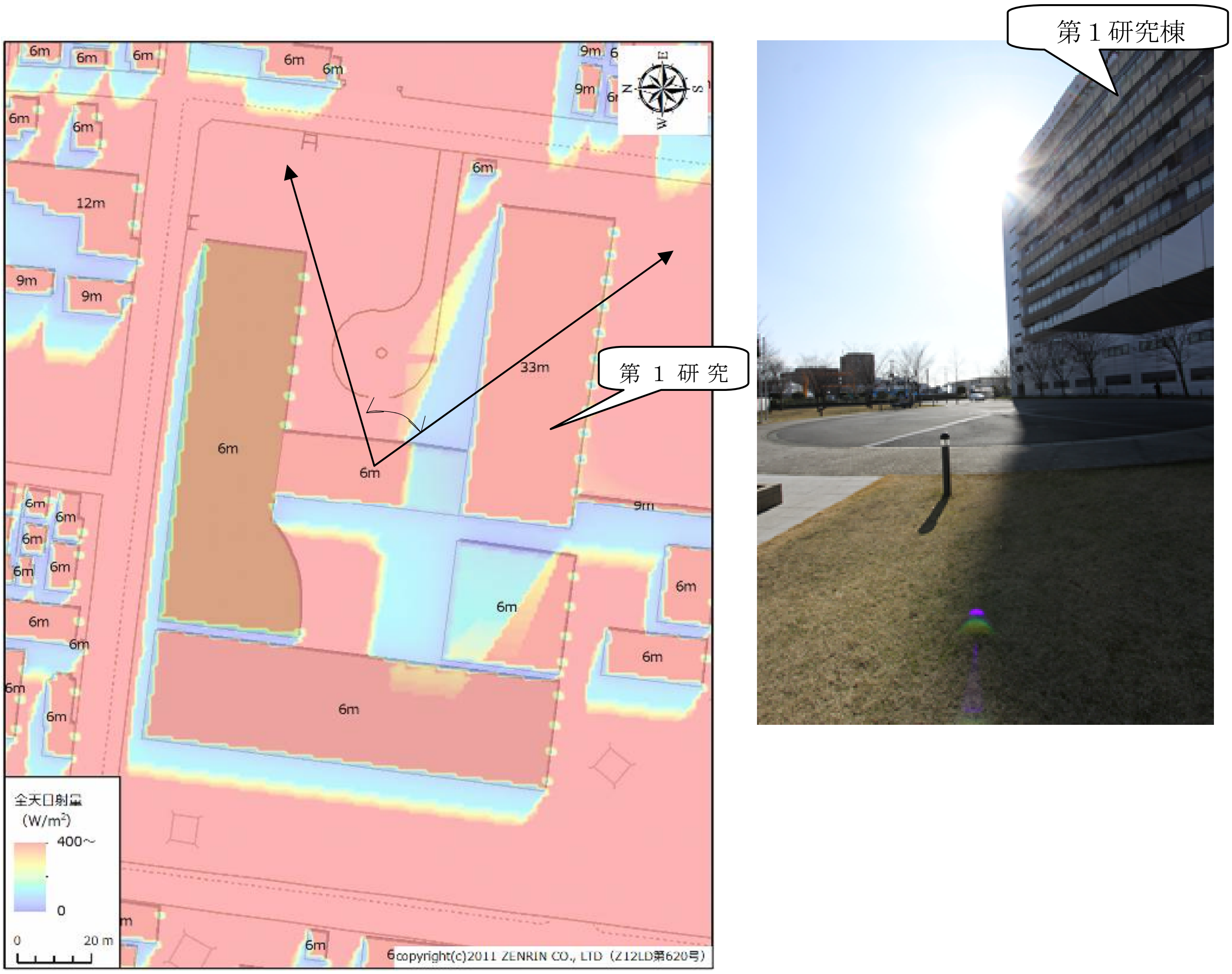
3.2　検証日の気象状況

2012 年 3 月中旬の集中観測の中で、気象的変動をできるだけ小さくするため快晴日となった 2012 年3 月 14 日を選定した.気象状況の日変化を図−2 に示す.日中の雲量は 1 程度で 21 時に最大で 3 と快晴～晴れの状況にある.実況では午前は快晴で比較的検証に優位なデータが得られたが午後には積雲が所々観測され別途実施した日射計測値にも短周期変動が観測されている.



図－３ 3 月 14 日（8 時 30 分）における広域解析結果：全天日射量（左）、散乱日射量（右）

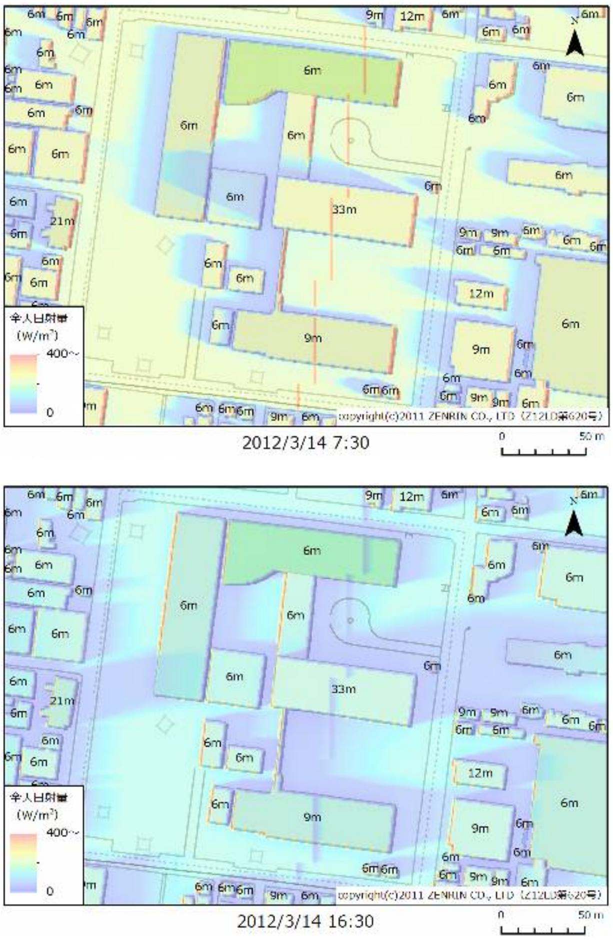
×印：東京電力技術開発本部



図－４（左） 3 月 14 日（8 時 30 分）における東京電力技術開発本部敷地内の日射解析結果

（右）同日 8 時 56 分のエントランスホール（矢印交錯部）から見る第 1 研究棟の影

（2 本の矢印の間を撮影）



図－５ 2012.3.14（上：7:30、下：16:30）における東京電力技術開発本部敷地内での全天日射量分布

4. 使用データ、解析条件

水平分解能が 10m×10m（高さ方向は 1m 分解能）の DEM に詳細電子住宅地図を重ねﾗｽﾀｰ化し解析した.また快晴の条件下と見なし透過率を 0.7、散乱率を 0.3 に設定した.

5. 検証結果

図－3 に 3 月 14 日（8:30）における東京電力技術開発本部周辺の広域の全天日射量解析結果と散乱日射量を, 図―4 に同日同時刻の東京電力技術開発本部敷地内での全天日射解析結果と同日 8 時 56 分の影出現状況写真（矢印交錯部より東側の範囲を撮影）を示す. 図－5 にその他の時刻の解析結果を示す. 図―4 の解析結果では第 1 研究棟によって直達光が遮られることによって生じる濃影とその輪郭に発生する散乱成分の薄影（黄色）が再現されている. 前方、舗装部の中央から東側の影の出現状況は解析結果と整合する.

6. 課題と展望

気象的な変動が小さい快晴日を選定し、定性的ではあるが良好な影の消長の再現結果が得られた. 集中観測にて別途実施した日射計測値については解析を実施中であり概ね良好な結果を確認している. しかしながら一部データについて系統的な偏差が認められ、原因を究明中である. これについては、現時点で地図情報として得られる建物高さは建物階数と一律の高さの積でデータ化されていることが原因と考えられ、一層のデータ精度改善が求められる. 個別の検討（本検討では技術開発本部敷地内の日射評価）においては固定資産の台帳等の調査によりより正確な建物高さの補正が可能なため、今後より精緻な検証を実施していく.

参考文献

Fu, P. (2000) A Geometric Solar Radiation Model with Applicationsin Landscape Ecology. Ph.D. Thesis, Department of Geography, University of Kansas, Lawrence, Kansas, USA.

Fu, P., and P. M. Rich. (2002) A Geometric Solar Radiation Model with Applications in Agriculture and Forestry

関知道, 朴木雅喜, 山下圭 (2011) 太陽光大量普及が電源運用に及ぼす影響の予測, 平成 23 年電気学会全国大会講演論文集, 6(6), S10(1)(－3).

中村元、岸本直子 (2011) 東京都のエリア別太陽光出力推定へのGIS適用の試み, 地理情報システム学会 2011 年度学術大会ポスターセッション

中村元、岸本直子 (2012) 太陽光発電予測・評価への詳細地理情報の適用とマルチスケールでの東京都日射評価, GIS- 理論と応用, 2012, Vol.20, No.1, pp.51-60