

補遺 2 : 透過性のある日射遮蔽物 (テントや日傘) の対策効果

－天候による日射量の直散比率の変化を考慮する場合－

本資料は、平成 27 年度 暑さ対策ガイドライン 技術検討ワーキンググループの鍋島美奈子氏の指導のもと、大阪市立大学地域環境計画研究室でとりまとめたものである。

1. はじめに

テントや日傘のような透過性のある素材で日射を遮蔽する場合の MRT 削減効果を試算する。遮蔽物に覆われることによって、直達日射だけでなく天空日射も遮られることを考慮する。また、晴れて全天日射量が多い時は直達日射の割合が高く、曇天で全天日射量が少ない時は天空日射の割合が大きくなるといった天候による直散比率の変化を考慮する。ただし、今回は日射遮蔽物からの長波放射増分や遮蔽物の大きさの違いによる地表面温度の変化は考慮していない。

2. 直散分離を考慮した MRT の算出方法

算出する MRT に関して、対策前を式 1 に、対策後を式 2 に、その差をとったものを式 3 に示す。対策後の MRT(式 2)に関して、1 項目は遮蔽物から透過する直達日射項、2 項目は遮蔽物から透過する天空日射項、3 項目はテント外から入射する天空日射項、4 項目は地表面からの反射日射項、5 項目は地表面からの長波長放射項である。

$$MRT_{前} = \sqrt[4]{\frac{Q_{direct}}{4\sigma} + \frac{Q_{diffuse}\varphi_{sky}}{4\pi\sigma} + \frac{\sum i(Q_{reflect_i}\varphi_i)}{4\pi\sigma} + \frac{\sum iT_i^4\varphi_i}{4\pi}} \quad \text{式 1}$$

$$MRT_{後} = \sqrt[4]{\frac{Q_{direct}P_s}{4\sigma} + \frac{Q_{diffuse}\varphi_{cover}P_s}{4\pi\sigma} + \frac{Q_{diffuse}\varphi_{sky}}{4\pi\sigma} + \frac{\sum i(Q_{reflect_i}\varphi_i)}{4\pi\sigma} + \frac{\sum iT_i^4\varphi_i}{4\pi}} \quad \text{式 2}$$

$$\Delta MRT = MRT_{前} - MRT_{後} \quad \text{式 3}$$

Q_{direct}	: 直達日射量[W/m ²]	$Q_{diffuse}$: 天空日射量[W/m ²]
φ_i	: 立体角[sr]	φ_{sky}	: 天空率[sr]
$Q_{reflect_i}$: 反射日射[W/m ²]	φ_{cover}	: 遮蔽物の立体角[sr] (=2π-φ _{sky})
T_i	: 地表面温度[K]	P_s	: 遮蔽物の透過率[-]
σ	: ステファン・ボルツマン定数[W/m ² K ⁴]		

また全天日射量を直達日射 Q_{direct} と天空日射 $Q_{diffuse}$ に直散分離する必要がある。簡易的に図 1 の sin h=0.9 (太陽高度 h が高い時間帯を想定) の実線を用いて、全天日射量が 0~1000W/m²の

時の天空日射量の値を読みとった。読み取った全天日射量，天空日射量，残差としての直達日射量値を表 1 に示す。

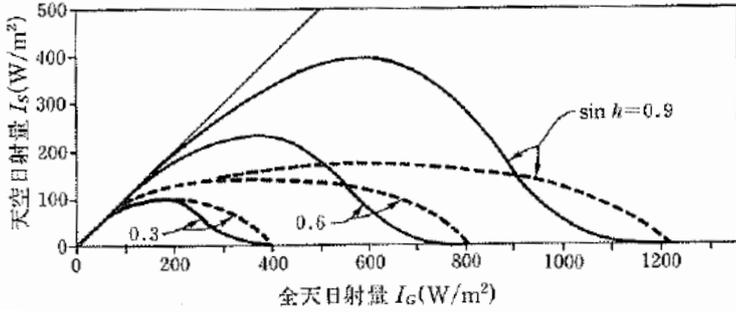


表 1 直散分離

全天日射量 [W/m ²]	直達日射量 [W/m ²]	天空日射量 [W/m ²]
0	0	0
200	0	200
400	70	330
600	200	400
800	500	300
1000	950	50

図 1 全天日射量と天空日射量の関係

(浦野良美，中村洋編著「建築環境工学」森北出版，P144，1996)

3. 大きな日射遮蔽物（テント）を想定（立体角： $2\pi \times 0.8$ ）

全天日射量を 400~1000W/m² まで変化させて $\Delta\text{SUN} = 200\text{W/m}^2$ 刻み毎に ΔMRT を算出したもの図 2 に、透過率を 0~1 まで変化させたものを図 3 に示す。また遮蔽物の透過率を 0~1 まで 0.2 刻みごとに分類し、全天日射量を 400~1000W/m² まで変化させたものを図 4 に示す。その際、地表面温度は一様に 30℃であると仮定した。

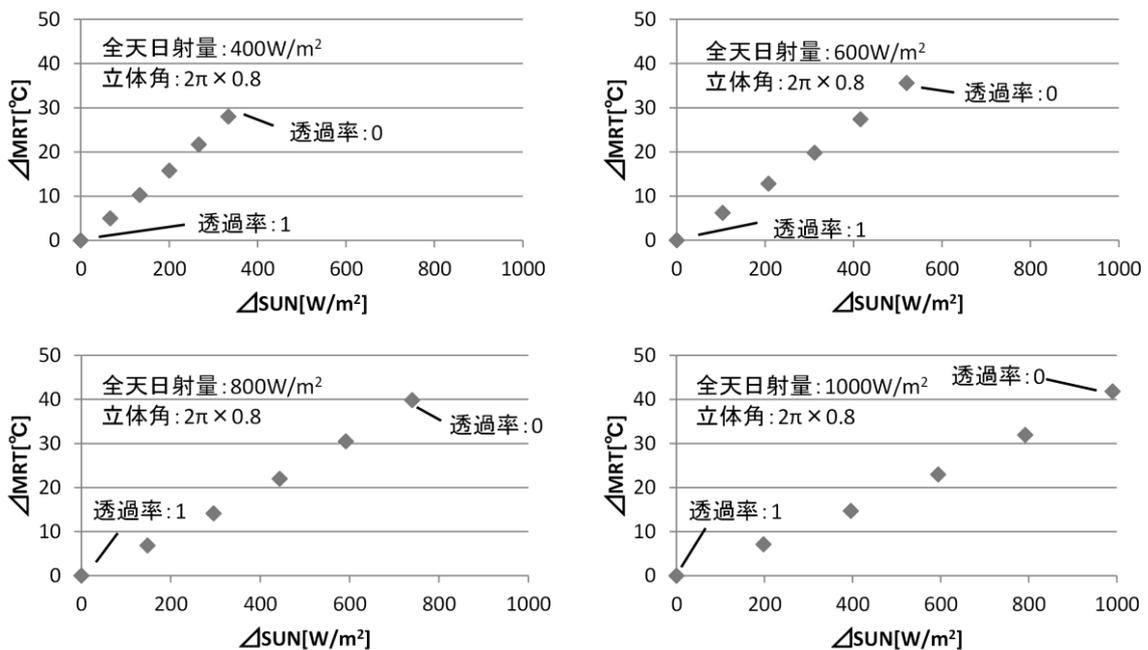


図 2 ΔSUN と ΔMRT との関係

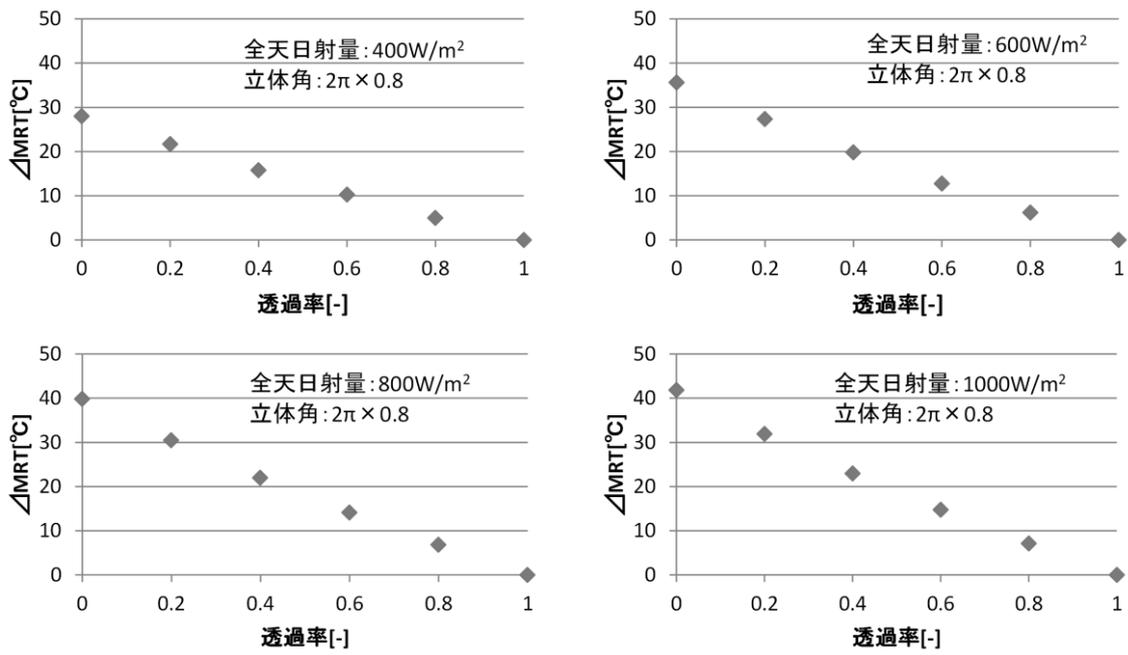


図 3 透過率と Δ MRT との関係

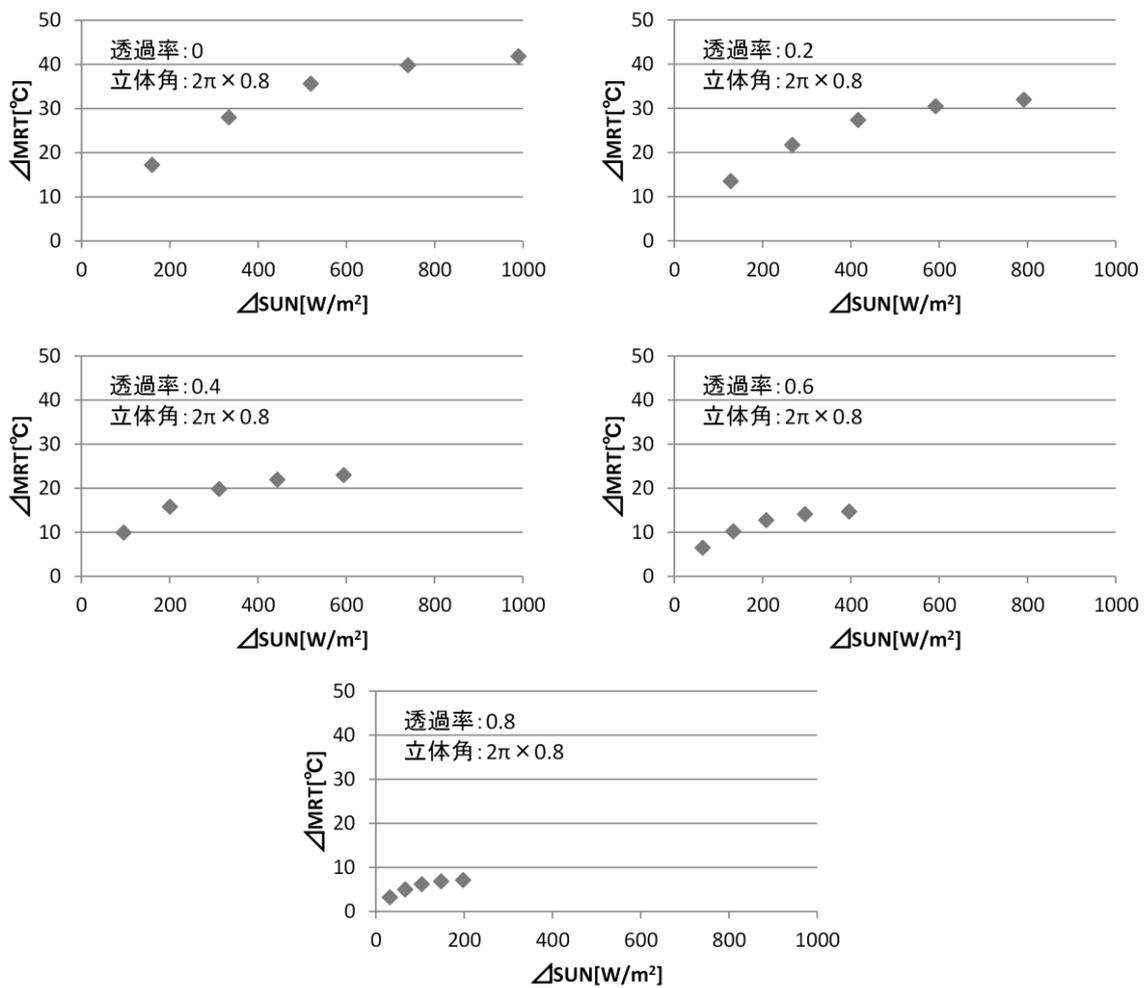


図 4 Δ SUN と Δ MRT との関係

図 2 より、全天日射量が大きくなるほど Δ SUN と Δ MRT の関係式の傾きが小さくなる傾向が読み取れる。図 3 より、同じ透過率であれば全天日射量が大きくなるほど Δ MRT が大きくなることがわかる。図 4 より、同じ Δ SUN でも透過率が高いほど Δ MRT が低くなることがわかる。すべてのデータをまとめて、 Δ SUN と Δ MRT との関係を図 5 に示す。

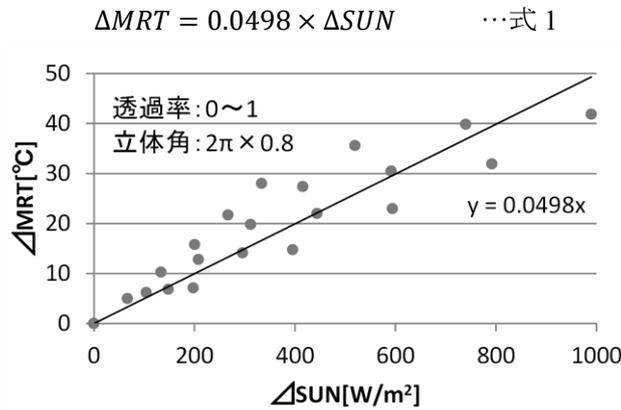


図 5 Δ SUN と Δ MRT との関係

4. 小さい日射遮蔽物（傘など）を想定（立体角： $2\pi \times 0.2$ ）

全天日射量を $400 \sim 1000 \text{ W/m}^2$ まで変化させて Δ SUN = 200 W/m^2 刻み毎に Δ MRT を試算したものを図 6、透過率を $0 \sim 1$ まで変化させたものを図 7 に示す。また透過率を $0 \sim 1$ まで 0.2 刻みごとに分類し、全天日射量を $400 \sim 1000 \text{ W/m}^2$ まで変化させたものを図 8 に示す。すべてのデータをまとめて図 9 に示す。その際、地表面温度は一様に 30°C であると仮定した。

立体角 $2\pi \times 0.8$ の式 1（図 5）と、立体角 $2\pi \times 0.2$ の式 2（図 9）の回帰係数を比較すると、式 1 は 0.0498 、式 2 は 0.0403 となり、日射遮蔽物の立体角が大きい(遮蔽物が大きい)ほど Δ SUN にかかる回帰係数が大きくなり、 Δ MRT が大きくなることがわかる。

5. まとめ

日射遮蔽対策を評価するにあたり、天候の変化による全天日射の直散比率の変化の影響を分析した。全天日射量を直散分離して対策前後の Δ SUN を算出し Δ MRT を推定すると、ばらつきは大きくなり、 Δ SUN から Δ MRT への単回帰式の説明力が低下することがわかった。しかし、線形近似でも対応可能であることもわかった。また、日射遮蔽物の大きさ（立体角）が大きいほど Δ SUN にかかる回帰係数が大きくなり、 Δ MRT が大きくなることがわかった。

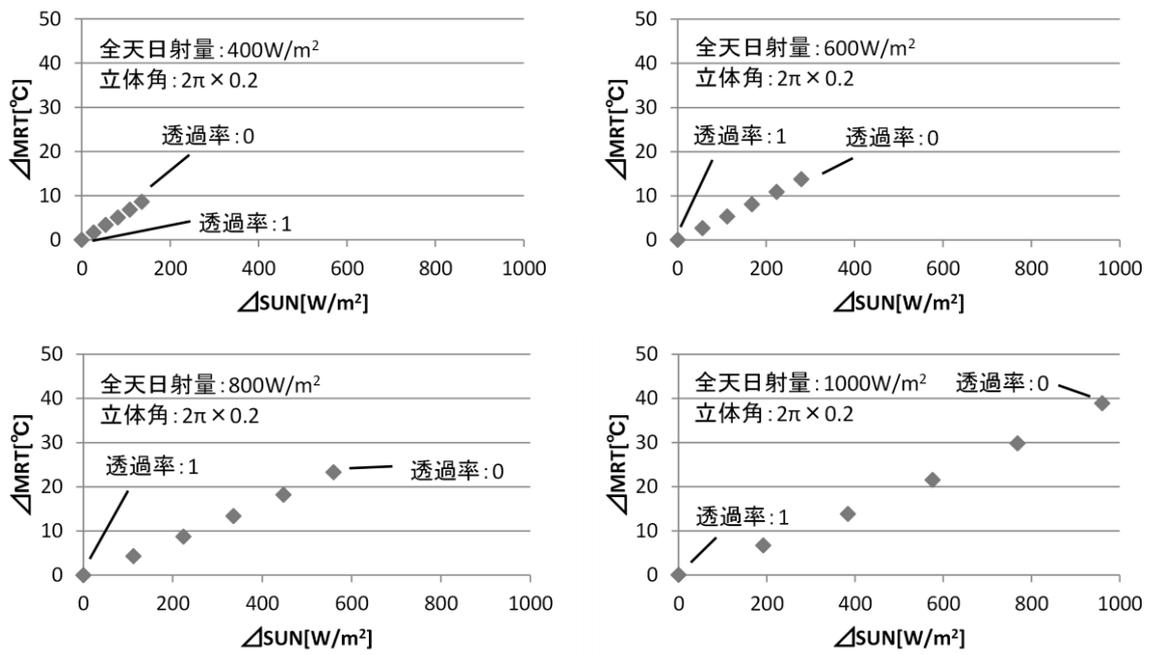


図 6 ΔSUN と ΔMRT との関係

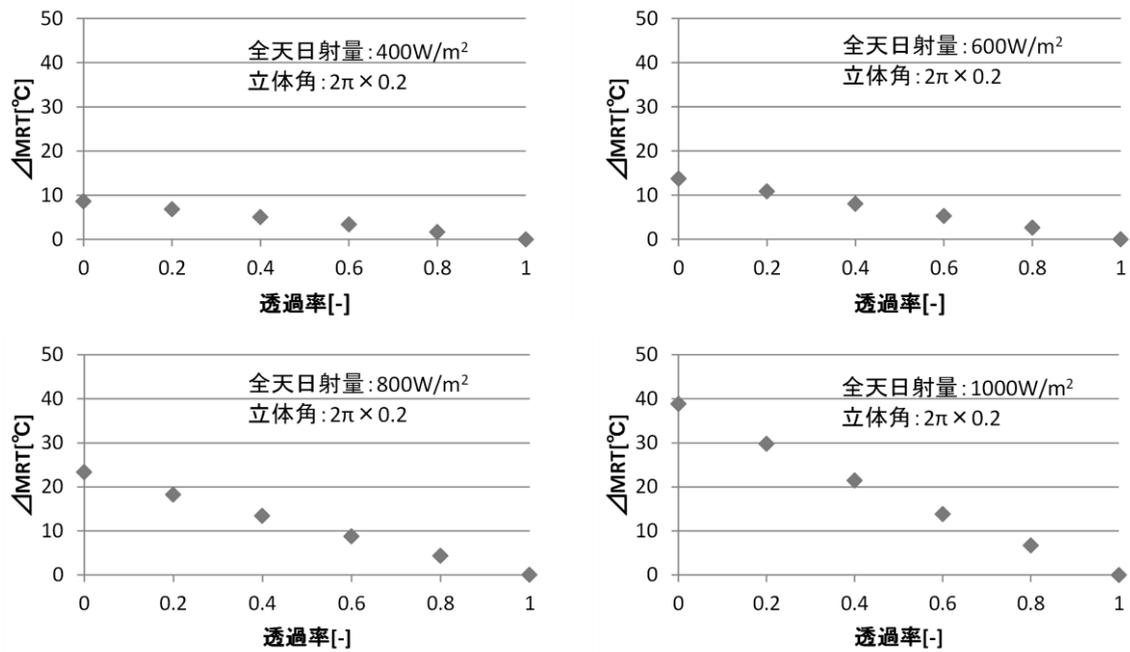


図 7 透過率と ΔMRT との関係

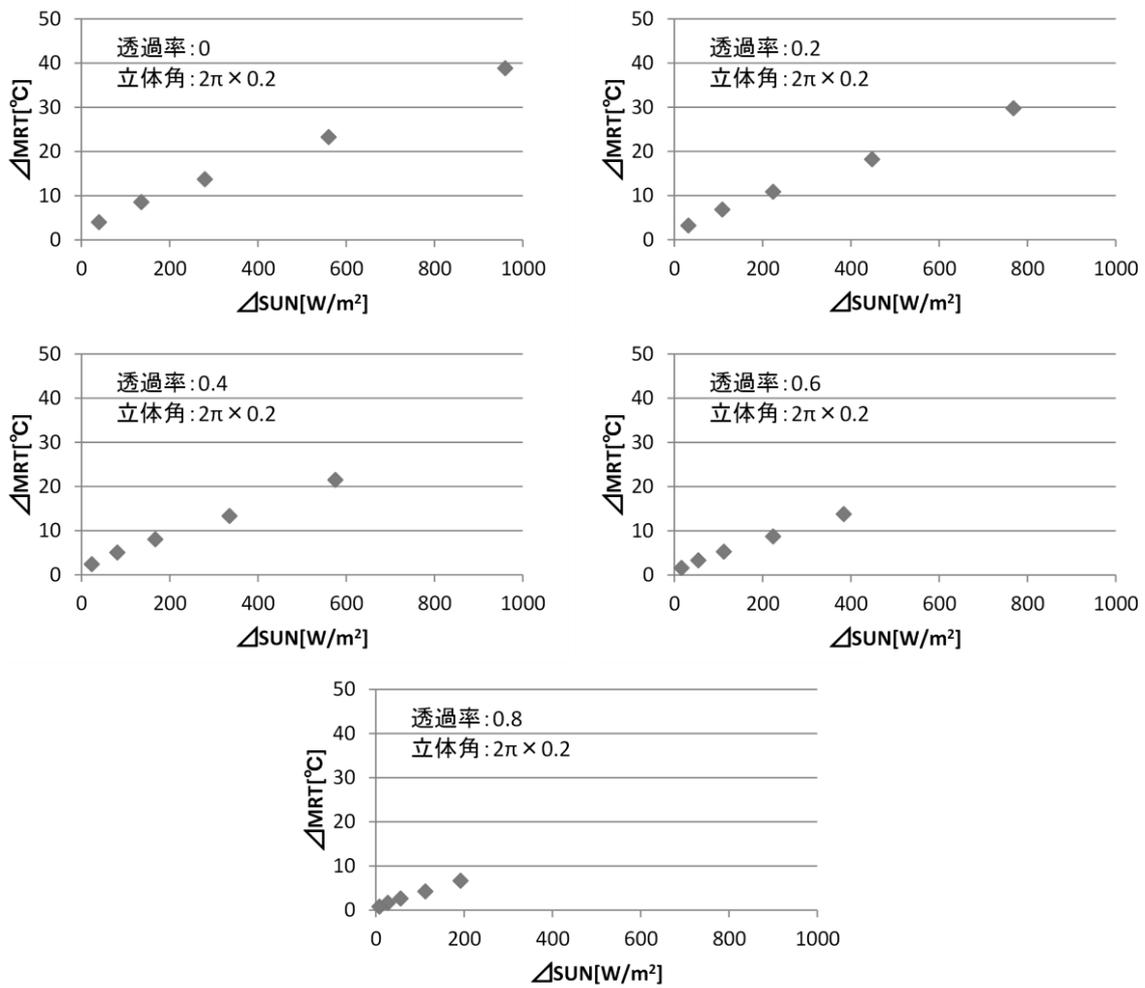


図 8 ΔSUN と ΔMRT との関係

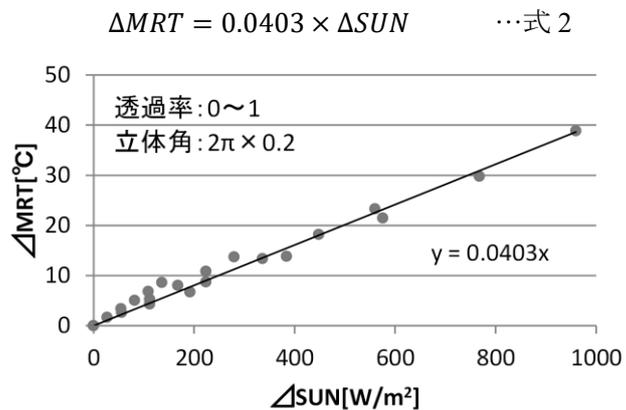


図 9 ΔSUN と ΔMRT との関係