

実測による車内外装温度と環境因子の関係 *渡辺真

自動車内外装に使用されている様々な材料・部品は、過酷な環境に曝されることから厳しい耐候性試験が必要になっている。近年、EV化や自動運転、安全性向上のセンサや解析装置の為に電子部品の自動車部品に占める割合が増大していることから自動車各部の環境データが重要となっている。自動車の環境試験の規格は、JIS D 0204⁽¹⁾が1967年につくられたが、2016年に廃止された。ISO規格に先駆けて1978年に作成されたJASO D 001⁽²⁾は、2009年に廃止となり、その間の1998年に作成されたISO 16750に基づき日本の事情を加えてJASO D 014シリーズが作成されている。その中のISO 16750-4⁽³⁾、それに準じたJASO D 014-4⁽⁴⁾の環境負荷試験に、気候環境や使用部位を想定した温度に対する耐候性試験がある。大型の環境試験室を用いて環境を再現し性能を確認するが、実際に太陽光に曝された自動車の内外装の温度がどのような値になっているか知る必要があり、また、大変興味のあるところでもある。文献として、古くは1967年に各地での車内温度測定値をまとめた、トヨタ自動車(株)の菅沼等による「夏季の車室内温度上昇について」⁽⁵⁾、最近では(株)本田技術研究所の福田等による気象データと車内温度との関係を実測値から定量化を試みた「実測による気象環境と車内内装部品温度の関係性の解明」⁽⁶⁾が報告されている。今回、2012年夏季に実車を用いて車内外装温度とブラックパネル温度(BPT)、ブラックスタンダード温度(BST)、ホワイトパネル温度(WPT)、そして、太陽光放射照度とガラス越しの太陽光の分光放射照度を測定した結果を報告する。

1. 測定条件

- 1) 測定日:2012年7月19日、8月21日
- 2) 場所:スガ試験機(株) 新宿本社敷地内
- 3) 車の色:シルバーグレー
- 4) 自動車設置面:コンクリート面
- 5) 自動車設置方位:フロントを南面
- 6) 測定項目:自動車内外装の部位の BPT、BST、WPT、外気温度、ガラス越し太陽光分光放射照度
- 7) 環境測定項目:スガ試験機(株)新宿本社 屋上暴露場の BPT、WPT、温度、湿度、太陽日射量(測定角度 0°(水平)、35°、45°での紫外・可視・赤外)

2. 測定結果

測定は、2012年7月19日に車内外部位の温度と屋上暴露場気象因子、直射及びガラス越しの太陽光分光放射照度を測定、8月21日に車内外の BPT 等センサ温度を測定した。車の測定部位を図1に示す。以下に詳細な測定結果を報告する。

2-1. 屋上暴露場の測定

車内外温度測定時の屋上暴露場の気象因子の南中時刻前後と16時までの測定結果を表1にまとめた。紫外線日射量は太陽高度に関係なく、測定受光角が0°、35°、45°の順に値が高い。

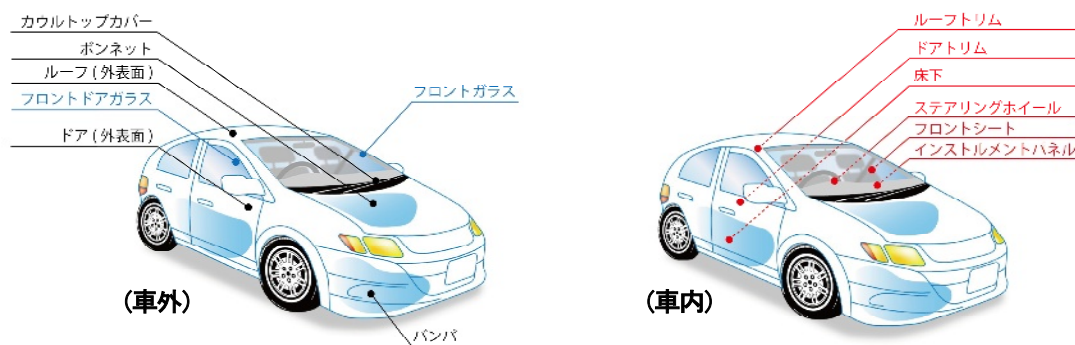


図1 車の測定部位

BPT、WPT は、太陽日射量と気温と風速により変動するが、太陽日射量が受光角 45°で 11:51 の測定値は、紫外日射量 47W/m²、全日射量 778W/m²に於いて、BPT が 60°Cと外気温 35°Cより 25°C高く、WPT は 44°Cで外気温より 9°C高くなった。

2-2. ガラス越しの太陽光分光放射照度の測定

太陽光とフロントガラス越し、フロントドアガラス越し(測定角度はガラス面に合わせて測定)の太陽光分光放射照度を測定し、その特徴の結果を図 2 に示す。フロントガラスは、合わせガラスの中間膜による 400nm 以下の紫外線を吸収する性能を備えており、ドライバー及び同乗者の肌を守るだけでなく、インパネ等の部材の紫外線劣化を防いでいる。

フロントドアガラスは、350nm 以下をカットしていること

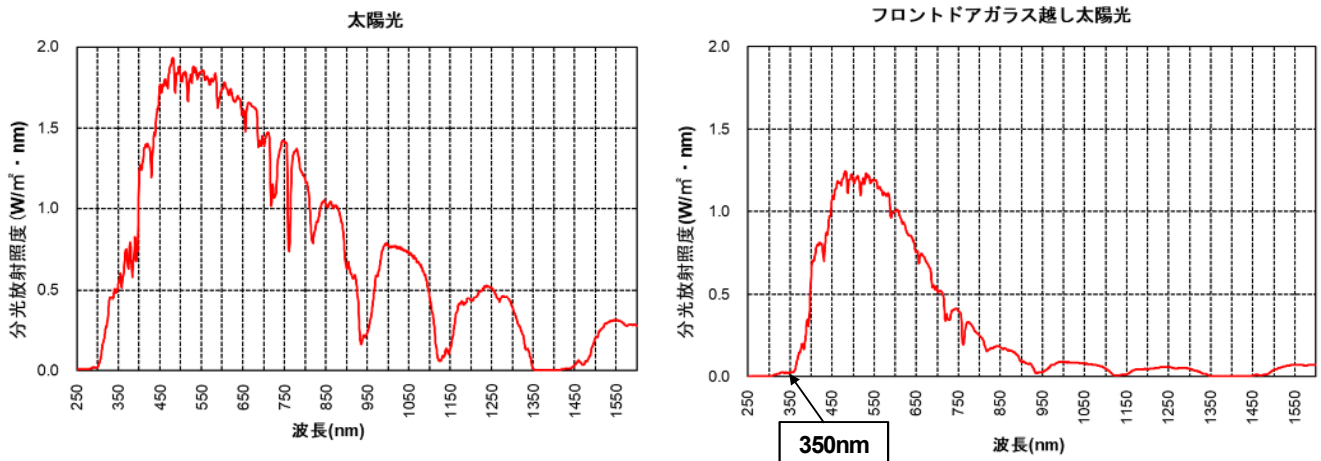


図2 太陽光とガラス越しの太陽光分光放射照度

表1 測定日 7月 19日 晴の環境因子測定結果

時刻		11:31	11:41	11:51	13:30	14:00	15:00	16:00	
太陽日射量	測定角0°	紫外線日射量(W/m ²)	62	62	60	55	31	31	16
		全日射量(W/m ²)	1015	1014	973	972	510	446	240
	測定角35°	紫外線日射量(W/m ²)	60	60	58	欠測	欠測	欠測	14
		全日射量(W/m ²)	942	947	920	* 816	* 283	* 358	207
	測定角45°	紫外線日射量(W/m ²)	50	51	47	43	23	23	11
		全日射量(W/m ²)	818	836	778	721	265	342	184
BPT(°C)		63	58	60	51	41	39	35	
WPT(°C)		45	43	44	40	34	33	32	
外気温度(°C)		36	35	35	33	29	28	28	
湿度(%rh)		30	33	31	38	54	53	52	
太陽高度(度)		75	75	75	63	57	46	33	
太陽方位(度)		-17	-8	1	34	72	84	92	

*可視と赤外の合計値

*開発部プロジェクト T 技術主幹

2-3. 車内外装各部位の温度測定

南中時刻の近くから16時までの車内外装各部位の温度とBPT、WPTの経時変化の記録と、主な時刻での各部位の温度を、車外を図3及び表2に、車内を図4及び表3に示す。また、JIS D 0204の解説の表1⁽¹⁾に記載の相当部位の温度及び参考文献⁽⁵⁾⁽⁶⁾の記録データを表の右へ参考に記した。

測定場所の東側に建屋がある為10時30分より日射が当たり温度上昇が開始した。車内外共に気温が最高になる時間にBPT、WPT、ボンネットやインパネをはじめ、各部の温度が最も高くなる傾向を示した。参考文献値と比べると、JIS D 0204の解説表1の車外部温度はボンネット(1)がほぼ同等、バンパは約11°C高く、ルーフ、ドアは約10°C低い値を示した。

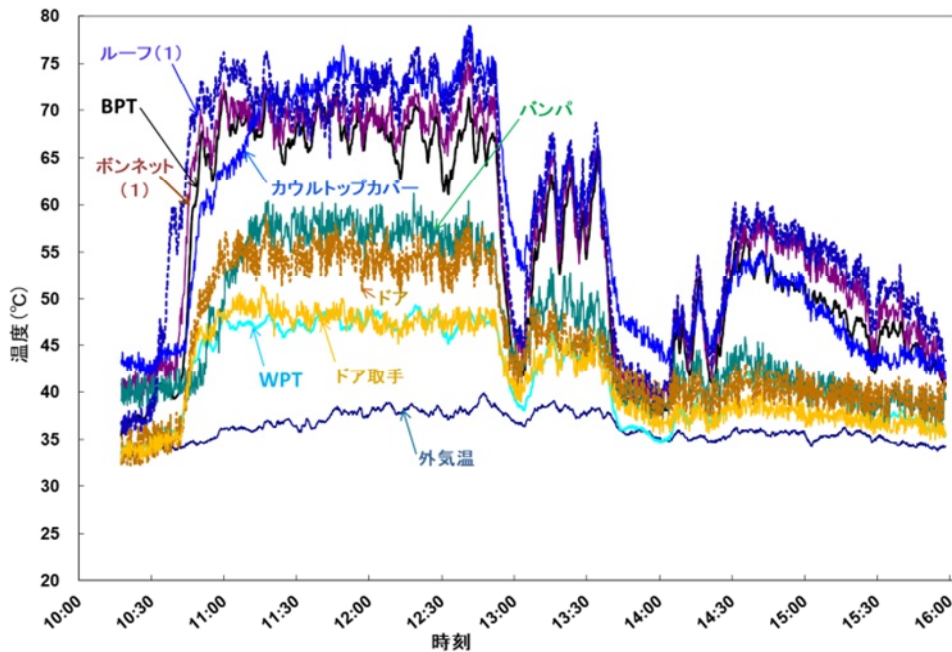


図3 7月19日測定の外車外部の温度

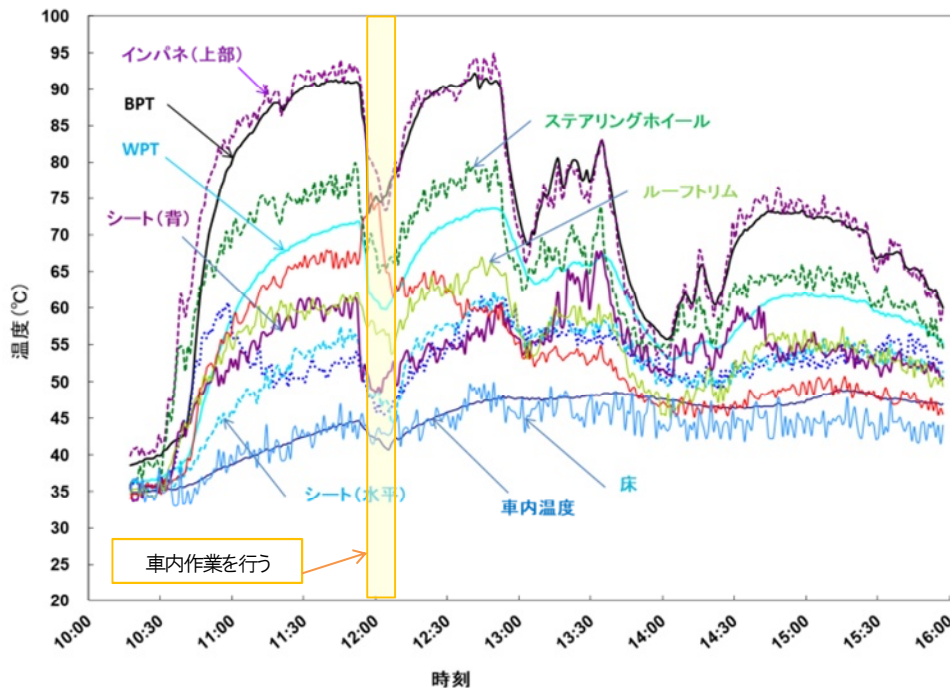


図4 7月19日測定の内車内部の温度

車内温度は各部位で参考文献値がより高く、特にインパネは 94.9°Cと JIS D 0204 の値と比べ+25.9°C高くなった。それに対し、沖縄気象環境で実施されたインパネの温度⁽⁶⁾は、100°C、110°Cと非常に高い温度を示している。これは、2ドアクーペ車である為、フロントガラスの角度が緩やかに面積が広がった為と推測される。

2-4. 各種温度センサによる測定

各種温度センサを、車外はボンネット上に置いて測定した結果を図5に、車内はインパネ上に置いた結果を図6に示す。

BPT と BST との関係は、車外では、温度上昇時は BPT が BST より上昇が速いが、安定時は BST が約 5°Cほど高い。車内では、無風状態であることと BST の構造の為、上昇時は BPT が BST より 10°Cほど高く、その後 4°Cほど BPT の方が高く安定した。

BPT の温度上昇時間は、車外が 34°Cから 66.6°Cまでが 24分、車内が 38.5°Cから 86°Cまで 45分となった(図7)。周囲温度と BPT の温度差は表4に示す通り、屋上暴露場で△27.1°C、車外では△27.0°C、車内では△48.9°Cとなった。

BPTとWPTとの温度差は、3環境に於いて 18.5°C~19.7°Cと同様な値を示した(表4)。

表4 測定日 8月21日の太陽日射量と各種センサ温度

受光角度	W/m ²		
	紫外	可視	赤外
0°	60	464	421
35°	62	480	435
45°	55	411	419

	°C		
	屋上暴露場	車外*	車内*
温度	34.1	38.7	41.7
BPT	61.2	65.7	90.6
WPT	42.7	46.0	71.4
BST	—	70.7	86.7
BPT-周囲温度	27.1	27.0	48.9
BPT-WPT	18.5	19.7	19.2

*11:45-12:00の平均温度

表2 測定日 7月19日の車外部位温度(°C)

時刻	10:30	11:11	11:21	11:31	11:41	11:51	13:30	14:00	15:00	16:00	JIS D0204
外気温	33.9	35.9	36.3	35.8	36.8	37.6	38.8	34.8	35.9	34.3	—
BPT	38.3	67.1	67.7	68.2	69.6	65.8	67.1	38.9	51.3	41.6	—
WPT	35.3	46.8	47.2	47.1	48.4	47.0	47.7	35.1	40.0	35.8	—
ボンネット(1)	40.4	70.0	68.5	68.8	69.1	67.3	71.5	41.3	54.6	41.1	74(77*1)
ボンネット(2)	43.0	67.9	68.6	66.9	69.8	67.9	59.3	44.3	45.3	41.8	—
バンパ	40.0	58.9	59.0	58.4	55.6	58.4	55.1	39.9	41.1	39.8	47
カウルトップ	42.9	68.3	72.3	73.5	72.3	73.8	74.4	44.3	49.4	41.9	—
ルーフ(1)	37.1	71.2	70.5	71.7	68.0	68.5	74.5	42.6	54.6	43.7	83.5
ルーフ(2)	42.9	66.6	66.9	67.3	66.5	67.5	71.5	43.5	55.2	43.8	—
ドア	35.0	53.3	54.9	54.2	56.3	54.7	53.4	38.3	40.1	40.4	66.5
ドア取手	35.1	48.8	48.0	49.2	47.4	48.2	48.4	36.8	37.6	35.8	—

*1 夏期外気温 52°Cの砂漠中(米国)

表3 測定日 7月19日の車内部位温度(°C)

時刻	10:30	11:11	11:21	11:31	11:41	11:51	13:30	14:00	15:00	16:00	JIS D0204	文献(5)*2	文献(6)*3
車内温度	35.3	40.3	41.3	42.6	43.6	44.5	47.6	47.5	47.3	46.9	65(68)	63	—
BPT	39.9	86.0	86.9	90.4	91.3	90.9	91.0	56.0	73.2	61.4	—	—	—
WPT	37.0	64.8	67.4	69.5	70.8	71.5	73.6	53.2	61.8	55.7	—	—	—
インパネ(1)	42.7	86.9	89.3	93.9	92.2	92.3	94.9	54.0	74.4	59.1	69	96	110
インパネ(2)	36.4	72.6	72.4	77.1	78.4	78.4	78.6	54.6	67.6	56.2	—	—	100
ステアリングホイール	38.4	74.8	71.2	75.4	78.3	79.0	78.4	55.7	65.1	54.7	64(80)	82	70
コンソール	37.1	54.1	50.5	51.8	51.9	53.0	61.6	51.5	54.9	52.1	—	—	70
シート(1)	37.3	50.9	53.3	54.5	54.6	56.4	62.2	51.5	53.9	51.4	57.5	72	—
シート(2)	34.9	56.0	55.6	61.1	60.2	60.9	57.7	50.9	55.2	49.0	—	—	70
ドアトリム	35.4	62.0	62.5	65.6	67.8	67.0	59.5	46.1	50.4	46.1	—	64	—
ルーフトリム	36.4	58.9	59.8	59.6	60.0	61.6	65.7	46.6	55.7	50.7	60(74)	66	80
床	38.1	43.4	42.7	43.0	42.7	44.2	49.9	42.5	45.1	41.4	42(71)	—	60

*2 測定時の外気温 38°C

*3 沖縄県読谷村の暴露場

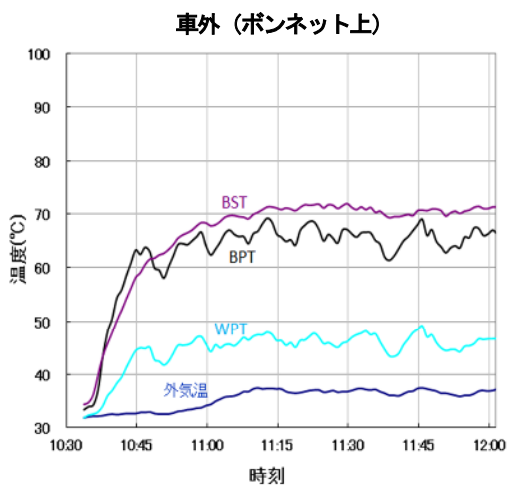


図5 車外での各種センサ温度

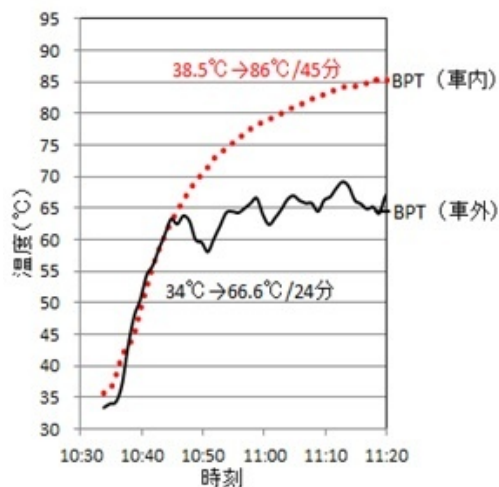


図7 車内外のBPT 上昇温度

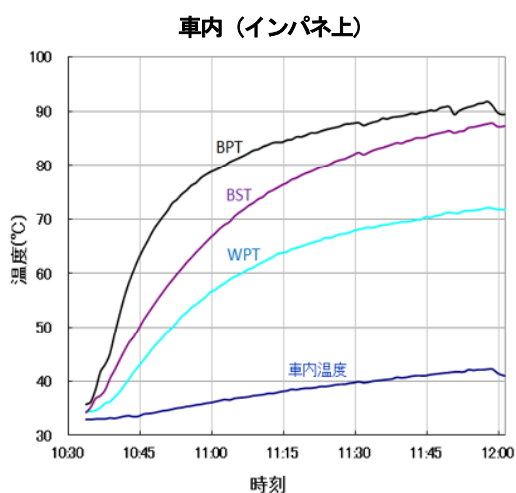


図6 車内での各種センサ温度

3. おわりに

今回 2012 年に測定した結果を紹介したが、今日の自動車の形状や材料と遮熱技術の発展により車内環境も変化していると思われる。今後も機会を見て自動車の環境温度と気象因子の関係の測定を実施して行く所存である。

【参考文献】

- (1) JIS D 0204:1967 自動車部品の高温及び低温試験方法
- (2) JASO D 001:1994 自動車電子機器の環境試験方法通則
- (3) ISO 16750-4 Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 4: Climatic loads
- (4) JASO D 014-4 自動車部品 - 電気・電子機器の環境条件及び機能確認試験 - 第4部: 気候負荷
- (5) 夏季の車室内温度上昇について(菅沼 明、玉島典久、岩谷 温著)自動車技術(1976)
- (6) 実測による気象環境と車室内装部品温度の関係性の解明- 沖縄気象環境-(福田 猛、甲斐 健著)自動車技術会論文集 Vol.49, No.4, July (2018)
- (7) 自動車用高性能UVカットコート強化ガラス“UV verre Premium™”、(真崎宏明、小平広和著)Res. Reports Asahi Glass Co.,Ltd.,61(2011)



測定風景