

校外活動における紫外線暴露量の調査結果

永井 雄人

青森アップル会・青森大学大学院環境教育研究科

(受理日2005年1月20日)

1 はじめに

私たち人類は、フロンガスという科学技術から生まれた「魔法のガス」によって、オゾン層の破壊をもたらした。その結果、有害な紫外線の影響を受けた生活を余儀なくされている。ある学者が「原因・結果がわからなければ動けない」ということを耳にする。しかし、フロンガスによるオゾン層破壊の因果関係がはっきりする所まで研究が進み、その因果関係がわかった時には、人類は、どれだけの被害を受けているかわからない。だから、大切なことは、これだけの有害な紫外線を浴びたら、皮膚がんになるだろうとか、免疫力が弱くなるだろうとか、という予測を立てることで予防することである。現実的にはオゾンホールが広がる南極に近いオーストラリアの幼稚園では、外で遊ぶ場合は、首筋がすっぽり隠れる帽子をかぶり、サングラスをして外で遊んでいる。その時間帯もなるべく紫外線の強い時間帯はさけている。さながらちびっこギャングみたいである。中国チベット地区では遊牧の馬が、強力な紫外線の影響で失明したという事例も聞いている。本来、紫外線対策は子供の時こそ大切なのである。ところが現在でも日本では、子供を育てる教育者や保護者が紫外線の有害性に関して深く理解していないため、子供を太陽紫外線から守ることにほとんど注意がはらわれていない。一部の限られた教育者や保護者が孤軍奮闘しているのが現状である。時には、紫外線の有害性を保育園や小学校で訴える母親が逆に神経質すぎると非難される。

なぜ、小児期の紫外線防御が大切なのかについて科学的根拠を挙げると、①太陽紫外線は皮膚細胞遺伝子DNAをたくさん傷をつける。傷は数時

間から数日で元どおりに修復される。しかし傷を残したまま細胞が分裂するとDNAが正しく複製されないチャンスが多くなり、遺伝子に変異を生じやすい、②オーストラリアの疫学調査によれば、10歳までに浴びる紫外線量が多いと生涯の皮膚がん発症率が3～5倍も高い、③小動物でも発達期に大量の紫外線を浴びると皮膚がん発生率が高い、④免疫を獲得する機会が多い小児期では、紫外線を浴びすぎると感染症に対する通常の免疫応答が起きにくい、⑤獲得している免疫反応でも日焼け後約10日間は低下する、⑥18歳までに生涯で浴びる紫外線の約50%を浴びるなどであり、日焼けが子供達の健康に与える影響は想像以上に大きいことが明らかになってきている。シミやしわなど光老化と呼ばれる皮膚病状は大人になってから現れるため、小児期の日焼けは安全と思われるが、それは間違いである。

そこで今回、子ども達がどの程度太陽紫外線を浴びているかを実測した。園児や小学生低学年児を調査対象としたかったが調査の趣旨をよく理解し的確に協力してくれると考え、中学生を対象とした。三津野他(2002)は、高校生を対象にした紫外線の意識調査と4名の生徒にUVセンサーをつけての生活暴露量を調査し、日本環境教育学会誌に「高校生の紫外線に対する意識調査と紫外線生活暴露量調査」として報告している。私たちが今回、中学生を対象にしたのは、クラブ活動が始まるこの時期が一番、紫外線に対する意識づけをするのに、もっともわかりやすい時期と考えたからである。特に中学生生活は、とても楽しい生き生きとした若さ溢れる青春そのものであり、クラブ活動ができる喜びもあり、こころ弾む時期である。反面その危険も知ってもらおうと考えた。

今回、青森市の山田中学校の生徒には紫外線を計るUVセンサーを、紫外線が一番当たる部分につけてもらい、朝起きてから、学校に通学して、学校生活、そしてクラブ活動、帰宅という中学生の校外型のクラブ活動と校内型のクラブ活動をする生徒の「行動記録」を交えながら、UVセンサーの数値と、「行動記録」の集計をまとめてみた。オゾン層の破壊が、今後益々大きくなり、有害な紫外線が降り注ぐだろうと予測される時期なので、全国の子どもを預かる施設の管理者・学校教諭が、この資料を通して、紫外線とのうまくつきあい方を指導してくれることを期待し、本報告を作成した。

2 紫外線モニター調査

最近のオゾン層破壊を通して、地上への有害な紫外線の暴露量の増加が懸念されている。しかし、紫外線を浴びることによる健康障害に対して、多くの人が意識していないことが現状である。成人に比べ特に新陳代謝が活発な年代であり、野外での活動が他の年齢層よりも多いと考えられる。18歳までに浴びる紫外線の照射量は、その人の生涯の紫外線暴露量の半分にもなるといわれている。そこで、そうした新陳代謝がもっとも活発でクラブ活動などで、もっとも紫外線の影響を受けやすい世代において、その日常の活動の違いによってどれだけ紫外線の照射量に違いが出てくるかを把握することを目的として今回の調査を行った。

2.1 調査方法

平成15年3月7日、青森山田中学校で、生徒に対して「部活動と紫外線の暴露量調査」の事前説明会を開催した。この説明会には、独立法人国立環境研究所 環境健康研究領域疫学・国際保健研究室 小野雅司室長と青森大学工学部電子システム工学科の藤井正美教授、青森アップル会会長永井雄人 副会長石澤キミエさんが立ち会った。最初に青森山田中学校の上原子勲先生から、紫外線暴露調査に協力していただく生徒を、屋内関係では器械体操・新体操・ボーリング・バスケット・卓球・水泳のメンバーが10名、屋外関係で

は、サッカー・野球・陸上関係10名を紹介いただいた。

青森アップル会会長・永井雄人よりUVセンサーの使い方の説明があり、生徒から操作についての質問が寄せられ、短時間だったが使い方を理解してもらった。次に青森大学工学部の藤井正美先生が挨拶し、最後に小野雅司室長からは、「紫外線について、1日の中で、紫外線の照射量が低い時(朝と夕方)と太陽が真上の時の違い。夏と冬では3倍以上違う。北と南と紫外線の照射量は違う。どんな時に浴びるのか皆さんに知ってもらいたいというのが今回の調査の目的だ。体育をしている時、朝なのか、部活動の時なのか、昼休み、土日と、記録用紙に行動記録を書きながら、実施してもらいたい。UVはAとBとCがあるが、Aが日焼け、Bは280~315ナノメートル(1/10億メートル)Cは殺菌などに使うが、地上までは届かない。強烈な紫外線を浴びるとどういう症状がでるのか、皮膚は皮膚癌・シミ・しわ、目は白内障、人の免疫機能の低下などがある。北国に住んでいる人と、沖縄に住んでいる人では、紫外線の浴びる量が二倍違う。今回の実験で協力頂いた皆さんは、どんな時にどれだけ浴びているか知ってもらいたい」と説明があった。

結果については青森アップル会と青森大学工学部の藤井正美研究室で分析することにした。

2.2 調査対象

①青森山田中学校の生徒を対象として、通学形態及び所属する部活動によって以下の4つのグループに分け、グループごとに4~5人の被験者(モニター)を抽出した。

当初は、男女別で傾向が異なることを想定していたが、性別による傾向が見られなかったので、グループごとの傾向の違いを見ていくことにした。

②モニターには、紫外線のUVセンサーをつけてもらい、午前4時から午後6時までの1日14時間の「行動」及びその日の「天候」、「野外にいた時間」、「紫外線被時量」をモニター自身が記録用紙に毎日記録してもらった。

表1 被験者の通学形態と所属部活動

	通学時に紫外線に比較的あ たらない（バス等）	通学時に紫外線に比較的 多くあたる（自転車・徒歩等）
屋内の部活動に所属している	グループ1 5名 男子（バスケット部） 男子（バスケット部） 男子（ボーリング部） 女子（卓球部） 女子（水泳部）	グループ2 5名 男子（器械体操部） 男子（器械体操部） 女子（器械体操部） 女子（新体操部） 女子（新体操部）
屋外の部活動に所属している	グループ3 4名 男子（野球部） 男子（野球部） 男子（野球部） 女子（陸上部）	グループ4 4名 男子（サッカー部） 男子（サッカー部） 男子（野球部） 男子（野球部）

表2 積算量の目安

KJ/m ²	～69	70～	140～	210～	280～	350～
注意度	安全	注意報	異常注意報	警報	異常警報	危険
	セーフティゾーン	イエローゾーン			レッドゾーン	

2.3 使用機器

フィラUVセンサーについて：紫外線の瞬間的な強さ「強度モード」と合計して一日（8時間）どれだけの紫外線を浴びたかを知る「積算モード」を測定するUVセンサーである。今回は、この積算モードを中学生の校外型のクラブ活動している生徒と校内型のクラブ活動をしている生徒の生活行動記録と共に測定した。

紫外線の測定量をkJ/m²（キロジュール）で表示した。日本人は夏の日中表に出ると20分ぐらいで、平均70kJ/m²の紫外線量を浴びて皮膚が赤くなり始める。

③天候の参考データとして、青森大学藤井研究室が行っている自然エネルギー実験のうち、青森市内における太陽光による発電量のデータを活用させてもらった。

2.4 調査期間

2003年5月1日～2003年7月31日（モニター毎に若干のずれがある）

3 結果

3.1 グループ別の1日の行動パターン

グループ別に1日の行動パターンは、以下のようになった。1日の行動パターンは、平日、休日で大きく異なることが予想されたので、グループ別に平日、休日の2パターンを示した。

①グループ1「室内で練習をし、紫外線の影響は少ないグループ」

通学時時に多少紫外線を浴びる程度で、1日当りの平均屋外活動時間も最も短く0.68時間（およそ40分）である（図1）。休日の場合は、部活動がある場合のパターンを示している。休日でも移動時に屋外での活動がある時に浴びる程度である。

②グループ2「通学時に紫外線を比較的多く浴び、屋内の部活動に所属する生徒」

1日当りの平均屋外活動時間では0.70時間（およそ42分）とグループ1とほとんど同じ（図2）。休日は、部活動がある場合のパターンを示している。

③グループ3「通学時に紫外線に比較的浴びないで、屋外の部活動に所属する生徒」

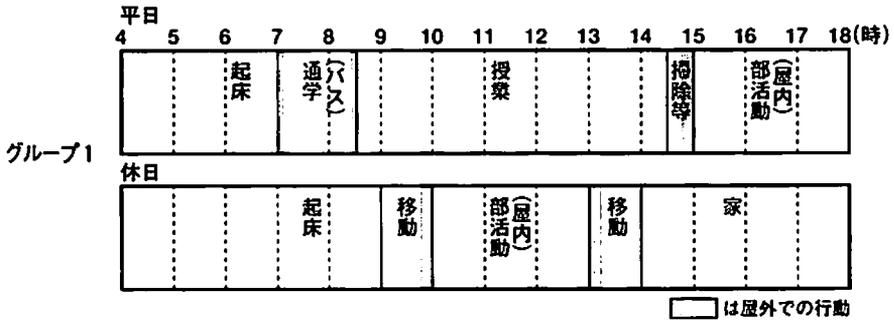


図1 グループ1の1日の活動時間

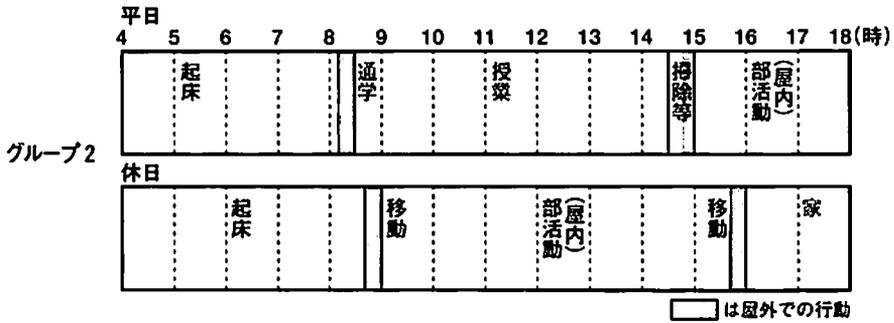


図2 グループ2の1日の活動時間

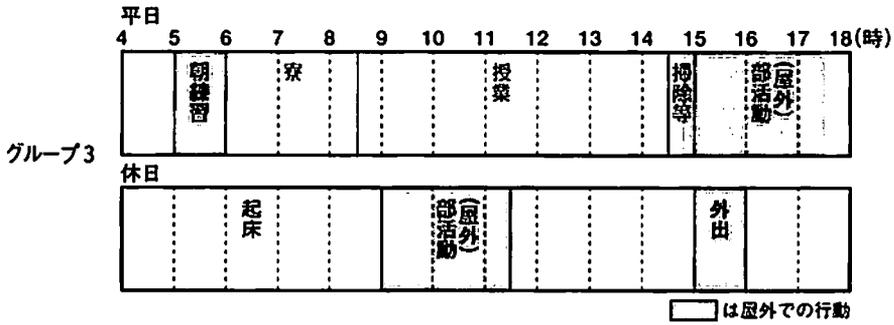


図3 グループ3の1日の活動時間

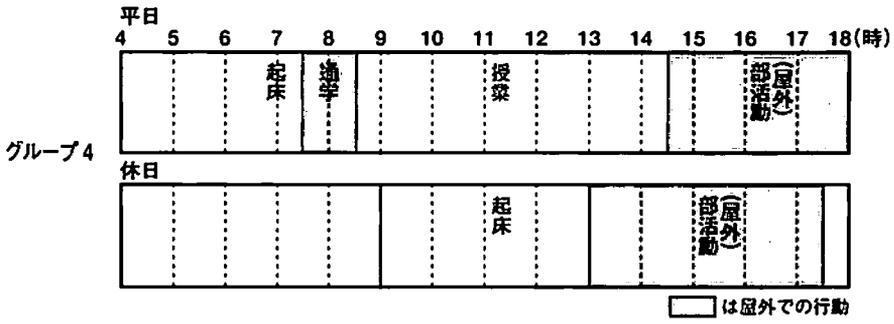


図4 グループ4の1日の活動時間

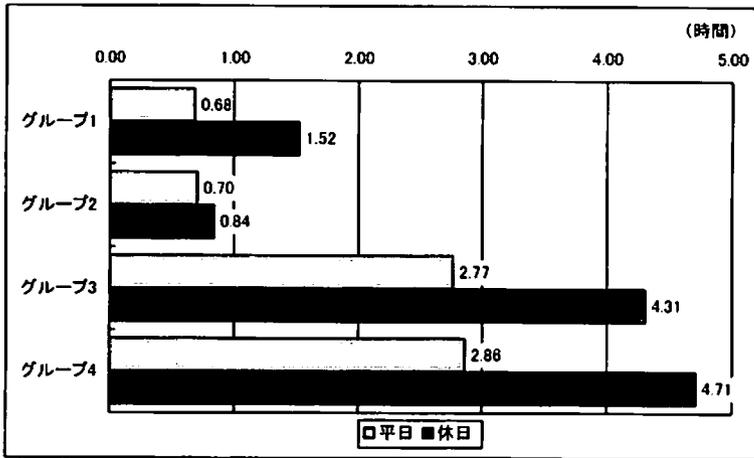


図5 グループ別平日休日別1日当り平均屋外活動時間

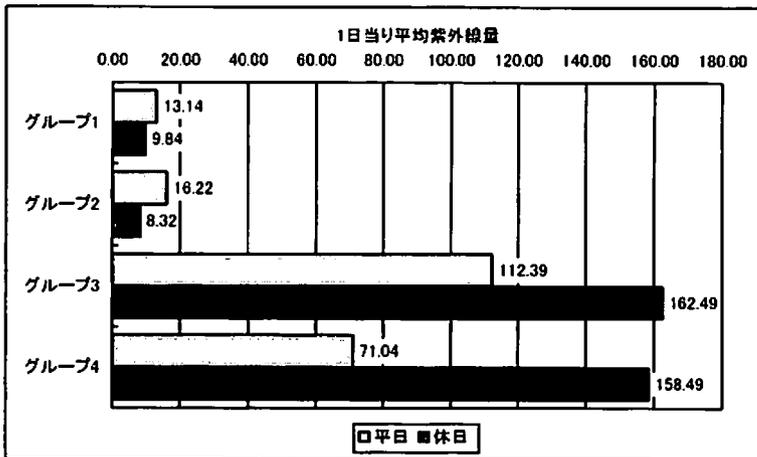


図6 1日当り平均紫外線量

1日当りの平均屋外活動時間は、2.77時間（およそ2時間45分）でした（図3）。休日は、部活動の時間が長くなるので、1日当りの平均屋外活動時間も長くなる傾向にある。

④グループ4「通学時に紫外線を比較的多く浴び、屋外の部活動に所属する生徒」

最も多くの紫外線を浴びていると考えられるグループで、1日当りの平均屋外活動時間は、2.86時間（およそ2時間50分）でした（図4）。グループ3と同様で、休日は、部活動の時間が長くなるので、1日当りの平均屋外活動時間も長くなる

傾向にある。

1日当りの平均屋外活動時間をグループ別に見ると、平日では、グループ3、4（屋外の部活動に所属）の生徒は、グループ1、2（屋内の部活動に所属）の約4倍長く、屋外にいることがわかる（図5）。

3.2 1日当りの平均紫外線量（図6）

1日当りの平均紫外線量をグループ別に見ると、平日では、グループ3、4（屋外の部活動に所属）の生徒は、グループ1、2（屋内の部活動に所属）

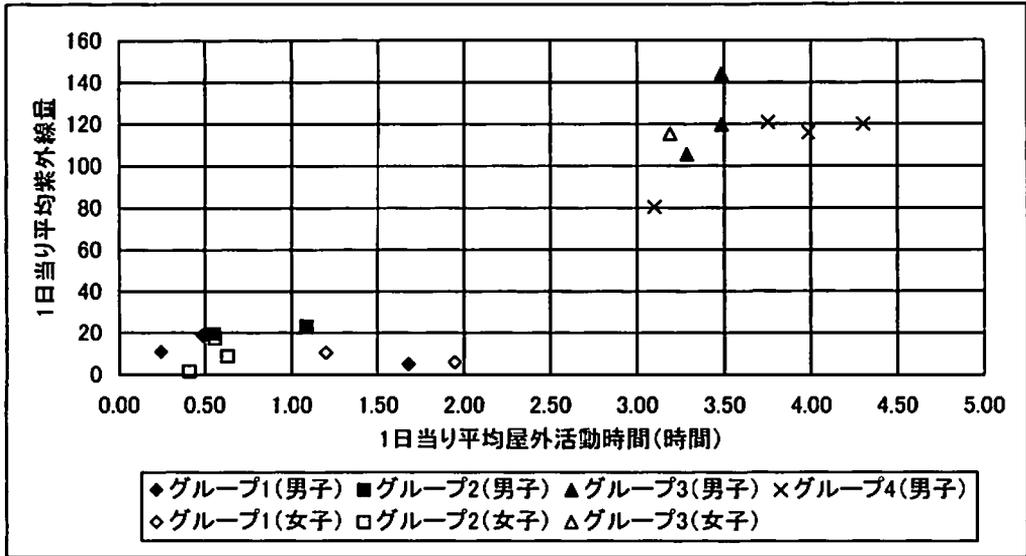


図7 平均屋外活動時間と平均紫外線量

の約6倍多く紫外線を浴びていることになる。

屋外活動時間としては4倍なのに、紫外線量としては約6倍になっている。それは、紫外線を浴びる時間帯によって紫外線量が異なっていることを示している。

3ヶ月の調査期間中で、最も多い紫外線を浴びた人は、グループ3に属している人で、最も少なかったグループ2の人の約70倍の紫外線を浴びていた(図7)。

4 おわりに

私たちの肌の色を決めるのは主にメラニンである。生まれつきのメラニン量と、太陽紫外線に対する反応で決まる。メラニンは黒(褐色)と黄色(赤色)の二種類があり、このバランスの上に私たちの肌色ができあがっている。白色人種は褐色のメラニンが少ないので白い色をしている。黒色人種は多いので黒くなる。日本人は中間である。

日焼けをすると肌は赤くなり、時間が経つと褐色になっていくのは、色素細胞が新しくメラニンをつくっているためである。今までは日本人はメラニンが比較的多いので皮膚にガンなどはできにくいから、天気の良いときは「戸外で遊んできな

さい」と言ったものであるが、皮膚がんや前ガン症の患者も増えており、昔とは事情が違っている。気象庁や環境省も紫外線の量を測定し、NHKや民放テレビの天気予報の後に紫外線予報があるなど報道される事が多くなってきた。

一番恐い紫外線による皮膚がんは、メラノーマ(悪性黒色腫)というガンである。しかし、メラノーマは日本人をはじめアジア人では、太陽紫外線が当たる顔よりも足の裏や手のひらなどに良くできる。どの波長の紫外線がメラノーマの発症に最も深くかかわっているのか詳しくはわかっていないようである。皮膚がんの中では、転移はメラノーマより少ない有棘細胞がんでは、紫外線が皮膚細胞の遺伝子(DNA)に直接吸収され、たくさんの遺伝子(DNA)を傷つける。若い年代、特に小中高学生の年代は細胞分裂が盛んなので、遺伝子に変異が生じやすいのである。その傷がもとで遺伝子に突然変異が生じたことが解明されている。必要以上に紫外線を浴びない工夫が大切である。紫外線の強さは、時刻(一番強い紫外線の時刻は午前10時~14時)や季節(6月~8月)や天候によっても随分違っている。紫外線は上空だけから浴びるのではなく、雪上からも反射し、空気中の

微粒子からも散乱紫外線がとどく。春スキーの時は目がチカチカしたり、すごく顔などが焼けるのも、散乱光で起きているのである。海の波の反射、街角の白い壁、アスファルト等も反射しやすいので、要注意である。学校の窓際で日中日差しを浴びて授業しなくてはならない場合はより厳しい環境にあり、何らかの日差しカット対策が必要と思われる。

女性徒は日焼け後の手入れにローションを塗るが、日焼け後での手入れでは日焼け前に比べあまり効果はない。それでもしないよりははるかに良いので、赤くなった時は、冷水で冷やすなどして炎症をおさえ、活性酸素により皮膚のダメージを少なくすることが大事である。本当に自然体で若々しい美しい皮膚は20歳までで、その後は急にシミや老化現象につながる。また、いったん間違っただけ修復されたDNAの傷は、元には戻らずに残る。子供の細胞では分裂が盛んであるから大人に比べ紫外線による傷が元で遺伝子に間違っただけで生じるチャンスが多い。日常的に余分な日焼けをしないように生徒指導をしてもらいたい。

校外でクラブ活動をする場合は、遮光剤を皮膚に塗る工夫が必要と思われる。生まれてすぐから遮光剤を塗り始め、18歳まで使い続ければ皮膚がんの発生を5分の1以下に減らすことができるだろうとも言われている。できれば中学生の皮膚は若いので酸化チタンの細粒とした素成分とした遮光剤がいい。高齢者になるまで、長い間日焼け止めを塗りつづけるわけであるから、皮膚に害が少ない紫外線散乱剤（微粒子酸化チタンなど）で作られた日焼け止め製品を用いたり、紫外線吸収剤でも最近の技術で作られているマイクロカプセルに吸収剤を閉じ込め、アレルギー反応が起きないように工夫された日焼け止めを使うことを勧めたい。こうした結果を文部科学省の方に報告し、何らかの早急の対策をとってもらおうとしたが実現しなかった。理由は、紫外線対策は、相当の費用がかかり、今すぐ因果関係があるわけではないという見解のためであった。

今回の中学生に対する紫外線調査・研究は、1人の主婦の「うちの子がサッカーが好きなんだけ

ど、紫外線こわいね、どうしたらいいんだろう」という素朴な疑問から、子ども達がどれだけ紫外線への意識を持っているのか。また、紫外線をどれだけ浴びているのか、学校生活の実態と意識調査をおこなおうと、考えたのである。その結果を「校外活動における紫外線対策」として、子ども達にもっとも影響をもっている教諭の立場から、幼稚園・学校等の現場で対策をとってもらいたいという願いを込めてまとめた。

ただ、思春期の中学生、とりわけ男の生徒に、こういう紫外線対策をどう理解させるかは非常に難しいと考える。理屈ではわかっても、実行しようという、「めんどくさい」とか「女々しい」とかの一声でかたづけられてしまうきらいがある。女の子は、遮光剤でも何でも塗りたいだろうが、男の子は、抵抗を示すだろうと思っている。小さいときからの教育が必要だとも思うので、丁寧に教えるしかないと考える。

今回この研究・調査に大変理解を示してご協力いただいた、青森山田学園の木村隆文理事長にこの場をかりて厚く御礼申し上げる。

また、私たちは、こうした研究を2000年3月より、全国22カ所の観測地点での日射、A領域の紫外線、B領域の紫外線観測を、独立法人国立環境研究所地球環境研究センター（茨城県つくば市）の「有害紫外線モニタリングネットワーク事業」といっしょに行っている。2001年3月からは、本格的なデータの回収をおこない、成層圏オゾンの減少による有害紫外線（B領域紫外線：UV-B：280～315ナノメートル）の地表到達量の全国的な把握と、紫外線暴露による健康影響評価などに、広くデータを活用している。全国の大学、試験研究機関、民間団体で有害紫外線の観測をネットワーク化し、観測情報の収集及び共有体制を構築している。とくに最近の状況は、オゾン層の破壊は一段と進み、対流圏が温暖化ガスの濃度が濃くなり、気温が上昇すると成層圏は逆に温度が下がり、オゾン破壊するスピードが加速することが確認されている。今後、そういう動きと連動し、安心安全な対策を実現できるように努力していきたい。