

受動喫煙研究の10年の歩み

松下 秀鶴*

はじめに

人間の活動、特に、社会経済活動には光の面と陰の面とがつきまとうように思われる。たとえば、DDTなどの有機塩素系農薬を含む各種の農薬、殺虫・殺菌剤は、多種多様な病害虫や病害微生物の駆逐に驚くほどの効果を発揮し、食糧の生産や疾病の予防に大きく寄与した。しかしその反面、これらの大量使用は環境生態系の激変をもたらし、その影響は今日にも及んでいる。石油や石炭などの化石燃料の大量消費は我々の生活を豊かにするのに大いに役立っているが、その反面、地球温暖化や異常気象の頻発をもたらし、その対策が強く求められている現状にある。このようなことは枚挙に暇がない。これは、多分、人間の活動、特に、開発活動はある特定の目的を強く意識してなされるのに対して、その結果は当初想像もしなかった多面的な影響を良悪両面にもたらすためだと思われる。勿論、悪影響が認められた場合、改良、改善を含む様々な対策がなされているのも事実である。

喫煙に関しても光と陰がつきまとう。1492年、コロンブスがキューバ島の住民に喫煙習慣のあることに驚き、タバコ植物をスペインに持ち帰った。その後、タバコの栽培と喫煙習慣はヨーロッパで、ついで日本を含む世界各地に急速に広まり、500年経った今日でもたばこは世界中の多くの人々の嗜好品となっている。

しかし、その反面、喫煙、特に重度の喫煙による健康への悪影響が先進諸国を中心に大きな社会問題となり、種々の対策がとられつつあるのも事実である。すなわち、1962年、英国王立

内科医学会が「喫煙と健康」に関する報告書を、1964年1月、米国が喫煙と健康に関する第1回の医務総監報告 Surgeon General Report を提出して以来、分子生物学的研究から疫学研究にいたる数多くの研究が世界各国でなされ、喫煙は肺がんの発生と密接な関係にあること、心臓病や慢性呼吸器疾患などの発生にも関係があることなどが示されつつある。また、喫煙対策の一環として、喫煙の健康に及ぼす化学成分の種類やその濃度の測定や、低毒性のロータール、ローニコチンの開発・製造・販売のほか、シガレットの包装容器に喫煙の健康に対する影響に関する注意書きが記されたりしている。

一方、室内環境空気などに含まれる環境たばこ煙 environmental tobacco smoke (ETS) を吸入する、いわゆる受動喫煙に関する関心は1970年代から高まってきた。これは2回に亘って発生したオイルショックに対するエネルギー節約対策の一環として各国が室内の気密化を進めたため、室内空気の質が低下してシックビルディング症候群などが発生し、その一因として、ETSが注目されたことによると思われる。ETSに対する関心は、1981年、日本とギリシャでの受動喫煙と肺がんに関する疫学調査結果が発表されてから急激に高まり、色々な国で受動喫煙と肺がんに関する疫学調査がなされた。これらの調査結果は必ずしも一致せず、交絡因子も種々含まれ、曝露量推定も喫煙本数のみを用いてなされている研究が殆どで推定精度が問題視されるなど、受動喫煙の肺がん発生に対するリスク評価に関しては多くの不確実性が残されている¹⁾。しかし、WHO²⁾³⁾、米国⁴⁾⁵⁾、英国、日本⁶⁾等で、受動喫煙は健康に悪影響があるとされ、非喫煙者

* 静岡県試験研究高度化推進顧問

保護のために分煙などの施策が取られている⁶⁾。

受動喫煙の健康リスク評価が困難な理由

受動喫煙の健康への影響の評価が能動喫煙に比べて困難であるのは次のような理由に基づくと考えられる。

1) ETS は、喫煙に伴って室内環境等に放出された副流煙、吐出煙、衣服や壁などに付着した ETS 成分の再揮散物、およびそれらの環境中での反応生成物からなるため、主流煙とは組成が異なる。

2) ETS 中の化学成分の種類は主流煙のそれより多く、数千種類以上と推定されるが、その実態は明らかでない。

3) 副流煙、吐出煙とも、その濃度は放出された環境の影響を強く受ける。室内環境では、部屋の大きさ、窓の開閉頻度・人の出入り・風向・風速などの換気状態、空気清浄機の稼働状況、喫煙ブースや禁煙室の設置などが ETS 濃度に大きな影響を与える。このため、ETS の濃度は、放出直後の濃度に比べて一般に著しく低い。

4) ETS 中の様々な化学物質は粒子、またはガス・蒸気の状態が存在する。そして、室内環境等の中で、粒子の凝集や粒子の細分化、ガス・蒸気状成分の粒子への吸着や化学反応による粒子化などの状態変化のほか、酸化反応や重縮合反応などによる質的变化をうける。これらの変化は ETS の濃度、滞留時間、光、温度、湿度など様々な要因の影響を受ける。

5) 喫煙挙動も大きく変わり、ベランダで喫煙する、いわゆるホテル族や換気扇の傍で喫煙する人が増えてきた。

6) 室内汚染には、ETS のほか、屋外大気汚染物質の室内侵入、室内構成物から発散される様々な化学物質、料理・趣味・ペット・人間活動などに伴う発散物が関与する。これらの中には ETS 成分と同一のものが数多く含まれている。

7) たばこの改良により、市販たばこのタール量やニコチン量は、30～40 年前に比べて、著しく低下している。このような改良が副流煙にどのような影響を与えているかは不明な点が多い。

8) ETS を含む気中汚染物質を簡便かつ安価にサンプリングし分析する方法の開発・普及が遅れているため、汚染実態、特に、個人曝露実態は明らかにされていない。長期間にわたる室内汚染や個人曝露の詳細な実態調査は全くないといっても過言ではない。

9) 上記の理由、特に、3)～6) の理由は、ETS 室内濃度や受動喫煙量を喫煙本数によって推定することが著しく困難であることを示唆している。曝露調査でも、ETS 室内濃度は閉鎖空間と開放空間では著しく異なることや、個人曝露濃度は喫煙本数に必ずしも比例しない結果がえられている。

また、非喫煙者の肺がん発生には長い潜伏期間の間に様々な因子が関与することや、7)、8) に記した事などが受動喫煙と肺がんの関係を明快に解明することを困難にしているように思われる。

ETS 濃度は主流煙のそれに比べて著しく低く、かつ、室内条件によって大きく変動するから、ETS への曝露実態を明らかにするためには、簡易サンプリング法や高感度分析法を開発し、それらを用いて多数の室内環境中の ETS を測定する必要がある。また ETS の物理化学的動態の解明、新しい室内浄化手法の開発も受動喫煙対策の一環として重要である。

日常生活を通じての各種化学物質への曝露実態の把握と曝露に対する ETS の寄与の度合いの解明、さらには、疫学関連の研究も受動喫煙の健康への影響の評価をさらに深めるために必要である。喫煙科学研究財団では、1986 年の設立当初から受動喫煙に対しても研究助成を行ってきた。最初の 10 年間の研究については既にまとめてある⁷⁾。そこでここでは、その後の 10 年間になされた受動喫煙関連の研究成果の概要と今後の課題についての私見を述べることにする。なお、受動喫煙に関する各分野ごとの研究成果の詳細については各代表研究者の総括報告および平成 8～17 年度の喫煙科学研究財団研究年報に記された受動喫煙分野の研究成果を御覧いただきたい。

分野別研究の進歩

1) 計測法の開発

① アクティブサンプラーを用いる方法

ETS を含む浮遊粒子成分の計測法として、明星らは、環境空気中の浮遊粒子を超微粒子まで分級捕集し、化学分析に供するための微分型電気移動度分級装置 (DMA) を試作することに成功した。本法は、従来のアンダーセンサンプラー・インパクターに比べて、試料採取時の圧力損失が殆どないため、polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) などの粒子に含まれる半揮発性成分を正確にサンプリングするのに適していると考えられている。欠点として、本法は捕集量が少ない。これを補うため、明星らは捕集した微量の粒子試料をろ紙ごと、直接 GC/MS の加熱導入部に投入し、分離分析する高感度簡易分析法を開発した。そしてこの方法を、ETS 中の PAH やニコチンの定量に適用した結果、従来のサンプラーとは若干異なる結果を得ている。例えば、従来のインパクターによる結果ではニコチンの多くは $0.25 \mu\text{m}$ 以下の粒子中に存在するが、DMA では $0.25 \mu\text{m}$ にニコチンは極微量しか捕集されず、殆どは蒸気状として存在する結果を得ている。

雨谷・松下らの研究グループは、浮遊粒子を $10 \mu\text{m}$ 以上、 $2.5\text{--}10 \mu\text{m}$ および $2.5 \mu\text{m}$ 以下の3段階に分級捕集する軽量・小型サンプラーを開発し、各段のろ紙に捕集された PAH 21 種類をコンピューター制御/前段濃縮・クリーンアップカラム付き HPLC/蛍光分光検出器で分離分析する手法を開発し、後述するごとく、室内汚染や個人曝露の調査に適用した。

② パッシブサンプラーを用いる方法

従来、パッシブサンプラーは、 NO_2 の測定に用いられる程度であったが、ここ 10 年の間に種々のガス・蒸気状化学物質の測定に用いられるようになりつつある。石津らは、ニコチンに対するパッシブサンプラー用吸着剤について種々検討した結果、PDMS ならびに PDMS/DVB をガラス繊維フィルターに塗布したものが良好な結果を

与えることを認めた。なお、本法で捕集されたニコチンは酢酸エチルで抽出された後、GC/MS で分離分析される。

雨谷らは、ベンゼン及びその誘導体 (BTXs)、揮発性有機ハロゲン化合物 (VOHC) を活性炭パッシブサンプラーに捕集し、溶剤抽出し、GC/MS で分離分析する方法などを開発し、環境計測に適用している。

2) 環境計測

① ニコチン

石津らは、開発したパッシブサンプラーを用いて喫煙の許されている会議場、劇場および喫煙車両中のニコチン濃度を予備的に測定した結果、その濃度は $8\text{--}113 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあったこと、喫煙本数とニコチン濃度とは必ずしも比例しないことを認めた。

一方、喫煙科学研究財団では特定研究「受動喫煙の生体影響に関する研究」の一部として「受動喫煙の曝露評価に関する研究」を 5 年間間に亘って行い、4 研究機関共同で尿中ニコチンとその代謝物の測定法の確立を図ると共に、ETS 個人曝露に関するモデル実験を行った。嵐谷らは、上記モデル実験をさらに 3 ヶ年継続して行い、ETS 曝露下に於ける非喫煙者の尿中ニコチンとその代謝物の挙動を調べた。すなわち、厚生労働省の“職場環境における喫煙対策のためのガイドライン”が示す ETS 粒子濃度 $0.15 \text{mg}/\text{m}^3$ に調整した部屋 (43m^2) に被験者 10 人を入れ、1 時間後に採尿し、室内濃度を初期濃度に再調整したのち、再度入室してもらい、1 時間後に採尿する操作をさらにもう一回、合計 3 回繰り返した後、1 時間ごとの採尿を実験開始後 6 時間に亘って行い、さらに、24 時間後と 72 時間後に採尿し各検体中のニコチン、コチニンおよび 3-OH-コチニンの濃度を測定した。その結果、本実験に参加した計 38 名 (女性 35 名、男性 3 名) の尿中のニコチン及びその代謝物の濃度は $20 \text{ng}/\text{mgCr}$ 以下であり、排泄速度は、ニコチン > コチニン > 3-OH-コチニンの順になることを認めると共に、ヒトによりニコチン代謝物の排

泄パターンは異なることから遺伝子の関与が示唆されるとしている。また、喫煙者 4 名を約 1 ヶ月間禁煙させた場合、尿中のニコチンとその代謝物の濃度は、禁煙約 3 日してから急激に減少し、1 ヶ月後には喫煙の影響が殆ど認められなくなることを認めた。

② その他の ETS 化学成分

雨谷らは、本研究等で開発した PAH、BTXs、VOHC、アルデヒドの測定法を、たばこ煙や室内外環境空気および個人曝露の調査に適用した。まず、彼らは、国際喫煙モードで燃焼させて得た国産及び外国産たばこ 9 銘柄の主流煙および副流煙中のタール、PAH 17 種、BTXs 14 種、アルデヒド 11 種、ケトン 2 種および VOHC 4 種を検出・定量した。また、サルモネラ TA98 を用いる変異原性試験も行っている。その結果、これらの化学物質の濃度は、主流煙よりも副流煙の方が高いこと、PAH も BTXs などの蒸気状成分も、銘柄ごとの濃度変動は主流煙の方が副流煙より一般に大きいことを認めた。例えば、代表的発がん物質である BaP の濃度は、主流煙で 9.8-30 ng/本、副流煙で 110-210 ng/本であり、ベンゼンでは、主流煙 5.4-44 µg/本、副流煙 160-260 µg/本であった。

また、静岡、清水、富士の各都市での 122 家庭の調査結果から、空気中のアルデヒドや BTXs の濃度は、室内の方が屋外より明らかに高いことから、これらに対する発生源が室内にあることが示唆された。さらに、彼らは静岡市で 45 名の被験者について、居間、台所、寝室、屋外及び職場の気中濃度のほか、個人曝露濃度を PAH からアルデヒドに至る各種成分について測定し、解析した結果、個人曝露濃度は各室内濃度と有意の相関を示すが、屋外のそれとは相関の度合いが低いこと、個人曝露濃度は上記各場所の濃度とそこでの滞在時間の積の総和と最も高い有意の相関を示すことなどの結果を得ている。なお、被験者 45 名のうち喫煙者は 6 名と少ないが、粒径 2.5 µm 以下の微小粒子 particle matter (PM_{2.5}) の個人曝露量は喫煙者と非喫煙者の間に有意差が認められたが、そこに含まれ

る PAH 濃度には有意差を認めなかった。BTXs や VOHC でも有意差は認められなかった。

松木らは、ブラジル国サンパウロ市の中央地区と郊外の 2 地区で、室内外の環境調査を行い、NO₂ 濃度は、中央地区の方が郊外地区より高かったが、有意差を認めなかった。室内濃度は室外濃度より平均値では高いものの有意差は認められなかった。また、両地区計 90 サンプル中の PAH 濃度と受動喫煙との関係は認められなかったこと、PAH 濃度は、薪ストーブ使用家庭の方がガスストーブ使用家庭より高かったと報告している。

3) ETS 動態に関する研究

ETS の動態解明は、ETS 除去手法開発の基礎的知見として重要であるばかりでなく、たばこ煙の肺内動態や吐出煙の特性解明にとっても重要である。これは、副流煙中には夥しい種類の化学物質が大小さまざまな粒子およびガス・蒸気の状態で存在し、これらが環境空气中に滞留する間にさまざまな物理的・化学的变化を受け、それらの変化が ETS の除去効率に大きな影響を及ぼすこと、さらには主流煙の肺内動態が肺各部位への沈着率や吐出煙の性状に影響するからである。

① ETS 除去効率と関連の深い動態に関する研究

江見・大谷らの研究グループは、副流煙を熟成したときの特定成分のガス-粒子相間移行量を調べ、ガス相から粒子相への移行は、単なる物理吸着によるものは少なく、不可逆的な化学吸着や化学反応によって起こること、燃焼直後の高濃度の副流煙を除去してもガス相互反応により新たに粒子が生成されること、この生成は燃焼生成粒子の混在により抑制されることなどを明らかにした。

また、彼らは微量放射線源 ²⁴¹Am から生成する α 線を副流煙に照射すると、粒子状物質が分解してガス相に移ること、ガス相のみに照射した場合でもアセトアルデヒド、酢酸、エタノールなどが増加することなどを明らかにした。

一方、江見らはシースエア式イオナイザを用いて負のコロナ放電を ETS に照射するとガス→粒子変換が起こり、ガス状成分の粒子化による除去が可能になることを示した。

水野らも、コロナ放電は、ETS 中の粒子を帯電させたり、ガス・蒸気の粒子化を促すので ETS 除去に有効な手段となること、コロナ放電により反応性の高い OH、O、N などのラジカルが生成され、これらがガス・蒸気状汚染物質と反応して、粒子化したり、有極性物質へ変化したりすることを明らかにした。

このほか大谷らは、たばこ副流煙中のガス→粒子変換動態を DMA を含む最新の機器を駆使して調べた結果、以下のことを明らかにした。

- 希釈倍率 20-40 倍の副流煙中で、粒子状物質が $2 \times 10^{12}/\text{m}^3$ 以下になると新たな粒子生成が起こる。
- 燃焼直後のたばこ煙では、粒径の小さなたばこ煙粒子ほど粒子生成を顕著に起こす。
- たばこ煙蒸気状物質から新たに生成する粒子はニコチンがその成分の大部分を占める。
- たばこ煙中に存在する、イソプレンとトルエンの濃度が新たな粒子の生成を決定づけているとした。たとえば、副流煙 5 倍希釈の場合、イソプレン 15 ppm、トルエン 2.5 ppm 以下なら新しい粒子の生成は完全に抑えられる。

② 肺内沈着に影響を及ぼす動態要因や吐出煙の特性解明に関する研究

江見・大谷らは、ウサギの肺で観察されたわずかな肺胞伸縮の非同期性（同じ肺容積であっても吸入時と吐気時で肺の表面が異なる）が肺胞内での気流に及ぼす影響を、T 字管型肺胞モデルを用いて調べた結果、非同期性は、呼吸が繰り返されることによって流体の回転運動を惹き起こし、不可逆的な流れを生じさせ、吸入流体と残存流体の界面は複雑になることから、吸入粒子の肺内残存空気への移行量を飛躍的に増大させる可能性があるとした。

大谷らは、5 名の被験者を用いて吐出煙特性を調べた結果、以下のことなどを明らかにした。

- 肺活量が異なる被験者であっても喫煙パターンはほぼ同じである。
- 吐出煙の粒子個数濃度は、 $2-3 \times 10^7/\text{cm}^3$ 、個数基準幾何平均粒径は、 $0.2-0.3 \mu\text{m}$ の範囲にある。
- 清浄空気を呼吸した場合、呼気中の粒子個数濃度は、 $3-5 \times 10^3/\text{cm}^3$ 、個数基準幾何平均粒径は、 $0.02-0.05 \mu\text{m}$ であった。
- 喫煙後、約 15 分間、通常の呼吸をすると肺内に残存するたばこ煙はほぼ流出すること。
- 呼気中の水蒸気は、 $0.3 \mu\text{m}$ 以上の粒子濃度を変化させるが、 $0.3 \mu\text{m}$ 以下の粒子への影響は小さい。

ETS は、副流煙 85%、吐出煙 15% で構成されるから、受動喫煙対策のためには吐出煙の物理化学的特性をさらに検討する必要があると思われる。

4) ETS 除去システムに関する研究

水野らは、空気浄化システムの開発に関して数々の優れた成果を挙げ、その一部は市販の製品にも取り入れられている。彼らが一貫して取り組んでいる浄化システムは、コロナ放電により ETS などの室内浮遊粒子を帯電させると同時にガス・蒸気状成分の一部も粒子化させ、これらを電気集塵する方法と、ここで捕集されなかったガス・蒸気状成分などを分解または吸着・吸収して除去する方法との組み合わせから成り立っている。そして彼らは、このシステムに含まれる数多くの構成要素について検討し、さまざまな新技術の開発を行っている。

たとえば、高電圧パルス放電システムの開発、放電線の絶縁被覆により放電電流が増加することの発見、放電プラズマと酸化チタン触媒とを組み合わせたガス・蒸気状物質除去システムの開発とその実用性の確認、放電プラズマによる反応生成物の水溶液膜による吸収システムの開発、L-アスコルビン酸ミストによるオゾン除去法、帯電ミスト・帯電バブルによる空気清浄システムの開発、静電植毛電極を用いる集塵力増大法の開発などさまざまな新技術を開発すると

ともにそれらの有効性を示した。これら水野らによる研究成果の詳細は本喫煙科学研究財団年報（平成7-9、10-12 および16-17年度）などを参照されたい。

加藤らは、数値流体力学を用いて室内の気流場、温度場、呼吸空気の質などに関して詳細な解析を行い、以下のことを示した。

- 室内空調機などで機械換気され、喫煙が許されている部屋では、ETSと清浄空気がヒトの呼吸領域に到達する間に混合されるため、ヒトが吸入する空気を清浄に保つことは困難である。
- これに対して、パーソナル空調機の空気吸い込み口から作業員周辺空気中のETSを吸引除去し、パーソナル空調機の大開口の吹出し口から周辺のETSと混合しないように低風速でヒトの呼吸領域に直接清浄空気を送る方式により、受動喫煙者に良好な呼吸空気質を確保することが可能となる。

松下らは市販の空気清浄機の室内浄化性能を検討し、以下に示す結果などを得ている。

- 電気集塵方式の除塵力は高いがオゾンを生じさせること。蒸気状成分の除去は装置に組み込まれるフィルターの質と厚さにより除去率が変化する。
- イオン方式は除塵・除ガスの能力に乏しい。
- 機械集塵方式は比較的良好な除去効果を示す。

松木らは室内空気の滅菌浄化と脱臭を目指して、銀を含む酸化チタンコート剤を壁面に塗布するシステムの検討をはじめた。現在、基礎実験の段階にあるが、将来の成果が俟たれる。

5) 生体への影響

常俊らは、環境大気および室内汚染（受動喫煙や暖房など）とアレルギー疾患、特にスギ花粉症との関連を明らかにするために、大気汚染濃度やスギ花粉飛散数などの環境要因が異なる大阪市3校、大阪府下農村部1校および宮崎県下の農村部6校の小学校学童を対象に、1992年度から4年間毎年1回、ATS-DLDの標準質問票

にスギ花粉症に関する質問項目を加えた質問票によるアンケート調査、呼吸機能検査および血液検査を行った。

その結果、連続して3回以上調査票が回収できた3836名のスギ花粉症新規発症率は、100観察人年あたり大阪市内3.7、大阪府下5.7、宮崎3.3と大阪府下の発症率は他の2地区より高率であったが、有意な差ではなかった。スギ花粉症の最大要因はスギ花粉飛散量であり、環境大気が修飾因子として働く可能性が示唆されたが、受動喫煙や暖房などの室内汚染が新規発症に及ぼす影響は小さいとの結果を得ている。

岡崎らは「肺がんの発生における受動喫煙の寄与危険度に関する研究」（平成8-9年度）および「喫煙者における臨床検査値の特徴に関する研究」（平成13-17年度）を海老名市の高齢者を対象に行い、興味ある結果を得ている。これらの結果は岡崎により本誌に記述されているので、ここでは割愛する。また、松木らによる「ブラジルにおける喉頭がん・咽頭がん危険因子の研究」の興味ある研究結果も本誌に掲載されている。

おわりに

以上、喫煙科学研究財団の研究助成によって行われた受動喫煙領域の研究成果を概観した。ここ10年の間に、ETSに関する計測・曝露評価、物性・環境動態、肺内動態、室内清浄手法、生体への影響などの諸研究分野でさまざまな成果があげられている事がわかる。しかし、これらの大部分は、ETSを構成する特定要素の解明や対策に関するものである。

ETSの構成は、物理的にも化学的にもさまざまであり、それらは時間的・空間的にもダイナミックな変動を示している。我々は受動喫煙において、ETSとともに様々な発生源からの汚染物質を吸入する。また、職業がん発症の潜伏期間は20年程度とされ、低濃度の発がん物質への曝露条件下では、30年またはそれ以上とされている。したがって、受動喫煙の生体への影響、特に発がんへの影響を正しく調べるためには、

数十年にも及ぶ長期間の曝露実態を正確に把握する必要がある。このためには、まず、ETS の各種指標物質の選定とその測定法、室内汚染等に及ぼす ETS の寄与度評価手法などを確立し、次に、日本の代表的な複数の地域で同一の計測・評価手法で長期間調査を行う協働体制の確立が強く求められる。

また、ETS に敏感な非喫煙者対策として、様々な分煙システムや空気清浄機などが開発・市販されているが、これらの有効性・実用性を検証するためにも、ETS 指標物質等に対する簡便な計測・評価手法の開発は有効である。これらの手法は ETS 個人曝露低減対策の一環としても有効なツールとなることが期待される。ETS のにおい原因の解明や有効なにおい除去手法の開発も強く求められている。

受動喫煙に関する研究は能動喫煙のそれと比べて研究の歴史が浅く、多数の変動因子が介在するため、未解明な事柄が多い。これらの解明に向けて、次の 10 年間でどのような研究の進展が見られるのか、今から楽しみである。

文 献

- 1) Lee PN. *Environmental Tobacco Smoke and Mortality*, Karger, Basel, pp1-218, 1992.
- 2) International Agency for Research on Cancer. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks of Chemicals to Humans*, Vol. 38 pp303-8, 1986.
- 3) International Agency for Research on Cancer. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks of Chemicals to Humans*, Vol. 83 pp1189-413, 2002.
- 4) U.S. Department of Health and Human Service. *The Health Consequences of Involuntary Smoking - A Report of the Surgeon General*, Public Health Service, Office on Smoking and Health, Rockville, MD, pp66-102, 1986. [DHHS Publication No. (CDC) 87-8398].
- 5) U.S. Department of Health and Human Service. *The Health Consequences of Involuntary Exposure of Tobacco Smoke - A Report of the Surgeon General*, Public Health Service, Office of the Surgeon General, Rockville, MD, pp3-670, 2006.
- 6) 厚生省編、喫煙と健康－喫煙と健康に関する報告書、151-170 (受動喫煙)、243-264 (喫煙対策の現状)、保健同人社、東京、1997.

- 7) 春日 斉. 受動喫煙に関する基礎的研究. 喫煙科学研究－10 年の歩み－、吉良枝郎、竹本和夫、三須良實編、東京、pp255-67, 1996.