

B-10 地球温暖化によるアジア太平洋域社会集団に対する影響と適応に関する研究

(1) 地域住民の内分泌および循環系等疾患に対する温暖化の影響と適応に関する研究

② 住民の罹患率に及ぼす温暖化の影響に関する研究

研究代表者 国立環境研究所地域環境グループ健康影響国際共同研究チーム 安藤 満

環境庁国立環境研究所

地域環境研究グループ 健康影響国際共同研究チーム 安藤 満

ワーレン・パイパー (EFフェロー)

平成9-10年度合計予算額 4,004千円  
(平成10年度予算額 2,004千円)

**【要旨】** アメリカや日本を含むアジアにおいて夏季の猛暑は増加傾向にあると報告されているように、温暖化による夏季気温の上昇は、温帯域にある都市住民に対する熱ストレスを増強することが予想されている。人の健康は夏季の気温に強く影響されるが、健康状況は気温と同時に湿度に強く影響されるため、気温と湿度を加味した検討が必要となる。アメリカで用いられるヒートインデックスは気温と湿度を加味しており、高温域において湿度の影響が大きくなり、比較的人の生理的な現象を良く反映する指標の一つと考えられる。

東京の熱中症患者発生数とヒートインデックスとの関係について検討した結果、ヒートインデックスと熱中症の間には明確な相関関係が見いだされ、閾値を越えると患者数が指数関数的に増加する結果が得られた。大気汚染は呼吸機能を抑制し、人の暑熱への適応能を低下させるため、ヒートインデックスおよび都市大気汚染と熱中症患者発生との相互作用を検討した。解析の結果、熱中症患者の発生とヒートインデックスおよび二酸化窒素濃度の間には明確な相関関係が見いだされ、熱ストレス下では患者数が指数関数的に増加する一方、二酸化窒素濃度の増加はその傾向を著しく増強する。

夏季の高温の健康リスクを考える上でヒートインデックスと二酸化窒素濃度を組み込んだモデルが統計的に有意な予測式を与えるため、予測の精度を上げることによって気温上昇による熱中症患者発生が、大気汚染によっていかに影響されるかが判明するものと期待される。温暖化はアジア太平洋域においても夏季の猛暑の頻度と期間を増加させると予想されるため、社会集団への健康リスクを考える上で夏季の熱ストレスと大気汚染に注目する必要があることが判明した。

**【キーワード】** 熱ストレス、循環系、熱中症、大気汚染、健康影響

1. 序 IPCC(1995)の予測では、2100年に気温は1~3.5℃上昇するとされているが、このような平均的気温上昇のみではなく、夏季の猛暑が増加すると、暑熱による身体への負荷は著しいと

予想される<sup>1)</sup>。地球温暖化の直接的健康リスクとしては、このような夏季の暑熱の増強による熱ストレスが重要とされている<sup>2)</sup>。最近では日本においても夏季の猛暑の増加が報告されているが、アメリカ合衆国、インドにおいても夏季の猛暑による健康被害が多発している。

アジア太平洋域は平均気温の幅が広く、社会生態学的視点からも変化に富み、先進国・途上国が同時に存在し環境衛生学的視点からも変化に富む状況を呈している。このため温暖化の影響は地域により多様であると予想されるが、内分泌系や循環系等の疾患、熱中症等が夏季の猛暑において健康リスクとなっている。地球温暖化は夏季の気温・湿度等の気象条件を変え、広範な人の健康に影響すると予測されている。

先の報告により温暖化は大気汚染の状況にも反映することが知られている一方、大気汚染は呼吸機能を抑制し、人の適応能を低下させる。地域住民の健康影響を検討する上では、温暖化により変化すると予想される気象条件と同時に大気汚染との関連についても検討を進める必要がある。このため夏季の気象と大気汚染の両者による人の健康影響について検討し、温暖化の影響を把握していく。

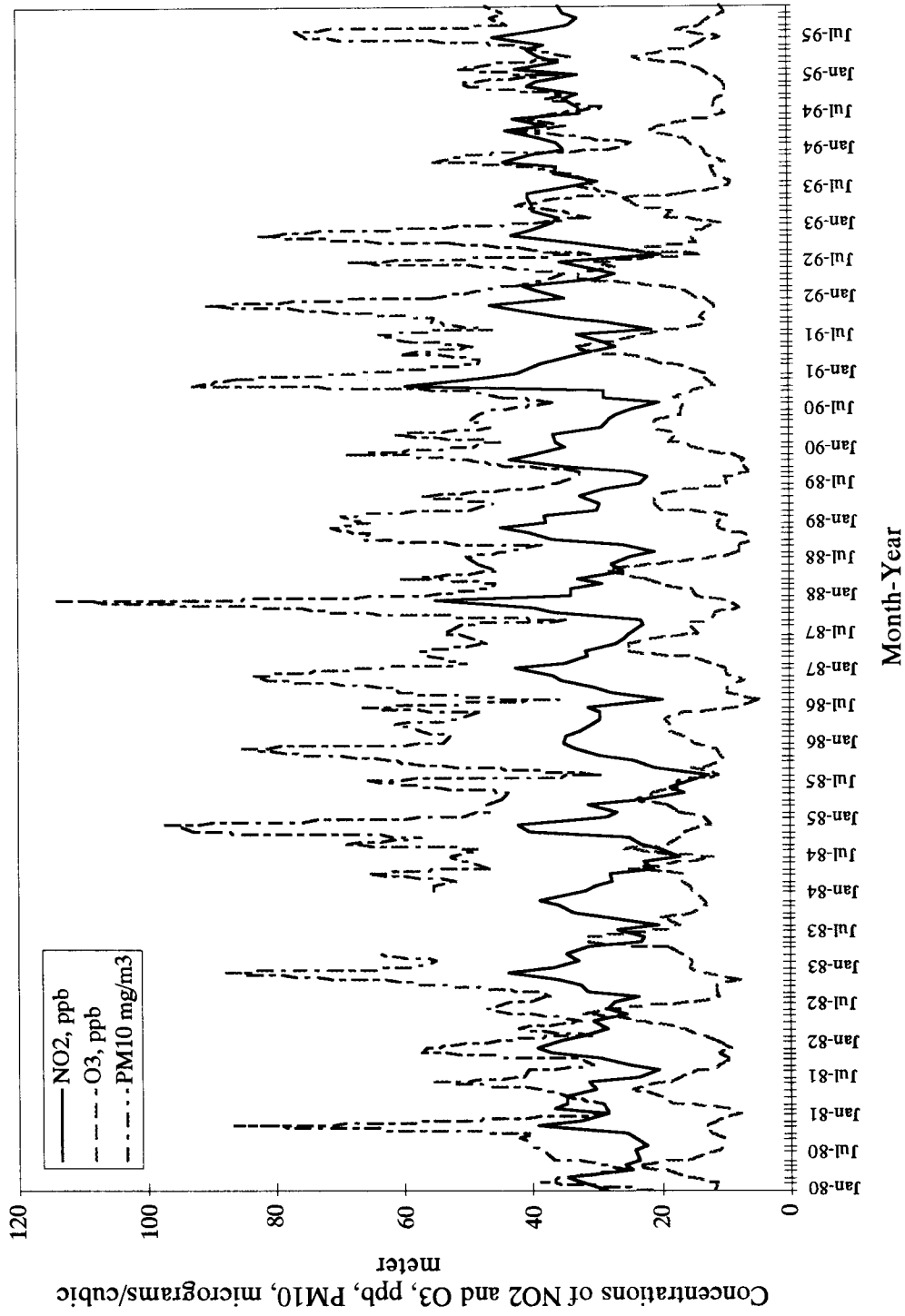
**2. 研究目的** 近年日本においても夏季の猛暑は増加傾向にあると報告されているが、世界的にも夏季の異常高温の現象が頻発しており、1998年にもインドにおいて異常な高温が観測され多数の都市住民の死亡が報告されている。人の健康はこのような著しい気象条件や気候要因に規定されているが、地球温暖化は夏季の気温・湿度等の気象条件を変え、広範な人の健康に影響すると予測されている。先に地球温暖化により大気汚染の状況も変化することを報告したが、大気汚染は呼吸機能を抑制し、人の適応能を低下させることが知られており、気象の変化と大気汚染の両者による影響を検討していく必要がある。

図1、図2に示すように、日本の東京には大気汚染測定、気象観測、衛生統計データの日変化値について詳細な情報が存在する。このため本研究においては、東京を対象に国際共同研究を実施し、温暖化による地域住民の健康影響の予測について解析を進めている。地域住民の主要な構成員として、適応能の未発達な乳幼児や適応能の低下した高齢者が存在し、気候変化に伴う夏季の高温や大気汚染の状況は、これら住民の健康上重要なリスクとなる。このため地球温暖化により影響されると予想される疾病と夏季の気温・湿度および大気汚染の関係を研究し、温暖化の健康影響に占める個々のリスク因子の寄与度について予測する。

**3. 研究方法** 地球温暖化による夏季の気温上昇・湿度条件の変化および大気汚染状況の変化による健康への影響予測を行うために、詳細な情報の存在する日本の東京を対象に国際共同研究を実施し、大気汚染測定、気象観測、衛生統計データを収集した。これら因子の日変化と健康影響の関連について国際共同研究を実施し、温暖化による地域住民の健康影響の予測について解析を進めた。

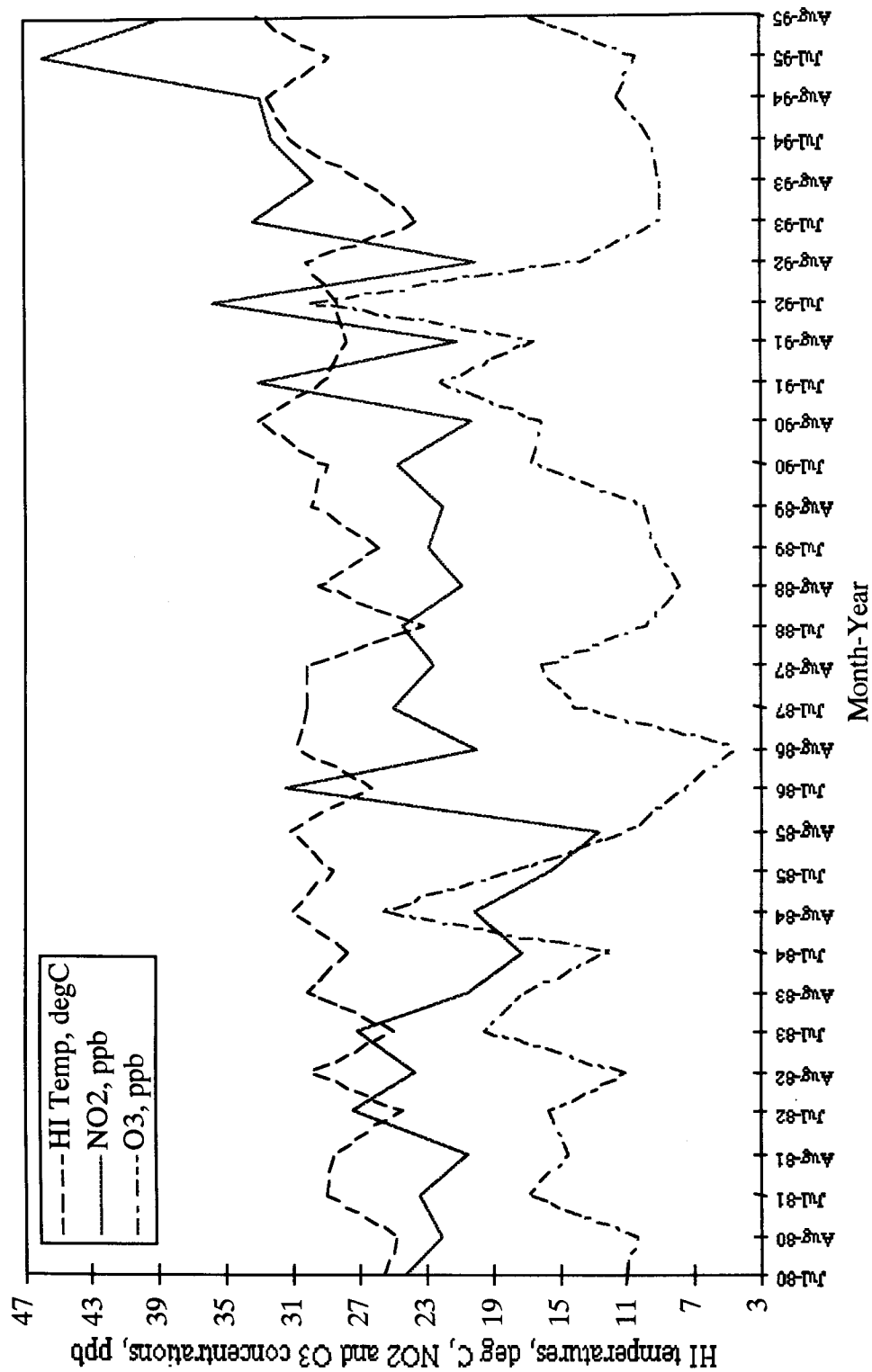
気温・湿度や大気汚染との関係について検討するため、東京の国設の測定局における時間的変動値を統計解析して用いた。同時に東京消防庁の救急事例について疫学解析を実施し、1980年より1994年の救急患者について、国際分類に準拠した患者発生数とこれら要因との関係について検討した。

大気汚染物質月平均濃度 (1980-1995年 東京)



☒ 1

NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> 月平均濃度と月平均ヒートインデックス  
 (7-8月 1980-1995年 東京)



4. 結果・考察 夏季の気温と疾病との関連については、熱中症発生との因果関係が強いが、免疫系や脳循環系の機能低下も予想され、社会集団の構成員における熱ストレスに対する順応が影響を受けることが示唆されている。図3に示すように、この16年間熱中症発生率は大きく変動しているが、1994年と1995年の猛暑の年は、空調の普及した東京においてさえ急増している。このことは空調の限界を暗示しており、気候変化の直接的健康影響を把握するためには、夏季の気温上昇・湿度条件の変化による健康への影響の詳細な予測を行う必要があることを示している。温暖化は大気汚染にも反映すること予測されているため、東京において調査を実施し、大気汚染測定、気象観測、衛生統計データを収集した。これら諸因子と疾病との関連について解析し、温暖化による地域住民の健康影響の予測を行った。

これまで温暖化の影響研究の一環として、人の健康が夏季の気温に強く影響されることを報告してきたが、健康状況は気温と同時にその時の湿度に強く影響されることが知られているため、両者の関係について解析した。アメリカにおいては、気温と湿度を加味したヒートインデックス(HIF, F; HIC, °C)が広範に用いられている。このため東京の測定局における気温・湿度とヒートインデックスの関連を検討し、グラフ化した。ヒートインデックスは高温域において湿度の影響が大きくなり、比較的人の生理的な現象を反映すると考えられるが、今後さらに検討を進める必要がある。

東京消防庁の救急事例について疫学解析を実施し、1980年より1995年の救急患者について、国際分類に準拠した熱中症患者発生数とヒートインデックスおよび大気汚染要因との関係について検討した。疾患の発生動向の解析を行った結果、ヒートインデックスと熱中症の間には明確な相関関係が見いだされ、閾値を越えると患者数が指数関数的に増加する結果が得られた。

大気汚染は呼吸機能を抑制し、人の暑熱への適応能を低下させるため、ヒートインデックスと大気汚染両者の影響についても疫学調査を進めた。図4は救急患者の中で熱中症患者の発生とヒートインデックスおよび大気汚染との関係について解析したものである。

熱中症患者の発生とヒートインデックスの上昇および二酸化窒素濃度の増加の間には明確な相関関係が見いだされ、閾値を越える熱ストレス下では患者数が指数関数的に増加する一方、二酸化窒素濃度の増加はその傾向を著しく促進することが予想された。熱中症については気温の上昇につれ患者発生が急増する傾向が認められているが、ヒートインデックスは湿度条件を加味した指数の一つとして有効であることが認められた。また二酸化窒素汚染の著しい日には、熱中症の患者数が増加することが明らかとなり、夏季の高温に強く影響される疾患の社会集団におけるリスクを考える上で注目する必要があることが判明した。

5. 本研究で得られた成果 人の健康は夏季の気温に強く影響されるが、健康状況は気温と同時に湿度に強く影響されるため、気温と湿度を加味したヒートインデックスを用い検討したところ、高温域において湿度の影響が大きくなり、比較的人の生理的な現象を良く反映する指標と考えられた。このため東京の救急事例について国際分類に準拠した熱中症患者発生数とヒートインデックスとの関係について検討した結果、ヒートインデックスと熱中症の間には明確な相関関係が見いだされ、閾値を越えると患者数が指数関数的に増加する結果が得られた。

大気汚染は呼吸機能を抑制し、人の暑熱への適応能を低下させるためその寄与度について検討した結果、熱中症患者の発生とヒートインデックスおよび二酸化窒素濃度の間には明確な相関関

係が見いだされ、熱ストレス下では患者数が指数関数的に増加する一方、二酸化窒素濃度の増加はその傾向を著しく増強することが示された。

この結果、ヒートインデックスは湿度条件を加味した指数の一つとして有効であり、今後さらに検討を進める必要があるが、夏季の高温の健康リスクを考える上でヒートインデックスと二酸化窒素濃度を組み込んだモデルが統計的に最も有意な予測式を与える。このため予測の精度を上げることによって、気温上昇による熱中症患者発生が、大気汚染によっていかに左右されるかが判明するものと期待される。温暖化はアジア太平洋域においても夏季の猛暑の頻度と期間を増加させると予想されるため、社会集団への健康リスクを考える上で夏季の気象変化と大気汚染に注目する必要があることが判明した。

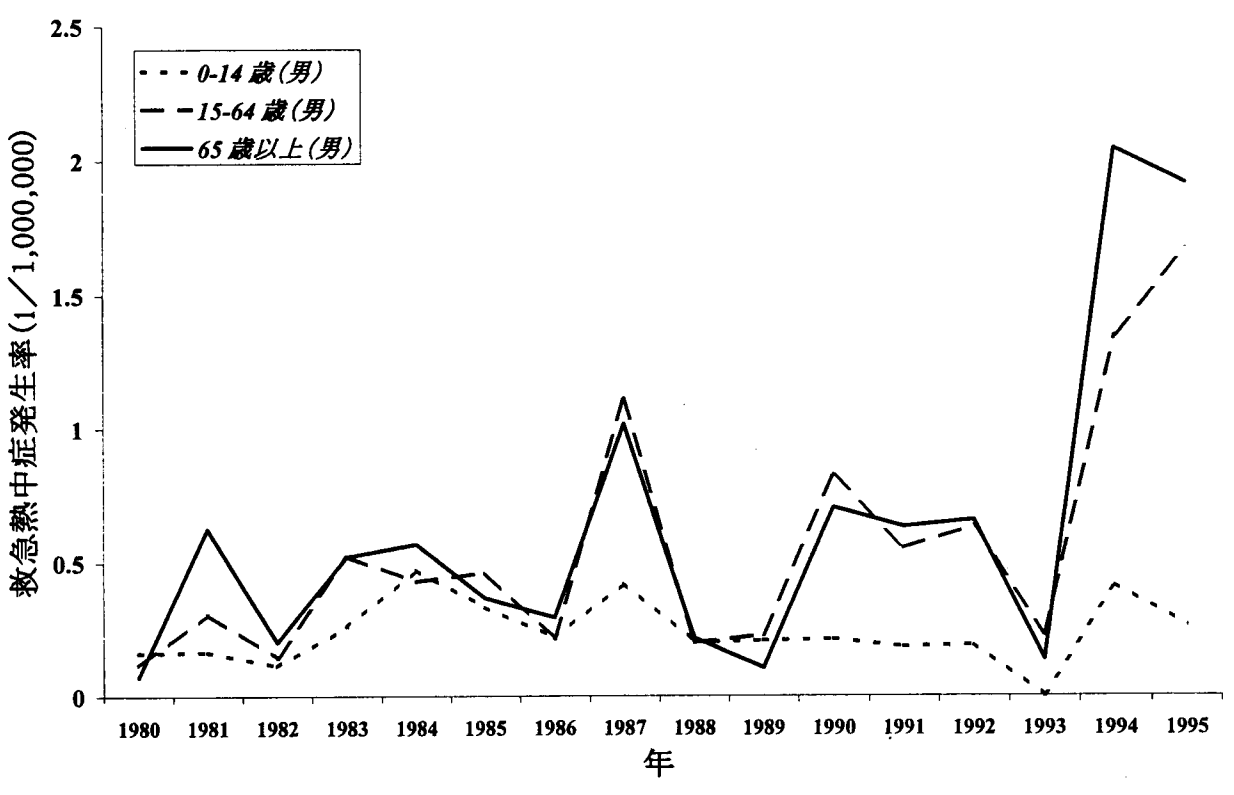
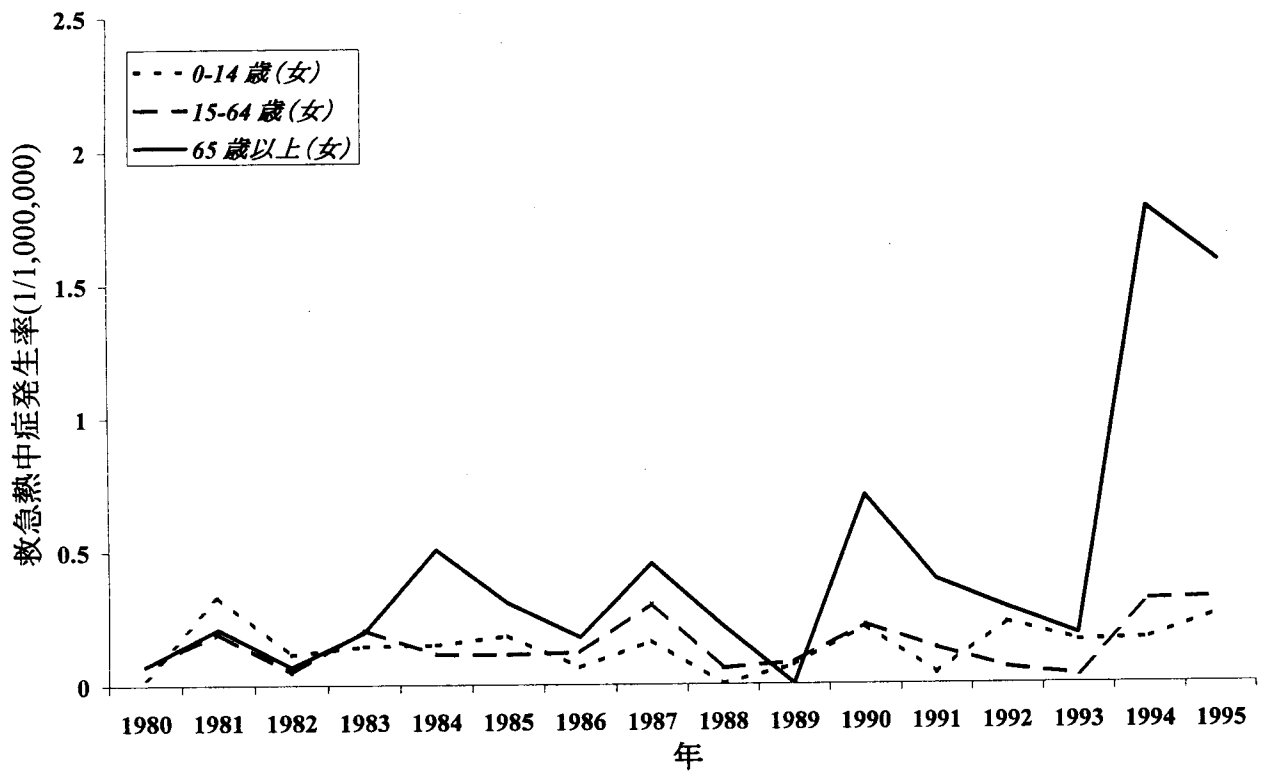
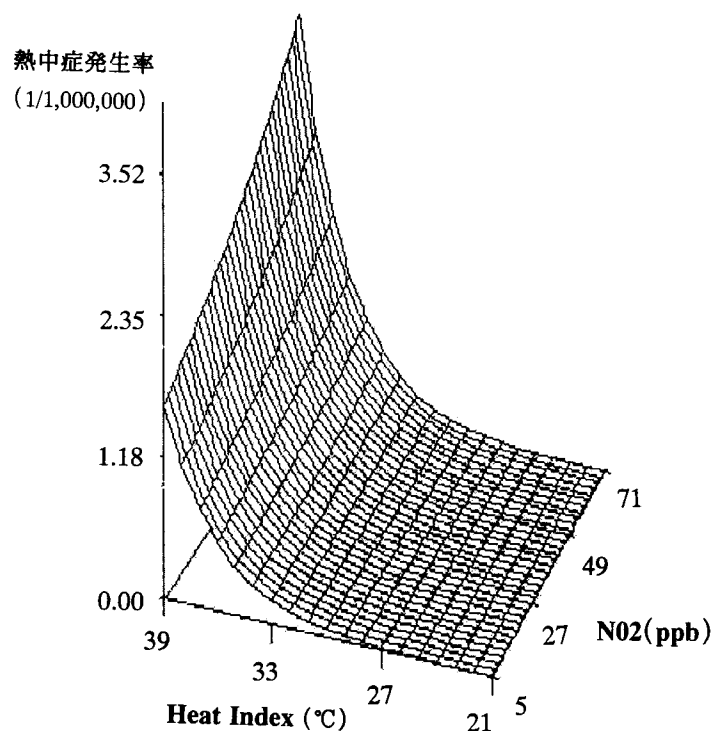


図3 1980年から1995年までの16年間の熱中症発生の経年変化

高齢者（65才以上の女性）における熱中症発生率（1/100万人）  
 （7-8月 1980-1995年 東京）



高齢者（65才以上の男性）における熱中症発生率（1/100万人）  
 （7-8月 1980-1995年 東京）

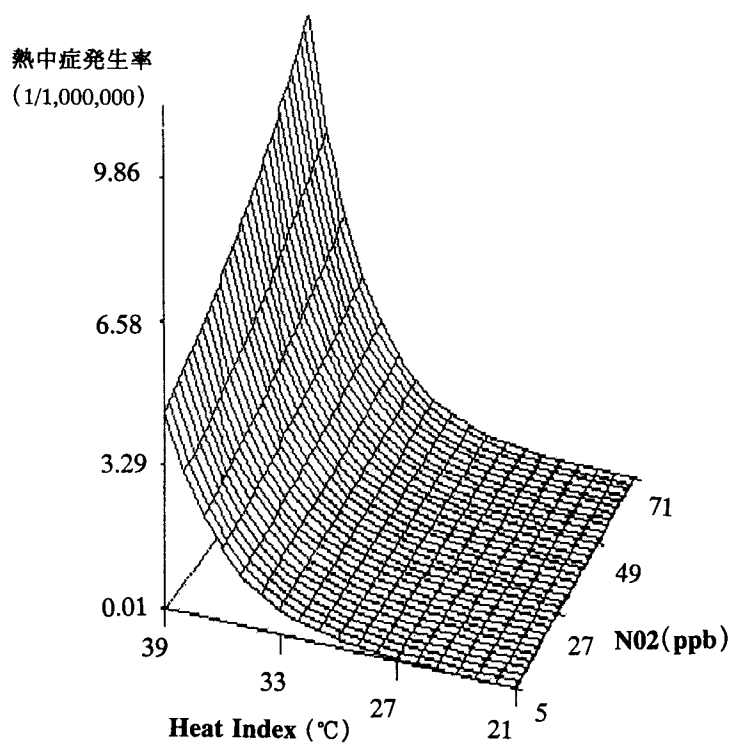


図 4



## 6. 参考文献

- 1) 日本気象協会: 気候変動に伴う極端な気象現象の変化に関する調査報告書 (1996)
- 2) A.J.McMichael, M.Ando, R.Carcavallo, P.R.Epstein, A.Haines, G.Jendritzky, J.Patz, R.A.Odongo, W.T.Piver, R.Sloof : Climate Change And Human Health. WHO/WMO/UNEP(1996)

国際共同研究等の状況 1) 日中環境保護協力協定による日中共同研究を実施中  
2) 国際交流研究(EFF)による日米共同研究を実施中

## 成果発表の状況

### (1) 口頭発表

- ① M.Ando : Outline Health Effects of Global Climate Change XIV Inter. Scient. Meeting of Intern. Epidemiol. Assos. (Nagoya) (1996)
- ② M.Ando, K.Tamura : Direct Health Impacts of Climate Change on China and Japan Climate Change and Human Health in the Asia Pacific. (Camberra) (1996)
- ③ M.Ando, K.Tamura, S.Yamamoto : Health Effects of Global Warming in Japan and China. The 8Th Global Warming International Conference (New York) (1997)
- ④ W.T.Piver, M.Ando, F.Ye and C.J.Portier: Weather and air pollution as risk factors for cerebral vascular diseases for 65+ males and females, Tokyo, July-August 1980-1995.

### (2) 論文発表

- ① M.Ando, W.T.Piver: Health Impacts of Global Climate Change. Journal of Epidemiology 6, 159-160 (1996).
- ② A.J.McMichael, M.Ando, R.Carcavallo, P.R.Epstein, A.Haines, G.Jendritzky, L.S.Kalkstein, J.Patz, R.A.Odongo, W.T.Piver, R.Sloof : Climate Change And Human Health. WHO/WMO/UNEP (1996)
- ③ M.Ando, K.Tamura, S.Yamamoto, C.Liang, Y.Wu, J.Zhang, Z.Mao, M.Yang, A.Chen : Outline of Health Effects of Global Climate Change. J Epidemiol, 6, 1141-1144 (1996).
- ④ M.Ando, K.Tamura, S.Yamamoto, C.K.Liang, J.P.Zhang, M.M.Yang, A.L.Chen : Direct Health Impacts of Climate Change on China and Japan. Australian Medical Association and Green Peace Australia Co-Edited : Climate Change and Human Health in the Asia Pacific (1997).
- ⑤ W.T.Piver, M.Ando, F.Ye and C.J.Portier: Impacts of heat index temperature and air pollution on heat stroke for residents of Tokyo, July-August 1980-1995. (1999) (in press)