

Anthropogenic Climate Change in an Integrated Energy Balance Model of Global and Urban Warming

Kimitoshi Sato**

1. はじめに

近年、大都市でなくても高温の都市が日本全国に点在するようになった。今やわが国は、【熱列島 (Heat Archipelago)】とでも言うべき状況にあり、今年も過酷な夏の暑さを経験しつつある。都市において周囲よりも高温の場所を、等温線を等高線に見立てて、【熱の島 (Heat Island)】と言う。また、都市の高温化をもヒートアイランドと言う。地球温暖化は温室効果ガス (Greenhouse Gases: GHGs) に因り、都市温暖化は熱に起因するものであるが、いずれも人為的な気候変動であることに変わりはない。

東京はこの100年で 3.1°C 、50年で 2.52°C も上昇している。これに比べ、IPCC の最新レポートによる地球の昇温は100年で 0.74°C である。東京では夏の夜、スカイツリーの遥か上空まで 25°C を超えている日があり、その日は熱帯夜になる。面積が 621km^2 の東京23区の、8月の1日平均の人為的熱ストックは 2000TJ を超え、それを比熱容量と大気密度の積で割ることにより、昇温が計算できる。東京の昇温は地球温暖化よりも都市温暖化に起因する割合が多いことを、本稿では数式化する。

2. 分析方法

そのため、Greiner(2004)^{††}の地球温暖化のための Energy Balance Model に都市温暖化のファクターを導入する。本研究では都市を街区 (Block) に分割し、各街区のヒートアイランド測度を表現するために、地球物理学の基礎ならびに Riemann 和の概念を用いて **Heat Island Integral** という概念を定式化する。任意の街区に存在するコンクリートおよびアスファルトは太陽熱を吸収して蓄熱するので、これらの素材の道路ならびに人工建築物が多ければ多いほど当該街区は暑くなる。誤った土地利用や税制により緑と水と風を失った都市は、ますます暑くなっている。人為的熱ストック、比熱容量、大気密度等の概念を用いて、或る街区がヒートアイランドかクールアイランド (Cool Island) かを判断できる。例えば、7月19日の正午過ぎに 35.1°C を記録した大手町、それに新宿の中心部はヒートアイランドであり、明治神宮、新宿御苑等はクールアイランドである。本稿では、《都市温暖化関数》も定義する。

都市の大気の組成成分は、Gorman ならびに Lancaster が導入した《属性 (Attributes)》または《特性 (Characteristics)》の合成物または組成物 (Complex) であると見なす。本研究で最も重要な熱も、大気を構成する属性の一つである。財は「有形属性 (tangible attributes)」で構成されており、その生産ならびに消費には、副産物として「気体属性 (gaseous attributes)」である GHGs と、熱の「無形属性 (intangible attributes)」の排出が伴う。企業は熱と GHGs と財を結合生産していると考えられる。消費

** Heat Island Institute International

E-mail: Info@heat-island.jp; URL: <http://www.heat-island.jp>

†† Greiner, A. (2004), "Global Warming in a Basic Endogenous Growth Model," *Environmental Economics and Policy Studies*, 6, 49-73.

者も財を消費する際、熱や GHGs を排出している。クーラーの使用は屋内を涼しくするが、屋外に排熱して都市の大気を暑くしてしまう。食品の消費も多くの場合、熱や GHGsの排出を伴う。

そこで解くべき問題は、現在温暖化傾向にある都市の大気を最適な組成へ調整することによる、気温の観点での最適大気質の実現と、熱と GHGs の排出企業の利潤ならびに、都市居住者の厚生
の最大化のインセンティブとの両立可能性の証明であり、本稿ではそれに肯定的に結論づける。

今年も既に亡くなった方がある熱中症(Heat Stroke)や花粉症、害虫に因るバイオハザード等、都市温暖化に因る健康ダメージは各人で異なるので、分析には Sen の概念である Functionings(「機能」と訳されているが、それよりも広い概念である)を援用する。大気の属性の熱の増加が原因で熱中症や花粉症になり、住民の種々の functionings が低下してしまう。住民が都市温暖化の下で幸福関数 Happiness Function (Sen の概念とは異なる)を最大化し、企業が利潤を最大化するための最適条件を導出する。また、住民と企業がそれぞれ依頼する Landscape Gardener による緑化により《生物属性(Biological Attributes)》である植物を供給し、単に都市温暖化を緩和するのみならず、自然豊かな潤いのある都市生活を快適に送ることができるようになる。本稿では樹木による CO₂ 固定量をモデルに導入し、都市涼化の協力者に対して緑化のための補助金を支給するモデルを考察する。

Figure 1 MODEL

3. 結論

近未来の更なる人為的な都市温暖化ならびに地球温暖化緩和の可能性を探るため、2つの温暖化の複合的な Energy Balance Model を提示する。

大気という都市公共財のただ乗りのために暑くなりつつあるのを、幾分でも和らげるための大気利用料(user charge)徴収の目的で《都市温暖化緩和税》、ならびに都市涼化のために緑化を奨励するための《都市暖化緩和補助金》を導入し、税収が都市温暖化に起因する被害額を上回り、残余を補助金に向けることができることを証明する。それは、都市温暖化緩和税が、Groves Mechanism であることから得られる当然の帰結であり、課税スキームは strategy Proof である。

Producers	Producing Goods and Attributes	Emitting Heat and GHGs	Maximizing Profit
Consumers	Consuming Goods and Attributes	Emitting Heat and GHGs	Maximizing Happiness Function by Utilizing Functionings
Landscape Gardeners	Planting Vegetation as Biological Attributes	Emitting Heat and GHGs	Maximizing Profit
Local Governments	Proposing Urban Warming Tax/Subsidy Scheme		Minimizing Social Cost (Public Damages and Private Damages)