

(2010年5月21日ご講演)

8. 環境・エネルギーからみた持続可能な東京

東京大学大学院工学系研究科教授 花木啓祐氏

東京大学の都市工学科には、都市計画を研究している分野と環境工学を研究している分野があり、今や両者には相互にかなり関連がある。昭和40年代初頭の頃は、いわゆる公害問題と、住宅供給・道路整備に分野が分かれていた。当時は、相互の関連を考える余裕もおおろくなかったのだろうと思うのだが、今や都市計画を考える場合にも環境エネルギーのことを考えるし、環境エネルギーについて考える場合にも都市の構造を考えなければ、なかなか話が前に進まないという状況になってきている。そのような意味で、私はもともと環境工学が主な専門分野であるが、都市計画と環境の分野を併せてみていこうということで研究に従事してきた。

本日のテーマは、「環境・エネルギー」であるが、お話する内容は、東京の成長、都市計画と「環境・エネルギー」は切り離して考えることができないということである。それからもうひとつ、環境という言葉の中身が一昔前は公害という言葉で表現できていた訳であるが、今や東京に住んでいる人が求める環境というものは、例えば、「SO_x (硫黄酸化物) がいくらか」、「BOD (生物化学的酸素要求量) がいくらか」、というものではない。もっとレベルが高い環境になっている。身の回りの景観の問題、すなわち「緑にどうやって触れ合えるのだろうか」、「水がどれだけあるのだろうか」、「自分たちが温暖化に与えている負荷はどうなっているのだろうか」ということを皆が考えるようになってきているので、環境という概念そのものが広がっている。本日はこうした話題の中から幾つかピックアップしてお話したいと考えている。

都市持続性 (sustainability) のカギ

最初に、すごく漠然とした話からスタートしたい。東京に限らず、そもそも都市の持続性 (サステナビリティ) を考えるときに、どのようなポイントが大事になるのだろうか。サステナビリティを考えるということは、環境だけではなく社会的な要因や経済的な要因も当然考えていく。それを国として考えると、「経済はどうか」、「社会は安定的なのだろうか」、「環境はどうか」ということになる訳だが、都市についても同じである。発展途上国、先進国では、やはり問題になる点が違う。発展途上国の場合には、資源制約の問題がある場合が多い。例えば、中国北方の北京あるいは天津に行くと、非常に水が少ないので、水資源が都市の持続性のネックになってくるという問題があ

る。また、インドやバングラデシュでは、「人口と活動の急速発展への対応」が課題である。とにかく人口増加のスピードが早いので、インフラを造ってもなかなか追いつけない。あるいは計画が追いつかないのでどうしても無秩序なスプロールが起きてしまうという問題がある。所得が増えること自体は良いのだが、都市あるいは社会としてのサステナビリティを考えると様々な問題が出てくる。すぐに想像がつくように貧富の差の問題、豊かになってくることによって廃棄物が増えるという問題、あるいは犯罪の問題が出てくる。発展途上国の場合には、全体として社会の安定性が問題になってくるのである。

しかし、東京の場合には、当然そのような問題よりは、「高い生活の質を保ちながら環境負荷を減らすこと」がカギとなってくる。ここで言う「環境負荷」というのは、現在の日本が直面している問題で言うと、二酸化炭素の問題、廃棄物の問題、緑がなくなっていくという問題である。そのために、ただ我慢してエネルギーを使わないというのは、我々の求める道ではない。「生活の質を保ちながら」ということが、特に現在の高齢社会の中で益々大切になってくるのである。このジレンマをどのようにして満足させるかということが重要である。

次に、「社会の安定性」である。発展途上国でも同じ言葉を使ったが、発展途上国の場合の社会の安定性は貧富の差などの問題である。一方、日本における社会の安定性では何が一番大きな要因かと言うと、ひとつは年齢構成の問題である。東京でこそ未だ若い人が多いのだが、地方に行くといわゆる限界集落までは行かなくとも非常にアンバランスな社会になっている。これをどのようにして維持していき、今後 50 年、100 年、我々が少なくとも現在と同じ水準の自由度を持って暮らせるか、ということがカギになってくる。

人口安定（減少）先進国の都市の問題

もう少し具体的に東京あるいは日本の都市にどのような問題があるのかを、全体を環境という切り口で「物理的な環境問題」と「社会的（環境）問題」に分けてみてみたい。

「物理的な環境問題」には、温室効果ガス（CO₂）排出、資源、廃棄物問題がある。また、土地利用復元、すなわち、これまでは人工被覆地が増加してきたが、今後、人口が増えない、あるいは減少していくときに、上手いかたちに緑をつくりたいが、虫食い状態になるとそうした場所が自由に使えなくなるので、それをどのようにして活用していくかという問題がある。また、先ほど述べた「生活の質と資源消費とのバランス」をどうとるのか。そもそも、「目標とする環境の質の設定」をどうするのかも問題である。私は環境が専門分野なのでこのような言葉を使っているのであるが、簡単に言うと、「どこまできれいにするのか」という問題である。例えば東京の空気をどこまできれいにするのか。お金が無限にあれば、限りなくきれいにした方がよい。しかし、財布は限られていて、福祉の問題、

高齢対策の問題、産業育成の問題など、様々な問題が山積する中で、どこまで環境にお金を投ずるのかということが課題になってきている。公害の時代はそんなことは議論にならなかった。とにかく環境が悪いので、あるお金は全部投じてでも決して使い過ぎということではなかった。ところが現在は、どこまできれいにしたのかということが問題になってくる。環境経済学は、これをきれいなカーブで描いて教科書的な答えを出してはいるが、それを実際にどのようにして実現するのかという問題である。

もうひとつの「社会的（環境）問題」は、まず「高い生活の質の維持」である。ここで言う「生活の質」というのは、物理的な住環境だけではなく、それぞれの人がきちんと働ける環境、あるいは 65 歳で仕事をリタイアした人たちが、どのように社会に貢献でき、生き甲斐を見出せるような社会にしていくか、といった要素が非常に大きくなってくる。

次に、「都市の経済力・活力、サービス水準の維持」である。これは、東京の場合にはなんとか維持されていると思うが、中小都市の場合には、都市の経済力が落ち活力が落ちている。病院、学校などのサービス水準が落ちてくるのをどのように上手くマネジしていくか。その中でコンパクトシティのアイデアが出てくる訳である。

「社会の高齢化・不安定化・疲弊地区の発生」という問題もある。これは、ヨーロッパにおける幾つかのサステイナブルシティのプロジェクトの中で、ポイントとして挙げられている事項である。都市の中では、どうしてもあまり良くない地域が出てくる。とりわけ、ある都市に特定の産業があってそれがダメになったときには、そこに疲弊地区が生まれる。それをどのようにしてリバイブしていくのか、といった非常に社会的な問題が発生する。日本の中で言うと、都市間の競争力の差、— 本委員会の趣旨は、東京を中心として引っ張っていこうというものだと理解しているが、— 一方ではこれも無視できない訳である。日本の中で、東京と同じ関東圏の中小の都市との間の関係をどうするのかも問題である。

Quality of Life の達成度と環境へのインパクト（図表 1）

社会の発展段階（発展途上国、新興工業国、先進国、ポスト先進国）それぞれのステージにおいて、生活の質（Quality of Life）として何を充足するのが大事なのか。発展途上国の場合には、「衛生・安全・教育」が十分ではないので、それをきちんと確保することが大事である。また、タイ、フィリピンなどの新興工業国では、「物質的な豊かさ・利便性」をどうしても人びとは求める。しかし、日本の場合にはそれらは充足しており、これ以上はいらぬところまで来ている。我々がよく言うのは「精神的な豊かさ・文化・歴史」というものが欠けてしまったということである。これらに対する要望、市民の希望が大きくなっているのが先進国の先の姿である。

もうひとつ「環境への配慮」がある。自分の国あるいは自分の都市が「環境に対して負

荷を与えて欲しくない」、「高くてもエコ商品を買いたい」、あるいは「自分は CO₂ を減らす行動をしたい」という気運が少しずつ高まってきている。「環境へのインパクト」という項目でみると、最初はとにかくずっと増えていく。これは我々が知っている典型的な国、都市の発展の姿である。人口が増え、産業が増え、皆が盛んに物を使うようになって CO₂ やゴミが増えていく。こうした中で、日本は現在これを減らしつつあるところに差し掛かっている。低炭素都市という場合には、CO₂ を 70%減らすという辺りがターゲットになる訳だが、そうすると、これをもっと減らすことが求められる。そのときに人びとの生き甲斐が、物よりもこうした精神的なものに移り、環境への負荷が低いということが社会にとってプラスになるのであれば、やっと可能性が出てくるということであると思う。特に東京がどのようにしてその先頭に立てるのが課題であろう。

人びとの価値観の変化（図表 2）

そうは言っても綺麗事であり、なかなかそのような動きにはならないのではないかと思われるかも知れない。そこで、毎年行われている内閣府の世論調査の結果（2008 年まで）をみてみたい。そもそも自分の生活のどこにポイントを置くか、いささか綺麗な言葉で書き過ぎている嫌いもあるのだが、「まだまだ物質的な面で生活を豊かにすることに重きをおきたい」、「物質的にある程度豊かになったので、これからは心の豊かさやゆとりのある生活することに重きをおきたい」の二つのうちどちらかを選ぶ調査である。最初のオイルショックの頃から一貫して後者の「心の豊かさ」が増えており、今やその比率が 2 対 1 になっている。3 人に聞くと 2 人は、物よりも精神的な部分に重きをおきたいと答えているのである。それをどのように行動に繋げるかという問題はあっても、既に人びとの意識の根底はそこに来ている。

自然保護についての人びとの意識の変化（図表 3）

環境と言った場合にひとつの典型的なものは、生態系に代表される自然環境である。もうひとつの調査は、その生態系を守るということと我々の生活をどのように折り合いをつけていくのか、ということについての調査であり 1986 年から 5 年毎に実施されている。まず、「人間社会との調和を図りながら進めていくこと」とある。自然保護というものは、人間社会は対立するので、何とかそれらの折り合いをつける、というのが教科書的な考え方であるが、これが減少してきている。今の人びとの考えはこれよりもっと自然に重点が置かれており、自然保護は、「人間が生活していくために最も重要なこと」と考える人が増えている。折り合いをつけるというのではなく、自然保護を重視した社会・まちでない自分はそのに満足しないという判断が増えている。

つまり、自然保護と人間社会との対立があった場合、自然保護が大事だと言うものの、

いざとなると人間社会の方を重視する、というステレオタイプな考え方が、確実に変わってきている。都市開発のときにも自然保護をかなり表に出していかないと、皆それが良いまちだとは思わない、そのような時代になってきている。

環境価値の損失から価値の創造へ

かつて公害は負の価値であったが、1970年に公害国会があり環境の改善が進んできた。それは、いわば負の価値、マイナスを解消する、外部不経済をなくすという段階であった。ところが現在、皆が求めている環境というものは、これまで述べてきたことから分かるとおりに公害対策ではない。緑が減った、環境汚染物質の数値が下がった、環境基準がどうなのかということではない。プラスの方を新たな環境の価値として皆が環境に求めている。その環境の価値というものは、我々の身の回りでは、大気、水などである。そこで使われる指標は、かつての硫黄酸化物、窒素酸化物、BOD などではない。そんなものが良くなっても数字だけのことであり、皆が欲しがっているのは、もっと分かり易い、大気の透明度や清々しい水などである。ウォーターそのものではなく、水がキラキラ光っている良い水辺を求めている。

そうすると、これは我々の責任なのだが、環境工学の限界がそこにある。ハードの意味での環境工学は、例えば廃水処理の場合、BODは何mg/l、窒素は何mg/lにしなさいと言いき、処理装置を使うと達成できるということを示してきたのだが、もはや人びとが求めているものはその先を行っているので、それに合わせた環境の価値を生み出していかなければならない。

それが、「生活の質を含む広義の環境」である。まず、「景観、自然への近接性」が求められている。大気、水とそこだけ切り取るのではなく、我々の暮らしとその周りの景観も含むものである。建物の景観も水も全体としてのランドスケープも環境である。また、先ほどみたように(図表3)、皆が自然は大事だと思っているときに、自然にどれだけ近づけるかというのも環境である。もちろん東京に住んでいると自然の生態系に近づくというのは難しい。しかし、一方でまちの中に小さな緑をつくることはできる。その緑をどのようにして魅力的なものにしていくか。単に何haということではなく、その中身の問題である。

さらに、「地域とのつながり」が求められている。まちづくりに地域として取り組むとき、例えば、環境整備の一環として水辺をデザインするのだが、その場合、全体としての景観の問題や如何に自然に近づけるか、ということも大切であるが、皆がそこに参加するようなかたちのものでないとプラスにならない。これは、住民の意識に関係している。皆が大事だと思っていて、より精神的なものに重きを置きたいということは、そこに自分が参加したいという気運が高まってきていることでもある。従って、地域において緑地の設計を

行うときにも、どのようにして皆がそこに参加できるかということを考えていかなければならない。つまり、環境の設計とまちづくりというものは、どこで切れるかが分からないし、切ってはならないということである。

めざす環境質の変化（図表 4）

感覚環境とは環境省が最近普及しようとしている考え方である。これから環境をつくり出すときに、悪臭・騒音対策にとどまるのではなく、悪臭からもっと花の香りに、騒音が何 dB という状態から自然の音をどのように生かしていくのか、を考える。繁華街の賑やかなところであれば、ある程度の音があった方が「にぎわい」があって良い、というように場所に相応しいものが求められている。また、明るさについても、適度な照明が好ましい。例えば、明るすぎて星が見えない「光害」というのがあり、キャンドルライト・キャンペーンなど、その場所にふさわしい明かりをつくっていく必要がある。やや物理的な面について言うと、ヒートアイランドの問題がある。東京の場合には、従来に比べて特に緑が減少し、人工的な熱の発生も多いので、温度が高くなっている。それをどのようにして涼しくするのか。物理的に涼しくするというより、涼しげにするのかということも含まれる。目で見て涼しいというメニューも出て来ている。

感覚環境まちづくりの背景

以上のような環境を「感覚環境」と呼んでいる。「感覚環境まちづくり」という言い方もするのだが、何故そのような言い方をするのか。かつては問題対応型の環境対策であったが、公害があって環境基準が守れないのでどうしようかという状況から、「プロアクティブ」な環境政策に変化してきているのである。「これから何が問題になるのだろう」、「人びとが求めているのは何か」と先回りするということである。BOD、窒素酸化物対策ではなく、「どのようにして自然に接近できるのか、参加できるのか」ということを先回りした政策によって、人びとの生活の質を高めていくことが求められている。

つまり、「生活の質への人びとの希求の高まり」、「まちづくりを通じた環境政策への人びとの参加の実現」が感覚環境まちづくりの背景となっているのである。

低炭素化都市がめざす姿

低炭素都市（ローカーボン・シティ）あるいは低炭素社会（ローカーボン・ソサイエティ）は、言うまでもなく温暖化対策が元にある。低炭素社会という言葉は日本だけで使われている言葉ではなく、世界的に使われているものである。

低炭素都市では CO₂ の削減をもちろん行うが、低炭素都市が目指す姿は CO₂ が少ないというだけではない。CO₂ が少ないだけの社会を我々が将来何十年かかけて目指すとする

と、それはすごく寂しいことである。我々が 50 年後の都市、社会を描くときには、CO₂ も大事な問題だが、そこでの生活はどうなるのか、自然はどうなるのか、ということも併せて提案していかなければならない。そこでは、技術的な対策の導入、すなわち太陽電池を導入していくといったことも大事なのだが、社会、経済の変革こそが重要である。

ここでは都市や社会をほとんど同じ意味で使っているが、もう少し具体的に言うと、むしろ温暖化問題解決をきっかけとして、望ましい社会を実現することをめざさなければならない。環境の分野では、二つ大きな課題がある。まず、「循環型社会の実現」である。狭い意味で循環型社会というのはゴミが出るのでリサイクルするということであるが、本来の意味での循環型社会というのは、それに止まらない。今の社会は物を使い過ぎているが、物でなくても満たされるサービスというものはある。情報で満たされるのに物を使ってしまうし、新規の資源を使いすぎている。これらは技術のみで解決できる問題ではない。技術もちろん必要だが、社会そのものを変えていかなければならない。それこそが大きな課題である。

また、「自然共生社会の実現」も課題である。自然共生社会というのは、自然と人間社会をどのようにして折り合いをつけるのか、ということである。先ほどみたように(図表 3)、人びとの意識が、自然が大事であるという方向に変わってきている訳であるが、これも、トキの保護のように特定の地域を守れば済むという問題ではない。少なくともこれを環境の中でも併せて考えていかなければならない。低炭素であり循環型であり自然共生、これらは全然違う方向を向いているのではないということはお分かり頂けると思う。

我々は、自然との関係をより環境負荷を低減させる方向に持って行こうとしている。ところが実際に行おうすると、結構矛盾するところが出てくるのである。循環型社会というのは物を繰り返し使う。そのときに CO₂ が増えるような場合もある。

「高い生活の質の実現」と「社会の活力の維持」が、そこに住んでいる人にとっては大事である。そこでまず、生活の質であるが、これから 2050 年、2100 年に向けてまちを変えていくときに、CO₂ が少ない、物が循環する、自然と共生していくとして、しかし、そこに住んでいる人の生活の質(人と人が会うチャンス、アミューズメント、モビリティなど)、が低下したのでは、世の中にそもそも受け入れられない。我々が 50 年先の都市を考えるのなら、当然これも考えていかなければならない。

東京はまだ良いとしても、地方都市で社会の活力をどのようにして維持するのか。温暖化問題と循環型社会を達成するために、乱暴な言い方をすると、物を使わない、江戸時代に戻るといような言い方もあるが、それでは生活の質と社会の活力を維持できない。それらを維持しつつどのようにして上手く新しい社会をつくっていけば、皆が納得可能なの

か。CO₂削減だけが目標であれば、そんなもの意味がないと言われるだけであろう。しかし、生活の質と社会の活力の維持を含めて考えると、そのような姿があるのであれば、是非それを実現したいということになってくる訳である。

低炭素化都市実現への技術の戦略

大きく分けると三つある(実は、2.5くらいで、最後の0.5が都市構造に関する項である)。まず、「需要側対策」で、これはエネルギーを使う側の対策である。簡単に言うと省エネをするということである。例えば、車の交通に由来するCO₂、エネルギーを減らす。社会の変化に合わせ、また都市のかたち合った技術を導入していかなければならない。例えば、鉄道的环境負荷が低いとしても、なかなか鉄道が開通しないような都市の場合、やはり車で対応していかなければならないからである。

同時に「エネルギー源対策」にも取り組む訳であるが、再生可能エネルギーや、いろいろと意見が分かれる原子力をどのようにして導入していくのかという問題である。再生可能エネルギーの中でも太陽光は分かり易いが、風力も太陽の力である。太陽があつて風が吹くのであるから太陽エネルギーである。それからバイオマス。木材を使ったり、都市の場合であれば廃棄物を使ったりしてエネルギーを賄う。木を燃やすとCO₂が出るが、木材は大気中のCO₂を固定しているので、人為的なCO₂がゼロとカウントできる。こうしたものはほとんど太陽光から来ている。それらを推進していく必要がある。

以上の「需要側対策」と「エネルギー源対策」の両方に取り組む必要がある。エネルギー消費量あまりにも莫大な場合、とても太陽エネルギーなどでは賄えない。「需要側対策」により使う量が減ってきて初めて太陽光、風力、バイオマスである程度賄えるということになってくるのである。

最後は、「都市のかたち(Urban form)」である。これは、コンパクトシティに代表されるように都市の構造を変えることによって、都市としてのCO₂を減らす、あるいはバイオマスを都市の近郊の森林なり里山から持ってくる、といったことである。

都市における対策の組み合わせ(図表5)

低炭素都市としての対策については、まず、「コンパクトシティ形成」、すなわちコンパクトな街をつくるということがよく言われる。これは今に始まったことではなく、コンパクトな街をつくる、あるいは都市部を活性化しようということは、従来から言われている。しかし、なかなか実現していない。これをどのようにして実現するのか、ということが大きな課題である。コンパクトな都市をつくると、交通の移動のエネルギーが減るのでCO₂排出も減る。理屈はそうなのだが、計算すると思ったほどは減ってくれない。「これだけしか減らないのか」という結果になりがちである。低炭素都市をめざす中で、あまり低炭素

とばかり言っていると期待外れに終わるという面もあり、先ほどから低炭素都市は CO₂ だけではなく他の部分、生活の質の部分もあると申し上げている訳である。

コンパクトな都市にすることによって、買い物、学校、病院などに行くのが便利になる。また、人口が減ってくる中で、より人と人との触れ合いが増える。こうした質の部分の方が大きいのではないかと思っている。低炭素なコンパクトシティは必要であるが、実際のメリットはそちらの方ではないかと思っている。もうひとつは、「再生可能エネルギー導入」である（「セクター別直接対策」は省略する）。

一人あたりの二酸化炭素排出量（図表 6）

日本の都市の二酸化炭素排出量は、一人あたり約 10t である。2050 年までに日本全体として CO₂ を 70%カットするという目標を掲げているが、実は一人あたり 70%もカットしなくても済むのである。何故ならば人口が減るからである。人口が減る部分で自然に 25% 近く減ってしまう訳である。

東京は既にその目標に近い。それだけみると、「それならば、皆が今の東京のようになれば良い」と思うかも知れないが、そうはいかない。川崎には鉄やセメントなど、製造業が非常に多いので、一人あたりの CO₂ 排出量は東京の 4 倍である。ところが川崎を東京のようになると、東京が使うべき鉄、セメントが日本でつくれないということになり、結局、何処か他の所が負担しなければならなくなる。従って、皆が東京のようになれば済むという問題ではない。考えればすぐに分かるのだが、川崎での暮らしと東京での暮らしはほとんど同じである。電車に乗って通勤して、買物も近くで済ませる。それにもかかわらず 4 倍違うというのは製造業の違いである。

イギリスもロンドンが低い。金融部門が中心ということもあり、国の平均よりも低い。東京・日本とロンドン・イギリスは似た感じである。ところが中国は逆である。北京、上海は国の平均よりもずっと高い。これにはいくつか理由があるが、ひとつは北京、上海の市の圏域内に工場があるからである。それは、雇用を創らなければ人が集まらないので工場がいるということがひとつ。それから中国の農村部と都市部ではライフスタイルが違うので、一人あたりのエネルギー消費量も違うということである。東京・川崎のように同じライフスタイルではない。日本では東京と地方都市のライフスタイルはほとんど同じである。同じような服を着て、買物をして、カラオケに行って、パソコンを使って、というように変わらない。車の利用頻度が高いので、環境負荷は東京より地方都市の方が大きい可能性があるが、中国はそうではない。

もうひとつここで注目したいのは、日本が目指している将来の目標水準を中国は既に上回っているということである。中国の CO₂ 排出量は未だ低く、インドはさらに低い、今後どんどん増えてくるというのが、我々の一般的な認識であるが、実は既に排出量は大き

いのである。今後、中国は温暖化対策に取り組んでいく訳であるが、いったん増えた CO₂ 排出量を、再び現在の水準まで引下げなければならない。それは中国自身の社会的な成熟、あるいは経済的な対策を導入できる力とも関係してくる。いずれにしろ、中国も今から低炭素の道に入っていかなければ、世界全体としての目標が達成できないという状況なのである。

「東京都気候変動対策方針」(2007年6月)

「カーボンマイナス東京10年プロジェクト」

2020年までに東京の温室効果ガス排出量を2000年比で25%削減

- 大規模排出事業所に対する削減義務と排出量取引制度の導入(2010年4月開始)
- 中小企業に対する環境CBO(社債担保証券)の創設
- 新築建築物の省エネ性能の義務化
- 省エネルギー促進税制

東京では、皆さんもご存知のとおり、大規模排出事業所のナンバー・ワンは東京大学の本郷キャンパスである。いわゆる排出権取引の仕組みがこの4月から始まった。これは、経済的なインセンティブを与えて、各事業所に省エネに取り組ませようとするものである。削減目標を設定してそれを満たせない場合にその分を取引する訳である。私は、削減目標を設定した委員会の委員長に就いており、自分自身に跳ね返ってくるのが微妙なところであったが、それはさておき、一般的な立場から目標を当面8%と決めた。その目標の決め方というのは、普通の省エネでは達成は苦しいが、とても無理という水準ではない。その辺りに設定しないと実際に機能しないのである。

都市計画面の低炭素社会化(規模別戦略)(図表7)

低炭素社会をつくる場合、都市のタイプによって重点が違う筈である。東京に限らず、「大都市」の場合には、排出権取引あるいは課徴金を掛けるといった経済的な手法が有効である。何故ならば、それぞれの建物で省エネをすること自体が会社にとってプラスになるからであり、また、そうした競争をする力も大都市にはあり、そこに関与するステイクホルダーも多いからである。大都市は「機能の高効率化」をめざすのが良いと思われる。一方、「中規模都市」では「コンパクト化」が好ましい。これには数十万人くらいの規模の都市、例えば宇都宮市などが該当する。現在、こうした都市が非常に拡散してしまっていて、環境負荷が大きい。中規模都市の場合、上手くコンパクト化するとLRT(Light Rail Transit)のような軽軌道系の鉄道を導入することができ、それによって環境負荷を減らすことができる筈である。

ところがもっと小さな都市、「農林後背地を持つ小規模市町村」になると、コンパクト化しても、そもそも人口が少ないので、活力がないということが一番の問題点である。そこで、「バイオマス活用都市」をめざす。飯田市（長野県）が熱心に取り組んでいるのだが、バイオマスを使ってその地域を活性化していこうという考え方である。かつてバイオマスは、単なる森として捉えられ厄介者だったが、それを上手く活用していく。あるいは耕作放棄地を上手く活用していく。こうしたことが小さい都市の場合には効果的ではないかと考えている。これらの考え方が国土形成計画と関係してくるのである。

下水処理場、ごみ焼却工場の立地

東京の中で省エネを図っていく場合、都市のかたちによって、どれだけ上手くエネルギーを使うことができるのか。都市の中で出てくる再生可能エネルギーのひとつは、ゴミを燃やしたときの熱である。なにしろ 800℃、900℃で燃やし温度が高いため、これを使わない手はない。普通は発電に用いるのであるが、ゴミの場合は、発電したときのエネルギーの転換効率がせいぜい十数%しかなく、あとは熱のまま捨てざるを得ない。これを上手く使って地域冷暖房に活かしていこうという考え方である。また、下水処理場の下水の熱を使おうという計画もある。冬に下水の熱を使って地域冷暖房をすると省エネになる。夏はあまり効かない。下水の温度が低いと夏にも効果があるのだが、下水の温度が空気よりも冷たくなる理由はそもそもない。しかし、冬に下水が温くなる理由はある。みんながお湯を使うので、それがストレートに反映される。道路を歩いていると寒い日はマンホールから湯気が立ち上がっていることがあるが、それを使わないのはもったいない。東京の場合、後樂園の東京ドーム周辺で下水熱を使った地域冷暖房を行っている。

下水処理場やゴミの焼却熱を使うときのウィークポイントは、立地の問題である。図表 8 の星印はごみ焼却工場の立地点である。環状八号線沿いの世田谷区千歳、杉並などにある。色の濃さは昼間人口の密度で、オフィスがどれくらいあるのかを示すと思って頂ければよい。地域冷暖房を行うには、密度が高くないと経済的にとてもペイしないので、残念ながらこれらのごみ焼却工場立地点では地域冷暖房ができない。このため、現在は温水プールに用いている。それはそれで悪くはないのだが、都市としての CO₂ を減らそうとすると、やはりもっと都心部で実施することが必要である。東京の場合には、それぞれの区で責任を持ってゴミを処分するという基本方針があるので、有明などの都心部にもゴミの焼却工場がある。それを活用すれば、地域冷暖房に活かしていくことができる。

図表 9 は、地理情報システムの計算値で、網の目のように張り巡らされている下水を集めて、熱をどこで使うのかを東京都内でシミュレーションしたものである。下水側と需要側を合わせていくという作業を行い、地域冷暖房は密度が高いところを狙って実施する。

例えば、大手町の日本ビル周辺の都市再生事業などで行えばよいことが分かる（図表 10）。そこには下水の銭瓶ポンプ場があるので、その熱を使うことが可能である。

練馬区の光が丘では、以前からごみ焼却熱を活用している（図表 11）。環八沿いではあるが幸いなことに団地やオフィスがあるので熱を供給している。

東京以外の地域では、先ほど述べたロケーションが大きな問題になってくる。東京でこそ街中にゴミの焼却工場があるが、中規模の都市では事情が異なる。市街化調整区域にあって、周りに熱を供給するのが難しいところが多い。そこで、全国のシミュレーションを試みた。例えば、横浜の保土ヶ谷の焼却工場から 1km の範囲の中で、「集合住宅」、「業務」が集中する地区には地域冷暖房の熱を供給できる可能性がある（図表 12）。しかし、一戸建ては戸数的に無理なので対象外ということになると、これだけたくさんの建物があっても実際に供給できるのはそれほど多くないということになる。

こうしたシミュレーションをもとにしてみると（図表 13）、東京の周辺にはバツ印で表されるゴミの焼却工場が多数あり、それぞれについて計算すると、1,550,000 – 2,800,000 t-CO₂/y という数字が出てくる。155 万 t、280 万 t を先に触れた 1 年間に 1 人あたり 10t という数字の 10 で割ると、日本の 1 億 3,000 万人の人口に対して、15 万人分から 28 万人分くらいしか、ゴミの熱で CO₂ をカバーできないということが分かる。従って、期待し過ぎると、それほどではない、ということになってしまうのであるが、そうは言っても、現在 1% をどのようにして減らすかという苦勞をしているのであるから、可能性としては捨てられない訳である。

一方、下水については、芝浦水再生センターが、品川に新しく開発された地区に以前からあるのだが、そこから虎ノ門、田町の辺りを下水が流れて行く（図表 14）。下水の熱の特徴は、合流すると水量が増えていくので、資源としての可能性も増えてくるということである。下水は圧力をかけず、重力に従って流れるように設計するので、一番上は僅かしか流れず下水管も小さいが、徐々に管が大きくなり、数メートル四方の大きさになっていく。するとそこでは大きなエネルギーが取れる可能性があり、田町の辺りが丁度良いというシミュレーションができる訳である。ポテンシャル 11,000 t-CO₂/y とあるが、1 年間に 11,000t というのは 1,000 人分である。東京の人口が 1,000 万人いて 1,000 人分 … 。残念ながらこれくらいしかない。私も下水道をやっているので、このようにして熱を使うのが良いと説くのだが、あまり言い過ぎると、「大したことはない」と返されるので気を付けるようにしている。

都市化で生じた問題

以上が低炭素に関わる話題であるが、もうひとつの話題は、都市化で生じてきた様々な

問題である。大きく二つ挙げたいと思う。

ひとつは、「都市の代謝の問題」、すなわち物を使うことの問題である。特に東京は、もっぱら消費地である。資源や食糧をどんどん輸入している。ほかの地域から持って来ている。バイオマスを使うと言っても資源を持っていない。自己水源が少ないから八ツ場ダムなど、他所に依存する訳である。こうした大量輸入によって発生するのが、「誘発環境負荷」すなわち東京の活動で引き起こされる他の場所の環境負荷である。東京の外で資源が使われ、CO₂などの大気汚染物質が出ているということである。先ほど、東京と川崎で4倍もCO₂排出量が違うと解説したが（図表4）、それは、実は東京が川崎に誘発負荷をかけているということであり、東京の4.5トンにはそれが入っていないのである。

もうひとつの問題は、「土地利用の変化」である。土地利用を変えることによって、緑と水を失ったという経緯がある。そのため雨が降ると都市型の洪水が発生し易くなったり、緑への触れ合いがなくなったりしている。また、ヒートアイランドも進んでいる。これも基本的には、自然の緑や土がなくなったために、蒸発によって熱が奪われなくなったことが大きく影響していると言えよう。

都市が与える直接・誘発環境負荷（図表15）

東京の場合、ガソリンが燃やされてCO₂が排出されている。これは「直接環境負荷」である。一方、東京には非常に莫大な量の鉄や製品としてパソコン、ガラスなどが運ばれてくる。しかし、東京でガラスを使ってもCO₂は出ない。パソコンの場合は電力を使うが、鉄を建物で使ってもCO₂は出ない。しかし、鉄を造ったり運んだりするときCO₂が排出されている。これを「誘発環境負荷」という。この誘発の割合が小さければ、ややこしいことを考えなくてもよいのだが、これが大きいから問題なのである。

都市活動から発生する二酸化炭素の直接排出と誘発排出分の比率（図表16）

二酸化炭素の直接排出と誘発排出分の比率は、地域の産業連関表で計算することができる（と言っても私が計算した訳ではないのだが）。東京の例をみると、様々な活動によって生じるCO₂のうち、東京から直接出るものは3割しかない。7割はどこか別の所から出ている。産業連関表なので何処かは特定できないのだが、たとえば北九州や川崎で出ているのではないかなどと想像はつく。それが7割もあるのである。

ここで再び、循環型社会と低炭素社会の関係が着目される。低炭素社会を目指すときには、「誘発」の方はあまり対象にはならない。しかし、循環型社会を目指すということは、そもそも鉄を有効に使う、あるいは物をあまり使わないという社会であるから、「誘発」の方を減らすことになる。

同じ福岡県内でも北九州と福岡では正反対である。北九州はご存知のとおり工場が多い

が、福岡市は商業地域なのでやはり「誘発」の部分が多くなっていく。先に触れた北京、上海は産業もある。横浜が「直接」が多いのは、横浜にも鉄鋼があるからである。我々はおしゃれな横浜しかイメージしないのだが、実は臨海工業地帯に相当量の製鉄所があるので環境負荷が結構大きいのである。

東京の水資源（図表 17）

もうひとつ東京が独立していないのは水である。東京の水資源は、全く独立しておらず、他の地域に迷惑をかけている。分かりにくいのだが、通常、水の量を比べるときに1年でmmで表す。日本の降水量が1,800mmという言い方をするが、その単位である。東京に1,400mm降っても400mmは蒸発してなくなってしまい、1,000mmしかない。しかもそれが全部使える訳ではなく、東京に降った雨が川から浄水場に行くのは94mmだけである。域外の水源は利根川、相模川などであり、そこに依存しているのが791mmであるから10倍までいかないが、こちらの方がはるかに大きい。東京に暮らしていると、特に水不足は深刻ではないと思っているが、実は他の地域にこれほど負荷をかけている訳である。それぞれの場所で水を使い過ぎると、場合によっては生態系の破壊の問題なども生じてくるのである。

このように東京自体は、自前の地域の水は僅かしか使っていないのだが、下水は大量に排出している。下水は域外の河川からの水も含まれるので豊富であり、それを資源としてなんとか使っていこうと取り組んでいる。緑の創出については、皆さんもイメージを持っておられると思う。

雨水吐き

図表 18 の写真は情けない東京の川の代表で、トンネルのような「雨水吐き」が右下にある。東京の下水道はかなり昔からあるので、雨水も家から出る汚れた水も同じ管で集める合流式である。合流式の場合は、ある程度以上の雨になると下水処理場まで持っていけない。キャパシティが足りないのである。そのキャパシティが足りるように管を大きくすると莫大なお金がかかってしまうので、通常はそうせずに川に流してしまうのである。そのためトイレから出るものも雨も混ざって流される。晴れているときには僅かしか流れていないのだが、都市の地表面をコンクリートにしてしまったので、雨が降ると一気に水嵩が増えるという問題が起きている。住宅地域に緑を植えるのと同時に水を地中に染み込ませて一気に出不いようにする、ということが現在考えられている。緑化して水辺空間を整備するという計画はある訳だが、なかなかそう簡単には進まない。

水辺空間の整備・復活

先ほど述べたように、東京の場合、他の地域から水を引いており、その分下水が大量になるので、それを資源として使うべく取り組んでいる。その使い方として、かつては工業用水の需要がそれなりにあったが、現在はあまり売れない。もうひとつの需要は、製造業ではなく、東京に住んでいる人びとの需要である。身の回りに水がないので、もっと自然の水をつくろうと、都内の様々なところで下水処理水が利用されている（**図表 19**）。世田谷区の北沢川や港区の一の橋、二の橋の辺りも下水処理水を川に戻している。その中で比較的水量が多いのは、野火止用水、玉川上水である（**図表 20**）。玉川上水は歴史的に史跡としても重要だと言われているが、そこに水を戻すことによって復活させようとしている（**図表 21**）。

水辺の評価

冗談めかして言えば、これは見方によっては事業仕分けの対象になるかも知れない。しかし、役に立っているのは復活した玉川上水のような空間である。こうした空間に対する人びとの要望が高い。事業仕分けに対抗するのであれば、こうした空間の価値を金銭的に計測する方法もある。

公害の時代にはそんな要望より、ともかくきれいにしてくれということであった。しかし現在は、歴史的に大事であるにもかかわらず干上がってしまった玉川上水を復活して、春になると桜が咲く空間を創ることに価値を見いだしている。このような動きが出て来ているのである。

水辺を評価する場合、かつての水質指標というのは一部のみの評価であった。そこで、これはひとつの試みなのであるが、自然な姿、生き物、水がどれだけ使えるか（水質はここに入ってくる）、など、快適な水辺、水そのものではなく近くに行くと快適かどうかや地域とのつながりなどについて、それぞれの川で評価して川を良くしていくという方法が試みられている（**図表 22**）。そこでは、人びとが参加していくということが非常に大事であると言われている。

東京のヒートアイランド問題とその対策

東京のヒートアイランド問題（**図表 23・24**）は、基本的には人工的に熱が出ているということ、そして、かつては樹木から水分が蒸発して地表面を冷やしてくれていたのが、コンクリートで覆われたために蒸発熱がなくなってしまったことと建物によって風通しが悪くなったことに起因する。

これを改善するために幾つかの施策が実行されている（**図表 25・26**）。特に都市の街区では、屋上・壁面緑化（**図表 27**）、高反射性塗料、建物の近くの緑化などのメニューが実

際によくみられる。また、ドライミストは実際に温度が下がる効果よりも涼しげにすることが目的である（図表 28）。全部冷やすには水がたくさん必要なので、涼しげな空間をつくることも非常に大事である。そうすると環境、まちづくりというものは、渾然一体となっているということが分かる。このほか保水性舗装（図表 29）もある。

環境面での積極政策による価値

- 世界最大のメガシティとしてリードする役割
- 先進的な気候変動政策
「カーボンマイナス東京 10 年プロジェクト」
- 社会・経済と環境を同時に考えるサステナビリティ政策
- 新たな環境の質

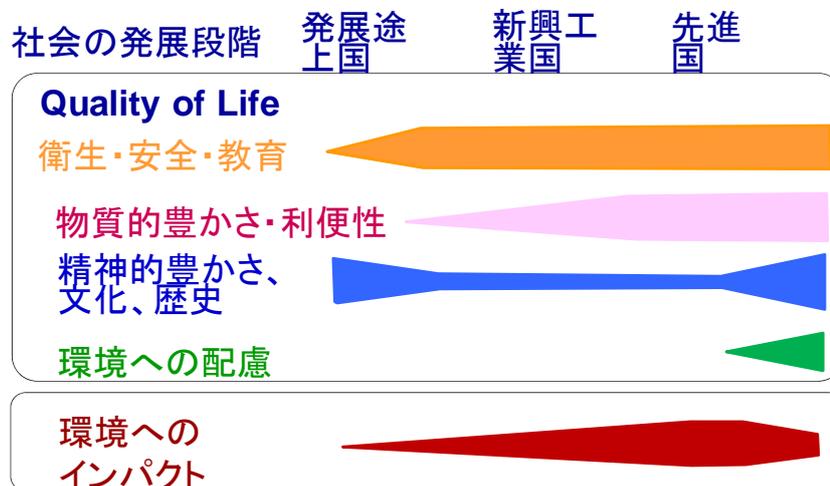
最後に、東京はどこで差別化できるのかということについて述べたい。環境面での積極政策を行う場合、世界最大のメガシティ、都市圏として一番大きな東京がリードする役割は大きいし、世界全体に対する強いメッセージとなる。先ほど述べた排出権取引を始めとする先進的な気候変動施策に取り組むことによって、日本全体のモデルにもなる。そして、従来の環境のみ、都市計画のみということではなく、最初に申し上げた社会・経済と環境を同時に考えるサステナビリティの政策というものを東京が打ち出すことができれば、非常に大きい影響力を持つ。これからの日本あるいは世界の姿を表しており、新たな環境の質を生み出せる。従来の大気汚染対策ではなく、快適な空間、新たな環境の質というものを生み出していくところで勝負していけるのである。

東京の環境戦略

- プロアクティブな政策
・財政力、知力、人材がある
- 生活の質と環境負荷の win-win 実現の先鞭
- 日本の戦略のモデル

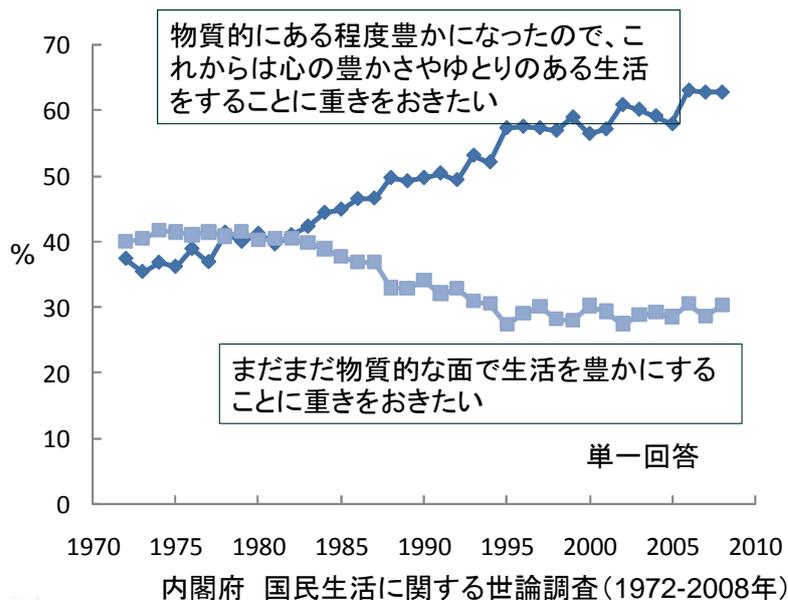
東京の強みは、お金（財政力）、人（人材）、頭（知力）があるので、先回りした政策ができるキャパシティがある、ということである。それらによって生活の質と環境負荷の win-win が実現していけば、それが日本の戦略のモデルになっていく筈である。

(図表1) Quality of Lifeの達成度と環境へのインパクト

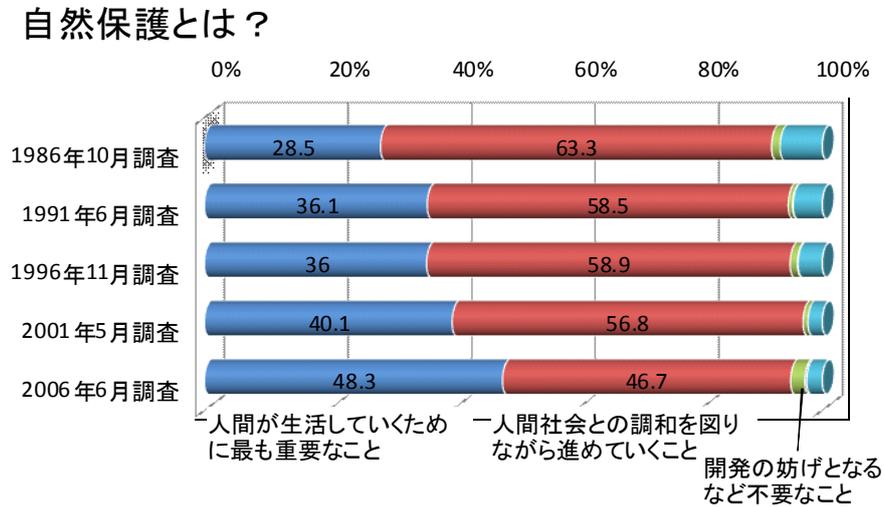


(図表2) 人びとの価値観の変化

これからのくらしは？



(図表3) 自然保護についての人びとの意識の変化

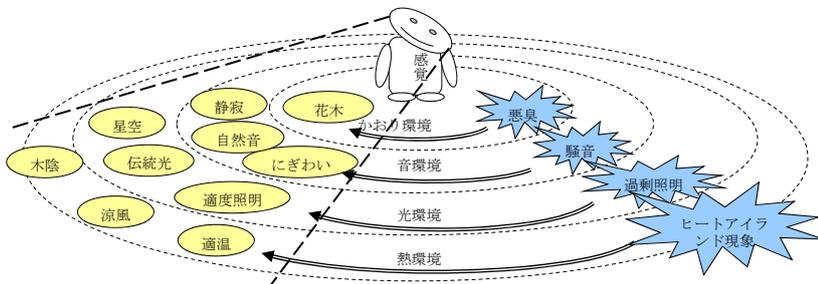


内閣府 自然の保護と利用に関する世論調査



(図表4) めざす環境質の変化

- 悪臭からよい香りへ
- 騒音からよい音へ
- 光害からよい光へ
- ヒートアイランドから風やみどりの活用へ



(出典:環境省)

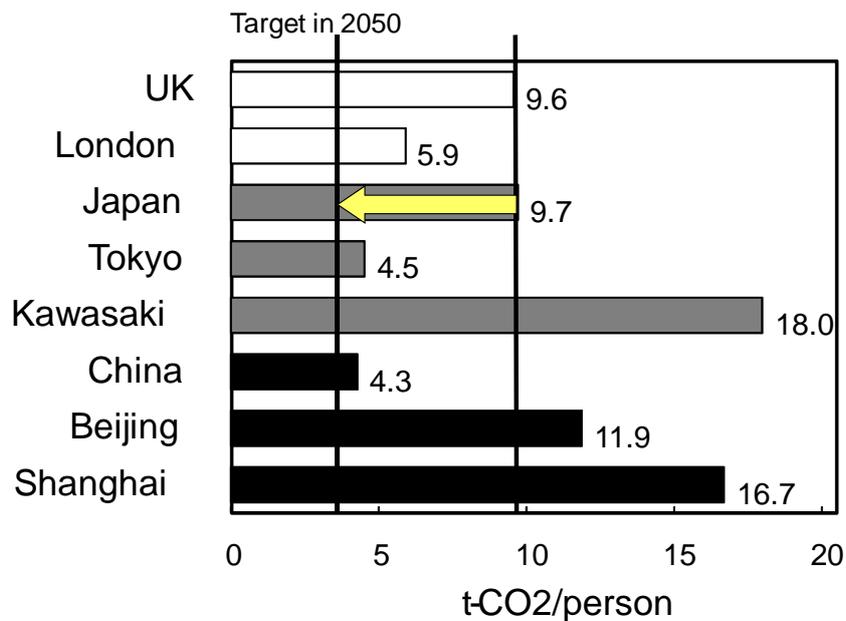


(図表5) 都市における対策の組み合わせ

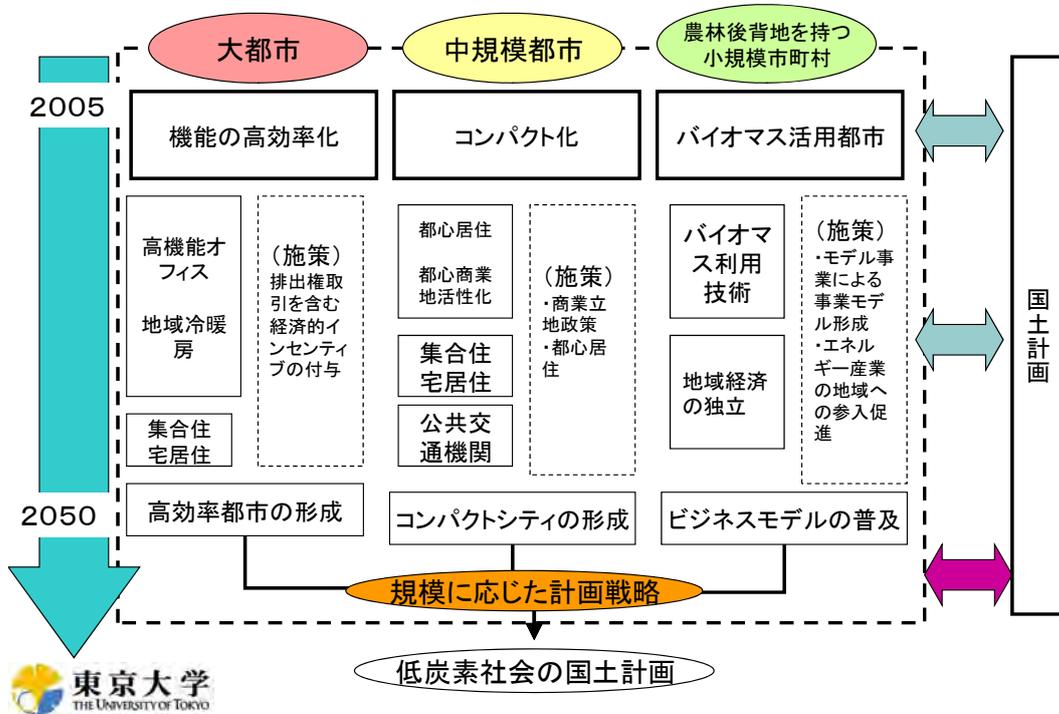
対策のレベル		対策の内容	制約条件
A.コンパクトシティ形成		A-1.郊外居住から都心居住への転換 A-2.拡散型商業立地の集約化	中心地の活力の保持
B.再生可能エネルギー導入		B-1.再生可能エネルギー(コジェネ・地域冷暖房含む)導入	初期投資費用
C.セクター別直接対策	家庭部門	C-1.戸建て住宅から集合住宅への住み替え C-2.適正な一人あたり住宅床面積 C-3.省エネ住宅設計	生活の質の保持 居住の自由度の保持
	業務部門(事務所、商業施設)	C-4.業務床面積の抑制 C-5.省エネ事務所設計	業務機能の確保
	運輸部門	C-6.モーダルシフト C-7.自動車単体効率向上	モビリティの確保



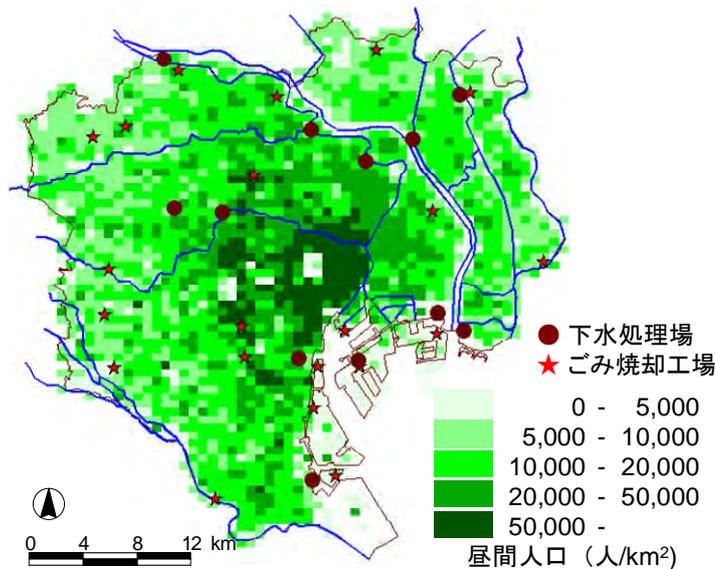
(図表6) 一人あたりの二酸化炭素排出量 (2006)



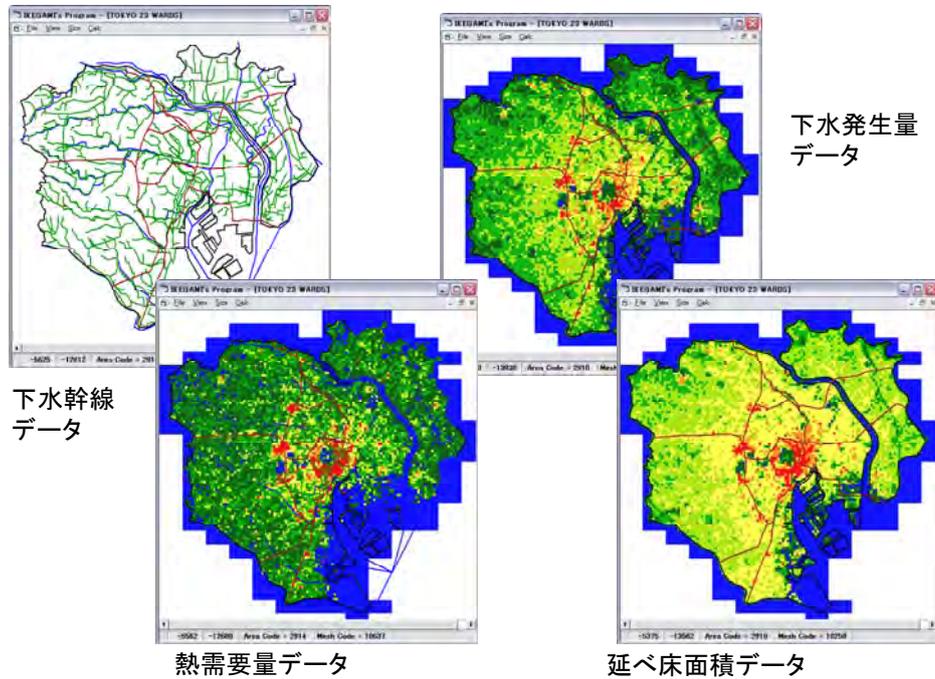
(図表7) 都市計画面の低炭素社会化(規模別戦略)



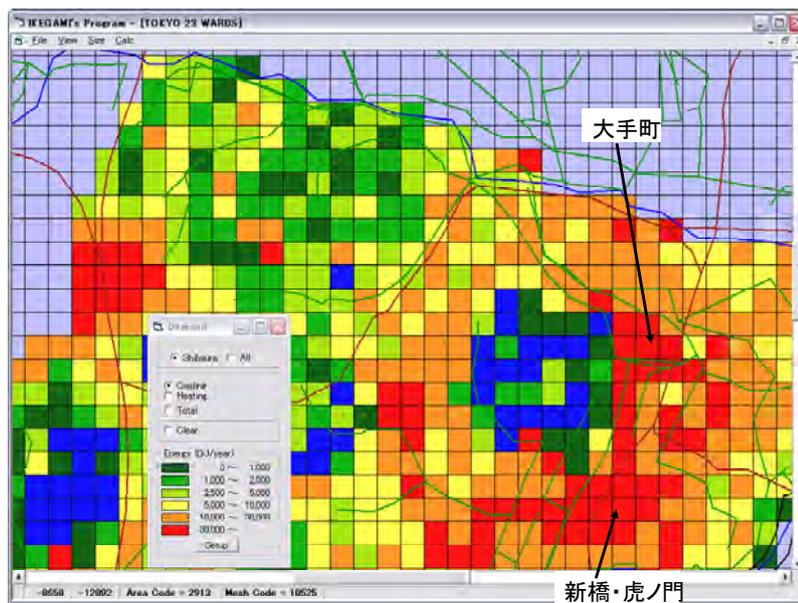
(図表8) 下水処理場、ごみ焼却工場の立地



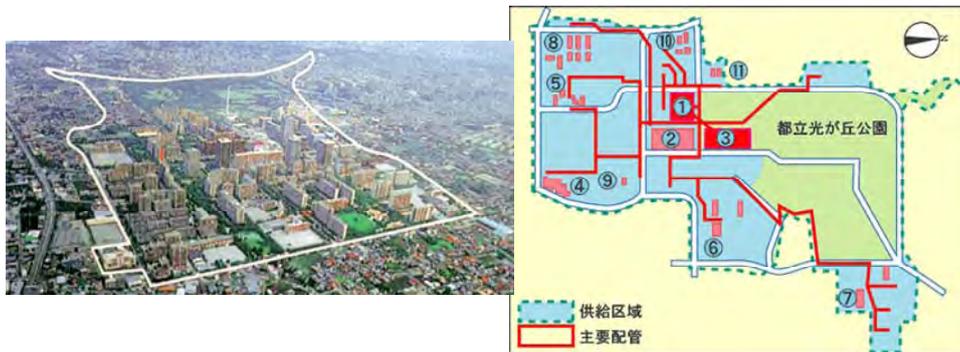
(図表 9) 下水道ネットワークと下水熱資源



(図表 10) 下水幹線と熱需要分布図



(図表11)ごみ焼却熱利用

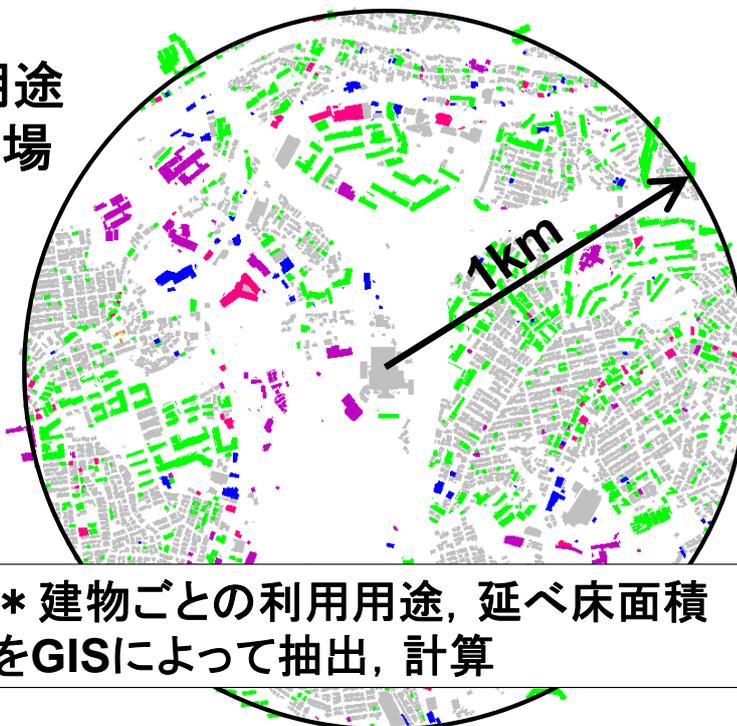


1.プラント 2.中心商業施設 3.光が丘清掃工場 4.光が丘第五小学校、光が丘第三中学校 5.光が丘第四小学校、光が丘第二中学校 6.光が丘第七小学校、光が丘第四中学校 7.光が丘第八小学校 8.光が丘第三小学校 9.光が丘第六小学校 10.光が丘第二小学校、光が丘第一中学校 11.光が丘第一小学校

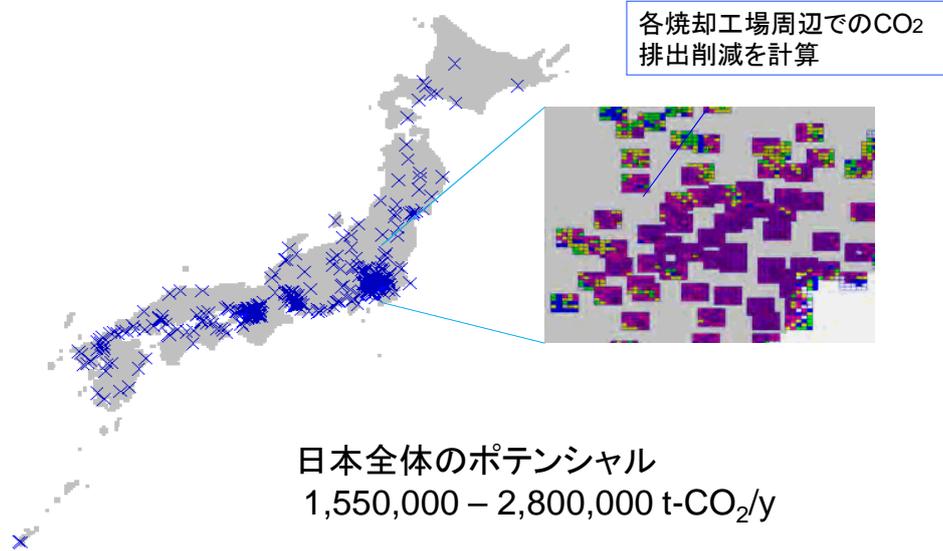
(社)日本熱供給事業協会HPより<http://www.jdhc.or.jp/area/tokyo/25.html>



(図表12)
建物利用用途
保土ヶ谷工場
1km圏内



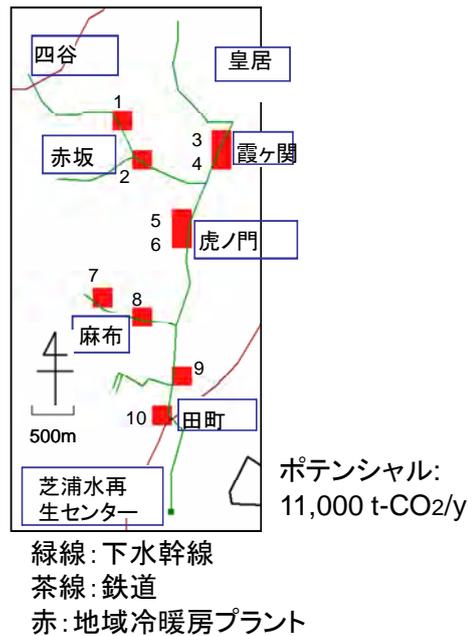
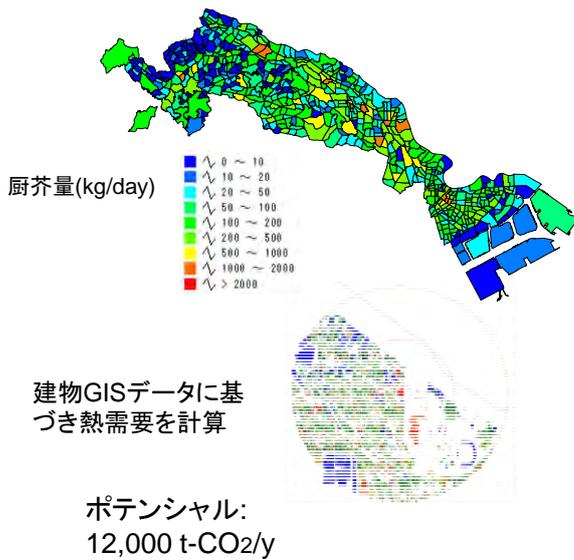
(図表13) 廃棄物清掃工場熱を利用した地域冷暖房



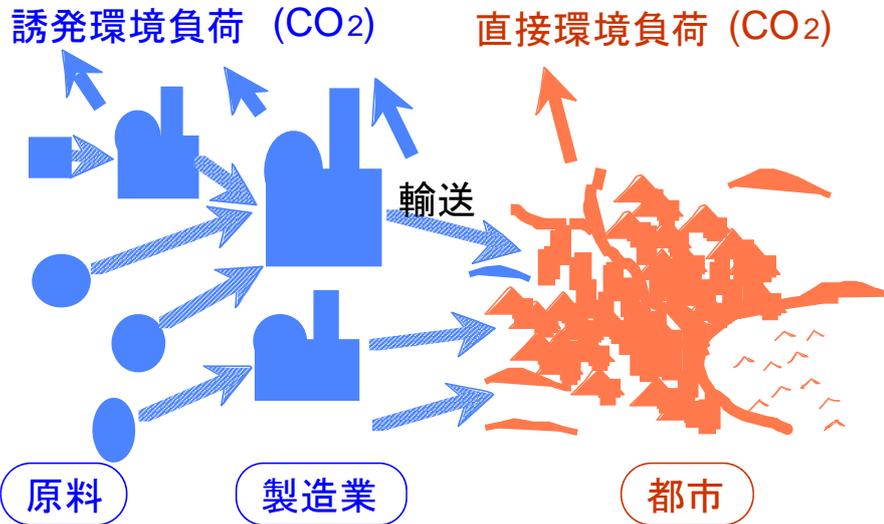
(図表14)

厨芥と下水汚泥からのバイオガスと熱供給(川崎市)

東京・芝浦幹線での下水熱利用可能性

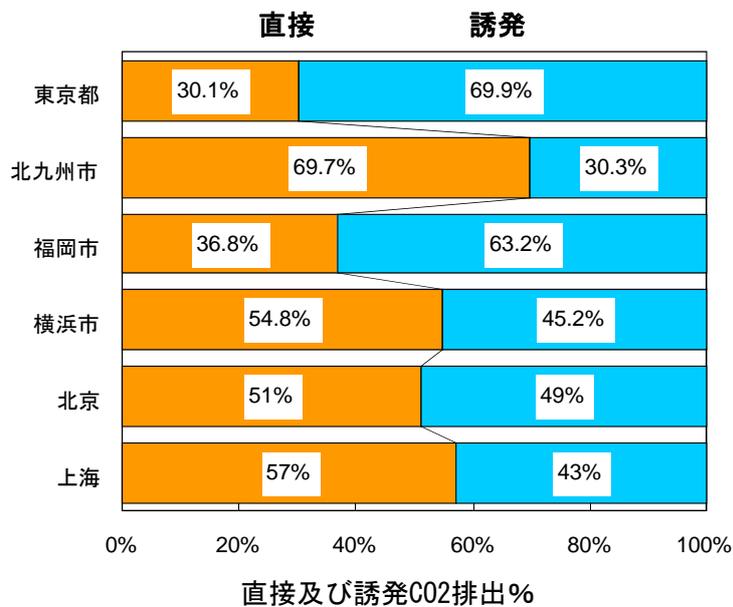


(図表15) 都市が与える直接・誘発環境負荷

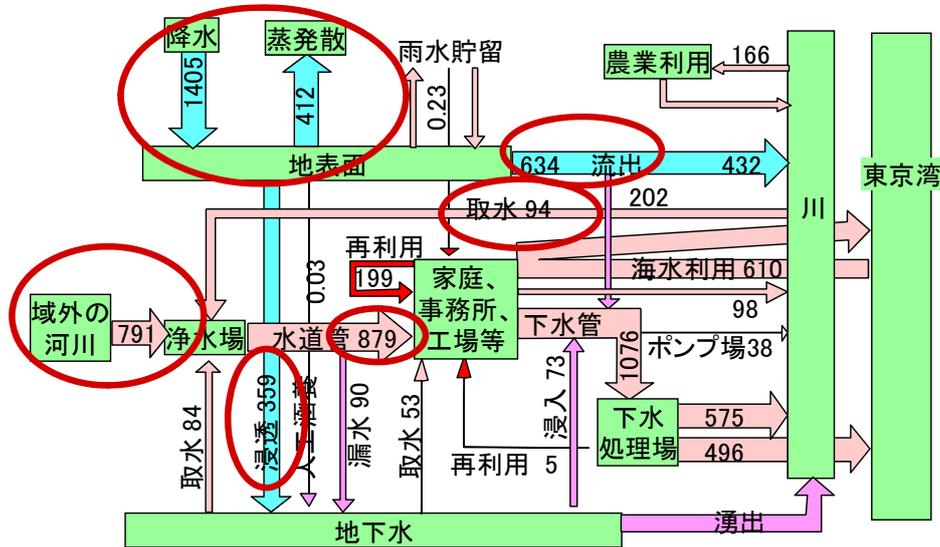


(図表16) 都市活動から発生する二酸化炭素の直接排出と誘発排出分の比率

東京都は吉田ら、北九州、福岡、横浜は金川ら、北京、上海はIGESによる



(図表17) 東京の水資源



※ 単位はmm/yr、降水量は1961～90年の平均値、その他は1994～97年の平均値

出典：東京都環境保全局, 1998



(図表 18) 雨水吐き



(図表19)水辺空間の整備

神田川の例

既存の水路・河川空間の中で水辺空間を整備



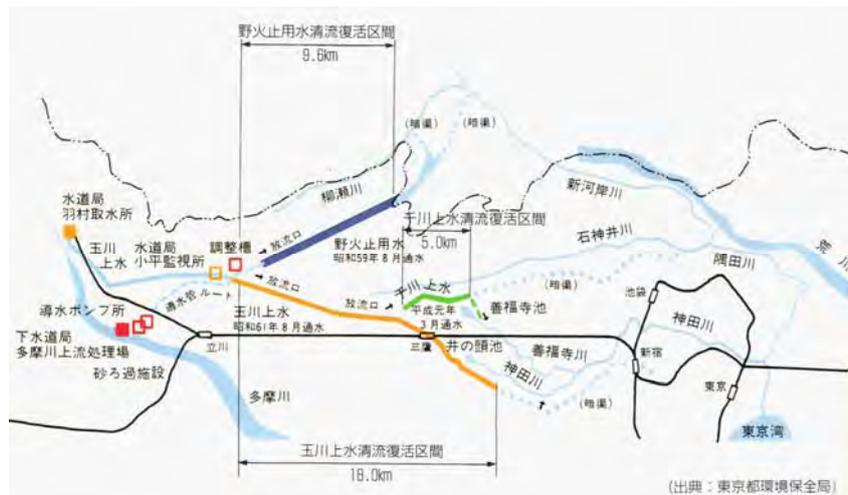
神田川流域水循環系再生構想検討報告（2003）健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議



(図表20)水辺空間の復活

水循環の回復

○ 下水処理水の修景用水としての活用



玉川上水、野火止用水の復活



(図表21) 玉川上水の復活

水循環の回復



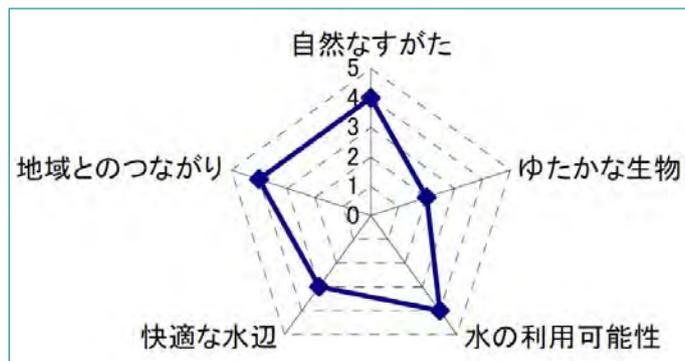
〈玉川上水〉



国の「史跡」指定 (2003)



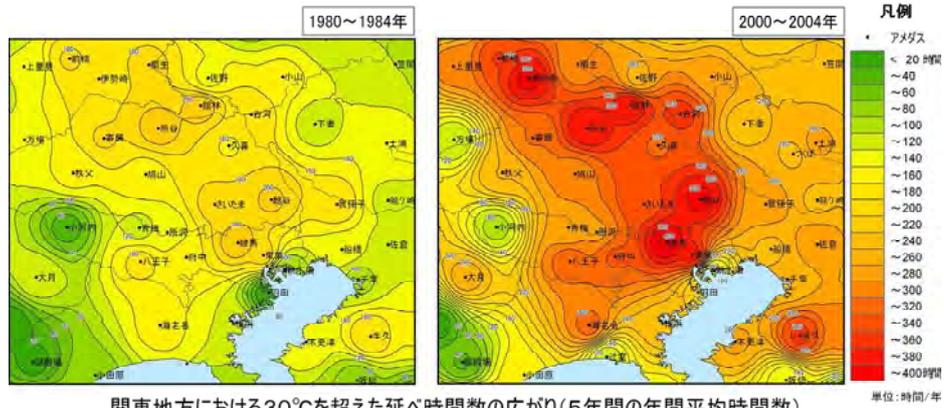
(図表22) 水辺の評価



<調査軸>	<意味>
自然なすがた	水辺環境が本来の自然な状態をどの程度維持しているかの把握
ゆたかな生物	水辺環境での生態系の豊かさ及び生物のすみ場についての把握
水の利用可能性	水質のきれいさからの水の利用可能性についての把握
快適な水辺	水辺環境のきれいさや静かさ等人の感覚的な把握
地域とのつながり	水辺環境と人とのつながりの度合いの把握



(図表23) 東京のヒートアイランド問題



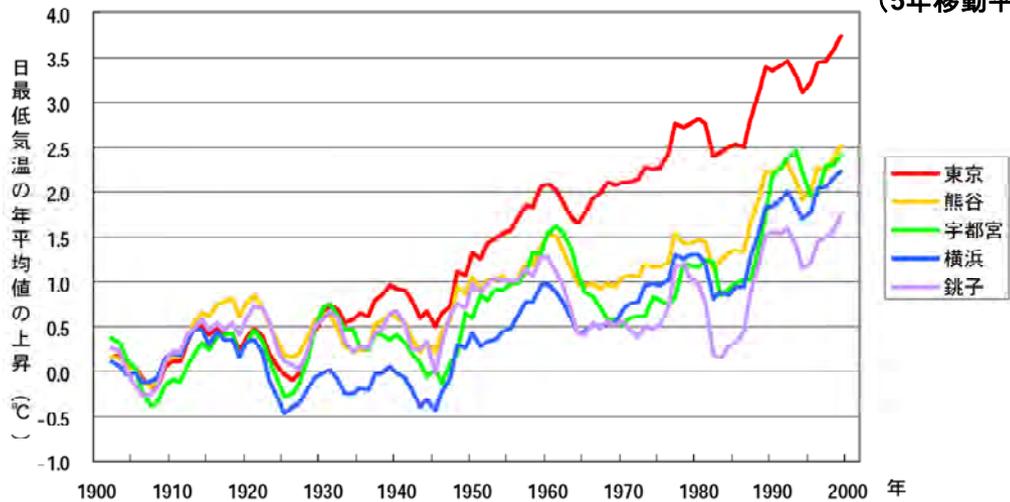
関東地方における30°Cを超えた延べ時間数の広がり(5年間の年間平均時間数)

ヒートアイランド対策大綱(2004)



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

(図表24) 東京と周辺部の日最低気温の年平均値の変化 (5年移動平均)



出典) 気象庁年報 2001 より作成

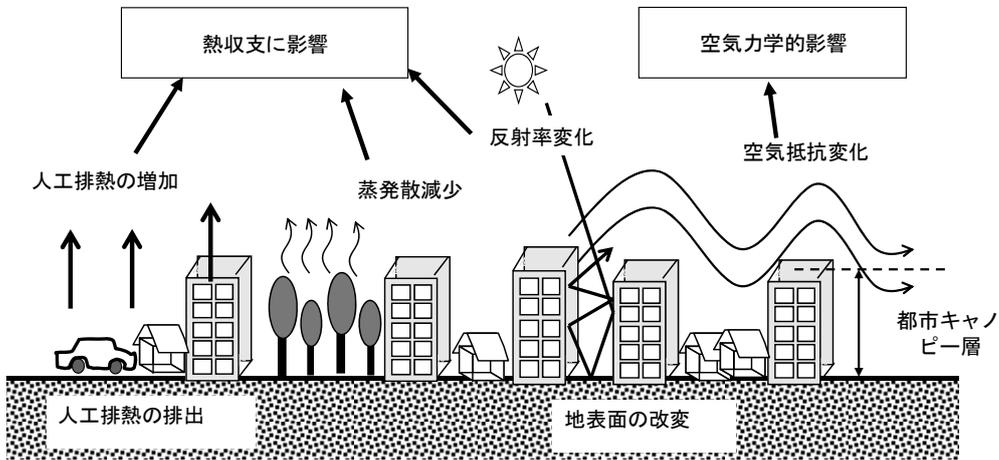
注) 1900年から1909年の10年間の平均値を基準として基準値からの上昇分を示した。

環境省 (2003) 平成14年度 ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書

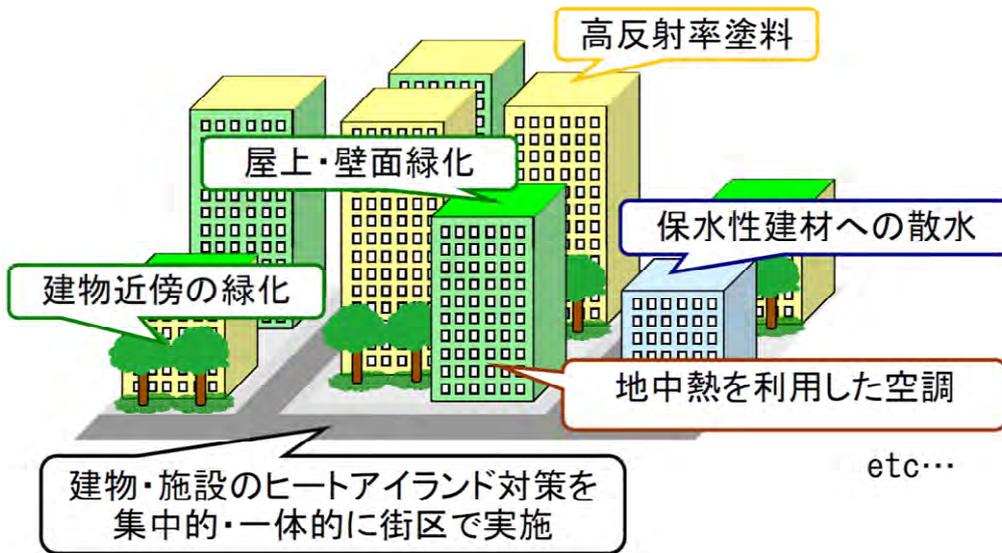


東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

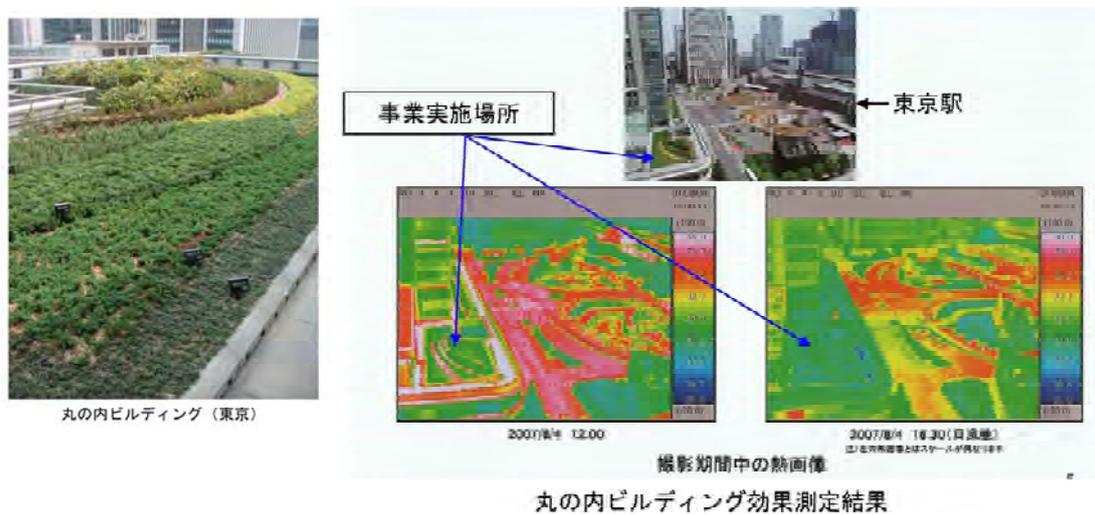
(図表25) ヒートアイランド対策



(図表26) 環境省クールシティ中枢街区モデル事業HPより



(図表27) 屋上緑化の効果



環境省クールシティ中枢街区モデル事業HPより



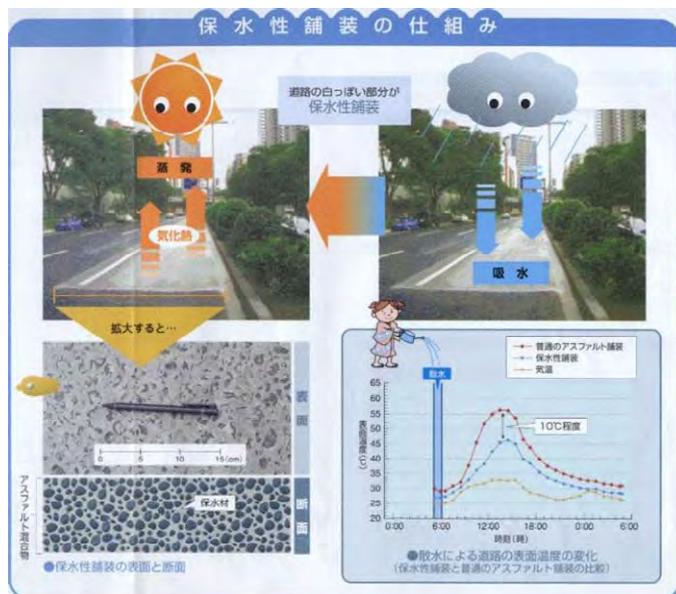
(図表 28) ドライミスト (六本木ヒルズ)



森ビルHPより



(図表29) 保水性舗装



<http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/heat/road/hosou.htm>(東京都環境局)