

時を超えて生きる建築・都市づくりをめざして

大崎 一仁

1. はじめに

オゾンホールが存在が広く世に知られるようになった1980年代の後半から、地球レベルでの環境に対する危機がにわかに叫ばれはじめ、フロン全廃やCO₂の固定化などに向けて急速に対策が講じられはじめてきた。都市生活者の誰もが環境に対する認識を深め、それぞれの生活姿勢を改める必要性を感じはじめているのではないだろうか。

現代都市の利便性、快適性は、多大な資源・エネルギーの生産消費活動の上に成立しており、私たちが日々生活を営む建築や都市もまたしかりである。環境へのインパクトの低減に少しでも貢献するために、建築・都市づくりの分野では何をすべきなのか、何ができるのかを考えてみることにする。

2. 建築・都市が与える環境へのインパクト

建築には、快適で効率の高い利用を可能にするために、空調や照明、エレベータなどのさまざまな設備が備えられている。OA化の進展などより高度な機能の導入により、建物の快適性を維持するために必要なエネルギー消費量は増加の一途をたどっている。さらに、建物は使われている時ばかりではなく、建設するとき、とり壊されるときにも大量のエネルギーを必要とする。建設、運用、改修、廃棄という建築の生涯に必要なエネルギー消費量は、日本の総エネルギー消費量の4割を占めるともいわれている。[1]

また、建物はエネルギーばかりではなく、資源を消費し、ごみを排出することにより環境にインパクトを与えている。建物が使われている間に発生する紙や、生ごみなどごみ以外にも、建設時の建設残土、取り壊したときの建設廃材など多量のごみを発生する。建設業に関わるごみの排出量は日本全国で排出されるごみの約3分の1に相当するともいわれている。[2]

都市レベルでも同様である。利便性や快適性の高い都市はさらなる人と都市機能の集積を招来し、郊外の農地や未利用地をつぶし平面的に拡大した。都市の中心部では土地利用の効率を高めるために垂直方向への拡大を余儀なくされた。道路は自動車にあふれ、宅地には所狭しと建物が建てられた。24時間化した都市では昼夜の区別なく生産消費活動が営まれている。利便性、快適性を獲得した一方で、開発に伴う自然環境の喪失、市街地の無秩序な拡大による遠距離の通勤通学、それに伴う交通エネルギー消費量の増大、都市活動の過度の集中によるヒートアイランドの発生など定量的には明らかにされていないものの、環境に対して大きなインパクトを与え続けていることは明らかである。

このように、建築や都市が環境に与える影響は決して小さいものとはいえず、しかしそれだけに建築、都市づくりの分野での努力が環境へのインパクト低減に大きな効果をもたらす可能性も高いと考えられるのである。

3. 環境にやさしい建築・都市づくりの視点

3.1 省資源・省エネルギーと利便性・快適性

建築・都市の分野にかかわらず、環境を考えるうえで厄介なのは人にとっての利便性・快適性の追求が、環境へインパクトを与えることである。「人に優しい」ことは必ずしも「環境に優しい」ことにはならないのである。また、利便性・快適性といったものは、相対的なものであるにせよ評価基準が設定しにくいことが問題の難しさを増大させる。

そもそも建物を建てたり都市活動を行なうこと自体が、環境破壊に他ならない。本来自然と共存するためには、自然淘汰のしくみが厳然と存在した太古の社会に回帰すればよいのであるが、それでは議論になりようはずもない。したがって、環境に優しい建築・都市づくりの検討とは、現在の都市活動の利便性・快適性の水準を維持しつつ、それをいかに少ない資源・エネルギーで成立させ得るかの検討である。(図1)

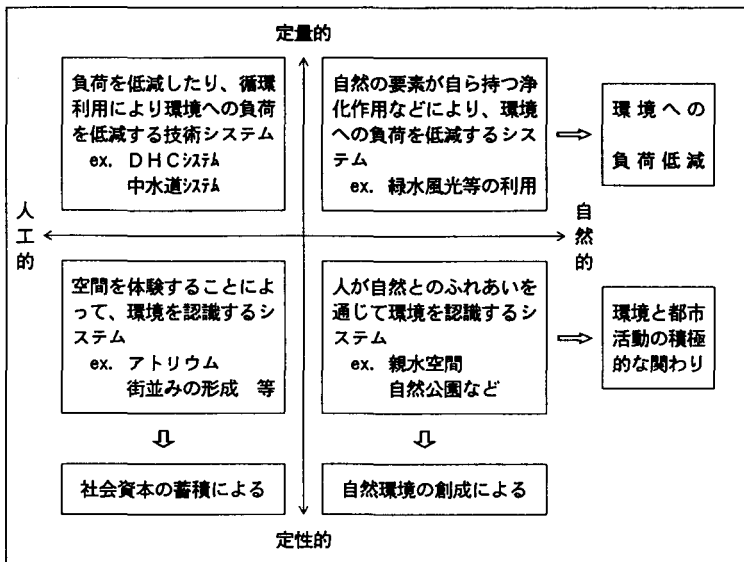


図-1 環境へのインパクト低減の考え方

3.2 環境を認識する場をつくる

まず、建築や都市のつくり手は、環境の重要性を認識している必要がある。人工環境ともいえる都市の中であって、自然環境をいかに残すか、あるいは配置するかといった問題に対して答えを用意しておかなくてはならない。少なくとも人と自然が接触し、体験できる空間が都市の中にも必要である。親水空間や自然の公園などは、エネルギーを投資しても積極的に創成していくことが必要となる。この視点で街づくりを考えたとき、オープンスペースや水際線などの創り方に、全く新しいアイデアが喚起されてくるように思う。たとえば、住宅地のオープンスペースは、より自然地表面を多く残し、家庭菜園に利用し、住民自らが管理していくなど、維持管理面からは効率が低くとも、環境を認識できる場が提供されることも重要であると考えられる。

3.3 負荷を絶ち、循環利用する

利便性、快適性を手に入れるため、すなわち負荷を制御するためにエネルギーを消費するのであるから、制御すべき負荷そのものをなくすことを考えることが重要である。建築や都市では、緑、水、風、光などの自然の要素をうまく使うことによってそれが可能になる。費用対効果を追求しがちな現代の建物には見落としがちな点である。「負荷をもとから絶つ」とことは、

自然環境を創成し、その恩恵に浴することである。

生産消費活動を行なえば必ず廃棄物が発生し、エネルギーを転換すれば必ず熱が発生するように、負荷を0にすることは不可能である。資源・エネルギーを多段階に利用したり、再利用することが重要である。「循環できるものは循環する」ことにより、最終的に処理をしなくてはならないもの発生する速度を抑制することができる。(図2)

3.4 検討の視点を拡大する

これらの2つの目標を達成するためには、環境を考える「時間を拡大する」と「領域を拡大する」という視点が必要となる。これまで、

建物の省エネルギーは、どちらかといえば運用時のものが中心に考えられてきた。前述のように建物の生涯のうち建設、改修、廃棄の分野が環境に与える影響も大きく、運用時だけではなく建設から廃棄まで検討対象とする時間を長く設定することが求められる。環境は境界なく互いに影響を及ぼしあっている。夏の暑い時分に建物を冷房すれば外部の気温が上がり、ますます窓を開けられなくなる。建築では処理が困難な下水も地域レベルでは可能になり、エネルギーや資源とし

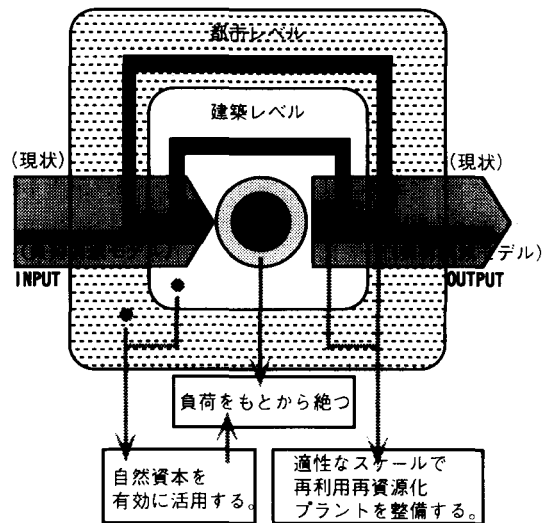


図-2 負荷低減と循環システム概念^{1,2)}

での再利用が可能になる。このように、建築単体だけではなく、街区、都市、レベルまで検討する領域を広く設定しスケールメリットについて注意深く考えることが必要である。

4. 建物レベルでの環境負荷の低減

巨大化、ハイテク化した現代の建築における快適さは大量の化石燃料の消費によって支えられている。そして、現代の建築は時代の移り変わりにつれて、短いサイクルで建て替えられているのである。建築の創り方にも新たな発想が求められている。「自然の恵を利用する」「建物を長く使う」「自然になじむ材料を使う」——これが環境へのインパクトを低減し、快適さを維持する建築を造る基本となる考え方である。ここでは建物の建設、運用、改修、廃棄に至るライフサイクルでのCO₂排出量を評価指標にこれらの重要性を見ていくことにする。[3]-[5] (図3)

4.1 自然の恵を利用する

省エネルギー対策の第1歩は建物に具備されるさまざまな設備機器の効率を高めることであった。しかし、技術的な成熟度が高まるにつれ飛躍的な機器効率の向上は難しくなってきた。

かつて建築には、快適に過ごすためのなげないさまざまな工夫が施されていた。床を高くして湿気からのがれ、風をとり入れて暑さをしのぐなどの工夫である。現代の建築においても自然の利用を見直すべきである。建物の中に風をとり入れれば、冷暖房の負荷を減らすことができる。階高を高くし室内の明るさを確

保できれば、照明負荷が小さく抑えられる。それは照明器具からの発熱の減少につながり、さらに冷暖房負荷の削減につながっていくのである。自然の要素をうまく建物にとり入れることで、エネルギーの消費量を低減することが可能になる。

35年程度で取り壊されてしまう一般的なオフィス[6]から排出されるCO₂の排出量は運用段階における冷暖房、給湯、照明、動力用のエネルギー消費に伴うもので生涯に排出される全CO₂の約半分を占めている。このことから運用時における省エネルギー化の重要性が示される。仮に運用時のエネルギー消費量を約半分に削減するとすれば、そのための対策として、建設当初の設備工事と断熱などの内装工事に1.2倍のエネルギーが消費されるとしても、生涯で排出されるCO₂の量は18%削減されるものと試算される。

4.2 長く使う

時代とともに移ろう社会情勢や技術の変化は、建物にもその機能や役割の追従を要求する。日本においては比較的短いサイクルで建物を作り替える傾向がある。建物を生涯で考えると、より長く使用したほうが年間当たりのエネルギー消費量や、建設するとき、とり壊すときに発生する残土や廃材の量も小さくすることが可能である。時代の変化に対応でき、環境に与える影響を小さくするために、建物の躯体の寿命は長く、内部の機能は時代の変化に合わせて容易に更新できるといった工夫を施すことが重要である。

通常35年で更新されると仮定した建物の寿命を、修繕と改修工事をくり返しながらか100年間使用する場合を想定しよう。この場合は、建物の機能変化に柔軟に対応できる対策として、階高を1.1倍、床積載荷重を2倍、設備スペースを1.2倍にゆとりをもたせるものとし、躯体工事と外装工事に1.2倍のエネルギーが消費されるものと仮定しても、生涯で排出されるCO₂の総量は約35%削減され、省エネルギー化と同時に長寿命化が重要であることが示唆される。20年程度の周期で改修される内装や設備機器の環境へ与える影響は大きく、改修工事の容易さや再資源化が可能で環境に優しい材料の選択も重要である。

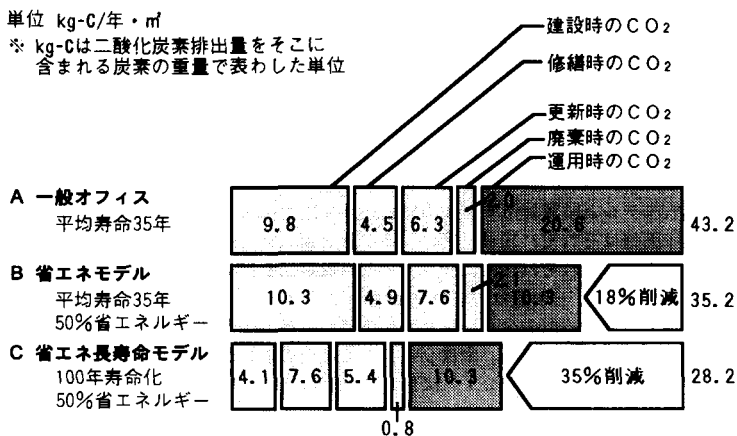


図-3 オフィスビルのライフサイクルCO₂排出量^{1,2)}

4.3 自然になじむ材料をつかう

建築と環境との調和を図るためには、建物の材料やとり壊す際に発生する廃材の類も自然になじむものであることが求められる。建物の材料である鉄や石やガラスは上手に回収すれば再利用が可能である。再利用する際に、極力エネルギーを必要としないような建材の開発も重要な課題になる。また、木は自然の力で再生産されるものであるから、成長のサイクルに見合うような木の利用方法が考えられるのであれば、永遠に供給可能な資源と考えることができる。

材料をその性質に適した部位に利用していくこと、徹底的な資源のリサイクルを図ることが建物を環境になじませるのに有効な方法である。

5. 都市レベルでの環境負荷低減

当時としては世界最大の100万人都市——江戸は、石油などの化石燃料を用いることなく水と物資の循環によって都市活動を成立させていた。[6]江戸の市中に対して近郊の農村地帯から生鮮野菜類を手に入れ、人間の排泄物を肥料として返していたのである。動力は水車により、燃料は武蔵野の林から薪や木炭を木の成長の速度を上回ることなく生産していた。自然の力をエネルギーに変換し、環境の循環システムの中で都市活動を営んでいたのである。「都市活動とリンクする自然を再生する」「都市の集積に対応した循環システムを整備する」「都市機能の再配置を考える」——これが都市レベルでの環境に対する配慮である。

5.1 自然地表を再生する

水面や緑地を失い、大量の化石燃料を消費する現代の都市は、その気温が年々上昇し続けている。夏の夕涼みや、冬の早朝の一面の霜柱も都市では見られなくなった。建物に涼しい風を導き入れようとしても、ヒートアイランドと化した都心部の環境ではなかなか思うような効果は期待できないのである。

2次元的にスプロールした東京都心部では、水面や緑地は都市全体の

約1割にまで減少した。しかし、建物は都市全体の約6割を占める敷地に平均2階建てに建っているにすぎない。[7]建物を集約していくことによりかなりのオープンスペースを獲得することができることを示唆している。東京都心部の半分を水と緑に満ちた土地利用に変えることも不可能ではないのである。

水や緑などの自然地表面の蘇生は、ヒートアイランドの解消に寄与する。都市の気温が下がることにより、建築レベルでの自然エネルギーの利用もより効果の高いものになるというように、相乗効果が期待できるのである。(図4)

5.2 都市の集積に相応しい循環システムを整備する

都市機能が集積すると、その浄化作用を自然の循環システムに頼ることはできなくなり、それを補完する人工のシステムが必要となる。清掃工場や、下水処理場は廃棄物を浄化するためにはなくてはならない施設である。また、排熱や未利用エネルギーの活用を可能とする地域冷暖房や下水や雨水の再利用としての中水道などは、より効率の高いエネルギー、資源の利用を実現するために普及が望まれているものである。

これら都市設備は、ある一定のエリアに対する供給や処理を、集約して整備されたプラントで行なうもの

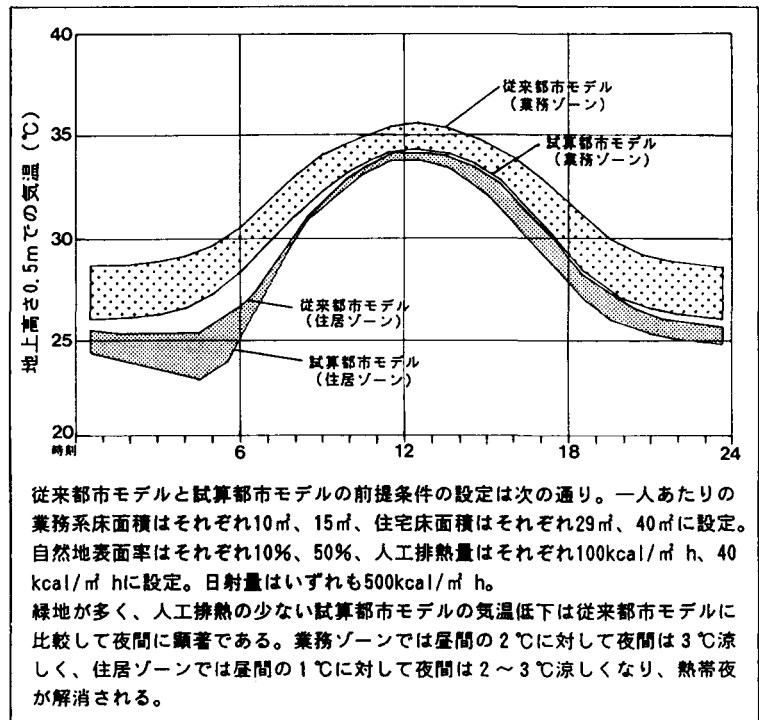


図4 都市気温の時刻変化の予測¹⁾

であるから、対象エリアの設定がシステム全体の効率に大きく影響する。たとえばごみ処理を個々の建物で行なうことも全国に1か所の清掃工場で集約的に行なうことも現実的ではないことは感覚的に理解できよう。焼却処理の効率、排熱利用の可能性、収集車両の輸送効率それぞれが高くなるようなスケールというものを、ごみの排出密度と収集するエリアの大きさの関係から見だし、調整していくことが必要となる。これは、ある一定のエリアに熱を供給する地域冷暖房やある一定のエリアの排水を集め処理した配水する中水道などのシステムも同様である。負荷密度の小さい地域や、極度に広いエリアにシステムを導入することにより、かえって環境へのインパクトを大きくする可能性もあり得るのである。

都市設備の整備にあたっては、都市の集積度に密接に関係する負荷密度と対象エリアの大きさをそれぞれのシステムのスケールメリットから十分検討することが求められる。

5.3 都市機能の再配置

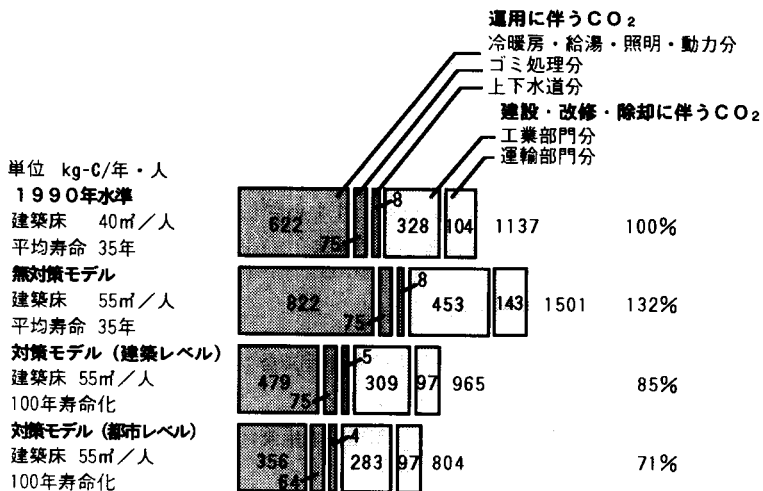
これまで清掃工場や下水処理場などの施設は、迷惑施設として都市の周辺部（最も現在では市街地がスプロールしたために都市内になってしまったが）に整備されてきた。

東京都23区の場合、清掃工場の多くは、都心から7～8kmの位置に立地している。ごみは都市集積度の高い都心で多く発生する。ごみはまず都心から周辺部の清掃工場へ、焼却残灰が東京湾の中に確保されている最終処分場である埋め立て地へと長い距離を移動してはじめてその処理が完了する。清掃工場をごみは移出密度の高い都心に整備することにより、清掃作業のうち多くの比率をしめている輸送のために必要となる人員、エネルギーの削減が可能となる。また、清掃工場からは、焼却の工程のなかで多量に発生する熱エネルギーの回収が可能である。回収されたエネルギー電力への転換や熱供給に利用することができる。この観点からも電力や熱の需要の多い都心部

での立地の有効性が認められている。[9]

清掃工場とはかくよくないイメージでとらえられる傾向にあるが、実際は環境対策も進んでいるし、他の施設との合築などを含め、魅力ある地域コミュニティの核としての存在価値を高めるなどして、なるべく排出密度の高い都心部での整備の可能性を検討していくことが求められよう。

さて、設備は都市機能を支援するものであるから都市活動の規模に合わせて整備されればよい。環境へのインパクトの低減を真にめざすのであれば都市機能の集積そのもののあり方についても再考する必要があるのではないだろうか。これらは施策上の課題であるが、環境という視点から都市機能の集積のあり方を考えておくことも重要であり、今後の大きな課題となろう。



全CO₂の4割が建築・都市から

1990年水準での建築・都市に関わるライフサイクルCO₂の一人当たり・年平均値は1088kg-Cと試算される。単純には比較できないが、ちなみにこれは日本の全CO₂の40%以上に相当し、建築・都市づくりに関する者の責任は重大である。

ここまではCO₂が1.3倍に増大

建築ストックが現状のトレンドで増大し、省資源・省エネルギー対策が推進されないとLCCO₂が1990年水準の1.3倍に増えると試算される。

建築レベルでCO₂を85%に削減

時を超えて生きる建築として、徹底した省エネルギー対策を機能寿命の長期化を図ることによって達成できる。

都市レベルでさらに71%に削減

資源を活かす都市基盤として、都市レベルの水・ゴミ・エネルギーの総合的な工夫により、71%に削減することができる。ここまでの努力でようやく、ライフサイクルCO₂を無対策モデルの54%に削減できる。

図-5 ライフサイクルCO₂排出量^{1,2)}

6. 時を越えて活きる建築都市づくりをめざして

日本政府は国民1人当たりのCO₂排出量を、西暦2000年以降には西暦1990年のレベルに安定するという「地球温暖化防止行動計画」を世界に向けて発した。しかし、これを達成することが容易でないことは明らかである。建築ストックが現状の流れに乗って増大し、省資源、省エネルギー対策がなされなければ、西暦2000年の国民1人当たりの年間ライフサイクルCO₂排出量は現在の約1.3倍にふくらむものと推測されている。それに対して建築レベルで徹底した省エネルギー対策と建物の長寿命化が図られた場合は現在の85%に、さらに都市レベルにおける資源、エネルギーの融通が実施されるなら、ようやく現在の71%程度までに削減できるというシナリオが描ける。(図5)

いつしか投資効率のみを追及する社会のなかで巨大化してしまった都市。環境という新たな問題をかかえ、多くの人々が地球の自然との共存を思い描きはじめたいま、新たに環境という視点からこれから建築・都市づくりを考える大きなターニングポイントに立っているといえよう。現在の繁栄を世代を超えて受け継ぐために、時を越えて活きる建築・都市づくりをめざして、今こそ行動に移さねばならない時なのである。

参考文献

- [1] 日本建築学会, 建築と地球環境特別研究委員会: 建築が地球環境に与える影響: 1992年6月
- [2] (社)建築業協会: わが国における建築物の建設にか

かわる資源消費と関連する影響要因の実態: 1991年6月

- [3] 日本建築学会, 建築と地球環境特別研究委員会: エコシティと環境設計: 1991年12月
- [4] 竹林芳久, 岡建雄, 紺矢哲夫: 産業連関表による建築物の評価その2 事務所建築の建設による環境への影響, 日本建築学会計画系論文報告集第431号: 1992年1月
- [5] 石福昭, 伊香賀俊治, 斧田浩一: 民生部門のCO₂排出量源単位の経年変化に関する研究, 空気調和衛生工学会学術講演会講演論文集: 1992年10月
- [6] 野城智也, 加藤裕久, 吉田俣郎, 小松幸夫: 東京都中央区における事務所建築の寿命実態, 日本建築学会計画系論文報告集第413号: 1990年7月
- [7] 東京都情報連絡室: 東京都都市白書'91: 1991年11月
- [8] 玉野井芳郎, 室田武, 槌田敦: 永続する豊かさの条件
- [9] 大崎一仁: 東京における供給処理システムの高度化に関する研究: 早稲田大学学位論文: 1991年3月
- [10] 日建設計: FACT環境親話: 1992年11月
- [11] 大崎一仁, 松縄堅, 伊香賀俊治, 堀川晋, 湯澤秀樹: 建築・都市づくりにおける環境負荷の削減に関する研究 その1~3, 日本建築学会大会講演梗概集(環境工学): 1992年8月
- [12] 大崎一仁, 松縄堅, 伊香賀俊治, 堀川晋, 湯澤秀樹: 建築・都市づくりにおける環境負荷の削減に関する研究 その1~3, 空気調和衛生工学会学術講演会講演論文集: 1992年10月