

研究概要書：既存の都市施設を活用した省エネルギー型 都市構築技術の開発（総プロ）

プロジェクトリーダー名：都市研究部長 坂真哉
技術政策課題：(2) 地球環境への負荷の軽減
関係研究部：都市研究部、下水道研究部
研究期間：平成18年度～平成20年度
総研究費（予定）：約769百万円

1. 研究の概要

「京都議定書目標達成計画（平成17年4月28日閣議決定）」において述べられているエネルギーの面的な利用の促進に資するため、都市内に分散して存在するエネルギー（熱）源を効率よくネットワーク化するための技術開発を行い、省エネルギー型の都市を実現する。

都市には未利用エネルギーが様々な形で存在する。これらのエネルギーの活用に当たっては、エネルギー（熱）源が広く希薄に存在すること、エネルギー（熱）の発生と需要の時間に隔たりがあること等が問題となる。この解決策として各種エネルギー（熱）源とエネルギー（熱）需要地をネットワーク化することが有効であるが、その際には、回収、貯蔵、輸送面において、低コスト化と効率化の技術開発が必要となっている。特に、下水道施設は都市内ですでにネットワーク化されており、これを有効活用することにより、低コスト化等が可能となると考えられる。また、こうして開発した技術が都市においてどの程度の省エネルギー効果をもたらすのか等についての評価技術も合わせて開発することにより、都市における面的なエネルギー利用の有効性を示し、当システムの実用化を促進する。

2. 研究の背景

京都議定書発効を受け、平成17年4月28日に京都議定書目標達成計画が閣議決定される等、地球温暖化対策の重要性はますます増大してきている。また、2度のオイルショックによる日本経済への打撃や、最近の原油価格急騰がもたらしている日本経済への悪影響等を考慮すると、海外にエネルギー源のほとんどを依存する脆弱なエネルギー需給構造の改善も非常に重要である。現在、都市には人口の約8割が居住し様々な生活・経済活動を行っているため、膨大なエネルギーを発生・消費・廃棄している。そのため、都市のエネルギー効率の向上が求められているが、個別の機器や施設の開発や省エネ化の研究は進んできているものの、これらをネットワーク化し面的に省エネを図る研究はあまり進んでいないのが現状である。

「京都議定書目標達成計画」には「エネルギーの効率的な面的利用は、地域における大きな省CO₂効果を期待し得る」とされているほか、平成18年度を初年度とする次期科学技術基本計画策定に向けて、総合科学技術会議が年末を目途にとりまとめを進めている「科学技術基本政策策定の基本方針」の中政策目標においても、「地球温暖化・エネルギー問題の克服」が掲げられているなど、国としても地球温暖化対策、省エネ化を進

めていく必要がある。

3. 研究の成果目標

研究の成果目標は以下の通り。

- 1) 各種熱源のネットワーク化技術の開発
 - ①熱源ネットワーク内の熱コントロール技術
 - ②熱源ネットワーク（街区レベル）と連携する建物側システム
 - ③ネットワーク管の低廉化技術
 - ④熱源ネットワーク間（街区レベル）の連結技術
- 2) 下水道の熱源・空間利用技術の開発
 - ①下水管への排熱放出技術
 - ②下水道システムへの影響評価技術
- 3) 未利用エネルギー・新エネルギーの実用化技術の開発
 - ①バイオマス・インベントリーシステム
 - ②バイオマス・エネルギー実用化技術
 - ③未利用・新エネルギーの熱源ネットワークへの供給・接続技術
- 4) 省エネルギー型都市構造の評価技術の開発
 - ①熱源ネットワークの効率性評価技術
 - ②省エネルギー型都市構造評価技術

4. 研究の成果の活用方針

研究成果の活用方針は以下の通り。

- ①地球温暖化防止のため、都市における省エネルギーシステムの構築
- ②今までは廃棄されていた都市内の未利用エネルギー、新エネルギーを有効に活用することで、海外にエネルギー源のほとんどを依存する日本の脆弱なエネルギー需給構造の緩和
- ③省エネルギー型の都市構造の評価手法を開発し、有効かつ効率的な都市整備の実現

5. 研究内容

(1) 各種熱源のネットワーク化技術の開発

都市のエネルギー利用効率を高めるためには、建物や施設単体のみならず、京都議定書目標達成計画においても掲げられている「エネルギーの面的利用（建物・施設間の熱エネルギーの融通）」が重要である。

これまでも地域冷暖房が取り組まれてきているが、大都市における熱源ネットワークが普及しているヨーロッパ諸国と比べると我が国の都市はまだ普及が遅れており、特に大都市においては地域冷暖房の面的拡大により大幅な熱効率の向上が可能である。例えば、住宅と商業施設は昼夜間の需給量が異なるため、これらをネットワーク化することで需給バランスの平準化が図られる。また、ネットワーク化により地域内で融通される熱の総量が増加するため熱需給の安定化が図られる。

しかしながら、地域冷暖房は1990年代のバブル期に大規模プロジェクトにあわせて普及が拡大したが、今後の人口減少や現状の財政悪化等を考慮すれば、新規の地域冷暖房の伸びは大きくは期待できないため、本研究では地域冷暖房の課題と民間等による開発で効率化の進む個別技術の統合を踏まえた次の3点を可能とするシステムの開発目的とする。

1 小規模で安価

よりコンパクトで費用のかからない熱源ネットワークシステムを構築することにより、中心商店街や住宅地への導入が可能となるシステムを開発する。

2 柔軟なエリア設定

現在の地域冷暖房は計画時に想定した特定地域だけの熱供給を対象としており、エリアの拡大は想定していない。そのため、あとから新たな熱源や需要地を取り込み、エリアを柔軟に拡大することが可能なシステムを開発する。

3 既存の地域冷暖房地区の有効活用

既存の地域冷暖房地区を核にして、周辺に存在する地域冷暖房地区、コージェネレーション施設、未利用・新エネルギー供給施設等の熱源や住宅、業務ビル等の熱需要地区の連結を進めるためのネットワーク化技術を開発する。

これらの技術開発のための具体的な項目は以下の通り。

①熱源ネットワーク内の熱コントロール技術の開発

街区レベルの熱源ネットワーク内における熱の過不足の調整と円滑な供給を図るための熱コントロールシステムの技術開発（時間変動を平準化する蓄熱技術の開発〔蓄熱容量の大きい媒体での熱の出入れ技術〕、熱源ネットワーク全体の不足熱量を補完する補助熱源装置の開発（装置の段階的増設技術も含む）や流速制御技術の開発）

②熱源ネットワーク（街区レベル）と連携する建物側システムの開発

冷暖房・給湯利用が可能な熱媒体（90℃程度の高温水等）による街区レベルの熱源ネットワーク（小口径単一管）の構築、及びその熱が活用しやすい建物側の利用システム、接続技術の開発（工事区分、計量・料金収受システムの技術開発含む）。

③ネットワーク管の低廉化技術の開発

浅層埋設管のための技術開発（埋設場所〔宅地内・歩道の活用等含む〕・埋設方法・配管の材質の工夫等）、口径を抑える断熱層の薄層化技術の開発等

④熱源ネットワーク（街区レベル）間の連結技術の開発

近接する街区レベルの熱源ネットワーク同士を連結して、ネットワーク間の熱の過不足や未利用エネルギーを相互融通しあう熱移動システムの技術開発（ヒートパイプの活用等も検討）

(2) 下水道の熱源・空間利用技術の開発

下水管を流れる下水は年間温度変動が15℃～25℃（東京の場合）と、気温や河川水温に比べると変動が少ないという特徴を有しており、夏の冷熱源、冬の温熱源として利用することができる。エアコンの排熱先として屋外大気ではなく下水を利用することができれば冷暖房効率を高められる可能性がある。

都市においては下水道の整備が進み、ほとんどの建物において下水管をヒートシンク（排熱槽）として利用することができる。下水管を通じて放出される排熱は下水処理場からの放流水中の熱として河川や海などの水環境へ出されることになるので、都市内の排熱が都市外へ送られることからヒートアイランド現象の緩和につながるこ

が期待される。

このため、下水管への排熱放出技術やこれまでより高い温度で運転されることとなる下水道施設への影響及び放流水の環境への影響などの把握について技術開発を行う。

(3) 未利用エネルギー・新エネルギーの実用化技術の開発

これまでのエネルギー供給は、電力事業者、ガス事業者の大規模な供給施設から各建物へ供給するという手法に加え、省エネルギーへの社会的関心の高まりを受け、未利用エネルギー（下水熱、工場廃熱等）や新エネルギー（太陽光発電、風力発電、下水汚泥、バイオマス等）の活用や、コージェネレーション（発電時の熱を利用）、地域冷暖房（発熱プラントから特定地域への温冷熱供給）がなされてきており、また、次世代のエネルギー源として小型で安価な燃料電池の開発が進められている。

本研究では、さらなるエネルギー効率の向上のために、国土管理由来バイオマス、即ち河川や道路、公園、緑地等の管理から恒常的、安定的に発生する草木系バイオマスを対象に、そこからのエネルギー効率を高める技術を開発する。具体的には、都市部でのエネルギー開発・利用を進める上で必要不可欠な資源データソースとなるバイオマスインベントリーシステムを開発する。さらにエネルギー効率化技術として、新たな燃焼技術と炭化技術の開発を進める。完成度の高い技術についてはパイロット事業による検証、実用化を目指す。

また、こうして開発された未利用・新エネルギーを熱源ネットに供給・接続する技術を開発する。

(4) 省エネルギー型都市構造の評価技術の開発

今後、長期的に省エネルギー型都市を推進していくためには、どのような都市構造が熱源ネットワーク構築にとって有利なのか、省エネルギーの効率化のために有利なのかを評価する技術が必要となる。そこで、京都議定書達成計画に盛り込まれているエネルギーの面的利用について、各地で事業化を推進するため、熱源ネットワークの整備効果を評価する技術を開発する。

また、各都市の地形や規模に応じた、土地利用、地区別人口、交通ネットワーク等について、都市類型（コンパクト型、副都心型等）や民生施策（熱源ネットワーク導入、住宅やオフィスの省エネルギー化等）、交通施策（渋滞解消、バスのサービス水準向上等）をインプットとし、アウトプットとしてCO₂排出量の削減効果、省エネルギー効果、経済効果（生産額等）を評価する、エネルギー消費の観点から見た都市構造評価技術を開発する。

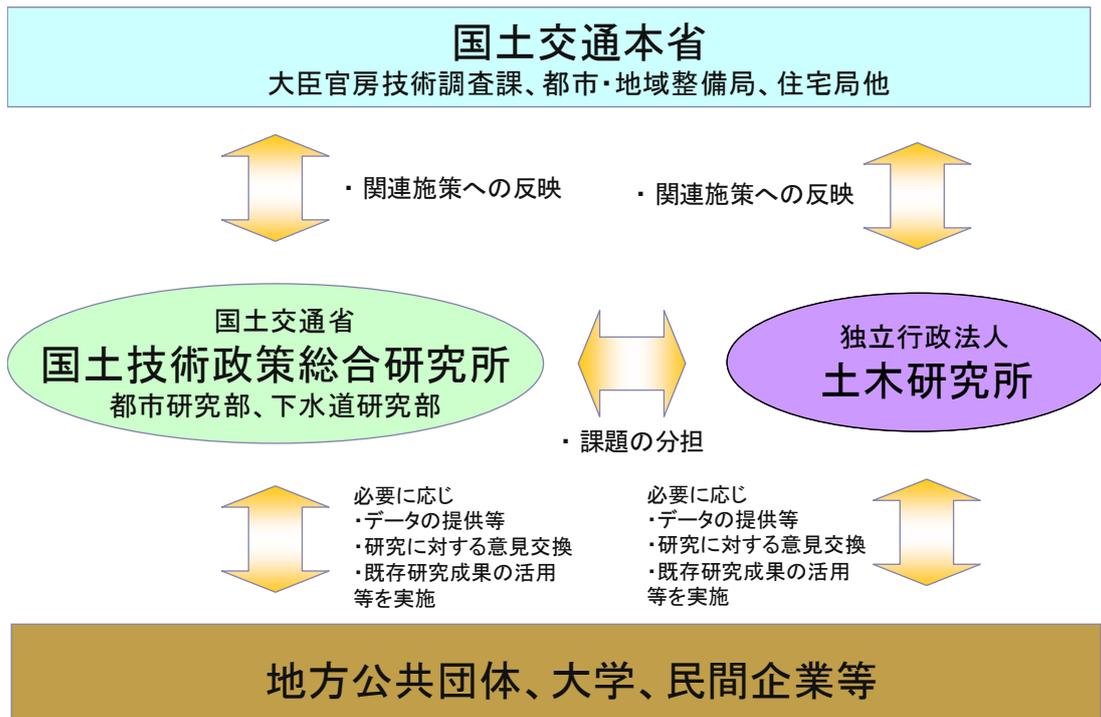
6. 年度計画

	18年度	19年度	20年度
各種熱源ネットワーク化技術の開発			
熱源ネット内の熱コントロール技術			
熱源ネット(街区レベル)と連携する建物側システム			
ネットワーク管の低廉化技術の開発			
熱源ネット間(街区レベル)の連結技術の開発			
下水道の熱源・空間利用技術の開発			
下水管への排熱放出技術			
下水道システムへの影響評価技術			
未利用エネルギー・新エネルギーの実用化技術の開発			
バイオマス・インベントリーシステム			
バイオマス・エネルギー実用化技術			
未利用・新エネルギー熱源ネット供給・接続技術			
省エネルギー型都市構造の評価技術の開発			
熱源ネットワークの効率性評価技術			
省エネルギー型都市構造評価技術			

7. 研究実施体制

本研究の実施に当たっては、国土交通本省及び独立行政法人土木研究所と適切な連携を図る。

また、本研究の対象とする省エネルギーに関する分野は、大学その他関連省庁の研究機関においても数多くの研究がなされていることから、効率的な研究の推進と役に立つ成果の創出のため、必要に応じて大学や他の研究機関とも適切に連携できる体制とする



8. 関連研究の状況

- ・臨海部再生に係わるエネルギー供給基盤整備検討調査
（都市基盤整備公団、H 1 2）
- ・適切な都市排熱を実現する都市排熱処理システム導入検討調査
（（社）日本交通計画協会、H 1 3）
- ・新工場における余熱利用調査業務
（大阪市環境事業局、H 1 4）
- ・都市廃熱処理システム導入に関する調査
（国土交通省都市・地域整備局、H 1 4）
- ・東京駅周辺地区未利用エネルギー活用地域熱供給システム事業調査
（（社）日本地域冷暖房協会、H 1 5）
- ・都市廃熱処理システム導入に関する調査検討
（国土交通省都市・地域整備局、H 1 5）
- ・ヒートアイランド現象を緩和する都市廃熱処理システムの事業化調査
（国土交通省都市・地域整備局、H 1 6）
- ・都市廃熱処理システムに関する検討調査
（国土交通省都市・地域整備局、H 1 6）
- ・熱源ネット・エリアマネジメント研究
（早稲田大理工総研、H 1 6）
- ・性状の異なる汚泥の共同処理に関する調査
（土木研究所、H 1 2～H 1 3）
- ・下水汚泥保有エネルギーの高度利用システムに関する調査
（土木研究所、H 1 2～H 1 5）
- ・下水汚泥を活用した有機質廃材の資源化・リサイクル技術に関する調査
（土木研究所、H 1 4～H 1 7）
- ・草木廃材の緑化資材としての有効利用技術に関する研究
（土木研究所、H 1 4～H 1 7）
- ・都市環境施策の社会的・経済的影響の定量評価に関する研究
（国土交通政策研究所、H 1 5）
- ・都市シミュレータの開発
（嶋幸宏・前田博敏・斎藤真人・嶋本孝平（アジア航測）、松本明・内藤弘（EX）、森田哲夫・中野敦（IBS）、秋澤淳・細見正明・柏木孝夫（東京農工大）、H 1 3）

既存の都市施設を活用した省エネルギー型都市構造技術の開発 研究マップ

予算計上課題名

- 課題①：熱源のネットワーク化
- 課題②：下水道の熱源・空間利用
- 課題③：バイオマスエネルギー利用
- 課題④：都市構造評価

分野・対象	目標達成に必要なアプローチ	ニーズ・課題の整理	技術開発			政策化
			概念	基礎	実用化	
各種熱源のネットワーク化	熱コントロール技術	黄色	←	①	→	斜線
	熱源ネットワークと連携する建物側システム	黄色	←	①	→	水色
	熱源のネットワーク化技術	黄色	←	①	→	水色
下水道の熱源・空間利用技術の開発	下水管への排熱放出技術	赤色	←	②	→	水色
	下水道システムへの影響評価技術	赤色	←	②	→	水色
未利用エネルギー・新エネルギーの実用化	バイオマスのエネルギー利用	点状赤色	←	③	→	水色
省エネルギー型都市構造の評価	熱源ネットワークの効率性評価	黄色	←	④	→	水色
	省エネルギー型都市構造評価	赤色	←	④	→	水色

- かなり研究が進んでいる領域
- ほとんど研究が進んでいない領域
- いくらか研究が進んでいる領域
- 国総研で過去に取り組んできた研究領域