

環境研究拠点

水再生循環によるアジアの水資源開発研究拠点

Group Theme 再生水を利用したグリーン空間の創造

循環水を住空間に適用する蓄熱放射冷暖房システム

水循環システムとして地中熱、太陽熱を用いた蓄熱放射冷暖房システムを開発しています。

水資源の確保と安定供給は、21世紀の世界において最も重要な課題の一つです。「水再生循環によるアジアの水資源開発研究拠点」では、その解決の一助となる持続可能な水利用を実現するために、水の再生・循環による新しい水循環系を創出することを目的としています。本拠点を中核として、水再生・水循環に関わる技術の開発と、水再生過程で生じる資源を有効利用するための循環システムの検討、さらに再生後の水を利用するグリーン空間の創出という3つのアプローチで研究を進めており、中でも私のグループは、第3のアプローチである建築・空間の創造という視点から水の再利用の可能性を探っています。

水再生・循環の技術やシステムを社会に実装するためには、技術開発だけでなく、再生した水を建築や都市での利用や、景観やランドスケープの創造に適用する方法も考える必要があります。本拠点で構築する水再生システムが受け入れられ、再生水の普及を促進するために、実際に利用しながらアメニティの高まる居住施設デザインを探究します。

とりわけ再生水を省エネルギーやヒートアイランド現象の抑制に役立てる水循環システムの構築を目指しています。その一つとして取り組んでいるのが、「地中熱および太陽熱を直接利用する躯体スラブ蓄熱放射冷暖房システム」の開発です。ポンプと高耐久樹脂配管で循環水のみを利用し、地中熱や太陽熱を採熱することで、建物の躯体スラブを介して直接室内を冷

暖房するシステムです。地中温度は年間を通じて15℃から18℃程度に保たれており、冷房に適しています。但しこの温度での除湿は難しいため、結露防止手法や除湿システムの確立も図っています。さらに太陽熱によって冬季の暖房にも活用できるシステムとすることで、空調機器としての有効性を高めます。

ヒートポンプなどの機器を使って地中熱や太陽熱などを活用する空調システムはすでに世界でも多くの事例がありますが、高コストにもかかわらず、エネルギー効率が低いものが少なくありません。本プロジェクトで開発するシステムは、ポンプだけを使ったシンプルな構造でインニシャルコストを抑えるとともに、高いエネルギー効率、さらに高い耐久性も期待できます。

高エネルギー効率、低コストの工法を開発し新棟「トリシア」で検証実験を行います。

本プロジェクトで特長的なのは、立命館大学びわこ・くさつキャンパス内に2014年に竣工した理工系新棟「トリシア」を研究・実験施設として、さまざまな新技術を導入し、実際に効果を検証しながら研究を進めることです。まず太陽熱の採熱、および躯体スラブから室内への放熱に用いる配管として、金属フィルムで強化したポリエチレン管を利用し、5階建ての建物屋上のシンダーコンクリート内、および3階と5階の床のコンクリートスラブ内に埋め込みました。この管は、熱伝導性が高い上に施工が容易で、

しかも耐久性が高く、建物と同等の約50年もの寿命が期待できます。この管を介して屋上で採熱し、また3階・5階の上下階では、躯体スラブから室内に放熱します。

一方、地中熱を採熱するためには、まずは、ボアホールという穴を地中深く掘ります。従来工法では、機械ボーリングによって地中100mの深さまで掘削していますが、この方法には大型の掘削機械が必要で、多くの残土の処理も出るため、施工コストがかかります。そこで本プロジェクトでは、翼付鋼管杭で回転しながら掘削する新工法も合わせて採用しました。新工法では、ボアホールの深さを35mと従来工法に比べて浅くし、機械の小型化と掘削時に発生する土の低減を実現します。これによって、施工費を大幅に低減することが可能になります。両工法による掘削は、比較実験することで、効果を実証しています。

地中熱の採熱にあたっては、建物の基礎部分に水平に配管を埋設する方式も検討しています。配管の敷設方法によって採熱効率やコストが変わるため、従来工法に加え、工場出荷時のループ形状そのままで管をスライドしながら施工してゆくスリキー方式でも敷設し、採熱効率や施工コストを比較実験しています。

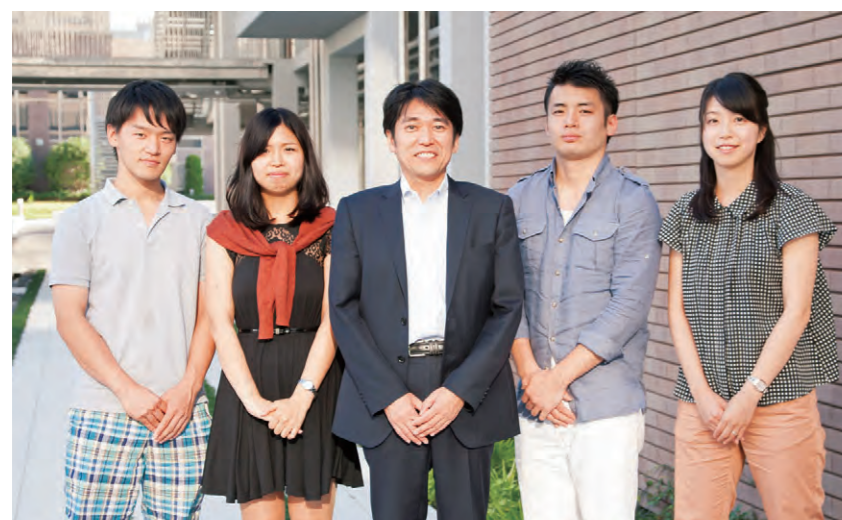
また躯体に配管を埋め込む方法は新築時にしか採用できないため、改修で既存建物に適用できる方法も検討しています。例えば、既設建物の屋上に設置可能な太陽熱採熱配管ユニットを検討する他、配管を躯体スラブ内に埋め込まず、天井部の上階スラブに貼り付ける方法も開発しています。結露防止手法や除湿システムに関しては、外気処理空調機やデシカント空

調機による除湿の他、シーリングファンによる結露防止なども検討しています。

2014年夏、冷房システムに関わるさまざまなデータを収集し、現在分析中です。評価には分析結果を待たねばなりません、省エネで快適性が向上するなど一定の効果が得られつつあります。

「トリシア」で実験を行いながら環境負荷を低減するヒューマンファクターを組み込んだ空調システムを開発中です。

その他にも、実験施設である「トリシア」を活用し、環境負荷低減に関わる新技術について検討を行っています。一つは、ヒューマンファクターを組み込んだ空調システムの開発です。空気砲の原理を空調に適用し、冷暖房した空気を直進性の高い渦輪気流として噴射し、室内にいる個人にピンポイントで当てる方法を開発し、実証実験を行っています。加えて外気温度の変化が快適性に及ぼす影響についても検討しています。暑熱環境の8月と、それほど暑くない9月に、人が「快適」と感じる中立温度を測定したところ、外部が暑熱環境であるほど、室内に入った人は無意識に快適だと感じる温度を高め修正することが明らかになりました。こうした検証結果をもとに、ヒューマンファクターを組み込んだ空調システムの構築も目指していきます。



[写真中央]

立命館大学理工学部 教授

近本 知行 グループリーダー

[写真左]

理工学研究科 博士課程前期課程1回生

宮城 令

[写真左中]

理工学研究科 博士課程前期課程1回生

小崎 麻莉菜

[写真右中]

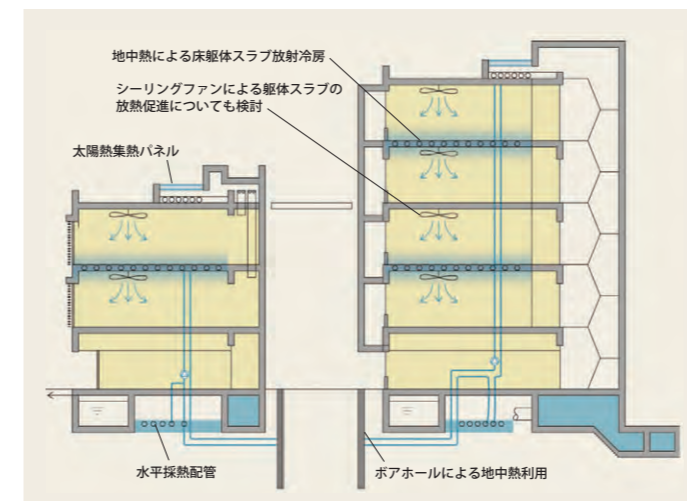
理工学研究科 博士課程前期課程1回生

鳥羽 大樹

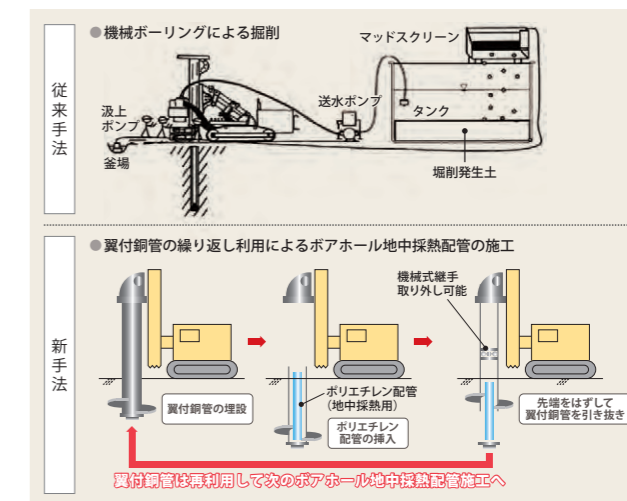
[写真右]

立命館グローバル・イノベーション研究機構 専門研究員

李明香



「トリシア」での地中熱・太陽熱利用躯体蓄熱空調システム



ボアホール施工法

●参考文献/1 近本知行, 関根賢太郎, 小林陽一他, 「地中熱、太陽熱を直接利用する躯体スラブ蓄熱放射冷暖房システムに関する研究(その1~4)」日本建築学会大会学術講演会D-2, pp.609-616 (2014) 2 Ryo Ishiguro, Tomoyuki Chikamoto, Satoshi Hashimoto, Ryozo Inada, Atsushi Nishino and Takashi Akimoto: Airflow Control for Personal Air-Conditioning in a Partly Unoccupied Zone using a Multi-Flow Ceiling Cassette Type Packaged Air-Conditioner, International Journal of Ventilation, Volume 9 No 4, pp.393-403 (2011) 3 近本知行, 小林知広, 太田涼平, 伊藤純一, 「夏期における外気温度変化が熱的快適性へ及ぼす影響に関する研究(その4) 暑熱時期及び暑熱緩和時期の検証」日本建築学会大会学術講演会オーガナイズドセッションD-2, pp.419-422 (2014)

●連絡先/立命館大学びわこ・くさつキャンパス 近本研究室 電話:077-561-3029 <http://www.ritsumeai.ac.jp/se/rv/chikamoto/homepage/web.html>