第6回　放射（輻射）冷暖房協議会セミナー
「脱炭素社会と放射（輻射）空調（全2回）」，第2回：脱炭素化に向けた日本の取り組み，
2022年3月2日（水）13：30～16：00

「ISO検討の動向
ー 埋込式放射システムのタイプと
床吹出し空調システムのエネルギー性能」

芝浦工業大学 建築学部長・教授
秋 元 孝 之

芝浦工業大學
SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
Established 1927

ISO 11855
ISO TC 205/WG 8

ISO 11855-1:2021/WD AMD 1
Building environment design — Embedded radiant heating and cooling systems — Part 1: Definitions, symbols, and comfort criteria — Amendment 1
建物環境設計 — 埋込式放射暖冷房システム — パート1：定義、記号、および快適基準 — 修正1

ISO/WD 7615
ISO TC 163/SC 1/WG 22

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols
建築システムのエネルギー性能 — 床吹出しシステム — パート1：定義、用語、技術仕様、および記号

ISO 11855
Building environment design — Embedded radiant heating and cooling systems

- **Part 1:　Definition, symbols, and comfort criteria**

- この規格では、組み込み放射加熱および冷却システムの基本的な定義、記号、および快適性の基準を指定している。

ISO 11855
Building environment design — Embedded radiant heating and cooling systems

- **Part 2:　Determination of the design heating and cooling capacity**

- この規格では、水ベースの表面加熱および冷却システムの熱流束を、システムの中間温度差に対して決定できるようにするための手順と条件を指定する。水ベースの表面冷暖房システムの熱性能とこの規格への適合性の決定は、設計文書とモデルに従って計算することによって実行される。これにより、水ベースの表面冷暖房システムの均一な評価と計算が可能になる。

ISO 11855
Building environment design — Embedded radiant heating and cooling systems

● Part 3: Design and dimensioning

- この規格は、放射加熱および冷却システムの加熱および冷却能力を確保するためのシステム設計および寸法設定方法を確立している。

ISO 11855
Building environment design — Embedded radiant heating and cooling systems

● Part 4: Dimensioning and calculation of the dynamic heating and cooling capacity of Thermo Active Building Systems (TABS)

- この規格では、ソーラーゲイン、内部ヒートゲイン、換気などのヒートゲインに基づいて、Thermo Active Building Systems（TABS）のピーク冷却能力を計算し、水側の冷却電力需要を計算することができる。チラーのサイズ、流体の流量などに関して、冷却システムのサイズを決定するために使用される。
- この規格では、非定常状態での加熱および冷却能力の計算を目的とした詳細な方法を定義する。

ISO 11855
Building environment design — Embedded radiant heating and cooling systems

● Part 5: Installation

- この規格は、埋込式放射加熱および冷却システムの設置に関する要件を確立する。暖房/冷房システムが特定の用途に適していることを保証するために、暖房および冷房の床、天井、壁の構造の設計と建設に関する一般的で統一された要件を指定する。この規格で指定されている要件は、加熱/冷却システムのコンポーネントと、加熱/冷却面の一部であり、加熱/冷却システムのために設置されている要素にのみ適用される。

ISO 11855
Building environment design — Design, dimensioning, installation and control of embedded radiant heating and cooling systems

● Part 6: Control

- この規格は、埋込式放射加熱および冷却システムの制御に関するガイドラインである。暖房/冷房システムが特定の用途に適していることを保証するために、暖房および冷房の床、天井、壁の構造の設計と建設に関する統一された要件を指定する。この規格で指定されている要件は、加熱/冷却システムのコンポーネントと、加熱/冷却面の一部であり、加熱/冷却システムのために設置されている要素にのみ適用される。

ISO 11855

Building environment design — Design, dimensioning, installation and control of embedded radiant heating and cooling systems

● Part 7: Input parameters for the energy calculation

- この規格では、水ベースおよび電気表面の冷暖房システムの熱流を、システムの中程度の温度差に対して決定できるようにするための手順と条件を指定する。水ベースの表面冷暖房システムの熱性能とこの規格への適合性の決定は、設計文書とモデルに従って計算することによって実行される。これにより、水ベースの表面冷暖房システムの均一な評価と計算が可能になる。

● ISO11855の現在の放射システムタイプ分類の欠陥と不整合

1. 各システムタイプの特徴を明確に説明するためのシステムタイプの名称や説明がない。
2. ISO 11855の一部では、1つのシステムタイプが複数回表示されており、図が異なる場合や、まったく同じ形式ではない場合がある。そのため同じシステムタイプの図は、繰り返し異なる方法で表示されている。
3. ISO11855内でシステムタイプの数値を提示する一貫した方法が必要である。
4. システムタイプを1つの別個のシステムタイプとして定義する原則が必要である。

5. システムタイプの名前と説明を使用して、この原則に基づいてシステムタイプの特性を明確に説明できるようになる。
6. システムタイプの図の表示の原則が必要である。
   -レイヤーの説明のほとんどは、各レイヤーの機能を説明するためのものだが、インストール方法、形態、または材料を説明する場合もある。
   -同じレイヤーに同じ塗りつぶしパターンを使用する必要がある。
7. キーの表示と説明には特定の原則が必要である。
   -キーの番号付けと説明（詳細レベルを含む）の原則が必要である。
   -ISOの推奨に従って、キーポインティングの端の形状とポインティングの位置を提示する必要がある。

ISO 11855-1:2021/WD AMD 1

Building environment design — Embedded radiant heating and cooling systems — Part 1: Definitions, symbols, and comfort criteria — Amendment 1

ISO 11855 Type Declaration

6. Classification of radiant system types
6.1 General

- 放射システムは、システムの熱出力を決定するための計算方法の違いに応じてタイプに分類される。各システムタイプの構成は、システムを構成する主要な要素とレイヤーによって説明される。
- 放射システムは、ウェットシステムまたはドライシステムに分類することができる。

  -ウェットシステム
  設置中に冷暖房パイプを材料にキャストまたは漆喰で塗るシステム。

  -ドライシステム
  加熱および冷却パイプがプレハブ材料に設置されるシステム。

ISO 11855-1:2021/WD AMD 1

Building environment design — Embedded radiant heating and cooling systems — Part 1: Definitions, symbols, and comfort criteria — Amendment 1

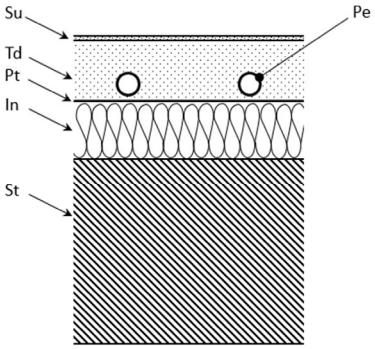
- システムタイプは、次の主要な要素とレイヤーの一部またはすべての組み合わせで構成される。

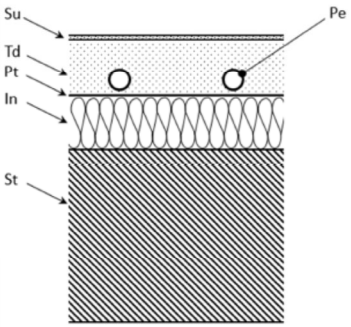
Ag:	air gap
Ct:	capillary tubes
In:	thermal insulation layer
Pe:	pipes or electric cables
Pt:	protection layer
Sc:	structural construction
St:	structural layer
Su:	surface layer
Tc:	thermal conduction layer
Td:	thermal diffusion layer
Tr:	thermal reflection layer

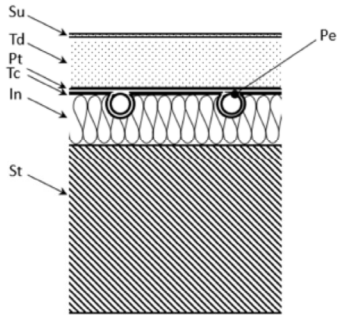
ISO 11855-1:2021/WD AMD 1

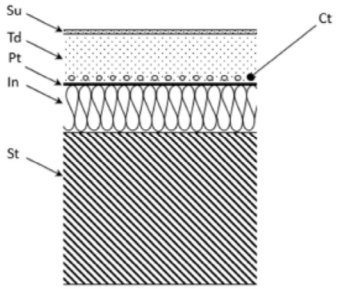
Building environment design — Embedded radiant heating and cooling systems — Part 1: Definitions, symbols, and comfort criteria — Amendment 1

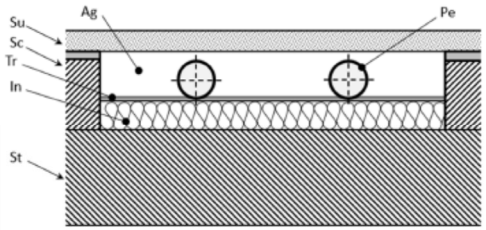
- 熱拡散層は、床用途での重量配分の機能も備えている。 放射システムが加熱か冷却かに応じて、加熱または冷却された熱媒体がパイプを介して供給される。分類に示されているパイプは、電気暖房システムの場合には電気ケーブルになる。
- 放射システムの熱出力は、ISO11855-2に記載されている放射システムタイプに準拠した熱出力計算方法から取得できる。 放射システムタイプ分類に属さない放射システムの場合、熱出力は、測定または有限差分法または有限要素法による詳細な計算方法によって取得できる。
- 各放射システムタイプの説明には、システムタイプの主な特徴、このタイプに属する異なった放射システム、熱媒体と設置方法、熱出力の決定方法、アプリケーション、およびこのタイプに属する以前のシステムタイプが含まれていた。
- 規格で放射システムタイプを明確に定義することにより、ユーザーはシステムの設計、寸法設定、設置、および制御における目的を達成することができる。

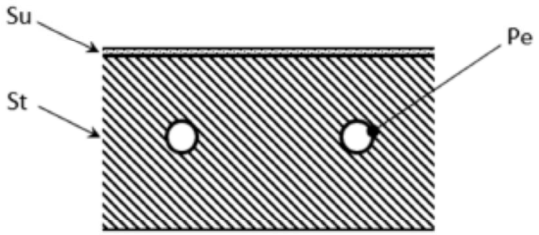


	I
	Pipes directly included in a thermal diffusion layer
	 **Key** In thermal insulation layer; Pe pipes or electric cables; Pt protection layer; St structural layer; Su surface layer; Td thermal diffusion layer
method for determining the thermal output	Calculation method if boundary conditions are full filled; measurement method if not
application	System can be used as heating and cooling systems, installed in floors, walls, and ceilings.
previous classification types	Type A, C, H, J and I

type	II
system characteristics	Pipes included in thermal insulation layer with additional thermal conduction layer
drawing	 **Key** In thermal insulation layer; Pe pipes or electric cables; Pt protection layer; St structural layer; Su surface layer; Tc thermal conduction layer; Td thermal diffusion layer
method for determining the thermal output	Calculation method if boundary conditions are full filled; measurement method if not
application	System can be used as heating and cooling systems, installed in floors, walls, and ceilings.
previous classification types	Type B

type	III
system characteristics	Capillary tubes directly included in a thermal diffusion layer
drawing	 **Key** Ct capillary tubes In thermal insulation layer Pt protection layer St structural layer Su surface layer Td thermal diffusion layer
method for determining the thermal output	Calculation method
application	System can be used as heating and cooling systems, installed in floors, walls, and ceilings.
previous classification types	Type F

type	IV
system characteristics	Pipes with a thermal reflection layer and an air gap to floor covering
drawing	 **Key** Ag air gap In thermal insulation layer Pe pipes or electric cables Sc structural construction St structural layer Su surface layer (floor covering) Tr thermal reflection layer
method for determining the thermal output	Measurement method
application	System can be used as heating and cooling systems, installed in floors of sports halls.
previous classification types	Type G

type	V
System characteristics	Pipes included directly in the structural construction (TABS)
drawing	 **Key** Pe pipes or electric cables St structural layer Su surface layer
method for determining the thermal output	calculation method
application	System can be used as heating and cooling systems, installed in floors and ceilings of office buildings.
previous classification types	Type E (TABS)

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Introduction

- この規格は、床下空気分配システムのエネルギー性能に関連する包括的な一連の国際規格の最初の部分である。床下空気分配システムに関連する定義、用語、技術仕様、および記号を規定するものとする。

Part 1 : 定義、用語、技術仕様および記号

Part 2 : 空間の空気成層の現場測定

Part 3 : 熱減衰の現場測定

Part 4 : 床下プレナムの通気性の決定

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Scope

- この国際規格は、床下空気分配（UFAD）システムで一般的に使用される定義、用語、技術仕様、および記号を定義している。UFADシステムには、上げ床、ゾーンエアハンドリングユニット、床下プレナム、床下エアディフューザーが含まれます。この規格は、床下プレナムを利用して空調された空気を占有スペースに供給するすべてのタイプのシステムに適用される。
- この規格は、エアハンドリングユニット、天井ベースの散気装置、および置換換気システムには適用されない。

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Major approaches to designing underfloor plenums

- 床下プレナムは、ケーブルシステム、電線、その他のサービスのためのスペースとして機能する。
- UFADシステムは、床下プレナムを介して空調された空気を占有スペースに吹き込むことにより、床下プレナムスペースを利用できる。
- UFADシステムと統合された典型的なプレナムの高さは0.15～0.45mである。
- 加圧プレナム、中性プレナム、ダクト式プレナム、および加圧プレナムと中性プレナムの組み合わせ機能を含む、UFADシステムの床下プレナムを設計する際の4つの異なるアプローチがある。

- Pressurized plenum type

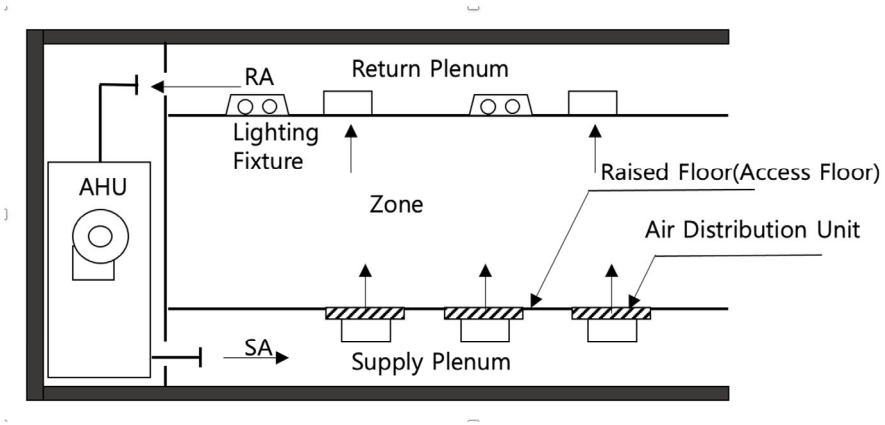


Figure A.1 Pressurized Plenum Type

- Neutral plenum type

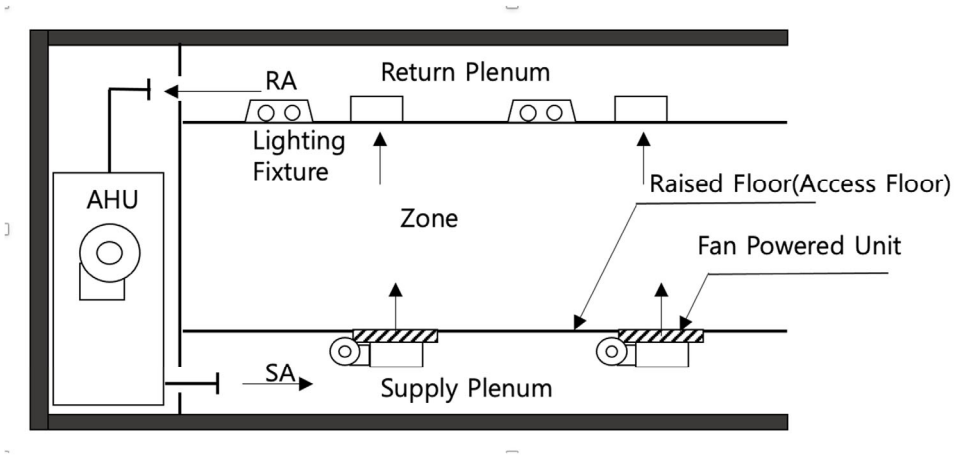


Figure A.2 Neutral Plenum Type

- Combined plenum type

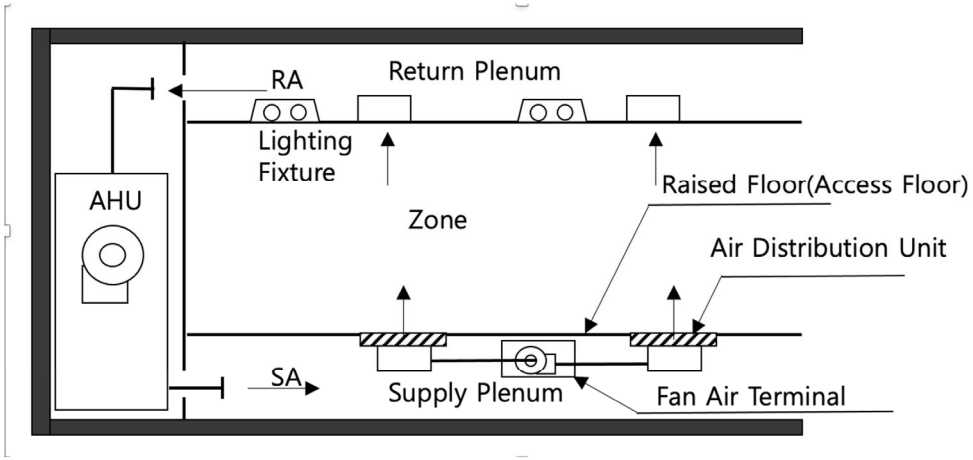


Figure A.3 Combined plenum type

- Ducted plenum type

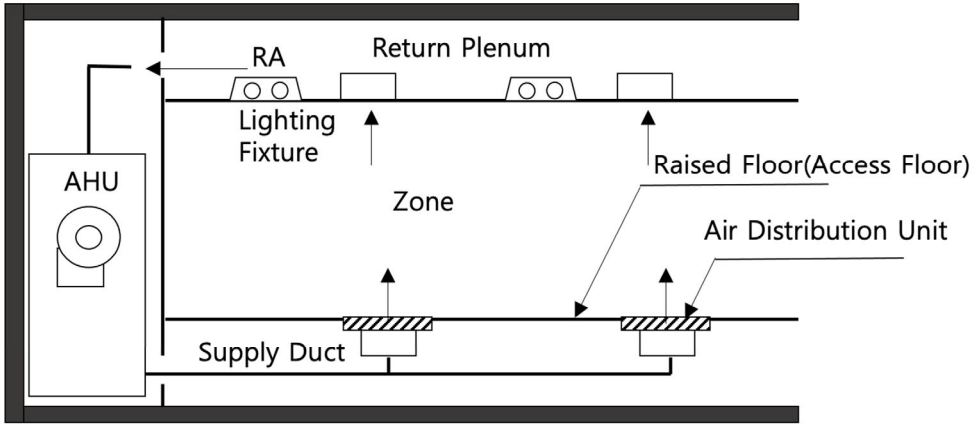


Figure A.4 Ducted Plenum Type

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Major types of diffusers

- Passive swirl diffuser
  - パッシブディフューザーには小さな空気の流れの開口部があり、空調された空気を渦巻く空調された空気で占有ゾーンに供給する。
  - ゾーンの空気と調整された空気を速く混合することを可能にする。
  - 通常は円形のディフューザーだが、空気の開口部の形状に合わせて正方形または長方形のディフューザーを使用することもできる。
  - 一般に、境界ゾーンではなく内部ゾーンに配置することが好ましい。

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Major types of diffusers

- Displacement ventilation diffuser
  - 置換換気ディフューザーでは、空気はその主速度成分が床に平行になるようにゾーンに供給される。
  - これにより、高い成層が生成される傾向がある。

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Major types of diffusers

- Variable-area VAV diffuser
  - 自動または手動管理の方法で給気流量を制御するために、給気ディフューザーにエアダンパーのような内部エアレギュレーターがある。
  - モータードライブによって給気の空気流量または流速を制御するには、ゾーンのサーモスタットと統合されたDC電気が必要となる。
  - ファンを必要としないが、供給される空気の風量を制御するパッシブディフューザーの一種である。

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Major types of diffusers

- Linear bar grille
  - 典型的なバーグリルは、特定の方向、ジェットタイプで空調された空気を供給することができる。
  - 空気の流れの方向を制御することで、通常、周囲のゾーン、特に熱負荷が動的に変化する外部の窓や壁に配置される。

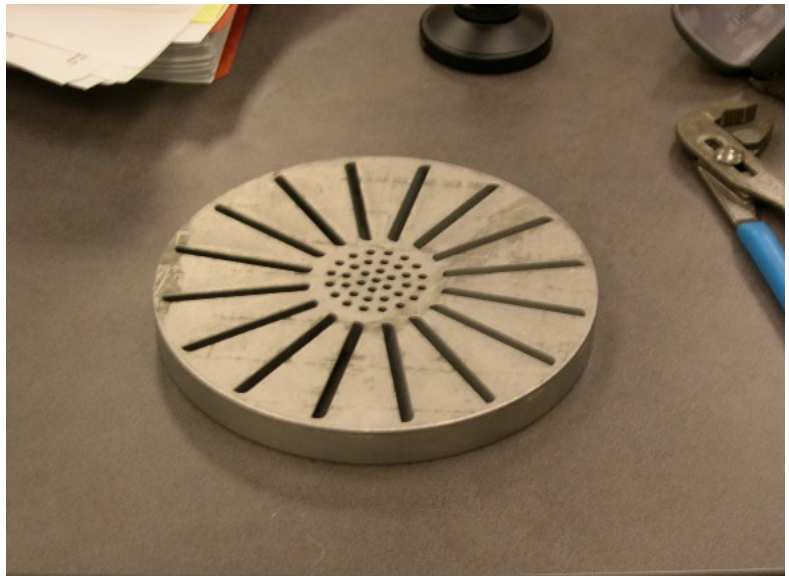
ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Major types of diffusers

- Fan powered VAV diffuser
  - 床下ファン駆動のVAVディフューザーは、ファン操作と統合されたインレット、アウトレット、ダンパーで構成されている。
  - 加熱/冷却/再循環のみのモードに応じて、ダンパーの位置は異なる。

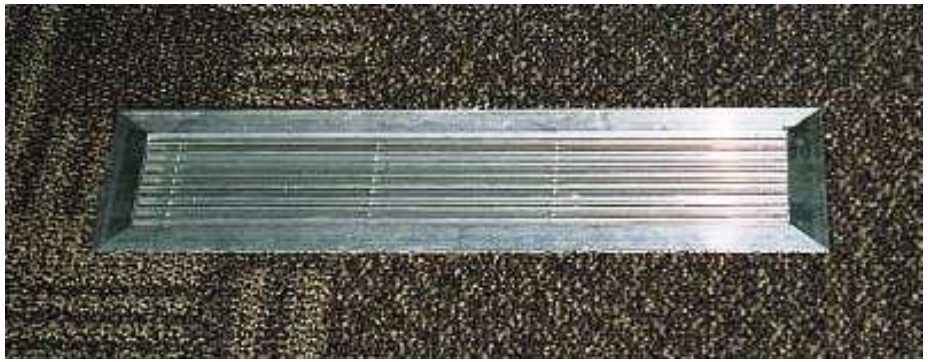
- Passive swirl diffuser

- Displacement ventilation diffuser



- Variable-area VAV diffuser

- Linear bar grille



- Fan powered VAV diffuser

● Major types of perimeter terminal units

- Variable-area VAV diffusers with constant speed heating fan coils
  - 定速暖房ファンコイルを備えた可変面積VAVディフューザーは、2つのディフューザーと定速ファンのセットで構成されており、プレナム空気を気流に誘導することができる。
  - 冷却中は、ファンのスイッチがオフになり、冷房負荷に応じて内部ダンパーによって空気の量が調整される。
  - 加熱中は定速ファンがオンになり、還気が1つのディフューザーを介して居住スペースから引き出され、内部加熱コイルによって加熱された後、居住スペースに戻される。

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Major types of perimeter terminal units

- Variable speed fan coil unit
  - ファンコイルユニット（FCU）、または垂直ファンコイルユニット（VFC）は、ダクトなしで部屋を加熱または冷却するためにコイルとファンを使用するデバイスである。
  - 空気はコイル上を移動し、コイルは空気を加熱または冷却してから部屋に戻す。
  - 可変速ファンコイルユニットの場合、給気を調整できる。
  - 可変周波数ドライバー（VFD）は、ファンモーターの速度を制御するための一般的な機器である。

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Major types of perimeter terminal units

- Fan powered VAV with reheat
  - VAVユニットは、空間空気の再循環および/またはプレナム空気の空間への供給の間で動作モードを変更できる。
  - 空気の流れを切り替えるための制御ダンパーがある。
  - 必要に応じて空調空気を再加熱できる。
  - 空間の熱環境に応じて流量を調整できる。

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Technical performance consideration

- Space air stratification
  - さまざまな動作条件（特性曲線）でのディフューザーの定格の空気成層は、この規格のパート2に従ってテストラボで決定される。
  - 空気成層は、排出角度とディフューザーの有効面積、供給気流、プルームの数、ディフューザーの数、および占有スペースの熱負荷の影響を受ける。

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Technical performance consideration

- Thermal decay
  - さまざまな動作条件（特性曲線）での床下プレナムの定格熱減衰は、この規格のパート3に従って現場で決定される。
  - 床下プレナムの熱減衰は、供給気流、構造スラブと上げ床の断熱、床下プレナム内の気流パターン、占有スペースの熱負荷、および床下プレナムの空気漏れの影響を受ける。

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Technical performance consideration

- Air leakage of underfloor plenum
  - さまざまな動作条件（特性曲線）での床下プレナムの定格空気漏れは、この規格のパート4に従って現場で決定される。
  - 床下プレナムの空気漏れは、上げ床の構造、特に柱とディフューザーが上げ床と接合されている場所に大きく影響される。

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Technical performance consideration

- Acoustic performance
  - ファン駆動のディフューザーまたはファンコイルユニット内に供給される空気の流れが多すぎると、ノイズが発生する可能性がある。
  - 原則として、国内の音響規制に適応させる必要がある。

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Technical performance consideration

- Comfort consideration
  - 居住者は、空気の速度、宇宙空気の成層化によって引き起こされる垂直方向の気温分布、およびディフューザーから出てくる排出温度の影響を受ける。
  - ASHRAE Standard 55（2020）は、頭と足首のレベル間の垂直気温差の制限として3°Cを規定しているが、許容可能な成層は、占有スペースの動作温度に応じて最大7°Cになる可能性がある。熱的快適性のために垂直方向の温度分布を考慮する必要がある。
  - ディフューザーからの排気温度が16°C未満になると、コールドドラフトが発生する可能性があるため、排気温度が16°Cを下回らないように維持する必要がある。

ISO/WD 7615-1
Energy performance of building systems — Underfloor air distribution systems — Part 1: Definitions, terminology, technical specifications and symbols

● Technical performance consideration

- Maintenance of conformity
  - 従来のHVACシステムと同様にUFADシステムに適合させるための運用・保守を行う必要がある。
  - 製品が要件に適合していることを確認するために、上げ床の接合部と断熱材、空間の空気成層、熱減衰、床下プレナムの空気漏れ、空間の空気温度分布、および音響性能のメンテナンスチェックを定期的に実施する必要がある。