2021年6月9日

# “ふく射冷暖房”のすすめ


坊垣　和明

東京都市大学　　名誉教授

一般社団法人　輻射冷暖房普及促進協会　会長

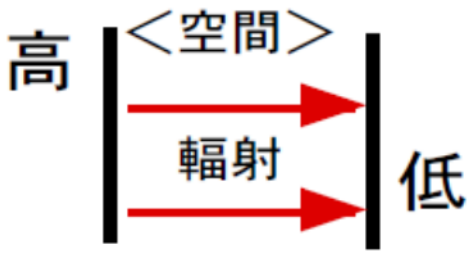
# ❶ 熱と環境

## 冷暖房の基礎

# 1. 熱の移動

1 熱は、温度の高い方から低い方へ

**「伝導」「対流」「放射(ふく射)」 によって移動する**



水も高い方から低い方へ流れる

# 1. 熱の移動

## 2 放射（ふくしゃ；輻射）による伝熱

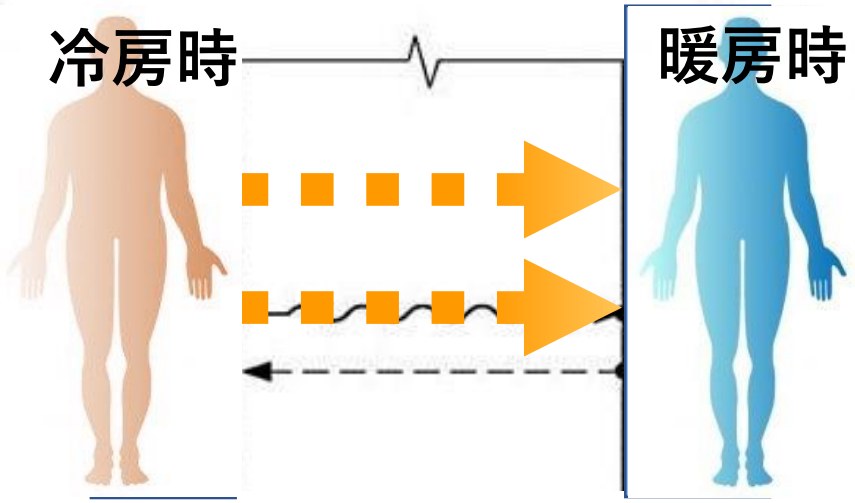
物体の表面から表面へ直接熱移動

**太陽や焚火**
**氷柱**

**コロナ時代にこそ**
**ふく射冷暖房を**

**換気をしながら冷暖房**
**するにはふく射が最適**

**室温に関係なく**
**ふく射面と体表面との間で**
**直接熱授受が行われるから**




ふくしゃ（放射）による熱の移動

# 2. 人体の熱収支

## 1 人体と熱の移動

### 体内の産熱

食物が熱に

### 体表面からの熱放散

①伝導　　わずか

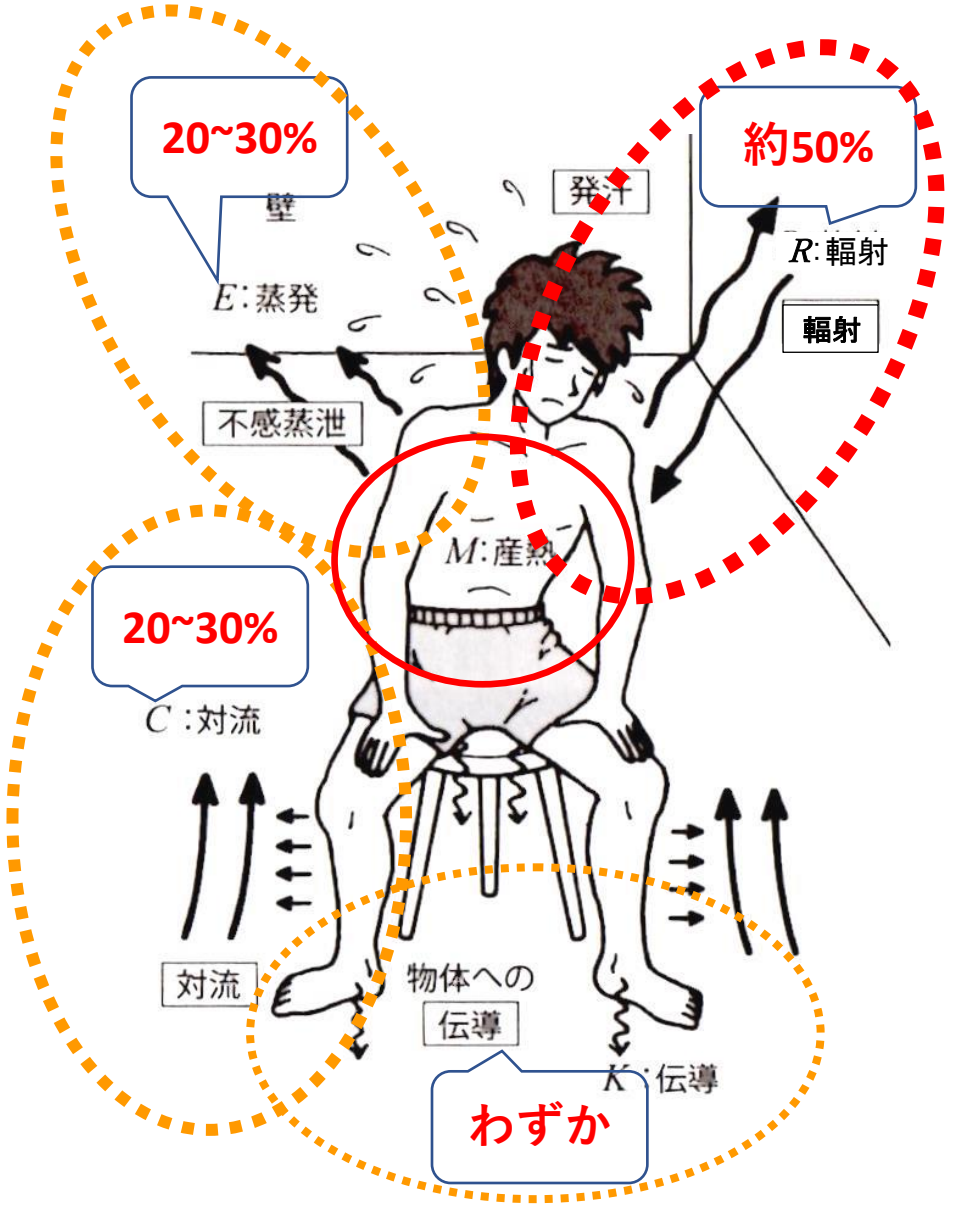
②対流　　20～30％

**③ふく射　約50％**

④発汗や呼吸　20～30％

### ふく射の影響が最大

➡ **ふく射暖冷房**が**効果的**




熱の放散とその割合

出典　住まいと環境　彰国社　2010。10

# 2. 人体の熱収支

## 2 体温の調節

### 熱の発生と放散のバランス

裸で**気温２８℃**の時、**バランスした状態**

この時、皮膚表面の平均温度は**３３～３４℃**

深部体温は**３７℃**

↓

**この状態が快適（暑くも寒くもない）**

### 体温保持の仕組み

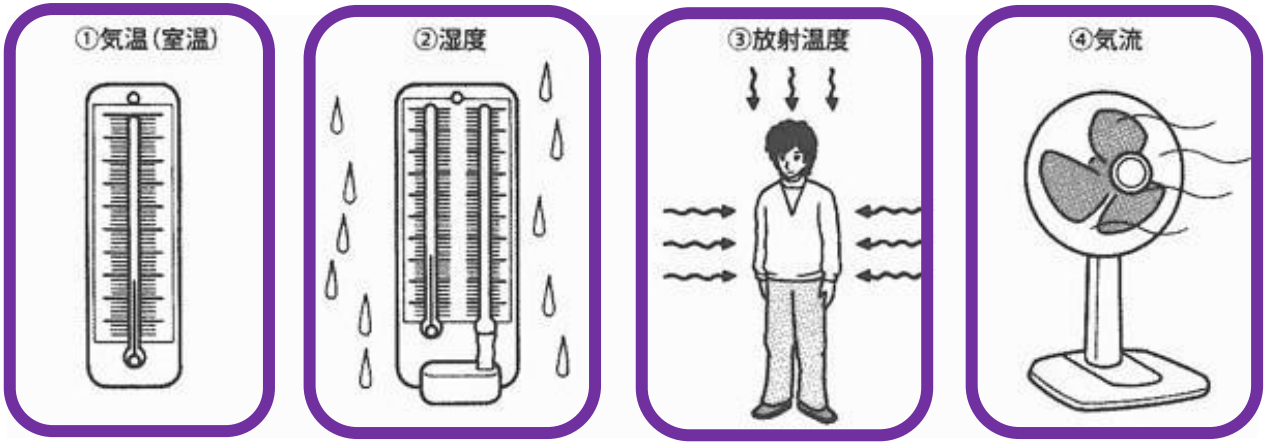
（１）体温調節　　自律性体温調節／行動性体温調節

（２）環境調節　　衣服や冷暖房、寝具（ふとん）

# 3. 暑さ・寒さを決める要素

## 1 温熱４要素と人体側２要素

温熱４要素　①気温　②湿度　③ふく射（放射）　④気流




人体側２要素　⑤着衣量　⑥活動量（代謝量）

出典　住まいと環境　彰国社　2010. 10

# 3. 暑さ･寒さを決める要素

## 2 気温・湿度・気流

### ◆気温の効果

- 暑さ寒さは気温で表わすことが多いが・・・

### ◆気温の不均一の影響

- 温度むら（不均一）が無い環境が理想

  ◆足元は18℃ あればよい　➡ エアコンは、足元が冷える

- ふく射暖房は、床面も温めるので足元の冷えを防ぐ

### ◆湿度の効果

- 夏は　湿度15%＝体感温度 1℃　　冬はあまり効かない

### ◆気流の効果

- 夏は　気流 0.1m＝体感温度 1℃
- 冬は　　1 m/ s ＝体感温度 1℃　　☚冬山の体感温度

# 3. 暑さ・寒さを決める要素

## 3 放射（ふく射）温度

- 体表面と周囲の物体表面との温度差で熱のやり取り
  - ➡ 周囲の物体の表面温度平均が平均放射温度＝ＭＲＴ
  - ➡ ＭＲＴ；Mean Radiant Temperature （℃）

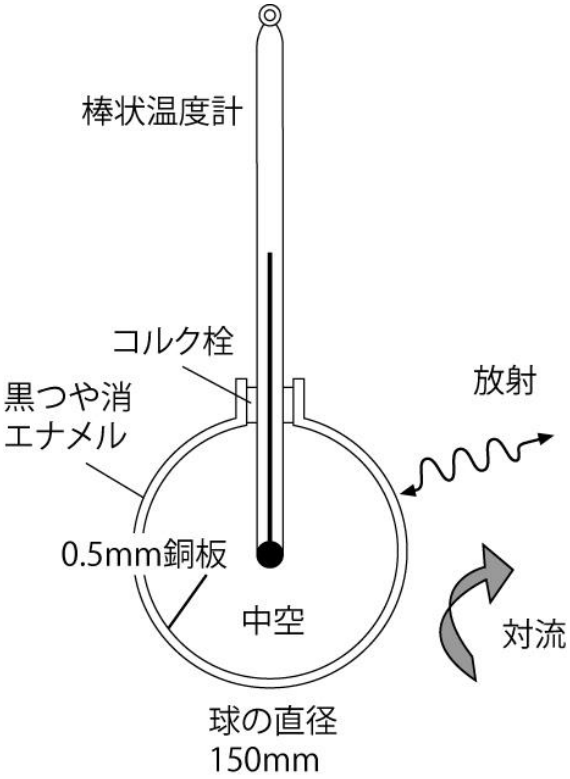
- 測定は簡単でないのでグローブ温度計を用いる

$$t_r = t_g + 2.37\sqrt{v}\,(t_g - t_a) \quad [℃]$$

$t_r$；平均放射温度 ℃
$t_g$；グローブ温度 ℃
$v$；気流 m/s　　$t_a$；気温 ℃

◆ふく射（放射）温度は気温と同等の効果

MRT 1 ℃＝気温 1 ℃



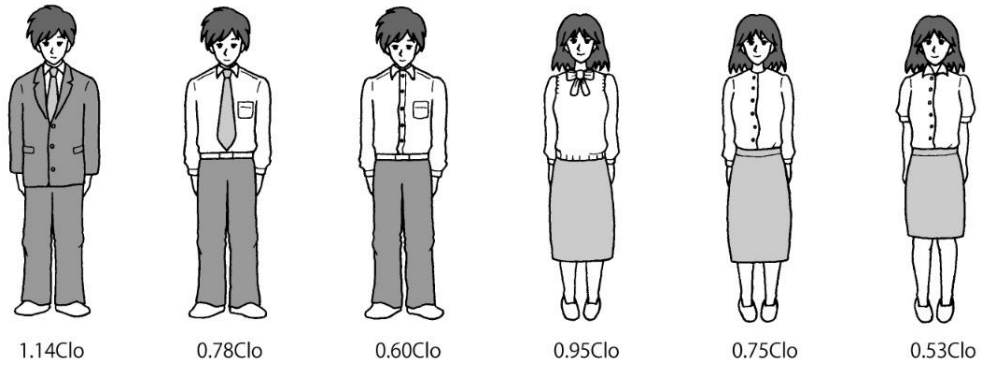

グローブ温度計

# 3. 暑さ・寒さを決める要素

## 4 着衣量　clo（クロ）値

- 着衣の熱抵抗値

  1 clo＝0.155　㎡・℃／W




着衣量とclo（クロ）値

- 具体的には

  ◆セーター１枚＝約 0.2 clo　＝ 体感温度 約 2℃

  ネクタイは約 0.1clo　靴下は約 0.05clo

  ➡ 足元の保温に　靴下、スリッパは有効

出典　住まいと環境　彰国社　2010. 10

# ❷ 暖冷房設備

## ふく射冷暖房のすすめ

図表等の出典
文献１）日本バウビオロギー研究会　通信教育講座
バウビオロギーBIJ第８巻「暖房設備」

# 1. 暖房の功罪

## 1 生物気候学（ビオクリマ）から見た暖房の効果

### （１）暖房による**環境影響**

- 温度差（室内の垂直・水平分布）
- 空気や建材の湿度（含水率）
- 空気の対流、ほこりの発生・循環
- 空中のバクテリア、ウィルス
- 静電気とその帯電、電磁場
- 騒音・振動

### （２）健康への**良い影響**

- 皮膚の血行、代謝が良くなる
- 血圧が下がる
- 免疫システムへの良い影響
- 軽やかかつ深い呼吸
- 中枢神経が穏やかになる
- 生命力

### （３）健康への**マイナス要因**（暖房病）

- 疲労感、不快感、神経過敏
- 風邪
- 睡眠障害
- リュウマチ、循環器障害
- アレルギー、抵抗力の低下、能率低下

「冷房」はさらに大きな健康影響（冷房病）

出典　文献１）通信教育講座バウビオロギー第8巻「暖房設備」

# 2. 理想の暖房

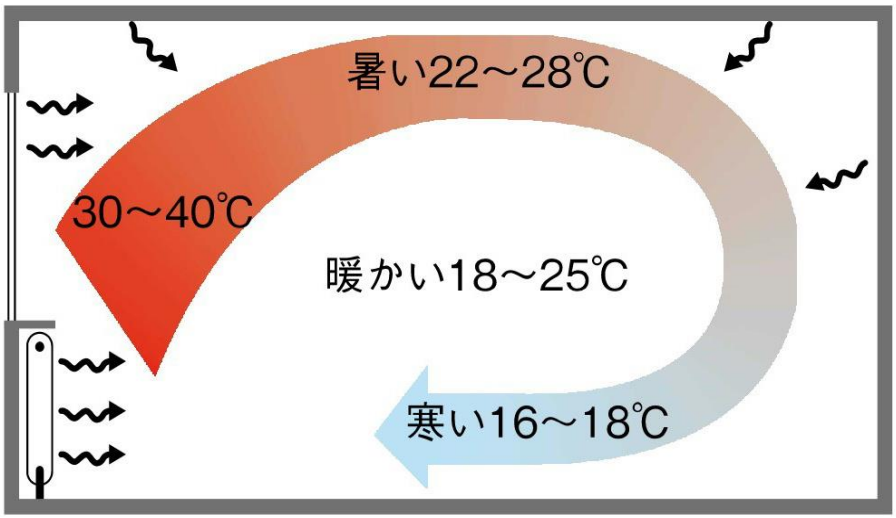
## 1 対流暖房とふく射（放射）暖房

### 上下温度差

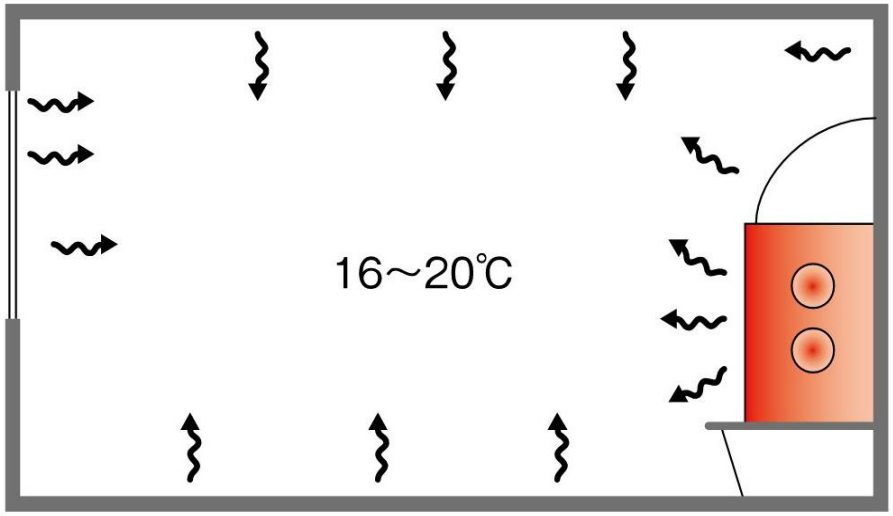
気流があり**塵埃が循環、**
**過乾燥**不均一

### 低温で均質

材料・部位の**乾燥状態維持**
**過乾燥防止**
室温は**18℃**で十分




**対流暖房**
例：エアコン、温風暖房機、ファンヒーター



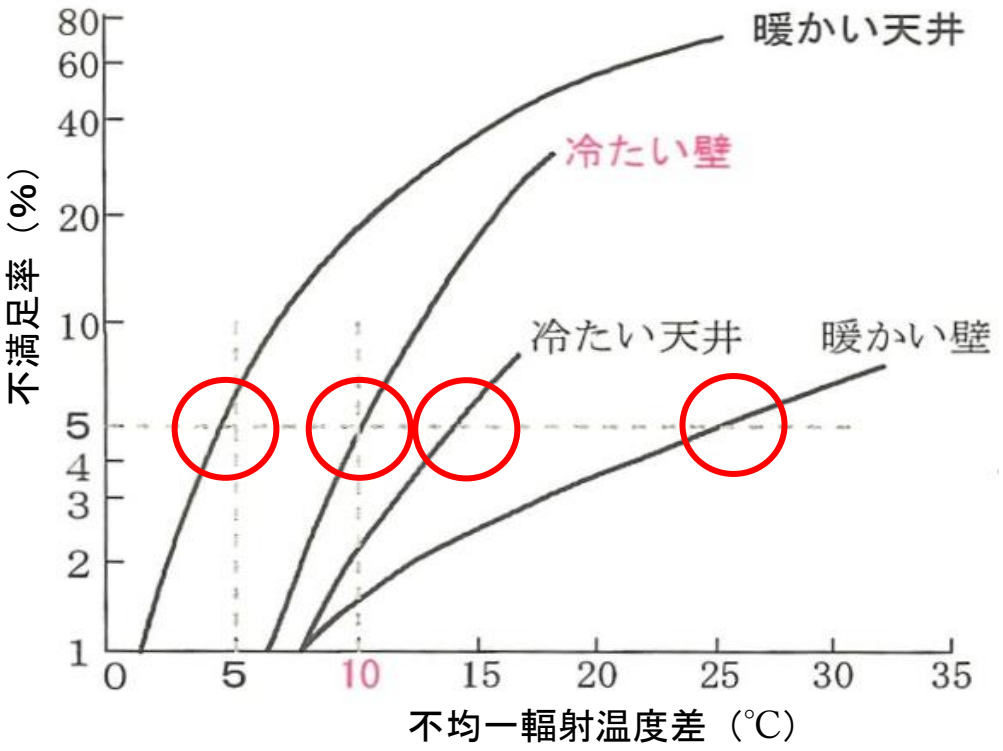

**ふく射暖房**
例：壁暖房、床暖房、天井暖房、暖炉

出典　文献１）通信教育講座バウビオロギー第8巻「暖房設備」

# 2. 理想の暖房

## 2 ふく射面としてふさわしい位置

- ふく射による不均一の特徴
  ふく射面としてふさわしい方向がある
- ふく射暖房では
  天井面は避ける
  壁はよい
- ふく射冷房では
  温度差を小さく




不均一ふく射と不満足率

# 2. 理想の暖房

## 3 ふく射（放射）暖房

### 理想の暖房システム

- 太陽の温かさを理想とするならば、ふく射（放射）暖房が望ましい。
- 人体からの放熱の約**５０％がふく射**によってなされる。

**低温暖房**（熱源25℃、40℃まで）

高い**ふく射熱割合**（70％以上）

低い**表面温度**（20～30℃）

**大面積**のふく射（周壁温に差が生じない）

省エネ、少ないメンテナンス、小さい騒音

# 2. 理想の暖房

## 4 ふく射（放射）暖房　バウビオロギーが勧める**壁暖房**

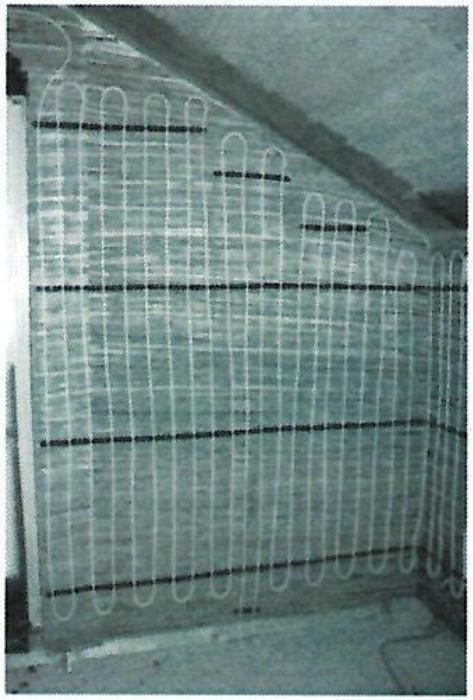


図21　ポリピロピレン管を塗り下地材であるアシボードに留めた壁暖房
（配管は土モルタル、石灰モルタルなどで塗りこむ）

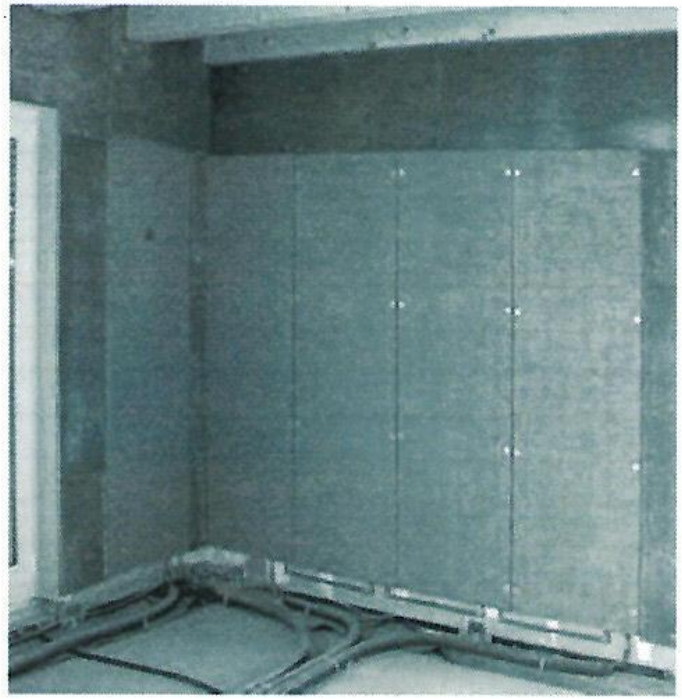


図22　配管を仕込んだ土パネルからなる壁暖房
（ボードは実になっていて、上塗りして仕上げる）

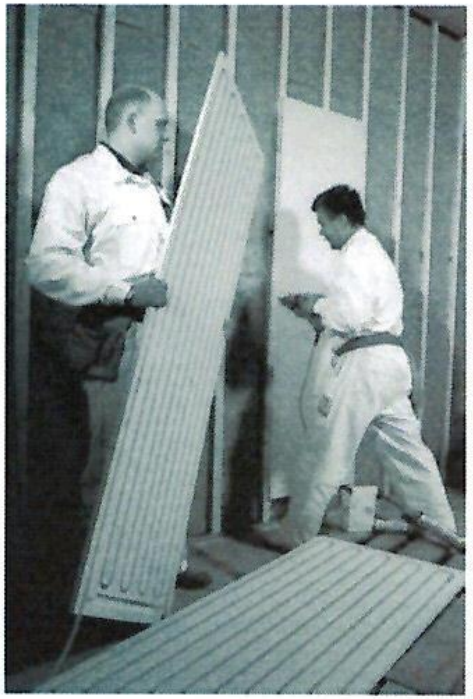


図23　混合管を仕込んである石工繊維板を用いた壁暖房
（ボードは実になっていて、上塗りして仕上げる）

出典　文献１）通信教育講座バウビオロギー第8巻「暖房設備」

# ❸ 快適な居住環境を作る

## ＜新しい壁冷暖房の可能性＞

**ふく射パネルとその効果検証**

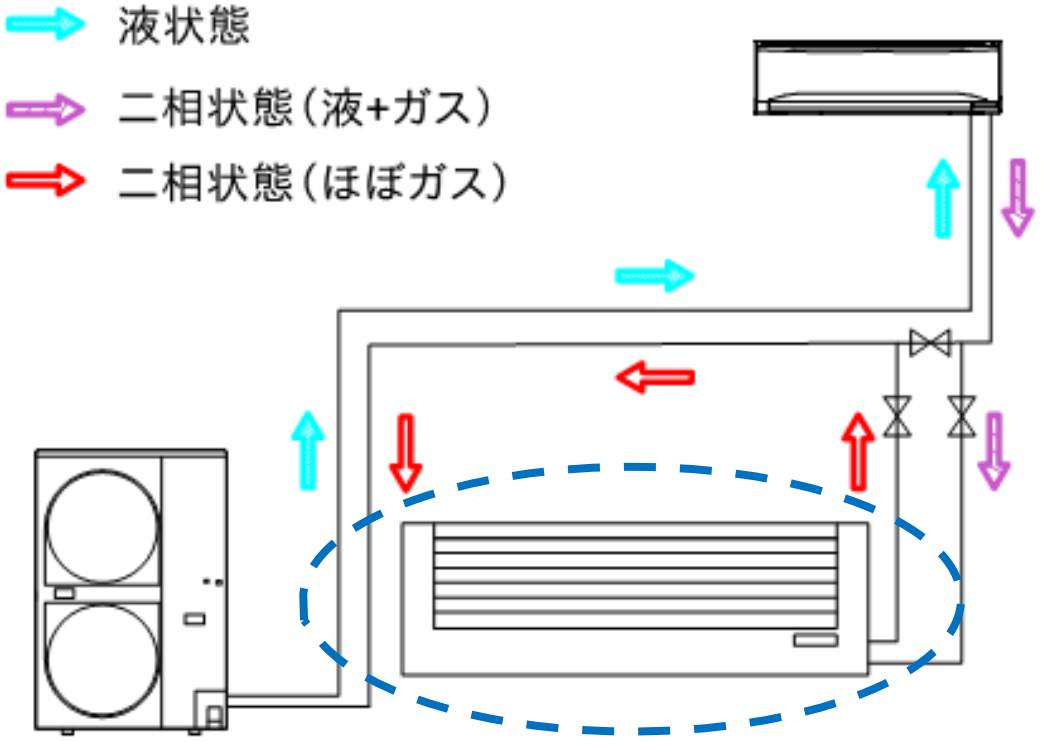
# 1. 新しいふく射(放射)空調システム

## 1 ふく射式冷暖房装置＋対流式エアコン

エアコンの冷媒配管途中にふく射パネルを配置

- 直膨式のふく射パネル　・既設のエアコンに容易に設置可能

3タイプの輻射パネル




システム図(冷房時)

# 1. 新しいふく射(放射)空調システム

## 2 パネルの特徴と表面温度 ＜壁掛けタイプ＞

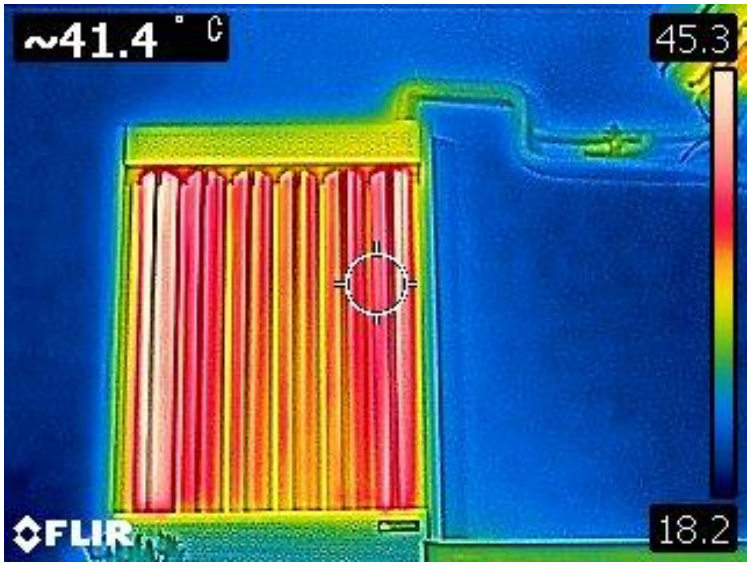
・パネルのサイズは

外寸；H120 ×W82 ×T12 ㎝　　ふく射面；H88 ×W72 ㎝

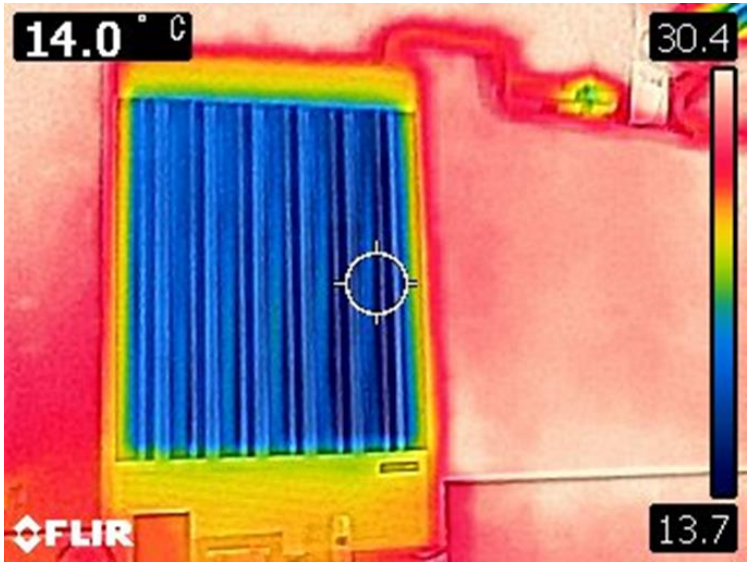
・構成部材はアルミを中心とし木材等　　重量は約20kg

・可動部分は無いので故障の心配は少ない

（ドレンポンプが必要な場合がある）




暖房運転立上り時のパネル赤外線画像




冷房運転定常時のパネル赤外線画像

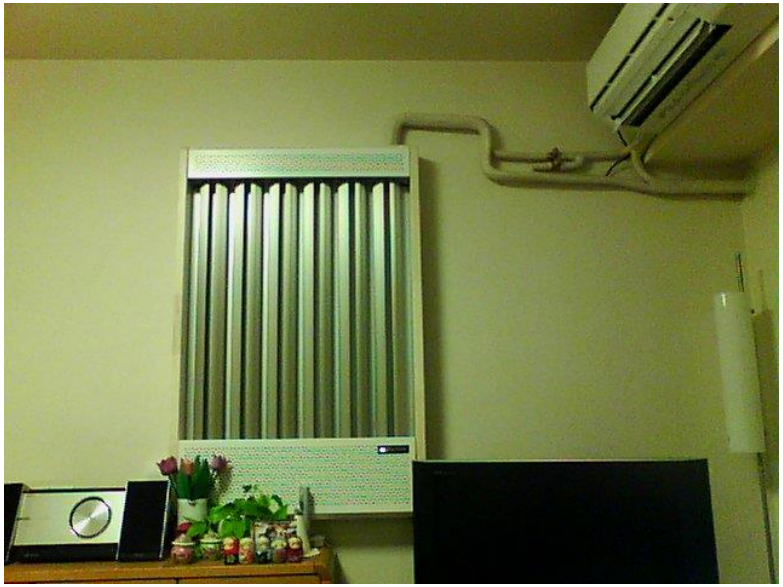
# 2. ふく射パネルの効果　＜住宅の場合＞

集合住宅にふく射パネル（壁掛けタイプ）を設置し、効果を検証

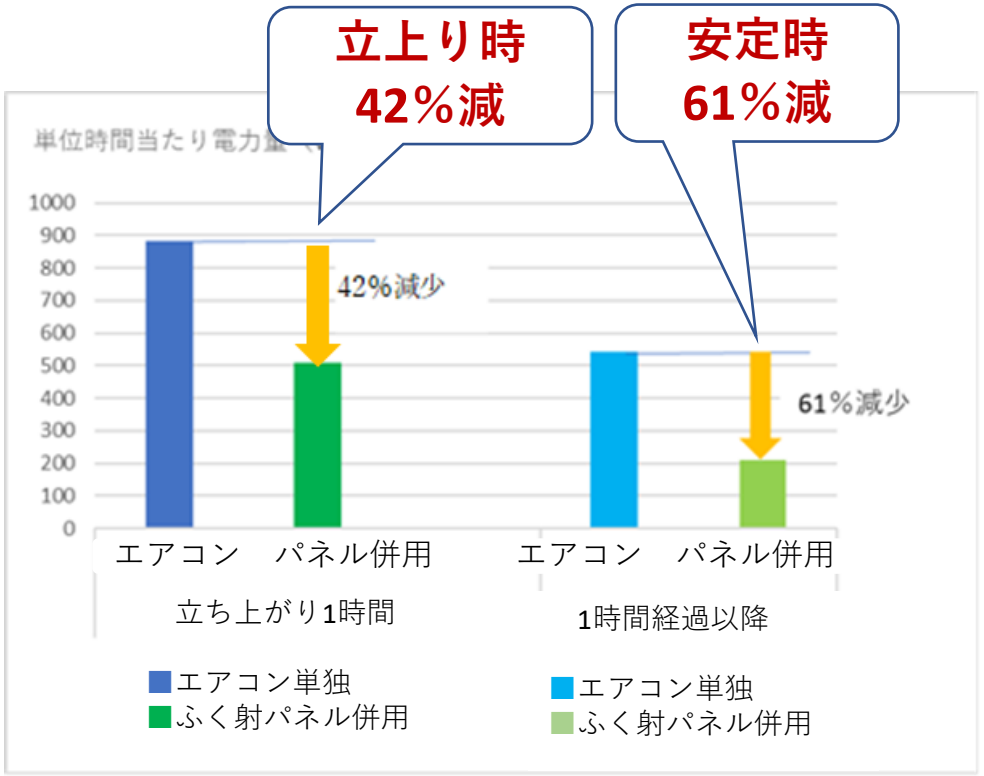
## 1 設置状況等

約29㎡の部屋に設置、室温、表面温等を測定

（居間部分23.5㎡、台所5.4㎡）



輻射パネル設置状況



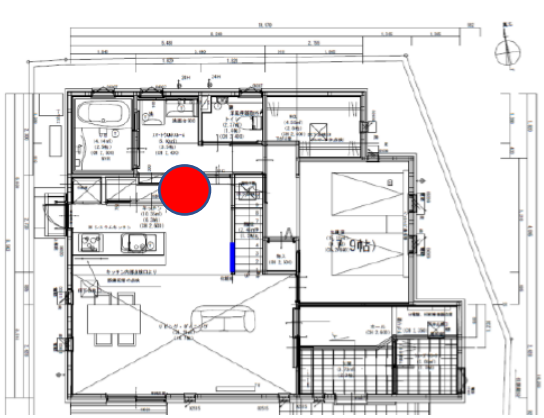

テスト運転結果

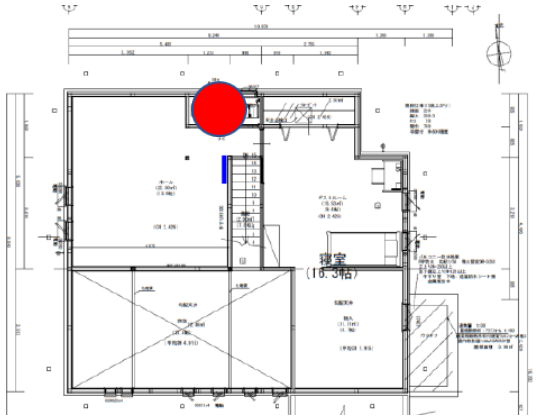
# 2. ふく射パネルの効果 ＜住宅＞

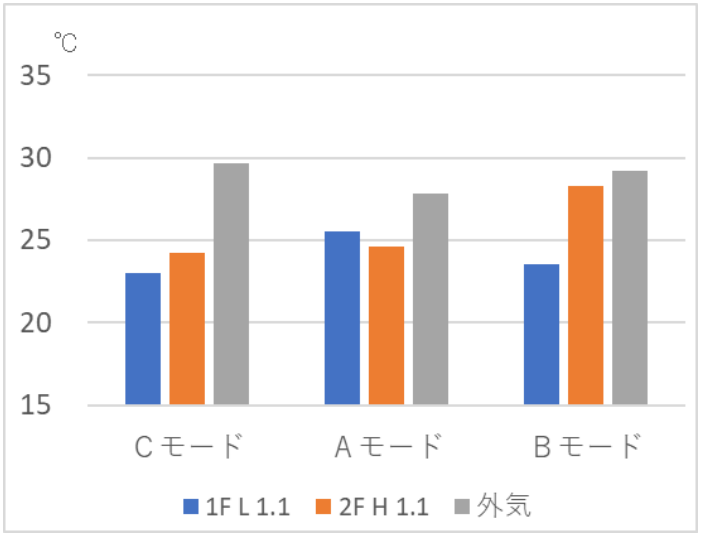
エアコンとふく射パネルで全館空調

## 3 全館空調の可能性

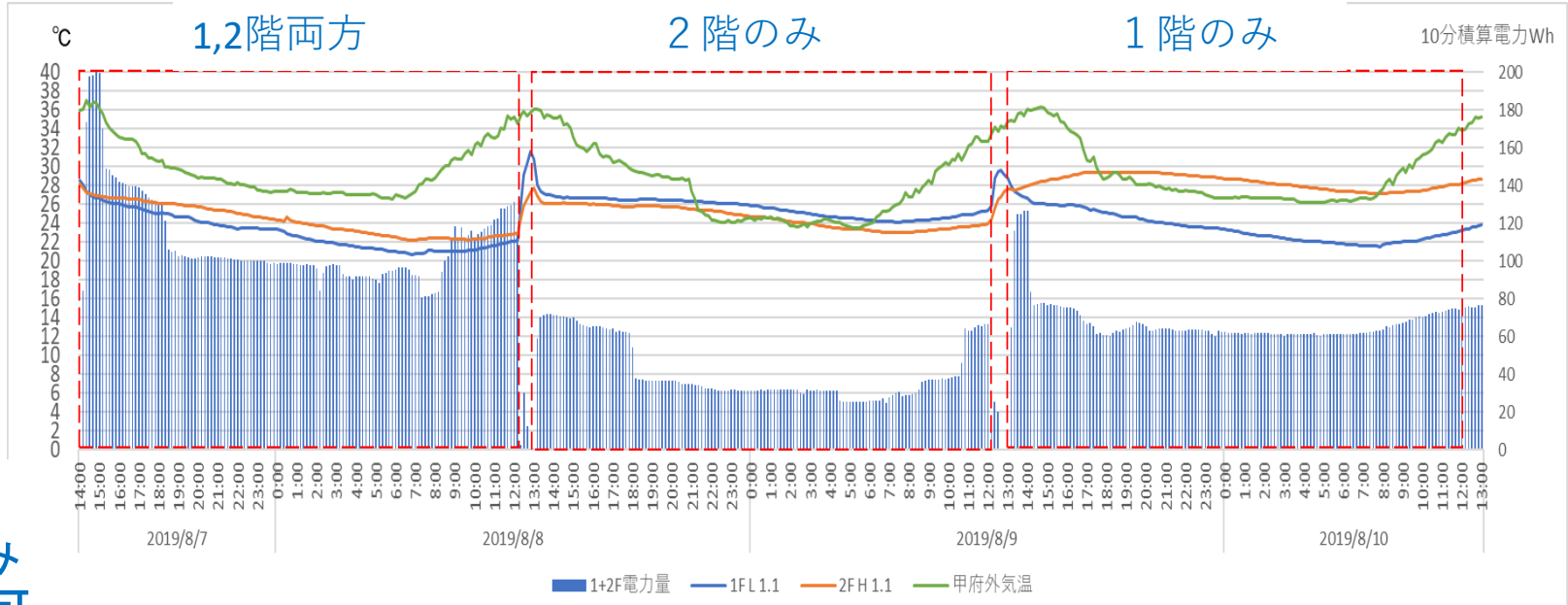
**冷房時**








平均室温比較



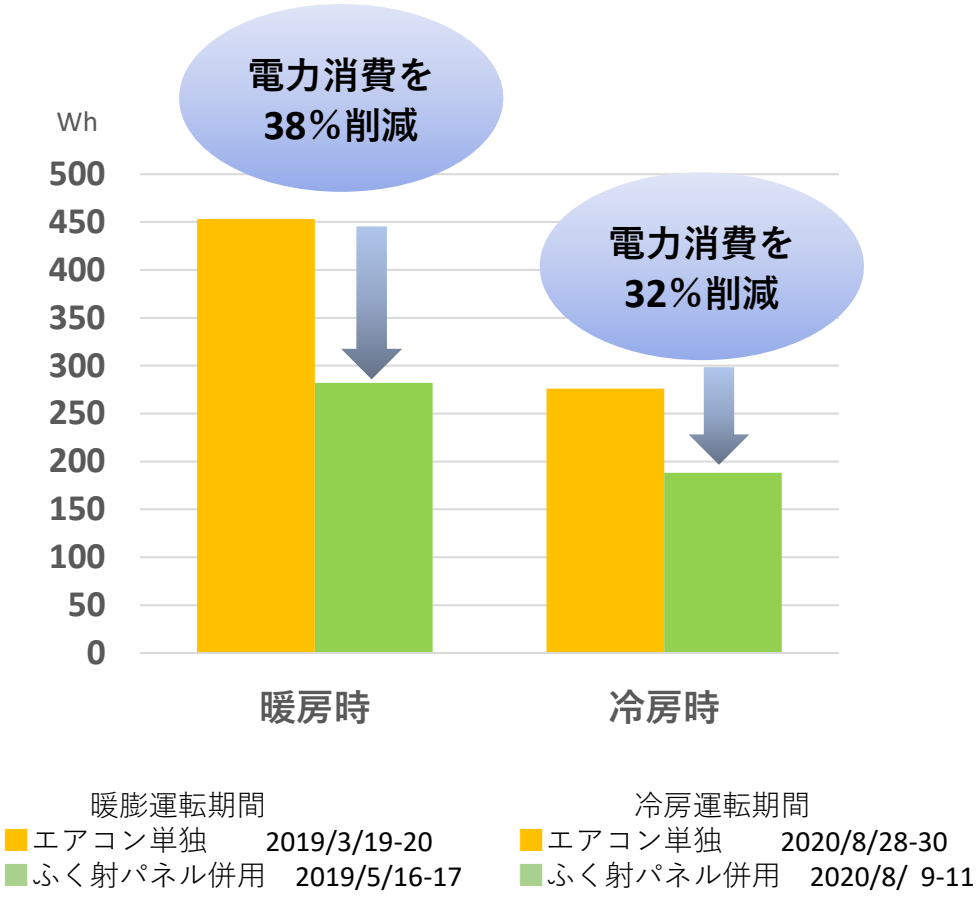

室温と合計電力消費量・外気温の推移

夏は2階、
冬は1階のみ
で全館空調可

# 2. ふく射パネルの効果　＜住宅＞

## 4 電力消費のまとめ

エアコン単独とふく射パネル併用の消費電力量比較




左図は2～3日間の連続運転時比較であるが、シーズンを通した比較でも同等の効果を確認

# 3. 施工事例

## 1 幼稚園

**幼稚園に設置されたハイブリッド（併用）タイプのふく射パネル**

遊戯室

トイレ

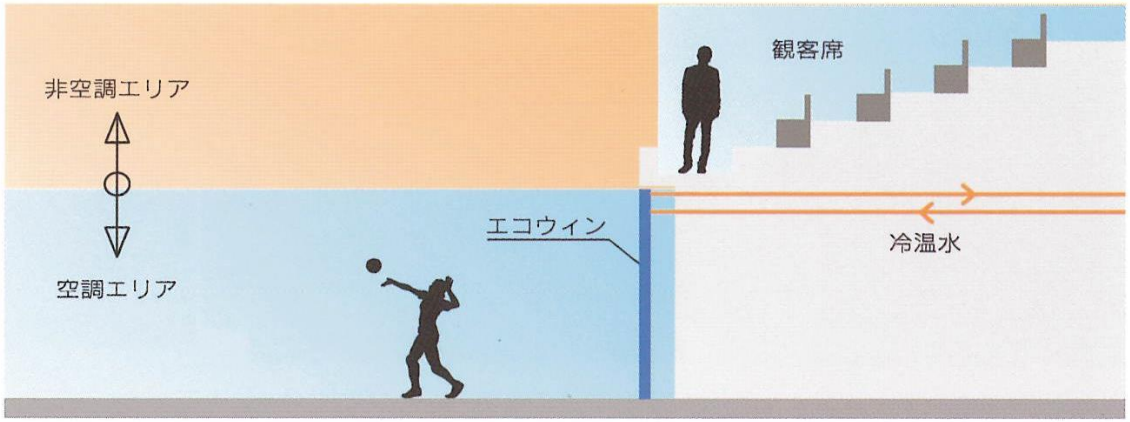
子供に優しく、子供の健康性、活性度向上が期待される

# 3. 施工事例＜効果＞

## 2 体育館の例

### 大空間に最適なシステム

宇土体育館(熊本県)




体育館のふく射空調イメージ

必要な部分のみを空調し、アリーナ部分では風がなくバトミントンなどの球技に最適

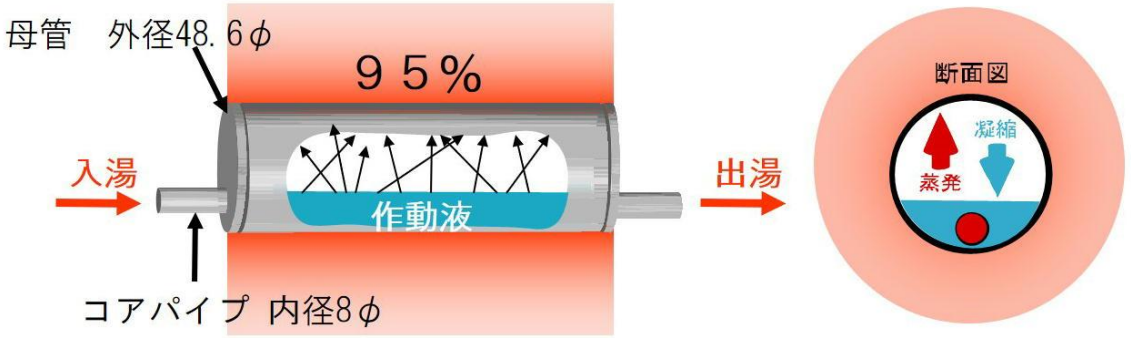
# 4. 新しいふく射冷暖房 ②

## 伝熱効率の高いパイプ

ヒートパイプの原理でチューブ内を熱が効率的に伝わりパイプ表面を加温・冷却

### Tube 外観

### 作動原理




母管の表面温度＝平均投入湯温の９５％

# 4. 新しい輻射冷暖房 ②

パイプをふく射源とする冷暖房パネル

設置例

# ❹ これからの住まい・建築

## WHO憲章より

# WHO(世界保健機関)の健康の定義

1946年7月22日に署名、1948年4月7日に発効
日本では、1951年6月26日に条約第1号として公布

Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity

この定訳は

「健康とは、完全な 肉体的、精神的及び社会的福祉の状態であり、単に疾病又は病弱の存在しないことではない」

そして、以下のようにも述べられている

「到達しうる最高基準の健康を享有することは、人種、宗教、政治的信念又は経済的若しくは社会的条件の差別なしに**万人の有する基本的権利**の一つである」

ご清聴ありがとうございました