

## SC5 Ergonomics of the physical environment 物理的環境の人間工学

34 件

### SC5 / WG1 Thermal environments 温熱環境

ISO 7243:1995 Hot environments - Estimation of the heat stress on working man,  
based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)  
暑熱環境 - WBGT (湿球黒球温度) 指数に基づく作業者の熱ストレス評価

**【規格内容概要】**本規格は、労働環境において作業者が受ける暑熱環境による熱ストレスの評価を簡便に行うことができ、また速やかな判断を可能にする方法を与える。この方法は、作業者が活動している一定時間における平均的な熱の影響を評価する場合には適用できるが、短時間に受けた熱ストレスの評価や、快適域に近い熱ストレスの評価には適用できない。WBGT 指標は、自然湿球温度 (tnw) と黒球温度 (tg) の 2 つのパラメータの測定をし、そして乾球温度 (ta) の測定も行なう。WBGT は次式により求められる。屋内もしくは屋外で太陽照射のない場合： $WBGT=0.7tnw+0.3tg$ 、屋外で太陽照射のある場合： $WBGT=0.7tnw+0.2tg+0.1ta$ 。基準値は、直腸温が 38 以上にならないように配慮して作成されたものである。作業強度は安静から極高代謝率までの 4 段階に区分され、各々に基準値が示され、さらに暑熱環境に順化した作業者と未順化の作業者に分けて基準値がある。本国際規格はほぼ忠実に和訳され JIS Z8504(1999)として発行された。

栃原 記

ISO 7726:1998 Ergonomics of the thermal environment  
- Instruments for measuring physical quantities  
温熱環境の人間工学 - 物理量測定のための機器

**【規格内容概要】**温熱環境の評価には正確な温度、湿度、放射熱、気流の測定が不可欠である。本規格は 70 頁にも渡る長文で、各々の測定法の原理、さらには測定機器の正しい使用法等について詳細に記述してある。具体的には、気温、平均放射温度、放射温度、気流、湿度の測定方法を、その精度、応答時間、測定範囲とともに示している。さらに、測定の精度、範囲はクラス別 (快適温域とストレス温域) に分けられている。投票では全てのメンバー国が賛成票を投じて制定された。JIS 化も考えたが、関連諸学会や団体から、この国際規格には問題が多くそのままの JIS 化は考えられないとの意見を得た。ただし、問題点を明らかにするためにも、本国際規格を忠実に和訳することは意義あることと考え、近畿大学の梶井宏修先生に委員長をお願いし、測定関連企業を含め本分野の多くの専門家により、2003 年 3 月に和訳書を完成させた。和訳書は、広く公開される。さらに、建築学会等の関連学会との調整討議により問題点を整理したい。

栃原 記

ISO 7730: 1994 Moderate thermal environment - Determination of the PMV and  
PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort  
中等度温熱環境 - PMV と PPD 指標の算出と快適温熱環境の仕様  
ISO/CD 7730 (rev.) Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the  
PMV and PPD indices and local thermal comfort  
PMV と PPD 指標の算出による快適温熱性の分析と解釈および局所快適性 (改訂版)

**【規格内容概要】**温熱環境 6 要素 (気温、湿度、気流、放射温度、着衣量、代謝量) の複合効果の評価基準である。オフィスや住宅での低い活動量 (1.2met 程度)、通常の衣服 (0.5~1.0 clo 程度)、極端でない温熱環境下に適応されるが、多汗作業環境は対象外である。中等度温熱環境下の不快程度 (PPD) と温冷感段階 (PMV: +3 暑い~-3 寒いまでの 7 段階) の予測法と快適温熱環境条件を提示する。すなわち、温熱環境の 6 要素を代入するとその条件で感じる暖かさと寒さを数字で表現する。PMV=0 では 95%の人が快適であり、 $-0.5 < PMV < +0.5$  の範囲では、90%の人が快適となる。

**【審議経過概要】**5 年毎の見直しの時期にあたり、現在、Olesen 博士により大幅な改訂が試みられてい

る。気流によるドラフトの扱い、省エネのための長時間にわたる空調時の取り扱い、グレードを3水準に分けたときの基準値等について検討がなされている。CDレベルでの投票が行われた結果、13国のPメンバーのうち11国が承認、残りの2国（日本とアメリカ）は棄権した。また、承認と投票した国々の中でも5カ国がコメントを付けた。投票結果とコメントはWG1で討議され、DISレベルでサーキュレートするための文書として作り直され、提案されるという手順を踏む予定。コメントとしては非常に示唆に富むものが多かったため、前向きに検討し、コメントが出された国へは返答すべきとの意見があった。今回のCD文書の中での変更点はいくつかあるが、PMV計算プログラムの中に、代謝レベルが実際の気流に及ぼす影響である $I_{dyn}$ を導入する、プログラム計算の前に $I_{clo}$ 衣服の断熱性と $V_{ar}$ を修正する、などこれまでと明らか異なる点が見いだされた。PPDは実際に不満足を示す人の数を予測するために使うのではなく、指標として使う、など意味不明な説明もあったので、PPDの仮定について明示すべきだとの意見があった。修正原稿が提出され、DISレベルへ移行する。

**【日本の対応】**現在、国内の関連学会・委員会活動において高齢者や不均一・非定常の温熱環境を評価する技術や基準を我が国から提案しようとする動きがある。高齢者のデータは重要であるが、PMVとは一致しない点が見られるため、本7730の前文において日本を含め高齢者データによる代謝量の低さについて言及し、障害者・高齢者は7730範疇から除くとの一文を挿入するという委員長提案があり、委員会で承認された。床に直接座る場合の床暖房温度の提案をわが国より行った結果、MRTに基づき評価する現7730の評価法で説明可能かどうかを委員会で検討することになった。非定常に関しては、定常までの時間を30分以上としている点について、それ以前の環境の影響を残している結果を示したため、本文を変更することになった。

都築 記

ISO/ 7933:1989 Hot environments - Analytical determination and interpretation of thermal stress using required sweat rate

暑熱環境 - 必要発汗率の計算による暑熱ストレスの解析

ISO/CD 7933 (rev.) Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain

暑熱環境 - 暑熱負担予測指標の計算による暑熱ストレスの解析（改訂版）

**【規格内容概要】**暑熱環境の評価の簡易法はISO7243のWBGTさらに最近ではISO/CD 15265が提案されているが、詳細な定量的評価には、1981年にフランスのVogt博士が開発した本規格の使用が求められる。欧州連合EUの援助を受けたBIOMED II“HEAT STRESS”研究プロジェクトの研究成果にもとづいて、現在ベルギーのMalchaire教授が改訂版を作成中であり、前規格タイトルにみられた必要発汗率（required sweat rate）という表現が、暑熱負担予測指標（predicted heat strain）に改められた。本法によれば、環境温熱条件（気温、水蒸気分圧、平均放射温、気流）と代謝熱産生量（作業強度）、衣服の保温力を求めることにより、最新の身体熱平衡理論にもとづいて、暑熱環境下での深部体温の上昇、体水分喪失量、最大許容曝露時間などを暑熱順化群と未順化群に分けて算出できる。本法の適用範囲は、気温15～50、水蒸気分圧0～4.5kPa、平均放射温と気温の差0～60、気流0～3m/s、代謝量100～450W、衣服の保温力0.1～1.0cloであるが、化学防護服などの特殊な保護衣を着用した場合は適用外となっている。

**【審議経過概要】**1999年6月のバルセロナ会議以後、同年11月のMalchaire教授提案に対して委員から何のコメントもなかった。2000年5月のコペンハーゲン会議で、指標計算のためのコンピュータプログラムに若干の訂正を加えて、CDとすることになった。また、タイトルを、Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strainと変更した。2000年12月のロンドン会議で、シンボルはISO/DIS 13731を使うこと、本文の一部を付属書Eに入れること、付属書の定義は、付属書A,D,Eを標準、B,Cを参考とすることになった。Malchaire教授は、コメントにしたがって修正した文書をOlesen議長に送り、議長はウィーン協定に基づきCD投票にかけるためにSC5事務局に送ることが決議された。その後のCD投票によるすべてのコメントをハンブルグ会議（2002年2月）で議論し、ワーキンググループとしてのコメントをOlesen議長がMalchaire教授に送った。Malchaire博士がこれをもとに修正版を作成したものをOlesen議長に送付し、その後DISレベルの投票のためにSC5の事務局に送られた。2003年10月を目途にFDISレベルへ持ち込むことを目標としている。

**【日本の対応】**日本国内の研究者から本文の表現や数式に誤字・誤記の可能性があることが指摘された。2003年2月のDIS投票では、校正ミスを指摘した上で、賛成投票を行なった。

澤田 記

ISO 8996:1990 Ergonomics—Determination of metabolic heat production

人間工学 - 代謝熱産生量の算定法

ISO/CD 8996(rev.) Ergonomics - Determination of metabolic heat production

人間工学 - 代謝熱産生量の算定法 (改訂版)

**【規格内容概要】**本規格は IREQ、PMV 等多くの温熱環境に関する国際規格に影響を与える重要な項目であり現在改訂作業が進行中である。従来の規格では、(1)作業の種類や作業姿勢の観察による推定、(2)心拍数の測定による推定、(3)作業時および回復時の酸素消費量、二酸化炭素排出量の実測による方法が記載されていたが、改訂案では新たに日記式生活行動記録、二重標識水 (doubly labeled water method) を用いて 1 日当たりの代謝熱産生総量を推定・定量する方法、直接カロリーメトリーの原理が追加された。また、測定レベルを スクリーニング(職種別、活動別の代謝量分類表により推定)、観察(詳細な身体活動別、姿勢別、作業速度別の代謝量の代表値と日記式生活行動記録表により推定)、分析(年齢別、性別、体重別に心拍数から推定)、専門的技術(酸素消費量、二重標識水、直接カロリーメトリによる測定)の 4 段階に分類して、それぞれのレベルに対応した方法を提示している。二重標識水法による測定は、酸素と水素の安定同位体である  $^{18}\text{O}$  と  $^2\text{H}$ (重水素)で二重にラベルした水を被験者に経口投与した後、尿中の酸素と水素の同位体比を経時的に測定することで  $\text{CO}_2$  産生量を推定する間接カロリーメトリーである。測定のために受ける被験者の制約は、毎日定時に採尿すること以外は全くなく、1 日当たりの代謝熱産生総量の推定には精度が高く非常にすぐれた方法と考えられる。

**【審議経過概要】**2000 年 12 月のロンドン会議の結果、Gebhardt 博士に代わって Malchaire 博士が修正版作成を担当することになった。2001 年 9 月のナポリ会議では、二重標識水法による測定は特殊な装置が必要であり一般利用しにくいことから国際規格としては不相当という意見も出たが、削除せずに残すことになった。野外調査や実験室実験での代謝率の推定に  $\text{CO}_2$  濃度を利用する可能性が議論された。活動別代謝率推定表(表 B4)に ISO7730 規格に記載されている情報(表 B.1)を加えることになった。Edholm の方法による代謝率推定値は削除し、心拍数からの年齢別・体重別代謝率推定値の表に男性のみならず女性のデータも加えることになった。Malchaire 博士がこれらのディスカッションをもとに修正版を作成したものを Olesen 議長に送付し(2001 年 10 月)、その後 CD レベルの投票のために SC5 の事務局に送られた。2004 年 1 月を目途に FDIS レベルへ持ち込むことを目標としている。

**【日本の対応】**二重標識水法は時間分解能が低いので長期間の代謝熱産生の総量を定量するには適するが、短期の作業負荷による代謝動態などを測定するのは不相当と思われる。また  $^{18}\text{O}$  による標識水は高価であり、わが国ではほとんど導入されていない高精度の質量分析システムも必要であるなどの問題点もあるので、国際規格として広く利用されるには時期尚早と思われる。従って informative の付属書という形で記載されることに賛成の投票を行ってきている。審議内容に対して、特に強い異論は唱えていない。

澤田 記

ISO 9886: 1992 Evaluation of thermal strain by physiological measurements

生理的測定に基づく温熱負荷の評価

ISO/CD 9886 (rev): Evaluation of thermal strain by physiological measurements

生理的測定に基づく温熱負荷の評価 (改訂版)

**【規格内容概要】**暑熱や寒冷環境下で個人の受ける生体負担を評価する 4 種の生理測定(核心部体温、皮膚温、心拍数、体重減少量)方法の規格。核心部体温:食道温、直腸温、胃内温、口腔温、鼓膜温、耳内温、尿温の測定法と測定値の意義を記述。皮膚温:測定法と平均皮膚温の算出法、体重減少量:飲水量、排尿量、衣服に付着した水分量を考慮。各測定項目に解説追加:機器の複雑さ、測定の容易さ、連続測定の可否、作業の邪魔になるか否か、被験者が不快となるか否か、測定の危険性、費用。さらに、暑熱、寒冷及び中等度の温域でどの測定項目を採用すべきかの紹介がある。なお、赤外線鼓膜温度計について追加記述がある。

**【審議経過概要】**5 年毎の見直しの時期にあたり、ベルギーの Malchaire 博士により WD が提出され CD 化さらに DIS となった。各国からのコメントに関して検討がなされた。鼓膜温測定に、温熱平衡方式を追加する、との英国の提案は採用されなかった。倫理委員会の承認、インフォ - ムドコンセプトが必要であることを書くこと。局所皮膚温の限界を 4 から 15 に変更する。最大発汗率は、1L/時間とする。

**【日本の対応】**我が国は基本的に賛成の態度である。ただし、鼓膜温測定の詳細についての疑義や連続測定が可能な鼓膜温度計が我が国で試作されていることを紹介した。平均皮膚温の算出式に 7、12 点法を追加することを提案したが採用されなかった。我が国では本規格原案を和訳して JIS 化することが検討されている。DIS 投票では、コメント付き反対とした。すなわち、「鼓膜温」を測定する際には、「痛みがある」と記載されているが、正確に鼓膜上にセンサ - があれば痛みはない。心拍数の上限に關しての規定は、作

業者にとって厳し過ぎる。

栃原 記

ISO 9920:1995 Ergonomics of the thermal environments

- Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble  
温熱環境の人間工学 - 着衣の断熱性と透湿抵抗の評価

ISO/CD 9920 (rev.) Ergonomics of the thermal environments

- Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble  
温熱環境の人間工学 - 着衣の断熱性と透湿抵抗の評価 (改訂版)

**【規格内容概要】**衣服の温熱特性にかかわる要素としては、多くの項目があるが、熱抵抗(クロ値)と透湿抵抗によりかなりの情報が得られる。

クロ値は1941年にGaggeらにより定義された値で、1クロとは気温21℃、相対湿度50%以下、気流0.1m/s以下の環境下で安静椅座の成人男子が暑くも寒くもなくちょうど良いと感じる衣服の熱抵抗と定義される。1クロの衣服の熱抵抗は、0.155m<sup>2</sup>/Wに相当する。

本規格はこれらの数値の算出法と立位のサ・マルマネキンで測定された多くの被服(パンツ、肌シャツ、シャツ、ズボン、スカート、セータ、ジャケット、コート、靴下、手袋等)のクロ値、ならびにこれらを組み合わせた衣服(日常衣服、作業服、防寒服等)のクロ値が詳細に示されている。一方、透湿抵抗は空気層の透湿抵抗と衣服層の透湿抵抗の和として定義されるが、十分な資料がないのが実状である。

次回の5年毎見直しの時期を視野にいれて、英国のHavenithが問題点を整理し、新しい定義やシンボルによる表現を提案している。すなわち、アンサンブルクロ値や透湿抵抗値を追加すること、サ・マルマネキンの記述を追加すること、特殊環境下(高低圧等)でのクロ値等である。しかし、ISO7933、7730との矛盾点が指摘されるだけでなく、提案された単位の矛盾や不正確な方程式がコメントとして指摘され、改訂案が提出された。被覆されていない部位を考慮する局所断熱性の予測方法を含めるべきであり、透湿抵抗やアンサンブル着衣の熱抵抗値に関してのデータは必ずしも十分ではないので、引き続き本規格へ日本の貢献が求められている。

都築 記

ISO 10551:1995 Assessment of the thermal environment using subjective judgment scales

主観尺度による温熱環境評価

**【規格内容概要】**TC159/SC5/WG1では、温熱環境を評価する際に、有効な幾つもの指数を提案してきた(IREQ, PMV, WBGT等)。しかしながら、作業者や被験者の主観的な評価は、温熱環境の正確で的確な評価を行うためには不可欠である。本規格では、温冷感等の具体的な言語尺度が例示されている。温冷感では、+3: hot ~ -3: coldの7段階、温熱的快適感では、

0: comfortable ~ 3: very uncomfortableの4段階、温熱的な好みでは、+3: much warmer ~ -3: much coolerの7段階、温熱環境を容認するかどうかは、rather acceptable than unacceptable、yes、noの二者選択、温熱環境に耐えられるかどうかについて、0: tolerable ~ 3: very difficult to tolerableの4段階である。さらに、解析の実際についても記述している。しかも、温冷感申告の言語尺度では、英語型(暖かい・涼しいの語彙がある)と仏語型(それが無い)の二通りが紹介されているなどの工夫が成されている。ただ、我が国で実際に使用する際には当然和訳が必要であり、十分な論議を待ちたい。

栃原 記

ISO 11079: 1993 Evaluation of cold environments - Determination of required clothing insulation (IREQ)

寒冷環境の評価 - 必要衣服熱抵抗(IREQ)の算出

ISO/WD 11079(rev.): Evaluation of cold environments - Analytical determination and interpretation of cold stress using required clothing insulation (IREQ) and local cooling

寒冷環境の評価 - 必要衣服熱抵抗(IREQ)を用いた寒冷ストレスの分析と解釈及び局所冷却(改訂版)

**【規格内容概要】**IREQは寒冷環境評価用指標であり、寒冷環境で必要とされる衣服の熱抵抗を算出する。IREQ neutralは防寒服による快適温熱状態で、IREQ minは平均皮膚温が30℃となる許容限界を表す。これらの値は気温と気流の実測および活動量の測定もしくは推定と体熱平衡式から決定する。これを実際に

着用している防寒服のクロ - 値と比較し IREQ min よりも着衣量が少なきときは寒冷によるストレスを受ける。また、着用している防寒服と活動量から IREQ min に至るまでの滞在可能時間の推定も可能となる。なお、手足や顔面の凍傷の予防には従来の WCI ( ウィンドチルインデックス ) を用いることが定められている。本規格は IREQ が新規に開発された指数で世界に知れ渡っていないため TS として公表された。

**【審議経過概要】**5 年毎の見直しの時期にあたり、提案者 Holmer 教授により現在一部の改訂が試みられている。すなわち、局所冷却項目の追加、それに伴うタイトルの変更などである。と改訂する。7933 と同様にシンボルを追加する。附属書にプログラム、追加文献を入れる。気道、眼球に対する寒冷影響をまとめる。クロ値で Collected と Resultant の違いを明らかにする。

**【日本の対応】**我が国は当初より賛成の投票を行ってきた。ただし、NP15743( Working practices for cold environments ) との関連をどうするか。また、TS がさらに IS となるためには、本指標の普及のために、更なる啓蒙が必要となろう。

栃原 記

ISO 11399:1995 Ergonomics of the thermal environments - Principal and application of international standards  
温熱環境の人間工学 - 国際規格の思想と適用原理

**【規格内容概要】**各種温熱環境の評価をするときの思想と、適用すべき国際規格が詳細に記述されている。暑熱環境では、簡便法として ISO 7243 ( WBGT )、詳しい解析には体熱方程式に基づく ISO 7933 ( SWreq )、中庸温域では、オフィス等の室内温熱環境評価に ISO 7730 ( PMV, PPD )、「暖かい」や「涼しい」等の主観評価には ISO 10551 が使える。寒冷環境では、必要な衣服量により寒さを評価する ISO/TR 11079( IREQ )、顔や手足の凍傷には WCI が用いられる。さらには、これらの環境下における個々の被験者の生理的負担測定には、ISO 9886 を用いる。全てに関連する国際規格には、産熱量を推定もしくは測定する方法を示した ISO 8996 ( Met )、衣服の熱抵抗や透湿抵抗の測定法と個々の測定値を示した ISO 9920 ( Clo )、温度、湿度、気流および放射熱の測定法を詳細に記述した ISO 7726、用語の定義、省略形、単位を示した ISO 13731、事前の健康診断法の ISO 12894 がある。ただし、最近になり、接触温冷感などの新たな国際規格の提案が多くなされている。主査による改訂が計画されている。

栃原 記

ISO 12894: 2001 Ergonomics of the thermal environments  
- Medical supervision of individuals exposed to hot and cold environment  
温熱環境の人間工学  
- 著しい暑熱・寒冷環境に曝される者への事前健康審査

**【規格内容概要】**本規格は各種の温熱環境人間工学規格とともに、被験者や作業者の安全や健康を守るために提案された。すなわち、環境人間工学の分野では著しい寒冷や暑熱に被験者を曝しその時の生理的負担や心理反応の変化を調べる事が多いが、被験者の健康を損なわないように、事前健康審査やモニタリングの必要性が詳細に述べられている。また、産業現場での作業者の労働負担を計測するときの注意点が記述されており、健康診断や被験者承諾書の具体例を示す附属書も含んでいる。本規格の基準値には、主として深部体温が用いられる。寒冷環境では 36 以上、暑熱環境では、実験室において 38.5 以下、産業現場では、早急な対応が不可能なので、38 以下にすべきとしている。また、寒冷、暑熱環境別の、事前の問診の質問項目が挙げられている。さらに、暑熱環境下では、以下のような人々に対し、特別な配慮が必要であることを喚起している。肥満の者、体力の劣る者、中高年者 ( 60 歳以上 )、女性、熱中症の既往者、アルコールや薬物乱用者、重大な既往症がある者。寒冷環境下では、心臓病、高血圧、末梢血管疾患、呼吸器疾患、糖尿病、腎臓病等の疾患を有する者、更には妊婦には特別な注意が必要であるとしている。

**【審議経過概要】**全体として問題が多い。イギリスの提案は実験室と現場を分けて考えた。産業現場では、特に暑熱環境下の労働 ( 例えば、ドイツの炭坑労働 ) では、深部体温が 39 になることは珍しくなく、しかも、医師が 5 分以内に駆けつけることは、事実上不可能だとしている。現在では、産業現場の方が問題が多く、実験室では倫理委員会の発想が必要とされる。次年度の委員会で再度検討が進められる。

**【日本の対応】**本案はすでに賛成投票をした DIS 案に字句の修正、場所移動程度の変更を施したもので、同じく賛成投票とした。本案については、当初より、我が国は基本的には賛成の投票を行ってきた。

栃原 記

ISO 13731 2002 Ergonomics of thermal environment – Vocabulary and symbols  
温熱環境の人間工学 - 用語と諸量

【規格内容概要】熱環境の人間工学の分野で頻繁に用いられる用語の省略形と単位を約 150 語について示す。例えば、BMR-basal metabolic rate-W/m<sup>2</sup>、tcl-Clothing surface temperature-、HRN-Increase in heart rate due to mental load-beats·min<sup>-1</sup> の様に記述している。

さらに、同様に頻繁に用いられる用語の定義(省略形や単位も)を約 250 語について示したものである。例えば、Body mass loss, respiratory ( $\Delta m_{res}$ ): The body mass loss due to evaporation in respiratory tract, (kg), Mass of dry air ( $M_a$ ): the mass of dry air in a given sample of humid air. (kg), Radiative heat exchange R: the radiative heat exchange between the clothing surface, including uncovered skin, and the environment. (W·m<sup>-2</sup>)の様に記述されている。

定義は、主に Pflugers Archiv. (1987)410: 567-587. “Glossary of terms for thermal physiology” によったものである。これにより各種規格を定めることが容易になり、本や論文を書くときに共通の理解が得やすいとしている。単位については、原則として SI 単位が使われている。

【審議経過概要】改訂版とするために、幾つかの論議が行われた。例えば、蒸発熱抵抗のシンボルとして  $R_e$  を用いること、暴露時間については、min. を使用することが決まった。Olesen/Alfano が改訂版をまとめて、SC5 親委員会に、FDIS として提出することとなった。

【日本の対応】我が国としては、特に体表面積を  $A_{Du}$  と定義した事にことについて  $A_{Du}$  は、DuBois が提案した体表面積で我が国ではほとんど使用していない事を CD の段階で指摘した。その結果、体表面積は  $A_D$  と表現することとなり、数が多すぎるとの意見があったが基本的には賛成の FDIS 投票を行った。

栃原 記

ISO/WD 13732-1 Ergonomics of the thermal environment – Hot surface

Part 1: Risk of burns and recommendations for determining surface temperature limits

温熱環境の人間工学 - 高温表面への接触

第 1 部：火傷のリスクと表面温度限界値の推奨

【規格内容概要】主として火傷の問題を記述する規格である。EN563 をもとにイギリスの Parsons 教授が原案を提出する予定である。CEN と同じ番号となる予定。低温火傷の日本の資料を澤田が提出する事、液体への接触は含まないこととした。CEN/TC122/WG3 が検討を重ねている。ここでは、火傷の問題だけを扱い、痛みや不快感については言及しないこととなった。

【審議経過概要】1999 年末迄に原案を各委員に配布し 2001 年 3 月をめどに CD 化が予定されたがかなり遅れている。

【日本の対応】提出される原案を基に審議の予定である。

栃原 記

ISO/TS 13732-2: 2001 Method for the assessment of human responses to contact with surfaces

- Part 2 Human contact with surfaces at moderate temperature

表面接触時の人体反応の評価法

- 第 2 部：中庸温域表面への人体接触

【規格内容概要】本規格は人体の一部(手や足、さらには椅子や床に座ったとき)が中庸温域(10~40 )の固体表面に接したときの、接触温冷感と不快感を予測する方法を示す。接触温冷感に影響を与える要因は以下のものが挙げられる。皮膚温と環境温度、接触する人体部位と物質、接触時間と接触圧、熱源の有無、接触係数と熱伝播率。表面温度と手の接触温冷感との関係が、物質別(木、プラスチック、鉄、アルミ)に示されており、鉄やアルミでは表面温度がそれほど低くなくても冷たく感じる。さらに、通常の靴を着用したときの床表面温度と不快感との関係や床表面温度と皮膚温との関係が示されている。

投票結果は全てのメンバー国が賛成した。Olesen 主査と松井委員は 3 か国のコメントに基づき専門家委員会に改訂案を提出、SC5 に提出され TS(Technical Specification)となった。

本規格は日本の松井委員が提案してきた。但し、本規格では我が国や韓国では普通に行われている床面に座ったり寝転んだりすることを前提としていない。こうした点を考慮に入れた検討が既に多くの国内研究機関で行われているので我が国から更なる改訂案を提出すべきであろう。我が国の成果をまとめるために人間-生活環境系会議において、シンポジウム「不均一温熱環境の国際標準-特に床暖房について-」を開

催した。ISO7730 との関連も深く、我が国からも提案を行いたい。

栃原 記

ISO/CD 13732-3 Ergonomics of the thermal environment – Touching of cold surface  
Part 3: Ergonomics data and guidance for application  
温熱環境の人間工学 - 寒冷表面への接触  
第 3 部： 人間工学資料と適用ガイド

**【規格内容概要】**主として凍傷の問題を記述するものである。現在欧州 5 カ国で実験を終了した。CEN/TC122/WG3 が 2000 年 9 月に詳細に検討した文書である。寒冷環境下で、正確な作業が要求される時に、手を保護しないで作業することがしばしば起こる。しかしながら、素手で冷たい表面、特に金属表面を触ると、皮膚温が下がり、不快感を生じ、更には、凍傷を起す。本規格は、ヨロロッパで行なわれた多数の被験者実験により得られた資料により、成人が安全に（75%以上の人々が問題ない）接触出来る時間を、皮膚温との関連で示すものである。

接触する素材は、アルミ、鉄、石、ナイロンおよび木の 5 種類である。接触形態は、指の接触および手で握るの 2 種類である。影響の種類は、凍傷（皮膚温 0 以下）、無感覚（皮膚温 7 以下）および痛み（皮膚温 15 以下）の 3 種類である。以上の組み合わせで、安全域を図示している。

**【審議経過概要】**第 2 部と同様に、CD 化された。2002 年 8 月を目途に DIS 化の予定であるがやや遅れている。

**【日本の対応】**我が国の産業界における、凍傷の実態報告を紹介することとなった。基本的には、賛成の投票を行ってきた。Frostnip という用語の定義を明瞭にすべきとコメントしたが、DIS 投票でも賛成投票を行なった。

栃原 記

ISO/TS 14415: 2001 Ergonomics of the thermal environment  
- Application of international standards for people with special requirements  
温熱環境の人間工学 - 特別な配慮を必要とする人々に対する国際規格の適用

**【規格内容概要】**TC159/SC5/WG1 は多くの規格を制定し大変活発な WG である。寒冷、暑熱、中庸温域の基準、快適性評価、さらには衣服の熱遮断性など多岐な基準がある。しかし、人口高齢化に伴い、種々の温熱環境に高齢者や障害者が曝されているにもかかわらず、これらの基準を彼らに適用する際の注意点については何の指針もなかった。本基準はこの問題点を解決するため開発されたものである。例えば、一般に高齢者は寒さに対する感受性の遅れがあり曝露当初はあまり寒さの自覚がない、しかし、寒冷曝露時の皮膚血流の減少が少ないため深部体温の低下は大きく、しかも血圧の上昇は著しい。温熱環境の設定にあたっては、若年者とは異なる配慮が必要であろう。障害者、病気の人も同様である。

熱環境の評価において、特別な配慮を必要とする要因として以下のものを挙げている。受容器の損傷と麻痺、身体の形の違い、発汗能の障害、血管運動制御の障害、産熱量の相違。さらに、付表には体温調節機能の障害をもたらす疾患（脳性麻痺、急性灰白髄炎、脳血管疾患）や傷害（脊髄損傷）の例が示されている。

以前に提案された各部屋（居間、浴室等）季節、対象群（高齢者・障害者）毎の推奨温度の表は日本の現状からみた推奨表であり、しかも今もなお検討中なので原案には入れないことになった。記述を寒冷（ISO/TR 11079）、中庸温域（PMV / PPD）、暑熱（ISO 7243, 7933）にわけて行うこととなった。SC5 に提出され、TS(Technical Specification)となった。

本規格は我が国(吉田委員)から ISO/TC159/SC5 へ初めて提案したものである。P メンバ 16 カ国のうち、11 カ国が賛成票（内 4 カ国がコメント付）を投じて DIS となり、TS として認められた。ただ、事務手続きの遅れにより、未だに、TS と公表されていない。1 年以上遅れており、早急な対応が望まれる。

栃原 記

ISO/CD (WD) 14505 Ergonomics of the thermal environment  
-Evaluation of the thermal environments in vehicles  
温熱環境の人間工学 - 車両の室内温熱環境評価



**【規格内容概要】** ISO/CD 14505 は従来までの暑熱環境 (ISO 7243、ISO 7933)、寒冷環境 (ISO/TR 11079)、快適環境 (ISO 7730) に関する評価法のような不特定の空間の評価と違い、対象を車内空間と限定している。また、温熱環境を Equivalent Temperature (ET) という指標であらわす点が特徴的である。そして、もう一つ特徴が温熱環境の評価に被験者の代わりにサーマルマネキンを使うところである。被験者実験も加え 4 分割することになっていたが、以下の 3 分割とすることとなった。

Part1 (CD): 原理と評価方法 (Principles and methods for assessment of thermal stress)

Part2 (CD): 等価温度の決定と評価 (Determination of Equivalent Temperature)

Part3 (WD): 被験者による温熱快適性評価 (Evaluation of thermal comfort using human subjects)

スウェーデンの Holmér 教授が次回までに Part1, 2 改訂案出す。Part3 は、英国が原案作成を行なう。ISO/CD 14505 では、暑熱環境や寒冷環境では従来の ISO (7243、7933、TR11079) を使用し、中等度の環境でも、均一な環境では従来の ISO (7730) を使用することを定義している。しかしながら、車内では、このような均一な温熱環境は希である。例えば、車両のエアコンは空調機として強力であるために送風口の位置や、向きによって身体部分により影響の程度が異なる。また、太陽による放射の影響や、窓の開放による風などの自然の影響もあり、車両内の温熱環境が不均一になることの方が多い。

**【審議経過概要】** 本 WG は欧州の代表的車メ - カ 6 社と共同研究を実施し、車両とマネキンを使った実測が行われており、スペインで夏季のデータ、スウェーデンで冬季のデータを得ている。本規格作成の中心的役割を担っているのが、スウェーデン国立労働生活研究所の Holmér 教授で、マネキンの必要な仕様等の概要案を提出した。

**【日本の対応】** CD 投票 (14505-1、2) に対し自動車技術会 (車室内環境技術専門委員会) が問題点を整理し、反対投票を行なった。14505-1 に対しては、等価温度のセンサ - を例示以外も認めるべき。マネキンのサイズは、日本人の体型に合ったものも含めるべき。日射の測定項目は、ISO7726 だけでは不十分である。数値モデルも含むべき。14505-2 に対しては、マネキンの分割部位は 33 部位だけに限定すべきでない。快適方程式の制御方法を公開すべき。マネキンに環境 4 要素のセンサ - を設けた評価マネキンも追加すべき。今後とも、我国の積極的な関与が求められる。

栃原 記

ISO/CD 15265 Ergonomics of the thermal environment

-Risk assessment strategy for the prevention of stress or discomfort in thermal working conditions

温熱環境の人間工学 - 作業温熱条件におけるストレス・不快感のリスクアセスメント

**【規格内容概要】** ISO/CD 7933 と同様、BIOMED II “HEAT STRESS” 研究プロジェクトの研究成果にもとづいて、ベルギーの Malchaire 教授を中心に作成された規格原案である。すでに提案されている暑熱・寒冷環境の ISO (7243、7933、TR11079) は定量的に作業温熱条件のリスク評価を行う手法を記載しているが、実際に数多く存在する多様な職場の温熱の問題に対してはそれほど詳細な分析をしなくても解決できる場合も多い。そこで本規格は、多岐にわたる作業温熱条件で発生する生理的・心理的負担のリスクを判定して、それらを予防あるいは軽減除去するための 3 段階からなる戦略的方策を提案している。

第 1 段階 (観察) は問題所在の発見と定性的観察からなり、温熱環境条件 (気温、湿度、放射熱、気流)、作業強度、衣服量、労働者の意見をカテゴリー尺度により評定する。尺度得点は 1 点きざみで -3 ~ +3 点の範囲内で構成され、0 点を至適条件とし、+得点が大なほど暑熱リスクが、-得点が大なほど寒冷リスクが増大すると評定する。これらの評定結果にもとづいて実施可能なリスクの軽減除去対策を考える。それでも問題が解決しない場合には第 2 段階 (分析) と第 3 段階 (専門的分析) に進んで温熱環境条件の物理的計測をしたり、PMV/PPD、WBGT、PHS などの温熱指数を算出するなど、より詳細にリスク評価する手順が記載されている。

**【審議経過概要】** 当初は暑熱環境を対象として準備されたが 1999 年 6 月のバルセロナ会議審議の結果、寒冷環境も含めることになり、コペンハーゲン (2000 年 5 月) とナポリ (2001 年 9 月) での会議での審議を経て修正版を Malchaire 教授が作成した。これを Olesen 議長に送付し、DIS レベルの投票のために SC5 の事務局に送ることになった。

**【日本の対応】** わが国の高温職場の産業医からも、簡便かつ実用的な高温環境に関する国際規格の提案が期待されている。また、PHS による暑熱ストレスや IREQ による寒冷作業環境の評価法も定量的ですぐれた手法であるが、環境温熱条件 (気温、水蒸気分圧、平均放射温、気流)、代謝熱産生量 (作業強度)、作業服の保温性能などの情報を入力する必要があるため、現場で簡単に使用しづらい問題点もあり、より実際的で簡便なリスク評価も必要である。本規格原案は基本的にはそのようなわが国の暑熱・寒冷作業現場のニーズにも合致すると考えられ、その提案のねらいと大枠について DIS 賛成の投票を行ってきている。

澤田 記



ISO/WD 15743 Ergonomics of the thermal environment-

Working practice in cold : Strategy for risk assessment and management and environments

温熱環境の人間工学 - 寒冷環境下の作業:手順とリスクアセスメントとマネジメント戦略

**【規格内容概要】**フィンランドのHassi教授の原案が提出されたが、あまりにも長文でISOの書式にも合っていないのでRintamakiが改訂後、委員に送付した。2001年5月には、寒冷障害に関する報告書も提出された(栃原、澤田参加)。15265(寒冷障害)との関連についても論議された。Risk AssessmentとWorking management(Work Practice)の両方を含るとの論議があった。BS 8800(1989)を参照する事とした。タイトルを、以前の「寒冷環境での作業手順」を上記のように変更した。

**【審議経過概要】**寒冷下作業と健康問題については、Holmer教授を中心に、世界的な文献調査が行われており、本項目はその成果の一部である。

**【日本の対応】**上記の文献調査には、我が国からも栃原が参加し2000年5月にフィンランドで開催された委員会には、澤田とともに出席した。さらに、調査票の質問項目の追加(寒冷下作業中の発汗状態と防寒服使用の適否、高血圧の履歴や血圧上昇の負担)を提案した。

栃原 記

ISO/NP 15742 Determination at the combined effect of the thermal environment, air pollution, acoustics and illumination on humans

温熱環境、空気汚染、音環境および照明環境の人体への複合影響

**【規格内容概要】**複合環境はSC5の大きな問題である。例えば、低温だと空気質の悪さを感じないとの報告がある。なお、このNPについては韓国からの関心が高い。ASHRAEでも同様なことを行なっているので、Parsonsへ資料を集める事となった。複合影響の学術誌もある(J of Combined Effects)。

**【審議経過概要】**具体的な資料は、まだ全く提出されていない。

**【日本の対応】**日本でも、各種物理環境因子の複合影響が、生理学、心理学、人間工学等の分野で行われてきたが、国際標準となるような報告はない。今後の問題であろう。

栃原 記

## SC5/WG2 Lighting Environments

### 照 明

ISO/CIE 8995: 2002 Lighting of indoor work places

屋内作業場の照明基準

**【規格内容概要】**本規格は、作業者が全作業期間にわたって、効率よく、安全かつ快適に視作業ができるための屋内作業場の照明要件を定めたものである。

本規格は、照明設計基準と作業別照明要件一覧表で構成されている。照明設計基準は、照明環境、輝度分布、照度、グレア、光の方向性、色、昼光、保守、エネルギーへの配慮、VDT作業のための照明、フリッカとストロボスコピック効果、非常用照明に関する基準を定めたものである。作業別照明要件一覧表は、室・作業の種類ごとに、平均維持照度、UGR(Unified Glare Ratingの略で、不快グレアの制限値)値、およびRa(平均演色評価数)の最低値を規定している。

**【審議経過概要】**審議経過本規格は、CIE(国際照明委員会)とISOの合同技術委員会(CIE/ISO技術委員会)でまとめた。具体的な審議経過としては、1991年~1998年の間、CIE第3部会(屋内環境と照明設計)TC3.21(CIE/ISO屋内作業場の照明規格)で原案作成と審議を行ってきた。この間、Draft1~Draft4を作成し、最終原案をまとめ、合同技術委員会での審議、CIE本部での採決を経て、ISOに送られ、2001年7月にDIS投票、2001年12月にFDIS投票を行ない、2002年にISO/CIE8995となった。

**【日本の対応】**我が国では、JCIE(日本照明委員会)内に国内検討委員会を発足させ、各Draftに対して詳細な修正意見をまとめ、TC3.21に提案してきた。特に、5章の種々の室および作業別の照明要件一覧表のうち、不快グレア制限値として従来のCIE不快グレアセーフガード方式に代わって採択されたUGR(Unified Glare Rating)値の妥当性について既往研究結果を示して修正案を提案した。8年間にわたる審議経過を踏まえ、DIS、FDISでは賛成の投票を行なった。

金谷 記

## SC5/WG3 Danger signals and communication in noisy environments 危険信号と騒音環境下での通信伝達

ISO/DIS 7731 : 1986 Danger signals for workplaces - Auditory danger signals  
職場の危険信号 - 聴覚危険信号

ISO/DIS 7731(rev.) Danger signals for public and work areas-Auditory danger signals  
公共の場と職場の危険信号 - 聴覚危険信号 (改訂版)

**【規格内容概要】**本規格は公共空間と職場における信号受信で聴覚危険信号の安全基準と関連テスト方法と聴覚信号の設計ガイドラインを述べる。他の類似状況にも応用できる。

**【審議経過概要】**1999年のイギリス・ラフバラウ大学で開催されたTC159総会以来SC5/WG3は活性化し1999年2回、2000年2回、2001年1回と合計5回会議を開催した。CD案が投票に付され(2000-10-30)、メンバー国中、賛成9/16、反対1で採択されDISへ進み、続いてDIS案が投票に付された(2002-4-15)。

**【日本の対応】**物理的測定の場合に騒音レベル(dBA)より周波数分析を含む方法の方がよりよいこと、マスキング閾値の推定方法について検討課題とすることが適当と考えたが、全般的には許容できる企画案と考え、DISではコメント付き賛成の投票を行った。

難波 記

ISO/DIS 9921 : 1996 Ergonomic assessment of speech communication

-Speech Interference level and communication distances for persons with normal hearing capacity in direct communication (SIL method)  
音声伝達の人間工学的評価

-第1部 健常者が行なう機器を介さない会話での会話妨害度と伝達距離(SIL法) 公共の場と職場の危険信号 - 聴覚危険信号

ISO/DIS 9921(rev.) Ergonomic assessment of speech communication  
音声伝達の人間工学的評価(改訂版)

**【規格内容概要】**前項参照。本規格は音声による警報や危険信号、情報メッセージ、一般的な会話など音声伝達の人間工学的要求条件を取り決めている。実際の応用場面での音声伝達の効果予測や評価の方法について事例を紹介しながら述べている。

ISO/TC159/SC5総会(1998-12-8/9)でISO 9921-1も吸収する形で1つの規格に統合する提案が出されて審議した。その結果4部構成をやめてISO 9921「騒音環境下における音声伝達の人間工学的評価」1部とし、評価基準、予測評価を扱うこととした。

**【審議経過概要】**1999年のイギリス・ラフバラウ大学で開催されたTC159総会以来SC5/WG3は活性化し1999年2回、2000年2回、2001年1回と合計5回会議を開催した。CD案が投票に付され(2000-10-30)、メンバー国中、賛成9/16、反対1で採択された。続いてDIS案が投票に付された(2002-4-22)。

**【日本の対応】**会話了解度の評価は標準化が困難であり、特に言語の相違による影響は国際標準化において大きな問題と考えられる。本文は大変周到に記述され押さえるべき要因を確認する上で大変有効であり、測定法も言語依存性の少ない簡便な測定法であるSILのみをnormativeにし、STIはinformativeにするという現実的な対応をしている。SILでは中心周波数500,1000,2000,4000Hzの4帯域の騒音音圧レベル(A特性)の算術平均値を求める。又、オクターブ帯域の音圧レベル測定が出来ない場合に会話を聞き取る側での音圧レベル値から8dbを引いて近似できるとしている。なおannex FにSTIの解説があるが、この解説だけで実際にSTIの測定は困難なのではないかと思われたが、全般に許容できる規格案であると考え、DISではコメント付き賛成の投票を行った。

難波 記

ISO 11428:1996 Ergonomics-Visual danger signals-General requirements, design and testing  
人間工学 - 視覚的な危険信号 - 一般的な必要条件、設計及び検査

**【規格内容概要】**本規格は欧州規格EN842「機械の安全・視覚による危険信号、その一般要求条件と設計・点検」の国際版である。文や図に頼らない視覚信号で受け手側にその用意がある場合の知覚基準について取り決めた規格である。視覚信号の授受に関する物理学的条件と心理学的条件を対応させて信号設計に反映する手引としている。

**【審議経過概要】** 2001年6月に定期見直しの投票があり、今回改訂はしないこととなった。

堀野 記

ISO 11429:1996 Ergonomics—System of auditory and visual danger and information signals  
人間工学 - 音及び光を用いた危険及び安全信号のシステム

**【規格内容概要】** 本規格は欧州規格 EN981「機械の安全・聴覚・視覚による危険信号情報」の国際版である。緊急事態のメディアとして使われる聴覚・視覚信号が想起し得るあらゆる環境条件下で最も効果を発揮するための表示方法について取り決めた規格である。困難な状況下でも信号に曖昧性がないこと、鮮明に認知できることが第1条件でその他鮮明さを確保する条件、視覚・聴覚信号の質的特性が記述されている。

両信号システムの設計要求条件は4つの表に集約されている。表1は緊急度を危険、警告、命令、通報、解除の5段階に分類し、それぞれを鮮明に表示する視覚信号、聴覚信号システムが時間・強度・色の組み合わせで設計するように、きめ細かく整理している。表2は公共用の緊急事態の視覚・聴覚信号表示システムで緊急度を避難、危険通報に2分類した上でそれぞれを表す視覚・聴覚信号の組み合わせが簡潔に整理されている。表3は聴覚信号の表示法として周波数を時間と共に増加又は減少させるスイープ音、間欠的爆発音、断続的ピッチの階段状音、短音、連鎖音、長音などに分類、表4は視覚信号で赤色、黄色、青色、緑色の4色に分類、それぞれの表示法及び持つ意味を整理している。

**【審議経過概要】** 2001年6月に定期見直しの投票があり、今回改訂はしないこととなった。

堀野 記

TR 19358:2002 Ergonomics - Construction and application of tests for speech technology  
人間工学 - 音声技術における試験方法の構築と応用

**【規格内容概要】** この規格は音声に関連した製品やサービスの試験と評価について取り扱うものであり、音声技術分野で活動する専門家、これらのシステムの販売者やユーザが用いることを念頭においている。

青木 記