

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

担当小委員会	第 59/61/116 小委員会
事務局	一般社団法人 日本電機工業会

< 規格情報 >


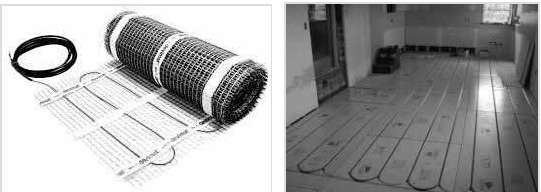
規格番号（発行年）	JIS C 9335-2-106（201X）
対応国際規格番号（版）	IEC 60335-2-106（第 1.0 版）
規格タイトル	家庭用及びこれに類する電気機器の安全性 - 第 2-106 部：電気カーペット及び取り外し可能な床仕上げの下に設置された室内暖房用ヒーティングユニットの個別要求事項
適用範囲に含まれる主な電気用品名	電気カーペット
廃止する基準及び有効期間	J60335-2-J1(H14)，3 年間

< 審議中に問題となったこと >

欧州では、生活スタイルの違いから、日本の電気カーペットのような製品は、主流ではないことから、IEC 規格においては、『取り外し可能な床仕上げの下に設置された室内暖房用ヒーティングユニット』に関する規定が主な内容となっている。そのため JIS においては、日本の電気カーペットの特性に合わせた規定を追加している。

< 主な国際規格との差異の概要とその理由 >

現在の別表第十二に採用されている技術基準とは相違する主なデビエーション。

項目番号	概要	理由
1.	適用範囲において、取り外し可能な床仕上げ材に電気カーペットの上に敷くカバーは含まないことを明確化した。	<p>本規格においては、主に以下の 2 製品を適用範囲としている。</p> <p>電気カーペット：床の上に置いて使用するもの</p>  <p>3畳相当</p> <p>ヒーティングユニット：取り外し可能な床仕上げ材の下に設置されるもの。</p>  <p>日本の電気カーペットは、通常、ヒータの上に専用カバーを敷いて使用が多いが、この専用カバーは、取り外し可能な床仕上げ材には、含まれないことを明確化した。</p>

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

項目番号	概 要	理 由
3.1.9	<p>通常動作について、電気カーペットのカバーの条件に関する規定を追加した。</p> <p>取扱説明書に専用カバーの指定がある場合は、専用カバーを上を掛ける。</p> <p>取扱説明書にカバーを掛けて使用する旨の指示があるが、専用カバーの指定がない場合は、中綿の厚さが約3mm、パイル目付量約300g/m²(保温率70%相当)のカバーを上を掛ける。</p> <p>取扱説明書にカバーを掛ける旨の指示がない場合は、カバーを掛けずに試験を行う</p>	<p>日本の電気カーペットの場合は、カバーを掛けて使用することが一般的なため、カバーの条件を記載した。</p> <p>なお、専用カバーの指定がない場合のカバーの条件については、現在の電気カーペットの専用カバーの中で比較的薄いもの(試験条件としては厳しい)の仕様を標準カバーとして規定した。</p>
3.104	<p>可とう部の定義について、IECでは『床仕上げの下にあるか又はその一部となるもの』と定義されているが、電気カーペットには本定義は、そぐわないため、ヒーティングユニットに限定する表現とした。</p> <p>また、電気カーペット本体にある制御装置も可とう部には含まれないことを明確化した。</p>	<p>電気カーペットの可とう部とは、ヒータ(コードヒータが埋め込まれた絨毯)部を指し、通常、床の上に置かれる部分である。また、電気カーペット本体にある制御装置は、通常、可とう性を有さないことから、可とう部には含まれないことを明記した。</p>
6.2	<p>IPX7の要求範囲は、電気カーペット及び類似の機器の可とう部のみとし、電気カーペット本体の制御装置は含まないことを明確化した。</p>	<p>現在の電気用品の技術基準の解釈(別表第八)においても電気カーペットの制御装置や電源電線等の接続部には防水性を要求しておらず、また、制御装置は本体端部にあり、通常の使用において制御装置に液体がかかることは低いと想定されるため、IPX7の要求範囲は、可とう部のみとした。</p>
7.1	<p>電気カーペット本体に取り付けた制御装置がIPX7を満たさない場合は、その旨を制御装置に表示しなければならない規定を追加した。</p>	<p>電気カーペット本体に取り付けた制御装置が防水性を有さない場合は、その旨が分かるように制御装置に表示することとした。</p>
7.12	<p>安全上のためにストoppaを設けている機器については、そのストoppaの意味及び、ストoppaを越えて操作する場合のリスクについて取扱説明書に表示する規定を追加した。</p>	<p>箇条11の温度上昇に関連して、ストoppaを超えて使用した場合、低温やけど等のリスクが高くなる場合は、その旨を取扱説明書に表示することとした。</p>
11.3 11.8 19.13	<p>電気カーペットにおいて、カバーを掛けるものはカバーの上面の温度を測定することを明確化した。</p>	<p>日本の電気カーペットの場合は、カバーを掛けて使用することが一般的なため、測定箇所を明確化した。</p>

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

項目番号	概 要	理 由
11.8	IEC では、温度上昇の規定値が 22K であるが、JIS では、使用者が自らの意思で温度上昇を解除するストッパを有する場合は 40K とした。 また、規定の運転時間を経過すると自動的に通電が停止する機器、又は自動で温度上昇を 22K まで下げようとして制御を行う機器の場合は、各時間に応じて規制値を以下のように緩和した。 3 時間 24K 1.5 時間 25K	日本の電気カーペットの場合、寒冷地で使用される場合等において、IEC の温度規制値(22K)よりも高い温度を市場から要求されている。また、ダニ対策モード等では、機能的により IEC の温度規制値よりも高い温度に設定する必要がある。そのため、目盛りにストッパを有することで、使用者が意図せず、IEC の規制値以上に設定することを抑制できる機器については、その温度上昇値を 40K に緩和した。なお、40K は、JIS C9335-2-80：電気マットの個別要求事項を参考に規定した。 また、低温やけどは、その温度と時間に相関関係があるとされており、運転時間の経過に応じ自動的に通電が停止する機器又は温度上昇を 22K まで下げようとして制御を行う機器の場合も規制値を緩和した。
15.1.1	電気カーペット及び類似機器の可とう部について、IPX7 に該当する試験を適用する規定を追加した。	IEC には、電気カーペットの可とう部についての試験条件の記載がなかったため、電気用品の技術基準の解釈(別表第八)と同様の規定を追加した。
18.101.2	本体を容易に折りたたむことができる電気カーペットについては、電気用品の技術基準の解釈(別表第八)に規定されている折りたたみ耐久試験を追加した。	本項で規定されている IEC の耐久試験は、機器を巻いて収納する場合の耐久性を考慮しており、現在の電気用品の技術基準の解釈(別表第八)に規定される方が、折りたたんで収納する日本の電気カーペットに適しており、また、より厳しい規定となるため。
18.103	PTC 電熱素子を用いるヒーティングユニットの場合の耐久性を規定した。	ヒーティングユニットにおける PTC 電熱素子は、平常温度から温度が高く変化すると急激に抵抗値が上がるため、IEC 規格の平常よりも 5 高い温度での耐久試験で試験前後の抵抗測定が困難である。このため、電流を通じた状態で表面温度の変化を測定する試験とした。(JIS C9335-2-96 と同様のデピエーション)
19.13	異常試験における温度上昇値について、19.11.3 適用時は、90K とする規定を追加した。	IEC で規定された温度上昇規制値である 60K は、通常使用における絶縁物の耐熱温度を考慮していると考えられ、電気カーペットに適用する場合、保護電子回路による保護以外の単一故障をこの規定値で保護することは合理的と考えられるが、保護電子回路の故障(19.11.3)時の保護(最終保護)としては、その状態が長時間継続することは考えにくいことから、JISC9335-1 で規定される付加絶縁及び強化絶縁に対する規定値にあるように、通常の耐熱温度の 1.5 倍の規定で保護することとした。

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

項目番号	概 要	理 由
19.101	電気カーペットについては、耐皺毛布の試験方法を採用することとした。	IECにおける本項の引用元は、IEC60335-2-17における耐皺毛布以外の電気毛布の折りたたみ試験であるが、電気カーペットは、電気毛布と比較して可とう性が低く、折りたたみの幅が40mmでは対応が難しい製品も存在することから、同じIEC60335-2-17における19.105耐皺毛布の試験方法を採用することとした。 ただし、2-17の19.105には、折りたたみ幅の規定がないため、『折りたたみの幅の最小値は、40mmとする』旨の注記を追加することとした。
21.102	電気カーペットの制御装置部に現在の電気用品の技術基準の解釈（別表第八）における静荷重試験の規定を追加した。	IECに制御装置部に対する機械的強度の規定が存在しないため。
22.107A	安全上のストッパに対して、ストッパを越えた（解除した）ことが容易に分かるような構造を要求を追加した。	消費者が意図せず、ストッパを解除することを防止するため。
24.101	温度過昇防止装置に引外し自由機構を要求されているが、ヒータ線が感熱線式の場合にあっては、この限りではない旨の規定を追加した。	感熱線式の場合、ヒータ線自身が温度過昇防止装置の役割をしているが、ヒータ線に引外し自由機構機を持たせることはできないため、除外する規定を追加した。
25.1	IECにおける可搬式電気カーペットには、長さが2.3m以上の電源コードを要求しているが、電源コードが本体のエッジ部に取り付けた制御装置に接続され、制御装置に非防水である旨を表示している場合は、その限りではない旨の規定を追加した。	IECでは、防水性を謳っている製品については、水が掛かる場所で、使用されるリスクがあり、電源コンセントに水がかからないように電源から相応の距離を取って使用する必要があることから、2.3m以上のコードの長さを要求しているが、日本の電気カーペットの場合、水が掛かる場所で使用されるリスクが少ないことからデビエーションを追加することとした。
30.1	IECでは、ヒータリングユニット又は電気カーペットには、本項は適用しないこととなっているが、JISでは、可とう部には適用しないが、電気カーペットの制御装置および接続装置には、この試験を適用することとした。	制御装置の耐火性を規定する必要があるため。

<主な改正点>

従来は、別表第十二では、電気カーペットに対しては、日本が独自に作成 JIS C9335-2-201 を採用していたが、IEC60335-2-106 が発行されたことから、新たに JIS C9335-2-106 を制定する。

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

< 技術基準省令への整合性 >

JIS C 9335-2-106 : 201X (家庭用及びこれに類する電気機器の安全性 - 第 2-106 部 : 電気カーペット及び取り外し可能な床仕上げの下に設置された室内暖房用ヒーティングユニットの個別要求事項)

技術基準			該当 非該当	規格		補足
条	タイトル	条文		項目番号	規定タイトル・概要	
第 二 条 第 1 項	安全原則	電気用品は、通常の使用状態において、人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがないよう設計されるものとする。	該当 非該当	箇条 4	4 一般要求事項 機器は、通常使用時に起こりやすい不注意があっても、人体及び/又は周囲に危害をもたらさないように安全に機能する構造でなければならない。	
第 二 条 第 2 項	安全原則	電気用品は、当該電気用品の安全性を確保するために、形状が正しく設計され、組立てが良好で、かつ、動作が円滑であるものとする。	該当 非該当	箇条 22	22 構造 構造に関する規定全般。	
第 三 条 第 1 項	安全機能を有する設計等	電気用品は、前条の原則を踏まえ、危険な状態の発生を防止するとともに、発生時における被害を軽減する安全機能を有するよう設計されるものとする。	該当 非該当	箇条 19 19.101 19.102 19.103	19 異常運転 機器は、異常運転又は不注意運転によって、火災の危険、及び安全性又は感電に対する保護に影響を及ぼす機械的損傷を、できるだけ未然に防止できる構造でなければならない。 19.101 可搬式断熱カーペットは、折りたたみ状態で運転した時、可とう部の温度上昇は、130 K を超えてはならない。 19.102 19.101 への適合性がヒューズリンク又は意図的な脆弱部品の破断に依存している場合は、可とう部を規定通りに配置し、保護回路の最大インピーダンス点を折りたたみ部の最も条件の悪い部分に含めるようにして、試験を繰り返す。	

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

					19.103 電熱素子又は燃り線で構成された内部配線をもつ可搬式電気カーペットは、1本又は複数の燃り線が断線したとしても、通常の使用中に過剰な温度になってはならない。	
第三条 第2項	安全機能を有する設計等	電気用品は、前項の規定による措置のみによってはその安全性の確保が困難であると認められるときは、当該電気用品の安全性を確保するために必要な情報及び使用上の注意について、当該電気用品又はこれに付属する取扱説明書等への表示又は記載がされるものとする。	該当 非該当	箇条7	7 表示及び取扱説明 7.12 機器を安全に用いることができるように、機器には、取扱説明書を備えなければならない。 7.2.101 測定のために切断できるヒーティングユニットに関する取扱説明書は、危険源を避けるため、設置作業には、製造業者又はそのサービス代理店しか関われないことを明記しなければならない。 7.101 リストアップすべきヒーティングユニットの場所のために十分なスペースがあるラベルを、各設置ごとに提供しなければならない。	
第四条	供用期間中における安全機能の維持	電気用品は、当該電気用品に通常想定される供用期間中、安全機能が維持される構造であるものとする。	該当 非該当	箇条18 19.11 19.12 22.16 24.1.4 24.1.8 24.1.8 25.14 25.14 箇条28 18.101	18 耐久性（個別規格で規定） 19.11 電子回路の故障 19.12 ヒューズの特性 22.16 自動巻取り機構の耐久性 24.1.4 自動制御装置の耐久性 24.1.8 温度ヒューズの規定 25.14 電源コードの折り曲げ耐久 28 ねじ及び接続 故障することによってこの規格に適合しなくなるおそれがある締付け部、電気接続部及び接地導通を行う接続部は、通常使用時に生じる機械的応力に耐えな	

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

				18.102 18.103	<p>なければならない。</p> <p>18.101 電熱素子から供給リードまでと相互接続リードまでの接続は、信頼性のあるものでなければならない。</p> <p>18.102 抵抗材料と、蒸着フィルム又はプリント回路電熱素子をもつヒーティングユニットの電極との間の電氣的接続は、信頼性がなければならない。</p> <p>18.103 PTC 電熱素子を用いないヒーティングユニットは、使用中、抵抗値が著しく減少してはならない。</p>
第五条	使用者及び使用場所を考慮した安全設計	電気用品は、想定される使用者及び使用される場所を考慮し、人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがないように設計され、及び必要に応じて適切な表示をされているものとする。	該当 非該当	<p>箇条 1</p> <p>箇条 6</p> <p>7.12</p> <p>箇条 15</p> <p>22.107A</p> <p>24.102</p>	<p>1 適用範囲</p> <p>この規格では、住宅の中及び周囲で、機器に起因して人が遭遇する共通的な危険性を可能な限り取り扱う。ただし、この規格では、通常、次の状態については規定していない。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 次のような人（子供を含む）が監視又は指示のない状態で機器を安全に用いることができない場合 ・肉体的、知覚的又は知的能力の低下している人 ・経験及び知識の欠如している人 - 子供が機器で遊ぶ場合 <p>6 分類</p> <p>6.1 感電保護クラス（必要に応じて、個別規格で限定）</p> <p>6.2 水に対する保護（必要に応じて、個別規格で限定）</p> <p>7.12 取扱説明</p> <p>取扱説明書には、次の要旨を記載しなければならない</p>

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

					<p>い。</p> <p>この機器は、安全に責任を負う人の監視又は指示がない限り、補助を必要とする人（子供を含む）が単独で機器を用いることを意図していない。</p> <p>この機器で遊ぶことがないように、子供を監視することが望ましい。</p> <p>15 耐湿性等</p> <p>22.107A 安全上のストッパは、ストッパを越えた（解除した）ことが容易に分かるような構造でなければならない。</p> <p>24.102 制御装置及び、機器がこの規格に適合するために必要なその他の構成部品は、機器と共に供給されなければならない。</p>	
第六条	耐熱性等を有する部品及び材料の使用	電気用品には、当該電気用品に通常想定される使用環境に応じた適切な耐熱性、絶縁性等を有する部品及び材料が使用されるものとする。	該当 非該当	<p>箇条 24</p> <p>箇条 30</p> <p>30.101</p> <p>30.102</p>	<p>24 部品</p> <p>部品は、合理的に適用できる限り、関連する JIS に規定する安全性に関する要求事項に適合しなければならない。</p> <p>30.1 耐熱性</p> <p>30.101 機器が導体のアーク放電で生じる過熱を防止する手段を内蔵している場合を除き、可とう部のエンクロージャは耐発火性をもたなければならない。</p> <p>30.102 可とう部内部の電熱素子及び内部配線の絶縁は、異常熱及び火災に十分に耐えるものでなければならない。</p>	

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

第七 条 第1項	感電に対する保 護	電気用品には、使用場所の状況及び電圧に応じ、感電のおそれがないように、次に掲げる措置が講じられるものとする。 一 危険な充電部への人の接触を防ぐとともに、必要に応じて、接近に対しても適切に保護すること。	該当 非該当	箇条8 13.3 16.3 22.5 箇条23 箇条27 22.105 22.106	8 充電分への近接に対する保護 13.3 運転中の耐電圧 16.3 耐湿後の耐電圧 22.5 コンデンサの残留電荷による感電危険の防止 23 内部配線 27 接地接続の手段 22.105 安全超低電圧で動作する電熱素子を内蔵しているもの以外の機器は、電熱素子の絶縁を異物が貫通してしまった場合、電源周波数の1サイクル以内に、両電源極を断路する保護回路、又は電熱素子の絶縁をエンクローズする接地金属スクリーンを内蔵していなければならない。保護回路を内蔵する計器の場合、保護回路は、絶縁を貫通している物体を取り除いたとき、自動的に電源をリセットしたり、自動的にこれを再接続したりしてはならない。 22.106 機器が電源システムの保護接地への接続に依存する保護回路を内蔵している場合、保護接地への接続が十分に低い値のものであるときを除き、電熱素子への通電が可能となってはならない。	
第七 条 第2項	感電に対する保 護	二 接触電流は、人体に影響を及ぼさないように抑制されていること。	該当 非該当	13.2 16.2	13.2 動作温度での漏えい電流 16.2 耐湿後の漏えい電流	
第八 条	絶縁性能の保持	電気用品は、通常の使用状態において受けるおそれがある内外からの作用を考慮し、かつ、使用場所の状況に応じ、絶縁性能が保たれるものとする。	該当 非該当	箇条11 箇条14 箇条15	11 温度上昇 14 過渡過電圧 15 耐湿性等 26 外部導体用端子	

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

				箇条 26 箇条 29 22.101 22.102 22.104	29 空間距離，沿面距離及び固体絶縁 22.101 クラス II 以外の機器の場合，ヒーティングユニットは，クラス の構造でなければならず，保護接地を設けてもよい。 22.102 絶縁及び，接続部並びに電熱素子のエッジを覆う何らかの接着剤は，電熱素子の材料又は絶縁特性に悪影響を与えてはならない。 22.104 接続用口出し線及び相互接続用口出し線に取り付けた接続装置は，クラス の構造でなければならない。工具を使わずに，これら装置が分離できるようであってはならない。	
第九条	火災の危険源からの保護	電気用品には，発火によって人体に危害を及ぼし，又は物件に損傷を与えるおそれがないように，発火する温度に達しない構造の採用，難燃性の部品及び材料の使用その他の措置が講じられるものとする。	該当 非該当	箇条 11 箇条 17 箇条 19 30.2 24.101	11 温度上昇 17 変圧器及びその関連回路の過負荷保護 19 異常運転 30.2 耐火性 24.101 箇条 19 に適合するために必要な温度過昇防止装置は，引き外し自由機構をもつ非自動リセット式でなければならない。ヒータ線が感熱式の場合にあっては，この限りではない。	
第十条	火傷の防止	電気用品には，通常の使用状態において，人体に危害を及ぼすおそれがある温度とならないこと，発熱部が容易に露出しないこと等の火傷を防止するための設計その他の措置が講じられるものとする。	該当 非該当	箇条 11	11 温度上昇	
第十一条第1項	機械的危険源による危害の防止	電気用品には，それ自体が有する不安定性による転倒，可動部又は鋭利な角への接触等によって人体に危	該当 非該当	箇条 20 22.14	20 安定性及び機械的危険 22.14 機器には機器の機能上必要でない限り，通常	

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

		害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがないように、適切な設計その他の措置が講じられるものとする。			使用時又は使用者による保守の際に危険を及ぼすおそれがある凹凸のある角又は鋭い角があってはならない。
第十一 条第2項	機械的危険源による危害の防止	2 電気用品には、通常起こり得る外部からの機械的作用によって生じる危険源によって人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがないように、必要な強度を持つ設計その他の措置が講じられるものとする。	該当 非該当	箇条 21 22.11 21.101 21.102 21.103 21.104 21.105 22.103 22.107	21 機械的強度 22.11 充電部、湿気又は運動部への接触に対する保護のための着脱できない部分は確実な取付け及び通常使用時に生じる機械的応力に耐えなければならない。 21.101 電熱素子の一部を、規定された曲げ作業を3回実施した時、ヒーティングユニットは16.3の電気強度試験に耐えなければならない。また、この規格への適合性を損なうほどの損傷を受けてはならない。 21.102 蒸着フィルム又はプリント回路電熱素子を内蔵するヒーティングユニットの二つの試験片について、規定された試験で、電熱素子の表面をひっかいた後、ヒーティングユニットは、16.3の耐電圧試験に耐えなければならない。 電気カーベットの本体の任意のところ及び制御装置に60kgの荷重を1分間加えた後、各部にひび、割れが生じず、かつ、試験後において、箇条11に適合しなければならない。 21.103 ヒーティングユニットの一部を直径が6mm、長さが20mmで、端半径が3mmの鋼ロッドを、1カ所だけで接触するように、ヒーティングユニットを横切るようにしておき、ロッドに1000Nの力を30秒

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

					<p>間,加えた後,ヒーティングユニットは,16.3の耐電圧試験に耐えなければならない。</p> <p>21.104 ヒーティングユニットおよび電気カーペットに規定された方法で、5つのキャスター付きのいすを使用して、いすの質量を含めた合計質量が 90 kg ±1 kg となるように質量を負荷し、いす/キャスターの組合せは 15 r/min±1 r/min の速度で回転させるた後、試験を受けた機器は、16.3の耐電圧試験に耐えなければならない。この規格への適合性を損なうほどの損傷を受けてはならない。</p> <p>21.105 電熱素子,接地導体又は内部配線の試験片の曲げ試験を実施した時、試験中、試験片が破壊されてはならない。次に、約 1%の NaCl を含む水に試験片を浸漬し、導体と塩水との間に、約 500V の直流電圧を印加する。絶縁抵抗は、浸漬後 1 分で測定し、1 M 以上でなければならない。</p> <p>22.103 電熱素子を定位置に保持している層は、分離してはならない。</p> <p>22.107 電熱素子が電気カーペットの布地部分に直接内蔵されている場合、例えば変色などの摩耗標識を電熱素子の上のカーペット内に組み込み、電熱素子絶縁系統が露出する前に標識が目に見えるようにしなければならない。</p>	
第十二条	化学的危険源による危害又は損	電気用品は、当該電気用品に含まれる化学物質が流出し、又は溶出することにより、人体に危害を及ぼし、	該当 非該当	19.13 22.22	19.13 異常試験の判定 試験中に、炎、熔融金属、危険な量の有毒性又は可	

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

	傷の防止	又は物件に損傷を与えるおそれがないものとする。		22.23 22.41 箇条31 箇条32	燃性ガスが機器から漏れず、かつ、温度上昇は表9に規定する値を超えてはならない。 22.22 アスベスト使用の禁止 31 耐腐食性（必要により個別で規定） 22.23 ポリ塩化ビフェニル（PCB）を含んだ油の使用禁止 22.41 ランプを除き、水銀を含む部品の禁止 32 放射線、毒性その他これに類する危険性	
第十三条	電気用品から発せられる電磁波による危害の防止	電気用品は、人体に危害を及ぼすおそれのある電磁波が、外部に発生しないように措置されているものとする。	該当 非該当	箇条32	32 放射線、毒性その他これに類する危険性（個別で規定）	
第十四条	使用方法を考慮した安全設計	電気用品は、当該電気用品に通常想定される無監視状態での運転においても、人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがないように設計され、及び必要に応じて適切な表示をされているものとする。	該当 非該当	19.7 22.49 ~ 22.51 30.2.3	19.7 モータ拘束試験 人がついていない機器は、定常状態まで試験を実施する。 22.49～22.51 遠隔操作に対する規定 30.2.3 人の注意が行き届かない機器の耐火性試験	
第十五条第1項	始動、再始動及び停止による危害の防止	電気用品は、不意な始動によって人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがないものとする。	該当 非該当	箇条9 箇条19	9—モータ駆動機器の始動（個別で規定） 19 異常運転 異常運転試験において、機器は、誤動作を起こしてはならない。	
第十五条第2項	始動、再始動及び停止による危害の防止	電気用品は、動作が中断し、又は停止したときは、再始動によって人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがないものとする。	該当 非該当	20.2 22.10	20.2 機器的危険 自己復帰形温度過昇防止装置及び過負荷保護装置が何かの拍子に閉状態になった場合に、それが危険を引き起こす引き金となってはならない。 22.10 非自己復帰形制御装置の復帰ボタンは偶発的な復帰が危険を招く場合、それが起こりにくい位置に取り付け得るか又は保護する。	

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

第十五条第3項	始動、再始動及び停止による危害の防止	電気用品は、不意な動作の停止によって人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがないものとする。	該当 非該当	箇条4	4 一般要求事項 機器は、通常使用時に起こりやすい不注意があっても、人体及び/又は周囲に危害をもたらさないように安全に機能する構造でなければならない。	原則として機器の停止状態を安全状態としており、非該当
第十六条	保護協調及び組合せ	電気用品は、当該電気用品を接続する配電系統や組み合わせる他の電気用品を考慮し、異常な電流に対する安全装置が確実に作動するよう安全装置の作動特性を設定するとともに、安全装置が作動するまでの間、回路が異常な電流に耐えることができるものとする。	該当 非該当	箇条10 箇条17 19.12 箇条25	10 入力及び電流 17 変圧器及びその関連回路の過負荷保護 19.12 ヒューズの特性 25 電源接続及び外部可とうコード 10.101 PTC 電熱素子を内蔵したヒーティングユニットをもつ機器の入力は、温度上昇と共に大幅に減少しなければならない。	
第十七条	電磁的妨害に対する耐性	電気用品は、電氣的、磁氣的又は電磁的妨害により、安全機能に障害が生じることを防止する構造であるものとする。	該当 非該当	19.11.4	19.11.4 イミュニティ試験	
第十八条	雑音の強さ	電気用品は、通常の使用状態において、放送受信及び電気通信の機能に障害を及ぼす雑音を発生するおそれがないものとする。	該当 非該当	-	この規格では規定しない	家電機器に対する雑音の強さは、J55014等の別規格で規定されている。
第十九条	表示等（一般）	電気用品は、安全上必要な情報及び使用上の注意（家庭用品品質表示法（昭和三十七年法律第百四号）によるものを除く。）を、見やすい箇所に容易に消えない方法で表示されるものとする。	該当 非該当	箇条7 7.14	7 表示 7.14 表示の消えにくさ	
第二十条第1項	表示（長期使用製品安全表示制	次の各号に掲げる製品の表示は、前条の規定によるほか、当該各号に定めるところによる。	該当 非該当	-	この規格では規定しない	長期使用製品安全表示制度につ

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

	度による表示)	<p>一 扇風機及び換気扇（産業用のもの又は電気乾燥機（電熱装置を有する浴室用のものに限り、毛髪乾燥機を除く。）の機能を兼ねる換気扇を除く。）機器本体の見やすい箇所に、明瞭に判読でき、かつ、容易に消えない方法で、次に掲げる事項を表示すること。</p> <p>(イ) 製造年</p> <p>(ロ) 設計上の標準使用期間（消費生活用製品安全法（昭和四十八年法律第三十一号）第三十二条の三第一項第一号に規定する設計標準使用期間をいう。以下同じ。）</p> <p>(ハ) 設計上の標準使用期間を超えて使用すると、経年劣化による発火、けが等の事故に至るおそれがある旨</p>				<p>いては、省令で明確に規定されているため、整合規格は不要。</p>
第二十条第2項	表示（長期使用製品安全表示制度による表示）	<p>二 電気冷房機（産業用のものを除く。）機器本体の見やすい箇所に、明瞭に判読でき、かつ、容易に消えない方法で、次に掲げる事項を表示すること。</p> <p>(イ) 製造年</p> <p>(ロ) 設計上の標準使用期間</p> <p>(ハ) 設計上の標準使用期間を超えて使用すると、経年劣化による発火、けが等の事故に至るおそれがある旨</p>	<p>該当</p> <p>非該当</p>	-	同上	同上
第二十条第3項	表示（長期使用製品安全表示制度による表示）	<p>三 電気洗濯機（産業用のもの及び乾燥装置を有するものを除く。）及び電気脱水機（電気洗濯機と一体となっているものに限り、産業用のものを除く。）機器本体の見やすい箇所に、明瞭に判読でき、かつ、容</p>	<p>該当</p> <p>非該当</p>	-	同上	同上

電気用品安全法の技術基準の解釈別表第十二に提案する規格の概要

		<p>易に消えない方法で、次に掲げる事項を表示すること。</p> <p>(イ) 製造年</p> <p>(ロ) 設計上の標準使用期間</p> <p>(ハ) 設計上の標準使用期間を超えて使用すると、経年劣化による発火、けが等の事故に至るおそれがある旨</p>				
第二十条第4項	表示（長期使用製品安全表示制度による表示）	<p>四 テレビジョン受信機（ブラウン管のものに限り、産業用のものを除く。）機器本体の見やすい箇所に、明瞭に判読でき、かつ、容易に消えない方法で、次に掲げる事項を表示すること。</p> <p>(イ) 製造年</p> <p>(ロ) 設計上の標準使用期間</p> <p>(ハ) 設計上の標準使用期間を超えて使用すると、経年劣化による発火、けが等の事故に至るおそれがある旨</p>	<p>該当</p> <p>非該当</p>	-	同上	同上

低温やけどについて

通商産業省 工業技術院 機械技術研究所 基礎技術部長

山田 幸生

1. 「低温やけど」とは

「低温やけど」という言葉を聞いたことがあるでしょうか。普通、高温の物体に皮膚が触れて細胞が壊れると「やけど」になる。蛋白質は一般にその温度が42°Cを超えると変質し、蛋白質からできている細胞は壊れる。従って、熱湯や熱くなった物に触れると「やけど」になるのは当たり前である。しかし、それほど熱いと感じない物や、暖かいとを感じる物に触れていて「やけど」になることがあり、それが一般に言われる「低温やけど」である。

氷のような0°C以下の冷たい物に触れて組織が壊れることもある。確かに組織が「低温」になったために起きた障害であるが、それは「低温やけど」とは呼ばず、「凍傷」あるいは「凍害」と呼ばれる。ここで問題にしているのは「凍傷」ではなく熱いとは感じないのに「やけど」する場合である。

なお、「やけど」は「火傷」と書くが、医学用語としては「火傷」は使われておらず、「熱傷（ねっしょう）」と呼ばれている。「低温やけど」の医学的用語は従って「低温熱傷」であるが、ここでは判りやすくするため、また、一般にはよく使われているため「低温やけど」と呼ぶことにする。

2. 「やけど」に関する研究

蛋白質は42°Cを超えると変質すると上述したが、一瞬42°Cになっただけでは細胞は壊れない。50年も前の1947年頃にHenriques⁽¹⁾らは、皮膚がどれだけの時間、どんな温度になっていると「やけど」になるかを調べた。彼は多くの実験を行い、やけどになるかならないかの境目や障害が明らかになるやけどがどういう条件になるかを調べ、表や式で表わした。組織の損傷の度合を与える目安として損傷関数という考えを導入し、この関数の値 Ω が0.53を超えたらやけどと言える障害（不可逆的障害）が発生するとした。それを表すのが式(1)(2)である⁽²⁾。

$$\Omega = 3.1 \times 10^{98} \int_0^t \exp\left(\frac{-75000}{T_t + 273}\right) dt \dots \dots \dots (1)$$

$$T_t = T_s - (T_s - 35) \left[\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{0.15/\sqrt{t}} \exp(-y^2) dy \right] \dots (2)$$

ここで、 Ω は損傷関数、 t は熱源に皮膚が接触している時間 (sec)、 T_t は表皮底部温度 (°C)、 T_s は熱源に接触しているときの皮膚表面温度 (°C) である。式(1)(2)で $\Omega = 0.53$ および $\Omega = 1.0$ となる組織温度と熱源接触時間の関係をグラフに表わしたのが図1である。 $\Omega = 0.53$ の曲線より上ではやけど

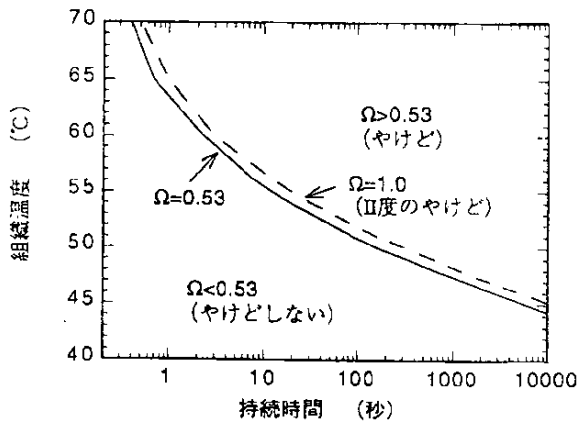


図1 Henriquesの提唱した損傷関数による障害の有無の判定。Ω=0.53の曲線より上ではやけどになり、下では障害は見られない。

になり、下ではやけどにはならないということとなる。さらにΩ=1.0の曲線よりも上の部分ではやけどの程度はⅡ度となる。

(医学的にはやけどの程度はⅠ度：紅斑、Ⅱ度：水疱・びらん・潰瘍、Ⅲ度：壊死、に分類される。) 高い温度の物に触れて組織温度が42℃よりもかなり高くなると短い時間でもやけどになるが、42℃より少し高い温度であれば多少長い時間であってもやけどにはならないことになる。

しかし、図1によれば、

- ・ やけどとなるΩ=0.53に達するには、
 - ①44℃では12000秒≈200分≈3時間20分
 - ②46℃では2800秒≈47分
 - ③50℃であれば165秒≈2分45秒
- ・ Ⅱ度のやけどであるΩ=1.0に達するには
 - ①44℃では23000秒≈383分≈6時間30分
 - ②46℃では5200秒≈87分≈1時間30分
 - ③50℃では325秒≈5分25秒

ということであるから、無意識の状態で皮膚表面が46℃になっていたとすると1時間以内でやけど状態となり、1時間半でⅡ度のやけどになってし

まうことになる。図1は皮膚表面温度が45℃付近では1℃上昇するとやけどになる時間は約半分になることを意味している。

この研究は50年も前に主に豚を用いて行われた研究であるが、人間で実験することはできないため今でも貴重なデータであり、やけどの重要な指針となっている。ただし、これらは皮膚が通常の場合の室内にある場合の結果であり、皮膚が極端に圧迫されていたり、血行障害のような全身的な病気を持たない場合である。

3. 低温やけどの状況

さて、低温やけどでは通常の高温度物体に触れたときのやけどとは少し違った状況が観察される。

低温やけどになった人にやけどになったときの状況を聞いてみると、疲れ果てたり泥酔して意識がないほどに身動き一つせず眠っていたという場合が多い。いくら疲れ果てたり、泥酔していても、とても熱い物に触れば反射的に手足を引っ込めたり避ける動作をするはずである。しかし、寒い夜などに心地よい程度の暖かさを持った物の場合には、必ずしも避ける動作をしないと考えられる。ゆたんぽに足を乗せたまま眠ってしまったたり、電気ストーブの直前で眠ってしまったたりする。身動きせずにいれば、足の同じ部分が長時間ゆたんぽに接触して、図1の曲線よりも上の条件となってやけどになってしまう。少し手で触れた程度ではやけどしそうもないゆたんぽでも条件によってはやけどになってしまう。電気ストーブの前で泥酔して眠ってしまった場合も同じである。

また、障害などで特に皮膚感覚が極端に鈍化した場合、赤ん坊などで回避動作を取りにくい人の場合には、46℃の物体に1時間以上同じ姿勢で接触してしまうことが考えられる。高齢者は特に温

熱感覚が鈍化してしまうことが報告されており、特に障害を持たない場合でも注意が必要となる。

さらにひどい低温やけどの症例が報告⁽³⁾されている。たとえば、老人性痴呆が存在した84歳男性の場合には、入浴中に何らかの原因で風呂から上がれなくなり、腹部から下部をお湯に1時間以上漬けた状態となった。お湯の温度は家人が手を入れてもやけどするような熱さではなかったが、腹部より下部が低温やけどとなり、表面的にはⅡ度のやけどと診断された。しかし、やけどが内部まで届いており、結局Ⅲ度のやけどとなり、10日後に死亡した。また、起立歩行不能の85歳女性の場合には、電気コタツに足を入れて寝る習慣を持っていた。この女性は、就寝後6時間経過したある朝コタツに足を入れたままぐったりしているのを発見され、衣服に接触していた両下肢にⅡ度およびⅢ度のやけどが認められたが、深部への障害がひどく、結局Ⅲ度のやけどで19日後に死亡した。この他にも「通常ではやけどを起こすとは考えられない比較的低温によってやけど」を被る高齢者が報告されている。

4. 低温やけどの特異性

よく考えると、低温やけどの症状には一つ不思議な点がある。それは表面の皮膚からは見られない深い所の組織が意外にも強い障害を受けていることが多いことである。上述のように表面的にはⅡ度に見えても深部の障害が存在し、時間が経過してようやくⅢ度の障害であったことが判明することが報告されている。そのため、表面的にはすぐに治癒するだろうと思われてもなかなか治癒しにくい場合が多い。低温やけどは皮膚だけでなく深部が障害を受ける場合が多いので、表皮のやけどとは違った治療が必要となる。総合病院なら「形

成外科」で適切な治療を受けることができる。

外から熱を受けて障害が発生したのであるから、熱を受けている間は表面の皮膚の温度が最も高く、内部に向かって徐々に温度が下がって熱が内部に伝わるわけである。内部の方が温度が高くなることは不可能で、それは熱力学第二法則に反する。水の流れと同じで、熱は温度の高い所から低いところにしか流れない。従って、低温やけどで表面の皮膚よりも内部の方が障害が強いというのは、納得しかねる状況である。

低温やけどと似たような障害が熱とは無関係に起こることがある。それは俗に「床ずれ」、医学的には「褥瘡」と呼ばれる障害である。これは寝たきりの病人や脊椎損傷者などに頻繁に発生する障害で、身動きが容易でなく、また、皮膚感覚が衰えた場合に特に注意が必要となる。これから急速に高齢社会となる日本にとって、褥瘡の問題は重要である。

褥瘡の場合は長時間身体と同じ部分が圧迫され、血流が十分でない状態が続くことにより組織がダメージを受けるが、その発生メカニズムはいまだに完全には理解されておらず、研究が続けられている⁽⁴⁾。いずれにしても組織の同じ部分が長時間圧迫されないようにすることが褥瘡を発生させない重要なポイントであるため、病院などでは看護婦さんが定期的に動けない患者さんの姿勢を変えるという重労働に頼って褥瘡を予防する努力をしている。

ところが、一旦生じてしまった褥瘡はなかなか直りにくい。それは、障害が皮膚近辺に止まらず、深い組織までダメージを受けることが多いからである。ひどいときには骨にまで達してしまう。低温やけどと褥瘡は内部にまで障害が及んでしまうという共通点がある。

なぜこのようなことが起きるのかを生体内熱移

動の観点から考えてみた^(5,6,7)のが次節である。

5. 生体内熱移動の特徴

まず、基本に立ち戻って生体内の熱の移動現象を説明する。簡略化された計算では式(3)で表される Pennes の生体伝熱方程式⁽⁸⁾が受け入れられ、よく用いられている。

$$\rho C \frac{\delta T}{\delta t} = \nabla(k \nabla T) + \rho_b C_b W_b (T_b - T) + Q_m + Q_o \dots (3)$$

左辺は時間変化による組織への熱の蓄積、右辺第1項は温度勾配に従う熱伝導による熱の流れ、第2項は動脈血から組織への熱移動、第3項は組織の代謝による産熱（発熱でも良いが、病気による発熱と区別するため産熱と呼ぶ）、第4項は外部エネルギー源からの加熱（たとえば、電磁波を用いて組織内部を加熱する場合）である。

（記号を説明すると、 ρ は組織の密度、 C は組織の比熱、 T は組織の温度、 t は時間、 $\delta T / \delta t$ は組織温度の時間変化、 k は組織の熱伝導率、 ∇^2 は空間に対する勾配を示す記号、 ρ_b は血液の密度、 C_b は血液の比熱、 W_b は血液の流量、 T_b は動脈血の温度、 Q は代謝による産熱。）

第4項は外部の熱源によるやけどの場合には無視できる。この式が通常、工業的に使われる熱伝導方程式と違う点は、右辺第2項の血液との熱交換の項と第3項の代謝による産熱の項である。

さて、周囲との熱交換を考えず、定常状態で一様な組織があると仮定すると、温度勾配がないため熱伝導はなく、また、定常状態のため時間的変化もない。従って、式(3)で考えなければならないのは右辺の第2項と第3項だけになり、代謝による産熱が全て血流で運ばれ、組織の温度と動脈血の温度の差は、代謝による産熱を動脈血流量などで割った式(4)により決まる。

$$T - T_b = \frac{Q}{\rho_b C_b W_b} \dots (4)$$

安静な状態で血流も阻害されていなければ、この式から組織温度 T は動脈血温度 T_b よりも 0.2°C 程度しか高くないという結果が得られる。盛んに運動して代謝による産熱が増えると、血流も増えるが、産熱が大幅に増えても血流がそれほどには増えなければ体温は上昇し、血液温度と組織温度の差は大きくなる。激しい運動による産熱の増加は最大で安静時の20倍にもなるが、血流量は5倍程度にしかならない。その結果、組織の温度を血流による熱輸送だけでは安定に保つことができなくなり、汗をかいて周囲に熱を放散して体温を下げようとする。

では安静時に圧迫などによって血流が阻害されたときはどうなるかを考えてみる。たとえば、血流量が5分の1になったと仮定する。組織の代謝による産熱は血流で運ばれた酸素が基になっているから単純に考えれば酸素輸送量も5分の1になって、産熱も5分の1になる。従って、式(4)の分子も分母も5分の1になり、組織温度は変わらないことになる。

しかし、血流が阻害されて酸素輸送が減少すると組織は生理学的な反応をして酸素輸送量に変化が現れる。その鍵はヘモグロビンの酸素解離曲線（図2）にある。図2に血液中の酸素担体であるヘモグロビンがどのように酸素を組織に放出するかを説明している。組織の酸素分圧が減少すると、図2の曲線に従ってヘモグロビンが酸素を放出してその酸素飽和度は減少する。しかし、この曲線は固定してはおらず、組織の温度、 pH 、炭酸ガス分圧によって左右に動く。たとえば、正常状態では組織の pH は7.4であるが、何らかの理由で組織の pH は7.0に下がると酸素解離曲線は右にシフトする。また、組織の温度が上昇しても、炭酸ガス

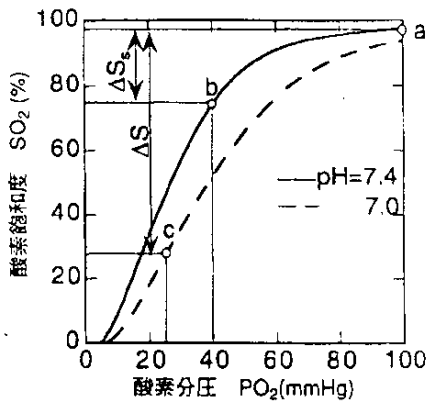


図2 ヘモグロビンの酸素放出。正常時には動脈血を表すa点と正常組織を表すb点の差 ΔS_s 分の酸素を放出するが、血流が減少して酸素不足の状態の組織はc点となるため、酸素の放出量は ΔS と多くなる。

分圧が上昇しても右にシフトする。

さて、血流が減少して酸素輸送が減ったとすると組織の酸素分圧は当然下がり、炭酸ガス分圧は上がる。その結果、組織の酸性化（アシドーシス）が進み、pHも下がり、酸素解離曲線は右にシフトする。このときヘモグロビンが酸素を放出する様子を図2で見る。

正常な動脈血の酸素分圧 PO_2 は約100mmHgで、酸素でほぼ一杯になっており、その酸素飽和度 SO_2 は98%である。この状態は、図2ではa点で表わされている。組織が正常な状態にあるときは、酸素分圧 PO_2 は約40mmHgで酸素飽和度 SO_2 は75%となっており、図のb点で表わされる。動脈血は組織との酸素分圧の違いに従って、a点とb点の差の分（ ΔS_s ）だけ酸素を放出して酸素飽和度が下がり、静脈血となる。

さて、血流が減少して組織の酸素分圧 PO_2 が約25mmHgとなり、pHも7.0に低下したとすると、図の破線のように酸素解離曲線は右に移動し、組織の状態はc点となる（この曲線の移動はボーア効果と呼ばれる。）。従って、動脈血はこの場合にはa点とc点の差（ ΔS ）の酸素を放出する。つまり、正常な

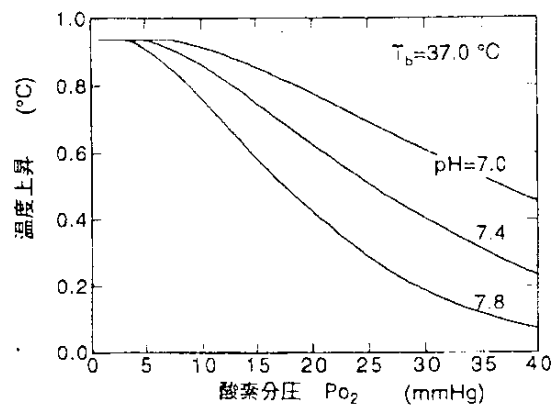


図3 酸素不足の状態にある組織温度の体温よりの上昇。約 $1^\circ C$ の温度上昇となる。ただし、周囲との熱のやりとりは考えていない。

状態の場合よりも多くの酸素を放出することとなる。組織の代謝による産熱もその酸素輸送量に比例する。結局、式(4)で血流量 W_{bs} が減少しても、 Q はかならずしも W_{bs} に比例して減少するわけではないため、その結果、組織の温度は上昇することになる。計算で推定した温度上昇は図3のようなグラフとなり(6)、血流が途絶えることにより組織の温度は約 $1^\circ C$ 上昇することになる。

この結果は、血流が途絶えると組織温度が低下するという常識とは逆の傾向になっている。この推論を確かめるため動物実験を行った。豚の臀部に細い温度センサーを数本差し込んで、体温を一定に保ちながら臀部を局所的に圧迫してみた。すると、圧迫された部位の組織温度は計算による推定と同じく、見事に体温よりも約 $1^\circ C$ 上昇した(7)。もちろん、これは組織と周囲の間で熱のやりとりがないという条件の下で成り立つ議論である。周囲の温度が低ければそちらに熱が流れて組織温度も下がることになる。

これから言えることは、安静の状態にあつて周囲との熱のやりとりも少ない場合、圧迫が強いほど組織の温度が上昇するということである。低温

やけどや褥瘡の症状がときには深い組織も強いダメージを受けることがあるが、これは身体の部位によっては、外から圧迫されても局所的に強い圧力がかかり、血流量が減少して組織自身で温度を上げた可能性があるのではないかと推測することができる⁽⁵⁾。

このシミュレーションを行った結果が図4である。たとえば図4(a)のように、表面から y_1 mmまで圧迫によって血流量が安静時の10分の1になった($W_r=0.1$)とし、皮膚表面は 37°C に保たれていたとする。すると外部から熱を加えなくても、長時間経過すると組織内部の温度分布は図4(b)のように、圧迫部位の厚さが100mmの場合には温度上昇が約 3°C となる可能性もある。

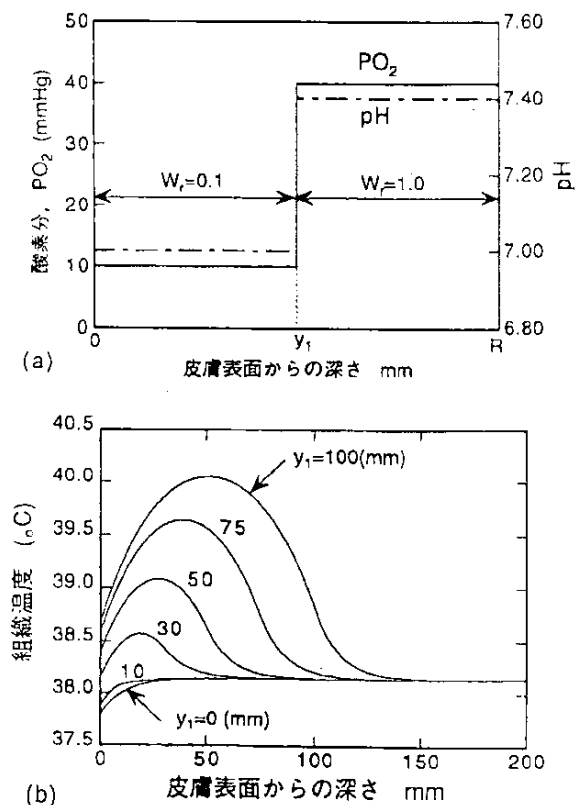


図4 (a)血流、pH、 PO_2 分布のモデル。皮膚表面から深さ y_1 までは血流量が安静時の10分の1と仮定している。
(b)皮膚表面が 37°C に固定されている場合の組織内部温度分布のシミュレーション結果。

このように、圧迫による組織の温度上昇だけでは蛋白質の変成を引き起こすほどの温度には達しないが、低温やけどや床ずれのきっかけになったり、症状を促進したりすることも考えられる。ただ、これは推測の域を出ておらず、さらなる解析や実験が必要である。

6. まとめ

低温やけども床ずれ(褥瘡)も、長時間同じ姿勢で組織に熱や圧迫が加わった結果の障害である。床ずれを防ぐためには、介護の方は大変であるが、寝たきり老人や障害者の姿勢には十分注意してあげる必要がある。ベッドを清浄に保つことも重要である。そのような患者さんのために、姿勢を自動的に変えることのできるベッドや、局所的に圧力のかからないベッドも開発されている。

低温やけどを防ぐためには、お若い方、お酒の好きな方、くれぐれも泥酔してゆたんぽに足を上げたまま寝たり、電気ストーブのすぐ傍で寝たり、あるいは電気カーペットの上に直接寝たりしないようお勧めする。また、高齢者や障害のために皮膚感覚が衰えている方に対しては、本人だけでなく周囲の方が十分な注意をして、熱くはなく暖かいと感じるくらいでも、長時間身体の同じ部位に接触させておくことがないように心掛けていただきたい。

《参考文献》

1. A. R. Moritz and F. C. Henriques Jr., "Studies of Thermal Injury, II. The Relative Importance of Time and Surface Temperature in the Causation of Cutaneous Burns," American J. of Pathology, Vol. 23, pp. 695-720, 1947.
2. F. C. Henriques Jr., "Studies of Thermal