

職業環境に関する規制について

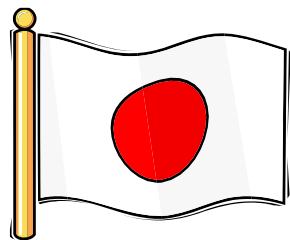
独立行政法人 労働安全衛生総合研究所
健康障害予防研究グループ
主任研究員 山口さち子

資料の内容





- 国内の状況、諸外国の動向
- Directive 2013/35/EUについて
- ICNIRPガイドライン(0-1 Hz)について

国内の状況、諸外国の動向

日本の電磁界ばく露規制に関する現状

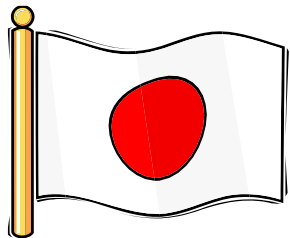


電磁界ばく露の法規制は公衆対象

	Resource	Limit value	Target
	Power equipment	3 kV/m	Public
	Power equipment	200 μ T (50/60 Hz)	Public
	Power equipment	200 μ T (50/60 Hz)	Public
	Microwave	e.g. 5 mW/cm ²	Public
	Cell phone	2 W/kg (whole body, Ave. 6min)	Public
	Cell phone base station	0.53 mW/cm ² (800 MHz, Ave. 6min)	Public

日本の職業電磁界ばく露に関する現状

日本の労働安全に関する法律



労働安全衛生法(通称:安衛法)
所轄省庁:厚生労働省
—労働環境の安全や衛生環境の維持—



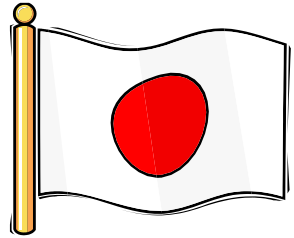
安衛法の対象例

- 原材料
- 気体
- 水蒸気
- 粉じん
- 電離放射線(電離放射線障害防止規則)

しかしながら、

電磁界ばく露
(非電離放射線)は
対象外

日本の職業電磁界ばく露に関する現状2



- 安衛法の対象でないため、管理者の対策意識は高いとはいえない
- しかしながら、欧州の職業電磁界指令（ Directive 2013/35/EU ）の影響で、製造者は発生源対策の観点から関心が高い



- 日本産業衛生学会から ICNIRPを参考にした許容濃度の勧告は存在
(ただし1998年提案であり、修正の可能性も?)

諸外国の電磁界ばく露規制

EU

USA

カナダ

職業ばく露
規制の
有無

加盟国はDirective
2013/35/EUの国内法転換
一部国(ドイツ等)において
はより厳しい基準

一般的な労働安全衛
生法や、州プログラム
があるが、特定の規制
はない

3 kHz- 300 GHzに
ついては規制有り
職業電磁界規制は
ない

所轄省庁

(国によって異なる)

Occupational
Safety and Health
Administration
(OSHA)

保健省

基準

ICNIRP

遵守を推奨されるのは、
IEEE、ACGIH(米国労働
衛生専門家会議)
の基準など

ACGIHなど

職業環境電波ばく露に関する国際動向

Directive 2013/35/EU (2013年6月26日)

- 職業電磁界ばく露に関する欧州指令
- 0 Hz - 300 GHzについて、ばく露限度値とアクションレベルを制定
- 欧州連合加盟国は、国内法転換の義務付け

ICNIRP Guidelines on Induced Electric (2014年3月print)

- 国際非電離放射線防護委員会のガイドライン
- 静磁界中での移動や、1 Hz未満の時間変動磁界にばく露される作業者を保護するために発行

ICNIRP Project Group on RF

- 国際非電離放射線防護委員会のプロジェクトグループ
- 100 kHz - 300 GHzについて、ICNIRP Reviews、WHO EHC、IARC monographに基づき修正準備中

Directive 2013/35/EUについて

Directive 2013/35/EU とは

- Directive 2013/35/EU(以下、欧州職業電磁界指令と呼称)は、労働者の職業電磁界ばく露からの保護を目的とした欧州指令であり2013年6月26日に発行
- 本指令は、日本の労働安全衛生法の管理濃度に相当するばく露限度値が、国際非電離放射線防護委員会(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: 以下、ICNIRP)のガイドラインに基づき提示
- また、作業環境測定に相当するリスク評価とばく露の測定も求められ、ばく露限度値を超過する場合のリスクの回避又は低減を実施や、労働者への情報提供と訓練機会の提供すること雇用者に要求
- 欧州連合加盟国は2016年7月1日までにこれらに関連する法律、規制及び管理規定の国内法化について義務付けられている。

欧州職業電磁界指令の制定までの流れ

Directive 2004/40/EC (2004年4月29日)

破棄

- 職業電磁界ばく露のばく露限度値の制定
- 加盟国への2008年4月30日までの法整備の移行を要求
- その後2013年10月31日まで移行期限の延長

MRIを利用した画像診断業務に関する影響の懸念など

ICNIRPガイドライン
(静磁界:2009年)

ICNIRPガイドライン
(<100 KHz:2010年)

Directive 2013/35/EU (2013年6月26日)

- 加盟国への2016年7月までの法整備の移行を要求

ICNIRPガイドライン
(静磁界中の動作:2014年)

?

表1 Directive 2013/35/EU：欧州職業電磁界指令の概要

目的	電磁界に関係するリスクから労働者を保護	
<p>法等の整備</p>	<p>加盟国は2016年7月1日までに法律、規制及び管理規定の発行（第16条） 欧州委員会は2016年7月1日の遅くとも6カ月前までに拘束力をもたない実用指針を作成（第14条）</p>	
<p>適用範囲 （第1条及び第2条）</p>	<p>【直接的影響】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 熱的影響 ・ 非熱的影響（神経刺激） ・ 四肢電流 	<p>【間接的影響】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 電気式起爆装置の起爆 ・ インプラント等との電磁干渉 ・ 火花放電 ・ 強磁性体の飛翔リスク ・ 接触電流
<p>ばく露限度値の根拠</p>	<p>ICNIRP ガイドライン （静磁界：2009年、～100kHz：2010年、100kHz～：1998年）</p>	
<p>ばく露限度値の構成 （附属書I-III：図2）</p>	<p>【ばく露限度値（ELVs）】</p> <p><健康影響ELV></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 外部磁束密度（0Hz-1Hz） ・ 体内電界強度（1Hz-10MHz） ・ 6分間平均SAR（100kHz-6GHz） ・ 電力密度（6GHz-300GHz） <p><感覚影響ELV></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 内部電界強度（1Hz-400Hz） ・ 局所SAR（0.3GHz-6GHz） 	<p>【アクションレベル（ALs）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 電界強度（1Hz-10MHz） ・ 磁束密度（1Hz-10MHz） ・ 接触電流（～110MHz） ・ 外部磁束密度 ・ 電界強度、磁束密度（100kHz-300GHz） ・ 電力密度（6GHz-300GHz） ・ 接触電流 ・ 四肢電流（10MHz-110MHz）
<p>適合性の確認と アクション （図3-4）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 数値計算ドシメトリ及び実測 ・ 手法は、適切な欧州または国際的基準（2016年の実用指針に盛り込まれる） ・ ばく露状況ごとに雇用者に要求されるアクションが異なる 	
<p>雇用者への要求事項</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 職場の電磁界に起因する労働者のリスク評価（第4条） ・ 職場の電磁界の測定又は計算（第4条） ・ リスク回避又は低減（第5条） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 労働者への情報提供と訓練（第6条） ・ 労働者との協議および労働者の参加（第7条） ・ 労働者から健康ハザードの報告があった場合は、医学的検査の受診機会の提供（第8条）
<p>条件付き適用の除外 （第10条）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ MRI装置利用者（MRI装置の設置、試験、使用、開発、保守又は研究） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 上記以外の特定の分野や活動 ・ 軍事行動

ばく露限度値とアクションレベル

ばく露限度値

Exposure limit values (ELVs)

- 科学的に確立された短期及び急性の直接的影響(熱的影響及び神経刺激)に基づき設定
- 数値計算ベース

アクションレベル

Action levels (ALs)

- 関係するELVsの遵守の実証プロセスを簡素化する目的で設定
- 必要に応じて、防護又は防止対策を講じるための運用上のレベル
- 数値計算及び実測ベース

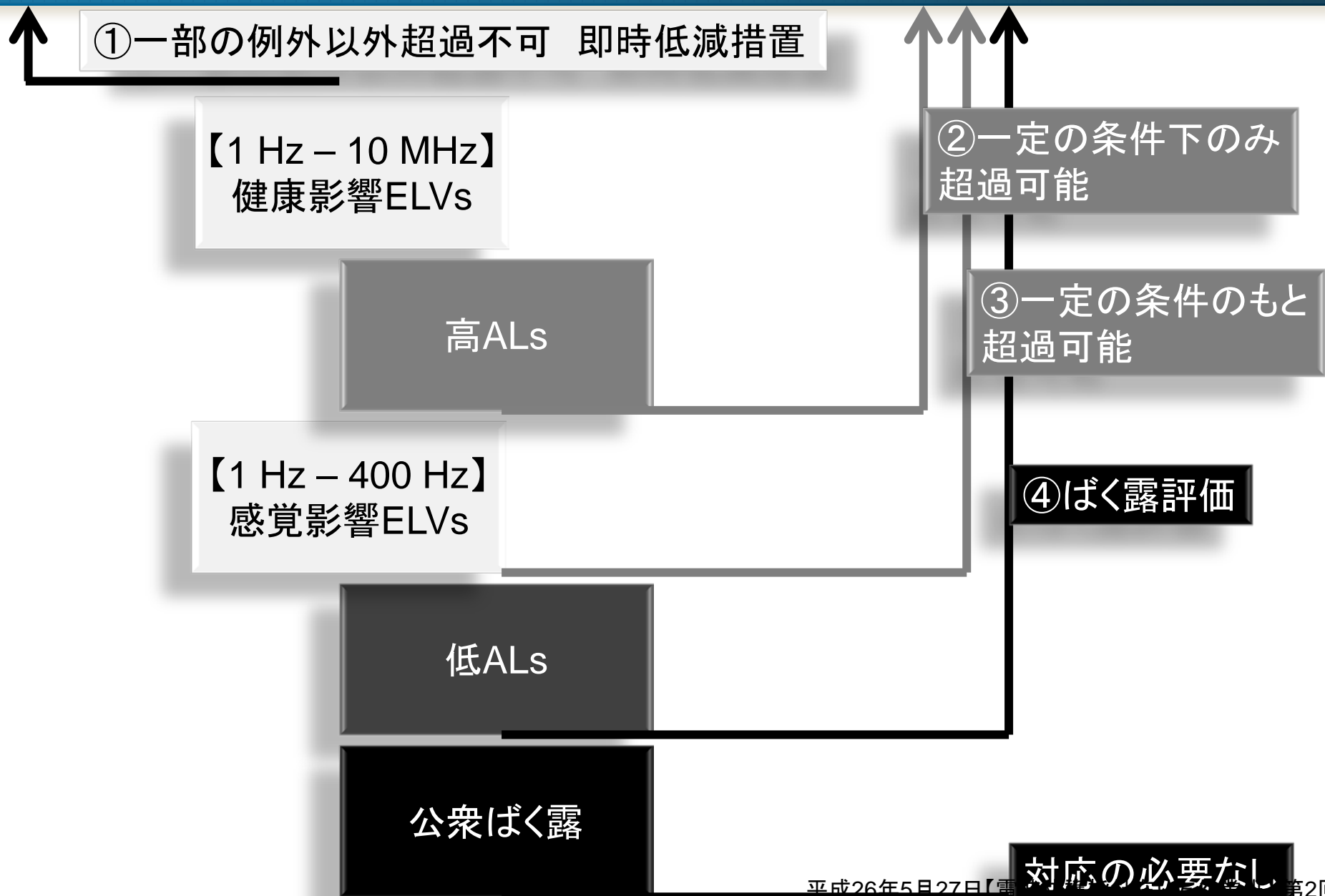
健康影響ELVs及び感覚影響ELVsの遵守



ALsが超過しないと実証

ELVsの状況	ALsの状況
<<超過>> → 雇用者は第5条8項に基づくアクション	
—	<<超過>> → 雇用者は第5条2項に基づくアクション
—	超過していない → 適合

適合性の確認とアクション(例:磁界)



欧州電磁界指令のインパクト

①雇用者への電磁界ばく露のリスク評価と、必要に応じたばく露測定や計算の要求

- 測定方法のガイダンスについては、第14条に記載のとおり、欧州委員会は2016年7月1日の遅くとも6カ月前までに拘束力をもたない実用指針を作成することが記載
- 測定機器は概して高額であり、利用も専門性が求められる

②製造者や販売業者へのインパクト

- 製造業者側に電磁界ばく露評価と本指令に関する適合性の遵守を考慮することが求められている

③特別な状況の作業員（体内埋め込み型デバイスを有する労働者や、妊娠中の労働者など）の勤務の在り方に関する方針

- 勤務をどのような形で継続するかは国ごとに対応が異なり、議論が続いている
- 本指令が加盟国の国内法に転換される際などに、これら労働者に対しどのような配慮がなされるか注視が必要である

ICNIRPガイドライン(0-1 Hz)について

ICNIRPガイドライン(0-1 Hz)概要

- 名称は「静磁界及び時間変化する1 Hz未満の磁界内での人体の動きによって生じる電界へのばく露の制限のためのガイドライン」(以下、本ガイドラインと呼称)。
- 本ガイドライン発行の主たる目的は、労働者を静磁界と1 Hz以下の変動磁界ばく露に起因する有害な直接的健康影響から防護し、不快であったり作業能率を低下させるかもしれない感覚影響を回避すること
- 本ガイドラインの最も対象となりうるのは、磁気共鳴画像(Magnetic Resonance Imaging: MRI)の撮影に従事する作業者

目的	静磁界中での移動や、1 Hz 未満の時間変動磁界にばく露される作業者を保護するために発行	
適用範囲	<ul style="list-style-type: none"> 磁気共鳴画像（MRI）に関連した作業者を含むが、それに限定されない。 公衆へは適用しない。 医学的検査又は治療中の患者へのばく露には適用しない。 インプラントへの影響（含む電子医療機器）については対象としない。 	
回避すべき健康影響 （図 2 及び 3）	<ul style="list-style-type: none"> 末梢神経刺激の影響 → 末梢神経刺激、回転性めまい（図 2） 磁気閃光 → 閃光の知覚（図 3） 長期影響は扱わない。 	
ガイドラインの特徴 （図 4）	<ul style="list-style-type: none"> ガイドラインは、基本制限と、参考レベルから成る。 「管理あり」と「管理なし」でばく露状況を分類。「管理なし」には公衆は含まれない。 	
ガイドラインの構成 （図 5 及び 6）	基本制限（図 5）	
	【管理あり】 <ul style="list-style-type: none"> 体内誘導電界（末梢神経刺激：0 Hz -1 Hz） 	【管理なし】 <ul style="list-style-type: none"> ΔB（0 Hz） $B_{\text{peak to peak}}$（0 Hz -1 Hz） 体内誘導電界（磁気閃光：0 Hz -1 Hz）
	参考レベル（図 6）	
	【管理あり】 <ul style="list-style-type: none"> dB/dt ($\text{T/s}_{(\text{peak})}$: 0 Hz -1 Hz) 静磁界中での移動及び時間変動磁界による末梢神経刺激 	【管理なし】 <ul style="list-style-type: none"> dB/dt ($\text{T/s}_{(\text{peak})}$: 0 Hz -1 Hz) 静磁界中での移動及び時間変動磁界による閃光
	低減係数	
<ul style="list-style-type: none"> 体内誘導電界（末梢神経刺激） → 低減係数：5（ICNIRP2010 に基づく） 体内誘導電界（磁気閃光） → 低減係数なし ΔB、$B_{\text{peak to peak}}$ → 低減係数なし dB/dt → 低減係数：約 3（ICNIRP2010 に基づく） 		
ガイドラインの根拠	<ul style="list-style-type: none"> 体内誘導電界 → ICNIRP 低周波ガイドライン（2010） ΔB、$B_{\text{peak to peak}}$ → Glover et al. 2007 dB/dt → ICNIRP 低周波ガイドライン（2010） 	
影響範囲（図 7）	<ul style="list-style-type: none"> 磁気共鳴画像装置（MR 装置）の操作者、一部の産業機械（直流溶接など）。 	

ICNIRPガイドライン(0-1 Hz)の特徴

科学的根拠に基づいた生体作用が生じる値(閾値)



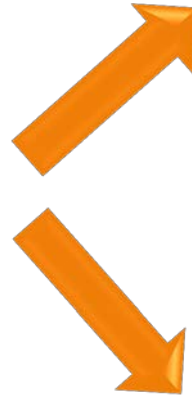
× 安全率

基本制限

数値計算

× 安全率
参考レベル

実測値



管理あり

- ばく露による生物学的影響を理解し、感覚影響を防止するための動作制御が可能となるよう訓練された作業者
- 作業環境へのアクセスが限定



管理なし

- それ以外の全ての環境(公衆環境は除く)



基本制限と参考レベルによる二層構造 × ばく露環境

ICNIRPガイドライン(0-1 Hz) : 基本制限

周波数 (Hz)	基本制限			
	ΔB (T) ^a	$B_{\text{peak to peak}}$ (T)	体内誘導電界強度 (V/m _(peak))	
クリティカルな影響	静磁界中での移動によるめまい	時間変動磁界によるめまい	静磁界中での移動及び時間変動磁界による末梢神経刺激	静磁界中での移動及び時間変動磁界による閃光
ばく露状況 ^b	管理なし	管理なし	管理あり	管理なし
0	2			
0-1		2		
0-0.66			1.1	1.1
0.66-1			1.1	0.7/f

^a最大磁束密度の変化 ΔB は任意の3秒間を通して決定される。

^b管理下のばく露状況では、2 Tの ΔB は超過する可能性がある。

- ΔB はボランティア実験に基づく(Glover 2007)
- 体内誘導電界1.1 V/mは、ICNIRP低周波ガイドライン(2010)の職業ばく露(頭部と体部の全組織) 1 Hz-3 KHz:0.8 V/mについて、ピーク値となるよう $\sqrt{2}$ を乗じたもの

ICNIRPガイドライン(0-1 Hz) : 参考レベル

	参考レベル	
周波数 (Hz)	dB/dt(T/s _(peak))	
クリティカルな影響	静磁界の中での移動及び時間変動磁界による末梢神経刺激	静磁界の中での移動及び時間変動磁界による閃光
ばく露状況	管理あり	管理なし
0		
0-1		
0-0.66	2.7	2.7
0.66-1	2.7	1.8/f

- ICNIRP低周波ガイドライン(2010)の職業ばく露(頭部のCNS組織又は頭部と体部の全組織)を根拠に、dB/dtに換算する変換係数(conversion factor)によって導出
- 1 Hz以上はICNIRP低周波ガイドライン(2010)の職業ばく露の参考レベルを用いること

ICNIRPガイドライン(0-1 Hz)の影響範囲

MR装置の操作者

静磁界 + 体動

- ✓ MR装置のボア近傍
- ✓ 数ミリ～1T程度
- ✓ 周波数換算では10 Hz以下
- ✓ 発生源対策は容易でない
- ✓ ガイドラインの超過対策は作業者の体動制御

産業機械の使用者

静磁界 1 Hz以下の変動磁界

- ✓ 一部の産業機械
- ✓ 数十マイクロ～数ミリT程度
- ✓ 発生源対策は可能(ばく露源から距離を置く、出力を下げる、設計変更など)

対象となる作業者は、管理ありか管理なしか？