原著論文

表面汚染密度測定における走査条件と検出能力との関係

山西 弘城^{*1}, 杉浦 紳之^{*2}

(2008 年 9 月 22 日受理)

(2009 年 5 月 7 日再受理)

Variation of Detection Ability with Scanning Method on Surface Survey of Radiological Density

Hirokuni YAMANISHI^{*1} and Nobuyuki SUGIURA^{*2}

The scanning method with GM survey meter is useful for detection of surface radiological density. The detection ability is varied with several parameters; those are the distance between the sample and the window of GM tube, the scanning speed and the background dose rates. We made an experimental system. In that system, a radiation source can be moved at any constant velocity with a linear scanning device. The obtained data shows that the change of count rate has some patterns due to each scanning velocity. The count rate increased with the source coming closer, and decreased with the source moving away. The maximum count rate under the scanning condition, those are 5 mm distance and 50 mm/s scanning velocity, point source on a stainless steel plate was 23% of the count rate on the fixed source. The detection ability in various scanning conditions was evaluated from the measured data. As a result, it was confirmed to be able surely to detect the lower level of the surface radiological density limit by means of the scanning condition applied to the routine work, 5 mm distance and 50 mm/s scanning velocity.

KEY WORDS: surface radiological density, radiation measurement, GM survey meter, linear scanning system, detection ability.

I 緒 言

物品を管理区域外に持ち出す場合、物品表面の放射性同位元素による汚染状況を的確に把握し、その管理に反映させることが極めて重要である。この表面汚染密度の確認は、原則として測定により実施される。法令では、表面汚染密度限度は、 α 線放出核種で 4 Bq/cm^2 、 α 線放出核種以外の核種で 40 Bq/cm^2 と定められており、持ち出しの基準はその 10 分の 1 である。実際には、この法

令上の要求より更に低いレベルでの管理を行っており、適切な測定方法の標準化が重要となる。

表面汚染密度測定の方法には、間接測定法と直接測定法がある¹⁾。間接測定法は、スミアろ紙を用いて物品等の表面をふき取り、スミアろ紙に付着した放射能から遊離性の表面汚染密度を評価する方法である^{1, 2)}。直接測定法は、測定試料の表面に対してサーベイメータを走査して固定性表面汚染及び遊離性表面汚染を検出（走査・検出）し、汚染が疑われたときはその場所に検出器を静止させ測定することにより確認する方法であり、有効で簡便な方法として多く用いられている。

日本工業規格（JIS）により発行されている規格、放射性表面汚染の測定方法（JIS Z 4504）¹⁾には、直接測定法の検出方法として、「測定面上をゆっくりと、検出器を移動させながら測定する」、「検出器と測定面との距離は、検出器が汚染しない程度にできる限り近づける」と記述があるけれども、線源との距離や走査速度が異なった場

^{*1} 大学共同利用機関法人自然科学研究機構核融合科学研究所；岐阜県土岐市下石町 322-6（〒509-5292）
National Institute for Fusion Science; 322-6 Oroshi-cho, Toki, Gifu 509-5292, Japan.
E-mail: yamanishi@nifs.ac.jp

^{*2} 近畿大学原子力研究所；大阪府東大阪市小若江 3-4-1（〒577-8502）
Atomic Energy Research Institute, Kinki University; 3-4-1 Kowakae, Higashi-osaka, Osaka 577-8502, Japan.
E-mail: nsugiura@kindai.ac.jp

合に生じる測定値の差異について、十分な知見は提供されていない。本研究では、直接測定法のうちの走査・検出に着目し、実際の表面汚染密度測定で頻繁に用いられている GM サーベイメータの適用性について検討を加えた。

サーベイメータを用いた測定では、検出能力が線源形状や材質³⁾など線源にかかわる要因によって異なるほか、検出器の取り扱いによっても異なる。そのため、用いる検出器の性能に見合った取り扱いをしなければならない。検出器の設定（時定数等）、走査速度（計数時間）、対象物との距離によって、測定値が変動する。これらの走査パラメータは個々の測定によって異なるため、不確定な要素とみなされる。したがって、汚染レベルの評価や汚染有無の判定にあたって要求される検出能力を満たすための、上記の走査パラメータの適用範囲が管理現場での測定実務の運用指針などとして整備されることが望まれる。

ところが、この要求に資する、走査時の検出能力について検討した研究は少ない。SOMMERS⁴⁾は、様々な走査条件における検出能力に影響を与えるパラメータについて議論した。しかしながら、現在作業現場で用いられているサーベイメータに適用できる数値を見出すことはできない。白川⁵⁾は、線源を直線的に移動させる装置を用いて、GM サーベイメータについて、⁹⁰Sr/⁹⁰Y 線源直径 5 mm を線源として、測定面との距離 10 mm、走査速度 50 mm/s、100 mm/s について、計数率変化のデータを得た。坂根ら⁶⁾は、³²P 点線源を用いて、同様の測定を行い、表面汚染密度の検出可能範囲についての一例を示した。他に、放射線挙動シミュレーションコード (EGS4) の計算により走査の際の計数率の変化を結果として得た研究もある⁷⁾。また、飯田ら⁸⁾は、プラスチックシンチレータを検出器としたサーベイメータについて、距離 10 mm、走査速度 50 mm/s という走査条件で、⁶⁰Co:0.8 Bq/cm² に対する応答を検討した。しかしながら、現場で使用するサーベイメータを用いて、直接測定法を適用する走査条件で網羅的に詳細に実測によって検討した例は見当たらない。

本研究では、直線ロボットを用いて線源の走査速度を制御し、線源移動時においてサーベイメータから得られる計数率の変化を実験的に得た。サーベイメータには、現場の測定実務でよく使用されている型のものを用いた。線源との距離、走査速度、線源形状等のパラメータを変動させて、それに伴う検出能力の変化について検討した。そして、その結果を用いて、現在行われている管

理実務での走査測定方法で、表面汚染密度限度以下を確実に検出できていることを確認した。さらに、本研究の内容が現場で適用する走査条件の指針検討に資することも期待される。

II 方 法

2.1 線源

実験に用いる線源は、⁶⁰Co を含む CoCl₂ 溶液を滴下して作成した。核種として ⁶⁰Co を選んだのは、 β 線の最大エネルギーが 0.3 MeV と、他の核種に比較して低いほうであり検出しにくいことから選んだ。すなわち、 β 線の最大エネルギーがより高い核種の場合は、同様の実験条件で、本測定よりも高い検出率を期待できる。

直接測定法の検出能力は、線源条件によっても差異が生じると考えられる。そこで、線源効率の異なる 2 つの材質²⁾、線源面積 2 種類として、計 4 種類の線源を実験に用いた。実験に用いる GM 管の窓が直径 5 cm の円形であることを考慮に入れて、線源面積は最大で 10 cm × 10 cm とした。すなわち、10 cm × 10 cm のステンレス鋼板またはポリエチレンを裏打ちしたろ紙にそれぞれ溶液を滴下して、点線源と面線源を作成した。ステンレス鋼板の場合は、3,360 Bq/ml の溶液を用いた。0.5 ml をマイクロピペットで板の中心に滴下して点線源とした。滴下した液の広がり、半径約 10 mm であった。面線源は、0.5 ml をマイクロピペットを用いて板全面に均一になるように 1 滴 (3 μ l) ずつ滴下して作成した。滴下後の板は風乾させた後、厚さ 0.05 mm のビニールに封入して実験に用いた。作成した線源の放射能は各 1,680 Bq である。ろ紙の場合は、1,230 Bq/ml の溶液で、溶液量 0.3 ml を用いて、ステンレス鋼板の場合と同じ要領で、点線源と面線源を作成した。作成した線源の放射能は各 370 Bq である。ろ紙は 120 mm × 120 mm、厚み 1 mm のアルミニウム板にのせて実験に用いた。

2.2 測定

現場の表面汚染密度測定では作業者がサーベイメータのプロブを手を持って測定試料の表面を移動させる。本研究では、直線ロボットを用いて、それを模擬した。Fig. 1 に示すように、直線ロボット (YAMAHA Pico T5P、走査可能距離 600 mm) のほぼ中央にサーベイメータのプロブを窓面を鉛直下向きにしてスタンドで固定する。線源を直線ロボットの移動部位に乗せ、一方の端から他方に向かって一定速度で移動させる。線源の移動速度 (走査速度) は任意に変えることができる。サーベイメータからのアナログ電圧出力をデータロガーにより

Fig. 1 Set up of the experiment.

連続的に記録した。記録間隔は 0.2 s とした。サーベイメータは、GM サーベイメータ (Aloka 社製, TGS-133) を用いた。GM 管の窓は円形で直径 5 cm である。時定数は、走査時の計数率変動を捉えられるように 3 秒を選択した。

サーベイメータプローブ窓面と線源を向かわせた時の距離を 5 mm, 25 mm, 50 mm と変化させた。走査速度は、50 mm/s が標準的速度とされる⁵⁾ので、それを中心に、10 mm/s, 25 mm/s, 50 mm/s, 75 mm/s, 100 mm/s と速度の高低を取り混ぜた。

2.3 数値計算

走査時の計数率変化について、実験とは別に数値計算での説明を試みたので、その概略を述べる。まず、GM 管窓面への放射線の入射量を線源位置毎に算出する。その準備として、線源面と GM 管窓面をそれぞれ走査軸と直交する幅 5 mm の短冊状の領域に分割する。各領域の重心を代表点とする。線源面の各領域に対して、対向する GM 管窓面の各領域毎に面積と立体角を考慮に入れて幾何学的入射量を算出する。同一面積でも、線源位置によって斜め入射となる場合は立体角が小さくなるために入射量が小さくなる。さらに、距離による減弱を考慮に入れて入射量とした。入射量と距離との関係には、次節で述べる静止時の測定結果である指数関数を当ては

めた。GM 管窓面への入射量は、GM 管窓面各領域に入射する量を総和して得る。GM 管プローブは固定されているので、入射量は線源位置 0 mm で最大である。この入射量を 1 に規格化して、他の入射量を相対値で表した。走査軸にそって線源位置を 5 mm 移動する毎に、入射量を算出した。入射量は線源位置 0 mm を中心として、その前後で対称である。

次に、計数の時間変化について計算する。サーベイメータにおいて、1 個の放射線入射に伴う電気信号は時間経過に伴って時定数分減衰していく。すなわち、 t 秒後の信号 $I(t)$ は、初期の信号 I_0 と時定数 τ (秒) を用いて、次式のように表すことができる⁹⁾。

$$I(t) = I_0 \exp(-t/\tau)$$

線源位置 5 mm 毎に入射量を算出しているので、走査速度が 10 mm/s のときは、1 回の入射から次の入射までの経過時間は 0.5 s である。入射後の計数は、式にしたがって減衰するので、前の位置での入射分は 0.5 s 後には 85% になり、これに次の地点である 5 mm 移動した地点の入射量に相当する計数を加算する。このようにして、その地点の入射量にそれ以前の入射量の減衰後の総和を加えて、その地点の計数とした。線源位置 5 mm 毎に計数を算出した。走査速度が大きくなると、経過時間が短いため、以前の入射に起因する計数の減衰が小さくなるので、計数の減少は緩やかになる。

以上のようにして、線源を走査した時の時間経過にそって、入射量の変化とそれに伴う計数率の変化を再現した。数値計算では、各走査速度における計数率が静止時の計数率に対する相対値で得られる。静止時における数値計算結果を測定値に合わせることによって走査時の数値計算結果を導出し、走査時の測定値との比較を可能にした。

III 結 果

線源を静止した状態で、サーベイメータプローブとの距離を変化させて計数した。結果を Fig. 2 に示す。図中の 3 cm² source は点線源、100 cm² source は面線源に対応する。距離に応じて計数率が指数関数的に減少している様子がわかる。理想的な点線源でなく距離も近いので逆 2 乗則には従わない。フィッティング結果の式も図中に示す。この式を実用的な式として前述の数値計算に用いた。GM 管の窓面積は 20 cm² なので、距離 5 mm において窓面に入射できる放射能は面線源 100 cm² の 5 分の 1 にあたると考えられる。点線源では全量が窓面に対向し

Fig. 2 Count rate with fixed sensor.

ている。したがって面線源の点線源に対する計数率比として0.20が期待される場所、測定で得た計数率比はステンレス鋼板で0.13、ろ紙で0.26であった。材質による差異に着目すると、単位放射能あたりの計数率は、点線源の距離5mmで、ステンレス鋼板6.9cpm/Bq、ろ紙3.5cpm/Bqであった。これは材質の違いによる線源効率の差異が関係していると考えられる。伊知地ら³⁾の線源効率の測定結果によると、ステンレス鋼板は0.58、スミアろ紙は0.18であった。この値をそのまま用いると、スミアろ紙はステンレス鋼板の0.31倍の計数率が期待される場所、本研究の結果は0.51倍であった。その要因は、実験で用いたろ紙が、スミアろ紙ほど厚くない

ため線源溶液の浸み込みが少ないことと考えられる。その一方で、面線源ではろ紙の計数率がステンレス鋼板の1.1倍であった。このことから、計数率の差異は線源効率のみでは説明できないと言える。入射位置の違いによる計数効率の差異など他の要因が考えられるので、この解明については、他の研究を待つことにする。

Fig. 3に線源をサーベイメータプローブに対して走査した時の計数率変化について、測定結果と計算結果を示す。図は、材質と距離ごとに作成し、走査速度をパラメータとして示した。グラフの横軸は、線源の中心位置を表す。サーベイメータプローブは位置0mmに設置しているので、位置0mmで線源が最接近となる。線源の接近・

Fig. 3 Variation of count rate in scanning.

(c) Stainless steel, 100 cm² source, distance 5 mm (d) Stainless steel, 100 cm² source, distance 50 mm (e) Filter paper, 3 cm² source, distance 5 mm (f) Filter paper, 3 cm² source, distance 25 mm (g) Filter paper, 100 cm² source, distance 5 mm (h) Filter paper, 100 cm² source, distance 25 mm

Fig. 3 Variation of count rate in scanning.

遠離に伴って計数率が増加・減少する様子がわかる。測定で得た計数率の変化の様子は、他の研究結果^{5~7)}とよく一致している。走査速度が大きくなるにつれて、計数率の最大値が小さくなるとともに、その位置が後方 (Fig. 3 の x 軸で右側) に移動している。走査速度 10 mm/s では、計数率の増加減少曲線が左右対称に近いが、走査速度 50 mm/s では、対称性はなくなり、後を引く形になっている。計算によって推定した値は、測定結果とよく一致しており、最大値の出現位置も含めて、計数率の増加減少を記述できているといえる。ろ紙面線源は、放射能密度が 370 Bq/100 cm² と小さめなので、距離 25 mm において計数率の変化がバックグラウンド変動に隠れてし

まう部分がある。そのため、計数率のレベル上昇は確認できたものの、数値計算との一致度は低い結果となった。

走査速度の変化による最大値の変化を Fig. 4 に示す (ステンレス鋼板面線源の走査速度 50 mm/s, 75 mm/s, 100 mm/s は欠測である)。ステンレス鋼板でも、ろ紙でも、計算結果は測定結果の傾向とよく一致している。線源の広がりがあると計数率の低下傾向も異なる。点線源の場合は、走査速度の増加に伴って、急激に計数率が低下している。一方で、面線源の場合は、比較的になだらかに減少している。これは、線源の面積が広い分、サーバイメータが線源を捉える立体角が大きく、長い区間にわたって放射線がサーバイメータに入射するた

(a) Stainless steel, 3 cm² source

(b) Stainless steel, 100 cm² source

(c) Filter paper, 3 cm² source

(d) Filter paper, 100 cm² source

Fig. 4 Variation of maximum value with scanning velocity.

めである。ステンレス鋼板点線源 10 mm 径, 距離 5 mm において走査速度 50 mm/s のとき, 最大値は静止時の 23% である。ろ紙点線源では, 22% である。これに対して, 白川⁵⁾は, 線源形状 5 mm 径, 距離 10 mm, 走査速度 50 mm/s で, 25% という結果を得ている。測定条件として線源形状と距離が少し異なるけれども, 走査速度 50 mm/s で計数率の最大値が 20% 程度に低下する傾向は同様である。

測定結果には距離の設置誤差が含まれるので, 静止時の計数率の精度が高いことが重要である。また, 計数率データには, 実験誤差が入る。普遍的な議論とするために, 以下では, 計算結果に基づいた検討を進める。

IV 検 出 能 力

表面汚染の有無の判定基準の一つとして, バックグラウンド計数率の標準偏差 (σ_B) の 2 ~ 4 倍が考えられるけれども, 定量を目的とする測定ではないことから, 判定基準を低く設定することにして, ここでは, $2\sigma_B$ とした。すなわち, 走査中計数率の最大値がその判定基準を上回るときに検出可能であると判断することとした。実験室のバックグラウンド計数率の平均と標準偏差は, 64 ± 27 cpm であった。NaI(Tl) サーベイメータで測定した空間線量率は $0.08 \mu\text{Sv/h}$ であった。

Fig. 4 の結果を用いて, 各距離, 各走査速度での検出可能な放射能密度を試算する。以下に Fig. 4 (b) ステンレス鋼板面線源を例として説明する。判定基準は, バックグラウンドの標準偏差の 2 倍の 54 cpm である。図から, 距離 5 mm, 走査速度 10 mm/s のときは, 判定基準の 26.6 倍の計数率が得られている。線源の放射能が $1680 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$ なので, この $1/26.6$ 倍の放射能密度でも検出可能であると考ええる。一方で, 距離 50 mm, 走査速度 100 mm/s のときは, 判定基準の 4.2 倍の計数率が得られているので, $1/4.2$ 倍の放射能密度でないと検出可能とならないと考える。このような計算をもとに, 検出可能レベルをそれぞれの条件で求めた。Fig. 5 に算出した検出可能レベルを等値線で示す。距離が大きくなる, もしくは, 走査速度が大きくなると, 計数率が低下し, 検出可能レベルが高くなる様子がわかる。点線源は面線源に比べて検出可能レベルが低く, 低い放射能密度でも検出できる。これは, 測定試料面 $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ において, 同量の放射能を持つ線源が 1 点に集中している場合の方が, 全面に均一に分散している場合よりも検出が容易であることを示している。Fig. 5 で示す結果では, 距離 5 mm, 走査速度 50 mm/s においては, ステン

レス鋼板で点線源 35 Bq, 面線源 133 Bq, ろ紙で点線源 69 Bq, 面線源 139 Bq がそれぞれ検出可能レベルにある。サーベイメータが線源を捉える立体角で考えると, 実際の測定実務における表面汚染密度測定の対象となる線源の面的広がり, は, 本研究の点線源と面線源の間にあると考えられる。表面汚染密度の検出能力を議論する時, 同一放射能の場合, 均一の面線源が放射能密度として最小であり, 検出に最も厳しい条件である。したがって, 検出可能レベルは, 本研究の面線源の結果から, 表面汚染密度として $1.3 \sim 1.4 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ であり, α 線放射核種以外の持ち出し基準である $4 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ を十分下回っている。そのため, この走査条件で持ち出し基準のレベルを確実に検出できるといえる。さらに, 汚染の可能性のある箇所が特定できた後, 走査速度を小さくして詳細に測定することでより低い放射能密度レベルでの確認が可能である。

Fig. 5 からは, 次の点も読み取ることができる。等値線の間隔の狭さは, 走査の仕方が検出能力に大きな差異を生じさせることを意味する。面線源のほうが点線源よりもこの傾向が強い。そして, 等値線の傾きに注目すると, 面線源の場合は, 等値線が縦になり, 傾きが急である。これは, 距離の違いによる検出可能レベルの変化が小さいことを示している。このことは, Fig. 2 に示したように, 距離による計数率の変化が面線源の場合に小さいことから解釈できる。さらに, すべての線源について, 等値線の傾きは, 走査速度が小さいときは急であり, 走査速度が大きくなるにつれて, 緩やかになっている。すなわち, 走査速度を小さくすると, 距離の違いによる検出可能レベルの変化が小さくなることを意味する。また, 点線源では材質の違いによって検出可能レベルが異なっている。

以上から, 次に述べるような走査方法が導き出される。(1) 走査速度が小さいほど, 距離を十分に近づけなければならないという制約条件が緩和されることになるので, 適切な走査速度に留意することが第 1 である。(2) 線源の広がり大きい時は, 材質や距離よりも走査速度の違いが検出能力の大小を左右するので, 適切な走査速度に留意する。(3) 線源の広がり小さい時は, 材質の違いが検出能力に比較的大きな影響を与えるので, 線源効率が低い材質の場合は走査速度を小さくすると検出の確実性が増加する。

本研究では, 判定基準の一例として, 計数率の最大値のみで検出能力を議論したが, 検出の判断には別の評価方法もある。例えば, 走査速度が大きくなると高くなっ

(a) Stainless steel, 3 cm² source (b) Stainless steel, 100 cm² source (c) Filter paper, 3 cm² source (d) Filter paper, 100 cm² source**Fig. 5** Detectable level (unit: Bq) for each sample.

た計数率が保持される応答になるので、計数率の高さの他にその保持時間を加味して検出を判断する方法も考えられる。また、サーベイメータから発生する検出音(ピップ音)の時間間隔が計数率によって変化するが、これを利用した検出判断も考えられる。これらを組み合わせることにより、実際にはより低い放射能密度レベルでの検出が可能である。

本研究では検討しなかったが、バックグラウンド計数率を考慮することは重要である。バックグラウンド計数率のレベルが高い時や変動幅が大きい時は、検出の判定基準が高くなるので、検出能力が低下する。走査測定を行う場合は、作業環境のバックグラウンドの値に基づいて、検出能力を判断する必要がある。

V 結 言

表面汚染密度測定の直接測定法におけるサーベイメータの走査条件の違いで生じる測定結果の差異について、直線ロボットを用いて実験的に把握した。加えて、実験で得た計数率の変化を数値計算で再現した。⁶⁰Co線源を用いた実験から、現場の測定実務で通常用いられる走査条件である距離 5 mm、走査速度 50 mm/s を適用した場合、管理区域からの持ち出し基準値を十分下回るレベルを検出できることが確認できた。実験には、材質と線源面積がそれぞれ異なる 4 種類の線源を用いた。これらの比較から、線源条件が異なるときの適切な走査方法についても議論した。本研究で得た知見もしくは検討手法が、現場に適用される走査条件の指針検討に資することが期待される。

放射線防護・管理に求められる安全のレベルは、以前にも増して厳しいものとなっている。品質保証の観点からも管理現場に課せられる業務は増大の傾向にある。従前、過度に慎重になって技術的尤度を取りすぎているものを、アカウンタビリティ、トレーサビリティなどの観点から科学的合理性をもって明示する必要性が出てきたものに対し、管理現場の負担を少しでも軽減する方向で標準化されることが期待される。本研究の結果がその活用の端緒となることを望む。

参 考 文 献

- 1) 日本規格協会, 放射性表面汚染の測定方法 JIS Z 4504, 日本工業規格 (1993).
- 2) 杉浦紳之, 平純一, 竹中圭介, 山中和夫, 菅井研自, 小佐古敏荘; 表面汚染密度測定におけるスミア法のふき取り効率に影響する要因分析, 保健物理, **42** (3), 214–220 (2007).
- 3) 伊知地猛, 荻野晴之; 様々な材質の表面汚染に対する線源効率の実験的評価, 日本原子力学会和文論文誌, **6** (3), 370–375 (2007).
- 4) J. F. SOMMERS; Sensitivity of portable beta-gamma survey instruments, Nuclear Safety, **16**, (4), 452–457 (1975).
- 5) 白川芳幸; サーベイメータの適切な使用のための応答実験, ISOTOPE NEWS, **635**, 19–24 (2007).
- 6) 坂根仁, 佐瀬卓也, 前越久, 西澤邦秀; 表面汚染検査におけるサーベイメータプローブ操作が検出下限に及ぼす影響, Tracer, **33**, 3–4 (2003).
- 7) 日本原子力研究所; 平成 14 年度 発電用原子炉廃止措置基準化調査 (2003).
- 8) 飯田治三, 鎌田貴志, 渡井勝範, 天野 豁, 白川芳幸; 動的予測サーベイメータの ^{60}Co 汚染検査への応用, RADIOISOTOPES, **57**, 669–677 (2008).
- 9) グレン F. ノル; 放射線計測ハンドブック 第 2 版, (1991) 日刊工業新聞社.

山西 弘城 (やまにし ひろくに)

核融合研安全管理センター准教授。担当業務は、環境放射線測定、遮へい評価を含む放射線防護計画の作成、線量測定器開発など。この論文は、現場の放射線管理に根差した保健物理像を求めて、杉浦先生（近畿大学）と進めている研究の第 1 報である。

E-mail: yamanisi@nifs.ac.jp