

河野 俊彦 片桐 重和  
(福山大学 工学部)

## Research for Illumination Phenomena on Visible Light as Precursor of Earthquakes and its Observation Method

Toshihiko Kouno Shigekazu Katagiri  
(Fukuyama University)

The illumination phenomena as precursor of earthquakes have not been observed enough as numerical data until now. This report is treated as research to investigate observed illumination phenomena as precursor of earthquakes.

An important law during the precursor has been discovered in the co-relation of the energy of the electromagnetic wave and the illuminated time. And the observed method regarding the illuminated visible light is discussed.

キーワード： 地震予知, 地震前兆現象, 電磁波, 発光現象

(earthquake forecast, precursor, electromagnetic wave, illumination phenomena)

### 1. はじめに

21世紀を迎える人間社会において、自然災害の一つとしての大規模都市直下型地震の理解による予知対策を行う事は重要課題である。去る'95年に発生した阪神・淡路大地震(M7.2)は多大な被害をもたらした。未だ記憶が新しい。今また本稿執筆中(10月6日13:33)に、中国地方(鳥取)には57年ぶり(前回'43年の地震での発光現象については後述している。)に、大規模地震(M7.3)が発生した。更に、極最近では火山噴火を伴うマグマ移動に関連する地震が北海道・有珠山に引き続いて伊豆・三宅島近海に発生した。また、少し以前になるが'90年には九州・普賢岳に発生している。日本列島は東から西へ太平洋プレートと大陸棚との接点にあって、その溜まったエネルギーが各所で限界にきて、発散している時期にあるのかもしれない。数ある断層はそれぞれ不安定度が増しているかも知れない。このように地震が多発する時期に待望されるのは的確な予知に伴う防災対策

の確立であろう。予知を的確に行うには、本現象である地震の発生よりも前に現れる諸前駆現象、中でも電磁波の発生を詳しく把握し、正確な時系列を得ることであろう。そのような前駆電磁波発生現象の中で、特に大規模地震において、発光現象が直前に現れる事が現地レポートとしてしばしば報告されている。しかし、本格的な観測データは未だ得られていない。

本報告では、放散される各種電磁波の中ではエネルギーの一番大きい(波長が一番短い)可視光に着目するが、その観測データが無いので、先ず体験報告の整理を行うと共に、発光現象の前駆現象としての位置づけを試みた。そのためには前駆現象として観測されている各種の電磁波発生の時系列を整理すると共に、それらの発生と地震との関連のあり方を想定する必要がある。前駆電磁波現象の発生時間の時系列整理、また、数分と言うオーダーの全くの直前に発生する発光(可視光)の性質を整理し、且つ、その観測法を定めて、試作・テストした段階にある事を報告する。

## 2. 発光現象の体験報告とモデル化

地震の直前に発光があることはしばしば一般市民の体験者から報告されている。最近では、夜明け前の未明に発生した阪神大震災時には、写真愛好家（徳山和男氏）によって夕焼け現象に似た茜雲が撮影されて、カラー写真として新聞（山陽新聞 '95年2月4日）に掲載された。以下に広く一般市民の体験報告について取りまとめられた記録の紹介、及び、これらから想定される前駆現象としての発光の性質を考察してその特徴を整理し、初期段階の第1次近似的なモデル化を試みた。

### 1) 宏観現象としての発光認知の報告

地震に伴う宏観異常現象として、素人目にも最も分かりやすい良い相関性を示すものとしては、地震に出来るだけ近い時間帯に発生する現象に着目することになるが、そのような観点からの報告が多くなされている。

発光に限らず、宏観異常現象の最近の報告は弘原海清による単行本<sup>1)</sup>、及び、池谷元伺の単行本<sup>2)</sup>にまとめられ、広く世間一般に知れるようになってきている。その中から発光に関係するものに限っても種々様々あるが、地震に対して直接の前駆現象として捉え得る物もある。また、池谷は帯電エアロゾル等の噴出物の発光説か圧電効果等による空気励起の空電発光説かのモデル化を試みている。また、発光現象に限っては佃為成によってまとめられている<sup>3)~5)</sup>。それによると、武者(31)によって、1847年に長野県に発生した善光寺地震時の火の玉現象を始めとした日本古来の伝承記録が紹介されている。これらは何れもマグニチュード M7 程度の大規模地震での発光を見た体験記録である。また、1943年9月10日午後5時37分に発生した先の鳥取地震 (M7.2) では稲妻が発生したことを報告しているがこれは前駆現象では無く同時現象であろうか。明らかに前駆現象として捉えた報告としては、'65、'67年頃に頻発した長野県松代地区の地震の時を始め、隣国中国での '76年7月2日午前3時28分発生の唐山地震 (M7.8) での報告等が多々あるとまとめられている。

これらの発光現象の中には地震に伴う現象ではあっても、必ずしも前駆現象では無い現象もあるようで、整理して扱う必要がある。ここでは以下に前駆現象としての発光現象の性質について考察しておく。

### 2) 想定される前駆発光現象の特徴

これまでにはしっかりしたいわゆる科学的な観測データは見当たらない。そこで、数少ない市民情報を基にして、観測すべき前駆現象としての発光の特徴を整理する。それによって、適したセンサー選定や設置方法、データ処理手法を選んで観測装置を設定する参考にしている。

阪神大震災の前駆現象として生じた発光現象を撮影し

た写真が新聞に掲載された記事を見て、早速(同年3月)、撮影者にインタビューを行った。その時の体験談による時間経過から大胆に想定出来る前駆現象としての発光現象の特性は以下のようにまとめられている。

① 発光の立ち上がり時間：これは体験談ではハッキリした認知が得られていない。よって、あくまでも先に仮想をした上で、エネルギー発散による空気分子の励起現象であるとするなら発光の強度が強まる速さはパルス的で、1分以下ではないかと想定しておく。

② 継続時間：光っていた発光の継続時間は上記体験談からは10分間程度であって、且つ、発光が始まった時間は不明であるので、大凡は20分間程度の継続ではないかと想定しておく。

③ 発光終了と地震発生との時間差：数分程度あるか無いかだと思える。

④ 明るさ強度：地震の規模によるが、明るさは、朝焼け、夕焼け程度の明るさで、後述するように、明け方の照度測定では、30～50 Lx 程度の強度である。

⑤ 光の成分：色は赤系統の光であった。空気分子の励起による光放出と想定する。

⑥ 状況：西の空を中心にぼんやりと明るいのであって、ある特定なところがひどく明るいのではなく、西側一帯が全体的に明るく、雲に反映していた。半径が約1km程度の範囲又は1km以上の線状に直接の発光領域があり、そこから四方八方に光は放散されて広がっていると想定する。

## 3. 地震前駆現象のあり方

日常的に発生するある一つの異常と思える現象は、地震以外の原因によって引き起こされるものも混じるので、その異常現象が地震の前駆現象であるとするには丹念な実測データの突き合わせとそれが関連する現象であるとする説明できる因果関係を(仮想段階でも良いが)持つ必要がある。発生時間が広い範囲の中で時間分布しているかも知れないが、一つの地震につながる複数の前駆現象が時系列で発生することが半明すれば、その応用として、逆に地震本体のより正確な時刻と位置を予測することが出来るであろう。本報告では、前駆現象の中で特に電磁波現象に限って、このような観点から、過去のデータを整理して一つの法則を見出そうとしている。

その法則を考える上で、エネルギー関係を想定するのが良い。地震の根元となるエネルギーは地底に存在するマグマの移動による局所的な圧力がある場所の地盤にかり、応力として溜まる事から始まる。そして、その地盤が破壊されるまでの限界値までは耐えるが、地盤は一体化した強固な結晶構成ではないので、微視的な各部分では限界エネルギーが小さい段階で微小エネルギーを1

部分づつ徐々に放出する現象が有り得る。また、応力を受けて物質はその貰ったエネルギー状態に一旦活性化されるが、その活性エネルギーの安定状態へと戻る時に余剰エネルギーが放出される。このようなエネルギーが電磁波となって放出されると仮定する。エネルギーがある地域に溜まりつつあるとき、そこから徐々に起きるエネルギー放出は弱いエネルギーのもの（電磁波では波長の長いもの）ほど早く放出されるであろう。よって、次のような仮説を提案する。

「前駆現象として現れる電磁波の発生は、その電磁波が持つエネルギーの小さい（周波数の低い）ものほどより早い時間帯に発せられ、電磁波のエネルギーが大きい（周波数の高い）ものほどより地震本現象に近い時間帯に発せられる。」

#### 4. 前駆電磁波現象の発生時間

電磁波異常が地震の前駆現象として注目され、観測されるようになったのは比較的最近であるが、今や、最も傾りになる事前情報となり得るとして期待が大きい。しかし、測定器の特性・限界や研究のオリジナリティーの関係から各観測者はそれぞれ専門的に得意な波長領域に限って担当し観測研究して報告<sup>6), 7)</sup>している。ここで、地震の前駆現象として現れ、各観測者によって得られた

電磁波の全波長領域に渡る各観測データを総括的に整理してみるのが望ましい。この観点から阪神大震災時に関して各波長の観測データを集めた報告<sup>8)</sup>がある。よって、これを元に各観測データをそれぞれの電磁波エネルギーとその発生時間との関係として整理すると図1<sup>9)</sup>に示すようになる。同図によれば、観測された電磁波のエネルギーが大きい（波長λが短い、周波数νが高い）ほど地震発生時間に近い時間帯で発生していることが分かる。図1の関係をカーブフィッティング法により数式表現すると次のように表せる<sup>10)</sup>。

$$\text{Log}_{10} \lambda = A(\text{Log}_{10} t - B)^2 + C$$

ここで、λ：波長[m]、t：時間[h]である。  
 なお、本式の係数 A、B、C は実験式としてカーブフィッティングより求まる定数である。上記実験式で比較的良い一致をみる値は次の様に決まる。

$$A = 5.00, \quad B = 0.250, \quad C = -13.00$$

ただし、t は地震発生時を 0 時間とし、それより逆かのぼる事前の時間を正として扱っているので、t が大きいほどより以前の発生に当たる。

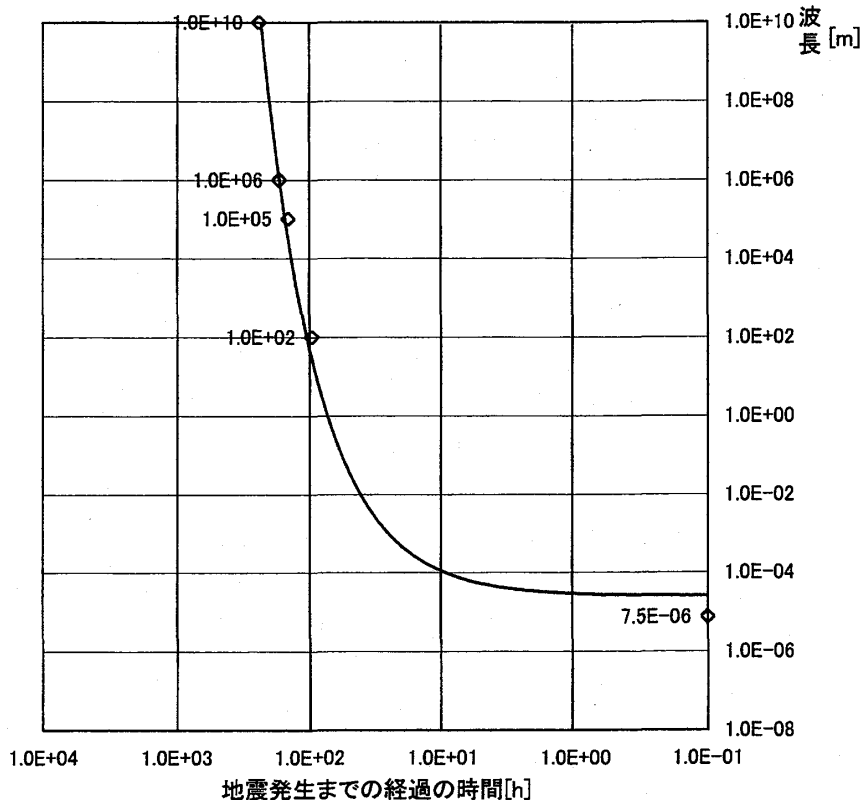


図1 阪神淡路大震災時における電磁波の発生エネルギーと発生時刻の関係図

すなわち、この関係式は、波長 $\lambda$ の長い（周波数 $\nu$ の低い）電磁波ほど地震発生時よりもより以前の早い時間帯に前駆現象として現れることを表している。

ただし、震源地における地震のエネルギーを表すマグニチュード（M）の大きさによって前駆現象の現われ方が異なることが予測されるので、上式の定数である A、B、C の中にこの M による違いを表す表現にするのが望ましいと考える。その考え方の一つとしては、これまでの観測報告例によれば、最も短い波長の（エネルギーの大きい）電磁波である可視光は少なくとも M=6 程度以上でないと発生していないと思えるので、このようなことも考慮して決める必要がある。

即ち、図1は縦軸の下方方向が発生電磁波の波長が短い表し方であるので、マグニチュードMが6以下では可視光が発生しないとするためには縦軸上で平行移動させるようにCのみに限ってMの関数として扱おう。観測データの少ない現状ではとりあえず次の様にとって見る。

$$C = -13.0 - (M - 7.2) = -(5.8 + M)$$

その結果を図2に示す。この図は定性的なものとして見るべき段階でしかないが、同図からは以下のことが示唆される。① 特定な周波数の電磁波のみを観測していた

のでは地震の発生時刻を予測できない。② 各周波数の電磁波の発生状況を得て対比し、地震発生時刻を予測し得る。以上はデータの少ない現状における一つの考え方を示すものであって、今後に得られるデータをこの観点から注目してみたいと考えている。

ここで、 $E = hc/\lambda$  なる関係式で電磁波のエネルギーに換算してみれば、震源地におけるエネルギーの発散状況を想定できる。

$$\text{Log}_{10} (hc/E) = A(\text{Log}_{10} t - B)^2 + C$$

$$\text{Log}_{10} E = -A(\text{Log}_{10} t - B)^2 + C'$$

ただし、E：電磁波のエネルギー[eV]、t：前駆発生時間。  $C' = \text{Log}_{10} hc - C$  と置く。

$$\begin{aligned} hc &= 1.986 \times 10^{-23} \text{ [J} \cdot \text{m]} \text{ であるとして、エネルギーの単位をジュール [J] から [eV] に換算すれば、} \\ hc &= 1.986 \times 10^{-23} / 1.60 \times 10^{-19} \\ &= 1.241 \times 10^{-4} \text{ [eV} \cdot \text{m]} \end{aligned}$$

$$\text{Log}_{10} hc = 0.093 - 4.0 = -3.907$$

よって、

$$\begin{aligned} C' &= -3.907 + (5.8 + M) \\ &= (1.9 + M) \end{aligned}$$

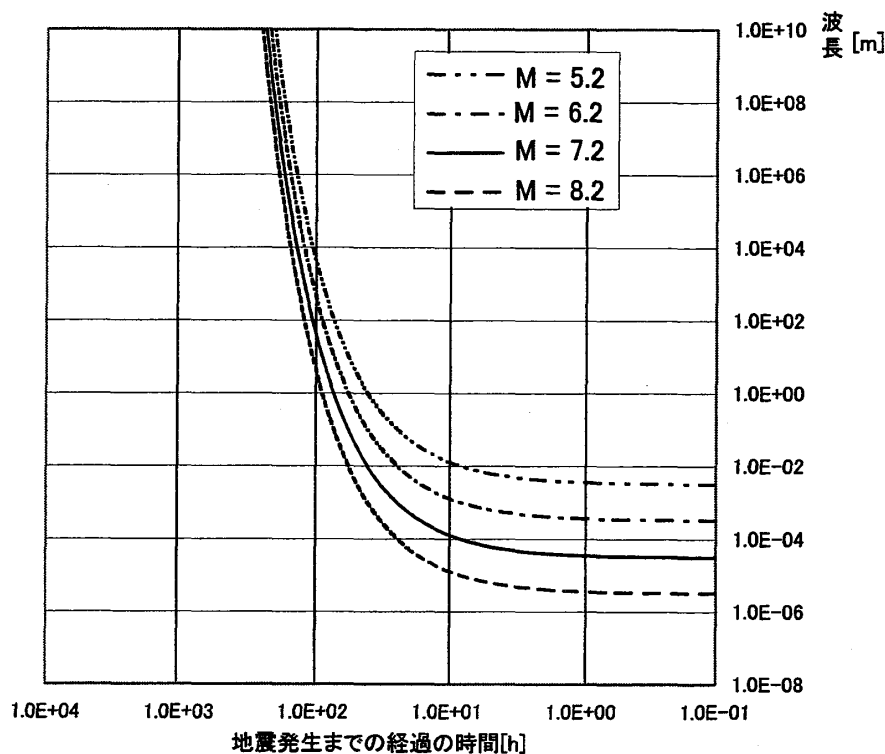


図2 マグニチュードを考慮した発生電磁波のエネルギーと時刻の関係を表す仮想図

即ち、上記のような前駆現象として発散するエネルギーの放出時期の関係のみから単純で大胆な発想を許すとして、次のように想定する。

太平洋プレートの沈み込み等による巨大な圧力を受けた断層でのエネルギー蓄積を許容し応力歪みの限界を越えるとき、じわじわと弱いエネルギー量の電磁波から先に放出し始め、徐々に大きいエネルギー放散をして行くようになり、ついには巨大なエネルギー発散が断層のずれを生じさせ地震となる形を取るのではないであろうか。従って、このような考え方からはマグマの急激な移動で噴出する火山型地震では局所的に短時間で応力を受けるので、前駆現象としての電磁波の放散は少ないのではなかろうか、と言う知見も得られる。

## 5. 可視光の観測手法

電磁波の仲間ではエネルギーの高い領域の現象である可視光線は、アンテナで観測される普通の電磁波とは現象的に大きく異なるせいもあって、更に、地震の前駆現象としては全くの直前現象で、地震予知としては、それを基にした警告発生が時間的制約から意味を持たないくらい短いこともあってか、これまでの観測態勢からは外れている。また、可視光は太陽の光等の日常的自然現象として、時間的或いは天候的に変化していて、地震時に発せられる微弱な発光を的確に識別して観測する困難さがあるとの予想があって、観測に着手されていないのかも知れない。更には空間をかなりの遠方まで伝播する電磁波はアンテナで比較的容易に観測出来るのに比べて、光の観測可能な距離は比較的短い限界があり、且つ、直線的視野を遮るものがあれば、測定できないなど観測上の制限が多いことも観測を困難にしていると思える。

しかし、上記したように電磁波の発生がそのエネルギーの大きさと時系列をもつならその仲間として、且つ、より地震発生に近い時間帯で発生するという止めの現象として確認を得る意味から重要な観測となるので、発光現象の観測は重要である。

そこで、1) 先ず測定対象となる可視光発光現象の考え得る特徴を整理し、更に、2) 自然光はどうしても同時に観測する形になるのでこれとの識別対策のために自然光の特徴を把握し、3) 最期に、試みとしての観測方式を提案する。

### 1) 想定される発光現象の特徴

これまでにはしっかりした観測データは見当たらないが、数少ない市民の情報を基にして、観測すべき発光の特徴を掴んでそれに適したセンサー選定や設置方法、そしてデータ処理手法を選んで行かなければならない。

阪神大震災の前駆現象として生じた発光現象を写真に撮影し、これが山陽新聞(2月4日)に掲載された記事

を見たので、早速同年3月に撮影者の徳山和男氏にインタビューを行った。それによると、その時の状況は以下のものであった。

「撮影者はいささか年配のアマチュアカメラマンで、東灘区鳴子ヶ原のマンション最上階(4階)に住んで居られるが、六甲山脈の傾斜地で、南側は開けた眺望の良い建物であった。歳のせいもあって毎朝早めに目が覚めるが、その日も明けやらぬ時刻に目覚めた。何時もと違う雰囲気を感じたが、それは未だ夜明け前なのにやけに明るいことであったことに気づいた。それで自宅の南西方向のベランダに出てみると西の空が夕焼けのように赤みを帯びてうっすらと光っていた。待てよ、おかしいな、朝なのになぜ東ではなく西の空が明るいのか? それに時間を確認したがまだ夜明けより早い時間帯だ。おかしい? しばらく眺めて、とにかく綺麗でもあるから写真に納めておこうと思い立ち、カメラを取りに室内に戻った。いつでも写真が撮れるようにカメラは取り出し易い所であったので、直に、再度ベランダに出て、写真を何枚か撮影した。この時、息子さんが、未だ早いのにあまりガタガタしないで下さい、寝むれないから、と言われたので、その後はトイレに行ってから床に就いた。ベットに横になってほんの直に大きな音を伴って大地震が発生した。その大きな第1回目のゆれの時はもう暗かったので、光っていなかった。今から考えても、どの時点から発光が止んだのかは不明である。」と言われた。

これらの体験上の時間経過から想定出来る前駆現象としての発光現象の特性は以下のものであろう。

- ① 発光の立ち上がり時間: これはハッキリした経験談を調査出来ていないが、エネルギー発散による空気分子の励起現象であるなら発光の強度が強まる速さは長くても1分程度までではないかと想定しておく。
- ② 継続時間: 光っていた発光の継続時間は10分程度であって、且つ、発光が始まった時間は不明であるが、大凡は20~30分程度程度の継続ではないかと想定しておく。
- ③ 発光終了と地震との時間差: 数分程度あるか無いかだと思える。
- ④ 明るさ強度: 明るさは、朝焼け、夕焼け程度の明るさで、後述するように、明け方の照度測定では、30~50 Lx程度の強度である。
- ⑤ 光の成分: 色はピンクっぽい光であった。空気分子の励起による光放出と想定する。
- ⑥ 状況: 西の空を中心にぼんやりと明るいのであって、ある特定なところがひどく明るいのではなく、西側一帯が全体的に明るく、雲に反映していた。半径が約1 km程度の範囲に直接の発光領域があり、そこから四方八方に広がると想定する。

### 2) 自然光の観測

光の測定は夜明けから、日没までの太陽の移動、季節、天候等によって影響される自然光の強弱が大きい中で、

照度強度分布(2月13日:晴れ)

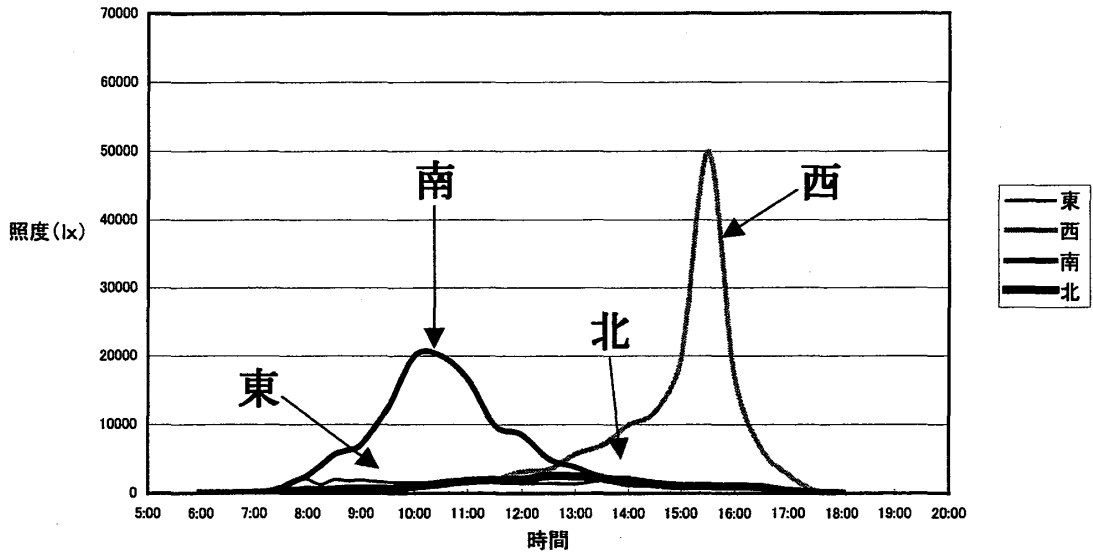


図3 冬季(2月13日)における東西南北各方位の45°上空向きの自然光日変化測定結果

照度強度分布(6月20日)

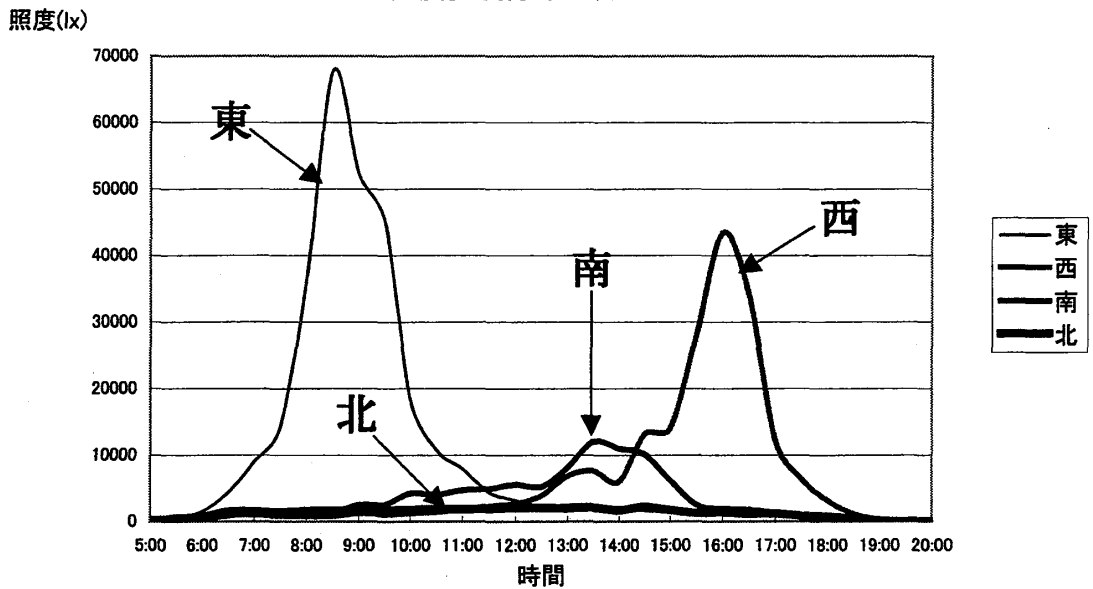


図4 夏季(6月20日)における東西南北各方位の45°上空向きの自然光日変化測定結果

照度 (lx)

照度強度分布(6月20日)

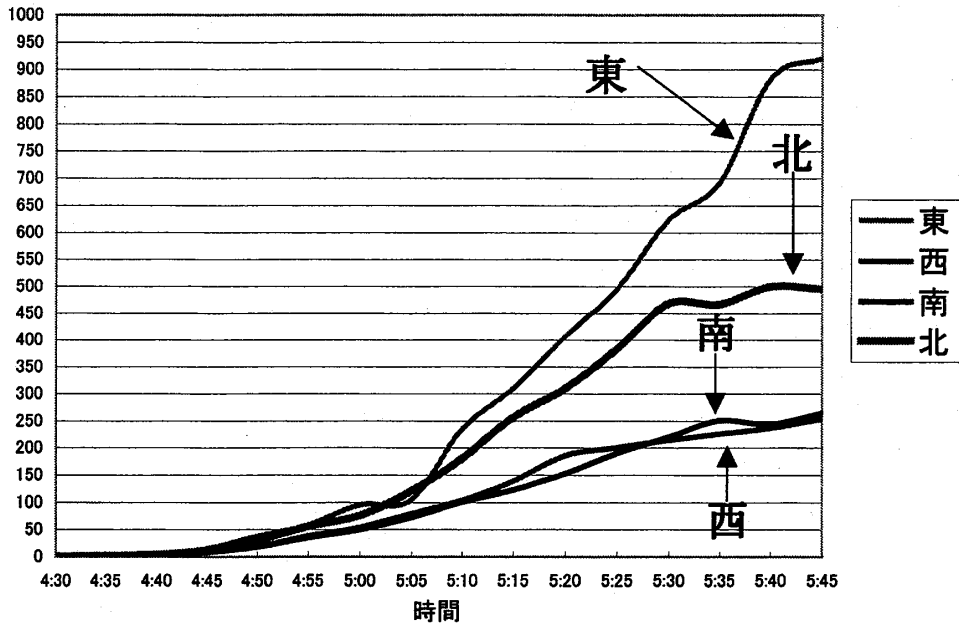


図5 夏季(6月20日)における夜明け時刻、東西南北各方位の45°上空向きの自然光日変化測定結果

照度強度分布(2月19日:曇り)

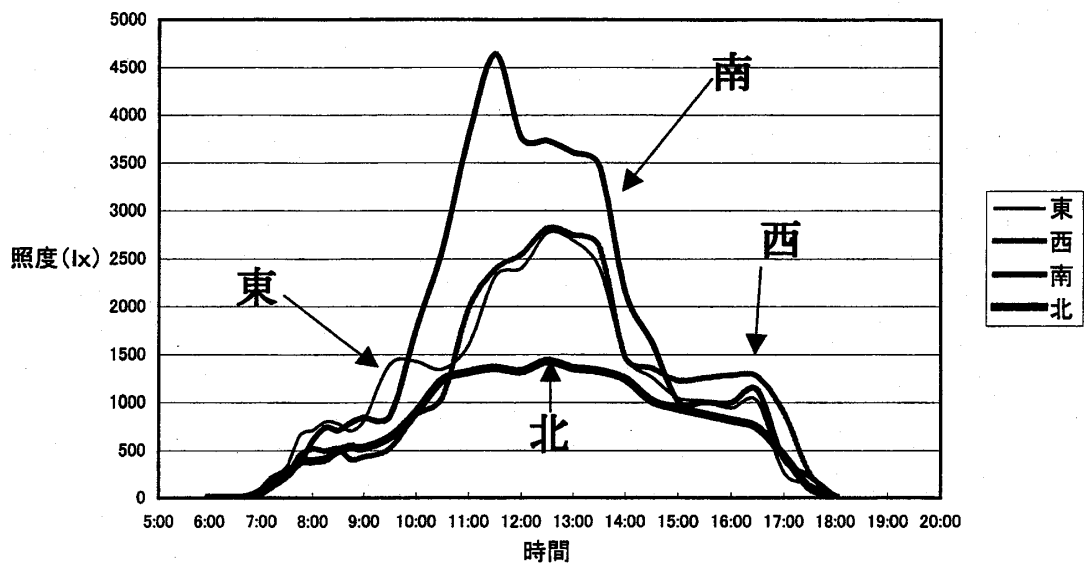


図6 冬季(2月19日)における曇り日の東西南北各方位の45°上空向きの自然光日変化測定結果

方向の定まらない微弱な前駆発光を観測する必要がある。そのバックグラウンドとしての自然光の時間変化について観測した。観測結果を図3から図6に示す。

尚、観測は照度計（東京光学（株）製のTOPCON IM-3）によるもので、角補正グローブ前面使用で直径23mmの窓を持つがこれに内径37mm、長さ90mmの円筒状フードを用いて方向性を付け、東西南北の4方向でそれぞれ45°上空方向に向けて、時間毎に観測を行った。観測を行った季節は冬季（2月中旬）と夏季（6月中旬、夏至）との2シーズンである。観測結果によって分かったことを以下に列挙する。

① シーズンによって、太陽の運行経路の違いや地面との照射角度の違いによる照度の違いが認められた。最高値で、冬季では50,000 Lx（西45°上空方向、時刻15:30）、夏季では70,000 Lx（東45°上空方向、時刻8:30）であった。② シーズンによらず、北45°上空方向は朝から夕方への時間推移による照度変化が少なく、時刻12:00前後における最大値で、冬季、夏季ともに2,000 Lx以下であった。安定している。③ 冬季に於いて、曇り日では、東西南北の方向に特徴が現れず、どの方向とも時刻12:00前後が一日の中で最高値を示し、南4,000、東と西が2,800、北が1,500 Lxであった。晴れ日との比較は最大値で $4,000/50,000 = 8\%$ 程度であった。④ 夏季に於いて、雨日では、東西南北の方向に特徴が現れず、どの方向とも時刻12:00前後が一日の中で最高値を示し、南4,000、東と西が3,000、北が1,500 Lxであった。⑤ 晴れ日との比較は最大値で $4,000/70,000 = 6\%$ 程度であった。⑥ 明け方の明るさは、日の出時刻で冬季（時刻6:47）に於いて30、夏季（時刻4:55）で50 Lxであった。大きな差は認められない。⑦ 総合的には、地震発生時に伴っての発光現象は朝焼け程度の空の明るさであったとの報告からすれば、上記測定結果が示すように、30~50 Lx程度で有ると推定されるので、北45°上向き方向では1日の自然光の最大値が2,000 Lx程度であって、その比率は約1~2%となっており、観測に当たって自然光の強度レベルの中で識別可能である。

### 3) 前駆発光現象観測システム

観測の対象となる発光現象の特性を前述のようにまとめたが、これをもとに計測システムを開発する。

まず、センサーとしてはSiフォトダイオードにプリアンプをつないで用い、データ処理はPC型A/D変換器を通して、データ収集はソフトウェアにより、ノート型パソコンによって処理した。計測は無人運転を目指して、本システムは少なくとも1週間程度のメンテナンスフリー運転を目標に設定している。

センサー部の設置状況は、できるだけ自然光を避けて、

微弱な発光現象のみを測定したいので、その対策を次のように設定する。地震の前駆現象としての発光はある地域一帯に少なくとも半径1km程度の広がりを持つと想定して、空の雲等に反射して明るくなると想定する。

そのような状況を計測するのでネオンサインとか自動車等の人為的な光を避けて、45°上空向きに設定するので、フードを採用する。フードは内径24mm、長さ100mmとした。昼専用の計測にあてるものとして、フィルタを採用するセンサーも用いる場合がある。

本システムはA/D変換器とコンピュータ入力の部分で8チャンネルを用意し、東西南北の4方位（各方位で45°上空向きに設定）または、昼、夜専用（フィルタ有り無し設定）及び、地震計からの測定信号を入力端子に採って、プリトリガーとするように設定する。

## 6. おわりに

現状では、地震の前駆現象としての電磁波現象を地震との因果関係について仮説をたてるとともに、このことを明らかにする為に必要な可視光範囲の計測がこれまでは手薄になっているので、先ず計測システムの開発を手がけた段階に過ぎない。今後各位の関心を得て発展されることを期待したい。

### 【参考文献】

- (1) 弘原海清：「阪神淡路大震災前兆証言1519!」、東京出版、1995
- (2) 池谷元何：「地震の前、なぜ動物は騒ぐのか」（NHKブックス）、NHK出版、1998
- (3) 佃為成：「発光現象（宏観異常現象の検証）」、地震ジャーナル、Vol. 20、pp.24~32、1995
- (4) 佃為成：「1995年兵庫県南部地震に伴った発光現象」、月刊地球、号外No.13、pp.184~189、1995
- (5) Tameshige Tsukuda：「Size and Features of Luminous Sources Associated with the 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake」、J. Pys. Earth, Vol. 45, No. 2, 1997
- (6) 藤縄幸雄、他：「地震の発生活動に関連したULF帯電磁界変動と地震の発生との関係」、電気学会高電圧研究会資料、HV-00-2、pp.7-11、2000
- (7) 畑雅恭：「地震予知と電磁波前兆」、技術開発ニュース、No.83、トビックス、2000
- (8) 長尾年恭：「地震に伴う電磁気異常現象の研究と観測」、電気評論、No.10、pp.19-22、2000
- (9) 河野俊彦、他：「大規模地震直前現象としての発光現象調査とその観測法」、HV-00-34、pp.7-13、2000
- (10) 河野俊彦、他：「地震直前に現れる発光現象及びその観測法」、福山大学工学部紀要、Vol.24、2000