

# 中国の電源事情に対する課題と対策

## Improvement Proposal for Electrical Power Problems Caused by Miswiring in China

松田 純一\* · 田上 直樹\* · 澤田 知行\*\* · 齊藤 宏\*\*\*  
Jun-ichi Matsuda · Naoki Tagami · Tomoyuki Sawada · Hiroshi Saito

中国の一般家庭における商用電源の配線方式は三相4線のL（活線）-N（接地側）間を使用しており、N相欠相は商用電源の管理幅を超える電圧発生の原因となることから、電気製品と電源による影響で発生している8種類の不具合に対する共通の原因が電源配線のN線とE（アース）線の誤配線によるN相欠相であると仮定すると、これら不具合の発生メカニズムを説明できることを示した。

また、北京の一般家庭のコンセント回路を調査した結果、N-E誤配線と判断できるデータも得られている。そして、このN線とE線の誤配線防止のためには、分電盤への漏電ブレーカ設置が有効である。

The mains power supply in Chinese standard homes uses L (Live) -to-N (Neutral) connection of three-phase four-wire system, and open phase of N-phase leads to the voltage fluctuation which exceeds the fluctuation range of commercial power source. In this paper, we show that the mechanism for 8 types of problems on home appliance and electrical wiring is explained by open phase of N-phase caused by miswiring of N-wire and E (Earth) -wire. We checked electric outlet circuits in standard homes in Beijing and obtained the data which suggest the existence of miswired N-wire and E-wire.

Therefore, we propose the installation of earth leakage circuit breaker in distribution panel to prevent the miswiring of the N-wire and the E-wire.

### 1. ま え が き

不適正な電気利用環境は、安全を脅かすだけでなく電気製品の発展や普及を遅らせる原因の一つとなる。当社では、海外市場でも電気製品を安全に使っていただくため、電気利用環境の調査を行っている。中国では、公称電圧220Vに対して変動幅が180～270Vに及ぶことなどが報告されているが、それらの原因を明らかにしなければ十分な安全対策を講じることができない。

筆者らは、電力会社の管理幅を超える電圧上昇は欠相により生じることに着目し、N（接地側）線とE（アース）線の配線間違いがあるものと仮定した。本稿では、この仮説により電気安全にかかわる8種類の不具合の発生メカニズムを説明できることを示す。

次に実際に現地調査を行い、電源配線にさまざまな間違いが発生していることを確認した。電源配線の間違いに対しては個々の電気製品での対策が困難であるため、配線工

事の間違いを発見して未然に防止する必要がある。そこで、誤配線を検出するため、漏電ブレーカを分電盤に設置することを提案する。

#### 1.1 不具合内容

これまでに報告されている不具合のうち、電気利用環境が関係すると考えられるものを示す。

- (1) 電気製品を触ると感電する。
- (2) 短時間内の激しい電圧変動がある。
- (3) 電圧変動が180～270Vと、幅が広い。
- (4) 電球が破裂する。
- (5) 過電流でブレーカがよく落ちる。
- (6) 電気火災が多い。
- (7) L（活線）-N線間に大きなサージ電圧が入る。
- (8) 受配電でのエネルギーロスが大きい。

それぞれに対して、次のような疑問点や課題がある。

\* パナソニック電工解析センター（株） Panasonic Electric Works Analysis Center Co., Ltd.

\*\* 情報機器事業本部 情報機器R&Dセンター Research & Development Center, Information Equipment & Wiring Products Manufacturing Business Unit

\*\*\* 品質・環境革新統括部 Corporate Quality & Environmental Innovation Department

- (1) アースが正しく取られていても感電がある。
- (2) 電気製品が急激に増加し、これらを同時利用した場合には短期的に電圧が低下することはあるが、電圧が上昇することはない。
- (3) 電力会社の電圧管理幅  $\pm 10\%$  に対して、コンセントでの電圧低下はあっても上昇は考えられない。
- (4) 白熱電球は過電圧で寿命が短くなるが、日本では破裂することは考えられない。
- (5) ブレーカが頻繁に動作することは、使用電気製品の定格容量からは考えにくい。
- (6) 製品品質や電気利用環境による電気火災の原因に関する情報が不足している。
- (7) L-E 線間よりも大きいサージが、L-N 線間で測定されている。
- (8) 一般家庭における配線抵抗は  $1\ \Omega$  以下であり、配線単体でのエネルギーロスはほとんどない。

## 1.2 日本との方式の違い

### 1.2.1 電源配線と接地方式

日本では、図1のような電源配線とTT接地<sup>1)</sup>である。中国では、三相4線のL-N間で220Vを取る電源配線で、接地方式は欧州と同じTN接地のほかTT接地が混在している(図2)。なお、以下の図中では公称電圧ではなくトランス電圧値で示す。

本稿で扱うのは、N線とE線が別々に接地されるTT接地で生じる不具合についてである。

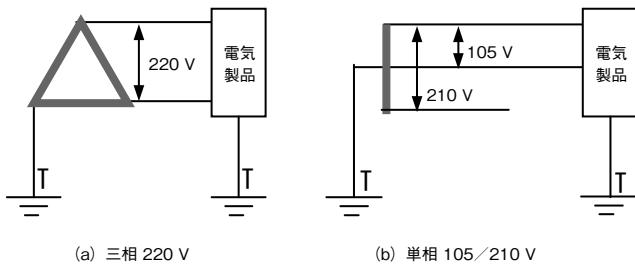


図1 日本の電源配線とTT接地方式

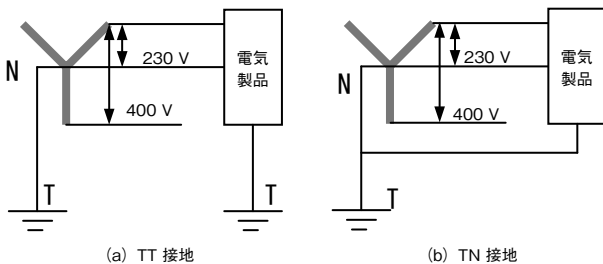


図2 中国の電源配線と接地方式

### 1.2.2 欠相による不具合

もしN相が欠相(断線)すると、負荷の抵抗バランスにより、電源電圧を分圧して受けることになる。

日本では、単相105/210Vの場合はN相欠相により過電圧となるが、三相220Vの場合は図3のようになり、過電圧にならない。

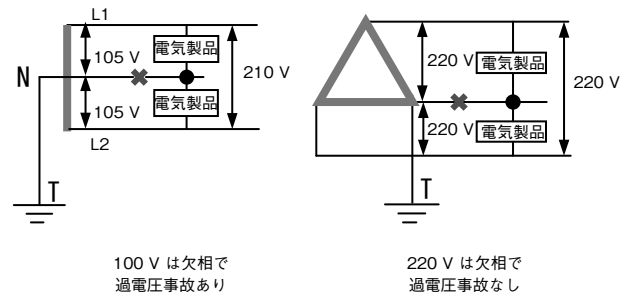


図3 日本での欠相時

中国では、図4に示すように三相のL-N間から220Vを取るため、N相欠相があると過電圧が発生する。220Vを供給するトランス電圧のL1-N間では230V、L1-L2間では400Vとなる。N相欠相時は、L1-L2間の400Vの電圧がL1-N間の負荷とL2-N間の負荷に分圧される。仮に負荷抵抗の比が3:1であれば、分圧比は1:3で100Vと300Vになる。

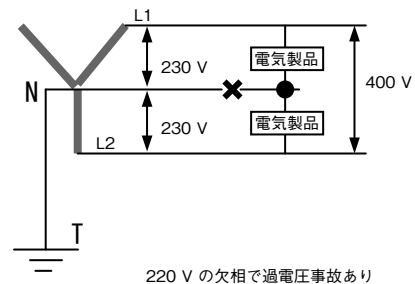


図4 中国での欠相時

## 2. N-E線の誤配線による不具合発生メカニズム

前述の8種類の不具合の発生メカニズムはN-E線の誤配線で説明できる。

### 2.1 電気製品での感電

N-E線に誤配線があると接地電位が上がる。このとき、誤配線された電気製品Aではなく、正常にアース接続された電気製品Bの外郭電位が上がる(図5)。したがって、電気製品Bに触れると感電するが、この製品に問題があるわけではない。

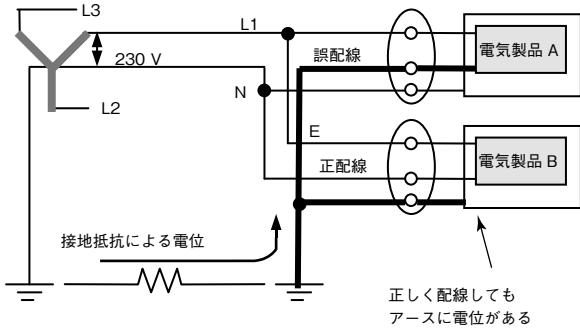


図5 N-E 誤配線による電気製品外郭電位の上昇

## 2.2 短時間での激しい電圧変動

N-E 線に誤配線があると、負荷電流が接地抵抗に流れることで電圧降下  $V_g$  を生じる。配線での電圧降下を  $L_g$  とすると、負荷電圧は  $230 - L_g - V_g$  (V) になる。負荷電流の変動が電気製品への電圧変動として現れるため、数分の時間内でも激しい電圧変動が起こり得る (図6)。

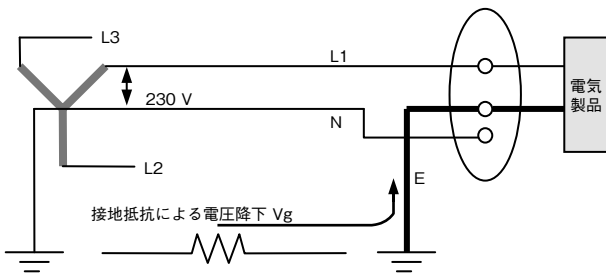


図6 N-E 誤配線による電気製品への電圧変動

## 2.3 幅の広い電圧変動

N-E 線に誤配線があると、欠相と同じ状態になる。調査結果報告では、180 ~ 270 V の幅での電圧変動が示されている (図7)。電圧が低下する原因はいろいろあるが、電力会社が管理する電圧幅 ( $\pm 10\%$ ) 以上に電圧が上がるのは欠相の可能性が高い。

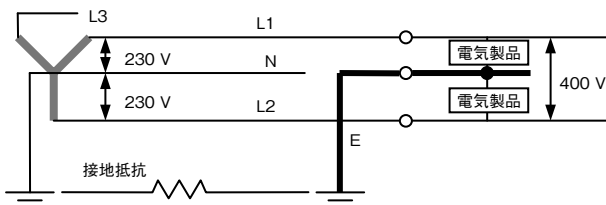


図7 N-E 誤配線による欠相状態

## 2.4 電球の破裂

白熱電球は過電圧で劣化して寿命が短くなる。N-E 線に誤配線があると欠相に近い状態になる。欠相時には負荷抵抗に比例して 400 V が分圧され、他の電気製品に比べて抵抗の大きい白熱電球は過電圧側となり高い電圧が掛かりやすい (図8)。

日本では、白熱電球の安全保護対策が JIS C 7551 で規定され、寿命時の短絡保護にフューズを内蔵している。中国で販売されている白熱電球のなかには保護対策されていないものがあり、高い電圧が掛かったときに短絡故障で破裂する可能性がある。

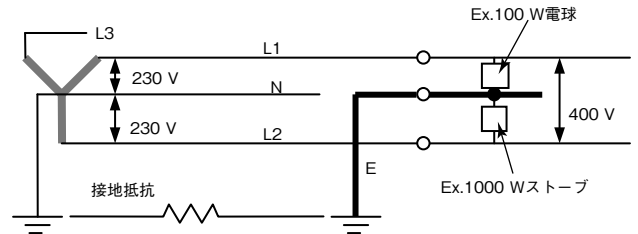


図8 N-E 誤配線による電球への過電圧

## 2.5 過電流によるブレーカ動作

N-E 線に誤配線があると、接地抵抗による電圧降下で電気製品への電圧が低下する (図9)。このとき、電磁調理器などで電圧の低下に対しても正常に動作するように設計がされている機種では電流が増大する。

定格 220 V の製品表示に 160 V という低電圧で使用可能と書いてある場合、同じ使用電力であれば 160 V では電流は 1.38 倍が必要となり、ブレーカに対しては過電流状態になりやすい。

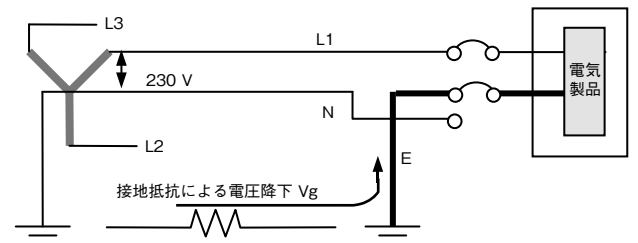


図9 N-E 誤配線による電圧降下で負荷電流が増加

## 2.6 地絡による電気火災

N-E 線に誤配線があり、かつ建物の構造物内の金属、たとえばラス金網が地絡経路にあると、その接触部の接触抵抗で発熱し、周囲の可燃物を発火させて電気火災につながる可能性がある (図10)。

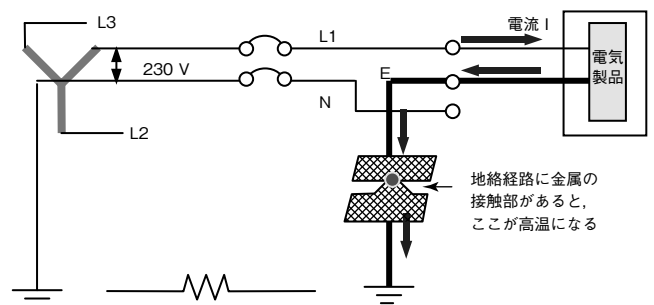


図10 N-E 誤配線で地絡経路の金属接触部が発熱

## 2.7 L-N線間の大きなサージ電圧

電気利用環境収録データにL-N線間に数kVのサージ記録があった。これが雷サージであれば、その電圧はL-E線間やN-E線間に発生する<sup>2)</sup>。

しかしN-E線に誤配線があると、L-N線間に雷サージ電圧が発生する。また、L-E線間に発生した開閉サージも雷サージと同様、L-N線間に現れることになる(図11)。

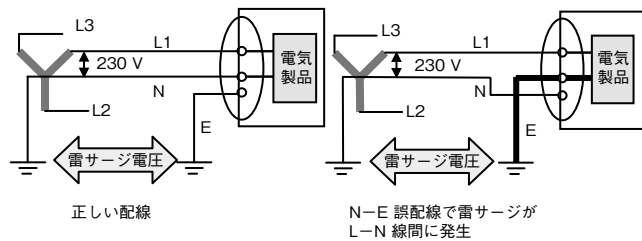


図11 雷サージは接地間に発生

## 2.8 受配電でのエネルギーロス

給電量に見合う費用が回収できない原因として、盗電やメータ不備などいろいろいわれているが、地絡状態で大地に電流が流れるロスがもっとも大きいと考えられる。

N-E線に誤配線があると、接地抵抗による発熱ロスが発生する(図12)。電力量計がAの位置にある場合、ユーザは大地を温めている費用まで請求されて不当に電気代が高いという不満になる。また電力量計がBの位置にある場

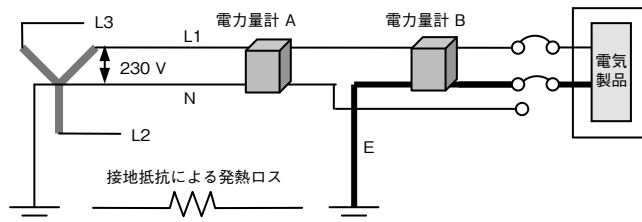


図12 地絡による発熱で大きなロスが発生

合、電力会社は大地を温めている電気代が回収できないことになる。

## 3. 現地調査

前述した不具合の原因となるN-E線の誤配線の存在を確認するため、実際にコンセントの配線について2010年6月に北京市内で調査を行った。

### 3.1 調査内容

- (1) 調査エリア：北京  
調査数：250個(50戸、5個/戸)
- (2) 調査方法
  - (a) コンセントチェッカ(MASTECH製, MS6860N)による配線確認
  - (b) 電気設備総合試験器(共立電気計器製, KEW6025<sup>3)</sup>)によるL-N線間の電圧とループインピーダンス<sup>1)</sup>測定

コンセントチェッカは三つのLEDでL-N-E配線の接続状態を表示し、L-N誤配線、L-E誤配線、およびアースなしを判別できるが、N-E誤配線は判別不可である。

ループインピーダンスは、電源配線(L-N線間)の抵抗である。この値が2Ω以上になれば、N-E誤配線と判断できる。

### 3.2 調査結果

配線誤り数を表1に、測定結果の一部を表2に示す。

表1 誤配線の発生状態

確認内容	発生数	全体数	発生率
配線に誤りのあった戸数	20	50	40.0%
配線に誤りのあったコンセント	40	250	16.0%
N-E誤配線の疑いのあるコンセント	2	250	0.8%

表2 現場測定データ(一部)

調査世帯	コンセントチェッカ表示			No.1 コンセント L-N 間			コンセントチェッカ表示			No.2 コンセント L-N 間			コンセントチェッカ表示			No.3 コンセント L-N 間		
	LED 1	LED 2	LED 3	抵抗(Ω)	電圧(V)	現場概略	LED 1	LED 2	LED 3	抵抗(Ω)	電圧(V)	現場概略	LED 1	LED 2	LED 3	抵抗(Ω)	電圧(V)	現場概略
1	1			0.57	225	寝室 1	1			0.40	224	トイレット	1	1		0.56	223	書斎
2	1			1.02	225	トイレット	1	1		0.44	225	寝室 1	1		1	0.66	221	寝室 2
3	1	1		0.57	227	キッチン			1	0.80	227	書斎	1	1		2.56	226	トイレット
4	1		1	0.55	221	キッチン	1	1		0.28	221	トイレット	1		1	1.10	221	書斎
5	1		1	0.50	229	キッチン	1	1		0.37	229	リビング	1	1		0.72	228	寝室
6	1	1		0.27	230	キッチン	1	1		2.45	230	トイレット	1	1		0.36	229	書斎
7	1		1	0.35	230	リビング	1	1		0.34	231	キッチン	1	1		0.23	230	トイレット
8	1	1		0.40	236	トイレット	1			0.66	236	キッチン	1	1		0.99	236	寝室

注) 1は、LEDが点灯

LED 点灯状態		点灯状態の意味
1	1	L-N 逆
1		E(アース)なし

LED 点灯状態			点灯状態の意味
	1	1	L-E 逆
1	1		正常

表 1 における 2 件の N-E 誤配線を疑う根拠を次に示す。

- (1) L-N 線間抵抗 2.56 Ω (場所：トイレット)  
同じ家のその他は 0.22 ~ 0.8 Ω
- (2) L-N 線間抵抗 2.45 Ω (場所：トイレット)  
同じ家のその他は 0.27 ~ 0.5 Ω

全データにおける 2 件以外の L-N 線間抵抗の最大値は、1.2 Ω であった。同じ家で電気配線長の違いだけで、他の部屋に比べて 2 倍以上となる 2 Ω も大きい抵抗値には通常ならないと考える。

TN 接地の場合には、N 線と E 線が直接接続される方式のため N-E 誤配線でも問題は生じない。しかし TT 接地の場合には、N-E 誤配線が問題となる。L-N 線間抵抗が数 Ω になれば接地抵抗分が含まれた可能性が高く、TT 接地での N-E 誤配線が疑われる。

### 3.3 配線状況

住宅分電盤に使用されているブレーカや配線の色には、各種のものがあつた。共通していたのは、空調と照明回路には漏電保護機能のないブレーカ（以下、MCB と記す）の使用が多いが、コンセント回路では漏電ブレーカを使用していること、および分電盤外郭のアースにコンセントアースより太い配線を使用していることである。これは感電や電気火災の不安があるためと考える。

## 4. 電源配線の適正化

電源配線に起因する不具合や不安全は、個々の電気製品では対策を講ずることができない。また、N 線と E 線はいずれも接地されているため識別が困難であり、配線工事での間違いをなくすることが大きな課題である。

### 4.1 漏電ブレーカの機能

漏電ブレーカは、感電や地絡など E 線に電気が流れる事故を未然に防ぐ機能を持ち、普及してきた。

近年、日本国内ではアース付きコンセント配線の普及に伴い、竣工前のコンセント検査で N-E の配線確認の重要性が認識されている<sup>3)</sup>。

漏電ブレーカが設置された回路では、N-E 誤配線のあるコンセントで電気製品を使用すると漏電ブレーカがただちに遮断されることから容易に配線間違いが検出され、是正することができる。

### 4.2 漏電ブレーカによる配線適正化

今回の調査では、コンセント回路には漏電ブレーカが使用されており、また空調や照明の回路には MCB が使用されていることが多かった。この漏電ブレーカの設置により、コンセント回路の N-E 誤配線が発見・是正されたものとする。しかし、表 1 で誤配線が疑われた 2 箇所のコンセ

ントはまったく使用されていなかったため、漏電ブレーカが設置されていたにもかかわらず動作することがなく是正されなかったものとする。

一方、漏電保護機能のない空調や照明の電源配線およびそこにつながる空調機器や照明器具の内部配線で N-E 誤配線があつても検出できない懸念がある。

中国での漏電ブレーカの利用は、一部に留まっている。筆者らは、すべての電源配線と機器の N-E 誤配線を検出・是正するためには、図 13 に示すようにすべての分岐に漏電ブレーカを設置するか、メインに 1 台の漏電ブレーカを設置することを提案する。

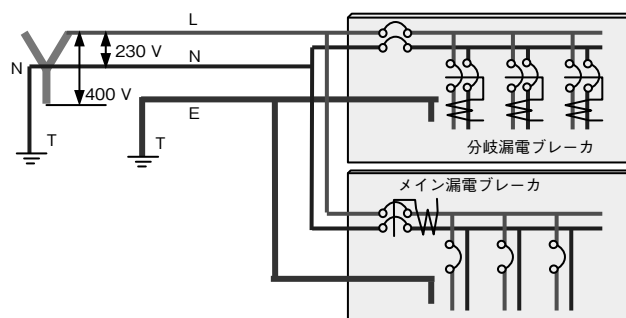


図 13 漏電ブレーカによる保護

## 5. あとがき

中国の一般家庭における商用電源の配線方式は三相 4 線の L-N 間を使用しており、N 相欠相は商用電源の管理幅を超える電圧発生の原因となることから、電気製品と電源による影響で発生している 8 種類の不具合に対する共通の原因が電源配線の N 線と E 線の誤配線による N 相欠相であると仮定すると、これら不具合の発生メカニズムを説明できることを示した。また、北京の一般家庭のコンセント回路を調査した結果、N-E 誤配線と判断できるデータも得られた。

そして、この N 線と E 線の誤配線防止のためには、分電盤への漏電ブレーカ設置が有効であることを提案した。

電気利用環境での感電や火災の危険がなくなることは、生活の安全・安心・快適につながる。誤配線で電流が大地に流れてしまうロスをなくすることは、大きな無駄の削減でもある。世界中の人々に安全・安心・快適・エコロジーを提供することが筆者らの使命であり、そのためには漏電ブレーカの普及を進めなければならないと考えている。

## \*参考文献

---

- 1) 高橋 健彦：TT 接地方式と TN 接地方式の思想の違い，電設技術，平成 21 年 7 月号，p. 44-45
- 2) 松田 純一，山本 拓也：誘導雷サージの発生メカニズムと対策，松下電工技報，Vol. 55, No. 4, p. 77-82 (2007)
- 3) 小川 仁義，酒井 重嘉，小澤 正一，高石 正規：コンセント回路における中性相と接地極を識別する試験器の開発，電気設備学会全国大会，p. 429-430 (2010)

## ◆執筆者紹介

---



松田 純一

パナソニック電工解析センター(株)  
技術士(電気電子部門)



田上 直樹

パナソニック電工解析センター(株)



澤田 知行

情報機器 R & D センター



齊藤 宏

品質・環境革新統括部