

核管－2020－045

2020年9月9日

査察用封印き損に関する調査報告

日本原燃株式会社
再処理事業部
核物質管理部

1. 発見日時

2020年8月5日（水）15時30分頃

2. 発見場所

再処理事業所 再処理工場 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋

3. 事象の概要

2020年8月5日（水）に核物質管理部核物質管理課員による査察用封印き損防止カバー（自主）の取り付け作業の際、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋（以下、「CA建屋」という。）に設置されたプルトニウム在庫測定装置（PIMS）のうち、地下1階焙焼還元第4室のグローブボックスの上部に設置されたプルボックス^{注）}（床面から約4.8m）に取り付けられた国際原子力機関（以下、「IAEA」という。）および原子力規制庁（以下、「国」という。）の査察用封印がき損していることを発見した。

当該封印は2020年3月に発生した弊社濃縮工場の査察用封印き損を受けて2020年5月13日に健全性を確認している他、再処理工場においてき損防止対策として実施していた査察用封印き損防止カバー製作のための事前調査を行った2020年6月24日にも健全であることを確認している。

なお、当該き損した査察用封印は2020年8月19日にIAEAおよび国により取り替えられた。

注）PIMSで収集した測定データ等を伝送するためのケーブルを収納する電線管を接続する箇所

所に設置された金属製の箱のこと。

4. 焙焼還元第4室への入域者および作業内容の調査

（1）調査対象期間

最後にき損した査察用封印が健全であることを確認した2020年6月24日からき損が発見された2020年8月5日までに、焙焼還元第4室にて行われた作業を対象とした。

（2）焙焼還元第4室への入域者洗い出し

出入管理記録から、当室へ入域した者は巡視点検員、計装設備調整作業を行っていた協力会社A社（9名）および、新規規制基準対応工事に係る調査作業を行っていたB社（44名）であった。

（3）作業内容

巡視点検は作業員が現場を巡回して行う作業であり、足場等を使用しての高所の作業はない。協力会社A社はグローブボックスの周辺に設置された差圧計の調整作業を実施しており、足場上の作業は無かった。協力会社B社は天井壁面での新規規制基準対応（溢水対策）のための現場調査および調査に使用する足場

の設置・解体作業を当該プルボックスの近傍で行っていたが、査察用封印をき損したという連絡はなかった。

5. 原因調査

当該プルボックスは天井付近の高所に設置されており、通常であれば、人が容易に接近できる場所ではない。しかし、き損発見時は、新規規制基準対応工事の現場調査のため、当該プルボックスの周りには足場が設置されており、人が接近できる状況であった。また、当該プルボックスに取り付けられていた IAEA および国の査察用封印のワイヤーは互いに近い位置でき損しており、き損した位置付近のプルボックスのアルミニウムプレート上に打痕が残っていた。打痕の一部には査察用封印のワイヤーの被覆材と思われる赤色の物質が付着している様子が観察された。(参考資料:写真-1 参照)

5. 1 き損発生 of 直接的な原因の調査

プルボックスのアルミニウムプレート上で査察封印用ワイヤーがき損した状況から考察すると、アルミニウムプレートよりも固い物質がワイヤーと接触し、き損したワイヤーの被覆材の一部が打痕部分に付着したと考えられることから、き損させた物体を特定できればワイヤーき損の直接的な原因が解明できる。そこで、き損が発生した状況を想定し、同様の条件でき損再現性試験を実施した。

(1) き損再現試験

き損現場では足場の組立・解体作業が行われていたことから、足場材により損傷した可能性が高く、単管パイプ、足場板、クランプを使用してき損再現試験を実施した。

き損試験は国および IAEA から提供して頂いた同一の査察用封印のワイヤーをアルミニウムの足場材（プルボックスと同素材）上に固定し、上記の 3 種類の足場材で叩く再現試験を実施した。

その結果、単管パイプ（長さ約 40 cm）の端部で叩いた場合のみワイヤーは容易に切断され、アルミニウムの足場材上には本事象のき損箇所と同様の打痕およびワイヤーの赤色被覆材の付着が認められた。(参考資料：写真-2 参照) また、単管パイプの直径が 50mm に対して傷の大きさ（長さ）は約 7mm であり、き損現場におけるプルボックスのアルミニウムプレート上の傷の大きさ（約 3～6mm）とほぼ一致することが確認された。

(2) 打痕に残された成分の分析

(1) の再現試験から単管パイプにより査察封印用ワイヤーがき損した可能性が高いと判断し、再現試験に使用したアルミニウム製足場材の打痕箇所とき損現場のプルボックスのアルミニウムプレート上の打痕箇所に単管パイプの成分が検出されるかどうかを可搬型の蛍光エックス線分析装置により分析した。

単管パイプの主成分は鉄であり、不純物としてケイ素、マンガン、リン、硫黄等が含まれる。また、単管パイプは亜鉛メッキ処理されているため打痕部分には亜鉛の成分も検出される可能性がある。

き損再現試験に使用したアルミニウム製足場材の打痕箇所からは、アルミニウム、鉄、亜鉛等の成分が検出された。アルミニウムはき損再現試験に使用したアルミニウム製足場材の母材の主成分であり、鉄および亜鉛は単管パイプの主成分である。打痕のない部分ではアルミニウム、鉄の成分は確認されたものの亜鉛は検出されなかった。このことから、打痕部分に付着した亜鉛がき損に関連する固有物質の一つであることが確認された。(参考資料：表-1 参照)

き損現場のプルボックスのアルミプレート上の打痕箇所の分析結果からは、3か所の打痕箇所全てでアルミニウム、鉄、亜鉛の成分が確認された。また、アルミプレートの打痕のない箇所からは、き損試験のアルミニウム製足場材の打痕箇所の分析結果と同様、アルミニウム、鉄の成分は確認されたものの亜鉛は検出されなかった。(参考資料：表-1 参照)

(3) き損発生原因

上記(2)の成分分析の結果から、鉄および亜鉛を含有する物質がき損を発生させたと考えられる。足場材で鉄および亜鉛を含有するものは、単管パイプおよびクランプであり、(1)の結果を考慮すると単管パイプが今回のき損を発生させた足場材であると断定した。

5. 2 協力会社 B 社へのき損事象に関する聞き取り調査

(1) 作業期間および作業内容

足場は2020年6月6日～6月8日および6月22日～6月24日にかけて設置され、調査は2020年7月2日に行われた。また、足場の一部解体は2020年8月3日～8月4日に行われた。(参考資料：図-1 参照)

(2) 封印き損させた可能性のある作業

核物質管理課員が6月24日の足場設置後に査察用封印の健全性を確認しており、足場設置作業時にはき損は無かった。7月2日の調査作業は査察用封印設置箇所から離れた場所で行われており、き損させた可能性は低い。8月3日～8月4日に行った足場の一部解体作業は、査察用封印近傍で行われており、作業現場も狭隘であったことから、き損させた可能性があると考えられる。

(3) 作業状況の聞き取り結果

焙焼還元第4室へ入域した協力会社 B 社 44名のうち、8月3日～4日の足場の解体作業に携わった4名に対し聞き取り調査を行った。それ以外の40名につ

いては当該期間足場への立ち入りは無かった。聞き取りの結果については以下のとおりである。

8月6日に協力会社B社に聞き取り調査を行った結果、本作業場所に査察用封印があることを作業員は認識し、慎重に作業を行っており、また作業中に査察用封印をき損させるような行為はなかったとの回答があった。しかしながら、足場解体作業中は見張り人および査察用封印箇所の物理的防護措置等は施していなかった。なお、本足場は無断で立ち入りが出来ないように、使用時以外は足場に登るための梯子に仕切り板を取り付け、他の作業員が容易に昇降できないように管理しているとのことであった。

その後8月20日に5.1の調査結果（単管パイプが今回のき損を発生させた足場材であるという結果）を協力会社B社に説明し、再度協力会社B社は作業員へ確認を行った。その結果、作業員は単管パイプを接触させたという認識はないが、足場解体作業の単管パイプ手渡し時に視野の範囲外で単管パイプの端部が査察用封印のワイヤーに接触した可能性はあるとの見解が示された。

更に、8月28日に査察用封印が作業エリア近傍にあることを認識していたにも関わらず、なぜ養生等の措置を行っていなかったのか、き損するというリスクのあることを想定しなかったのか、作業前後でのき損の有無を確認しなかったのかについて弊社から協力会社B社に対して追加の聞き取りを実施した。その結果、作業に際して、弊社工事主管部署より協力会社B社に対して査察機器および査察用封印をき損しないように十分に気を付けるよう注意喚起していたが、協力会社B社は触れてはいけない・直接養生してはいけないと解釈し、足場解体時に資材を査察用封印の上を通過させない、資材の荷下ろし箇所をできるだけ査察用封印から離れた場所で行うという作業方法でき損リスクを回避したとしている。また、作業後は通常作業エリアの清掃および確認は実施しているが、作業員自身が足場材等で査察用封印に衝撃を与えたとの自覚がなかったため、高所にあるプルボックスまでの確認は実施しなかったとしている。

5. 3 原因調査の結果

き損発生の原因は、作業エリア近傍の査察用封印にき損防止のための防護措置を施さないまま、8月3日～8月4日に行った足場の一部解体作業時に作業員が単管パイプを査察用封印のワイヤーに接触させたことにより発生したと考えられる。

6. 弊社濃縮工場のき損事象を受けて再処理工場で実施している措置の評価

再処理工場では、2020年3月27日発生した弊社濃縮工場廃品シリンダ査察用封印き損事象の水平展開の対策を実施している最中に今回のき損事象が発生してしまった。水平展開に対する対策が有効に機能していれば今回のき損事象は防げたと考えており、その対策のどこに問題があったのか以下のとおり評価した。

(1) 封印箇所の防護措置の実施（保護カバー設置、立入制限区画の設定）

再処理工場では封印ワイヤーの引っ掛け防止対策として、従来から人が容易にアクセス可能な場所にある査察用封印に対しては、保護カバーの設置（シート養生により封印および封印ワイヤーを覆う措置）または立入制限区画の設定を行っていた。更に、濃縮工場のき損事象を受けた水平展開の際、新規規制基準対策工事における人の接近を考慮し、通常人がアクセスできない高所の封印には追加で保護カバー設置を実施することとした。今回のき損は保護カバー未設置の箇所で発生したが、保護カバー設置は、濃縮工場の推定原因にある封印ワイヤーの引っ掛け防止対策としては有効であり恒常的な対策になるものの、今回のように新規規制基準対応工事等の非定常作業における単管パイプ等の資材取扱時に発生する可能性のあるき損を防止するには十分な強度を有していないため、個別の対策が必要である。なお、1箇所を除き保護カバーまたは立入制限区画の設定を完了している。未実施の1箇所については、足場が設置されておらず、リフターや梯子でもアクセスが不可能なため、寄り付きのための足場を設置し、保護カバーを設置する。

(2) 査察機器・封印近傍で行う工事等の非定常作業によるき損防止対策

上記（1）で述べたように、単管パイプ等によるき損に対して保護カバーの設置では防止できないことがわかったため、新規規制基準対応工事等の非定常作業における資材取り扱いによる査察用封印のき損防止も考慮して、再処理工場内で実施される全ての工事を対象として、査察機器・封印のき損に関するリスクを評価し、防護対策を実施する新たな対策が必要である。

再処理工場においては、保全実施細則において安全作業等に係るリスク評価項目を設け、対策の実施を規定している。そこで、査察機器・封印近傍での作業による査察用封印き損リスクを評価項目として細則に追加し、作業着手前に弊社工事主管部署および工事等を請け負う協力会社がき損リスクの評価および防護措置を検討し、査察機器等の管理部署である核物質管理課が確認することを対策として計画した。

本対策は非定常作業による封印き損を防止するための有効な対策となるが、細則の改正を現在変更認可申請中の保安規定の認可に合わせて実施する予定であったため、本細則が改正されるまでは、以下の(3)における運用を行っていた。

(3) 非定常作業の作業前後における査察用封印の健全性確認

(2)の対策が完了するまでの暫定的な措置として、核物質管理課から各工事主管部署へ2020年7月6日に社内の業務依頼文書にて、査察用封印近傍で実施される作業について核物質管理課に通知すること、必要により防護措置を施し、作業前後で査察用封印の健全性について確認を行うことを依頼し

ていた。

核物質管理課は上記依頼を行ったものの、査察用封印近傍での作業の有無や足場設置等によるき損リスクについて積極的な確認を行っておらず、査察機器等の管理部署としてき損防止への関与が薄かったことが今回のき損を発生させた原因の一つと考えている。

(4) 濃縮工場査察用封印き損事例の周知教育の実施

濃縮工場で発生した封印き損について、社員および協力会社に対して周知するとともに、従来から査察機器・査察用封印の重要性について教育を行ってきた。聞き取り調査の結果からも、工事主管部署および協力会社 B 社において作業エリアにおける査察機器・封印の存在およびき損させてはいけないという認識は明確に持っており、教育による意識づけは有効であったと考えている。

7. 根本原因

5. 1 および 5. 2 の調査結果から、査察用封印のき損は 2020 年 8 月 3 日～8 月 4 日の足場解体作業に伴う単管パイプ取扱時に発生したと考えられ、適切な防護措置を施していれば、今回のき損事象は防げたものと思われる。しかしながら、6. の評価結果から査察機器等の管理部署である核物質管理課のき損防止への積極的な取り組みが行われていなかったことが、下記のような状況を招く要因となった。

(1) 査察機器管理責任箇所である核物質管理課のリスク把握が不十分

再処理工場内に設置される査察機器・封印の管理責任箇所である核物質管理課が今回の査察用封印近傍での作業および想定されるき損リスクを把握していなかった。そのため、工事主管部署に対して適切な防護措置に関する指示をしていない。

(2) き損防止に係る指示が不明確

工事主管部署は核物質管理課から防護措置に関する指示が無かったため、協力会社 B 社に対して査察用封印をき損しないよう注意喚起を行っただけで、具体的な防護措置について指示していない。

(3) き損リスクの想定が不十分

協力会社 B 社は工事主管部署から注意喚起を受けたが、具体的な防護措置の指示は無かった。そのため、き損を発生させないような作業方法によりリスクを回避しようとしたが、査察用封印の近傍で足場材等の資材を取り扱うことに伴う想定されるき損リスクを正しく評価していなかったため、対策が不十分となり、き損を発生させてしまった。

今回の事象発生の根本原因は、上記のとおり核物質管理課の査察機器・封印のき損防止に対する関与が不十分であったことに起因して、工事主管部署および協力会社 B 社への具体的な防護措置の指示が無く、また適切なリスクの想定ができていなかったことも重なり、き損という結果に至ったと考える。従って、核物質管理課が査察機器・封印近傍での工事等の作業の把握、想定されるリスクに基づくき損防止対策を確実に実施できる対策が必要となる。

8. 再発防止対策

核物質管理課が査察機器・封印近傍での新規規制基準対策工事等の作業を把握して、想定されるリスクに基づくき損防止対策を確実に実施するため、以下の再発防止対策を講じる。

(1) 査察機器・封印近傍での工事等の作業の洗い出し

再処理工場内で行われる全ての工事等の作業を調査し、近傍作業を洗い出す。

(2) 想定されるき損リスクの評価

洗い出した近傍作業に対して、想定されるき損リスクを評価し、き損防止対策を計画する。

(3) き損防止対策の実施

作業を開始する前までに、上記で計画したき損防止対策を実行し、工事主管部署（協力会社）へ周知する。

(4) 作業着手前および作業完了後における査察機器・封印の健全性確認

作業着手前および作業完了後に査察機器・封印の健全性確認を行い、健全であることのエビデンスを残す。

また、再処理工場では既に実施されている新規規制基準対応工事におけるき損発生を防止するため、再処理工場の朝会において各部署から査察機器・封印近傍における作業に対するリスクおよび防護措置について報告し、日々き損防止に取り組んでいる。

以 上

写真-1 プルボックスに取り付けられた査察用封印のき損状況

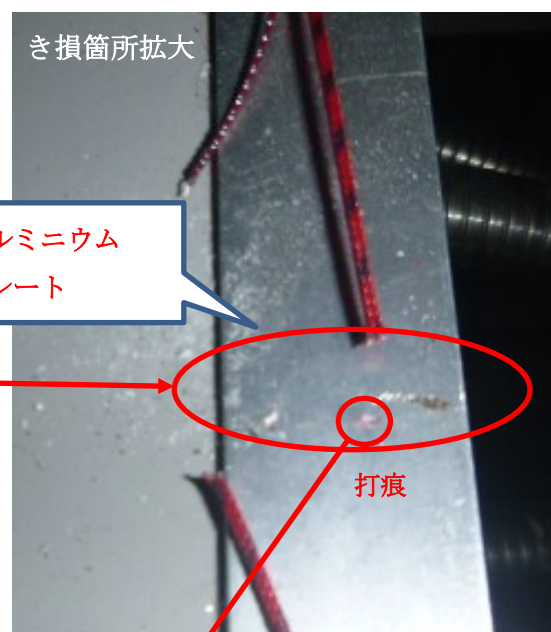


写真-2 き損再現試験

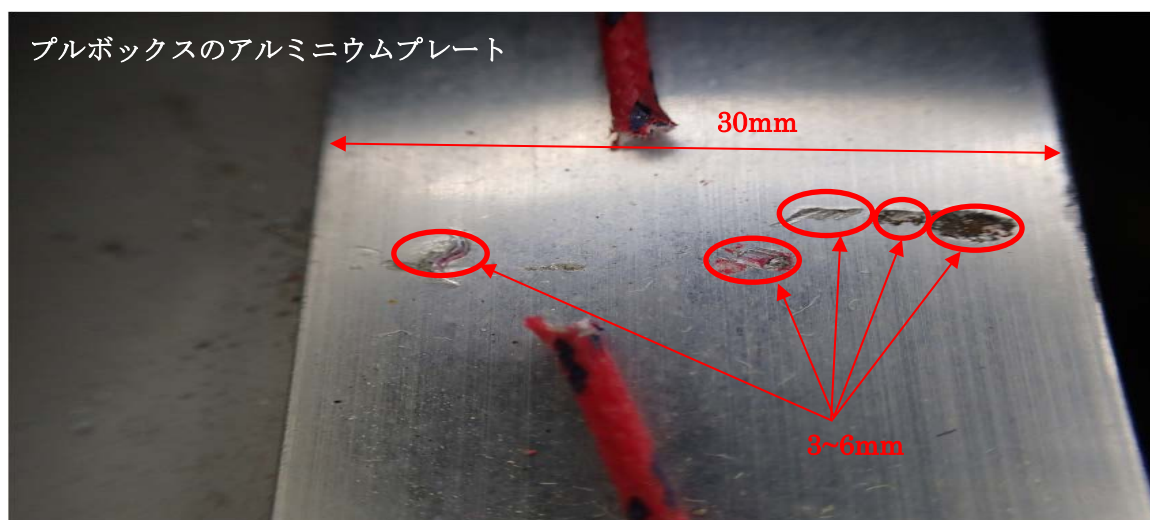
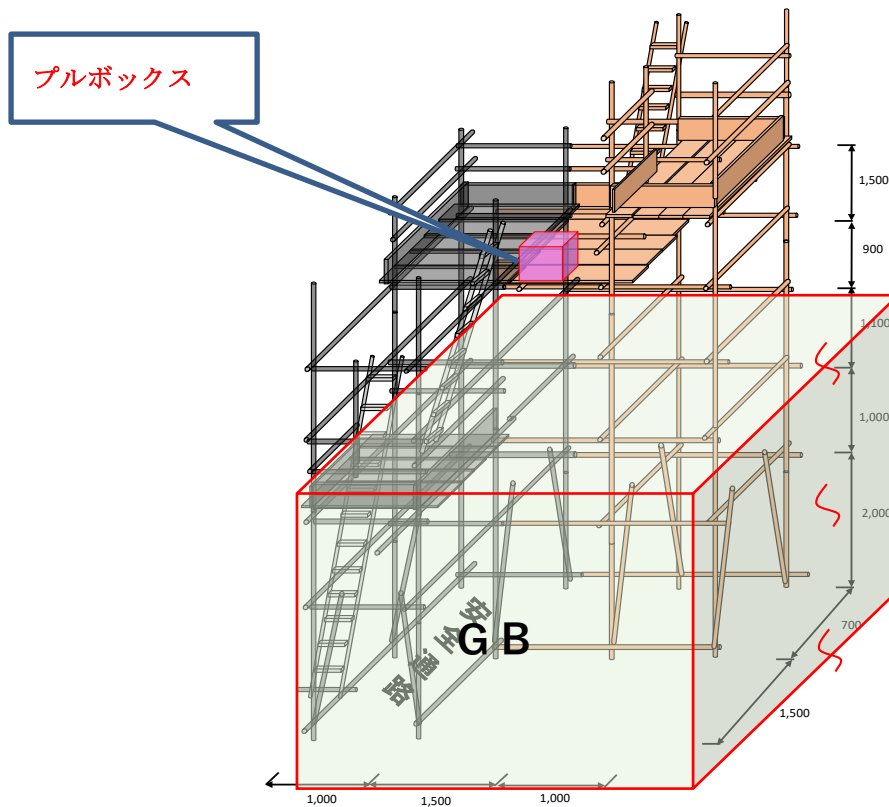
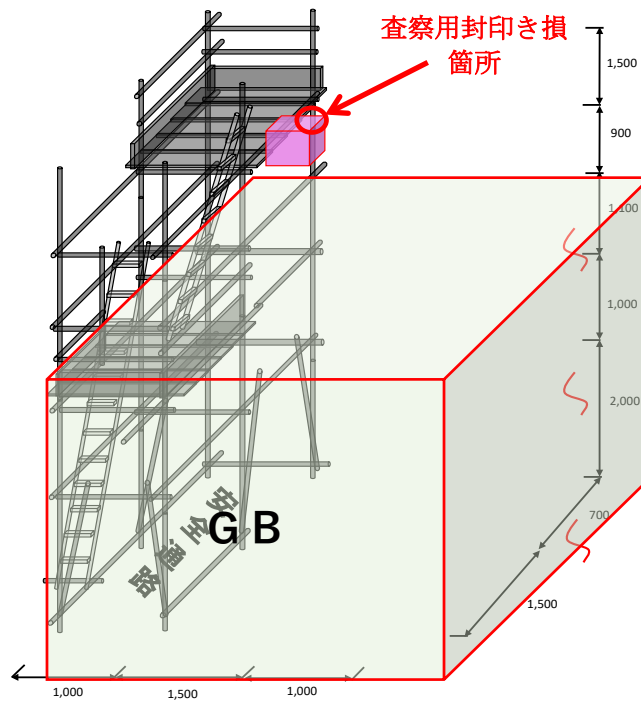


図-1 焙焼還元第4室内プルボックス周辺に設置された足場の状況

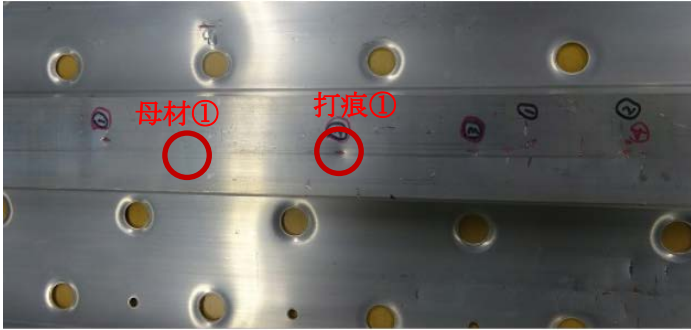
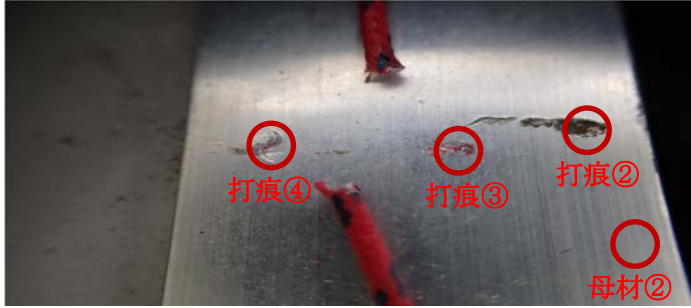


足場設置時期 : 2020年6月6日～8日、6月22日～6月24日



足場一部解体時期 : 2020年8月3日～8月4日 (橙色箇所の解体)

表-1 蛍光 X 線測定結果

測定箇所	
き損再現試験	 <p>アルミニウム製足場板</p>
き損現場での打痕測定	 <p>プルボックス上のアルミニウムプレート</p>

成分の分析結果

単位：%

成分	き損再現試験		き損現場での打痕測定			
	打痕①	母材①	打痕②	打痕③	打痕④	母材②
Al	98.7	99.1	94.6	95.9	98.7	99.0
Fe	0.2	0.1	4.2	0.9	0.2	0.2
Zn	0.04	ND	0.4	1.9	0.2	ND

【記載例】 ND：不検出、0.01%未満を示す。