
「国内原子力施設における蓄電池の劣化管理」
に関する実態調査結果について
(追加回答)

2022年12月

原子力エネルギー協議会

1. はじめに

7/4の面談にて調査依頼があった、国内原子力施設の安全関連直流電源で使用している蓄電池の劣化管理の実態について、次頁のとおり報告する。

<質問項目>

Q1. 以下の発生経験及びその事象概要

- ① 蓄電池容量劣化事象
- ② 非安全関連も含めた蓄電池の劣化に伴う火災・過熱事象

Q2. 急速充電実施実態及びその方法と影響

Q3. 蓄電池交換頻度とその技術的妥当性

Q4. 以下の実施頻度及び適用規格基準

- ① 蓄電池の劣化状態を確認する目的の定期容量試験（放電試験）
- ② 蓄電池の能力を確認する目的の定期供用試験（想定負荷放電試験）
- ③ 充電器の能力を確認する目的の定期充電能力確認試験

2. 質問回答

Q1. 以下の発生経験及びその事象概要

① 蓄電池容量劣化事象

A1 ①. 運転プラントにおいて、安全系蓄電池に機能影響を与える容量劣化事象は確認されなかった。一方、蓄電池としての機能は満足するものの、単セルで容量低下が発生した事象（1件）を確認した。

発電所名	発生年月	対象設備	事象概要
浜岡 3	2020年7月	B-125V蓄電池	使用開始10年以降、定期的な容量試験を実施した結果、単セルの容量低下（蓄電池定格容量の80%未満）を確認した。当該セルは交換を実施。 なお、系統電圧は基準を満足しており、容量については他の全てのセルの比重と他の代表セルの容量試験結果により系統として十分確保されていることを確認している。

<補足>

- ✓ 容量低下セルは、容量試験対象選定時に比重が他セルと比較して低めであったため代表とした。容量試験を継続する中で、容量低下傾向を把握し経過を注視していたもの。
- ✓ 長期停止中のため、維持点検にあわせて容量試験を行っており、10年目、12年目、18年目、19年目と実施し、21年目の容量試験で80%を下回ったもの。
- ✓ SBA G 0606:2013において、容量低下時に現れる主たる兆候は「電圧低下」と「比重低下」とされていることから、二次劣化診断の中で、電圧・比重低下の傾向を監視し、不良セルが認められた場合は、当該セルの交換を実施した上で、他の全てのセルの電圧・比重が問題ないことをもって、系統全体の容量に問題がないことを確認。

2. 質問回答

Q1. 以下の発生経験及びその事象概要

② 非安全関連も含めた蓄電池の劣化に伴う火災・過熱事象

A1 ②. 安全系蓄電池での火災・過熱事象は確認されていない。非安全系蓄電池については、調査の結果、以下2件を確認した。

発電所名	発生年月日	件名	事象概要
島根 (管理事務所)	2021年 5月18日	管理事務所における火災	<p>火災管理区域外（管理事務所）に保管中の投光器用バッテリー（1台）から発煙したことにより、火災感知器が動作。 【NUCIA通番：2021-中国-M001】</p> <p>当該バッテリーは、満充電できない劣化兆候が確認されていたことから、資機材としてのバッテリー必要数のカウント対象から外し、別に保管していたもの。推定原因が長期使用による経年劣化であるため、劣化管理として新たな点検項目を追加し、基準を満たさない場合は交換することとした。また、劣化の有無に関わらず、定期的な取替を行うこととした。</p>
再処理工場	2006年 2月14日	再処理工場 使用済受入れ・貯蔵管理建屋2階常用空調機室（管理区域外）における火災の調査結果について	<p>常用空調機室（管理区域外）において、排煙設備のバッテリーからの火災（発煙および発火）を確認。 【NUCIA通番：2005-原燃-M007】</p> <p>バッテリー押え金具の取付け方の誤りを起因とした地絡が発火原因であった。</p>

2. 質問回答

Q2. 急速充電実施実態及びその方法と影響

A2. 急速充電の実績なし。

2. 質問回答

Q3. 蓄電池交換頻度とその技術的妥当性

A3. 蓄電池の型式に応じたメーカー交換推奨時期をベースに、各社で設置環境や実績を踏まえて取替頻度を設定している。経年使用した蓄電池に容量試験を実施し、継続使用可否を判断する場合もある。

会社名	型式	取替頻度 (目安)	メーカー推奨 (目安)	技術的妥当性
北海道	ベント式	17年	10～14年	<ul style="list-style-type: none"> 他部門の使用実績14年～20年の平均をとり17年に設定している。 13年使用した安全系蓄電池及び17年使用した同型式蓄電池の容量試験を実施した結果、設計容量以上あることを確認し、取替頻度が妥当であると評価している。 また、これまでの定期点検結果から、機能性能上問題ないことを確認している。
東北	ベント式	15年	10～14年	<ul style="list-style-type: none"> メーカー推奨の取替時期を参考に、日常点検等の結果を踏まえ、交換を計画している。
東京HD	ベント式	14年 (容量低下が見受けられないときは延長可能としている)	10～14年	<ul style="list-style-type: none"> 社内交換基準ガイドに基づき、「使用年数が8年以上経過した電池群において全セルの8%以上を交換した場合」または「蓄電池の使用開始後14年以上経過した場合」のいずれかに該当する場合に交換。 全セル交換基準は、『2セル抜取りの容量試験（20%以上の低下）』、『比重測定（1.205未満×セル数8%以上）』、『電圧測定（2.10V未満×セル数8%以上）』。 上記社内ガイドはSBA（電池工業会指針）並びに工場試験データの分析結果をもとに策定。
	制御弁式		13～15年	

(次頁へ続く)

2. 質問回答

Q3. 蓄電池交換頻度とその技術的妥当性

A3. (前頁から続き)

会社名	型式	取替頻度 (目安)	メーカー推奨 (目安)	技術的妥当性
北陸	ベント式	15年	10～14年	・メーカー推奨の取替時期を踏まえ取替えることとしており、過去に一部の蓄電池に対して容量試験を行い、残存容量から取替時期・頻度は妥当であったと評価している。
中部	ベント式	10年以降、容量試験結果に応じて取替	10～14年	容量試験の結果に応じて、機能が確保できる期間内に交換する運用としている。
関西	ベント式	15年	10～14年	メーカー推奨の取替時期を考慮し、過去供用期間中に実施した容量試験の結果並びに火力部門及び他電力原子力プラントのベンチマーク結果を踏まえ、取替周期を設定している。
中国	ベント式	10～14年	10～14年	定期点検の結果を踏まえ、メーカー推奨の取替時期（目安）を考慮した時期で交換を実施している。
	制御弁式	13～15年	13～15年	
四国	ベント式	15年	10～14年	・同型式の経年使用後の容量試験を踏まえ、取替周期を設定している。 ・これまでの保全実績から、機能性能上問題ないことを確認している。

2. 質問回答

Q3. 蓄電池交換頻度とその技術的妥当性

A3. (前頁から続き)

会社名	型式	取替頻度 (目安)	メーカー推奨 (目安)	技術的妥当性
九州	ベント式	10～14年	10～14年	JEM1431に基づき、想定される寿命年数（メーカー取替推奨）の60%程度以降に実施する容量試験の結果を踏まえ、交換時期を決定することとしている。
原電	ベント式	10～14年	10～14年	設置後10年～14年の間に容量試験（放電試験）を行い、その結果についてメーカーと協議した結果を踏まえ交換時期を設定している。
	制御弁式	13～15年	13～15年	3か月に1回の頻度で電圧、内部抵抗測定を実施し、劣化兆候を把握するとともに、メーカー推奨の取替時期を考慮して交換を計画
電発	—	安全系蓄電池は未設置	—	—
原燃	ベント式	18年（A社製） 15年（B社製）	18年（A社製） 15年（B社製）	<ul style="list-style-type: none"> 取替頻度はメーカー推奨を参考に設定しており、社内マニュアルに定めている。更新までの期間においては、同マニュアルに基づき、日常点検、定期点検を実施し状態監視している。 メーカーとの協議において、蓄電池性能、環境影響を考慮したメーカーとしての更新推奨年に基づき交換を計画している。

2. 質問回答

Q4. 以下の実施頻度及び適用規格基準

① 蓄電池の劣化状態を確認する目的の定期容量試験（放電試験）

A4①. 容量試験については納入時に実施している。また、メーカー取替推奨期間や過去の運転実績を超えて使用する場合の交換時期検討のために、定期又は不定期で供用中に容量試験を実施している会社もある。なお、容量試験を実施していない会社※¹は、メーカー推奨期間をベースに各社設定した取替頻度で取替を実施している。

実施状況	会社名	実施頻度（目安）	適用規格基準
定期的に実施している	東京HD	8,10,12,14年及び15年以降毎年実施※ ²	JEM1431 JIS C 8704-1
	中部	10年以降、蓄電池の点検周期に合わせて実施※ ³	JIS C 8704-2 ※ ⁴

実施状況	会社名	実施時期（目安）	適用規格基準
不定期に実施（又は計画）している	北海道	8年以降に実施（実績あり）	JEM1431 JIS C 8704-1 JIS C 8704-2 ※ ⁴
	東北	13年を目途に実施（実績あり）	
	四国	9年を目途に実施（実績なし）	
	原電	10～14年を目途に実施（実績あり）	
	九州	10～14年を目途に実施（実績なし）	

※¹ 北陸、関西、中国、原燃

※² 6カ月に1回の頻度で実施する電圧測定、内部抵抗測定、比重測定により劣化傾向が確認されない場合はSBA G 0606:2013に基づき、容量試験の対象外としている蓄電池あり。

※³ 試験結果によっては次の定期点検での容量試験は不要とする場合あり。

※⁴ JEM1431「原子力発電所用据置鉛蓄電池の試験方法（日本電機工業会規格_2008年）」

JIS C 8704-1「据置鉛蓄電池 一般的要求事項及び試験方法 第1部：ベント形」

JIS C 8704-2「据置鉛蓄電池 第2-1部：制御弁式 試験方法」

2. 質問回答

Q4. 以下の実施頻度及び適用規格基準

① 蓄電池の劣化状態を確認する目的の定期容量試験（放電試験）

A4①. （前頁から続き）

また、過去に実施した容量試験の実績（一例）については以下のとおり。

会社名	使用年数	対象セル	試験結果	適用規格基準
北海道	13年	比重が最も低い2セルに対して実施	良	JEM1431 JIS C 8704-1 JIS C 8704-2 ※1
東北	13年	比重が最も低い1セルに対して実施	良	
東京HD	11年	比重が最も低い2セルに対して実施	良	
中部	17年	比重の最も低いセルと平均的なセルの2つに対して実施	良	

※1 JEM1431「原子力発電所用据置鉛蓄電池の試験方法（日本電機工業会規格_2008年）」
 JIS C 8704-1「据置鉛蓄電池 一般的要求事項及び試験方法 第1部：ベント形」
 JIS C 8704-2「据置鉛蓄電池 第2-1部：制御弁式 試験方法」

2. 質問回答

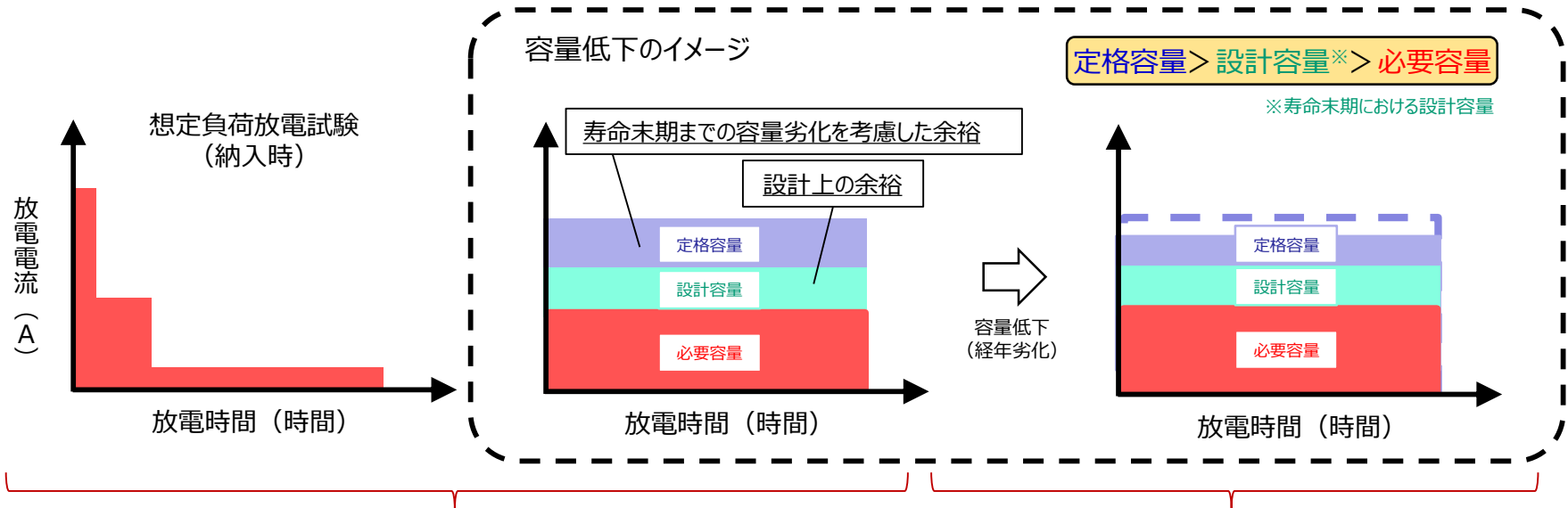
Q4. 以下の実施頻度及び適用規格基準

② 蓄電池の能力を確認する目的の**定期供用試験（想定負荷放電試験）**

A4②. 想定負荷放電試験については納入時に実施している（供用中は実績なし）

想定負荷放電試験の目的

運用中の負荷条件に等しい放電パターンで放電を行い、設計上決定された蓄電池電圧以上であることを確認する。



納入時に想定負荷放電試験および容量試験を実施し、要求した容量で想定負荷放電試験を満足することを確認

経年使用中、設計時に要求した容量を満足すべく、劣化状況を診断することで確認

2. 質問回答

Q4. 以下の実施頻度及び適用規格基準

③ 充電器の能力を確認する目的の定期充電能力確認試験

A4 ③. 各社とも、定期的に均等充電を実施し、充電機能の確認を行っている。

均等充電の目的

- ◆ 蓄電池を長期間使用している場合、各セル間で自己放電の違いにより充電状態が不均一になるため、浮動充電電圧よりも高い電圧をかけ、充電状態を均一にする。
- ◆ 均等充電操作時のパラメータ（充電前後の蓄電池電圧、充電電流等）を確認し、充電動作に異常がないことを確認する。

充電器の機能が維持されていることを確認

3. 実態調査結果

- ◆ 運転プラントにおいて、安全系蓄電池に機能影響を与える容量劣化事象は確認されなかった。一方、蓄電池としての機能は満足するものの、使用開始10年以降、定期的な容量試験を実施したプラントにおいて、単セルにおける容量低下（管理80%未満）を1件確認した。
- ◆ 火災・過熱事象について、安全系蓄電池では確認されていない。なお、非安全系蓄電池では、国内プラントで2件確認されている（いずれも非管理区域）。
- ◆ 鉛蓄電池の寿命低下の原因となり得る急速充電については、国内プラントで実績がないことを確認した。
- ◆ 供用中の容量試験（放電試験）については、一部のプラントにおいて、メーカー取替推奨期間や過去の運転実績を超えて使用する場合の交換時期検討のために実施している実態を確認した。
- ◆ 供用試験（想定負荷放電試験）については、各社とも納入時のみ実施し、現地設置以降は実績がないことを確認した。
- ◆ 充電能力確認試験については、国内プラントで実績がないことを確認した（各社とも均等充電により充電機能を確認）。

4. まとめ

- ◆ 国内プラントにおいては、SBA G 0606:2013 蓄電池設備の劣化診断指針（電池工業会規格）に基づいて蓄電池の保守管理を行っており、**「容量試験」**は以下の通り明記されている。

蓄電池の放電時間を把握するには容量試験を実施するのが望ましい。**ただし、現在運用している負荷を切り離すなど、簡単に実施することができない場合には、代用特性の把握で蓄電池の容量推移を推定し、不良セルの交換・補修を行う、又は適切な更新時期を見定める。**

また、劣化状況を診断する場合は、

- ✓ 一次劣化診断（総電圧、液位、温度等）
- ✓ 二次劣化診断（セル電圧、比重等）
- ✓ 三次劣化診断（容量試験）

と段階的にレベルを高めて実施することが望ましいと示されている。

国内プラントの安全系蓄電池において、**上記劣化診断により過年度使用によるセルの容量低下についても管理できており、安全上の問題はない**と考える。

- ◆ **「想定負荷放電試験」**について、国内プラントではJEM1431 原子力発電所用据置鉛蓄電池の試験方法（日本電機工業会規格）に従い**納入時に実施し、負荷放電パターンでの容量を満足することを確認**している。また、寿命末期までの容量劣化分および設計上の余裕を考慮した十分な蓄電池容量を確保する設計としていることに加え、メーカ取替推奨期間や過去の運転実績を超えて使用する場合は、上記劣化診断により**容量低下傾向を管理していることから、安全上の問題はない**と考える。
- ◆ 米国で要求されている**「充電能力確認試験」の国内プラントでの実績はないが、定期的に均等充電を行い、充電機能を有していることを確認**している。

5. 追加の質問項目について

9/7に追加で調査依頼があった、以下の**国内原子力施設の安全関連直流電源で使用している蓄電池の劣化管理の実態調査**について、次頁のとおり報告する。

<質問項目>

追Q1. **SBA G 0606:2022**について

- ① 今年10月に発行されるようだが、**2013年版との変更点**について把握しているか。
- ② **2022年版**を各事業者の蓄電池劣化診断ガイドに**取入れる計画**はあるか。

追Q2. **一次、二次、三次劣化診断**について

- ① SBA G 0606:2013では、**蓄電池の使用期間が取替えの目安年数（R）または温度寿命年数（R'）以上の場合は、劣化診断することなく蓄電池全数の更新を推奨**してる。面談資料によれば、**RまたはR'以上でも劣化診断して更新を判断**していると見受けられる。この違いはどのような理由によるものか。
- ② 同規格の**二次劣化診断の電圧測定や比重測定は全セルが対象**。面談資料によれば、**一次劣化診断で不適となったセル（代表セル）のみが二次診断対象**となっている。この違いはどのような理由によるものか。
- ③ 同規格の**三次劣化診断すなわち定格容量試験実施要否の判断基準は、二次診断結果にもとづき、全セルに対する不良セル数が10%以上**とされている。面談資料によれば、**判断基準は代表セルの二次診断結果により判断する**とされている。この違いはどのような理由によるものか。
- ④ 同規格の**三次劣化診断すなわち定格容量試験の対象は、蓄電池全体及び全セルと読める（不良セルを見つけるため）**。面談資料によれば、**容量試験対象は、二次診断で不良とみなされたセルのみ**。この違いはどのような理由によるものか。

追Q3. **整流装置及び逆変換装置**の劣化診断

- ① SBA G 0606:2013では、**整流装置など**に対しても**予防保全を推奨**している。面談資料によれば、**充電器に対して同規格を適用していない**ようだが、この違いはどのような理由によるものか。

5. 質問回答

追Q 1. SBA G 0606:2022について

① 今年10月に発行されるようだが、**2013年版との変更点**について把握しているか。

追A 1 ①. 2013年版からの変更点は以下のとおりと認識している。

- (a) 蓄電池の劣化診断フローの二次劣化診断見直し及び三次劣化診断の削除
- (b) 蓄電池の期待寿命の意味の明確化
- (c) 整流装置及び逆変換装置の劣化診断手法の一部改正

② **2022年版**を各事業者の蓄電池劣化診断ガイドに**取入れる計画**はあるか。

追A 1 ②. 必要により社内ガイド類への取り入れを検討する（2022年版での主な変更点は、三次劣化診断の削除及び記載の明確化）。

5. 質問回答

SBA G 0606 : 2013 蓄電池設備の劣化診断（電池工業会規格）における「**追Q2. 一次、二次、三次劣化診断**について」に関する事業者の基本的な考え方については以下の通り。

- ◆ SBA G 0606については指針であり、**各社が自主的に判断して、取捨選択できるものである。**
- ◆ 事業者は、**本指針に基づき蓄電池の劣化診断を実施して、適宜有効性評価を実施して内容を取捨選択し、運用実績を蓄えてきた。**
- ◆ **事業者は指針と同等以上に一次診断、二次診断を実施して、蓄電池の状態を確認して、劣化傾向管理に努めており、不適合の少なさからもこれらは妥当なものと評価している。**

劣化診断	診断項目	頻度		対象	
		指針	事業者	指針	事業者
一次	<ul style="list-style-type: none"> ・盤面計器パラメータ確認 蓄電池電圧または出力電圧 ・電解液面確認 ・外観（変色・腐食・損傷）確認 	1 M	1 d	全セル	全セル
二次	<ul style="list-style-type: none"> ・セル電圧確認 ・電解液比重測定 ・蓄電池温度測定 ・蓄電池各部外観（変色・腐食・損傷）確認 	6 M	1 M ～ 6 M	全セル	全セル
三次	容量確認	頻度の規定なし	P8参照	対象の規定なし	代表セル

5. 質問回答

追Q2. 一次、二次、三次劣化診断について

- ① SBA G 0606:2013では、蓄電池の使用期間が取替えの目安年数（R）または温度寿命年数（R'）以上の場合、劣化診断することなく蓄電池全数の更新を推奨している。面談資料によれば、RまたはR'以上でも劣化診断して更新を判断していると思受けられる。この違いはどのような理由によるものか。

追A2①. SBA G 0606 : 2013では、「蓄電池が寿命期になり、容量80%まで低下すると、その後は加速的に容量が減少するため、寿命は定格容量の80%になったときを目安とする」とされていることから、劣化診断により更新要否の判断を行っている（これに該当する事業者の考え方を以下に示す）。

会社名	更新判断のための対応
東京HD	<p>メーカー推奨期間を超えて蓄電池を使用する場合は、社内ガイドに基づき、<u>定期的に劣化診断（電圧・比重測定、容量試験）を実施し、必要な性能が維持されていることを確認</u>した上で過年度使用を実施している。</p> <p>実際の運用実績においても、電圧・比重の管理値を満足していれば、使用開始からメーカー期待寿命を超過したものでも、容量基準値を満足していることを確認している。</p>
中部	<p>使用開始10年以降の蓄電池については、<u>以下の点検により、取替が必要な容量低下を示す傾向が認められないことから、ガイド推奨の期待寿命よりも長い実力を持っていることを確認</u>している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>定期的な容量試験</u>による、容量低下傾向の確認 ✓ <u>1カ月毎のパイロット点検</u>（全体の10%の電圧・比重測定） ✓ <u>6カ月毎の全数点検</u>（全セルの電圧・比重測定） <p>上記より、蓄電池の使用年数が更新目安年数（R）または温度寿命年数（R'）を超えているものの、<u>蓄電池容量の実力を見極めて更新判断が出来ているもの</u>と考える。</p>

5. 質問回答

追Q2. 一次、二次、三次劣化診断について

- ② 同規格の二次劣化診断の電圧測定や比重測定は全セルが対象。面談資料によれば、一次劣化診断で不適となったセル（代表セル）のみが二次診断対象となっている。この違いはどのような理由によるものか。

追A2 ②. SBA G 0606：2013では一次、二次、三次劣化診断の段階的な実施が推奨されていることから、資料中に記載したものである。実態としては、一次劣化診断（全セルの巡視点検）、二次劣化診断（全セルの比重測定、電圧測定）を定期的に実施し、劣化傾向の把握に努めている。

(参考) 劣化診断の実施頻度

- 一次劣化診断（全セルの巡視点検）： 1回／日
- 二次劣化診断（全セルの比重測定、電圧測定）： 1回／1ヵ月～6ヵ月※

※一次劣化診断で劣化傾向が確認されれば、点検周期に関わらず二次劣化診断を実施。

5. 質問回答

追Q2. 一次、二次、三次劣化診断について

- ③ 同規格の三次劣化診断すなわち定格容量試験実施要否の判断基準は、二次診断結果にもとづき、全セルに対する不良セル数が10%以上とされている。面談資料によれば、判断基準は代表セルの二次診断結果により判断するとされている。この違いはどのような理由によるものか。

追A2③. 二次劣化診断（比重測定、電圧測定）については、全セルを対象として定期的に実施している（追A2②参照）。全セルに対する不良率に関わらず、二次劣化診断の結果、劣化傾向が確認されたセルに対しては、三次劣化診断または単セルの交換を実施していく。

5. 質問回答

追Q2. 一次、二次、三次劣化診断について

- ④ 同規格の三次劣化診断すなわち定格容量試験の対象は、蓄電池全体及び全セルと読める（不良セルを見つけるため）。面談資料によれば、容量試験対象は、二次診断で不良とみなされたセルのみ。この違いはどのような理由によるものか。

追A2④. SBA G 0606 : 2013において、容量低下時に現れる主たる兆候は電圧低下及び比重低下とされている。また、蓄電池は寿命期（容量80%）までは緩やかな低下傾向となるため、「巡視点検」「1カ月以内のパイロット点検」「1～6カ月ごとの全数点検」と、規格要求以上の点検を実施することで、蓄電池の劣化傾向を把握することができるため、現状の容量試験の考え方で問題ないと判断している。

5. 質問回答

追Q3. 整流装置及び逆変換装置の劣化診断

- ① SBA G 0606:2013では、整流装置などに対しても予防保全を推奨している。面談資料によれば、充電器に対して同規格を適用していないようだが、この違いはどのような理由によるものか。

追A3①. 整流装置等の充電器については、浮動充電用整流装置の保全について取りまとめた「SBA G 0901 浮動充電用整流装置の保守・取扱い指針（電池工業会規格）」と同等の点検内容で予防保全を行っている。

また、劣化診断についても、「SBA G 0606 蓄電池設備の劣化診断指針（電池工業会規格）」をベースとした、メーカー推奨による予防保全を実施している。