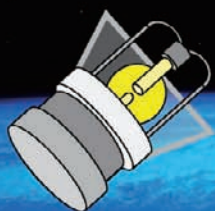


長寿命化キセノンランプの開発状況



宇宙航空研究開発機構
環境試験技術センター

堀口 友四郎

November 13, 2009

Environmental Test Technology Center



目次

第7回 試験技術ワークショップ

- * 背景
- * 開発を始めた理由
- * 最終目標
- * 試作機1号機の開発
 - － 試験設備
 - － 実験結果
- * 試作機2号機の開発
 - － 実験結果
- * 新しい電極の開発実験
- * まとめ
- * 今後

第7回 試験技術ワークショップ

Environmental Test Technology Center

背景: キセノンランプとは？

ショートアーク・キセノンランプ構造

3

第7回 試験技術ワークショップ

Environmental Test Technology Center

背景: キセノンランプ

水平タイプ
13mΦ スペースチャンバ用

垂直タイプ
8mΦ スペースチャンバ用

メーカ保証使用時間:
400時間

4

Environmental Test Technology Center



開発を始めた理由

-なぜ、長寿命キセノンランプが必要なのか？-

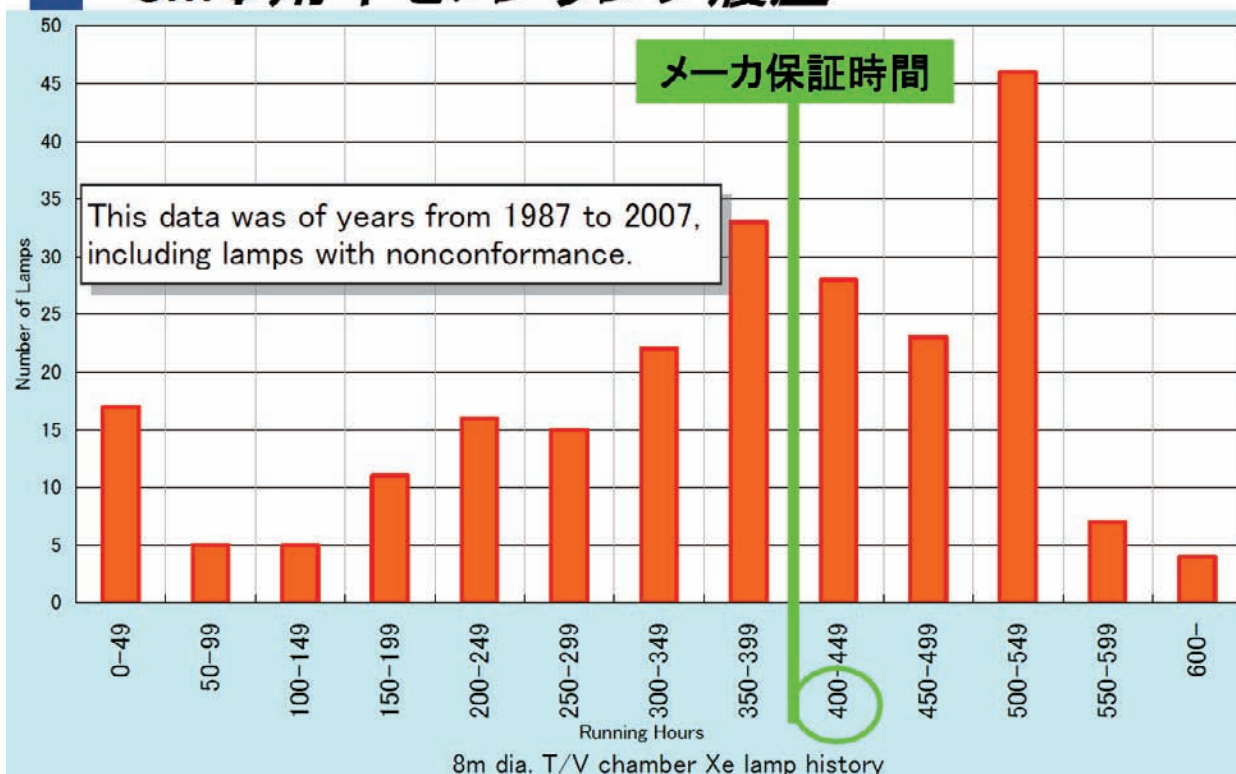
- ①. 試験費用の低減(ランプ購入費・交換費用)
- ②. ソーラ光の長時間の照射要求
- ③. ソーラ法を用いた試験の信頼性向上
- ④. グローバルスタンダード化

7

Environmental Test Technology Center



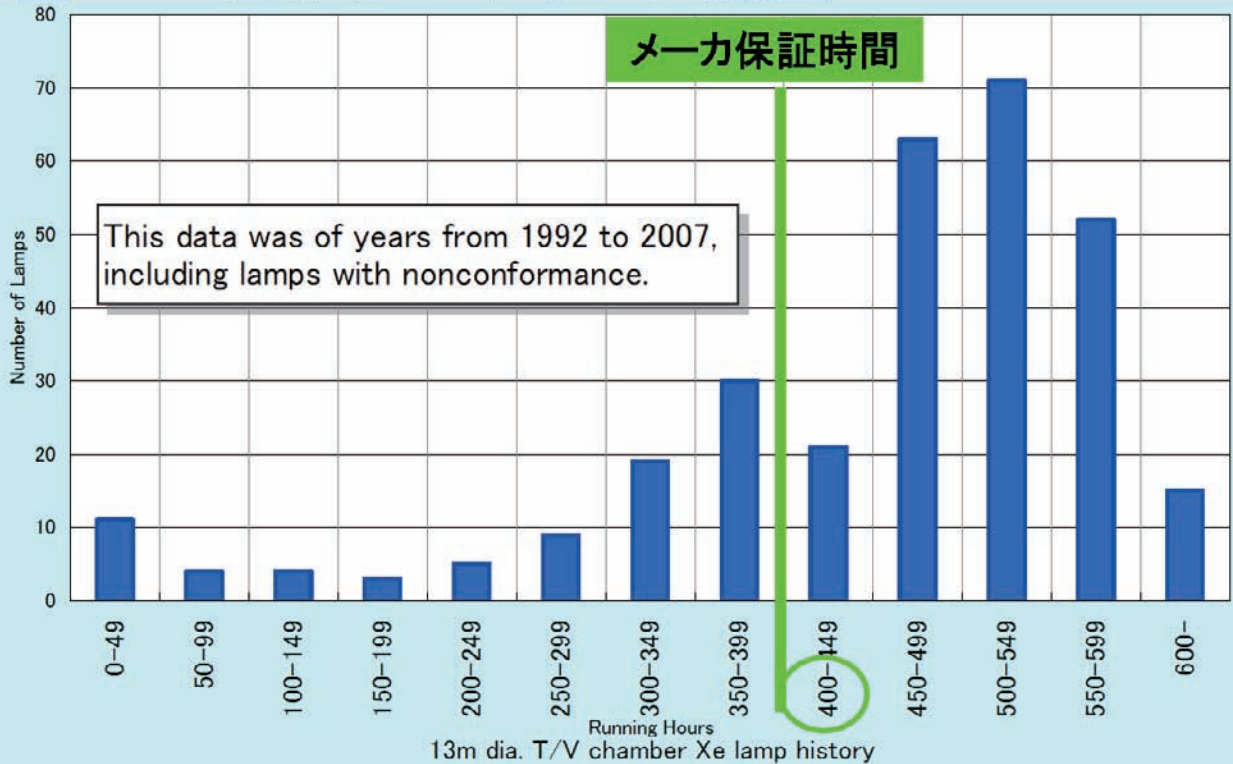
8mΦ用キセノンランプ履歴



Environmental Test Technology Center



13mΦ用キセノンランプ履歴



Environmental Test Technology Center



目標 -near and ultimate-

1. 寿命を延ばす！

800時間
ultimate goal

400時間



600時間
realistic goal

2. 高信頼性の確保！

不具合の発生が少ない信頼性の高いものにする。

試作品を製作し、実験によって達成していく。

Environmental Test Technology Center



試作機1号機の開発

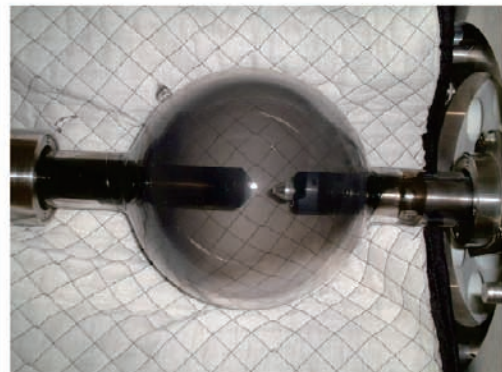
キセノンランプで最も問題となる不具合は、ランプの硝子(バルブ)が黒化してしまう現象である。



この現状はバルブの内側にタングステンが蒸着することで発生。



この問題を解決するために、タングステンの蒸着の現象を調査した。



11

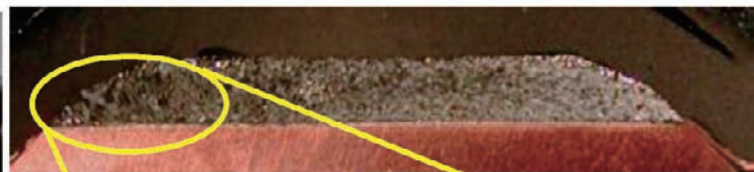
Environmental Test Technology Center



試作機1号機の開発

ランプ陽極の断面図

599時間使用後の正常なランプの陽極



Cut Picture



ロウ材

タングステン

銅

12

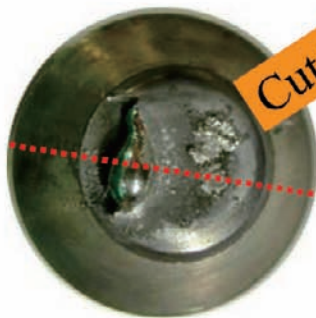
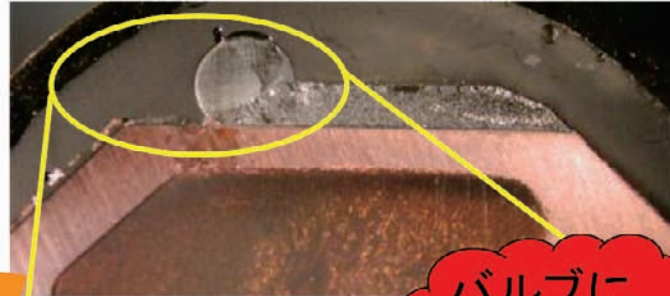
Environmental Test Technology Center



試作機1号機の開発

ランプ陽極の断面図

311.8時間使用後、バルブが黒くなった不具合品の陽極



Cut Picture

ロウ材

バルブに
蒸着

タングステン

銅

13

Environmental Test Technology Center



試作機1号機の開発

水平タイプ

13mΦ スペースチャンバ用

垂直タイプ

8mΦ スペースチャンバ用

タングステンをなくした陽極を採用する！

4

Environmental Test Technology Center



試作機1号機の開発

他の改善点

1. 電極製造工程の見直し

- メタライズ手順
- Inメッキ手順
- シール手順

製造工程の
手順の改善



2. リークチェック方法の見直し

品質を向上させ、製品ごとのばらつきを無くすようにする。

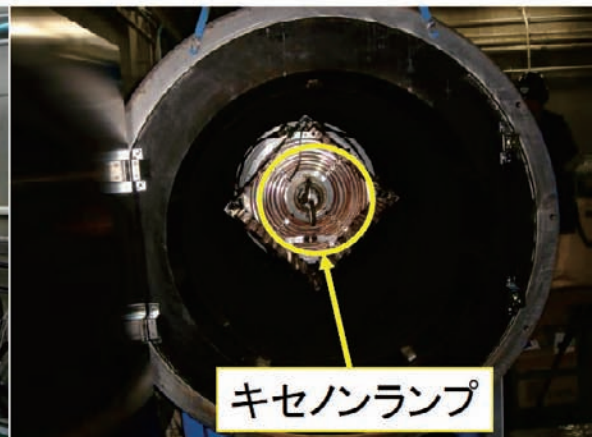
ランプの製作手順を見直すことによって、
ランプの製品としての品質を高め、不具合発生率を低減

Environmental Test Technology Center



キセノンランプ長寿命試験装置

- * 安全に、キセノンランプを660A・46Vの仕様で点灯させることが可能。
- * 試験装置は遠隔監視システムにてインターネット上から監視及びランプ消灯を行うことができる。
- * 不要となっていたアライメント調整装置を改修し、24時間無人点灯ができるようにした。



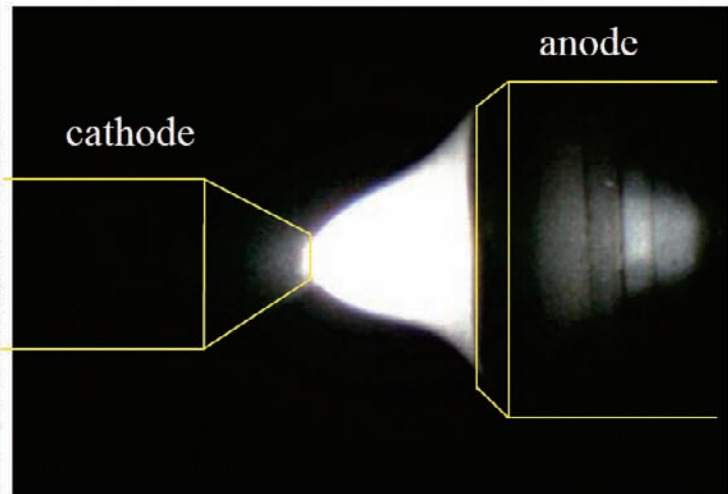
Environmental Test Technology Center



試作機1号機実験

試験条件

- 電流制御(660A)
- 点灯状態を維持する。(ON/OFF回数を最小とする)
- ランプアーク形状を観察し、電極へのダメージを確認する。



17

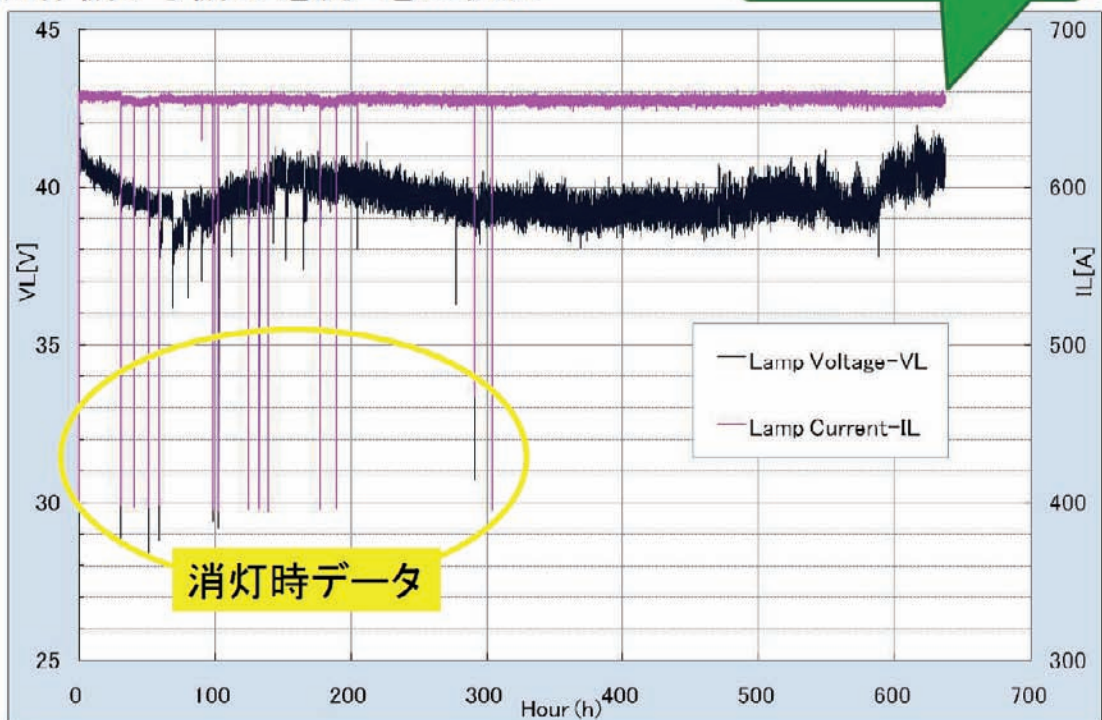
Environmental Test Technology Center



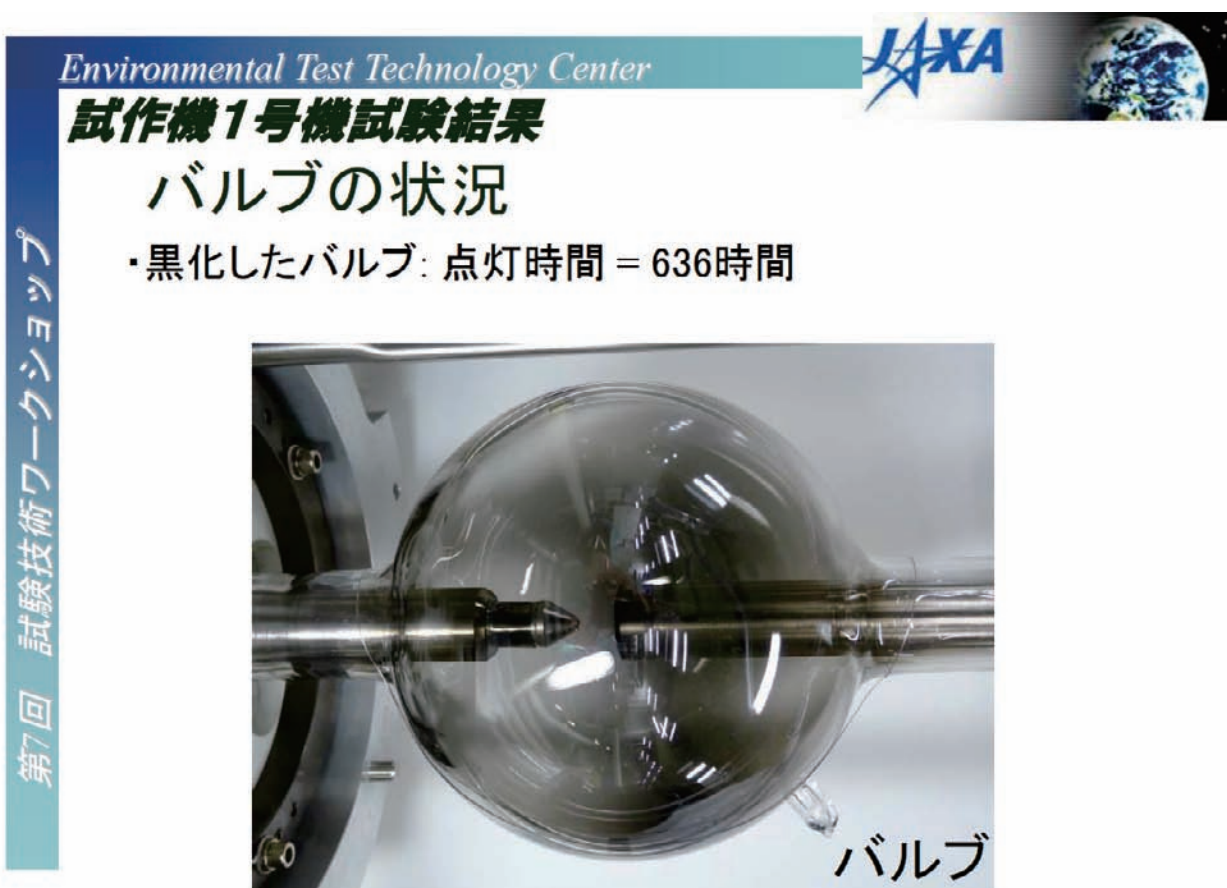
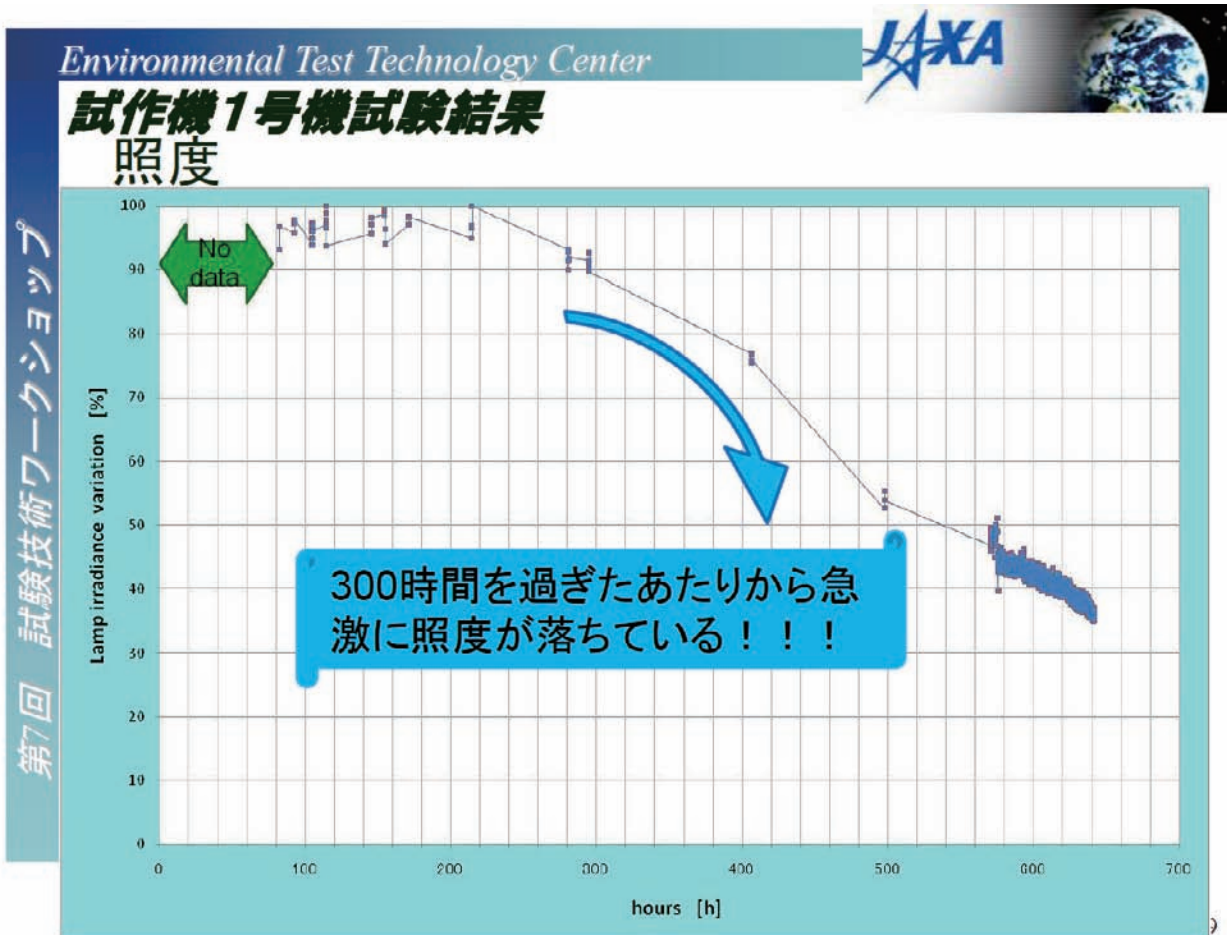
試作機1号機試験結果

試作機1号機の電流・電圧状況

636時間まで試験
を行った。



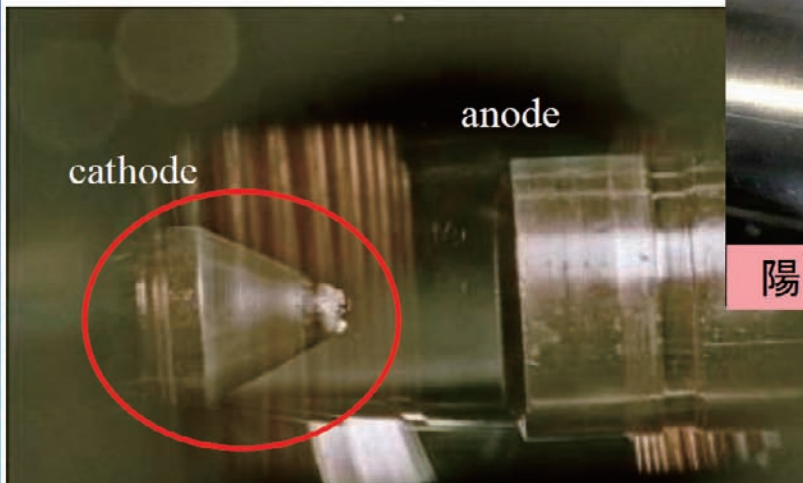
18



Environmental Test Technology Center



試作機1号機試験結果 電極の状況



陽極にはダメージなし

陽極は銅でできているため、黒化したのは陰極のタングステンが原因である。

→ 陰極の劣化→蒸発を防止することが必要。

1

Environmental Test Technology Center



試験機1号機結果

- ＊ 陰極に劣化が観察された。（陽極に劣化はなかった。）
 - 陽極の改善確認が目的であったが、先に陰極が劣化したため、改善点の確認ができなかった。。。
- ＊ 陽極だけでなく、陰極の改善も必要であることが判明した。
- ＊ 陰極の改善点としては、電流密度を下げるため、陰極の面積を大きくすることにする。



試作機2号機開発

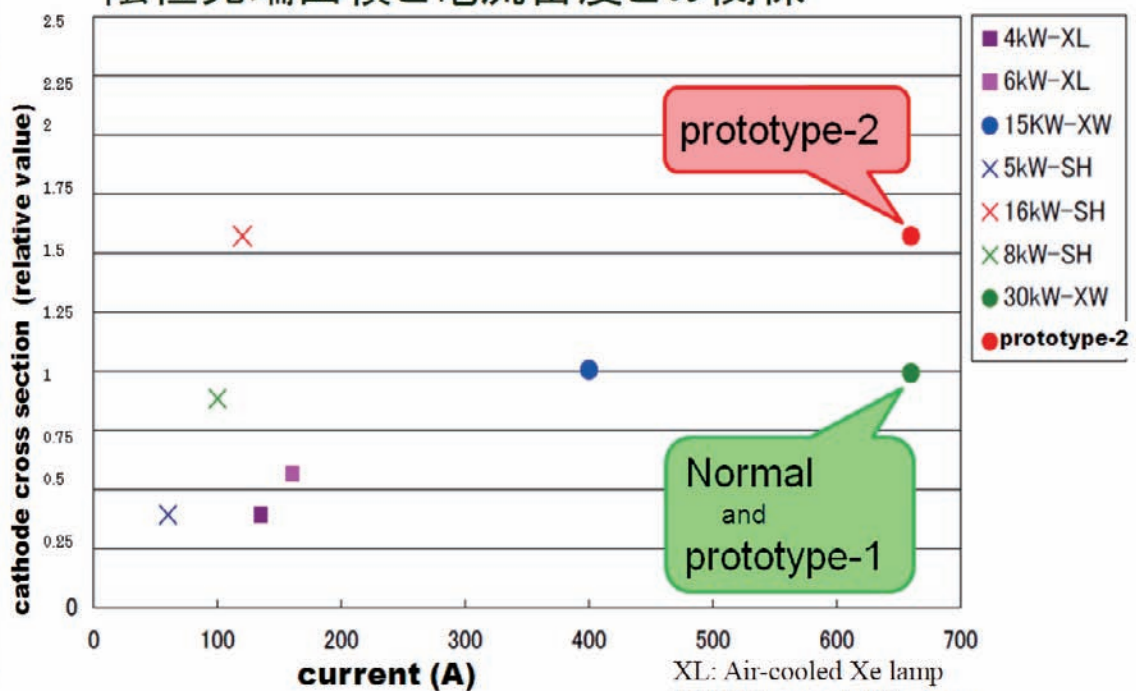
- * 試作機1号機の結果を受けて開発を行った。
- * 陰極の電流密度を下げるために陰極の設計を変更した。
- * 電流密度を下げるため、陰極の直径を大きくした。

23



試作機2号機の開発

陰極先端面積と電流密度との関係



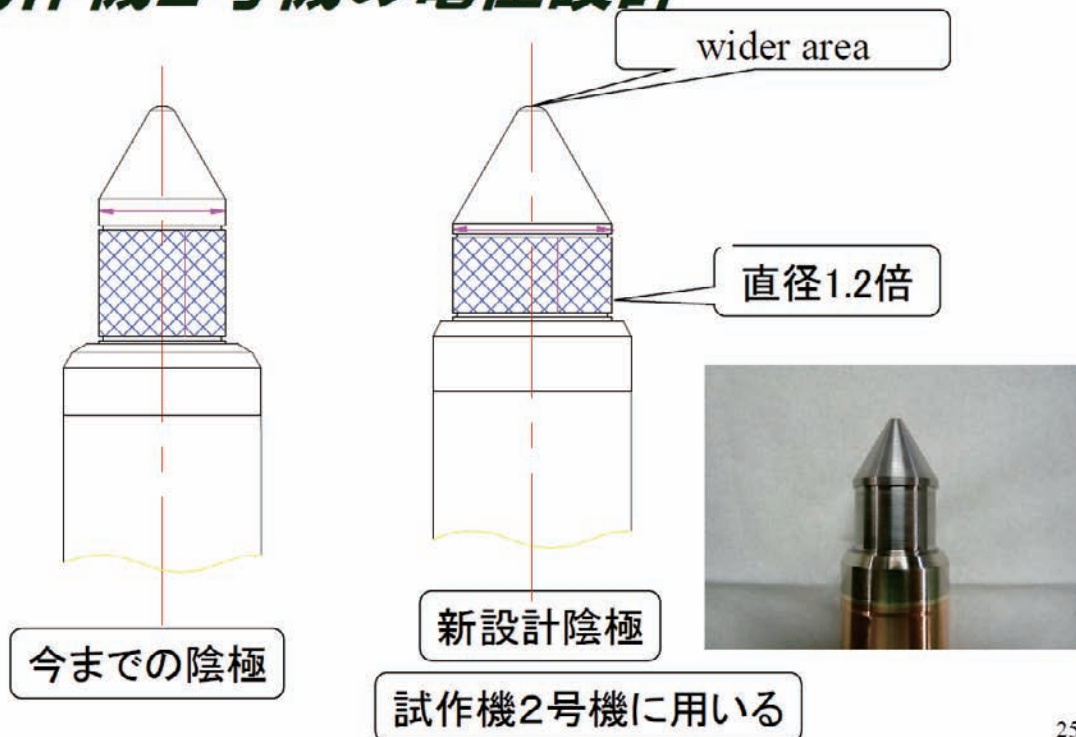
24

Environmental Test Technology Center



試作機2号機の開発

試作機2号機の電極設計



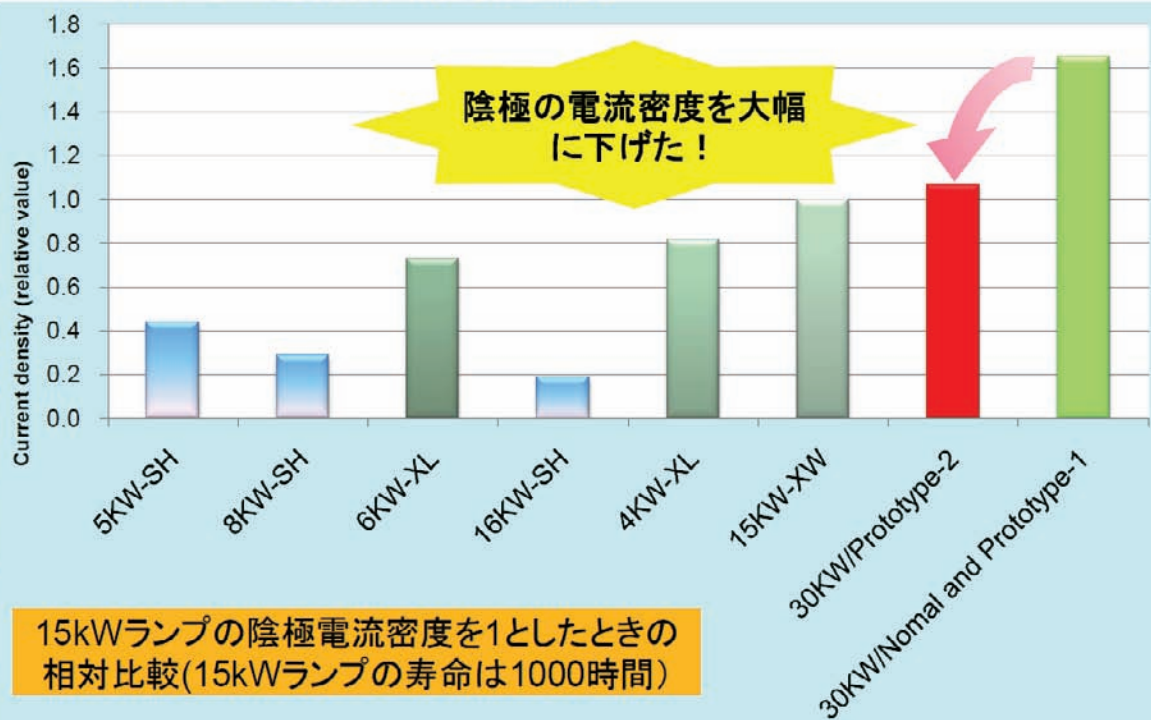
25

Environmental Test Technology Center



試作機2号機の開発

陰極の電流密度比較



Environmental Test Technology Center JAXA

試作機2号機の開発

2009年9月10日に完成!

bulb

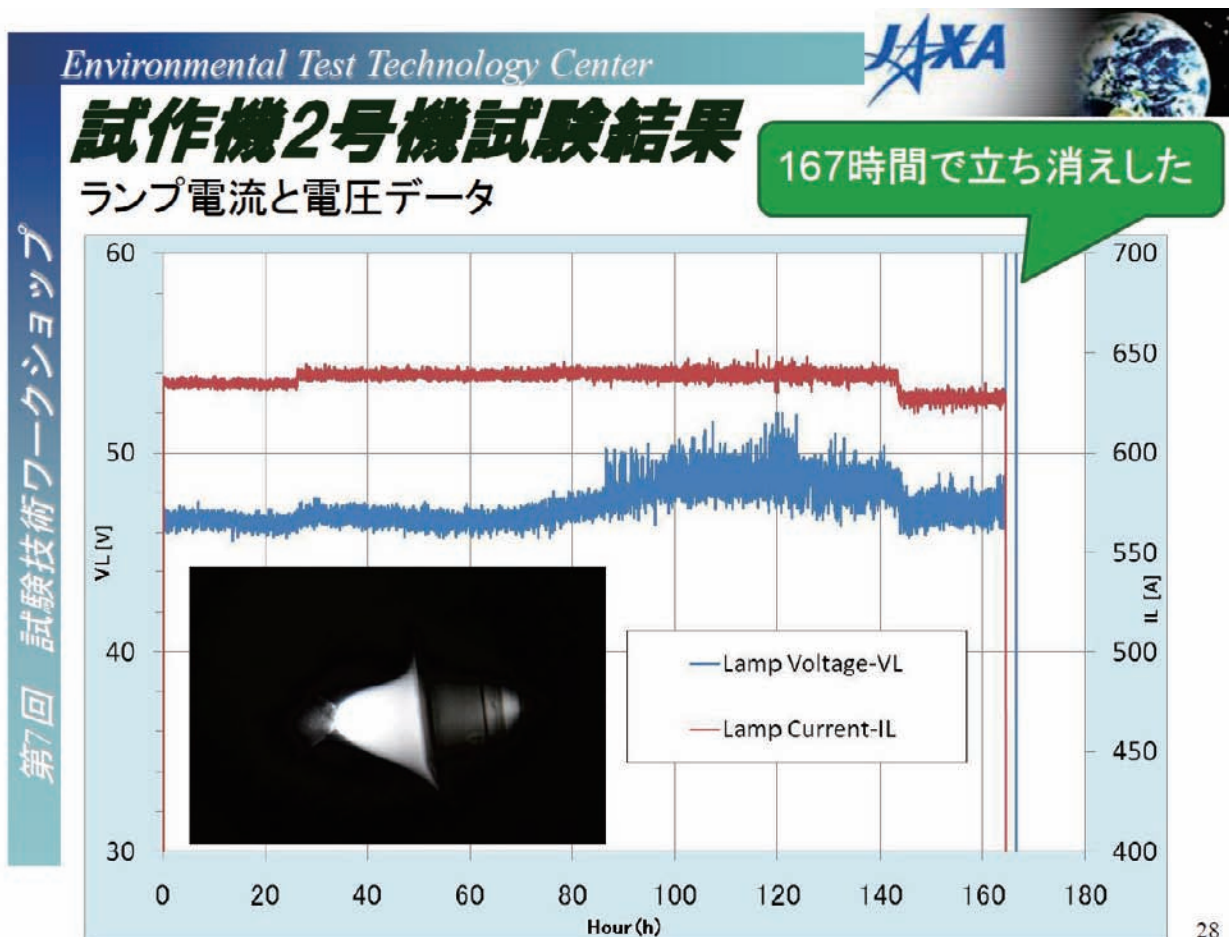
cathode

anode

電流密度を下げた陰極

試作機1号機と同じ陽極

27



Environmental Test Technology Center



試作機2号機試験結果

第7回 試験技術ワークショップ



陰極先端が劣化している。

陽極に問題なし。



Environmental Test Technology Center



試作機2号機試験結果

第7回 試験技術ワークショップ

現在、立ち消えの原因調査中。

- 陰極を大きくしたことによって冷えすぎた？
- エミッターの分布はどのようになっているか？

etc...

Environmental Test Technology Center



新ランプ電極の開発

ランプの寿命を延ばすため、新電極の開発を行う。

陽極の開発

試作機1号機と試作機2号機では、陽極に銅のみを使用



銅よりも適切なランプ電極の材料を調査



電極にとって、ダメージが最も少ない材料を選定し、ランプ長寿命化を行う。

31

Environmental Test Technology Center



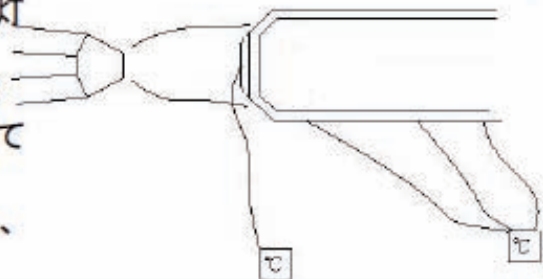
新ランプ電極の開発(陽極)

陽極の実験

電極の実験を行うにあたり、一つずつランプにしてはコストがかかりすぎる。→ランプの形状にしなくても電極の実験・評価ができるようにする必要がある。

バーナを用いた熱負荷実験

- 陽極の中に冷却水を流し、実際の点灯状態と同じ状態にする。
- 陽極の先端に熱電対を埋め込み、バーナであぶって、陽極にアークがあたっている時の温度負荷を模擬する。
- 陽極先端から何箇所か温度を計測し、陽極の温度分布を模擬する。



陽極単体にて、電極の開発が可能となる！

32



まとめ

- 陽極を改良した試作機1号機を開発し、実験を行った。
- 試作機1号機は、636時間点灯した後、バルブに黒化が起こった。
- 問題は、陰極の劣化であることが判明した。
- 陰極の劣化を抑えるため、電流密度を下げた試作機2号機を開発した。
- 試作機2号機は、陰極劣化のため、167時間で立ち消えした。原因は現在究明中。
- 電極の開発のため、陽極先端材料の実験・評価方法を確立した。

33



Future Study

陽極の先端材料評価結果

陰極の対策
(対策方法は検討中)



Prototype-3

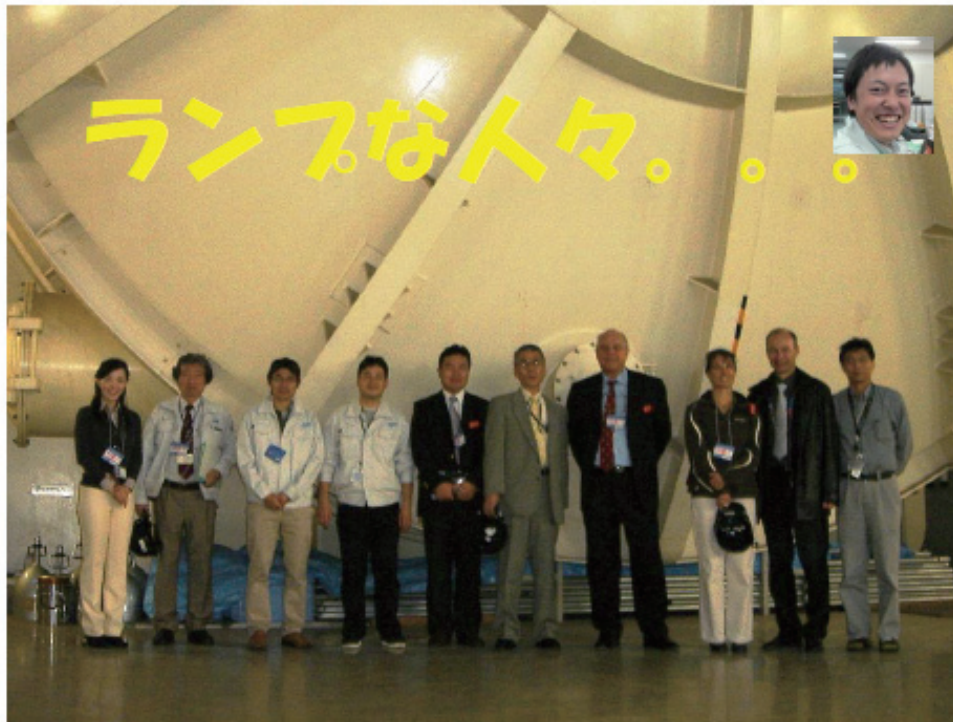
キセノンランプ寿命
800時間を目指す！

34

Environmental Test Technology Center



第7回 試験技術ワークショップ



終 35

質疑応答

質問者①

エミッターとはどのようなものなのでしょうか。

発表者

エミッターとは、電子放出をよくするために加える物質で、具体的には Th を使っています。タングステンに Th を混ぜて焼結させた金属で陰極を作っています。今の放電灯にはよく使われています。弱い放射線を用いて活性化させ、電子を放出しやすくしています。

質問者①

これは全てのランプについているのでしょうか。

発表者

そうです。陰極側についています。

質問者②

メーカーの保証期間が 400 時間とされており、かなり短い時間で故障している様に見えますが、メーカーがいう保証期間の定義はどうなっているのでしょうか。

信頼性を含めて、初期に比べて 70%の放射出力を維持できる時間ということによろしいのでしょうか。

発表者

保証寿命にはいろいろ定義はありますが、基本的には、光の照度が初期の 70%を低下するまで安定して使用できる時間という定義であって、その他の途中（400時間内）で立ち消えや点灯しないという現象は、寿命というか、むしろ不具合ということ考えています。

基本的には（初期に比較して）70%以上の放射出力で安定して使える時間を寿命としています。

質問者②

通常概念でいう信頼性を考慮しているわけではない、ということによろしいのでしょうか。

発表者

そうですね。通常概念とは分けて考えた方がいいと思います。