

BドーピングモノライクSi PERCセル に対するLeTIDの調査

伊野裕司¹、入江祐太²、平藤 駿介²、伊藤憲和²、
新楽浩一郎²、白澤勝彦¹、高遠秀尚¹

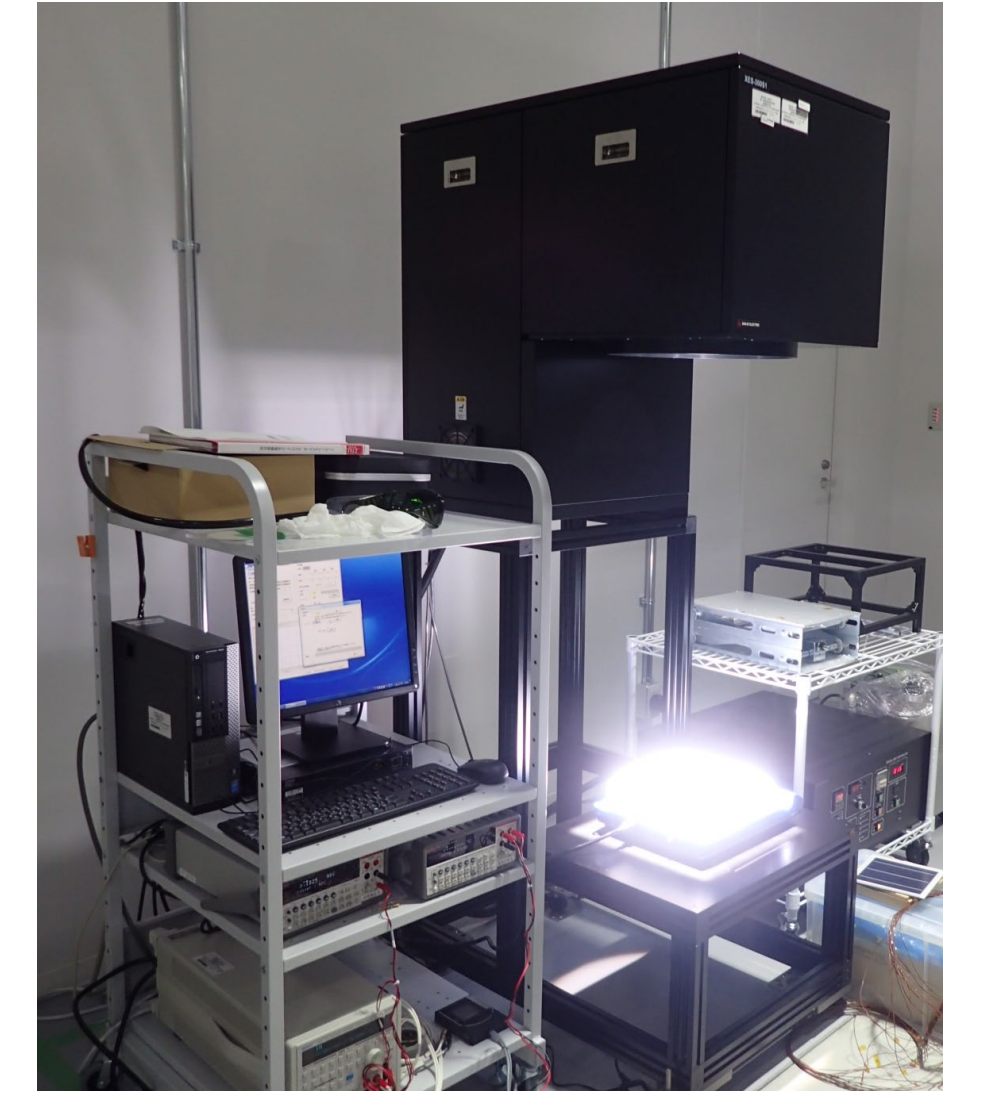
1産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター、2京セラ

研究の目的

- LeTID (Light- and elevated temperature-induced degradation) は、現在主流のp型結晶シリコンPERCセルで問題となっている高温で発生する光劣化であるが、その詳細については不明な点も多い[1].
- 太陽電池の発電量向上のためには、LeTIDによる損失を定量化し、その影響を最小限に抑えることが重要である.
- ここでは、BドーピングモノライクSi PERCセルの光劣化挙動を測定・分析した.

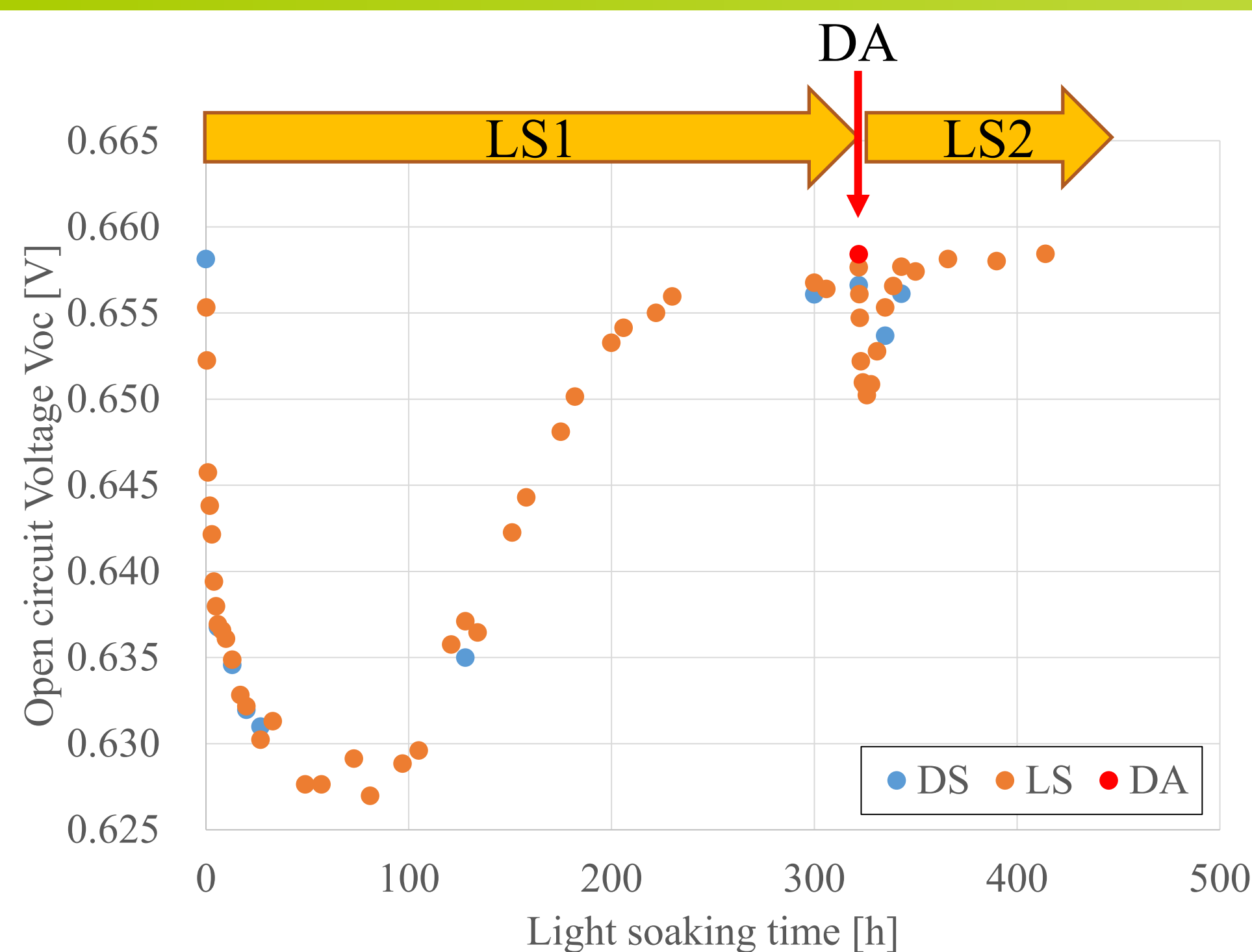
実験

- サンプルには、BドーピングモノライクSi PERCセルを使用した.
- 光劣化試験は、高温光照射(LS1, 1 sun / 95 °C)とダークアニール(DA, 175 °C / 30 min), および再度の高温光照射(LS2, 1 sun / 95 °C)から構成された.
- サンプル評価のために、光劣化試験を都度中断し、25 °CでSuns-Voc測定を行った.



疑似太陽光照射装置

結果

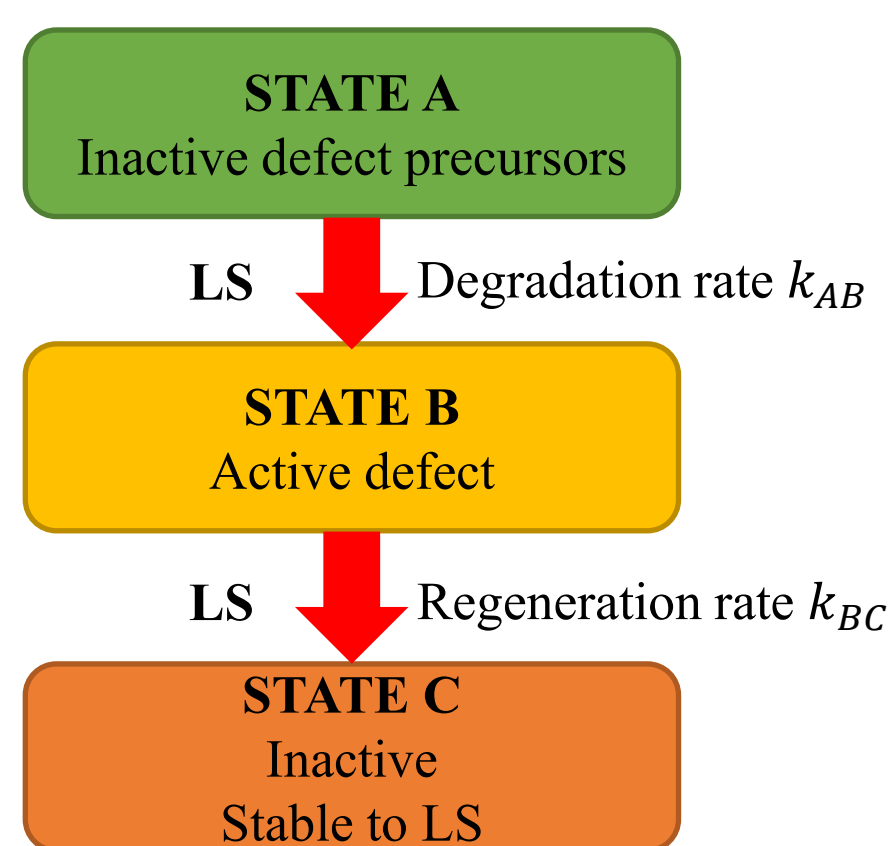


光劣化試験によるVocの変化

- Vocは、1回目のLS処理(LS1)81h後に最低値をとり、初期値から31.1mV低下.
- その後、LS1処理300hで、初期水準まで再生.
- LS1処理で再生状態となった後で、DA処理を行い、2回目のLS処理(LS2)を同条件で行った.
- LS2処理4hで最低値をとり、DA後の値から8.2mV低下.
- その後、LS2処理44hで、初期水準まで再生.
- LS1とLS2でともに、劣化-再生挙動が観察されたが、その劣化の程度と時間は大きく異なっていた.

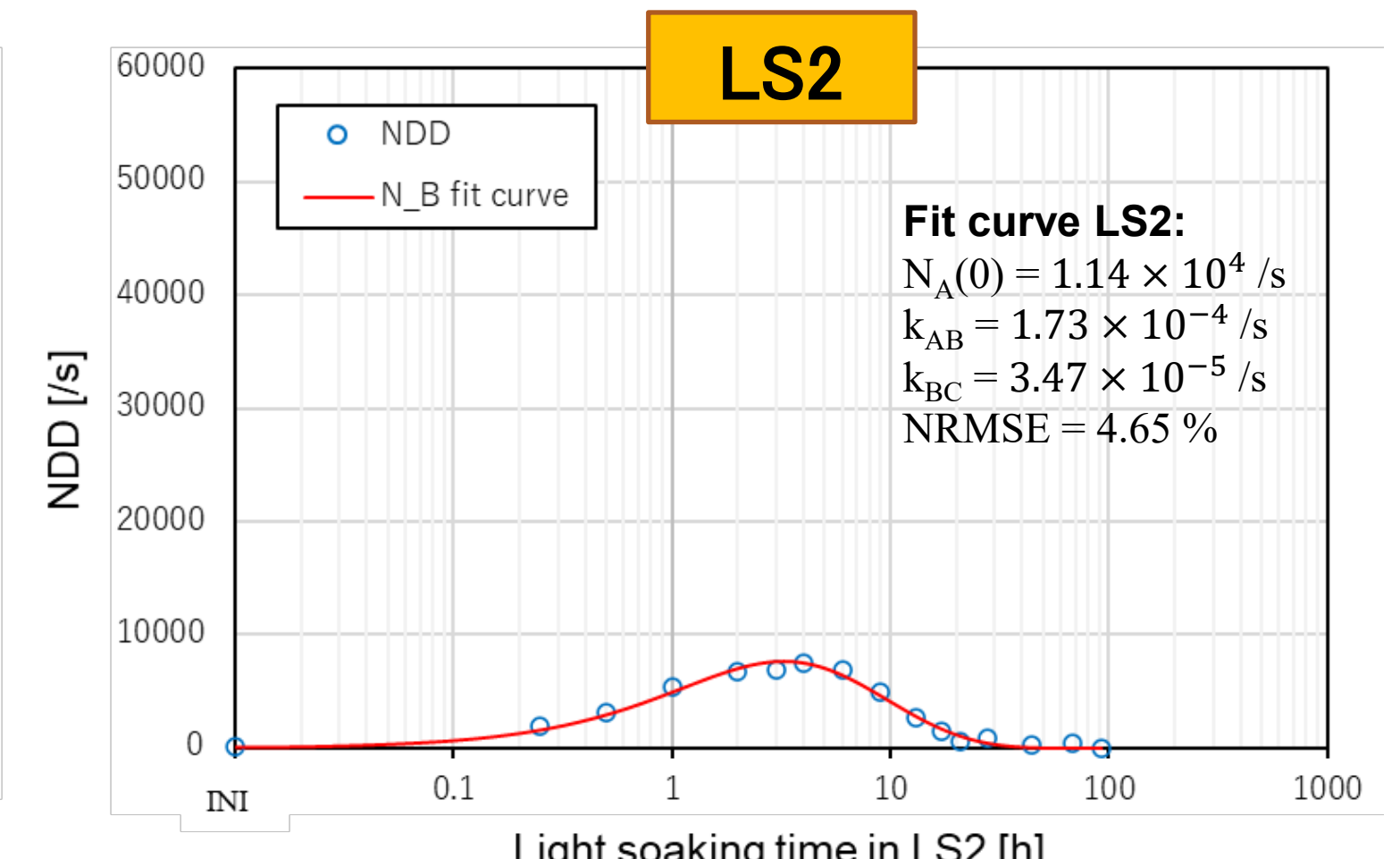
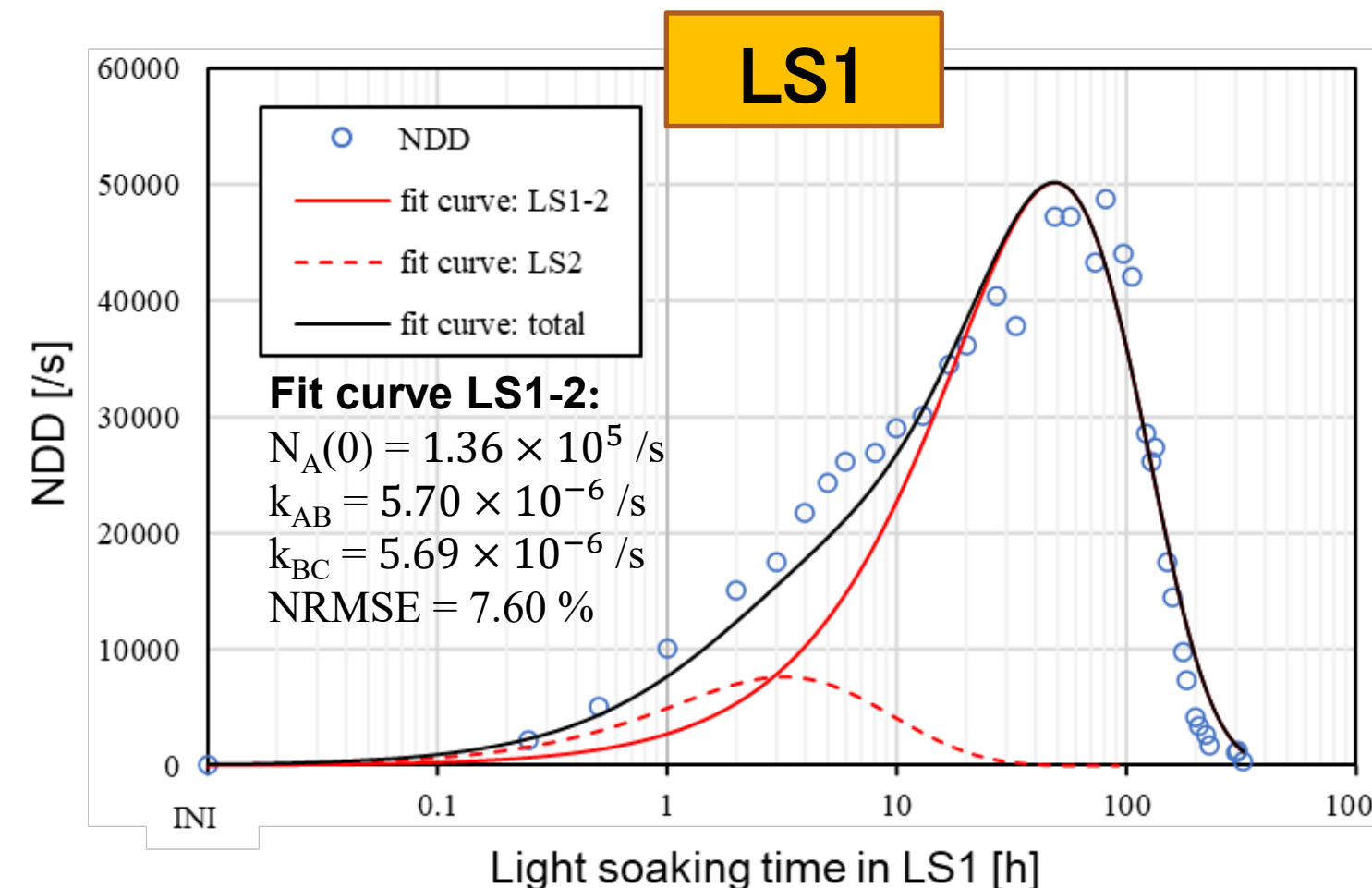
考察

- 光劣化挙動を分析するために、光照射中のライフタイム変化から、正規化欠陥密度 $NDD(t) = 1/\tau_{eff}(t) - 1/\tau_{eff}(t_0)$ を導出し、3状態モデルによるフィッティングを行った[2, 3].



3状態モデル

$$\begin{aligned} \frac{\partial N_A}{\partial t} &= -k_{AB}N_A \\ \frac{\partial N_B}{\partial t} &= k_{AB}N_A - k_{BC}N_B \\ \frac{\partial N_C}{\partial t} &= k_{BC}N_B \end{aligned}$$



- LS2での光劣化挙動は、1組の3状態モデルに従う光劣化欠陥で記述できるのに対し、LS1での挙動を説明するためには、更にもう1つの光劣化欠陥が必要であった.
- したがって、LS1では、DA処理に対し異なる挙動を示す2種類の光劣化が生じていると考えられる.

結論

- BドーピングモノライクSi PERCセルの光劣化挙動を、高温光照射とダークアニールを組み合わせた光劣化試験により調査し、3状態モデルにより分析した.
- その結果、第1の光照射処理中に、その後の熱処理に対し異なる挙動を示す2種類の光劣化が生じていることが示唆された.
- 今回の試験と分析により、結晶シリコン太陽電池の異なる種類の光劣化を区別して評価することができるようになった.

参考文献

1. D. Chen *et al.*, *Prog. Photovolt. Res. Appl.*, 29, pp. 1180-1201, 2021.
2. A. Herguth *et al.*, *Proc. IEEE 4th World Conf. Photovoltaic Energy Convers.*, pp. 940-943, 2006.
3. T. H. Fung *et al.*, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 184, pp. 48-56, 2018.