

# リチウムイオン二次電池による 太陽光発電出力の平準化 の検討

茨城大学  
垣本直人

# 太陽光発電の問題点と研究目的

太陽光発電は天候によって出力が急激に変動する

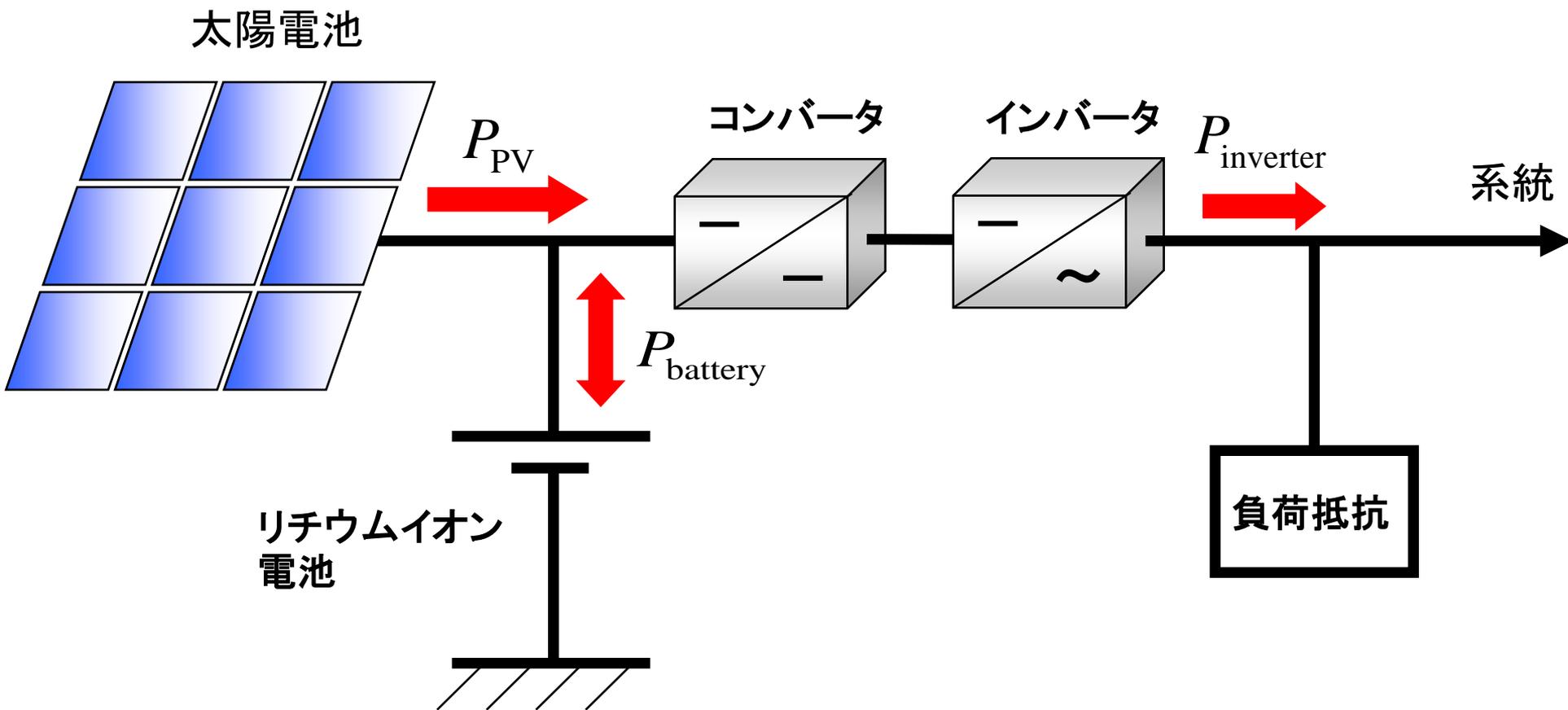


系統が太陽光発電の出力変動に追従できなくなり、**周波数や電圧が変動してしまう**



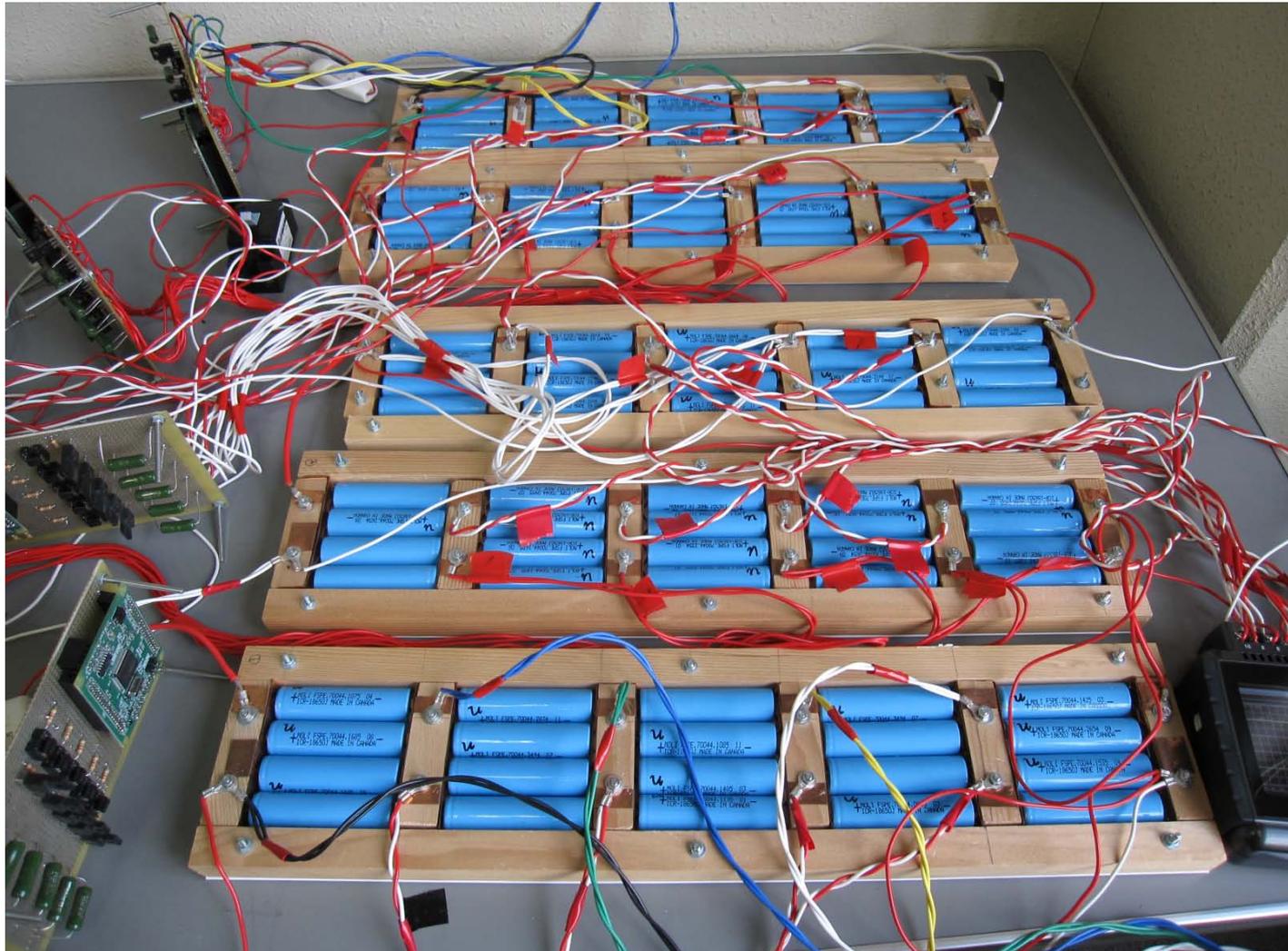
**リチウムイオン電池を用いて太陽光発電出力の安定化を目指す！**

# 系統連系太陽光発電システム





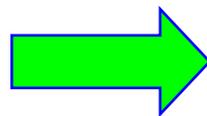
# 電池パック



# リチウムイオン電池の特徴

## (1)長所

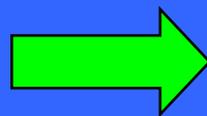
- ・大容量である
- ・動作電圧が大きい



装置の**小型化**が実現できる

## (1)短所

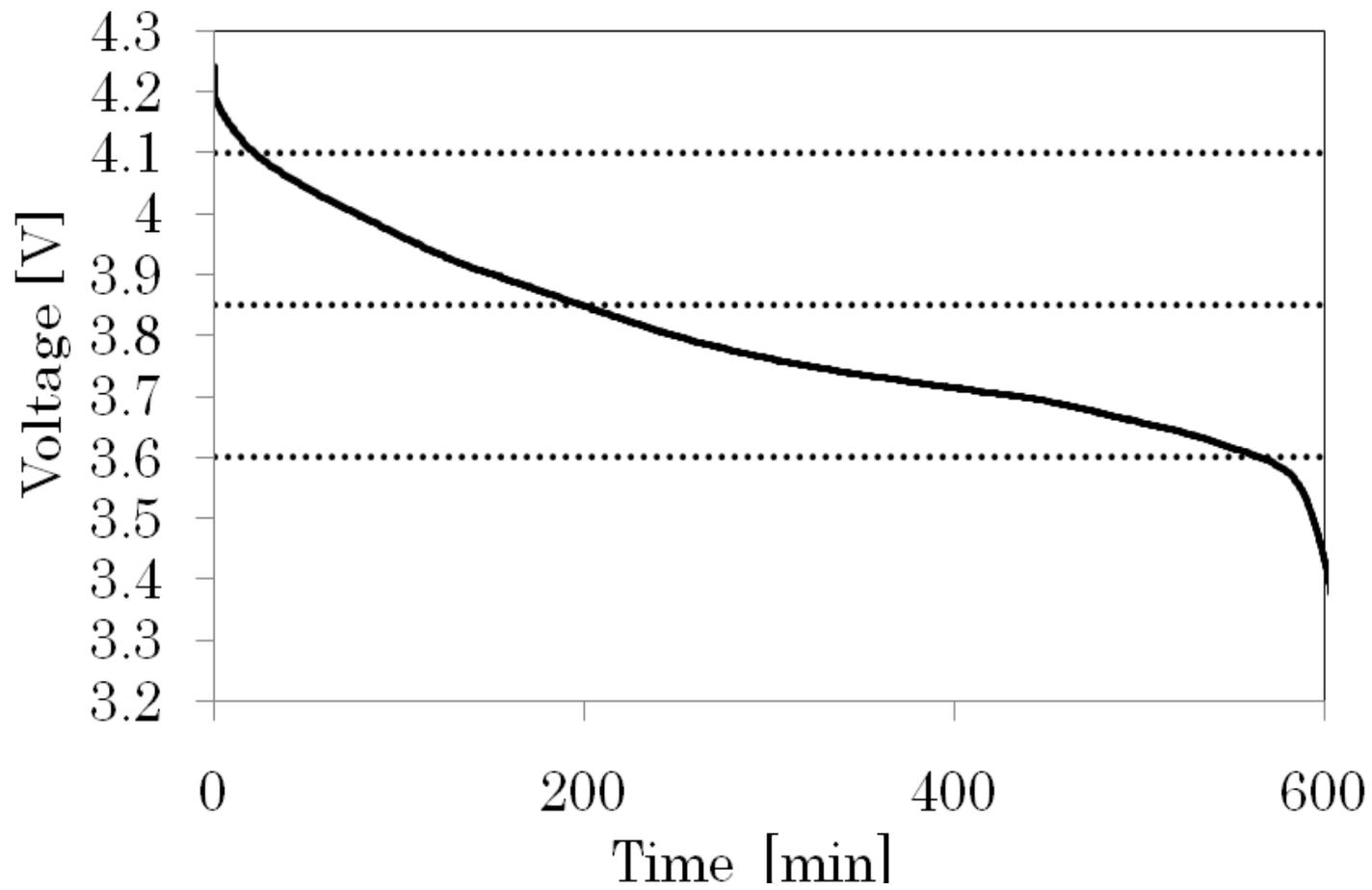
過充電、過放電に弱い



3.0Vから4.2Vの間で使用する制限がある



**制限を守るために保護回路が必要！**  
制限を破ると破裂、発火し事故の原因となる

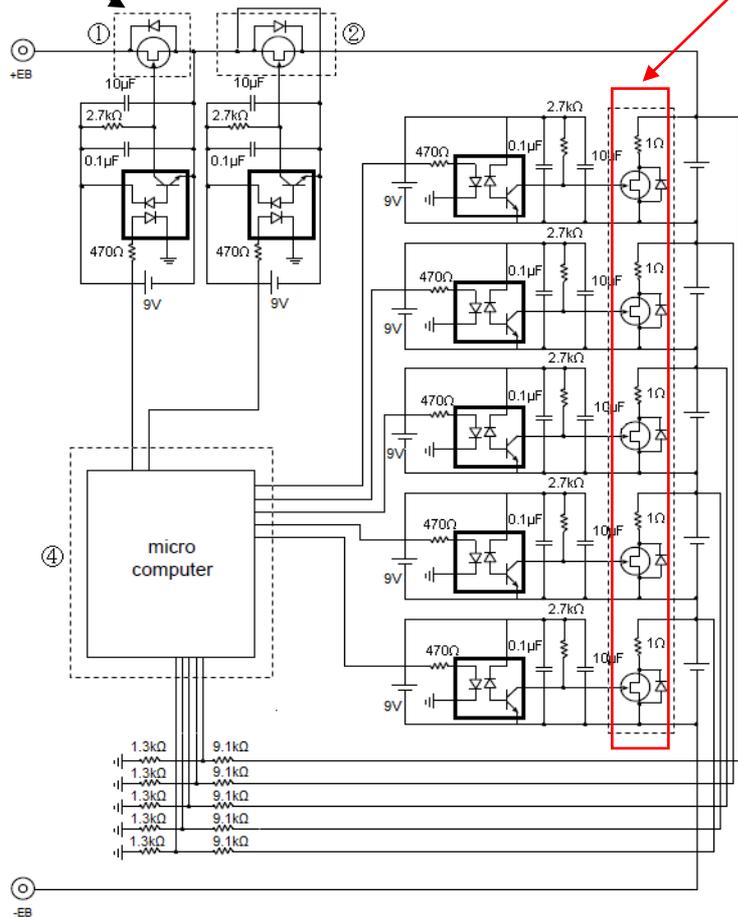


# 保護回路

充電停止  
用FET

放電停止  
用FET

セルバラン  
ス用FET



## 機能

(1)充放電停止機能

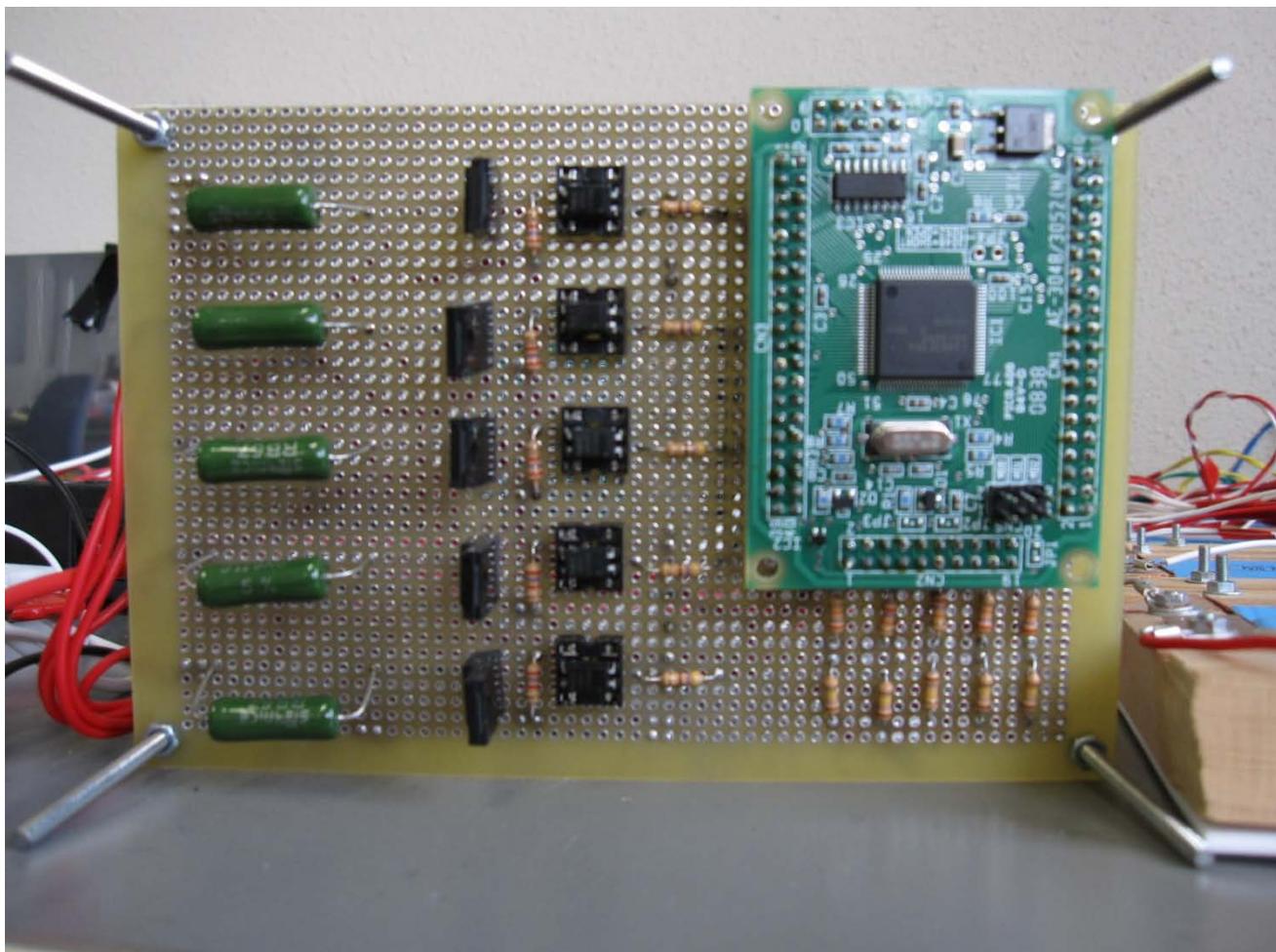
単電池の電圧を  
3.0V~4.2Vの間で使用する

(2)セルバランス機能

電池パック内の各単電池  
の電圧を均一にする

リチウムイオン電池の保護回路

# 保護回路



# リチウムイオン電池を組み込んだ 太陽光発電システムの検討

## ■ 太陽光発電出力の変化速度抑制制御

系統に送る電力を移動平均値に設定して太陽光発電出力の短期的な細かい変動を除去し、系統に送る電力の変化速度を太陽光発電出力の変化速度によらず一定値以下に抑える

## ■ 電池容量の制御

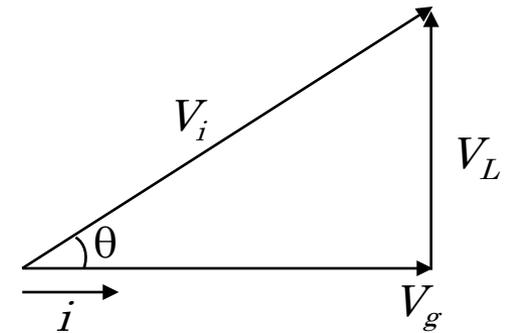
電池の容量には限りがあるため電池の容量が不足しないように系統に送る電力を変化させて電池の容量を制御する。

# 系統に送る電力

$$\begin{cases} P_{in} = V_g \cdot i \\ i = \frac{V_L}{\omega L} \\ V_L = V_i \cdot \sin \theta \end{cases} \rightarrow P_{in} = \frac{V_g \cdot V_i \sin \theta}{\omega L}$$



系統電圧とインバータ出力電圧の位相差で系統に送る電力量を制御する



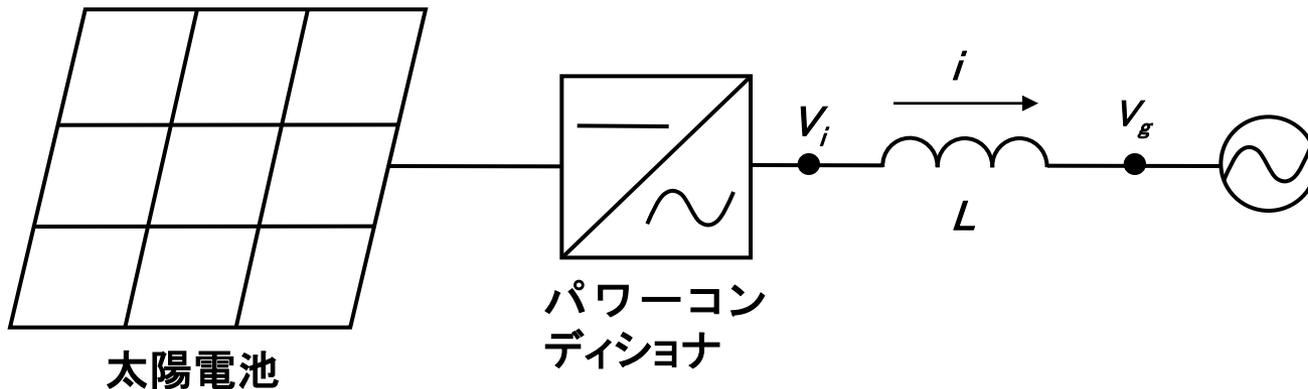
$V_i$ : インバータの出力電圧

$V_L$ : リアクトルの電圧降下

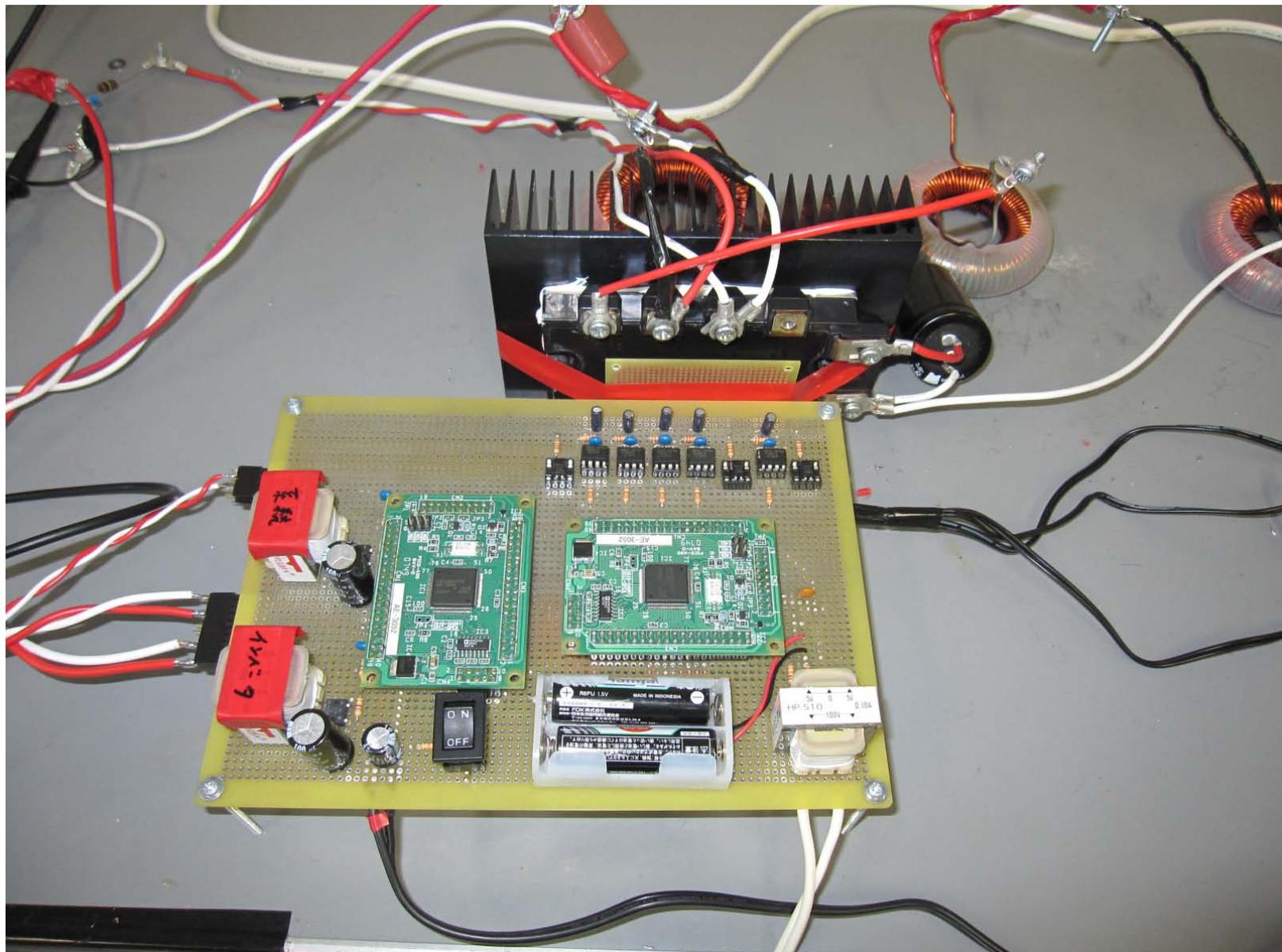
$V_g$ : 系統電圧

$i$ : インバータの出力電流

$\theta$ : 位相角



# パワーコンディショナ



# 太陽光発電出力の変化速度抑制制御の制御方法

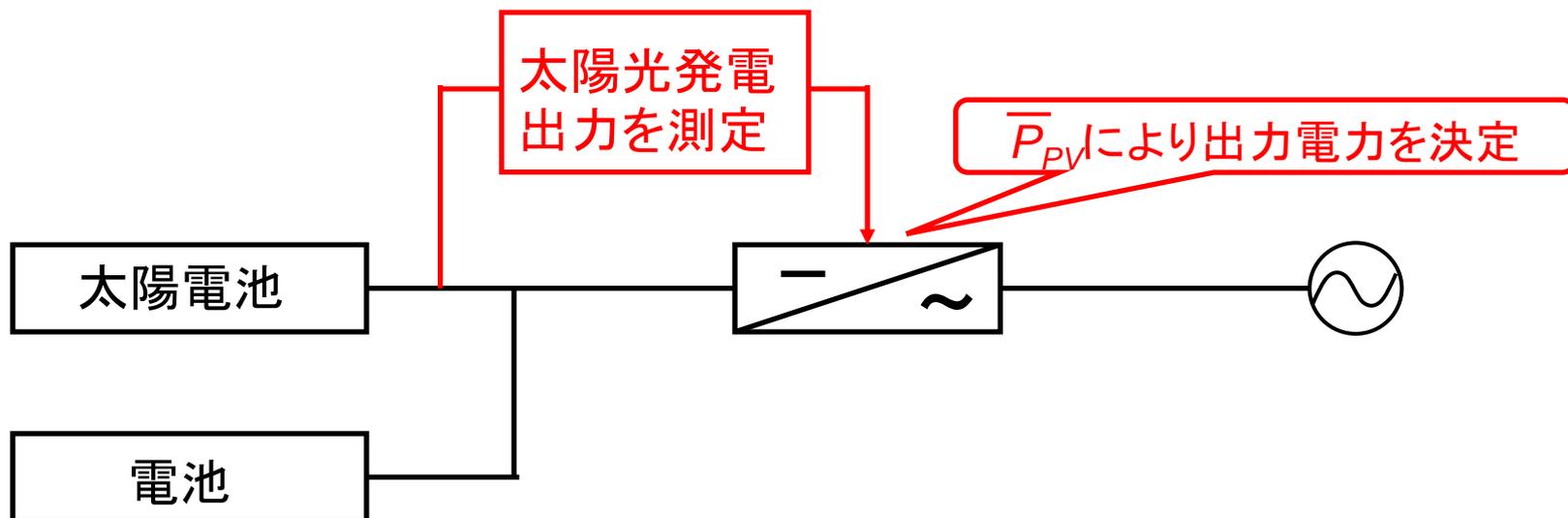
太陽電池の出力電力を測定



移動平均値 $\bar{P}_{PV}$ を算出する

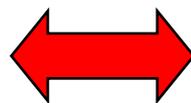


$\bar{P}_{PV}$ によって系統電圧とインバータの出力電圧の位相差を計算し系統に送る電力を決定する



# 移動平均値

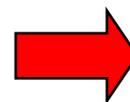
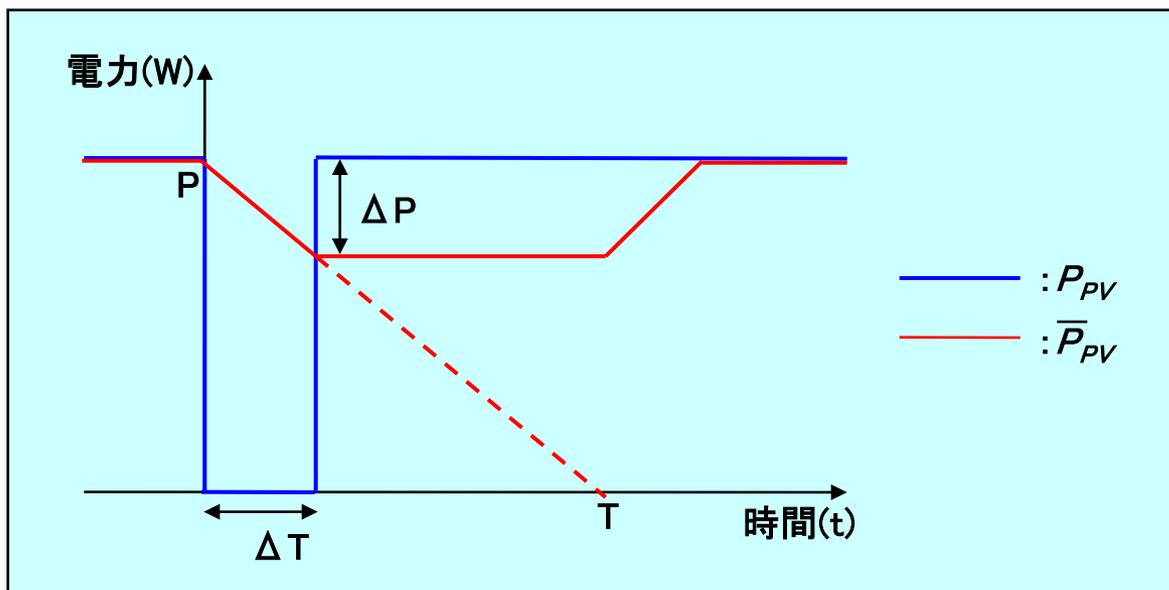
$$\bar{P}_{PV} = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t P_{PV} dt$$



現時刻のT時間前から現時刻までの太陽光発電出力の平均値

$\bar{P}_{PV}$ : 移動平均値

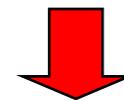
T: 移動平均時間



$$\bar{P}_{PV} = P \left( 1 - \frac{t}{T} \right)$$



$$-\frac{P}{T} \leq \frac{d\bar{P}_{PV}}{dt} \leq \frac{P}{T}$$



変化速度をある一定値以下に抑えることができる!

# 電池容量の制御方法

$$P_{in} = \bar{P}_{PV} + K(V - V_0)$$

$P_{in}$ : 系統に送る電力     $V_0$ : 基準電圧     $V$ : 出力電圧     $K$ : ゲイン

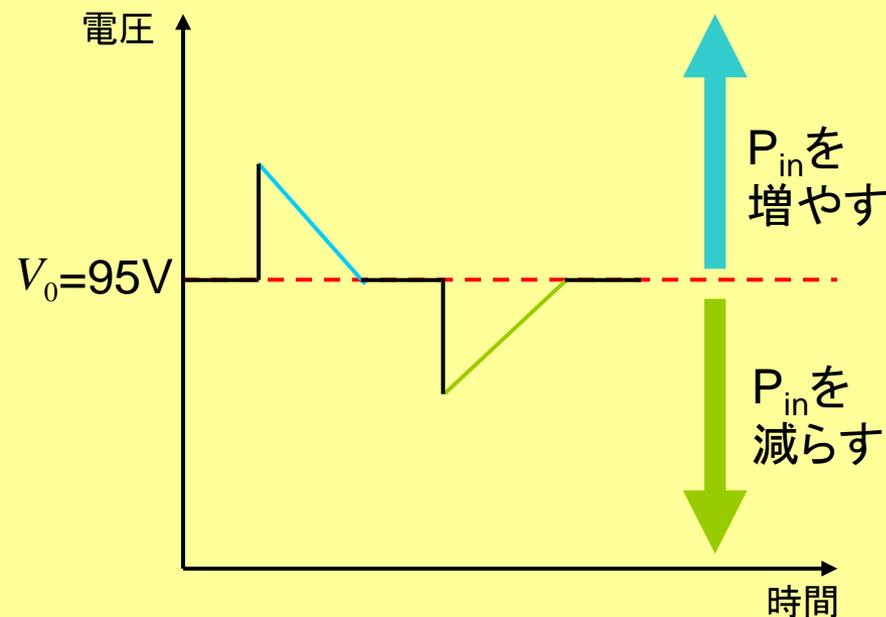
$V > V_0$  のとき

$P_{in}$ を増やして電池から放電する電力を増やす

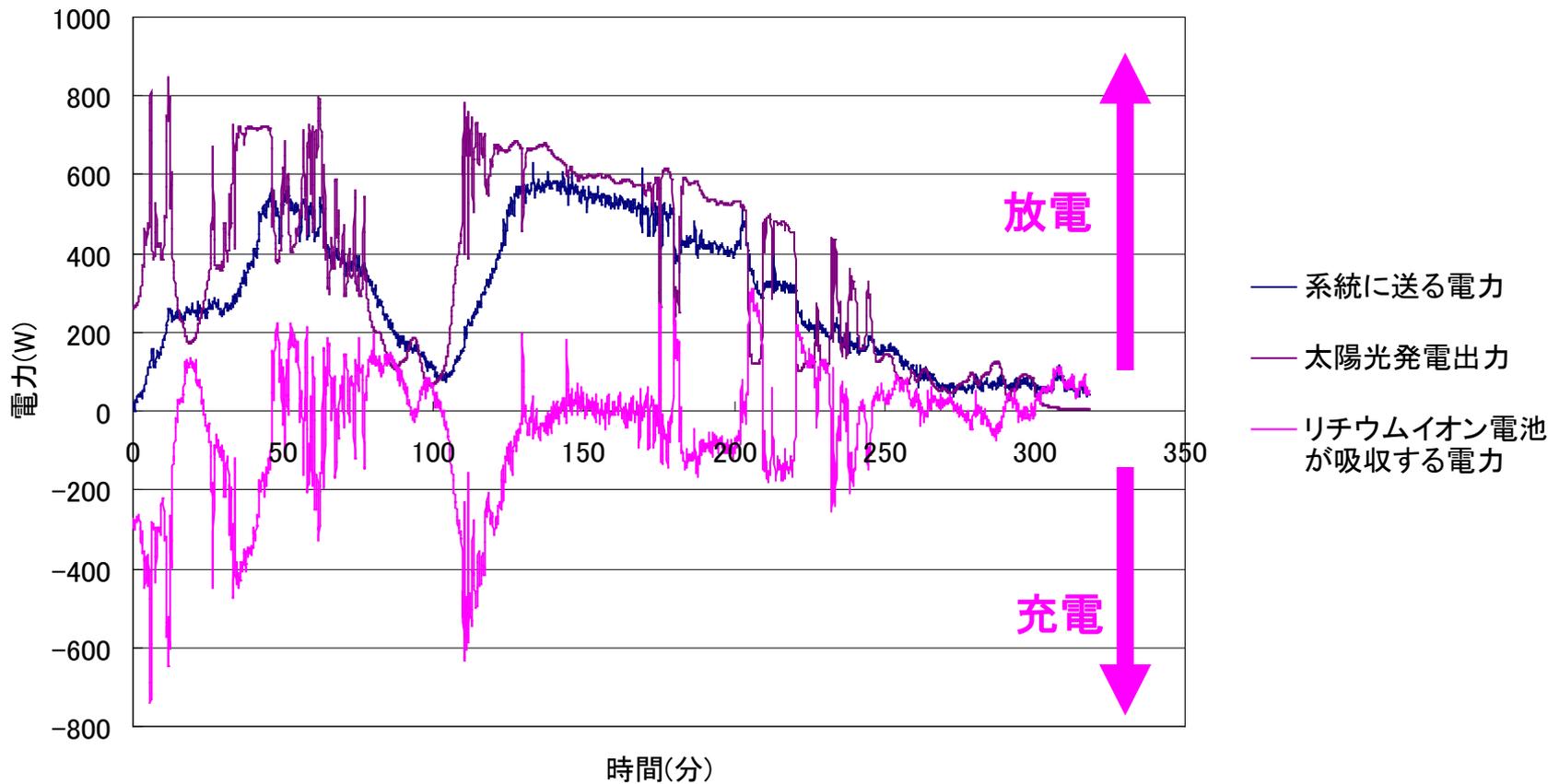
$V < V_0$  のとき

$P_{in}$ を減らして電池に充電する電力を増やす

出力電圧が一定となり容量が保たれる

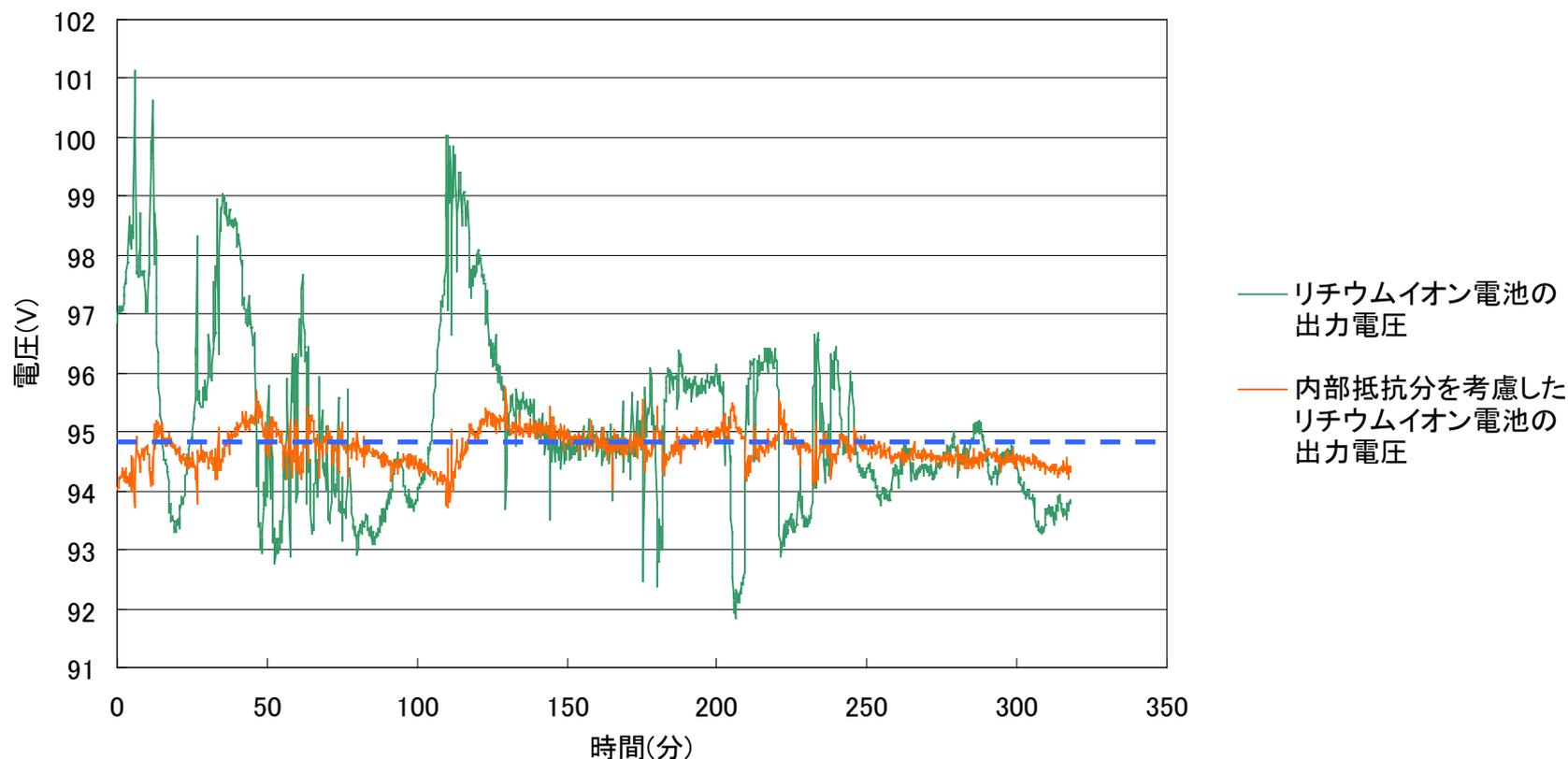


# 太陽光発電出力の変化速度抑制制御



- ・太陽光発電出力が急激に変動しているのに対し、系統に送る電力は緩やかに変化している
- ・太陽光発電出力と系統に送る電力の差を電池が補正している

# リチウムイオン電池の出力電圧



電池の内部抵抗により出力電圧は大きく変動しているが内部抵抗を考慮すると94.8V付近に出力電圧が保たれていることがわかる

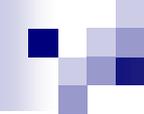
# まとめ

- リチウムイオン電池を組み込んだ太陽光発電システムを製作し、動作することを確認した。
- 系統に送る電力を移動平均値にすることで太陽光発電出力の短期的な細かい変動を除去し、太陽光発電出力の変化速度を抑制することができた。
- 電池容量の制御を行ったが電池の内部抵抗によって系統に送る電力が変動してしまうことがわかった。

# お問い合わせ先

- 茨城大学 工学部 電気電子工学科  
教授 垣本 直人  
E-mail : kakimoto@mx.ibaraki.ac.jp

- 茨城大学 産学官連携イノベーション創成機構  
4u担当 池本 和一  
E-mail : ikemoto@mx.ibaraki.ac.jp  
TEL : 0294-38-5005 / FAX : 0294-38-5240  
<http://www.rd.ibaraki.ac.jp/>



ご清聴頂きありがとうございます御座いました。