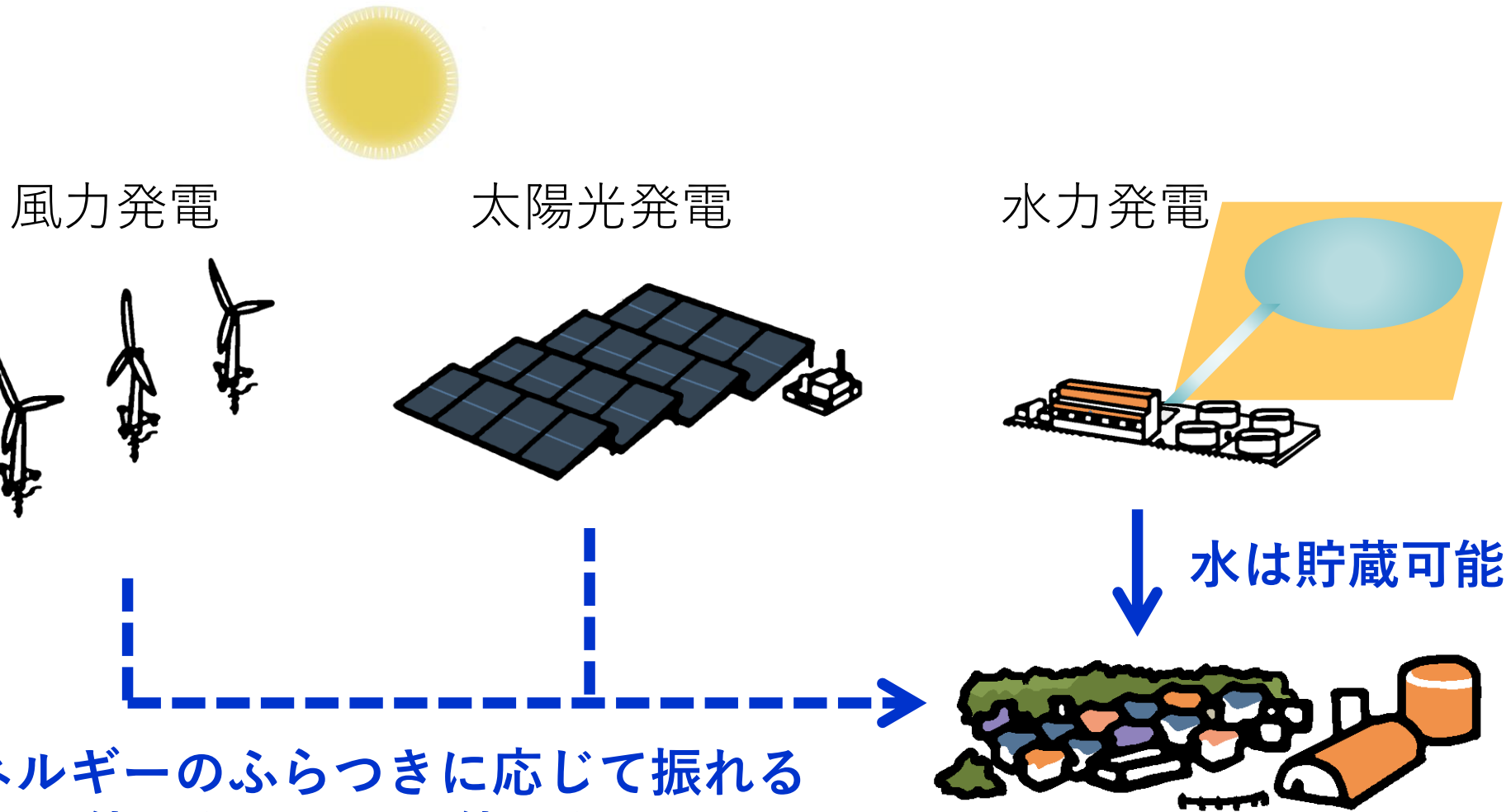


# 再生可能エネルギーを利用した エネルギー供給システムの制御方法

国立研究開発法人 理化学研究所  
光量子工学研究センター  
光量子制御技術開発チーム  
研究員 藤井 克司

令和2年5月26日

# 本技術の背景：自然エネルギー利用

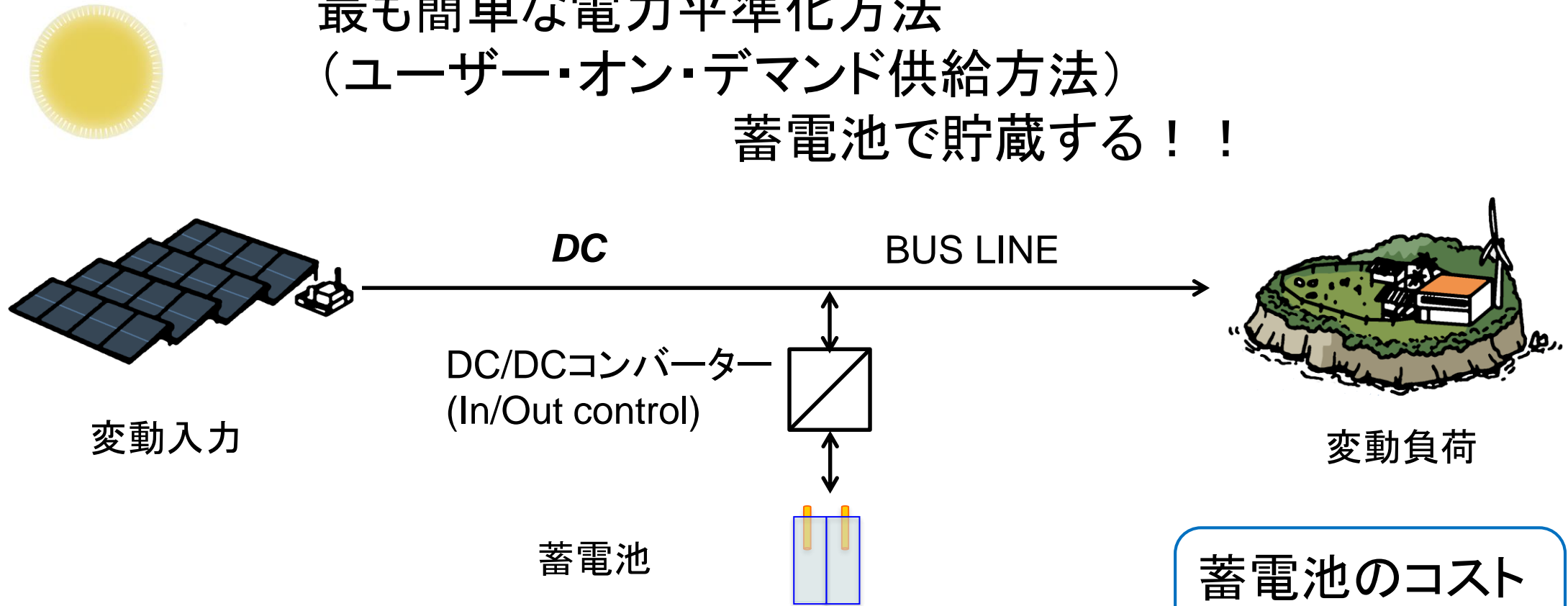


自然エネルギーのふらつきに応じて振れる  
ユーザーは使いたいときに使いたい：

既存電力設備による補償が必要 → 解決策は？

# 解決策として...エネルギーの貯蔵！

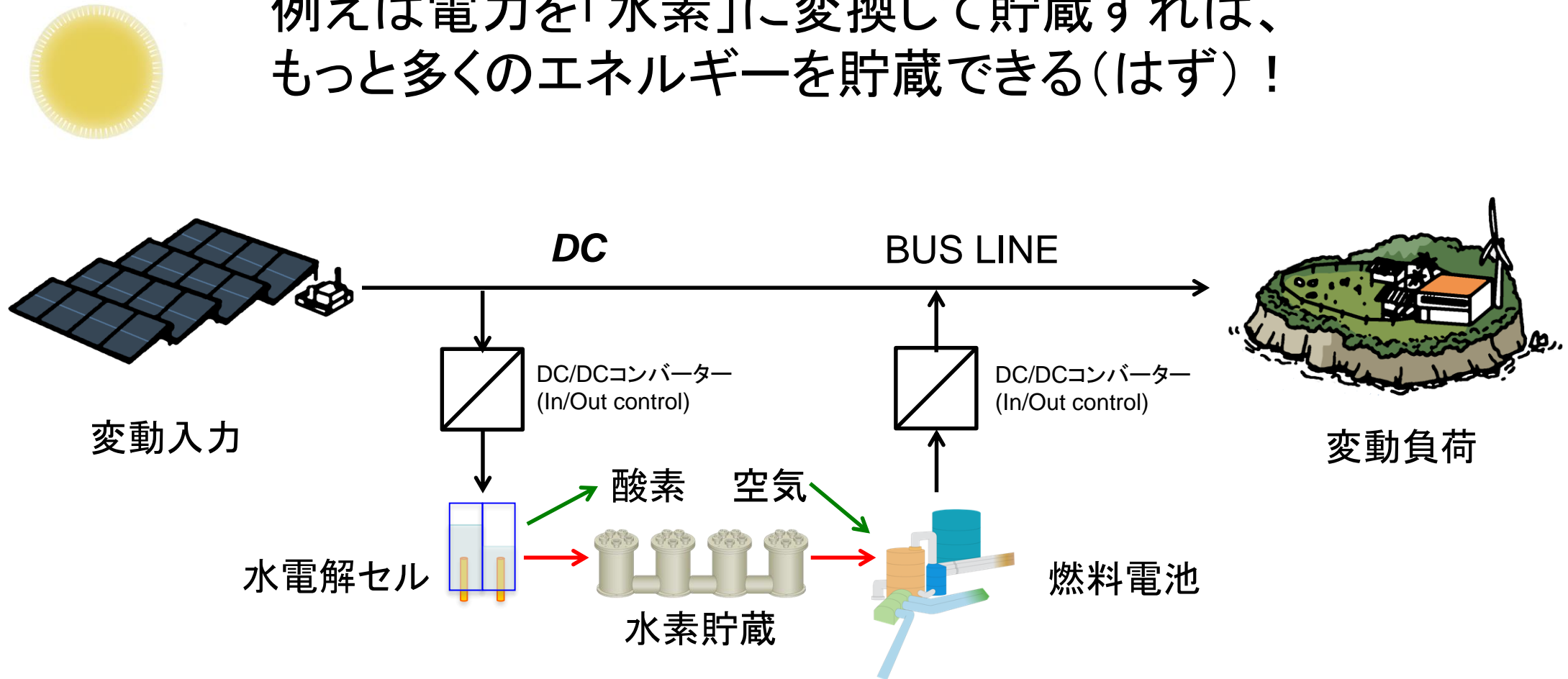
最も簡単な電力平準化方法  
(ユーザー・オン・デマンド供給方法)  
蓄電池で貯蔵する！！



簡単だが、  
エネルギー貯蔵量に比例して蓄電池が必要...。

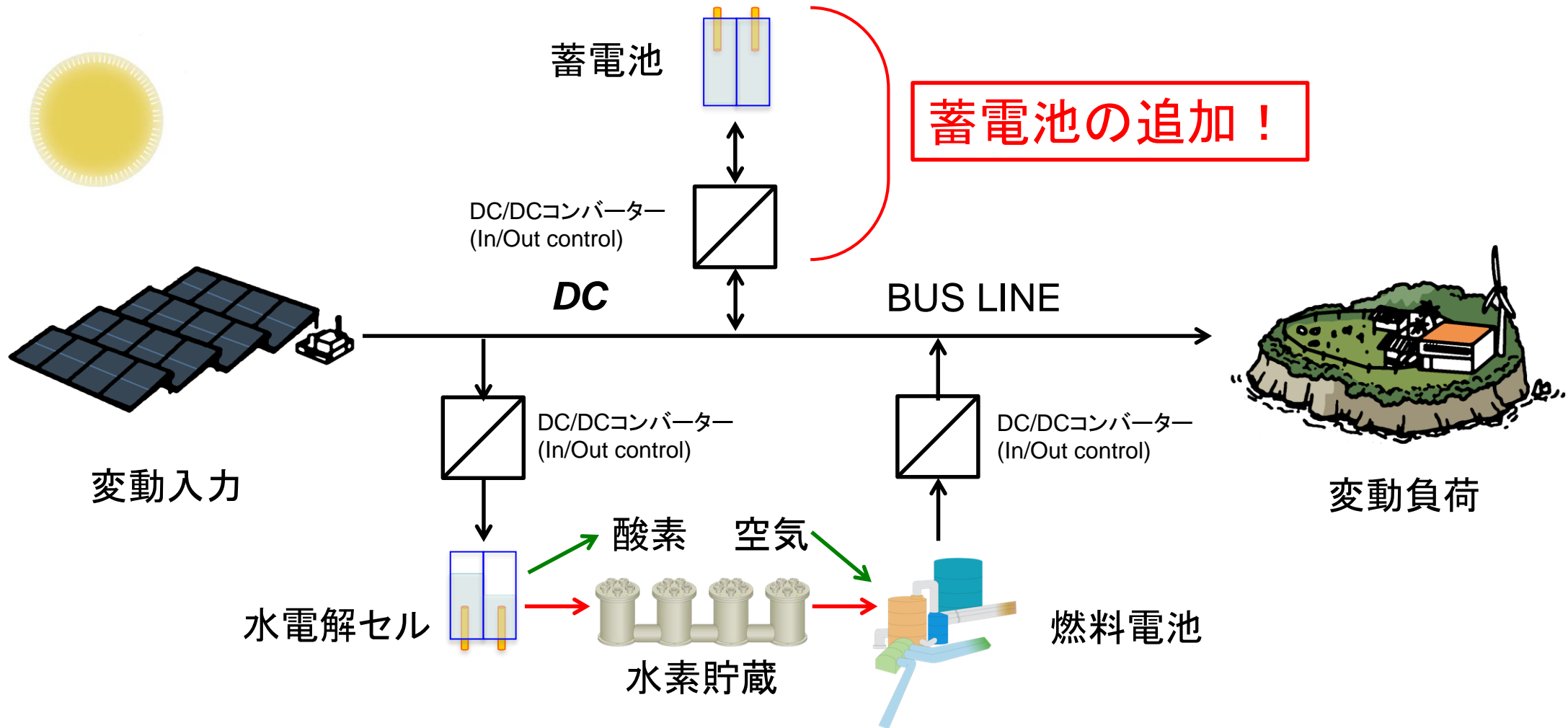
# もっとエネルギーを貯蔵するには...

例えば電力を「水素」に変換して貯蔵すれば、  
もっと多くのエネルギーを貯蔵できる(はず)！



大容量貯蔵は可能だが、水電解セルや燃料電池の  
反応速度が遅く、高速変動について行かない！

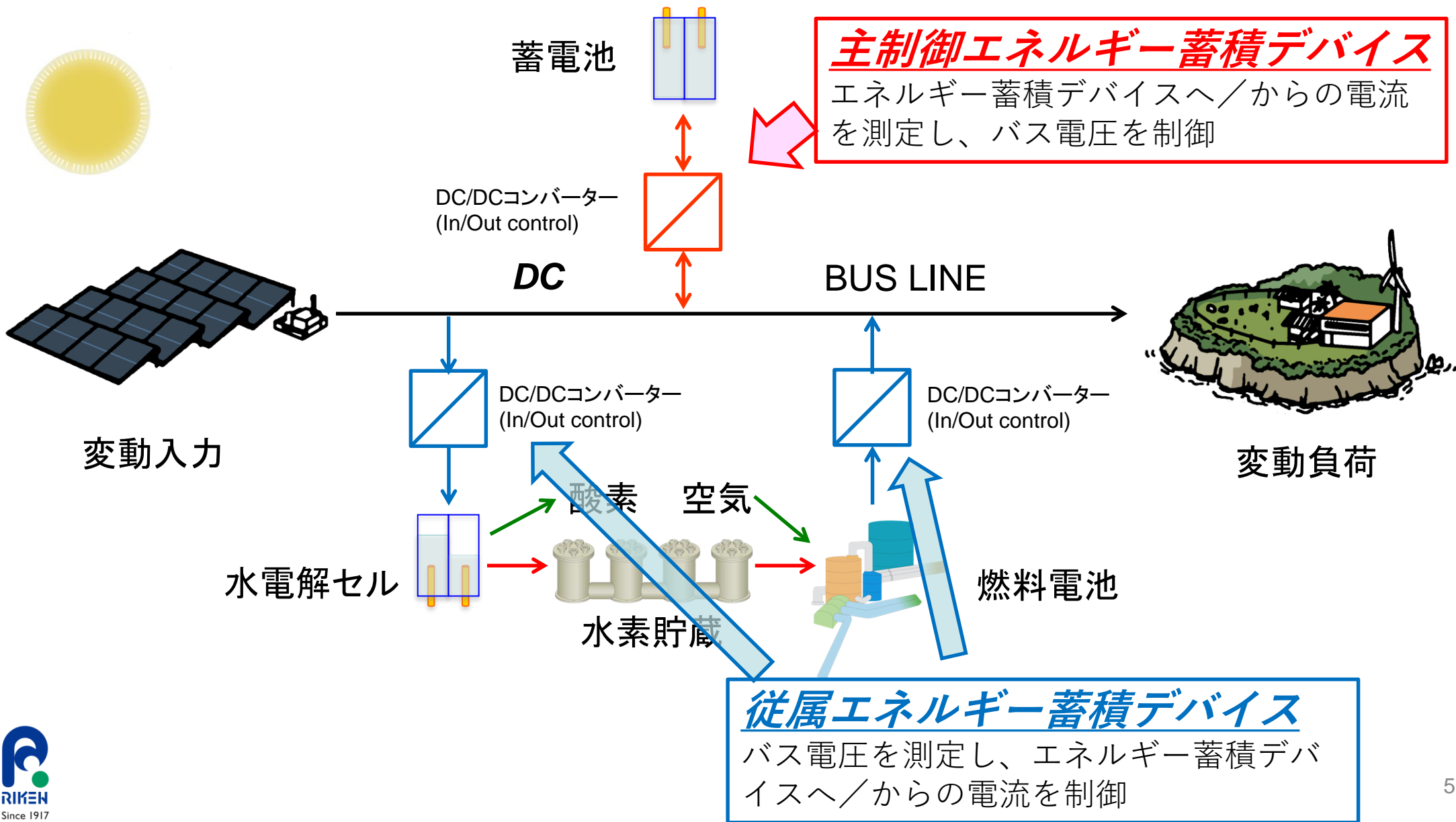
# 高速変動に対応可能なシステムへ



高速応答は蓄電池、大容量貯蔵は水素  
電力合流が存在: 制御はどうする??

# 制御方法の提案

## Modified DC-Bus Control System

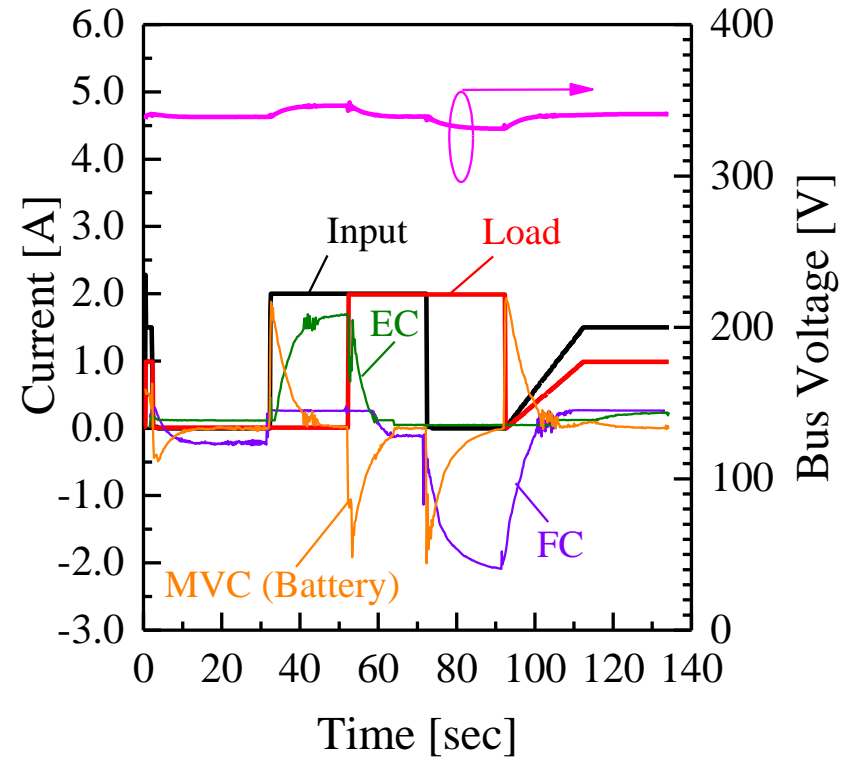


# 制御の結果（実際の動作）

## • 実動作の結果から

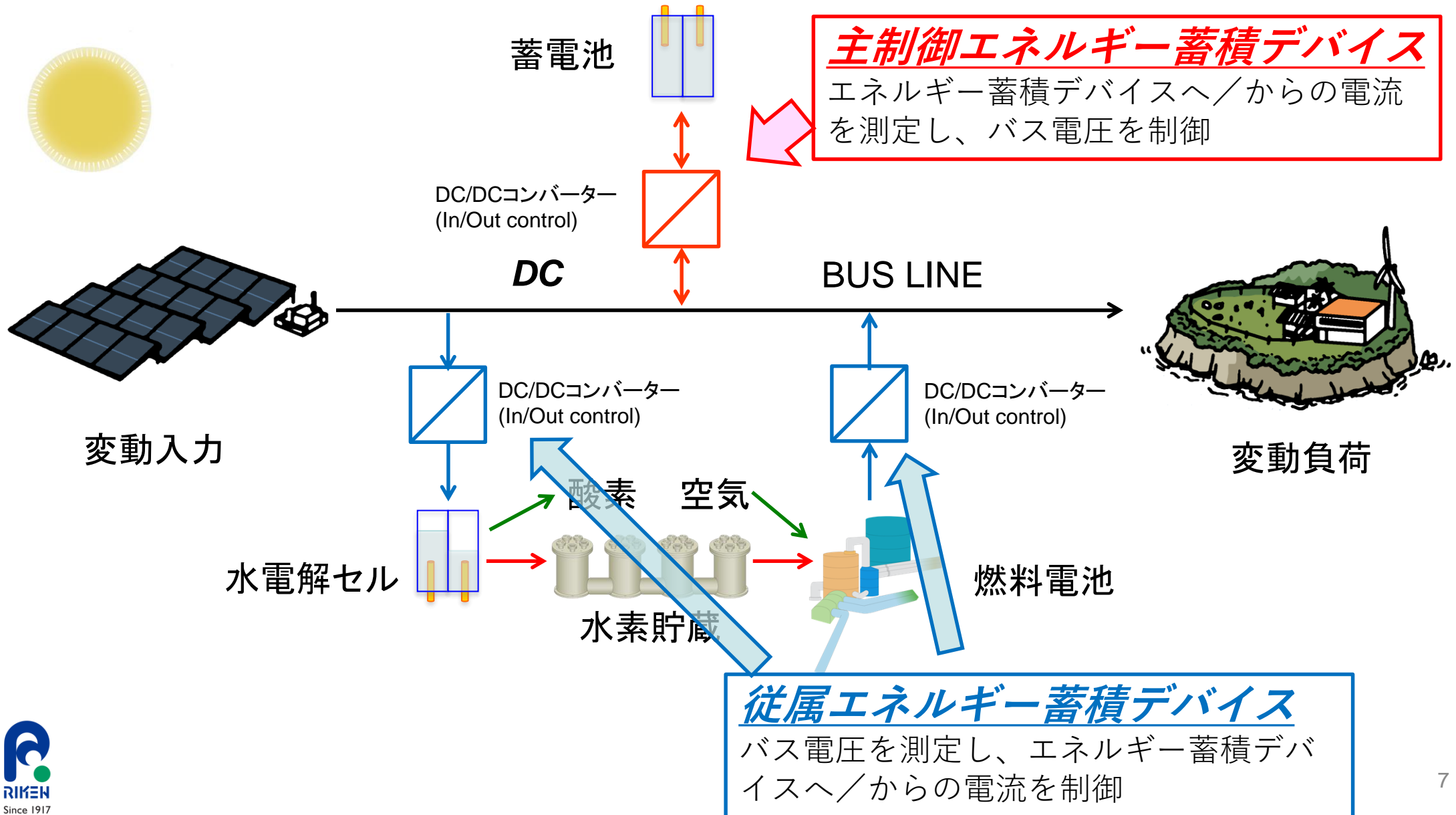


システムへの入力電流を“-”、  
システムからの出力電流を“+”



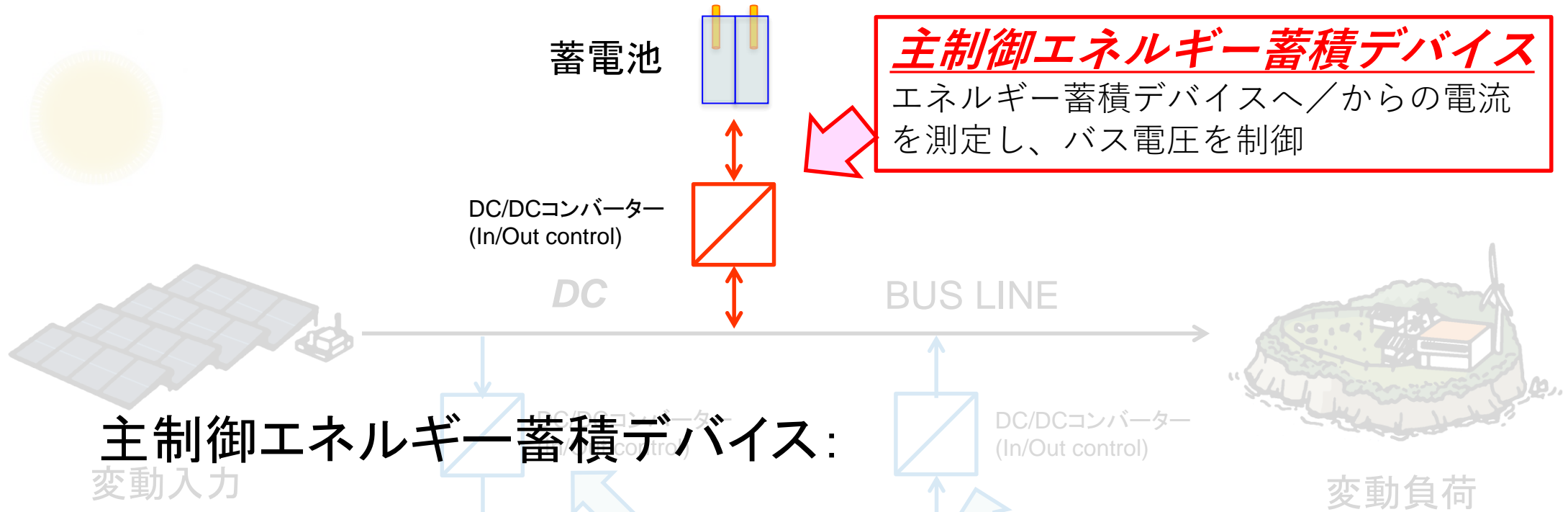
- 予想通りの動作を確認
  - バッテリーが急激な変化を吸収
  - その後に燃料電池や水電解セルが動作を開始

# 問題点：電池の蓄電量は？





# 問題点：電池の蓄電量は？



**主制御エネルギー蓄積デバイス**

エネルギー蓄積デバイスへ/からの電流を測定し、バス電圧を制御

主制御エネルギー蓄積デバイス:

変動入力

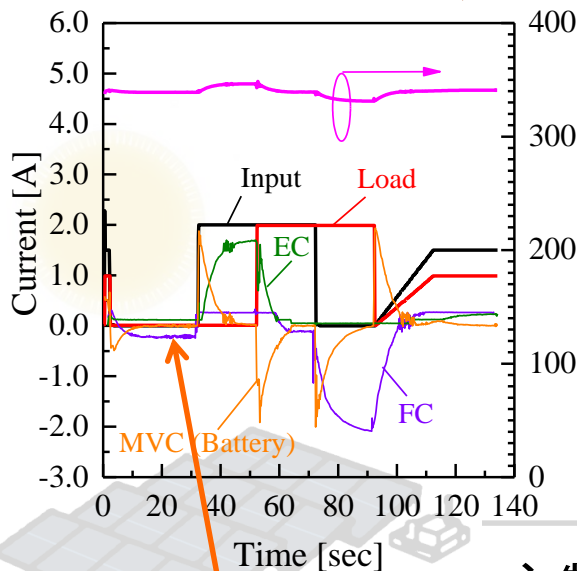
高速応答のみを担うため、蓄電する容量はそれほど必要ないが、常に蓄電量 (State of Charge: SoC) を50%程度に保つ必要がある。

→ SoCを知る方法がない

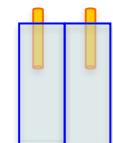
**従属エネルギー蓄積デバイス**

バス電圧を測定し、エネルギー蓄積デバイスへ/からの電流を制御

# 解決方法：電池の蓄電量測定



蓄電池



**主制御エネルギー蓄積デバイス**

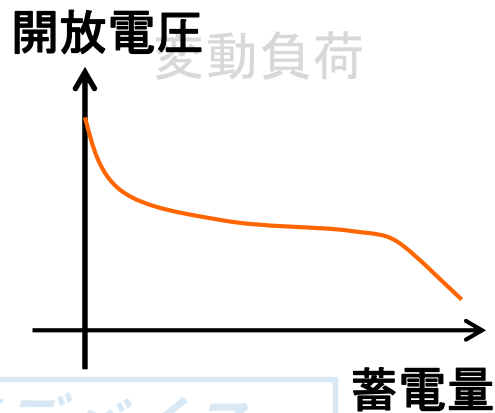
エネルギー蓄積デバイスへ/からの電流を測定し、バス電圧を制御

DC/DCコンバーター  
(In/Out control)

DC

BUS LINE

主制御エネルギー蓄積デバイスは高速応答を担うため、システムにおいて電力変動がない場合など、蓄電池の入出力電流がゼロになる時間が存在



電流ゼロの時間帯に蓄電池の電圧(開放電圧)を測定することで電池の蓄電量を推定する

**SoCを測定する方法を見出した**

システム上の変動がない時間帯は電池への入出力電流がゼロ

# 従来技術とその問題点: SoC

- 蓄電池を利用するシステムは、往々にして、その蓄電量 (SoC) を知る必要がある。
- 蓄電量は電池の電圧から類推することは可能であるが、電圧は電池の入出力電流量によっても変化してしまう。
- よって、**電池の正確な蓄電量を類推することは不可能であった。**

# 新技術の特徴：SoC

- 定常状態では電池の**入出力電流がゼロになる**。  
通常システムでは定常状態となる時間帯が存在すると期待でき、この間の（電流ゼロの状態は開放電圧とみなせるので）**バッテリー端子電圧を制御に取り込むことで、電池の蓄電量も同時に制御**することが可能になった。
- これにより、電池の充電量の飽和・枯渇を避けシステムに最適な蓄電量を維持することで長期の動作が可能になった。
- このような蓄電量の類推動作を行う種々のシステムに応用可能。

# 想定される用途(システム全体)

- 変動する自然エネルギー発電のエネルギー貯蔵応用による**ユーザー・オン・デマンド**供給。
- **自立電力エネルギー源**(特に、山間部や離島などのグリッド電源供給が難しい地域や、災害時の電力供給源としての利用、など)。
- 大規模でない**電力平準化**(電力のピークカットなど)。

# 実用化に向けた課題(システム全体)

- 現在、制御安定性(太陽電池を電源とした場合で3日間の安定運転は確認)は確認。この間、主制御装置のバッテリーの蓄電量は安定している。
- 長期間の安定性とエネルギーバランス制御、及び、エネルギー入出力のデバイスのバランス(貯蔵水素の飽和・枯渇の制御)については今後の検討課題。
- 実用化に向けて重要な、安全な水素貯蔵デバイスについては水素貯蔵材料の適用を検討予定。

# 企業への期待

- 自然エネルギーを現実的なエネルギー源とするための材料・デバイス・システム・応用に興味をお持ちの方に、
- 自然エネルギーをエネルギー源とする不安定な電源の安定化をお考えの方に、
- **材料・デバイスの洗練・高効率化**
- **システム制御のさらなる高度化**
- 共同で、試作・実用性評価を行ってくださることを期待します。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 直流バス制御システム
- 出願番号 : 特願2020-064292
- 出願人 : 国立研究開発法人 理化学研究所
- 発明者 : 津野克彦、藤井克司、小池佳代、  
和田智之



# 参考文献

## <特許>

- 山下大之、他、PCT/JP2018/043064 (2018/11/21)、理化学研究所、「直流バス制御システム」

## <論文等>

- D. Yamashita et al., Int. J. Hydrogen Energy 44 (2019) 27542.
- 藤井克司、他、えねるみくす 98 (2019) 240.

## <解説記事>

- 藤井克司、他、クリーエネルギー 2019.02, 25.
- 小池佳代、他、ケミカルエンジニアリング 2019.12, 19 (811).

# お問い合わせ先

理化学研究所 科技ハブ産連本部  
産連連携部 産業連携推進課

株式会社理研鼎業 ライセンス部

email t-soudan @ riken.jp