

直流による地産地消システムでの 太陽光発電の最適運用技術

金沢工業大学 工学部 電気電子工学科
教授 泉井 良夫

令和3年2月25日

背景

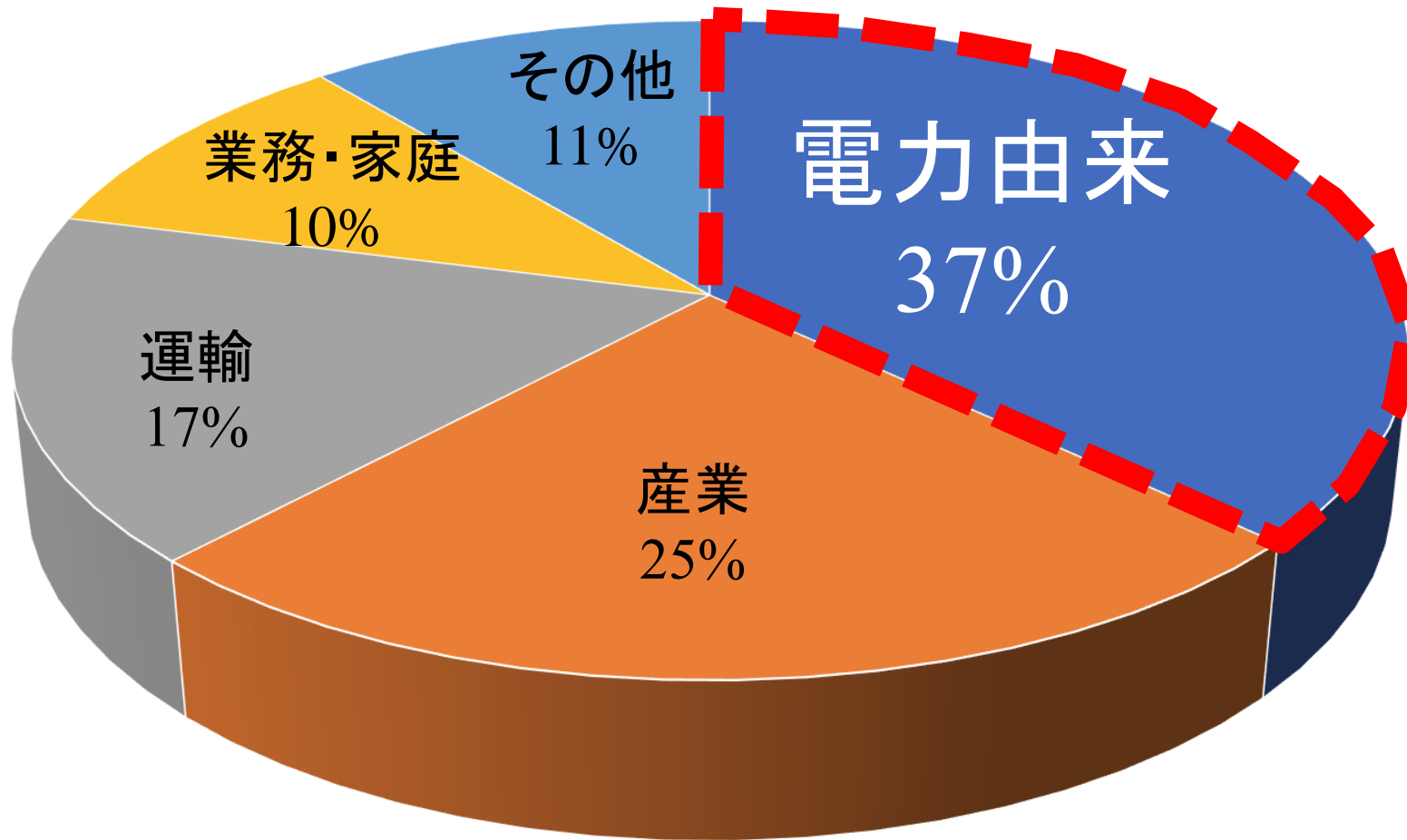
2050年カーボンニュートラルに伴う グリーン成長戦略 令和2年12月

本年10月、菅内閣総理大臣は2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを宣言しました。

これを踏まえ、経済産業省が中心となり、関係省庁と連携して「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定し、本日（令和2年12月25日）の成長戦略会議で報告しました。

この戦略は、菅政権が掲げる「2050年カーボンニュートラル」への挑戦を、「経済と環境の好循環」につなげるための産業政策です。

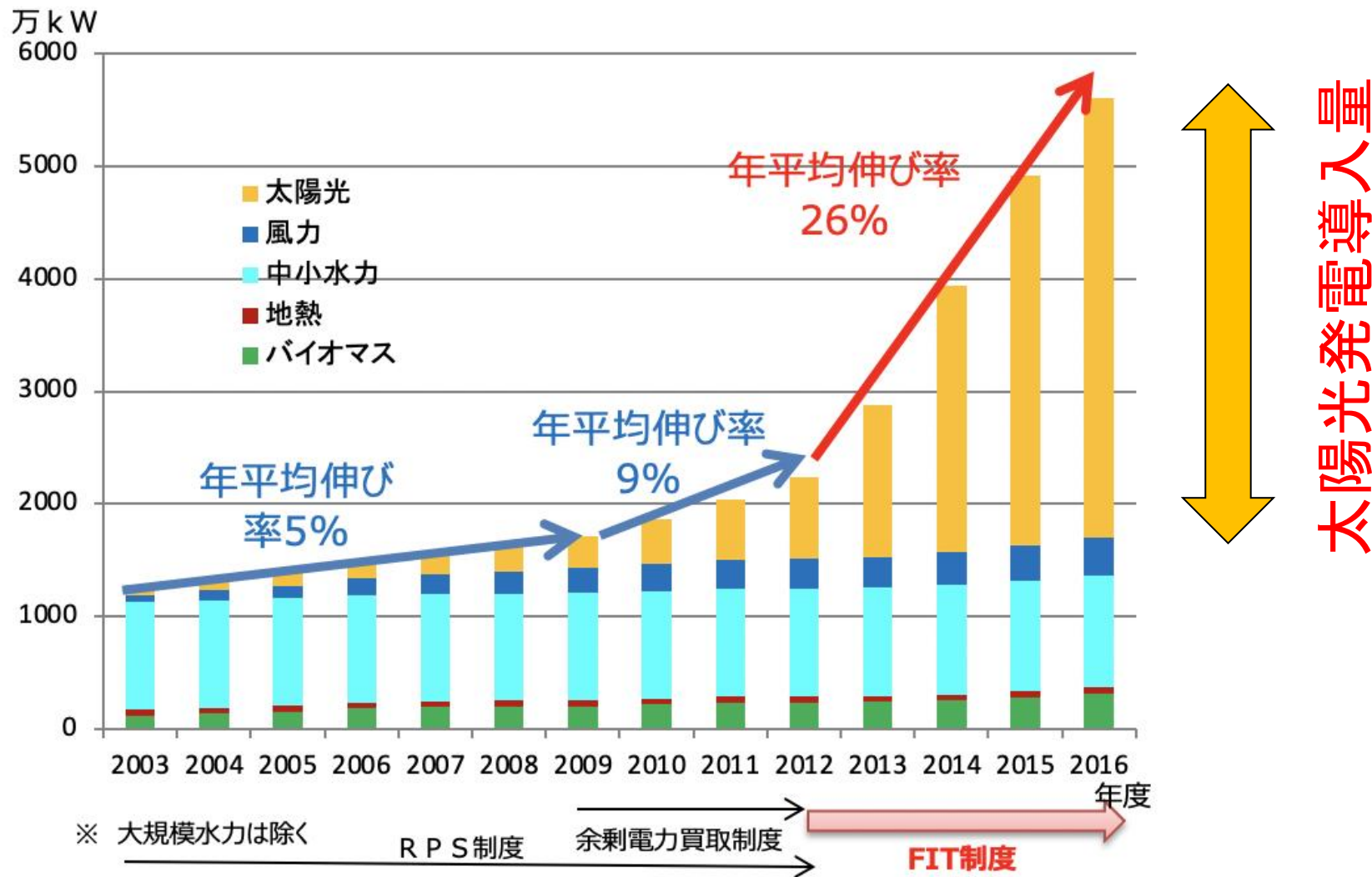
CO2の部門別排出割合



電力部門の脱炭素化は大前提

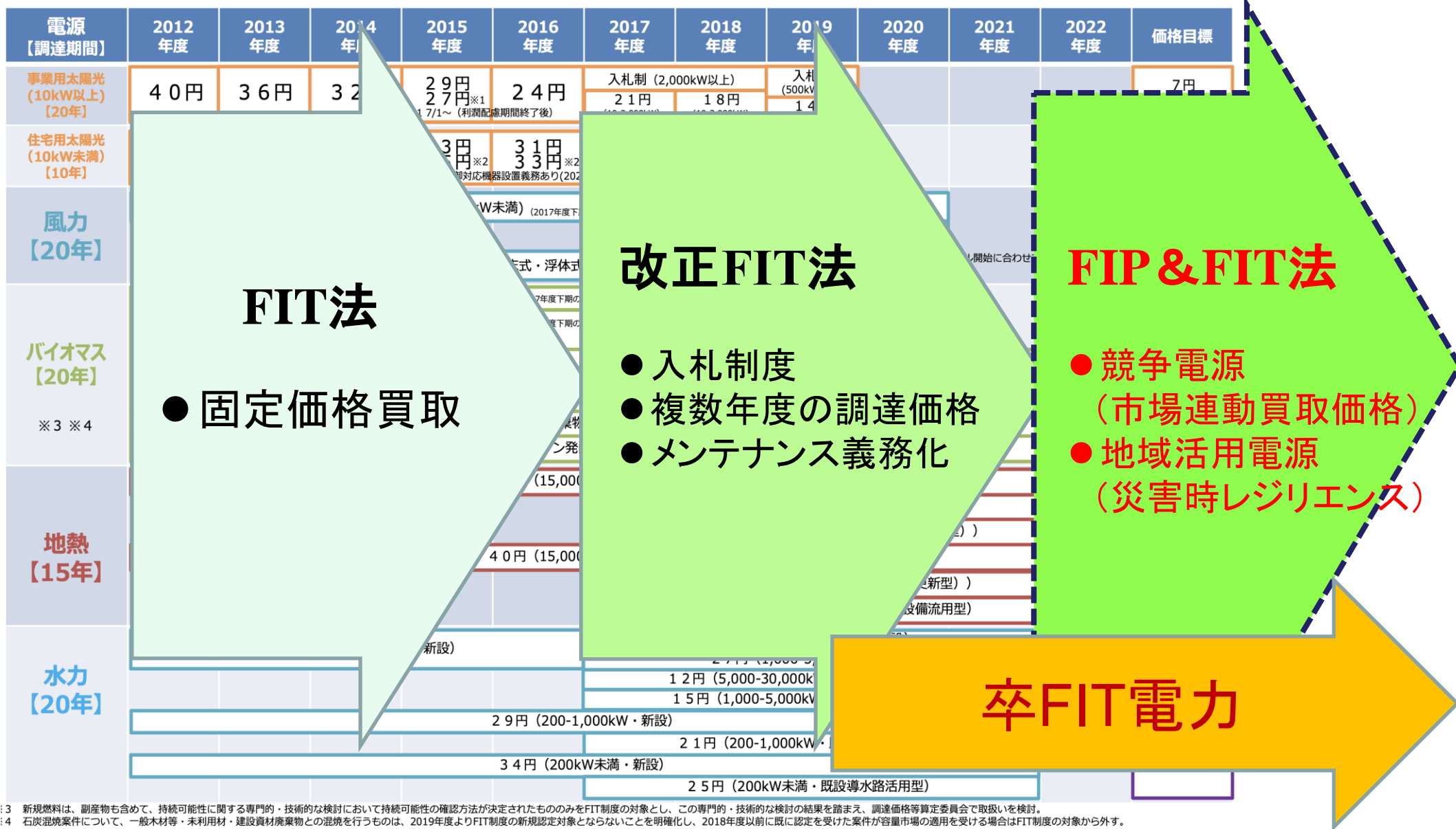
項目	内容
再エネ	最大限導入。系統整備、蓄電池 →洋上風力・蓄電池産業成長分野に
水素発電	供給量・需要量の拡大、コスト低減 →水素産業を創出
火力 +CO2回収	火力は最低限必要、使わざるを得ない →カーボンリサイクル・燃料アンモニア産業の創出
原子力	安全性向上、次世代炉 →可能な限り依存性は低減しつつも、 引き続き最大限活用 →安全性に優れた次世代炉の開発

太陽光発電は、既に相当量導入済み



(JPEA出荷統計、NEDOの風力発電設備実績統計、包蔵水力調査、地熱発電の現状と動向、PRS制度・固定価格買取制度認定実績等より資源エネルギー庁作成)

太陽光発電(小規模)は地産地消活用へ



※3 新規燃料は、副産物も含めて、持続可能性に関する専門的・技術的な検討において持続可能性の確認方法が決定されたもののみをFIT制度の対象とし、この専門的・技術的な検討の結果を踏まえ、調達価格等算定委員会にて取扱いを検討。
 ※4 石炭混焼案件について、一般木材等・未利用材・建設資材廃棄物との混焼を行うものは、2019年度よりFIT制度の新規認定対象とならないことを明確化し、2018年度以前に既に認定を受けた案件が容量市場の適用を受ける場合はFIT制度の対象から外す。一般廃棄物その他バイオマスとの混焼を行うものは、2021年度よりFIT制度の新規認定対象から除き、2020年度以前に認定を受けた案件が容量市場の適用を受ける場合はFIT制度の対象から外す。

コロナ禍と再エネの地産地消

		影響	対応と今後の課題
消費側	分散型	<p>が集約型から分散型にシフト(固定オフィス・家庭・シェアオフィス等)</p> <p>の減速(通勤、出張、会議等)</p> <p>に伴う需要の増大</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 新たな日常・生活様式・企業活動を踏まえた、「with COVID-19」のエネルギー需要高度化・全体最適化に向けた取り組みの検討
	グリーンリカバリー	<p>● プロセスの生産の一部の国内回帰等</p> <p>を中核としたグリーン成長戦略の推進</p> <p>を中核としたグリーン成長戦略の推進</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギー転換(電化、水素化など)の支援・推進
供給側	脱炭素化	<p>● 化石燃料の減少</p> <p>の削減</p> <p>の削減</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギー・環境イノベーション投資が計画的に実行される更なる整備、デジタル化の促進
	国産エネルギー	<p>● 国産エネルギーの重要性の高まり</p> <p>の分業化・ブロック化などの懸念もある中、国産エネルギーの重要性の高まり</p> <p>のほか、感染が発生/拡大すると供給サイドの操業に悪影響を与える可能性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 脱炭素エネルギー供給の更なる導入 ● エネルギーレジリエンスの一層の強化

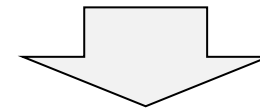
再エネによる
地産地消

再生エネによるエネルギーの地産地消



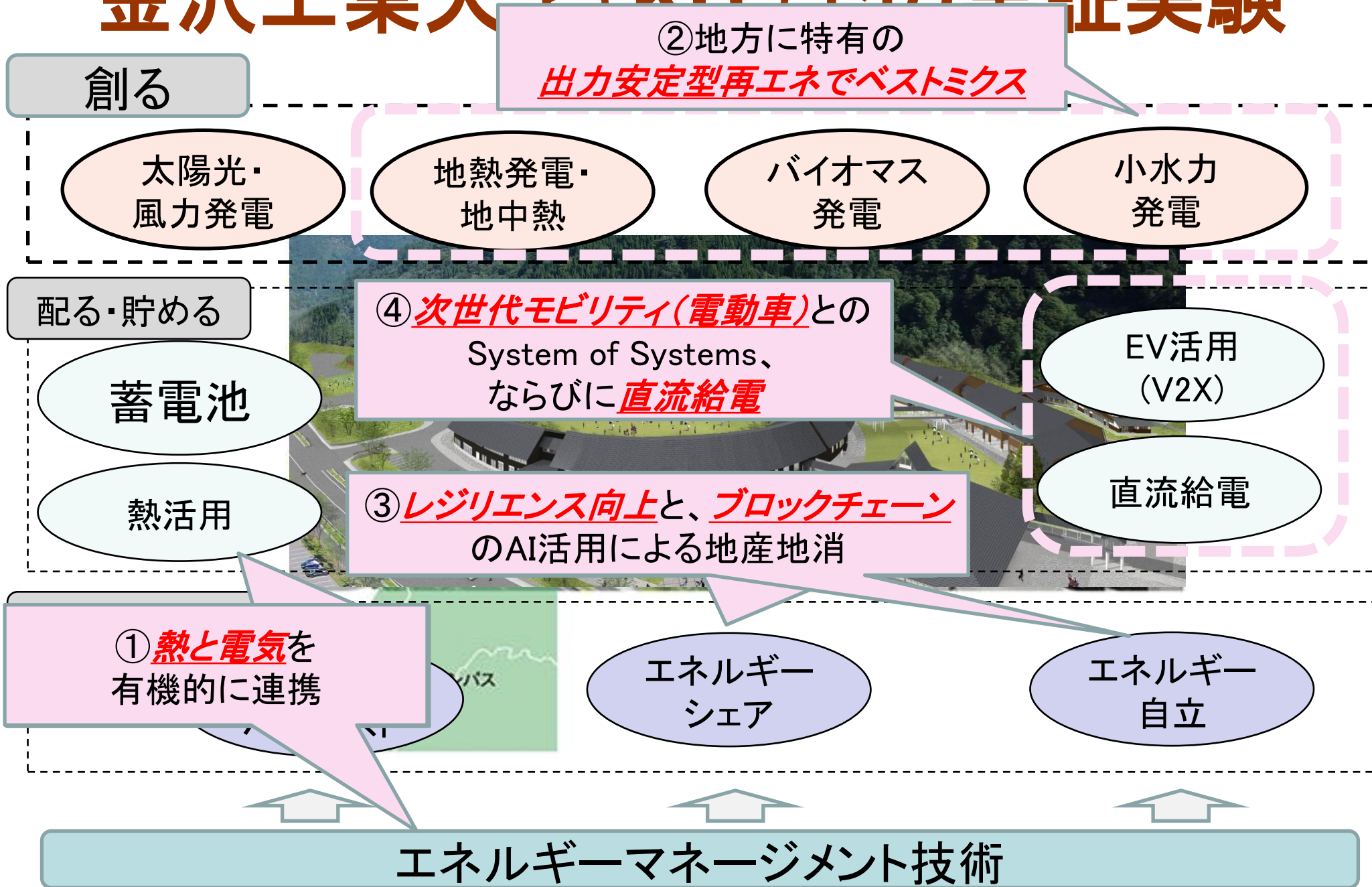
太陽光発電システム

- 直流で発電
- 蓄電池も直流
- 電気自動車も直流
- 直流は停電しにくい



直流マイクログリッドで
地産地消を実現

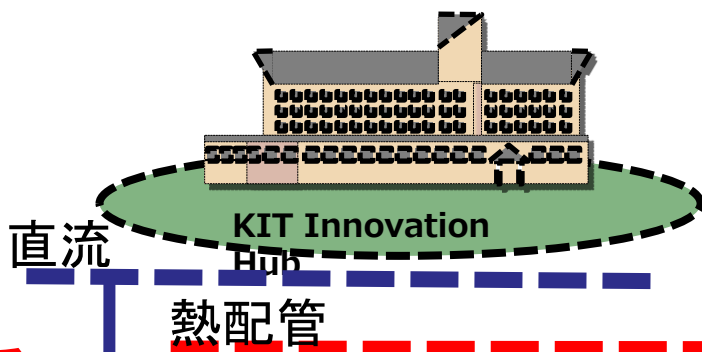
金沢工業大学 (KIT) での実証実験



KIT実証実験／ロードマップ

(3)地域レベルの
エネルギー縮図モデル

(2)ビルレベル(公民館等)のエネルギー縮図モデル



(2) 規模を拡大

- ・大容量直流システム
- ・大容量バイオマス
- ・温度差(バイナリー)発電
- ・直流負荷(照明、空調)
- ・複数EV連携、再エネ水素

(3)直流を連系

(1)住宅レベルのエネルギー縮図モデル



(1)-① 直流システム

- ・太陽光
- ・蓄電池

(2)-② 熱と電気の活用

- ・熱利用
- ・バイオマス発電



(2)-③ 再生エネ増強

- ・小型風力発電、熱電発電



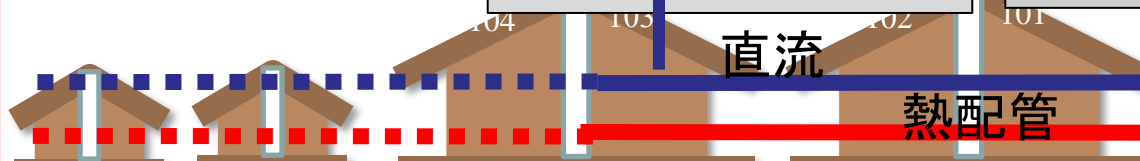
(1)-② EV連携

- ・双方向パワコン



(2)-③ 複数コテージ

- ・熱と電気のシェアモデル



KIT実証実験／白山麓キャンパス



コテージ全景



白山麓キャンパス全景

KIT実証実験／コテージ内部



エアコン
(電気負荷)

コテージ内部(2F寝室)

ファンコイル
(熱負荷)

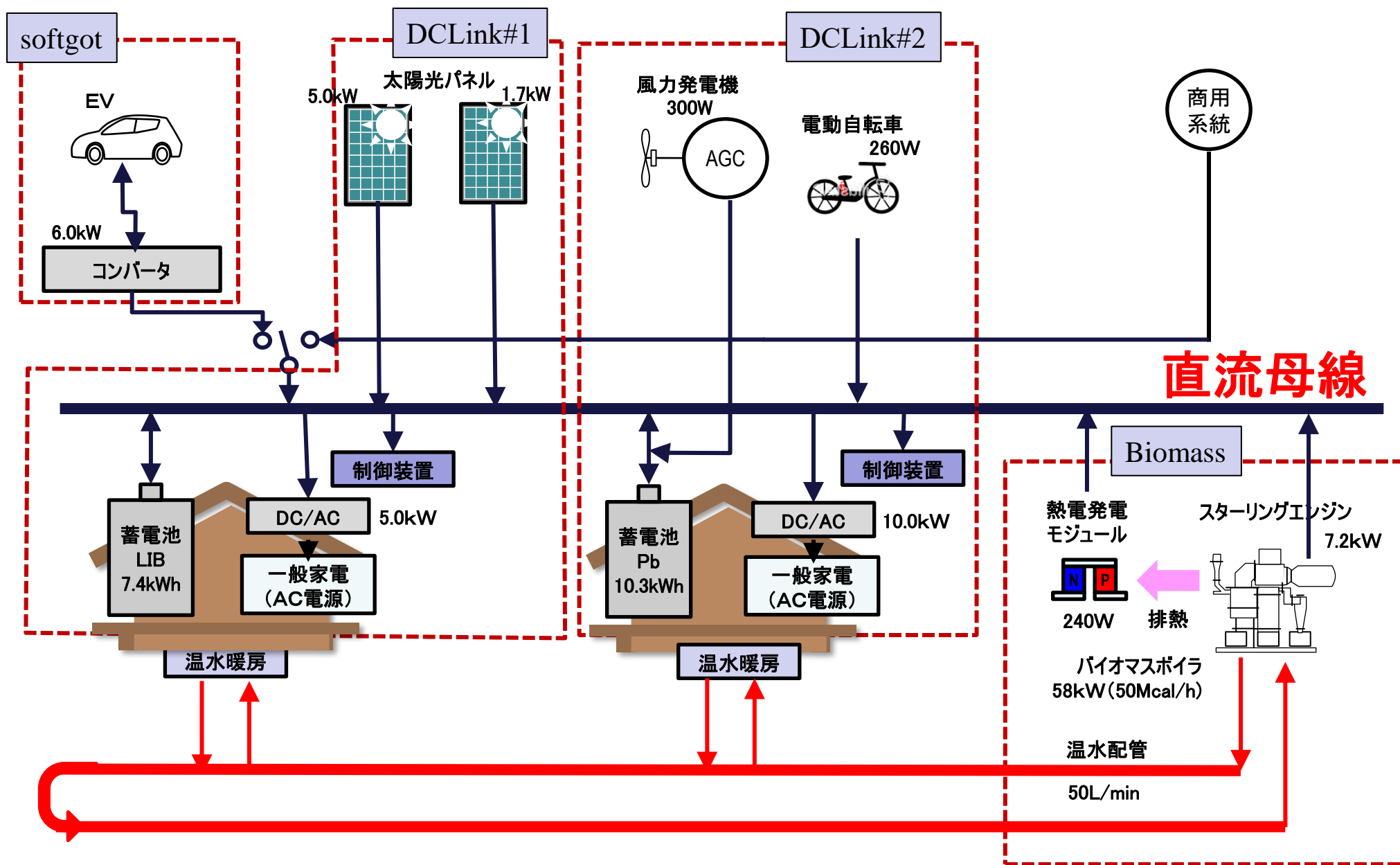
コテージ内部
(2Fから1Fを見た場合)

KIT実証実験／再エネ関連設備



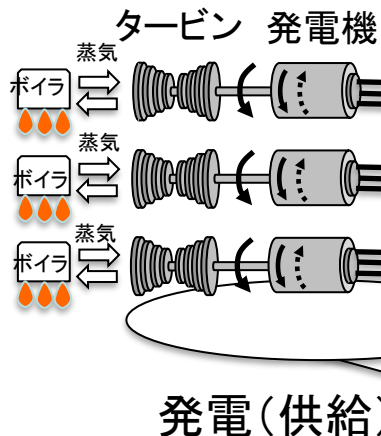
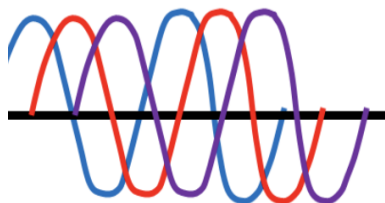
エネルギーシェア

KIT実証実験／システム構成



KIT実証実験／直流システムの特徴

交流システム

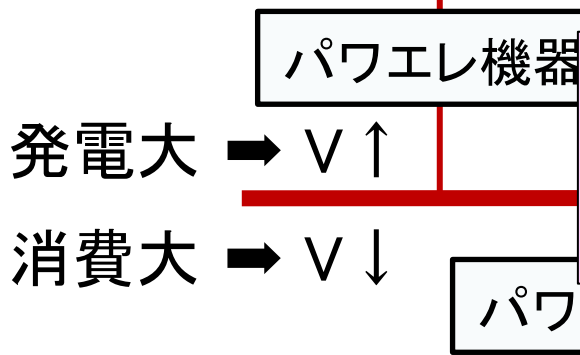
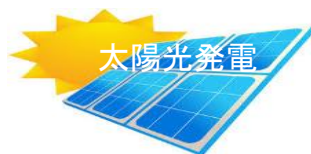
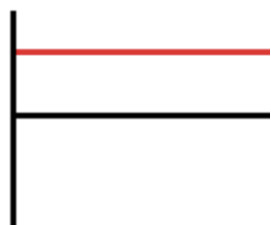


- 需給バランスは発電機の回転数
- ちょっと狂うと停電になりやすい

50Hz ± 0.1Hz
(0.2%の精度)

消費(需要)

直流システム



- 需給バランスは直流の電圧偏差
- 多少ではパワエレ機器は動作する

380V ≥ 360V ≥ 300V
(上5%、下17%の精度)

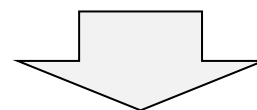


太陽光発電と地産地消



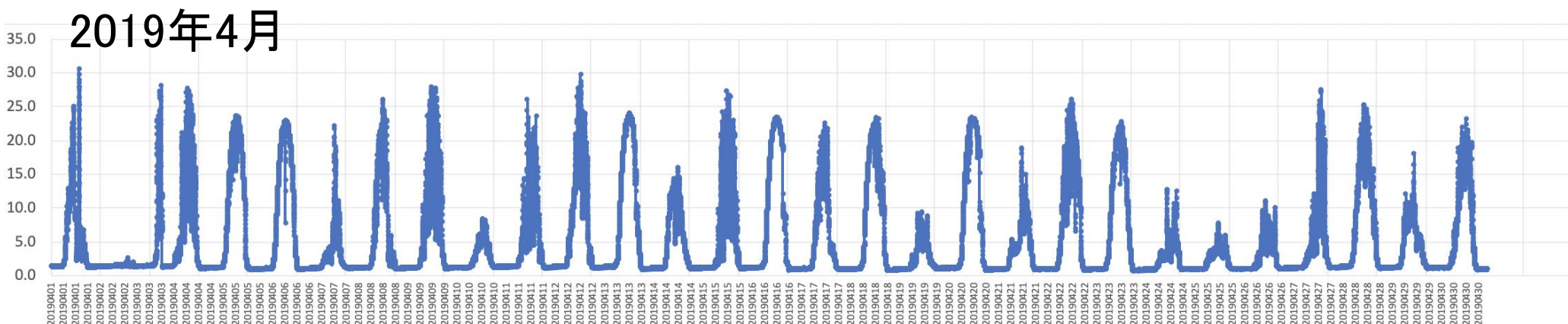
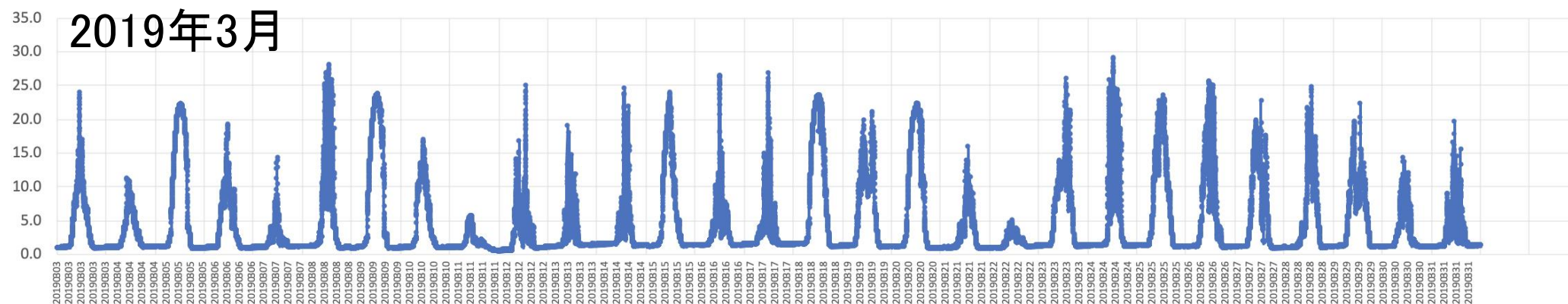
太陽光発電システム

- 発電量が変動
- 不具合が判別しにくい



地産地消の
最適運用への障害

太陽光発電の発電出力量(例)



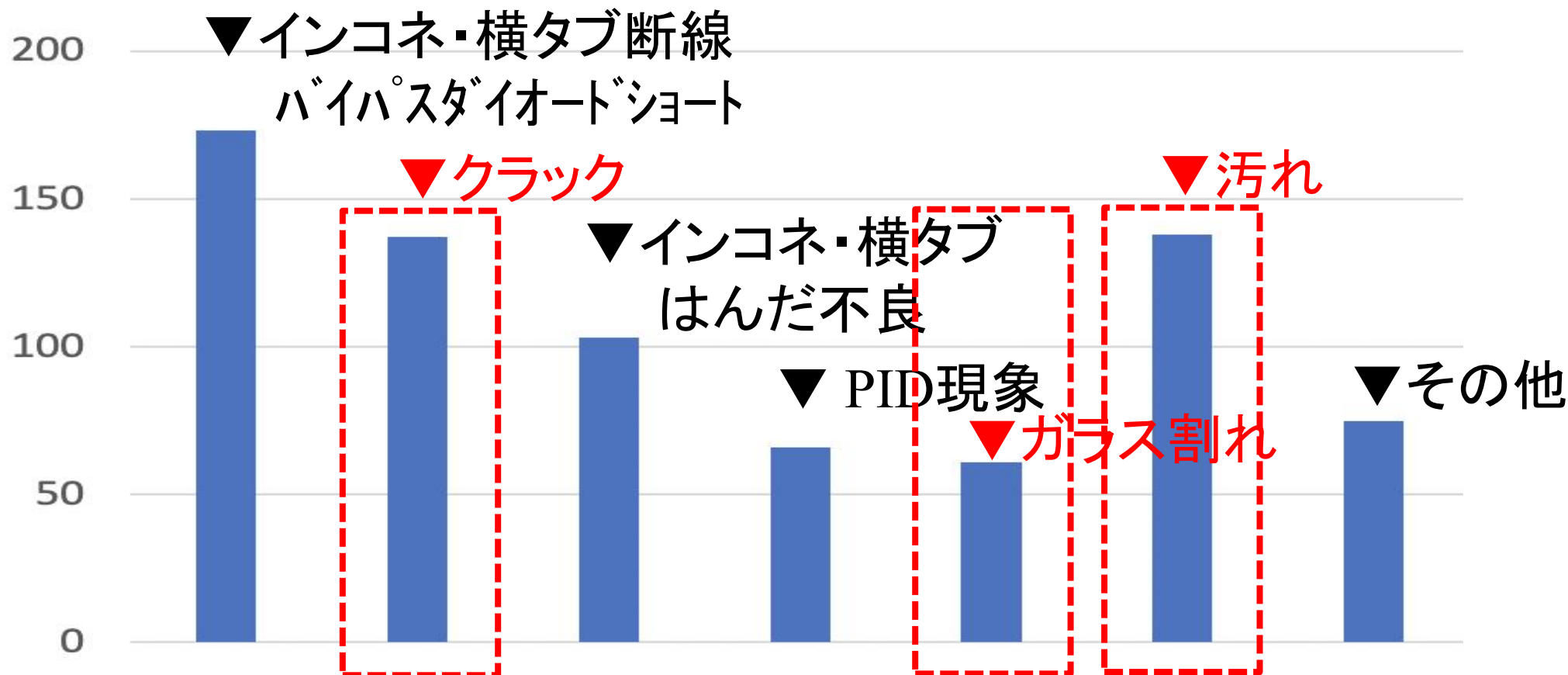
このデータから不具合が判別できるのか？

太陽光発電の不具合(異常)例

異常(不具合)名称		要因(推定)
1	クラック	製造工程における初期不良や、輸送・設置工程で、衝撃が加わることによるセル割れの発生
2	ガラス割れ	主に、落石等外的要因
3	汚れ	鳥の糞や火山灰、工場粉塵等に起因するガラス表面の汚れ
4	インターコネクト・横タブの断線	製造工程で発生する初期不良
5	インターコネクタ・横タブのハンダ不良	製造工程で発生する初期不良
6	バイパスダイオードショート	何らかの要因により、常時バイパスダイオードが起動して過熱状態となり、故障する
7	PID現象 (Potential Induced Degradation)	太陽電池セルとそれを支える金属フレームなどの間で漏れ電流が発生

太陽光発電の異常(不具合)例

- 検査ストリング: 43,973本(発電所105箇所)
- 出力低下検出: 615本(発電所54箇所)



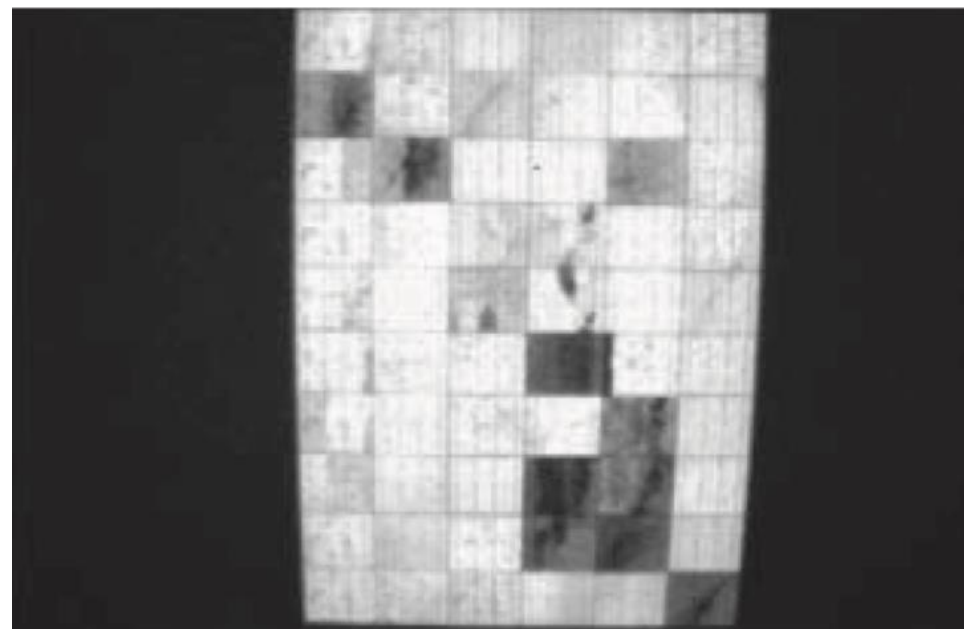
太陽光発電の検査・診断方法(代表例)

EL (Electro Luminescence) 検査:

- 太陽電池セルは電流を流すと発光する
- 発電とは逆方向に、直流電圧を印加して電流を流す
- 不具合箇所は発光しない。近赤外カメラで撮影し特定



現場でのEL検査風景



クラックが発生したモジュール

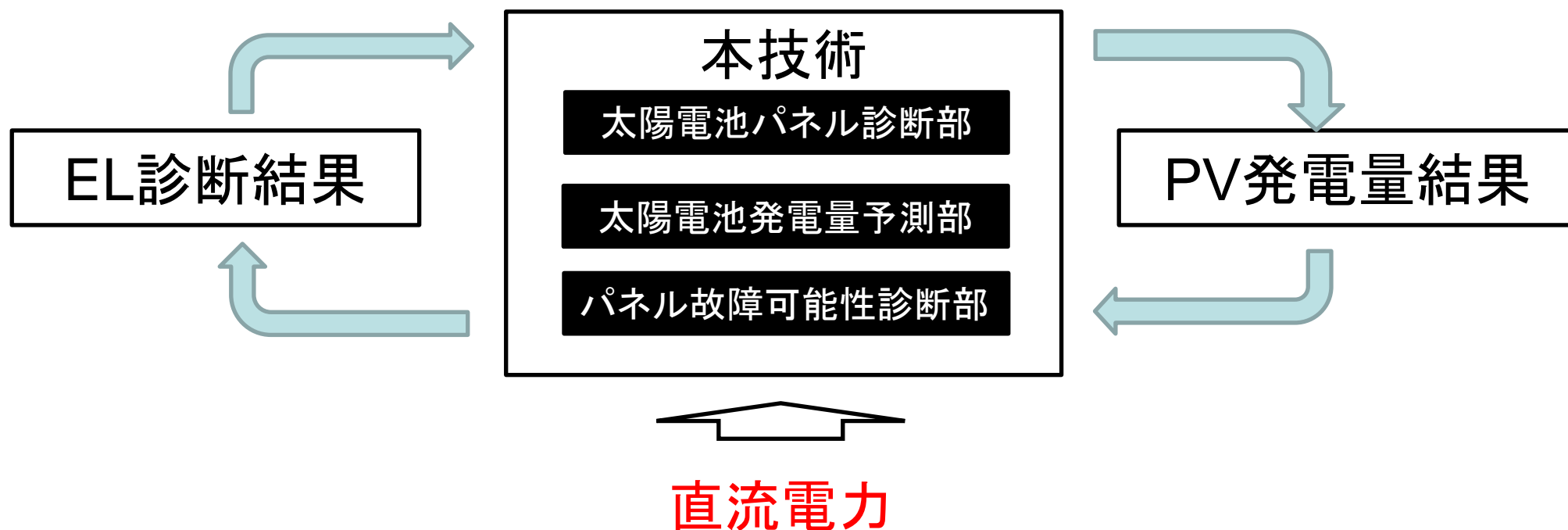
従来技術(従来EL法)の課題点

- 太陽光発電システムはAC系統に接続
- このため、直流を逆流させるためには、
 - ✓ 検査業者を予約
 - ✓ 一旦、システムを停止
 - ✓ 直流電源を太陽光発電システムに接続(手作業)
 - ✓ 検査・診断を実施
 - ✓ 検査機器を取り外して(手作業)、システム復旧

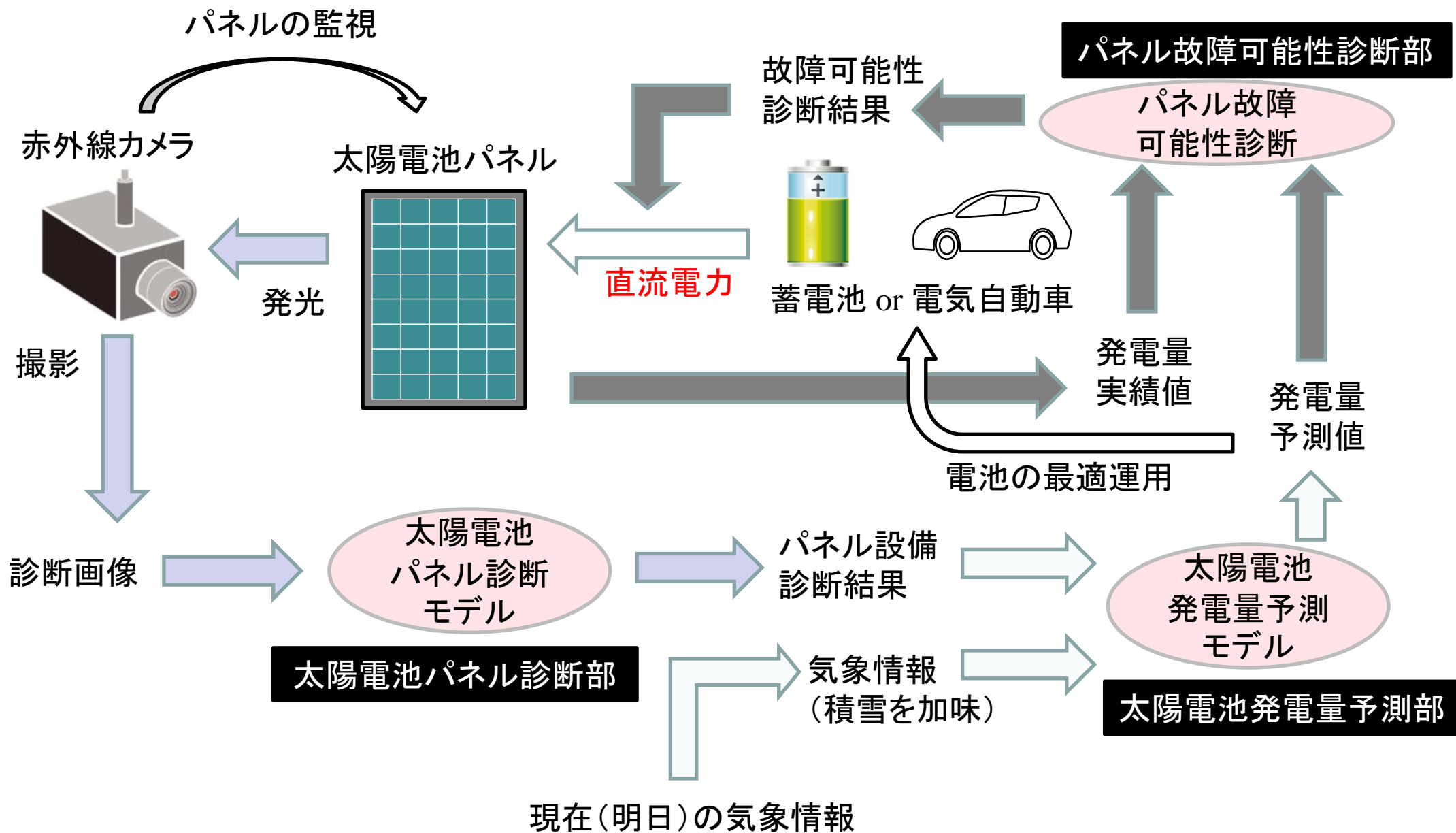
新技術の特徴

- 太陽光発電システムはDC系統に接続
- このため、瞬時に直流を逆流できる
 - ✓ ほぼ常時、オンデマンドで検査・診断が可能
- 太陽光発電予測システムと連携
 - ✓ 発電量の予想と実績 ⇒ 不具合を推定
 - ✓ 不具合発電低下分 ⇒ より正確な発電量予測
- 人工知能で検査・診断をより正確に
 - ✓ 少ない不具合データで自己学習

新技術の概要（機能ブロック）



新技術の概要 (システム構成)



想定される用途

- 卒FIT関連システム (DC、AC)
 - ✓ 太陽光発電システムの自家供給システム
- 地産地消エネルギー供給システム
 - ✓ マイクログリッド システム (DC、AC)
 - ✓ オフグリッド電力供給システム (DC、AC)
- DC電力供給システム
 - ✓ DCビル、DCハウスなど

実用化に向けた課題

- 現在は、机上検討レベル
- 今後、実証実験を検討
 - ✓ 金沢工業大学、白山麓キャンパス、エネルギー
マネジメント実証実験システムを想定
- 精度検証が必要
 - ✓ 検査・診断、さらには最適運用制御など

企業への期待

- 本技術の適用を検討頂きたい
 - ✓ 卒FIT太陽光発電システム、オフグリッドシステム、マイクログリッドシステム、特にDCシステムを実装、あるいは検討中の企業様
- 本技術の実証検証を共同研究頂きたい
 - ✓ 金沢工業大学、白山麓キャンパス、エネルギーマネージメントシステム実証実験システムを想定

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 太陽光発電システム、太陽光発電管理方法、及日プログラム
- 出願番号 : 特願2020-2000046
- 出願人 : 金沢工業大学
- 発明者 : 泉井良夫、夏梅大輔、田畑浩数、西田義人、松井康浩

産学連携の経歴

- 本件は、これまでに産学連携は実施していない
- JST事業としても実施していない

お問い合わせ先

金沢工業大学

産学連携局 産学連携東京分室

TEL 03 - 5777 - 1964

FAX 03 - 5777 - 1965

e-mail iuctky@mlist.kanazawa-it.ac.jp



金沢工業大学

