

## はじめに

東日本大震災および東京電力福島第一原子力発電所の事故により、国のエネルギー政策の見直しやそれに伴う再生可能エネルギーへの期待と推進の機運が高まり、国や被災地の復興施策においてもその必要性が問われている。

具体的には、国の「東日本大震災からの復興の基本方針（H23.7.29）」では再生可能エネルギー関連産業の集積、福島県の復興ビジョン（H23.8）においては、再生可能エネルギーのプロジェクトの推進といったように、再生可能エネルギーは復興計画の重点項目であり、推進・普及、関連産業の雇用創出が復興のカギを握っている。

このような背景のもと、本校が工業分野をもつ被災地の専門学校として、被災地の復興に必要な人材――再生可能エネルギーの知識と技術を持った若い技術者を輩出することが、教育機関としての使命であり今の福島に必要なことである。

事業の核となる試行講座では再生可能エネルギーの中の太陽光発電と風力発電に焦点を当て、学科と実習を行った。この分野はまだ教育のプログラムが確立されておらず、文字通り試行錯誤の中、内容の構築をして行った。これは推進協議会・分科会の委員の皆様をはじめ、大学、企業、地元自治体の方々の協力がなければ成し得なかったものである。この場を借りて御礼を申し上げたい。そして、講座は3週間にわたり本校の電気電子工学科1年生に対して実施されたが、春休み期間中にもかかわらず欠席はほとんどなく、意欲的に取り組んでくれた学生諸君にも感謝しなければならない。

今回の事業で開発された再生可能エネルギー分野の即戦力となる人材を育成するカリキュラムは、次年度も福島県、企業、大学、研究機関等との連携を強化することでさらに発展させ、全国に普及させていきたい。

# 本書の構成

## 目次

I 事業計画 .....	4
事業概要の説明	
II 議事録 .....	10
事業の進行状況を時系列の議事録で	
第1回推進協議会 第1回分科会 .....	11
第2回分科会.....	20
第2回推進協議会 .....	27
第3回分科会.....	35
第4回分科会.....	39
第3回推進協議会 .....	41

<b>III 試行講座</b> .....	<b>56</b>
授業の状況報告 授業で使用了資料	
再生可能エネルギー .....	58
スマートグリッド .....	81
太陽光発電基礎.....	85
安全衛生.....	97
太陽光発電施工 建築.....	102
太陽光発電施工 模擬屋根製作 .....	108
太陽光発電施工 メーカー.....	112
風力発電 福島大学見学 .....	120
風力発電基礎 .....	124
風力発電機.....	129
風力発電 日大工学部見学.....	136
<b>IV 視察</b> .....	<b>145</b>
青森県六ヶ所村 二又風力発電所 風力発電トレーニングセンター	
スマートエネルギーWeek 2012	
<b>V アンケート</b> .....	<b>156</b>
試行講座終了後の学生アンケート	
<b>VI プログラム案の検討・評価と総括</b> .....	<b>169</b>
事業報告会 第4回推進協議会議事録	
<b>VII 再生可能エネルギー分野技術者育成プログラム案</b> .....	<b>200</b>
短期・中期・長期の教育プログラム案	

# I 事業計画

---

# 「東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成支援事業」事業計画書

## 1.事業の概要

### (1)事業名

再生可能エネルギー・スマートグリッド分野技術者育成事業

### (2)メニュー・分野

#### メニュー

1-②産業界の高度化等において必要な専門人材育成のための人材育成コース試行導入等【中長期】

### 「その他」分野名

再生可能エネルギー・スマートグリッド

### (4)事業実施期間

平成 24 年 1 月 16 日～平成 24 年 3 月 31 日

### (5)事業の概要

工業分野の専門学校として、これからの成長分野である太陽光や風力発電等の再生可能エネルギー、被災地の街づくりにおいて推進が見込まれるスマートグリッド分野についての関連する知識や技術を習得できる中長期的な人材の育成教育プログラムの開発・開設を産官と連携し開発・実証する。

- ①人材ニーズにあった必要な知識・技術を検討し具体的な教育プログラム・教育モデル(案)を開発する。
- ②上記プログラムを本校既存学科に反映させ、実証を行い推進協議会で評価し、必要に応じて改善する。
- ③改善したカリキュラムの実証を繰り返し人材ニーズにあった新しい教育プログラムを完成させる。
- ④完成した教育プログラムを全国に普及する。

平成 23 年度は上記①を推進協議会で検討し策定する。

平成 24 年度以降に上記②～④を検討し実証する。

## 2. 文部科学省との連絡担当者

氏名	村上 史成		
所属・役職	学校法人新潟総合学院 専門学校国際情報工科大学校 教務部長		
郵便番号	963-8811	所在地	福島県郡山市方八町二丁目4-15
電話番号	024-956-0030	FAX番号	024-956-0013
E-mail	<a href="mailto:murakami.fuminari@nsg.gr.jp">murakami.fuminari@nsg.gr.jp</a>		

## 3. 事業内容の説明

### (1) 事業の目的

東日本大震災および原子力災害事故により、国のエネルギー政策の見直しやそれに伴う再生可能エネルギーへの期待と推進の機運が高まり、国や被災県の復興施策においてもその必要性が問われている。

具体的には、

①国の「東日本大震災からの復興の基本方針(H23.7.29)」において、復興を支える人材育成の項目でエネルギー等、成長分野における職業訓練の実施や、復興を牽引する人材育成のための先進的な教育の実施が盛り込まれている。また再生可能エネルギーの利用促進・導入の項目では、太陽光や風力発電設置の実証研究やスマートコミュニティの地域導入促進などが地域再生の要素となっている。

②福島県の復興ビジョン(H23.8)においても、基本理念および復興に向けた主要施策(ふくしまの未来を見据えた対応)の中で、再生可能エネルギーの飛躍的推進・普及、関連産業の雇用創出が掲げられ、分科会での検討が行われている。

以上により、本校が工業分野をもつ被災県の専門学校として、これまでの既存の人材育成に加えて、これからの福島をはじめとした被災地の復興・復旧、街づくりに必要な分野の人材育成に携わることは地域の教育機関としての使命であり、地域貢献であると考えます。

このような状況を踏まえ、本事業では本分野に精通する学識経験者、地元自治体、企業と連携し、即戦力の人材育成に必要な新プログラムの開発を行い、本校既存学科に反映させ実証を行う。開発したカリキュラムは推進協議会による評価を実施し、必要に応じて改善し、全国に普及する。

## (2)教育プログラム・教材の開発内容等

成長分野である太陽光や風力発電等の再生可能エネルギー、被災地の街づくりにおいて推進が見込まれるスマートグリッド分野についての関連する知識や技術を習得できる中長期的な人材の育成教育プログラムの開発。

①再生可能エネルギー対応の電気施工技術者育成プログラム。【H23 年度検討試行⇒H24 年度実証】

②電気自動車のテレマティクスをスマートシティに活用する際に必要な技術者育成プログラム。

【H24 年度検討実証】

③スマートグリッドに対応する IT 技術者育成プログラム。【H24 年度検討実証】

上記①～③を組み合わせ総合的な技術・知識を持つ新しい技術者育成のプログラムを完成させる。【H24 年度完成】

## (3)地域の人材ニーズの状況、事業の必要性等

福島県の復興ビジョンの基本理念および主要施策において、再生可能エネルギーの飛躍的推進による新たな社会づくりとして同エネルギーの家庭・企業・団体への普及やスマートグリッド等の地域モデルの構築が謳われ、その推進の重要性が認識される中で、今後の人材育成の視点を考慮すると、再生可能エネルギー・スマートグリッド分野の知識を持ったインフラ整備に従事する施工技術者の人材ニーズ・必要性は高まると推測する。

本校は電気・IT・自動車・建築分野を持つ専門学校であり、これまでの既存ノウハウを活かしながら、これらの分野の人材育成に取り組むことで地域に貢献し、地域の教育機関としての使命を果たしたい。

#### (4) 実証講座等の内容

(2) 記載の①再生可能エネルギー対応の電気施工技術者育成プログラム開発に必要な実証講座を推進協議会で検討し内容を作成するため、H23 本事業で試行的な講座を開設する。講座の運用は外部講師を招聘し実施する。

#### 試行講座の内容・構成・人員

##### 受講人員

専門学校国際情報工科大学校  
電気電子工学科 1年生 10名

##### 開設する講座の内容、時間数

##### (1) 太陽光モジュール施工講座

<座学>	太陽光モジュールの種類	6時間
	太陽光モジュールの設置工法	12時間
	太陽光発電の電力運用管理	4時間
	法令	2時間
<実習>	太陽光モジュール設置施工実習	24時間
	太陽光発電の電力運用管理	12時間
	合計	60時間

##### (2) 風力発電施工講座

<座学>	風力発電の種類	6時間
	風力発電装置の設置工法	12時間
	風力発電の電力運用管理	4時間
	法令	2時間
<実習>	風力発電装置設置施工実習	24時間
	風力発電の電力運用管理	12時間
	合計	60時間

##### 開設期間

時期	2月3週	2月4週	3月1週	3月2週
内容	座学 実習	座学 実習	座学 実習	座学 実習
時間	30時間 太陽光	30時間 太陽光	30時間 風力	30時間 風力

#### (5) 成果の普及・平成24年度以降の事業展開の予定(自校・他校・企業・団体・地域との関係)

平成 23 年度本事業で本分野に精通する学識経験者、地元自治体、企業と連携し、人材育成に必要な新プログラムの(案)を検討策定する。

平成 24 年度以降、本校既存学科に反映させ実証を行い、推進協議会による評価を実施し、必要に応じて改善し、完成した新プログラムは全国の専門学校に普及する。

#### 4. 事業のスケジュール

	1月					2月					3月				
	初旬	上旬	中旬	下旬	末	初旬	上旬	中旬	下旬	末	初旬	上旬	中旬	下旬	末
協議会				●					●					●	
分科会				●		●			●			●			
調査				●	●	●									
開発						→									
試行講座									→						
成果発表会															●

#### 5. 事業実施体制

##### (1) 推進協議会の構成

組織名	代表者	役割等	都道府県
福島大学共生システム理工学類 教授	佐藤 理夫	プログラム評価	福島県
日本大学工学部機械工学科 準教授	西本 哲也	プログラム評価	福島県
福島県産業創出課	関根 義孝	プログラム評価	福島県
株式会社エーピーシステム	羽田 篤史	プログラム開発	福島県
新潟工科専門学校	仁多見 透	プログラム開発	新潟県
専門学校国際情報工科大学校	水野 和哉	運営責任者	福島県
専門学校国際情報工科大学校	村上 史成	運営担当者	福島県
専門学校国際情報工科大学校	和田 秀勝	プログラム開発	福島県
専門学校国際情報工科大学校	内田 章	プログラム開発	福島県
IMAGE STUDIO	村山 隆	コーディネータ	福島県

##### (2) 分科会の構成(設置は任意)

組織名	代表者	役割等	都道府県
専門学校国際情報工科大学校	水野 和哉	運営責任者	福島県
専門学校国際情報工科大学校	村上 史成	運営担当者	福島県
専門学校国際情報工科大学校	和田 秀勝	プログラム開発	福島県
専門学校国際情報工科大学校	内田 章	プログラム開発	福島県
新潟工科専門学校	仁多見 透	プログラム開発	新潟県
株式会社エーピーシステム	羽田 篤史	プログラム開発	福島県
IMAGE STUDIO	村山 隆	コーディネータ	福島県

##### (3) 事業実施協力専修学校・企業・団体等

組織名	代表者	役割等	都道府県
福島県産業創出課	関根 義孝		福島県
福島大学共生システム理工学類	佐藤 理夫		福島県
日本大学工学部機械工学科	西本 哲也		福島県
新潟工科専門学校	仁多見 透		新潟県
IMAGE STUDIO	村山 隆		福島県
株式会社エーピーシステム	高村 明		福島県
有限会社東北ヤマニガス	國分 文男		福島県

## Ⅱ 議事録

---

平成 24 年 2 月 6 日

## 第 1 回 推進協議会 議事録

開催日時：平成 24 年 2 月 3 日（金）13:30～15:30

会場：郡山ビューホテルアネックス 5 階菊の間

出席者：

福島大学共生システム理工学類 教授 佐藤 理夫 様  
福島県商工労働部産業創出課 関根 義孝 様  
株式会社 エービーシステム 羽田 篤史 様  
新潟工科専門学校 仁多見 透 様  
専門学校国際情報工科大学校 水野 和哉  
専門学校国際情報工科大学校 村上 史成 （進行）  
専門学校国際情報工科大学校 内田 章  
専門学校国際情報工科大学校 佐藤 慶多  
イメージスタジオ 村山 隆 （記録）

議題：

1. 運営責任者挨拶及び事業概要説明  
専門学校国際情報工科大学校 水野 和哉
2. 推進協議委員紹介
3. 再生可能エネルギー事業に関する福島県の取り組み  
福島県商工労働部産業創出課 関根 義孝 様
4. 再生可能エネルギー事業の現状・人材育成の必要性  
福島大学共生システム理工学類 産業システム工学専攻  
教授 佐藤 理夫 様
5. 企業から見た、再生可能エネルギー事業に求められる技術者像  
株式会社 エービーシステム 羽田 篤史 様
6. 今後のスケジュール・技術者養成講座素案提示
7. 意見交換
8. その他

## 概 要

平成 23 年度文部科学省委託推進事業「東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成事業」において専門学校国際情報工科大学校が取り組む「再生可能エネルギー・スマートグリッド分野技術者育成事業」の第 1 回協議会が、郡山ビューホテルアネックスにおいて 2 月 3 日に行われた。

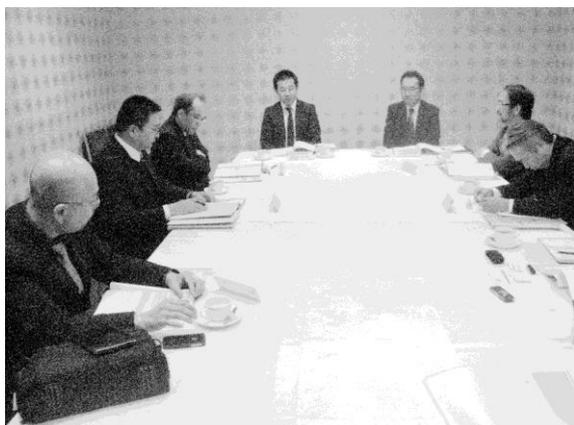
冒頭、運営責任者である専門学校国際情報工科大学校 水野和哉副校長より事業概要の説明があり、「原子力に変わるエネルギーとして注目されている再生可能エネルギー・スマートグリッドは被災三県の復興計画の中でも重要な位置づけがされており、同時に人材の育成も急務である。この事業に関わるのは唯一本校のみであり、学識経験者、地元自治体、企業等と連携し、人材育成プログラムを開発し、ひいては全国にこの開発内容を普及させていきたい。」とこの事業の意義を訴えた。

続いて福島県商工労働部産業創出課の関根義孝主任主査より、福島県の復興計画事業である再生可能エネルギー推進プロジェクトと国の平成 23 年度第 3 次補正予算における再生可能エネルギー関連産業の集積施策についての概要説明があった。

福島大学共生システム理工学類 佐藤理夫教授からは同事業の現状や人材育成の必要性についての意見が述べられ、福島発の新しい技術を持つ企業や地域に適した提案ができる技術者が必要とされているといった具体的なビジョンが示された。

関連業種の地元企業である株式会社エービーシステムマネージャーの羽田篤史氏からは同事業に関わる技術者の育成に寄せる期待は大きく、福島復興に共に力を合わせていきたいとの話があった。

最後に、次週より開始される試行講座に向けて質疑応答や意見交換がなされ、確認の後閉会となった。



## 議題1 運営責任者挨拶及び事業概要説明

専門学校国際情報工科大学校 水野 和哉

- ・平成23年度第3次補正予算（専修・各種学校関係）について
- ・平成23年度「東日本大震災からの復旧・復校を担う専門人材育成支援事業」選定取組一覧 福島県分1億8400万円15件で24年度も継続
- ・採択された事業の中で再生可能エネルギー、スマートグリッドに関する事業は本校のみである。震災と原発事故以降、この分野は原子力に変わるエネルギーとして注目され、被災三県の復興計画の中でも拡充の動きがあり、同時に人材育成も必要とされている。工業分野を持っている本校としても、積極的に取り組んでいくべき事業だと考え、手を上げた次第である。次年度も継続する予定であり、本校の教員・学生と共に人材育成のプログラムを作り上げて行く上でも、是非、皆様のご協力をいただきたい。
- ・事業計画書の説明
- ・期間・概要・事業目的
- ・福島県の復興ビジョン（H23.8）「再生可能エネルギーの飛躍的促進、関連産業の雇用創出」

## 議題2 推進協議委員紹介

福島県商工労働部産業創出課 関根 義孝 様

県では12月27日に復興計画を作成し、再生可能エネルギーは重点プロジェクトの1つである。現在エネルギー導入の推進、産業の育成に取り組んでいる。人材育成の点でこのプログラムに期待している。

福島大学共生システム理工学類 産業システム工学専攻 教授 佐藤 理夫 様

物質とエネルギーがどう動いて何を生み出しているのかを解析することを専門にしているのでいろいろな技術にちょっとずつからんでいる。

株式会社 エービーシステム 羽田 篤史 様

金型システムにかかわっている会社。再生可能エネルギー、LED蛍光灯の取り扱いを開始。

新潟工科専門学校 仁多見 透 様

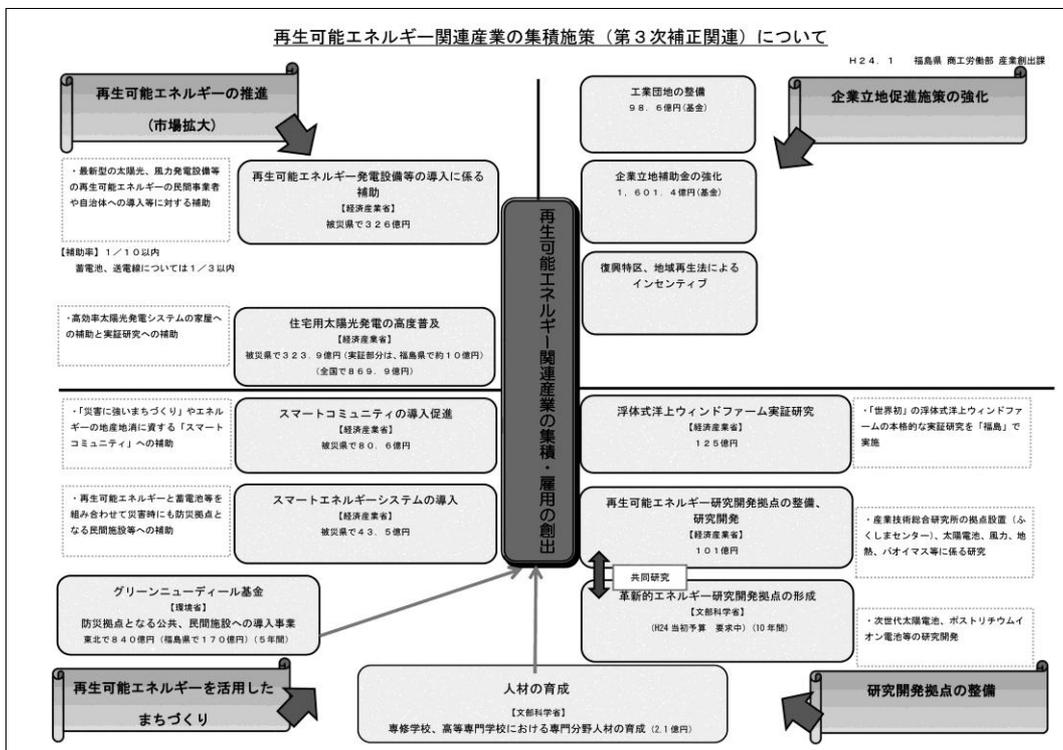
エネルギー関係の学科が24年度からスタート。電気電子工学科もあり電気とエネルギーの関わりを真剣に考えて、このテーマを取り入れていきたい。

放射線工学科の立ち上げの業務も行っている。新しいエネルギーにどうかかわっていくかはとても重要で、人材の育成が急務である。

### 議題3 再生可能エネルギー事業に関する福島県の取り組み

福島県商工労働部産業創出課 関根 義孝 様

- ・再生可能エネルギー推進プロジェクト
- ・目指す姿、プロジェクトの内容
- ・福島県は再生可能エネルギーの資源が多い。できるだけ活用していく
- ・県復興計画より 再生可能エネルギー関連産業の集積施策（第3次補正関連）について
- ・再生可能エネルギーの推進（市場拡大）
- ・企業立地促進施策の強化
- ・再生可能エネルギーを活用したまちづくり
- ・研究開発拠点の整備



上図：福島県 商工労働部産業創出課より

# 7 再生可能エネルギー推進プロジェクト

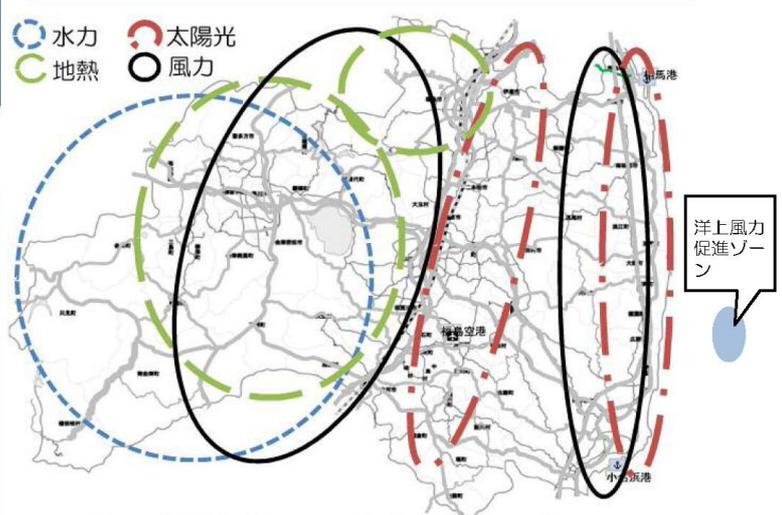
## 目指す姿

再生可能エネルギーが飛躍的に推進され、原子力に依存しない、安全・安心で持続的に発展可能な社会へ向けた取組が進んでいる。

## プロジェクトの内容

- 1 太陽光、風力、地熱、水力、バイオマスなど再生可能エネルギーの導入拡大
- 2 再生可能エネルギーに係る最先端技術開発などを実施する研究開発拠点の整備
- 3 再生可能エネルギー関連産業の集積・育成
- 4 スマートコミュニティ等による再生可能エネルギーの地産地消の推進

再生可能エネルギー資源に恵まれている地域のイメージ



※バイオマスや小水力(1,000KW以下)などについては、県全域で導入の可能性が考えられます。

- ### ステップ1 (初期実効型プロジェクト)
- 1 地域への再生可能エネルギーの大量導入
  - 2 再生可能エネルギーに係る研究開発拠点の整備と実証研究等の実施
  - 3 再生可能エネルギー関連産業の誘致・育成・取引支援

- ### ステップ2 (長期熟成型プロジェクト)
- 1 分散型再生可能エネルギーを活用したスマートコミュニティの実現
  - 2 世界初の浮体式洋上ウインドファームの実現
  - 3 再生可能エネルギー関連産業の一大拠点化へ成長

- ### ステップ3
- 再生可能エネルギー産業等の飛躍的発展

雇用の創出

## プロジェクト主要事業

- 【再生可能エネルギー導入拡大】** ◆再生可能エネルギー普及推進市町村等支援事業(再-①-6)、◆再生可能エネルギーデータベース構築事業(再-①-11)、◆再生可能エネルギー等の導入を促進するための事業(再-②-5)、◆木質バイオマスエネルギーの利用促進を図るためのモデルを構築する事業(再-②-7)、◆小水力発電を促進するための事業(再-②-10)、◆再生可能エネルギー関連の人材を育成するための事業(産-②-28)、◆公共施設等における自立・分散型の再生可能エネルギー導入等を進める事業(再-①-12)
- 【研究開発拠点の整備】** ◆再生可能エネルギー関連分野における国、大学、民間の研究機関を誘致するための事業(再-②-1)、◆洋上風力発電の実証研究を行うための事業(再-②-9)
- 【関連産業集積・育成】** ◆環境・新エネルギーモデル事業(再-②-12)、◆次世代エネルギー活用事業(再-②-13)、◆がんばる企業立地促進補助金(再-②-14)、◆がんばろうふくしま産業復興企業立地補助金(再-②-16)
- 【再生可能エネルギーの地産地消】** ◆スマートコミュニティの実証試験を行うための事業(再-①-9)

上図：福島県 復興計画重点プロジェクトより

## 議題4 再生可能エネルギー事業の現状・人材育成の必要性

福島大学共生システム理工学類 産業システム工学専攻 教授 佐藤 理夫 様

- ・農林水産省 バイオマス関連 農業用太陽光発電

- ・教育機関の現状

福島大学 うつくしまふくしま未来支援センター 1億5千万 文科省

被災者支援 被災地復興 子どもの教育支援 教育学的要素

地震の評価 地域エネルギーの活用 放射線対策 (医学を除く)

地域貢献のための組織なので遠慮なく活用していただきたい。

- ・産業創出

リソース、人的交流を図る、

大学院の研究科に再生可能エネルギー分野を作った

高度な専門教育を 大学の研究機関

地域との交流

- ・福島の現状

2009年の調査では県内の消費電力の20%は再生可能エネルギーである。

日本全体の目標を2020年に10%に、県では30%の目標にしようというビジョンを策定していたところに震災が起きた。公表を延期してその見直しがほぼまとまってきたところである。

産業創出の内容を加えて復興ビジョンを盛り込んで新しいビジョンとして公表してスタートしようとしているところである。福島では日本一の物が二つあって布引高原の風力発電所と柳津の地熱発電所1基あたりの出力である。また、会津地方に多くある水力発電所が戦前の日本の電力を支えていた実績もある。原発ができたから福島が電気のふるさとなったわけではなく、そのような歴史的な経緯もある。福島県は首都圏から近いという立地もあり安く高品質で作るということで定評があり、工業出荷額は東北でNo.1である。再生可能エネルギーがこれから飛躍的に伸びるとして、部品供給やメンテナンスの人材が多く雇用され供給されるだけでなく、開発力を持った企業がウインドファームなどに集積してぜひ福島発の技術を創り出して欲しい。

- ・人材に関してはこの分野は技術の変化が早く、関連する補助事業や法律、規制の変化も早いのが特徴である。技術や知識を身につけた即戦力の人材はもちろん必要だが、彼らには新しいものを常に吸収し対応していく力を持つことを教えなければならない。また、地域性が非常に強いことも大きな特徴である。例えば風力発電では騒音が出ることもあり、施設の周辺に対する配慮が

できた上でその地域やユーザーに最適な提案ができる資質を持ち合わせる技術者の養成が必要である。

・福島大学をはじめ、私たちの研究機関を利用いただき、相互交流を図りながらいっしょに人材を育てていきたい。

#### **議題5 企業から見た、再生可能エネルギー事業に求められる技術者像**

株式会社 エービーシステム 羽田 篤史 様

技術だけではなく、自分から仕事を探せる、何事にも前向きに取り組める人材がこのカリキュラムで育成できたらと思う。再生可能エネルギーやCO<sub>2</sub>削減などの新しい分野に関連する商品やサービスを福島の未来を担っていける人材を共に作っていけるよう、協力していきたい。

#### **議題6 今後のスケジュール・技術者養成講座素案提示**

専門学校国際情報工科大学校 村上 史成

- ・事業実施スケジュールの確認 協議会 分科会 試行講座 視察 事業報告会
- ・講座カリキュラム素案の提示

## 議題7・8 意見交換 その他

水野：他に事業にかかわる県内企業について情報はるか

関根：スマートコミュニティ実証試験は被災3県で導入促進

ウインドファーム実証研究 まもなく詳細を発表する。実施主体は大手商社。

場所は檜葉沖 37Km。ここでは7～8m/秒の風速があり必要な条件を満たす。

5千～1億Wのポテンシャルがある

当面200万Wがターゲット100万W＝県内の電力

原発事故で使えない送電線を使い、東電の需要に応える。

建設時期は6月～8月。穏やかで風が弱い。

沿岸地域に産業を集積する。企業誘致し、研究開発や、認証機関を含めた一体的な施設を作っていく。

水野：採算性を含めて事業の将来性について

佐藤：単にエネルギーの量で比較はできない。技術者のウエイトからすると太陽光が一番大きいのでは。

羽田：安全・衛生の講習が必要なのでは。

村上：太陽光パネルは模擬屋根に施工するので実際の屋根には登らないが、是非取り入れていきたい。

仁多見：最終的な成果は具体的にどのような形になるのか。

村上：ソーラー発電のモニターで確認し管理する。

水野：学校の蛍光灯の電力をまかなうとか。

内田：就職面ではソーラーパネル営業の求人が増えているが営業職がほとんどで、学生は技術者であるので応募ができない。指導する側も未知の部分が多かったが、今後、進路指導につなげていき求人に対応できるようにしたい。

水野：就職に向けての授業もカリキュラムの中に必要。

仁多見：受講した学生が再生可能エネルギーについて理解し、その重要性や知識の深まり方や気持ちの変化についても知っておきたい。

水野：学生自身に考えさせることも必要。レポート、アンケートの実施を考えていく。

羽田：設計・施工は重要である。施工ミスをなくすには屋根など建築の知識も必要。載せられない屋根があったり、クレームは雨漏りが大半である。

佐藤：新築は考慮されて設計されているが、パネルを取り付けることを想定していない既存の屋根に取り付ける場合は屋根の種類とかが問題になる。

羽田：屋根に関しては2時間程度の内容でいい。現場では工務店や電気工事会社がうまく連携している。

佐藤：実習の発電には負荷はどの程度か。

村上：40枚を同時にではなく、一人あたり4枚程度の施工で考えている。

佐藤：出力が目に見える形で、どこかの電気を作っているのが実感できるようになるのか。

内田：発電量を見ながら実際の負荷は設定するが、4坪の小屋につないで照明の稼働をすることになる見込。

佐藤：この時期だと雪や寒さの問題があるが実習場所は？

内田：屋内で面積は80平方メートルある。可動式の模擬屋根を外に持ち出す。

佐藤：8枚ぐらいを直列に？

内田：1枚200w、曇りだと100～120w程度。ちょうど学校にある可搬型のモジュールとパワーコンとインバータと蓄電池も使用する。4坪小屋の負荷の総量が2.5Kw位。本来であればそこに蓄電池のシステムを併用して学生が実際に泊まるなり生活ができるような電気がつくれれば楽しいが現状では困難。

仁多見：視察についての予定は。

村上：ヤマニガス埼玉で同様の講座を開催しているので見学したい。NIT（新潟工科専門学校）の実習施設見学。

次年度以降もスマートハウスなど先駆的なところを。

佐藤：郡山には日大ロハスの家などがある。

村上：閉会のことば

以上

平成 24 年 2 月 10 日

## 第 2 回 分科会 議事録

開催日時：平成 24 年 2 月 10 日（金）13:30～15:30

会場：郡山ビューホテルアネックス 5 階菊の間

出席者：

株式会社 エービーシステム 羽田 篤史 様  
専門学校国際情報工科大学校 水野 和哉  
専門学校国際情報工科大学校 村上 史成 （進行）  
専門学校国際情報工科大学校 和田 秀勝  
専門学校国際情報工科大学校 内田 章  
イメージスタジオ 村山 隆 （記録）

議題：

1. 試行講座準備状況報告 カリキュラム・時間割・担当講師・教材など  
専門学校国際情報工科大学校 村上 史成
2. プログラム開発経過報告と意見交換  
再生可能エネルギー分野関連業界の状況について報告  
コーディネーター 村山 隆
3. 今後のスケジュールの確認
4. 意見交換
5. その他

以上

## 議題 1 試行講座準備状況報告

### (1) 太陽光発電講座関連

#### 1) カリキュラム・授業内容・担当講師

太陽光発電施工講座カリキュラム(素案)			
(東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成支援事業)			
専門学校 国際情報工科大学校			
学科名	電気電子工学科	学生数	10名
講座期間	平成24年2月13日～平成24年2月24日	習得技術	太陽光発電設備の設置・運用
	科目	主な科目の概要	時間(目安)
学 科	再生可能エネルギーと環境	エネルギー問題、環境問題及び環境に関する現状把握と太陽光発電など再生可能エネルギーの必要性など。	2時間
	スマートグリッド基礎	スマートグリッドの定義、目的、国際標準化活動、社会環境問題、電力システム	3時間
	太陽光発電基礎	電気と発電の基礎、モジュールの仕組み、セルの発電実験、測定機器の使い方など電気に関する一般基礎と、太陽光発電システムの構成とシステムの整合性、連携の条件、主要太陽電池メーカーの仕様・特徴	6時間
	エコロジーと環境政策	環境政策及び環境に関する法規、環境関連ビジネスや環境技術に関する知識	1時間
	太陽光発電機器	太陽光発電システムを構成する各機器の意味と役割、設置条件など構成機器類に関する知識	2時間
	太陽光発電効果	設備費用の償却、光熱費の削減効果、売電による導入効果のシュミレーション演習	1時間
	太陽光発電積算	積算方法を習得し見積書の作成の演習	1時間
	太陽光発電設計	家屋屋根の採寸、システムレイアウト概図作成。	3時間
	太陽光発電施工	屋根構造の理解とモジュール設置に関するルール、屋根材毎に異なる施工方法とその特徴の知識	3時間
	安全衛生	作業環境、作業方法の改善 労働安全法の理解と労働災害の防止	2時間
実 習	設計実習	CADを用いた図面作成。	6時間
	施工実習	実機モジュールの屋根への設置技術体得。模擬屋根への取り付けを實踐。	30時間
計			60時間
主な機械設備		太陽光モジュール40枚、パワーコンディショナー4台、ソーラー発電モニター4台、電流センサー4組等。	

村上：協議会の意見を取り入れ作成した。安全衛生、設計 CAD を入れた。

## 2) 時間割

### 太陽光モジュール施工講座

	2月13日	2月14日	2月15日	2月16日	2月17日	2月20日	2月21日	2月22日	2月23日	2月24日
	月	火	水	木	金	月	火	水	木	金
1時限	オリエンテーション	太陽光発電基礎	太陽光発電機器	太陽光発電施工	電気実習	太陽光モジュール施工実習		太陽光モジュール施工実習		太陽光モジュール施工実習
2時限	再生可能エネルギー									
3時限			太陽光発電効果							
4時限	スマートグリッド		太陽光発電積算	太陽光発電設計						
5時限			安全衛生							
6時限										

村上：2/13(月)開始。オリエンテーションで学生に説明したのち、2・3時間目に佐藤教授が担当。

14(火)基礎の概論は村山が担当。

2/15(水)住宅用太陽光発電システム会社に依頼予定。安全衛生は羽田氏に依頼。

16(木)CAD 建築系 WiZ で対応。

## 3) 教材

- ・太陽電池モジュール 前回会議資料参照
- ・「トコトンやさしい太陽エネルギー発電の本」 山崎耕造 著 日刊工業新聞社 刊  
選定理由：詳細で図版が多く学生に理解しやすい内容であるため
- ・設計施工の内容は、オーム社「太陽光発電システムの設計と 施工」が適している。

村上：実習教材のメーカーからも資料を取り寄せるので使っていく。

(2)風力発電モジュール講座関連

1) カリキュラム・授業内容・担当講師

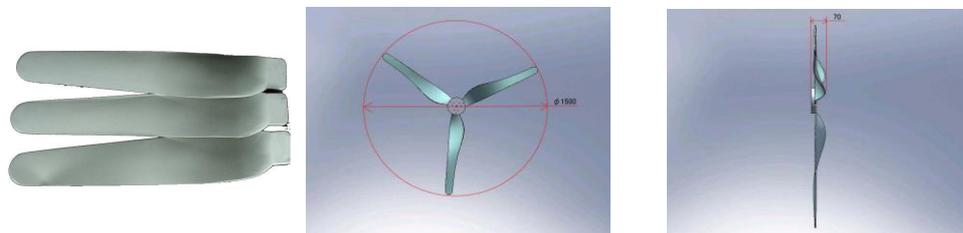
風力発電施工講座カリキュラム(素案)			
(東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成支援事業)			
専門学校 国際情報工科大学校			
学科名	電気電子工学科	学生数	10名
講座期間	平成24年2月13日～平成24年2月24日	習得技術	風力発電設備の設置・運用
	科目	主な科目の概要	時間(目安)
学 科	風力発電概要	世界の風力発電事情、風とエネルギー、風力発電のメカニズム、風車の種類と性能などの基礎知識を習得する	10時間
	風力発電と社会	環境政策や地域社会と風力発電の関わりについて理解する	2時間
	風力発電の導入	風況調査・立地調査、電力系統、用地、輸送の知識を学び導入のプロセスを理解する	3時間
	開発・事業計画	設計と設置工事の計画及び各種法令等手続関連を経て立案される事業計画について学ぶ	3時間
	風力発電の建設	輸送・土木・電気・組立の建設工事の工程を理解する	3時間
	風力発電の運転と保守	発電のオペレーションとモニタリング、点検などのメンテナンスの知識	6時間
	風力発電機	発電機の原理と電気の専門的な知識	3時間
	グループワークと成果発表	グループディスカッションをし発表 アンケート記入 総括	6時間
	実 習	施工実習	風力発電ユニットの設置
運用実習		風力発電ユニットの運用・保守	12時間
計			60時間
主な機械設備		風力発電組立ユニット10基(ブレード、ハブ、主軸、プーリ、設置台、発電機)	

村山：時間割は作成中。太陽光と比べ設備の規模が大きい。風況調査と立地調査で約1年かかる。これをもとに事業計画を作成する。調査、開発、建設、運用の各局面での知識が必要。今回は自作風力発電というレベルの実習だが、各フェーズでの理解を目指したい。

## 2) 教材

### ・風力発電ユニット一式

風力発電ブレード (TWU-BLADE)



風力発電ハブユニット 耐候性向上品 (TWU-H02UNIT)



風力発電設置台ユニット 耐候性向上品 (TWU-D02UNIT)



風力発電主軸ユニット 耐候性向上品 (TWU-S02UNIT)



モーター発電機 耐候性向上品 (KMB77型90V防滴タイプ)



風力発電プーリユニット (TWU-P01UNIT)



インバーター 三菱電機 (FR-D720-0.2K)



・「トコトンやさしい風力発電の本」 牛山泉 著 日刊工業新聞社 刊

※24年度事業のために

「スマートグリッド教科書」 インプレス標準教科書

## 議題2 プログラム開発経過報告と意見交換

### 再生可能エネルギー分野関連業界の状況について報告

#### (1) 太陽光発電関連

1. カリキュラム・授業内容についてほぼ確定。教材発注済み、納期確認 OK
2. 講師依頼 確定後時間割最終調整
3. 新エネルギー財団 ENF：経産省の補助で人材育成の研修会を運営  
詳細な太陽光と風力に関する導入資料を入手
4. 21世紀政策研究所「原子力、再生可能エネルギー等に関するデータ集」  
昨年11月発行の最新かつ有効なデータである
5. Web サイト 「環境ビジネス.jp」  
運営：株式会社 日本ビジネス出版「月刊環境ビジネス」の出版社

#### (2) 風力発電関連

1. カリキュラム・授業内容案を作成
2. 情報収集作業等 業界研究

### 風力発電 ニュース

2010/09/29

#### 三井造船 日本初、風力発電用メンテナンス要員を育成する施設が完成



三井造船は、日本で初めての風力発電用メンテナンス要員を育成する「風力発電トレーニングセンター」が完成したと発表した。同施設は、日本風力開発グループの風力発電メンテナンス会社イオスエンジニアリング&サービス向けに、JA三井リースから受注したもので、青森県六ヶ所村の約2,010m<sup>2</sup>の敷地に設置された。風力発電のメンテナンスは、地上数10mのタワー上にある発電機や増速機等が収納されたナセル内で行われており、高い技術が求められている。しかし、これまで日本にはそのトレーニングを行う施設がなかったため、海外のトレーニング施設などにメンテナンス要員の代表を派遣し育成していた。

現在、日本では風力発電設備が約1,700基稼働しているが、今後も洋上風力発電などを含め風力発電施設は拡大していくとみられており、そのメンテナンス体制の整備が求められていた。本施設の稼働により、メンテナンスの要員育成や技術向上が期待される。

日本風力開発は、9月、風力発電のメンテナンス業務を強化するため、風力発電エンジニアリング会社の西島製作所と協業し、イオスエンジニアリング&サービスに資本参加すると発表している。

村山：環境.comのサイトより得た情報で見学視察の候補としてどうか

## 以下得られた企業などの情報

「風力発電トレーニングセンター」関連企業

- ・ 日本風力開発株式会社 発電所の開発 六ヶ所村の施設に関連
- ・ イオスエンジニアリング&サービス 東京新橋 六ヶ所村の養成施設を運営
- ・ 西島製作所 高槻市 風力発電システムをトータルで行う
- ・ 三井造船昭島 洋上風力発電システム
- ・ 守山ディーゼル 青森県 メンテナンス人材育成事業

【講師依頼について】協議会参加企業以外の候補として

ウインドパワー \*福島で小型風力発電システムを販売

村山：福島なので依頼してどうか。

村上：お願いしたい。

津川製作所 \*購入したユニットの販売元 大阪

村上：できないとの返答があった

三菱重工 大手

日本風力発電協会 JWPA 講演会 シンポジウム イベントなど運営

東都エンジニアリングサービス 東京神田 風力発電施設にメンテナンス技術者派遣  
布引も？

### 議題3 今後のスケジュール確認 連絡事項

村上：次回 17(金)協議会は 21(火)に変更に

一同了承した

### 議題4・5 意見交換 その他

なし

閉会

平成 24 年 2 月 21 日

## 第 2 回 推進協議会 議事録

開催日時：平成 24 年 2 月 21 日（火）13:30～15:30

会場：郡山ビューホテルアネックス 5 階コスモス

出席者：

福島大学共生システム理工学類 教授 佐藤 理夫 様  
日本大学工学部機械工学科 准教授 西本 哲也 様  
専門学校国際情報工科大学校 水野 和哉  
専門学校国際情報工科大学校 村上 史成 （進行）  
専門学校国際情報工科大学校 内田 章  
専門学校国際情報工科大学校 和田 秀勝  
イメージスタジオ 村山 隆 （記録）

議題：

1. 試行講座（太陽光発電）進捗状況報告
  - ・既実施内容（授業）
  - ・進行している内容
  - ・残期間で取り入れるべき内容
2. 試行講座（風力発電）進捗状況報告
  - ・カリキュラム素案提示
  - ・講師手配状況
  - ・苦慮している事案
3. 視察について
4. 事業改善点、意見交換など

その他

以上

## 概 要

平成 23 年度文部科学省委託推進事業「東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成事業」において専門学校国際情報工科大学校 WiZ が取り組む「再生可能エネルギー・スマートグリッド分野技術者育成事業」の第 2 回協議会が、郡山ビューホテルアネックスにおいて 2 月 21 日に行われた。

13 日より太陽光発電システムの試行講座の授業が開始され、WiZ 村上部長よりその 1 週間の状況が報告された。

福島大学佐藤理夫教授による再生可能エネルギーの基礎と福島で期待される技術者像の講義を皮切りに、太陽光発電システムの知識、さらに施工では建築、屋根の構造についての授業を行った。施工実習では来週のモジュールの取り付けに向けて模擬屋根の製作に入った。対象となる電気工学科 1 年生 10 名には、福島の未来を担うという自覚も芽生え始め、新しい分野の学習に意欲的に取り組んでいた。

なお、2 週に及ぶ太陽光発電の授業の次に控える風力発電システムの授業の準備が進められているが、授業内容と担当講師の決定に向けて福島大学佐藤教授と日大工学部西本哲也准教授より数々の提案と助言があり、より充実した試行授業が期待できる見通しとなった。

また、26・27 日に青森県六ヶ所村の風力発電トレーニングセンターと八戸太陽光発電所への視察のプランが決定し発表された。

## 議題 1 試行講座（太陽光発電）進捗状況報告

平成 24年 2月 13日 (月)		担当者名
		2.3福島大学:佐藤教授 4.5.6村山
時限	科目名	授業内容
1	オリエンテーション	事業の概要説明 カリキュラム(太陽光・風力)の説明 時間割の説明
2	再生可能エネルギー	大型発電所 コンバインドサイクル コージェネレーション 系統連係と節電について
3	再生可能エネルギー	再生可能エネルギー技術概論 地熱・風力・水力・太陽光・バイオマス エンジニアへの期待
4	スマートグリッド	1.スマートグリッドの概要 2.電力システムとスマートグリッドの関係 3.地球温暖化問題
5	スマートグリッド	4.電力系統 電力潮流 電力システムの制約 5.スマートグリッドのネットワーク AMI HEMS スマートメーター 6LowPAN
6	スマートグリッド	6. その他関連テクノロジー スマートフォンで電力料金をみる セキュリティ対策 再生可能エネルギー 分散型エネルギー 電力の貯蔵 電気自動車

初日ということで、学生は多少緊張感もあったが、講義はよく聞いていた。

平成 24年 2月 14日 (火)		担当者名
		1-6 村山
時限	科目名	授業内容
1	太陽光発電基礎	I 太陽の科学 1太陽の誕生 2太陽の構造 3太陽のエネルギー 4 太陽エネルギーと気候変化
2	太陽光発電基礎	5人間活動と気温上昇 6自然エネルギーと新エネルギー II 電気 1電気 2 電力化率 3電気と水素 4発電の方式
3	太陽光発電基礎	5直接発電の方法 6電力の制御と安定 7蓄エネルギー 8スマートメーター
4	太陽光発電基礎	III 太陽光発電 1光 2太陽光のスペクトル分布 3太陽光発電システム
5	太陽光発電基礎	4太陽光発電の原理 5太陽電池の種類と効率 6多接合型化合物系太陽電池
6	太陽光発電基礎	7有機系色素増感型太陽電池 8有機薄膜型太陽電池 9量子ドット型太陽電池

丸一日座学ということで、キチンとノートをとるように冒頭で指示をした。物理や化学の難しい内容も時折出てくることから、若干眠そうにしている学生もいた。

平成 24年 2月 15日 (水)		担当者名
		1-3 村山 4菅野 5-6 羽田
時限	科目名	授業内容
1	太陽光発電基礎	III 太陽光発電 10メガソーラー計画 11開発の歴史 12生産量・メーカー 13利点・欠点・解決策
2	環境政策	1低炭素社会づくり行動計画 2温室効果ガス70%削減 3太陽光発電設備補助金制度 4 RPS法 5 FIT法 6グリーン電力制度
3	太陽光発電機器	太陽光発電システムの概要 設置角度 日照時間と障害物 モジュールの形式 製品概要 システムの仕様 設置の留意点 電気配線工事 配線の種類とサイズ
4	電子技術(菅野先生)	試験の講評
5	太陽光発電システム施工安全衛生	高所作業 屋根の勾配 1. 正しい服装と保護用具の着用義務 2. 屋根上の危険防止 3. 悪天候時の作業中止
6	太陽光発電システム施工安全衛生	施工の心構え 手抜き工事、不良工事による事故事例 まとめ

午前中は時間内に終わらなかった内容のために時間をとった。京セラの資料を学生に配布した。実際に現場で使われているものであり、学生も興味深く読んでいた。障害物や日照時間について実際に数値を使い、設置のシミュレーションをした。5, 6 時間目はエービーシステムの羽田さんによる安全衛生の授業。太陽光発電モジュールは屋根の上での高所作業であり、事故防止のための方法や心構えについての講義をしていただいた。

平成 24年 2月 16日 (木)		担当者名
		1-3 近内
時限	科目名	授業内容
1	太陽光発電システム施工	住宅の構造と屋根 1現場チェックリスト
2	太陽光発電システム施工	2建築の構造について ①在来工法(在来軸組工法)②木造枠組壁工法(2×4工法)③鉄骨造(S造)④鉄筋コンクリート造(RC造)⑤プレハブ工法
3	太陽光発電システム施工	3屋根の形状について 切妻 寄棟 入母屋 片流れ 陸屋根 4屋根材と勾配について 5木造屋根下地について 施工手順 取り付け金具
4		
5		
6		

建築系の近内先生による太陽光発電システム施工における住宅の構造と屋根についての授業。施工に入る前に必要な現地調査シートに沿って、建物や屋根についての知識を学ぶ。建築の構造についての基本的な知識や、屋根の形状、屋根材、勾配についてはモジュールの施工には欠かせない知識である。模型やパワーポイントを駆使してわかりやすい授業をしてもらった。午後は授業なし。

2月17日（金）は通常授業で電気実習

■2月20日（月）～24（金）授業

月	1～6	太陽光モジュール施工実習	模擬屋根製作
火	1～6	太陽光モジュール施工実習	模擬屋根製作
水			
木	1～6	太陽光モジュール施工実習	三菱電機
金	1～6	太陽光モジュール施工実習	

●質疑、提案、要望など

村上：上記資料をもとに授業の実施報告。

村山：知識の授業、座学の1日6時間は学生も大変だったが、おおむね良く聞いておりノートもきちんととっていた。

佐藤：（月曜日の授業）モチベーションを上げるためにつながるなら、次年度以降もお手伝いしていきたい。理科が得意といえる学生ではなかったが、積極的に話を聞いてくれていた。発電所のタービンをやかんと風車に例えた話など理系のジョークも笑ってくれていた。大学生だと授業の後半になると疲れてきて、「君たち期待されているんだよ」というと迷惑そうな顔をするものだが、私が「これから学んでいかなければならないことはいっぱいあるんだけど、活躍する場はこれから福島の中でいっぱいあるんだから」と言った時にうれしそうな顔をしていたのが印象的だった。

逆に大学生に見習わせなければと思った。意欲があるのでこれからの実習も積極的に取り組んでくれるはず。

村上：施工の授業では屋根の構造や、建築の要素にも非常に興味を持っていた。模擬屋根の製作も予定していた時間より早く終わった。

佐藤：太陽光発電の施工、建築や屋根の構造を知ることは将来携わるのであればとても有用じゃないですかね。就職先はどのようなところが多いのですか？

村上：就職実績は電気工事店が多い。

佐藤：電気工事店でも太陽光発電を取り扱っているところも多い。

村上：今回パンフレットには太陽光発電の設置で忙しい卒業生がとりあげられる。

水野：特徴あるカリキュラムづくりのひとつになる。

村山：できればあと3時間程電気実習の時間が必要。

村上：来週、メーカーの授業では模擬パネルで授業をしてくれるそうです。

佐藤：京セラのディーラー、京セラソーラーFC アース㈱にコネクションがある。ダイユーエイトと連携している。環境教育で出前授業もやってもらえるのでは。

村上：最後に成果としてアンケートを取って学生の意見も取り上げて、次年度の講座にいかしていきたい。

西本：アンケートは重要ですね。科目ごとに評価をしていくといい。何を知りたいか、改善点などを。

佐藤：どれくらい理解できたかも知る必要がある。理解できていないけれどもそれを教える必要がなければ省くし、必要であれば手厚く教える。

村上：次回また詳しく報告したいと思いますのでよろしくおねがいたします。

## 議題2 試行講座（風力発電）進捗状況報告

風力発電ユニット施工講座					
	3月5日 月	3月6日 火	3月7日 水	3月8日 木	3月9日 金
1時限					
2時限	講演依頼	風力発電 概要	風力発電 施工	風力発電 施工	総括 アンケートな ど
3時限					
4時限	風力発電 概要	講演依頼		風力発電 運用	/
5時限					
6時限					

■2月27日（月）～3月3日（金）

通常授業 電気実習

■実習機材 29日納品予定

■3/5 風車メカニズム関連の講演依頼

■3/6 福島 ㈱ウインドパワー講演依頼予定

### ●質疑、提案、要望など

村上：上記予定を説明。

佐藤：大学では流体力学の基礎の講義があるくらいで風力発電についてはない。島田教授がエネルギーシステムの講義を持っているのでその中で取り上げている。大学にゼファー(株)製の風量発電システムを設置したので学生の見学・実習の対応は可能。島田教授の予定が合えば50分ほどの講義もしてもらえるのでは。

西本：風力発電関係であれば渡部先生に連絡してみます。

### 議題3 視察について

1. 日 程：2月26日（日）～27日（月）
2. 訪問場所：
  - ①日本風力開発(株)風力発電トレーニングセンター（青森県六ヶ所村）
  - ②東北電力八戸太陽光発電所（青森県八戸市）
3. 目 的：
  - ①日本初の風力発電における人材開発の拠点の運営や教育内容の取材と今後の協力依頼
  - ②東北電力唯一のメガソーラー発電所の取材
4. 参加者：WiZ 水野、村上、村山

#### ●質疑、提案、要望など

村上：上記内容を説明。次年度は協議会の皆さんと行く計画も立てていきたい。

水野：視察希望のところがあれば提案していただきたい。

佐藤：学生も可能か。

村上：最初に計画していれば可能です。

佐藤：時期が良ければ近くの布引も見ておきたい。

#### 議題4 事業改善点、意見交換など

西本：事業の報告書についてはどのようなになるか。

村上：編集して冊子にします。

水野：協議会、カリキュラム、実証講座、効果、学生の意見、報告会の意見などの内容になります。

西本：内容の審議については。

村上：最終の協議会が報告会になっていますのでその時に審議します。

水野：報告事項の発表ののち皆様から意見をいただきます。

村上：事業報告書は1000部印刷して、各大学、専門学校、自治体や企業向けに800部送付します。

水野：この分野での人材育成のモデルケースになることを目指しています。

#### ●事業報告会予定変更：3/21（水）に

当初の予定16日は、佐藤教授、西本准教授も出席できないため

スケジュール確認ののち閉会

平成 24 年 2 月 24 日

### 第 3 回 分科会 議事録

開催日時：平成 24 年 2 月 24 日（金）13:30～15:30

会 場： 専門学校国際情報工科大学校 3 階 306 教室

出席者：

株式会社 エービーシステム 羽田 篤史 様  
新潟工科専門学校 仁多見 透 様  
専門学校国際情報工科大学校 水野 和哉  
専門学校国際情報工科大学校 村上 史成 （進行）  
専門学校国際情報工科大学校 内田 章  
専門学校国際情報工科大学校 和田 秀勝  
イメージスタジオ 村山 隆

議題：

1. 試行講座（太陽光発電）運営状況確認
2. 太陽光発電施工実習見学
3. 試行講座（風力発電）カリキュラム検討  
第 2 回推進協議会での素案を精査
4. 視察スケジュール報告、検討
5. 意見交換
6. その他

## 議題 1 試行講座（太陽光発電）運営状況確認

授業実施報告：村上 村山 （授業の様子のスライドを上映しながら）

2/20（月）模擬屋根製作

2/21（火）模擬屋根製作

2/23（木）太陽光発電システムメーカーによる設計施工

- ・ 製品カタログで製品についての知識
- ・ システムや屋根の構造について
- ・ 設計支援システム（ソフトウェア）の実習

村上：前週の授業の様子と 2/10 第 2 回分科会と 2/21 第 2 回協議会の内容を議事録をもとにエービーシステム羽田氏と新潟工科専門学校 仁多見副校長に報告。

## 議題 2 太陽光発電施工実習見学

1 階の電気実習室に移動し、モジュールの取り付けの授業の様子を視察した。

ちょうど 3 枚目の据付が終わったところで次に接続ボックスとパワーコントロールの配線に移る。



### 議題3 試行講座（風力発電）カリキュラム検討

風力発電ユニット施工講座					
	3月5日	3月6日	3月7日	3月8日	3月9日
	月	火	水	木	金
1時限	講演依頼	風力発電概要	風力発電施工	風力発電施工	総括アンケートなど
2時限					
3時限					
4時限	風力発電概要	講演依頼	風力発電施工	風力発電運用	
5時限					
6時限					

■実習機材1日納品予定

■3/5 風車メカニズム関連の講演依頼案

- ・福島大学で学生に授業をする
- ・日大工学部渡辺先生に講義依頼
- ・福島 (株)ウインドパワー講義依頼

■実機施工の授業の担当検討中

村上：上記内容を説明

●質疑、提案、要望など

全員：依頼事項が円滑に決定していくように期待している。

### 議題4 視察について

1. 日程：2月26日（日）～27日（月）

2. 訪問場所：

- ①日本風力開発(株)風力発電トレーニングセンター（青森県六ヶ所村）
- ②東北電力八戸太陽光発電所（青森県八戸市）

3. 目的：

- ①日本初の風力発電における人材開発の拠点の運営や教育内容の取材と今後の協力依頼
- ②東北電力唯一のメガソーラー発電所の取材

4. 参加者：WiZ水野、村上、村山

村上：上記内容を説明

●質疑、提案、要望など

全員：成果のある視察を期待している。

## 議題5 意見交換

仁多見：学生が建築的な実習も意欲的に取り組んでいた様子が印象的だった。太陽光発電の技術を身につけることで、就職先も広がっていこう。

羽田：住宅用太陽光発電は各メーカーが積極的に売り込んでいるが、まだ技術者は不足している。社会的な貢献度もある意義のある仕事なので、今後この仕事をやりたいと思う人たちが増えてくれることを願っている。

村上：今後の予定を確認し、閉会。

以上

平成 24 年 3 月 2 日

## 第 4 回 分科会議事録

開催日時：平成 24 年 3 月 2 日（金）17:30～18:30

会場：専門学校 国際情報工科大学校

出席者：

専門学校国際情報工科大学校 水野 和哉  
専門学校国際情報工科大学校 村上 史成（進行）  
専門学校国際情報工科大学校 和田 秀勝  
専門学校国際情報工科大学校 内田 章  
イメージスタジオ 村山 隆（記録）

議題：

1. 風力発電試行講座カリキュラム確認
2. スケジュール確認、準備確認
3. 意見交換
4. その他

## 議題1 風力発電試行講座カリキュラム確認

村上：次のような予定になった

- 3/5（月）：午後 福島大学訪問見学 島田教授
- 3/6（火）：午前 風力発電基礎（村山） 午後 風力発電機（日大 渡部先生）
- 3/7（水）：1-6 風力発電機施工 ユニット組立（日大 渡部先生）
- 3/8（木）：午前 日大訪問見学（日大 渡部先生） 午後アンケート記入
- 3/9（金）：午後 第3回推進協議会

## 議題2 スケジュール、準備状況確認

### 1. アンケートと報告書について

村山：最終日に学生アンケートを作成しているので修正事項などあれば意見をいただきたい。科目ごとに記入する書式になっている。

水野：スケジュールも配布しないと学生も分かりにくい。

村山：実施した時間割を配布する。毎日とれば忘れないで記入できたが…。

村上：全体を通じた質問も入れてほしい。

村山：項目をこれから追加する。

---確認ののち承認

村山：報告書のページと内容について一覧表を作成したので内容や順番などで意見があれば伺いたい。

---特に意見等はなく承認

村山：総括の内容についてどのようにまとめていくかこれからみなさんと話し合っていきたい。アンケートを学生と講師から取り意見を聞いたうえで、素案となるシラバス、カリキュラムを作成して提示したい。

### 2. 視察報告 スマートエネルギーWeek2012/03/07

水野：以下成果報告

- ①ヤマニエコライフ協力依頼を打診、今後関係を構築。郡山にも講座開講する
- ②住友電工、マイクロスマートグリッド実証システム開発 施設見学を検討
- ③けいはんな学研都市 エコシティモデル 視察に適している

次週のスケジュールを確認して閉会

以上

平成 24 年 3 月 9 日

### 第 3 回 推進協議会 議事録

開催日時：平成 24 年 3 月 9 日（金）18:00～20:00

会場：郡山ビューホテルアネックス 5 階菊の間

出席者：

日本大学工学部機械工学科 准教授 西本 哲也 様  
株式会社 エービーシステム 羽田 篤史 様  
専門学校国際情報工科大学校 水野 和哉  
専門学校国際情報工科大学校 村上 史成 （進行）  
専門学校国際情報工科大学校 内田 章  
専門学校国際情報工科大学校 和田 秀勝  
イメージスタジオ 村山 隆 （記録）

議題：

1. 試行講座（太陽光発電）実績報告
2. 試行講座（風力発電）実績報告
3. 視察実績報告
4. 実績報告に向けた原案提示
5. 事業改善点、意見交換など
6. その他

## 概 要

平成 23 年度文部科学省委託推進事業「東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成事業」において専門学校国際情報工科大学校が取り組む「再生可能エネルギー・スマートグリッド分野技術者育成事業」の第 3 回協議会が、郡山ビューホテルアネックスにおいて 3 月 9 日に行われた。

13 日より太陽光発電システムの試行講座の授業が開始されていたが、WiZ 村上部長より 2 週目の状況が報告された。

モジュール設置の準備となる模擬屋根の製作が 1 日半にわたって行われ、屋根材により取付部材の違うことを併せて学んだ。モジュールの取付では 3 枚の模擬屋根にそれぞれ 1 枚ずつのモジュールを設置、天候と時間の関係で発電して運用するには至らなかったが、学生たちには充実した時間となった。また、太陽光発電システムメーカーによる設計の実習が行われ、パソコンを使ったモジュールの配置などを学んだ。

3 月 5 日からは風力発電の授業となり、福島大学と日本大学工学部の両校を訪問見学し、設置されている風力発電システムを実際に目にすることができた。学科では風力発電の概要、風車の種類と特徴、風車から得られるエネルギーなどについての専門的な学習をした。試行講座の最後は学生にアンケートを記入してもらい、結果は今後のプログラム開発の検討材料として活用していく。おおむね学科は難しいところがあったが、有意義な内容であったという学生の感想であった。

続いて 2 月 26・27 日の青森県六ヶ所村の風力発電トレーニングセンターと二又風力発電所、3 月 1 日の東京でのスマートエネルギー Week 2012 の展示会の視察報告がされ、次年度に向けての協力体制づくりとなる成果があった。

最後に、試行授業が終了し、成果報告に向けたカリキュラム、時間割、シラバス案等の策定に移っていく上でのまとめ方について話し合われ、学生と協議会委員のアンケートのフィードバックをうまく取り入れていくことが重要であることが確認され、次回の報告会での発表ののち、審議評価されることとなった。

## 議題 1 試行講座（太陽光発電）実施報告

村上：以下説明。太陽光発電 2 週目より。

平成 24年 2月 20日 (月)		担当者名
		近内
時 限	科目名	授業内容
1	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 施工方法の説明・注意事項
2	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 木材加工(フレーム・垂木)
3	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 フレーム組み立て
4	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 垂木の取り付け
5	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 野地板張り(構造用合板 3×6板 厚さ12m)
6	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 野地板張り(構造用合板 3×6板 厚さ12m)

模擬屋根ではあるが、実際の住宅屋根下地と同じ構造であるので、垂木のピッチや野地板の種類など学生たちは、構造をよく理解する事が出来た。

平成 24年 2月 21日 (火)		担当者名
		近内
時 限	科目名	授業内容
1	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 アスファルトルーフィングの役割と施工方法の解説
2	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 アスファルトルーフィングの施工
3	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 太陽光発電システム部材説明・金物選定
4		
5		
6		

アスファルトルーフィングの必要性と施工方法を学ぶ事で、実際の施工で補修が必要な際も、対応が可能になる。部材の設置方法から、金物の選定までを行い、さまざまな屋根仕上がり材によって金物の違いを学んだ。

平成 24年 2月 23日 (木)		担当者名
		三菱電機 福田建一
時 限	科目名	授業内容
1		
2		
3	太陽光発電システム施工	1. 住宅用太陽光発電システムの概要 セルとモジュール システム 設置 変換効率
4	太陽光発電システム施工	2. 傾斜屋根への設置 屋根の条件 設置条件基準(積雪・塩害・風圧) 据付場所 システム構成 発電効率
5	太陽光発電システム施工	3. 太陽光発電システム設計実習 ①屋根と外壁の平面図を描画 ②モジュール配置 ③部材選定と見積 ④発電シミュレーション
6	太陽光発電システム施工	*PCで研修向け演習用データをもとにデータ作成 切妻 寄棟 寄棟変形 屋根の形状パターンごと ---17:00終了

詳細次項

平成 24年 2月 24日 (金)		担当者名
		星
時 限	科目名	授業内容
1	太陽光発電システム施工	据付位置と部材の確認 ラック 金具が納品され 開梱し機器を確認 3つある模擬屋根に各1枚のパネルを取り付け、直列で接続
2	太陽光発電システム施工	1枚目取り付け きちんと位置決めをしてラックを取り付ける
3	太陽光発電システム施工	1枚目モジュール取り付け完了
4	太陽光発電システム施工	2枚目3枚目の作業に入る 1枚目で要領はわかった 分科会メンバーが視察に訪れる
5	太陽光発電システム施工	2枚目に続き3枚目もモジュール取り付け完了
6	太陽光発電システム施工	接続ユニットとパワコンの収納台製作

ラックと金具が納品されいよいよモジュールの取付。動かないようにきちり固定するのに手間取ったが、1枚目で要領がわかると2枚目3枚目は順調に取り付けられた。天候は曇りで気温も低かったため、負荷を接続して発電し運用するには至らなかった。

## 2/20（月）模擬屋根製作



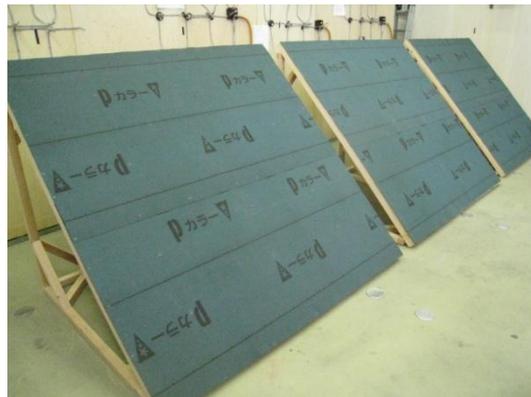
図面をもとに3枚製作。モジュールはそれぞれに1枚ずつ設置する。裏面



## 21（火）模擬屋根製作



建築は本来の専門ではないが、学生たちはチームワークで予定より早く進んだ。



模擬屋根完成

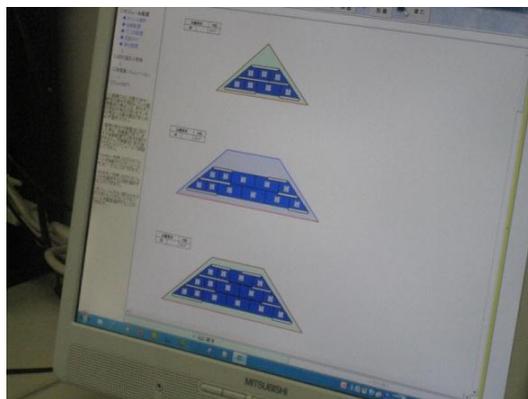
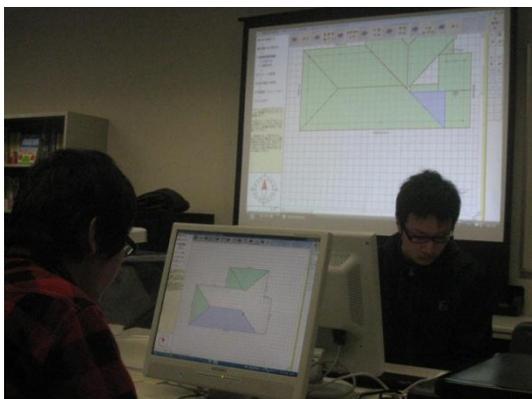
## 2/24（金）モジュール取付



モジュール3枚を取り付けた

## 2/23（木）太陽光発電システムメーカーによる設計施工

- ・製品カタログで製品についての知識
- ・システムや屋根の構造について
- ・設計見積システム（ソフトウェア）の実習



図面は数値どおりにびったりと線が引けて三角形、四角形、平行四辺形の基本図形をもとに描画するので初心者にも簡単に操作できる。

モジュールは自動で最適な回路に分けられ、配置をしてくれる。エラーが出たら手動で配置する。複雑な屋根の形でなければだいたい一発 OK。

村上：取付に必要な金具を直前に購入した。

西本：テキスト等は？

村上：メーカーの資料を使った

西本：今後のことを考えて資料をまとめておくとよい。

村上：シラバス等も作っていくのでアドバイスをいただきたい。

実施結果報告について。総合評価と問題点について。以下。

## 【総合評価と問題点】

### <学科>

(1) 概論系、知識の授業はほぼ予定通り消化できた。

(2) 機器と効果と積算は同一授業にし、メーカー等技術者が講師を担当することが望ましい  
解決策：メーカーに協力依頼

(3) 電気の基礎知識がない場合さらに電気関係の授業が必要になってくる  
解決策：授業時間の確保と講師依頼

### <実習>

(1) 時間消化率は約半分で、最終的に発電、運用、保守ができなかった⇒原因は

①講師手配がつかなかった

解決策：実習をメーカー、販売会社の技術者に依頼

②ラック、金具の不足が直前に発覚

解決策：事前確認と不足部品の発注

③降雪低温により屋外での発電運用の確認ができなかった

解決策：実習時期、実習場所の確保

④負荷となる蓄電池等の準備ができなかった

(2) 実習にはメーカーの技術者の講師が必須で、取付方法が全く異なるため導入した教材と同一メーカーでなければならない

解決策：メーカーに協力依頼

(3) 相応のスペースが必要なため実習場所の確保が難しい 天候等の条件もある

解決策：実習場所の確保とモジュールの有効活用

(4) 模擬屋根の製作では屋根の角度を 30 度にする方が発電効率が上がる

解決策：製作前に図面の確認

### 【授業時間等の変更案】 ---中期プログラムにおいて

○太陽光発電基礎：6 時間→12 時間

○太陽光発電機器、同機器、同効果、同積算を統合→太陽光発電システム：6 時間

○太陽光発電設計は学科のみで CAD 実習は不要：3 時間

○学科総時間 30～33 時間

○実習総時間：計画 36 時間、実行 15 時間→3 枚のパネル設置 学生 10 名で 20 時間  
6 時間×9 日=54 時間 オリエンテーション、アンケート等含む

西本：取り付けた後にどれだけ発電できているかをみるのが重要。

羽田：現場ではきれいに取り付けることも大切。

村上：太陽光についてはご意見をいただいた点をいかしていきたい。

## 議題2 試行講座（風力発電）実施報告

村上：風力発電について以下説明

平成 24年 3月 5日（月）		担当者名
		福島大学 島田教授
時 限	科目名	授業内容
1	進級生 オリエンテーション	
2	進級生 オリエンテーション	
3	福島大学へ移動	11:30 出発 13:00 到着
4	風力発電の 仕組みと実際	エネルギーの動向 エネルギー問題と環境問題 自然エネルギー 発電と蓄電
5	風力発電の 仕組みと実際	風車の分類 揚力と抗力 ブレードについて 風車の種類、風車の理論、特性評価
6	風力発電の 仕組みと実際	風力発電システム 風車の設置 風況調査 風車とモニター室を見学

雪の中貸切バスで福島大学を訪問した。風力発電についての講義を受講、その後学内に設置されている風車とモニター室を見学した。残念ながら殆ど無風（0.4m/sec）で発電されていなかった。ローターの直径は1.8mでFRP製の3枚ブレードの風車で、風速20mで5kWの出力が得られる。

平成 24年 3月 7日（水）		担当者名
		渡部
時 限	科目名	授業内容
1	風力発電基礎	実習用風車のしくみ バッテリーの充放電の扱い方 蓄電池の評価
2		
3		
4		
5		
6		

実習教材が未到着のため1時間機材の解説をして終了。インバーターはAC-ACのため使用不可。

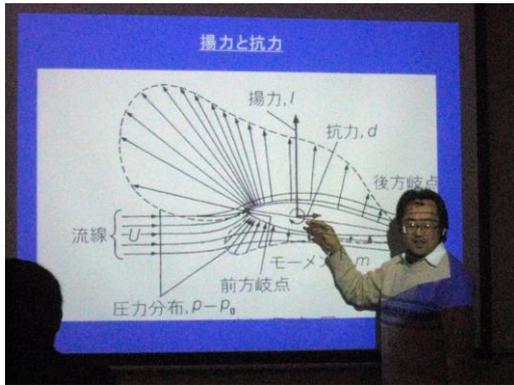
平成 24年 3月 6日（火）		担当者名
		1-3:村山 4-6: 渡部
時 限	科目名	授業内容
1	風力発電基礎	I 風力発電の概要 1風力発電とは 2世界の風力発電 3,4風力発電の歴史 5風力発電のメリット 6電力に変えるには 7中型風力発電機の利用形態
2	風力発電基礎	8環境価値 9製造メーカー II 風力発電の建設 1建設場所 2大型風車の組立 3導入まで 4風車の配列
3	風力発電基礎	六ヶ所村二又風力発電所 風力発電トレーニングセンター
4	風車の利用 風のエネルギー	空気の性質 風の性質 風の発生 風の方向 風のエネルギー 風車の基礎知識 風車の定格発電力 出力と軸の太さ 地球型惑星の比較
5	風力発電	1.1風車により得られるエネルギー 1.2風車の種類と特徴 1.3風車の性能評価 1.4風車の設置場所
6	風力の変換と利用	2.1風力発電システムの設計 2.2発電機 2.3蓄電池 2.4インバーター

午前は風力発電の基礎知識、午後は日大工学部渡部先生による講義。風、風車、発電機について専門的な内容で、学生には難しいようだった。例えば何mの風速でどれだけ発電できるかを計算することは、実際の運用の場面で必須の作業だ。

平成 24年 3月 8日（木）		担当者名
		1-3渡部 4村山・和田
時 限	科目名	授業内容
1	日大工学部 訪問見学	9:30出発 9:45到着 東口より貸切バス 日本大学工学部 工学研究所 環境保全・共生共同研究センター 風力太陽光ハイブリッドシステムモニターパネル
2	日大工学部 訪問見学	プレゼンテーションルームで渡部先生の説明(電力コスト) 太陽光発電機 エネルギーハイブリッド研究室 (電力コントロール装置・パワーコンディショナー・蓄電池)
3	日大工学部 訪問見学	風力発電システム 富士重工製風車・風車制御盤 校史資料室のRutLand社(英)製風力発電機
4	アンケート	授業アンケート記入 風力発電機材搬入 修了のあいさつ
5		
6		

現物を見ることで学生たちはより理解が深まった様子である。定格出力は太陽光発電が20kW、風力発電が40kWと学校の発電量としては規模が大きい。天気は晴れ時々曇り風速3m~4mとまあまあの条件であり、モニタパネルで発電量が確認できた。授業のアンケートを記入してもらい試行授業は修了となった。

3月5日(月) 福島大学 島田教授



3月8日(木) 日本大学 渡部先生



村上：実習教材が届かず、残念ながら風車の取り付けの実習ができなかった。日大の見学は学生の評判も良く、とてもためになる内容だった。

村山：写真について解説。

（1 段目）島田教授の講義は学生にとっては難しかった様子。風車は 2 基、当日は風がなく発電していなかった。

（2 段目）太陽光発電は定格で 20Kw かなり大きい。ただしパネルの角度は規制により 10 度となっているのが惜しい。風力は 40Kw でこれも大きい。当日は風速 3~4m であったが回っていた。発電量はリアルタイムにモニターされている。（左）制御室（右）。

（3 段目）風車のタワーの根元にドアがあり、開けると制御盤があつて、その中からナセルに向けて保守用の梯子がある。

村上：風力発電に関しては太陽光と比べ設備の規模が大きく、身近に（県内に）システムの施工などをする企業がなく、教えてもらえるような人がいないので授業の組立が難しかった。

水野：理論の授業は今回大学にお願いできた点はよかったが、設置やメンテナンスなどの技術の授業は難しかった。

西本：そのためにキットを使った実習をしたわけですね。

水野：視察の報告でもありますが、これからは技術者育成が必要になってくると思う。

村上：風力発電所を建設した会社が自社で人材を育成している。

村山：実習に関しては現実的にキットを使って発電の仕組みを理解する程度で、今後の課題は現場の実際の技術者の方の授業ができるように、地元や関係のある企業へ依頼していかなければならない。学科、理論に関してはたっぷり基礎を教えていただいた。

西本：重複している点とは？

村山：どうしても基礎の点では内容が重なってしまった。事前にすり合わせが不十分だった。

西本：評価が悪かった点とは？

村上：時間数が少なかったり、実施できなくて評価ができなかった。

西本：基礎をやって、実習をやって、実際のものを見ることは良かった。

村上：風力に関しては改善する点が多いので今後よく検討していく。

### 議題3 視察報告

視察者：協議会メンバー／水野和哉／村上史成／村山 隆

視察概要：下記の通り

2/26（日）

#### 15:45 東北電力八戸太陽光発電所

無人のため後日改めて連絡することにする。

連絡先：東北電力(株) 八戸技術センター 電話 0178(43)3935 八戸市大字河原木字川目 1-3

2/27（月）

#### 10:30 風力発電トレーニングセンター

平成10年8月に開設、日本風力開発グループのイオスエンジニアリング&サービスが運営。国内初の実機を備えた風車メンテナンス要員育成の施設で、センター内実習室には、全長約10メートル、重量約65トンの風車の主要部分（ナセル、ハブ）が設置されており、研修室からガラス越しに実機を常に見ることができる。研修は初級・中級・上級のプログラムがあり、それぞれ約1週間の期間である。詳細な研修内容は、後日本社を通して問い合わせせてみることとなった。

施設のあるエリアには六ヶ所村二又風力発電所があり、34基の風力発電設備があり、計51,000kWの出力がある。特徴としてはNAS（ナトリウム硫黄）電池を使った蓄電池システムを併用しており、安定した電力を供給することができる。

この六ヶ所村地区の「次世代エネルギーパーク」にはウインドファームをはじめ石油備蓄基地、核融合エネルギー研究センター等の研究施設があり、新エネルギー開発の拠点となっている。時間と天候の関係でこれらの視察はできなかったが、次年度以降の事業計画のヒントがここにあるようで、再度訪れたいものである。



中央の円形部分にブレードが取り付けられる。発電機は奥にある。

期日：平成24年3月1日（木）10:00～17:00

視察者：協議会メンバー／水野和哉／村上史成

視察対象/場所：スマートエネルギーWeek 2012／東京ビッグサイト

視察概要：下記の通り

「スマートエネルギーWeek 2012」は世界27カ国、1950社が一堂に会する次世代エネルギーに関する総合展である。展示会の構成は多岐に渡るが、本事業への情報収集に向け太陽光発電関連の「太陽光発電システム施工展」、スマートハウス関連の「エコハウス&エコビルディングEXPO」、エネルギーマネジメントや電力の見える化システム関連の「国際スマートグリッドEXPO」の3つの展示会場へ視察・見学を行った。

中小からメジャーまで多種多様な企業がブース参画しており、特に大手の電気メーカーやハウスメーカーブースはスペースも大きく、MCを使って定期的に自社の取組をアピールするなど通路に人だかりができていた。今後ビジネスチャンスのある成長分野ということもあるのか参加者が多く活気を呈していた。

いくつかの出展ブースをまわった中で下記の3つのブースで次年度以降の事業につながる接触と人脈作りができた。

① (株)ヤマニエコライフ

業者向けに太陽光発電の基礎知識や商品知識、施工方法等の技術養成講座を実施するアースソーラーカレッジを運営しており、本事業および教育機関向けのプログラム構築に向けての協力を打診し快諾を得た。4月から郡山市にて福島キャンパスを開校予定であり、次年度にカリキュラム協力、協議会参画等を依頼していく。

② 住友電工(株)

大阪製作所内において太陽光・風力等の再生可能エネルギー発電設備と蓄電池を直流（DC）で連系させたマイクロスマートグリッド実証システムを開発し、構内試験を開始している。自社開発の集光型太陽光発電装置（CPV）やスマートグリッドに最適な電池といわれているレドックスフロー電池を採用しており、サーバ等の中央制御などその仕組みを視界で理解できるため次年度以降の協議会や開発プログラムメニューとしての施設見学を検討する。見学については先方に了承いただいた。

③ けいはんな学研都市

(財) 関西文化学術研究都市推進機構の担当者と接触し、けいはんなエコシティモデルの概要を聞いた。けいはんな学研都市は、つくば研究学園都市とともに国家的プロジェクトに位置付けられ関西イノベーション国際戦略総合特区にも含まれているが、現在、HEMS、BEMS、EV、メガソーラー、スマートハウス等を融合させ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクトが実施されている。コントロールセンター（CEMS）を始めとして連系施設の視察・見学はスマートグリッド・シティを理解する上で有効である。次年度事業での取り入れを検討する。

村上：風力発電トレーニングセンターでは研修のカリキュラムをいただいたので参考になる。

西本：メンテナンスに関しての資格はあるのか？

村上：資格はないが、初級、中級、上級のステップがあるようだ。

水野：自社の職員の研修だが、ほかの会社からの研修依頼もあるそうで、一般向けのプログラムも検討しているとのこと。

村山：福島県では洋上風力発電所の実証研究が開始されるようだが、現実的にまだ人材のニーズは見えてこない。4月以降、布引高原や滝根町に見学に行きたい。

西本：猪苗代の風車はトンネルの手前の雪を解かしている。

水野：郡山で開講する（株）ヤマニエコライフの太陽光発電の「ソーラーカレッジ」では設置までしかやらないそうで、通電の確認まで。こちらでは発電量や効率まで考えてやる実習や、大学教授の概論もできる。独自に深い内容のカリキュラムを作っていきたい。屋根に実際登って設置することまでできればいい。

## 議題4 実績報告に向けた原案提示

村山：評価に向けて取り入れていくものがあれば意見を伺いたい。

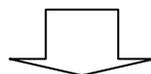
○手順

### (1) 試行授業の評価

- ①科目、授業内容、時間数、講師、充実度
- ②良好な点、問題点・反省点とその解決策
- ③
- ④

### (2) 学生と協議会委員からアンケート

- ①学生アンケート実施済み集計中  
(項目について十分な討議ができなかった)
- ②5段階評価のマークと感想などの意見を記述してもらう
- ③



### (3) カリキュラム・時間割、シラバス案の提示

- ①短期プログラム：2～3日、計10～20時間程度  
基礎知識があまりない人を対象とする（出張授業などを想定）
  - ②中期プログラム：太陽光発電と風力発電で各30～60時間程度での集中講義向け  
専門学校等を対象
  - ③長期プログラム：通年で単位として扱う、もしくは学科として構築する  
専門学校等を対象
- 教科書・教材の選定
- 講師依頼

(4) 上記(1)、(2)を踏まえ(3)を作成し、次回協議会で審議する

○報告会

・議事録に加えて、詳細な授業のレポート、視察等新しい動向や情報も含め、スライドを交えて報告いたします。

・ほぼ完成している報告書に目を通していただき、ご意見や修正箇所があれば可能な限り取り入れていきます。

・報告書は200ページの予定

アンケート用紙 ①科目ごとに記入 ②太陽光、風力 ③全体 計8ページ

科目名	太陽光発電基礎	2/14(火)1～6時間、2/15(水)1～3時間	村山先生
-----	---------	---------------------------	------

I 以下の質問について1～5段階の評価をしてください。番号を○で囲んでください

①この科目は将来どの程度役に立つと思いますか。

1：役に立たない 2：あまり役に立たない 3：役に立つ 4：よく役に立つ 5：とても役に立つ

②科目の難易度はどうでしたか。

1：とても難しい 2：やや難しい 3：普通 4：やや簡単 5：とても簡単

③どの程度理解できましたか

1：理解できなかった 2：3～4割ほど理解した 3：半分以上理解した 4：7割ぐらい理解した 5：8割以上理解した

④授業に対してのあなた自身の取り組みの姿勢はどうでしたか。

1：やる気がなかった 2：あまりやる気が出なかった 3：ふつう 4：がんばった 5：とてもがんばった

II この科目の感想を書いてください

今回の試行講座全般について答えてください

I 以下の質問について1～5段階の評価をしてください。番号を○で囲んでください

①講座を受けてエネルギーや環境についての関心や興味は高まりましたか？

1：全く高まらなかった 2：あまり高まらなかった 3：高まった 4：よく高まった 5：とても高まった

②太陽光発電システムの業界に就職してみたいと思いますか？

1：全く思わない 2：あまり思わない 3：どちらともいえない 4：少し思う 5：とても思う

③風力発電関連の業界に就職してみたいと思いますか？

1：全く思わない 2：あまり思わない 3：どちらともいえない 4：思う 5：とても思う

④福島県での再生可能エネルギー分野の産業の振興を期待していますか？

1：全く期待していない 2：あまり期待していない 3：やや期待している 4：期待している 5：とても期待している

II-①この講座を受けてためになったことは何ですか？

II-②この講座で印象に残ったことは何ですか？

II-③この講座で学んだことは学習面や生活面でどのように生かしていきますか？

II-④2年次も継続して講座を受けるとしたらどのような要望がありますか？(授業、教科書・教材、講師…)

II-⑤原発事故があった福島県民として電力やエネルギーについてどのような考えを持っていますか？

II-⑥全体の感想など自由に記述してください

※委員の皆様には来週メールを送付いたしますので返信の程よろしくお願いたします。

村山：実習を充実していくために必要な内容はどのようなものがあるか。

和田：実験的要素、発電量の統計の要素があるといいのでは。

村上：保守運用のところの内容までうまくできなかった。

村山：屋根・メーカーによる違い

羽田：現地調査が必要。この屋根につけられるかをあらかじめ調べる。

村山：日照時間の計算も必要。障害となる建物についても調査をしなければいけない。

西本：出口となる技術者の養成に向けてどのくらい達成できたかということが大事。学生の評価の数値化する。学生には好き嫌いや能力差があるので必ずしも学生の評価が悪いものが悪いわけではなく、必要な科目はある。でもそれをわかりやすく教員が教えたかどうか重要。これをやったらこういう技術者が養成できたという最終目標を設定して、目標に向かっていくようにしていく。履修要綱を作る。授業の目標を明確にし、その通りに（教える側が）授業をしているかどうかの評価をしたり、わかりやすくしているかどうか、丁寧な説明をしているかを聞いたり。学生には姿勢や、どのくらい勉強しているかという項目を付けたり。この結果をもとに授業を改善していくというやり方をする。

## 議題5 事業改善点、意見交換など

その他特になし

## 議題6 その他 スケジュール確認

第4回推進協議会 事業報告会

3月21日（水）15:30より 郡山ビューホテルアネックスにて

## Ⅲ 試行講座

---

平成 24年 2月 13日 (月)		担当者名
		2.3福島大学:佐藤教授 4.5.6村山
時 限	科目名	授業内容
1	オリエンテーション	事業の概要説明 カリキュラム(太陽光・風力)の説明 時間割の説明
2	再生可能 エネルギー	大型発電所 コンバインドサイクル コージェネレーション 系統連係と節電について
3	再生可能 エネルギー	再生可能エネルギー技術概論 地熱・風力・水力・太陽光・バイオマス エンジニアへの期待
4	スマートグリッド	1.スマートグリッドの概要 2.電力システムとスマートグリッドの関係 3.地球温暖化問題
5	スマートグリッド	4.電力系統 電力潮流 電力システムの制約 5.スマートグリッドのネットワーク AMI HEMS スマートメーター 6LowPAN
6	スマートグリッド	6. その他関連テクノロジー スマートフォンで電力料金をみる セキュリティ対策 再生可能エネルギー 分散型エネルギー 電力の貯蔵 電気自動車
使用教材テキスト資料		パワーポイント資料 スマートグリッドの教科書より図版コピー
自由記入欄		初日ということで、学生は多少緊張感もあったが、講義はよく聞いていた。



## 再生可能エネルギー分野で 活躍するエンジニアへ

福島大学 共生システム理工学類  
低炭素社会研究所 所長  
うつくしまふくしま未来支援センター

佐藤 理夫

これから福島県にとって重要となる、再生可能エネルギー分野の教育カリキュラムをこれから検討していきます。大学のほうからもWIZに協力していきます。

## 本日のメニュー

大型発電所(火力・原子力)  
コンバインドサイクル  
コージェネレーション  
系統連系と節電について  
-----  
再生可能エネルギー技術概論  
地熱・風力・水力・太陽光・バイオマス  
エンジニアへの期待

最初に今の電力システムとはどういうものかを知ってもらうために概要を説明します。後半は今注目されている再生可能エネルギーについていろいろ紹介していきます。

佐藤 理夫  
さとう みちお



子供大好き・歌大好き  
サイエンス屋台村  
出前実験講座  
音楽イベント参加♪



専門分野: 製造プロセス工学  
物質とエネルギーの収支解析  
機能性材料・製造法の解析  
新エネルギー・リサイクル

私がどんなキャラでどういう分野を研究しているかの紹介です。福島に来て7年、子供も向けや一般向けの講演もしてきました。中央の写真は郡山市ふれあい科学館です。ここでいっしょになってサイエンスを楽しんだ子供たちが将来、「技術好き」になって福島県のためにがんばってくれたらいいですね。専門分野は製造プロセス工学といて、物質とエネルギーがものづくりの中でどういうふうに動いて最終的にはどうなるのかの解析をしています。

### スケールアップとは

直径 10倍 → 表面積 ?倍・体積 ?倍

試薬を加えて、温めて、よく混ぜる  
→ 供給・伝熱・攪拌 すべての制御が必要に

**何がどれだけ起こるのか 量も把握**





Q 同じ大きさの容器の直径を10倍にしたら表面積と体積はそれぞれ何倍になるでしょう？

A 表面積:100倍 体積1000倍

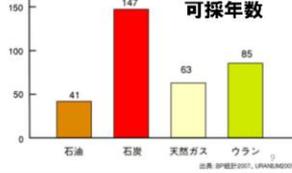
また化学反応だと発熱が1000倍になっても表面積は100倍しかありません。熱を冷やしたり伝えたりすることだけではなく、大きさも重要になってきます。何が起こるかというのが化学ですが、どれだけ起こるのか量も把握することを専門に研究しています。

### 火力発電

技術的完成度が高く、発電効率が良い  
電力需要変動への追従性が良い

**二酸化炭素による地球温暖化  
資源量(特に石油)の終わりが近い**

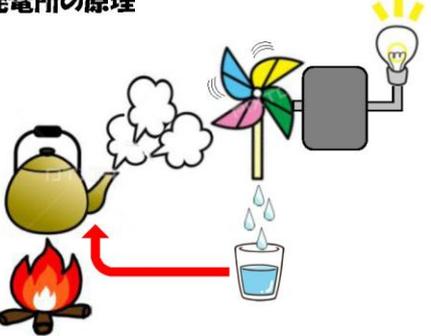
次世代に災いを残し  
次世代の富を先食いする



資源	可採年数
石油	41
石炭	147
天然ガス	63
ウラン	85

火力発電は原子力発電と比べても技術的完成度が高く、発電効率がおおよそ40%です。燃料の量によって発電量が調整できるので、電力の需要の変動に対して追従性が良いです。問題は二酸化炭素の排出が多いので地球温暖化を進めてしまいます。もうひとつは資源の終わりが近いです。可採年数という2007年の統計ですが、今の値段で、採算がとれるだろうと思われる油田、石油の量を2007年までに世界中で使ってしまった石油の量で割り算をすると、残り41年です。これから新しく油田が発見されたり、石油の値段が上がって割が合わなくなって使う量が減ったりすると、この年数は変わってきます。温暖化という災いを残して、将来、大事に使わなければならない石油を先食いしてしまうことになるのです。石油はプラスチックの原料にもなっています。メガネのレンズや衣服など、私たちの身につけているものは殆ど石油によってできています。飛行機の燃料もそうです。石油がなくなれば飛行機も飛べなくなってしまいます。

### 発電所の原理



発電所の原理は、まずお湯を沸かします。やかんから蒸気が出ます。この蒸気で風車を回します。風車の力で発電機を回すと電気がつきます。使った蒸気を水に戻して、この水をやかんに入れてまた使えば水は循環します。

## 東北電力原町火力発電所



- 敷地面積／約153万m<sup>2</sup>
- 出力／200万kW(1・2号機)
- 燃料／石炭
- 運転開始／1号機(平成9年7月) 2号機(平成10年7月)

<http://www.tohoku-epco.co.jp/pr/harama.htm>

13

南相馬市原町区にある東北電力原町火力発電所です。震災と津波で稼働していません。1号機と2号機で200万キロワットです。燃やしやすい石炭を粉にして燃料にしています。福島県全体で使う電力がだいたい200万キロワットですから、この発電所で福島県の電力が賅えることになります。

14

## 東京電力・広野火力発電所 (320万kW・石油&天然ガス)

<http://www.tepco.co.jp/hirono-to/index-i.html>



発電所全景



燃料タンク



タービン

15

東京電力・広野火力発電所です。石油と天然ガスを燃やしています。もともと常磐炭鉱があって石炭を燃やして、そのあと常磐のガス田を燃やしていました。現在は海外から輸入してきた石油と天然ガスで運転しています。首都圏に電気を供給しています。

15

## 石油がなくなったら!?

燃料がない  
プラスチックがない



自動車は?  
あなたは?



そのとき どうする??

17

石油がなくなったらどうなるでしょうか。ガソリンがないから車が走れません。プラスチックも至る所にあります。服もなくなったらとんでもないことになります。じゃあ石油、石炭の化石燃料を使わないでということで期待されていたのが原子力発電です。

18

## 原子力発電

発電時に二酸化炭素を出さない  
資源(ウラン)量に比較的ゆとり

**放射性廃棄物の処分方法が決まっていない**  
**核兵器原料(プルトニウム)拡散の恐れ**

**事故時の影響が大きい**

**考えたくもなかったことが現実!**

**次世代に宿題を残すだけでなく、今・大きな災いが**

-19-

原子力発電のメリットとしては、発電時に二酸化炭素を出さない、資源は石油に比べてウランの量は比較的ゆとりがあります。一方で運転すると必ず出る放射性廃棄物をどう処分するのかが決まっていないということです。放射性廃棄物に含まれるプルトニウムは濃縮すると核兵器の原料になってしまいます。事故が起きた時の影響が大きいこともいわれていましたが、これが現実起きてしまいました。

20



福島第一原子力発電所

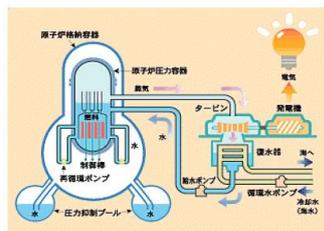
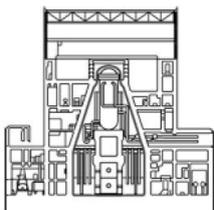
	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機
出力(万kW)	46.0	78.4	78.4	78.4	78.4	110.0
原子炉出力	138	238.1	238.1	238.1	238.1	329.3
ウラン(t)	69	94	94	94	94	132

21

事故前の福島第一原発です。1号機から4号機までが第一世代で、改良したのが5号機です。さらに大きくなったのが6号機で、これはかなり新しい世代です。第二原発は6号機と同じ110万キロワットが4基あります。ウランが100トンの規模でこれだけの出力があるということは、少ない燃料でたくさんの電気を生み出しているのがわかります。

22

## 原子力発電所のしくみ



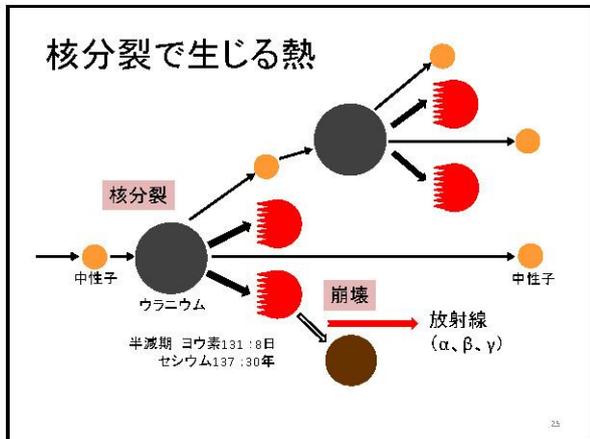
発電効率: 33%

復水: 蒸気を冷やして水に  
多量の冷却水が必要

23

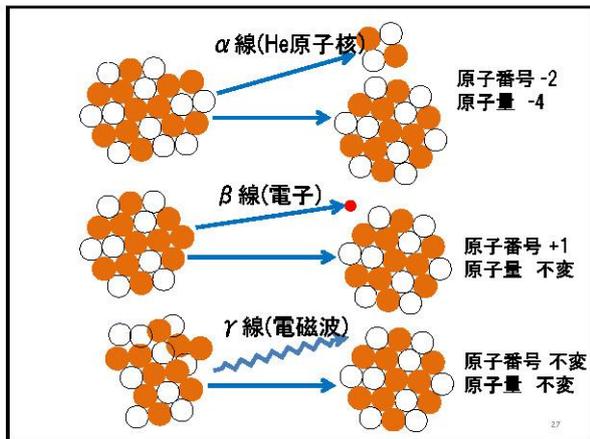
原子力発電所がどのように電気を作っているかを見てみると、火力発電所よりもやかんに近いかもしれません。やかんの中に燃料が入っていてエネルギーを出し、水が沸騰します。蒸気でタービンを回して、冷やした水はポンプで戻します。爆発があったのは建屋で、テレビのニュースなどでよくできましたね。圧力容器を格納容器が囲っていて、この外には使用済み核燃料プールや様々なメンテナンスの設備があります。発電効率は33%です。

24



核分裂はこうなります。ウランがあります。中性子がぶつかります。スピードが遅い中性子がこつんとぶつかると、これがパカッと割れます。また中性子がピュッとでます。速い中性子が出ます。速い中性子が水の中を通る時にブレーキがかかります。すごい勢いで飛んでいる中性子がだんだんとスピードを遅くなる時に熱が出ます。遅くなった中性子が次のウランに当たるとまた同じことが起きます。中性子が飛ぶことで熱を出します。また、割れてしまった元素は不安定な放射性元素であることが多いです。不安定なものが安定なものに変わっていくときに放射線を出します。

26



不安定な放射性元素が安定なものに変わる時、いろいろな変わり方をします。数が多すぎる時は陽子2個と中性子2個の状態飛び出します。これがアルファ線。アルファ線はヘリウムの原子核です。原子量が変わらないが電子を1個出すのがベータ線。形を並び替える時に強い電磁波を出すのがガンマ線。今問題になっているセシウムは、ベータ線とガンマ線の両方です。セシウムが電子を1個出して不安定なバリウムになります。不安定なバリウムがガンマ線を出すことで安定したバリウムになります。放射性セシウムはベータ線とガンマ線を出すことで安定したバリウムになります。ベータ線は電子なので吸収されますが、放射線の問題になっているのはガンマ線のほうです。

28

### 発電効率 33%とは

発電 100万kW ⇔ 300万kW (kJ/s)の炉出力  
200万kWの損失(熱)

200万kW → 48万キロカロリー/秒  
48トン/秒の水を10℃温める

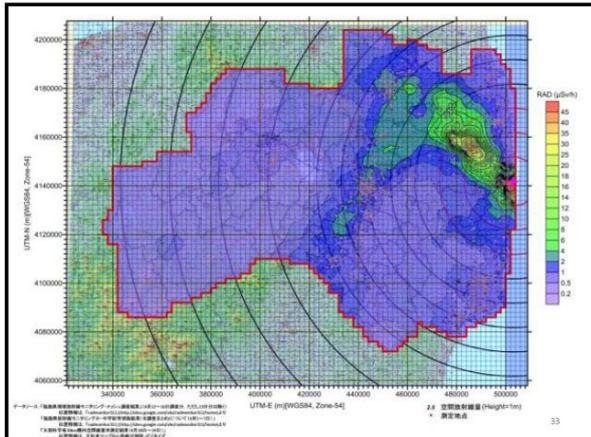
阿武隈川@福島・3月 30~150トン/秒

国土交通省水文水质データベース  
<http://www1.river.go.jp/>

29

300万キロワットの出力があるにもかかわらず、電気になるのはそのうちの100万キロワットしかないということは残りの200万キロワットの熱はどこかに行ってしまいます。この損失は熱として海に捨てられています。200万キロワットは48万キロカロリーです。これは1秒間に48トンの水を10度温めることができるということです。阿武隈川の水量は毎秒30~150トンです。仮にこの川の水を冷却水としたら原発1基で水温が10度上がることになります。

30



同じ縮尺の東京都の地図を切り取って20km圏内の警戒区域当てはめると23区がすっぽりそのまま取まってしまいます。さらに、計画的避難区域には東京都は奥多摩まですっぽり入ります。

### 事故の影響

多数の避難者  
 汚染された土地・使えない農地  
 出荷制限・風評被害  
 健康不安・放射性物質への不安

電力供給能力の低下 → 計画停電・節電要請  
 物流の停止長期化

### 給油を待つ長蛇の列

救援物資・復旧資材も届きにくく  
 水・食糧だけでなく、エネルギーも備蓄  
 自給自足の必要性

## 火力に頼らない脱原発

エネルギー消費を削減  
エネルギー利用効率(発電効率)を向上  
カスケード利用(排熱利用など)を推進

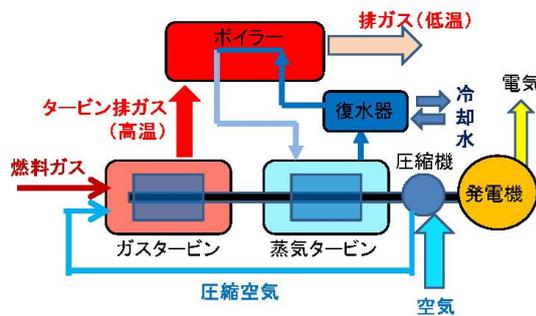
再生可能エネルギーの活用

37

5億年かけて貯めた石油を100年余りで使ってしまふ。地球に負担をかけない再生エネルギーを活用していく。

38

## コンバインドサイクル

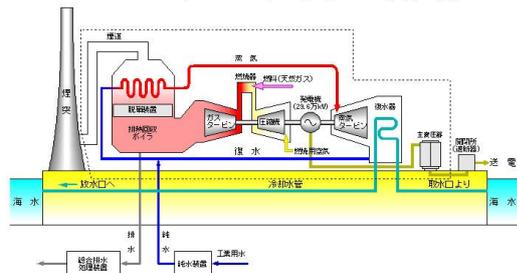


39

燃料ガスが爆発すると大変なエネルギーになります。爆発は単に燃えて熱くなるだけではなくすごいエネルギーを放出する力を持っています。ガスの圧力が急激に上がり、体積が増えたことでタービンを回します。排気ガスの温度は高いのでこれを使ってお湯を沸かします。できた水蒸気で発電機を回します。燃料のガスが持っているエネルギーを2度使うことになるので効率が良い。

40

## コンバインドサイクル発電



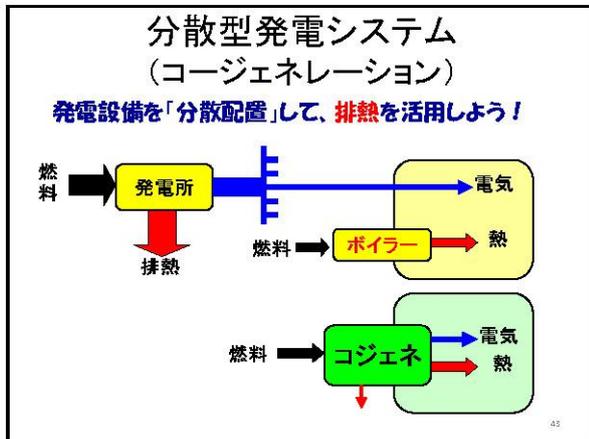
ガスタービンと、排熱回収 & 蒸気タービンにより  
発電効率 約50%

41

コンバインドサイクル発電はガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた発電方式です。最初に圧縮空気の中で燃料を燃やしてガスを発生させ、その圧力でガスタービンを回して発電を行います。ガスタービンを回し終えた排ガスは、まだ十分な余熱があるため、この余熱を使って水を沸騰させ、蒸気タービンによる発電を行います。

発電効率は50%になります。発電効率を上げるということは燃料の節約につながります。

42



コージェネレーションは燃料で発電して、その排熱も利用することです。例えば工場では灯油・ガス・重油などを買ってボイラーでお湯を沸かしたり暖房を運転しています。もちろん電気は電力会社から買っています。今まで捨てていた、発電で発生した熱を利用することで使う燃料は少なくて済みます。

46

### コージェネレーションシステム

排熱 → 給湯・暖房、吸収式冷凍機にて冷水  
送電ロス:回避 受電設備:小型化可能

エンジン + 発電機

- ガスタービン (大型・連続動作向き・排熱高温)
- ディーゼル (高効率・中～大型・うるさい)
- ガスエンジン (小型・安価・発電効率が低い)

燃料電池 (高効率・静粛・まだまだ高価)

45

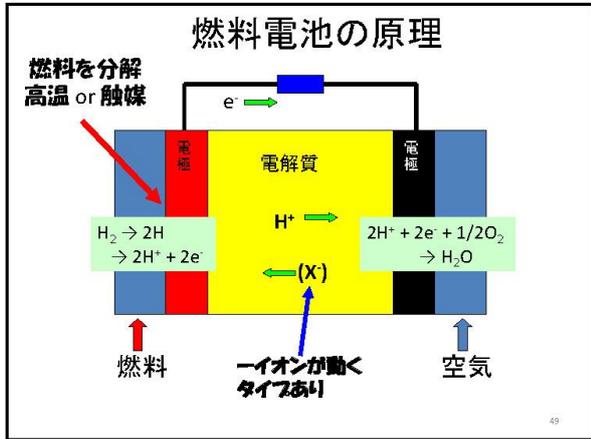
利点は大型発電所では捨てていた排熱が給湯や暖房に使えること。吸収式冷凍機はエネルギーを加えると冷たい水や冷房が得られるものです。発電所からの送電のロスが回避できます。大きな工場では何万キロワットもある受電設備が小さくて済みます。家庭であれば契約電量を小さくできます。電気料金を安くすることができるわけです。エンジンと発電機の組み合わせは、大規模需要にはガスタービン、燃費は良いが大きくて騒音や振動が多いディーゼルエンジン、小さくて安いが発電効率が低いガスエンジンがあります。欠点が少ない理想的なのが燃料電池です。これは化学反応で発電するので効率がよく静かです。しかしまだ高く長期の安定性には欠けます。

46



ディーゼルエンジン発電機があって発電し、排熱を回収して工場のお湯を供給している190キロワットのシステムです。

48



**燃料電池**

水素H2を二つの水素原子に分けます。イオンH<sup>+</sup>と電子e<sup>-</sup>に分解します。黄色い部分はイオンは通れるけれども電子は通しません。こちらでは酸素が水素が来るのを待っています。電子は外を通ります。これが電子の流れ、電流になります。

水素は陰極で電子とイオンに分けられ、水素の分解で発生した電子が流れて発電します。残った水素イオンは電解質を通じて陽極でO<sub>2</sub>および電子と結びつき、水に変わります。そのとき発生する熱も利用できるのが、燃料電池の大きな特徴です。

50

### 燃料電池 (Fuel Cell) の種類

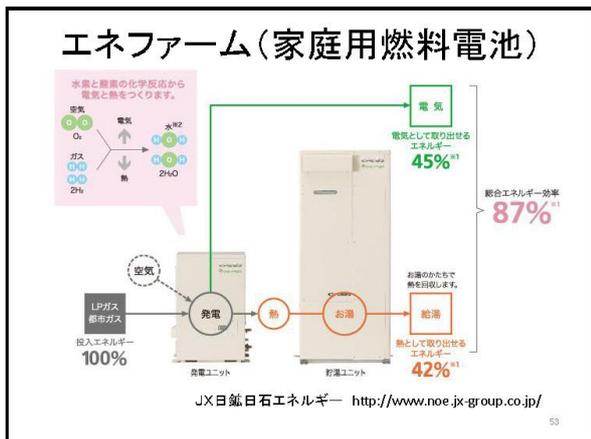
分類	高分子固体電解質型 Polymer Electrolyte FC	リン酸型 Phosphoric Acid FC	熔融炭酸塩型 Molten Carbonate FC	酸化物固体電解質型 Solid Oxide FC
略称	PEFC	PAFC	MCFC	SOFC
電解質	スルホン酸系ポリマ (高分子材料)	リン酸水溶液	リチウム・ナトリウム・カリウムの炭酸塩 (熔融状態)	酸化ジルコニウム系セラミックス
移動するイオン	水素イオン	水素イオン	炭酸イオン	酸素イオン
動作温度	70-90 °C	200 °C	650-700 °C	900-1000 °C
電極の触媒	白金	白金	ニッケル	ニッケル
燃料	水素ガス (他の燃料を用いる場合は、反応器により水素を生成、一酸化炭素は触媒を劣化。)		液体・ガスの各種燃料 (FC内部での必要が可変、原料の純度が少ない。)	

**小型・モバイル      商用機      高効率・大規模**  
**動作温度:高 → 排熱の価値:高**

51

燃料電池には種類があり、特徴があります。燃料電池自動車は高分子固体電解質型、最近では酸化物固体電解質型が動作温度が高く排熱の価値が高いものとして使われてきています。

52



テレビでも宣伝をしていますが、エネゴリくんのエネファーム。ガスから発電します。発電効率は45%です。排熱を利用してお湯の形で熱を回収し、熱として取り出せるエネルギーは42%です。LPガス都市ガスのエネルギーの87%が使えるというかなり高い効率です。発電出力は1kW程度。(700W)

54

## リン酸型燃料電池(商用機)

<http://www.fujielectric.co.jp/product/fuelcell/index.html>

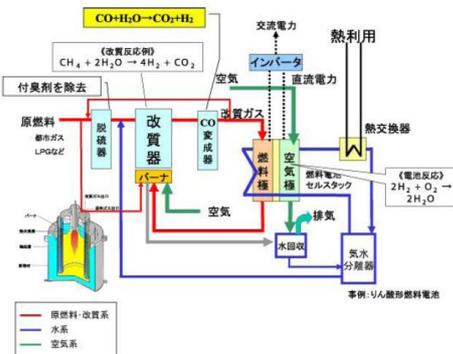
富士電機システムズ 発電出力 100kW  
 発電効率 40%(都市ガス利用時)  
 熱回収効率 47% 総合 87%



リン酸型燃料電池は工場やビルなどで使われていて20年ぐら  
 い前から実用化されています。これは数10kWから数100kWの  
 出力で、これも発電効率は9割近いです。

56

## リン酸型燃料電池システムフロー



57

リン酸型燃料電池のシステムフローです。燃料電池に水  
 素を供給するにはいろいろなことをやらなくてはなりません。  
 排気ガス、水を回収したり…燃料に関しては電気と熱がど  
 れくらい使えるか、ロスがあれば当然それも考えなくては  
 いけない。

補足:約200°Cで稼動するりん酸形は、比較的効率がよく、  
 最も早くから研究開発が着手され、信頼性・耐久性が確認  
 されている現在唯一、導入普及段階にある燃料電池。

58

## 愛・地球博 新エネプラント外観



熔融炭酸塩形 (MCFC)



りん酸形 (PAFC)



固体酸化物形 (SOFC)

愛・地球博では、日本館の冷暖房でこういうものを使いました。

59

60

## 世界に誇れる日本の電力品質

停電なし

電圧と周波数が安定

ゆとりある発電能力(過去形)

需要に応じて

火力発電の出力制御・揚水発電

原発事故・再生可能エネルギー比率増大で、  
状況は変化しつつある。

61

日本の電力品質。とにかく停電がない。台風で電線が倒れたとか、大地震があったとき以外は停電しません。なぜかという、電圧と周波数がものすごく安定している。これは発電能力にゆとりがあったからと、たくさん電気を使うときには火力発電所が頑張って発電をして、電気が余った時はちゃんと発電力はセーブするからです。ピークには汲み上げている水をドーンと落として水力発電所も加わる。このように停電のない高品質な電気をキープしているわけです。しかし、震災と原発事故以降状況は変化しつつあります。

62

## 系統連系(発電設備の協調)

交流を使用

トランスで変圧が容易

長距離送電 超高電圧(10~50万V)  
事業所近傍 高電圧(6600Vなど)

周波数 東日本 50 Hz 西日本 60 Hz  
電圧 家庭用 単相100V(3線200V)、動力 3相200V  
位相 ピークの位置が揃う必要あり

電力会社間の連系

東京電力・東北電力(北海道は、直結せず)  
西日本各社

63

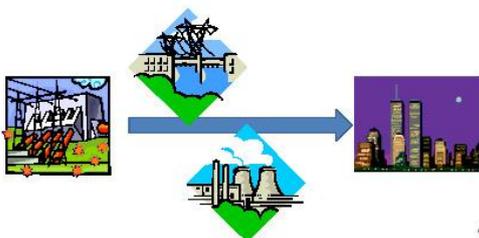
電気は交流です。交流はトランスがあれば高い電圧から低い電圧へ、低い電圧から高い電圧へと容易に変圧ができます。長距離送電は50万ボルト位の超高電圧線。大きな工場では6600Vという高い電圧でつないでいます。家庭では単相100V、工場などで使う大きなモーターとかは3相200V。周波数は東日本が50Hz、西日本60Hz。交流なので位相のピークの位置がそろっていないといけない。これは、東京電力と東北電力はぴったりそろっています。北海道電力は津軽海峡があるのでそこは合わせていません。北海道と本州をつないでいる線はあるのですが、そこは直流にしてつないでいます。少しは融通できるようになっています。西日本各社は全部ピークの位置は合わせています。

64

## 需要と供給のバランス

発電量 = 消費量

全ての発電機が、同期して発電

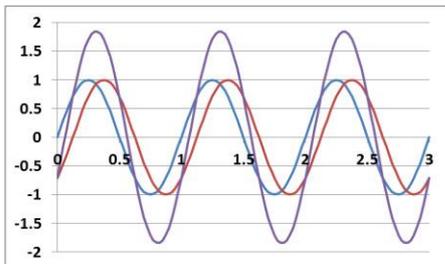


65

電気はためられないので発電量=消費量で、かつ全ての発電機が同期して発電しています。発電所があって需要があってバランスを取っています。

66

### タイミングが1/8ずれる

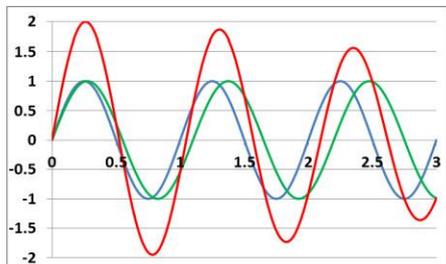


67

三角関数の加算、タイミングがちょっと1/8ずれると1+1=2にならないで1.81になってしまう。  
このロスをなくすにはタイミングを合わせなければならないのです。

68

### 周波数が5%ずれる

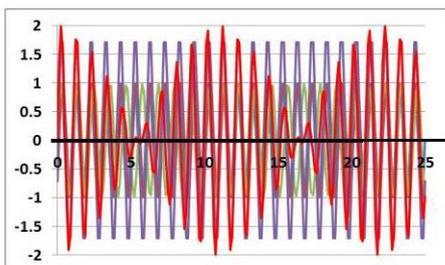


69

周波数が5%ずれるとどうなるか。青の線と緑の線が最初は2なの  
がずれが大きくなって次は1.81に下がり、さらには1.51になって  
しまう。たった0.5秒でこうになってしまうのです。発電機の周波数  
が変わるのは致命的なのです。

70

### 0.5秒間の波形



71

ではなぜ発電のタイミングが変わってしまうのか。自転車をこいで  
いるとします。上り坂である程度までがんばれば同じスピード  
で登っていきます。ところがこれだめだとなったとき、回転  
数が落ちます。電気使っていて、発電所が回っている時はこれ  
はぴったり同じ回転数に出力を制御します。ところが、使う電気  
の量が多くなるとだんだん発電機を回す力がいっぱい必要に  
なってきます。燃料もどんどん増やしていても、これ以上増え  
ないと回転数が落ちてしまう。回転数が落ちると周波数が小さく  
なる。一秒間に50回が48に…。

72

## 節電の意義

電力消費のピーク（kWを減らす）

夏：暑い日の日中（冷房負荷）

冬：寒い日の夕方～夜（暖房・照明・調理）

→ 発電能力を超えないようにし、**停電回避**

全般（kWhを減らす）

エネルギー（燃料）消費を減らし、**温暖化防止**

73

節電の意義。電力のピークを減らすこと、発電の能力を超えないようにして大規模な停電を回避しなければならないことです。ピークはいつかという夏の暑い日の日中、冬の寒い日の夕方から夜です。

74

## 福島の誇る再生可能エネルギー

2009年度実績で、一次エネルギー供給の

**19.7%**が再生可能エネルギー

（国全体の目標：2020年度に、10%）

大規模水力

バイオマス熱利用（ボイラー）

地熱発電、バイオマス発電

風力発電、小水力発電、太陽光発電

75

国の目標では2020年度に再生可能エネルギーの供給が10%、というのがありますが、すでに福島県では19.7%もあります。

76

## 福島県における再生可能エネルギー導入実績と目標 （2011年春公開予定だったビジョンより）

種別	2002年度実績		2009年度実績		2014年度中間目標		2020年度目標		2020 -2009
	導入量 (kWh)	導入率 (%)	導入量 (kWh)	導入率 (%)	導入量 (kWh)	導入率 (%)	導入量 (kWh)	導入率 (%)	
<b>再生可能エネルギー</b>									
太陽光発電	1,863	2,800	9,238	38,274	41,234	172,400	239,173	1,005,005	26.7
太陽熱利用	11,170	—	11,202	—	14,300	—	33,680	—	3.0
風力発電	1,482	3,714	27,854	30,830	76,110	119,820	150,450	300,000	5.2
バイオマス熱電	8,013	7,730	78,304	80,330	121,700	107,200	400,000	300,000	6.4
バイオマス熱利用	65,743	—	123,763	—	127,411	—	150,000	—	1.2
バイオマス燃料転換	3	—	537	—	924	—	2,883	—	0.0
地熱発電	175	—	176	—	334	—	1,750	—	10.0
小水力発電	3	—	29	—	95	—	230	—	10.0
小水力発電	20,001	11,400	20,001	11,400	21,483	15,400	30,136	21,600	1.0
地熱ボイラー熱電	0	0	0	0	410	300	2,700	2,000	—
合計	83,345	—	235,457	—	271,287	—	1,020,433	—	3.8
再生可能エネルギーの割合	—	—	2.7%	—	4.0%	—	11.5%	—	—
<b>再生可能エネルギー導入目標</b>									
太陽光発電	1,211,000	—	1,276,100	3,379,000	1,276,100	2,200,000	1,276,100	2,200,000	1.0
風力発電	17,732	—	17,732	80,500	17,732	120,500	17,732	120,500	1.0
合計	1,488,732	—	1,493,832	3,459,500	2,500,000	2,620,500	2,620,500	2,620,500	1.4
再生可能エネルギーの割合	—	—	19.7%	—	21.0%	—	30.0%	—	—
一次エネルギー供給	—	—	9,771,304	—	9,786,924	—	8,911,183	—	0.9
二酸化炭素削減率	—	—	6,386,731	—	6,884,536	—	7,816,837	—	—

77

福島県では2020年度には30%までぐっと高くなります。

78

	2009年度実績		2020年度目標		2009年 比
	原油換算 (kWh)	設備容量 (kW)	原油換算 (kWh)	設備容量 (kW)	
太陽光発電	9,298	38,874	239,175	1,000,000	25.7
太陽熱利用	11,262	—	33,786	—	3.0
風力発電	27,856	69,880	159,450	400,000	5.7
バイオマス発電	75,390	66,360	408,989	360,000	5.4
バイオマス熱利用	123,760	—	150,084	—	1.2
バイオマス燃料製造	597	—	2,985	—	5.0
温度差熱利用	175	—	1,750	—	10.0
雪氷熱利用	29	—	290	—	10.0
小水力発電	20,091	14,400	30,136	21,600	1.5
地熱バイナリー発電	0	0	2,790	2,000	—
小計	268,457	—	1,029,434	—	3.8
一次エネルギー供給に 占める割合	2.7%	—	11.5%	—	—

79

1次エネルギー供給に占める割合は2009年度実績でわずかに2.7%でしたが、20年度の目標は11.5%というのが国の再生可能エネルギーの導入の目標です。

80

## 郡山布引高原風力発電所

<http://www.jpowers.co.jp/wind/index.html>

風力設備33機、総出力65,980kW

平成19年2月に営業運転開始

年間発電量：約12,500万kWh（14,270kW）

国内最大！



81

お国自慢になりますが、福島の人ってアピールが下手ですね。野口英世は有名ですが、日本最大の物もいろいろあります。布引高原の風力発電所は国内最大です。近くですから雪が溶けたらぜひ行ってください。見上げると多くの風車が33基あります。順調に回れば1基で約2000kW発電します。これが総出力6万5千kWになります。このほかに滝根町にも風力発電所があります。

82

## 風力発電

流体の運動エネルギーを電気に

$$E = \frac{1}{2} m v^2$$

風速が2倍になったら、発電量は？



83

風量発電は風が持っているエネルギーを回転に変えて発電しています。この式、高校の物理でやっていると思うのですが、記憶の片隅にあるでしょうか？ 風速が2倍になったら発電量はいくつになるか。4倍？ 8倍？ 風速が2倍になると2倍の空気が飛んできます。その空気の分子1個のエネルギーが4倍になりますから、 $2 \times 4 = 8$ 、8倍になります。風が持っているエネルギーは風速の3乗になります。風が10%増えると33%増えることにもなりますので、少しでも風が強い方がいいのは当然です。しかし、風が強すぎると風車が耐えられるかが問題となり、台風や強風になると発電できなくなります。

84

## 洋上風力発電への期待



福島沖は風況が良い  
風速変動が少ない  
騒音問題が少ない  
200万kW(!?)  
首都圏へも連系  
水深が大きい  
→ 浮体式を開発  
開発拠点・実証拠点  
生産・保守  
→ 福島に新産業を

85

福島県もそうですが、東北の太平洋岸は風況が良いです。だいたい同じ方向から結構強い風が吹いてきます。風速の変動が陸上よりも少ないです。台風が来ても福島に来る頃にはパワーがダウンしています。海の上ですので騒音の問題もないです。試算ではおよそ200万kWくらいの発電の能力があると予想されています。首都圏に連系して電力を供給する計画があります。ところが水深が深いので浮かんでいる浮体式の風車を開発をしています。この拠点を福島に作り新しい産業を興すことが期待されています。

86

## 柳津西山地熱発電所

<http://www.tohoku-epco.co.jp/pr/index.html>

国内最大!

奥会津地熱(株)・東北電力(株)  
発電出力 65,000 kW  
運転開始 平成7年5月

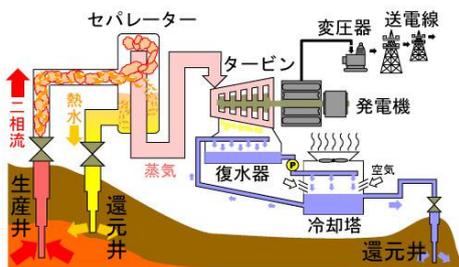


87

もうひとつお国自慢があって、柳津の地熱発電所が、6万5千kWの出力は国内最大です。日本一。知らないでしょう？ 大分に5万kWが2基という地熱発電所あります

88

## 地熱発電の仕組み



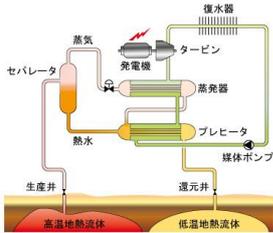
89

地熱発電所は、いい地熱が出るところであれば燃料代0でずっと発電してくれます。震災の時に止まらずに動いていたので非常に安定しています。地中深くに簡単には沸きでないような温泉があって圧力がかかっているのもっと高い温度で沸騰している。それを井戸を掘ったら熱いお湯と蒸気とかが吹き出ます。その蒸気でタービンを回します。タービンを回した水蒸気は冷やして水に戻して地中に還元します。

90

## 地熱バイナリー発電

低沸点の媒体を用い、100°C以下の熱源でも発電  
温泉排熱などの活用も検討



九州電力 八丁原地熱発電所

西日本環境エネルギー(株)  
<http://www.neeco.co.jp/>

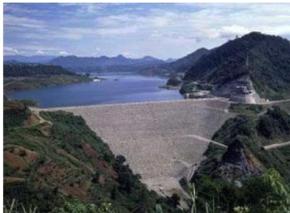
91

新しいやり方が地熱バイナリー発電で実用化が近いです。タービンを回すのが水蒸気ではなくて、冷媒、エアコンの逆のようなものです。100度で沸騰しているお湯で100度より低い温度で沸騰するものを暖めます。冷ますのに手間をかけている温泉に使うことが検討されています。福島だと土湯温泉では結構熱いお湯が出ていてさましています。

92

## 水力発電

大規模水力は開発済  
中小水力の適地が豊富  
(農業用水・砂防ダム・・・)  
**規制緩和・水利権調整で推進を！**

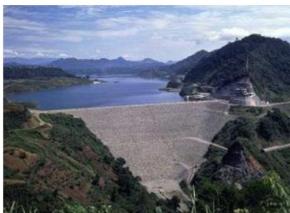


山を切り開いて作る大規模なダムはもうあまり建設されていかないでしょう。農業用水や河川改修をしたところでは1.2m無駄に水を落としている。砂防ダムもそうです。これは砂をせき止めているだけで発電はしていません。水がいつも流れていれば、位置エネルギーを使って電気を起こすことができるのです。

94

## 水力発電

位置エネルギーを電気に  
 $E = mgh$   
毎秒100L・1メートル では？



位置エネルギーは質量×重力加速度×高さの式です。

$$m=100\text{kg/sec } g=9.8\text{m/s}^2 \quad h=1\text{m} \quad E=1000\text{w}$$

96

## 我が家でもできる太陽光発電



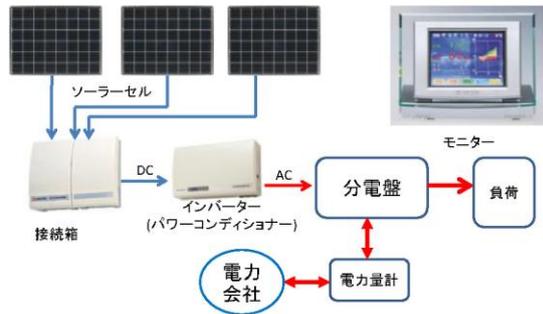
太陽光発電。単にパネルがいっぱい置ければたくさん発電します。いい場所を見つけるのが1つですね。

中部国際空港セントレア(愛知県)  
240kW

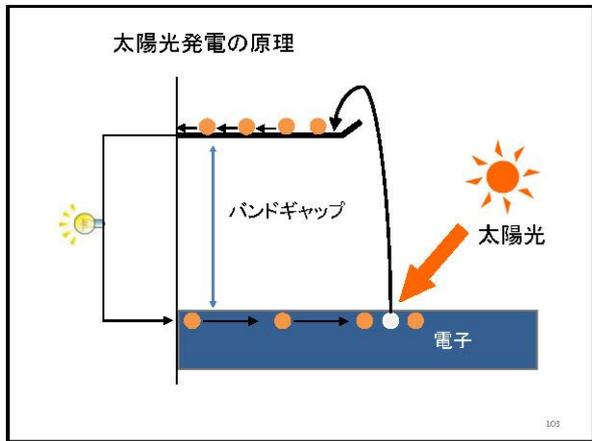
電源開発株式会社  
警邏太陽光発電所(福岡県)  
1000kW(1MW)

売れ残った工業団地にたくさん並べましたという例。福岡県で1メガワット。中部国際空港の建物の屋根です。まわりに建物もなく日当たりは最高です。

## 太陽光発電のパーツ

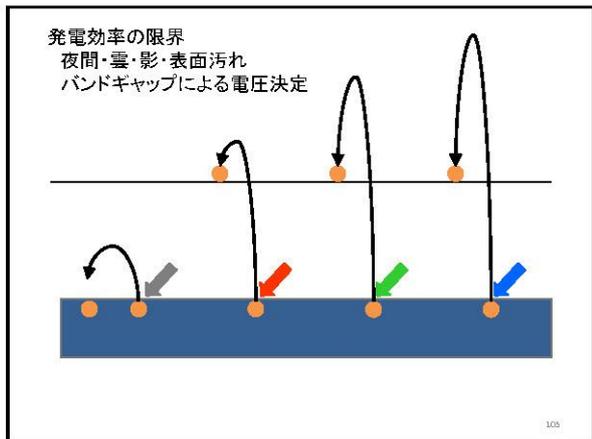


実習でやるとと思いますが、ソーラーセルに光が当たったら直流です。直流を一個にまとめて交流に変換します。



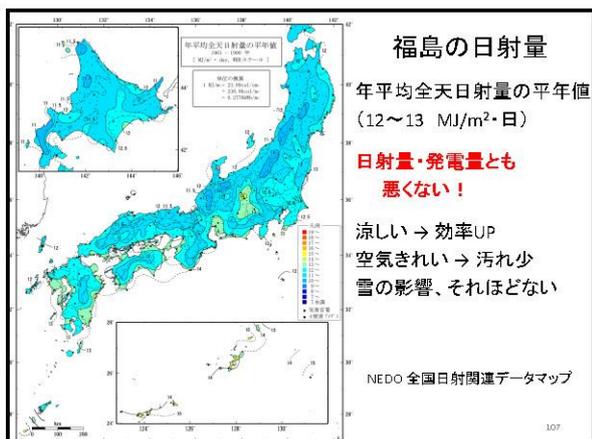
太陽光発電の原理です。半導体に太陽光が当たります。半導体には電気を流しやすいバンドと荷電子帯とありますが束縛されている電子と2つの状態があってここにギャップがあるから光を当てるとこの電子がエネルギーをもらって飛び上がるとバンドギャップの上に乗っかります。このバンドギャップに乗った電子が外の負荷を通してここにもどります。

104



太陽光発電の効率は何で決まるか、わかりやすいのは夜は光が当たらないから発電しないこと。曇が多いと少なくなる。雪が積もったり、木の陰になったり、表面が汚れたりするということで発電できなくなります。もうひとつは、バンドギャップによって電圧が決まってしまうことがあります。太陽光には紫外線、赤外線、可視光線などの種類があって、赤は波長が長くて、青は短い。光は波長が長い方がエネルギーが高い。

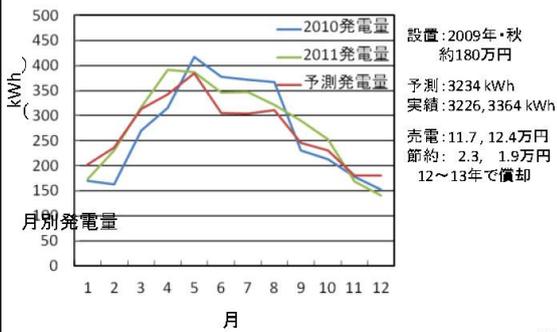
106



福島の日射量について。東北って薄暗いイメージがありますが、浜通り、中通りは関東地方と遜色ない。日射量は悪くないです。涼しいので効率も上がります。雪の影響もそんなにない。

108

### 太陽光発電実績(福島市丸子・私の自宅)



予測発電量はメーカーの公表値で、2010年、2011年の自宅の発電量のデータです。ほぼ予測値と合っています。東北電力にお買い上げいただいたのが約12万円。自宅を使って節約したのが約2万円。180万円を12、3年で償却できる計算になります。

### 地方都市型・農村型のシステムを

都市人口・人口密度：小  
土地はある  
再生可能エネルギー比率：大  
エネルギー消費構造は、首都圏と異なる

**地域特性に合ったシステムを選択すること！**

福島ははっきり言って田舎です。人工も人口密度も少ない。再生可能エネルギーの比率20%は高く、エネルギーの使い方首都圏と違います。こういったことをちゃんと意識をして地域の特性にあった物を提案したり施工できるようになって欲しいですね。

電気自動車は通勤に  
蓄電池の役割を担えるか？

スマートグリッドの都会型の考え方。電気自動車を電池として使う。夜中に充電して昼間のピークにその電気を使うというのを提案する先生が結構いらっしゃるんですが、これは使えるとしてもかなり限定されてしまう。通勤で車を使うようなとしては地方では成り立たない。

## 熱の需要も大きい

大型の住宅・冬季気温が低い  
→ 暖房需要が大きい

高付加価値農業が盛ん  
(ハウス栽培・通年栽培)  
→ 加温に熱需要

融雪・霜対策・入浴施設での加温

**高温は不要  
低品位の熱源でOK**

**バイオマスや排熱を活用することにインセンティブを！**

115

家も大きくて冬は寒いので暖房も需要が多い。暖房には電気、ガス、農家が多くのビニールハウスでの栽培でも加温している。他に雪を溶かしたり霜対策や入浴施設などいろいろあります。お湯が沸く温度があればいいので高温である必要はない。薪を燃やしたり温泉の熱や何かをした後の廃熱を活用するようなやり方が福島や東北には有効です。

116



木質ペレット  
粉末状の木材を圧縮成型  
灰は農地へ還元可能



117

家が狭くて八畳一間のアパートに夫婦二人で住んでいるような都会では電気ストーブやエアコンでいいです。福島の大きな家では立派なペレットストーブを置いてこういう木の燃料を使うとか。

118

## 自立型・最高効率のバイオマス熱利用



119

電気もいらなくて薪ストーブというのは燃やした熱の大半が暖房で使えるから効率は最高です。停電でもマッチさえあれば使えます。こういった物を活用しましょう。太陽光発電とあわせてシステムを提案するといいでしょう。将来のエネルギー自給率のアップする1つのやり方です。

120



121

ビニールハウスを石油で暖める。冬にトマト食べたいとかいちごを食べたいというならやはり暖房は必要です。都会の真ん中じゃないんだからちょっとぐらい煙が出たって簡単なボイラーで木材を燃やした暖房でもいいでしょうといった方向に転換してあげることで、貴重な石油、重油や灯油は次の世代にとっておいてあげることができます。

122



123

都会では臨海部の工業地帯とか風力発電は遙か遠くにあるんです。電気をひっばってくるイメージがあって、都会の方が人口が多くて技術者の数も多いのでそちらで技術を考えよう。それをそのままこっち(地方)に持ってくることはしないで欲しい。

124



125

我々福島は海あり山あり、ほどほどの都会があり、農地もいっぱいあるわけですから、それぞれのところで行えることができるのでこれをその場でうまく組み合わせてあげるような発想が必要ですね。都会型のやり方をそのまま持ってこない。マンションぐらいにしか役に立たない。

126

## 再生可能エネルギーのデメリット

天気任せ・風任せ → 不安定要因あり  
エネルギー密度が薄い → 大面積が必要  
初期コストが大きい

### 系統連係

発電量の変動 → 電圧変動・周波数変動  
**最悪の場合、大規模停電も**

127

再生可能エネルギーはどうしてもお天気まかせ風まかせのところがある。太陽光発電では広い面積がなければ何千kWにならないわけです。あと、どうしても初期コストが大きいです。石油という貯金を取り崩して使っているのです。電圧の変動や周波数の変動は停電などまずいことが起きます。

128

## 再生可能エネルギー技術

エネルギー源は多種  
新規技術がどんどん出てくる  
発展途上の技術が多い  
改善・工夫の余地あり

**常に新しい技術に関心を！**  
**地域・顧客に合った提案型で！**

129

エンジニアたまごの皆さんにお願いします。我々の世代でできなかったことを皆さんに託すわけです。再生可能エネルギー技術というのは、それぞれでいろいろな特徴があって、それを活用する新しい技術がどんどん出てきます。もう一つやっかいなのは、まだまだ発展途上なんです。太陽光にしる発展途上だと思っています。技術そのものをもっと発展させなければならないとともにどうでもいいところが足りなかつたりするんです。足りない部分を現場なり、販売店あたりが改善していく工夫をすれば使いやすくなったり。常に新しい物が出てくるので新しい技術に関心をもっていなければならない。工夫をするということは、お客様にあった形に工夫をする、プラスアルファをする、これとこれをセットにすると安くより使いやすい快適になりますとか。地域にあった提案をする。くれといわれた物を作るのではなく、いい物をつけて提案をする。技術の面から。

130

## 再生可能エネルギーの導入

支援制度が毎年変わる  
設備投資補助 → 電力買取価格上乘せ  
買取方式が変わる  
余剰買取？ 全量買取？ エネルギー種別  
導入コストに地域差あり  
エネルギー密度・送電線・道路・・・  
規制の緩和／強化

**技術以外へのアンテナも高く！**

131

実際に導入していく時に、注意が必要なのが支援制度が毎年変わることです。例えば太陽光発電を設置するときに10年ぐらい前にNEDOという組織から補助金が出ていました。半額とか3分の1とかかなりの額の設備に補助金が出ていました。それが2009年あたりには一度終わりになった後で、1kWhあたり7万円あたりの補助しますということになりました。これはほんのちよつとの額なんですけどその代わりに、余った電力はそれまでは電気を買っていた金額で買い取っていたのが、それを高く買い取りましょうという制度に変わったのです。ということは、太陽光発電のメーカーとしては、販売するときにこういう制度がありますからということで様々なメリットを説明しなければいけません。廃止された制度で売り込むことはできないので、コロコロ変わる制度、アンテナを張って常に最新の情報を知っていなければならないのです。それから、導入するには地域差があります。例えば風量発電では地域によって建設コストが違ってきます。送電や道路の状況でもコストが違います。

132

## 再生可能エネルギー先駆けの地に 活躍の場が待っている！！



常に新しい技術に関心を持つことです。今、とにかく福島は再生可能エネルギー先駆けの地というスローガンのもと、国は再生可能エネルギーの研究開発の事業化に力を入れることにしています。県としても失われた原発の後の雇用をどうするか、避難区域に合った産業をどう実施するかの問題もあります。これら復興計画の中では再生可能エネルギーをひとつの柱にしています。ここに当然みんなが活躍する場が待ってるわけです。今回の授業でいろいろ体験して何かをつかんでいただいて、活躍して欲しいと思います。やはり技術を学ぼうということは自分の技術が生かして仕事をして生活の糧を得て生きていくことが非常に楽しいということです。言われた仕事をするだけでなく、自分から提案をしたもので、再生可能エネルギーをどんどん普及し、それを導入したお客様もハッピーになっていく姿を見て、それをまた実績に自分の技術を磨いていくということで、それを20代から始めて40、50代と続けていって、次の世代にまた新しいものを創っていくと続いていくことができたらそれは幸せなことだと思います。そのような活躍の場が本当に待っています。

## 1.スマートグリッド SmartGrid とは「次世代電力網」の意味

### (1)概要

1.電力システムと情報通信技術を統合

→新しい電力網の構築 効率的なエネルギー供給体制を実現

地球温暖化対策

2.世界各国が取り組む国際的な流れ

3.電力・家電・通信・自動車 幅広い業界の関心を集め、進化・発展

4.オバマ大統領 景気対策法

### (2)スマートグリッドとは

[1]マイクログリッド---規模が小さい、一方向の流れ

(1)分散型電源と負荷を持つ小規模な電力システム(小規模系統)で、複数の電源及び熱源が情報通信技術を使って一括制御管理され、商用電力システム(商用電気系統)から独立して運転可能なオンサイト型(需要家のすぐ近くに設置するタイプ)の電力供給システム

(2)需要家に信頼性が高く、経済的な電気エネルギーを供給するシステムのこと

\* 太陽光発電や風力発電などの変動を他の発電機や負荷を制御することで吸収

→連携線の電力の流れを規定値に保つ

[2]スマートグリッド---電力の双方向の流れを実現する

・需要家→商用電力系統      マイクログリッド(需要家)との協調する新電力系統の概念

IEC による定義

双方向情報通信技術と制御技術、分散処理技術とセンサー技術および事業者側機器と需要家側機器を用いる電力ネットワークであり、あらゆる電源と需要をつなぐために電力技術と情報通信技術を統合化したものである。

## 2.電力システムとスマートグリッドの関係

[1]電気の発生=発電 原子力 火力 水力

[2]電気の輸送=①送電 ②変電 ③配電

[3]電力システムの需要の増加=ICT;情報通信技術の導入 地球温暖化問題

[4]電気と情報通信の融合=発電から消費までのシステム全体のインテリジェント化

例; ①太陽光発電—電気の流れが複雑になる

②スマートメーター—エネルギー利用の最適化

③電気自動車

### 3.地球温暖化問題

#### [1] CO<sub>2</sub> 排出・発生を抑制

スマートグリッド→エネルギーの効率的な利用の支援 再生可能エネルギー電源の利用促進

#### [2]エネルギー供給の効率化

ウインドファーム:遠隔地→送配電損失の軽減が必要

→直流送電技術・超電導送電技術・パワーエレクトロニクス

#### [3]エネルギー利用の効率化 がまんの省エネでははく…

高効率な機器→インバータ、ヒートポンプ技術を応用

無駄な機器の利用を制御

※ 図 1-2 電源別平均ライフサイクル CO<sub>2</sub> 排出量

### 4.電力系統と電力潮流 電力システムの制約

#### [1]過負荷制約(熱制約)

#### [2]電圧制約

#### [3]周波数制約

#### [4]同期安定度制約

### 5.スマートグリッドのネットワーク

#### (1)AMI 高度メーター基盤

[1]HAN:ホームエリアネットワーク宅内通信網

[2]FAN:フィールドエリアネットワーク地域通信網

[3]WAN ワイドエリアネットワーク広域通信網

#### (2)ネットワーク

##### [1]スマートメーター

現在各家庭に設置されているアナログ式の電力量計をデジタル化したもの

家庭の電力量を計測し、電力会社などと双方向通信

電力の遠隔開閉

##### [2]HEMS—ホームエネルギーマネジメントシステム

宅内(家庭内)エネルギー管理システム

家電機器を制御

電気の使用状況 電気料金などの見える化を実現

太陽光発電 蓄電池の制御

##### [3]6LowPAN シックスローパン

省電力無線を用いたセンサーネットワークやスマートグリッドのホームネットワーク HAN 向けに

標準化されているプロトコル(通信規約)のこと

① コンピュータ資源が乏しく無線が不安定な環境で、オープンな IPv6 を動作させ、既存のインターネットと相互接続を保証する

② 低消費電力型の

③ 無線近距離通信ネットワーク WPAN

センサー・ネットワーク向けの IP プロトコル

[4]セキュリティ対策の課題



授業を受ける学生

平成 24年 2月 14日 (火)		担当者名
		1-6 村山
時 限	科目名	授業内容
1	太陽光発電 基礎	I 太陽の科学 1太陽の誕生 2太陽の構造 3太陽のエネルギー 4 太陽エネルギーと気候変化
2	太陽光発電 基礎	5人間活動と気温上昇 6自然エネルギーと新エネルギー II 電気 1電気 2 電力化率 3電気と水素 4発電の方式
3	太陽光発電 基礎	5直接発電の方法 6電力の制御と安定 7畜エネルギー 8スマートメーター
4	太陽光発電 基礎	III 太陽光発電 1光 2太陽光のスペクトル分布 3太陽光発電システム
5	太陽光発電 基礎	4太陽光発電の原理 5太陽電池の種類と効率 6多接合型化合物系太陽電池
6	太陽光発電 基礎	7有機系色素増感型太陽電池 8有機薄膜型太陽電池 9量子ドット型太陽電池
使用教材テキスト資料		とことんやさしい太陽光発電の本 図版のコピーを配布
自由記入欄		丸一日座学ということで、キチンとノートをとるように冒頭で指示をした。物理や化学の難しい内容も時折出てくることから、若干眠そうにしている学生もいた。

## I 太陽の科学

### 1. 太陽の誕生

- (1)宇宙：137億年前
- (2)太陽：46億年前に誕生
- (3)地球：その5千年後 40億年前に地球上に原始海洋が形成され生命は海の底で誕生  
生存可能領域：ハビタブルゾーン

### 2. 太陽の構造

- (1)半径70万Km 地球の100倍 毎秒10億個の原爆に相当するエネルギーを放出
- (2)中心核、放射層、対流層、光球、彩層、コロナ
- (3)水素 プラズマ 核融合反応が起こりエネルギーの高い電磁波（ガンマ線）が発生
- (4)到達しているエネルギーは数十万年から数百万年かかっている

### 3. 太陽のエネルギー

- (1)水素原子からヘリウムが作られる核融合反応で生成
- (2)中心核の温度は1500万度

### 4. 太陽エネルギーと気候変化

- (1)データ
  - ・重さ： $2 \times 10^{27}$ トン 地球の30万倍
  - ・毎秒6億トンの水素を燃やす 毎秒500万トンの質量を光や熱のエネルギーに変換
  - ・地球に届くのは22億分の1  $1\text{kw}/\text{m}^2$  1時間で $4 \times 10^6$ ジュール/ $\text{m}^2$   
100%の効率で 太陽光1時間の照射＝世界の年間エネルギー消費量
  - ・半分は地表に吸収される 雲に吸収反射
- (2)地場の変動や黒点の変化で日射量に変化
  - ・黒点の変化は11年周期 極小期と極大期---二酸化炭素とメタンの濃度変化
  - ・プラズマ流（太陽風）で地球の磁場に変化---宇宙線の増減---電離層の電流、雲の増減

### 5. 人間活動と気温上昇 IPCC 評価報告書

- (1)温室効果ガス（二酸化炭素 メタン 一酸化二窒素 フロン）急増による地球温暖化
- (2)2100年までに温度上昇 $3^{\circ}\text{C}$  海面上昇30cm
- (3)排出量①中国21%②アメリカ20%③ロシア5.3%④インド4.7%⑤日本4.2%

## 6. 自然エネルギーと新エネルギー

- (1)自然エネルギー：水力発電・地熱発電
  - (2)新エネルギー：太陽光・太陽熱・風力・バイオマス・海洋
  - (3)バイオマス：世界の1割のエネルギー
  - (4)日本の再生可能エネルギーはまだ2%
  - (5)日本の新エネルギー等分野別投資額 風力 43% 太陽光 24% バイオ燃料 17%
- 2030年 現状の3倍を目標 日本エネルギー効率は世界最高水準

## II. 電気

### 1. 電気の正体

- (1)原子核(+) 電子(-)
- (2)歴史  
古代ギリシャの静電気 フランクリンの嵐の実験 1752年 エジソンの電気事業 1882年  
陰極線管(クルックス管) 電子の発見 1898年

### 2. 電力化率

- (1)電力化率：1次エネルギー供給量うち発電量の占める割合
- (2)世界 20% 日本 44%
- (3)世帯あたりのエネルギー源  
電気 50% 都市ガス 21% LPガス 10% 灯油 18%
- (4)安定した供給---停電による影響

### 3. 電気と水素

- (1)石油(ガソリン) 経済から水素(液体水素) 経済へ
- (2)水素から電気の変換は燃料電池
- (3)電気から水素への変換は電気分解で

### 4. 発電の方式

- (1)エネルギーと発電

利用エネルギー	発電方式
熱エネルギー	火力、原子力、太陽熱、地熱
力学エネルギー	水力、風力、潮汐、波力
化学エネルギー	燃料電池
光エネルギー	太陽光

→通常の発電はタービンを回して力学エネルギーを經由して発電

→電磁誘導による発電（ファラデーの原理）

(2)太陽光発電の変換効率は10～20%

## 5. 直接発電の方法

(1)直接発電：タービンを介さない 発電効率を高く

(2)種類：

①太陽光発電 光→電気

②熱電発電 熱電子発電 熱→電気

③燃料電池 化学→電気

④MHD 発電 電磁流体エネルギー→電気

(3)燃料電池---固体高分子形 白金触媒で運転温度は100℃以下

(4)家庭用では（エネファーム）

都市ガスを燃料 水素で発電 騒音振動がない 電気と熱を供給 太陽光と組み合わせ

## 6. 電力の制御と安定

(1)日本の電気：100Vの交流電力 周波数50Hz 60Hz

(2)交流送電：電圧の変更が容易 高圧で電力損失割合が少ない

(3)直流送電：長距離での安定な電力輸送に適する

(4)太陽光発電では：太陽電池から直流の電源を得る

→直（インバータ）交 DC12Vまたは24V → AC100V に変換

## 7. 蓄エネルギー

(1)蓄電の方法

①力学的 フライホイールエネルギー貯蔵、圧縮空気貯蔵、揚水発電

②科学的 新型電池電力貯蔵、化学蓄熱、水素蓄熱

③電氣的 超伝導エネルギー貯蔵

④熱的 水・氷蓄熱

(2)ソーラーポンド（太陽池）→発電利用には難しい

(3)太陽光水素製造→燃料電池による発電

(4)太陽光から直接水素をつくる 光触媒の原理

### Ⅲ. 太陽光発電

#### 1. 光

- (1)幾何光学（フェルマーの原理 1661 年）：光の直進、反射、屈折
- (2)波動光学：光を波動として扱う
- (3)量子光学：波と粒子の二重性に基づく

#### 2. 太陽光のスペクトル分布

- (1)プランクの放射曲線
  - ・黒体輻射の波長依存性は、材質によらず温度だけで決まる
  - ・太陽の光は 6000 度の放射光式で近似される
- (2)可視光領域が太陽エネルギーは最大

#### 3. 太陽光発電システム

- (1)太陽電池 PhotoVoltaic(PV)
  - ・セル           出力電圧 0.5-1.0v
  - ・モジュール           セルを並べて樹脂などで保護してパネルに
  - ・アレイ       モジュールを並べて接続
- (2)構成機器
  - ・架台                   モジュールを設置
  - ・接続箱               モジュールからケーブルの結線
  - ・インバーター        直流電流を交流電流に変換
  - ・保護装置   電力の出力品質の制御
  - ・パワーコンディショナー   インバータと保護装置を統合したもの
- (3)利用形態
  - ・独立型---孤島、標識、街路灯    直流のまま利用   蓄電池併用
  - ・系統連携型---電力網と自家発電の設備をつなぐ   分散型と集中型

#### 4. 太陽光発電の原理

- (1)太陽電池（ソーラーセル）：不純物半導体
- (2)エネルギーバンド構造
  - ・電子の充満帯（荷電子帯）、禁制帯、伝導帯
  - ・p 型不純物半導体では充満帯の上にアクセプター準位
  - ・n 型では伝導帯の下にドナー準位
- (3)最大電力点追従装置

- ・太陽電池では p-n 接合の半導体への光照射で発電
- ・効率よく発電するには最大電力点で運転

## 5. 太陽電池の種類と効率

(1)太陽電池には高純度のシリコンが必要---高価

(2)材料による分類 表

- ・結晶シリコン多結晶シリコンが主流 モジュール変換効率 16%
- ・高純度シリコンから非シリコン型に
- ・アモルファス太陽電池 薄く安価大面積 モジュール変換効率 6~10%

(3)非シリコン型

- ・化合物半導体
- ・色素増感型有機半導体
- ・有機薄膜型
- ・量子ドット型

## 6. 多接合型化合物系 宇宙用

(1)異なる太陽電池を組み合わせる多接合型 (タンデム型)

- ・上面：アモルファスシリコン---青色可視光 紫外線短波長の光を吸収
- ・下面：微結晶シリコン---赤い可視光 赤外線の高波長

(2)三層構造の化合物太陽電池 セル変換効率 41% ドイツ

(3)理論効率は非集光で 61%

## 7. 有機系色素増感型

(1)色素による光化学電池：

- ・pn 接合半導体型と異なり、光励起状態での電子移動
- ・色素 電解質 ガラス

(2)構造

- ・透明伝導性ガラス電極 白金の対極
- ・二酸化チタンの微粒子膜 増感色素 (ルテニウム錯体) 酸化還元電解質溶液 (ヨウ素主成分)

(3)特徴：安価でカラフル

- ・変換効率：理論効率は 33%、実際の最大値は 10%
- ・大規模製造装置が不要

## 8. 有機薄膜型

### (1)有機半導体薄膜太陽電池

- ・プラスチックなどの有機物を使いカラフルで軽量なポスター型太陽電池

### (2)構造

- ・ドナー材料：光が当たると電子を放出
- ・アクセプター材料：電子を吸収しやすい
- ・ →混合塗料

### (3)特徴

- ・電気を通しにくいですが、電気量、速さ、外力をコントロールしやすい
- ・全固定型で柔軟性や寿命が有利

### (4)課題：変換効率の向上 5%を15%に

## 9. 量子ドット型

### (1)ナノテクノロジー 第三世代太陽電池

- ・量子ドット 直径数億分の1メートルの小さな粒子状の半導体
- ・インジウム ヒ素などの化合物半導体
- ・多数重ねて数ミリ角のセル
- ・理論効率は63%

## 10. メガソーラー計画

### (1)低酸素社会づくり行動計画と電力業界 2008年

### (2)メガ（百万）ワット級の大規模集中型太陽光発電

### (3)例

- ①北海道電力 独立行政法人 新エネルギー産業技術総合開発機構(NEDO) 稚内  
5メガワット (5000kW) 出力達成

太陽光パネル2万8千枚設置 → 一般家庭約1700世帯分の電力

- ②東京電力 川崎市臨海部

- ③東北電力 八戸 1.5MW 12月稼働 仙台 原町は被災

## 11. 開発の歴史

1954年 米国ベル研究所 単結晶シリコン型 効率6% 人工衛星用

1958年 ヴァンガード1号(米)に搭載 6年動作

1960年 日本で量産開始

1974年 サンシャイン計画 本格的な開発開始

90年代 住宅用に補助金開始 1993年ニューサンシャイン計画

1994年	新エネルギー導入大綱
1997年	京都議定書
1998年	日本が生産量世界一
現在	キロワットあたり 70 万円　キロワット時あたり 49 円

## 12. 生産量

(1)生産量は国の計画に依存

- ・生産量①中国②ドイツ③日本
- ・日本の導入量は 200 万 kW で世界第 3 位

(2)2008 年新規導入量

①スペイン 170 万 kW　②ドイツ 150 万 kW　③アメリカ 30 万 kW　④日本 24 万 kW

(3)日本のメーカー

シャープ　京セラ　三洋電機（現 Panasonic）　三菱電機　東芝

## 13. 可能性と問題点

(1)利点

- ①クリーンで無尽蔵
- ②国産エネルギーの安定供給が可能
- ③設置場所を自由に選択
- ④発電の規模を自由に選択できる
- ⑤長寿命で保守が簡単
- ⑥設備が簡単で技術導入が容易

(2)欠点

- ①エネルギー密度が低く大規模集中型の発電用には広大な面積が必要
- ②発電単価が高い
- ③天候に左右されやすく利用効率が良くない
- ④夜間の発電が不可能
- ⑤設置地域が限られる

(3)解決策

- ①変換効率を上げる技術開発
- ②電力網の安定制御　スマートグリッド
- ③政策　設置補助金　電力高価買い取り
- ④節電　エネルギー需要の構造変革

平成 24年 2月 15日 (水)		担当者名
		1-3 村山 4菅野 5-6 羽田
時 限	科目名	授業内容
1	太陽光発電 基礎	Ⅲ太陽光発電 10メガソーラー計画 11開発の歴史 12生産量・メーカー 13利点・欠点・解決策
2	環境政策	1低炭素社会づくり行動計画 2温室効果ガス70%削減 3太陽光発電設備補助金制度 4 RPS法 5 FIT法 6グリーン電力制度
3	太陽光発電 機器	太陽光発電システムの概要 設置角度 日照時間と障害物 モジュールの形式 製品概要 システムの仕様 設置の留意点 電気配線工事 配線の種類とサイズ
4		
5	太陽光発電 システム施工 安全衛生	高所作業 屋根の勾配 1. 正しい服装と保護用具の着用義務 2. 屋根上の危険防止 3. 悪天候時の作業中止
6	太陽光発電 システム施工 安全衛生	施工の心構え 手抜き工事、不良工事による事故事例 まとめ
使用教材テキスト資料		太陽光発電システムの概要(京セラ)学生に配布
自由記入欄		午前中は時間内に終わらなかった内容のために時間をとった。 京セラの資料を学生に配布した。実際に現場で使われているものであり、学生も興味深く読んでいた。障害物や日照時間について実際に数値を使い、設置のシミュレーションをした。5, 6時間目はエービーシステムの羽田さんによる安全衛生の授業。太陽光発電モジュールは屋根の上での高所作業であり、事故防止のための方法や心構えについての講義をしていただいた。

## 2 時間目 環境政策 村山

### 1. 低炭素社会づくり行動計画---麻生内閣

(1)鳩山内閣・菅内閣では温室効果ガスを 90 年度比 25%削減計画

(2)革新的太陽光発電

2030 年以降 発電効率 40%超、コストを 1KW 7 円/1 時間

導入量 2020 年 10 倍、2030 年 40 倍を目標

3~5 年後 価格を半減

(3)支援策

①住宅、産業、公共の各部門で設置の促進

②技術開発

③メガソーラー建設

### 2. 2050 年温室効果ガス 70%削減

(1)技術志向社会

・原子力× ・発電量を 1990 年比 1 割減 ・ CCS 炭素隔離貯留 ・ 燃料電池

・太陽光発電を 2050 年には 2005 年の 120 倍

(2)自然志向社会

・自然エネルギー重視の分散型

・太陽光発電を 2050 年には 2005 年の 140 倍

・ バイオマス

### 3. 太陽光発電設備補助金制度

(1)国 経済産業省：住宅用太陽光発電導入支援対策費補助金交付要綱

・一般社団法人 太陽光発電協会/太陽光発電普及拡大センター(J-PEC)

・ 7 万円/1kw 例) 3.5kw で 24.5 万円

■申請期間：平成 23 年 4 月 12 日～平成 23 年 12 月 22 日

■予算額：349 億円・17 万戸程度の補助を想定

■補助金額：1kW あたり 4.8 万円

(2) 郡山市

1kW あたり 2 万円、上限額は 8 万円 140 件程度

#### 4. RPS 法---

電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法 2003年4月

(1)RPS：再生可能エネルギーの利用割合の基準 Renewables Portfolio Standard

(2)電力会社に一定の割合で再生可能エネルギーの導入を義務づける制度

・太陽光、風力、地熱、小型水力、バイオマス

→一般企業が発電した電力を電力事業者に販売できる

(3)目的：再生可能エネルギーのコストを下げ普及を図る

(4)問題点：

・もともと全電力の2%しかない電力

・競争を阻害して普及を妨げた

・高い設備投資の負担が企業に

・

#### 5. FIT---固定価格買い取り制度 Feed in Tariff 2009年

(1)太陽光発電設備で発電された電力を通常よりも高い価格で10年〜20年の長期に渡って電力会社が買い取る

42円/kwhで10年 設置費用15年で回収

太陽光発電促進付加金

(2)ドイツの成功 2005年

#### 6. グリーン電力制度

(1)グリーン電力：太陽光、風力、バイオマス、中小規模水力、地熱

(2)グリーン電力基金

参加者100円+電力会社100円が基金に寄付---グリーンエネルギーの普及

(2)グリーン電力証書取引

企業などが証書を購入→グリーン電力を使っている 環境貢献を対外的にアピール

# 3 時間目 太陽光発電機器 村山

1章 太陽光発電システムの概要

## 機器の名称と働き

- 太陽電池モジュール**  
太陽エネルギーを直流の電圧エネルギーに変換します。
- 接続ユニット**  
太陽電池の直流系統ごとに配線を接続し、一本の線にまとめるためのボックスです。
- 昇圧ユニット(\*)**  
太陽電池モジュールの出力数が少ない系統の電圧を昇圧します。  
\*システム構成によって必要となる場合があります。
- 住宅用分電盤**  
太陽電池系統を住宅系統の電力に接続し、住宅内の電気負荷へ分配します。
- パワーコンディショナ**  
太陽電池で発生した直流電力を交流電力に変換します。
- 供給電力用電力計**  
電力会社から購入する供給電力を計量します。
- 電力表示器 (パワーコンディショナに接続)**  
パワーコンディショナに内蔵されており、太陽光発電システムの発電状況を表示します。(オプション: ソーラー発電モニター)
- 余剰電力用電力計**  
電力会社が買い上げる余剰電力を計量します。
- 自立運転専用コンセント**  
停電時などの非常用専用コンセントです。

1-3

1章 太陽光発電システムの概要

## 太陽光発電システムの概要

### 太陽光発電システムのしくみ

「発電電力が余った分、不足した分」というのが基本です。日照量の多い晴天日には、太陽光発電システムの発電量は、住宅内の消費量を上回ります。余った電力は自動的に電力会社に売却します。逆に、日照量の少ない朝方や曇天日、日照量がゼロに近い雨日や夜間には、太陽光発電システムでの発電では住宅内の消費量をまかなえないため、不足分を電力会社から供給してもらいます。これらの運転は全て自動で行われます。さらに停電時なども日照さえあれば非常用電源としてお使いいただけます。

### 一日の発電量と消費量の関係と、システム動作

5月晴天日・真南・30°設置(東向き)上図はモデルパターンです。条件により発電・買電は異なります。

**朝** 「太陽光発電システム」だけでは、消費電力をまかないきれない場合、不足分のみ、電力会社の電力が、供給されます。

**昼** 日照量の多い晴天日など、家庭内の電気機器の消費電力を上回る発電量が得られる場合は、余った電力は自動的に逆潮流され、電力会社に売られます。

**夜** パワーコンディショナは自動停止。電力会社の電力で、全てをまわります。

■ 朝夕や曇りの日 (日照量の少ないとき) ■ 晴天日の日中 (日照量の多いとき) ■ 晴天や夜間 (日照量がゼロに近いとき)

1-2

1章 太陽光発電システムの概要

## 設置角度と方位角による影響

東京地区 (北緯35°41.2'、東経139°45.9')

設置角度による年間発電量の変化(東京地区) (発電量は太陽電池1kW当たりの値)

傾斜角(θ)	方位角				
	0°(真南)	15°	30°	45°	90°
水平面	88.4	88.4	88.4	88.4	88.4
10°	94.3	94.1	93.4	92.3	87.6
20°	98.2	97.8	96.6	94.6	85.8
30°	100	99.6	97.8	95.1	82.8
40°	99.7	99.0	97.0	93.6	78.9

※方位角: 真南: 0° 南東・南西: 45° 真東・真西: 90°

1-4

1章 太陽光発電システムの概要

## 日照時間と障害物の関係

### 太陽電池と障害物の関係

◆ 太陽電池と障害物の関係

◆ 各地における日照時間

◆ 年間を通じ1日6時間以上の日照時間が得られるかの確認方法

【事例】 設置場所: 大坂、障害物の高さ(H): 10m、障害物迄の距離(L): 25m

- ① 図の傾斜 L/H を計算。  
L/H = 25m ÷ 10m = 2.5
- ② 縦軸(傾斜) 大坂より横線を、横軸(L/H) = 2.5より縦線を引く、縦横線の交点の位置を確認。  
この場合、交点は6時間以上の日照領域内となり、太陽高度が一番下がる冬至においても6時間以上の日照時間がえられます。

1-5

### 太陽光発電システム設置の注意点

#### ■ 太陽電池設置上の注意

1. 設置方向はなるべく南向きとし、年間を通し日陰にならないように設置してください。  
 設置場所は傾斜角度を低くしても南向きに設置した方が発電量は多くなります。積雪頻発地域で設置面積が不足する場合は、東面あるいは西面に設置してください。



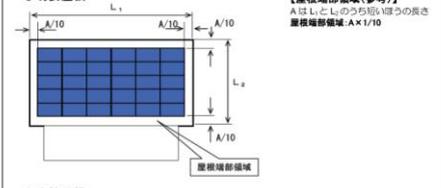
#### ⚠ 施工注意点

- ・ 北面への設置は発電量が著しく低下しますので北面設置はしないでください。  
 市販品質選定 (K00MH-KQ-0008) : 太陽電池モジュールの北面設置について) を参照ください。

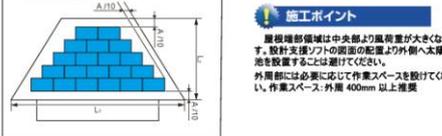
#### ⚠ 施工注意点

- ・ 太陽電池が屋根より、はみ出す設置は出来ません。
- ・ 寄棟配置についての隣棟に太陽電池・ラックが乗り上げる設置は出来ません。

#### ● 切妻屋根

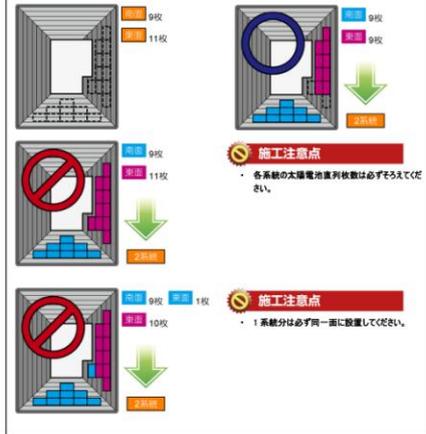


#### ● 寄棟屋根



3. システムにおいて太陽電池の1系統分(直列接続分)は、必ず同一面に設置してください。  
 また、原則的には各系統の太陽電池直列枚数は揃えてください。(昇圧ユニットを使用しない場合)

たとえば、エコループで両面に9枚、東面に11枚の設置スペースがある場合

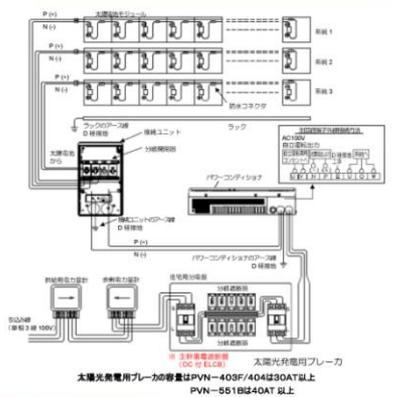


4. A) 太陽電池上に1m以上の積雪が抱えられれる条件での設置は不可です。  
 B) 直接海水などの雨撃する場所への設置は不可とします。  
 市販品質選定 (K00MH-KQ-0008) : 太陽電池モジュールの積雪耐荷重について) を参照ください。  
 市販品質選定 (K00MH-KQ-0010) : 太陽電池モジュールからの落雪による事故の防止について) を参照ください。

### 電気配線工事 (エコライン EX <PVN-403F> の場合)

通常は標準工事である実体配線図 A に従って電気配線工事を行ってください。  
 実体配線図 A にて工事が出来ない場合は、電力会社との技術協議を行なった上で実体配線図 B にて電気配線工事を行ってください。

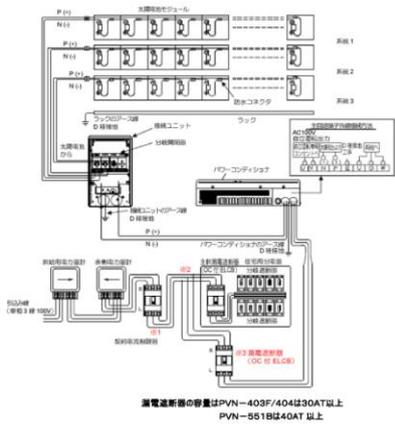
実体配線図 A パワーコンディショナ出力を住宅用分電盤の主幹電源回路の2次側に太陽光発電用ブレーカを通して接続する場合



#### ⚠ 施工注意点

- ※ 住宅用分電盤の主幹電源遮断器 (SP2E, OG 付) には、接続可能で中性線欠相保護機能付を使用してください。

実体配線図 B パワーコンディショナ出力を住宅用分電盤の主幹電源回路と別系統電源回路との間に接続する場合



#### ⚠ 施工注意点

- ※1. 契約電流制限器がない場合は過電流遮断器を設置してください。系統電源との接続位置・方法は最善の電力量率へ配慮ください。
- ※2. 1米以内接続できない場合はELCB端子に2米以上の電線を接続することは禁止されています。  
 ソーラー発電用の過電流遮断器には専用の分岐用端子等を使って接続してください。
- ※3. パワーコンディショナに接続される過電流遮断器 (SP2E, OG 付) には、必ず逆接続可能型を使用してください。

# 5・6時間目 安全衛生 羽田



**太陽光システム施工  
安全衛生**

株式会社エービーシステム

1

### はじめに

- ▶ 皆さんがこれから学んでいく『**太陽光発電システム**』の設置場所は【**屋根**】です。
- ▶ 【**屋根**】には、**危険**がいっぱい！
- ▶ それらの危険がどのようなものなのか？安全に作業するにはどうしたら良いのか？考えて行きましょう！



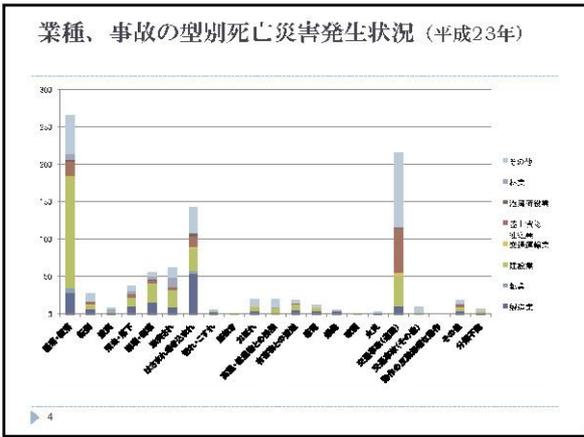
▶ 2

### 業種、事故の型別死亡災害発生状況（平成23年）

単位：人

	計	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
全産業	289	27	26	36	34	42	142	0	1	20	25	19	12	7	3	219	16	0	19	7	356										
がく	29	2	2	11	16	13	65	3	3	5	3	6	5	4	3	1	11	0	0	4	173										
鉱業	3	3	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
建設業	148	5	1	17	26	23	25	7	1	5	8	6	4	0	1	0	41	1	0	4	327										
製造業	2	2	0	0	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	4	1	0	2	1	14										
卸売業・小売業	19	3	1	4	4	3	14	0	0	0	0	1	0	0	0	19	0	0	4	0	112										
運輸業・郵便業	3	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3										
サービス業	7	5	2	5	4	19	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	26										
その他	52	10	1	6	5	13	32	1	0	0	10	3	2	2	0	2	53	8	0	4	3	202									

▶ 3



### 屋根の上ってどんなところ

- ▶ とても暑い！真夏の温度は**60℃**以上（条件によってはもっと高温80℃近くに…また冬は寒い）
- ▶ とても斜め！屋根勾配は標準で3.5寸程度（20度弱）（太陽光パネルの設置理想は**30度**前後）
- ▶ 屋根材は意外と**脆い**！瓦やスレート葺きは割れる事も…
- ▶ 雨、風、霧！天候の悪化で危険倍増
- ▶ Etc…

屋根の上で行うような作業を「**高所作業**」と言います。

▶ 5

### 高所作業とは・・・



- ▶ 作業する床面の高さが**2メートル以上**は高所作業という、労働安全衛生規則で定められています。
- ▶ 高所作業を労働者に行わせる場合、転落防止の措置を講ずる責任が事業者に求められます。高所作業については転落の防止措置として、足場の組み立てや高所作業車の活用、安全帯の使用などをはかるため、事業者としての教育・指導が責務となります。
- ▶ 「**高所作業は危険だからやらない**」ということではなく、きちんとした安全対策を講じて作業を行いましょう。

▶ 67労働安全衛生規則( <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S47/S47E04101000032.html> )

## ちょっとひと休み) 屋根勾配について

勾配(高)	角度
3.5 寸	19.29 度
4.0 寸	21.80 度
4.5 寸	24.23 度
5.0 寸	26.57 度
5.5 寸	28.81 度
6.0 寸	30.96 度
7.0 寸	34.99 度
8.0 寸	38.66 度



アルツシュスキー場 上級コースの最大斜度

コース名	距離	最大傾斜	平均斜度	標高差
4コース	800m	37度	16度	270m
16コース	270m	33度	20度	90m
13コース	660m	30度	17度	190m
11コース	340m	29度	22度	130m
14コース	660m	29度	18度	210m
15コース	1,050m	29度	13度	270m
18コース	570m	28度	13度	130m
22コース	270m	23度	20度	109m
23コース	230m	11度	8度	30m
5コース	110m	10度	10度	10m

## 高所作業にはどんな危険があるのか?

- ▶ 太陽光システム設置の現場では下記の様な事故が起こり得ます。
  - ①、雨・風・体調不良による転落・墜落事故
  - ②、不注意による工具の落下やパネル飛来事故
  - ③、高温による熱中症
  - ④、太陽光パネルによる感電
- ▶ 今回は具体的に転落(墜落)事故の事例を見ながら原因と対策を考えてみましょう

## 事例1) 屋根の塗装作業において、屋根上で滑り墜落



この災害は、二階建て家屋の屋根の塗装作業において、塗料を補充するため屋根上を移動中、足を滑らせて約6m下の地面に墜落したものである。当日、被災者は同僚二人とともに塗装作業を開始したが、塗装の作業は主に被災者が行った。

- 【作業状況】
- ▶ 作業の方法は、前日と同様に30mの長さのロープを被災者の腰に巻き付け、他の二人がそのロープの端部を上方で引っ張っていた。
  - ▶ 手持ちの塗料がなくなったので、被災者は二階のベランダに置いてある塗料缶から手持ちの缶へ塗料を移し替えることとし、屋根からベランダに降りるため腰に巻いたロープをほどいたときに、屋根上(高さ5.8m、勾配23度)で足を滑らせ地上に墜落した。
  - ▶ この工事では、足場は設置されておらず、三人とも安全帯を着用せず、また、保護帽も持参していなかった。
  - ▶ 屋根への昇降のため、地上から二階ベランダまでと、ベランダから二階小部屋部分の屋根へは「はしご」を設置し、「はしご」は「すれ防止」のためベランダの柱に結束していた。

## 事例2) 屋根上で天窓の取り付け作業中に墜落



この災害は、木造2階住宅建築工事において、2階屋根上で天窓の取り付け作業中に発生したものである。災害発生当日、下請業者の作業員(大工)4名で、1階屋根のたる木の取り付けおよび野地(のじ)張りを行い、その後、2階屋根東側に天窓を取り付ける作業を行うこととしていた。

- 【作業状況】
- ▶ 午前8時から作業を開始したが、前日の作業の流れから、大工Aと大工Bの2人で天窓を2階屋根上の東側の取り付け位置まで運んだ。
  - ▶ 2階屋根には、野地(のじ)板からの滑りを防ぐ足掛りが3箇所設置されており、天窓の取付け位置付近の足掛り上では大工Bが押さえ、大工Aが天窓の梱包をばらしていた。
  - ▶ 天窓取付け用の金具をビス止めしていたと思われる大工Aが、当日朝から小雨が降っていて滑り易くなっていた2階屋根上を何かのはずみで滑り落ち、軒端から約5.25m下のアスファルト舗装道路の上に墜落した。

## 事例3) 住宅の太陽熱温水器の交換作業中に風に煽られ墜落



この災害は、個人住宅の屋上に設置されている太陽熱温水器を交換する作業中に発生したものである。災害発生当日、被災者は、前日に下請けの2名とともにトラック積載型クレーン(2t)でコンクリートブロック造住宅の2階屋上に吊り上げていた新しい太陽熱温水器の取り付けと古い太陽熱温水器の撤去作業の準備を1人で行うことになり、朝から現場で作業を行っていた。

- 【作業状況】
- ▶ 午後4時20分頃、被災者から会社の工事部長のところに、取り付け作業が終了したので古い太陽熱温水器の撤去作業を行うための人員手配の電話が入った。しかし、人員の手配ができなかったため、部長は自分でトラック積載型クレーンを運転して現場に行き、まず太陽熱温水器のタンクを吊り降ろした。
  - ▶ 続いて、パネル部分を吊り降ろすため、パネルの中央部分にベルトスリングを一本吊りの形で吊り掛けし、部長がクレーンを操作し、被災者が屋上で建物に備わっていないようにパネルの端を手で支え1mほど吊り上げた。
  - ▶ そのとき、強風が吹きパネルがめくられて大きく揺れたことから被災者が手で揺れを止めようとしたので、部長は「危ないから寄るな」と叫んだが、被災者はパネルに押されるような形で約4m下の地面に墜落し、その後、病院に移送したが出血性ショックのため6時間後に死亡した。

## その他) 本宮で男性が屋根から転落死

- ▶ 1月3日午後3時50分ごろ、本宮市の農業の男性(71)方で、男性が土蔵の屋根から転落し、頭などを強く打って死亡した。
- ▶ 郡山北署本宮分庁舎によると、男性は東日本大震災で壊れた土蔵の屋根にかがせていたブルーシートを直すため1人で屋根に上り、誤って転落したとみられる。
- ▶ (2012年1月5日 福島民友ニュース) <http://www.minyu-net.com/news/news/0105/news3.html>

その他) ソーラーパネルの配線作業中に転落  
男性重体

- ▶ 今朝(2日)海南市で、ソーラーパネルの配線作業をしていた、43歳の男性が、民家の屋根から転落して、意識不明の重体になっています。海南警察署の調べによりますと、きょう(2日)午前9時すぎ、海南市重根(しこね)の2階建て民家で、屋根に登ってソーラーパネルの配線作業などをしていた
- ▶ (2011年7月2日 和歌山放送)  
<http://wbs.co.jp/news.html?p=31616>

▶ 13

事故を起こさない為に...

1. 正しい服装と保護用具の着用義務

- ▶ 作業服は上下とも、身軽に動ける体格に合ったものを着用して下さい。
- ▶ 保護用具(安全帯・親綱)は必ず着用・使用して下さい。
- ▶ 保護帽(ヘルメット)は正しく着用し、顎紐をきちんと締めて下さい。
- ▶ 滑りにくい履物(安全靴、地下足袋)を使用して下さい。



▶ 14

事故を起こさない為に...

2. 屋根上の危険防止

- ▶ 安全帯は必ず着用する  
可能な限り2フック安全帯を着用
- ▶ 発熱など体調不良時は、作業しない
- ▶ 踏み抜きの危険がある屋根(大波スレートなど)の場合は歩み板を敷く(幅30cm以上)
- ▶ 作業は2名以上の複数人数で行う
- ▶ 足場を設置し作業床を確保する
- ▶ 落下物防止の為、安全ネットを設置する
- ▶ モジュール(ガラス面)には乗らない



▶ 15

事故を起こさない為に...

3. 悪天候時の作業中止

- ▶ 雨天あるいは、雨天がはっきりと予想される場合
- ▶ 雨上がり直後や朝霧で足場が濡れている場合(1回の降雨量が50mm以上の時)
- ▶ 風が強い時、あるいは強風注意報が出ており強風が予想される場合  
目安...10分間の平均風速が10m/s以上の場合は作業を中止する
- ▶ 雪が降っている時や残雪がある場合
- ▶ 震度4以上の地震が発生した場合



▶ 16

施工の心構え

- ▶ メーカー施工基準を守らないと、大変な事故に繋がります。
- ▶ 生命の危機は無いかもしれませんが、場合によっては賠償問題で一家離散なんて事も...
- ▶ ここからは、手抜き工事や施工ミスで起こった事例を紹介します。

▶ 17

手抜き工事、不良工事による事故事例



不良工事での雨漏れ

▶ 18

株式会社ビックスリートホームページ(<http://www.bigst.co.jp/001/002/0022.html>)より転載

### 手抜き工事、不良工事による事故事例



又貸しIDによる無資格工事台風によるパネル落下事故

▶ 19 株式会社ビッグストリートホームページ(<http://www.bigstreet.jp/contract/case.html>)より転載

### 手抜き工事、不良工事による事故事例



又貸しIDによる無資格工事台風によるパネル落下事故

▶ 20 株式会社ビッグストリートホームページ(<http://www.bigstreet.jp/contract/case.html>)より転載

### 手抜き工事、不良工事による事故事例



メーカー施工基準を無視した工事事例 ちょっとした強風でパネルが吹き飛びます。

▶ 21 株式会社ビッグストリートホームページ(<http://www.bigstreet.jp/contract/case.html>)より転載

### まとめ

- ▶ メーカーの施工基準や労働安全衛生規則は、安全に作業を行う為に必ず守らなければなりません。これらは先人の失敗を基にまとめられたものと言っても過言ではありません。

決められた事をしっかりと学び、守り、もっと安全に作業するにはどうすればよいかを改善・提案を日々考えてこれからの太陽光システム普及の先導となってください。

『安心』『安全』『明るい未来』を皆さんの手で！！

▶ 22

平成 24年 2月 16日 (木)		担当者名
		1-3 近内
時 限	科目名	授業内容
1	太陽光発電システム施工	住宅の構造と屋根 1現場チェックリスト
2	太陽光発電システム施工	2建築の構造について ①在来工法(在来軸組工法)②木造枠組壁工法(2×4工法)③鉄骨造(S造)④鉄筋コンクリート造(RC造)⑤プレハブ工法
3	太陽光発電システム施工	3屋根の形状について 切妻 寄棟 入母屋 片流れ 陸屋根 4屋根材と勾配について 5木造屋根下地について 施工手順 取り付け金具
4		
5		
6		
使用教材テキスト資料		現場調査(京セラ)
自由記入欄		建築系の近内先生による太陽光発電システム施工における住宅の構造と屋根についての授業。施工に入る前に必要な現地調査シートに沿って、建物や屋根についての知識を学ぶ。建築の構造についての基本的な知識や、屋根の形状、屋根材、勾配についてはモジュールの施工には欠かせない知識である。模型やパワーポイントを駆使してわかりやすい授業をもらった。午後は授業なし。

# 1～3 時間目 太陽光発電システム施工 近内

## 住宅用太陽光発電システム施工

### 住宅の構造と屋根

1

### 本日の学習内容

- 1-1現場チェックリスト
- 1-2建築の構造について
- 1-3屋根の形状について
- 1-4屋根材と勾配について
- 1-5木造屋根下地について

2

## 1-1 現場チェックシート

**参考資料2-3** ※施工に入る前に現場を調査します。

■ 現場調査チェックマニュアル

● 建物調査

チェック項目	確認内容
建物区分	【建物区分を確認する】
①	<input type="checkbox"/> 新築: これから家を建てる、または建築途中の建物 ・ 屋根仕様の確認: 取付金具・モジュールの選定 ・ 工事スケジュール: モジュール取付工事/電気工事の日程調整等 ・ 周辺機器の設置場所: 配線経路引込
②	<input type="checkbox"/> 既築: 既に建っている建物 ・ 屋根仕様: 金具選定(設置不可) ・ 屋根勾配・方位: 年間発電電力量の説明 ・ 周辺の建築物等: 隣寄物の影響確認
③	<input type="checkbox"/> 増改築: 既に建っている建物を増築または改築する建物 屋根仕様・増改築工事とモジュール設置工程調整等

3

<b>建物構造</b>	【建物構造、屋根構造を調べる】 ・ 在来軸組工法、工業化住宅、ツーバイフォー住宅、鉄筋系住宅、 鉄筋コンクリート住宅、その他
<b>建物年数</b>	【建物を建ててからの年数、増改築履歴を調べる】 販売店・工事はお客様、ハウスメーカー、建築士など建築物の強度設計がわかる人に強度確認することを基本とします。建物の強度計算は建築士等に問い合わせください。
<b>建物強度</b>	1981年(昭和56年)の改正建築基準法以前の対象建築物への設置は原則不可。 ハウスメーカー、建築士などが最新の建築基準法に基づいて強度を保証し、お客様が了解した場合は設置可となります。
<b>建物状態</b>	築年数に関わらず、建物状態の精査確認を行ってください。状況によっては屋根材の腐き替え等の対応が必要になります。(お客様に説明) 屋根材のスレ、欠け、割れ等が無いこと。野地板・垂木・柱・基礎・壁等に著しい腐食が無いこと。

4

<b>建物階数</b>	【建物の階数を確認する】 ・ 設計支援ソフトには、設置する屋根面の平均高さを入力する必要があります。 ・ 工事費用(足場等)の見積り
	◆1階建  ◆2階建 
	<b>注意</b> 8.5m以下(陸屋根は除く)
<b>チェック項目</b>	<b>確認内容</b>
屋根寸法	図面入手し、設置する屋根面の形状・寸法、方位を確認します。 (例)
	

5

<b>屋根勾配</b>	【屋根の勾配(角度)を確認する】 図面等から確認します。4寸～5寸勾配が一般的です。														
	<b>注意</b> ・ 金具によって勾配制限があります ・ 屋根上(高所)の作業となります。安全対策を必ず実施してください。 勾配(角度)がきついほど、より高度の安全対策を施してください。														
◆4.5寸勾配	<table border="1"> <thead> <tr> <th>寸分</th> <th>角度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3寸</td><td>16° 44'</td></tr> <tr><td>3.5寸</td><td>19° 38'</td></tr> <tr><td>4寸</td><td>21° 48'</td></tr> <tr><td>4.5寸</td><td>24° 14'</td></tr> <tr><td>5寸</td><td>26° 34'</td></tr> <tr><td>6寸</td><td>30° 58'</td></tr> </tbody> </table>	寸分	角度	3寸	16° 44'	3.5寸	19° 38'	4寸	21° 48'	4.5寸	24° 14'	5寸	26° 34'	6寸	30° 58'
寸分	角度														
3寸	16° 44'														
3.5寸	19° 38'														
4寸	21° 48'														
4.5寸	24° 14'														
5寸	26° 34'														
6寸	30° 58'														
	◆60°勾配 														

6

屋根材	
【種類屋根の屋根材を確認する】 屋根材により対応可能な金具を選択してください。	
屋根材	種類
瓦材	日本瓦   平板瓦   セメント瓦   厚物スレート   〇瓦 
スレート瓦	コロニアル   フルベスト 20 
金属系屋根材	縦置き板金(板金瓦棒) / 横置き板金   ・折板屋根(ハゼ式、重ね式)  鉄骨造に採用
アスファルトシングル材	

陸屋根		
【陸屋根での防水方法を確認する】 (ろくやね) 必ず図面にて防水方法を確認してください。		
防水方法		
アスファルト防水	シート防水	塗膜防水
		

【雨水サイズを確認する】	
<b>※3</b> 45mm×45mm以上の雨水が必要になります。 雨水サイズが小さい場合は、 <b>補助排水</b> が必要になります。 ※3 施工時 ツーバイフォー材断面 38mm×89mm 【雨水ピッチを確認する】 図面等で確認できます。必要に応じて屋根裏での確認を行ってください。 (設計支援ソフトに入力必要) <b>雨水ピッチ：455mm 配置が基本</b>	天井裏をみること 合縁口が必要
<b>雨水</b> 	
【鉄骨系の場合もサイズ、ピッチを確認する】 <b>野地板</b> 【野地板の種類を確認する】 構造用合板、パーティクルボード、硬質木片セメント板、ALC板など 【特記事項】 小箱野地板、ばら板	
<b>ルーフィング</b> 【ルーフィングの種類を確認する】 アスファルトルーフィング、改質アスファルトルーフィング、合成樹脂系、天然素材系(杉、楠等)	

SOLARa 所収	
建築計画書 建築設計書 建築確認申請書 建築士事務所 建築士 建築主 建築費 建築期間 建築地 建築内容 建築規模 建築用途 建築年代 建築状態 建築履歴 建築調査 建築評価 建築診断 建築補修 建築リニューアル 建築解体 建築廃棄	建築計画書 建築設計書 建築確認申請書 建築士事務所 建築士 建築主 建築費 建築期間 建築地 建築内容 建築規模 建築用途 建築年代 建築状態 建築履歴 建築調査 建築評価 建築診断 建築補修 建築リニューアル 建築解体 建築廃棄

## 1-2 建築の構造について

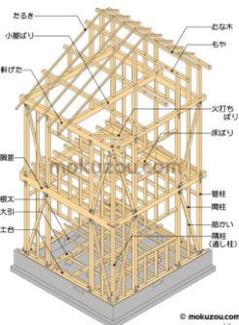
### ■構造の種類

- ① 在来工法(在来軸組工法)
- ② 木造枠組壁工法(2×4工法)
- ③ 鉄骨造(S造)
- ④ 鉄筋コンクリート造(RC造)
- ⑤ プレハブ工法

## ① 在来軸組工法

・日本に古くからある工法  
コンクリートの基礎の上に  
土台を据えて、柱や梁  
筋交いなどを組合せて構  
造体にする。

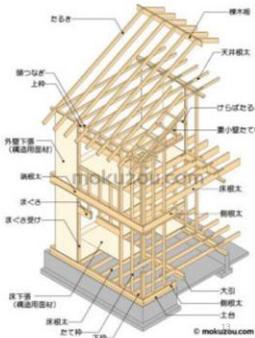
一般住宅で最も多い工法



図中のラベル: たるき、小間ばり、軒げだ、側壁、柱、大引、土台、心柱、もや、交打ちばり、梁ばり、壁柱、間柱、筋かい、腰柱(通し柱)

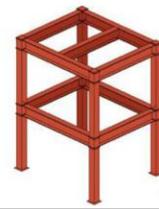
## ②木造枠組壁工法(2×4工法)

・断面寸法2×4インチ(38mm×89mm)の構造材を組み上げて枠を作り、その枠に構造用合板を打ち付け、枠組み壁を作ります。



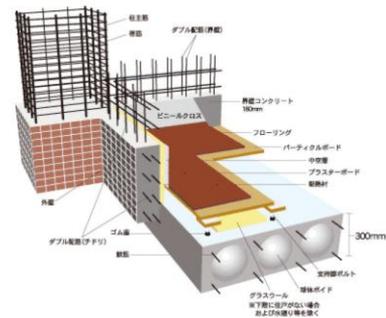
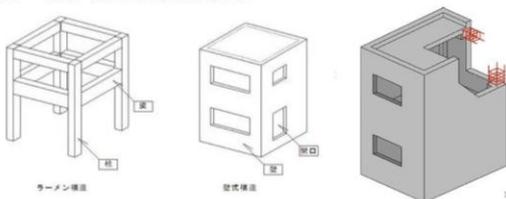
## ③鉄骨造(S造)

・建築物の躯体に鋼材を用いる構造  
木造軸組工法と同様に柱、梁、筋交いを用いた**ブレース構造**。  
柱と梁を完全に固定して筋交いを不要とした**ラーメン構造**。  
小さな三角形を多数組合せた**トラス構造**がある。



## ④鉄筋コンクリート造(RC造)

・鉄筋の引張強度とコンクリートの圧縮強度を併用した構造。  
鉄筋を網の目のように組み、型枠をはめ、コンクリートを流し込んで構造体を作る  
※工期が長く、建築費も高い



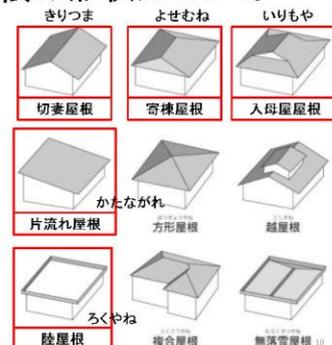
## ⑤プレハブ工法

・あらかじめ部材を工場で生産・加工し、建築現場で加工を行わず組み立てる建築工法  
・鉄骨系(ダイワハウス、積水ハウス、パナホーム)  
・木質系(ミサワホーム、エス・パイ・エル)  
・ユニット系(トヨタホーム)  
・コンクリート系(大成建設)



## 1-3 屋根の形状について

### ■屋根の形状



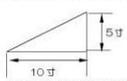
## ■屋根の勾配

### ■屋根勾配（寸勾配）と傾斜角度について

3寸とか5寸勾配とは？

屋根の傾斜（勾配）を寸の尺量法で表しています。

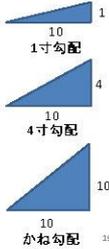
5寸勾配は、1R（10寸）の間に5寸上昇する傾斜です。



メートルで表現すると1mの間に50cm上昇する傾斜です。  
 角度は高さ/底辺の逆三角関数で計算できます。  
 5寸勾配を角度に換算するには  
 $\tan^{-1}5/10 = \tan^{-1}0.5 = 26.56^\circ$ です。

日本家屋の平均屋根勾配は、4.5寸（24.2°）～5寸（26.6°）といわれています。

寸勾配	傾斜角度（°）	寸勾配	傾斜角度（°）
1寸	5.7	6寸	31.0
2寸	11.3	7寸	36.0
3寸	16.7	8寸	38.7
4寸	21.8	9寸	42.0
5寸	26.6	10寸	45.0



## 1-4屋根材と勾配について

### 屋根材

横葺き板金



スレート瓦



和瓦



縦葺き板金



平板瓦



平板瓦



屋根勾配

1/10～1/1

3/10～7/10

4/10～7/10

ゆるい勾配

急こう配

## ■屋根材と屋根勾配

陸屋根 屋根勾配 1/100

アスファルト防水



・アスファルト防水・・・

アスファルトルーフィングを2～4枚重ねる工法  
 防水層に厚みがあるため、強度・耐久性に  
 優れており信頼性の高い防水工法  
**※屋上など広い平坦な面の施工に適している。**

シート防水



・シート防水・・・

接着剤を用いて、シートを下地に接着させる工  
 法。1層のシートに頼ることになるので確実な施  
 工が求められる。

**※屋根、屋外廊下、ベランダなどの平坦な面の  
 施工に適している。**

## ■屋根材と屋根勾配

塗膜防水

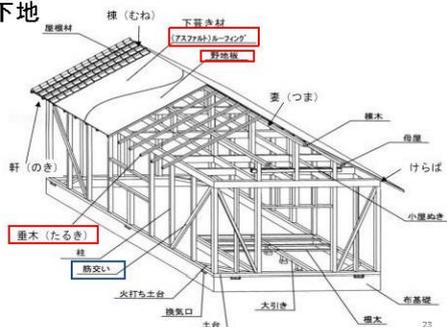


・塗膜防水・・・

ウレタンゴム系防水材料などを塗布するなどして  
 防水層を形成する工法

## 1-5 木造屋根下地について

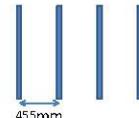
### ■屋根下地



■垂木(たるき) 棟から母屋や軒桁に架け渡される部材。  
 野地板を受ける



部材の断面寸法とその間隔  
 断面寸法 45×45  
 間隔 @455



■ 建築の基本寸法

「尺モジュール」

1尺=303mm=10寸

3尺=910mm

910mm÷2=455mm=1尺5寸

910mm÷3=303mm=1尺

910mm×2=1820mm=6尺=1間

1畳・・・3尺×6尺(910mm×1820mm)

1坪・・・2畳=6尺×6尺(1820mm×1820mm)

■ 野地板(のじいた)

垂木の上に張る下地板。

瓦などの屋根の仕上げ材を支える



構造用合板

小幅野地板

■ ルーフィング

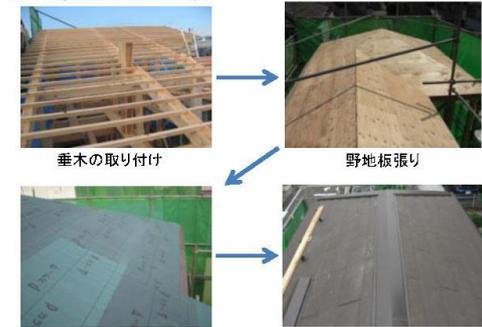
野地板の上に張る防水目的のシート

屋根材の隙間に入り込んだ水を屋根内に入れず外に流すもの



アスファルトルーフィング

■ 屋根の施工手順



垂木の取り付け

野地板張り

ルーフィング張り

屋根材完成

※構造、屋根の種類、勾配、屋根の材料を考慮して取り付け金具の選定を行う。

屋根材と対応する金具概要

屋根材	エコノルーフ<typeR>	SAMURAI
スレート瓦	<p>金具取り付け</p> <p>※主に屋根勾配が浅い場合(新築・リフォーム)</p>	<p>金具取り付け</p> <p>※主に屋根勾配が浅い場合(新築・リフォーム)</p>
銅葺き板金	<p>支持金具方式</p> <p>※銅葺き、銅板葺き板金にのみ対応</p>	<p>支持金具方式</p> <p>※銅葺き、銅板葺き板金にのみ対応</p>
和瓦	<p>瓦金具方式</p> <p>※平瓦、和瓦などの各種瓦材に対応</p> <p>※新築、リフォームともに対応</p>	<p>瓦金具方式</p> <p>※平瓦、和瓦などの各種瓦材に対応</p> <p>※新築、リフォームともに対応</p>
平葺き板金	<p>金具取り付け</p> <p>※銅葺き、銅板葺き板金にのみ対応</p> <p>※使用する金具は別途金具Aに切り替えます</p>	<p>金具取り付け</p> <p>SAMURAIは、銅葺き板金には対応してありません</p>

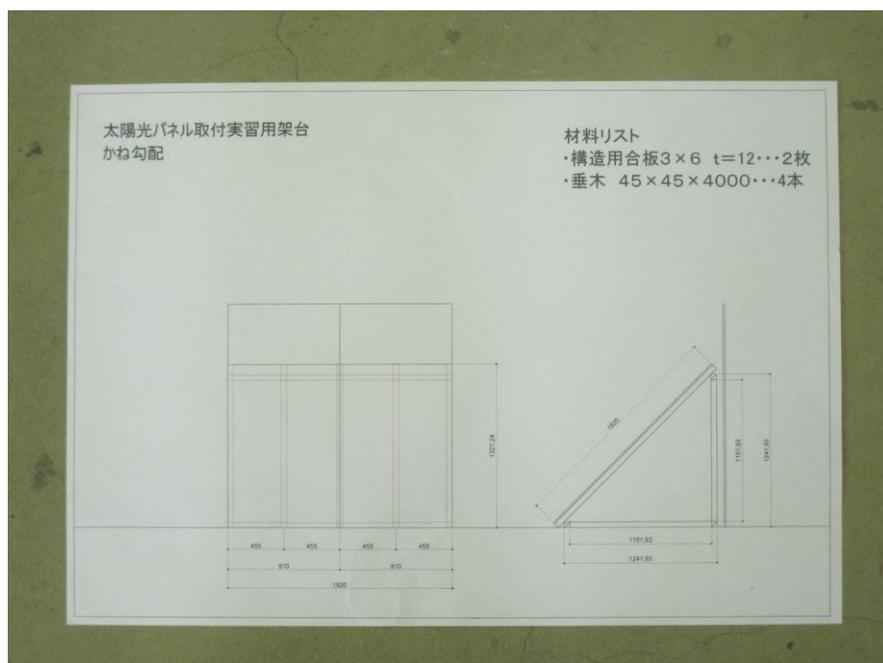
※スレートは穴をあける際割れやすいので、下穴をあけてからビスを止めるなど注意する。

パートナーズサイト(NEB)の「瓦金具A対応瓦材表」を参照下さい。

屋根材	エコノルーフ<typeR>	SAMURAI
瓦	<p>支持金具方式</p>	<p>支持金具方式</p>
銅葺き板金	<p>板金金具方式</p> <p>※銅葺き、銅板葺き板金にのみ対応</p>	<p>板金金具方式</p> <p>※銅葺き、銅板葺き板金にのみ対応</p>
和瓦	<p>瓦金具方式</p> <p>※銅葺き、銅板葺き板金にのみ対応</p> <p>※使用する金具は別途金具Aに切り替えます</p>	<p>瓦金具方式</p> <p>SAMURAIは、銅葺き板金には対応してありません</p>

平成 24年 2月 20日 (月)		担当者名
		近内
時 限	科目名	授業内容
1	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 施工方法の説明・注意事項
2	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 木材加工(フレーム・垂木)
3	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 フレーム組み立て
4	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 垂木の取り付け
5	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 野地板張り(構造用合板 3×6板 厚さ12m)
6	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 野地板張り(構造用合板 3×6板 厚さ12m)
使用教材テキスト資料		
自由記入欄		模擬屋根ではあるが、実際の住宅屋根下地と同じ構造であるので、垂木のピッチや野地板の種類など学生たちは、構造をよく理解する事が出来た。

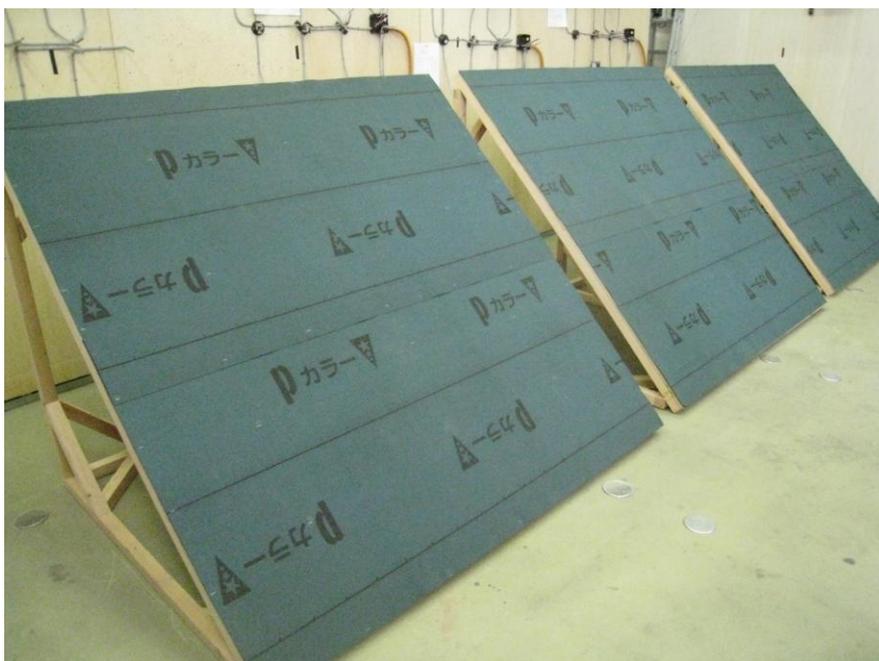
1～6時間目 太陽光発電システム施工：模擬屋根製作 近内



1 日目は野地板を張るところまで

平成 24年 2月 21日 (火)		担当者名
		近内
時 限	科目名	授業内容
1	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 アスファルトルーフィングの役割と施工方法の解説
2	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 アスファルトルーフィングの施工
3	太陽光発電システム施工	模擬屋根製作 太陽光発電システム部材説明・金物選定
4		
5		
6		
使用教材テキスト資料		
自由記入欄		アスファルトルーフィングの必要性和施工方法を学ぶ事で、実際の施工で補修が必要な際も、対応が可能になる。部材の設置方法から、金物の選定まで行い、さまざまな屋根仕上げ材によって金物の違いを学んだ。

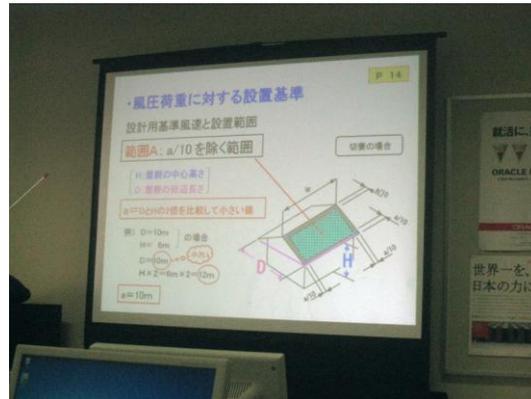
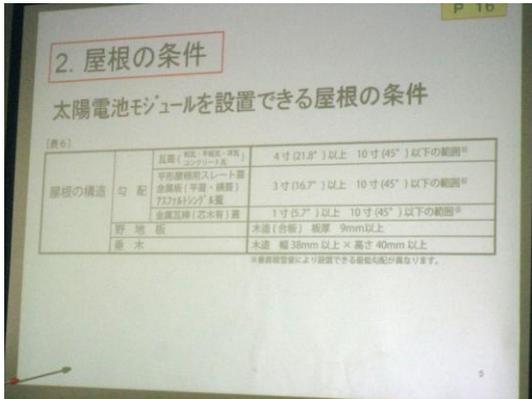
1～3時間目 太陽光発電システム施工：模擬屋根製作 近内



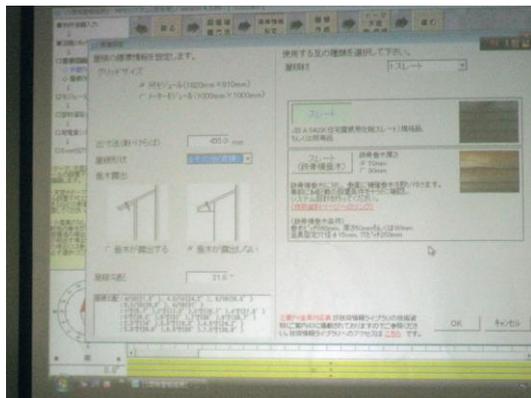
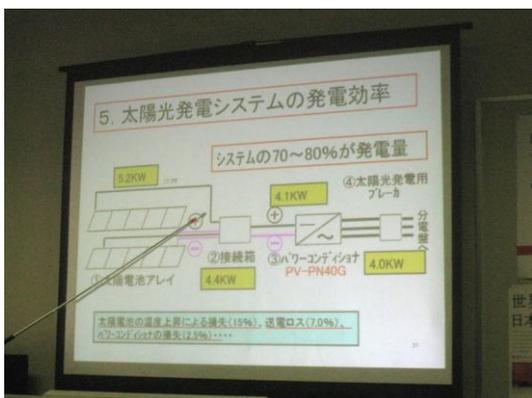
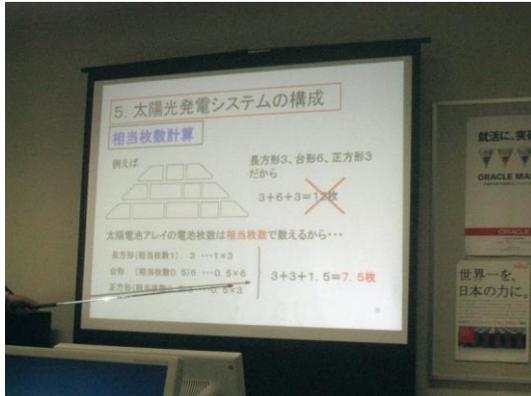
アスファルトルーフィングをして模擬屋根が完成した。

平成 24年 2月 23日 (木)		担当者名
		太陽光発電システムメーカー
時 限	科目名	授業内容
1		
2		
3	太陽光発電システム施工	1. 住宅用太陽光発電システムの概要 セルとモジュール システム 設置 変換効率
4	太陽光発電システム施工	2. 傾斜屋根への設置 屋根の条件 設置条件基準(積雪・塩害・風圧) 据付場所 システム構成 発電効率
5	太陽光発電システム施工	3. 太陽光発電システム設計実習 ①屋根と外壁の平面図を描画 ②モジュール配置 ③部材選定と見積 ④発電シミュレーション
6	太陽光発電システム施工	*PCで研修向け演習用データをもとにデータ作成 切妻 寄棟 寄棟変形 屋根の形状パターンごと ---17:00終了
使用教材テキスト資料		
自由記入欄		メーカーの方による講義はとても現実的で役に立つ情報であった。先週までの授業での予備知識のおかげで理解度が高まった様子で、学生たちが機器の名称や用語を使って会話をしている姿も見られた。実習で使った設計ソフトが秀逸で簡単に図面が描け、自動でモジュールの配置と回路設計までできるもので、なんと見積書まで作成できる。(終了後アンインストール)。学生たちにはよい体験ができた。

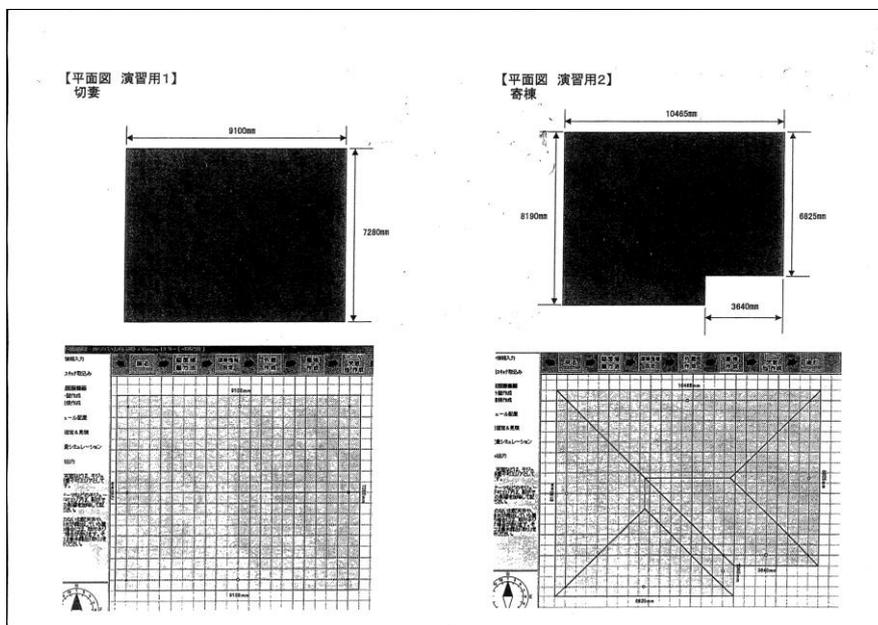
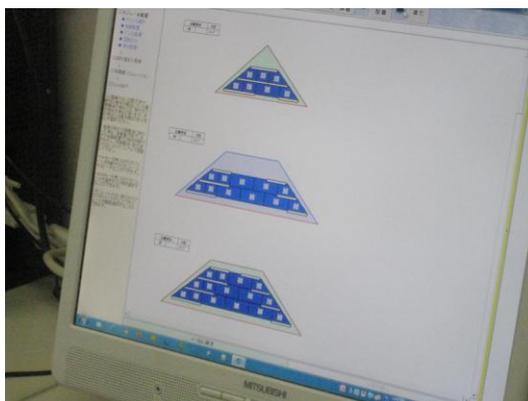
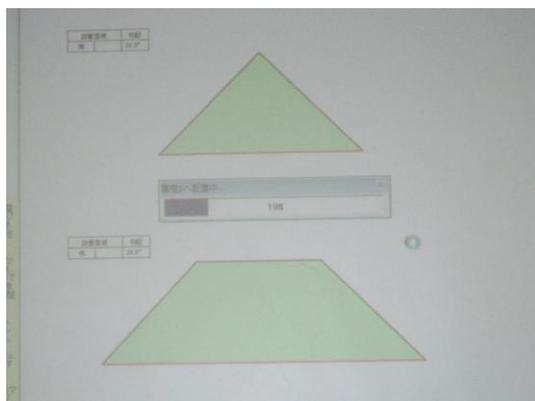
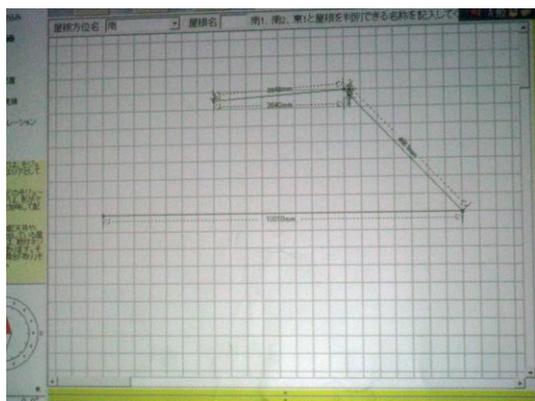
# 3～6時間目 太陽光発電システム施工：住宅用太陽光発電システムメーカー

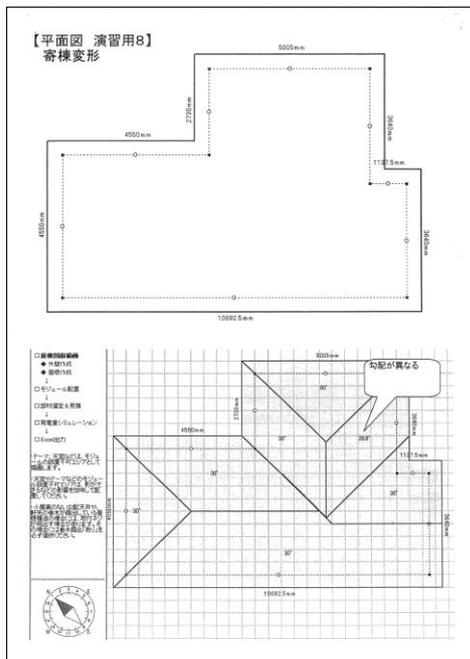
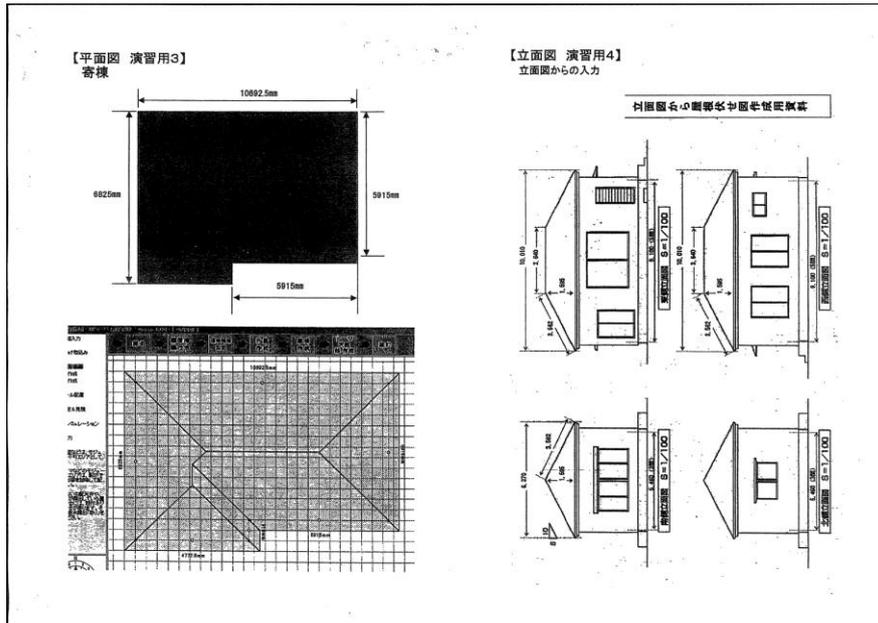


## システムの概要

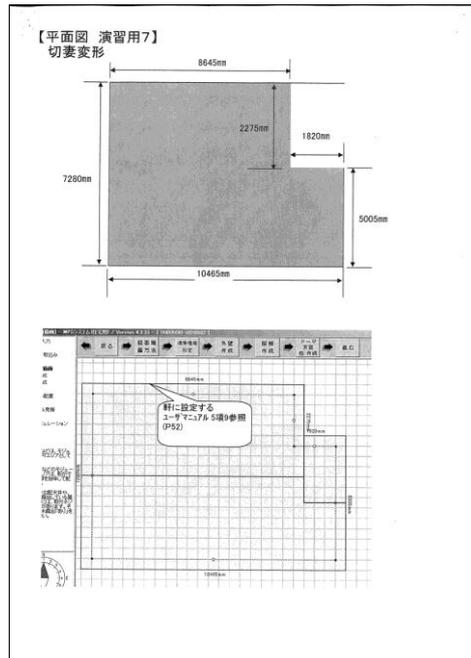
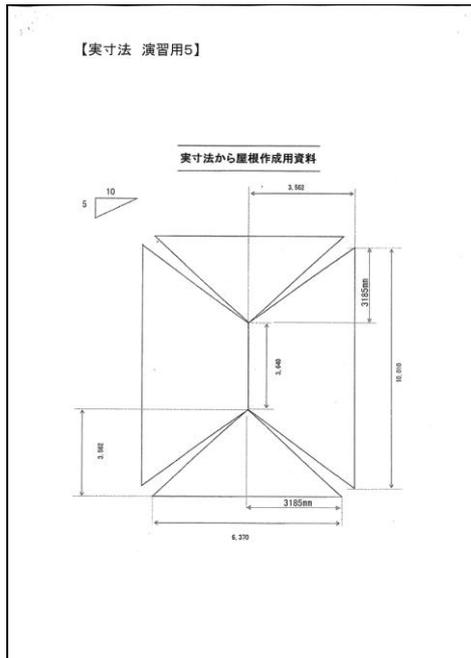
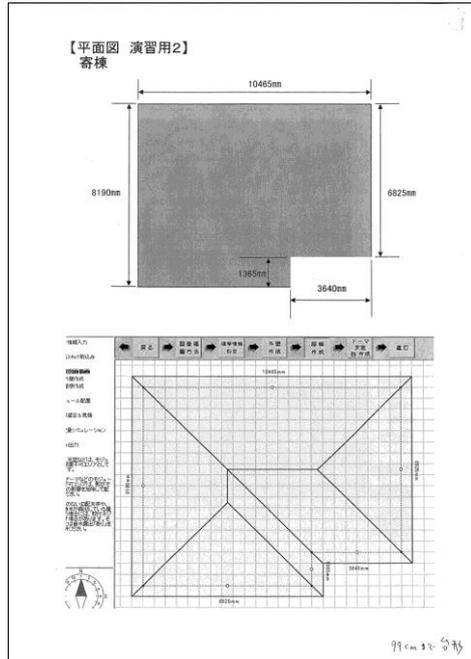
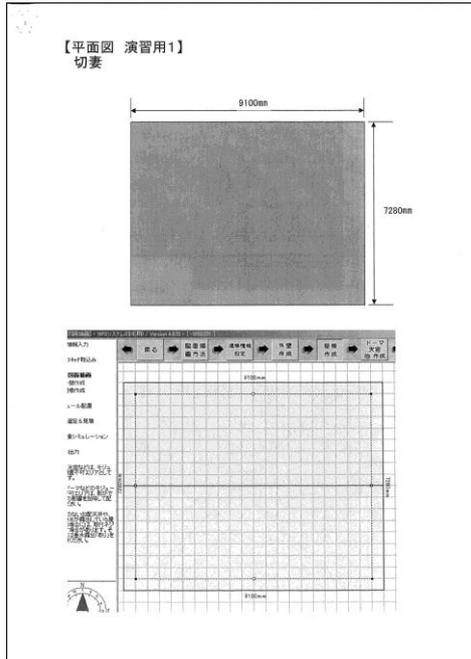


設計実習ではPCを使用して平面図の作成、モジュールの配置を行った。



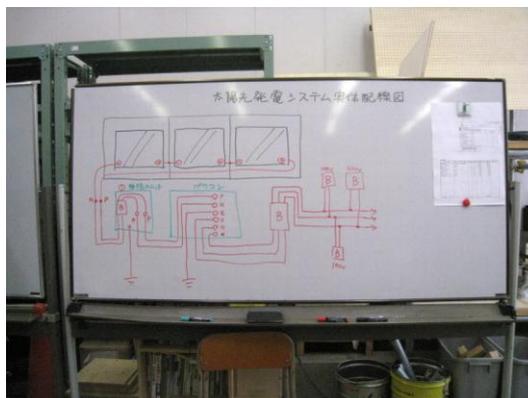
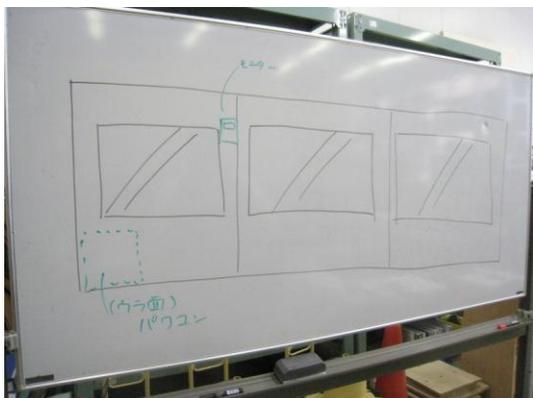


難易度の高い図面も学生はこなしていた。

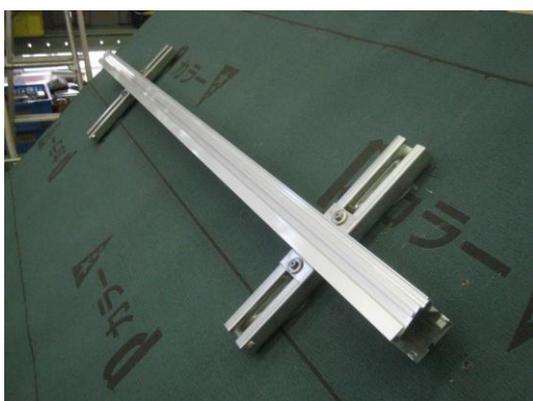


平成 24年 2月 24日 (金)		担当者名
		星
時 限	科目名	授業内容
1	太陽光発電システム施工	据付位置と部材の確認 ラック 金具が納品され 開梱し機器を確認 3つある模擬屋根に各1枚のパネルを取り付け、直列で接続
2	太陽光発電システム施工	1枚目取り付け きちんと位置決めをしてラックを取り付ける
3	太陽光発電システム施工	1枚目モジュール取り付け完了
4	太陽光発電システム施工	2枚目と3枚目の作業に入る 1枚目で要領はわかった 分科会メンバーが視察に訪れる
5	太陽光発電システム施工	2枚目に続き3枚目もモジュール取り付け完了
6	太陽光発電システム施工	接続ユニットとパワコンの収納台製作
使用教材テキスト資料		
自由記入欄		ラックと金具が納品されいよいよモジュールの取付。動かないようにきっちり固定するのに手間取ったが、1枚目で要領がわかると2枚目3枚目は順調に取り付けられた。接続ユニットとパワコンの接続はモジュールの枚数が3枚なので簡単だった。残念ながら、天候は曇りで気温も低かったため、負荷を接続して発電し運用するには至らなかった。

### 3～6時間目 太陽光発電システム施工：モジュール取付



部材を確認し、ラックの取り付けから





3枚のモジュールの設置が完了



平成 24年 3月 5日 (月)		福島大学 島田教授
時 限	科目名	授業内容
1		
2		
3	福島大学へ移動	11:30 出発 13:00 到着
4	風力発電の 仕組みと実際	エネルギーの動向 エネルギー問題と環境問題 自然エネルギー 発電と蓄電
5	風力発電の 仕組みと実際	風車の分類 揚力と抗力 ブレードについて 風車の種類、風車の理論、特性評価
6	風力発電の 仕組みと実際	風力発電システム 風車の設置 風況調査 風車とモニター室を見学
使用教材テキスト資料		
自由記入欄		雪の中貸切バスで福島大学を訪問した。風力発電についての講義を受講、その後学内に設置されている風車とモニター室を見学した。残念ながら殆ど無風(0.4m/sec)で発電されていなかった。ローターの直径は1.8mでFRP製の3枚ブレードの風車で、風速20mで5kWの出力が得られる。

## 「風力発電の仕組みと実際」

福島大学共生システム理工学類 島田 邦雄 教授

### 1. エネルギー

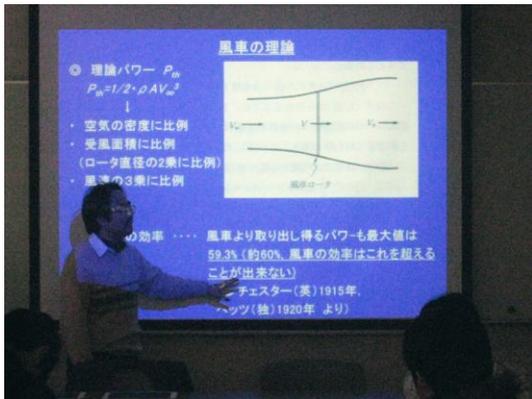
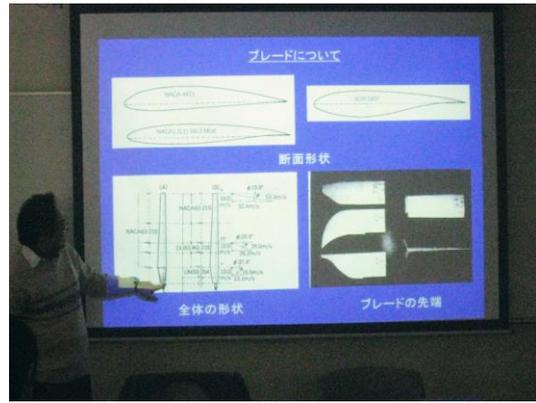
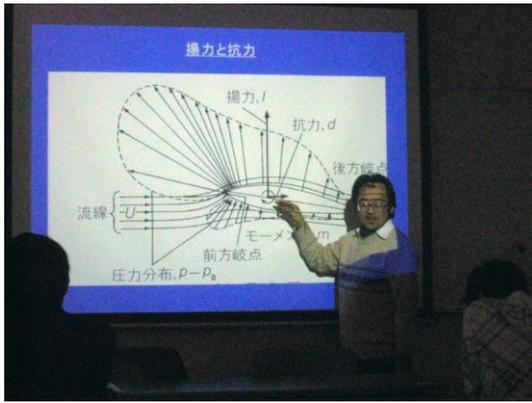
- エネルギーの種類 エネルギーの動向 エネルギーと環境問題
- 自然エネルギーと発電の種類
- 自然エネルギーの利用法

### 2. 発電・蓄電について

- 発電方式 発電機
- 蓄電について
  - (1)フライホイール型
  - (2)電池型

### 3. 風力 風力エネルギー 風車 風力発電

- 日本の風力発電の現状
- 風車の分類
  - (1) プロペラ式 ブレードについて
  - (2) 古典的風車
  - (3) 多翼式
  - (4) パドル式
  - (5) ダリウス式 ジャイロミル式
  - (6) フレットナー式
  - (7) ペイモーン式 クロスフロー式 サボニウス式
- 風車の理論 理論パワー ベッツの効率
- 風車の特性評価
  - (1) パワー係数
  - (2) 周速比
  - (3) トルク係数
  - (4) 推力係数
- 風力発電システムの構成
- 風車の設置
- 東北地方の風況マップ、風況調査
- 世界の風力発電





風車は2基



残念ながらこの日は風がなく発電量は0



		担当者名
平成 24年 3月 6日 (火)		1-3:村山 4-6: 渡部
時 限	科目名	授業内容
1	風力発電基礎	I 風力発電の概要 1風力発電とは 2世界の風力発電 3,4風力発電の歴史 5風力発電のメリット 6電力に変えるには 7中型風力発電機の利用形態
2	風力発電基礎	8環境価値 9製造メーカー II 風力発電の建設 1建設場所 2大型風車の組立 3導入まで 4風車の配列
3	風力発電基礎	六ヶ所村二又風力発電所 風力発電トレーニングセンター
4	風車の利用 風のエネルギー	空気の性質 風の性質 風の発生 風の方向 風のエネルギー 風車の基礎知識 風車の定格発電力 出力と軸の太さ 地球型惑星の比較
5	風力発電	1.1風車により得られるエネルギー 1.2風車の種類と特徴 1.3風車の性能評価 1.4風車の設置場所
6	風力の変換と利用	2.1風力発電システムの設計 2.2発電機 2.3蓄電池 2.4インバータ
使用教材テキスト資料		
自由記入欄		午前は風力発電の基礎知識、午後は日大工学部渡部先生による講義。風、風車、発電機について専門的な内容で、学生には難しいようだった。例えば何mの風速でどれだけ発電できるかを計算することは、実際の運用の場面で必須の作業だ。

## I 風力発電の概要

### 1. 風力発電とは

#### (1) 風力発電

風の運動エネルギーを風車により機械的な回転力に変換し、その回転力で発電機を回して発電する。

#### (2) 4つの問題

- ①地球温暖化 CO2削減
- ②化石燃料の枯渇
- ③エネルギー自給率が低い
- ④産業の活性化と雇用の創出

⇒風力発電が問題解決！

#### (3) 風力発電の特性

- ①豊富で安価
  - ②クリーンかつ無尽蔵
  - ③広範囲
  - ④再生可能
- 図版

### 2. 世界の風力発電

#### (1) 風力発電の導入量

121GW = 100万kW 原発120基分 発電設備全体の3%

- ・年間成長率20%以上
- ・欧米の新設電源40%以上

#### (2) 主要国

- ・90年代まで：デンマーク
- ・00年以降：ドイツ・スペイン
- ・07年以降：アメリカ・中国・インド
- ・日本は13位

#### (4) 目標

- ①2020年に世界の電力の12%：Wind Force12 世界風力エネルギー協会
- ②2020年にEUの電力の20%
- ③2020年にアメリカの電力の20%

図版

### 3. 世界で最初の風力発電---デンマークの P・ラクールが創始者 1891年

図版

#### 4. 日本の小型風車 山田風車

- (1) 山田風車---山田基博氏 発電電力 200~300W の小型風力発電装置
- ・1940年代末から70年代初めまで
- ・北海道の漁村向け 無電化開拓地 夜間照明用 200W
- ・えぞ松 2枚ブレード
- ・弱い風でも回りやすい 単純な気候で故障が少ない 安価
- ・理論設計ブレードより パワー係数高い 低周速比領域での性能高い

#### 5. 風力発電のメリット

- (1) 環境への負荷が小さい CO2 排出しない
- (2) 石油代替エネルギー
- ・発電効率 40%可能
- ・コスト：火力発電並 太陽電池の2倍
- (3) エネルギー自給率の向上
- ・日本約 4% ・脱石油依存 安全安心
- (4) 経済効果
- ・新たな産業を創出し、雇用を促進する 世界で 44 万人 2008 年
- ・利益---風力発電事業者、固定資産税、法人事業税

環境保全と経済発展を両立

#### 6. 風のエネルギーを電力に変える

- (1) 大型風車
- ・発電した電力を電力会社の電力網に連系
- ・電力ケーブル→昇圧変圧器→系統制御盤→送電網 図版
- ・光ケーブルでリアルタイムな運転情報 事務所、本社、電力会社
- (2) 風車の制御
- ・風向計 風速計
- ・羽根の角度を変えて回転数を制御
- ・風車回転面を風の方向に向ける
- (3) 風車のエネルギー
- ・風車の高さは高い方が有利
- ・風から取り出せるエネルギーは風車のブレードが回転してできる面積に比例
- ・風速の3乗に比例して増大→風速2倍でパワー8倍

図版

## 7. 中型風力発電機の利用形態

(1) 中型風力発電機 (10kW~100kW 出力)

- ・商用電源のないところの独立電源 開発途上国
- ・太陽電池とディーゼル発電と組み合わせ
- ・バッテリー蓄電

(2) 利用形態

- ①バッテリーチャージ方式：配電の届かない僻地 無線中継所、航路標識、気象観測所
- ②負荷直結方式：風がある時だけ負荷を動かす 照明 ポンプ
- ③内燃機関との併用：不足時にディーゼル発電機 離島の電源
- ④系統連携方式：インバータ高価

図版

## 8. 環境価値

(1) 2MW 級風車の環境貢献度

- ①平均風速 7m/s で 707 万 kWh/台・年、発電する  
→13 万台で日本の全電力需要をまかなえる
- ②一般家庭の消費電力に換算すると  
→約 1400 世帯分に相当
- ③石油火力発電所 (石油量) に換算すると  
→約 17,000kl (ドラム缶 8,600 缶) に相当
- ④CO<sub>2</sub> 削減量に換算すると  
→約 5,000 トンに相当
- ⑤CO<sub>2</sub> 削減量を吸収するための杉の木に換算すると  
→約 36 万本に相当

(2) エネルギー機器製造のための諸材料・製作・廃棄にかかるエネルギーの回収期間  
エネルギーペイバックタイム EPT 少ない 3~4 カ月で回収できる

## 9. 製造メーカー

VESTAS	デンマーク
GE Wind	アメリカ
GAMESA	スペイン
ENERCON	ドイツ
SIEMENS	デンマーク
三菱重工	

## II 風力発電の建設

### 1. 風力発電の建設場所

(1) 日本特有の環境条件

・台風、強風    ・乱流    ・雷    ・送電系統弱い    ・輸送困難な道路

(2) 風の道 輸送の道 電気の道が必要

⇒候補地

- ①海岸など年間で強い風が吹く
- ②長いブレードやタワーを運べる広い道路
- ③送電線が近くにある

図版

### 2. 大型風車の組立

- ①コンクリート製基礎    ②タワーを設置    ③地面でローター組立    ④ナセルの吊上げ
- ⑤発電機などの吊上げ    ⑥ナセル部完成    ⑦ローターの吊上げ    ⑧ローターの取り付け
- ⑨完成

### 3. 風力発電の導入

(1) 立地調査

- ①有望地域の抽出    ②近傍の風況データの収集1年間    ③地理的条件の調査（自然条件、社会条件）
- ④風車導入規模の想定

(2) 風況精査

- ①風況観測    ②風況特性、エネルギー取得量の評価    ③経済性の概略検討

(3) 基本設計

- ①風車設置地点の決定    ②風車規模の設定（容量、台数、配置）    ③機種を選定
- ④環境影響評価（騒音、電波障害、景観など）    ⑤測量調査、土質調査    ⑥経済性の検討

(4) 実施設計

- ①設備設計    ②工事設計    ③工事計画

(5) 建設工事

- ①建設契約    ②土木工事    ③風車設置工事    ④電気工事    ⑤試運転、検査

(6) 運転・保守

- ①メンテナンス契約    ②損害保険    ③電気設備の保守点検    ④風車設備の保守点検

## 4. 風車の配列

図版

(1) ウインドファーム：規則的に配置 風車同士が干渉しないように

(2) 配列

- ・風と同じ向きにはローターの直径の7倍から10倍
- ・風と直交する方向にはローターの直径の3倍
- ・ウェイクロス 風車の風下は風速が遅くなる、渦ができる

## 5. 風車の効率

(1) 設備利用率

年間設備利用率：年間実発電量 ÷ (発電能力/基 × 365日 × 24時間) × 100

例) 3,000,000 (300万) kWh ÷ (1,500/1 × 365 × 24) × 100 = 22.8%

25%が採算分岐点

(2) 時間稼働率 どれだけの時間に運転できたか

年間稼働率：年間運転時間 ÷ (365時間 × 24時間) × 100

例) 年平均風速 7m/sec で約 30% パタゴニアで 40%

## 6. 風車のコスト

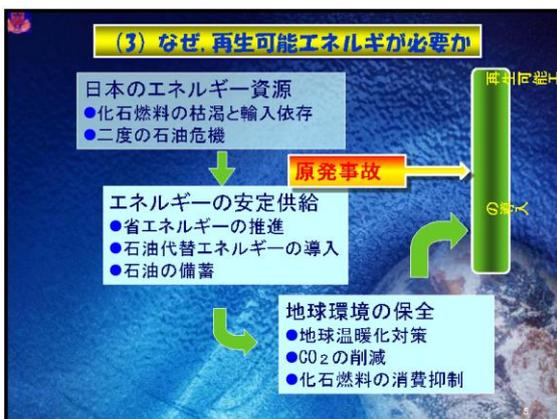
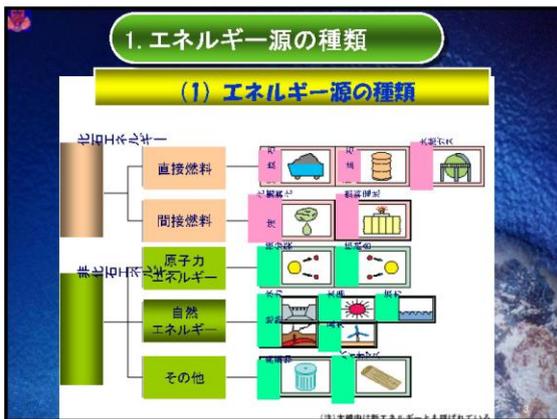
(1) 建設コスト

- ・風力発電 (大規模) 25~32万円/kW
- ・太陽光 (住宅用) 68万円/kW

⇒2020年 12万円が目標

(2) 発電コスト

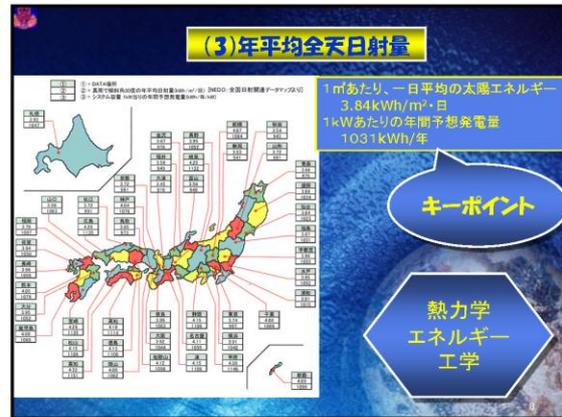
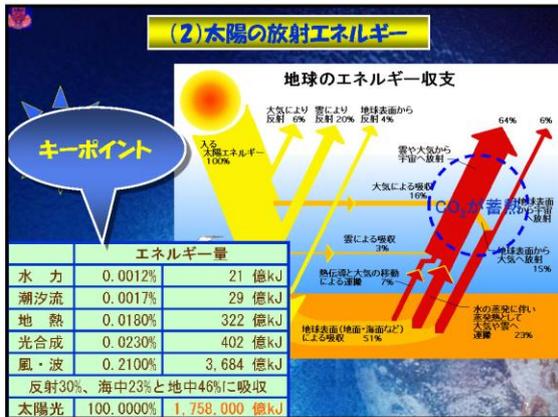
- ・風力発電 (大規模) 9~12円/kWh
- ・太陽光 (住宅用) 47円/kWh
- ・石油火力 10.2
- ・原子力 5.9



2. 光のエネルギー

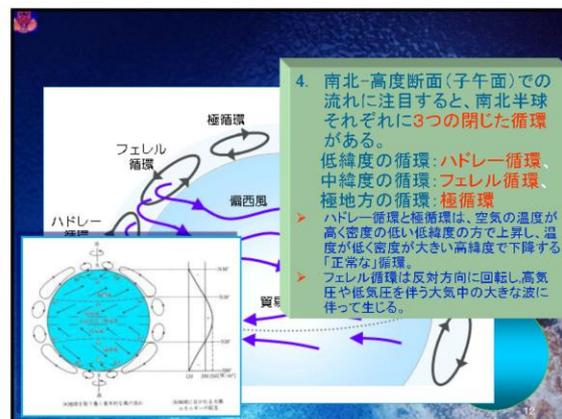
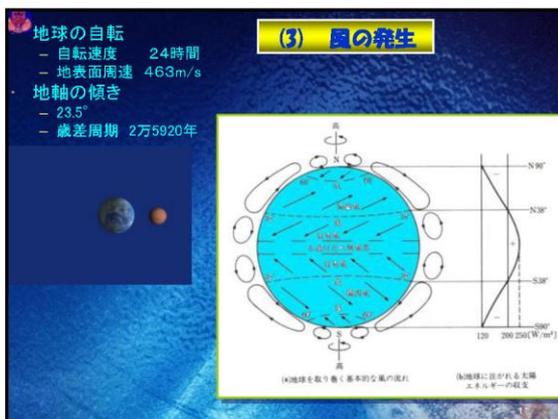
(1) 光の性質

- 光は粒子でもあり波でもある。粒子と波の両方の性質を併せ持つ、量子というものである
- 波動としての光を光波と呼び、反射・屈折・回折などの現象を起こす
- 粒子(量子)としての光を光子(光量子)という  
1個の光子は  $h\nu$  だけのエネルギーを持つ
- 光のエネルギー
  - 周波数  $\nu$ 、運動量  $p$  に比例 ( $E = h\nu$ ,  $E = pc$ )
  - $E = mc^2$ 、特殊相対性理論、アインシュタインの関係式



- ### 3. 風のエネルギー
- #### (1) 空気の状態
- 空気の成分
    - > 分子量 29.27 (kg/kmol)
    - > 成分元素 O<sub>2</sub> 21% + N<sub>2</sub> 79%
  - 空気の重さ
    - > 空気密度 1.293 kg/m<sup>3</sup>
    - > 標準大気圧 1013 hPa
  - 空気の粘り
    - > 粘度(N・s/m<sup>2</sup>) 17.1 × 10<sup>-4</sup> Pa・s (0°C)
    - > 動粘度 = 粘度 / 密度 (m<sup>2</sup>/s)

- ### (2) 風の性質
- 風とは、空気の水平方向の流れをいい、風向と風速で表す。
  - 空気は、気圧の高い方から低い方に向かうが、この流れが風である。
  - 等圧線の間隔が狭いほど風は強く吹く。



### 風の方向

地球の自転速度  
= 463m/s  
= 1667km/h

#### コリオリの力(偏向力)

- 地球が**自転**しているために地球上で運動する物体の進む方向が変わる。
- 北へ吹いている風は地球の自転によって**右方向**(北半球)へ曲げられてしまう。
- この現象を起こす原因を**コリオリの力**と呼ぶ。
- 走る車やロケット、海水、風も進行方向に対して、右方向(北半球)に力を受ける。

### 風の方向

低気圧の風の吹き方

高気圧の風の吹き方

### (4) 惑星の自転速度

地球の自転速度

惑星	自転周期(日)
水星	58.65日
金星	243.02日
地球	1.00日
火星	1.03日
天王星	0.72日
海王星	0.67日
冥王星	6.39日

### (5) 風のエネルギー

- 風力エネルギー  $E_w = \frac{1}{2} C_p \rho A U_0^3$
- 風車により得られるエネルギー
  - エネルギー密度 **年間平均 約165 W/m<sup>2</sup>**
- 風車性能の表し方
  - 出力係数 = 実際の出力 / 風のエネルギー
  - 周遊比 = ブレード先端速度 / 風速
  - ソリディティ = 風車の回転面積 / 全翼面積

理想風車 59.3%

### (6) 風車の基礎知識

#### 風車の種類と特徴

熱力学 流体力学

### 風車の形式

- 水平型
  - 1枚翼型: アップウィンド型, セミアップウィンド型, ダウンウィンド型
  - 多翼型
- 垂直型
  - ダリウス型
  - ジョーロ型
  - サイロ型
  - クロスフロー型
  - S型ロータ型

#### 発電の流れ

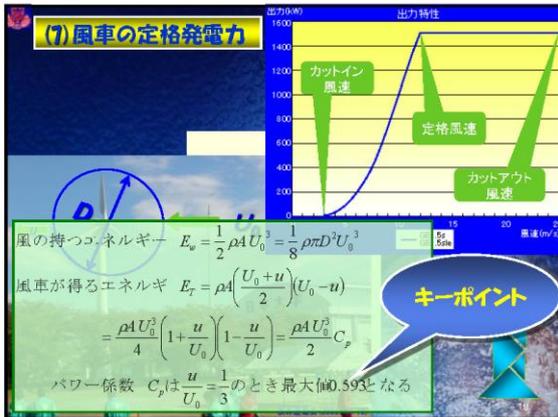
風車ローター (1000~2000rpm) → 固定倍速機 → 変速機 (コンバータ) (インバータ) → 三相交流 (50Hz) → 三相交流 (50Hz) → 東北電力 (株) 配電線

#### 風車発電機の構造

風車ローター → ナセル → 発電機

※風車の方向が常に風上を向くようにナセルが回転する。

発電機: ジョーロ型, 多相同期発電機, 子機, 機械室, 変速機, 三相交流機



### (8) 出力と軸の太さ

出力  $N$  とトルク, 回転数の関係

$$N = 2\pi T f \quad [W] = 2\pi T \frac{n}{60} [W]$$

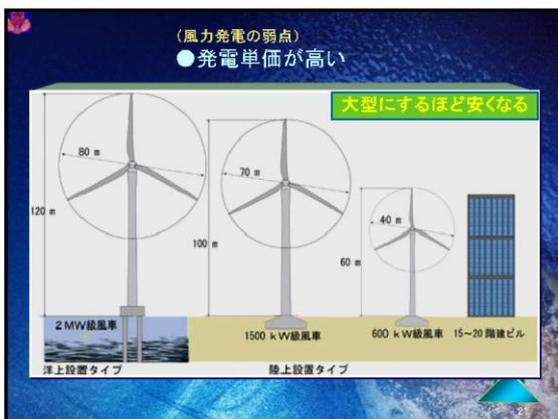
$T$ : トルク  $[N \cdot m]$   
 $f$ : 毎秒回転数  $[Hz]$ ,  $n$ : 毎分回転数  $[rpm]$

トルク  $T$  とせん断応力  $\tau$  の関係

$$T = \frac{\pi}{16} \tau d^3 \quad (\text{中実断面})$$

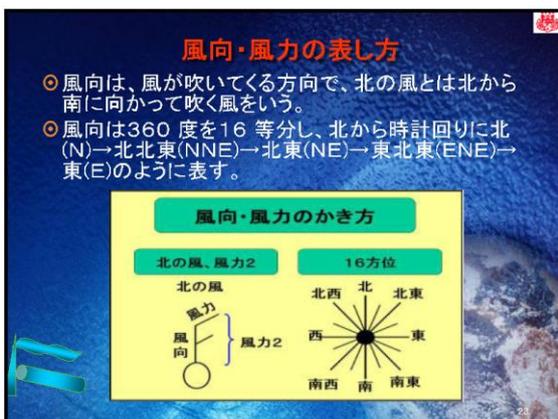
$$T = \frac{\pi}{16} \tau \left( \frac{d_2^4 - d_1^4}{d_2} \right) \quad (\text{中空断面})$$

軸の太さ

$$d = \sqrt[3]{\frac{16N}{2\pi^2 \tau f}} \quad [m], \quad \frac{d_2^4 - d_1^4}{d_2} = \frac{16T}{\pi \tau} \quad [m^3]$$


### (9) 地球型惑星の比較

	地球	金星	火星
赤道半径	6378 km	6052 km	3397 km
質量 ( $10^{24}$ kg)	5.97	4.87	0.64
地表での重力加速度	$9.78 \text{ m/s}^2$	$8.67 \text{ m/s}^2$	$3.72 \text{ m/s}^2$
太陽からの距離 (長半径)	1.50億 km	1.08億 km	2.28億 km
自転周期 (地球日)	1日 (23時間56分)	243.0日 (逆行)	1.03日 (24時間39分)
公転周期 (地球年)	1.00年 (365日)	0.615年 (225日)	1.88年 (687日)
大気主成分	窒素 78% 酸素 21%	二酸化炭素 (96.5%)	二酸化炭素 (95.3%)
平均地表気圧	1013 hPa	92100 hPa	5.6 hPa
平均地表温度	17°C	460°C	-60°C



### 観測時の風速

- 風速は空気の動く早さで、 $m/秒$  又は  $ノット$  で表す。
- 風は必ずしも一定の強さで吹いているわけではなく、天気予報などで単に風速といえば、観測時の前10分間における平均値である。
- 最も強く吹いたときを瞬間最大風速という。

### 風力の階級

風力は、気象庁風力階級(ビューフォート風力階級)により、風力0から風力12までの13階級で表す。

風力階級	地上10mに20分間の風速(m/s)平均	気象記号	実況記号	地上の物の様子
0	0.5未満	—	—	煙がすーすーと上る。
1	0.5~1.0未満	—	—	葉の音は、煙草の煙がこぼれる。
2	1.0~3.4未満	—	—	旗の端がゆるやかに動く。
3	3.4~5.5未満	—	—	木の葉や、軽い枝が動く。
4	5.5~8.0未満	—	—	木の葉や、軽い枝が動く。
5	8.0~10.8未満	—	—	葉の音、旗の端が動く。
6	10.8~13.9未満	—	—	葉の音、旗の端が動く。
7	13.9~17.2未満	—	—	葉の音、旗の端が動く。
8	17.2~20.8未満	—	—	葉の音、旗の端が動く。
9	20.8~24.8未満	—	—	葉の音、旗の端が動く。
10	24.8~28.8未満	—	—	葉の音、旗の端が動く。
11	28.8~32.7未満	—	—	葉の音、旗の端が動く。
12	32.7以上	—	—	葉の音、旗の端が動く。

### 風力発電の弱点

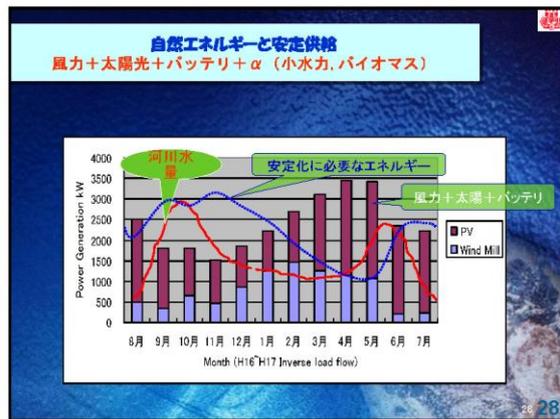
- エネルギー密度が低い 平均 163W/m<sup>2</sup> 程度
- 風まかせで不安定 風速、風向の変化
- 発電単価が高い 10~15円/kWh (火力発電: 7.3円/kWh)
- 騒音の問題 風切り音 (半径300m以内 50dB以下)
- 風車の影の問題 影の位置(シャドー・キャスティング) 翼の影、反射(シャドー・フリッカー)
- 巨大な電力貯蔵装置が必要 変動電圧、定格出力大 (定格出力に匹敵する容量)

### 自然エネルギーと安定供給

#### 風力+太陽光+バッテリー+α (小水力、バイオマス)

20kW ソーラー発電 | 40kW 風力発電機

ハイブリッド制御室 バッテリー(10kW/10hr)



### 日大郡山キャンパス

#### ロハスの家

平成20年設置予定

平成21年度 新規創成研究室

Lifestyles of Health and Sustainability  
健康と環境、持続可能な社会生活を心がける生活スタイル

加藤・武蔵 研究室

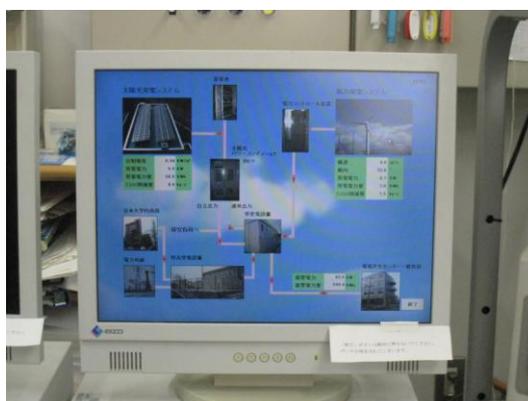
平成 24年 3月 7日 (水)		担当者名
		渡部
時 限	科目名	授業内容
1	風力発電基礎	実習用風車のしくみ バッテリーの充放電の扱い方 蓄電池の評価
2		
3		
4		
5		
6		
使用教材テキスト資料		
自由記入欄		実習教材が未到着のため1時間機材の解説をして終了。 インバーターはAC-ACのため使用不可。

平成 24年 3月 8日 (木)		担当者名
		1-3渡部 4村山・和田
時 限	科目名	授業内容
1	日大工学部 訪問見学	9:30出発 9:45到着 東口より貸切バス 日本大学工学部 工学研究所 環境保全・共生共同研究センター 風力太陽光ハイブリッドシステムモニターパネル
2	日大工学部 訪問見学	プレゼンテーションルームで渡部先生の説明(電力コスト) 太陽光発電機 エネルギーハイブリッド研究室 (電力コントロール装置・パワーコンディショナー・蓄電池)
3	日大工学部 訪問見学	風力発電システム 富士重工製風車・風車制御盤 校史資料室のRutLand社(英)製風力発電機
4	アンケート	授業アンケート記入 風力発電機材搬入 修了のあいさつ
5		
6		
使用教材テキスト資料		
自由記入欄		渡部先生の案内で日大工学部エネルギーハイブリッド研究室、風車等を見学した。現物を見ることで学生たちはより理解が深まった様子である。定格出力は太陽光発電が20kW、風力発電が40kWと学校の発電量としては規模が大きい。天気は晴れ時々曇り風速3m~4mとまあまあの条件であり、モニタパネルで発電量が確認できた。学校に帰着後これまでの授業のアンケートを記入してもらい試行授業は修了となった。なお、遅れていた風力発電の機材が到着し、手間のかかる搬入作業を学生に手伝ってもらった。





屋上の太陽光発電



監視・制御のモニター





タワーの下部にドアがある



タワー内部 ナセルまでの階段がある





ロハスの家



校史資料室の RutLand 社製風力発電機



## 試行授業実施報告

### ◆ 太陽光発電

#### 【総合評価 問題点と解決策】

##### <学科>

- (1) 概論系、知識の授業はほぼ予定通り消化できた。
- (2) 機器と効果と積算は同一授業にし、メーカー等技術者が講師を担当することが望ましい  
⇒解決策：メーカーに協力依頼
- (3) 電気の基礎知識がない場合さらに電気関係の授業が必要になってくる  
⇒解決策：授業時間の確保と講師依頼

##### <実習>

- (1) 時間消化率は約半分で、最終的に発電、運用、保守ができなかった⇒原因は
  - ①講師手配がつかなかった  
⇒解決策：実習をメーカー、販売会社の技術者に依頼
  - ②ラック、金具の不足が直前に発覚  
⇒解決策：事前確認と不足部品の発注
  - ③降雪低温により屋外での発電運用の確認ができなかった  
⇒解決策：実習時期、実習場所の確保
  - ④負荷となる蓄電池等の準備ができなかった
- (2) 実習にはメーカーの技術者の講師が必須で、取付方法が全く異なるため導入した教材と同一メーカーでなければならない  
⇒解決策：メーカーに協力依頼
- (3) 相応のスペースが必要なため実習場所の確保が難しい 天候等の条件もある  
⇒解決策：実習場所の確保とモジュールの有効活用
- (4) 模擬屋根の製作では屋根の角度を 30 度にする方が発電効率が上がる  
⇒解決策：製作前に図面の確認

#### 【授業時間等の変更案】 ---中期プログラムにおいて

- 太陽光発電基礎：6 時間→12 時間
- 太陽光発電機器、同機器、同効果、同積算を統合→太陽光発電システム：6 時間
- 太陽光発電設計は学科のみで CAD 実習は不要：3 時間

○学科総時間 30～33 時間

○実習総時間：計画 36 時間、実行 15 時間→3 枚のパネル設置 学生 10 名で 20 時間

6 時間×9 日=54 時間

オリエンテーション、アンケート等含む

## ◆ 風力発電

### 【総合評価 問題点と解決策】

#### <学科>

(1) 授業期間が当初の 2 週から 1 週に減ったため一部予定した知識の時間が少なくなった

⇒解決策：実際の保守運用についてリアルな話が聞けるように関連企業等に依頼

(2) 講師間で内容の分担が明確でなかったため一部の内容が重複してしまった

⇒解決策：事前の打ち合わせを詳細にする

(3) 風車の力学などの物理の内容は学生には難解な部分があった

⇒解決策：必要な個所ではあるのでわかりやすくする工夫が必要

#### <実習>

(1) 教材のユニットの納品が間に合わず実習ができなかった。

⇒解決策：ユニットの構成・発注・納期について十分確認する

(2) インバーターの仕様が合わなかった 発電電力制御装置が未発売だった

⇒解決策：不足部材（制御装置）の購入が必要

(3) 実習時間がなく学生にも不満が残るものだった

⇒解決策：設置場所と蓄電池等の負荷を確保し実習を完結する

(4) 福島大学と日本大学工学部の訪問見学は有効だった

⇒解決策：布引高原 滝根町の見学等企画する

(5) 稼働には設置台（タワー）の安全に固定する必要がある

⇒解決策：安全な設置場所（約 1m 地面を掘る等の固定）を確保する

### 【授業時間等の変更案】 ---中期プログラムにおいて

○風力発電基礎：10 時間→6 時間

○風力発電 社会 導入 計画 建設は基礎の時間に統合または、風力発電開発として専門企業に講師依頼（3 時間）

○風力発電機：メカニズムは大学教授等に依頼（3 時間）

○運転保守は学科 3 時間実技 3 時間で専門企業に依頼

○ユニットの組立実習

設置場所準備 (3 時間)

組立 (3 時間)

運用・保守 (3 時間)

計 9 時間

○学科総時間 15 時間

○見学等 3 時間

○総実施時間 27 時間～30 時間 (1 週)

## IV 視 察

---

## 視 察 報 告 書 1

期日：平成 24 年 2 月 26 日（日）27 日（月）

視察者：協議会メンバー／水野和哉／村上史成／村山 隆

視察対象／場所：青森県八戸市（太陽光発電所）、六ヶ所村（風力発電所）

視察概要：下記の通り

2/26（日）

15:45 東北電力八戸太陽光発電所

無人のため後日改めて連絡することにする。

連絡先：東北電力(株) 八戸技術センター

電話 0178(43)3935 八戸市大字河原木字川目 1-3

以下東北電力プレスリリースより

### **八戸太陽光発電所の営業運転開始について～**

### **当社初のメガソーラー発電所が営業運転開始～**

平成 23 年 12 月 20 日

当社初のメガソーラー発電所である八戸太陽光発電所（青森県八戸市、出力 1, 5 0 0 k W）が、本日、営業運転を開始いたしましたのでお知らせいたします。

当社は、地球環境問題への対応を重要な経営課題の一つとして位置づけ、低炭素社会実現に向けた取り組みの一環として、当社管内の複数地点において、2020年度までに合計 10, 000 kW 程度のメガソーラー発電所を建設することとしております。

本日営業運転を開始した八戸太陽光発電所は、こうした取り組みのもと、先行開発地点として工事を進めていたもので、八戸火力発電所（青森県八戸市）の構内に建設し、3種類の太陽電池モジュール（多結晶シリコン、薄膜系シリコン、薄膜系化合物）を採用しております。

また、八戸太陽光発電所は、年間約 160 万 kWh（一般家庭約 500 世帯分の年間使用電力量に相当）を発電するとともに、CO<sub>2</sub>排出量を年間約 800 トン低減（一般家庭約 160 世帯分の年間排出量に相当）することができます。

## 八戸太陽光発電所の概要

### 1. 発電所の概要

- (1) 名称：八戸太陽光発電所
- (2) 所在地：青森県八戸市大字河原木
- (3) 出力：1, 500 kW
- (4) 太陽電池モジュール：

多結晶シリコン（1, 000 kW）

薄膜系シリコン（250 kW）

薄膜系化合物（250 kW）

- (5) 発電電力量：約160万kWh／年  
（一般家庭約500世帯分の年間使用電力量に相当）

※設備利用率を12%と仮定して試算。

- (6) 効果（推定）：年間約800トンのCO<sub>2</sub>削減  
（一般家庭約160世帯分の年間排出量に相当）

### 2. 主な経緯

新設工事開始 平成23年 2月25日

基礎工事開始 平成23年 6月20日

太陽電池モジュール設置開始 平成23年 9月20日

総合試運転開始 平成23年11月16日

営業運転開始 平成23年12月20日

（参考：八戸太陽光発電所の外観）



2/27 (月)

## 10:30 風力発電トレーニングセンター

平成 10 年 8 月に開設、日本風力開発グループのイオスエンジニアリング&サービスが運営。国内初の実機を備えた風車メンテナンス要員育成の施設で、センター内実習室には、全長約 10 メートル、重量約 65 トンの風車の主要部分（ナセル、ハブ）が設置されており、研修室からガラス越しに実機を常に見ることができる。研修は初級・中級・上級のプログラムがあり、それぞれ約 1 週間の期間である。詳細な研修内容は、後日本社を通して問い合わせることもなった。

施設のあるエリアには六ヶ所村二又風力発電所があり、34 基の風力発電設備があり、計 51,000kW の出力がある。特徴としては NAS（ナトリウム硫黄）電池を使った蓄電池システムを併用しており、安定した電力を供給することができる。

この六ヶ所村地区の「次世代エネルギーパーク」にはウインドファームをはじめ石油備蓄基地、核融合エネルギー研究センター等の研究施設があり、新エネルギー開発の拠点となっている。時間と天候の関係でこれらの視察はできなかったが、次年度以降の事業計画のヒントがここにあるようで、再度訪れたいものである。



風車の主要部分。ナセルは奥にある。



ブレードが取り付けられる部分。

村上：事業の概要を説明

水野：社員の方々の入社経緯は

説明：地元の高校生を多く採用していた。最近は大卒も。電気を学んだ人が多い。電気工事士。初めは人が足りないで専門にこだわりなく採用していた。定期採用があり常時募集している。地元が望ましい。六ヶ所村はアパートが少ない事情がある。弊社はイオスエンジニアリング&サービスがメンテナンスを行う。全国に8か所に事業所がある。日本風力発電の風車のメンテナンス。建ててメンテナンスできない会社からメンテナンスを請け負うこともある。民営+村が出資（株主）。

## 二又風力発電所の説明

所長 副所長 24時間監視員 19名で

パンプ後ろ グレーで示している六ヶ所村風力発電所が22基、オレンジで示している二又風力発電所が34基あります。こちらのグレーで示している六ヶ所村風力発電所は一般的な風力発電所になっておりまして、オレンジで示している二又風力発電所は蓄電池を併設しており、電力を計画的、安定的に送ることができる世界で初の大容量蓄電池併設型の風力発電所となっております。左下の設備概要

### 設備概要

風力発電設備	1,500kW×34台 計51,000kW
NAS電池	2,000kW×17ユニット（常時15ユニット並入）
交流・直流変換装置	2,000kW×17ユニット（常時15ユニット並入）
最大送電可能電力	51,000kW
連携変圧器	二次電圧（風車側）22kV（60MVA）と 三次電圧（蓄電池側）6.6kV（40MVA）を 一次電圧（系統側）154kV（60MVA）に昇圧して送っている

### 風車 模型

ここがタワー、ナセル、三角の部分がハブ、羽根をブレードという。

GE ウィンドエナジー社製

1.5型の風車

定格1500kW

風速が4mになると発電し始める。25mになると安全上の問題のため自動停止する

羽根が3枚で直径が70.5m 高さが64.7m だいたい100m

アクティブブレードピッチコントロール 羽根を動かして最適な発電を行う

外の看板はブレード実物

### NAS電池の特徴

マイナス極ナトリウムのNa、プラス極に硫黄のSがあるためNAS電池と呼ばれている

日本ガイシの製品

自己放電がないのが一番の特徴で、1ユニット当たり7.2時間放電できる

### 電力販売

電気事業者または卸電力取引所を通じて販売することができる

日本風力開発の風車と全国の委託された風車を合わせると約240基ある

監視を行っている土日はそちらで監視をし何かあれば最寄りの事業所に連絡して対応していることもやっている。

風と未来エネルギーの村  
六ヶ所村から  
自然エネルギーを供給します。

世界初!大容量蓄電池併設風力発電

風車の郷  
六ヶ所村ニ又風力発電所  
蓄電池システムと高度な制御技術で良質な電力を安定的に供給します。

グリーンエネルギー認証センター  
認定済グリーン電力発電設備  
設備認定番号: G279028

蓄電池システム

事業会社 二又風力開発株式会社  
〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾敷字弥栄平1番地87 TEL 0175-71-0820 FAX 0175-71-0821  
出資会社 日本風力開発株式会社  
〒105-0003 東京都港区西新橋1丁目1番15号 物産ビル6階6F TEL 03-3519-7250 FAX 03-3519-7255

二又風力開発株式会社  
FURUKAWA WIND DEVELOPMENT CO., LTD.

### DVD

CO<sub>2</sub>排出の削減など地球温暖化対策が、具体的に重要な課題となっている現在、自然のエネルギー風を利用した風力発電が日本にも定着してきています。この10年の間に風車設置台数の増加に加え、風車自体の大容量化が進み、風力発電電力量は大きく増加しています。

北半島の付け根に位置し、陸奥湾と太平洋に挟まれた青森県六ヶ所村。  
なだらかな丘陵に牧草地が広がるこの地域は、年間の平均風速が毎秒6mと風力発電に適した場所で、たくさんの風車が並び、風力発電のメッカと言えるようなところです。ここに大規模風力発電所では世界初となる蓄電池併設型の風力発電所、六ヶ所村ニ又風力発電所が建設されました。

その施設の概要は、出力 1500kW の風車 34 基。

それらを結ぶ、2 万 2000V の地中送電線と架空送電線、合わせて約 35km。

連系用変電設備と管理事務所。

電力会社の既設高圧送電線に連系するための 15 万 4000V の地中送電線と架空送電線、合わせて約 2km。

このように風力発電所としては大規模な六ヶ所村二又風力発電所ですが、その第一の特徴は風力発電に蓄電池を併設したことです。

従来の風力発電のシステムは、風車で発電した電気を、変圧機で昇圧しそのまま送電するものです。このシステムでは風の影響で発電量が変動し不規則な出力の電気となります。この欠点を克服するために、蓄電池を設置し、発電する電気を貯蔵することにしました。

一定量に設定した売電電力に対し、夜間に発電した電気を蓄電しておき、供給開始後、風車の発電量が少ない時に、不足分を蓄電池から放電し、発電量が多い時に蓄電します。これによって電気の出力はいつも一定となり、風力に左右されずに安定した電力供給が可能となります。このシステムを導入した、六ヶ所村二又風力発電所は、従来の風力発電の欠点を克服した、まさに第二世代の風力発電所と言えるものです。

工事は 2006 年 12 月に着工。高さ約 100m に達する、風車の基礎の構築。

架空送電線の電柱や、鉄塔の構築、ケーブルの敷設工事など広い範囲にわたって長期間の工事が展開されました。34 基の風車本体はタワー、ナセル、ハブ、ブレードに分割し海上輸送で陸奥小河原港に陸揚げ、港に仮置きしました。現場への搬入は組立工程に合わせ、交通量の少ない夜間に行うことで、交通への影響を最低限に抑えました。

風車は一基 4 日の工程で組み立てました。

500t クレーンを使ってローターが取り付けられます。施工場所は牧草地や耕作地の中となるため、工事は地元の人々の理解と協力を得て、順調に進められました。連系用変電設備の工事は、変電所や監視室など従来の施設に加えて、蓄電池装置と交直変換装置、PCS の設置、それらをつなぐケーブルの施設が必要となります。PCS は風車から送られてきた電気を直流に変えて蓄電池に送り、蓄電池から放電する場合は、直流を交流に変えて送り出す役割をします。電子機器で構成されている PCS は、塩害や湿気を嫌うため、屋内に設置されています。PCS 棟内ではケーブルの接続や装置のテストが慎重に進められました。蓄電池ヤードでは、蓄電池が搬入され、設置されていきます。

今回導入された NAS 電池は、ナトリウムイオンを通す特殊なセラミックスを用いて電気を

蓄えるもので、断熱容器に単電池を収納して、エネルギー変換の高いモジュール電池を構成しています。モジュールを増やすことで大容量化が容易であり、六ヶ所村二又風力発電所では50kWのモジュール電池を680個、3万4000kW設置しました。従来、大容量の電力貯蔵システムは、蓄電池の性能、採算性の問題などで導入が困難でしたが、NAS電池の開発によって今後は自然エネルギーを利用した発電には欠かせない設備として普及が期待されています。

工事は順調に進み、2008年4月すべての機器の設置が完了。発電所では試運転が開始され、装置の最終チェックが行われました。

今後、計画的で安定した風量発電を行う企業として活動を展開することになる、六ヶ所村二又風力発電所。その業務の流れを見てみましょう。

まず、風況の予測と蓄電池に蓄えられた電気の量を把握し、発電機運転計画を立てます。それによって供給できる電気の量を本社に報告すると、本社では売電先と売電量を決めます。一方、契約電力会社へも供給電力量を報告します。これらの電力需要によって、運転する風車や蓄電池の概数、時間などを決定します。このように発電事業者として計画的な運営が可能となりました。

2008年5月、2か月にわたる試運転を経て送電が始まりました。風力や太陽光など、自然のエネルギーをはじめとした、地球環境保全に役立つ、新エネルギー。その利用目標が、2014年度までに160億kWhと設定されています。また、蓄電池に対する補助金制度が開始されるなど、環境にやさしいエネルギーのより高度な活用に向けた取り組みが国の指導のもとに展開されています。

大規模蓄電池の充放電により、自然エネルギーの出力を制御するという、この壮大なプロジェクトは様々な応用され、次世代のエネルギーパラダイムを切り開くものとして国内はもとより海外からも大きな注目を集めています。

DVD 終わり

## 大型風車34基と大容量蓄電池の統合制御により安定した電力供給を可能としました。

**主要制御装置・システム**

- 発電計画システム
- 風力発電所監視装置
- 電力監視制御装置
- 交流・直流変換装置
- NAS電池制御装置 他

**Point.1** 節電力取引所での取引が可能

節電力取引所で取引するため必要な30分単位の出力一定電力を供給できます。

**Point.2** 系統の高周波・電圧変動問題が解消

風力発電出力の変動によって系統高周波や電圧に影響を及ぼすことなくなりました。

**Point.3** 即応性の高い蓄電池設置

蓄電池の充放電が極めて短時間に行われ、急な供給変動に対しても出力変更制御ができるので系統の調整電源として用いることができます。

**風況・発電量予測について**

東京気象データ、気象官署の配備データ、風況精度で得られたデータ、風車の位置および周辺地形データなどをもとに、翌日および1週間先までの風況・発電量を予測します。

風況・発電量は、東京データとの比較によって補正されるので予測精度が高められます。

**電力販売について**

風力発電所の風車群と蓄電池群の合計出力が、設定出力と一致するように制御できるので、計画的に電力を供給することができます。

一定制御された電力は、電気事業認定出力と一致するように制御できるので、計画的に節電力取引所を通じて電力を供給することができます。

**風況・発電量予測**

風況を予測し発電計画を策定します

**電力販売**

電力を事業者へ販売します

**風車制御**

風車の運転・停止、出力、電圧等を制御します

**蓄電池制御**

発電した電気を貯蔵します

**設備概要**

風力発電設備 1,500kW×34台 計51,000kW  
 NAS電池 2,000kW×17ユニット (増設15ユニット予定)  
 交流・直流変換装置 2,000kW×17ユニット (増設15ユニット予定)  
 最大送電可能電力 51,000kW  
 二次電圧(高周波) 154kV (60MVA)  
 二次電圧(風車側) 22kV (80MVA)  
 三次電圧(蓄電池側) 6.8kV (40MVA)

**安定した電力供給のために**

一般的な風力発電所では、風速に応じて発電機出力が変動するので、系統への送電電力も変動します。

蓄電池併設風力発電所では、発電機出力と蓄電池入出力(放電)とを組み合わせることによって、系統への送電電力を一定に制御することは可能になります。

パワーエレクトロニクス技術の進歩により、高速度で出力一定制御ができます。

**NAS(ナトリウム硫黄)電池の特長**

- 高いエネルギー密度(総電池の4倍)
- 優れた環境性(無毒・無振動)
- 自己放電なし
- 高エネルギー効率(充放電効率95%)
- 素材が枯渇しない

**モジュール電池の構造**

蓄電池の動作原理

154kV高圧直流送電設備

パンフレット中面

■質疑

水野：風力発電では一番新しいのですか

説明：蓄電池を併設しているのはここだけです

水野：日本で？世界初ですね

説明：小さい電池を取り付けているところはあるが、大容量では世界初でここだけ

水野：電気はどこに供給しているか。東電か

説明：東北電力、東京電力、企業に

水野：実際に風力は不安定。足りなくなったりオーバーしたりしないのか。

説明：風速、風況の予測から発電量が出るシステムでは1週間のデータが出る。

今までの経験から予測して計画を立てて売っているので、極端に売れなくなったりはしない。0kWだったり、風が強ければ5万1000kぎりぎりまで売ったり毎日変わってくるが、計画的に売らないと契約上ペナルティが取られることもあるので、電池の残量と風車の発電量を計算して売電している。

水野：売るのは電力会社だけか

説明：震災後は東北電力、出光、新丸ビル

村上：何日も風がないと蓄電池も空になるのでは。

説明：空になることはない。売らないで貯めておくので。何日風がないというのも、2、3日ならあるが、六ヶ所は結構大丈夫。

水野：気象予報士はいるのか

説明：気象予報士が欲しいらしいのだが今のところいない。当直の方は今までの経験で結構詳しくはなっているようだ。

水野：日によって回さない日もあるんですか。

説明：常に風車は自分で回っている。人間の方では操作しません。風任せで。メンテナンスを半年に一回行っていますので、その時には止めます。

村上：発電するかしないかは切り替えるが。

説明：4mの風になるともう発電していて、1m位から回っている。

## 視 察 報 告 書 2

期日：平成24年3月1日（木）10:00～16:00

視察者：協議会メンバー／水野和哉／村上史成

視察対象／場所：スマートエネルギーWeek2012／東京ビッグサイト

視察概要：下記の通り

「スマートエネルギーWeek2012」は世界27カ国、1950社が一堂に会する次世代エネルギーに関する総合展である。展示会の構成は多岐に渡るが、本事業への情報収集に向け太陽光発電関連の「太陽光発電システム施工展」、スマートハウス関連の「エコハウス&エコビルディングEXPO」、エネルギーマネジメントや電力の見える化システム関連の「国際スマートグリッドEXPO」の3つの展示会場へ視察・見学を行った。

中小からメジャーまで多種多様な企業がブース参画しており、特に大手の電気メーカーやハウスメーカーブースはスペースも大きく、MCを使って定期的に自社の取組をアピールするなど通路に人だかりができていた。今後ビジネスチャンスのある成長分野ということもあるのか参加者が多く活気を呈していた。

いくつかの出展ブースをまわった中で下記の3つのブースで次年度以降の事業につながる接触と人脈作りができた。

### ① ㈱ヤマニエコライフ

業者向けに太陽光発電の基礎知識や商品知識、施工方法等の技術養成講座を実施するアースソーラーカレッジを運営しており、本事業および教育機関向けのプログラム構築に向けての協力を打診し快諾を得た。4月から郡山市にて福島キャンパスを開校予定であり、次年度にカリキュラム協力、協議会参画等を依頼していく。

## ② 住友電工株

大阪製作所内において太陽光・風力等の再生可能エネルギー発電設備と蓄電池を直流（DC）で連系させたマイクロスマートグリッド実証システムを開発し、構内試験を開始している。自社開発の集光型太陽光発電装置（CPV）やスマートグリッドに最適な電池といわれているレドックスフロー電池を採用しており、サーバ等の中央制御などその仕組みを視界で理解できるため次年度以降の協議会や開発プログラムメニューとしての施設見学を検討する。見学については先方に了承いただいた。

## ③ けいはんな学研都市

（財）関西文化学術研究都市推進機構の担当者と接触し、けいはんなエコシティモデルの概要を聞いた。けいはんな学研都市は、つくば研究学園都市とともに国家的プロジェクトに位置付けられ関西イノベーション国際戦略総合特区にも含まれているが、現在、HEMS、BEMS、EV、メガソーラー、スマートハウス等を融合させ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクトが実施されている。コントロールセンター（CEMS）を始めとして連系施設の視察・見学はスマートグリッド・シティを理解する上で有効である。次年度事業での取り入れを検討する。

以上

# V アンケート

---

試行講座終了後の学生アンケート

## 1. 授業アンケートの実施

試行授業最終日に授業を受けた電気電子工学科1年生10名に授業アンケートを実施した。科目ごとに5段階評価の質問4項目と、その授業の感想を記述してもらった。また、総合的な評価として太陽光発電と風力発電について全般を尋ねる形で同様の質問をした。最後に講座全般を通しての質問を設け、学生の意識調査を行った。

### 【1】 質問

#### (1) 科目別 (12科目)、太陽光発電全般と風力発電全般

科目名 担当

I 以下の質問について1～5段階の評価をしてください。番号を○で囲んでください

①この科目は将来どの程度役に立つと思いますか。

1：役に立たない 2：あまり役に立たない 3：役に立つ 4：よく役に立つ 5：とても役に立つ

②科目の難易度はどうでしたか。

1：とても難しい 2：やや難しい 3：普通 4：やや簡単 5：とても簡単

③どの程度理解できましたか

1：理解できなかった 2：3～4割ほど理解した 3：半分以上理解した 4：7割ぐらい理解した 5：8割以上理解した

④授業に対してのあなた自身の取り組みの姿勢はどうでしたか。

1：やる気がなかった 2：あまりやる気が出なかった 3：ふつう 4：がんばった 5：とてもがんばった

II この科目の感想を書いてください

(記述)

#### (2) 今回の試行講座全般について教えてください

I 以下の質問について1～5段階の評価をしてください。番号を○で囲んでください

①講座を受けてエネルギーや環境についての関心や興味は高まりましたか？

1：全く高まらなかった 2：あまり高まらなかった 3：高まった 4：よく高まった 5：とても高まった

②太陽光発電システムの業界に就職してみたいと思いますか？

1：全く思わない 2：あまり思わない 3：どちらともいえない 4：少し思う 5：とても思う

③風力発電関連の業界に就職してみたいと思いますか？

1：全く思わない 2：あまり思わない 3：どちらともいえない 4：思う 5：とても思う

④福島県での再生可能エネルギー分野の産業の振興を期待していますか？

1：全く期待していない 2：あまり期待していない 3：やや期待している 4：期待している 5：とても期待している

II-①この講座を受けてためになったことは何ですか？(文章で記述)

II-②この講座で印象に残ったことは何ですか？(文章で記述)

Ⅱ-③この講座で学んだことは学習面や生活面でどのように生かしていきますか？（文章で記述）

Ⅱ-④2年次も継続して講座を受けるとしたらどのような要望がありますか？（授業、教科書・教材、講師…）（文章で記述）

Ⅱ-⑤原発事故があった福島県民として電力やエネルギーについてどのような考えを持っていますか？（文章で記述）

Ⅱ-⑥全体の感想など自由に記述してください

## 【2】 アンケート用紙

平成23年度文部科学省委託事業  
東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成支援事業  
再生可能エネルギー・スマートグリッド分野技術者育成事業

### 試 行 講 座 ア ン ケ ー ト

科目名	再生可能エネルギー	2/13(月)1～3時間	福島大学佐藤教授
-----	-----------	--------------	----------

I 以下の質問について1～5段階の評価をしてください。番号を○で囲んでください

①この科目は将来どの程度役に立つと思いますか。

1：役に立たない 2：あまり役に立たない 3：役に立つ 4：よく役に立つ 5：とても役に立つ

②科目の難易度はどうでしたか。

1：とても難しい 2：やや難しい 3：普通 4：やや簡単 5：とても簡単

③どの程度理解できましたか

1：理解できなかった 2：3～4割ほど理解した 3：半分以上理解した 4：7割ぐらい理解した 5：8割以上理解した

④授業に対してのあなた自身の取り組みの姿勢はどうでしたか。

1：やる気がなかった 2：あまりやる気が出なかった 3：ふつう 4：がんばった 5：とてもがんばった

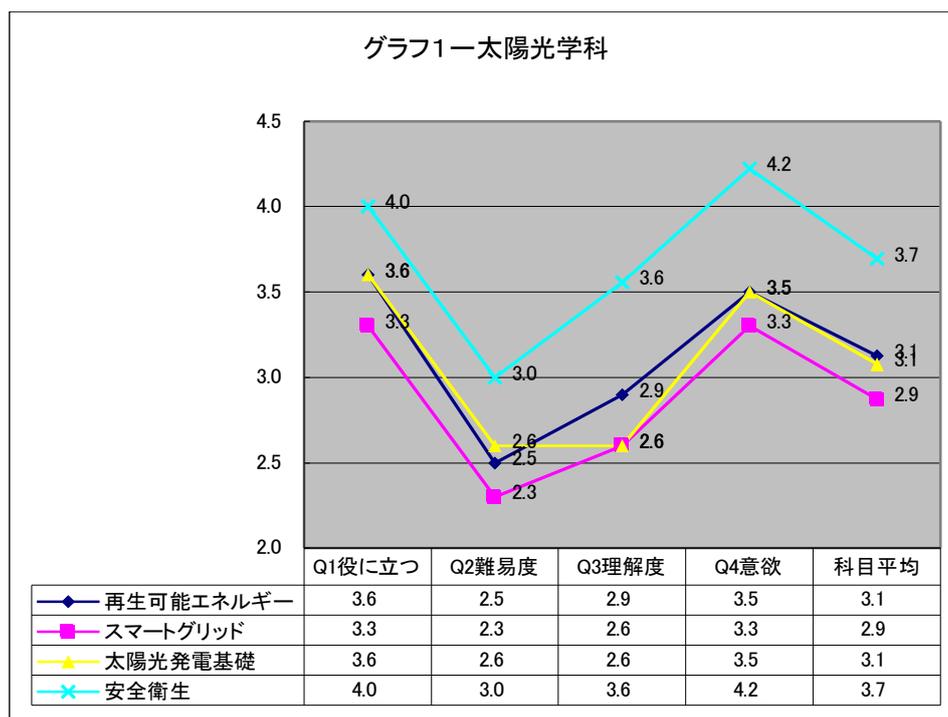
Ⅱこの科目の感想を書いてください

--

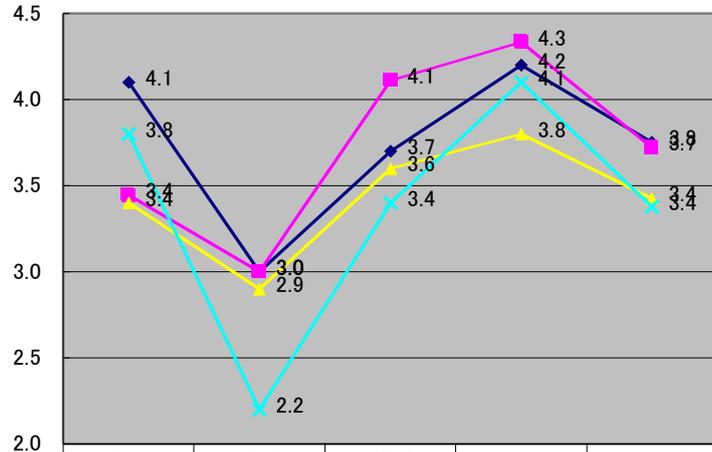
### 【3】 集計-I

グラフ	科目種別	科目名	担当	Q1役に立つ	Q2難易度	Q3理解度	Q4意欲	科目平均	役に立つ	難易度	理解度	意欲
1	太陽光学科	再生可能エネルギー	佐藤	3.6	2.5	2.9	3.5	3.1	よく役に立つ	やや難しい	半分以上理解	がんばった
	太陽光学科	スマートグリッド	村山	3.3	2.3	2.6	3.3	2.9	役に立つ	やや難しい	半分以上理解	がんばった
	太陽光学科	太陽光発電基礎	村山	3.6	2.6	2.6	3.5	3.1	よく役に立つ	やや難しい	半分以上理解	がんばった
	太陽光学科	安全衛生	羽田	4.0	3.0	3.6	4.2	3.7	よく役に立つ	普通	半分以上理解	がんばった
2	太陽光実習	建築屋根	近内	4.1	3.0	3.7	4.2	3.8	よく役に立つ	普通	半分以上理解	がんばった
	太陽光実習	模擬屋根製作	近内	3.4	3.0	4.1	4.3	3.7	役に立つ	普通	7割理解	がんばった
	太陽光実習	太陽光発電システム設計	メーカー	3.4	2.9	3.6	3.8	3.4	役に立つ	普通	半分以上理解	がんばった
	太陽光実習	取付	星	3.8	2.2	3.4	4.1	3.4	よく役に立つ	やや難しい	半分以上理解	がんばった
3	風力実習	風力:福島大学見学	島田	3.9	2.4	2.4	3.0	2.9	よく役に立つ	やや難しい	3~4割理解	ふつう
	風力学科	風力発電基礎	村山	3.6	2.7	2.8	3.2	3.1	よく役に立つ	やや難しい	半分以上理解	ふつう
	風力学科	風力発電概要	渡部	3.4	1.7	2.2	3.3	2.7	役に立つ	とても難しい	3~4割理解	ふつう
	風力学科	風力:日大見学	渡部	3.4	2.4	2.9	3.5	3.1	役に立つ	やや難しい	半分以上理解	がんばった
4	全般	太陽光全般		4.1	2.6	3.1	4.0	3.5	よく役に立つ	やや難しい	半分以上理解	がんばった
	全般	風力全般		3.6	2.2	2.7	3.5	3.0	よく役に立つ	とても難しい	半分以上理解	がんばった
	全般	講座全般		3.6	3.8	3.7	3.8	3.7	よく役に立つ	やや難しい	半分以上理解	がんばった
	全般	全体平均		3.7	2.6	3.1	3.7	3.3	よく役に立つ	やや難しい	半分以上理解	がんばった

#### (1) 科目別 (12 科目)、太陽光発電全般と風力発電全般

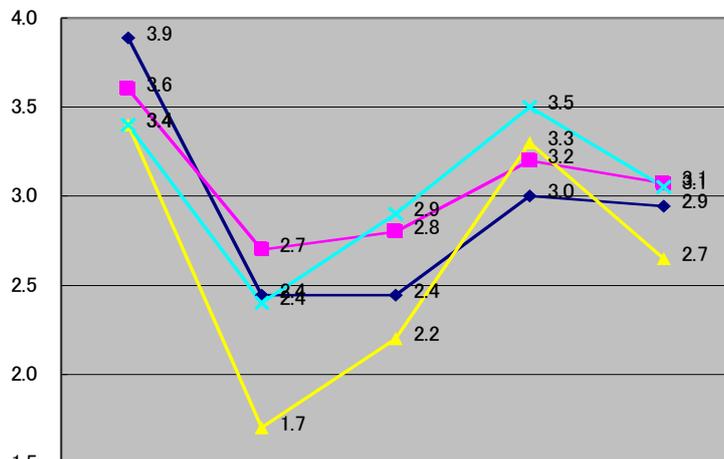


グラフ2ー太陽光実習

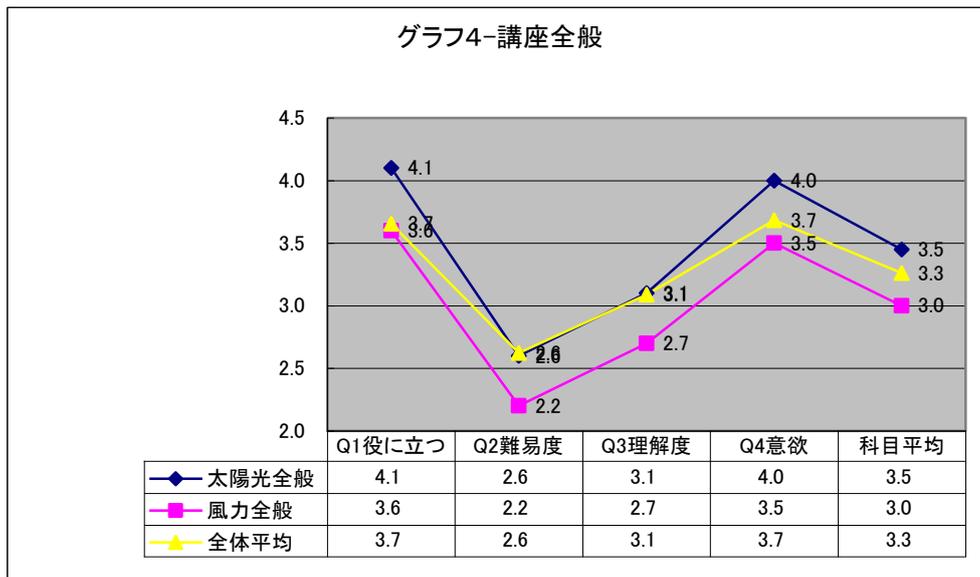


	Q1役に立つ	Q2難易度	Q3理解度	Q4意欲	科目平均
施工/建築・屋根	4.1	3.0	3.7	4.2	3.8
模擬屋根製作	3.4	3.0	4.1	4.3	3.7
太陽光発電システム設計	3.4	2.9	3.6	3.8	3.4
施工/モジュール取付	3.8	2.2	3.4	4.1	3.4

グラフ3ー風力発電学科



	Q1役に立つ	Q2難易度	Q3理解度	Q4意欲	科目平均
風力/福島大学見学	3.9	2.4	2.4	3.0	2.9
風力発電基礎	3.6	2.7	2.8	3.2	3.1
風力発電概要	3.4	1.7	2.2	3.3	2.7
風力/日大見学	3.4	2.4	2.9	3.5	3.1



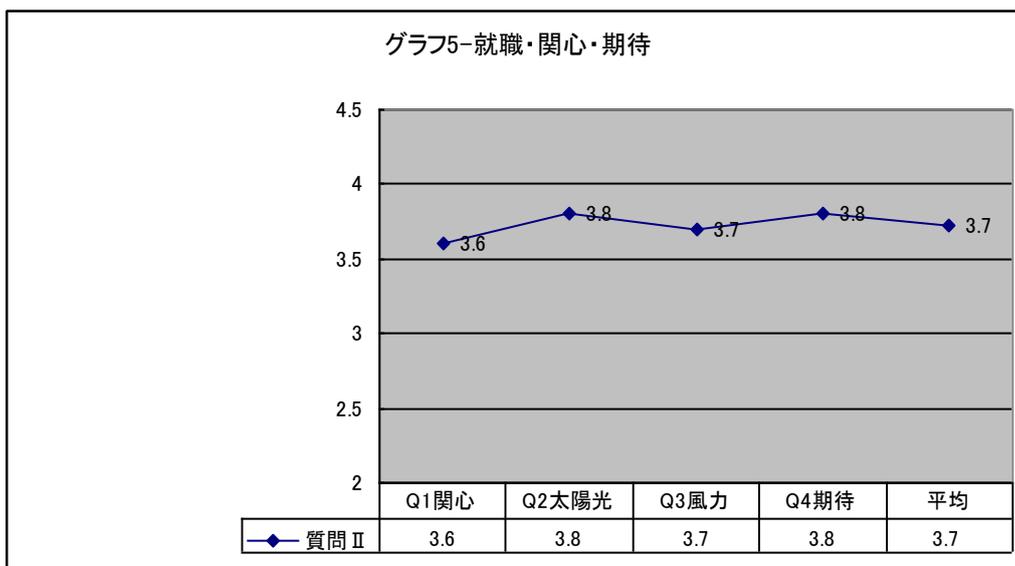
(2) 今回の試行講座全般について教えてください

Q1 講座を受けてエネルギーや環境についての関心や興味は高まりましたか？

Q2 太陽光発電システムの業界に就職してみたいと思いますか？

Q3 風力発電関連の業界に就職してみたいと思いますか？

Q4 福島県での再生可能エネルギー分野の産業の振興を期待していますか？



## 【4】データ考察

- ・太陽光発電の学科は学生の意欲もあり役に立つ科目であると思っているが内容が難しく半分程度しか理解できなかった
- ・太陽光発電の実習は役に立つ科目であると思っており意欲がとて高く、モジュールの取り付け以外はまあまあの難易度でだいたい理解できた
- ・風力発電は学科のみの実施であり、役に立つ科目であると思っているが、内容がとて難しく理解度は平均を下回りあまり意欲も高くなかった
- ・単純にスコアの高かった科目は安全衛生、施工/建築・屋根、模擬屋根製作で専門外ではあるが実習系の科目で体を動かすことが学生の充実度が高いようだ
- ・スマートグリッドや風力風車のメカニズムなどは難易度が高い内容であった
  
- ・全般でも同じ傾向で、太陽光に比べ風力は全体にスコアが低かった
- ・学生は役に立つ科目であるという認識の下とても意欲を持って取り組んでくれた様子がわかる
- ・学科に関しては内容が難しく（専門的すぎる、物理や化学、数学的内容）理解できなかった面もある
- ・風力は実習が実施できなかったことが意欲や取り組み姿勢に影響が出ている模様

講座全般に関しての質問は他と違い、

- ①講座を受けてエネルギーや環境についての関心や興味は高まりましたか？
- ②太陽光発電システムの業界に就職してみたいと思いますか？
- ③風力発電関連の業界に就職してみたいと思いますか？
- ④福島県での再生可能エネルギー分野の産業の振興を期待していますか？

となっており、平均は3.7と高い

エネルギーや環境についての興味関心は高まり、関連業界への就職も意識が芽生えている様子がわかる

### <改善すべき点>

- ・太陽光発電施工については発電して運用するまで実習を完結させ、学生に達成感を持ってもらう
- ・風力発電の実習についても同様である
- ・学科、概論では基礎学力の高くない学生にわかりやすい授業をする必要がある

## 【5】集計Ⅱ 感想、意見、要望

### 再生可能エネルギー

- ・原子力を使わないでなるべく再生可能エネルギーを使うことが大切だとわかった
- ・いろんな発電方法や再生可能エネルギーについて理解することができた。
- ・これから勉強していく内容を浅く広く知れたので後に勉強する内容でつまることがなかった。

### スマートグリッド

- ・スマートグリッドの内容は広く、概要の授業で2時間だけでは理解が難しいと感じた。
- ・スマートグリッドといわれて最初は何のことなのかよくわからなかったが話を聞いていくうちにとても奥が深いことだと思い関心を持った。
- ・結構難しかったですが、スマートグリッドという言葉も知らなかったのがためになりました。

### 太陽光発電基礎

- ・太陽光発電に関する基礎知識は施工に直結するので必要だと思う。
- ・資料などにある表や絵などを使ってわかりやすくまとめてあったため材料などの名前を知ることができた。
- ・太陽光発電について細かい所まで知れてとてもよかったです。

### 安全衛生

- ・作業の危険性が高いところから、安全衛生の教育は必要だと思った。
- ・ソーラーパネルは屋根に上って作業をするので安全面も気にかけて作業しないと死に至ることもあることを知りました。
- ・皆で意見を出し合って自分と違った考えを持った人の意見を聞くことができとても有意義な時間を過ごすことができたと思う。
- ・今後実際現場で起こりうる危険を教えてもらうことができ緊張感のある授業内容だった。

### 建築屋根

- ・ソーラーパネルを取り付ける屋根のことについて勉強しました。屋根の形、大きさは家によってばらばらなのでその屋根に合った施工の仕方がわかりました。
- ・電気を習う者として建築に関することをもっと知るべきだと思った。

### 模擬屋根製作

- ・実際に屋根を製作してみて、屋根の構造や寸法などをあらためて理解することができた。
- ・今まで屋根裏などは見たこともなかったが模擬で作ってみてどのようになっているのかが見れたのでよかった。
- ・木材を木ねじで止めていき屋根を作りました。木材を使うのは初めてではありませんでしたが図面を見て一から物を作るのはあまり経験することではないので戸惑う場面も多かったです。

### 太陽光発電システム設計

- ・パネルや料金などを計算できるソフトがすごく良いと思った。
- ・学校に届いたものはシャープ（京セラ）、説明は三菱ということに違和感があった。営業だけではなく製造・技術の担当者の話を聞きたかった。

- ・ソーラーパネルをどの位置に設置したらいいかなどをコンピュータを使って説明したり、ソフトを実際に使ってみたため北の屋根には設置しない方がいいなどがわかった。

#### **太陽光発電施工 モジュール取付**

- ・授業の時間がたりなく、太陽光発電の配線などを教えられる先生が必要だった。
- ・専門家の説明なしに取説だけでシステムを構築するのは難しく、1日では無理があると思った。
- ・自分たちで説明書を見ながら作業しているだけでは実際にやり方が合っているのか分からないので太陽光の施工に詳しい人を一人位呼んで欲しかった。

#### **風力：福島大学見学**

- ・風がなく、発電稼働状況が確認できなかったのは残念だった。
- ・雪が降っていたのと風がなかったため大学にある風力はそんなに回っていなかったので天気がいい日にまた行きたいと思った。
- ・ブレードの形、プロペラの形など広い範囲で知れた。

#### **風力発電基礎**

- ・風力発電のしくみや、メリットなどを理解することができた。
- ・資料を渡してグラフなどでわかりやすく説明していただいた。風力については日本は下のほうだったのでこれから伸びてほしいと思った。
- ・まるで風力発電のことをわかっていなかったのが基礎をしっかりと学習するためのいい時間になったと思います。

#### **風力発電概要**

- ・発電効率の計算のしかたや、風力・太陽光のバッテリーハイブリッド発電について理解することができた。
- ・数カ月かかる内容を数時間にまとめた講義を受けて、学生側としては理解が難しいと感じた。風力エネルギーの計算など難しい内容の問題を考えた上で風車が作られていることを知りました。また、風車といっても形式が違うものがたくさんあり、1つ1つ違った特徴があるそうでおもしろいなと思いました。

#### **風力：日大見学**

- ・日大の研究室や学生との連携があれば双方にメリットが生まれると思う。例) 計画：日大、施工：WiZ
- ・日大の風力やソーラーパネルを見て歩いていたが天気が良かったため風力やソーラーがどれくらい発電しているかが見れたためよかった。さらに風車の中まで見せていただきました。
- ・実際の風力発電を間近で見るのは初めてだったのでとても興奮した。

#### **太陽光発電全般**

- ・時間が足りない、配線などを詳しく教えてくれる先生が欲しかった。
- ・完成に至らなかったのが非常に残念だった。特に施工に要する時間をもっと増やし、業者やメーカーを招いての講義は必要だと思った。
- ・講義を受けてそれを実習で実際に施工することができたのでわかりやすかったと思います。

- ・聞いてもよくわからなかった部分はやってみて理解することができたからです。

#### 風力発電全般

- ・説明と見学だけで終わってしまったので、布引への見学や施工実習時間を多く設けるなど、次回の内容に期待したい。
- ・実際に見学することができたのでいい経験になりました。風車がブレードの形や枚数で発電効率に違いが出ることや発電の単価が高いことを学びました。
- ・立地場所や風の数式など複雑なことがあるがやりがいはあると思う。
- ・風力発電のキットが届かなかったので残念でした。

#### Ⅱ-①この講座を受けてためになったことは何ですか？（文章で記述）

- ・今は再生可能エネルギーが必要だということがわかった。
- ・自然エネルギーの重要さや、これからの発電方法で何が大事か。
- ・就職にあたり、志望業界の分野のひとつとして掘り下げることができた。
- ・ソーラーや風力について世界ではどれほど動いているのかが少しわかった。
- ・どれだけ自然に優しく、無駄のない発電を心がけなければいけないかが分かった。
- ・再生可能エネルギーについて興味を持つことができました。
- ・多くの知識を得ることができた。
- ・太陽光の配線はまだやっていない。
- ・思っていた以上にソーラー、風力が進歩していることに驚いた。
- ・環境問題が深刻な今、自分たちがやっていくべきことを知れてためになりました。

#### Ⅱ-②この講座で印象に残ったことは何ですか？（文章で記述）

- ・時間が足りない。
- ・実際に太陽光パネルを施工したこと。
- ・再生可能エネルギーの効率向上にはさらなる技術の進歩が必要であり、その普及には技術だけにとどまらず法律や私たちの生活スタイル等も変えていかなければならないということ。
- ・実際に大学などに行って実物を見たこと。
- ・実際の発電を見物したり、それに関わっている人の話を聞いたことが印象に残った。
- ・見学実習のときに見た風車が間近で見たのははじめてだったので印象に残りました。
- ・太陽光、風力ともに予想より進歩していた。
- ・太陽光のパネルを作った建築屋根。
- ・設置費用は高いものの、売電というシステムである程度補えるというところ。
- ・パネルを取り付けたこと。

II-③この講座で学んだことは学習面や生活面でどのように活かしていきますか？（文章で記述）

- ・自分が太陽光発電と風量発電を仕事に活かせるようにしたいと思う。
- ・自然エネルギーの重要性を家族のみんなに伝える。
- ・省エネに対する意識が以前より増した。ゴミの削減、節電、化石燃料に頼らない生活、できることを実践していきながら、それらをインターネットなどを利用し全国に発信していきたい。
- ・友人などに聞かれたときに教えてあげるくらい。
- ・これからは太陽光や風力の授業が増えると思うので、今回学んだことを授業に生かしたいです。
- ・発電することは大変なので節電を心がける
- ・自分の学んだことを身内や知り合いに伝えたいと思っている。
- ・就職にかかわるのでそれまでに勉強していきたい。
- ・テレビで流れるニュースなどで再生可能エネルギーが取り上げられたら意識して見ていきたい。
- ・今回学んだことを意識して活かしていきたいと思う。

II-④2 年次も継続して講座を受けるとしたらどのような要望がありますか？（授業、教科書・教材、講師…）（文章で記述）

- ・太陽光発電の配線を教えられる先生がいてほしい。
- ・授業の時間配分の改善。
- ・専門知識のある施工業者を講師として招いての実習。省エネルギーに関する授業。工事現場見学。メーカー工場への訪問見学。
- ・もっと時間をとって実習などをしてほしい。
- ・要望はありません。
- ・施工の時間をもう少し取って欲しいです。
- ・太陽光と風力の施工で専門の講師をつけていただきたい。
- ・講義ばかりだと全然わからないので実習をたくさんやらないとだめだと思った。
- ・教材を結局使いきれなかったのもう少し考えて授業するか発注してもらいたい。
- ・パネルを取り付ける時は専門家の人を呼ぶべき。

II-⑤原発事故があった福島県民として電力やエネルギーについてどのような考えを持っていますか？（文章で記述）

- ・原子力をなるべく使わず、他のエネルギーを使えるようにしたいと思う。
- ・あまり化石燃料や原子力にたよらず、地球環境や住人の安全などを考え、自然エネルギーについてももっと考えていきたい。
- ・県民の省エネに対する意識は低いように思える。組織的な省エネ運動や学校での教育をもっと普及させるべきだと思う。
- ・電気代を少しでも安くするために出かける前にコンセントを抜いて行ったりしている。

- ・今回のような事故が今後起らぬよう電力やエネルギー面について、よく検討すべきだと思う。
- ・国民が安全で安心できるような発電をすべき。今後は風力や太陽光などのような自然エネルギーが重要になると思う。
- ・絶対に安全ではないことがわかったので極力安全な方法をとってほしいと考えています。
- ・原子力など人工的なエネルギーよりこれからは自然エネルギーの方に力を入れてもらいたい。
- ・原発なんてもういらないしこんな太陽光発電や風力発電を築かせた方がいいと思った。
- ・ソーラー、風力発電を設置し、新たな観光地などにより福島により多くの賑わいがあったほしい。
- ・使える再生可能エネルギーはどんどん使って脱原発する。

## II-⑥全体の感想など自由に記述してください

- ・時間を増やしてほしい。施工は配線がわかる先生が来てほしい。太陽光発電と風力発電が完成できなかったのが心残りだと思った。
- ・自然エネルギーがあたりまえになる時代がいつくるか興味がわきました。
- ・期間が短く、急であったために準備不足だった。専門学校で施工技術者を養成するのであれば、実習に時間をかけ、専門業者の外部講師、発電所の見学など、質の良い教育を計画してほしいと感じた。特に学生は主体的に取り組ませるための工夫が必要だと思う。決まっている内容を教えるだけではなく、「探究心を持って自ら動く」ように、その分野が面白いと思えるような授業にしてほしい。
- ・もう少し時間をとってやりたかったです。継続する時は日程をちゃんと組んでほしいです。今回のような貴重な体験ができて本当に良かった。
- ・どちらの発電方法も安定はしていないけれど、それに見合うだけの利点もあることがわかったのもっと普及すればいいなと思いました。
- ・今回とてもいい経験ができた。以前から太陽光発電はどのような原理で起きているのか知りたかったので今回の講座はとても大きな収穫になった。
- ・実際実習は全然やらなかったし、講義ばかりでさっぱりわからなかった。
- ・これからより一層注目を浴びるであろう再生可能エネルギーをこのような場で勉強できてよかった。
- ・悪かったとは言いませんが、プログラム日程の改善はすべきだと思います。

### <まとめ>

- ・再生可能エネルギー、スマートグリッドなどの用語の意味を理解しはじめた。
- ・太陽光発電の実習では、メーカー技術者等の講師が望まれている。
- ・実習時間を長くして欲しい。
- ・風力発電の理論は苦手意識が強かったが、大学への訪問見学はとても印象に残った。

- ・ エネルギーの現状と展望を理解でき、省エネの意識が高まり、家族や友人にも伝えたいと思っている。

## 【6】アンケート総括

### 【4】のデータ考察と【5】感想、意見、要望より

欠席が殆どなかったこともあり学生が意欲を持って授業に取り組んでくれたということは、喜ばしく、いい意味で予想外であった。難しい授業であってもノートをとりながらよく聞いていた印象ではあるが、どうしても「学科は苦手、実習は好き」という専門学校の学生らしい典型的な姿は普段通りであった。それだけに実習が完結できなかったことが残念であり、講師、教材、時間配分など次期に向けての課題が明らかになり、準備不足だった点を改めなければならない。再生可能エネルギーとは何かからスタートしたこの試行講座であるが、学生たちはエネルギーや環境についての意識が高まり、地域や世界の未来を案じつつ自分の将来についても確実に見識が広がったようだ。

## VI プログラム案の検討・評価と総括

---

■第4回推進協議会 議事録  
(事業報告会)  
プログラム案の検討

■協議会委員アンケートによる総括

平成 24 年 3 月 21 日

## 第 4 回 推進協議会・事業報告会 議事録

開催日時：平成 24 年 3 月 21 日（金）18:00～20:00

会場：郡山ビューホテルアネックス 5 階

出席者：

福島大学共生システム理工学類 教授 佐藤 理夫 様  
日本大学工学部機械工学科 準教授 西本 哲也 様  
福島県商工労働部産業創出課 関根 義孝 様  
株式会社 エービーシステム 羽田 篤史 様  
専門学校国際情報工科大学校 水野 和哉  
専門学校国際情報工科大学校 村上 史成 （進行）  
専門学校国際情報工科大学校 内田 章  
専門学校国際情報工科大学校 和田 秀勝  
イメージスタジオ 村山 隆 （記録）

議題：

1. 事業報告会 事業全体評価 報告書
2. プログラム案の検討・評価

## 概 要

平成 23 年度文部科学省委託推進事業「東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成事業」において専門学校国際情報工科大学校が取り組む「再生可能エネルギー・スマートグリッド分野技術者育成事業」の第 4 回協議会が、郡山ビューホテルアネックスにおいて 3 月 21 日に行われた。

事業報告会では、村上教務部長より、事業報告書をもとに、これまでの推進協議会と分科会での協議の経緯、試行授業の報告、学生に対して行った授業アンケートの報告があった。引き続き、教育プログラムの提示があり、短期・中期・長期の各プログラムについて委員による検討と評価がされた。修正箇所を反映させ、報告書に最終的なプログラムを掲載する。これらは、平成 24 年度の事業で実証が行われる。

## 議題 1 事業全体評価 報告書

村上：事業報告書を確認しながらの事業報告となります。

### I 事業計画

事業計画については、第一回推進協議会で説明した内容。

II 議事録---わかりやすく各会議のトピックスをまとめました。

#### ■第1回推進協議会・第1回分科会 2/3

- ・事業概要の説明 ・委員の紹介 ・福島県取り組み
  - ・人材育成の必要性 ・求められる技術者像
- 各委員の方々から紹介を兼ねてお話しいただいた。

#### ■第2回分科会 2/10

- ・太陽光発電試行講座内容固まる
- ・風力発電は情報収集し調整中
- ・視察候補地提案（青森）

#### ■第2回推進協議会 2/21

- ・太陽光試行講座1週目の報告
- ・風力発電 福大と日大の協力依頼
- ・視察 青森県六ヶ所村の風力発電トレーニングセンター

#### ■第3回分科会 2/24

- ・太陽光試行講座2週目の報告
- ・太陽光発電モジュール施工の授業を見学
- ・風力発電 講師依頼へ
- ・視察スケジュール決定

#### ■第4回分科会 3/2

- ・風力発電試行講座の内容が決定
- ・スケジュールと準備状況の確認
- ・アンケート、報告書の仕様確認
- ・視察報告

■第3回推進協議会 3/9

- ・太陽光発電授業実施報告
- ・風力発電授業実施報告
- ・視察報告
- ・実績報告に向けての原案

Ⅲ試行講座---本書 Ⅲ試行講座 を参照

佐藤：太陽光発電システムの会社はどこも忙しいようだ。なかなか声をかけても難しい。

村山：内容を確認していただいて訂正等ありましたらお願いします。

村上：佐藤教授「再生可能エネルギー」の授業は導入の授業としてとてもよかった。

佐藤：(報告の)内容大丈夫です。

関根：風力はJパワーに話をして、メンテナンスの話は聞けるかもしれない。鹿島に2メガワットの風車が7,8基あって、事業主体の会社にお問い合わせして中に入って説明を聞いた。

村上：近くに行くと、内部の様子が見られたらいい。

関根：Jパワーは県の委員会の委員をやってもらっているのをお願いしてみる

佐藤：近くでは布引か滝根がいいでしょう。300~500kWの風車を作っている会社の工場が千葉にある。Jパワーの窓口は本社になる。

村上：メンテナンス作業をしている場面が見られるといい。

水野：大きな規模の発電所ができたならそこにメンテナンスできる学生を将来送り込みたい。

関根：風力発電は太陽光発電に比べてメンテナンスに人数が必要。20基あれば必ず1基はメンテをしている。布引も1基はメンテナンスにかかっている。

村上：研修に適した時期は？

和田：6月以降になると思う。日大の風車は1人しか入れないが、メンテ作業が見たい。

Ⅳ視察---スライドで写真を上映

村上：視察に関しましては推進協議会で報告したとおりです。

## Vアンケート---本書Vアンケートの章参照

村山：アンケートの分析の結果の考察について。感想等についてもできるだけ読んでもらえるよう掲載した。

### ・太陽光発電の学科

学生の意欲もあり役に立つ科目であると思っているが  
内容が難しく半分程度しか理解できなかった

### ・太陽光発電の実習

役に立つ科目であると思っており意欲がとても高く、  
モジュールの取り付け以外はまあまあの難易度でだいたい  
理解できた

### ・風力発電

学科のみの実施であり、役に立つ科目であると思っているが、  
内容がとても難しく理解度は平均を下回り  
あまり意欲も高くなかった

①エネルギーや環境についての関心や興味は  
高まりましたか？

②太陽光発電システムの業界に就職してみたいと思いますか？

③風力発電関連の業界に就職してみたいと思いますか？

④福島県での再生可能エネルギー分野の産業の振興を期待していますか？

となっており、平均は3.7と高い

## エネルギーや環境についての興味関心は高まり、 関連業界への就職も意識が芽生えている様子がわかる

- ・再生可能エネルギー、スマートグリッドなどの用語の意味を理解しはじめた。
- ・太陽光発電の実習では、メーカー技術者等の講師が望まれている。
- ・実習時間を長くして欲しい。
- ・風力発電の理論は苦手意識が強かったが、大学への訪問見学はとても印象に残った。

エネルギーの現状と展望を理解でき、省エネの意識が高まり、家族や友人にも伝えたいと  
思っている。

関根：設問(2)はグラフを分けた方がいい。

村山：訂正します。

水野：講座をやる前にも後で比較できるようなアンケートをとればよかった。

村上：もっと詳しくとった方が良かったか？

佐藤：あまり多くても書く方は大変。

村山：1時30分から開始したが全員が記入し終わったのは3時30分だった。その分かなりよく書いてもらった。

村上：よく書けている。

西本：資格はないので、試験等の客観的な評価も必要。

村上：理解度を測る試験を次年度はやりたい。

西本：アンケートも含めてやるといい。

## 議題2 プログラム案の検討・評価

### VI プログラム案

村上：以下の資料を説明

#### 【1】短期プログラム

##### (1)A 案

科目名	やさしい自然エネルギー講座	対象	小中学生とその保護者
レベル	体験入門コース	時間数	3時間
使用教材	スライド ビデオ ソーラー、風車発電キット		
学習目標	映像でわかりやすく自然エネルギーを解説し、キットで実際に発電を体験しエネルギーに楽しく親しんでもらう		
評価方法	なし		
日	時間	指導項目	
	1	自然エネルギーとは 地球温暖化CO2削減	
	2	太陽光発電:太陽エネルギー 太陽電池と発電のしくみ 売電 ソーラー実演	
	3	風力発電:風と風車 発電のしくみ 風車を回そう(キットで実演)	

再生可能エネルギーという言葉は使わず、優しい内容で児童たちに楽しく体験してもらい、環境やエネルギーへの興味や関心を引き起こす。

##### (2)B 案

###### 1. 太陽光発電

科目名	太陽光発電入門	対象	高校生 一般 専門学校
レベル	専門知識がない 入門コース	時間数	6時間
使用教材	参考図書:とことんやさしい太陽光発電の本 太陽光発電キット		
学習目標	再生可能エネルギー、環境問題、太陽光発電システムの概要を学習する 実習を取り入れ実際に体験する		
評価方法	なし		
日	時間	指導項目	
	1	再生可能エネルギー 環境問題	
	2	太陽の科学:太陽とエネルギー	
	3	電気と発電:電気の基礎 発電の方式	
	4	太陽光発電のしくみ:太陽電池 発電の原理 メガソーラー 利点欠点	
	5	実習:キットの組立	
	6	実習:発電して電池に充電する	

## 2. 風力発電

科目名	風力発電入門	対象	高校生 一般 専門学校
レベル	専門知識がない 入門コース	時間数	6時間
使用教材	参考図書:とことんやさしい風力発電の本 風力発電キット		
学習目標	風力発電システムの概要を学習する 実習を取り入れ実際に体験する		
評価方法	なし		
日	時間	指導項目	
	1	風力発電の概要:世界の風力発電	
	2	風車の基礎知識:風車の種類と特徴 風車エネルギー 風車の性能	
	3	風力発電所ができるまで:風況調査 立地調査 設計と計画 建設輸送	
	4	風力発電システム:発電機 蓄電池 インバータ	
	5	実習:風車キットの組立	
	6	実習:風車を回して発電しバッテリーに充電する	

### (2)C 案

B 案の太陽光と風力を両方組み合わせたもの

科目名	太陽光発電・風力発電入門	対象	高校生以上 一般 専門学校
レベル	専門知識がない 入門コース	時間数	6時間×2日=12時間
使用教材	ソーラー発電キット 風車キット		
学習目標	太陽光発電システムと風力発電システムの概要を学習する 実習を取り入れ実際に体験する		
評価方法	-		
日	時間	指導項目	
1 日 目	1	再生可能エネルギー 環境問題	
	2	太陽の科学:太陽とエネルギー	
	3	電気と発電:電気の基礎 発電の方式	
	4	太陽光発電のしくみ:太陽電池 発電の原理 メガソーラー 利点欠点	
	5	実習:キットの組立	
	6	実習:発電して電池に充電する	
2 日 目	7	風力発電の概要:世界の風力発電	
	8	風車の基礎知識:風車の種類と特徴 風車エネルギー 風車の性能	
	9	風力発電所ができるまで:風況調査 立地調査 設計と計画 建設輸送	
	10	風力発電システム:発電機 蓄電池 インバータ	
	11	実習:風車キットの組立	
	12	実習:風車を回して発電しバッテリーに充電する	

## <質疑>

佐藤：誰が、どう実施するのか？

村上：学校、専門学校が仕事体験プログラムのような形で実施する。

佐藤：実施主体としては、専門学校が地域に対して行うということか。A案、B案、C案とするとどれか一つ選んでくださいという意味になるので、これはすべて独立してできるものなので書き方を変えた方がいい。

村上：了解しました。

村上：今回の試行講座を基本に作成しました。

## 【2】中期プログラム

太陽光発電と風力発電で各 30～60 時間程度での集中講義向けで専門学校等を対象

### 1. 太陽光発電

#### (1) 中期プログラムカリキュラム案

対象	一般	学生数	10名
講座期間	6時間×10日 計60時間	習得技術	太陽光発電設備の設置・運用
科目	主な科目の概要		時間
学 科	再生可能エネルギーと環境政策	エネルギー・環境問題と太陽光発電など再生可能エネルギー環境政策及び環境に関する法規	2時間
	太陽光発電基礎	太陽エネルギー 電気と発電の基礎 太陽光発電の原理(太陽電池) スマートグリッド モジュールの仕組み	12時間
	太陽光発電システム	システムを構成する各機器の意味と役割、設置条件など構成機器類の関する知識 設備費用の償却、光熱費の削減効果、売電による導入効果のシミュレーション演習 積算方法を習得し見積書の作成の演習	6時間
	太陽光発電設計	家屋屋根の採寸、システムレイアウト概図作成。	3時間
	太陽光発電施工	建築の基礎知識 屋根構造の理解とモジュール設置に関するルール、屋根材毎に異なる施工方法とその特徴の知識	3時間
	安全衛生	作業環境、作業方法の改善 労働安全法の理解と労働災害の防止	3時間
実 習	調査実習	取り付ける屋根を調査する	6時間
	施工実習	モジュールを屋根に設置し接続ボックスやパワーコントロール等の機器に接続する。	18時間
	運用・保守実習	実際に発電、運用しメンテナンスの技術を身につける	5時間
開講式 オリエンテーション	カリキュラム時間割の説明		1時間
	アンケート 修了式	授業アンケート記入	1時間
計			60時間

- ・ 全 60 時間
- ・ 2 週 10 日間の集中型で夏休みなど休業期間内に実施
- ・ もしくは 3 時間×20 回、6 時間 (1 日) ×10 回 (日)

## (2) 中期プログラム時間割案

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	9日目	10日目	
	月	火	水	木	金	月	火	水	木	金	
1時限	オリエンテーション										
2時限	再生可能 エネルギー	太陽光発電 基礎	太陽光発電 基礎	太陽光発電 システム	太陽光発電 システム	太陽光発電 施工				太陽光 運用保守 実習	
3時限											
4時限								太陽光 モジュール 施工実習	太陽光 モジュール 施工実習		太陽光 モジュール 施工実習
5時限	太陽光発電 基礎		安全衛生	調査実習	調査実習	太陽光発電 設計					
6時限											

## (3) シラバス

科目名	再生可能エネルギーと環境政策		指導担当者名	
単位数	-		時間数	2時間
使用教材	-			
学習目標	エネルギー・環境問題と太陽光発電など再生可能エネルギー 環境政策及び環境に関する法規について学習する			
評価方法	確認テストを実施			
<b>日</b>	<b>時間</b>	<b>指導項目</b>		
	1	大型発電所 コンバインドサイクル コージェネレーション 系統連係と節電について		
	2	再生可能エネルギー技術概論:地熱・風力・水力・太陽光・バイオマス エンジニアへの期待		

科目名	太陽光発電基礎		指導担当者名	
単位数	-		時間数	12時間
使用教材	参考図書:とことんやさしい太陽光発電の本			
学習目標	太陽エネルギー 電気と発電の基礎 太陽光発電の原理(太陽電池) スマートグリッド モジュールの仕組み			
評価方法	確認テストを実施			
日	時間	指導項目		
	1	I 太陽の科学 1太陽の誕生 2太陽の構造 3太陽のエネルギー 4太陽エネルギーと気候変化		
	2	5人間活動と気温上昇 6自然エネルギーと新エネルギー II 電気 1電気 2 電力化率 3電気と水素 4発電の方式		
	3	5直接発電の方法 6電力の制御と安定 7蓄エネルギー 8スマートメーター		
	4	III 太陽光発電 1光 2太陽光のスペクトル分布 3太陽光発電システム		
	5	4太陽光発電の原理 5太陽電池の種類と効率 6多接合型化合物系太陽電池		
	6	7有機系色素増感型太陽電池 8有機薄膜型太陽電池 9量子ドット型太陽電池		
	7	III 太陽光発電 10メガソーラー計画 11開発の歴史 12生産量・メーカー 13利点・欠点・解決策		
	8	1低炭素社会 2温室効果ガス削減 3補助金制度 4 RPS法 5 FIT法 6グリーン電力制度		
	9	1.スマートグリッドの概要 2.電力システムとスマートグリッドの関係 3.地球温暖化問題		
	10	4.電力系統 電力潮流 電力システムの制約 5.スマートグリッドのネットワーク 6LowPAN		
	11	6. スマートフォンで電力料金をみる セキュリティ対策 電力の貯蔵 電気自動車		
	12	太陽光発電システムの概要 モジュールの形式		

科目名	太陽光発電システム		指導担当者名	メーカー技術者
単位数	-		時間数	6時間
使用教材	メーカー資料 カタログ			
学習目標	太陽光発電システムの概要を理解し、機器と設置条件、導入効果、積算・見積作成を演習する			
評価方法	確認テストを実施			
日	時間	指導項目		
	1	設置角度 日照時間と障害物 製品概要 システムの仕様 設置の留意点 電気配線工事 配線の種類とサイズ		
	2	セルとモジュール システム 設置 変換効率		
	3	屋根の条件 設置条件基準(積雪・塩害・風圧) 据付場所 システム構成 発電効率		
	4	設備費用の償却 光熱費の削減効果 売電		
	5	システムの積算方法 見積書の作成		
	6	販売 営業について		

科目名	太陽光発電設計		指導担当者名	メーカー技術者
単位数	-		時間数	3時間
使用教材	メーカー資料 カタログ			
学習目標	PCシステムを使用し平面図、モジュール配置図作成を学ぶ			
評価方法	プリントアウトして提出			
日	時間	指導項目		
	1	屋根と外壁の平面図を描画 切妻 寄棟 寄棟変形 屋根の形状パターンごと		
	2	モジュール配置		
	3	部材選定と見積 発電シミュレーション		

科目名	太陽光発電施工		指導担当者名	メーカー技術者
単位数	-		時間数	3時間
使用教材	メーカー資料 カタログ			
学習目標	建築の基礎知識 屋根構造の理解とモジュール設置に関するルール、屋根材毎に異なる施工方法			
評価方法	プリントアウトして提出			
日	時間	指導項目		
	1	システム部材 施工手順と工程 墨出し		
	2	屋根ごとの設置方法 ラック・金具		
	3	電気工事 配線工事 設置と配線 系統連系		

科目名	安全衛生		指導担当者名	メーカー技術者
単位数	-		時間数	3時間
使用教材	安全マニュアル			
学習目標	作業環境、作業方法の改善 労働安全法の理解と労働災害の防止			
評価方法	演習を実施			
日	時間	指導項目		
	1	高所作業 屋根の勾配		
	2	1正しい服装と保護用具の着用義務 2屋根上の危険防止 3悪天候時の作業中止		
	3	施工の心構え 手抜き工事、不良工事による事故事例		

科目名	<b>現場調査実習</b>		指導担当者名	メーカー技術者
単位数	-		時間数	6時間
使用教材	メーカー資料 カタログ			
学習目標	取り付ける屋根の現場を調査する手順方法を学ぶ			
評価方法	確認テストを実施			
<b>日</b>	<b>時間</b>	<b>指導項目</b>		
	1	建物調査		
	2	建物調査		
	3	電気設備調査		
	4	電気設備調査		
	5	設置方法 金具・部材の確認		
	6	設置方法 金具・部材の確認		

科目名	<b>運用保守実習</b>		指導担当者名	メーカー技術者
単位数	-		時間数	6時間
使用教材	メーカー資料 カタログ			
学習目標	実際に発電、運用しメンテナンスの技術を身につける			
評価方法	確認テストを実施			
<b>日</b>	<b>時間</b>	<b>指導項目</b>		
	1	系統連系 発電確認		
	2	取扱説明		
	3	完成検査		
	4	トラブルシューティング 不具合事例		
	5	定期点検 アフターサービス		
	6	アフターサービス 保証システム		

科目名	太陽光モジュール施工実習		指導担当者名	
単位数	-		時間数	18時間(3日)
使用教材	模擬屋根 太陽光モジュール取付機材一式			
学習目標	モジュールを屋根に設置し接続ボックスやパワーコントロール等の機器に接続する。			
評価方法	設置・動作確認			
日	時間	指導項目		
1 日 目	1	建築工事の注意事項 安全確保 各種工具の使用方法 住宅設備		
	2	屋根上施工に関する注意事項と安全確保 専用工具の使用方法		
	3	太陽光発電システム部材説明・金物選定 機器、据付位置、部材の確認		
	4	位置決めをしてラックを取り付ける		
	5	模擬屋根の大きさに合った枚数のパネルを取り付け、直列で接続		
	6	接続ユニット・パワーコントロールと接続し通電、発電を確認する		
2 日 目	7	一日目と違うメーカーのモジュール取付、または継続して設置枚数を増やす 注意事項		
	8	太陽光発電システム部材説明・金物選定 機器、据付位置、部材の確認		
	9	位置決めをしてラックを取り付ける		
	10	模擬屋根の大きさに合った枚数のパネルを取り付け、直列で接続		
	11	接続ユニット・パワーコントロールと接続		
	12	通電、発電を確認する		
3 日 目	13	準備ができれば実際の屋根に上って設置する、または別メーカーのモジュールか屋根の形が違う設定に		
	14	太陽光発電システム部材説明・金物選定 機器、据付位置、部材の確認		
	15	位置決めをしてラックを取り付ける		
	16	模擬屋根の大きさに合った枚数のパネルを取り付け、直列で接続		
	17	接続ユニット・パワーコントロールと接続		
	18	通電、発電を確認する		
履修上の留意点				
<ul style="list-style-type: none"> <li>・模擬屋根製作は別時間(9時間~12時間程度)</li> <li>・3人~5人ひと組で作業する</li> <li>・6時間連続が望ましい</li> </ul>				

## 2. 風力発電

### (1) 中期プログラムカリキュラム案

対象	一般	学生数	10名
講座期間	6時間×5日 計30時間	習得技術	風力発電設備の保守運用
	科目	主な科目の概要	時間(目安)
学科	風力発電基礎	世界の風力発電事情、風とエネルギー、風力発電のメカニズム、風車の種類と性能などの基礎知識を習得する 環境政策や地域社会と風力発電の関わりについて理解する	6時間
	風力発電の開発計画	風況調査・立地調査、電力系統、用地、輸送など導入のプロセス 設計と設置工事の計画及び各種法令等手続関連 立案される事業計画 輸送・土木・電気・組立の建設工事の工程	3時間
	風力発電機	発電機の原理と電気の専門的な知識	3時間
	風力発電の運転と保守	発電のオペレーションとモニタリング、点検などのメンテナンスの知識	3時間
実習	施工実習	風力発電ユニットの設置場所の準備と組立設置	6時間
	運用実習	風力発電ユニットの運用・保守	3時間
	施設見学	風力発電システムの見学	6時間
計			30時間

### (2) 中期プログラム 時間割案

- ・全 30 時間
- ・1 週 5 日間の集中型で夏休みなど休業期間内に実施
- ・もしくは  
3 時間×10 回  
6 時間 (1 日) ×5 回 (日)
- ・太陽光発電と合わせると全 90 時間
- ・週 3 時間、通年 30 週として 3 単位

	1日目 月	2日目 火	3日目 水	4日目 木	5日目 金
1時限					
2時限		風力発電の 開発計画	風力発電機		風力発電の 運用と保守
3時限				施設見学	
4時限	風力発電 基礎知識				
5時限		風力発電 施工実習	風力発電 施工実習		運用保守 実習
6時限					

### (3) シラバス

科目名	風力発電基礎		指導担当者名	
単位数	-		時間数	6時間
使用教材	トコトンやさしい風力発電の本			
学習目標	世界の風力発電事情、風とエネルギー、風力発電のメカニズム、風車の種類と性能などの基礎知識を習得する 環境政策や地域社会と風力発電の関わりについて理解する			
評価方法	確認テストを実施			
日	時間	指導項目		
	1	I 風力発電の概要 1風力発電とは 2世界の風力発電 3,4風力発電の歴史		
	2	5風力発電のメリット 6電力に変えるには 7中型風力発電機の利用形態		
	3	8環境価値 9製造メーカー		
	4	II 風車と社会 電力買取制度 CO2削減 景観と騒音		
	5	産業と雇用 洋上風力発電		
	6	Q&A		

科目名	風力発電の開発計画		指導担当者名	風力発電会社
単位数	-		時間数	3時間
使用教材				
学習目標	風況調査・立地調査、設計・設置工事、メンテナンス等の風力発電所ができる工程を学習する			
評価方法	確認テストを実施			
日	時間	指導項目		
	1	風況調査・立地調査、電力系統、用地、輸送など導入のプロセス		
	2	設計と設置工事の計画及び各種法令等手続関連 立案される事業計画		
	3	輸送・土木・電気・組立の建設工事の工程		

科目名	風力発電機		指導担当者名	大学
単位数	-		時間数	3時間
使用教材				
学習目標	風力発電機の原理と電気の専門的な知識を学習する			
評価方法	確認テストを実施			
日	時間	指導項目		
	1	空気の性質 風の性質 風の発生 風の方向 風のエネルギー 風車の基礎知識 風車の定格発電力		
	2	風車により得られるエネルギー 風車の種類と特徴 風車の性能評価 風車の設置場所		
	3	風力発電システムの設計 発電機 蓄電池 インバータ		

科目名	風力発電の運転と保守	指導担当者名	大学
単位数	-	時間数	3時間
使用教材			
学習目標	発電のオペレーションとモニタリング、点検などのメンテナンスを学習する		
評価方法	確認テストを実施		
日	時間	指導項目	
	1	風車で使用されている電気 回路構成 保護装置 発電機 変圧器 遮断機 コンバータ	
	2	機械基礎 タワー 増速機 ブレード	
	3	定期点検	

科目名	風力発電施工実習	指導担当者名	
単位数	-	時間数	6時間
使用教材	風力発電ユニット一式		
学習目標	小型の風力発電ユニットを安全な場所に組立設置をする		
評価方法	設置後動作確認		
日	時間	指導項目	
	1	設置場所の選定 ユニットの確認	
	2	設置台工事	
	3	設置台工事	
	4	ユニット組立	
	5	ユニット組立	
	6	配線	

科目名	風力発電運用実習	指導担当者名	
単位数	-	時間数	3時間
使用教材	風力発電ユニット一式		
学習目標	設置した風力発電ユニットを蓄電池等に接続、実際に発電し運用する		
評価方法	設置後動作確認		
日	時間	指導項目	
	1	配線接続	
	2	発電確認	
	3	発電量チェック	

科目名	施設見学		指導担当者名	
単位数	-		時間数	6時間
使用教材				
学習目標	実際に運用されている大型風力発電システムの見学をする			
評価方法	レポート提出			
日	時間	指導項目		
	午前	布引高原風力発電所見学		
	午後	日大工学部 環境保全・共生共同研究センター見学 または滝根町風力発電所見学		

## <質疑>

西本：風力のみやるとしたら共通で基礎の内容が少ないと思うが。今回実証ができていないところで組んでいるのでメンテナンスの技術はどのように？

水野：今後の課題としてまとめていく。

村山：実習では小型の風力キットを使うが、本当の現場では大きい風車を使った風力発電所なのでギャップがある。できれば福島大学にあるような中型、金額でいえば200万～400万円程の施設があるといいのだが…。

佐藤：風力のプログラムで、半日、1日の見学のプログラムがあるが。

村上：見学は切り離して別にするほうがいいか。

水野：太陽光の設置後にデータをとることもやりたい。例えば屋上に設置して3階とつないだり、売電までできるようになるといい。

村上：長期のプログラムでやっていきたい。

西本：次年度はどのように実施するのか。

村上：まず、今回は試行講座であったが、中期のプログラムになる。長期は1年を通じての科目になる。うちの学校ではエネルギー工学科が3年制、電気応用技術科が次年度3年生になるのでそこで実証ができればいい。再来年になるが。現在は3年課程の1年生がいる。

水野：来年度は中期をやりながら、協議会で長期のプログラムを策定していく。再来年にカリキュラムの実証になる。来年の学則変更で県に申請する。

村上：中期の風力発電のプランは変更していきます。

### 【3】長期プログラム

通年で単位として扱う、もしくは学科として構築する  
専門学校等を対象

#### (1)A案:通年で単位として扱う

- ・通年で週3時間×30週（前期・後期各15週）
- ・太陽光発電60時間、風力発電30時間
- ・3単位
- ・科目名：再生可能エネルギー
- ・電気電子工学科向け
- ・太陽光モジュール取付の模擬屋根製作時間含まず（約12時間）

<教材等>

- ・太陽光発電モジュールキット、風力発電キット（中期プログラムの項参照）
- ・設置場所の確保（太陽光モジュール、風車）

<講師>

- ・メーカー、エンジニアリング会社の協力、大学講師

科目名	再生可能エネルギー		指導担当者名		
開講時期	通年		対象学科	電気電子工学科	
単位数	3単位		週時間数	3時間	
使用教材					
学習目標	太陽光発電と風力発電の学科と実習を主に、再生可能エネルギーや環境政策のスキルを持つエネルギー関連に強い技術者を養成する。太陽光発電システムメーカーや風力発電所のエンジニアリング会社への就職も視野に入れた実践的な履修内容である。				
評価方法	中間・期末に筆記試験				
<b>学期</b>	<b>週数</b>	<b>指導項目</b>	<b>学習のねらい・内容・準備資料等</b>		
前期	1	再生可能エネルギー技術	地熱・風力・水力・太陽光・バイオマス		
	2	太陽光発電基礎	太陽の科学 電気		
	3	太陽光発電基礎	太陽光発電		
	4	太陽光発電基礎	環境政策 関連法規		
	5	スマートグリッド	スマートグリッドの概要		
	6	安全衛生	高所作業 屋根の勾配	メーカー講師	
	7	太陽光発電システム	システムの構成と仕様 据付場所 屋根	メーカー講師	
	8	太陽光発電システム	償却 売電 積算 見積	メーカー講師	
	9	現場調査	建物調査 電気設備調査	メーカー講師	
	10	現場調査	設置方法 金具 部材	メーカー講師	
	11	太陽光発電設計	平面図 モジュール配置図	メーカー講師	
	12	太陽光発電施工 学科	建築と屋根 施工手順と工程 設置と配線	メーカー講師	
	13	太陽光発電施工 実習	注意事項 工具 機器と部材の説明	メーカー講師	
	14	太陽光発電施工 実習	ラックの取り付け パネルの取り付け 接続	メーカー講師	
	15	太陽光発電施工 実習	前回続き まとめ テスト	メーカー講師	

科目名		指導担当者名	
学期	週数	指導項目	学習のねらい・内容・準備資料等
後期	16	太陽光発電施工 実習	モジュール取付 屋根違い メーカー講師
	17	太陽光発電施工 実習	モジュール取付 屋根違い メーカー講師
	18	太陽光発電施工 実習	モジュール取付 屋根違い メーカー講師
	19	運用保守	系統連係 取扱説明 完成検査 メーカー講師
	20	運用保守	トラブルシューティング 定期点検 メーカー講師
	21	風力発電基礎	太陽光テスト 風力発電概要
	22	風力発電基礎	風車と社会
	23	風力発電機	風車の性能評価 発電機 大学講師
	24	風力発電の開発計画	調査 事業計画と設計 建設 風力発電会社
	25	見学	日大工学部
	26	見学	布引高原風力発電所
	27	風力発電施工	設置台工事 ユニット会社講師
	28	風力発電施工	ユニット組立設置 ユニット会社講師
	29	風力発電運用	配線 発電 ユニット会社講師
30	風力発電の運用と保守	電気回路 機械系統 点検 保守 風力発電会社	

## (2)B 案:1 年課程の学科

1. 学科名：新エネルギー工学科
2. 分野：工業課程
3. 修業年限：1 年制（昼間）
4. 定員：入学定員 20 名 男女
5. 設置趣旨：

東日本大震災および福島第一原子力発電所の事故による復興計画の中でも再生可能エネルギー関連産業の集積施策が今後推進されていくにあたり、復興の使命感に燃える若い人材を育成するニーズが高まっていくことが予想される。求められている知識と技術を持つ人材を養成することが急務である。

### 6. 人材育成方針：

- ①太陽光発電のシステムを理解し、設計・施工ができる
- ②風力発電のシステムを理解し、保守点検に必要な技術を身につける
- ③環境やエネルギーに精通し、地域や顧客にあった企画提案ができる
- ④電気工事、住宅建築、住宅設備の知識と技術を持っている

### 7. 取得可能な資格：第二種電気工事士

### 8. 卒業後の代表的な職種・職業

太陽光発電システムメーカー、エネルギー関連エンジニアリング会社、電気設備会社、住宅設備会社、住宅メーカー、電力会社、電機メーカー

## 9. カリキュラム

### ①科目・内容・時間・単位数

長期：再生可能エネルギー技術者養成講座カリキュラム

対象	専門学校	履修期間	1年間			
講座期間	週30時間×34週 計1020時間	習得技術	再生可能エネルギー技術			
科目	主な科目の概要		期間	週授業時間	年間授業時間	取得単位
学 科	再生可能エネルギー	太陽光発電・風力発電の基礎知識	通年	2 時間	68 時間	4
	就職実務	業界研究 自己分析 応募書類作成 面接対策 ビジネスマナー	通年	2 時間	68 時間	4
	スマートグリッド	スマートグリッド 環境関連法規 ビジネス 環境技術に関する最新の動向と情報	通年	2 時間	68 時間	4
	電気工事	電気工事施工 電気基礎 電気機器 電子技術 制御技術	通年	3 時間	102 時間	6
	太陽光発電システム	構成機器、設置条件、導入効果、積算、見積	前期	3 時間	51 時間	3
	太陽光発電設計・施工	平面図、配置図作成、設置方法、屋根材毎に異なる施工方法の知識	前期	3 時間	51 時間	3
	住宅建築	建築の基礎知識 屋根 増改築 エコロジ住宅	前期	3 時間	51 時間	3
	住宅設備	オール電化機器 電力会社 電気料金 ガス設備	後期	3 時間	51 時間	3
	風力発電システム	風力発電の原理 風車の構造 機種 風力発電の導入と開発計画	後期	3 時間	51 時間	3
	風力発電機器	風量発電機の電気と機械の基礎知識 タワー 増速機 ブレード	後期	3 時間	51 時間	3
安全衛生	作業環境、作業方法の改善 労働安全法の理解と労働災害の防止	臨時	3 時間			
実 習	施工・保守・点検実習	現場調査、太陽光発電・風力発電システムの施工とメンテナンス	通年	6 時間	204 時間	6
	電気工事実習	電気配線まで、電気工事に関する総合的な技術 電気設備管理	通年	6 時間	204 時間	6
計			週	30 時間	1,020 時間	48

### ②カリキュラム表

SEQ	科目	4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2																																		合計時間				
		4/9	4/16	4/23	5/7	5/14	5/21	5/28	6/4	6/11	6/18	6/25	7/2	7/9	8/20	8/27	9/3	9/10	9/17	9/24	10/1	10/8	10/15	10/22	10/29	11/5	11/12	11/19	11/26	12/3	12/10	1/14	1/21	1/28	2/4		2/11			
1	就職実務			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	68	
2	再生可能エネルギー			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	68	
3	スマートグリッド			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	68	
4	電気工事			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	102	
5	太陽光発電システム			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51	
6	風力発電システム																																						51	
7	太陽光発電設計施工			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51	
8	風力発電機器																																						51	
9	住宅建築			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51	
10	住宅設備																																							51
11																																								0
12	施工保守点検実習			6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	204	
13	電気工事実習			6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	204
																																								0
			0	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	1020	

### ③時間割例

	月	火	水	木	金
1時限	就職実務	電気工事	前期 太陽光発電 設計・施工  後期 風力発電 機器	電気工事実習	施工保守点検 実習
2時限					
3時限	再生可能 エネルギー	前期 太陽光発電 システム  後期 風力発電 システム	前期 住宅建築  後期 住宅設備		
4時限					
5時限	スマート グリッド				
6時限					

### ④備考

- ・ 専門学校等に合わせ 1 年間の教育課程で、週 30 時間×34 週
- ・ 通年 34 週（前期・後期各 17 週）年間授業時間数 1020 時間
- ・ 前期太陽光発電中心、後期風力発電中心
- ・ テスト等評価の期間を含む
- ・ 電気電子工学科等履修済みで 3 年目の課程として
- ・ 1 年課程で履修する場合第二種電気工事士の取得も目標とする  
シラバスは平成 24 年度の成果をもとに作成する予定

### ⑤教材等

- ・ 太陽光発電モジュールキット、風力発電キット（中期プログラムの項参照）
- ・ 設置場所の確保（太陽光モジュール、風車）

### ⑥講師

- ・ メーカー、エンジニアリング会社の協力、大学講師

## <質疑>

佐藤：プログラム案というか、こういうプログラムでこういう教育ができますよという、文部科学省経由の専門学校に対するプロポーズなのか、それともわれわれはこういう案で来年度以降、教育を実施しますよという、われわれの案なのかという定義がないのでそれを明確に書かないといけない。一般化してこういうことをやればこういうエンジニアが育ちますよという提案であれば布引高原という地名、固有名詞は出さない方がいい。

村上：来年度以降、私たちはこれを実施して実証していきますということ。来年の報告では実証の結果では標準的なものにはこういったものが考えられて、これを全国的に普及していきたいですというストーリーです。

佐藤：それが明確にわかるように具体的に書き込んでみては。表を見るとメーカー講師がずらっと並んでいる。

水野：メーカーが入らないとできないことは次年度の課題である。

村上：1年間というカリキュラムとなれば、われわれ教員がメーカーの講習を受けて教えるという形になるようにしていきたい。

佐藤：メーカーの講師を呼んだ時はどういう感じか。

村上：実習の時はメーカーの方にいてもらって、われわれが教える形にしたい。

佐藤：アドバイザーとしての位置づけ。

村上：西本准教授のアンケートには講師がアウトソーシングになっている部分がある。課題として内部の教員がメーカーでしっかり研修をしてから実施する必要がある。

佐藤：メーカーに立ち会ってもらうことは生の声を聞けるということが学生に有効だが全部まかせっきりにならないようにしないとけない。

水野：はじめに、来年自分の学校で中期（プログラム）をやって再来年標準化してということを書くといい。

佐藤：燃料電池についてはどの程度やっているのか

内田：教科書の単元にあって教えている程度しかやっていない。資格試験のウエイトが高くないので、もっと重要視したいができない。

佐藤：風力発電よりも就職先を考えたら、ニーズが高いかもしれない。

西本：（太陽光と風力で）共通のアイテムの時間があるといい。

### <中期プログラムに関して>

佐藤：基礎の共通的な部分が、時間数にするとどれぐらいになるかというのは難しいかもしれないが、西本先生の言う形が理想かもしれない。

村上：共通の科目の内容と時間数を作って考えてみる。

佐藤：中期の時間割の初日に。ゼロ日目があって、それが太陽光も風力も共通で、2週間太

陽光、風力は基礎からはじめて5日間とか。

水野：社会人の受け入れを考えたときに、基礎の共通の科目はいいと思う。

佐藤：一般の人は交流と直流の区別も知らなかったりする。電気、蓄電もやるとすると基礎は2日分くらいあるかもしれない。

西本：共通の時間を設けて太陽光と風力は同じくらいの時間で実施するのがいい。

村上：将来的には同じ時間にしていきたい。

佐藤：30時間というのはユニットになっている？30時間でなければならないのか。

水野：中期という視点であれば、時間数は60時間でも30時間でもいい。風力が少ないのは今後の課題。現状では必要ない。

村山：風力だと機械関係が必要。太陽光では建築が必要。

西本：実験に相当する、データをとる運用もやる。

佐藤：年間プログラムだと、施工してどれだけ発電しているかデータを整理する。自分たちが作ったものが発電するのはいいこと。

水野：学生がそのメリットを理解することが必要だと思う。

佐藤：中期でも自分たちが組み立てたものが定置型にできるのであれば、始まった後にフォローアップでちょっと時間使えば意識付けができる。この短い時間で曇りの日が続くと悲しい。風力の見学の位置づけは？ここで6時間(1日)使うのは大学ではできない。先方の都合で日程的なものもある。一通り終わらせて別枠である方が自然。

村上：一通り終わらせた後で最後に見学を入れる。

佐藤：講義としては完結した後で一回行くよという場所に入れておいた方がいい。以前学生を連れて柏崎に行ったときには、一般的な見学ルートに大学でここまでやりたいからということで申し込んでから、一般的なルートよりも深いところが見たいという旨を伝えた。そのあと副所長から電話があり、当日も講義を1時間してもらえた。

村上：これまでの意見を反映させて進めていきます。最後に水野副校長よりご挨拶を。

水野：再生可能エネルギー、スマートグリッド関係の人材育成に関しましては来年も引き続き事業は継続していきます。新しいものを作っていくために、みなさんと話し合いながら進めていきたいと思っておりますのでよろしく願いいたします。どうもありがとうございました。

村上：これをもちまして協議会、報告会を終了いたします。

## プログラム案 検討・評価の結果

### ◆修正事項

- 冒頭にプログラム案の主体と対象を明確に表記する
- A案、B案、C案の表記はしない
- 中期プログラムにおいて、太陽光発電と風力発電で共通した基礎の授業を設ける
- 内容：再生可能エネルギー、電気、環境など
- 見学は授業時間に含めない

## 協議会委員アンケートによる総括

### ①試行講座の実施報告においてご意見ご感想をお願いします

#### 佐藤

短い準備期間と限られた時間数で、これだけのカリキュラムをこなしたことに敬意を表したい。

受講生の熱心な取り組みが伝わり、頼もしく思っている。実習においては、当初想定通りに実施できないものもあったようだが、「現場では何が起こるかわからない。それを裁いてこそ、一人前！」という教育につながる範囲と思っている。

#### 西本

1. 計画から試行授業までの期間が短く、特に風力発電については教材の未納や装置仕様の不適があり、現段階での確かな評価をするのは困難であると思います。

2. 太陽光発電は現場施工者など職業としての出口の見込みが想定できるので授業を受ける意識レベルが高くなりますが、一方、風力発電については技術者としての将来性が現状ではかなり限定されると思われ、施工技師になるといった職業観の動機付けが難しいです。したがって、これら2つの授業を学生から同一の視点で評価させるのは困難であると思います。

#### 羽田

太陽光発電の実習に関して、現場さながらの施工実習をさせて安全に対する意識付けがより出来れば良かったかと思います。

短い準備期間での試行講座としては満足できるものではなかったでしょうか？

風力発電に関しては、今後の人材需要がキーになってくると思います。  
両発電システムともに、実務経験者を講師に招ければ、更に良い講座になると思います。

#### 水野

短い期間の中での事業構築・検証実施であったが、協議会・分科会を通じてある程度のプログラム内容構築はできたと思う。周到的準備期間、協議会や分科会の充実、先端施設への視察等、見直し点もあり、次年度への課題も明確化されました。被災地にとって、特にこの事業のテーマは重要であり人材育成事業の必要性・重要性を再認識しました。

#### 村上

短い準備期間の中で委員の方の協力を得ながら何とか実施することが出来たことは非常に感謝しております。

しかし、内容はまだまだ未完成であり数多くの課題が見えました。

#### 和田

短期間の試行講座では有りましたが今後取り入れるべき案件や問題点が浮き彫りになったと感じました。特に教材の準備・用意についての見直しは今後必須で有ると思います。学生視点からの感想に関しては予備知識も含めた実習の時間を多めに取った方が理解度もより向上するのでは無いかと感じます。学生にとっても太陽光発電や風力発電そのものは魅力のある学習内容かと思います。

#### 村山

短い実施期間であり、準備不足だった点が多々あった点が残念だった。  
実習機材の不備がなければ、講師依頼がもっと早くできていればよかった。  
学生たちはよくやってくれていたのがとても救われた。

**②次年度に向けて、取り入れるべき内容等提案やアドバイスがありましたらお書きください**

#### 佐藤

実習に、十分な時間をとってあげたい。  
多岐にわたる「再生可能エネルギー関連技術」について、学術的に理解させるのは困難と思う。ここに時間を割きすぎると、学生が疲れてしまう気がする。講義は絶対に外せない基礎的なことに集中し、「学術的な検討が必要となった際に、自ら学ぶスキル」を身に付けさせるような工夫が必要と思う。

## 西本

再生可能エネルギー先進諸国（欧州等）の技術者教育の状況（カリキュラム、シラバス、資格など）、関連技術者の役割、諸外国における再生エネルギーの将来予測等を国際情報工科大学校で海外調査されることを提案します。それにより現在の試行授業や実習と比較し、技術者養成の将来展望の戦略が描けると思います。

## 羽田

- ・スマートホーム、スマートグリッドに関して
- ・金属屋根、スレート屋根、瓦屋根を使った施工実習を太陽光発電システムメーカー毎に
- ・システム提案のプレゼン（販売シミュレーションなど）

## 水野

太陽光発電プログラムに関しては、設置技術の習得だけでなく、導入後のコスト削減効果までを理解させるために、データ取り・収集・検証までを行う実習プログラムを付加した方が良いと感じました。これにより、顧客へアドバイスできる技術者の育成も可能になります。風力発電プログラムに関しては、太陽光のように普及していないため設置技術の育成プログラム開発が難しいところではあるが、キットによる仕組み・発電理解から大規模風力発電施設見学での実地理解およびメンテナンス技術の習得プログラムを検討してほしいと思います。

## 村上

実習時間の充実が必要。また、将来の就職先を描けるカリキュラムを構築することが重要で、特に風力に関しての情報収集が課題であると感じました。

## 和田

アドバイス

- ①実習を行う場所の確保（現在の電気実習室では模擬屋根や風力発電ユニットの組立は面積の関係上難しいと思われる）
- ②産官学の連携の強化（特に国や県、地方自治体等が運営する再生可能エネルギー施設見学及び専門技術指導などの強化等）
- ③スマートグリッド技術者からの直接指導講座の開催検討（学生達に目的意識を持たせる為）

## 村山

太陽光発電システムメーカーとの提携がうまく進展して、授業の充実につながれば。明らかに太陽光は住宅系の会社のヤマニガス、京セラ、シャープ、三菱など。

風力に関してはまだ県内では関連している企業が少ない。  
今度できる研究所、イオスエンジニアリング、風力発電協会、日本風力発電。  
また、小型・中型の風車メーカーのノースパワー、ゼファー。

### ③関連事業を目指す若い技術者に対してメッセージを

#### 佐藤

常に状況は変化し、技術は進歩している。先を読み、新しい技術を吸収して、一歩先をすすむことを意識して欲しい。

#### 西本

自然エネルギーのプロフェッショナルエンジニア（サステナブルエンジニア）として、わが国の再生可能エネルギーの普及に活躍されることを期待します。

#### 羽田

再生可能エネルギーに関わる事業は、これからの最先端事業になる事は間違いありません。より高い技術と意識を持ってこれからの事業を牽引する力になってください。

#### 水野

今回のプログラムは当校の電気電子工学科の学生で座学・実習等の検証を実施したが、普段よりもより一層、真剣に興味を持って取り組んでいた様子でした。これからの電気技術者はスマートグリッドや再生可能エネルギーの知識が不可欠であることをこのプログラムで認識したからだと思います。やはりこれからの技術者は、単なる資格の取得、基本技術の習得だけでなく、最新の情報・知識・技術・ニーズ・方向性なども網羅した付加価値の高い技術者を目指すことが必要です。この分野を目指す若い人たちにはそういう意識をもって頑張ってもらいたいと思います。

#### 村上

再生可能エネルギー産業はまさにこれから大きく伸びる分野であり今後技術者の需要がかなり見込めるため、積極的に授業を受け技術を習得してほしいと思います。

#### 和田

日本全体での合言葉は「復興」だと思います。特に被災地3県はその思いも強いかと思います。一言で復興を言い表す事は出来ませんが若い皆さん達が関わることの出来る事があるとすれば「技術支援」だと思います。再生可能エネルギーに注目が集まる現代ですが今後この分野を目指す皆さんが日本を支えていく「柱」になって行くと考えております。期

待しておりますので是非頑張ってください。

#### **村山**

再生可能エネルギーを知り、技術を身につけ、ふくしまの復興に力を。

#### **④その他 ご意見ご要望があればお願いします**

#### **佐藤**

大学との連携のきっかけは作れたと思っている。大学や研究機関が保有する人材や設備は、これからも活用してください。

#### **西本**

実習はメーカー（使用するソフトウェアを含めて）、理論的背景となる講義は大学関係者とのプログラム組み立てになっており、専門学校教員よりもむしろアウトソーシングが多くを占めていることについての危惧があります。国際情報工科大学校としての技術者教育の特色、教員人材、ノウハウを活用できる体制にすることで、再生可能エネルギー分野の人材育成のオンリーワンになることができると考えます。

#### **羽田**

高い技術力はもちろんですが、どの企業もコミュニケーション能力が高く、リーダーシップのとれる人材を欲していると思いますので  
目標をもてるような、カリキュラムの作成を目指せばなお良いと思います。

#### **水野**

今回の事業では協議会・分科会を通じて産官学それぞれの立場の方と交流、意見交換ができたことに感謝いたします。特に、福島県の復興再生計画において再生可能エネルギー普及の重要性が謳われる中、この分野における技術者人材育成は必須であると改めて感じており、その可能性・将来性に期待しています。この事業が被災地のこれからの復旧・復興の一助となれば幸いです。

#### **村上**

次年度以降継続しこの事業を実施しカリキュラムを完全なものへ作り上げたいと思います。

**和田**

今後も色々な方面から若い世代を応援出来る制度を増やしていただきたいと切望致します。

**⑤【授業を担当された方のみ】学生の様子や授業をしての感想などお書きください**

**佐藤**

熱心に聞く態度は素晴らしい。よく理解できていなかった（と思われる）基礎的な現象についてを納得したときの、素直に喜ぶ顔は印象的であった。

受講生は勉強はそれほど得意でなかった層と思うが、彼らが正しい理解をすることの重要性を強く感じた。その理解は、安全な施工や確実な運転だけではなく、顧客に仕様や性能を伝えていく際にも必要である。技術者の層を厚くしないと、再生可能エネルギーの普及も進まないと思う。

**羽田**

今回、安全衛生の授業を担当させていただきました。

座学にディスカッションを交えた方式で授業を行いました。学生の皆さんの意識が高く積極的に授業に参加してくれました。

特に転落事故の実例をもとにした原因追究ディスカッションでは多くの意見をだし改善案まで提示してくれた事に、安心感を感じました。

**村山**

出席率が高く、やる気があって学生たちには感謝している。

私の担当は学科の講義で、新しい用語が多く難しい内容だったが眠さをこらえるためなのかノートはきっちり取っていた。

寝ていたり私語を注意したりする学生はいなかった。

## Ⅶ 再生可能エネルギー分野 技術者育成プログラム案

---

短期  
中期  
長期

## 【1】短期プログラム

### ◆プログラムの活用

本校でのオープンキャンパス、サマースクール、地域貢献活動などの学内外のイベントで催行することができるもので、幅広い年齢層を対象とするためにわかりやすい内容で行う。

平成24年度に実施する。

### (1)やさしい自然エネルギー

科目名	やさしい自然エネルギー	対象	小中学生とその保護者
レベル	体験コース	時間数	3時間
使用教材	スライド ビデオ ソーラー、風車発電キット		
学習目標	映像でわかりやすく自然エネルギーを解説し、キットで実際に発電を体験しエネルギーに楽しく親しんでもらう		
評価方法	なし		
日	時間	指導項目	
	1	自然エネルギーとは 地球温暖化CO2削減	
	2	太陽光発電:太陽エネルギー 太陽電池と発電のしくみ 売電 ソーラー実演	
	3	風力発電:風と風車 発電のしくみ 風車を回そう(キットで実演)	

### (2)太陽光発電入門

科目名	太陽光発電入門	対象	高校生 一般 専門学校
レベル	専門知識がない 入門コース	時間数	6時間
使用教材	参考図書:とことんやさしい太陽光発電の本 太陽光発電キット		
学習目標	再生可能エネルギー、環境問題、太陽光発電システムの概要を学習する 実習を取り入れ実際に体験する		
評価方法	なし		
日	時間	指導項目	
	1	再生可能エネルギー 環境問題	
	2	太陽の科学:太陽とエネルギー	
	3	電気と発電:電気の基礎 発電の方式	
	4	太陽光発電のしくみ:太陽電池 発電の原理 メガソーラー 利点欠点	
	5	実習:キットの組立	
	6	実習:発電して電池に充電する	

### (3) 風力発電入門

科目名	風力発電入門	対象	高校生 一般 専門学校
レベル	専門知識がない 入門コース	時間数	6時間
使用教材	参考図書: とことんやさしい風力発電の本 風力発電キット		
学習目標	風力発電システムの概要を学習する 実習を取り入れ実際に体験する		
評価方法	なし		
日	時間	指導項目	
	1	風力発電の概要: 世界の風力発電	
	2	風車の基礎知識: 風車の種類と特徴 風車エネルギー 風車の性能	
	3	風力発電所ができるまで: 風況調査 立地調査 設計と計画 建設輸送	
	4	風力発電システム: 発電機 蓄電池 インバータ	
	5	実習: 風車キットの組立	
	6	実習: 風車を回して発電しバッテリーに充電する	

### (4) 太陽光発電・風力発電入門---太陽光と風力を両方組み合わせたもの

科目名	太陽光発電・風力発電入門	対象	高校生以上 一般 専門学校
レベル	専門知識がない 入門コース	時間数	6時間×2日=12時間
使用教材	ソーラー発電キット 風車キット		
学習目標	太陽光発電システムと風力発電システムの概要を学習する 実習を取り入れ実際に体験する		
評価方法	-		
日	時間	指導項目	
1 日 目	1	再生可能エネルギー 環境問題	
	2	太陽の科学: 太陽とエネルギー	
	3	電気と発電: 電気の基礎 発電の方式	
	4	太陽光発電のしくみ: 太陽電池 発電の原理 メガソーラー 利点欠点	
	5	実習: キットの組立	
	6	実習: 発電して電池に充電する	
2 日 目	7	風力発電の概要: 世界の風力発電	
	8	風車の基礎知識: 風車の種類と特徴 風車エネルギー 風車の性能	
	9	風力発電所ができるまで: 風況調査 立地調査 設計と計画 建設輸送	
	10	風力発電システム: 発電機 蓄電池 インバータ	
	11	実習: 風車キットの組立	
	12	実習: 風車を回して発電しバッテリーに充電する	

## 【2】中期プログラム

### ◆プログラムの実施・実証

---

平成 24 年度に本校が実施・実証する再生可能エネルギーに対応した電気施工技術者育成プログラムである。

○対象学科：電気電子工学科・エネルギー工学科

本校既存学科の教育課程に反映する

○コース設定

1. 太陽光発電のみを履修する
2. 風力発電のみを履修する
3. 太陽光発電と風力発電の両方を履修する

○時期：夏休み等長期休業期間に集中して履修する。

### ◆プログラムの検討・改善

---

当教育プログラムは平成 23 年度の本事業の推進協議会で検討、開発された人材ニーズにあった必要な知識・技術を持つ技術者を育成するための具体的な教育プログラム・教育モデル（案）である。

平成 24 年度以降、以下検討し実証していく。

○上記プログラムを本校既存学科に反映させ、実証を行い推進協議会で評価し必要に応じて改善する。

○改善したカリキュラムの実証を繰り返し人材ニーズにあった新しい教育プログラムを完成させる。

○完成した教育プログラムを全国に普及する。

# 1. 太陽光発電

## (1) 中期プログラム カリキュラム案

対象	電気電子工学科		学生数	10名
講座期間	6時間×10日 計60時間		習得技術	太陽光発電設備の設置・運用
科目	主な科目の概要			時間
学 科	再生可能エネルギーと環境政策	エネルギー・環境問題と太陽光発電など再生可能エネルギー環境政策及び環境に関する法規		8時間
	太陽光発電基礎	太陽エネルギー 電気と発電の基礎 太陽光発電の原理(太陽電池) スマートグリッド モジュールの仕組み		6時間
	太陽光発電システム	システムを構成する各機器の意味と役割、設置条件など構成機器類の関する知識 設備費用の償却、光熱費の削減効果、売電による導入効果のシミュレーション演習 積算方法を習得し見積書の作成の演習		6時間
	太陽光発電設計	PCシステムを使用し平面図、モジュール配置図作成を学ぶ		3時間
	太陽光発電施工	建築の基礎知識 屋根構造の理解とモジュール設置に関するルール、屋根材毎に異なる施工方法とその特徴の知識		3時間
	安全衛生	作業環境、作業方法の改善 労働安全法の理解と労働災害の防止		3時間
実 習	現場調査実習	取り付ける屋根の現場を調査する		6時間
	施工実習	モジュールを屋根に設置し接続ボックスやパワーコントロール等の機器に接続する。		18時間
	運用・保守実習	実際に発電、運用しメンテナンスの技術を身につける		5時間
	開講式 オリエンテーション	カリキュラム時間割の説明		1時間
	アンケート 修了式	授業アンケート記入		1時間
計				60時間

- ・ 全 60 時間 (50 分授業)
- ・ 2 週 10 日間の集中型で夏休みなど長期休業期間内に実施
- ・ 3 時間×20 回、6 時間 (1 日) ×10 回 (日)

## (2) 中期プログラム 時間割案

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	9日目	10日目
	月	火	水	木	金	月	火	水	木	金
1時限	オリエンテーション									
2時限		再生可能エネルギー		太陽光発電システム	太陽光発電システム	太陽光発電施工				
3時限										太陽光運用保守実習
4時限	再生可能エネルギー		太陽光発電基礎				太陽光モジュール施工実習	太陽光モジュール施工実習	太陽光モジュール施工実習	
5時限		安全衛生		調査実習	調査実習	太陽光発電設計				
6時限										アンケート修了式

## (3) 中期プログラム シラバス

科目名	再生可能エネルギーと環境政策		指導担当者名	
単位数	-		時間数	8時間
使用教材	-			
学習目標	エネルギー・環境問題と再生可能エネルギー スマートグリッド 環境政策及び環境に関する法規について学習する			
評価方法	確認テストを実施			
日	時間	指導項目		
1 午前	1	大型発電所 コンバインドサイクル コージェネレーション 系統連係と節電について		
	2	再生可能エネルギー技術概論:地熱・風力・水力・太陽光・バイオマス エンジニアへの期待		
1 午後	3	人間活動と気温上昇 自然エネルギーと新エネルギー 電気 電力化率 電気と水素 発電の方式		
	4	直接発電の方法 電力の制御と安定 蓄エネルギー スマートメーター		
	5	1低炭素社会 2温室効果ガス削減 3補助金制度 4 RPS法 5 FIT法 6グリーン電力制度		
2	6	1.スマートグリッドの概要 2.電力システムとスマートグリッドの関係 3.地球温暖化問題		
	7	4.電力系統 電力潮流 電力システムの制約 5.スマートグリッドのネットワーク 6LowPAN		
	8	6. スマートフォンで電力料金をみる セキュリティ対策 電力の貯蔵 電気自動車		

科目名	太陽光発電基礎		指導担当者名	
単位数	-		時間数	6時間
使用教材	参考図書:とことんやさしい太陽光発電の本			
学習目標	太陽エネルギー 太陽光発電の原理(太陽電池) モジュールの仕組み			
評価方法	確認テストを実施			
日	時間	指導項目		
	1	I 太陽の科学 1太陽の誕生 2太陽の構造 3太陽のエネルギー 4太陽エネルギーと気候変化		
	2	Ⅲ太陽光発電 1光 2太陽光のスペクトル分布 3太陽光発電システム		
	3	4太陽光発電の原理 5太陽電池の種類と効率 6多接合型化合物系太陽電池		
	4	7有機系色素増感型太陽電池 8有機薄膜型太陽電池 9量子ドット型太陽電池		
	5	10メガソーラー計画 11開発の歴史 12生産量・メーカー 13利点・欠点・解決策		
	6	太陽光発電システムの概要 モジュールの形式		

科目名	太陽光発電システム		指導担当者名	
単位数	-		時間数	6時間
使用教材	メーカー資料 カタログ			
学習目標	太陽光発電システムの概要を理解し、機器と設置条件、導入効果、積算・見積作成を演習する			
評価方法	確認テストを実施			
日	時間	指導項目		
	1	設置角度 日照時間と障害物 製品概要 システムの仕様 設置の留意点 電気配線工事 配線の種類とサイズ		
	2	セルとモジュール システム 設置 変換効率		
	3	屋根の条件 設置条件基準(積雪・塩害・風圧) 据付場所 システム構成 発電効率		
	4	設備費用の償却 光熱費の削減効果 売電		
	5	システムの積算方法 見積書の作成		
	6	販売 営業について		

科目名	太陽光発電設計		指導担当者名	
単位数	-		時間数	3時間
使用教材	メーカー資料 カタログ			
学習目標	PCシステムを使用し平面図、モジュール配置図作成を学ぶ			
評価方法	プリントアウトして提出			
日	時間	指導項目		
	1	屋根と外壁の平面図を描画 切妻 寄棟 寄棟変形 屋根の形状パターンごと		
	2	モジュール配置		
	3	部材選定と見積 発電シミュレーション		

科目名	太陽光発電施工		指導担当者名	
単位数	-		時間数	3時間
使用教材	メーカー資料 カタログ			
学習目標	建築の基礎知識 屋根構造の理解とモジュール設置に関するルール、屋根材毎に異なる施工方法			
評価方法	プリントアウトして提出			
日	時間	指導項目		
	1	システム部材 施工手順と工程 墨出し		
	2	屋根ごとの設置方法 ラック・金具		
	3	電気工事 配線工事 設置と配線 系統連系		

科目名	安全衛生		指導担当者名	
単位数	-		時間数	3時間
使用教材	安全マニュアル			
学習目標	作業環境、作業方法の改善 労働安全法の理解と労働災害の防止			
評価方法	演習を実施			
日	時間	指導項目		
	1	高所作業 屋根の勾配		
	2	1正しい服装と保護用具の着用義務 2屋根上の危険防止 3悪天候時の作業中止		
	3	施工の心構え 手抜き工事、不良工事による事故事例		

科目名	現場調査実習	指導担当者名	
単位数	－	時間数	6時間
使用教材	メーカー資料 カタログ		
学習目標	取り付ける屋根の現場を調査する手順方法を学ぶ		
評価方法	確認テストを実施		
<b>日</b>	<b>時間</b>	<b>指導項目</b>	
	1	建物調査	
	2	建物調査	
	3	電気設備調査	
	4	電気設備調査	
	5	設置方法 金具・部材の確認	
	6	設置方法 金具・部材の確認	

科目名	運用保守実習	指導担当者名	
単位数	－	時間数	6時間
使用教材	メーカー資料 カタログ		
学習目標	実際に発電、運用しメンテナンスの技術を身につける		
評価方法	確認テストを実施		
<b>日</b>	<b>時間</b>	<b>指導項目</b>	
	1	系統連系 発電確認	
	2	取扱説明	
	3	完成検査	
	4	トラブルシューティング 不具合事例	
	5	定期点検 アフターサービス	
	6	アフターサービス 保証システム	

科目名	太陽光モジュール施工実習	指導担当者名	
単位数	-	時間数	18時間(3日)
使用教材	模擬屋根 太陽光モジュール取付機材一式		
学習目標	モジュールを屋根に設置し接続ボックスやパワーコントロール等の機器に接続する。		
評価方法	設置・動作確認		
日	時間	指導項目	
1 日 目	1	建築工事の注意事項 安全確保 各種工具の使用方法 住宅設備	
	2	屋根上施工に関する注意事項と安全確保 専用工具の使用方法	
	3	太陽光発電システム部材説明・金物選定 機器、据付位置、部材の確認	
	4	位置決めをしてラックを取り付ける	
	5	模擬屋根の大きさに合った枚数のパネルを取り付け、直列で接続	
	6	接続ユニット・パワーコントロールと接続し通電、発電を確認する	
2 日 目	7	一日目と違うメーカーのモジュール取付、または継続して設置枚数を増やす 注意事項	
	8	太陽光発電システム部材説明・金物選定 機器、据付位置、部材の確認	
	9	位置決めをしてラックを取り付ける	
	10	模擬屋根の大きさに合った枚数のパネルを取り付け、直列で接続	
	11	接続ユニット・パワーコントロールと接続	
	12	通電、発電を確認する	
3 日 目	13	準備ができれば実際の屋根に上って設置する、または別メーカーのモジュールか屋根の形が違う設定に	
	14	太陽光発電システム部材説明・金物選定 機器、据付位置、部材の確認	
	15	位置決めをしてラックを取り付ける	
	16	模擬屋根の大きさに合った枚数のパネルを取り付け、直列で接続	
	17	接続ユニット・パワーコントロールと接続	
	18	通電、発電を確認する	
履修上の留意点			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・模擬屋根製作は別時間(9時間～12時間程度)</li> <li>・3人～5人ひと組で作業する</li> <li>・6時間連続が望ましい</li> </ul>			

#### (4) 協力依頼 授業の立ち会い 専門学校教員の研修受け入れ等

学科：太陽光発電システム、設計、施工、安全衛生 太陽光発電システム会社

実習：現場調査実習、施工実習、運用保守実習 太陽光発電システム会社

#### (5) オプション

モジュール取付場所がない場合模擬屋根製作が必要 9時間～12時間

受講者が電気関係の専門外の場合、電気設備等の学科と実習が別途必要

## (6) 実習教材・テキスト

### <推奨実習用機材>

ソーラー発電入門用キット 84W システム ノースパワー社製

- ・84W ソーラーパネル
- ・チャージコントローラー
- ・サイクルバッテリー
- ・DCAC インバーター (定格 350W)
- ・専用パネルケーブル 10m
- ・専用インバーターケーブル 1m
- ・コントローラーバッテリーケーブル 3m

※設置する屋根に適したラックと金具が必要

○一日当たりの平均発電量 200Wh

○使用例：ノート PC の電源 照明用電源、電動ドリルなどの電源

○価格¥145,000

### <参考図書>

太陽光発電システムメーカー技術資料

太陽光発電システムの設計と施工 オーム社

とことんやさしい太陽光発電の本 日刊工業

## 2. 風 力 発 電

### (1) 中期プログラム カリキュラム案

対象	電気電子工学科		学生数	10名
講座期間	6時間×8日 計48時間		習得技術	風力発電設備の保守運用
科目	主な科目の概要			時間(目安)
学 科	再生可能エネルギーと環境政策	エネルギー・環境問題 再生可能エネルギー スマートグリッド 環境政策及び環境に関する法規		8時間
	風力発電基礎	世界の風力発電事情、風とエネルギー、風力発電のメカニズム、風車の種類と性能などの基礎知識を習得する 環境政策や地域社会と風力発電の関わりについて理解する		6時間
	風力発電の開発計画	風況調査・立地調査、電力系統、用地、輸送など導入のプロセス 設計と設置工事の計画及び各種法令等手続関連 立案される事業計画 輸送・土木・電気・組立の建設工事の工程		3時間
	風力発電システム	発電機の原理と電気の専門的な知識		3時間
	風力発電の運転と保守	発電のオペレーションとモニタリング、点検などのメンテナンスの知識		3時間
	安全衛生	作業環境、作業方法の改善 労働安全法の理解と労働災害の防止		3時間
実 習	施工実習	風力発電ユニットの設置場所の準備と組立設置		12時間
	運用実習	風力発電ユニットの運用・保守		8時間
	開講式 オリエンテーション	カリキュラム時間割の説明		1時間
	アンケート 修了式	授業アンケート記入		1時間
計				30時間

- ・ 全 48 時間 (50 分授業)
- ・ 1 週 5 日間の集中型で夏休みなど休業期間内に実施
- ・ 3 時間×16 回または 6 時間 (1 日) ×8 回 (日)

(2) 中期プログラム 時間割案

	1日目 月	2日目 火	3日目 水	4日目 木	5日目 金	6日目 月	7日目 火	8日目 水				
1時限	オリエンテーション											
2時限	再生可能 エネルギー	再生可能 エネルギー	風力発電 基礎知識	風力発電の 開発計画	風力発電 システム	風力発電 施工実習	風力発電の 運用と保守	運用保守 実習				
3時限												
4時限												
5時限		安全衛生			風力発電 施工実習				風力発電 施工実習		運用保守 実習	
6時限												アンケート 修了式

### (3) 中期プログラム シラバス

科目名	再生可能エネルギーと環境政策		指導担当者名	
単位数	-		時間数	8時間
使用教材	-			
学習目標	エネルギー・環境問題と再生可能エネルギー スマートグリッド 環境政策及び環境に関する法規について学習する			
評価方法	確認テストを実施			
<b>日</b>	<b>時間</b>	<b>指導項目</b>		
1 午前	1	大型発電所 コンバインドサイクル コージェネレーション 系統連係と節電について		
	2	再生可能エネルギー技術概論:地熱・風力・水力・太陽光・バイオマス エンジニアへの期待		
1 午後	3	人間活動と気温上昇 自然エネルギーと新エネルギー 電気 電力化率 電気と水素 発電の方式		
	4	直接発電の方法 電力の制御と安定 蓄エネルギー スマートメーター		
	5	1低炭素社会 2温室効果ガス削減 3補助金制度 4 RPS法 5 FIT法 6グリーン電力制度		
2	6	1.スマートグリッドの概要 2.電力システムとスマートグリッドの関係 3.地球温暖化問題		
	7	4.電力系統 電力潮流 電力システムの制約 5.スマートグリッドのネットワーク 6.LowPAN		
	8	6. スマートフォンで電力料金をみる セキュリティ対策 電力の貯蔵 電気自動車		

科目名	風力発電基礎		指導担当者名	
単位数	-		時間数	6時間
使用教材	トコトやさしい風力発電の本			
学習目標	世界の風力発電事情、風とエネルギー、風力発電のメカニズム、風車の種類と性能などの基礎知識を習得する 環境政策や地域社会と風力発電の関わりについて理解する			
評価方法	確認テストを実施			
<b>日</b>	<b>時間</b>	<b>指導項目</b>		
	1	I 風力発電の概要 1風力発電とは 2世界の風力発電 3,4風力発電の歴史		
	2	5風力発電のメリット 6電力に変えるには 7中型風力発電機の利用形態		
	3	8環境価値 9製造メーカー		
	4	II 風車と社会 電力買取制度 CO2削減 景観と騒音		
	5	産業と雇用 洋上風力発電		
	6	Q&A		

科目名	風力発電の開発計画		指導担当者名	風力発電会社
単位数	-		時間数	3時間
使用教材				
学習目標	風況調査・立地調査、設計・設置工事、メンテナンス等の風力発電所ができる工程を学習する			
評価方法	確認テストを実施			
日	時間	指導項目		
	1	風況調査・立地調査、電力系統、用地、輸送など導入のプロセス		
	2	設計と設置工事の計画及び各種法令等手続関連 立案される事業計画		
	3	輸送・土木・電気・組立の建設工事の工程		

科目名	風力発電システム		指導担当者名	
単位数	-		時間数	3時間
使用教材				
学習目標	風力発電機の原理と電気の専門的な知識を学習する			
評価方法	確認テストを実施			
日	時間	指導項目		
	1	空気の性質 風の性質 風の発生 風の方向 風のエネルギー 風車の基礎知識 風車の定格発電力		
	2	風車により得られるエネルギー 風車の種類と特徴 風車の性能評価 風車の設置場所		
	3	風力発電システムの設計 発電機 蓄電池 インバータ		

科目名	風力発電の運転と保守		指導担当者名	
単位数	-		時間数	3時間
使用教材				
学習目標	発電のオペレーションとモニタリング、点検などのメンテナンスを学習する			
評価方法	確認テストを実施			
日	時間	指導項目		
	1	風車で使用されている電気 回路構成 保護装置 発電機 変圧器 遮断機 コンバータ		
	2	機械基礎 タワー 増速機 ブレード		
	3	定期点検		

科目名	安全衛生	指導担当者名	
単位数	-	時間数	3時間
使用教材	安全マニュアル		
学習目標	作業環境、作業方法の改善 労働安全法の理解と労働災害の防止		
評価方法	演習を実施		
日	時間	指導項目	
	1	高所作業 屋根の勾配	
	2	1正しい服装と保護用具の着用義務 2屋根上の危険防止 3悪天候時の作業中止	
	3	施工の心構え 手抜き工事、不良工事による事故事例	

科目名	風力発電施工実習	指導担当者名	
単位数	-	時間数	12時間
使用教材	風力発電ユニット一式		
学習目標	小型の風力発電ユニットを安全な場所に組立設置をする		
評価方法	設置後動作確認		
日	時間	指導項目	
	1	設置場所の確認	
	2	基礎工事	
	3	基礎工事	
	4	ユニットの確認	
	5	設置台工事	
	6	設置台工事	
	1	ユニット組立	
	2	ユニット組立	
	3	ユニット組立	
	4	ユニット組立	
	5	配線	
	6	配線	

科目名	風力発電運用実習	指導担当者名	
単位数	-	時間数	3時間
使用教材	風力発電ユニット一式		
学習目標	設置した風力発電ユニットを蓄電池等に接続、実際に発電し運用する		
評価方法	設置後動作確認		
日	時間	指導項目	
	1	配線接続	
	2	発電確認	
	3	発電量チェック	

## (4) 風力発電関連企業

イオスエンジニアリング&サービス	六ヶ所村の養成施設を運営
日本風力開発株式会社	発電所の開発 六ヶ所村の施設に関連
ウインドパワー	福島で小型風力発電システムを販売
ゼファー株式会社	福島大学に小型風力発電システムを納入
株式会社ノースパワー	自然エネルギー関係機器販売 日大工学部取引
津川製作所	購入したユニットの販売元 大阪
東都エンジニアリングサービス	風力発電施設にメンテナンス技術者を派遣 布引
三菱重工	国産メーカー
三井造船昭島	洋上風力発電システム
新エネルギー財団 ENF	経産省の補助で人材育成の研修会を運営
日本風力発電協会 JWPA	講演会 シンポジウム イベントなど運営

## (5) オプション

### ①見学

#### 1) 布引高原風力発電所

#### 2) 六ヶ所村二又風力発電所にある風力発電トレーニングセンターで研修

初級：4泊5日

1日目 移動、オリエンテーション

2日目 電気基礎 計測訓練 安全装備基礎 タワー搭乗訓練 降下訓練 ナセル救助

3日目 エラー説明 部品機器 単線結線 部品交換訓練

4日目 トラブルシューティング

5日目 修了試験 質疑応答 移動

### ②受講者が電気関係の専門外の場合、電気設備等の学科と実習が別途必要

## (6) 実習教材・テキスト

### <推奨実習用機材>

ノースパワー社製

風力発電機キット NP-103 ¥10,290-(税込み)

・小型タイプで、ニッカド電池やニッケル水素電池などの手軽な充電用電池に充電したり、豆電球に直結するなどして利用する。

・安価で組み立てや取り付けも簡単。風力発電の入門機として最適。

・ブレード角度が自由に変更・調整できる。オプションパーツが豊富。

・子どもの自由研究や各種教育・研究機関で教材用キットとして利用されている。

### 3. 太陽光発電と風力発電

#### (1) 中期プログラム カリキュラム案

対象	電気電子工学科		学生数	10名	
講座期間	6時間×22日 計96時間		習得技術	太陽光発電・風量発電設備の 施工・運用	
科目	主な科目の概要			時間	
学 科	再生可能エネルギー と環境政策	エネルギー・環境問題と太陽光発電など再生可能エネルギー 環境政策及び環境に関する法規			8時間
	太陽光発電基礎	太陽エネルギー 電気と発電の基礎 太陽光発電の原理(太陽電池) スマートグリッド モジュールの仕組み			6時間
	太陽光発電システム	システムを構成する各機器の意味と役割、設置条件など構成機器類の関する知識 設備費用の償却、光熱費の削減効果、売電による導入効果のシミュレーション演習 積算方法を習得し見積書の作成の演習			6時間
	太陽光発電設計	PCシステムを使用し平面図、モジュール配置図作成を学ぶ			3時間
	太陽光発電施工	建築の基礎知識 屋根構造の理解とモジュール設置に関するルール、屋根材毎に異なる 施工方法とその特徴の知識			3時間
	風力発電基礎	世界の風力発電事情、風とエネルギー、風力発電のメカニズム、風車の種類と性能などの 基礎知識を習得する 環境政策や地域社会と風力発電の関わりについて理解する			6時間
	風力発電の 開発計画	風況調査・立地調査、電力系統、用地、輸送など導入のプロセス 設計と設置工事の計画及び各種法令等手続関連 立案される事業計画 輸送・土木・電気・組立の建設工事の工程			3時間
	風力発電システム	発電機の原理と電気の専門的な知識			3時間
	風力発電の 運転と保守	発電のオペレーションとモニタリング、点検などのメンテナンスの知識			3時間
	安全衛生	作業環境、作業方法の改善 労働安全法の理解と労働災害の防止			3時間
実 習	太陽光発電 現場調査実習	取り付ける屋根の現場を調査する			6時間
	太陽光発電 施工実習	モジュールを屋根に設置し接続ボックスやパワーコントロール等の機器に接続する。			18時間
	太陽光発電 運用・保守実習	実際に発電、運用しメンテナンスの技術を身につける			6時間
	風力発電 施工実習	風力発電ユニットの設置場所の準備と組立設置			12時間
	風力発電 運用・保守実習	風力発電ユニットの運用・保守			9時間
	開講式 オリエンテーション	カリキュラム時間割の説明			1時間
	アンケート 修了式	授業アンケート記入 確認テスト			3時間
計				99時間	



## 【3】長期プログラム

### ◆プログラムの活用

---

本校が平成 25 年度に実施・実証するために、平成 24 年度に推進協議会で審議し策定する、再生可能エネルギーに対応した電気施工技術者育成プログラムの素案である。

○対象学科：電気電子工学科・エネルギー工学科

○科目：再生可能エネルギー 週 3 時間（50 分授業）通年 34 週

○学科：新エネルギー工学科 1 年課程  
＜2 年課程は平成 24 年度推進協議会で検討する＞

○時期：4 月～3 月

### (1)履修科目：再生可能エネルギー

- ・通年で週 3 時間×30 週（前期・後期各 15 週）
- ・太陽光発電 60 時間、風力発電 30 時間
- ・3 単位
- ・科目名：再生可能エネルギー
- ・電気電子工学科向け
- ・太陽光モジュール取付の模擬屋根製作時間含まず（約 12 時間）

#### ＜教材等＞

- ・太陽光発電モジュールキット、風力発電キット（中期プログラムの項参照）
- ・設置場所の確保（太陽光モジュール、風車）

#### ＜講師＞

- ・本校専任講師、メーカー、エンジニアリング会社の協力、大学講師

科目名	再生可能エネルギー		指導担当者名	
開講時期	通年		対象学科	電気電子工学科
単位数	3単位		週時間数	3時間
使用教材				
学習目標	太陽光発電と風力発電の学科と実習を主に、再生可能エネルギーや環境政策のスキルを持つエネルギー関連に強い技術者を養成する。太陽光発電システムメーカーや風力発電所のエンジニアリング会社への就職も視野に入れた実践的な履修内容である。			
評価方法	中間・期末に筆記試験			
学期	週数	指導項目	学習のねらい・内容・準備資料等	
前期	1	再生可能エネルギー技術	地熱・風力・水力・太陽光・バイオマス	
	2	太陽光発電基礎	太陽の科学 電気	
	3	太陽光発電基礎	太陽光発電	
	4	太陽光発電基礎	環境政策 関連法規	
	5	スマートグリッド	スマートグリッドの概要	
	6	安全衛生	高所作業 屋根の勾配	
	7	太陽光発電システム	システムの構成と仕様 据付場所 屋根	
	8	太陽光発電システム	償却 売電 積算 見積	
	9	現場調査	建物調査 電気設備調査	
	10	現場調査	設置方法 金具 部材	
	11	太陽光発電設計	平面図 モジュール配置図	
	12	太陽光発電施工 学科	建築と屋根 施工手順と工程 設置と配線	
	13	太陽光発電施工 実習	注意事項 工具 機器と部材の説明	
	14	太陽光発電施工 実習	ラックの取り付け パネルの取り付け 接続	
	15	太陽光発電施工 実習	前回続き まとめ テスト	
	16	前期試験	テスト	
	17	試験講評	まとめ	
後期	18	太陽光発電施工 実習	モジュール取付 屋根違い	
	19	太陽光発電施工 実習	モジュール取付 屋根違い	
	20	太陽光発電施工 実習	モジュール取付 屋根違い	
	21	運用保守	系統連係 取扱説明 完成検査	
	22	運用保守	トラブルシューティング 定期点検	
	23	風力発電基礎	太陽光テスト 風力発電概要	
	24	風力発電基礎	風車と社会	
	25	風力発電機	風車の性能評価 発電機	
	26	風力発電の開発計画	調査 事業計画と設計 建設	
	27	見学	日大工学部	
	28	見学	布引高原風力発電所	
	29	風力発電施工	設置台工事	
	30	風力発電施工	ユニット組立設置	
	31	風力発電運用	配線 発電	
	32	風力発電の運用と保守	電気回路 機械系統 点検 保守	
	33	後期試験	後期試験	
	34	試験講評・まとめ	まとめ	

**(2) 専門学校の1年課程学科：**

1. 学科名：新エネルギー工学科

2. 分野：工業課程

3. 修業年限：1年制（昼間）

4. 定員：入学定員20名 男女

5. 設置趣旨：

東日本大震災および福島第一原子力発電所の事故による復興計画の中でも再生可能エネルギー関連産業の集積施策が今後推進されていくにあたり、復興の使命感に燃える若い人材を育成するニーズが高まっていくことが予想される。求められている知識と技術を持つ人材を養成することが急務である。

6. 人材育成方針：

- ①太陽光発電のシステムを理解し、設計・施工ができる
- ②風力発電のシステムを理解し、保守点検に必要な技術を身につける
- ③環境やエネルギーに精通し、地域や顧客にあった企画提案ができる
- ④電気工事、住宅建築、住宅設備の知識と技術を持っている

7. 取得可能な資格：第二種電気工事士

8. 卒業後の代表的な職種・職業

太陽光発電システムメーカー、エネルギー関連エンジニアリング会社、  
電気設備会社、住宅設備会社、住宅メーカー、電力会社、電機メーカー

## 9. カリキュラム

### ①科目・内容・時間・単位数

対象	専門学校	履修期間	1年間					
講座期間	週30時間×34週 計1020時間	習得技術	再生可能エネルギー技術					
科目	主な科目の概要			期間	週授業時間	年間授業時間	取得単位	
学科	再生可能エネルギー	太陽光発電・風力発電の基礎知識			通年	2 時間	68 時間	4
	就職実務	業界研究 自己分析 応募書類作成 面接対策 ビジスマナー			通年	2 時間	68 時間	4
	スマートグリッド	スマートグリッド 環境関連法規 ビジネス 環境技術に関する最新の動向と情報			通年	2 時間	68 時間	4
	電気工事	電気工事施工 電気基礎 電気機器 電子技術 制御技術			通年	3 時間	102 時間	6
	太陽光発電システム	構成機器、設置条件、導入効果、積算、見積			前期	3 時間	51 時間	3
	太陽光発電設計・施工	平面図、配置図作成、設置方法、屋根材毎に異なる施工方法の知識			前期	3 時間	51 時間	3
	住宅建築	建築の基礎知識 屋根 増改築 エコロジー住宅			前期	3 時間	51 時間	3
	住宅設備	オール電化機器 電力会社 電気料金 ガス設備			後期	3 時間	51 時間	3
	風力発電システム	風力発電の原理 風車の構造 機種 風力発電の導入と開発計画			後期	3 時間	51 時間	3
	風力発電機器	風量発電機の電気と機械の基礎知識 タワー 増速機 ブレード			後期	3 時間	51 時間	3
安全衛生	作業環境、作業方法の改善 労働安全法の理解と労働災害の防止			臨時	3 時間			
実習	施工・保守・点検実習	現場調査、太陽光発電・風力発電システムの施工とメンテナンス			通年	6 時間	204 時間	6
	電気工事実習	電気配線まで、電気工事に関する総合的な技術 電気設備管理			通年	6 時間	204 時間	6
計				週	30 時間	1,020 時間	48	

### ②カリキュラム表

SEQ	科目	4		5		6		7		8		9		10		11		12		1		2		合計時間										
		4/9	4/16	4/23	5/7	5/14	5/21	5/28	6/4	6/11	6/18	6/25	7/2	7/9	8/20	8/27	9/3	9/10	9/17	9/24	10/1	10/8	10/15		10/22	10/29	11/5	11/12	11/19	11/26	12/3	12/10	1/14	1/21
1	就職実務																								68									
2	再生可能エネルギー	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	68									
3	スマートグリッド	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	68									
4	電気工事	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	102									
5	太陽光発電システム	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51									
6	風力発電システム																								51									
7	太陽光発電設計施工	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51									
8	風力発電機器																								51									
9	住宅建築	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51									
10	住宅設備																								51									
11																									0									
12	施工保守点検実習	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	204									
13	電気工事実習	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	204									
																									0									
		0	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	1020									

### ③時間割例

	月	火	水	木	金
1時限	就職実務	電気工事	前期 太陽光発電 設計・施工  後期 風力発電 機器	電気工事実習	施工保守点検 実習
2時限					
3時限	再生可能 エネルギー	前期 太陽光発電 システム  後期 風力発電 システム	前期 住宅建築  後期 住宅設備		
4時限					
5時限	スマート グリッド	前期 太陽光発電 システム  後期 風力発電 システム	前期 住宅建築  後期 住宅設備		
6時限					

### ④備考

- ・ 専門学校の教育課程 1 年に準拠 週 30 時間×34 週
  - ・ 通年 34 週（前期・後期各 17 週）年間授業時間数 1020 時間
  - ・ 前期太陽光発電中心、後期風力発電中心
  - ・ テスト等評価の期間を含む
  - ・ 電気電子工学科・エネルギー工学科等に 2 年課程を修了後 3 年目の課程として
  - ・ 1 年課程で履修する場合でも第二種電気工事士の受験資格が得られる
- ◆シラバスは平成 24 年度の成果をもとに作成する予定

### ⑤教材等

- ・ 太陽光発電モジュールキット、風力発電キット（中期プログラムの項参照）
- ・ 設置場所の確保（太陽光モジュール、風車）

### ⑥講師

- ・ 専門学校専任講師、メーカー、エンジニアリング会社の協力、大学講師

平成 23 年度 文部科学省  
東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成支援事業

再生可能エネルギー・スマートグリッド分野技術者育成事業  
事業報告書

発行 ■ 平成 24 年 3 月

編集・発行 ■ 再生可能エネルギー・スマートグリッド分野技術者育成事業推進協議会

問い合わせ ■ 連絡先

**wiz** 専門学校 国際情報工科大学校

〒963-8811 福島県郡山市方八町 2-4-15

フリーダイヤル  0120-454-443

<http://www.wiz.ac.jp>

E-mail : [wiz@nsg.gr.jp](mailto:wiz@nsg.gr.jp)