

再生可能エネルギースキル標準
【Green Power Skills Standard:GPSS】
第三部 知識体系編

2014年12月

経済産業省 資源エネルギー庁

第三部目次

1. 再生可能エネルギー知識体系	1
1.1 第三部「知識体系編」の位置づけとねらい.....	1
1.2 第三部「知識体系編」の構成.....	1
2. 再生可能エネルギー事業プロセスと知識体系の関連	9
3. 事業プロセス・タスクマトリックス	11
3.1 太陽光発電の知識体系化.....	11
3.2 風力発電の知識体系化.....	12
3.3 バイオマス発電の知識体系化.....	13
3.4 小水力発電の知識体系化.....	15
3.5 地熱発電の知識体系化.....	15
4. 資源別タスク・学習項目マトリックス	17

＜参考＞ 全体目次

□ 第一部：概要編

1. 概要.....	1
2. 再エネ発電事業の類型化.....	4
3. キャリア・スキル体系.....	6
4. 知識体系.....	12
5. GPSS の活用.....	14

□ 第二部：キャリア・スキル体系編

1. 再生可能エネルギーキャリア・スキル体系.....	1
1.1 第二部「キャリア・スキル体系編」の位置づけとねらい.....	1
1.2 第二部「キャリア・スキル体系編」の構成.....	1
2. 職種.....	4
2.1 職種と専門分野の一覧.....	4
2.2 職種についての考え方.....	5
2.3 「職種概要」の記述内容と様式.....	8
3. 達成度指標.....	9
3.1 達成度（レベル）についての考え方.....	9
3.2 「達成度指標」の記述内容と様式.....	10
4. スキル項目.....	14
4.1 スキルについての考え方.....	14
4.2 「スキル項目」の記述内容と様式.....	14
5. キャリア・スキル体系：定義内容.....	17
5.1 職種概要.....	18
5.2 達成度指標.....	26
5.3 スキル項目.....	99

□ 第三部：知識体系編

1. 再生可能エネルギー知識体系.....	1
1.1 第三部「知識体系編」の位置づけとねらい.....	1
1.2 第三部「知識体系編」の構成.....	1
2. 再生可能エネルギー事業プロセスと知識体系の関連.....	9
3. 事業プロセス・タスクマトリックス.....	11
3.1 太陽光発電の知識体系化.....	11
3.2 風力発電の知識体系化.....	12
3.3 バイオマス発電の知識体系化.....	13
3.4 小水力発電の知識体系化.....	15
3.5 地熱発電の知識体系化.....	15
4. 資源別タスク・学習項目マトリックス.....	17

1. 再生可能エネルギー知識体系

1.1 第三部「知識体系編」の位置づけとねらい

再生可能エネルギースキル標準（Green Power Skills Standard）（以下、「GPSS」という。）は、第一部「概要編」に示した通り、下図の3部から構成されている。図中に太線で示した本編「再生可能エネルギー知識体系編」は、GPSSの第三部として位置付けられ、GPSSの構成要素のうち、再生可能エネルギーに関する知識や学習項目について記述している。

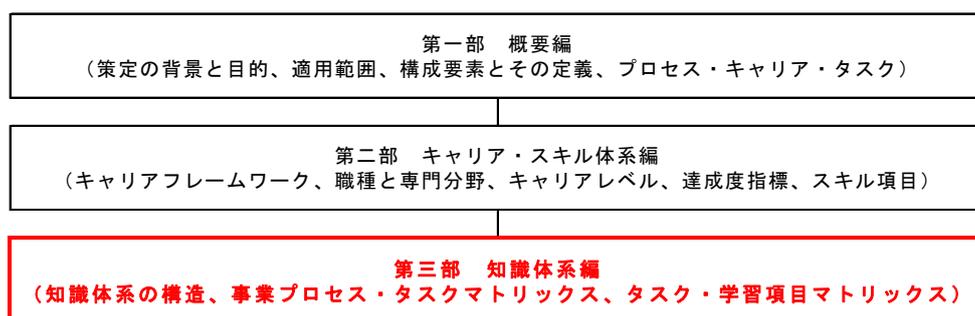


図 1-1 再生可能エネルギースキル標準の全体構造

第三部「再生可能エネルギー知識体系編」は、再生可能エネルギー分野において必要となる知識要素を整理したものである。本事業では喫緊な人材教育が求められている、他業種から新規に再生可能エネルギー発電事業へ参入する事業者、再生可能エネルギー分野への貢献を目指している大学院生、大学生、専門学生、研究者、そして、再生可能エネルギー発電事業に参画している企業で働く実務経験が少ない社会人など、エントリークラスを対象にした人材教育に焦点を当て知識体系化を進めた。

再生可能エネルギーは、未だ発展途上のエネルギーシステムである。長い年月をかけて高密度に圧縮された化石燃料と異なり、太陽光、風力、地熱などは「今ここにある自然のエネルギー」であるため、人類の多くの知識と知恵を活用した多様な領域にまたがる視点で、技術開発が進められてきた。再生可能エネルギー事業すべての知識を体系化することが最終的な目標ではあるものの、レベルの異なる多様な知識が存在することを熟慮し、課題優先度の高い内容、切り口から順次整理体系化を進め、最新の研究段階の技術や知識についても将来的にカバーできるように構造化を図ることが現実的な方法論として進めた。

1.2 第三部「知識体系編」の構成

再生可能エネルギー事業を展開するために必要な知識を整備し、人材育成に資することを目的に体系化を進めた。再生可能エネルギーに関連する技術的な知識項目を網羅するだけでなく、健全にビジネスを遂行するために必要な項目も設定する。具体的には、組織マネジメント知識（例：プロジェクトマネジメントに係る知識）、事業開発知識（例：市場開発

に関する知識、地権者等とのステークホルダーマネジメントに関するパーソナル知識)をビジネス知識として知識体系に盛り込んだ。また再生可能エネルギーのビジネス遂行には、各種法律・規制を考慮することが必要であり、発電・売電という要件だけでなく、法律・規制等も関連知識として定義した。体系化にあたっては、再生可能エネルギー事業者の事業エリア(調査検討、発電・売電、施設・機器の運営保守等)に合わせてビジネスプロセス(事業フロー)を重視した構造化を進めた。また当知識体系においては資源別に異なるプロセスや学習項目の名称については、極力統一し共通言語として定義している。知識体系の基本構造として、専門性の違いから領域を設定した。図 1-2に再生可能エネルギー知識体系の資源別知識、理論知識の構造を示す。

再生可能エネルギー産業のビジネス機能を俯瞰すると、自然エネルギーを動きや熱に変換させ、さらに利用しやすい電気エネルギーに変換するという様々な物理や化学に基づく現象が基盤となっている。その意味で、熱力学や流体力学、「中核となる理論知識」として、深さや幅広さは違うにせよ、押し並べ当該産業に直接関わるすべての人が知っておくべき知識がある。この理論知識は、大学などの高等専門教育課程において身に着けるべき基本知識で、物理学、化学、数学などの基礎学問から、電気化学、物質論、土木工学、電気工学、機械工学、気象学などの専門的科目の知識である。これらの知識は、再生可能エネルギー技術知識の基盤となる知識である。再生可能エネルギー事業を安全かつ安定的に進めるためには、各種学問の原理原則や基本的概念から逸脱しないことが重要である。さらに理論知識は、再生可能エネルギー事業を進める上で重要となるだけでなく、今後の研究開発や社会的推移において、次世代の再生可能エネルギーを展望、計画する上でも重要な知識である。

その上で、再生可能エネルギーによる発電事業をビジネスとして成り立たせるための技術知識、各再生可能エネルギー資源から電気に変換するための技術知識が重要となる。この知識は、「太陽光」「風力」「小水力」「地熱」「バイオマス」などの各資源別技術領域にわかれる知識である。各資源別知識が設定される一方で、発電事業として整理した際に、発電設備を設置し実際に発電していくまでのプロダクトのフローは共通の骨格を持つ。ここでは、「予備設計」「詳細設計」「発電所設計」「発電所工事」「発電所運営」「発電所撤去」といった実際のプロダクトのフローに沿った知識整理を進めた。

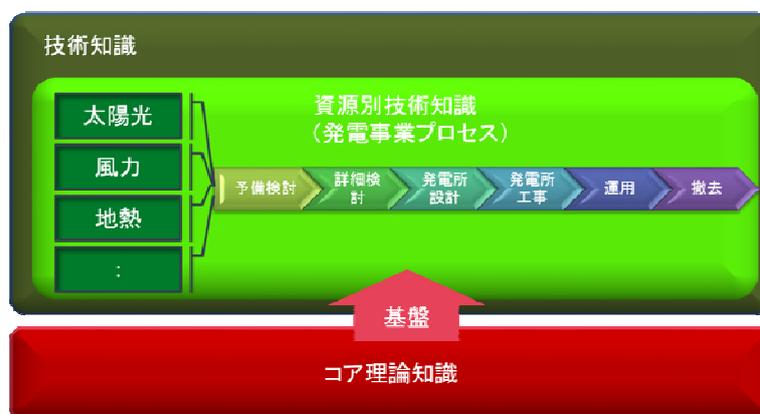


図 1-2 再生可能エネルギー資源別知識、理論知識の関係

■ 太陽光

事業プロセス	予備調査		詳細検討		発電所設計		発電所工事	発電所運営		発電所撤去
	立地可能エリア調査	資源状況調査	実現可能性検討	事業性評価	発電所設計	系統連系		発電所運用	メンテナンス	
サブプロセス	立地可能エリア調査	資源状況調査	実現可能性検討	事業性評価	発電所設計	系統連系	発電所工事	発電所運用	メンテナンス	発電所撤去
タスク	<ul style="list-style-type: none"> 有望地域の抽出1 (自然条件の調査) 有望地域の抽出2 (社会条件の調査) 	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電設備事前調査 	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光パネル設置地点の決定 太陽光発電システム規模の決定 機種選定の決定 環境影響評価 ステークホルダーとの協議 運用計画 	<ul style="list-style-type: none"> 経済性の評価 	<ul style="list-style-type: none"> 設備設計 工事設計・計画 	<ul style="list-style-type: none"> 電力会社との協議 	<ul style="list-style-type: none"> 契約 土木工事 太陽光パネル設置工事 電気工事 試運転・検査 	<ul style="list-style-type: none"> 運転・保守・補修契約 損害保証 運転監視 	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電設備本体の保守点検 	<ul style="list-style-type: none"> 撤去計画 撤去工事

■ 風力

事業プロセス	予備調査		詳細検討		発電所設計		発電所工事	発電所運営		発電所撤去
	立地可能エリア調査	資源状況調査	実現可能性検討	事業性評価	発電所設計	系統連系		発電所運用	メンテナンス	
サブプロセス	立地可能エリア調査	資源状況調査	実現可能性検討	事業性評価	発電所設計	系統連系	発電所工事	発電所運用	メンテナンス	発電所撤去
タスク	<ul style="list-style-type: none"> 有望地域の抽出 リスク抽出とリスクヘッジ 自然環境条件の調査 (発電事業リスク) 導入規模概要検討 (環境アセス) 社会条件の調査 (環境アセス) 	<ul style="list-style-type: none"> 観測方法と観測地点決定 観測データの処理・解析 評価 風況の分布把握 	<ul style="list-style-type: none"> 風車設置地点の決定 風車規模の決定 (容量・台数・配置) 機種選定の決定 環境影響評価 地域社会との協議、コミュニケーション 測量調査・土質調査 運用計画 	<ul style="list-style-type: none"> 経済性の評価 	<ul style="list-style-type: none"> 設備設計 工事設計 工事計画 	<ul style="list-style-type: none"> 電力会社との協議 	<ul style="list-style-type: none"> 契約 土木工事 風車設置工事 電気工事 試運転・検査 	<ul style="list-style-type: none"> 運転・保守・補修契約 損害対応 運転監視 環境影響評価 フォローアップ 	<ul style="list-style-type: none"> 電気設備の保守点検 風力設備本体の保守点検 	<ul style="list-style-type: none"> 撤去計画 撤去工事

■ バイオマス

事業プロセス	予備調査		詳細検討		発電所設計		発電所工事	発電所運営		発電所撤去
	立地可能エリア調査	資源状況調査	実現可能性検討	事業性評価	発電所設計	系統連系		発電所運用	メンテナンス	
サブプロセス	立地可能エリア調査	資源状況調査	実現可能性検討	事業性評価	発電所設計	系統連系	発電所工事	発電所運用	メンテナンス	発電所撤去
タスク	<ul style="list-style-type: none"> 有望地域の調査 自然条件の調査 社会条件の調査 ステークホルダーとの協議 		<ul style="list-style-type: none"> 詳細立地エリア調査 発電規模の決定 機種選定の決定 環境影響評価 ステークホルダーとの協議 事業計画 	<ul style="list-style-type: none"> 経済性の評価 	<ul style="list-style-type: none"> 契約 設備設計 工事設計 	<ul style="list-style-type: none"> 電力会社との協議 	<ul style="list-style-type: none"> 発電所建設工事 	<ul style="list-style-type: none"> 保安管理・燃料保管 発電所運用 	<ul style="list-style-type: none"> メンテナンス 	<ul style="list-style-type: none"> 発電所撤去

■ 小水力

事業プロセス	予備調査		詳細検討		発電所設計		発電所工事	発電所運営		発電所撤去
	立地可能エリア調査	資源状況調査	実現可能性検討	事業性評価	発電所設計	系統連系		発電所運用	メンテナンス	
サブプロセス	立地可能エリア調査	資源状況調査	実現可能性検討	事業性評価	発電所設計	系統連系	発電所工事	発電所運用	メンテナンス	発電所撤去
タスク	<ul style="list-style-type: none"> 立地可能性調査 社会条件の調査 導入規模の想定 経済性概略評価 	<ul style="list-style-type: none"> 概略調査 小水力発電設備事前調査 期待発電量評価 	<ul style="list-style-type: none"> 小水力発電設置地点の決定 小水力発電設置地点の調査 小水力発電規模の決定 機種選定の決定 環境影響評価 ステークホルダーとの協議 運用計画 	<ul style="list-style-type: none"> 経済性の評価 	<ul style="list-style-type: none"> 設備設計 工事設計 工事計画 	<ul style="list-style-type: none"> 電力会社との協議 	<ul style="list-style-type: none"> 契約 土木工事 (建設付帯工事) 小水力発電設置工事 電気工事 環境アセス (定期観測) 試運転・検査 	<ul style="list-style-type: none"> 運転・保守・補修契約 損害保証 	<ul style="list-style-type: none"> 保守点検 環境アセス (定期観測) 	<ul style="list-style-type: none"> 撤去計画 撤去工事

■ 地熱

事業プロセス	予備調査		詳細検討		発電所設計		発電所工事	発電所運営		発電所撤去
	立地可能エリア調査	資源状況調査	実現可能性検討	事業性評価	発電所設計	系統連系		発電所運用	メンテナンス	
サブプロセス	立地可能エリア調査	資源状況調査	実現可能性検討	事業性評価	発電所設計	系統連系	発電所工事	発電所運用	メンテナンス	発電所撤去
タスク	<ul style="list-style-type: none"> 有望地域の抽出 自然条件の調査 社会条件の調査 	<ul style="list-style-type: none"> 予察・概査 発電設備事前調査 	<ul style="list-style-type: none"> 発電設置地点の決定 発電規模の決定 プレ設備設計 環境アセス ステークホルダーとの協議 調査掘削 	<ul style="list-style-type: none"> 経済性の評価 	<ul style="list-style-type: none"> 設備設計 工事設計 工事計画 	<ul style="list-style-type: none"> 電力会社との協議 	<ul style="list-style-type: none"> 契約 土木工事 (建設付帯工事) 蒸気生産設備設置工事 (坑井掘削含む) 発電設備設置工事 環境モニタリング 試運転・検査 	<ul style="list-style-type: none"> 貯留層管理 運転・保守・補修契約 損害保証 	<ul style="list-style-type: none"> 蒸気生産設備の保守点検 (坑井保守を含む) 発電設備の保守点検 環境モニタリング 	<ul style="list-style-type: none"> 撤去計画 撤去工事

図 1-3 再生可能エネルギー知識体系「事業プロセス・タスクマトリックス」

事業プロセス	予備調査		
サブプロセス	立地可能エリア調査		資源状況調査
タスク	(1)有望地域の抽出 -自然条件の調査-	(2)有望地域の抽出 -社会条件の調査-	(1)太陽光発電設備 事前調査
学習項目	1.日照時間と日射量の調査 2.設置場所(平地、傾斜地) 3.受光障害(障害物確認) 4.気象条件(落雷、台風、着雪・着氷、塩害、砂塵、風況、腐食性ガス) 5.生態系調査 6.景観	1.周辺環境調査 (送電線調査、系統連系調査) 2.区画指定内容調査 3.土地利用・地権把握 4.電波障害	1.日射条件調査(地点、時期、計測間隔) 2.発電量予測 3.系統送配電線、輸送路 4.測量調査・土地調査(地盤条件、排水状況)

事業プロセス	詳細検討						
サブプロセス	実現可能性検討						事業性評価
タスク	(1)太陽光パネル設置地点の決定	(2)太陽光発電システム 規模の決定	(3)機種選定	(4)環境影響評価	(5)ステークホルダーとの協議	(6)運用計画	(1)経済性の評価
学習項目	1.基本レイアウト(設置方向、傾斜角度、地上高、面積) 2.設置計画地点の送配電線距離 3.電波障害などの環境影響(影響範囲の理解) 4.経済性予備調査(設備利用率など)	1.基本システム構成 (総出力容量、接続箱(方式)、集電箱、パワコン、保護継器、各種センサ、データ計測) 2.出力規模と台数 (必要スペース) 3.モジュール設置架台 (傾斜格、地上高、重量比、基礎設計) 4.系統連系と逆潮流の有無 5.系統連系保護リレー 6.経済性予備検討	1.太陽光パネル仕様 (出力特性、自然条件対策、系統連系など) 2.パワコンシステム仕様 (定格容量、変換方式、定格圧力、交流出力、効率など) 3.蓄電設備仕様 4.機種付帯設備仕様 (集電箱、保護継器、気象センサ、運転データ計測)	1.希少動物の調査 2.自然公園区分把握 3.保安林の把握 4.生態系の把握 5.景観への影響把握 6.環境性予備検討(エネルギーベイバックタイム、エネルギー投入量、CO2排出量) 7.環境影響のスクリーニング (工事、施設設置の影響)	1.地域社会への影響に関する協議 2.地域との合意形成	1.運用計画の策定 2.保守点検(定期) 3.保守点検(不定期)対応 4.補修(改造・改修)対応	1.建設コスト 2.発電コストと経済性 3.維持管理コストと経済性 4.リスク 5.ファイナンス・保険 6.固定価格買取制度 7.土地等賃借料・固定資産税

事業プロセス	発電所設計		
サブプロセス	太陽光発電所設計		系統連系
タスク	(1)設備設計	(2)工事設計・計画	(1)電力会社との協議
学習項目	1.太陽光発電システム設計(構成、規格適用、運用計画、保守・管理、安全装置、保証) 2.建築基準法 3.電気設備設計(構成、規格適用、運用、保全)	1.電気工事設計 2.土木工事設計 3.工事計画・工事立案 (工事車両選定、搬入道路検討、工事作業スペース)	1.系統連系技術要件ガイドライン 2.高圧連系に係る技術基準 3.特別高圧連系に係る技術基準 4.その他(単独運転防止、逆潮流対応など)

事業プロセス	発電所工事				
サブプロセス	(1)契約	(2)土木工事	(3)太陽光パネル設置工事	(4)電気工事	(5)試運転・検査
学習項目	1.建設請負契約 2.運転・保守・捕集契約書(OM契約書) 3.利用可能率の定義 4.部品供給・補修契約 5.保険(リスクヘッジ)	1.造成工事 2.太陽光パネル基礎工事・工法 3.発電所構内整備工事 4.配線工事(建柱) 5.環境への影響のモニタリング(工事に伴うもの、施設の有無および供用によるもの)	1.太陽光パネル据付 2.制御装置据付・配線	1.受電引込工事 2.受電設備 (系統連系区分、高圧連系に係る技術基準、特別高圧連系に係る技術基準) 3.配電盤(キュービクル)据付工事 4.蓄電設備 5.配線・設置工事	1.太陽電池パネル検査 2.SCADAデータの把握(太陽電池パネルの状態、日射状況、発電力量、積算発電力量、系統電流、系統電圧、系統力率)

事業プロセス	発電所運営				発電所撤去	
サブプロセス	発電所運用		メンテナンス			
タスク	(1)運転・保守、補修契約	(2)損害保証	(3)運転監視	(1)太陽光発電設備本体の保守点検	(1)撤去計画	(2)撤去工事
学習項目	1.自主保安体制の確立 2.運転・保守・管理フロー 3.運転監視 4.巡視 5.定期点検 6.補修(改造・改修) 7.部品および治具 8.アクセス権 9.債務制限 10.事業効率化と見直し	1.保険種別 2.火災保険と範囲 3.賠償責任保険と範囲 4.営業補償保険と範囲 5.保険に必要な事故発生時説明データ・書類	1.発電所(監視・点検・整理) 2.送電線(監視・点検・整備)	1.太陽光パネルの保守点検 2.制御設備点検 3.電気設備の保守点検 4.故障予測と予防保全 5.落雷対応	1.撤去計画(範囲・時期・工法) 2.廃棄物処理計画	1.撤去工事 2.電気工事 3.太陽光パネル解体工事 4.廃棄物処理 5.各種届出

図 1-4 再生可能エネルギー知識体系「資源別タスク・学習項目マトリックス (①太陽光)」

事業プロセス	予備調査							
サブプロセス	立地可能エリア調査					資源状況調査		
タスク	(1)有望地域の抽出	(2)リスク抽出とリスクヘッジ	(3)自然環境条件の調査 (発電事業リスク)	(4)導入規模概要検討	(5)社会条件の調査(環境アセス)	(1)観測方法と観測地点決定	(2)観測データの処理・解析・評価	(3)風況の分布把握
学習項目	1.風況データ(局所風況マップ、気象庁風況データ、アメダスデータ等) 2.風車の運転範囲の理解と風速階級 3.風特性(月別平均風速・風向出現率) 4.気象学的トレンドと推移 5.風力エネルギー賦存量と取得可能量	1.リスク検討項目の抽出 2.リスクヘッジの方針検討	1.風況への地形、障害物の影響 2.風特性(境界層、乱流、粗度) 3.気象条件(落雷、台風、複雑地形による乱流、着雪・着氷、塩害、砂塵) 4.地盤条件(基礎工事条件概要検討)、地震	1.風車設置地点検討 2.風力発電システム規模の検討 3.風車の機種検討 4.風車の配置と占有面積 5.輸送方法	1.周辺環境調査 2.区画指定 3.土地利用 4.送配電線 5.輸送路 6.環境影響項目 7.風車発生音・影響検討 8.電波障害 9.生態系 10.景観	1.近傍データの相関法推定 2.観測高度と風車高さ 3.風速高度分布 4.平均風速・平均風向・最大瞬間風速、標準偏差 5.風況観測装置(風向風速計、データ記録、タワー、設置方法) 6.観測地点近傍地形特性 7.障害物の影響	1.風データの分析とポラリティ 2.データ均質化(データ取得率と補完) 3.平均風速(年・月) 4.年間風速出現率 5.年間風向別平均風速 6.年間風向別出現率 7.風速の時間変動(日・年) 8.乱れ強度(年) 9.風速の鉛直分布 10.風車の年間稼働率 11.エネルギー取得量(年・月) 12.風車の設備利用率(年・月) 13.風車の出力曲線 14.定格出力 15.風力エネルギー密度	1.風況観測データに基づく風況予測 2.線形モデルと非線形モデル 3.気象シミュレーションにもとづく風況予測 4.GPVデータ 5.気象庁広域気象データ(ウィンドプロファイラ)

事業プロセス	詳細検討							
サブプロセス	実現可能性検討							事業性評価
タスク	(1)風車設置地点の決定	(2)風車規模の決定 (容量、台数、配置)	(3)機種の選定	(4)環境影響評価	(5)地域社会との協議、コミュニケーション	(6)測量調査・土質調査	(7)運用計画	(1)経済性の評価
学習項目	1.設置計画地点の地形特性 2.設置計画地点の送配電線距離 3.騒音・電波障害などの環境影響(影響範囲の理解) 4.経済性検討(概要)	1.総出力容量決定 ・可能予算 ・可能系統送配電 2.出力規模と台数 ・必要スペース 3.概略経済性評価 4.最適規模と配置	1.風車仕様と諸元 2.風車出力特性 3.自然条件対策 4.系統連系 5.記録・計測設備 6.メンテナンスサービス、部品調達体制 7.機械保証・性能保証 8.実績 9.経済性 10.耐久性評価	1.騒音(規制と計測) 2.電波障害(規制と計測) 3.生態系(規制と計測) 4.景観(規制と計測)	1.環境影響評価にもとづく協議 2.地域社会への影響に関するコミュニケーション 3.地域との合意形成、価値判断	1.測量・土質(調査法) 2.試験方法	1.運用計画の策定 2.保守(定期)計画 3.保守(不定期)対応 4.補修(改造・改修)対応 5.大規模修繕計画 6.保守体制(契約、点検体制、ダウンタイム対応)	1.コスト評価(建設コスト、発電コスト、維持管理コスト、経済性) 2.リスク(地形、ウエイク、年変動、各種ロス、風向変動、強風、電力解列依頼、部品故障、ダウンタイム、立地リスク、環境リスク) 3.ファイナンス・保険 4.固定価格買い取り制度 5.土地等賃借料・固定資産税

事業プロセス	発電所設計			
サブプロセス	発電所設計			系統連系
タスク	(1)設備設計	(2)工事設計	(3)工事計画	(1)電力会社との協議
学習項目	1.風力発電システム設計(構成、法令適用、規格適用、運用計画、保守・管理、安全装置、保証) 2.建築基準法 3.電気設備設計(構成、法令適用、規格適用、運用・保安)	1.電気工事設計 2.土木・建築工事設計	1.法規制対応 2.工事計画・工程立案 3.工事車両選定 4.搬入出道路、ヤード 5.基礎工事検討 6.組立作業スペース 7.費用積算	1.系統連系技術要件ガイドライン 2.分散型電源系統連系技術指針 3.連系区分 4.保護装置 5.逆潮流と解列と配電 6.電圧変動(瞬時・常時) 7.保護協調・遮断 8.単独運転防止 9.電力運用協議

事業プロセス	発電所工事				
サブプロセス	発電所工事				
タスク	(1)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
学習項目	1.建設請負契約(EPC契約書) 2.運転・保守・補修契約書(OM契約書) 3.利用可能率の定義 4.部品供給・補修契約 5.保険	1.資材運搬道路工事 2.組立用敷地造成工事 3.風車基礎工事・工法 4.発電所構内整備工事	1.風車の組立・据付 2.制御装置据付・配線(弱電系知識)	1.受電引込工事 2.系統連系区分 3.高圧連系に係る技術基準 4.特別高圧連系に係る技術基準 5.配電盤・キュービクル据付工事 6.配線工事 7.接地工事	1.SCADAデータの把握(風車の状態、風速、風向、発電電力量、積算電力量、系統電圧、系統力率) 2.風車の運転状態種別 3.故障の把握方法 4.風車検査

事業プロセス	発電所運営				発電所撤去			
サブプロセス	発電所運用			メンテナンス		発電所撤去		
タスク	(1)運転・保守、補修契約	(2)損害対応	(3)運転監視	(4)環境影響評価フォローアップ	(1)電気設備の保守点検	(2)風車設備本体の保守点検	(1)撤去計画	(2)撤去工事
学習項目	1.運転・保守・管理フロー 2.運転監視 3.保守(定期) 4.保守(不定期) 5.補修(改造・改修) 6.部品および治具 7.アクセス権 8.債務制限 9.事業効率化と見直し	1.損害保険種別 2.火災保険と範囲 3.賠償責任保険と範囲 4.営業補償保険と範囲 5.保険に必要な事故発生時説明データ・書類 6.地域対応	1.運転監視方法 2.風力発電規定 3.電気事業法 4.発電出力予測と変動抑制制御	1.環境アセスフォローアップ 2.希少動植物 3.騒音、振動 4.その他調査(生態系、景観、廃棄物など)	1.電気設備の保守点検 2.風力発電規定 3.電気主任技術者	1.風車設備の保守点検 2.機械的点検 3.電氣的点検 4.故障予測と予防保全 5.落雷対応	1.撤去計画(範囲・時期・工法) 2.廃棄物処理	1.撤去工事車両 2.電気工事 3.風車解体工事 4.廃棄物の処理 5.各種届出

図 1-5 再生可能エネルギー知識体系「資源別タスク・学習項目マトリックス (②風力)」

事業プロセス	予備調査			
サブプロセス	立地可能エリア調査			
タスク	(1)有望地域の調査	(2)自然条件の調査	(3)社会条件の調査	(4)ステークホルダーとの協議
学習項目	1.利用可能バイオマスの把握 2.バイオマス回収可能量の調査 3.バイオマス収集輸送方法の検討 4.発電所の立地場所の選定 5.発電所規模の設定 6.エネルギー利用方法の検討 7.副産物の利用・処理についての検討	1.バイオマスの質と量の季節変動の把握 2.気候に依存するバイオマスの含水率	1.導入意義の検討 2.周辺環境調査 3.環境負荷(騒音、振動、悪臭等)の把握 4.住民同意 5.送配電線、輸送路の確保	1.地域社会への影響に関する協議 2.地域との合意形成

事業プロセス	詳細検討						
サブプロセス	実現可能性検討						事業性評価
タスク	(1)詳細立地エリア調査	(2)発電規模の決定	(3)機種選定	(4)環境影響評価	(5)ステークホルダーとの協議	(6)事業計画	(1)経済性の評価
学習項目	1.送電線調査(系統連携調査) 2.大気汚染・水質汚染や汚濁 3.用地取得(借地・買収) 4.FIT設備認定取得	1.時間当たりのバイオマス量把握 2.ストックヤードの容量 3.冷却水の確保 4.エネルギー需要量(熱・電力) 5.焼却灰の利用量 6.必要有資格者採用	1.燃焼方式 2.ボイラーの選定(発電規模と経済性)	1.1万kW以上の木質専焼バイオマスの環境影響評価・予測・評価 2.関連法規と手続き	1.地域社会への影響に関する協議 2.地域との合意形成	1.事業主体の設立 2.資金調達計画 3.運用計画の策定 4.利害関係者の調整	1.原材料調達費 2.建設コスト 3.発電コストと経済性 4.ファイナンス・保険 5.採算性評価(経済性評価、プロジェクト審査、経営運用指導、融資・投資判定、アセット算定) 6.システム設計と性能評価 7.廃棄物処理 8.副産物利用 9.売電契約

事業プロセス	発電所設計			
サブプロセス	発電所設計			系統連系
タスク	(1)契約	(2)設備設計	(3)工事設計	(1)電力会社との協議
学習項目	1.建設請負契約 2.運転・保守・捕集契約書(OM契約書) 3.利用可能率の定義 4.部品供給・補修契約 5.保険(リスクヘッジ)	1.焼却設備設計(原料供給、燃焼室、ボイラー、排ガス処理、給水処理) 2.発電設備 3.各種考慮すべき法令(ボイラー設置届出等)	1.工事設計 2.プロジェクト審査 3.経営運用指導 4.融資対象判定 5.アセット算定	1.系統連系技術要件ガイドライン 2.分散型電源系統連系技術指針 3.連系区分

事業プロセス	発電所工事
サブプロセス	(1)発電所建設工事
タスク	1.工事計画 2.建設工事 3.土木工事 4.設置工事 5.電気工事 6.試運転・試験調整

事業プロセス	発電所運営			発電所撤去
サブプロセス	発電所運用		メンテナンス	(1)発電所撤去
タスク	(1)保安管理・燃料保管	(2)発電所運用	(1)メンテナンス	
学習項目	1.保安管理 2.燃料保管	1.事業評価 2.事業見直し 3.リスクヘッジ	1.電気設備点検 2.機械設備点検	1.撤去計画 2.撤去工事

図 1-6 再生可能エネルギー知識体系「資源別タスク・学習項目マトリックス (③バイオマス)」

事業プロセス	予備調査						
サブプロセス	立地可能エリア調査				資源状況調査		
タスク	(1)立地可能性調査	(2)社会条件の調査	(3)導入規模の想定	(4)経済性概略評価	(1)概略調査	(2)小水力発電設備事前調査	(3)期待発電量評価
学習項目	1.流水の状況 2.落差の有無 3.希少動物の調査 4.自然公園区分の把握 5.保安林・水源(上水道)の把握 6.積雪・凍結の可能性の有無 7.水生生物の調査	1.水利権 2.地権者と関係河川使用者 3.河川保全区域 4.地域の管理団体有無 5.地域の電力利用者の有無	1.発電規模検討	1.自然公園・保全区域対応を加味した経済性概略評価	1.発電装置の設置スペース 2.設備までのアクセス 3.送電線調査(系統連系調査)	1.発電方式(流れ込み式、貯水池式) 2.水路ルート(放水路および放水口) 3.最大使用水量 4.耐久性	1.包蔵水量の把握 2.期待発電量評価

事業プロセス	詳細検討							
サブプロセス	実現可能性検討							事業性評価
タスク	(1)小水力発電設置点の決定	(2)小水力発電設置地点の調査	(3)小水力発電規模の決定	(4)機種選定の選定	(5)環境影響評価	(6)ステークホルダーとの協議	(7)運用計画	(1)経済性の評価
学習項目	1.設置計画地点の地形特性 2.設置計画地点の送配電方法 3.環境影響(影響範囲の理解)	1.流量の計測 2.水質採取・分析 3.取水条件(取水位置、有効落差、土砂流量) 4.経済性予備検討情報の整理	1.総出力容量決定(予算・可能系統送配電) 2.最適規模と配置 3.発電方式の検討	1.小水力タービン(発電方式・規模・経済性)	1.希少動物の調査 2.自然公園区分の把握 3.保安林・水源(上水道)の把握 4.騒音・振動の事前予測	1.地域社会への影響に関する協議 2.地域との合意形成	1.運用計画の策定 2.保全管理計画	1.建設コスト 2.発電コストと経済性 3.維持管理コストと経済性リスク 4.ファイナンス・保険 5.固定価格買取制度 6.固定資産税、設備使用料 7.撤去・継続費用

事業プロセス	発電所設計			
サブプロセス	発電所設計			系統連系
タスク	(1)設備設計	(2)工事設計	(3)工事計画	(1)電力会社との協議
学習項目	1.小水力発電システム設計(構成、法令・規格適用、運用計画、保守・管理、安全装置、保証) 2.電気設備設計(構成、法令・規格適用、運用、保全)	1.電気工事設計 2.土木工事設計 3.建物設計	1.工事計画・工事立案 (工事車両選定、搬入道路検討、工事作業スペース)	1.系統連系技術要件ガイドライン

事業プロセス	発電所工事					
サブプロセス	発電所工事					
タスク	(1)契約	(2)土木工事(建設付帯工事)	(3)小水力発電設置工事	(4)電気工事	(5)環境アセス(定期観測)	(6)試運転・検査
学習項目	1.建設請負契約 2.運転・保守・補修契約書(OM契約書) 3.利用可能率の定義 4.部品供給・補修契約 5.保険(リスクヘッジ)	1.道路・敷地造成(進入道路など) 2.水路 3.貯水池または調整池 4.魚道工事	1.機械装置	1.受電引込工事 2.配電盤(・キュービクル)据付工事 3.配線工事 4.計測・制御システム設計・施工	1.希少動物 2.水源、温泉 3.地盤変動(地震) 4.大気環境 5.水質 6.騒音・振動 7.その他調査(生態系、景観、廃棄物など)	1.水量測定 2.設備の確認 3.発電所(監視・点検・整備) 4.送電線(監視・点検・整備)

事業プロセス	発電所運営				発電所撤去	
サブプロセス	発電所運用		メンテナンス		発電所撤去	
タスク	(1)運転・保守・補修契約	(2)損害保証	(1)保守点検	(2)環境アセス(定期観測)	(1)撤去計画	(2)撤去工事
学習項目	1.運転・保守・管理フロー 2.運転監視 3.保守(定期) 4.保守(不定期) 5.補修(改造・改修) 6.部品および治具 7.債務制限 8.事業効率化と見直し	1.保険種別 2.火災保険と範囲 3.賠償責任保険と範囲 4.営業補償保険と範囲 5.保険に必要な事故発生時説明データ・書類	1.水量測定 2.電気設備の保守点検 3.機械設備の保守点検 4.発電装置の保守点検 5.故障予測と予防保全 6.障害対応	1.希少動物 2.水源、温泉 3.地盤変動(地震) 4.大気環境 5.水質 6.騒音・振動 7.その他調査(生態系、景観、廃棄物など)	1.撤去計画(範囲・時期・工法) 2.廃棄物処理	1.撤去工事車両 2.電気工事 3.小水力発電装置解体工事 4.原状復帰工事 5.廃棄物の処理 6.各種届出

図 1-7 再生可能エネルギー知識体系「資源別タスク・学習項目マトリックス (④小水力)」

事業プロセス	予備調査				
サブプロセス	立地可能エリア調査			資源状況調査	
タスク	(1)有望地域の抽出	(2)自然条件の調査	(3)社会条件の調査	(1)予察・概査	(2)発電設備事前調査
学習項目	1.火山性温泉調査 2.噴気・温沼の調査 3.熱源・断層の調査 4.位置・アクセスの調査	1.希少動物の調査 2.地形・地盤の調査 3.地化学探査データなど調査	1.周辺の温泉事業者の規模の把握 2.自然公園区分の把握 3.保安林・水源(上水道)の把握 4.送電線調査(系統連系調査)	1.水質(温泉水、陸水)採取・分析・放熱量測定等 2.物理探査(重力探査、比抵抗探査) 3.地表地質調査 4.構造試験井掘削	1.資源量調査(容積法) 2.地熱構造モデル構築

事業プロセス	詳細検討						
サブプロセス	実現可能性検討						事業性評価
タスク	(1)発電設置点の決定	(2)発電規模の決定	(3)プレ設備設計	(4)環境アセス	(5)ステークホルダーとの協議	(6)調査掘削	(1)経済性の評価
学習項目	1.設置計画地点の地形特性 2.設置計画地点の送配電線距離 3.環境影響(影響範囲の理解)	1.総出力容量決定(予算・可能系統送配電) 2.最適規模と配置 3.発電方式の検討	1.蒸気生産設備(構成、地上設備) 2.発電設備	1.大気環境(硫化水素等) 2.騒音・振動 3.水環境 4.温泉・地盤変動 5.動物・植物・生態系 6.景観 7.人と自然との触れ合い活動の場 8.廃棄物	1.地域社会への影響に関する協議 2.地域との合意形成	1.調査井掘削(主として中口径) 2.噴気還元試験 3.地熱流体流動モデル構築 4.貯留層評価	1.建設コスト 2.発電コストと経済性 3.維持管理コストと経済性リスク 4.ファイナンス・保険 5.固定価格買取制度 6.土地等賃借料・固定資産税 7.熱利用

事業プロセス	発電所設計			
サブプロセス	発電所設計			系統連系
タスク	(1)設備設計	(2)工事設計	(3)工事計画	(1)電力会社との協議
学習項目	1.蒸気生産設備(構成、地上設備) 2.発電設備	1.電気工事設計 2.土木工事設計	1.工事計画・工事立案(工事車両選定、搬入道路検討、工事作業スペース) 2.工程検討	1.系統連系技術要件ガイドライン 2.高圧連系に係る技術基準 3.特別高圧連系に係る技術基準

事業プロセス	発電所工事					
サブプロセス	(1)契約	(2)土木工事 (建設付帯工事)	(3)蒸気生産設備設置工事 (坑井掘削含む)	(4)発電設備設置工事	(5)環境モニタリング	(6)試運転・検査
学習項目	1.工事請負契約 2.運転・保守・補修契約書 3.利用可能率の定義 4.部品供給・補修契約 5.保険(リスクヘッジ)	1.進入道路造成 2.発電所敷地造成(発電所・蒸気生産設備) 3.土木工事(設備・建屋基礎、ピット、調整池等)	1.生産井掘削・試験 2.気水分離機等設置 3.配管系設置 4.還元井掘削・試験	1.タービン設置工事 2.発電機設置工事 3.その他付帯設備設置工事 4.計測・制御システム設計・施工	1.水質 2.動物(重要な種・注目すべき生息地) 3.植物(重要な種・重要な群落) 4.廃棄物	1.物理量(蒸気、熱水、不凝縮ガス等)測定 2.設備の確認 ・配管・容器類(腐食、摩耗、スケール対策) ・坑井内(スケール対策) ・補充井(掘削) 3.発電所(監視・点検・整理) 4.送電線(監視・点検・整備)

事業プロセス	発電所運営						発電所撤去	
サブプロセス	発電所運用			メンテナンス			(1)撤去計画	(2)撤去工事
タスク	(1)貯留層管理	(2)運転・保守・補修契約	(3)損害保証	(1)蒸気生産設備の保守点検 (坑井保守を含む)	(2)発電設備の保守点検	(3)環境モニタリング	(1)撤去計画	(2)撤去工事
学習項目	1.物理化学量(蒸気、熱水、不凝縮ガス等)測定 2.資源将来予測(シミュレーション) 3.補充井・代替井必要時期予測	1.運転・保守・管理フロー 2.運転監視 3.保守(定期) 4.保守(不定期) 5.補修(改造・改修) 6.部品および治具 7.債務制限 8.事業効率化と見直し	1.保険種別 2.火災保険と範囲 3.賠償責任保険と範囲 4.営業補償保険と範囲 5.保険に必要な事故発生時説明データ・書類	1.機械的点検 2.電気的点検 3.故障予測と予防保全	1.機械的点検 2.電気的点検 3.故障予測と予防保全	1.大気環境(硫化水素) 2.水質 3.温泉の水質・湧出量 4.冷却塔からの蒸気の着氷による樹木への影響 5.廃棄物	1.撤去計画(範囲・時期・工法) 2.廃棄物処理	1.撤去工事車両 2.電気工事 3.地熱発電装置解体工事 4.廃棄物の処理 5.各種届出

図 1-8 再生可能エネルギー知識体系「資源別タスク・学習項目マトリックス (⑤地熱)」

2. 再生可能エネルギー事業プロセスと知識体系の関連

再生可能エネルギー知識の体系化整理においては、現行の固定価格買取制度（FIT）を契機に当該分野への新規参入者を意識し、発電事業を軸にした知識体系を作成した。再生可能エネルギーの発電事業プロセスについて各種導入マニュアルを参考にして大別すると、資源別共通で「予備調査」、「詳細検討」、「発電所設計」、「発電所工事」、「発電所運営」、「発電所撤去」のプロセスに区分できることが分かる。ここで、各プロセス区分の内容、粒度、所要時間、プロセス内・プロセス間反復回数などは資源ごとに異なるため、それぞれの項目の中で詳細に区分していく。またこれらのプロセス区分は、事業実施上の分岐点を意識した構成となっている。事業実施上の分岐点とは、事業の成立性判断局面、リスクヘッジ判断局面、大きなコスト負担の必要性判断局面など、事業を進める大きな判断局面を意味している。これらの事業プロセスおよびサブプロセスを一覧表記したものを『事業プロセス・タスクマトリックス』とする。表 2-1にプロセス・サブプロセスを、表 2-2にプロセス・タスクの例を示す。

表 2-1 再エネ発電事業のプロセス・サブプロセス

プロセス	予備調査		詳細検討		発電所設計		発電所工事	発電所運営		発電所撤去
	立地可能エリア調査	資源状況調査	実現可能性検討	事業性評価	発電所設計	系統連系		発電所運用	メンテナンス	
サブプロセス										

表 2-2 予備調査プロセスのタスク例（太陽光）

事業プロセス	予備調査	
サブプロセス	立地可能エリア調査	資源状況調査
タスク	<ul style="list-style-type: none"> ・有望地域の抽出1（自然条件の調査） ・有望地域の抽出2（社会条件の調査） 	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電設備事前調査

『事業プロセス・タスクマトリックス』に記載のプロセスは、以下のように定義する。

「予備調査」は、発電事業実施に対して致命的なリスク要件が存在するかどうか、各資源賦存量が事業を実施するにあたり妥当な量を確保可能かなど、事業としての成立性を判断するプロセスとして定義する。そのため「予備調査」を構成するサブプロセスには、事業計画立案における基本条件の検討、規制などの制約条件の調査、外部の資料・データにもとづく対象エリアのエネルギー賦存量概況評価などが含まれている。この段階で致命的な事業リスクの存在有無を確認する。

「詳細検討」は、発電事業の成立性を個別具体的に評価するプロセスとして定義する。予備調査における資料、調査結果をもとに、発電事業がビジネスとして成立するかどうかを判断する。そのためには、抽出された地域固有の詳細な情報を各種専門的な計測・調査などで取得、検討するとともに、具体的な発電システム、環境アセス、運用計画などを対象とした

リスク評価、経済性評価を実施する。

「詳細検討」のサブプロセスには、詳細調査、発電設備の規模、機種選定、計画に伴うアセスメント、運用時の具体的計画などの設定、事業の経済性評価などが挙げられる。一般的には、この詳細検討のプロセスで十分に吟味、反復評価し、事業成立性を判断する。以降は、事業成立性が認められたシナリオにて、発電事業実施に向けた作業のプロセスとなる。

「発電所設計」は、詳細検討で決定された事業方針を発電所の設計という形で検討するプロセスとして定義する。「発電所設計」のサブプロセスには、次の発電所工事のプロセスに必要な設計書、契約書、計画書などのドキュメント類の整備、発電事業を遂行するための各種法令、規格の確認と対応、協議をタスクとして実施するサブプロセスで構成される。この段階で詳細な事業費用の積算、各種契約条項が確定することとなる。

「発電所工事」プロセスは、当該発電所建設、工事のプロセスと定義する。発電所の建設、工事がサブプロセスとなり、また、発電所設計書にもとづく外注契約、土木工事、機械工事、電気工事、アセスメントなどがサブプロセスでのタスクとなる。一般的にこのプロセスでは、メーカーや外部の委託業者に依頼をすることが多い。最後に外部委託業者から検収するため、試運転・検査のタスクを経て工事完了となる。

発電所工事のプロセスを経て、「発電所運営」となる。「発電所運営」は、発電事業を安全かつ適切に運用するためのプロセスとして定義する。発電所の運営では、発電をすることのみならず、発電所の適切な運転監視、保守メンテナンス、そして環境アセスメントなどを実施タスクとするサブプロセスで構成される。再生可能エネルギー技術は、自然を相手にしたエネルギー変換技術であることから、場合によっては、当初は想定していなかった事態が発生することもあり、その発生も資源別に多種多様である。そのため、資源別の詳細な運営に係る知識整備については、随時更新改訂していく必要がある。

発電所が耐用期間を満了すると、継続・リプレースなどの検討を経て再度上記プロセスに戻ることもあるが、最終的には撤去をすることになるため、そのプロセスを「発電所撤去」プロセスと定義する。発電所撤去プロセスでは、発電所建設時と同様に撤去計画、撤去工事などのタスクで構成されたサブプロセスが主な構成要素となる。プロセスは、再生可能エネルギー発電事業全般にわたり共通部分が多いが、サブプロセス、タスクについては、資源別に種々異なることは前述の通りである。タスクおよび学習項目については、後節において資源別に記載する。

3. 事業プロセス・タスクマトリックス

先に述べた通り『事業プロセス・タスクマトリックス』は対象再生可能エネルギー発電事業のプロセスとタスクを記したものである。発電事業の主プロセスは、どの資源であっても同様のプロセスを経ていることがわかる。発電事業（売電事業）である以上、ビジネスとして成立することが重要で、また電気を滞りなく供給するという責任が発生することは、発電事業者は基本的認識として備えていなければならないことを意味している。当知識体系化においては、既存の導入マニュアルや再生可能エネルギー発電事業をこれまで手掛けてきた経験豊かな発電事業者からのヒアリングをもとに作成をしてきたが、いずれの資源においても上記基本認識をプロセスに展開していることが明らかであった。そこで、当知識体系化においては、主プロセスはこの基本認識を意識できるように構成した。また再生可能エネルギー発電事業では、既存の化石資源を燃料とする火力などの発電事業に比べ、エネルギー源の確保、不確実性の検討が重要となる。再生可能エネルギー知識体系の一つの特徴は、「予備調査」、「詳細検討」および「発電所運営」のプロセスにおけるエネルギー源の確保の安定性、継続性、不確実性の定量化、機器の性能と安定性、そしてリスクヘッジ項目の必要十分な精査にあり、これが発電事業者の知見、ノウハウ、資源ごとの特徴となる。この資源が異なることによる差異は、サブプロセスとタスクに示した。次節において各資源の特徴について記述する。

3.1 太陽光発電の知識体系化

太陽光発電事業の特徴は、大きなリスクは設置場所の日照条件およびパネルの信頼性のみである点である。日照条件については、設置場所の条件や受光障害になるような遮蔽物の有無確認を必要とする。また、太陽光発電事業においては、より大きな発電出力を確保するために、パネル単体出力に比例したパネル規模が必要になるが、その場合、パネルの信頼性、耐久性によっては、発電事業のリスクになりかねない。そのため、パネルの選定や発電所運営時における太陽光パネルの保守点検もリスクをヘッジする上で重要となる。また、太陽光発電においては、出力規模の設定は事業者の計画次第で大きく変えることができる一方、電気出力規模による電気事業法の適用範囲が変わり必要な手続き、注意事項が変わる点については、経済性評価以外の観点で知識として重要な項目であるといえる。各プロセスにおける太陽光発電事業で重要となるポイントを以下に示す。

(1) 予備調査・詳細検討

太陽光発電設備を設置する地理条件が分かると、年間を通しての平均日射量を把握できるため、太陽光パネルの種類やその位置、角度などの設置条件を基に、年間総発電量予測を比較的精度良く行うことができる。周辺に山林などの自然環境や人工建造物などがある場合には、日陰による日射障害が生じる時間帯も考慮して、発電量を計算することが原理的に可能である。

太陽光発電は、夜間には発電することができないことや気象条件の影響を強く受けることから、地熱発電やバイオマス発電、小水力発電と異なり、太陽光発電設備の利用率は 12%

程度であり、この値を高めることは容易ではない。

土地の権利関係や系統連系との接続など、他の再生可能エネルギー利用技術と共通のプロセスがある。

(2) 発電所設計・発電所工事

太陽光発電所工事は、大規模建造物の建設を伴わないため、他の再生可能エネルギー利用設備と比較して、建設工事が容易である。例えば、太陽光発電所建設で最も重要な工事の一つである太陽電池アレイの設置架台の設計・設置工事は、一般的な建物建設の基礎工事と同程度である。

(3) 発電所運営

太陽光発電装置には、発電モーターなど駆動部分がない。そのため、発電時に騒音や排ガス、臭気の発生を伴わないので、自然や社会環境への影響は低く、構造がシンプルで耐久性も優れているため、メンテナンスも簡単である。しかしながら、他のエネルギーと比較して発電コストが高く、発電量が天候によって左右され、夜間は発電しないという特徴を考慮して運営を検討する必要がある。

(4) 発電所撤去

太陽光発電所は、撤去が比較的容易である。太陽光パネルや架台の撤去後の土地には、汚染など環境への影響が少ない。しかし、太陽光発電所はここ2～3年の間で急速に増えたことから、撤去が行われる時期もある一定時期にまとまることが想定される。特に大規模太陽光発電所の事業者については、撤去されるパネル、架台等の運搬、処理等にかかる処分費を前もって見込んで、確保しておくことが不可欠である。

(5) その他の特徴

太陽光発電は、小型電子機器向け小規模発電などもあり、発電規模を自由に設定することが可能である。また、系統によらない電力供給や住宅用途、車輛用途、モバイル用途など幅広い環境や用途への展開が可能である。

普及が進んでいるシリコン太陽電池以外にも多くの種類の太陽電池がある。個々の太陽電池の特性をうまく利用すると、屋内外の人工照明や未利用光の活用なども可能であり、様々な電気利用形態が創製できる。

3.2 風力発電の知識体系化

風力発電事業の特徴として、風資源の把握と定量化、立地制約と環境影響、地域とのコミュニケーションならびにメンテナンスなどが挙げられる。風資源の把握は、風力発電事業の要であるが、時間・日・月・年変動、地形などの影響による局地性など時間空間的に変動不確定要素が多いため、把握とリスクヘッジを如何にするかが重要となる。また、風力発電事業は、規模によって環境アセスが法アセスを必要とする場合があるため、注意が必要である。重要となる特徴的なプロセスとポイントを以下に記述する。

(1) 予備調査

風力発電事業は、再生可能エネルギー発電事業の中でも比較的大きなエリアで構造物を構築することから、利用可能量の把握とともに立地制約に関わる様々なリスク項目を検討する必要がある。自然環境条件の調査では、発電事業に直接的に働く気象リスク条件を検討する。特に日本では、地形要因による風特性（遍在性、乱流）への影響や落雷、台風など事業にインパクトの高い自然条件リスクが存在することから、各種調査が始まる前に十分検討する必要がある。また、社会条件の調査では規模により環境アセスの適用レベルが異なり、特に法アセスが適用される規模においては、環境アセスにかかる時間・コストを十分に把握しておく必要がある。また、資源状況調査においては、詳細な風の評価、事業期間内における風特性の変動性（資源確保リスク）を綿密に検討・評価する必要がある、当知識体系においては、それらをフォローする学習項目を記載している。

(2) 詳細検討

風力発電の規模や配置条件、資源リスクを定量的に分析した後、詳細検討において実現可能性を検討するとともに、地域社会との協議、コミュニケーションが重要となる。風力発電は、大きな構造物であることから、地域社会へのインパクトが大きく地域への貢献や受容性についても十分な配慮と検討が必要である。当知識体系においては、地域社会との協議、コミュニケーションタスクを明確に設定するとともに、関わる学習項目について記載をしている。また、事業性評価におけるリスク評価とリスクヘッジ方法の確認は、事業に対するインパクト、リスクを評価する上で重要なフェーズとなる。

(3) 発電所運営

風力発電事業を進めるうえで重要なプロセスの一つとして、発電所運営特に運転監視とメンテナンスが挙げられる。発電事業として安定かつ安全な発電ができるように風車の運転を監視することは当然である。また、風車は稼働する構成部品の点数が多くまた自然の要因（乱流、雷、台風など）による故障事故が多く発生する。それらのトラブルに対処することが風力発電事業を円滑かつ安定に運用することにつながる。

3.3 バイオマス発電の知識体系化

バイオマス発電事業の一番の特徴は、資源調達的设计と管理運用にある。すべてのプロセスにおいて資源調達に関わるリスクをいかに減らし、事業運営として安定化を図るか、そのためのタスクおよび学習項目を正しく習得するかが事業運用の知識として重要となる。各プロセスにおいて、特にバイオマス発電事業で重要となるポイントを以下に記述する。

(1) 予備調査

木質バイオマスには、製材残材（背板、端材、バーク（樹皮）、おがくず等）、建築廃材などの廃棄物系バイオマスや、林地残材（切り捨て間伐材）などの未利用系バイオマスがある。

木質バイオマス発電においては、利用可能な木質バイオマスの種類や量などを把握する必

要がある。安定的な木質バイオマス資源の確保は事業継続に不可欠である。また、木質系バイオマスの供給量とエネルギー需要量の季節による変動にも配慮する必要がある。冬季には熱需要が多いことから原料不足となり、夏季には原料の余剰が発生しやすい。さらに、木質バイオマスは製紙用チップの利用と競合することから、競合状況も勘案して利用していく必要がある。

(2) 詳細検討

(ア) 発電所の規模の設定

バイオマスの発電技術は直接燃焼によるボイラ・蒸気タービン・発電機で構成する蒸気サイクルによる発電方式がもっとも普及している。直接燃焼の一次生産物の熱が、ボイラや熱交換機器を通して温水や蒸気、温風などに変わり、電気や室内の冷暖房や工業用の蒸気などに変換されて、エネルギーとして利用される。

発電所は、収集可能で処理する木質バイオマスの量を基本に規模を設定する。事業に関わる主体については、森林組合やバイオマス収集・運搬する事業者などステークホルダーが複数いる場合は、責任分担範囲を明確にする必要がある。設備の種類によっては、ボイラー・タービン主任技術者、電気主任技術者などの有資格者が必要になる。焼却灰が出るため、肥料としての販売や林地への還元等、処理をどうするかを考えておく必要がある。建築廃材等が混入する場合は処分費が発生するが、処理単価は変動するため注意が必要である。

(イ) 事業性評価

15~20 年程度の事業期間を想定し、事業採算性の検討を行う。木質バイオマス発電の継続的な事業運営には、安定的な燃料調達が重要となる。

再生可能エネルギー固定価格買取制度における買取価格は、間伐材等の未利用木材：32 円/kW、一般木材：24 円、リサイクル木材：13 円/kW で、調達期間は 20 年間である（平成 26 年度）。木質バイオマスの中でも一般に利用が困難とされる間伐材だが、間伐材を積極的に利用することにより売電収入の増加が期待できる。ただし、間伐材の含水率は高いため、エネルギー利用においては含水率の調整が不可欠である。

(3) 発電所設計

直接燃焼発電施設として、蒸気ボイラ、蒸気タービン、発電機と各機器の補機装置で構成される。形式も構造や制御が簡単で保守・取扱いが容易で効率が良く、経済性の高いものが選定される。

(4) 発電所運営

保安管理・燃料保管においては、「含水率の調整」が木質バイオマス直接燃焼発電において極めて重要となる。製材残材をエネルギー利用する際には、乾燥をさせることにより、エネルギー利用効率を高くすることができる。とくに林地残材やバークは含水率が高く低位発熱量のため、エネルギー利用効率が低下してしまう。貯木場を整備し貯留しながら、太陽の熱、風、表面積を冷やすなどの自然乾燥を行い、含水率を下げることによりエネルギー利用

効率を上げる必要がある。バイオマスは化石燃料代替の側面もあることから、化石燃料はできるだけ使わずに含水率を調整する管理方法を検討することが望まれる。

(5) その他の特徴

プラントの運転については規模にもよるが、数名から十数名程度の雇用効果が期待される。エネルギーをできるだけ有効に利用するため、発電だけではなく、熱利用やペレット等の燃料製造を並行して検討されることも多い。これまで森林に残置されてきた間伐材や、焼却処分されてきたバークや木くず、端材などをバイオマス発電の燃料として有効利用することにより、森林資源の循環活用を推進し、地産地消への貢献も期待できる。

3.4 小水力発電の知識体系化

水力発電は、古くからある発電技術で、一般的に不明瞭な点は少ないと思われる。しかしながら、小水力発電においては大規模な貯水池を人工的につくりださない環境にやさしい発電システムである一方で、小水力発電特有の事業運用のポイントがある。

(1) 予備調査

予備調査段階における、既存文書によるリスクの洗い出しとリスクヘッジは重要なタスクとなる。小水力発電では、発電機を設置する場所の検討のみならず、エネルギー源の源泉、関係する河川など、広範な地域の状況を把握しておく必要があり、学習項目として記載している。予備調査のサブプロセスである資源状況調査以降は、具体的なエネルギー量の計測と分析評価が実施される。

(2) 詳細検討

詳細検討の詳細事業性評価を行うにあたり、広範な地域にまたがる小水力発電は、環境影響評価ならびにステークホルダーとの協議が重要となる。事業期間内の水資源の確保はこの詳細検討段階で実施するタスクにより、ほぼ決まってくる。これらのタスクを適切に実施するための学習項目を記載した。

(3) 発電所運営

水力発電は、稼働する機械部品が多いため機械設備、電気設備の保守点検は重要である。また、想定した水資源がきちんと確保されているかどうかを確認する水量測定、水路の保全点検が特徴的な学習項目となる。

3.5 地熱発電の知識体系化

地熱発電事業においては、資源である地熱の貯留層が地下深くに存在し、直接的に計測することが困難である点や、事業期間中継続してその資源を確保できるかという点が事業遂行上考慮すべき重要なポイントとなる。また、広範にわたる開発となることから、各種環境影

響調査や地域社会との協議において、コミュニケーションは事業の遂行において重要であるため、知識として有しておく必要がある。以下に、地熱発電事業における特徴を示す。

(1) 予備調査

地熱発電事業は、先に述べた通り資源である地熱貯留層が地下深くに存在し、状況を把握することが難しい。また、掘削に係るコストも大きいことから、この地下探査は重要性が高い。掘削しても蒸気を掘り当てられないリスクもあり適切な調査を実施する必要がある。当知識体系化においては、資源状況調査サブプロセスを設定し、このプロセスで入念な地下把握のための学習項目を設定した。また、関連して温泉への影響範囲の把握や掘削の実施に際しては、温泉法に基づく手続きなどが必要となる点や十分な環境影響に対する調査を必要とする点も学習項目の特徴といえる。また、環境影響評価法が適用される出力規模においては、環境アセスメントにかかる時間・コストを十分に把握しておく必要がある。

(2) 詳細検討

詳細検討のプロセスにおいても、地下の状況を把握することは重要である。詳細プロセスでは、より具体的な調査掘削を実施する必要が発生する。このプロセスにおける調査掘削は、以降の経済性評価項目の信憑性、不確実性低減に大きく影響を及ぼすことになるため、信頼性の高い調査手法、分析方法の理解が重要となる。

(3) 発電所工事

発電所工事のプロセスにおいては、蒸気生産設備工事及び発電設備設置工事が含まれ、蒸気生産設備工事には、坑井掘削が含まれる。また、地下から放出される蒸気の大気影響への配慮は地熱発電の特徴的なタスクであり、学習項目である。

(4) 発電所運営

地熱発電事業では、タービン発電機のメンテナンスや蒸気生産設備の保守点検のみならず、地下の貯留層の管理が非常に重要となる。特に貯留層に関しては、蒸気・熱水の成分及び生産量を正しく把握し、将来の生産予測などを実施する上で、定期的な資源監視・管理が重要となるため、ここでは地熱発電に特徴的な学習項目として含めた。

4. 資源別タスク・学習項目マトリックス

それぞれのタスクを実施する上で必要となる学習項目を表したものが『資源別タスク・学習項目マトリックス』である。『資源別タスク・学習項目マトリックス』の例を表 4-1に示す。『資源別タスク・学習項目マトリックス』は、それぞれの事業プロセスで実施されるタスクを円滑に遂行するために必要な学習項目を記したもので、資源別に異なる。学習項目には、タスクを実施する上で最低限必要な背景、技術、考え方の項目が挙げられている。また、それぞれの学習項目は、内容区分と共に大学、基礎講習コースを意識した構成単位とし、15分から60分を学習時間目安として項目を区分している。実際には、それぞれの学習項目は専攻、専門種別により重要度は変わるが、本知識体系においては、タスクの円滑実施に必要な学習項目として区分している。それぞれの資源別の詳細については、図 1-4 から図 1-8 を参照。

表 4-1 『資源別タスク・学習項目マトリックス』

タスク	(1)風車設置地点の決定	(2)風車規模の決定 (容量, 台数, 配置)
学習項目	1.設置計画地点の地形特性 2.設置計画地点の送配電線距離 3.騒音・電波障害などの環境影響 (影響範囲の理解) 4. 経済検討(概要)	1.総出力容量決定 ・可能予算 ・可能系統送配電 2.出力規模と台数 ・必要スペース 3.概略経済性評価 4.最適規模と配置

先に述べた通り、資源ごとの特徴はサブプロセスとタスクに表れている。これにより資源ごとに事業を進めるうえでのポイントは明らかになるが、それぞれで特に知識として備えていなければならない事項は十分にはわからない。そこで、『資源別タスク・学習項目マトリックス』では、それぞれのタスクを実施する上で学ぶべき学習項目として記載をしている。『事業プロセス・タスクマトリックス』が「どんな項目を検討する必要があるのか」に対して、『資源別タスク・学習項目マトリックス』は、「どのように検討していくのか」を記載している。

再生可能エネルギー事業では、資源環境、自然環境の不確かさを有している点、地域との協議、再生可能エネルギー変換技術自体が発展途上技術である点など、不確実性に起因するリスク要因が多く存在する。安定的な発電事業を実施していく上では、資源ごとの特徴を正しく理解し、不確実な諸量を如何に把握し、定量化するかが重要となる。本知識体系では、各タスクの学習項目としてこれらの諸量を定量化するために学ぶべき項目について記載している。