

発電所環境アセス迅速化に資する 技術開発の動向と展望

報 告 書

平成 27 年 3 月

公益社団法人 土木学会
エネルギー委員会
環境技術小委員会

土木学会 エネルギー委員会 環境技術小委員会 委員構成

委員長 清水隆夫 前（一財）電力中央研究所 赤城試験センター所長

委員 浅井 正 国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室長

委員 井桜政泰 四国電力（株） 土木建築部 土木技術グループ 副リーダー

委員 及川隆仁 中国電力（株） 流通事業本部 マネージャー（土木計画担当）

委員 川口雅樹 関西電力（株） 土木建築室 計画グループ マネージャー

委員 川嶋直人 中部電力（株） 技術開発本部 電力技術研究所 土木技術グループ 構築チーム 研究副主査

委員 工藤正彦 北海道電力（株） 土木部 土木エンジニアリンググループ グループリーダー

委員 高橋 均 東北電力（株） 土木建築部 土木建築業務課長

委員 仲敷憲和 （一財）電力中央研究所 環境科学研究所 水域環境領域リーダー 副研究参事

委員 藤田久之 北陸電力（株） 土木部 土木業務運営チーム 統括副部長

委員 松尾和宏 経済産業省 商務流通保安グループ 電力安全課 課長補佐（水力発電設備担当）

委員 松尾憲親 九州電力（株） 技術本部 総合研究所 土木グループ長

委員兼幹事 太田誠二 電源開発（株） 技術開発部 茅ヶ崎研究所 土木技術研究室 リーダー

委員兼幹事 中村 元 東京電力（株） 経営技術戦略研究所 課長代理

旧委員 池田浩一 九州電力（株） 技術本部 総合研究所 土木グループ長（当時）

旧委員 岩見洋一 国土交通省 国土技術政策総合研究所 環境研究部 河川環境研究室長（当時）

旧委員 上野 登 経済産業省 原子力安全・保安院 電力安全課 水力班長（当時）

旧委員 岡川一義 中国電力（株） 流通事業本部 専任課長（土木計画担当（当時））

旧委員 坂井研二 関西電力（株） 研究開発室 電力技術研究所 環境技術研究センター 副主任研究員（当時）

旧委員 田中則和 北海道電力（株） 土木部 土木エンジニアリンググループ グループリーダー（当時）

旧委員 中廣政之 四国電力（株） 土木建築部 土木技術グループ 副リーダー（当時）

旧委員 西村哲治 北海道電力（株） 土木部 土木企画グループ グループリーダー（当時）

旧委員 藤原正雄 東北電力（株） 土木建築部 副部長（当時）

旧委員 村野清一郎 東北電力（株） 土木建築部 土木建築業務課長（当時）

旧委員 山下龍夫 経済産業省 商務流通保安グループ 電力安全課 課長補佐（水力発電設備担当）（当時）

旧委員兼幹事 加藤孝弘 電源開発（株） 技術開発部 茅ヶ崎研究所 土木技術研究室 サブリーダー（当時）

協力執筆者 本多正樹 （一財）電力中央研究所 環境科学研究所 生物環境領域 上席研究員

目 次

第1章 はじめに

1.1 経緯	1
1.2 本書の構成	1

第2章 迅速化の考え方

2.1 手続の迅速化	2
2.2 火力リプレースガイドラインの合理化手法による迅速化	3
2.2.1 リプレースガイドラインの概要	3
2.2.2 合理化対象項目	4
2.2.3 合理化の条件および手法	4
2.3 環境調査の前倒しによる迅速化	16
2.4 情報・データの共有による迅速化	16

第3章 迅速化に資する調査技術

3.1 大気環境	18
3.1.1 発電所計画地点の気象観測を省略する方法 ¹⁾	18
3.1.2 ゾンデ等を用いた高層観測を省略する方法 ¹⁾	20
3.2 水環境	21
3.2.1 海洋レーダを用いて陸上から海面の流速分布を観測する方法 ⁴⁾	21
3.2.2 海洋レーダを用いて陸上から表層塩分の分布を観測する方法 ²⁾	24
3.2.3 自律型水環境モニタリングロボット	28
3.3 地形・地質	29
3.3.1 バイオセンサーによって重金属を迅速に測定する方法	29
3.3.2 ヘリコプターによる空中物理探査 ¹⁾	32
3.4 動物	34
3.4.1 糞などのDNA解析によって動物の生息数を推定する方法	34
3.4.2 GISと多変量解析を用いたノウサギ生息密度の予測と地図化 ¹⁾	39
3.4.3 鳥類調査の機械化	44
3.5 植物	48
3.5.1 リモートセンシングによる植生分布調査	48
3.6 生態系	49
3.6.1 DNA解析による野生動物の糞内容物からの餌植物同定 ¹⁾	49
3.6.2 猛禽類を頂点とする食物連鎖の定量的解析 ¹⁾	52
3.6.3 雑食性中型哺乳類の餌資源分布の評価 ¹⁾	55

第4章 情報処理技術の高度化による手続きの迅速化

4.1 既存の電子ライブラリー	58
4.2 電子ライブラリーの充実	72
4.3 電子ライブラリー利用の高度化	74

第5章 迅速化に資する予測・評価手法

5.1	火力発電所の環境影響	76
5.1.1	排ガスが大気環境に与える影響	76
5.1.2	温排水が海生生物の生息環境に与える影響	85
5.1.3	敷地の造成が生態系に与える影響	93
5.1.4	計画段階で重要種の生息・生育可能性を効率的に推定する方法	99
5.2	水力発電所の環境影響	103
5.2.1	ダムの建設が河川生態系に与える影響	103
5.2.2	貯水池の水質悪化が水環境に与える影響	108
5.3	風力発電所の環境影響	113
5.3.1	騒音・低周波音・シャドーフリッカーの影響	113
5.3.2	バードストライクの影響 ¹⁾²⁾	116
5.3.3	海鳥に与える影響	119
5.4	地熱発電所の環境影響	124
5.4.1	硫化水素の影響	124
5.4.2	周辺の温泉に与える影響	126
5.5	CCSの環境影響	133

第6章 アセス迅速化の事例

6.1	西名古屋火力発電所	142
6.1.1	環境影響評価の概要	142
6.1.2	更新手続き実績と審査の迅速化適用時の評価について	145
6.2	姫路第二発電所	147
6.2.1	環境影響評価の概要	147
6.2.2	更新手続き実績とガイドライン適用時の評価について	149
6.3	坂出發電所（2号機リプレース）	152
6.3.1	環境影響評価の概要	152
6.3.2	更新手続き実績とガイドライン適用時の評価	155
6.4	富山新港火力発電所	157
6.4.1	環境影響評価の概要	157
6.4.2	環境影響評価手続きと環境アセス迅速化の実績	160
6.5	竹原火力発電所	162
6.5.1	環境影響評価の概要	162
6.5.2	更新手続き実績とガイドライン適用時の評価について	166
6.6	風力・地熱発電所	168

第7章 おわりに

表リスト

表 2.1-1	国による審査期間の短縮目標日数（参考文献 2 をもとに作成）	2
表 3.1.1-1	気象の現地調査結果を用いる従来法と既存データを用いる簡略法の比較 NO _x の最大着地点濃度(年平均値)のシミュレーション結果(単位:ppb) 1)	18
表 3.1.1-2	既存の大気質データを用いる方法の検討結果 1)	19
表 3.1.2-1	べき乗数設定法による最大着地点濃度（年平均値）の比較 1) (NO _x 、単位： ppb)	20
表 3.2.1-1	従来型観測手法と DRAGON システムの基本特性の比較 4)	22
表 3.2.1-2	DRAGON システムと従来型流速計との比較結果 4)	23
表 3.3.1-1	開発された抗体の感度と関連する基準値 2)	30
表 3.3.2-1	空中物理探査手法の特徴と期待される効果 1)	33
表 3.6.1-1	ノウサギの糞から同定・推定した餌植物 1)	50
表 3.6.1-2	カモシカ、ヤマドリの糞から同定・推定した餌植物 1)	51
表 3.6.3-1	タヌキとアナグマの糞からの餌内容物分析結果 1)	55
表 3.6.3-2	土壤動物平均湿重量と出現地点数 1)	56
表 5.1.1-1	数値モデルの効率化 1) (抜粋)	76
表 5.1.4-1	生息・生育環境データベースの国 RDB ランク別登録種数 1)	101
表 5.1.4-2	植生区分ごとの出現状況をまとめた判定表 1) (抜粋)	102
表 5.4.2-1	温泉の成因と深部地熱流体の関係 2) (出展：環境省のホームページ http://www.env.go.jp/nature/onsen/docs/chinetu_guideline.pdf)	128
表 5.4.2-2	地熱発電が温泉に影響した事例と日本の開発状況の比較 1)	131
表 5.5-1	CCS 分離・回収技術分類 2) (出展：国立環境研 環境展望台 CO ₂ 回収・ 貯留)	133
表 5.5-2	CCS 貯留技術分類 2) (出展：国立環境研 環境展望台 CO ₂ 回収・貯留 に 基づいて作表)	134
表 5.5-3	現場型 pH センサー 4)	135
表 6.1.2-1	期間短縮の実績	146
表 6.2.2-1	期間短縮の実績	150
表 6.4.2-1	審査期間の短縮実績	160
表 6.5.2-1	期間短縮の実績	166

図リスト

図 2.2.3-1	施設の稼働（温排水）に係る合理化手法のフロー 3)	8
図 2.2.3-2	動植物（陸域）に係るアセス手法の合理化のフロー（全体） 3)	12
図 3.1.1-1	現地観測による風配図（左）と AMeDAS データを補間して得られた風置 図（右）の比較（実線は風向頻度、破線は風向毎の平均風速） 1)	18
図 3.1.1-2	年平均値着地濃度予測結果の比較 1)	19
図 3.2.1-1	海洋レーダを用いて陸上から海面の流速分布を観測した一例 4)	21
図 3.2.2-1	水温（T）、塩分（PS）と電気伝導度（ σ ）の関係 2)	25

図 3.2.2-2	2006 年夏季の筑後川の流量（瀬の下）と雨量（雲仙局） ²⁾	25
図 3.2.2-3	日平均塩分の変化 ²⁾	26
図 3.2.3-1	自律型水環境モニタリングロボットの外観図とセンサー類 ¹⁾	28
図 3.3.1-1	バイオセンサーによるカドミウムの測定 ¹⁾	29
図 3.3.1-2	抗体のファージライブラリーの作製とファージの選別 ³⁾	31
図 3.3.2-1	ヘリコプターによる空中物理探査の模式図 ¹⁾	33
	（出展：独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構のホームページ）.....	33
図 3.4.1-1	DNA 足跡識別法による個体識別結果 ¹⁾	35
	（参考文献 1 の図 2 葉と脚注を合成）.....	35
図 3.4.1-2	糞 DNA より識別したタヌキ個体の調査期間におけるため糞場利用 ⁴⁾	37
	（参考文献 4 を一部改変）.....	37
図 3.4.1-3	糞 DNA から識別したアナグマの個体の分布 ⁴⁾	38
図 3.4.2-1	ノウサギ生息密度の予測値と実測値.....	41
	（参考文献 1 から抜粋・並び替え）.....	41
図 3.4.2-2	イヌワシ行動圏におけるノウサギ生息密度の予測地図の比較.....	42
	（参考文献 1 から抜粋・並び替え）.....	42
図 3.4.2-3	ノウサギ生息密度の予測地図の同じ時期違う年の比較.....	43
	（参考文献 1 から抜粋・並び替え）.....	43
図 3.4.3-1	ワシの飛翔軌跡の例（左）と飛翔ポテンシャルマップ（右） ¹⁾	44
	（出展：野鳥 2014 年 8 月号）.....	44
図 3.4.3-2	カラスの飛翔画像（重ね合せ表示）（左）と抽出された飛翔軌跡（右） ²⁾	45
図 3.4.3-3	立体的に把握された鳥類の飛翔軌跡 ³⁾	45
図 3.4.3-4	レーダー調査の風景（左）とレーダーが捉えたミズナギドリ類の移動状 況（右） ⁴⁾	46
	（出展：日本野鳥の会のシンポジウム資料 参考文献 4）.....	46
図 3.5.1-1	ラジコンヘリを用いた高解像度リモートセンシングによる植生の判読例 ¹⁾	48
	（出展：日本生態学会 第 57 回ポスター発表 参考文献 1）.....	48
図 3.6.2-1	植生繁茂期におけるノウサギ現存量の GIS データベース ¹⁾	52
図 3.6.2-2	LAI 値の分布と経時変化 ¹⁾	53
図 3.6.2-3	イヌワシを頂点とした食物連鎖における各栄養段階の現存量 ¹⁾	54
図 3.6.3-1	植生タイプ（左上）、土壌タイプ（右上）、日射量指標（左下）の GIS デー タベースと数値化 I 類による回帰モデルを用いた餌資源量の推定分布 （右下） ¹⁾	57
	（参考文献 1 から抜粋、再編成）.....	57
図 4.1-1	総務省の地図で見る統計（統計 GIS）のページ ¹⁾	58
図 4.1-2	総務省の地図で見る統計（統計 GIS）の表示例 ¹⁾	59
図 4.1-3	国土地理院の基盤地図情報のページ ²⁾	60
図 4.1-4	基盤地図情報の提供地域（縮尺 2500 分の 1 相当以上の概ねの範囲） ²⁾	60
	（出展：国土地理院 http://maps.gsi.go.jp/?z=5&ls=fgd1_2&cd=f0%2Ff0_12%2Ff0_12_0&d=l#5/39.147103/137.812500 ）.....	60
図 4.1-5	国土数値情報ダウンロードサービスのトップページ ³⁾	61

図 4.1-6	国土数値情報 鳥獣保護区データのダウンロード画面 ³⁾	62
図 4.1-7	国立環境研究所「環境 GIS」の「環境の状況」のページ ⁴⁾	63
図 4.1-8	国立環境研究所「環境 GIS」の「環境指標・統計」のページ ⁴⁾	64
図 4.1-9	国立環境研究所「環境 GIS」の「環境規制・指定」のページ ⁴⁾	65
図 4.1-10	国立環境研究所「環境 GIS」の「環境の状況」の表示例（公共用水域の水 質測定結果） ⁴⁾	66
	http://tenbou.nies.go.jp/gis/monitor/?map_mode=monitoring_map&field=3	66
図 4.1-11	生物多様性センター自然環境情報 GIS 提供システムのページ ⁵⁾	66
図 4.1-12	自然環境保全基礎調査の調査項目をまとめたページ ⁵⁾	67
	（出展：生物多様性センターのホームページ http://www.biodic.go.jp/kiso/fnd_f.html ）	67
図 4.1-13	自然環境保全基礎調査の概要を説明したページ（つづく） ⁵⁾	68
	（出展：生物多様性センターのホームページ http://www.biodic.go.jp/kiso/10/1_gaiyo.html ）.....	68
図 4.1-13	自然環境保全基礎調査の概要を説明したページ（つづき） ⁵⁾	69
	（出展：生物多様性センターのホームページ http://www.biodic.go.jp/kiso/10/1_gaiyo.html ）.....	69
	http://www.biodic.go.jp/trialSystem/Doc/legend.pdf	70
図 4.1-14	生物多様性センター自然環境情報 GIS 提供システムの表示例 ⁵⁾	70
図 4.2-1	環境影響評価支援情報ネットワークで紹介されている「地方公共団体の環 境情報提供サイト等」（つづき） ³⁾	73
図 4.3-1	標準化による GIS の高度利用のイメージ.....	74
図 4.3-2	地理空間情報の活用施策の一例 ²⁾	75
図 5.1.1-1	数値モデルによる煙軸上着地濃度分布の比較 ¹⁾	77
図 5.1.1-2	パソコン用 3 次元数値モデルで評価した最大着地濃度比と風洞実験結果の比較 ●（○は平地条件） ¹⁾	77
図 5.1.1-3	パソコン用 2 次元的な数値モデル（●）、既存の簡易モデル（△）で評価した最大 着地濃度比と風洞実験結果の比較（○は平地条件） ¹⁾	77
図 5.1.1-4	GIS 連動型大気環境濃度予測システム ³⁾	79
図 5.1.1-5	火力発電所用大気アセスメント支援ツール ⁷⁾	81
図 5.1.1-6	高次感度解析法とタグ付きトレーサ法による国内発生源の影響度 ⁸⁾	83
図 5.1.2-2	表層放水された温排水の簡易シミュレーション手法 ³⁾	86
図 5.1.2-3	水中放水された温排水の簡易シミュレーション手法 ³⁾	86
図 5.1.2-4	拡散係数と代表時間スケール(T)、代表流速(U)の関係 ⁴⁾	87
図 5.1.2-5	潮流振幅の年間最大力の偏差 ⁴⁾	88
図 5.1.2-6	代表恒流流速の年間最大値の偏差 ⁴⁾	88
図 5.1.2-7	ネスティングなし ⁶⁾	89
図 5.1.2-8	2-way ネスティング ⁶⁾	89
	（赤色部分を加筆）.....	89
図 5.1.2-9	3 次元温排水拡散予測モデルの並列化効率.....	90
図 5.1.2-10	推定された流速と水位 ⁷⁾	90
図 5.1.2-11	海藻草類生育量の計算例.....	92
図 5.1.2-12	海藻草類の光合成特性の例.....	92

図 5.1.3-1	上位種を対象とした解析・評価の基本的考え方のイメージ ¹⁾	94
図 5.1.3-2	イヌワシの利用可能餌現存量 GIS データ ¹⁾	95
図 5.1.3-3	調査・解析・予測フロー ¹⁾	95
図 5.1.3-4	事業における開発計画レイアウトとイヌワシ利用可能餌量 GIS ¹⁾	96
図 5.1.3-5	注目種アナグマの調査・解析フロー ¹⁾	97
図 5.1.3-6	「行動環境」、「繁殖環境」、「採餌環境」の好適性 ¹⁾	98
図 5.1.3-7	「行動環境」、「繁殖環境」、「採餌環境」の好適性を総合化したアナグマの 好適生息区分図 ¹⁾	98
2004～2013年の10年間に確定した発電所を対象とした環境影響評価書23編をもと に作成。		99
図 5.1.4-1	文献調査と現地調査の重要種数数の比較 ¹⁾	99
図 5.1.4-2	配慮書における重要種の影響評価フロー ¹⁾	100
図 5.2.1-1	付着藻類と水質モデルの概念図 ¹⁾	103
図 5.2.1-2	抗酸化力の概念図 ⁵⁾	106
図 5.2.1-4	個体湿重量と TOSC 値の関係 ⁵⁾	107
図 5.2.2-1	水質モデル概念図（点線口の中が予測対象項目） ¹⁾	110
図 5.2.2-2	COD の空間分布と季節変動（実線：計算、プロット：観測） ¹⁾	111
図 5.3.1-1	二重防風スクリーンの試作（環境省戦略指定研究） ¹⁾	114
図 5.3.1-2	風力発電施設における実測調査（環境省戦略指定研究） ¹⁾	114
図 5.3.1-3	シャドーフリッカーのイメージ ⁴⁾	115
図 5.3.1-4	現地検討会におけるシャドーフリッカー ⁴⁾	115
図 5.3.1-5	カナダにおけるシャドーフリッカーの予測範囲の例 ⁴⁾	115
図 5.3.2-1	球体内に侵入した鳥がブレード回転面を通過する場合の模式図 ²⁾	118
	（由井・島田の図に赤字部分と赤矢印を加筆）	118
図 5.3.2-2	オジロワシがブレード回転面へ45°の角度で突入する模式図 ²⁾	118
図 5.3.3-1	日本における重要野鳥生息地（IBA） ¹⁾	120
	（出展：日本野鳥の会のホームページ）	120
図 5.4.1-1	蒸気発電方式（上）とバイナリー発電方式（下） ¹⁾	124
	（出展：NEDO のホームページ http://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100066.html ）	124
図 5.4.2-1	地熱貯留層概念図 ²⁾	126
図 5.4.2-2	地熱発電の仕組み ²⁾	132
図 5.5-1	CCS システム構成例 ¹⁾ （出展：地球環境産業技術研究機構(RITE)のホーム ページ）	133
図 5.5-2	CCS 貯留技術の分類 ²⁾	134
	（出展：国立環境研 環境展望台 CO ₂ 回収・貯留）	134
図 5.5-3	CCS 貯留概念図（1） ⁶⁾	134
	（出展：経産省ウェブサイト）	134
図 5.5-4	CCS 貯留概念図（2） ³⁾ （（独）産業技術総合研究所ウェブサイトより）	134
図 5.5-5	pH/pCO ₂ センサー ⁴⁾	136
図 5.5-6	pCO ₂ センサー電極部 ⁴⁾	136
図 5.5-7	pH/pCO ₂ センサーによる現場での鉛直計測 ⁴⁾	136
図 5.5-8	pH/pCO ₂ センサーによる現場計測結果 ⁴⁾	136

図 5.5-9	pH/pCO ₂ センサーの現場での応答速度 ⁴⁾	137
図 5.5-10	貯留 CO ₂ 漏洩の模式図 ⁵⁾	138
図 5.5-11	貯留 CO ₂ 漏洩検知への音響トモグラフィ ⁵⁾ 適用 ⁵⁾	138
図 5.5-12	音響トモグラフィ装置の現場作動試験結果 ⁵⁾	138
図 5.5-13	各種化学センサー搭載 AUV ⁵⁾	139
図 5.5-14	海底温泉湧出地帯における AUV による pH,pCO ₂ マッピング ⁵⁾ 結果 ⁵⁾	139
図 5.5-15	曳航観測システムの模式図 ⁵⁾	139
図 5.5-16	曳航観測システムの現場動作試験結果 ⁵⁾	140
図 5.5-17	漏洩 CO ₂ の検知・モニタリング手順 ⁵⁾	140
図 6.6-1	環境アセスメント情報整備モデル事業 ¹⁾	168
	(出展：環境省のホームページ)	168

第1章 はじめに

1.1 経緯

東日本大震災以降の厳しい電力需給のひっ迫などにより、早急な電源確保のニーズが高まるなか、発電所設置の際の環境アセスメントの簡素化・迅速化に関する具体的な方策について検討するため、経済産業省と環境省は平成 24 年 9 月に連絡会議を設置した。会議では火力・風力・地熱の関係事業者と関係自治体からヒアリングを行い、その結果を踏まえて両省で意見を交換して、平成 24 年 11 月 27 日に中間報告を発表した。

土木学会エネルギー委員会環境技術小委員会はこの動きに対応して、発電所環境アセスメントの迅速化に資する技術開発の動向調査を開始した。当小委員会では迅速化に資する調査技術、データベース、予測・評価手法の開発動向と活用事例を調査し、今後どのような技術が必要かも含めて報告書を取りまとめ、会員各位他に広く成果を還元することとした。

1.2 本書の構成

まず第 2 章では経済産業省と環境省の連絡会議において打ち出された発電所環境アセス迅速化の考え方を、手続きの迅速化、火力リプレースガイドラインの活用、環境調査の前倒し、情報・データの共有の 4 点にまとめた。第 3 章では迅速化に資する調査技術の開発動向を環境要素の区分に沿って大気環境～生態系について述べた。第 4 章では情報・データの共有に欠かせないデータベースの充実と情報処理技術の高度化について記述した。第 5 章では迅速化に資する予測・評価手法を火力・水力・風力・地熱の発電所に分けて記述した。ただし、例えば火力発電所で取り上げた生態系への影響予測評価手法などは他の発電所においても活用されるものである。なお、水力は上述の連絡会議では挙げられていないが、重要な再生可能エネルギーとして加えた。さらに、今後必要になってくる CCS（二酸化炭素の地中貯留）についても記述した。最後に第 6 章では先行的な現況調査結果の活用などアセス迅速化の事例を紹介した。

第2章 迅速化の考え方

経済産業省および環境省において平成 24 年 9 月に設置された「発電所設置の際の環境アセスメントの迅速化等に関する連絡会議」（以下、「連絡会議」という）では、検討事項として以下の項目が掲げられている（以下、同連絡会議の設置要綱より抜粋）¹⁾。

- (1) 火力発電所リプレースの審査プロセス等における国、自治体、事業者の運用改善等による環境アセスメントの期間短縮
- (2) 火力発電所リプレースにおける環境アセスメントの簡素化
- (3) 火力発電所リプレースにおける撤去工事に関する環境アセスメント上の取扱についての整理
- (4) 「火力発電所リプレース」の定義の明確化
- (5) 風力発電所、地熱発電所における環境アセスメントの簡素化・迅速化
- (6) 火力発電所の新增設における環境アセスメントの迅速化
- (7) その他火力発電所等における環境アセスメントの迅速化に資する関係法令の制度・運用上の見直し

本章では、連絡会議における報告を要約するとともに、その内容を迅速化の考え方として、以下の 2.1～2.4 の項目で整理する。

2.1 手続の迅速化

手続きの迅速化とは、具体的にはアセスメントの審査プロセス等における国、自治体、事業者の運用改善によるアセスメント期間の短縮である。平成 24 年 11 月に示された「連絡会議」中間報告に記載された内容を要約すれば以下のとおりである。²⁾

- ✓ 国の審査期間の短縮
 具体策：環境審査顧問会の合理化（開催回数の限定、審査の効率化など）、経済産業省、環境省および自治体間の情報交換および提供の合理化・効率化等
- ✓ 審査期間の短縮に向けた自治体への協力要請
 具体策：国と自治体の並行審査の実施、審査迅速化のための経済産業省、環境省との情報共有、審査の逐次実施（一部書類からの部分審査）など
- ✓ 事業者による資料作成期間等の短縮
 具体策：書類準備の効率化、提出書類の精査および簡素化・軽量化など

火力発電所リプレース、風力・地熱発電所および新增設火力発電所に対する各審査ステップにおける国の審査期間の短縮目標日数が以下のように示されている。

表 2.1-1 国による審査期間の短縮目標日数（参考文献 2 をもとに作成）

手続き	国による審査期間	
	現行	取組みによる短縮後
配慮書※	—	—
方法書	30 日程度	2 週間程度
準備書	90 日程度	3 週間程度
評価書	30 日間	10 日程度
合計	150 日程度	45 日程度

※ 平成 25 年 4 月から導入された配慮書手続きについては、他の手続きと同様に可能な範囲で手続きの迅速化を図るとしている。

2.2 火力リプレースガイドラインの合理化手法による迅速化

2.2.1 リプレースガイドラインの概要

「環境影響評価法」に基づく火力発電所の環境影響評価手続きにおいては、本来「既設発電設備の老朽化に伴い火力発電所を更新する事業」（以下「リプレース」という。）と「新たに火力発電所を設置する事業」でほぼ同様の手続きが必要となっている。

しかしながらリプレースでは、土地改変等による環境影響は限定的で、温室効果ガスや大気汚染物質による環境負荷の低減が図られる事例が多いこと、またリプレースの事例数も蓄積されてきている現状から、環境省において平成 22 年度に環境要素ごとの専門家からなる「火力発電所リプレースに係る環境影響評価の技術的事項に関する検討会」（座長：植田洋匡 京都大学名誉教授）が設置され、事業者の実施する火力発電所リプレースに係る環境影響評価手法の合理化に関する技術的検討を行って、「火力発電所リプレースに係る環境影響評価手法の合理化に関するガイドライン」が平成 24 年 3 月にとりまとめられた。一方、東日本大震災以降の電力需給のひっ迫を契機として、経済産業省および環境省は、平成 24 年 9 月に「連絡会議」を設置し、中間報告をとりまとめた。さらにこれを受けて、環境省は「火力発電所リプレース検討会」を再設置し、「連絡会議」における議論に加えて、新たに導入される配慮書手続きを含めた合理化の在り方、大気質、水質、動植（陸域）の調査・予測・評価に係る合理化条件の明確化等、リプレース案件の環境評価手続きの簡素化に資する技術的事項の検討を実施した。

以上のような動向を受け、平成 25 年 3 月に上記「火力発電所リプレースに係る環境影響評価手法の合理化に関するガイドライン」（以下、「ガイドライン」という。）が改訂され、この中で、簡易モデルや感度解析の活用による影響濃度予測のリプレース前後の比較のみによる調査・予測や既存データの活用による現況調査の簡略化等を可能とする条件を明確化するとともに、調査・予測に要していた期間の大幅な短縮を可能とするための手法が提示された。

なお、本ガイドラインの適用範囲は、以下のように示される³⁾。

火力発電所リプレースのうち、本ガイドラインが対象とするものは、リプレース後に、発電所からの温室効果ガス排出量¹、大気汚染物質排出量²、水質汚濁物質排出量³及び温排水排出熱量⁴の低減が図られる（温室効果ガス排出量以外の項目については現状非悪化となる場合も含む。）事業（以下「改善リプレース」という。）であって、かつ、対象事業実施区域が既存の発電所の敷地内又は隣接地に限定される等により、土地改変等による環境影響が限定的となり得る事業⁵である。
（以上、「ガイドライン」ガイドラインの適用範囲より抜粋。）

- 1 リプレース前後の設備利用率を同一として算出した場合の排出量
- 2 1時間値の最大値
- 3 日間の最大排出量×日平均濃度
- 4 取放水温度差×時間あたりの温排水量
- 5 共同事業者や自家発電設備を設置する事業者においては、既存の事業地内（例えば、製鉄所の敷地内等）に限定される場合などが候補となり得る。また、既存の発電所敷地の隣接地（他社工場跡地等）が、空地の場合等の土地改変等による環境影響が限定的な場合も候補となり得る。

2.2.2 合理化対象項目

ガイドラインにおいて、改善リプレースの事業特性を踏まえて抽出された合理化対象項目は、以下に示すとおりである³⁾。

- ✓ 施設の稼働（排ガス）に伴う大気質への影響
- ✓ 施設の稼働（温排水）に伴う海域の水象、動植物への影響
 - ・ 施設の稼働（温排水）に伴う水温、流向及び流速への影響
 - ・ 施設の稼働（温排水）に伴う海域に生息する動物、海域に生育する植物への影響
- ✓ 施設の稼働（排水）に伴う水質への影響
- ✓ 地形改変及び施設の存在・造成等の施工による一時的な影響
 - ・ 地形改変及び施設の存在・造成等の施工による一時的な影響に伴う動植物（陸域）への影響
 - ・ 地形改変及び施設の存在・造成等の施工による一時的な影響に伴う動植物（陸域）への影響（「動物」又は「植物」の項目を削除できない場合）
 - ・ 地形改変及び施設の存在・造成等の施工による一時的な影響に伴う生態系への影響
- ✓ その他の影響要因に係る項目
 - ・ 工事用資材等の搬出入、建設機械の稼働に伴う大気質への影響
 - ・ 運転開始後の資材等の搬出入に伴う大気質への影響
 - ・ 運転開始後の資材等の搬出入に伴う騒音、振動への影響

2.2.3 合理化の条件および手法

施設の稼働（排ガス）に伴う大気質への影響（「ガイドライン」より抜粋）³⁾

【合理化の条件】

- 大気汚染物質の排出濃度、排出量^{※1}（1時間値、年間値）が従来と同等、あるいは減少すること。
- 設定した気象条件^{※2}に基づいて発電所アセスの手引に示されている予測式を用いて計算した1時間値の着地濃度が、リプレース前と同等、あるいは減少すること。
- リプレース後の煙突が、建物ダウンウォッシュが発生するおそれがない高さ^{※3}を有していること^{※4}。
- リプレース後の「施設の稼働（排ガス）」に係る設備（煙突等）等が、リプレース前の発電所に係る対象事業実施区域（当該発電所において環境影響評価が実施されていない場合は、当該発電所の敷地。）から300メートル以上離れた区域に移動しないこと。
- 「施設の稼働（排ガス）」に係る設備等が移動する場合に、近隣の学校、病院その他の環境の保全についての配慮が特に必要な施設における1時間値の着地濃度が、リプレース前と同等、あるいは減少すること。

※1 排出量の1時間値は、リプレース前・後とも定格出力にて算出する。また、排出量の年間値は、リプレース前については当該発電所の運用経歴を考慮の上、適切な設備利用率を設定し、リプレース後については想定し得る最大の設備利用率を用いて算出する。なお、「適切な設備利用率」は以下のことを考慮して

個別に判断する。

- 1 過去に環境影響評価を実施している発電所については、環境影響評価で評価した年間排出量（設備利用率）とする。
- 2 地元自治体との協定等により年間排出量の上限を規定している発電所については、その設定根拠を把握のうえ、協定値とする。
- 3 需給バランスや燃料価格等から明らかに低稼働率となっている発電所については、設備能力等の計画稼働率で評価する。
- 4 上記以外については、過去の当該発電所の最大設備利用率から年間排出量を算出する等の手段により個別発電所ごとに事業者が設定し、その設定根拠を明らかに示すこととする。

※2 大気安定度は中立とし、煙突高さの風速は、既存の地上気象データから求めた年間平均風速及び文献値に基づくべき乗則を用いて算出する。

※3 建物ダウンウォッシュの発生の有無は、以下に示す式に基づいて判定することとし、判定に当たっては、評価対象となる住居等に向かう風向（陸域に向かう風向など）を対象として、風向に応じ、煙突と建物の位置関係及び建物の投影幅を設定した上で行うこととする。なお、リプレース後の煙突の高さが大幅に低くなる場合には、特殊気象条件時や発電設備の起動時などの条件下で、短時間の着地濃度が高くなるおそれがあるが、下記の条件を満たす煙突高さであれば、このような可能性も大きく低減することができる。

$$HS \geq HB + 1.5LB$$

HS : 煙突実高さ(m)

HB : 建物の高さ(m)

LB : 建物の高さと同建物の横幅の小さいほうの値(m)

※4 煙突高さの条件に適合しない場合においても、他の2つの合理化条件に適合している場合には発電所アセスの手引において簡略化手法が示されており、現地調査により新たな気象データを取得することなく、既存の通年測定データ（最寄の気象官署データ、一般局のデータ、事業者自ら測定したデータ等）が存在すればこれを利用することが可能である。

【合理化手法】

(イ) 調査手法

《濃度状況の調査》

- 発電所アセス省令第23条第2項第4号に基づき、濃度状況の調査は省略可能とする。
- ※ 公設の大気測定局のデータ等により、環境基準の適合状況を把握していることが、調査省略の必須条件であり、その情報は、地域の概況（方法書及び準備書の第3章）において整理されている必要がある。
- ※ リプレース前後の着地濃度を比較する予測手法を採用することにより、バックグラウンド濃度の設定や、高濃度日の解析等のための濃度状況の調査、解析は省略が可能となる。

《気象状況の調査》

- 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 4 号に基づき、気象状況の調査は省略可能とする。

- ※ 設定した気象条件や感度解析に基づき、リプレース前後の着地濃度を比較する予測手法を採用することにより、気象調査は省略が可能となる。
- ※ 地域の概況（方法書及び準備書の第 3 章）において、気象官署や地域気象観測所等のデータにより、地域の気象の概要が整理されている必要がある。

(ロ) 予測手法

《風下着地濃度分布の予測》

- 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 3 号に基づき、発電所アセスの手引に示されている、年平均値の予測、日平均値の予測を行うこととされていた特殊気象条件以外の着地濃度の予測については、年平均値予測に用いられている手法（排煙上昇式：CONCAWE 式、拡散式：プルームモデル）を用いて風速階級別、大気安定度別の風下着地濃度分布予測を行い、リプレース前後の比較結果を示す。

《逆転層発生時の予測》

- 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 3 号に基づき、発電所アセスの手引に示されている予測手法（LID を反映したプルームモデル）を用いて着地濃度の予測を行い、リプレース前後の比較結果を示す。

- ※ 逆転層高度や気象条件（風速、大気安定度）について感度解析を行い、予測結果の変動幅を考慮した上で、発生し得る最も高い着地濃度となるような適切なパラメータを設定する。

《煙突ダウンウォッシュの予測》

- 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 3 号に基づき、発電所アセスの手引に示されている予測手法を用いて着地濃度の予測を行い、リプレース前後の比較結果を示す。

- ※ 煙突ダウンウォッシュが発生する風速（排出ガス速度の 2/3 倍以上の風速）を対象とした予測を行い、発生し得る最も高い着地濃度となるような適切なパラメータを設定する。

《フュミゲーション発生時の予測》

- 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 3 号に基づき、発電所アセスの手引に示されている予測手法（Lyons and Cole モデル）を用いて着地濃度の予測を行い、リプレース前後の比較結果を示す。

- ※ 海岸線と煙突の位置関係、内部境界層高度について感度解析を行い、予測結果の変動幅を考慮した上で、発生し得る最も高い着地濃度となるような適切なパラメータを設定する。

《地形影響の予測》

- 発電所アセスの手引に示されている地形影響の判定手順に基づいて地形影響の予測の必要性を判定し、地形影響が想定される場合には発電所アセスの手引に紹介されている数値モデル等を用いて地形影響の予測を行う。

施設の稼働（温排水）に伴う海域の水象、動植物への影響（「ガイドライン」より抜粋）³⁾

施設の稼働（温排水）に伴う水温、流向及び流速への影響

【合理化の条件】

- 温排水の熱量（取放水温度差 ΔT × 時間当たりの温排水量）が従来と同等、あるいは減少すること。
- 放水口（温排水に係るもの）が 100 メートル以上移動しないこと。
- 排出先の水面又は水中の別が変わらないこと。

※ 放水口の位置が変更される場合には、合理化手法（ロ）予測手法《手法 3》を採用することとする。

【合理化手法】

(イ) 調査手法

- 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 4 号に基づき、次項の予測手法に応じて、以下のとおり調査の合理化を可能とする。
 - 1 予測で《手法 1》を採用する場合には、リプレース前の発電所から排出されている温排水の調査結果を示す。
 - 2 予測で《手法 2》を採用する場合には、調査は省略可能とする。
 - 3 予測で《手法 3》を採用する場合には、予測に必要な水温、流況データとして、既存の測定データ（地方公共団体による測定データ、気象庁による測定データ、海上保安庁による測定データ、事業者が自ら測定したデータ等）を示す。
- 手法 1～3 のいずれも採用できない場合には、発電所アセスの手引に示されている手法に基づいて水温及び流況等の調査を行う。

(ロ) 予測手法

- 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 3 号に基づき、リプレース前の温排水に関する情報や、前面海域の流況に関する情報に応じて、以下の手法 1～3 のいずれかに基づく予測の合理化を可能とする。

《手法 1》

- リプレース前の発電所から排出されている温排水の拡散範囲を十分把握している場合（＝リプレース前の温排水拡散範囲のモニタリングデータがある場合）⇒ リプレース前の温排水拡散範囲を示した上で、リプレース前後の温排水の熱量（取放水温度差 ΔT × 時間当たりの温排水量）の比較によって予測を行う。

※ リプレース前の温排水拡散範囲のモニタリングデータは、定格運転における状態での四季の 1 年分以上のデータとする。

《手法 2》

- 当該発電所の新設時に温排水拡散予測を行っており、その後、地形等の大きな変化など、温排水の拡散に影響を及ぼす変化がない場合（＝リプレース前の温排水推定拡散範囲の計算結果がある場合）⇒ リプレース前の温排水推定拡散範囲を示した上で、リプレース前後の温排水の熱量（取放水温度差 ΔT × 時間当たりの温排水量）の比較によって予測を行う。

《手法 3》

- リプレース前の温排水拡散範囲の情報はないが、前面海域の流況を把握している場合⇒簡易予測モデルを用いて温排水拡散範囲の予測を行い、リプレース前後の比較結果を示す。

※ 簡易予測モデルを用いる場合には、予測に用いる流況データ等を示すこととする。
 ※ 簡易予測モデルに必要となるパラメータ等については、一般財団法人電力中央研究所において予測モデルの活用のために、事例解析等に基づくパラメータの整備が進められているため、これらを参考に設定する。

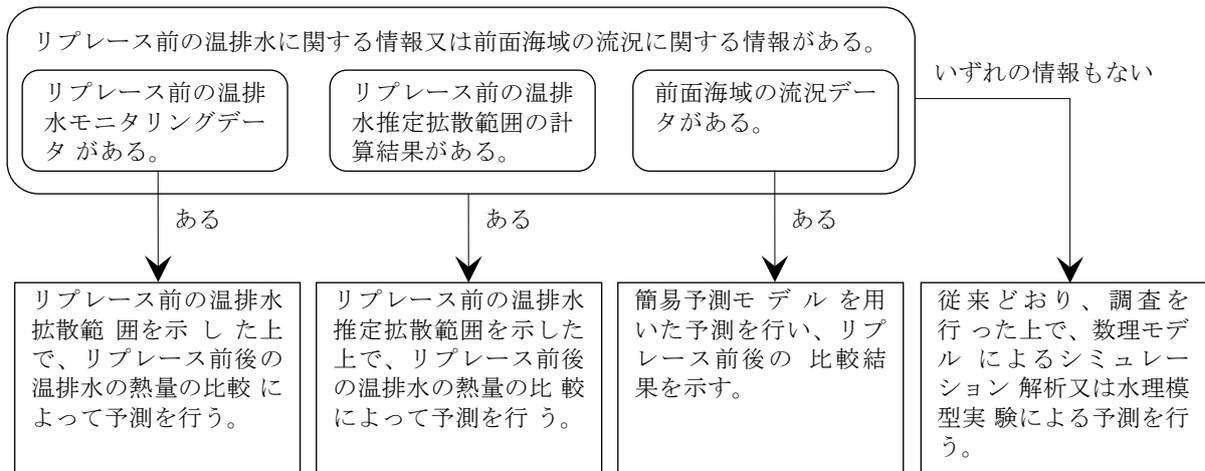


図 2.2.3-1 施設の稼働（温排水）に係る合理化手法のフロー³⁾

施設の稼働（温排水）に伴う海域に生息する動物、海域に生育する植物への影響（「ガイドライン」より抜粋）³⁾

【合理化の条件】

- 温排水の熱量（取放水温度差 $\Delta T \times$ 時間当たりの温排水量）が従来と同等、あるいは減少すること。
- 放水口（温排水に係るもの）が 100 メートル以上移動しないこと。
- 排出先の水面又は水中の別が変わらないこと。

※ 放水口の位置が変更される場合には、合理化手法（ロ）予測手法については、水温の予測において施設の稼働（温排水）に伴う水温の予測における手法 3 を採用することとする。

【合理化手法】

(イ) 調査手法

- 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 3 号に基づき、海生生物の調査は省略可能とする。

※ 施設の稼働（温排水）に伴う水温の予測において、リプレース前後の温排水の熱量を比較する方法（施設の稼働（温排水）に伴う水温の予測における手法 1、手法 2）

又は簡易予測モデルによる温排水拡散範囲のリプレース前後の比較結果を示す方法（施設の稼働（温排水）に伴う水温の予測における手法3）を用いた場合には、これらの結果に基づいて海生生物への影響を予測することを可能とし、これに伴い、海生生物の現地調査を省略可能とする。

※ 地域の概況（方法書及び準備書の第3章）において、既存の調査データ（自然環境保全基礎調査の調査データ、港湾計画における調査データ、水産試験場の調査データ、地方公共団体による調査データ、事業者自ら調査したデータ等）により、当該地域の海生生物相の概況、干潟・藻場・さんご礁の概況を把握している必要がある。

（ロ）予測手法

- 発電所アセス省令第23条第2項第3号に基づき、リプレース前の温排水の拡散範囲（事業者自ら調査したデータ、又は温排水の推定拡散範囲）を示すことができる場合（施設の稼働（温排水）に伴う水温の予測において手法1又は手法2を採用した場合には、これらの結果を示した上で、リプレース前後の温排水の熱量を比較することにより、海生生物に及ぼす影響の予測を行う。
- 発電所アセス省令第23条第2項第3号に基づき、温排水の拡散範囲について簡易予測モデルによる予測を行った場合（施設の稼働（温排水）に伴う水温の予測において手法3を採用した場合には、リプレース前後の温排水推定拡散範囲を比較することにより、海生生物に及ぼす影響の予測を行う。

施設の稼働（排水）に伴う水質への影響（「ガイドライン」より抜粋）³⁾

【合理化の条件】

- 排水中の全窒素濃度・全リン濃度及びCOD値が従来と同等、あるいは減少し、負荷量が従来と同等、あるいは減少すること。
 - リプレース後の「施設の稼働（排水）」に係る設備（排水口等）等が、リプレース前の発電所に係る対象事業実施区域から300メートル以上離れた区域に移動しないこと。
 - リプレース前後の排水水域に係る環境基準のあてはめ水域が同一であること。
- ※ 負荷量の算定は、原則として、[日間の最大排水量]×[日平均濃度]で算出する。ただし、水質汚濁防止法の特定事業場に該当しない場合など、これらの値が特定できない場合には、公害防止協定値等を用いて算出しても差し支えない。
- ※ 汚濁項目毎にあてはめ水域が設定されている可能性があることに注意が必要である。

【合理化手法】

（イ）調査手法

- 発電所アセス省令第23条第2項第3号に基づき、水質の調査は省略可能とする。
- ※ 地域の概況（方法書及び準備書の第3章）において、既存の調査データ（地方公共団体による公共用水域の調査データ、事業者自ら調査したデータ等）により、排水口前面海域の水質の状況を把握している必要がある。

（ロ）予測手法

- 予測の基本的な手法は、発電所アセスの手引に示されている予測手法のとおりとする。

地形改変及び施設の存在・造成等の施工による一時的な影響（「ガイドライン」より抜粋）³⁾

地形改変及び施設の存在・造成等の施工による一時的な影響に伴う動植物（陸域）への影響

【合理化の条件及び合理化手法】

対象事業実施区域が、人為的改変を受けていない自然環境※1 又は野生動植物の重要な生息若しくは生育の場である自然環境に隣接していない場合※2 にあつては対象事業実施区域に関して、対象事業実施区域がそうした自然環境に隣接している場合にあつては対象事業実施区域及びその周囲に関して、動物相及び植物相の状況に関する的確な既存データ等※3 が存在している場合には、以下に従い、地域特性、事業特性、影響の対象の順で判定を行うものとする。

《地域特性に基づく判定》

- 対象事業実施区域が、人為的改変を受けていない自然環境又は野生動植物の重要な生息若しくは生育の場である自然環境に隣接していない場合であつて、動物相及び植物相の状況に関する的確な既存データ等※3 により、対象事業実施区域内において動植物の重要種が確認されていない場合には、発電所アセス省令第 21 条第 4 項第 2 号に基づき、項目の削除を可能とする。

《事業特性に基づく判定》

- 地域特性に基づく判定の結果、対象事業実施区域内で重要種が確認されていることを把握した場合であっても、高木が植栽された緑地※4 を改変せず、また、高木が植栽された緑地以外の区域であつて当該重要種の生息又は生育に適した環境条件を有する区域の総面積を減らさないような事業の手法をとる場合には、発電所アセス省令第 21 条第 4 項第 1 号に基づき、項目の削除を可能とする。

《影響の対象に基づく判定》

- 地域特性に基づく判定又は事業特性に基づく判定において、項目削除の条件に適合しない場合であっても、対象事業実施区域における重要種の生息・生育状況に関する調査データがあり※5、そのデータに基づき、重要種の生息地又は生育地とされる区域を改変しない場合には、発電所アセス省令第 21 条第 4 項第 1 号に基づき、項目の削除を可能とする。

このほか、発電所アセス省令第 21 条第 4 項第 3 号（事業の類似性に基づく判定）により、事業特性及び地域特性の観点からの類似性が認められる事例により環境影響の程度が小さいことが明らかな場合には、項目の削除が可能である。

※1 発電所アセス省令第 16 条第 1 項第 14 号に準じて、「人為的な改変をほとんど受けていない自然環境、野生生物の重要な生息地若しくは生育地又は発電所アセス省令第 6 条第 3 号イからニまでに掲げる重要な自然環境」とする。

※2 発電所アセス省令では「対象事業実施区域又はその周囲に参考項目に関する環境影響を受ける地域その他の対象が相当期間存在しないことが明らかである場合」（第 21 条第 4 項第 2 号）に、参考項目の削除が可能とされているところであるが、火力発電所のリプレース案件においては、対象事業実施区域が埋立造成地内に存在し、その周囲は、高度に人工的な土地利用がなされている地域となつている場合が多い。実際にそのような地点で火力発電所リプレースを行う場合には、対象事業実施区域の周囲においてまで重要種の存在の把握を行う必要はないとの整理が可能であることから、例えば工業専用地域等の「対象事業実施区域が、人

為的改変を受けていない自然環境又は野生動植物の重要な生息若しくは生育の場である自然環境に隣接していない場合」に限っては、「動物相及び植物相の状況に関する的確な既存データ等が存在しており、対象事業実施区域内において動植物の重要種が確認されていない」ことのみを以て「動物（陸域）」及び「植物（陸域）」の項目の削除も可能とすることとした。ただし、たとえ対象事業実施区域に隣接する地域が工業専用地域であっても、地域によっては、自然林、湿地などの野生動植物種の重要な生息・生育の場である自然環境が存在する可能性があることに留意することとする。

なお、対象事業実施区域が、上記のような「自然環境」に隣接している場合であっても、「対象事業実施区域及びその周囲」についての「的確な既存データ等」が存在しており、対象事業実施区域内又はその周囲において動植物の重要種が確認されていない場合には、発電所アセス省令第21条第4項第2号の規定に基づき、動物・植物の項目を削除することが可能である。

※3 的確な既存データ等とは、発電所アセス省令第20条第1項及び第2項を踏まえ、方法書手続以前に、文献その他の資料、専門家等からの聴取のほか、事業者により実施された事前調査や工事中及び稼働中の発電所敷地内及び周辺環境モニタリング結果等であって専門家へのヒアリング等を通じて、客観性、有効性を担保したものにより入手された参考手法に準じた動物相及び植物相の状況に関する情報のことをいう。なお、参考手法に準じた文献その他の資料とは、国又は地方公共団体の有する文献その他の資料であり、極力最新のものとする。

※4 高木が植栽された緑地とは、工場立地法施行規則（昭和49年3月29日大蔵省・厚生省・農林省・通商産業省・運輸省令第7号）第3条第1号に該当する緑地のうち、建築物屋上等緑化施設を除いた部分のことをいう。

※5 重要種の生息・生育状況に関する調査データとは、「的確な既存データ等」によりその生息又は生育が確認された重要種の生息・生育状況に関する情報のことであって、方法書の手続以前に、参考手法に準じた調査手法により、当該重要種の特性に応じた適切な時期に行われた現地調査に基づくもののことをいう。なお、「重要種の生息・生育」とは、把握した重要種の分類に応じてそれぞれ次のとおりとする。

鳥類・哺乳類	：繁殖地又は採餌場として利用している場合
両生類・爬虫類	：生息可能な環境条件下で継続的に生息している場合
昆虫類	：生息可能な環境条件下で継続的に生息している場合
植物	：生育可能な環境条件下で継続的に生育している場合

※6 地域特性に基づく判定により項目の削除を行う場合には、把握した動物相及び植物相の状況、生息又は生育が確認された重要種など、判定に必要な情報を地域の概況（方法書及び準備書の第3章）に記載する必要がある。事業特性に基づく判定により項目の削除を行う場合には、緑地の状況、重要種が確認された区域の状況、リプレース後の緑化の計画等判定に必要な情報を対象事業の内容（方法書及び準備書の第2章）に記載する必要がある。

影響の対象に基づく判定により項目の削除を行う場合には、重要種の生息・生育状況に関する調査データ等判定に必要な情報を地域の概況（方法書及び準備書の第3章）に記載する必要がある。

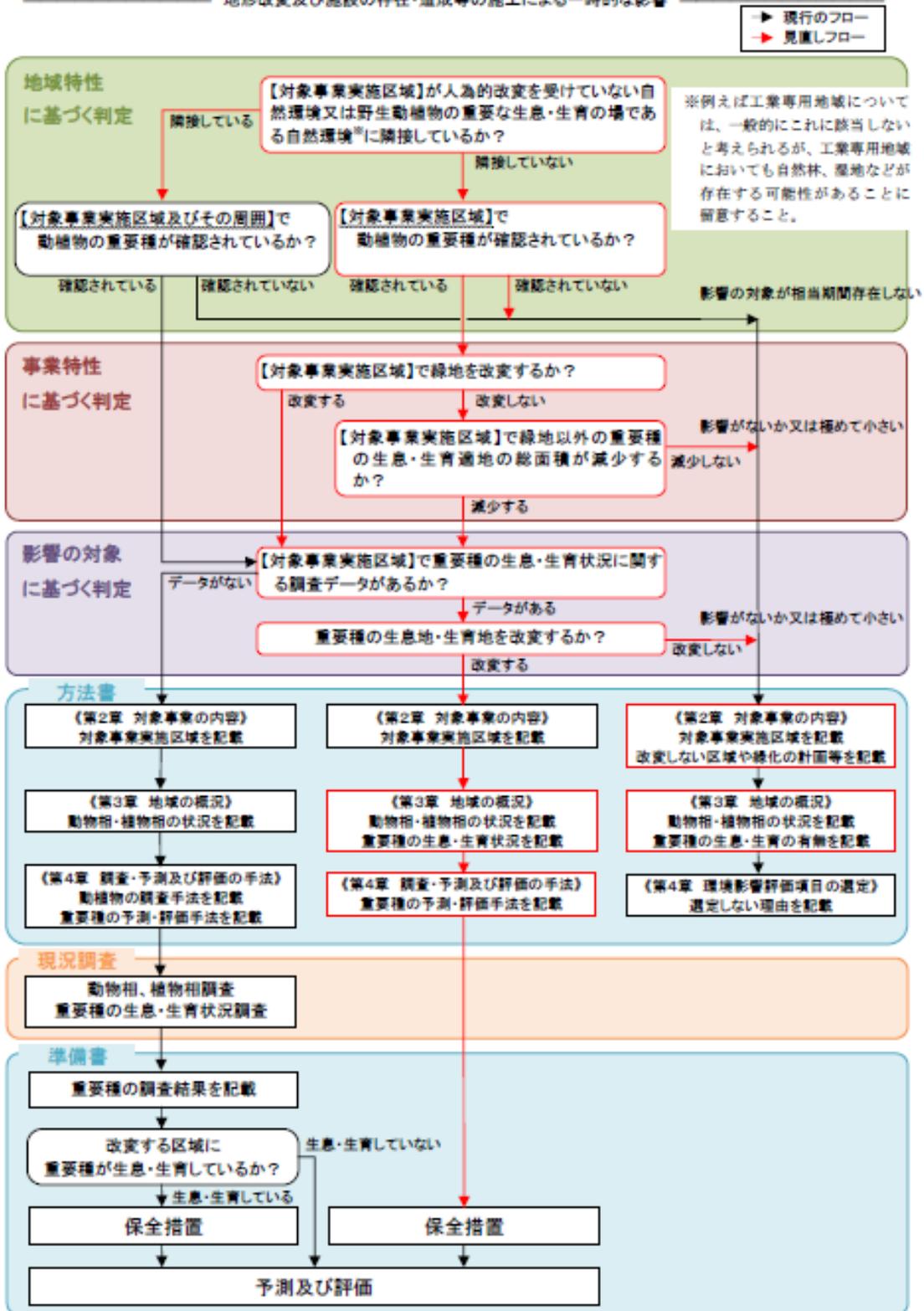


図 2.2.3-2 動植物（陸域）に係るアセス手法の合理化のフロー（全体）³⁾

地形改変及び施設の存在・造成等の施工による一時的な影響に伴う動植物（陸域）への影響（「動物」又は「植物」の項目を削除できない場合）（「ガイドライン」より抜粋）³⁾

【合理化の条件】

- 対象事業実施区域において、存在が確認されている重要種の生息・生育状況に関する調査データ*が既に得られていること。

※ 前提として、対象事業実施区域が、人為的改変を受けていない自然環境又は野生動植物の重要な生息若しくは生育の場である自然環境に隣接していない場合には「対象事業実施区域」において、それ以外の場合には「対象事業実施区域及びその周囲」において、動物相及び植物相の状況に関する的確な既存データ等が存在しており、これにより、動物相及び植物相の状況が把握されている必要がある。

【合理化手法】

(イ) 調査手法

- 発電所アセス省令第23条第2項第4号に基づき、現況調査を省略可能とする。

※ 地域の概況（方法書及び準備書の第3章）において、重要種の保全措置を講じるために必要な情報を含む予測及び評価を行うために必要な情報が、重要種の生息・生育状況に関する調査データをもとに整理されている必要がある。

(ロ) 予測手法

- 予測の基本的な手法は、発電所アセスの手引に示されている予測手法のとおりとする。

地形改変及び施設の存在・造成等の施工による一時的な影響に伴う生態系への影響（「ガイドライン」より抜粋）³⁾

【合理化の条件及び合理化手法】

- 対象事業実施区域及びその周辺の生態系の現況を概略把握しており、地形改変及び樹木の伐採等を行わない場合には、発電所アセス省令第21条第4項第1号に基づき、項目の削除を可能とする。

※ 発電所アセスの手引によると、当該項目は、湿地、干潟等「地域を特徴づける生態系」に関する現況の概略を把握した上で、「地形改変及び樹木の伐採等を行わない」ことにより、そうした「地域を特徴づける生態系」を破壊しない場合には、項目削除が可能であるとされていることから、本項目の取扱いについては、現行のとおりとする。

その他の影響要因に係る項目（「ガイドライン」より抜粋）³⁾

工所用資材等の搬出入、建設機械の稼働に伴う大気質への影響

【合理化の条件】

- 新たな土地の造成（埋立、切土、盛土等）を行わないこと。
- ※ 造成済みの既存の敷地を利用する場合には、土地の造成（埋立、切土、盛土等）による大規模な土木工事が発生しないことから、必要に応じて以下のとおり調査手法の合理化を可能とする。
- ※ 発電所アセスの手引に示された予測手法は、工所用資材等の搬出入については窒素化合物の排出量の変化率を予測する等の方法、建設機械の稼働については過去の環境影響評価事例との比較を行う等の方法とされており、これらの予測手法において必要な情報は、交通量（一般車両、関係車両）に関する情報や、建設機械の稼働台数等に関する情報であり、詳細な気象データは必須ではない。
- ※ 地域特性に応じて、拡散モデルによる予測手法を採用する場合（自動車 NO_x・P 法の特定地域である場合、対象事業実施区域の近傍に民家が存在する場合など）には、以下のとおり調査手法の合理化を可能とする。

【合理化手法】

(イ) 調査手法

《濃度状況の調査》

- 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 4 号に基づき、既存の通年測定データ（公設の大気測定局のデータ、事業者自ら測定したデータ等）が存在すれば、当該データをもって現地調査により新たに濃度データを取得することなく、環境濃度将来予測の際に用いるバックグラウンド濃度の設定や高濃度日の抽出を行うことを可能とする。

《気象状況の調査》

- 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 4 号に基づき、既存の通年測定データ（最寄の気象官署のデータ、公設の大気測定局のデータ、事業者自ら測定したデータ等）が存在すれば、現地調査により新たに気象データを取得することなく、既存の通年測定データを用いて拡散モデルの設定、あるいは日平均値予測を行うことを可能とする。
- ※ 大気安定度の算出にあたって必要となる雲量や放射収支量のデータは既存資料では入手しにくいいため、経済産業省低煙源工場拡散モデル（ETI-LIS）に採用されている大気安定度の算出手法を用いることも考えられる。

(ロ) 予測手法

- 予測の基本的な手法は、発電所アセスの手引に示されている予測手法のとおりとする。

運転開始後の資材等の搬出入に伴う大気質への影響³⁾

<p>【合理化の条件】</p> <p>○ リプレース後の資材等の搬出入に伴う自動車の交通量（定常運転時及び定期点検時の関係車両）がリプレース前と同等、あるいは減少すること。</p>
<p>【合理化手法】</p> <p>(イ) 調査手法</p> <p>《濃度状況の調査》</p> <p>○ 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 3 号に基づき、濃度状況の調査は省略可能とする。</p> <p>※ 公設の大気測定局のデータ等により、環境基準の適合状況が把握していることが、調査省略の必須条件であり、その情報は、地域の概況（方法書及び準備書の第 3 章）において整理されている必要がある。</p> <p>※ リプレース前後の関係車両から排出される窒素酸化物の排出量を比較する予測方法を採用することにより、濃度状況の調査、解析は省略が可能となる。</p> <p>《気象状況の調査》</p> <p>○ 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 3 号に基づき、気象状況の調査は省略可能とする。</p> <p>※ リプレース前後の関係車両から排出される窒素酸化物の排出量を比較する予測を採用することにより、気象調査は省略が可能となる。</p>
<p>(ロ) 予測手法</p> <p>○ 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 3 号に基づき、リプレース前後の関係車両（定常運転時及び定期点検時）から排出される窒素酸化物の排出量を算出し、リプレース前後の比較結果を示す。</p>

運転開始後の資材等の搬出入に伴う騒音、振動への影響³⁾

<p>【合理化の条件】</p> <p>○ 転開始後の資材等の搬出入に伴う自動車の交通量（定常運転時及び定期点検時の関係車両）が従来と同等、あるいは減少すること。</p>
<p>【合理化手法】</p> <p>(イ) 調査手法</p> <p>《道路交通騒音、振動の状況の調査》</p> <p>《沿道の状況の調査》</p> <p>《道路構造及び当該道路における交通量に係る状況の調査》</p> <p>○ 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 3 号に基づき、上記の調査は省略可能とする。</p> <p>※ これらの調査は、リプレース前後の関係車両の台数（小型車換算台数）を比較する予測を採用することにより省略が可能となる。なお、工所用資材等の搬出入に伴う騒音、振動への影響の予測評価においては、調査を実施する必要がある。</p>
<p>(ロ) 予測手法</p> <p>○ 発電所アセス省令第 23 条第 2 項第 3 号に基づき、リプレース前後の関係車両（定常運転時及び定期点検時）の小型車換算台数を算出し、リプレース前後の比較結果を示す。</p>

2.3 環境調査の前倒しによる迅速化

環境調査の前倒しによる迅速化は、「連絡会議」中間報告²⁾の中で、風力発電所、地熱発電所における環境アセスメントの簡素化についての具体的方策のうち、国の取組として下記のように整理されている。

経済産業省は、配慮書段階以前における環境影響調査の前倒し実施について、環境省及び有識者等からの意見を踏まえつつ、実質的な審査の迅速化に資するよう、調査手法等に係る知見を整理し、「発電所に係る環境影響評価の手引き」において示す。（「連絡会議」中間報告より抜粋。）²⁾

2.4 情報・データの共有による迅速化

情報・データの共有による迅速化は、同じく「連絡会議」中間報告²⁾の中で、風力発電所、地熱発電所における環境アセスメントの簡素化についての具体的方策のうち、国の取組および事業者の取組として整理されている。すなわち国の取組として、

環境省は、風況や地熱ポテンシャル等の事業採算性に加え、猛禽類等の重要種等に対する環境影響の回避・低減の観点、地方公共団体の意向を踏まえて選定した情報整備モデル地区において、現地調査等による動植物・生態系等の環境情報や地方公共団体が有する動植物分布情報等を収集し、環境基礎情報データベース（仮称）として整備するとともに、配慮書段階・方法書段階のモデル事業の成果を公表することにより、事業者が環境影響評価を実施する際の参考情報の提供を行う。

経済産業省は、風況に優れ系統接続が可能な有望地域や地熱発電の有望地域でありながら現地調査の長期化が見込まれるなど、事業上のリスクが高い地域において、準備書等において活用可能なデータ整備のため、既存事業の成果や、必要な調査を前倒しで実施する事業者に対する補助を行うことについて検討を行い、年内に一定の方向性を示す。なお、上記の検討に際しては環境省が整備するデータベースやモデル事業の成果との連携について併せて検討を進める。

（「連絡会議」中間報告より抜粋。）²⁾

一方、事業者の取組として、

経済産業省は、事業者に対して、以下のような取組を促す。
環境省が整備した環境基礎情報データベース（仮称）及び自治体や専門機関等が所有する既存情報等を活用することにより、現地調査に係る期間を短縮する。

配慮書手続き時点から専門家からのヒアリングや現地調査を実施し、そこで収集したデータを方法書手続き以降で活用することによって調査の簡素化を図る。

既設発電所の事後調査結果に係る情報の収集・整理を行う。

（「連絡会議」中間報告より抜粋。）²⁾

第2章の参考文献

- 1) 「発電所設置の際の環境アセスメントの迅速化等に関する連絡会議」の設置について、環境省、経済産業省、平成24年9月25日
http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sangi/kankyo_assessment/pdf/summary.pdf
- 2) 「発電所設置の際の環境アセスメントの迅速化等に関する連絡会議」中間報告、環境省、経済産業省、平成24年11月27日
http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sangi/kankyo_assessment/pdf/report_001_01.pdf
- 3) 火力リプレースに係る環境影響評価手法の合理化に関するガイドライン、環境省、平成25年3月（改訂）
http://www.env.go.jp/policy/assess/5-3thermalpower/kentou_24_1.pdf

第3章 迅速化に資する調査技術

3.1 大気環境

3.1.1 発電所計画地点の気象観測を省略する方法¹⁾

発電所排煙の拡散シミュレーションを実施する際に上層拡散場の設定に用いる風向・風速および大気安定度を、発電所計画地点で気象観測を実施せずに、AMeDAS や気象官署など 30~40 箇所の既存の気象データから主成分分析と空間補間を用いて推定する方法が提案されている¹⁾。空間補間では主成分毎に空間スケールが異なることを考慮して補間精度を高める手法がとられている。下図に風向・風速の観測値と補間値を比較した例を示したように卓越風向は 1 方位ずれているものの、補間結果は概ね観測結果を近似している。

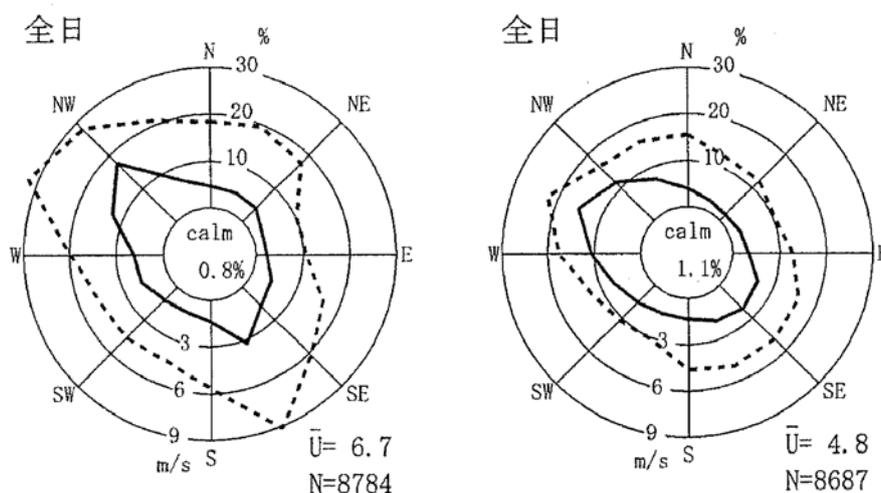


図 3.1.1-1 現地観測による風配図（左）と AMeDAS データを補間して得られた風置図（右）の比較（実線は風向頻度、破線は風向毎の平均風速）¹⁾

立地条件が都市域および郊外となる 3 火力発電所の過去のアセスメント事例の年平均濃度・日平均濃度について従来法と比較した結果を下表に、年平均着地濃度の分布例を下図に示す。最大濃度の違いは 2~3 倍以内に収まり、値の差も 1ppb 以下と小さい。

表 3.1.1-1 気象の現地調査結果を用いる従来法と既存データを用いる簡略法の比較 NO_x の最大着地点濃度（年平均値）のシミュレーション結果（単位：ppb）¹⁾

発電所	D 火力	A 火力	C 火力
従来法	0.021	0.172	0.222
簡略法	0.039	0.157	0.253

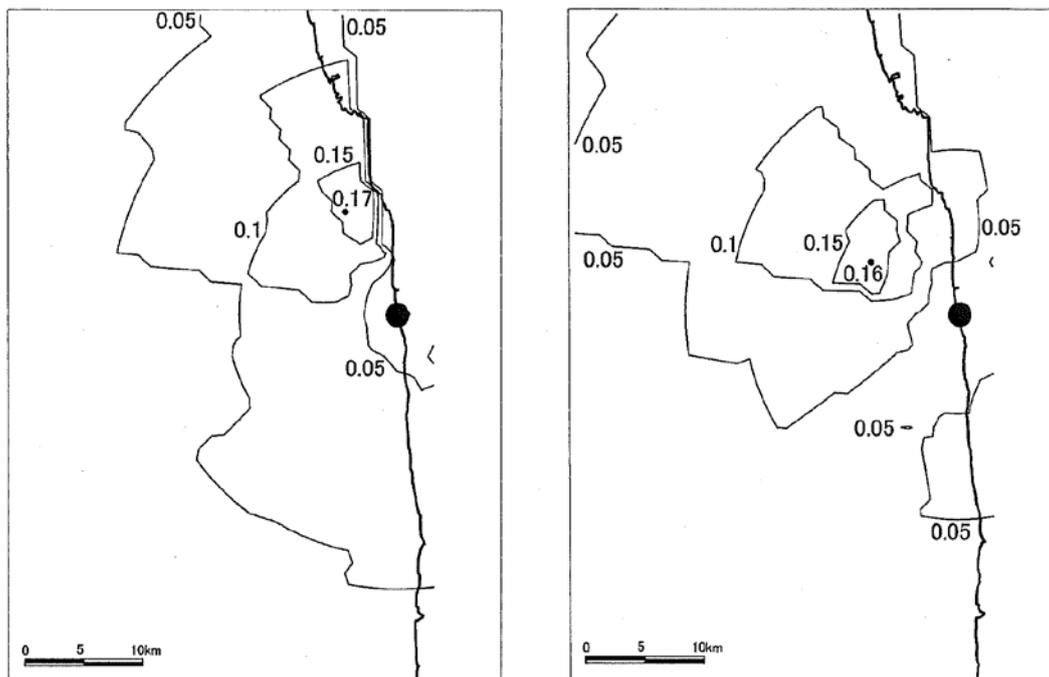


図 3.1.1-2 年平均値着地濃度予測結果の比較¹⁾

(左が現地観測データ使用、右が代替気象データ使用。●は発電所位置)

また、既存の大気質データから同様に主成分分析と空間補間による方法で大気環境濃度を推定する手法が提案されている¹⁾。下表は大気質測定局の一つを疑似評価点と想定して周辺 50km 以内の測定局における SO₂ のデータから疑似評価点の濃度を推定した結果である。表には測定局を 7km 間隔、15km 間隔に間引いた場合の結果も合わせて示されている。測定局群中で疑似評価点に最も近い測定局 1 点で代替するとした場合の値も最寄地点として示されている。

表 3.1.1-2 既存の大気質データを用いる方法の検討結果¹⁾

ケース		平均値 [ppb]	推定誤差* [ppb]	相関係数
データ セット	補間方法			
A	疑似評価点	7.54	(標準偏差=4.82)	—
B(全点)	最寄地点	7.57	3.50	0.76
	補間	5.57	3.13	0.87
C(7km 間隔)	最寄地点	6.14	3.68	0.72
	補間	6.06	3.23	0.81
D(15km 間隔)	最寄地点	6.78	3.97	0.61
	補間	5.87	3.86	0.69

*推定誤差：平均 2 乗誤差の平方根

実測値と補間値の差は小さく、提案手法の合理性が示されている。また、推定誤差、相関係数を見ると、最寄地点 1 点で代替するよりも測定局群で補間する方が良好な結果となっている。

この方法は現地データで検証されており、リプレースの簡略化条件を満たす場合の準備書段階での活用が期待されるが、アセス手引書への採択には学界での評価が必要である。

3.1.2 ゾンデ等を用いた高層観測を省略する方法¹⁾

地上風から上層風を推定するために仮定する風速鉛直分布に係るべき乗数の設定について、ゾンデ等を用いた高層観測を実施せずに、下表に示された窒素酸化物総量規制マニュアル（NO_x マニュアル）が引用している値や、過去のアセスメント 56 事例から設定した値を用いる方法が提案されている¹⁾。べき乗数とは地上風速 u_s を基準にして上層風速 u_z を求める下式のような風速鉛直分布を仮定する場合の p である。

$$u_z = u_s (z / z_s)^p$$

ここで、 z は高層風の観測高度、 z_s は地上風の観測高度である。

各設定方法について上記 3 火力発電所の事例の通年拡散シミュレーションを行い、下表のように評価結果に及ぼす影響が小さいことが示されている。

表 3.1.2-1 べき乗数設定法による最大着地点濃度（年平均値）の比較¹⁾
(NO_x、単位：ppb)

べき乗数 設定方法	べき乗数	D 火力	A 火力	C 火力
上層風(基準)	現地観測による	0.021	0.172	0.222
NO _x マニュアル	不安定(A)0.1～中立(D)0.25 ～安定(G)0.30	0.024	0.175	0.238
事例最大値	昼間 0.33, 夜間 0.42	0.023	0.166	0.206
事例最小値	昼間 0.03, 夜間 0.08	0.020	0.168	0.229

ここで、NO_x マニュアルのべき乗数は米国環境保護局の長期濃度予測シミュレーションマニュアルのによる大気安定度に応じた設定値である。

この方法は既にアセス手引書に採用されており、リプレースの簡略化条件を満たす場合の準備書段階で用いることができる。

3.1 の参考文献

- 1) 門倉真二・市川陽一：環境アセスメントの簡略化方法に関する調査（その 2）—気象観測および大気質観測の簡略化のための手法提案—、電力中央研究所報告、V06002、2006 年 9 月
<http://criepi.denken.or.jp/kenkikaku/report/detail/V06002.html>

3.2 水環境

3.2.1 海洋レーダを用いて陸上から海面の流速分布を観測する方法⁴⁾

高分解能沿岸海洋レーダによるリアルタイム流動監視システム (DRAGON システム)¹⁾ は、様々な海域での適用性評価を経て^{2) 3)}、実用段階に来ている⁴⁾。下図は観測結果の一例である。

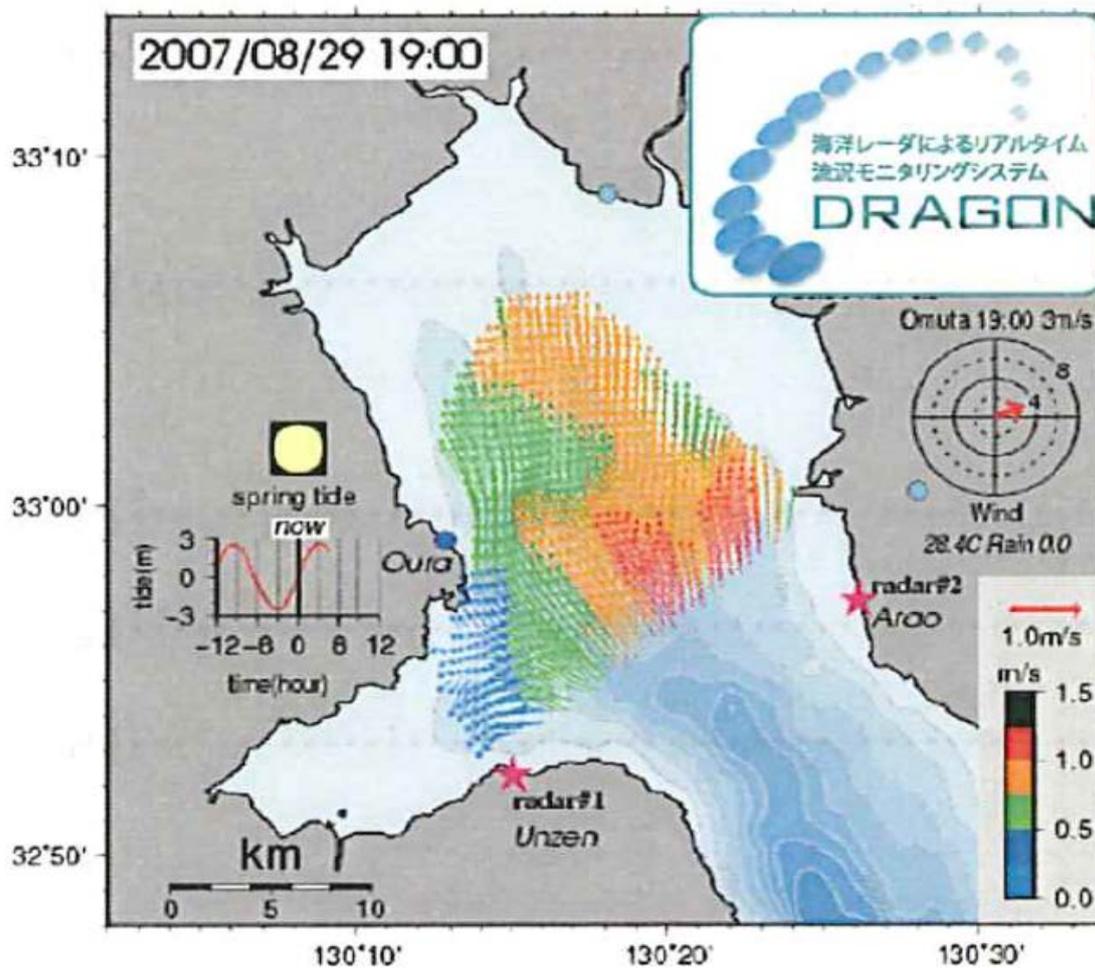


図 3.2.1-1 海洋レーダを用いて陸上から海面の流速分布を観測した一例⁴⁾

本観測システムの特徴は表 3.2.1-1 のように整理できる。

表 3.2.1-1 従来型観測手法と DRAGON システムの基本特性の比較 4)

項目	係留式電磁流速計	海底設置 ADCP*1	曳航式 ADCP	HF レーダ	DRAGON
時間分解能	0.5 秒	0.2 秒	0.2 秒	約 10 分	約 3 分
時間間隔	約 10 分	約 10 分	瞬時値 or 約 10 分	1 時間程度	10~15 分
速度分解能	0.02cm/s	0.1cm/s	0.1cm/s	4.8cm/s	2.13cm/s
水平方向	1 点	1 点	1 点または線上	1.5km 間隔で最大 50km	0.5km 間隔で最大 25km
鉛直方向	任意の測定層	表層を除く任意の 測定層	底層を除く任意の 測定層	表層 (水深 0.5m) のみ	表層 (水深 0.3m) のみ
観測期間	数日~1ヶ月程度	数日~1 週間程度	任意 (連続困難)	任意 (連続可能)	任意 (連続可能)
長所	<ul style="list-style-type: none"> 実績豊富で確実 任意地点設置可 	<ul style="list-style-type: none"> 鉛直分布測定可 	<ul style="list-style-type: none"> 任意地点観測可 鉛直分布測定可 	<ul style="list-style-type: none"> 広域連測観測可 基本メンテ不要 	<ul style="list-style-type: none"> 広域連測観測可 基本メンテ不要 リアルタイム観測可
短所	<ul style="list-style-type: none"> バッテリーの交換必要 航路や漁場は設置不可 	<ul style="list-style-type: none"> 漁場や非平坦な海底は設置不可 表層のデータが得られない 	<ul style="list-style-type: none"> 面的な観測では同時性がない 測定誤差がやや大きい 天候の影響を受けやすい 計画観測が困難 	<ul style="list-style-type: none"> 表層以外は観測不可 設置場所による観測範囲の制約 電波状況次第で測得率が変動 	<ul style="list-style-type: none"> 表層以外は観測不可 設置場所による観測範囲の制約 電波状況次第で測得率が変動

* 1: ADCP (超音波ドップラー流速計)

本システムは、表 3.2.1-2 に示すように伊勢湾、大阪湾、有明海、および若狭湾の現地観測を通じ、流速計と同等の測定精度(標準誤差 5cm/s~10cm/s 程度)が確認されており、拡散係数などのパラメータ評価に活用できること、従来の観測手法では困難な広域の潮流分布や残差流分布および不規則な海域流動特性を把握できること、ならびに海峡部や交通量の多い海域においても連続観測ができることなどの利点を有する。

表 3.2.1-2 DRAGON システムと従来型流速計との比較結果⁴⁾

海域 (特性)	流速計 (測定層)	観測期間	データ数 (測点数)	単回帰分析*				流速計変動幅 (cm/s)
				成分	相関係数	傾き	切片	
伊勢湾 (内湾 河口部)	係留式電磁	2002.2.18~	998(2)	東西	0.64	0.63	1.76	-25.7~41.2
	流速計 (1m)			南北	0.84	0.71	-7.86	-55.7~27.0
	係留式電磁	2002.2.26		東西	0.46	0.49	2.25	-14.0~36.9
	流速計 (2m)			南北	0.71	0.64	-12.3	-51.1~27.4
若狭湾 (外海 性)	係留式電磁	2010.12.29~	418(1)	東西	0.78	0.65	2.90	-35.5~37.1
	流速計 (2m)	2011.1.30		南北	0.72	0.93	0.92	-22.3~13.7
大阪湾 (海峡 部)	船舶スポット	2003.1.31、	55(23)	東西	0.82	1.00	1.41	-35.2~112.7
	ADCP(1.5m)	2003.2.17		南北	0.95	1.00	-4.33	-132.5~101.6
有明海 (閉鎖 性内湾)	船舶スポット	2007.8.12、	45(10)	東西	0.96	1.00	2.67	-48.4~52.9
	ADCP(0.9m)	2007.10.26		南北	0.91	1.07	3.62	-73.5~42.1

* : 流速計データを説明変数、DRAGON システムのデータを目的変数とした場合の結果

ただし、従来の観測手法と比較した場合の課題として、測定層が表層に限定されること、設置場所の地理的条件によって観測範囲が制約されること、および暴風時や無風時ならびに河川の大出水時などにデータ測得率が低下することが挙げられる。

温排水の重畳が懸念される場合など、調査範囲が広域に及ぶケースにおいて、従来の流速計をスポット的に配備することが困難な場合、補足観測として活用できる。また、火力発電所のリプレース計画に関して、発電所前面海域の流況データの取得に本システムによる簡易流動観測を実施することで、コストダウンなどアセスの合理化につながることを期待できる。

この方法は既に実用段階にあり、港湾・発電所などで使われているが、アセスでの実績がない。船舶航行が多いなど海域に流速計を設置した観測が難しいところなどでも拡散係数を評価できるので、そうしたケースでの活用を足がかりにしてアセスでの実績を積み重ねることが望まれる。また、表層の観測データと3次元シミュレーションとのデータ同化手法の開発も試みられている⁵⁾。

3.2.1 の参考文献

- 1) 松山昌史・吉井匠・坪野考樹・坂井伸一・山崎健一：DBF 海洋レーダの実用化—遠隔リアルタイム流況観測システムの構築—、電力中央研究所報告、N09005、2010年3月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/N09005.html>
- 2) 坂井伸一・平口博丸・松山昌史・坪野考樹・森信人・藤井智史：広域流動観測のための高性能沿岸海洋レーダの開発、電力中央研究所報告、U02056、2003年4月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/U02056.html>
- 3) 坪野考樹・森信人・松山昌史・坂井伸一：DBF 海洋レーダで得られる流速の精度検証、電力中央研究所報告、V05020、2006年7月

<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V05020.html>

- 4) 坂井伸一：海洋レーダによるリアルタイム流動監視システムの実用性、電力中央研究所報告、V11061、2011年5月

<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V11061.html>

- 5) 坂井伸一・松山昌史・坪野考樹・森信人：DBF海洋レーダを活用した3次元沿岸流動場推定のためのデータ同化モデルの開発、電力中央研究所報告、V05005、2005年10月

<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V05005.html>

3.2.2 海洋レーダを用いて陸上から表層塩分の分布を観測する方法²⁾

海域における塩分や水温は、海域の流動、および生物の生息環境において重要な役割を果たしている。しかし、従来の計測は直接計測が主であり、広域の計測を行うためには多くの費用が必要とされる。沿岸域の表層流速を高精度に計測できる観測装置、海洋レーダにおいて、受信電力に海域の電気伝導度が大きく影響していることが分かっている¹⁾。この特徴を応用すると、広域の表層塩分、および表層水温を計測できる可能性がある。そこで、海洋レーダを用いた表層塩分と表層水温の観測方法が検討されている²⁾。

(1) 海洋レーダの受信電力を用いた電気伝導度の算出手法

海洋レーダの受信電力を散乱断面積^{注1)}および伝搬損失^{注2)}の面から検討し、受信電力が海域の波浪スペクトルと電気伝導度を含む関数となることを理論的に明らかにするとともに、受信電力の相対差を用いた電気伝導度の測定手法が提案されている。受信電力には距離やシステムに依存する成分が含まれるため、直接電気伝導度を算出するのは困難であるが、本手法では、相対差^{注3)}を用いることでそれらの成分を相殺することが可能であり、電気伝導度項および波浪スペクトル項のみを算出すれば、海水の電気伝導度を測定できる。海水の電気伝導度は図3.2.2-1のように水温および塩分の関数であるため、受信電力から求められる電気伝導度に加えて表層水温（もしくは表層塩分）が既知であれば、表層塩分（表層水温）の算出が可能である。

注1) 送信された電波の海面での散乱度合いを表す値。

注2) 電波が送信局と散乱個所とを往復する間に失われる電力量。

注3) 計測時間における受信電力から塩分、水温が既知である基準時間における受信電力を引いた値。

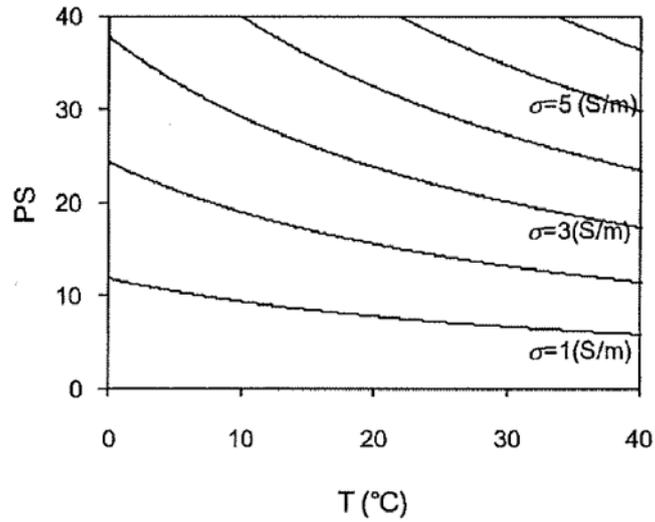


図 3.2.2-1 水温 (T)、塩分 (PS) と電気伝導度 (σ) の関係²⁾

(2) 表層塩分および表層水温の推定結果

VHF 帯 DBF 海洋レーダを用いた諫早湾湾口部周辺の現地観測結果を用いて、観測海域の表層塩分、表層水温の計測が試みられている。表層水温が一定との仮定を用いて、図 3.2.2-2 のような筑後川出水後における表層塩分の日変動を推定した。

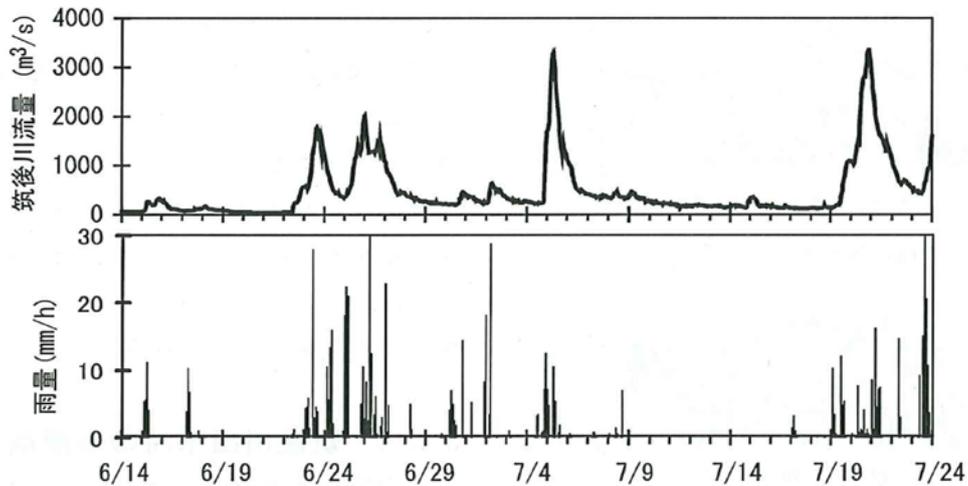


図 3.2.2-2 2006 年夏季の筑後川の流量 (瀬の下) と雨量 (雲仙局)²⁾

その結果、下図のように海域の塩分成層が筑後川の出水により徐々に形成される過程を定性的に捉えられた。

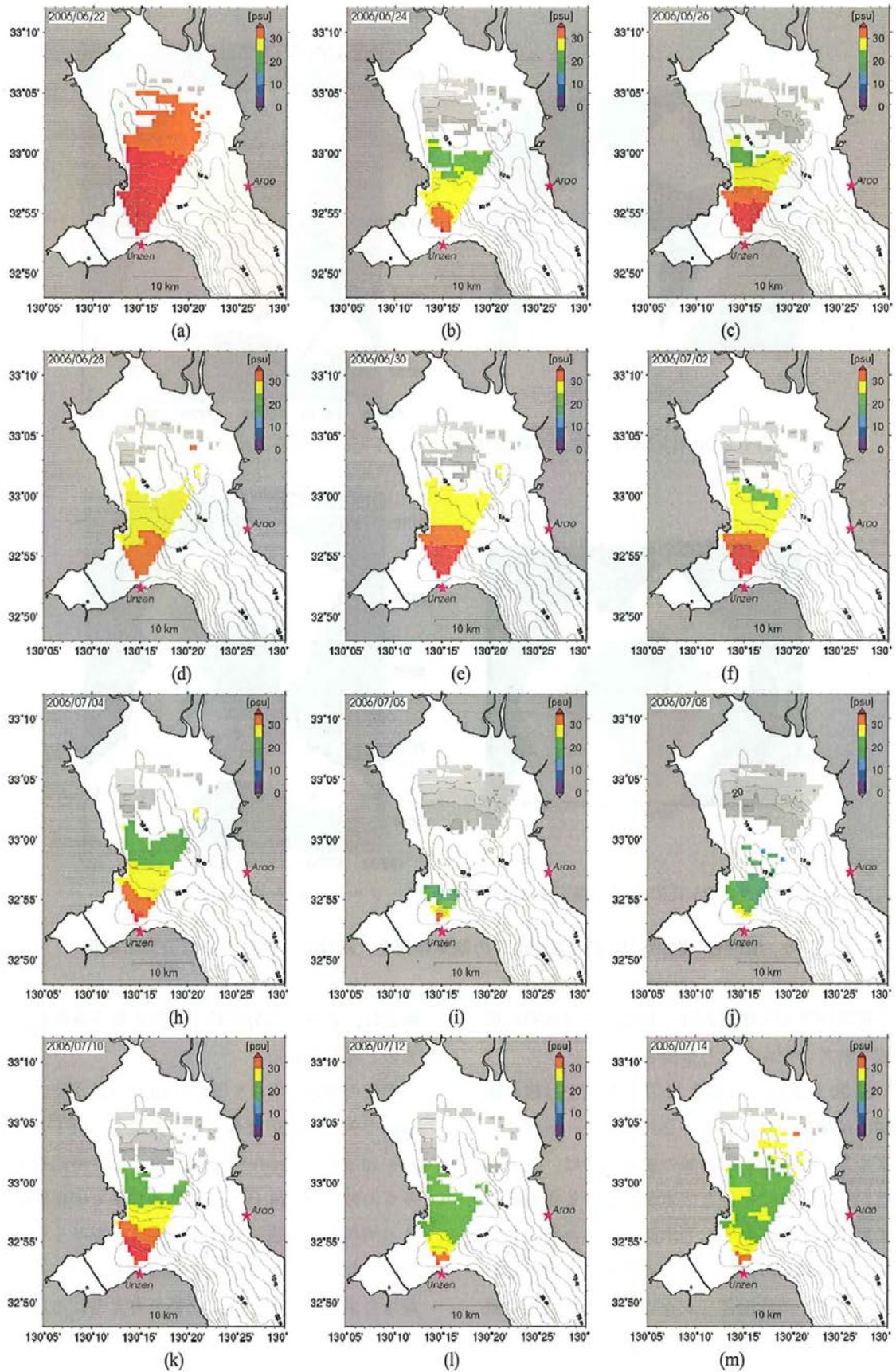


図 3.2.2-3 日平均塩分の変化²⁾

表層塩分が一定との仮定を用いて水温を推定した結果、5日平均をとると季節変化を捉えているものの、短期的な変動成分が大きく、計測精度に課題がある。

この方法はまだ研究段階にあるが、海洋レーダの活用方法の一つとして期待される。今後、様々な地点の検証データを取得し、海域特性も含めて手法の有効性を確認する必要がある。

3.2.2 の参考文献

- 1) 吉井匠・坪野考樹・坂井伸一・松山昌史・多田彰秀・中村武弘：海洋レーダ観測における表層塩分の影響、電力中央研究所報告、V09003、2009年9月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V09003.html>
- 2) 吉井匠：海洋レーダを用いた表層塩分の観測方法の提案、電力中央研究所報告、V09038、2010年5月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V09038.html>

3.2.3 自律型水環境モニタリングロボット

海域、湖沼、ならびにダム湛水地のような広範囲の水質の3次元分布調査は多くの時間と労力と費用を要する。電力中央研究所の自律型水環境モニタリングロボット¹⁾は計測範囲、深度などをプログラムしておけば、ケーブルなしで自律航行しながら水質の等深度観測、等高度観測を気象条件、海象条件に制限されることなく自動で行うことができる。搭載されているセンサーで水温、塩分、クロロフィル、溶存酸素、濁度、pH、酸化還元電位、pCO₂、ADCPで流速分布、サイドスキャンソナーで底面の音響映像が得られる。外観は図3.2.3-1のとおり。主な仕様は以下のとおり。

重量（空中）：37kg

耐圧：100m

航続時間：3ノットで22時間 5ノットで8時間

ナビゲーション：Long Base LineとDVL推測航法（GPS）のハイブリッド航法

通信：ACOMS（水中）、イリジウム衛星通信（浮上時）

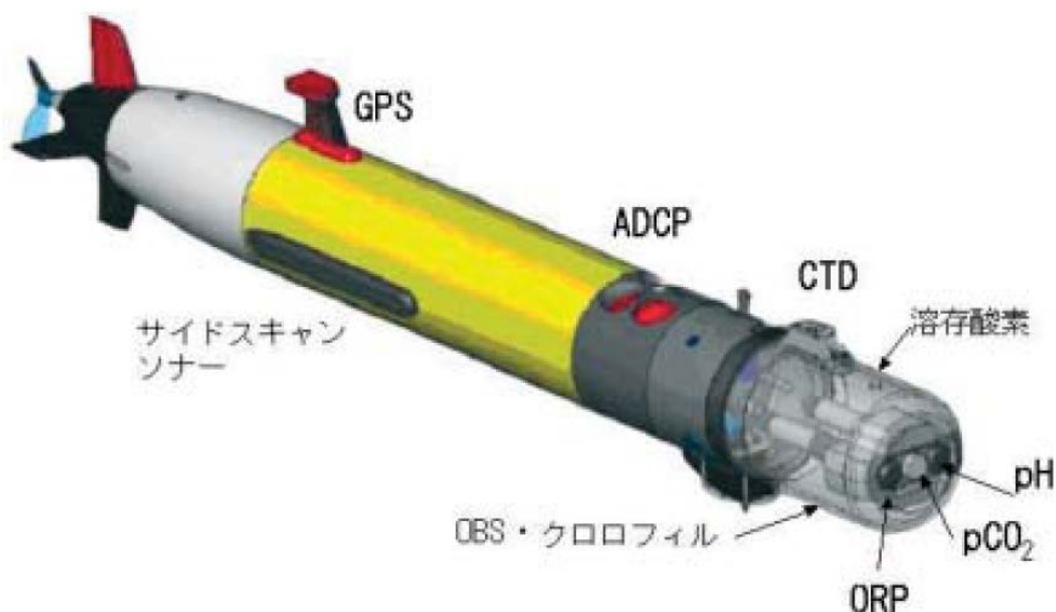


図 3.2.3-1 自律型水環境モニタリングロボットの外観図とセンサー類¹⁾

3.2.3 の参考文献

- 1) 電力中央研究所：研究年報 2008 年版

<http://criepi.denken.or.jp/result/pub/annual/2008/08katsudou34.pdf>

3.3 地形・地質

3.3.1 バイオセンサーによって重金属を迅速に測定する方法

環境中のカドミウム、六価クロム、鉛などの重金属には従来から厳しい規制が設けられている。また、近年では生態系におよぼす重金属の影響も問題視されるようになり、平成15年には、水生生物の保全を主目的として亜鉛の環境基準が設定された。このような状況のもとで、環境中の重金属濃度を把握し、適切に管理することの重要性が広く認識されるようになり、迅速な現場測定を可能とする簡易測定法に対する要望が増大している。生物が持つ抗原抗体反応を利用した簡易測定法は、様々な分野で実用化が進められており、電力中央研究所では、環境試料中のカドミウム濃度を定量するための図 3.3.1-1 に示すバイオセンサーを開発している¹⁾。



図 3.3.1-1 バイオセンサーによるカドミウムの測定¹⁾

(1) 鉛、亜鉛、クロムに特異的に結合する抗体の作製²⁾

鉛、亜鉛、クロムの抗体が作製され、表 3.3.1-1 のように各抗体が環境試料中の重金属を分析するためのバイオセンサー用に適用する抗体として実用的な検出感度を有していることが確認されている。

a. 鉛抗体（鉛と DTPA の錯体 (Pb-DTPA) に対するモノクローナル抗体)

本抗体の Pb-DTPA に対する解離定数（注 1）は $0.01 \mu\text{M}$ であり、0.01%以上の交差反応性（注 2）を示す金属は調べた範囲では存在せず、これまでに報告のない優れた感度と特異性を持つことが分かった。本抗体を用いて鉛の測定を行ったところ、検出下限濃度は約 0.6ppb であった。

b. 亜鉛抗体（8 亜鉛と DTPA の錯体 (Zn-DTPA) に対するモノクローナル抗体)

本抗体と亜鉛の結合は、銅によって阻害されやすいが、水素と硫黄からなるチオール基を含む分子によって、銅イオンと抗体の反応を防ぐことができた。これにより、亜鉛と銅の混合液中で銅の影響を受けずに亜鉛の測定を行うことが可能になった。本抗体を用いて亜鉛の測定を行ったところ、検出下限濃度は 6.5ppb であった。

c. クロム抗体（三価クロムと EDTA の錯体（Cr-EDTA）に対するモノクローナル抗体）

有害物質として規制されている六価クロムは、通常クロム酸および二クロム酸として存在するが、これらの分子を直接抗原とすることは、現在の技術では困難である。そこで、これらの分子を三価クロムに還元する前処理を実施することを前提として、三価クロムと EDTA の錯体（Cr-EDTA）に対するモノクローナル抗体が作製されている。本抗体によって六価クロムの濃度を測定するために、三価クロムと六価クロムの分離法および六価クロムの還元法を検討した。その結果、キレートカラムによる分離後、還元剤として亜硫酸ナトリウム、中和剤としてトリス緩衝液を用いることで、100ppb の六価クロムが本抗体によって検出できることが分かった。

注 1) 解離定数とは、抗体の感度を示す値であり、単位は濃度。値が小さいほど高感度であることを示す。

注 2) 交差反応性とは、抗体が目的外の対象物に結合する確率であり、百分率で示す。

表 3.3.1-1 開発された抗体の感度と関連する基準値²⁾

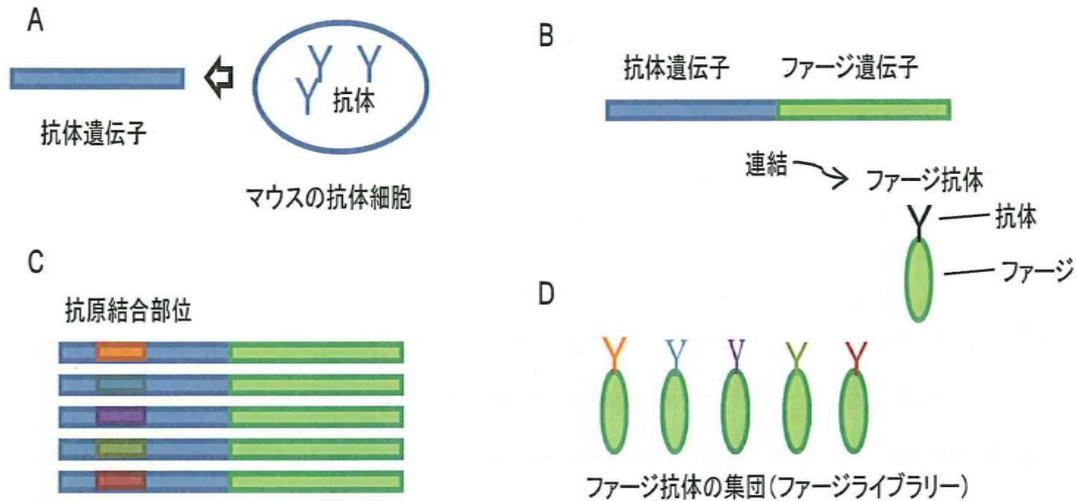
	各抗体の 検出下限 ^{*1}	環境に関わる主な基準と その基準濃度
鉛	0.6ppb	土壌環境基準 ^{*2} (10ppb)
亜鉛	6.5ppb	水質環境基準 ^{*3} (30ppb)
六価クロム	100ppb	排水基準 ^{*4} (500ppb)

*1：測定結果から求めた理論値、*2：土壌溶出液中の基準値、*3：水生生物の保全を目的として河川・湖沼において設定された水質環境基準、*4：一律排水基準における健康項目として定められた値

この手法は水銀も含めて簡易測定手段として商用化への基盤が整いつつある。カドミウムについては米の測定用に商用化されたものが使われている。東京都の土壌中のカドミウムを測定する方法としても採用されている。今後、火力の入札案件が出てくる中で、工場の跡地を基礎掘削する場合などの環境調査に活用が期待される。5種の金属の同時測定ができればさらに迅速化することができる。

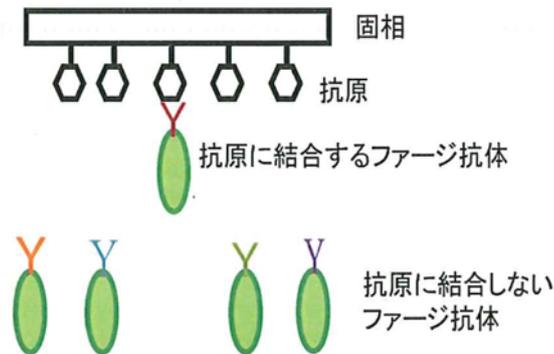
(2) 動物に有害な物質の抗体の作製³⁾

従来の抗体のほとんどは動物を利用して作製されているが、生体内で有害な働きをする物質に対する抗体を動物で作製することは困難である。多くの環境汚染物質は毒性を持つ物質であるため、図 3.3.1-2 のように微生物であるファージを利用して多様な抗体を含むファージライブラリーを作製し、目的の抗体を選別する方法が有効である。



(a) 抗体のパージライブラリーの作製

抗体遺伝子をマウスの細胞から取得し (A)、これをファージの外殻タンパク質の遺伝子と連結する (B)。抗体の抗原結合部位に相当する遺伝子をランダムに組み替える (C)。この遺伝子をファージに導入することによって構造の異なる抗原結合部位をもつファージ集団 (ファージライブラリー) が得られる。ファージは大腸菌に感染するウィルスであり、大きさは 1μ 以下。



(b) ファージの選別 (イメージ)

固相に固定化した抗原に結合するファージとそれ以外のファージを分別することにより、膨大な種類のファージ抗体の中から特定の抗原に結合するファージを選別する。

図 3.3.1-2 抗体のパージライブラリーの作製とファージの選別³⁾

電力中央研究所では、ファージライブラリーの鑄型とする抗体遺伝子を取得するために、マウスを用いて重金属化合物に結合する抗体 (抗 Cr-EDTA 抗体) を作製している。その結果、抗体遺伝子の抗原結合部位の周辺において、低分子物質に結合する既存の抗体と共通した分子構造 (アミノ酸配列) を見出し、ファージライブラリーの鑄型として適していることがわかった。つづいて、ファージに抗体機能を持たせるために、抗 Cr-EDTA 抗体の遺伝子を用いた遺伝子発現系を構築した結果、得られたファージ抗体

の Cr-EDTA に対する結合能が、マウスの細胞から得られた抗体とほぼ同等の機能を持つことが確認され、遺伝子発現系がファージライブラリー作製に適していることがわかった。さらに、多様なファージ抗体を作製するために、抗 Cr-EDTA 抗体を基にして抗原結合部位の構造をランダムに改変した抗体遺伝子を合成した。これらの遺伝子を前述の抗体発現系に導入し、抗原結合部位に 108 以上の多様性を持つファージライブラリーを作製することができた。これらのファージ抗体の中には特定の重金属への結合に適した構造を有する抗体が含まれることが期待される。

ヒ素などの環境汚染物質を対象に、今回作製されたファージライブラリーから有用な抗体を選別するための抗原固定化法の検討が進められている。

ヒ素について研究中だが商用化への目途は立っていない。しかし、動物を使った抗体作製が難しい以上、この方法へかける期待は大きい。

3.3.1 の参考文献

- 1) 電力中央研究所HP環境科学研究所／実用化技術／カドミエール
<http://criepi.denken.or.jp/jp/env/jitsuyouka/003.pdf>
- 2) 佐々木和裕・俵田啓・大村直也：環境モニタリングを目的とした抗体の開発(5) -クロム、鉛、亜鉛に特異的に結合する抗体の作製-、電力中央研究所報告、V08007、2009年2月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V08007.html>
- 3) 佐々木和裕・大村直也：環境モニタリングを目的とした抗体の開発(6) -低分子化合物の抗体取得を目指したファージライブラリーの作製-、電力中央研究所報告、V10018、2011年4月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V10018.html>

3.3.2 ヘリコプターによる空中物理探査¹⁾

地熱資源調査を効率的に行う技術として、平成 25 年 10 月から独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) が九州のくじゅう地域と霧島地域で開始したヘリコプターによる空中物理探査¹⁾を紹介する。ここで用いられているのは空中重力偏差法探査、空中電磁探査 (時間領域空中電磁探査) ならびに空中磁気探査の 3 手法である。図 3.3.2-1 にそれぞれの模式図を、表 3.3.2-1 にそれぞれの特徴と期待される効果を示す。この空中物理探査で得られたデータと既存のデータや文献と併せて総合的に解釈することで地熱ポテンシャルの評価が可能になるとともに、温泉保全にも有用と考えられる。

JOGMEC では順次、各地でこの調査を実施し、得られた調査結果を関係省庁や関係自治体等へ提供していく方針である。

上記 2 地域での空中重力偏差法探査の結果は JOGMEC 地熱部平成 25 年度事業成果報告会開催実績のページ <http://geothermal.jogmec.go.jp/data/file/7.pdf> で参照することが

できる。

【空中重力偏差法探査】

- 地下の岩石密度分布を測定。
- ヘリコプター内に計測機器を搭載。

【空中電磁探査／空中磁気探査】

- 地下の岩石の電気抵抗分布を測定する。
- ヘリコプターから計測機器を吊り下げる。

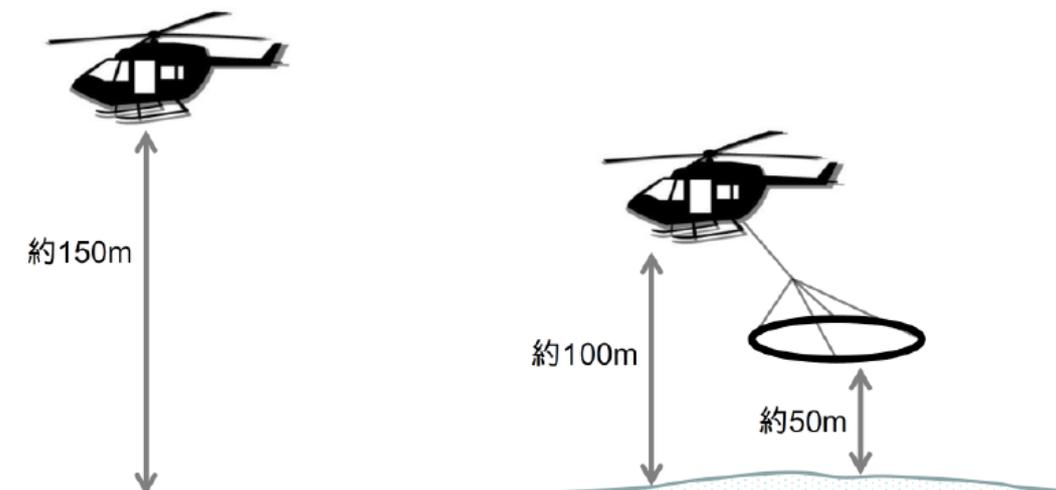


図 3.3.2-1 ヘリコプターによる空中物理探査の模式図 1)

(出展：独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構のホームページ)

表 3.3.2-1 空中物理探査手法の特徴と期待される効果 1)

(出展：独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構のホームページを一部改変)

手法	特徴	期待される効果
空中重力偏差法探査	地下の岩石密度分布を測定できる。	広域的な地質構造の把握
空中電磁探査 (時間領域空中電磁探査)	地下 500m 程度までの岩石分布を測定できる。	高温の熱水や蒸気が存在する地層の電気抵抗の把握
空中磁気探査	岩石の磁氣的性質を測定できる。	地熱や熱水と関係のある火山岩(地熱変質帯)の分布把握

3.3.2 の参考文献

- 1) 独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：「地熱資源ポテンシャル調査」の開始、NEWS RELEASE 平成 25 年 10 月 8 日

http://www.jogmec.go.jp/news/release/news_01_000034.html

3.4 動物

3.4.1 糞などのDNA解析によって動物の生息数を推定する方法

(1) ノウサギの生息数推定法¹⁾

環境アセスメントにおける生態系の調査手法を開発・提案することを目的に、イヌワシを頂点とする生態系の食物連鎖を解明するための研究を実施している。ノウサギはイヌワシの主要な餌動物であるが、捕食-被食関係を定量的に解析するためには、ノウサギの生息数をできるだけ正確に把握する必要がある。しかし、従来の生息数の推定方法は精度に問題があることが指摘されている。そこで、従来の方法より精度の高いノウサギの生息数推定法が開発されている。

糞には排泄個体の腸管細胞が微量であるが含まれているため、そこから抽出したDNAを用いて個体識別²⁾を試みた。その結果、糞から排泄個体を識別でき、特に積雪期に雪上から採取した糞は保存状態が良いため、良好な解析が可能であった³⁾。そこで、DNA解析を利用した2つの新しい生息数推定法を考案し、イヌワシの営巣地である秋田駒ヶ岳山麓において調査を実施した。

a. DNAメッシュ法によるノウサギの生息数推定

DNAメッシュ法は調査地を100メッシュに区切り、各メッシュから糞を採取する方法である。融雪期に行うことにより、雪中に蓄積された糞が解析でき、積雪期間に調査地を利用した個体数が把握できる。この方法をスギ林が優占する1km²の範囲で実施したところ、48個体の存在が確認できた。各メッシュの識別個体の分布から行動圏の推測にも有効であったが、糞からの識別成功率(64%)がやや低いため、調査地を網羅するためには多数の試料の解析が必要と考えられた。

b. DNA足跡識別法によるノウサギの生息数推定

降雪の翌日には、足跡のそばに糞を発見でき、糞の個体識別と足跡からその個体の前夜の活動が追跡できる。そこで、メッシュ法と同じスギ林に18.5haの調査地を設定し、調査を実施した。降雪翌日に採取した糞は新鮮なため、すべての糞で解析が可能で、前夜にこの調査地を利用した個体が15頭であることが図3.4.1-1のように確認できた。

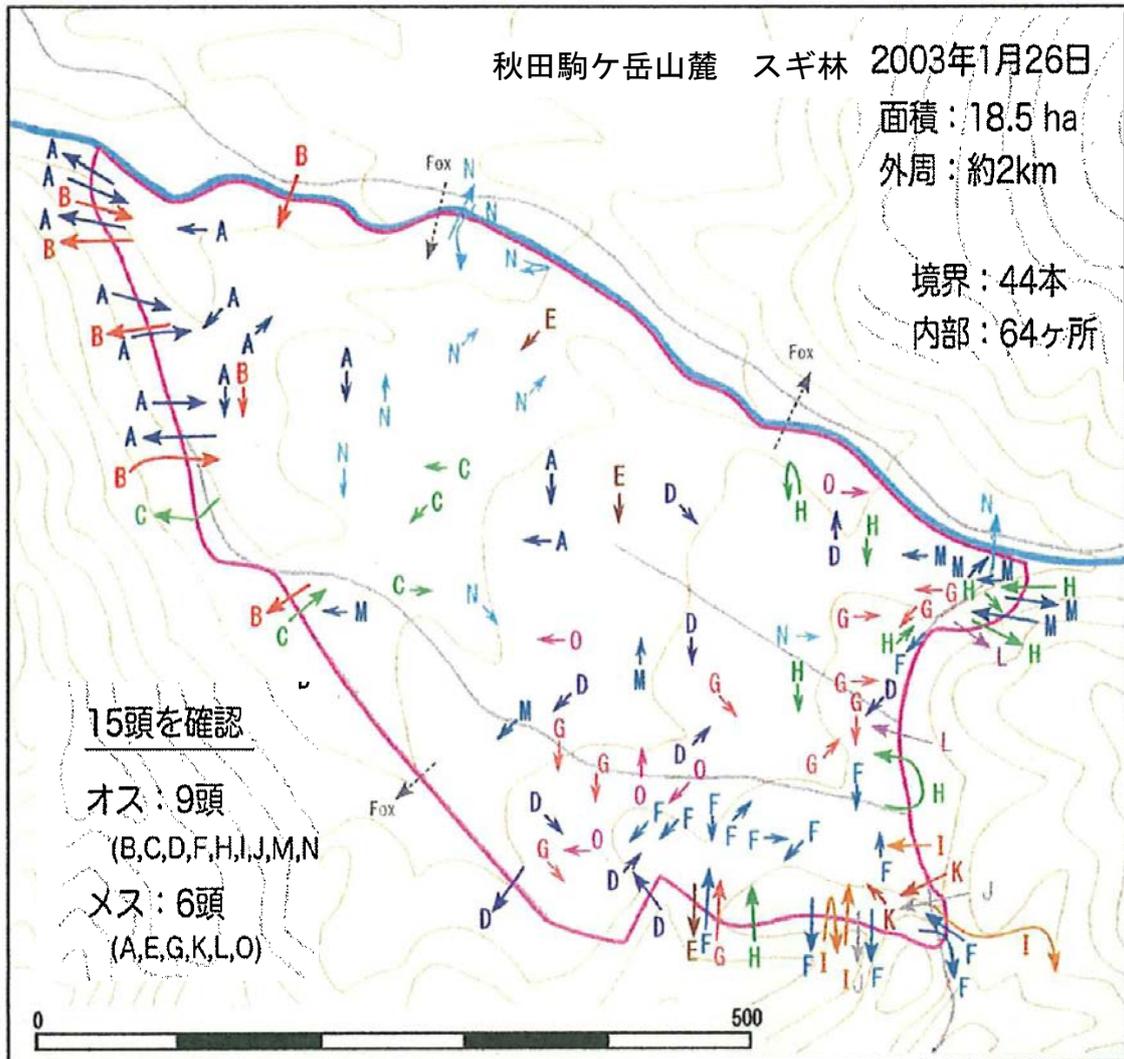


図 3.4.1-1 DNA 足跡識別法による個体識別結果 1)

(参考文献 1 の図 2 葉と脚注を合成)

調査地外周を調査ルートとし、ルートと交差する全ての足跡の出入りを記録し、対応する糞を採取する。その後、調査地内からランダムに糞を採取し、各糞の DNA から排泄個体を識別した。各アルファベットは個体を示す。桃色の線は調査ルート、青色の線は小川、灰色の線は林道を示す。矢印は足跡の向き。

また、調査地の出入りの追跡から調査地内にあるノウサギの寝場所の数が推測でき、寝場所の数からこの調査地の生息密度は $40.5 \text{ 頭}/\text{km}^2$ と推定された。

DNA 解析を用いた 2 つの方法は、生息個体そのものを特定しているため、従来の調査地の利用頻度を指標とした糞粒法^{注1)}や INTGEP 法^{注2)}と比べ、はるかに信頼性が高い。特に、DNA 足跡識別法はすべての個体が識別でき、密度推定の対象範囲を限定できることから、生息密度の推定には、実際のノウサギの生息状況を最も良く反映した有効な方法と考えられた。

糞 DNA を用いた解析は生息数推定のみならず、行動調査や集団構造、遺伝的多様性などの解析にも利用できる可能性が高い。DNA 解析を利用して、行動圏の推定な

どの新しい生態調査手法を開発するとともに、他の野生動物への適用を図る。

注 1) 糞粒法：一定の面積内に排泄された糞の数を定期的に計数し、一頭一日の平均排泄糞粒数から、その調査地の生息密度を求める方法

注 2) INTGEP 法：雪上に残された足跡の調査から、一定の面積内の足跡総延長を推定し、一頭一夜の平均移動距離から生息密度を求める方法

(2) タヌキ・アナグマの個体数推定⁴⁾

発電所の環境影響評価では、事業が生態系に及ぼす影響を予測評価することが求められている。予測評価に際しては、地域の生態系を特徴づける種を上位性、典型性、特殊性の視点から注目種として選定し、行動圏や生息環境、餌生物などを調査することによって、生態系への影響を可能な限り定量的に把握することとされている。タヌキやアナグマなどの中型哺乳類は、火力・原子力発電所が立地する里山環境の代表的な典型性注目種の候補であるが、夜行性で森林や藪などを主な生息場所としているため、個体数や分布状況を把握することは困難な場合も多い。近年、野生動物の糞や体毛の DNA から個体情報が取得できるようになり⁵⁾、この技術を利用した個体数推定法の開発や生態系アセスメントへの適用が期待されている。そこで、タヌキ、およびアナグマを対象として野外に排泄された糞から DNA 情報を収集し、個体の識別および個体数の推定を行い、生態系アセスメントへの適用性が検討されている。

a. タヌキのため糞場利用個体の推定と血縁関係

タヌキには決まった場所に集中的に糞をする「ため糞」という習性があり、複数の個体が共同で利用する。ため糞場を利用している個体数やその個体間の関係を明らかにすることを目的に、千葉県我孫子市で確認したため糞場を利用するタヌキを対象として調査を行った。2005 年 11 月から翌年 2 月にかけて毎週定期的のため糞場を調査し、新規に追加された糞を採取した。糞から DNA を抽出し、個体識別した結果、図 3.4.1-2 のように A~G の 7 個体のタヌキがため糞場を利用していたことが明らかになった。このうち 6 個体が、血縁関係の解析から家族集団（父，母，仔⁴⁾）を構成することが判明し、この家族集団が共有してため糞場を利用していると考えられた。

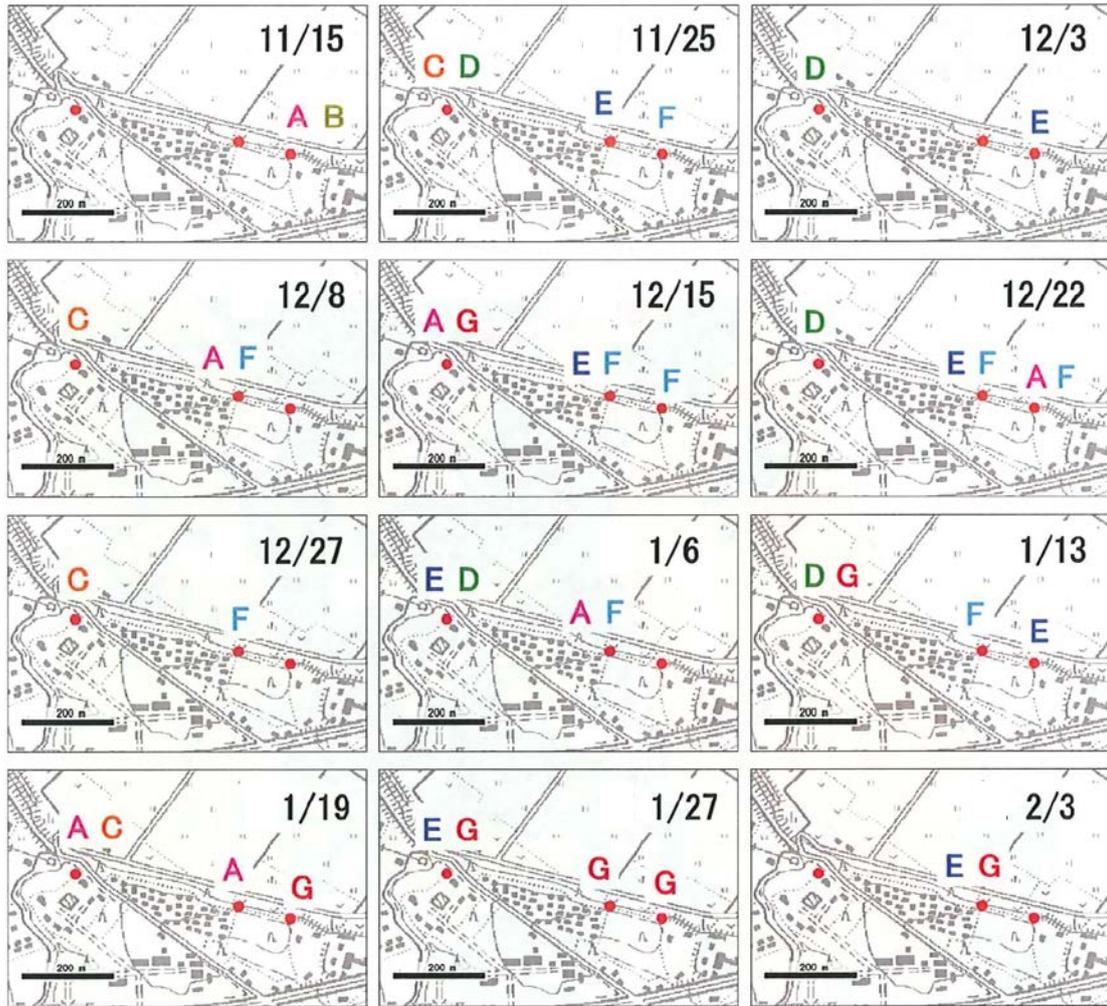


図 3.4.1-2 糞 DNA より識別したタヌキ個体の調査期間におけるため糞場利用⁴⁾

(参考文献 4 を一部改変)

赤丸はため糞場の位置を示す。性別と推定血縁関係は、Aメス仔、Bオス仔、CメスEの母・姉妹、Dオス仔、Eオス父、Fオス仔、Gメス母

b. アナグマの生息分布と個体数推定

鹿児島県薩摩川内市において、クロマツ植林が大部分の低地（S1 区：84.8ha）および常緑広葉樹林とスギ・ヒノキ植林が混在する山地（S2 区：80.8ha）の 2 つの隣接する調査区を設定し、糞 DNA による個体識別結果からアナグマの生息個体数を推定することを目的に、2006 年 11 月に網羅的な踏査による糞場確認調査を行った。採取した糞から個体識別した結果、図 3.4.1-3 のように S1 区で 12 個体、S2 区で 18 個体（13 番～30 番）が確認できた。

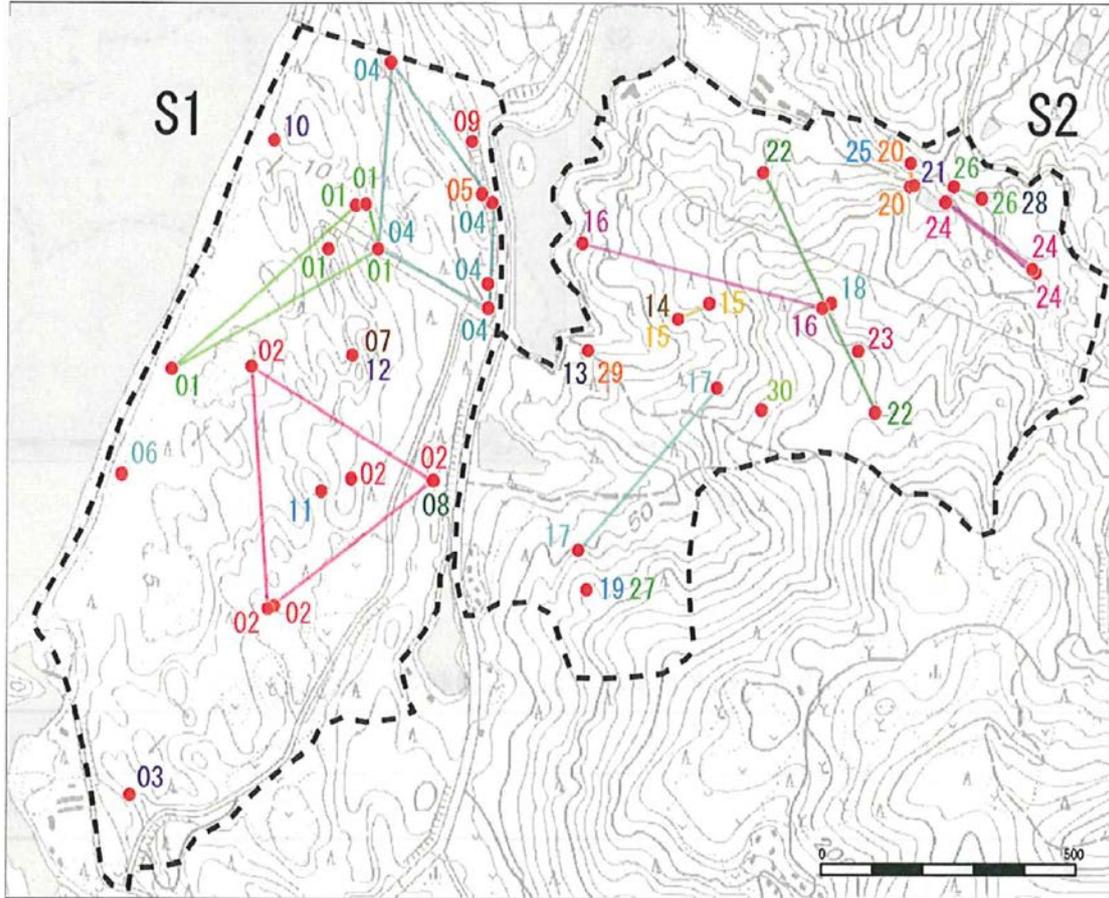


図 3.4.1-3 糞 DNA から識別したアナグマの個体の分布⁴⁾

数字は個体番号、実線は同一個体の最外殻を示す。

この調査では各調査区を利用する全ての個体の糞を特定できていないと推測されるため、累積曲線を用いた個体数の推定^{注1)}を試みた。その結果、S1区では15個体(95%信頼区間:12-45)、S2区は24個体(95%信頼区間:18-49)と推定され、個体数密度はそれぞれ0.18個体/ha、0.30個体/haと推定された。本調査地で並行して実施したアナグマの餌資源⁶⁾や巣穴⁷⁾の好適性評価においても、常緑広葉樹林の多い山地のS2区が高い評価であり、S2区での個体数密度の高さはアナグマにとって好適な生息環境を反映していることが示唆された。

DNA解析に基づくこの調査手法は、個体数推定や社会構造の解析だけでなく、糞の分布から各個体の行動範囲も推測できる。本手法を用いれば、開発により生息地の改変がある場合に、その影響を直接受ける個体の数や行動範囲も把握可能であり、生態系アセスメントにおいて事業の影響を評価する上で有効な調査手法であると考えられた。

注1) 一定の範囲内で糞の排泄個体を特定する調査を続けた場合、最終的にはすべての個体の糞が確認できると予想される。このとき、調査試料数に対する新規確認個体数の累積曲線は漸近線に収束するが、その漸近値は全個体数と一致する。

この漸近線を推測し、個体数の推定を行った。

この方法は既に実用段階にあり、川内原子力発電所の増設でアナグマ、石狩湾新港火力発電所でキタキツネを対象としたアセスの実績がある。準備書段階での活用実績を積み重ねつつある。

3.4.1 の参考文献

- 1) 松木吏弓・矢竹一穂・竹内亨・阿部聖哉・石井孝・梨本真：イヌワシを頂点とする生態系の解明－DNA 解析を利用したノウサギの生息数推定法の開発－、電力中央研究所報告、U03066、2004 年 3 月、
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/U03066.html>
- 2) 松木吏弓・梨本真・矢竹一穂：DNA 多型を利用したノウサギの個体識別、電力中央研究所報告、U00016、2000 年 11 月、
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/U00016.html>
- 3) 松木吏弓・矢竹一穂・竹内亨・阿部聖哉・梨本真：ノウサギ糞からの STR 多型解析による個体識別、DNA 多型、11：42-44、2003 年
- 4) 松木吏弓・竹内亨・阿部聖哉・梨本真・平田智隆・上野智利・田崎耕一：中型哺乳類を典型性注目種とした生態系アセスメント手法の開発－DNA 情報を利用したタヌキ・アナグマの個体数推定－、電力中央研究所報告、V08043、2009 年 6 月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V08043.html>
- 5) 松木吏弓・竹内亨・阿部聖哉・梨本真：DNA 情報を利用した新しい野生動物調査法の開発－タヌキの個体識別と未知生物試料からの種同定－、電力中央研究所報告、V05017、2006 年 6 月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V05017.html>
- 6) 阿部聖哉・松木吏弓・竹内亨・梨本真・平田智隆・上野智利・田崎耕一：中型哺乳類を典型性注目種とした生態系アセスメント手法の開発－タヌキ・アナグマの餌資源分布の評価－、電力中央研究所報告、V08044、2009 年 6 月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V08044.html>
- 7) 竹内亨・松木吏弓・阿部聖哉・梨本真・平田智隆・上野智利・田崎耕一：中型哺乳類を典型性注目種とした生態系アセスメント手法の開発－影響予測・評価のための生息好適性解析－、電力中央研究所報告、V08045、2009 年 7 月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V08045.html>

3.4.2 GIS と多変量解析を用いたノウサギ生息密度の予測と地図化¹⁾

発電所の環境アセスメントでは、生態系に対する影響を評価することが義務付けられている。生態系の影響評価では、栄養段階の上位に位置する注目種を選定し、その行動圏における生息環境や餌動物との関係を調べることが挙げられているが、具体的な方法は示されていない。生息環境や餌動物の生息密度を地図化することは、面的な開発計画の影響を評価する際の一つの有効な手段となる。一方、電力中央研究所ではイヌワシを頂点とする

生態系に関する研究を進めているが、餌動物であるノウサギの分布を行動圏全域で明らかにする必要がある。そこで、イヌワシの主要な餌動物であるノウサギと環境要因との関係を解析し、多変量解析を用いたノウサギ生息密度の予測と GIS を用いた生息密度の地図化が検討された。

(1) 多変量解析によるノウサギ生息密度の予測

イヌワシ行動圏内の 18 地点において、糞粒法によるノウサギ生息密度の調査を行い、植生タイプ間の生息密度の違いを検討した。その結果、同じ植生タイプでも地点間に生息密度のばらつきが見られ、植生タイプ間での有意差はなかった。

次に、植生タイプに、林冠高、標高、傾斜を説明要因に加え、多変量解析の一手法である数量化 I 類による分析を行なった。その結果、図 3.4.2-1 のように 2002 年植生繁茂期（7～8 月）では、予測値と糞粒法による測定値の間に高い相関が認められた（重相関係数 $r^2=0.91$ ）。2002 年～2003 年積雪期（11～4 月）、2003 年展葉期（5～6 月）では、人為的な影響と考えられる外れ値を除外することによって、ある程度の重相関係数（ $r^2 \geq 0.7$ ）を持つ予測式が得られた。

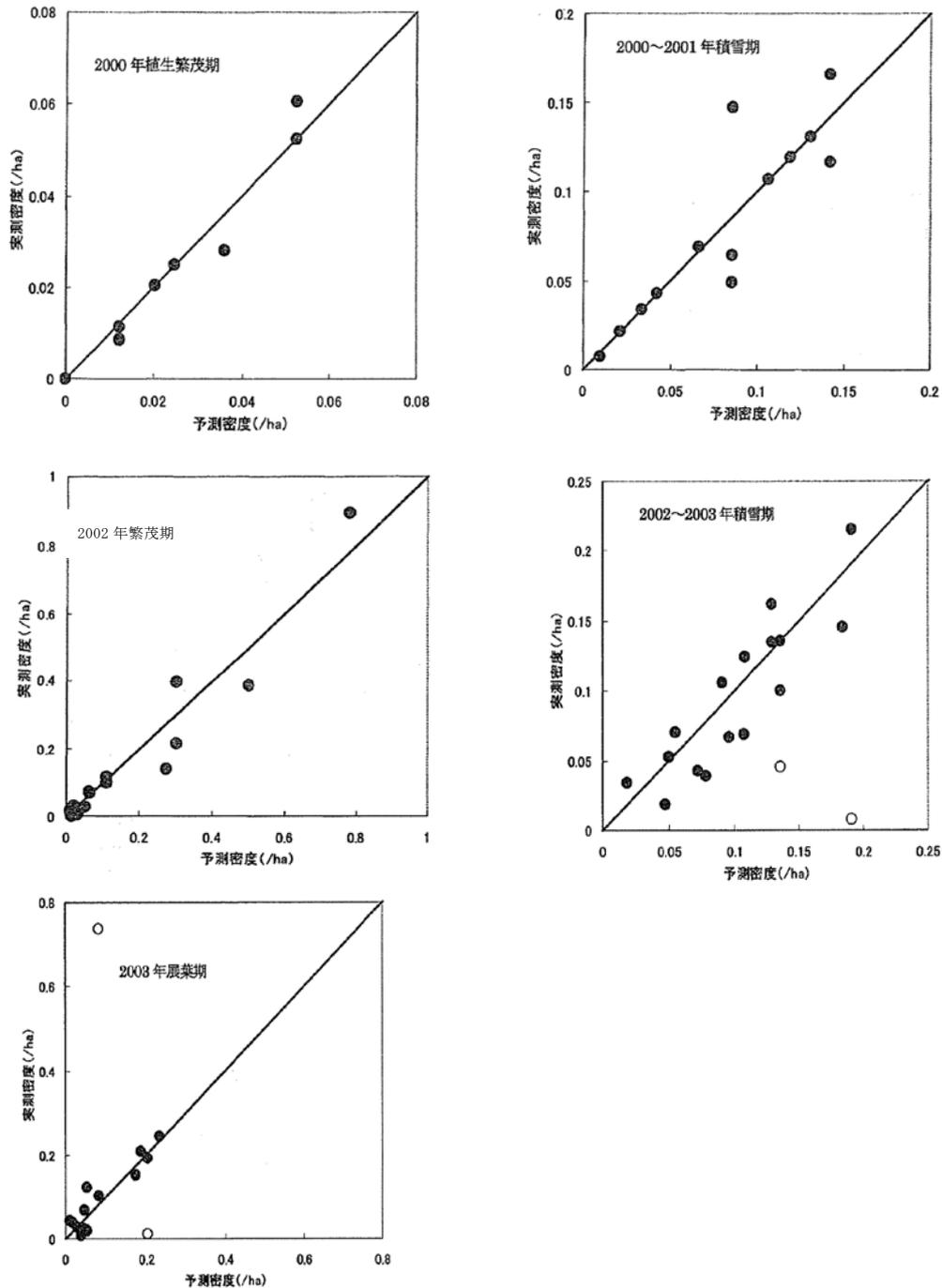


図 3.4.2-1 ノウサギ生息密度の予測値と実測値

(参考文献 1 から抜粋・並び替え)

実測密度は野外における糞粒法調査の値を、予測密度は数量化 I 類による計算値を示す。

○は数量化 I 類の解析から除外した外れ値を示す。

(2) GIS を用いたノウサギ生息密度予測地図の作成

数量化による解析結果と、GIS データベース化した植生、林冠高、標高、傾斜をもとに、ノウサギ密度の大小を示す生息密度予測地図を作成した。その結果、図 3.4.2-2 のように植生繁茂期では中標高 (約 400~800) の地域で生息密度が高いのに対し、積雪

期や展葉期では高標高（約 800～1100）の地域で生息密度が高く、中標高の地域で低いという逆のパターンを示した。

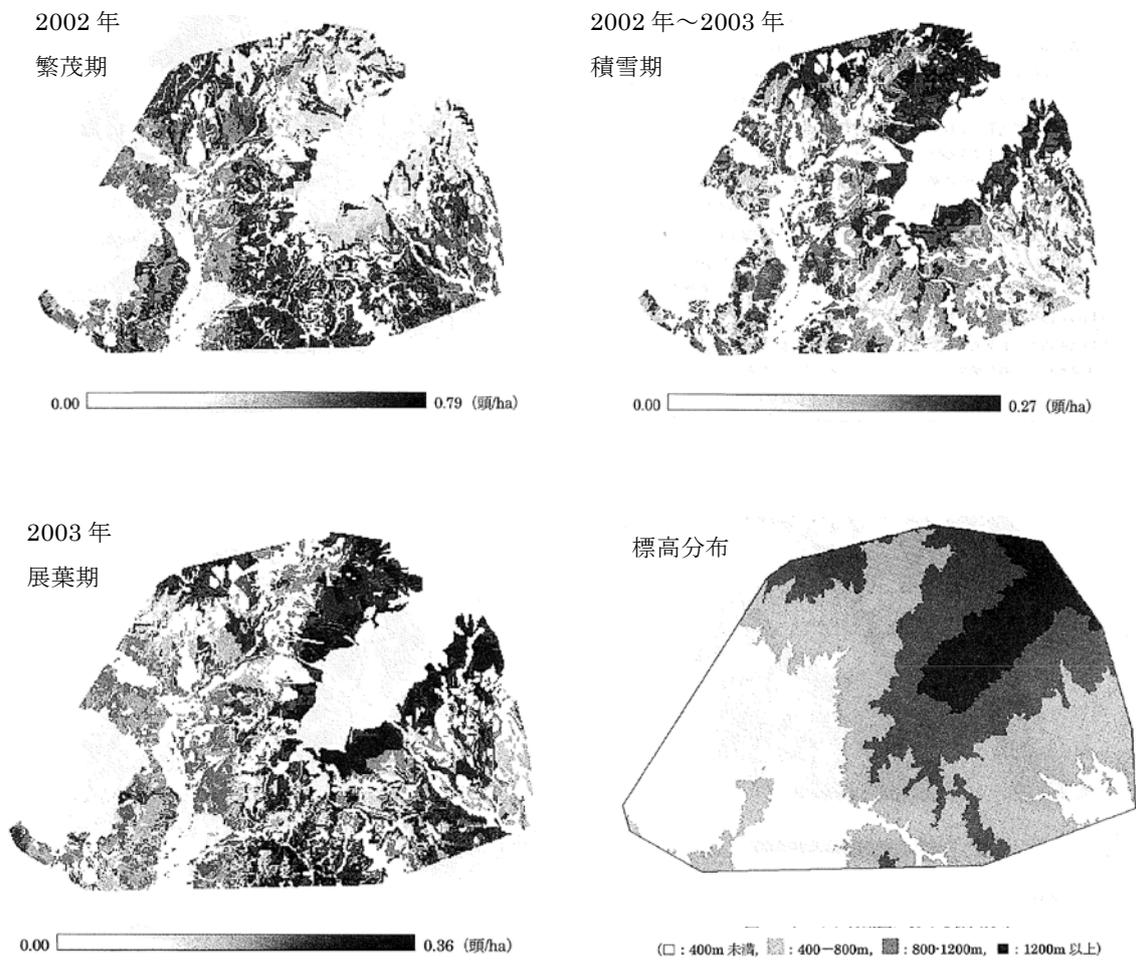


図 3.4.2-2 イヌワシ行動圏におけるノウサギ生息密度の予測地図の比較
(参考文献 1 から抜粋・並び替え)

また、同じ季節の年度の異なる地図を比べると、図 3.4.2-3 のように分布パターンは似た傾向にあった。

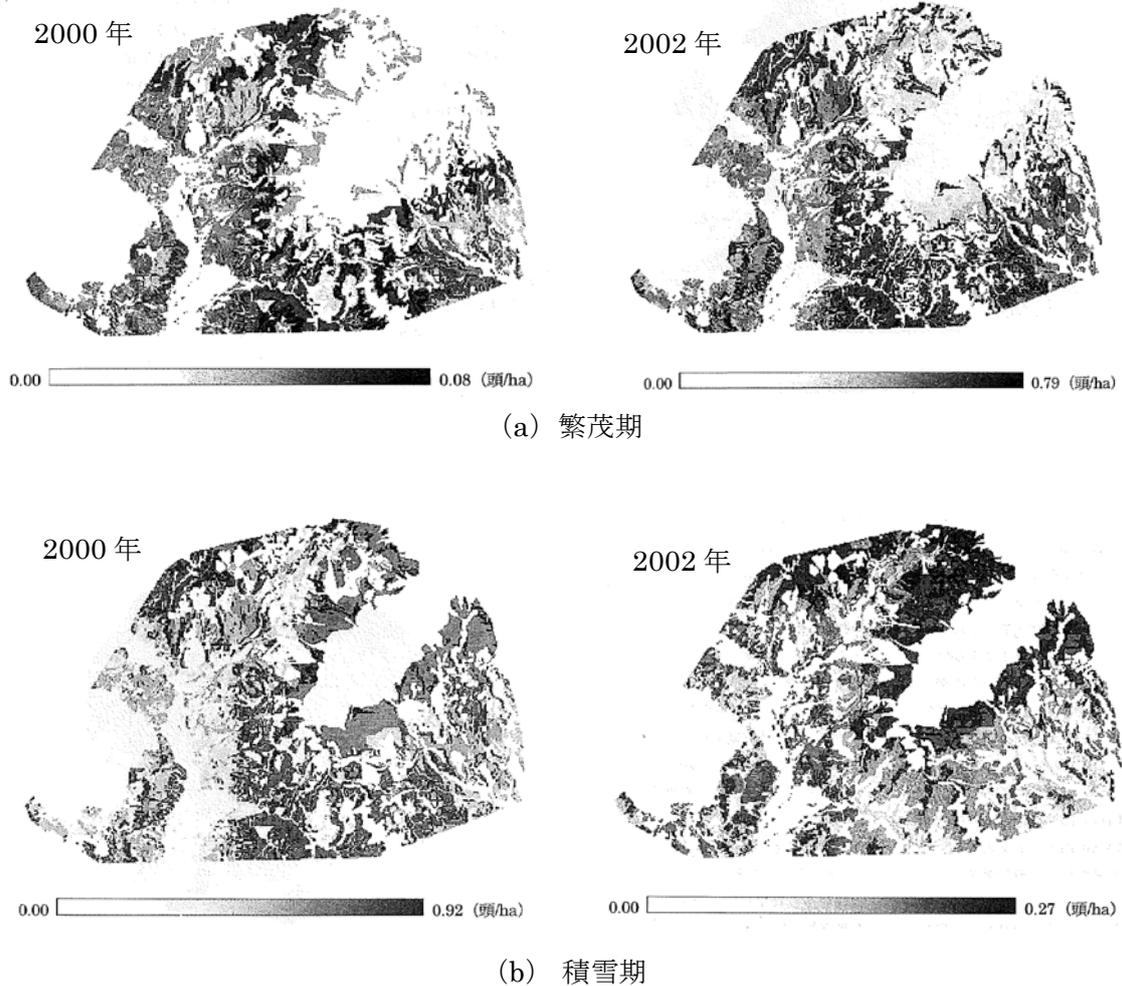


図 3.4.2-3 ノウサギ生息密度の予測地図の同じ時期違う年の比較
(参考文献 1 から抜粋・並び替え)

この生息密度予測地図を用いると、イヌワシ行動圏内におけるノウサギ生息数を計算することも可能になる。

生息密度の絶対値は年度によって異なる可能性があるが、予測分布地図における分布パターンは同じ季節で似た傾向にあった。調査期間や利用できる地図データが限られている実際の生態系アセスメントでは、本解析手法（数量化 I 類と GIS を用いる方法）は有効性が高く、代替案間でのインパクトの違いを定量的に評価できる手法である。また、本解析手法はノウサギ以外にも他の動物種への適用が可能と考えられる。

火力・原子力発電所が立地するような地域において、本解析手法の他種への適用性、予測精度の評価、人為的な影響を説明要因として組み込む方法などの検討が進められ、生態系アセスの簡易手法の 1 つとして期待される。

この方法は既に実用段階にあり、ノウサギ対象ではないがアセスでの実績もあり、準備段階での活用が期待される。

3.4.2 の参考文献

- 1) 阿部聖哉・梨本真・矢竹一穂・松木吏弓・竹内亨・石井孝：イヌワシを頂点とする生態系の解明 - GIS と多変量解析を用いたノウサギ生息密度の予測と地図化 -、電力中央研究所報告、U03041、2004 年 3 月

<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/U03041.html>

3.4.3 鳥類調査の機械化

風力発電設備へ鳥類が衝突する危険性を評価するためには鳥類の飛行軌跡を調査する必要があるが、現状の目視観測による調査では大きな労力と時間を要している。例えば、日本野鳥の会が北海道のフレシマで行った調査では、図 3.4.3-1 のような飛翔図と飛翔ポテンシャルマップを作製するために、のべ 487 名の調査員を動員した 32 日間、合計約 463 時間の調査と膨大な調査用紙からパソコンへの入力作業が行われた¹⁾。

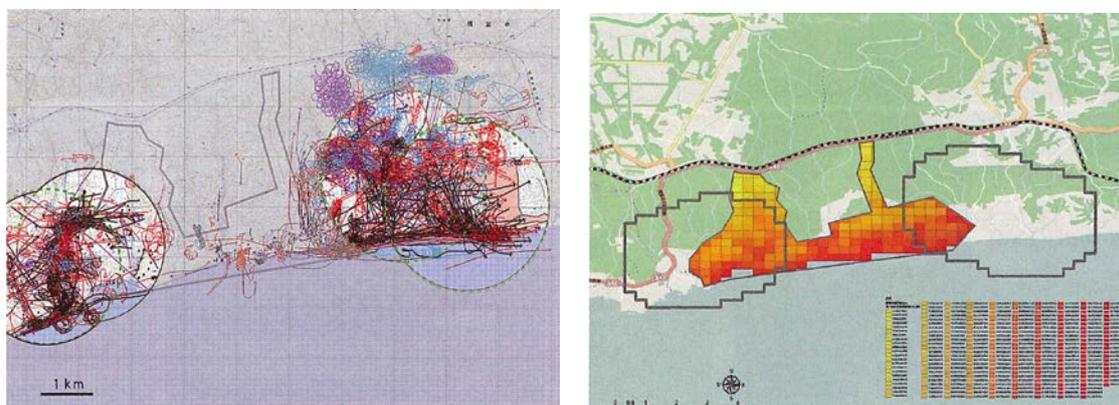


図 3.4.3-1 ワシの飛翔軌跡の例（左）と飛翔ポテンシャルマップ（右）¹⁾

（出展：野鳥 2014 年 8 月号）

以下で紹介する鳥類調査の機械化技術によって、こうした労力を軽減し、作業時間を短縮することが期待される。

(1) 複数台のカメラによる飛翔軌跡の立体観測^{2)・3)}

2～4 台のカメラを数十 m の間隔で配置し、時刻同期しながら自動で撮影・録画する観測装置と、録画面像の中から飛翔する鳥を抽出する飛翔物体検出ソフトウェア、ならびに複数のカメラでとらえた鳥の飛翔画像を突き合わせて飛翔軌跡を立体的に描くことができる鳥類飛跡 3 次元座標化ソフトウェアで構成される。図 3.4.3-2 に飛翔画像の抽出例、図 3.4.3-3 に立体的飛翔軌跡の解析例を示す。

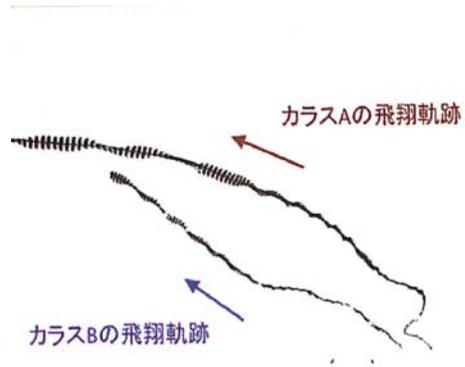
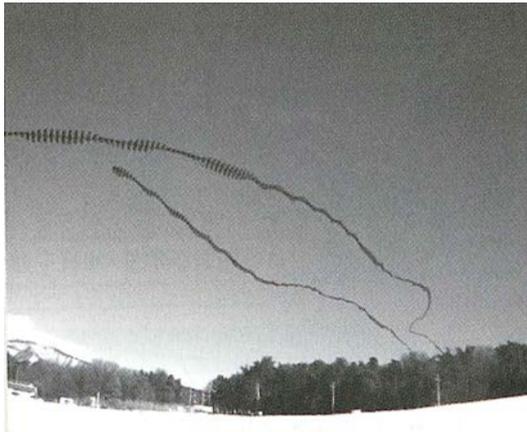


図 3.4.3-2 カラスの飛翔画像（重ね合せ表示）（左）と抽出された飛翔軌跡（右）²⁾

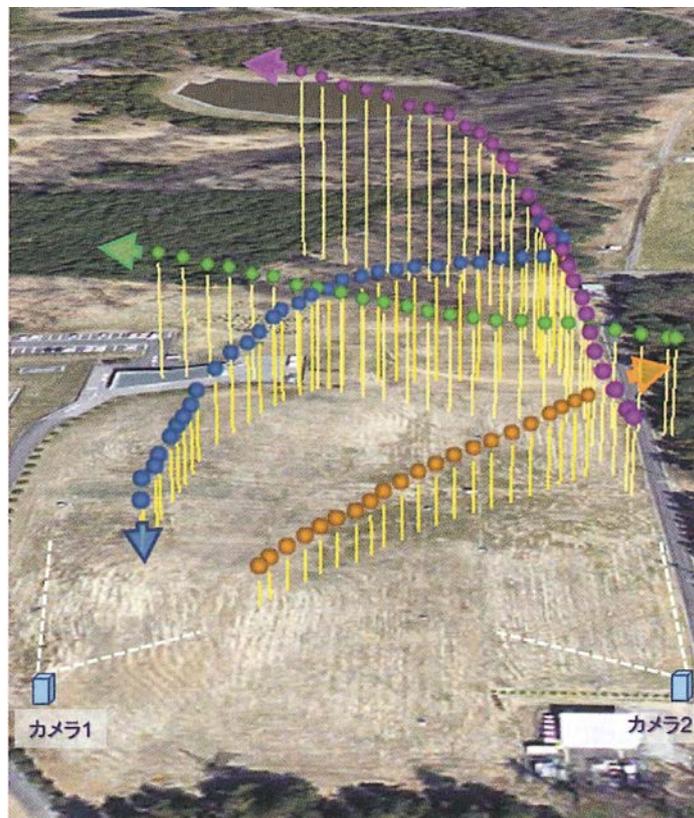


図 3.4.3-3 立体的に把握された鳥類の飛翔軌跡³⁾

(2) 船舶用レーダーを用いた海上の鳥の調査⁴⁾

夜間や霧が出ている状況では目視による鳥類の飛跡調査ができない。レーダーを用いると、そうした状況でも観測が可能となる。また、レーダーには遠方からの反射電波を増幅する機能があるので、目視より観測範囲を広くとることができる。図 3.4.3-4 に植田⁴⁾が試みた調査の状況とレーダーが捉えたミズナギドリ類の移動状況を示した。

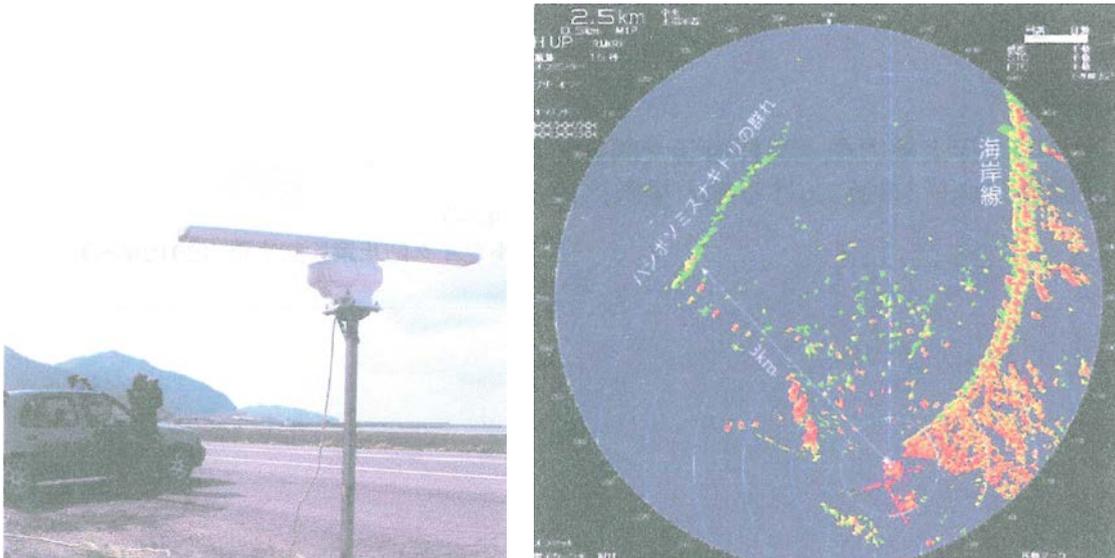


図 3.4.3-4 レーダー調査の風景（左）とレーダーが捉えたミズナギドリ類の移動状況（右）⁴⁾

（出展：日本野鳥の会のシンポジウム資料 参考文献 4）

レーダーは通常鉛直軸周りに回転して水平面的に鳥の位置を捉えるが、レーダーを水平軸周りに回転させて鉛直面的に鳥を捉えることもできるので、両者を組み合わせることで、鳥の飛行を3次元的にとらえることも可能と考えられる。

レーダーは障害物がない海上での調査に向いているが、波が高いときや雨が降っているときは観測が難しい。

(3) 航空機による海上の鳥の調査⁵⁾

現在、海上の鳥の調査には船舶と航空機が用いられている。船舶からの目視観測は、目標物がないので精度は低いですが洋上風力発電の影響を評価する上で重要な鳥の飛行高度を捉えることができる。一方、航空機からの調査は鳥の飛行高度を捉えるのは難しいが、広い範囲を短時間で調査できるため、重複カウントのリスクは小さい。英国では http://www.rspb.org.uk/Images/langston_2010_tcm9-203501.pdf ⁶⁾ の p.30 の Figure-5 のように航空機による沿岸海域の鳥類調査を数年に亘って夏と冬に実施している⁵⁾。

レーダーと航空機による方法は既に実用段階、複数台のカメラによる立体的飛翔軌跡の作画については実証段階にある。何れも大幅な省力化、迅速化が可能で、準備書段階での活用が期待される。

3.4.3 の参考文献

- 1) 田尻浩伸・松本潤慶：北海道の希少な自然を守る～自然エネルギーとの共存に向けた取り組み、野鳥、日本野鳥の会、2014年8月号、pp.17-19
- 2) 電力中央研究所：鳥類飛翔の簡易調査技術の開発、電力中央研究所研究年報 2012年度版、pp.38-39
http://criepi.denken.or.jp/result/pub/annual/FY2012/P38-39_juten17.pdf
- 3) 電力中央研究所：鳥類飛翔の簡易調査技術の開発、電力中央研究所研究年報 2013年度版、pp.46-47
http://criepi.denken.or.jp/result/pub/annual/FY2013/P46-P47_project21.pdf
- 4) 植田睦之：船舶用レーダーを使った海上の鳥の調査～その可能性と限界～、シンポジウム・野鳥と洋上風力～野鳥保護と自然エネルギーの共存を目指して～、pp.17-18、2013年1月13日
http://www.wbsj.org/nature/hogo/others/fuuryoku/shiryo130113_01.pdf
- 5) 日本野鳥の会：野鳥と洋上風力発電～影響とその評価～、野鳥保護資料集 第28集、p.31、2011年3月、
- 6) (文献5の原典) Rowena H.W.Langston:Offshore wind farms and birds:Round 3 zones, extensions to Round 1 & Round 2 sites & Scottish Territorial Waters, Conservation Science Department RSPB Research Report No.39, Feb.2010
http://www.rspb.org.uk/Images/langston_2010_tcm9-203501.pdf

3.5 植物

3.5.1 リモートセンシングによる植生分布調査

(1) ラジコンヘリを用いた高解像度リモートセンシングによる植生分布調査¹⁾

リモートセンシングによる植生分布調査が大々的に行われたのは1973年の第1回自然環境保全基礎調査(植生調査)でカラーの空中写真が活用されたのが最初と思われる。その後、衛星画像が活用されるとともに、マルチバンドの画像を分析する技術が進歩して、リモートセンシングと現地踏査による植生分布調査に基づいて作成された植生図が環境アセスメントに広く活用されるようになった。飛行機や衛星から撮影された画像の解像度は数十センチが限界であるが、草本植物の種を確実に判読するには1 cm以下の解像度が求められる。また、開花時など必要なタイミングでの確実な撮影が不可欠であるが、飛行機や衛星では機動的な撮影が難しい。

ラジコンヘリは近年、技術が進歩して、操縦が容易で安価なものが普及し、様々な分野で活用されている。植生分布調査にも用いられるようになっており、特に低空での撮影が可能なラジコンヘリの特長を生かして図 3.5.1-1¹⁾のように高解像度の画像から草本植物の種判別ができるようになった。この手法は現地調査が困難な場所や調査圧が懸念される場所では非常に有力な調査方法となる。

小熊ら¹⁾が渡良瀬遊水地で実証試験を行ったシステムは飛行コース、撮影位置を事前にプログラムしておき自律飛行で撮影することができるものである。また、撮影された多数の画像を接合して地理座標を付与したり、実体視による3次元情報の抽出が自動でできるようになっており、地盤高情報との差をとることで植物の高さを個体レベルで抽出することも可能である。今後の課題としては個体を形成する葉を直接撮影した高解像度画像に対応した画像解析技術の開発、マルチバンドセンサーの搭載などが挙げられている。

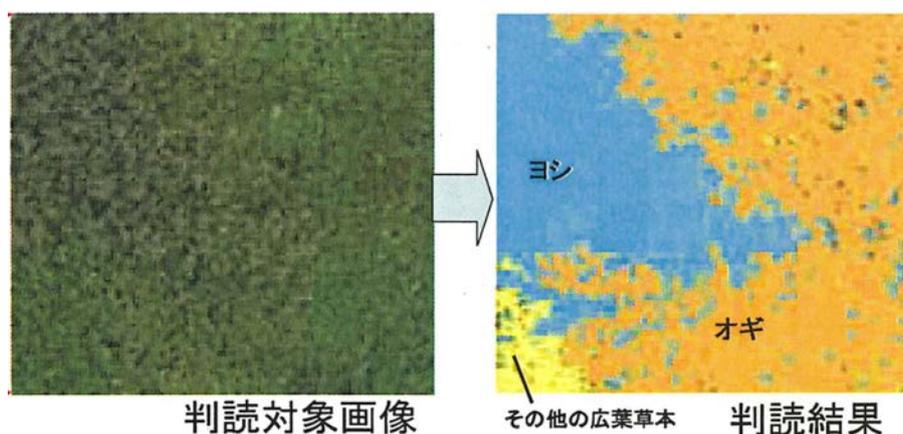


図 3.5.1-1 ラジコンヘリを用いた高解像度リモートセンシングによる植生の判読例¹⁾

(出展：日本生態学会 第 57 回ポスター発表 参考文献 1)

3.5 の参考文献

- 1) 小熊宏之・宇佐美昌樹・島崎彦人・石濱史子：ラジコンヘリによる高解像度リモートセンシングと湿地性草本植物の個体レベル種判別への適用、日本生態学会第 57 回、

ポスター発表、p1-272, 2010年3月。

http://www.ists.co.jp/wordpress_en/wp-content/uploads/NIES_ISTS.pdf

3.6 生態系

3.6.1 DNA解析による野生動物の糞内容物からの餌植物同定¹⁾

生態系の調査や影響予測では、生態系を構成する生物の捕食—被食関係の解明が重要となるが、これらの関係を簡便に精度高く調査する手法は確立されていない。そこで、野生動物の生態調査で最も基礎的かつ重要な食性調査を簡便かつ高い精度で行うため、植物食の動物の糞内容物からDNA解析を用いた餌植物種の同定法が開発された。これは糞のDNA配列と植物のDNAデータベースを照合して餌植物を同定するものである。詳細は以下のとおり。

(1) 植物DNAデータベースの作成

山地帯から亜高山帯に生育している植物700種からDNAを抽出し、*rbcL*^{注1)}遺伝子の一部領域の塩基配列を決定し、DNA情報をデータベース化した。データベース化した植物種は、シダ植物7科7属8種、種子植物110科381属692種（亜種23種を含む）で種子植物を中心に広範な分類群を含む。本データベース内には476種類の多型配列が収納されており、この解析領域から364種類については種までの同定が可能であり、112種については近縁種が推定できる。

(2) 糞のDNA分析による植物種の同定法

糞の未消化の植物残渣からDNAを抽出し、データベース化した*rbcL*遺伝子の解析領域についてPCR法^{注2)}で増幅した。増幅したDNA断片から無作為に選んだ40本のDNA配列について塩基配列を決定し、得られたDNA配列をデータベースと照合することにより、植物種の同定を行った。

(3) 餌植物の同定

野外に排泄されたノウサギ糞から上記方法を用いて餌植物の同定を試みた。夏季のほぼ同じ時期に伐採跡地およびブナ自然林で採取した糞を解析した結果、表3.6.1-1のように、それぞれ9種類および7種類の植物の配列が検出され、採食した糞を種レベルで同定することができた。一種を除き両地域では異なる植物種を餌としており、伐採跡地では主に草本植物が多く、ブナ自然林は木本植物が多く検出された。

表 3.6.1-1 ノウサギの糞から同定・推定した餌植物 1)

ノウサギ糞：秋田駒ヶ岳山麓 伐採跡地 2001年9月採取

種名	科名	検出数	
クズ	マメ科	***** *****	22
アキタブキ [‡]	キク科	****	4
オトコヨモギ	キク科	***	3
オカトラノオ	サクラソウ科	**	3
ヤマハギ [‡]	マメ科	**	3
ススキ [‡]	イネ科	**	2
オトコエシ	オミナエシ科	*	1
ウマノアシガタ	キンポウゲ科	*	1
カスミザクラ [‡]	バラ科	*	1

ノウサギ糞：秋田駒ヶ岳山麓 ブナ自然林 2001年9月採取

種名	科名	検出数	
リョウブ	リョウブ科	***** *****	29
チシマザサ [‡]	イネ科	****	4
ツルアジサイ	ユキノシタ科	**	3
オオバクロモジ [‡]	クスノキ科	*	1
ウマノアシガタ	キンポウゲ科	*	1
バライチゴ [‡]	バラ科	*	1
ノアザミ [‡]	キク科	*	1

このように植生タイプの違う生息地では、異なる植物を採食していることが示された。また、カモシカおよびヤマドリ糞からも同様に分析を行い、表 3.6.1-2 のように、餌植物を同定できることを確認した。したがって、本方法は植物食の動物の餌種同定に汎用的に適用できる可能性が高いと考えられる。

表 3.6.1-2 カモシカ、ヤマドリ の糞から同定・推定した餌植物 1)

カモシカ糞：富士山小御岳 2001 年 8 月採取

種名	科名	検出数	
ナナカマド [#]	バラ科	*****	20
ミヤマヤナギ [#]	ヤナギ科	*****	7
ダケカンバ [#]	カバノキ科	****	4
シラビソ [#]	マツ科	***	3
カラマツ	マツ科	**	2
フジテンニンソウ	シソ科	*	1
アカマツ	マツ科	*	1
スギ	スギ科	*	1
ミズナラ [#]	ブナ科	*	1

ヤマドリ糞：秋田駒ヶ岳山麓 ブナ自然林 2001 年 3 月採取

種名	科名	検出数	
ハナイカダ	ミズキ科	*****	18
ツルアジサイ [#]	ユキノシタ科	*****	15
ミヤマカンズゲ [#]	カヤツリグサ科	****	4
アキタブキ [#]	キク科	**	2
オオカメノキ	スイカズラ科	*	1

(4) 本方法の有効性

従来の糞や胃内容物の顕微鏡観察による方法では、粉碎・消化により形状が変化したものからの餌種判定は困難であったが、本方法ではごくわずか残された未消化物からでも、DNA 解析により餌植物を種レベルで同定することが可能となった。また、糞の分析は対象動物に捕獲・殺傷などの不必要なストレスを与えることなく行えるため、野生動物の調査には有効である。

この方法は既に実用段階にあり、アセスの準備書段階で活用されている。

注 1) rbcL：葉緑体 DNA 上にある遺伝子のひとつ。植物の分類に最もよく使用される遺伝子のひとつ。

注 2) PCR 法：特定の DNA 領域を試験管内で大量に増幅させる方法。

3.6.1 の参考文献

- 1) 松木吏弓・島野光司・阿部聖哉・矢竹一穂・竹内亨・白木彩子・石井孝・梨本真：イヌワシを頂点とする生態系の解明－DNA 解析による野生動物の糞内容物からの餌植物同定－、電力中央研究所報告、U03008、2003 年 8 月

<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/U03008.html>

3.6.2 猛禽類を頂点とする食物連鎖の定量的解析¹⁾

発電所建設等による土地改変が生態系に及ぼす影響を上位性の視点から予測・評価するためには、食物連鎖における各栄養段階の定量化が重要と考えられる。その一例として、イヌワシーノウサギ（イヌワシの餌動物）ー植生（ノウサギの餌植物）の各栄養段階の現存量に焦点を絞った秋田駒ヶ岳における解析を紹介する。

(1) 各栄養段階の現存量 GIS データベースの構築

植生繁茂期と積雪期（イヌワシ繁殖期間の前～中期）における各栄養段階の現存量を明らかにし、GIS データベースを構築した。

a. 植生現存量

刈り取り法によりノウサギが採食可能な範囲の植物の現存量を植生タイプ毎に明らかにした。

b. ノウサギ現存量

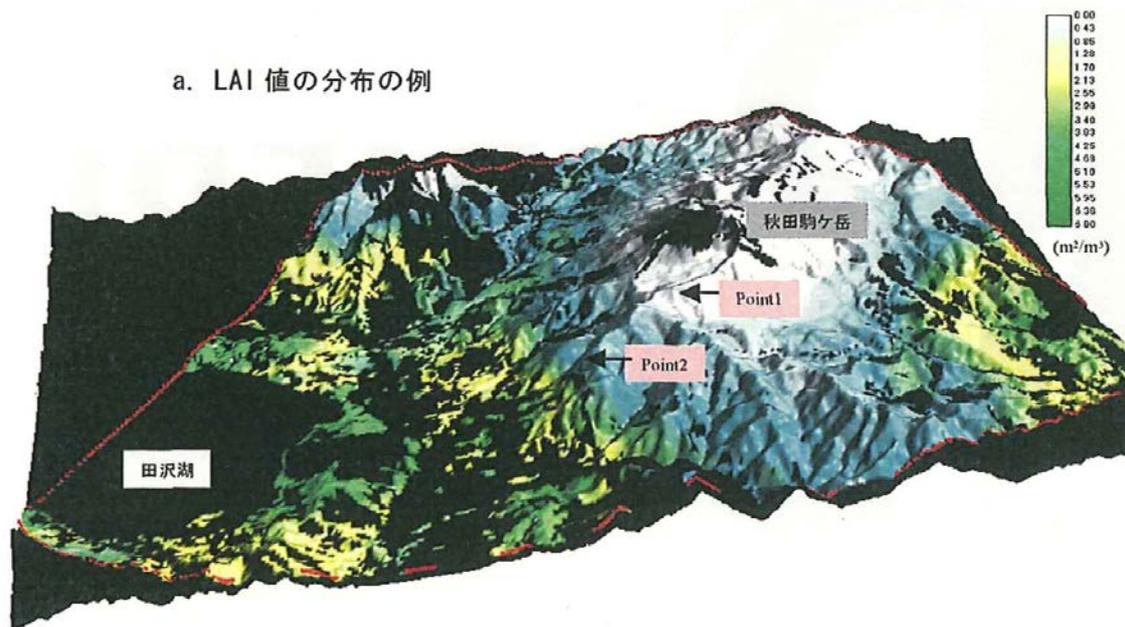
糞粒法によるノウサギの推定生息密度と a. の植生現存量、地形(標高、傾斜)・植生環境(植生タイプ、林分高)との関係から統計モデリング（一般化線形モデル）によりノウサギ現存量求めた。植生繁茂期におけるノウサギ現存量の GIS データベースを図 3.6.2-1 に示す。



図 3.6.2-1 植生繁茂期におけるノウサギ現存量の GIS データベース¹⁾

c. イヌワシの利用可能餌現存量

イヌワシの狩りや探索は植生の展葉状況に影響を受けるため、衛星データから解析した展葉状況（nLAI^{註1)}）を b. のノウサギ現存量に適用し、イヌワシが利用可能な餌現存量を算出した。LAI 値の分布と経時変化を図 3.6.2-2 に示す。



b. LAI 値の経時変化の例

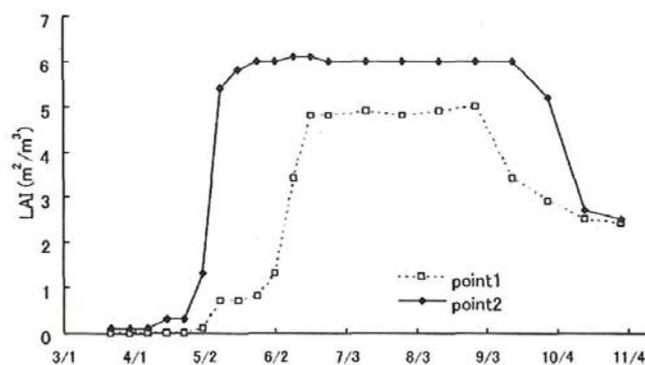


図 3.6.2-2 LAI 値の分布と経時変化¹⁾

d. イヌワシの現存量

最上位の栄養段階であるイヌワシの現存量は対象地域に生息するイヌワシ成鳥 2 羽の平均重量を利用した。

注 1) nLAI: 林床植生などの影響をできるだけ取り除くため、ODIS 衛星データの各セルにおいて、その最大値と最小値を利用して標準化した葉面積指数。

(2) 食物連鎖における各栄養段階の現存量比較

上記のデータベースを利用して各栄養段階の現存量を比較した結果、図 3.6.2-3 に示したように下位の栄養段階の現存量が非常に大きく、下位に対する上位の現存量の相対割合は 0.05~0.43%であった。季節間で比較すると、植生とノウサギの現存量は植生繁茂期の方が積雪期よりもそれぞれ約 10.3 倍、6.8 倍多かったが、イヌワシの利用可能

餌現存量は展葉による狩りの可能域が減少したため 1.2 倍と近似していた。これらのことは、各栄養段階の現存量に指標される食物連鎖の構造が空間的だけではなく、時間的にも変化していることを意味している。

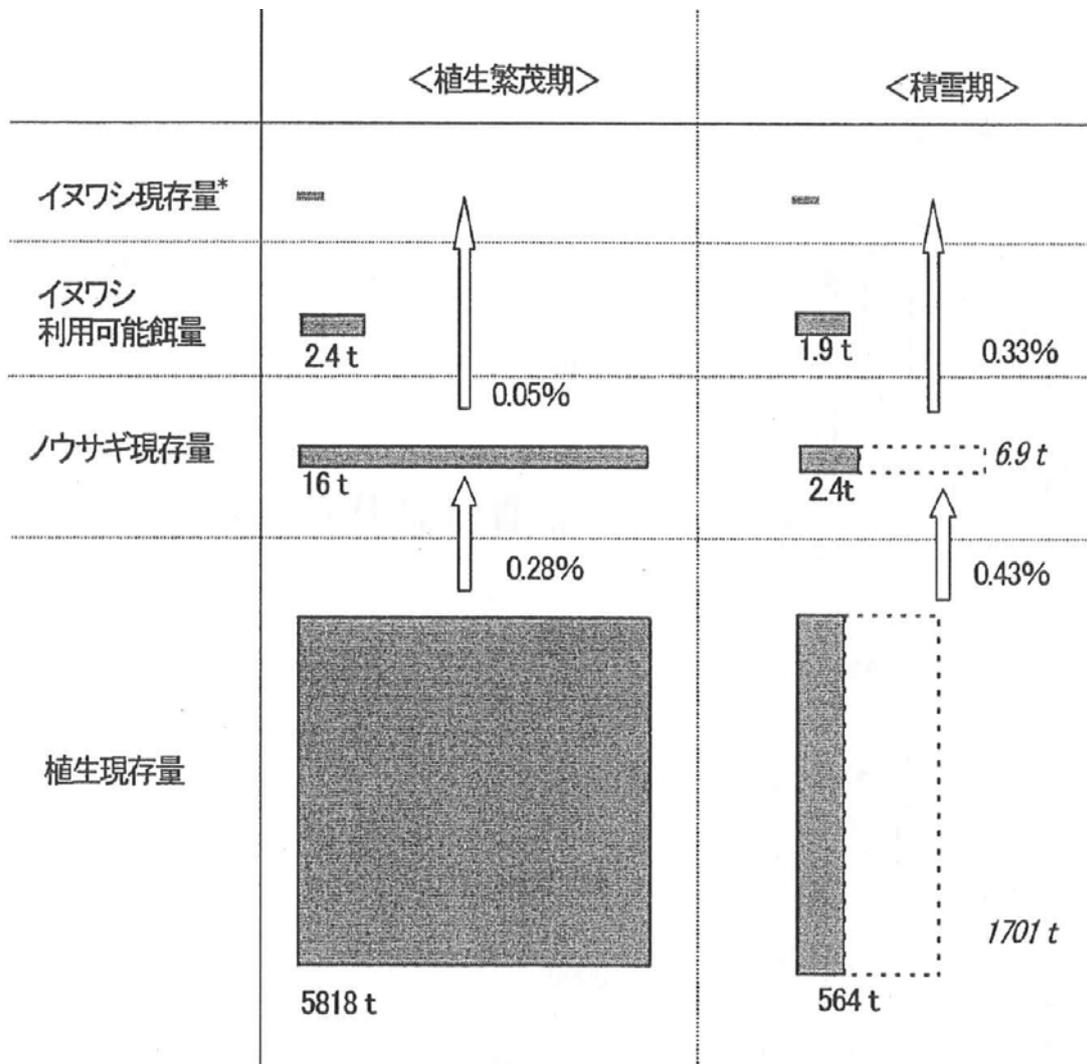


図 3.6.2-3 イヌワシを頂点とした食物連鎖における各栄養段階の現存量¹⁾

この方法は既に実用段階にあり、基本的な考え方はアセスの準備書段階で活用実績がある。

3.6.2 の参考文献

- 1) 竹内亨・阿部聖哉・矢竹一穂・松木吏弓・石井孝・梨本真：イヌワシを頂点とする生態系の解明－食物連鎖の定量的解析－、電力中央研究所報告、U03070、2004 年 3 月

<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/U03070.html>

3.6.3 雑食性中型哺乳類の餌資源分布の評価¹⁾

タヌキやアナグマなどの中型哺乳類は、火力・原子力発電所が位置する里山環境の代表的な典型性注目種の候補であるが、餌生物の分布を評価するための手法は開発されていない。そこで、中型哺乳類であるタヌキおよびアナグマを対象として、餌生物量と環境条件との関係を解析し、餌資源分布をGISと回帰モデルを用いて定量的に評価する手法が構築された。³⁾

(1) タヌキおよびアナグマの餌利用

鹿児島県薩摩川内市において現地調査により採取したタヌキ、アナグマの糞から、餌生物を表3.6.3-1のように同定した。タヌキ、アナグマとも春、夏、秋の三期を通じて多く利用されていた餌生物はミミズであった。昆虫、ムカデ、陸生貝類なども、三期を通じて利用される傾向にあった。果実は季節に応じて利用されていた。

表 3.6.3-1 タヌキとアナグマの糞からの餌内容物分析結果¹⁾

大区分	餌生物区分	タヌキ						アナグマ						
		秋期		春期		夏期		秋期		春期		夏期		
		糞数	出現率(%)	糞数	出現率(%)	糞数	出現率(%)	糞数	出現率(%)	糞数	出現率(%)	糞数	出現率(%)	
動物	ミミズ類	13	56.5	11	61.1	3	50.0	30	55.6	86	91.5	84	98.8	
	陸生貝類	2	8.7	12	66.7	3	50.0	8	14.8	29	30.9	13	15.3	
	ムカデ類	1	4.3	8	44.4	1	16.7	7	13.0	7	7.4	35	41.2	
	甲虫目成虫	0	0.0	15	83.3	5	83.3	1	1.9	39	41.5	24	28.2	
	甲虫目幼虫	1	4.3	3	16.7	1	16.7	0	0.0	18	19.1	10	11.8	
	甲虫目以外の幼虫	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	21	24.7	
	哺乳類	0	0.0	7	38.9	3	50.0	0	0.0	6	6.4	14	16.5	
	ゴキブリ類(サツマゴキブリ)	8	34.8	6	33.3	2	33.3	16	29.6	1	1.1	4	4.7	
	昆虫不明	3	13.0	10	55.6	6	100.0	14	25.9	35	37.2	69	81.2	
	鳥類	4	17.4	3	16.7	0	0.0	2	3.7	1	1.1	0	0.0	
	チョウ・ガ幼虫	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.1	1	1.2	
	骨不明	2	8.7	1	5.6	0	0.0	0	0.0	1	1.1	0	0.0	
	セミ	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	3.5	
	カニ	0	0.0	5	27.8	1	16.7	0	0.0	0	0.0	1	1.2	
	植物	キイチゴ属	0	0.0	10	55.6	0	0.0	0	0.0	22	23.4	0	0.0
		イヌビワ	0	0.0	0	0.0	5	83.3	0	0.0	1	1.1	25	29.4
		ムベ	22	95.7	1	5.6	0	0.0	38	70.4	1	1.1	0	0.0
シイ・カン類		0	0.0	0	0.0	0	0.0	11	20.4	0	0.0	0	0.0	
カキノキ		12	52.2	0	0.0	1	16.7	8	14.8	0	0.0	3	3.5	
ハイノキ属		4	17.4	0	0.0	0	0.0	5	9.3	0	0.0	0	0.0	
ホルトノキ		9	39.1	0	0.0	0	0.0	4	7.4	0	0.0	0	0.0	
ムクノキ		4	17.4	0	0.0	0	0.0	4	7.4	0	0.0	0	0.0	
サルナシ		0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.9	0	0.0	0	0.0	
エノキ		1	4.3	0	0.0	0	0.0	1	1.9	0	0.0	0	0.0	
カツグヤ		0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.9	0	0.0	0	0.0	
センダン		0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.9	0	0.0	0	0.0	
ハゼノキ		0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.9	0	0.0	0	0.0	
マテバシイ		0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.9	0	0.0	0	0.0	
サクラ属		0	0.0	6	33.3	0	0.0	0	0.0	6	6.4	0	0.0	
不明種子		1	4.3	5	27.8	0	0.0	0	0.0	3	3.2	12	14.1	
キハギ		0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.1	0	0.0	
ヤマゲワ		0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.1	0	0.0	
スダジイ		1	4.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	
シラカシ		1	4.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	
アケビ	1	4.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0		
不明		0	0.0	3	16.7	0	0.0	3	5.6	9	9.6	0	0.0	
調査サンプル合計		23	100.0	18	100.0	6	100.0	54	100.0	94	100.0	85	100.0	

(2) 餌資源量に影響する環境要因

三期を通じて利用されていたミミズ、陸生貝類、ムカデ、甲虫（幼虫および成虫）、サツマゴキブリ、甲虫以外の土壌昆虫を主要な餌生物として選定し、これらの単位面積あたりの湿重量合計の平均値を餌資源量として環境要因との関係を解析した。土壌動物平均湿重量と出現地点数は表3.6.3-2のとおり。

表 3.6.3-2 土壤動物平均湿重量と出現地点数¹⁾

	秋期		春期		夏期	
	湿重量	地点数	湿重量	地点数	湿重量	地点数
ミミズ類	2.99	15	4.59	19	4.05	18
ムカデ類	0.27	19	0.12	20	0.09	20
ヤスデ類	0.25	9	0.31	11	0.23	11
陸生貝類	2.59	16	1.69	15	2.32	16
甲虫の成虫	0.17	22	0.24	20	0.09	13
甲虫の幼虫	1.50	17	0.46	21	0.53	15
甲虫以外の幼虫	0.21	15	0.09	14	0.03	15
サツマゴキブリ	0.07	6	0.08	5	0.09	4
上記以外のゴキブリ類	0.02	11	0.03	10	0.03	10
クモ類	0.07	19	0.08	16	0.03	17
コオロギ類	0.01	3	0.00	0	0.00	2
ケラ	0.00	0	0.00	0	0.01	1
その他	0.23	20	0.45	20	0.21	19

湿重量は g/m². 糞から出現したサツマゴキブリはゴキブリ類から分けて計算した.

調査地域におけるタヌキおよびアナグマの餌資源量に影響する林床環境要因を明らかにするため、林床植生やリター量、土壤水分など 10 の変数の 3 期分について主成分分析を行なった。その結果、林冠開空度や林床植生と関係する第 1 主成分、リターの種類や土壤水分と関係する第 2 主成分が抽出され、タヌキ、アナグマの餌資源量は第 2 主成分との相関が高いことが明らかとなった。以上より、リターの質や量、土壤水分が餌資源量に影響する主要な要因であると推察された。

(3) GIS を用いた餌資源分布の評価

餌資源の分布を広域で評価するためには、地図化可能な環境要因によって餌資源量の予測式を構築することが必要である。植生タイプや土壤タイプは林床環境との対応関係が認められ、かつ地点間の餌資源量の差もある程度説明していた。また、山地における日当たりの良さを示す日射量指標も餌資源量との相関が高かった。そこで、植生タイプ、土壤タイプ、日射量指標の三つの地理的要因を餌資源量の変動を予測するための説明変数とし、数量化 I 類によって回帰モデルを構築した。その結果、重相関係数 0.83 の精度の高い回帰モデルが得られ、図 3.6.3-1 のように GIS を用いて対象地域における餌資源量の分布状況を面的に推定することができた。

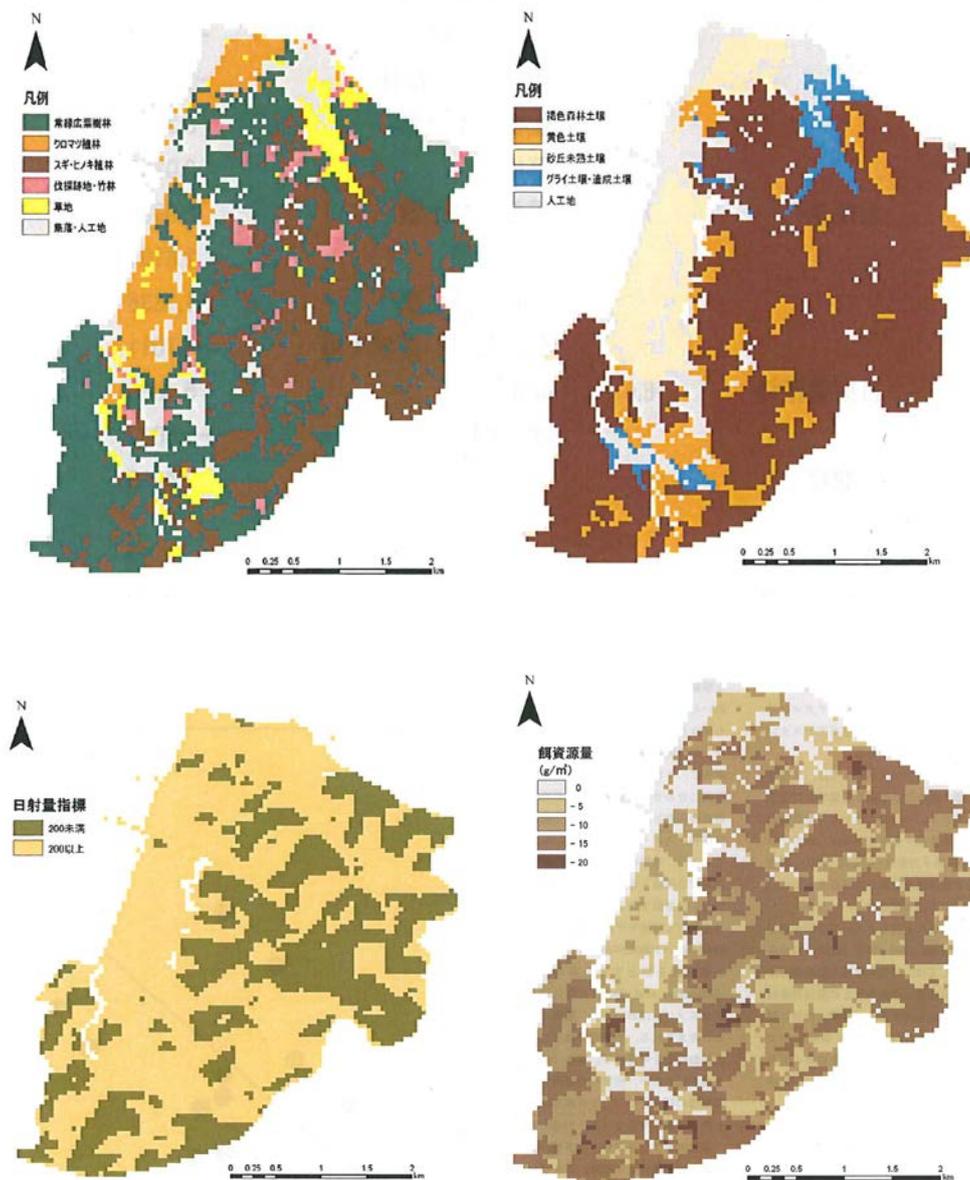


図 3.6.3-1 植生タイプ (左上)、土壌タイプ (右上)、日射量指標 (左下) の GIS データベースと数値化 I 類による回帰モデルを用いた餌資源量の推定分布 (右下) ¹⁾

(参考文献 1 から抜粋、再編成)

この方法は既に実用段階にあり、川内原子力増設アセスの準備書段階で実績がある。また、基本的な考え方は多地点のアセスでも活用されている。

3.6.3 の参考文献

- 1) 阿部聖哉・松木吏弓・竹内亨・梨本真・平田智隆・上野智利・田崎耕一：中型哺乳類を典型性注目種とした生態系アセスメント手法の開発ータヌキ・アナグマの餌資源分布の評価ー、電力中央研究所報告、V08044、2009年6月

<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V08044.html>

第4章 情報処理技術の高度化による手続きの迅速化

4.1 既存の電子ライブラリー

(1) 総務省の地図で見る統計（統計 GIS）¹⁾

総務省の地図で見る統計（統計 GIS）の「地図に表す統計データ」では、人口や世帯数などの統計データを地図に表示することができる。グラフを表示する、境界を選択して集計するなど、地理的な分析を行うこともできる。そのホームページを図 4.1-1 に示す。

The screenshot shows the 'e-Stat' website interface. At the top, there is a navigation bar with the 'e-Stat' logo and the text '政府統計の総合窓口'. Below this, there are several menu items: '統計データを探す', '地図や図表で見る', '調査項目を調べる', '統計サイト検索・リンク集', and 'ログイン'. The main content area is titled '地図で見る統計(統計GIS)'. It contains several sections with blue headers and white text, each with a right-pointing arrow icon. The sections are: '地図に表す統計データ', 'データダウンロード', '市区町村合併情報', and '操作解説'. Each section provides a brief description and a link to more details. At the bottom of the page, there is a footer with copyright information and a disclaimer.

図 4.1-1 総務省の地図で見る統計（統計 GIS）のページ¹⁾

収録されているデータは以下のとおり。

- ・地域メッシュ統計（総務省）
- ・国勢調査（総務省）
- ・経済センサス-基礎調査（総務省）

- ・ 経済センサス-活動調査（総務省・経済産業省）
- ・ 事業所・企業統計調査（総務省）
- ・ 人口動態調査（厚生労働省）
- ・ 医療施設調査（厚生労働省）
- ・ 地域保健・老人保健事業報告（厚生労働省）
- ・ 医師・歯科医師・薬剤師調査（厚生労働省）
- ・ 社会福祉施設等調査（厚生労働省）
- ・ 介護サービス施設・事業所調査（厚生労働省）
- ・ 農林業センサス（農林水産省）
- ・ 漁業センサス（農林水産省）

データの表示例を図 4.1-2 に示す。

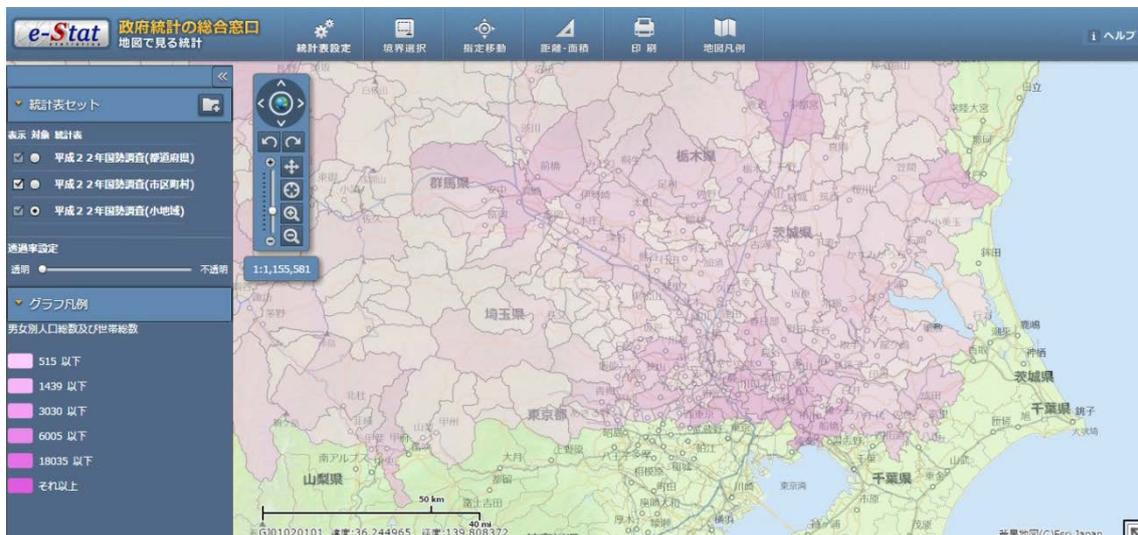


図 4.1-2 総務省の地図で見る統計（統計 GIS）の表示例 1)

(2) 国土地理院の基盤地図情報 2)

現在、様々な地理空間情報は、国や地方公共団体、民間事業者等の様々な関係者によって、それぞれの目的に応じて整備されている。こうした地理空間情報は、それぞれが一定の精度を確保しているものの、その精度の範囲の中ではズレが生じる。このため、様々な地理空間情報を重ね合わせて利用しようとしても、微妙にズレてしまう。また、隣り合う2つの地域の地理空間情報をつなぎ合わせようとしても、微妙に接合しないことも生じる。こうしたことを防ぐためには、地理空間情報を整備する際に、皆が共通の位置の基準を用いることが必要である。

国土地理院の「基盤地図情報」は、電子地図における位置の基準となる情報のことである。基盤地図情報と位置が同じ地理空間情報を、国や地方公共団体、民間事業者等の様々な関係者が整備することにより、それぞれの地理空間情報を正しくつなぎ合わせたり、重ね合わせたりすることができるようになる。この結果、地理空間情報をより一層効率的に、高度に利用することが可能となる。

図 4.1-3 に基盤地図情報のページを示す。



図 4.1-3 国土地理院の基盤地図情報のページ 2)

基盤地図情報の整備状況を図 4.1-4 に示す。



図 4.1-4 基盤地図情報の提供地域 (縮尺 2500 分の 1 相当以上の概ねの範囲) 2)

(出展：国土地理院 http://maps.gsi.go.jp/?z=5&ls=fgd1_2&cd=f0%2Ff0_12%2Ff0_12_0&d=1#5/39.147103/137.812500)

(3) 国土地理院の国土数値情報³⁾

国土数値情報は、全国総合開発計画、国土利用計画、国土形成計画などの国土計画の策定や推進の支援のために、地形、土地利用、公共施設、道路、鉄道等、国土に関する様々な情報を整備、数値化したデータである。メッシュ化したデータも多く、人口統計などほかの統計情報と合わせて分析することができる。また特に土地に関する情報は時

系列的に整備されており、経年変化などの分析を行うことも可能。

図 4.1-5 に国土数値情報ダウンロードサービスのトップページを示す。

国土数値情報 ダウンロードサービス

「国土数値情報」とは、国土に関する基礎的な空間データセットです

Googleカスタム検索

Web API

初めの方へ

サイトマップ

用語集

よくある質問(FAQ)

データ形式: JPGIS2.1, JPGIS1.0, 統一フォーマット(SHP/GML), 統一フォーマット(OSV)

1. 国土(水・土地)	2. 政策区域	3. 地域	4. 交通
<水増>	行政区域	<施設>	高速道路網
海岸線	DID人口集中地区	国・都道府県の境界	緊急輸送道路
海岸保全施設	中学校区	新設	新設
海岸保全施設	小学校区	都市圏計画の境界	道路網
湖沼	小学校区	公共施設	道路網
河川	<大都市圏>	警察署	バスルート
流域メッシュ	三大都市圏計画区域	消防署	バス停留所
ダム	<条件不利地域>	消防署	鉄道
	過疎地域	消防署	新設
標高・傾斜度5次メッシュ	離島振興対策実施地域	文化施設	鉄道
標高・傾斜度4次メッシュ	離島振興対策実施地域	学校	新設
標高・傾斜度3次メッシュ	小笠原諸島	文化施設	新設
	小笠原諸島統計情報	文化施設	新設
<土地利用>	商業地帯	文化施設	新設
土地利用3次メッシュ	商業地帯統計情報	文化施設	新設
土地利用細分メッシュ	半島振興対策実施地域	燃料給油所	港
都市地域土地利用細分メッシュ	半島振興対策実施地域	燃料給油所	港
商業地帯	商業地帯	燃料給油所	港
農村地域	商業地帯統計情報	燃料給油所	港
農業地域	振興山村	燃料給油所	港
都市地域	(中山間)特定農山村地域	燃料給油所	港
用途地域	特種土壌地帯	燃料給油所	港
		燃料給油所	港
<地産>	<災害・防災>	世界自然遺産	交通
都道府県地価調査	土砂災害危険箇所	世界自然遺産	交通
地価公示	洪水想定区域	世界自然遺産	交通
	地震等の突風	世界自然遺産	交通
	土砂災害・雷害メッシュ	世界自然遺産	交通
	年平均(気候)メッシュ	世界自然遺産	交通
	避難施設	世界自然遺産	交通
		世界自然遺産	交通

※データ名の後のアイコンは、面データ、線データ、点データを表しています。

お役立ち情報

自治体のみなさま

事業者のみなさま

関連情報

リンク

PRJファイルの提供について

データ形式について

JPGIS準拠データ

統一フォーマット

提供データ一覧

GISホームページ

トップページ

ガイド

インターネットサービス

国土の総覧

GISに関する取組

リンク集

Home 初めの方へ よくある質問(FAQ) サイトマップ 利用約款 問合せ

図 4.1-5 国土数値情報ダウンロードサービスのトップページ 3)

一例として、図 4.1-6 に鳥獣保護区のダウンロード画面を示す。



TOP	ガイドンス	インターネットサービス	国土の総姿	GISに関する取組	リンク集
-----	-------	-------------	-------	-----------	------

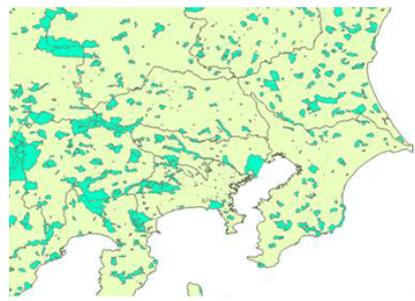
トップページ > インターネットサービス > 国土数値情報ダウンロードサービス > データの詳細

データのダウンロード(2名データ詳細)

選択したデータ項目は、**国土数値情報 鳥獣保護区データ** です。

■最新のデータは製品仕様書第2.1版に基づいています。(データ作成年度:平成21年度)

鳥獣保護区 第2版	識別子 A15
内容	鳥獣保護区とは、「鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律」に基づき、環境大臣が指定する国指定鳥獣保護区と、都道府県知事が指定する都道府県指定鳥獣保護区の2種類がある。特別保護地区とは、鳥獣保護区の区域内で鳥獣の保護又はその生息地の保護を図るため特に必要があると認める区域において指定される。
関連する法律	鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律
データ作成年度	平成21年度
原典資料	鳥獣保護区データ(国指定):環境省が作成し、生物多様センターが管理している国指定鳥獣保護区のベクトルデータ。 鳥獣保護区位置図(各都道府県)にて作成した位置図。通称「ハンターマップ」。
作成方法	数値地図50000(地図画像)を基に、原典資料を参照しデータを作成した。
座標系	JGD2000 / (E, L)
データ形状	面

データ構造	イメージ
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p><<CodeList>> 都道府県コード</p> <p>+都道府県コード:都道府県コード</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p><<CodeList>> 指定機関コード</p> <p>+環境省指定=1 +都道府県指定=2</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><<CodeList>> 保護区分コード</p> <p>+鳥獣保護区=1 +特別保護地区=2 +休猟区=3</p> </div>	

《拡大表示するには図をクリックしてください》

地物情報	地物名	説明
	鳥獣保護区	鳥獣保護区内においては、狩猟が禁止されるほか、特別保護地区内においては、一定の開発行為が規制される。
属性情報	属性名	属性の型
	鳥獣保護区ID	都道府県コード+用地番号+地区番号の7桁の番号 整数型
	都道府県コード	鳥獣保護区が属する都道府県の都道府県コード(2桁) コードリスト「 都道府県コード 」
	指定機関:指定機関コード	国指定及び県指定の区分 1:国指定 2:県指定 文字列型
	保護区分:保護区分コード	鳥獣保護区位置図の凡例より取得 1:鳥獣保護区 2:特別保護地区 3:休猟区 文字列型
	鳥獣保護区名称	鳥獣保護区位置図に示される鳥獣保護区域名 文字列型
	指定日	鳥獣保護区が指定された年月日 時間型(TM_Instant)
	解除日	鳥獣保護区が解除される年月日 時間型(TM_Instant)

主な品質情報	<ul style="list-style-type: none"> ■完全性/漏れ/重複: 誤率0% データ集合と、参照データ同士の一対一の比較を行い、対応が成立した個数を数え、データ集合から漏れているデータ(エラー)の割合(誤率)を計算する。 ■位置正確度/絶対正確度(外部正確度): 誤率0% データ集合の位置の座標と、参照データ(「原典資料名」に記載された資料)の座標との誤差を測定する。
データフォーマット(符号化)	<ul style="list-style-type: none"> ・JPGISに準拠した符号化(GML形式)。詳細は製品仕様書内の符号化規則を参照してください。 ・SHAP E形式。SHAP Eファイルの属性について
国土情報ウェブマッピングシステムへの登録	登録あり(ウェブマッピングシステムで情報を図示して確認することができます)
その他の情報	各データのメタデータについては、ダウンロードしたファイルに添付されています。
更新履歴	

ダウンロードするデータの選択															
<input type="checkbox"/> 北海道	<input type="checkbox"/> 青森	<input type="checkbox"/> 岩手	<input type="checkbox"/> 宮城	<input type="checkbox"/> 秋田	<input type="checkbox"/> 山形	<input type="checkbox"/> 福島	<input type="checkbox"/> 茨城	<input type="checkbox"/> 栃木	<input type="checkbox"/> 群馬	<input type="checkbox"/> 埼玉	<input type="checkbox"/> 千葉	<input type="checkbox"/> 東京	<input type="checkbox"/> 神奈川	<input type="checkbox"/> 新潟	<input type="checkbox"/> 富山
<input type="checkbox"/> 石川	<input type="checkbox"/> 福井	<input type="checkbox"/> 山梨	<input type="checkbox"/> 長野	<input type="checkbox"/> 岐阜	<input type="checkbox"/> 静岡	<input type="checkbox"/> 愛知	<input type="checkbox"/> 三重	<input type="checkbox"/> 滋賀	<input type="checkbox"/> 京都	<input type="checkbox"/> 大阪	<input type="checkbox"/> 兵庫	<input type="checkbox"/> 奈良	<input type="checkbox"/> 和歌山	<input type="checkbox"/> 鳥取	<input type="checkbox"/> 島根
<input type="checkbox"/> 岡山	<input type="checkbox"/> 広島	<input type="checkbox"/> 山口	<input type="checkbox"/> 徳島	<input type="checkbox"/> 香川	<input type="checkbox"/> 愛媛	<input type="checkbox"/> 高知	<input type="checkbox"/> 福岡	<input type="checkbox"/> 佐賀	<input type="checkbox"/> 長崎	<input type="checkbox"/> 熊本	<input type="checkbox"/> 大分	<input type="checkbox"/> 宮崎	<input type="checkbox"/> 鹿児島	<input type="checkbox"/> 沖縄	
全て選択		リセット		戻る		次へ									

図 4.1-6 国土数値情報 鳥獣保護区データのダウンロード画面 3)

(4) 国立環境研究所の環境 GIS 4)

国立環境研究所では日本国内における環境の状況（大気汚染、水質汚濁等）を、地理情報システムを用いて提供している。そのトップページを図 4.1-7 に示す。

図 4.1-7 国立環境研究所「環境 GIS」の「環境の状況」のページ 4)

<http://tenbou.nies.go.jp/gis/monitor/>

その他に、図 4.1-8 と図 4.1-9 に示すように「環境指標・統計」と「環境規制・指定」を提供している。

The screenshot shows the '環境指標・統計' (Environment Indicators and Statistics) page on the National Institute of Environmental Research and Education's '環境 GIS' (Environment GIS) website. The page is organized into several sections:

- Header:** Includes navigation links like 'アンケート', 'サイトマップ', 'ご利用ガイド', and 'お問い合わせ'. The main title is '環境展望台' (Environment Outlook Stage).
- Navigation:** A top navigation bar includes '環境 GIS' and '検索・ナビ'.
- Main Content:**
 - 環境指標・統計:** A section describing the availability of environmental indicators for various municipalities.
 - 地球環境 (Global Environment):**
 - 自動車CO₂排出量:年間1人当たり排出量:** A map showing annual per capita CO₂ emissions from motor vehicles.
 - 自動車CO₂排出量:年間総排出量:** A map showing total annual CO₂ emissions from motor vehicles.
 - ごみ・リサイクル (Waste/Recycling):**
 - 一般廃棄物:1人1日当たり排出量:** A map showing per capita daily general waste emissions.
 - 一般廃棄物:最終処分率:** A map showing the final disposal rate of general waste.
 - 健康・化学物質 (Health/Chemicals):**
 - 熱中症発生数(救急搬送):総数:** A map showing the total number of heatstroke cases requiring ambulance transport.
 - 自然環境 (Natural Environment):**
 - 最優占土地利用:2次メッシュ・3次メッシュ:** A map showing the best land use based on vegetation data.
 - さとうやま指数:2次メッシュ・3次メッシュ:** A map showing the Satouyama Index based on vegetation data.
 - 大気環境 (Air Environment):**
 - 光化学オキシダント:昼間10時間値が0.12ppm以上であった日数:** A map showing the number of days where the 10-hour average concentration of photochemical oxidants exceeded 0.12 ppm.
 - 水・土壌環境 (Water/Soil Environment):**
 - 河川BOD:日間平均値の75%値:** A map showing the 75th percentile of daily average BOD in rivers.
 - 環境総合 (Environment Overall):**
 - 地域内人口分布シナリオ:偏在化シナリオ:** A map showing population distribution scenarios.
 - 気候データ(暖かさの指数WI, 寒さの指数CI):2次メッシュ:** A map showing climate data (warmth index WI, coldness index CI).
- Right Sidebar:**
 - 環境の状況:** A list of environmental status indicators.
 - 分野別メニュー:** A menu with icons for different environmental fields like '地球環境', 'ごみ・リサイクル', '健康・化学物質', '自然環境', '大気環境', '水・土壌環境', and '環境総合'.
 - 用途別メニュー:** A menu with icons for different uses like 'ご利用ガイド', 'ニュースを読む', 'マップを見る', '解説を読む', 'ビジュアルを見る', and 'データを探す'.
- Footer:** Includes the logo of the Ministry of the Environment and the National Institute of Environmental Research and Education.

図 4.1-8 国立環境研究所「環境 GIS」の「環境指標・統計」のページ 4)

<http://tenbou.nies.go.jp/gis/indicator/>

つなぐるひろがる 環境情報メディア
環境展望台

アンケート サイトマップ ご利用ガイド お問い合わせ 文字サイズ 小 中 大

ニュースイベント 研究・技術 政策・法令 環境学習 環境GIS 検索・ナビ

ホーム > 環境GIS > 環境規制・指定

環境規制・指定

日本国内における大気環境や水環境の保全に関する規制・指定の状況を、地理情報システム(GIS)を用いて提供しています。

大気環境

公害防止計画策定地域
 環境基本法に基づく「公害防止計画」の策定地域を地図で表示します。この計画は、公害が著しい(または著しくなる恐れのある)地域で、公害防止に関する施策を総合的に講じるために策定されます。

スパイクタイヤ粉じん指定地域
 スパイクタイヤ粉じんの発生防止に関する法律に基づく指定地域を地図で表示します。この指定地域では、スパイクタイヤの使用規制やスパイクタイヤ粉じんの発生防止のための対策が行われます。

自動車 NOx・PM特定地域
 自動車 NOx・PM法に基づく特定地域(「空素酸化物対策地域」及び「粒子状物質対策地域」)を地図で表示します。この地域では、総量削減計画の策定や車種規制が行われます。

NOx総量規制指定地域
 大気汚染防止法に基づく、窒素酸化物(NOx)の「総量規制指定地域」を地図で表示します。この地域は、通常の排出基準のみでは環境基準の確保が難しいため、さらに厳しい対策として、総量規制基準が定められています。

SOx総量規制指定地域
 大気汚染防止法に基づく、硫黄酸化物(SOx)の「総量規制指定地域」を地図で表示します。この地域は、通常の排出基準のみでは環境基準の確保が難しいため、さらに厳しい対策として、総量規制基準が定められています。

航空機騒音環境基準類型地域
 環境基本法に基づく「航空機騒音環境基準類型地域」を地図で表示します。この地域では、飛行場の区分ごとに定められた達成期間までに環境基準が達成され、又は維持されるものとされています。

新幹線騒音環境基準類型地域
 環境基本法に基づく「新幹線騒音環境基準類型地域」を地図で表示します。この地域では、新幹線鉄道の沿線区域の区分ごとに定められた達成期間までに環境基準が達成され、又は維持されるものとされています。

水・土壌環境

公共用水域の類型指定
 公共用水域(河川・湖沼・海域)における水質環境基準類型の指定・規制状況を地図上に表示します。

工業用水法指定地域
 工業用水法に基づく指定地域を地図上に表示します。この地域では、工業用に、井戸により地下水を採取する場合(井)は、都道府県知事の許可を受けなければならないとされています。

建築物用地下水採取規制地域
 建築物用地下水の採取の規制に関する法律に基づく規制地域を地図上に表示します。この地域では、「建築物用地下水」(冷房設備、水洗便所、その他政令が定める用途(暖房設備、洗濯設備、公衆浴場)のための地下水)の採取が規制を受けます。

▲ ページ先頭へ

環境の状況
 環境指標・統計
環境規制・指定
 研究成果
 環境マップリンク

分野別メニュー

地球環境 大気環境 水・土壌環境
 健康・化学物質
 自然環境 環境総合

用途別メニュー

ご利用ガイド ニュースを読む マップを見る
 解説を読む ヒアロを見る データを探す

環境省
 Ministry of the Environment
 独立行政法人
 国立環境研究所

図 4.1-9 国立環境研究所「環境GIS」の「環境規制・指定」のページ 4)

<http://tenbou.nies.go.jp/gis/regulation/>

「環境の状況」の一例として公共用水域の水質測定結果の表示例を図 4.1-10 に示す。

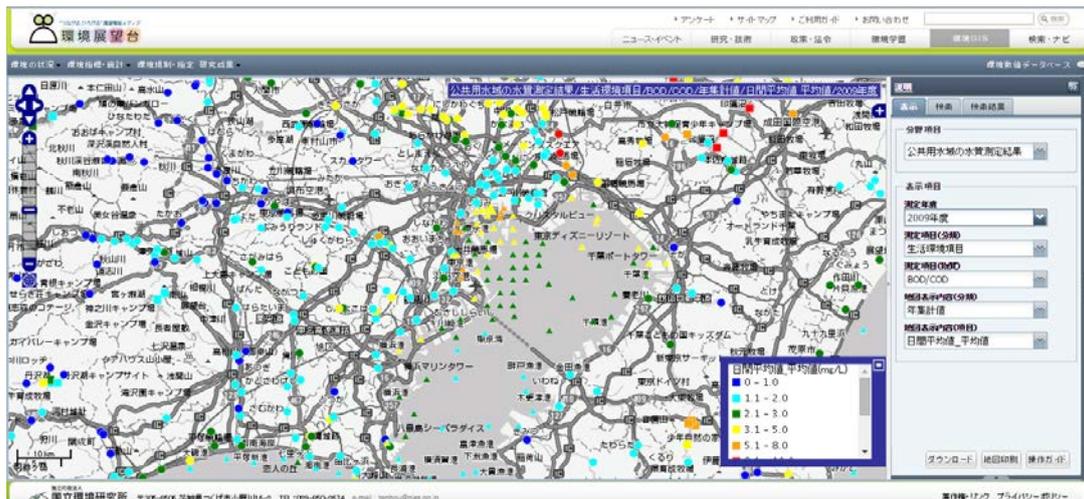


図 4.1-10 国立環境研究所「環境 GIS」の「環境の状況」の表示例（公共用水域の水質測定結果）⁴⁾

http://tenbou.nies.go.jp/gis/monitor/?map_mode=monitoring_map&field=3

(5) 環境省自然環境局生物多様性センターの自然環境情報 GIS⁵⁾

環境省自然環境局生物多様性センターの自然環境情報 GIS 提供システムでは、自然環境保全基礎調査によって得られたデータを GIS 化したものと、国立公園・国指定鳥獣保護区の区域・区分線を提供している。そのトップページを図 4.1-11 に示す。



図 4.1-11 生物多様性センター自然環境情報 GIS 提供システムのページ⁵⁾

第1回から第7回までの自然環境保全基礎調査について図4.1-12に示したページに調査項目がまとめられている。

■ 基礎調査調査項目の一覧

自然環境保全基礎調査(は以下の図の各調査項目・調査年次で行われている。
各調査項目をご覧になりたい方は図中の調査項目をクリックしてください。

[FLASH版メニューはこちら](#)

調査対象	調査名	第1回 (昭和48年度)	第2回 (昭和53年 ・54年度)	第3回 (昭和58年～ 昭和62年度)	第4回 (昭和63年～ 平成4年度)	第5回 (平成5年～ 平成10年度)	第6回 (平成11年～ 平成16年度)	第7回 (平成17年～ 平成21年度)	
自然環境保全基礎調査	総合とまとめ	総合とまとめ	実施	実施	実施	実施			
	植物	植生調査	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施
		特定植物群 落調査		実施	実施	実施	実施		
		巨樹・巨木 林調査				実施		実施	
		植物目録の 作成			実施				
	陸域動物	動物分布調査		実施				(種の多様性 調査に移管)	
		動植物分布 調査 (種の多様性 調査)			実施	実施	(種の多様性 調査に移管)		
		身近な生き もの調査 (環境指標種 調査)			実施	実施	実施	実施	
		過去におけ る鳥獣分布 調査			実施				
	地形	表土改変状 況調査		実施					
		自然景観資 源調査			実施				
	すくれた自然	すくれた自然調査	実施						
	陸水域	陸水域自然 度	実施						
		河川調査		実施	実施	実施	実施		
		湖沼調査		実施	実施	実施			
海域	湿地調査					実施			
	海域自然度 調査	実施							
	すくれた自然 調査 (海中自然環 境)	実施							
	海岸調査		実施	実施	実施				
	漂揚調査		実施		実施	実施	実施	実施	
	干潟調査		実施		実施	実施	実施	実施	
	サンゴ礁		実施		実施	実施	実施		
	海域生物調査		実施	実施					
	海域環境調査		実施						
	海の生きもの の調査				実施				
海辺調査					実施				
海産動物調査					実施	実施			
生態系	環境密与度 調査	実施							
	生態系総合 モニタリング 調査				実施	実施			
生物多様性調査	種	種の多様性 調査				実施	実施	実施	
	生態系	生態系多様 性地域調査				実施			
	遺伝子	遺伝的多様 性調査				実施			

図4.1-12 自然環境保全基礎調査の調査項目をまとめたページ⁵⁾

(出展：生物多様性センターのホームページ http://www.biodic.go.jp/kiso/fnd_f.html)

さらに、図 4.1-13 に示したページで各回の調査の概要が解説されている。

[トップ](#) > [基礎調査目次](#) > 自然環境保全基礎調査とは

自然環境保全基礎調査

自然環境保全基礎調査とは

自然環境保全基礎調査は、全国的な観点から我が国における自然環境の現況及び改変状況を把握し、自然環境保全の施策を推進するための基礎資料を整備するために、環境省が昭和48年度より自然環境保全法第4条の規定に基づきおおむね5年ごとに実施している調査である。

■ 自然環境保全法第4条

国は、おおむね5年ごとに地形、地質、植生及び野生動物に関する調査その他自然環境の保全のために講ずべき施策の策定に必要な基礎調査を行うよう努めるものとする。

一般に「緑の国勢調査」と呼ばれ、陸域、陸水域、海域の各々の領域について国土全体の状況を調査している。

調査結果は報告書及び地図等にとりまとめられたうえ公表されており、これらの報告書等は、自然環境の基礎資料として、自然公園等の指定・計画をはじめとする自然保護行政の他、環境アセスメント等の各方面において活用されている。

自然環境保全基礎調査の歩み

第1回基礎調査は昭和48年度に実施され、その結果は49・50年度の2ヶ年にわたり公表された。

それまで、基礎的な自然保護のための調査は全国レベルでは実施されていなかったなかで、第1回の基礎調査を実施するにあたりまず考えられた目的は、科学的な観点に立った調査を実施することによって国土にある自然の現況をできるだけ正確に総合的に把握し、守るべき自然、復元・育成・整備すべき自然は何かということを明らかにし、全国的な観点に立った自然保護行政を推進するための基礎資料を整備することであった。

第1回基礎調査は全国的なレベルでの自然環境保全のための基礎的な調査としてはじめてのものであり、さらに急激な国土の改変が進むなかで、保護施策を講ずるべき貴重な自然がどこにあるのかを早急に明らかにする必要に迫られていたことから、対象を限定した調査が中心となった。

これに対し、第2回基礎調査では基礎的な情報の収集を5年おきに繰り返す実施するというこの調査の性格をより明確にし、自然環境に関する網羅的、かつ客観的な基礎的な情報の収集に主眼をおいて調査を計画、実施した。ただし、短期間に全国土とその周辺海域にわたって多様な生物環境や地形・地質的環境のすべてを調査・記録し、それらを集計・解析して、わが国の自然環境の実態を把握することは困難である。このため、行政上の必要性と調査の実行可能性とを考慮して以下の5点に目標を絞り合計14項目の調査を昭和53・54年度の2ヶ年で実施した。その後、55～57年度にデータの点検及び集計解析を行い公表した。

- ① 自然保護上重要な動植物に関する選定及び評価基準を定め、それに基づいた動植物リストを作成し、リストアップされた動植物の生息地と生息状態について把握する。
- ② 自然環境の基本情報図として、縮尺5万分の1の植生図(全国の約2分の1の地域について)を整備する。
- ③ 広域に生息する大型野生動物の分布状況を把握する。
- ④ 海岸、河川、湖沼の自然環境がどの程度人為的に改変されているかについて把握し、これらのうち、人為により改変されていない、自然状態のままの地域をリストアップする。
- ⑤ 以上の諸情報を体系的・総合的に整理し、これらのデータを行政機関だけでなく、国民一般が広く利用できるように公開する。

第3回基礎調査では、第2回基礎調査の内容を基本的には踏襲し、自然環境に関する客観的、網羅的な情報収集と調査対象を拡大して続けるとともに、第2回基礎調査以後の変化の状況を把握することを目的に、昭和58～62年度に実施し、昭和63年度に総合とりまとめを行った。第2回と異なる点(動物の分布調査の対象を主要分類群の全種に拡大したこと(動植物分布調査(全種調査))、一般国民のボランティア参加による調査を導入し居住地周辺部の身近な自然の現状についての調査を行ったこと(動植物分布調査(環境指標種調査))、景観の骨格を成す地形に着目した自然景観についての調査を行ったこと(自然景観資源調査)等)である。

図 4.1-13 自然環境保全基礎調査の概要を説明したページ (つづく) 5)

(出展：生物多様性センターのホームページ http://www.biodic.go.jp/kiso/10/1_gaiyo.html)

続いて昭和63年度より開始した第4回基礎調査においても基本的には第3回基礎調査と同様に客観的、網羅的な情報の収集及び前回調査以降の変化状況の把握を目的として実施した。第4回基礎調査でこれまでと内容を異にしているのは巨樹・巨木林の分布等の調査を実施したこと（巨樹・巨木林調査）、従来は一級河川の幹川、一級河川の主要な3支川及び沖縄県の浦内川を対象に実施していた調査を、主要な二級河川の幹川及び一級河川の支川等を対象に実施したこと（河川調査）、生態系の系全体の動態をモニタリングし自然現象あるいは人為的影響を捉えるための調査（生態系総合モニタリング調査）を開始したことなどである。

なお、第4回基礎調査は平成4年度までに調査を終了、5・6年度にとりまとめを行った。

さらに、第5回基礎調査においても、これまでの調査と同様に網羅的な情報の収集と変化状況の把握を目的に実施している。これまでと内容を異にしているのは、湿地調査を行っていること、環境指標種調査では、セミ、ひっつきむしなど、特定の種類の絞った調査を実施していること、河川調査では、対象河川を第3回基礎調査と同じ河川に戻していることなどである。また平成6年度より、動植物分布調査を生態系多様性地域調査とともに「生物多様性調査」として新たに開始し（平成8年度より遺伝的多様性調査を追加）、平成9年度より、海辺調査を重要沿岸生物調査、海棲動物調査とあわせて「海域自然環境保全基礎調査」として新たに開始している。

第6回基礎調査及び平成17年度より開始した第7回基礎調査の概要は以下の通りである。

①植生調査

植生調査の成果である植生図は、我が国の自然環境の把握の上で最も基礎的、かつ主要な資料で、環境アセスメントの基礎資料等としても重要なものであるが、現実の植生との乖離が大きくなっていることから、最新かつ詳細なものとする為、平成11年度より従来の5万分の1植生図から、より精度を上げ、2万5千分の1植生図への全面改訂に着手している。平成19年度末までに、国土の39%について整備が終了した。また、18年度以降はGISデータの作成を進めており、平成17年からは平成11～15年に作成した植生図のGISデータ化作業も同時に進めている。さらに、整備の作業効率性をあげるために、衛星画像などリモートセンシングデータを利用した植生概況の把握調査についても取り組んでいる。

②種の多様性調査（中大型哺乳類調査）

全国レベルの中・大型哺乳類に重点を置いた分布概況及びそれに関連する資料を把握すると共に、昭和53（1978）年度に実施した第2回自然環境保全基礎調査動物分布調査結果との比較等を行うことにより、自然環境保全施策の基礎となる資料を得ることを目的としており、キツネ、タヌキ、カモシカ、アナグマ、マンダース、ツキノワグマ（ヒグマ）、シカ、ニホンザル、イノシシ（イノブタ）等の中大型哺乳類について調査を実施した。また、第7回基礎調査では、平成18年度に特定外来生物に指定されているアライグマの全国的な生息情報の収集を実施した。また、平成19年度以降はクマやニホンジカ等の特定の哺乳類を対象にして生息情報収集調査を実施し、全国的・地域的な分布動向の把握、生息密度・個体数の推定を行っている。

③生態系多様性調査（浅海域生態系調査）

生物多様性を保全する上で、その基盤となる生態系は重要なものであるが、その機能を含めて、生態系を単位とした基本情報は非常に少ないのが現状である。

特に、干潟、藻場等を中心とする一体的生態系を構成する浅海域については、多様な生物が生息すると共に、水質浄化、魚類の繁殖環境を確保する等、重要な役割を果たす事が指摘されているが、これらの海域における生態系に関する機能等を具体的に示す情報は依然として極めて少ないのが現状である。

平成14年度から平成18年度にかけて、「日本の重要湿地500」に指定されている藻場・干潟を対象に、生物相調査を実施し、浅海域生態系の基礎的情報を収集した。干潟については平成19年度に結果を取りまとめ公表し、藻場については現在取りまとめ中である。

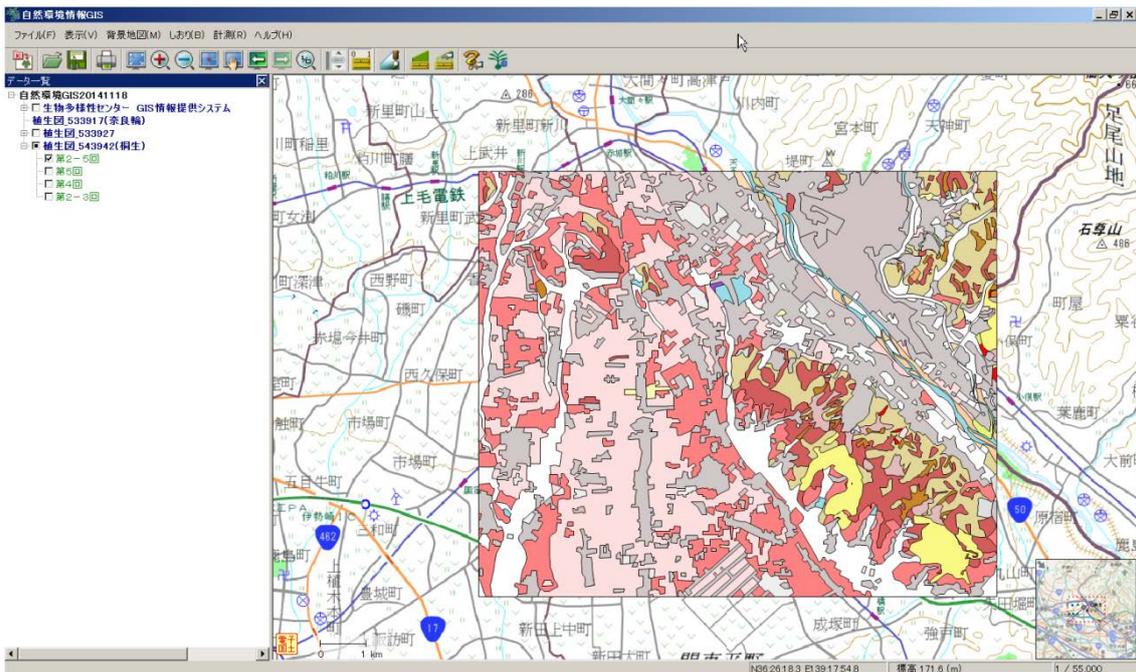
◀ 戻る

All Rights Reserved, Copyright Ministry of the Environment.

図 4.1-13 自然環境保全基礎調査の概要を説明したページ（つづき）⁵⁾

（出展：生物多様性センターのホームページ http://www.biodic.go.jp/kiso/10/1_gaiyo.html）

図 4.1-14 に植生調査結果の表示例と凡例の一部を示す。



(a) 植生調査結果の表示例

- | | | |
|--------------------------|--------------------|-------------------------|
| 1001 高山低木群落 | 2001 エゾマツトドマツ群落 | 2015 ササ-ダケカンバ群落 |
| 1002 高山低木群落 | 2002 アカエゾマツ群落 | 2016 ササ-ダケカンバ群落 |
| 1003 コケモ-ハイマツ群落 | 2003 イチイートドマツ群落 | 2017 ダケカンバ-ササ群落 |
| 1004 ハイマツ-コケモ群落 | 2004 エゾマツ-ダケカンバ群落 | 2018 カラマツ群落 |
| 1005 ミネヤナギ群落 | 2005 シラビソ-トウヒ群団 | 2019 ミドリユキササ-ダケカンバ群団 |
| 1006 ミヤマハンノキ群落 | 2006 オオシラビソ群落 | 2020 ミドリユキササ-ダケカンバ群団 |
| 1007 高山ハイデ及び風衝草原 | 2007 オオシラビソ群落 | 2021 ダケカンバ-ハイマツ群落 |
| 1008 高山ハイデ及び風衝草原 | 2008 アオモリトドマツ群落 | 2022 ダケカンバ-イワノガリヤス群落 |
| 1009 エゾマヤナギ-エゾオヤマノエンドウ群落 | 2009 オオシラビソ-フナ群落 | 2023 ミヤマハンノキ-ダケカンバ群落 |
| 1010 イタドリ-コメスギ群落 | 2010 シラビソ-オオシラビソ群落 | 2024 ミヤマハンノキ群落 |
| 1011 コメツガザクラ-ミネズオウ群落 | 2011 シラビソ-オオシラビソ群落 | 2025 ミヤマハンノキ-ダケカンバ群落 |
| 1012 オヤマノエンドウ-ヒゲハリスガ群落 | 2012 シコシラベ群落 | 2026 キヤラボク群落 |
| 1013 コマクサ-イワツメクササラス | 2013 コメツガ群落 | 2027 シナノキンバイ-ミヤマキンボウゲ群団 |
| 1014 イワツメクサ群落 | 2014 コメツガ群落 | 2028 シナノキンバイ-ミヤマキンボウゲ群団 |
| 1015 フジハタザ-オンタデ群落 | | 2029 シナノキンバイ-ミヤマキンボウゲ群落 |
| 1016 イワオウギ-タイツリオウギ群落 | | 2030 ササ自然草原 |
| 1017 雪田草原 | | 2031 ササ自然草原 |
| 1018 ミヤマクロスゲ-チシマモグサ群落 | | 2032 チシマササ-オクノカンスゲ群落 |
| 1019 エゾツガザクラ-チシママツ群落 | | 2033 ササ群落 |
| 1020 トカチフウロ亜群落 | | 2034 チシマササ群落 |
| 1021 エゾコザクラ亜群落 | | 2035 ウラジロヨウラク-ミヤマナラ群団 |
| 1022 アオツガザクラ亜群落 | | 2036 ウラジロヨウラク-ミヤマナラ群団 |
| 1023 ミヤマキンボウゲ群落 | | 2037 ミヤマナラ群落 |
| 1024 バイケインウ-ミヤマイ群落 | | 2038 ナナカマド-ミネカエデ群落 |
| 1025 ミヤマイ群落 | | 2039 オオシラビソ-ダケカンバ林 |
| 1026 雪田植生 | | |
| 1027 タカネヤハズ/ハコーアオツガザクラ群落 | | |
| 1028 アオツガザクラ群団 | | |
| 1029 ミヤマイ-ハクサンボウフウ群落 | | |
| 1030 ショウジョウスゲ-イワイチョウ群落 | | |

(b) 植生調査凡例の一部

<http://www.biodic.go.jp/trialSystem/Doc/legend.pdf>

図 4.1-14 生物多様性センター自然環境情報 GIS 提供システムの表示例 5)

4.1 の参考文献

- 1) 総務省の地図で見る統計（統計 GIS）のページ
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/toukeiChiri.do?method=init>
- 2) 国土地理院の基盤地図情報のページ
<http://www.gsi.go.jp/kiban/>
- 3) 国土数値情報ダウンロードサービスのトップページ
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gmlold/>
- 4) 国立環境研究所「環境 GIS」の「環境の状況」のページ
<http://tenbou.nies.go.jp/gis/>
- 5) 生物多様性センター自然環境情報 GIS 提供システムのページ
<http://www.biodic.go.jp/trialSystem/kmlddl.html>

4.2 電子ライブラリーの充実

環境情報は電子化することで分析・表示を迅速化・高度化できる。さらに電子化情報を公開することで誰もが必要な情報を迅速に入手でき、調査の重複を避けることができる。さらに、地理情報と併せて GIS 化することで、複数のライブラリーから同一地点の情報を容易に集めることができる。また、地点を特定して時間変化を見ることもできる。

平成 24 年 3 月 27 日 閣議決定された「地理空間情報活用推進基本計画」¹⁾でも「基盤地図情報以外の地理空間情報の整備・提供については、前基本計画において、国や地方公共団体が保有する地理空間情報の電子化とインターネットによる提供が着実に進められた。しかし、様々な分野において電子化して二次利用できる形で提供されればより有用である情報も未だ多く、引き続き GIS で利用できる情報の整備、更新、提供等を進める必要がある。」と述べられている。また、「様々な主体が作成した地理空間情報は、あちらこちらと散在しており、必ずしも十分に共有・活用されているとは限らないことから、これらの様々な情報の流通を促進し共有を進めるため、地理空間情報の統合的な検索・入手・利用を可能とする仕組みが強く求められている。」とも述べられている。

環境影響評価関係では環境省の環境影響評価支援情報ネットワーク²⁾の Web サイトに様々な情報が集められている。ここでは「全国レベルで整備・提供されている地域環境情報」と「地方公共団体の環境情報提供サイト等」が紹介されているが、図 4.2-1 に示したように GIS 化がされていない環境情報サイトも多く、今後の整備が望まれる。

地方公共団体	地域の将来像	環境情報提供サイト	インターネットで公開されているGISデータ
北海道	○	ほっかいどうの環境 環境データベース	北の道跡案内
青森県	○	エコナビ・あおぞら	
岩手県	○	いわての環境	岩手県環境保健総合情報システム いわてデジタルマップ
宮城県	○	宮城県自然保護課	宮城県遺跡地図
秋田県	○	美の国あきたネット【自然・環境】	
山形県	○	山形県の気象環境等の状況	
福島県	○	ふくしまの環境	
茨城県	○	環境いばらき	
栃木県	○	とちぎの環境	
群馬県	○		群馬県文化財情報システムWEB版 【マッピングくんま】群馬県統合型地理情報システム
埼玉県	○		e-エコトナ環境マップ(埼玉県地理環境情報WebGIS)
千葉県	○	千葉県環境生活部自然保護課生物多様性戦略推進室 生物多様性センター	
東京都	○	東京の環境	

図 4.2-1 環境影響評価支援情報ネットワークで紹介されている「地方公共団体の環境情報提供サイト等」(つづく)³⁾

神奈川県	○	かながわの環境	
新潟県	○	環境に、かなが	い、かなが、環境自然マップ
富山県	○	富山県自然保護課	富山県GISサイト
石川県	○	石川県(自然保護課)	いしかわ環境情報交流サイト
福井県	○	福井県環境情報統合地理システム 福井県みどりのデータバンク※1	
山梨県	○	やまなしの環境	自然保護・地球温暖化防止
長野県	○	社会基盤「環境・自然」	しんしやうくらしのマップ
岐阜県	○	環境	県統合型GIS基盤
静岡県	○	環境学習データバンク	静岡県統合基盤地理情報システム
愛知県	○	あいちの環境	レイトデータブックあいち2008 ページをご利用いただけるブラウザアプリケーションは Internet Explorer 5.0以降もしくは Netscape Navigator 8.0以降です。
三重県	○	三重の環境と森林	
滋賀県	○	環境・自然	
京都府	○	京と地球(アース)の環境	京都府・市町村共同統合型地理情報システム(GIS)
大阪府	○	おおさかの環境ホームページ	大阪府環境GIS情報提供システム えこなび
兵庫県	○	兵庫の環境	
奈良県	○	エコなら	
和歌山県	○	和歌山県情報館(環境)	
鳥取県	○	とっりの生活と環境	
島根県	○	島根県(自然保護課)	島根県中山間地域研究センター Web-GIS
岡山県	○		おかやま全県統合型GIS
広島県	○	ecoひろしま	
山口県	○	やまぐちの環境	山口県環境情報システム
徳島県	○	とくしまの環境	
香川県	●	香川の環境	かがわの自然ガイドマップ
愛媛県	○	えひめの環境	
高知県	●		
福岡県	○	ふくおか環境ひろば	ふくおか環境ひろば/地図の表示
佐賀県	○	佐賀の環境	佐賀環境マップ
長崎県	○	長崎の環境	
熊本県	○	熊本の環境	熊本県環境特性情報GISデータベース
大分県	○	自然・環境	
宮崎県	○	みやざきの環境	
鹿児島県	○	環境保全・自然保護	
沖縄県	●	沖縄の環境	沖縄県公開用地図情報システム

凡例
○: 環境基本計画等の中に地域別の環境目標、環境保全対策等の記載がある
●: 別途環境配慮計画等の地域環境目標等が作成されている
※1: 生態系区分カルテが「みどりのデータバンク」にてPDFで提供あり
注: 上記の情報は、平成22年3月時点。記載すべき情報が確認された場合、順次更新予定。

環境省総合環境政策局環境影響評価課 〒100-8375 東京都千代田区霞が関1-2-4
TEL: 03-3581-2251 FAX: 03-3581-2637 E-mail: ecdn@hykn.env.go.jp
7/9 (1/12) ページ

図 4.2-1 環境影響評価支援情報ネットワークで紹介されている
「地方公共団体の環境情報提供サイト等」(つづき) ③

4.2 の参考文献

- 閣議決定：地理空間情報活用推進基本計画、2012年3月27日
<http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/sokuitiri/tirikuukan-keikaku/pdf/keikaku.pdf>
- 環境影響評価支援情報ネットワーク <http://www.env.go.jp/policy/assess/index.html>
- 環境影響評価支援情報ネットワークで紹介されている「地方公共団体の環境情報提供サイト等」 <http://www.env.go.jp/policy/assess/4-3areainfo/chihou.html>

4.3 電子ライブラリー利用の高度化

複数の GIS を集約して利用する場合、それぞれの GIS が共通の地図、即ち基盤地図情報を用いていると共に、地理情報のデータの設計、品質、記述方法等が共通のルール、即ち「標準」に従っていなければならない。また、「標準」に従った様々な GIS ソフトを利用することができる。こうした標準化による GIS の高度利用のイメージは図 4.3-1 のようになる。

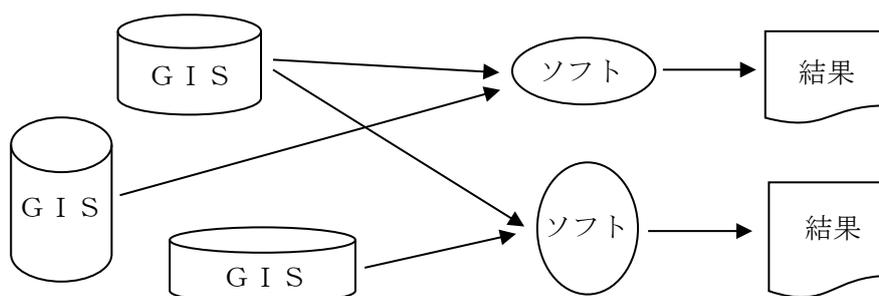


図 4.3-1 標準化による GIS の高度利用のイメージ

「地理情報標準」は共通のルールとして、国土地理院と民間企業との共同研究により、平成 11 年 3 月に第 1 版、平成 14 年 3 月に第 2 版が作成された。地理情報標準は、基になった国際標準案の確定後、順次 JIS 化された。平成 17 年 1 月には JIS 化された最新の地理情報標準と国際標準に準拠し、内容を実利用に即して絞り体系化した、より実用的な「地理情報標準プロファイル (JPGIS)」¹⁾が作成された。

さらに国は、平成 24 年の地理空間情報活用推進基本計画に従い、最新の国際規格及び地理情報の標準化動向を踏まえ、JPGIS の改訂を進めている。同時に、地理空間情報のメタデータの共通様式を規定する日本版メタデータプロファイル (JMP) 及び「品質の要求、評価及び報告のための規則」の国際規格に基づく改定に向けた取組を実施している。

また、2013 年に作成された「地理空間情報の活用推進に関する行動計画 施策別概要集」²⁾には様々な活用施策がまとめられている。その一例として、地球観測衛星の活用に関する施策を図 4.3-2 に示す。この施策では高解像度化、広観測幅化された L バンド合成開口レーダ (PALSAR2) の画像処理技術高度化に向けた研究開発などが進められている。

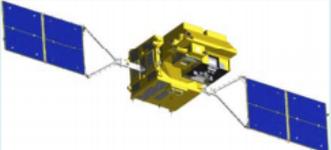
施策名	地球観測衛星の継続的開発、利用実証等																	
基本計画 該当箇所	1. (1) ①、4. (4)、 5. (2) ②	各種計画 との連携	新成長戦略、宇宙基本計画、復興基本方針、 科学技術基本計画															
施策概要 (背景・ 目的)	<p>陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)のレーダ観測機能を向上したALOS-2や、全球の土地被覆分類等を高頻度に観測する気候変動観測衛星(GCOM-C)等の研究開発・打上げ・運用、及び、画像処理技術の高度化に向けた研究開発を進める。また、基盤地図情報の継続的な整備・提供に資するため、関係府省や機関と連携しながら、衛星観測データの利用実証を行う。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>陸域観測技術衛星2号(ALOS-2) の軌道上イメージ</p> <p>「だいち」に搭載されたLバンド合成開口レーダ(PALSAR)を、高解像度化、広観測幅化したLバンド合成開口レーダ(PALSAR2)を研究開発中。</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>気候変動観測衛星(GCOM-C)の 軌道上イメージ</p> <p>近紫外から熱赤外域の複数の波長域で観測を行う光学センサーである多波長光学放射計(SGLI)を研究開発中。</p> </div> </div>																	
施策目標	ALOS-2、GCOM-C等の研究開発・打上げ・運用、及び、画像処理技術に関する研究開発を行い、リモートセンシング技術の高度化を図る。ALOS-2については平成25年度に打ち上げる。GCOM-Cについては平成28年度に打ち上げる。また、打ち上げた衛星の観測データを用いて利用実証を行い、基盤地図情報の整備・提供等に貢献する。																	
工程表 (各年度の 取り組み)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">H24</td> <td style="text-align: center;">ALOS-2のフライトモデルの製造・試験</td> <td style="text-align: center;">GCOM-Cのエンジニアリングモデル・フライトモデルの製造・試験</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">H25</td> <td style="text-align: center;">ALOS-2のフライトモデルの製造・試験、打上げ</td> <td style="text-align: center;">GCOM-Cのフライトモデルの製造・試験</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">H26</td> <td style="text-align: center;">ALOS-2の運用、利用実証</td> <td style="text-align: center;">GCOM-Cのフライトモデルの製造・試験</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">H27</td> <td style="text-align: center;">ALOS-2の運用、利用実証</td> <td style="text-align: center;">GCOM-Cのフライトモデルの製造・試験</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">H28</td> <td style="text-align: center;">ALOS-2の運用、利用実証</td> <td style="text-align: center;">GCOM-Cの打上げ</td> </tr> </table>			H24	ALOS-2のフライトモデルの製造・試験	GCOM-Cのエンジニアリングモデル・フライトモデルの製造・試験	H25	ALOS-2のフライトモデルの製造・試験、打上げ	GCOM-Cのフライトモデルの製造・試験	H26	ALOS-2の運用、利用実証	GCOM-Cのフライトモデルの製造・試験	H27	ALOS-2の運用、利用実証	GCOM-Cのフライトモデルの製造・試験	H28	ALOS-2の運用、利用実証	GCOM-Cの打上げ
H24	ALOS-2のフライトモデルの製造・試験	GCOM-Cのエンジニアリングモデル・フライトモデルの製造・試験																
H25	ALOS-2のフライトモデルの製造・試験、打上げ	GCOM-Cのフライトモデルの製造・試験																
H26	ALOS-2の運用、利用実証	GCOM-Cのフライトモデルの製造・試験																
H27	ALOS-2の運用、利用実証	GCOM-Cのフライトモデルの製造・試験																
H28	ALOS-2の運用、利用実証	GCOM-Cの打上げ																
施策の 効果	本施策により重要な地理空間情報のひとつとして画像情報が整備・提供されることで、防災、国土管理などの様々な目的に活用される。																	
施策の成果 の公表	http://www.satnavi.jaxa.jp/project/alos2/index.html																	
担当府省	文部科学省	所属・役職 連絡先(Tel)	研究開発局 宇宙開発利用課 03-6734-4153(直通)															

図 4.3-2 地理空間情報の活用施策の一例²⁾

4.3 の参考文献

- 1) 国土地理院の地理情報標準プロファイル(JPGIS)
<http://www.gsi.go.jp/GIS/jpgis:jpgidx.html>
- 2) 内閣官房地理空間情報活用推進会議：地理空間情報の活用推進に関する行動計画 施策別概要集、2013年7月18日 <http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/sokuitiri/250718/gaiyou01.pdf>

第5章 迅速化に資する予測・評価手法

5.1 火力発電所の環境影響

5.1.1 排ガスが大気環境に与える影響

(1) 地形影響評価のためのパソコン用排ガス拡散モデル¹⁾

a. 背景

火力発電所排ガスの地形影響については、従来、風洞実験を行って評価してきた。一方、数値解析技術は近年、飛躍的な進歩をとげており、風洞実験だけでなく数値モデルを選択しても良いこととなった²⁾。

数値モデルによる排ガス拡散予測は、大型風洞設備と比べると普及しており、風洞による予測より費用と期間面で有利である。

これまでスーパーコンピュータ（スパコン）で実行していた排ガス拡散の数値モデルを簡略化し、パソコンレベルの身近なコンピュータで実行可能なようにしたことで、より一層の効率化が期待できる。

b. 数値モデルの概要

スーパーコンピュータ（スパコン）を用いて、地形影響の他に温度成層や排ガス上昇過程、気象場の非定常性を考慮できる数値モデルを「F」と称す。同じくスパコンにおいて熱に関する方程式、排ガス上昇過程の方程式、4次元同化など気象場の非定常性に係る方程式を削除した数値モデルを「T」と称す。

次にパソコンを用いた数値モデル TPC は、計算時間の節約を図るために格子点数を減らしている。数値モデル F,T,TPC では、横方向の領域を煙源位置から左右に 20km ずつとり、間隔 500m で 81 点の格子点を使っている。間隔は同じで格子点数を 61 点、3 点とした数値モデルを TPC61, TPC3 とする。以上、数値モデルの効率化を表 5.1.1-1 に示す。

表 5.1.1-1 数値モデルの効率化¹⁾ (抜粋)

名称	対象	格子点数 (x×y×z)	コンピュータ	計算時間(CPU 時間) (h)		
				気流	拡散	合計
F	地形、熱、 排煙上昇、 非定常	81×81×31	スパコン	5	1	6
T	地形	81×81×31	スパコン	5	1	6
TPC	地形	81×81×31	パソコン	100	36	136
TPC61	地形	81×61×31	パソコン	75	36	111
TPC3	地形	81×3×31	パソコン	3	9	12

c. 主な特徴

- 1) スパコンで実行していた数値モデルをパソコンに移植しても、基本ソフトや言語の変化によって予測結果が変化しない (図 5.1.1-1)。パソコンで 3 次元計算

を行えば5~6日かかるが、2次元的な数値モデルまで簡略化するとスパコンと同程度の約半日で処理できる。

- 2) 地形影響が小さい条件から大きい条件まで、排ガス拡散に及ぼす地形影響評価を行う場合、パソコンで処理できる簡略化した3次元数値モデルは、風洞実験と同様の評価が得られる(図5.1.1-2)。
- 3) 2次元的な数値モデルでも、最大濃度やその出現距離に関しては、3次元数値モデルや風洞実験と同様に地形影響を評価できる(図5.1.1-3)。

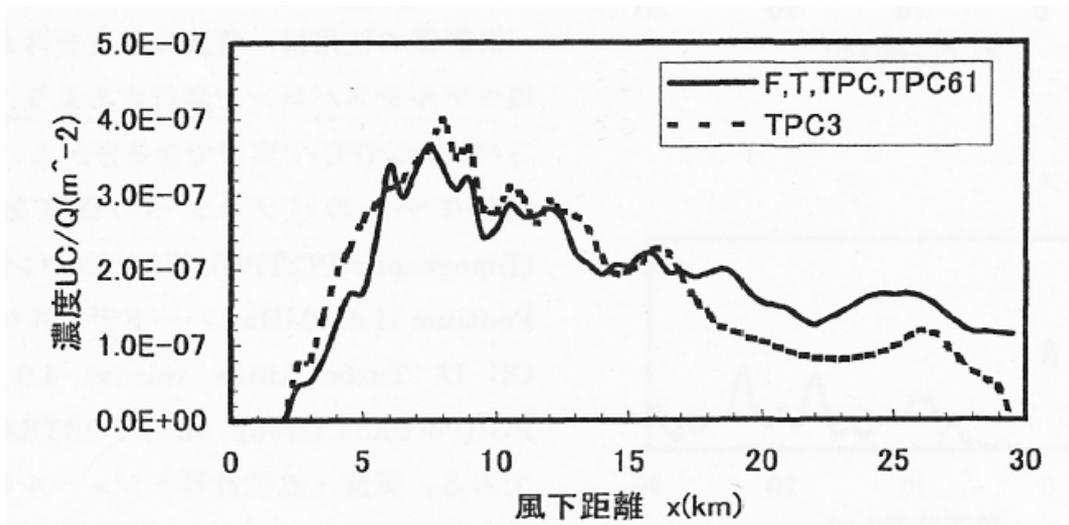


図 5.1.1-1 数値モデルによる煙軸上着地濃度分布の比較¹⁾

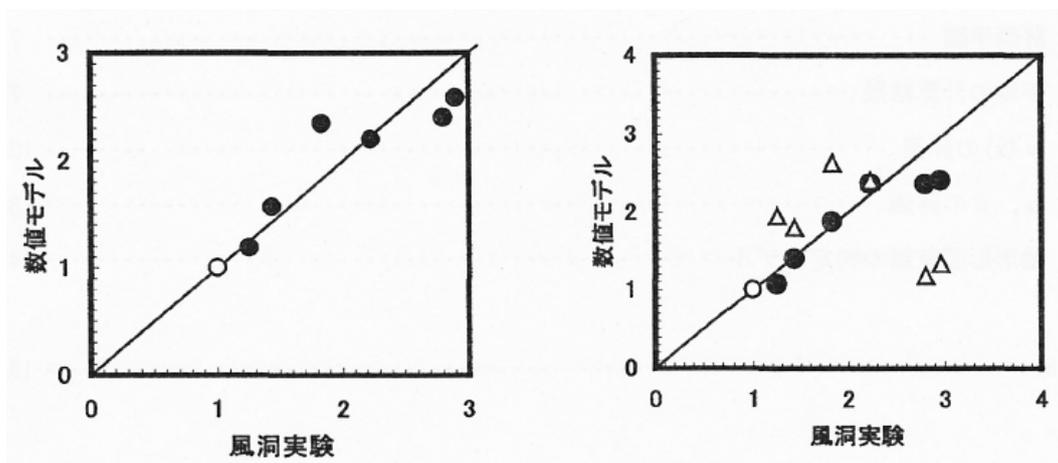


図 5.1.1-2 パソコン用3次元数値モデルで評価した最大着地濃度比と風洞実験結果の比較●(○は平地条件)¹⁾

図 5.1.1-3 パソコン用2次元的な数値モデル(●)、既存の簡易モデル(△)で評価した最大着地濃度比と風洞実験結果の比較(○は平地条件)¹⁾

このモデルは既に実用段階にあり、アセスの事前検討、配慮書段階で活用されている。

(2) GIS 連動型大気環境濃度予測システム³⁾

a. 背景

建物近傍から排出される排ガス拡散を予測する場合、建物によるダウンウォッシュ（煙の巻き込み）を考慮することが重要である。そのためには排ガス拡散に影響を及ぼす建物を判定しその形状パラメータを設定する必要があるが、都市部の多数の建物より適切な影響建物を抽出することは容易ではない。そこで、GIS（地理情報システム）を用いて市販の地図データベースより排ガス拡散に影響を与える建物を自動的に抽出し、ダウンウォッシュを考慮できる大気環境濃度予測システムについて紹介する。

b. システムの概要

大気拡散計算に必要な大気安定度を気象データより判定する気象解析システムと GIS を利用して煙源情報や建物情報を入力し、大気拡散計算および結果表示を行う大気拡散シミュレーションシステムから構成される。

気象解析システムでは、全国の気象台、測候所あるいはアメダスで測定された気象データを使用して1時間毎の大気安定度の判定を自動で行うことができる。

一方、大気拡散シミュレーションシステムでは、GIS を利用して煙源や建物の位置情報の取得、影響建物の判定、建物形状パラメータの抽出を自動で行い、ダウンウォッシュを考慮した大気拡散シミュレーションを行うことができる。大気拡散シミュレーションに必要となる排ガス上昇高さの推定や拡散パラメータの近似、建物ダウンウォッシュの予測にはこれまでいくつかの手法が提案されているが、このシステムではダウンウォッシュを考慮できる3種類の大気拡散予測手法として、窒素酸化物総量規制マニュアル（環境省）⁴⁾、ISC3 : Industrial Source Complex Model（米国環境保護庁）⁵⁾、有害大気汚染物質に係る発生源周辺における環境予測手法マニュアル（経済産業省）⁶⁾を採用している（以下、それぞれ「総量規制方式」、「ISC3方式」、「METI-LIS方式」）。各手法の切り替えや各種パラメータ等の詳細は GUI（Graphical User Interface）による設定が可能である。大気拡散シミュレーションシステムはウィンドウズ搭載パソコン上で動作し、GIS エンジンには空間情報システム SIS（開発：英国 Cadcorp 社）を使用している（図 5.1.1-4）。

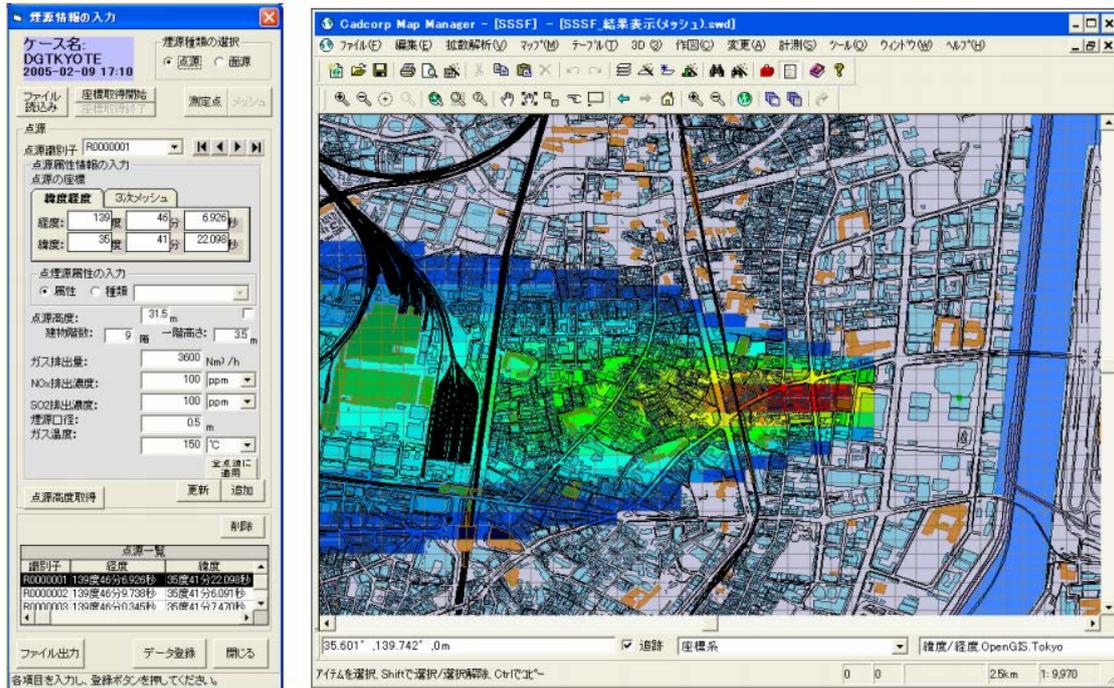


図 5.1.1-4 GIS 連動型大気環境濃度予測システム 3)

c. 主な特徴

実市街地を対象に排ガス拡散の風洞実験を比較すると、風速や煙源高度の補正を行わない総量規制の方式、ISC3 では過小評価の傾向が顕著であるのに対し、METI-LIS ではほぼ全ての風向で中心軸上最大濃度は±50%内に収まる。拡散パラメータや有効煙突高度の与え方を改良することにより、予測精度の向上を図ることができる。

d. 今後の展開

ダウンウォッシュを考慮した大気拡散式の改良を図り、既存モデルと代替することにより、濃度予測の精度を向上する。

このシステムは既に実用段階にあり、アセスの事前検討、配慮書段階で活用されている。

(3) 火力発電所用大気アセスメント支援ツール⁷⁾

改正アセス法の全面施行や発電所リプレースにおけるアセス手法の合理化に関するガイドライン（環境省）^{注1)}の策定にともない、発電所アセスメントにおける大気質の予測およびその事前検討を短期間に低コストで行う必要性が高まっている。そこで、火力発電所アセスメントにおける大気質の予測およびその事前検討を支援するためのPC用ソフトウェアを開発した。

大気質の予測に要する期間短縮およびコスト低減を目指して開発された「火力発電所用大気アセスメント支援ツール」は以下の特徴を有する。

- a. 手引^{注2)}にもとづく拡散計算を実行し、発電所周辺における地表濃度の年平均値、日平均値、特殊気象条件下で生じる短期高濃度（1時間値）^{注3)}を予測できる。
- b. 地理情報システムと大気拡散計算システムを組み合わせることにより、煙源位置や濃度計算点の設定、各種パラメータの入力などをGUI（Graphical User Interface）により簡単に操作できる。
- c. 一般に公開されているデータベース^{注4)}を用い、煙源位置と連動した大気環境（バックグラウンド）濃度の抽出や地図上への表示、計算の前処理を自動的に行うことができるため、発電所排ガスによる影響を簡便かつ迅速に評価できる。
- d. 風速の高度補正、風速階級区分・代表風速の設定、大気安定度の判定・変換など、発電所アセスメントに必要な各種機能を備えている。

環境省のガイドラインでは、リプレース事業において環境負荷の低減が図られる場合には、感度解析による大気質予測が認められることとなった。本ツールでは、特殊気象条件下の予測において、風向、風速、大気安定度などを組み合わせた複数の条件による感度解析を短時間（1,000 ケースで数秒程度）で実行できる。本ツールを用いることにより、リプレースアセスメントにおける大気質の予測を合理的かつ効率的に実施でき、その事前検討から環境影響評価書の作成まで幅広く活用することができる。

注1) 環境省 火力発電所リプレースに係る環境影響評価手法の合理化に関するガイドライン（平成24年3月）

注2) 経済産業省 原子力安全・保安院編、発電所に係る環境影響評価の手引(平成19年1月改訂)

注3) 発電所アセスでは煙源条件および気象観測結果などを勘案し、必要に応じて逆転層形成時、煙突ダウンウォッシュ発生時、建物ダウンウォッシュ発生時、内部境界層発達によるフュミゲーション発生時における短期予測を行う。

注4) 国立環境研究所「環境数値データベース」(<https://www.nies.go.jp/igreen/>)

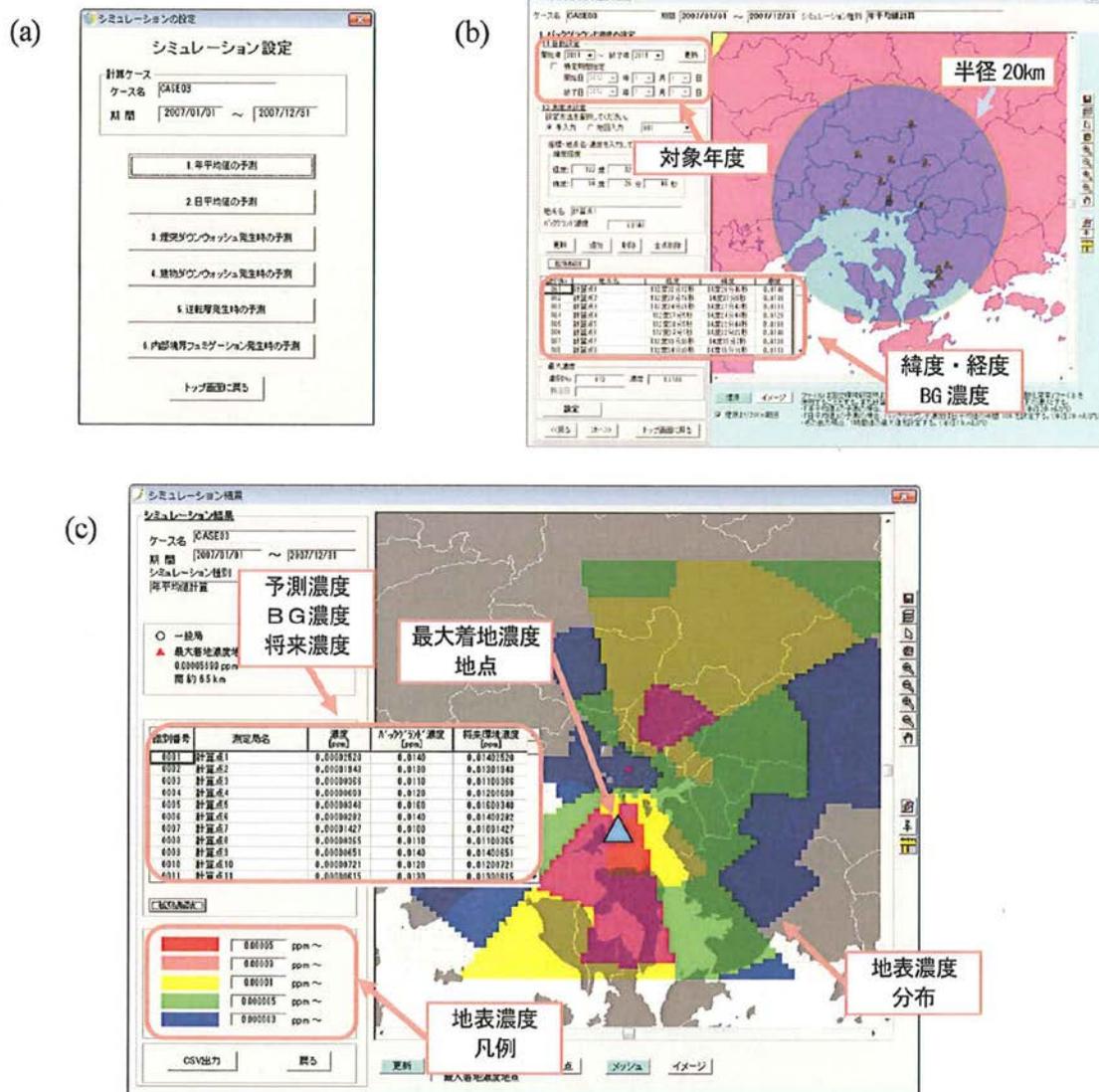


図 5.1.1-5 火力発電所用大気アセスメント支援ツール 7)

(a)シミュレーション設定画面。(b)バックグラウンド(BG)濃度設定画面。煙源位置と連動し、発電所を中心とした半径 20km の範囲 (青色の円) 内に位置する一般環境測定局における環境濃度が自動的に抽出される。(c)シミュレーション結果画面。右側の地図に陸地 (灰色)、海 (白色)、最大着地濃度地点 (▲印) が描かれる。また、一般環境測定局などの指定地点における汚染物質の予測濃度、BG 濃度、将来環境濃度が表に整理される。

このツールは既に実用段階にあり、事前検討、配慮書段階で活用されている。

(4) 二次大気汚染に対する発生源影響度の評価手法 8)

光化学オキシダントの主成分であるオゾンは窒素酸化物と有機化合物の共存下で生成される二次汚染物質であるとともに、微小粒子状物質 PM_{2.5}の生成にも深く関与して

いる。火力発電にはPM_{2.5}や光化学オキシダントに代表される二次大気汚染原因物質の発生源としての懸念があり、今後、それらに対して科学的な対応が求められる可能性がある。

電力中央研究所は、オゾンに対する発生源影響度^(注1)の評価手法として、高精度の高次感度解析法^(注2)と計算コストに優れたタグ付きトレーサ法^(注3)の適用性を比較した。その結果、下図のように後者は前者より発生源の近傍で影響度を大きく見積もることが分かった。また、オゾンの消滅過程の扱いを考慮した概念(ポテンシャル・オゾン^(注4))を導入し、同様の解析を実施したところ、両手法の結果はほぼ一致した。このことから、タグ付きトレーサ法がオゾンの発生源影響度評価手法として高次感度解析手法を代替できることが示された。

注1) 評価対象地点で観測された大気中オゾン濃度に対して、周辺の各地(各国)の発生源がどのような割合で影響を及ぼしているかを示す指標。効果的な発生源対策を講じる上で有用な情報となる。

注2) 原因物質排出量に対する大気中濃度の応答(感度)から影響度を求める方法。

注3) 発生した原因物質に印(タグ)を付けて追跡し、影響度を求める方法。

注4) オゾンは一酸化窒素との化学反応により消滅し、二酸化窒素が生成する。このオゾン消滅過程において、ポテンシャル・オゾン(=オゾン+二酸化窒素)の濃度は保存される。

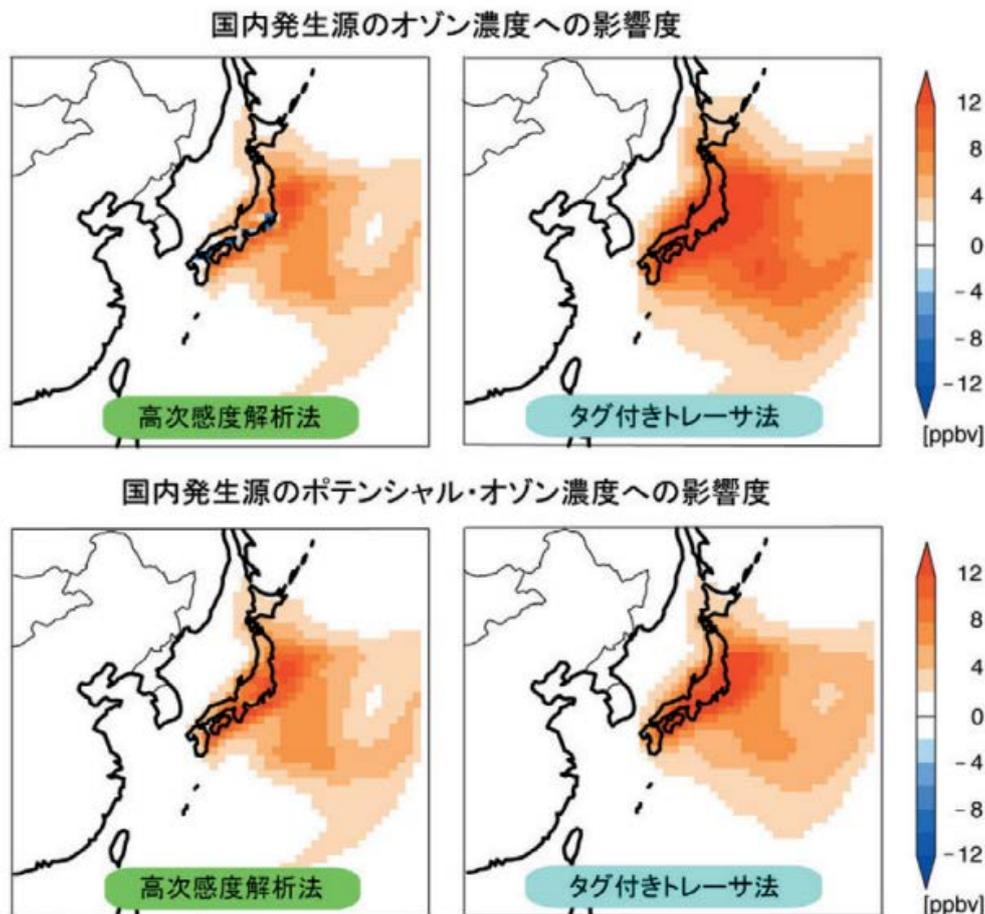


図 5.1.1-6 高次感度解析法とタグ付きトレーサ法による国内発生源の影響度⁸⁾

大気環境基準を超過した春季の高濃度事例に対して影響度の評価を行った。タグ付きトレーサ法によるオゾンの発生源影響度（右上）は、発生源付近で高次感度解析法（左上）より大きくなる傾向にあった。ポテンシャル・オゾンではこの過大傾向は大幅に抑制され、両手法の整合性が高まった（下）。国内発生源は発電所や自動車などすべての人為起源発生源を対象としている。

この手法は研究段階ではあるが有効性が確認されており、今後、二次大気汚染物質がアセスの対象となった場合の評価手法として期待される。

5.1.1 の参考文献

- 1) 市川陽一・佐田幸一：地形影響評価のためのパソコン用排ガス拡散数値モデルの開発、電力中央研究所報告、T99038、2000年3月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/T99038.html>
- 2) 資源エネルギー庁編(1999)：発電所に係る環境影響評価の手引、電力新報社
- 3) 佐藤歩・市川陽一：GIS 連動大気環境濃度予測システムの開発、電力中央研究所報告、V04015、2005年12月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V04015.html>
- 4) 公害研究対策センター：窒素酸化物総量規制マニュアル（新版）、2000

- 5) 東京都環境局：東京都環境影響評価技術指針（付解説）・東京都環境影響評価事後調査基準、2002年
- 6) 関東経済産業局：有害大気汚染物質に係る発生源周辺における環境影響予測手法マニュアル、2000年
- 7) 佐藤歩：火力発電所用大気アセスメント支援ツールの開発、電力中央研究所報告、研究報告V13020、2014。
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V13020.html>
- 8) 電力中央研究所：電力中央研究所研究年報 2013年度版、pp.44-45
http://criepi.denken.or.jp/result/pub/annual/FY2013/P44-P45_project20.pdf

5.1.2 温排水が海生生物の生息環境に与える影響

(1) パソコンによる温排水拡散簡易シミュレーション手法

a. 背景

臨海発電所の建設や増設、リプレースの際には環境アセスメントが実施され、海域に放水された温排水による水温上昇範囲は、現地の海象調査結果に基づいた流動パターンを用いて、水理模型実験、平面2次元数値モデル、3次元温排水拡散予測モデルなどにより予測されている（表5.1.2-1）。

近年の環境アセスメントの迅速化、火力発電所リプレースに係るアセスメントの合理化により、発電所建設計画段階での検討において、温排水による水温上昇範囲を短期間に低コストで予測する手法の開発が望まれている。表層放水された温排水については、既にパソコンで簡易に計算する手法が開発されて利用されている。水中放水された温排水についても、海表面に浮上した後の温排水の拡散範囲を簡易に計算する手法が開発された。簡易予測手法は、特に水中放水に関して大幅に実施期間の短縮やコストの低減ができ、発電所計画段階での温排水拡散範囲の概略検討に活用されることが期待される。

b. 簡易モデルの概要

i. 表層放水された温排水の簡易シミュレーション手法¹⁾

表層放水された温排水の拡散範囲の予測には、「平面2次元数値モデル」が用いられ、ワークステーション（EWS）等で計算が行われている。

モデルでは、観測された流動パターンを再現するように海域の流動を計算しており、境界条件などの設定が複雑である。

このため、簡易予測モデルでは、複数の代表点（観測点）で観測された流動を設定し、これを再現するように流速場を内挿することにより、流動パターンの計算を簡略化している。簡易予測モデルでは、パソコン（PC）の画面上で任意の地形や放水口位置、海域流動などの条件を設定して計算することができ、結果を作図することができる（図5.1.2-1）。

表 5.1.2-1 アセスメントに用いられる予測手法³⁾

放水方式	準備書や評価書に用いられる予測手法	簡易予測手法
表層放水	・平面2次元数値モデル ・3次元温排水拡散予測モデル	・汎用図表 ・簡易モデル
水中放水	・水理模型実験 ・水理模型実験+平面2次元数値モデル ・3次元温排水拡散予測モデル	・実験式 ・簡易モデル
表層放水+水中放水	・水理模型実験+平面2次元数値モデル ・3次元温排水拡散予測モデル	

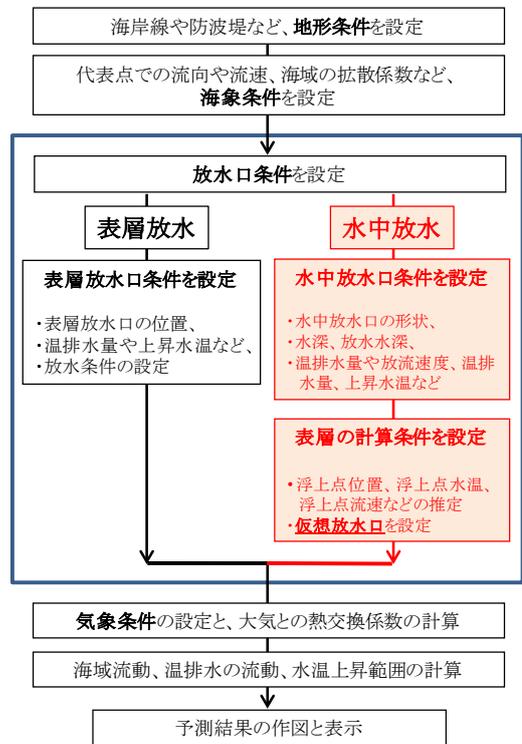


図 5.1.2-1 簡易シミュレーション手法の概要³⁾

(出展：表図とも電力土木 No.369)

ii 水中放水された温排水の簡易シミュレーション手法^{2), 3)}

水中放水された温排水が浮上しながら混合・希釈する過程は3次元的で複雑なため、拡散範囲の予測には、水理模型実験や3次元温排水拡散モデルが用いられている。水中放水も簡易予測モデルでは、水中放水口の設定条件から温排水が海表面に浮上する位置や、上昇水温、流速、温排水層厚を推定し、表層に新たに計算条件を設定することにより、表層放水と同様に、平面2次元の簡易シミュレーション手法を用いて、浮上後の拡散範囲を計算する手法である（図 5.1.2-2、図 5.1.2-3）。

表層放水についてはアセス手引書に採用され、方法書で活用されている。

水中放水についても既に実用段階にあり、簡易シミュレーション手法は事前検討、配慮書段階、方法書段階ならびにリプレースの簡略化条件を満たす場合の準備書段階で幅広く活用されるものと期待される。

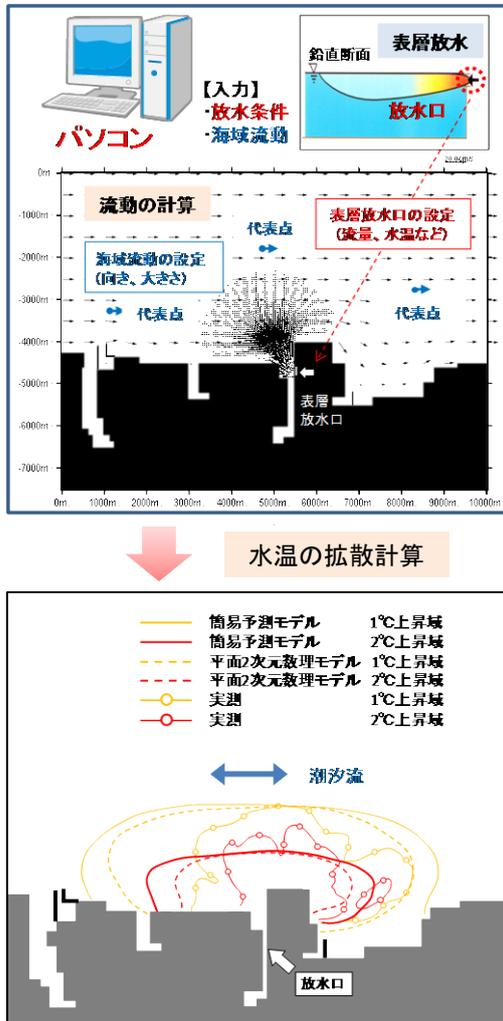


図 5.1.2-2 表層放水された温排水の簡易シミュレーション手法³⁾

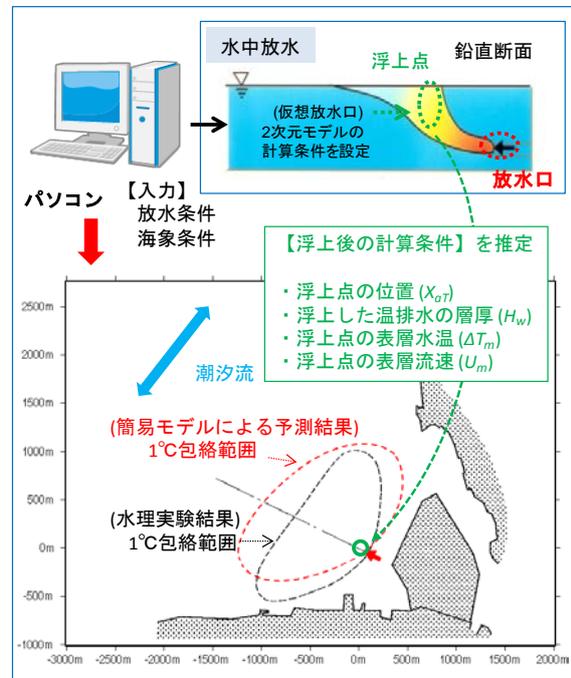


図 5.1.2-3 水中放水された温排水の簡易シミュレーション手法³⁾

(出展：両図とも電力土木 No.369 一部改変)

(2) 海域の拡散係数の簡易設定法と流動・拡散特性の季節変動 4)

a. 背景

火力発電所のリプレースでは、新たに火力発電所を建設する場合とほぼ同等の手続が必要であったが、環境への負荷が低減する事例が多く、温排水についても、リプレースにより放熱量が減少する場合（改善リプレース）には簡易予測手法による評価が適用できるようになり、簡易シミュレーション手法の利用範囲は広がってきている。簡易モデルによる予測には、沿岸の流動場や拡散係数などの海象条件が必要である。特に拡散係数については既存データが十分に整っている海域は少なく、新たに現地調査を行わずに拡散係数を推定する手法が必要とされている。

また、通常のアセスメントでは、四季毎に2週間から1か月程度の海象調査が行われており、迅速化や効率化の観点から、調査期間の短縮の可能性について検討が行われている。

b. 海域の拡散係数の簡易設定法の概要

温排水の拡散予測計算では、観測された流速を、海域の周期性や拡散範囲が定常となる時間スケールを用いて、時間スケールより長い海域流動とそれ以下の拡散成分に分けて考慮している。これまでの発電所アセスメント地点の観測値を整理した結果、温排水の拡散予測に用いる拡散係数は、代表時間スケールと海域の代表流速の二乗から推定することができる。代表時間スケールと海域の代表流速としては、潮汐流が卓越する周期性の強い海域では、潮流の周期と振幅の中央値（図 5.1.2-4 (1)）、規則性が弱い海域では、温排水量に応じた時間スケールと流速の累積出現頻度 10% 値（予測に用いる最大恒流速値と同程度）（図 5.1.2-4 (2)）を用いる。簡易予測手法により予測を行う場合には、この手法により、公共データなどの流速観測データがあれば、新たに調査を行うことなく拡散係数を推定することができる。

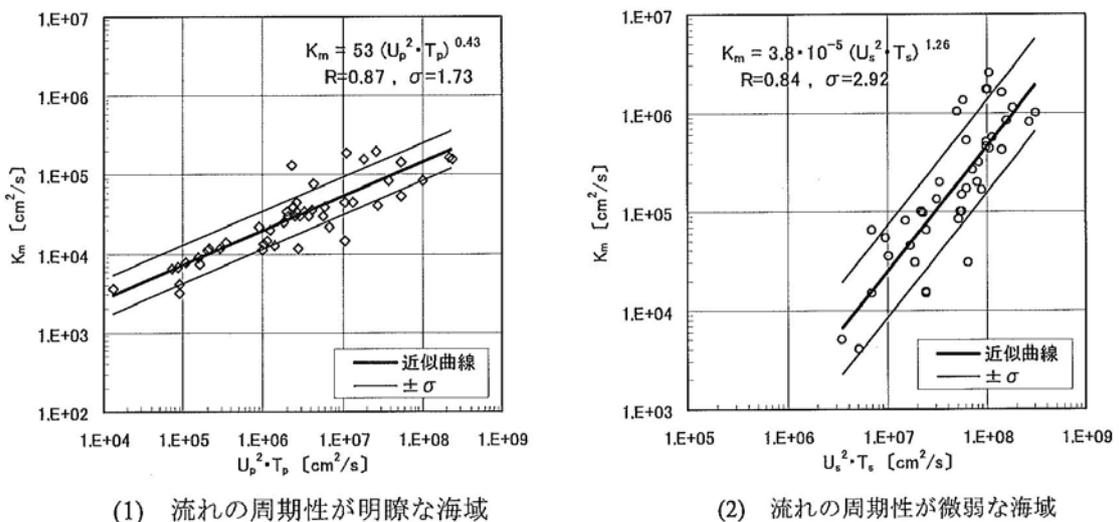


図 5.1.2-4 拡散係数と代表時間スケール(T)、代表流速(U)の関係 4)

c. 海域の流動・拡散特性の季節変動

また、これまでの発電所アセスメント地点の観測値を整理した結果を用いて、観測期間を四季毎から短縮した場合について、流速や拡散係数の妥当性の検討が行われている。その結果、季節変動の特徴は以下の通りである。

- ・ 潮汐流が卓越して周期性が明確な海域では、卓越する潮汐流の振幅・周期、拡散係数の季節変動は小さく、理論的にも年間変動は小さいと考えられるため、最低 2 季程度の観測で海象を把握できる可能性がある (図 5.1.2-5)。
 - ・ 周期性が微弱な海域では、内湾など閉鎖性が強く流速の小さい地点を除いては、季節変動が大きく規則性が無いため、観測期間の短縮は難しい (図 5.1.2-6)。
- なお、最近の環境アセスメントにおいて、観測期間が短縮された事例はない。

拡散係数の簡易設定法は既にアセス手引書に採用されており、方法書段階ならびにリプレースの簡略化条件を満たす場合の準備書段階で活用できる。

四季毎の調査を 2 季程度に簡略化するのはまだ研究段階であるが、潮汐流が卓越して周期性が明確な海域では活用の可能性がある。

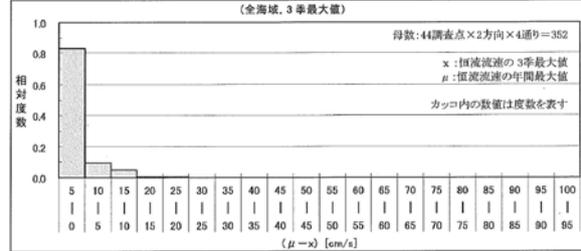
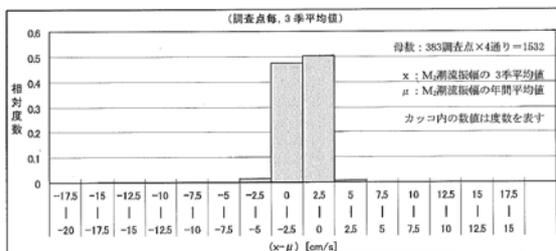
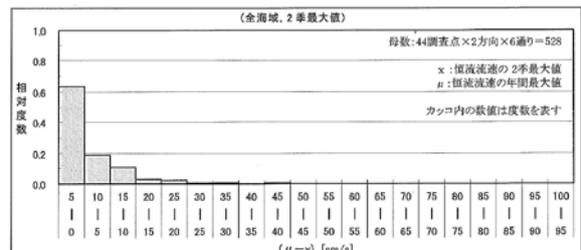
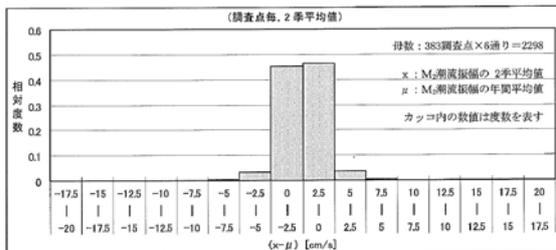
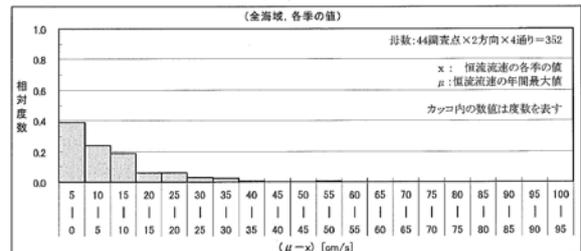
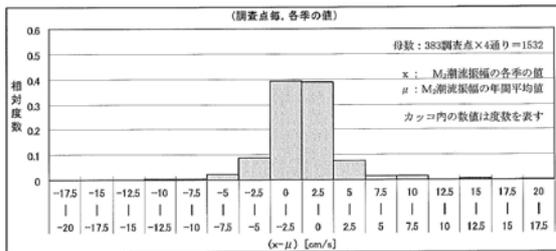


図 5.1.2-5 潮流振幅の年間最大力の偏差⁴⁾

図 5.1.2-6 代表恒流流速の年間最大値の偏差⁴⁾

(3) 3次元温排水拡散予測モデルの効率化

a. 背景

水中放水された温排水の拡散は、放水口近傍の希釈・混合過程が3次元的で複雑なため、従来より、水理模型実験による予測が多く行われている。近年の大型計算機の発達に伴い、3次元モデルを用いた予測計算も可能になってきた。3次元モデルは、放水口近傍の拡散過程を乱流モデルを用いて詳細に検討するため、多大な計算時間を必要とするが、計算領域のネスティング技術や計算の並列化などにより、計算時間の短縮が図られている。これらの改良により、ワークステーション (EWS) などのスカラール並列計算機による計算が可能になり、また、予測全体の実施期間も水理模型実験と同程度になった。

3次元モデルは、表層放水や水中放水が混在する場合、冷却水取水、河川影響等がある場合など、水理模型実験では検討が難しい場合にも適用でき、今後適用事例が増えるものと考えられる。

b. 効率化の概要

① 計算領域のネスティング⁵⁾

「3次元温排水拡散モデル」⁶⁾では、放水口近傍での温排水噴流の混合・希釈過程から、遠方領域における海域の流れや乱れによる拡散過程を同時に計算している。このため、特に水中放水の場合には、放水口近傍で1~2m程度の非常に細かい計算メッシュが用いられ、対象領域全域では多大な計算点が必要である(図5.1.2-7)。放水口近傍と遠方で計算領域を分割し、境界面で互いに計算結果を反映する2-wayネスティング(図5.1.2-8)では、計算点を削減でき計算の効率化が可能である。2-wayネスティング領域が1つある場合について、ベクトル計算機を用いてテスト計算を行った結果、計算効率は1.5倍に向上した。ネスティング領域の数が増えるほど計算点の削減効果は大きくなるため、取放水口等が複数ある場合には、更に計算の効率化が期待できる。

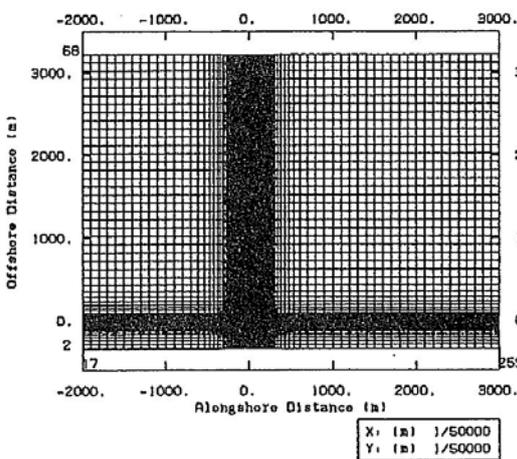


図 5.1.2-7 ネスティングなし⁶⁾

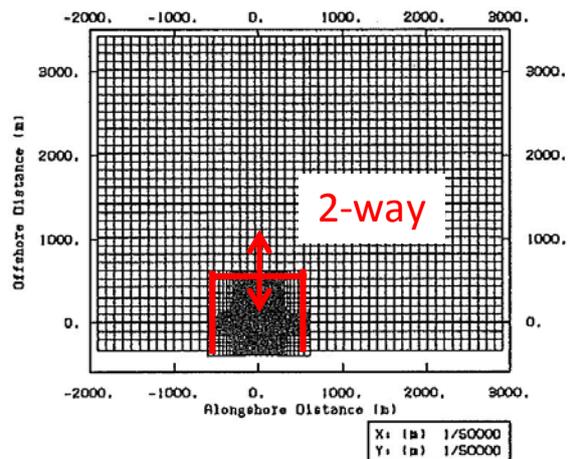


図 5.1.2-8 2-way ネスティング⁶⁾
(赤色部分を加筆)

② プログラムの並列化

3次元温排水拡散モデルは、開発当初、ベクトル大型計算機での使用を想定していたため、複数のコアを用いた計算には対応していなかった。ベクトル計算機の減少に伴い、並列化に広く用いられているPIライブラリを用いて、スカラー並列計算機にも対応できるようにプログラムを改良した。並列計算を行わない場合、スカラー計算機の計算速度はベクトル計算機の半分程度である。計算領域がネスティングされている複雑な場合でも、単純に64コア使用した場合の計算速度は、ベクトル計算機の3倍程であり(図5.12-9)、各コア間のロードバランスを揃えることにより、更に計算速度の向上が期待される。

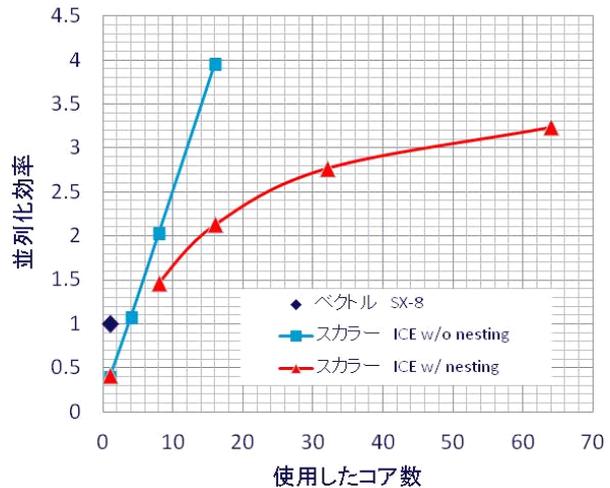


図 5.1.2-9 3次元温排水拡散予測モデルの並列化効率

③ 沿岸流動モデルのための開境界条件の推定法⁷⁾

温排水拡散予測では、発電所前面海域で観測された流向・流速に基づいて、沿岸流のパターンを計算する。海象観測ではコスト面から流速の測定点は多くても十数点に過ぎず、また観測された沿岸流を再現するためには、水位などの境界条件を試行錯誤的に決定する必要がある。データ同化を用いた手法では、力学的な条件を満たしつつ、観測値から計算領域開境界での境界条件を推定することにより、客観的に沿岸域の流動場や水位形状を計算できる(図5.1.2-10)。この手法により、計算時間の短縮や観測された海域流動パターンの再現性の向上が期待できる。

この方法は計算時間を短縮できるので、直接的にアセスの迅速化が期待できる。

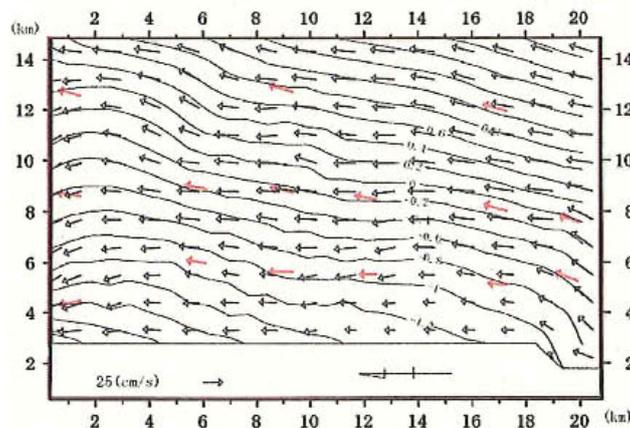


図 5.1.2-10 推定された流速と水位⁷⁾

(4) 藻場への影響予測技術

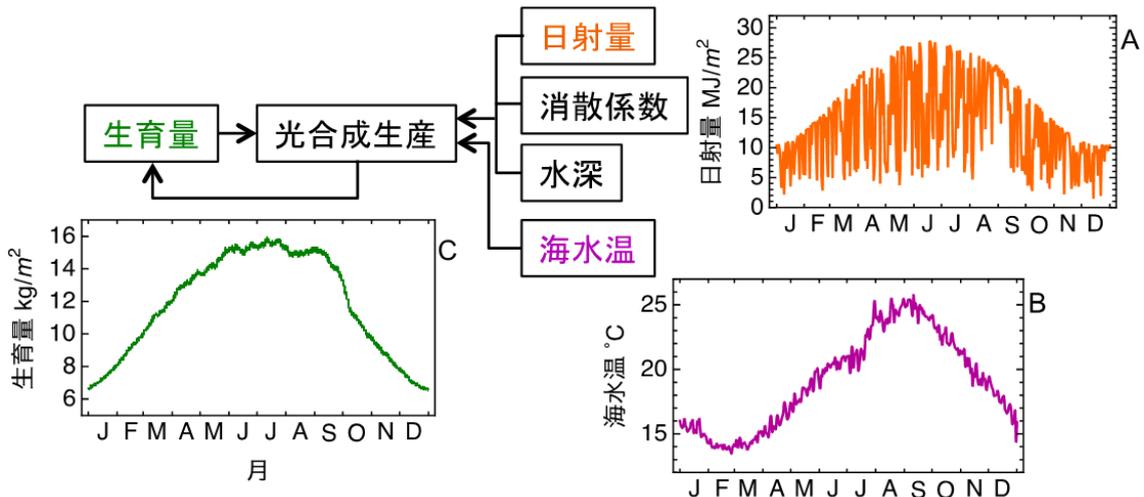
a. 背景

発電所の環境アセスメントでは、藻場の分布状況と海藻草類の生育量および水質・底質等の生育環境を調査し、温排水による昇温が藻場の分布やそこに生育する海藻草類に与える影響について予測している。予測にあたって、冷却水諸元と海域の状況が同程度の他の発電所がある場合にはその事後調査結果を引用・解析できるが、そうでない場合には、現地調査結果や生物的特性等の知見の引用・解析のみから予測する必要がある。温排水により海水温環境が変化する場合は藻場分布と海藻草類生育量への影響を、運転前の現地調査結果から得ることは難しく、温度に対する生物的特性を踏まえた数値シミュレーションを用いた予測が有効である。

b. 数値シミュレーションの概要

藻場は、構成する海藻草類によってアマモ場、コンブ場、アラメ場・カジメ場、ガラモ場に大別され、いずれも日射量が多くなる春から夏に繁茂する。海藻草類の生育量は光合成生産の蓄積結果であり、光合成生産量は光合成特性（生物的特性）と光量と海水温で決まる。このため、日射量、海水温および海中の光分布を表す消散係数（透明度から求めることができる）が分かれば任意の水深での生産量と生育量を計算できる^{8) 9) 10)}（図 5.1.2-11）。

発電所アセスメントで連続測定される海水温と温排水拡散計算から前面海域の海水温分布を得て、藻場の水質調査で測られる透明度から消散係数を求め、日射量については太陽光発電量推定のために NEDO が公開した日射量データベースなどを活用することにより、温排水によって海水温環境が変化したときの海藻草類への影響を予測できる。生産量と生育量を計算するためには海藻草類の光合成特性（図 5.1.2-12）が明らかになっている必要がある。これまでに光合成特性の知見が得られている藻場構成海藻草類は、アマモ場の構成海草アマモ、コンブ場のマコンブ、ホソメコンブ、アラメ場・カジメ場のアラメ、カジメ、ガラモ場のノコギリモク・ヤツマタモク・アカモクなどがある。



右図の日射量(A)と海水温(B)、水深7m、透明度14m条件でのカジメ群落生育量の計算例

藻場に届く光量を日射量(A)、消散係数、水深から求める。海藻草類の光合成特(図 5.1.2-12) から、その光量と海水温(B)条件での生育量(C)を計算する。

図 5.1.2-11 海藻草類生育量の計算例

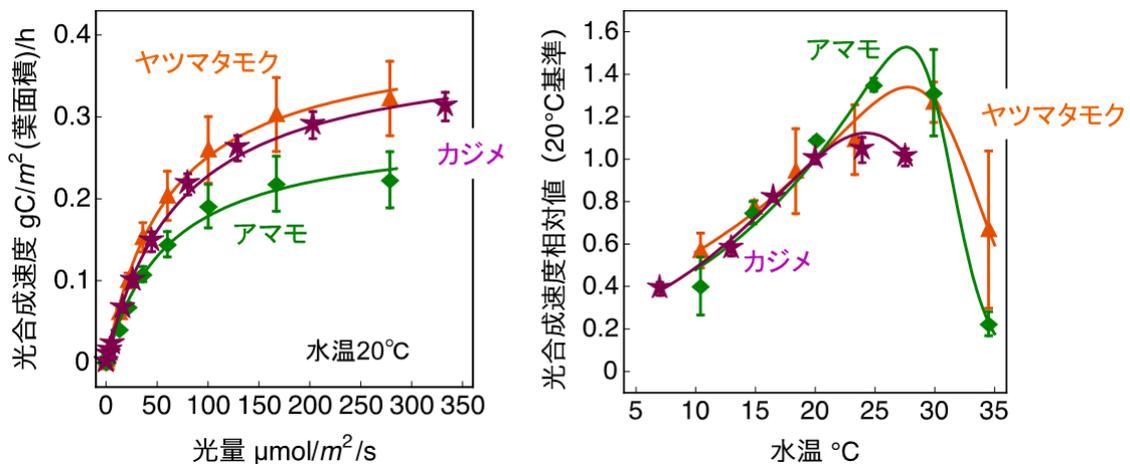


図 5.1.2-12 海藻草類の光合成特性の例

5.1.2 の参考文献

- 1) 坂井伸一、水鳥雅文：パソコンによる温排水拡散簡易予測モデルの開発、電力中央研究所、研究報告 U94003、1994 <http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/U94003.html>
- 2) 仲敷憲和、坂井伸一：水中放水された温排水の簡易シミュレーション手法の適用性、電力中央研究所 研究報告 V12018、2013 <http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V12018.html>
- 3) 仲敷憲和、坂井伸一：水中放水された温排水の簡易シミュレーション手法、電力土木、No.369、pp.75-79、2014.1

- 4) 水鳥雅文、仲敷憲和、坪野考樹：環境アセスメントの簡略化方法に関する調査（その1）—海域拡散係数の簡易設定法の提案と流動・拡散特性の季節変動の分析—、電力中央研究所、研究報告 V06001、2006 <http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V06001.html>
- 5) 坪野考樹、坂井伸一、松梨史郎、水鳥雅文：近接する表層放水口および水中放水口より同時放水される温排水の拡散挙動、電力中央研究所、研究報告 U00013、2000 <http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/U00013.html>
- 6) 坪野考樹、丸山康樹：3次元温排水拡散モデルの効率化、電力中央研究所、研究報告 U01040、2001 <http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/U01040.html>
- 7) 坪野考樹、平口博丸：沿岸流動モデルのための開境界条件の推定法、電力中央研究所、研究報告 U02054、2002 <http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/U02054.html>
- 8) 本多正樹：カジメ群落の生産力モデル—光と温度の関数として—、藻類 44: 149-158、1996
- 9) 今村正裕、本多正樹、松梨史郎、川崎保夫：アマモ場生態系モデルの構築とその適用、電力中央研究所、研究報告 U03063、2004 <http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/U03063.html>
- 10) 本多正樹：ホンダワラ類藻場生産力モデルの開発—生産力モデルの構築と検証—、電力中央研究所、研究報告 V04004、2005 <http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V04004.html>

5.1.3 敷地の造成が生態系に与える影響

(1) 基本的な考え方

発電所の環境影響評価では、事業が生態系に及ぼす影響を予測評価することが求められている。しかし、複雑な生態系全体を対象に予測評価することは困難であるため、地域の生態系を特徴づける種に注目し、その種を通じて生態系の影響を可能な限り定量的に把握することとされている。このため、注目種の生態や確認の調査だけでなく、注目種をとりまく他の生物や基盤となる環境の調査結果を踏まえ、事業に伴う変化を予測・評価することが重要となる。

また、生態系の予測・評価計画における重視すべき点は、地域の自然環境を代表した注目種の選定に基づき、可能な限り、現地調査結果に基づいた客観的な基準による影響評価手法を計画することである。

以下、敷地の造成が生態系に与える影響を評価した、上位性注目種及び典型性注目種の発電所アセスメント事例を紹介する。

(2) イヌワシを上位性注目種としたケーススタディ¹⁾

イヌワシを上位性注目種としたケーススタディでは、食物連鎖における各栄養段階の定量化に着目し、主要な餌動物であるノウサギとノウサギの餌となる植生の現存量を明らかにした上で、イヌワシ及びノウサギが利用可能な餌現存量を地図化した分布図を分析し、土地改変により消失する餌現存量を定量的に示すことを可能としている。

イヌワシを頂点とした食物連鎖には、高次捕食者として上位種のイヌワシ、主要な餌

動物となるノウサギやヤマドリ（一次消費者）、そしてノウサギやヤマドリの餌となる植生（生産者）、という主要な栄養段階が存在する。食物連鎖を構成しているこれらの動植物は、それぞれ種特有の環境選好性や生態的必要性をもつため、種によって生息場所は様々となる。また、日本の多くの地域では生息環境が季節的に大きく変化するため、植物を餌や隠れ家等として利用する一次消費者やそれを捕食する上位の消費者の生息環境は、季節変化に強く影響を受けると予想される。したがって、食物連鎖の各栄養段階における空間的・季節的な変化を十分踏まえたうえで定量化の手法や解析方法を検討することが重要である。

上位性の注目種への影響予測を適正に行うためには、対象範囲に潜在的に存在する餌量だけでなく、上位性注目種の利用可能な餌量を可能な限り把握することが望ましい。

効率的なデータの蓄積と合理的な影響予測解析を行うため、衛星データ、多変量統計モデル、GIS を活用し、季節別の各栄養段階の分布を行動圏において把握している。(図 5.1.3-1)

具体的な手法の手順は、まず、イヌワシや下位の餌動物の生息環境基盤となる植生環境を表す植生区分 GIS データを構築し、つぎにイヌワシを支える餌種を自動ビデオカメラ記録により明らかにした。このイヌワシの餌生物の現存量と分布を現地調査・統計モデルの解析により GIS データとして構築し、さらにその下位となる植生の現存量の GIS データを構築した。最後の GIS データとして、衛星データを利用して、イヌワシの餌の取り易さを反映した利用可能な餌現存量を定量化した。(図 5.1.3-2) この GIS データを用いて、季節別（積雪期及び植生繁茂期）の食物連鎖の各栄養段階の現存量を比較し、イヌワシを支える食物連鎖構造の季節変化を示した。最後に、行動圏の一部地域の開発を想定した影響予測分布を行っている。具体的なフロー図を図 5.1.3-3、事業による土地改変シナリオによる開発計画レイアウトとイヌワシの利用可能餌量 GIS を図 5.1.3-4 に示す。

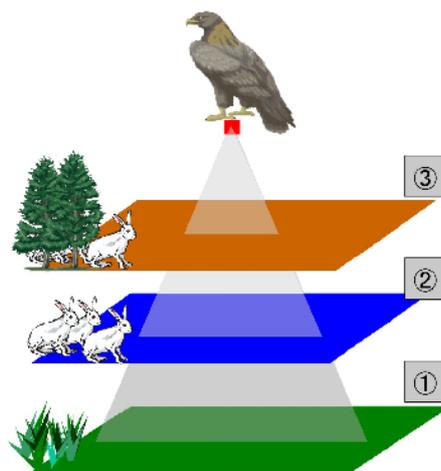


図 5.1.3-1 上位種を対象とした解析・評価の基本的考え方のイメージ¹⁾

生態系アセスメントにおいて、食物連鎖の栄養段階をGISデータ化することにより、特定の土地改変による各栄養段階の現存量の変化や上位種への影響の大きさを具体的に提示することができる。① 植生現存量GIS：ノウサギが採食可能な植物の現存量分布。② ノウサギの現存量GIS：イヌワシの餌となるノウサギの現存量分布。③ イヌワシの利用可能な餌現存量：イヌワシの狩りは植生の展葉状況に影響を受けるため、衛星データから解析した展葉状況を②に適用し、餌の取りやすさを反映させたもの。

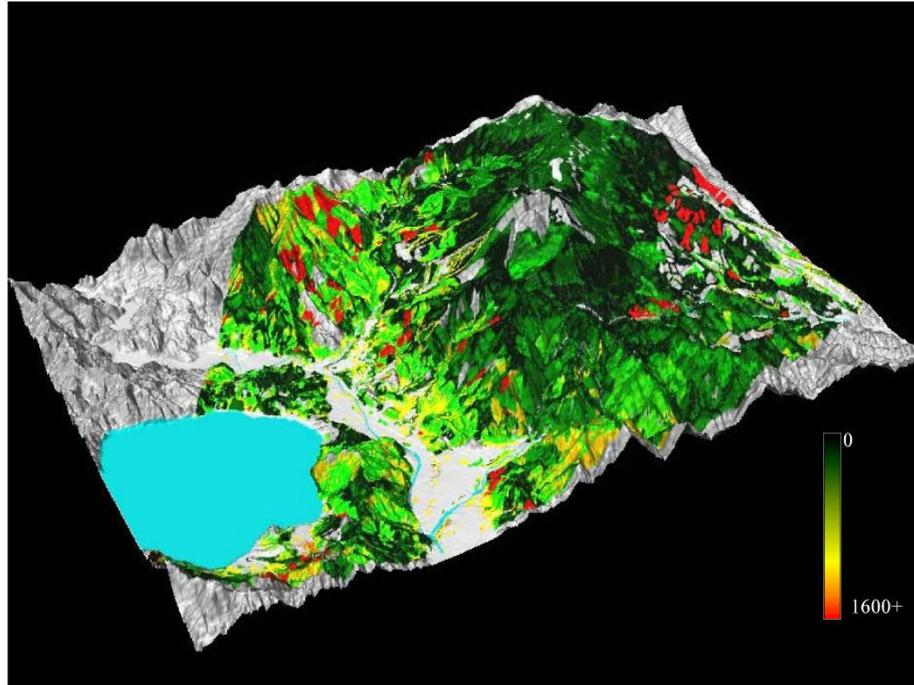


図 5.1.3-2 イヌワシの利用可能餌現存量 GIS データ 1)

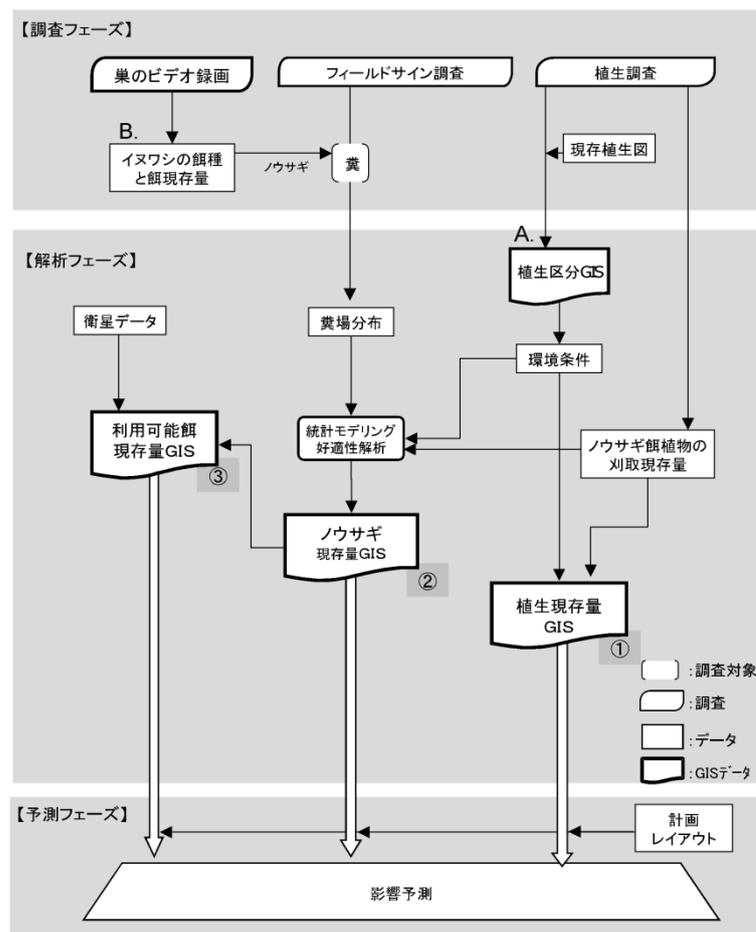


図 5.1.3-3 調査・解析・予測フロー1)

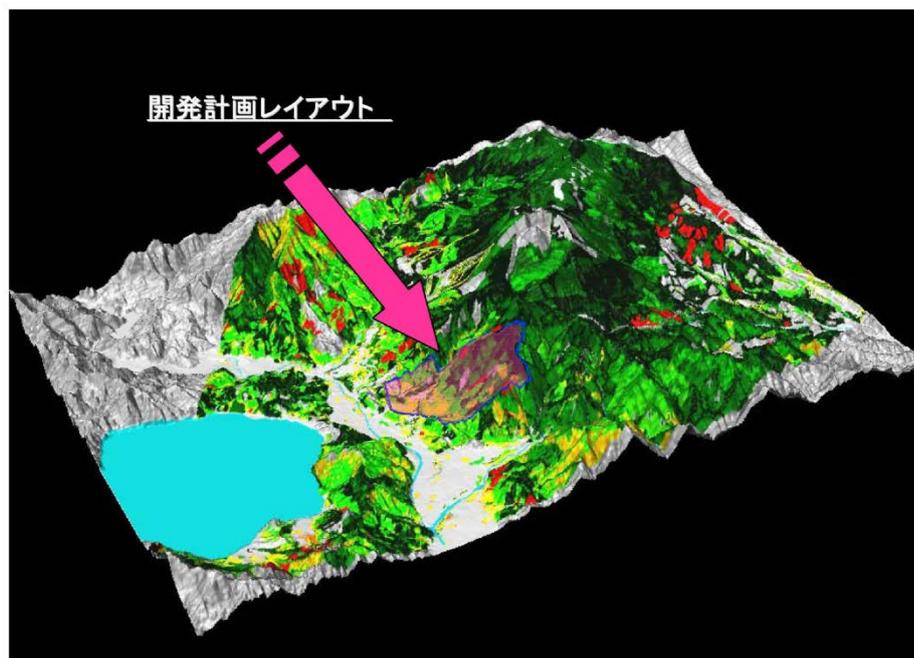


図 5.1.3-4 事業における開発計画レイアウトとイヌワシ利用可能餌量 GIS ¹⁾

(3) アナグマを典型性注目種としたケーススタディ ¹⁾

典型性の評価では、対象地域の生態系を典型的に表し、生物間の相互作用に重要な役割を担うような種、群集が注目種となる。典型性注目種として選定したアナグマの生育環境として採餌環境、行動環境、繁殖環境が重要と考えこれらの3つの環境の調査・解析データを統合してアナグマの好適生息区分図を構築している。この区分図に開発レイアウトを重ね合わせることで、アナグマの生息環境におよぼす影響を数値化することを可能としている。

火力・原子力発電所の環境影響評価の具体的事例を紹介する。当該地点の過去の発電所や建設予定地周辺の調査結果をもとに、確率の高い哺乳類を抽出しさらに現地調査によるフィールドサイン調査により、採取された糞から DNA による種判別を行った結果、中型哺乳類としてアナグマが選定されている。

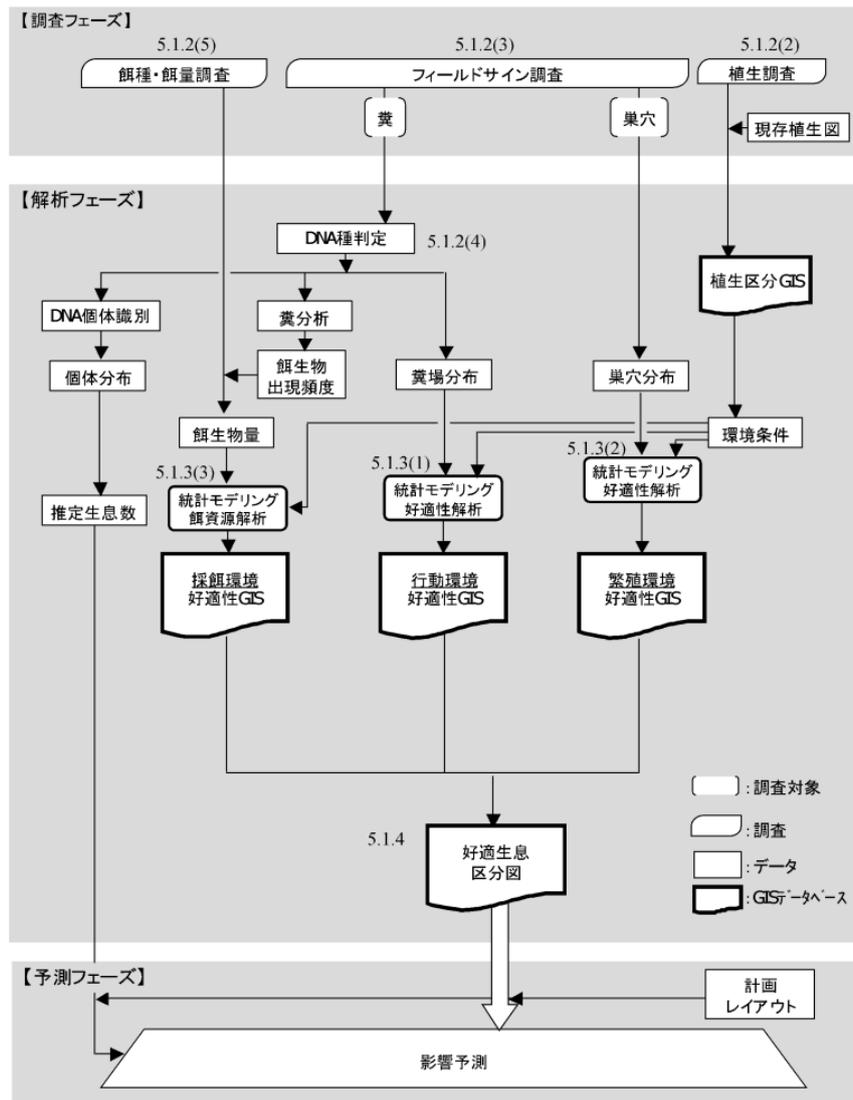


図 5.1.3-5 注目種アナグマの調査・解析フロー①

上位性では注目種として、大型の猛禽類や肉食獣など比較的限られているが、これに対して典型性の注目種は、地域の自然環境に応じて様々な注目種が選ばれる可能性がある。典型性注目種の予測評価においては、スコーピング段階における現地の自然環境の把握や、予測調査段階における分布状況の確認が、上位種に比べてより重要なポイントになる。具体的なフローについて図 5.1.3-5、アナグマの生育環境とした採餌環境、行動環境、繁殖環境の調査・解析データを図 5.1.3-6、それら3つを統合した、アナグマの好適生息区分図を図 5.1.3-7 に示す。

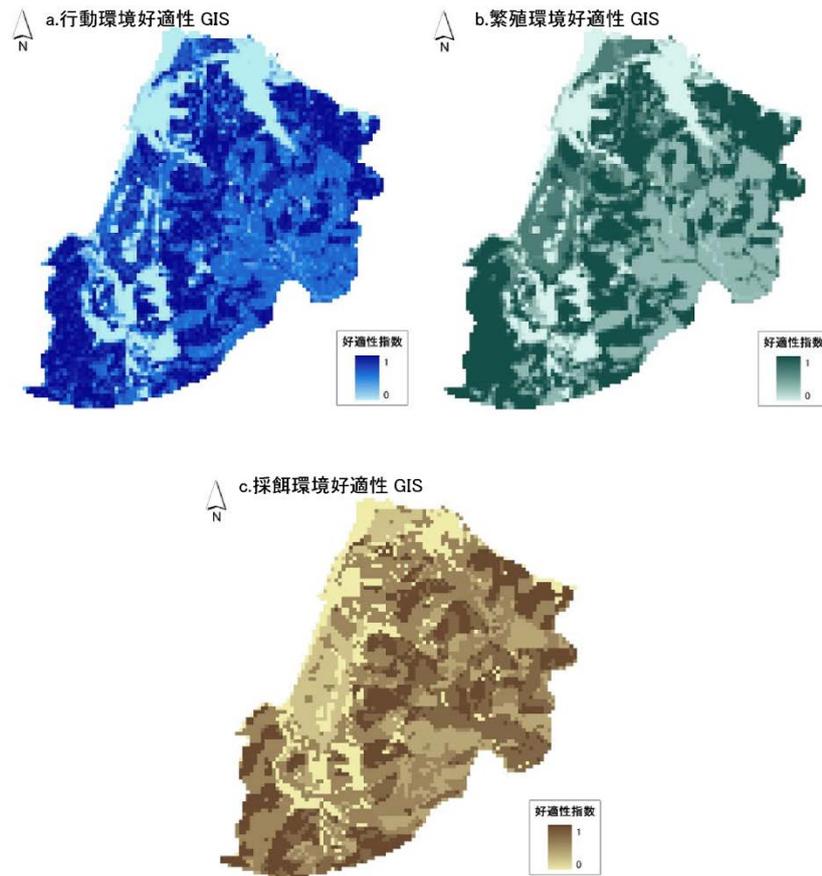


図 5.1.3-6 「行動環境」、「繁殖環境」、「採餌環境」の好適性¹⁾

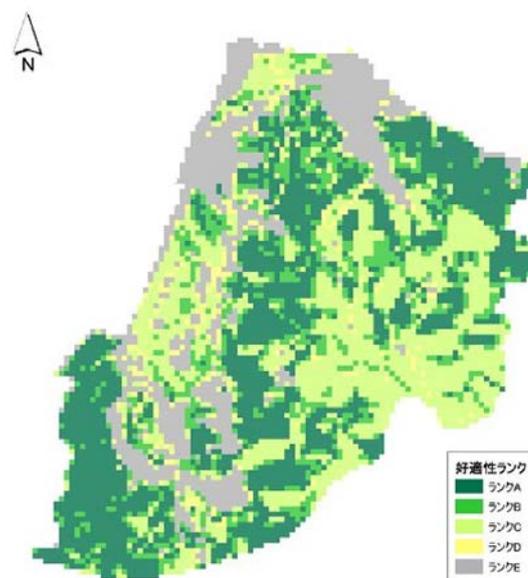


図 5.1.3-7 「行動環境」、「繁殖環境」、「採餌環境」の好適性を総合化したアナグマの好適生息区分図¹⁾

これらの手法は実用段階にあり、準備書段階で活用できる。上位性注目種について

はイヌワシを上位性注目種としたケーススタディがある。典型性注目種については川内原子力増設アセスでアナグマを典型性注目種とした影響評価に実績がある。

5.1.3 の参考文献

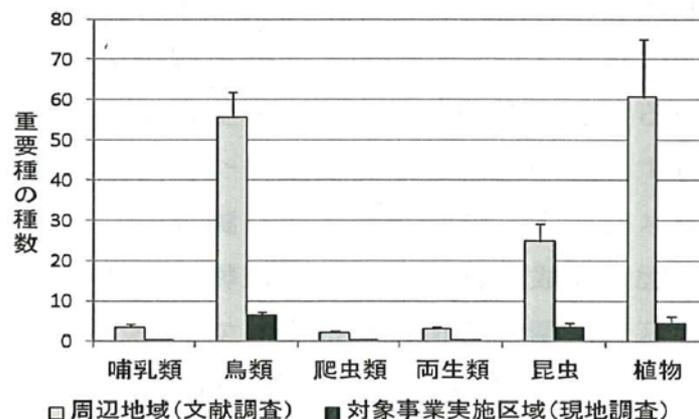
- 1) 松木吏弓・竹内亨・阿部聖哉・小林聡・梨本真：環境アセスメントにおける生態系の定量的な影響予測手法－基本的な考え方とケーススタディー，電力中央研究所報告，総合報告V02，平成22年9月 <http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V02.html>

5.1.4 計画段階で重要種の生息・生育可能性を効率的に推定する方法

2011年の環境影響評価法の改正により、新たに計画段階環境配慮書が導入された。配慮書では、原則として既存文献などを用いた簡易な手法により事業が環境に及ぼす影響を評価する。しかし、動植物の重要種^{注)}に関しては、希少種や絶滅危惧種が含まれていることから、位置情報が存在しないか、空間解像度の低い情報しか提供されていないことが多い。

注) 環境保全の観点から法令等により指定された種やレッドデータブック等で地域により注目されている種として掲載されている種。環境影響評価法において動植物項目の影響予測対象とされる。

さらに、増設やリプレースのアセスメントでは、発電所構内の生物分布を示す公的なデータがないため、方法書段階で周辺の広い地域の文献情報から重要種がリストアップされ、準備書・評価書段階の現地調査によって対象事業実施区域で記録された重要種について影響予測が行われてきた。しかし、周辺地域を含めた文献調査の結果と現地調査において対象事業実施区域で確認された重要種の種数を比べると、下図のように影響予測の対象となる種に比べてはるかに多くの種が、方法書段階の文献調査で挙げられている。



2004～2013年の10年間に確定した発電所を対象とした環境影響評価書23編をもとに作成。

図 5.1.4-1 文献調査と現地調査の重要種種数の比較¹⁾

これをそのまま計画段階環境配慮書に適用した場合、文献調査結果をもとに、対象事業

実施区域の環境からは生息・生育することが考えられないような種まで含めた多数の種を対象に影響予測を行わなければならない。効率的に影響予測の対象となる種を抽出するためには、既存の文献情報を整理することにより、事業実施想定区域において生息・生育の可能性が高い種を抽出するためのプロセスが必要である。

そこで電力中央研究所は、動植物の生息・生育環境データベースを用いた計画段階環境配慮書における重要種の影響評価フローを下図のように提案している。

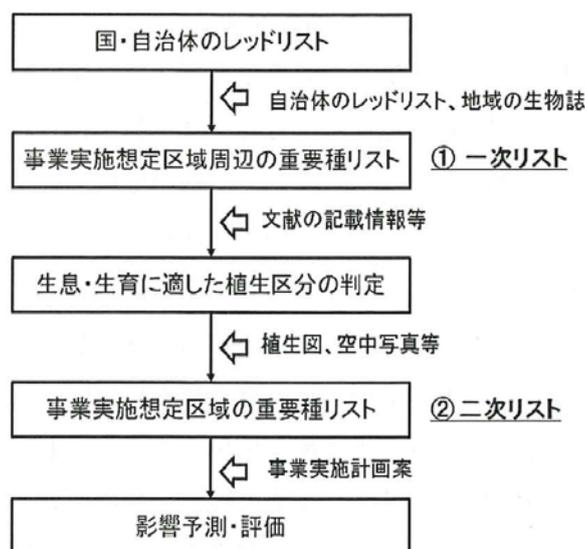


図 5.1.4-2 配慮書における重要種の影響評価フロー①

このフローでは、まず対象地点において国・自治体のレッドリスト^注や自然環境保全基礎調査、地域の自然誌等から事業実施想定区域周辺の重要種リストを作成する（一次リスト）。これらの文献では、重要種の分布は多くの場合メッシュや市町村単位で示されているため、事業実施想定区域とその周辺域が位置するメッシュを抽出し、そこで記録されている国や自治体のレッドリスト種を抽出する。次に、一次リストに対して文献等の記載情報や植生図等の情報をもとに、事業実施想定区域に生息・生育可能性のある重要種リスト（二次リスト）を作成する。二次リストで抽出した種を対象に、植生図等から推定した生息・生育適地の改変の程度を事業実施計画案と重ねることにより、重大な影響の有無について予測を行うことが可能になる。

注) 絶滅のおそれがある野生生物について記載したデータブック。国のほか各都道府県、一部の市町村が発行している。

二次リスト作成の過程では、レッドデータブックや図鑑・研究論文等から、事業計画ごとに、種ごとの生息・生育環境に関する情報を個別に収集・整理することが必要になる。しかし、対象となる種の数が多いうえに、生息・生育環境に関する文献の記載がしばしば「明るい林」、「湿った土地」など曖昧な言葉で記載されていることも多く、そのままでは植生図の凡例と対照することが容易ではないことが多い。そこで、一次リストから二次リ

ストへの過程を効率的かつ確実に実施できるように過去の環境アセスメント調査結果を活用した生息・生育環境データベースが構築された。

生息・生育環境データベースは過去に実施された環境アセス 49 件における動植物の調査結果をもとに、確認地点の植生や土地利用状況を分析し、哺乳類 31 種、鳥類 129 種、爬虫類 14 種、両生類 24 種、昆虫 283 種、維管束植物 265 種の合計 746 種について構築されている。国のレッドデータブックのランク別に集計したデータベース登録種数を下表に示す。

表 5.1.4-1 生息・生育環境データベースの国 RDB ランク別登録種数¹⁾

国RDBランク	CR	EN	VU	NT	DD	その他	合計
哺乳類	0	2	0	4	0	25	31
鳥類	4	5	18	14	3	85	129
爬虫類	0	1	1	1	1	10	14
両生類	0	0	2	9	1	12	24
昆虫類	2	7	11	26	5	232	283
植物	0	7	49	36	0	173	265
合計	6	22	81	90	10	537	746

RDB: レッドデータブック, CR: 絶滅危惧 I A 類, EN: 絶滅危惧 I B 類, VU: 絶滅危惧 II 類, NT: 準絶滅危惧, DD: 情報不足, その他: 国RDBの指定のない種(県RDB種, 注目種等)

このデータベースの情報をもとに、推定に用いる既存の植生図との対応づけを明確にするため、常緑広葉樹林や湿性草原など植生を 26 タイプに区分し、さらに、確認数が極めて少ない植生の生息・生育可能性を除外することができるように、植生区分ごとの対象となる動植物種の確認数の比率の順に III、II、I、+、- の 5 段階で生息・生育可能性を評価できる下表のような判定表が作成された。

5.2 水力発電所の環境影響

5.2.1 ダムの建設が河川生態系に与える影響

(1) 河川生態系モデルの開発による予測手法の事例

a. はじめに

貯水池の下流域における付着藻類や底生動物、魚類等の河川生態系は、河川の流速・水深・水温等の物理的な要因や、水質・底質等の化学的な要因の変化によって、その生息環境や生息量、種類数等に影響を及ぼされる可能性がある。このため、発電などのダムからの放流量や水質等が、下流河川の生態系に与える影響を予測・評価しておく必要がある。

従来、これらの予測・評価は、長期間に亘る現地調査データや類似箇所の事例を参考に実施されていたが、松梨¹⁾らは、ダム貯水池下流域において、環境変動に対する河川生態系の影響予測に適用可能な付着藻類と水質の予測モデルを構築し、実河川への適用性を示している。以下、予測モデルと実河川への適用について、その概要を紹介する。

b. 付着藻類と水質の予測モデル

モデルは、魚類の餌環境として重要な付着藻類と、それに影響を及ぼす環境影響因子として、浮遊物質、溶存態有機物、無機態窒素、無機態リンを計算の対象とし、摂取や代謝、分解、沈降等を考慮したものである。^{2) 3) 4)} (図 5.2.1-1)

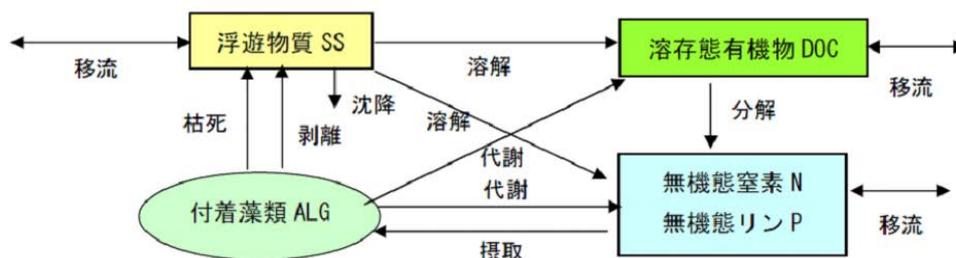


図 5.2.1-1 付着藻類と水質モデルの概念図¹⁾

c. 付着藻類と水質の計算式

1) 付着藻類 ALG (g/m²)

付着藻類の消長には、光合成、呼吸、枯死、剥離を考慮し、炭素量で計算する。

$$\delta \text{ALG} / \delta t = \text{光合成} - \text{呼吸} - \text{枯死} - \text{剥離}$$

2) 浮遊物質 SS (g/m³)

浮遊物質の変化には、付着藻類の枯死、剥離、溶解、沈降、移流を考慮する。

$$\delta \text{SS} / \delta t = \text{付着藻類の枯死} + \text{付着藻類の剥離} - \text{溶解} - \text{沈降} - \text{移流}$$

3) 溶存有機態炭素 DOC (g/m³)

溶存有機態炭素の変化には、付着藻類の代謝、溶解、分解、移流を考慮する。

$$\delta \text{DOC} / \delta t = \text{付着藻類の代謝} + \text{溶解} - \text{分解} - \text{移流}$$

4) 無機態窒素 N (g/m³)

無機態窒素の変化には、付着藻類による摂取、代謝、SS の溶解、有機物の分解、移流を考慮する。

$$\delta \text{N} / \delta t = -\text{付着藻類による摂取} + \text{付着藻類の代謝} + \text{溶解} - \text{有機物の分解} - \text{移流}$$

5) リン酸態リン P (g/m³)

リン酸態リンの変化には、付着藻類による摂取、代謝、SS の溶解、有機物の分解、移流を考慮する。

$$\delta \text{P} / \delta t = -\text{付着藻類による摂取} + \text{付着藻類の代謝} + \text{溶解} - \text{有機物の分解} - \text{移流}$$

d. 予測モデルの実河川への適用可能性の検証

1) 都市河川における付着藻類の検証

付着藻類の消長に対する観測期間の目安は、一般的に1ヶ月間程度とされている。汚濁した都市河川である東京都の野川において、付着藻類の調査が実施されており、この調査結果に本モデルを適用した結果、濃度レベルの高い付着藻類の20日間における消長をほぼ再現している。

2) 山地溪流河川における付着藻類および水質の検証

群馬県川場村の山地溪流河川（桜川、薄根川）において、付着板による付着藻類および水質の調査を実施すると共に、流量等については観測値を与え、予測モデルを同調査結果に適用したケースでは、同河川の低濃度の付着藻類および水質の45日間の時間変化を概ね再現している。

また、付着藻類の増殖においては、河川直上の森林の繁茂状況による日射量の影響が大きいことが示されている。これらのシミュレーションの実施により、付着藻類や水質の濃度レベルや、日射量等の環境条件の特性が大きく異なる河川への、本モデルの適用性も示されている。

e. 今後の課題

予測モデルは、付着藻類の増殖と消長、およびそれに関連する水質について、実際の河川での測定結果を再現し、適用の可能性を示している。

今後は、底生動物等も含め、河川生態系を総合的に予測評価できるモデルへと発展していくことが期待される。

この手法は現地検証済みで、準備書段階での活用が期待される。

(2) バイオマーカーの適用による河川生物の生息環境評価の事例

a. はじめに

ダム建設による河川生態系への影響については、魚類やその餌となる水生生物への影響評価が重要な課題である。従来は、生物個体数の生残個体数の生残変化を指標として評価する方法が一般的であった。しかし、生物影響評価は個体数の評価だけでは十分とは言えず、また個体数の調査は多大な労力とコストを要することから、これまでにない新しい評価手法が求められていた。一方、欧州では環境変化による生物個体への直接的なストレスを簡便かつ低コストで評価できるバイオマーカー^{*}を指標とする新たな方法が開発され、沿岸生物などに適用されている。

今村⁹⁾らは、バイオマーカーを用いた水生昆虫への環境影響評価手法について研究し、バイオマーカー試験の1つである抗酸化試験 (total oxyradical scavenging capacity:TOSC) の有用性について評価した。調査母集団が少ないものの、一定の有用性があるとの成果が得られていることから、今後、定量的な影響評価手法の確立を目指すとしている。将来的に、水生昆虫への環境影響評価手法の高度化に資する研究内容であることから、以下にその概要を紹介する。

※ バイオマーカー：生体内の生物学的変化を定量的に把握するための指標

b. バイオマーカーとして抗酸化力を用いる仕組み

生体内は環境変化によってストレスを受けると細胞組織に障害を与える活性酸素が増加する。そのような状態を改善するために生体内では抗酸化タンパクが生成される。今村らは、この現象に着目し、環境変化に伴って増減するタンパク質の抗酸化力 (TOSC 値) をバイオマーカーとし、日本における典型的な水生昆虫ヒゲナガカワトビケラを用いて、その有用性を確認した。

TOSC は、Winston and Di Giulio (1991) によって最初に二枚貝で用いられている。自然界の生物は常に様々な環境変化を受け、そのストレスによって活性酸素が増えることで細胞内は酸化となる。通常の状態であれば活性酸素に対抗する抗酸化物質の生成により酸化は抑制されるが、ストレスが大きい場合にはバランスが崩れ、抗酸化物質生成量や生成能力が小さくなり、酸化的な状況が続くことで細胞や遺伝子レベルへの影響を与えられている。TSOC は、タンパク質のもつ抗酸化力を測定し、そのストレス影響を評価する試験である。(図 5.2.1-2)

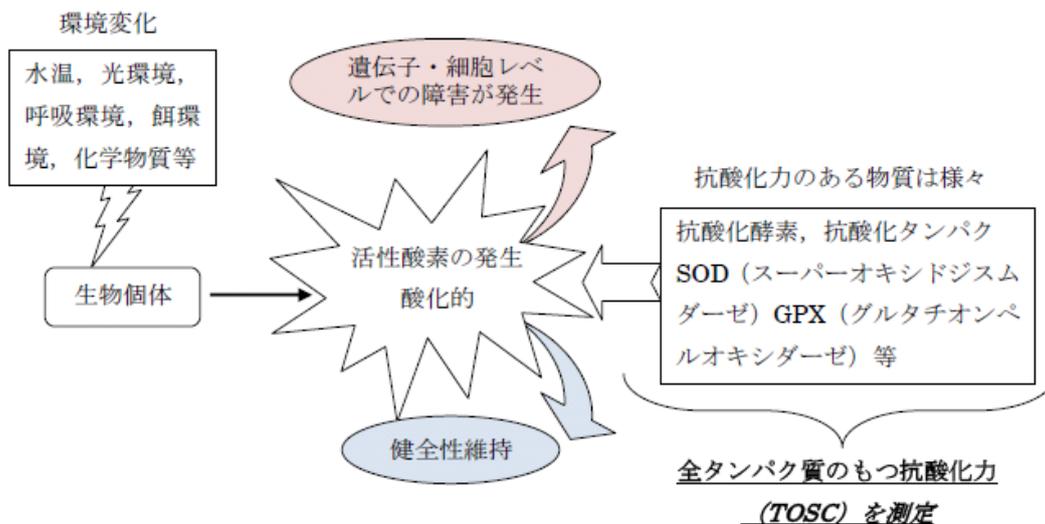


図 5.2.1-2 抗酸化力の概念図⁵⁾

c. 千曲川における研究成果

今村らは、2009 年から 2011 年にかけて長野県千曲川流域を対象に 5 回の現地調査を実施している。各回全 6 地点において生物個体を採取・分析しており、成果を以下に紹介する。

1) 生物個体中の抗酸化力変化

ヒゲナガカワトビケラのタンパク質がもつ TOSC 値は季節間および地点間で有意に変化する。(図 5.2.1-3)

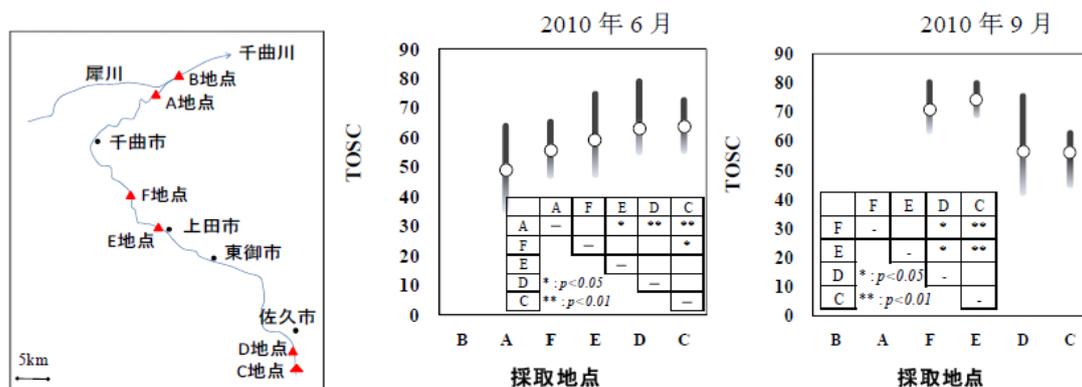


図 5.2.1-3 抗酸化力 (TOSC) の季節的・場所的変化⁵⁾

2) 生息環境と抗酸化力変化

個体湿重量と TOSC 値の関係は、湿重量の増加 (成長) に伴う TOSC 値の変化が 6 月は増加傾向、9 月は低下傾向となった。これらの傾向から TOSC 値が逸脱する地点も確認している。(図 5.2.1-4)

各時期の傾向から外れる地点 (破線) もあり、このような地点ではプラスあるいはマイナスの環境影響があると考えられる。

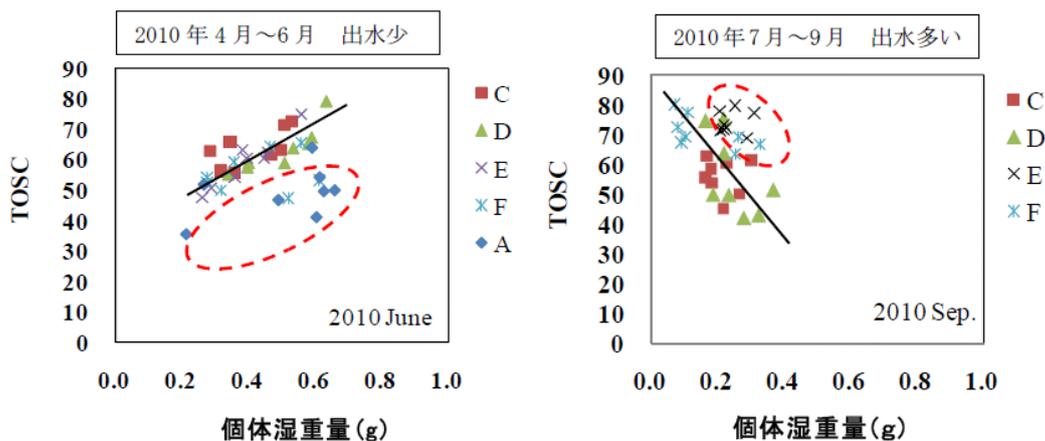


図 5.2.1-4 個体湿重量と TOSC 値の関係⁵⁾

d. 今後の課題

生物個体は常にさまざまな環境変化にさらされており、河川生物はそれらの影響を少なからず受けている。それらの蓄積が抗酸化物質の増減を左右していると考えられる。

今村らは、今後統計的な解析手法を用い、環境変化に伴う個体生物への影響確率を数値化し、それらを PHABSIM (Physical Habitat Simulation model) などの最適化手法へ反映させる必要があると課題を提起している。

また、現地調査による増減のゆらぎの抑制、時間軸におけるストレス応答の変化、濁度などの新たな環境変化についても同様の方法にてアプローチする必要があるとも提起している。これらの課題が解決され、魚類の餌となる付着藻類、底生動物の現存量を定量的に評価・予測できるモデルへの反映が期待される。

この手法はまだ研究段階ではあるが、生息環境を定量的に評価するものとして期待される。

5.2.1 の参考文献

- 1) 松梨史郎・今村正裕・鈴木準平・石井孝：河川生態系モデルの開発－付着藻類と栄養塩類の挙動を中心として－，電力中央研究所 研究報告，V11023，2012年4月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V11023.html>
- 2) 川島博之・鈴木基之：河床付着性藻類の増殖と剥離，化学工学論文集，第9巻，第3号，pp324-329，1983年
- 3) 川島博之・鈴木基之：浅い富栄養化河川水質シミュレーションモデル，化学工学論文集，第10巻，第4号，pp475-481，1984
- 4) 今村正裕・本多正樹・松梨史郎・川崎保夫：アマモ場生態系モデルの構築とその適用，電力中央研究所 研究報告，U03063，2004年

<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/U03063.html>

- 5) 今村正裕・中野大助・山本亮介・鈴木準平：河川生物の生息環境評価におけるバイオマーカー適用の可能性，電力中央研究所 研究報告，V11041，2012年5月

<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V11041.html>

5.2.2 貯水池の水質悪化が水環境に与える影響

(1) 背景

平成11年6月の環境影響評価法施行に伴い，一層の環境配慮の必要性から，水力発電所のアセスメントにおける貯水池水質予測項目として栄養塩類，COD、DOが新たに加えられた。このため，流域から栄養塩負荷量が比較的多い場合には，数値モデルによる詳細な予測と対策の検討が求められる可能性が出てきた。

このため，CODを考慮でき，かつ富栄養化対策の効果を評価できる新たな予測手法として「貯水池二次元富栄養化モデル」が開発されている。¹⁾

(2) 貯水池二次元富栄養化モデル

a. 富栄養化予測モデルの区分

自然湖沼における富栄養化予測のための数値モデルは，統計モデルと動力学モデルに大別される。前者は水域をブラックボックスとして扱い，平衡状態の水質特性を解析するものである。代表的なモデルにVollenweiderのリン負荷モデルがあり，その後多くの研究者により種々の修正・検討が加えられている。これらのモデルは，汎用性が高く，少ないパラメータで計算できるものの，得られる結果は平衡状態の水質特性に限られる。

一方，動力学モデルは湖内における物質の流れを数式化し，解析するモデルである。使用するパラメータが多く，一般に計算は複雑になるが，水文，気象条件，流入負荷条件などの変化に対する水質の動的応答を解析できるために富栄養化対策の効果を検討するには有効である。これまで国内でも奥川らのボックスモデル²⁾など，多くのモデルが提案されてきた。

b. ダム貯水池モデルの構成

ダム貯水池における富栄養化予測モデルも基本的な考え方は同じであり，貯水池富栄養化現象の数値シミュレーションの一次元モデル³⁾などが提案されている。しかし貯水池は自然湖沼と異なり，細長い平面と流下方向に水深が変化するくさび形の断面形状を有し，また洪水吐ゲート等の人工施設による貯水池操作が行われるために水位，水の流れ等が複雑に変化するという特徴を持つことから，富栄養化に関連する各種水質濃度の分布は，水深方向のみならず流下方向に顕著な変化を示すことが少なくない。このため詳細な解析を行うには，貯水池を水深方向および流下方向に分割して計算することが望ましいと考えられている。

c. 貯水池の水質解析の留意点

富栄養化した水域においては、植物プランクトンの消長が水域の COD、DO および栄養塩類に大きな影響を与えるが、現行の多くのモデルでは、植物プランクトンを一つのグループとして扱っている。

実際の水域には多くの種類の植物プランクトンが存在し、種類毎に光、水温、栄養塩に対する応答が異なることが知られている。このため、季節や流入栄養塩負荷量等によって水域で優先する植物プランクトンの種類が異なる現象が観察される。例えば、富栄養化の著しい閉鎖性水域では夏季にアオコと呼ばれる現象が発生することがある。これは藍藻（主に *Microcystis* 属の場合が多い）の増殖によって水面に緑色の粉を撒いたようになる現象である。アオコの発生は、景観、親水性の観点から問題となるばかりでなく、水道水源として利用している場合には凝集障害、異臭味等の問題が生じることがある。したがって、水質保全対策の効果を評価するにあたっては、複数の植物プランクトン類の挙動を考慮したモデルの開発が求められていた。

d. 貯水池二次元富栄養化モデルの改良

既存の一次元富栄養化モデル³⁾（宮永らの一次元モデル）は、貯水池内の水温・水質変化が流下方向に比して水深方向に卓越すると仮定することで貯水池を水深方向に分割するモデルであるが、実際の貯水池では流下方向によって水質が大きく変わる場合がある⁴⁾ことから、宮永らの一次元モデルを鉛直方向だけでなく水平方向に拡張し、流下方向の水質挙動を表現することが可能な「二次元富栄養化モデル」¹⁾が開発されている。

本モデルは、対象とする貯水池を流下方向および鉛直方向に分割して流動状況や水質挙動を数値解析する鉛直二次元モデルであり、複数の支川流入を扱うことができることに加えて、流出には発電取水、ゲート放流、放流管による放流、揚水時下池からの取水等の指定が可能である。

また、本モデルでは貯水池内 COD を予測するため、湖内生産由来の COD と河川由来の COD に分けてモデル化し、湖内生産 COD は、植物性プランクトン、動物性プランクトン、デトリタス（動植物プランクトンの死骸等）から構成される。

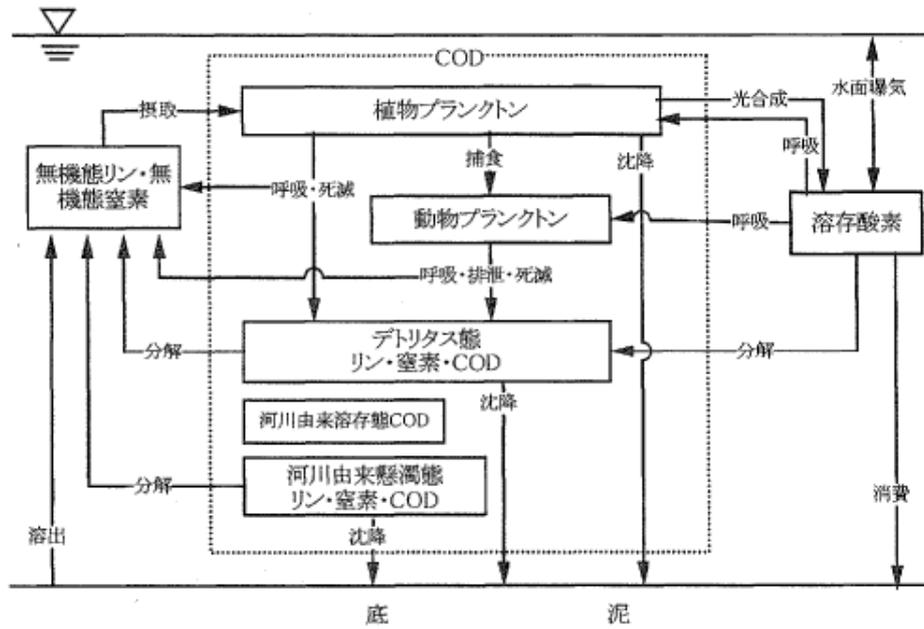


図 5.2.2-1 水質モデル概念図 (点線口の中が予測対象項目) 1)

富栄養化項目予測のサブモデルは、動植物プランクトンを中心にリン・窒素の循環を計算するものである。モデルの概念図を図 5.2.2-1 に示す。計算の対象となる水質項目は、動植物プランクトン、各態リン・窒素・COD および溶存酸素である。

e. モデルの検証

富栄養化した既設貯水池を対象に、水質再現計算による本モデルの妥当性検証を行い、以下の結果を得ている。

1) 水質の再現性

- ① 富栄養化項目のうち無機態窒素に関しては、実測値とほぼ同様な変動傾向を示した。
- ② 植物プランクトン（クロロフィルa）について、種組成の変動傾向を表現できた。
- ③ 主に植物プランクトンや河川由来の COD から構成される貯水池内の COD については、図 5.2-2 に示したように空間分布、季節変動ともに概ね実測値を再現できた。

2) ダム運用がアオコの発生に与える影響の評価

- ① 表層水の水温低下および滞留時間の短縮が、アオコ発生の原因となる藍藻類の発生抑制に有効である。
- ② 表面取水は深層取水に比べて、植物プランクトンの優占種を藍藻から緑藻に変化させ、アオコの発生を抑制できる可能性が示唆された。
- ③ 複数の植物プランクトンを考慮した計算が可能であり、植物プランクトン種の組成比については、計算結果と観測値との間には差が見られるものの、種類別の季節的変動傾向を表現できる。与えられた環境条件下における植物プランクトンの優占種を予測できることから、アオコ発生の定性的な評価は可能であることが確かめられた。

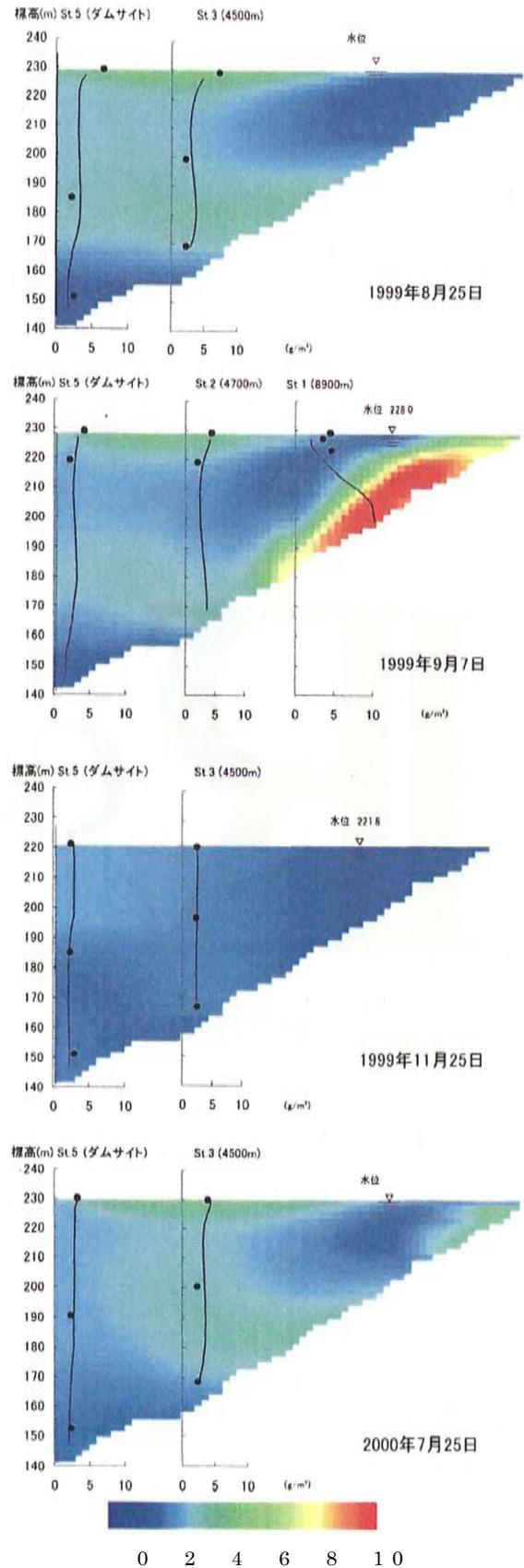


図 5.2.2-2 COD の空間分布と季節変動 (実線：計算、プロット：観測) 1)

この手法は既に実用段階にあり、アセス手引書への採用を目指している。

5.2.2 の参考文献

- 1) 井野場誠治，宮永洋一：COD を考慮した貯水池の鉛直二次元富栄養化シミュレーションモデル，電力中央研究所報告，U01026，2001
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/U01026.html>
- 2) 奥川光治，宗宮功：数理モデルによる富栄養化のシミュレーション解析，土木学会論文報告集，No.337，pp119-28，1983
- 3) 宮永洋一，白砂孝夫：貯水池富栄養化現象の数値シミュレーションモデル，電力中央研究所報告，383044，1984
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/383044.html>
- 4) 松尾直規，岩佐義郎：貯水池における水理特性の変化とその予測，第24回水理講演会論文集，pp225-259，1980

5.3 風力発電所の環境影響

5.3.1 騒音・低周波音・シャドーフリッカーの影響

(1) 騒音・低周波音¹⁾²⁾³⁾

風力発電設備からの騒音・低周波音については、環境基本法第16条第1項に基づく環境基準を満たしている場所においても、健康被害の苦情等が発生している事例があり、留意が必要である。以下に最近の技術動向について述べることとする。

環境研究総合推進費戦略指定研究開発領域公募課題「風力発電等による低周波音の人への影響評価に関する研究」では、低周波数成分を含む風車騒音の影響について調べることを目的に、風車騒音の実測調査と施設周辺の住民を対象とした社会反応調査及びこの種の騒音に対する人間の生理・心理的反応を調べるための聴感評価実験等を平成22～24年度の3年計画で実施した。これによって、風車騒音に対する行政的対応の指針ならびに環境影響評価のための事前評価手法の確立に資する基礎資料が蓄積された。

この研究では、まず超低周波音領域まで測定可能な計測システムを開発し、それを用いて全国34施設(36箇所)の風力発電施設周辺の居住地域における風車騒音の暴露状況に関する実測調査を実施した。その結果から、風車騒音の実態把握、各種騒音評価量による分析及び風車騒音の特徴である振幅変調音の特性分析などを行った。この実測調査と同時に、風力発電施設周辺におけるインタビュー方式による社会反応調査を実施し、住環境に関する一般的印象や風車騒音によるアノイアンスの程度、風力発電に関する意見(評価)、睡眠影響、自覚的健康状態などについて調べた。これらの実測調査・社会反応調査は、地域特性が類似し、風車騒音の影響を受けていない地域(対照地域)18箇所を選定し、比較のための調査を行い、風車騒音の影響を受けている地域の結果と比較した。

これらの現地調査とは別に、低周波音に重点を置いてヒトの聴感反応を調べるための実験的研究も行った。そのために、まず東京大学生産技術研究所の音響実験室に超低周波音まで再生できる実験装置を作製し、これを用いて①低周波数の純音に対する聴覚閾値、②風車音に含まれる低周波数成分の可聴性及びラウドネスに対する寄与、③振幅変調音の聴感印象、④低周波数成分を含む一般環境騒音のラウドネス評価などの実験を行った。それらの結果から、一般的な風車騒音では可聴・可覚性に対する低周波数成分の寄与は小さいこと、風車騒音では振幅変調音がアノイアンスを高めていること、風車騒音の評価量としては、一般環境騒音の評価として一般的に用いられているA特性音圧レベル(騒音レベル)が適用できること、などが明らかになった。

(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)では、「次世代風力発電技術研究開発」を実施している。風車音の計測と周波数分析、風車音の発生部位の特定及び風車音低減対策の精査を実施し、実風車を用いた低減対策により主要項目ごとに掲げた騒音低減目標の達成を図り、風車音の監視・制御システムや風車音の予測手法を開発することを目的としている。

このうち、風車音予測手法の開発としては、個々の風車からの合成音が風力発電施設周辺地域でどのように分布するかを風車音特性、地形及び風況の影響等を考慮して予測

するシミュレーション技術開発を行っている。

風車は、同じ時間であっても周辺地形や風況によって運転状態が異なることから、それぞれの風車から発生する音（音圧、周波数）も異なる。そこで、この事業においては、風車の運転状態を加味した風車合成音予測システムを構築することを目的としている。本システムで実装する機能は、① 風車音源モデル、② 風車音伝搬モデル、③ 風車音合成モデル、④ 同化技術・統計的補正モデルである。平成 24 年（2012 年）11 月に行われた「NEDO 自然エネルギー成果報告シンポジウム 2012」における発表によると、研究開発している本モデルにおいて音圧変動の再現が行うことができた等の成果が得られたということであるが、今後、モデルの精度検証及びモデル同化の実証をすべく事業者と協力を得てフィールドでの音計測を実施するとともに、事業者をはじめとする使用者が使えるようにプラットフォームの準備を進めていく段階であるということであった。

調査手法の選定では、適切に予測及び評価を行うために必要な範囲内で事業特性、地域特性を踏まえて様々な情報を収集する必要がある。特に、風車騒音については、① 風力発電設備に係る音源特性、② 風力発電施設から受音点までの伝搬特性、③ 風車騒音に暴露される受音点状況、に大別して検討することが重要である。

環境省戦略指定研究では、超低周波音領域から可聴周波数領域までを測定可能な広帯域サウンドレベルメータを開発するとともに、市販されている 20cm 径防風スクリーンを 12 面体の各面にネットを貼った二次防風スクリーンで覆った特別なスクリーン内にマイクロホンを挿入し（図 5-3.1-1）、風力発電施設からの風車騒音及び残留騒音の測定を行っている（図 5-3.1-2）。

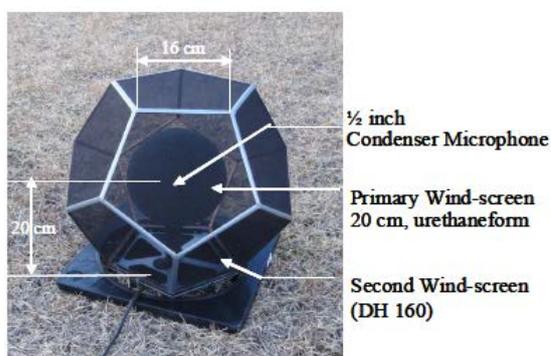


図 5.3.1-1 二重防風スクリーンの試作
(環境省戦略指定研究)¹⁾

図 5.3.1-2 風力発電施設における実測調査
(環境省戦略指定研究)¹⁾

(出展：両図とも環境省のホームページ)

http://www.env.go.jp/air/noise/wpg/conf_method/01/mat02.pdf

この手法は現地実証中であり、実用化が期待される。

(2) シャドーフリッカー⁴⁾

シャドーフリッカーとは、晴天時に風力発電設備の運転に伴い、ブレードの影が回転して地上部に明暗が生じる現象を指す。住宅等がシャドーフリッカーの範囲に入ってい

る場合、この影の明暗により住民が不快感を覚えることが懸念されている。

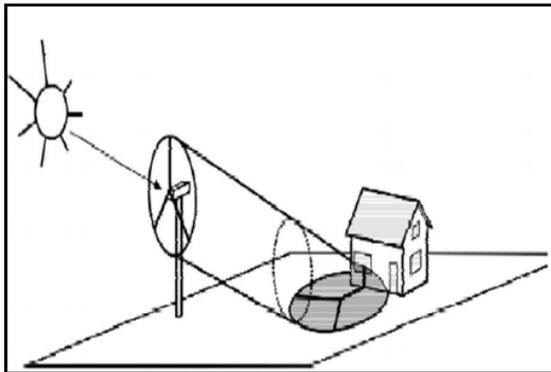


図 5.3.1-3 シャドーフリッカーのイメージ⁴⁾



図 5.3.1-4 現地検討会におけるシャドーフリッカー⁴⁾

(出展：両図とも環境省のホームページ

http://www.env.go.jp/policy/assess/5-2windpower/wind_h22_5/mat_5_4.pdf)

Gray Highlands Plateau Wind Farm (カナダオンタリオ州) では、ドイツのガイドラインを参照して風車の影になる時間を 30 時間/年、30 分間/日以内とすることを評価基準としており、気象条件等を考慮しない場合において風車の影になる時間が年 30 時間以上となる範囲が予測されていた。予測結果より、風力発電設備から 1,300m 範囲内にある住宅等のうち、評価基準を超えるものが 1 軒あったため、環境保全措置として、窓をカバーすることや必要に応じて樹木を植林することが採用されていた。

この手法は既に実用段階にあり、カナダでは実績がある。

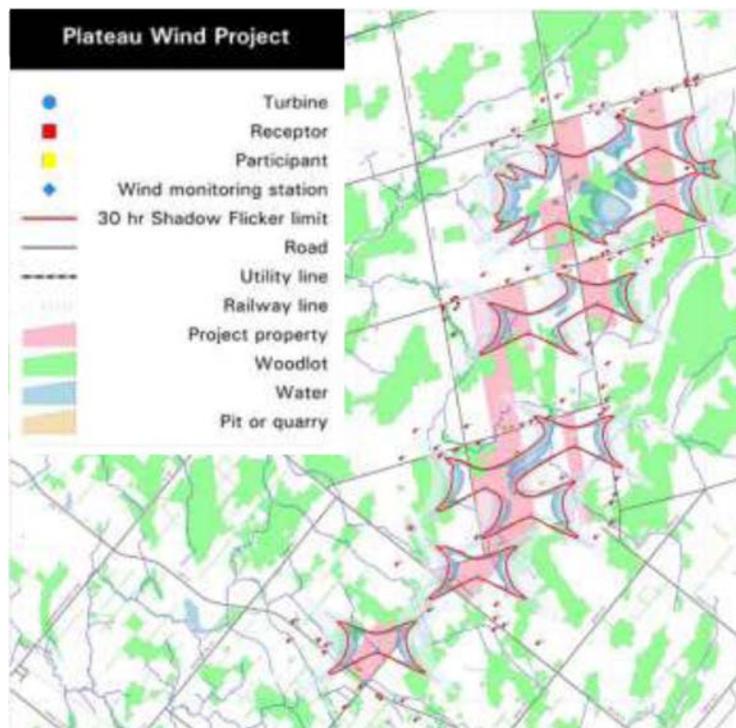


図 5.3.1-5 カナダにおけるシャドーフリッカーの予測範囲の例⁴⁾

(出展：環境省のホームページ http://www.env.go.jp/policy/assess/5-2windpower/wind_h22_5/mat_5_4.pdf)

5.3.1 の参考文献

- 1) 中電技術コンサルタント株式会社：環境省請負業務平成 24 年度風力発電施設の騒音・低周波音に関する検討調査業務報告書、平成 25 年 3 月
http://www.env.go.jp/air/noise/wpg/conf_method/01/mat02.pdf
- 2) 環境省総合環境政策局：風力発電施設に係る環境影響評価の基本的考え方に関する検討会 報告書（資料編）、平成 23 年 6 月
- 3) 環境省総合環境政策局：「風力発電施設に係る環境影響評価の基本的考え方に関する検討会報告書の概要」、平成 23 年 6 月 21 日
- 4) 環境省総合環境政策局：「第 5 回風力発電施設に係る環境影響評価の基本的考え方に関する検討会資料 資料 4 他の環境影響（シャドーフリッカー）に関する調査、予測及び評価について」、平成 23 年 2 月 14 日
http://www.env.go.jp/policy/assess/5-2windpower/wind_h22_5/mat_5_4.pdf

5.3.2 バードストライクの影響¹⁾²⁾

風力発電が鳥類に与える影響には、衝突、風車への忌避反応による生息妨害、生息地の改変や消失がある。衝突、またはバードストライクとは、風車に鳥類が接触して死傷することを意味している。主に回転するブレードへの衝突が報告されているが、衝突が起こるメカニズムは解明されていない。可能性としては、鳥類は高速で回転するブレードを視認することができない、採餌などの他の行動のために風車を注視していないなどが考えられている。

衝突に対する影響評価手法としては衝突リスク評価と呼ばれる風車への接触の可能性を解析する手法が提案されている。この衝突リスク解析には衝突数予測、衝突確率モデル、飛翔ポテンシャルマップ作成の 3 つの方法がある。

カリフォルニア州のガイドライン（CEC & CDFG 2007）などで提案されている衝突率予測は、すでに稼働中の風力発電所における衝突率と事前調査で得られた鳥類の飛翔頻度を比較した既存情報をもとに、新しく建設する風力発電所の建設予定地点における飛翔頻度から衝突率を定量的に推定する手法である。アメリカでは、事前調査における飛翔頻度と実際の衝突率を比較し、この解析から得られた関係式を用いて事前調査の段階で衝突率を推定している。すでに鳥類の飛翔頻度と衝突率の関係が明らかとなっているアメリカなどにおいては有効な手法だと考えられるが、日本などでは衝突率に関する既存情報が少なく、このような手法で影響評価を行うことは現時点では困難だと考えられる。

衝突確率モデルは、事前に得られた鳥類の飛翔頻度と鳥類が風車を避けて通る確率（回避率）を用いて、年間の衝突率を推定する機械論的モデルである（Deshol et al.2006；Band et al. 2007）。日本においても福井県あわら市の風力発電所で衝突確率モデルを用いて衝突率を推定した事例がある。事前に衝突率を定量的に評価することができる利点があるが、衝突リスクを推定する際に重要となる回避率は事前に取得することが困難で、現時点では、海外の風力発電所で得られた情報を利用するしかない。

飛翔ポテンシャルマップ作成は鳥類の飛翔頻度の高い地域を GIS 解析で求める手法であり、衝突が起こりやすい地形条件を推測することができる（環境省 2011）。海外のガイドライン等では風力アセスメントにおいて用いられている例は見受けられないが、事後調査データを必要としない点で、風力アセスメント実績の少ない国内での導入は比較的容易である。しかし、得られたマップを用いて定量的に影響評価を行う具体的な手法が提言されておらず、実際の使用の際には注意が必要となる。

また、環境省の手引き（2011）では衝突解析に用いる情報を得るための調査手法として空間飛翔調査と飛翔軌跡調査が紹介されている。これらの調査手法は主に目視による直接観察を基本としているが、鳥類の飛翔する正確な位置や飛翔高度を測定するには熟練の技術が必要となるため、観察を補助する様々な技術も開発されている。

近年では、鳥類の軌跡を抽出する際に様々な機材が用いられている、中でもレーダーは軌跡を検出するのにふさわしい方法の 1 つである。レーダーは広範囲を時間や視界のコンディションによらず、飛翔物体の軌跡を観察することができる。レーダーから得られる反射率・大きさ・速度などを用いて種を判別することが可能だが、正確な種の判別には直接観測などを併用することが必要とされている。特に障害物の少ない洋上風車での調査では有効な手法となりうる。またセオドライトを用いて軌跡を調査する方法もある。視界のよい環境での利用に限られるが、細かなスケールで詳細な軌跡を描くことができる。

目視による直接観察は昼間にしか十分なデータを取ることができない。一般に鳥類は昼間に活動するものが多いが夜行性の鳥類も存在し、中には保全上重要なフクロウ類などもいる。そこで、夜間に観測を行うために様々な方法が考えられており、近年では、光学機器の発達から暗闇でも人が直接鳥類を観察できるような暗視装置や赤外線などが導入され、夜間の調査が可能となっている。

一方、様々な機材を鳥に直接装着して行動観察を行うバイオリギングと呼ばれる手法が近年確立されつつある。このような方法を用いることで風力アセスメントに必要な飛翔軌跡や高度に関する質の高い情報を得ることができる。鳥に位置情報を記録させる発信機を背負わせることで、鳥類の飛翔する位置を測定する機材には、位置データの取得方法の違いにより様々なものがあり、ラジオテレメトリ、衛星軌跡、GPS、ジオロケーターなどが利用されている。衛星テレメトリーなどを用いることで鳥類が飛翔する高度を記録することもできる。アメリカにおける例では飛行機に対するバードストライクの危険性を予測するためにテレメトリーをクロコンドル、ヒメコンドルに装着し、高度と時間帯の関係を調べている。しかし、これらの機材を用いた調査は、通常対象となる個体を捕獲し、長時間かけて調査する必要があり、一度に調査できる個体数が限られてしまう。

2013 年には風向によって転向するプロペラ型風車のブレード回転面へ鳥が様々な角度から突入する場合を想定した簡易なモデル（球体モデル）²⁾ が開発された。このモデルでは風車回転域を球体とみなし、それを鳥類の衝突危険域として以下の前提条件を置いて衝突個体数を推定する。

条件 1：鳥類は風車の球体危険域内では羽ばたかず、体軸の方向に直線的かつ水平に飛翔

するものとする。

条件 2：風向きによる飛翔速度の違いは平均値を用いる。

条件 3：鳥は球体危険域にランダムな方向から侵入する。

条件 4：ブレード回転軸が若干上に傾いているチルト角、ならびに風車を転向する回転軸とブレード回転面のずれは球体危険域の設定に大きな影響は与えないため無視する。

条件 5：鳥は回転するブレードの厚み部分に叩かれ、認知・回避しやすいブレードの幅部分には衝突しないものとする。

条件 1 と 3 の下では球体に侵入した鳥がブレード回転面を通過する確率は図 5.3.2-1 のように 1/2 となる。

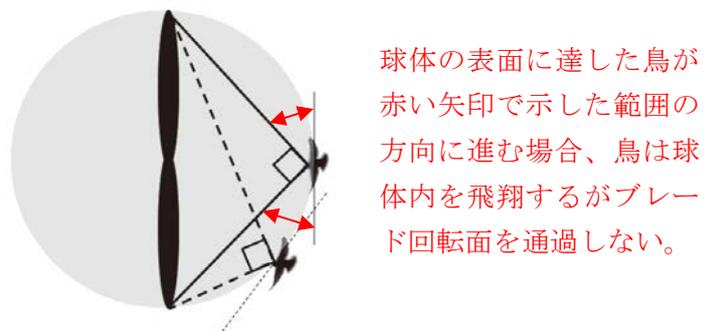


図 5.3.2-1 球体内に侵入した鳥がブレード回転面を通過する場合の模式図²⁾
(由井・島田の図に赤字部分と赤矢印を加筆)

条件 5 の下では、例えばオジロワシが図 5.3.2-2 のようにブレード回転面を 45 度の角度で通過する場合、距離 2.3m を飛行する間にブレードの厚み部分がオジロワシを叩く確率はブレードの幅を無視してブレードの回転速度と枚数、ならびに回避率で計算できる。ブレードの回転速度は風速によって異なるので、風速階級別、突入角度別に衝突確率を求める。この確率と風車設置区域内を飛翔する鳥の観測データから風車に衝突する個体数を推定する。このモデル妥当性は Band et al. (2007)³⁾ ならびに環境省手引き (2011)⁴⁾ と比較検証されている。

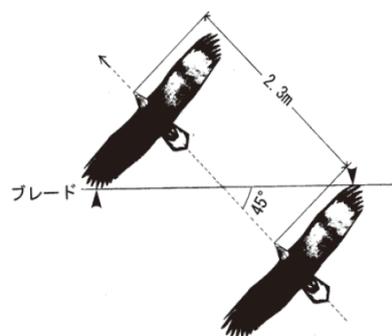


図 5.3.2-2 オジロワシがブレード回転面へ 45° の角度で突入する模式図²⁾

この手法は既に複数のアセス書で使われている。

5.3.2 の参考文献

- 1) 北村亘：風力発電施設が鳥類に与える影響とその評価手法に関する文献調査 電力中央研究所報告 V11055、平成 24 年 6 月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V11055.html>
- 2) 由井正敏、島田泰夫：球体モデルによる風車への鳥類衝突数の推定法、総合政策 第 15 巻第 1 号 (2013) pp.1-17。
http://www.tokanken.jp/wp-content/uploads/2013/12/15-1_yui_shimada_BS_paper.pdf
- 3) Band W., M. Madders & D.P. Whitfield (2007) Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In de Lucas et al. (ed) Birds and Wind farms : Risk assessment and mitigation. pp259-275. Quercus. Madrid, Spain.
- 4) 環境省自然環境局野生生物課 (2011) 鳥類等に関する風力発電施設立地適正化のための手引き <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=13331>

5.3.3 海鳥に与える影響

(1) 海鳥の生態¹⁾

海鳥は繁殖を除く生涯のほとんどを海上で生活する鳥類であり、主に魚類を餌とし、海面で眠る。海で餌を採るため、繁殖地は離島や海岸にあり、繁殖期には多くの鳥が集まり、雛に餌を与えるため海と陸の間を頻繁に往復する。餌の撮り方は種類によって異なるが、海面上数十 m でホバリングしながら魚を探し、獲物を見つけると急降下して海中に飛び込む種も多い。また、海洋汚染、浮遊ゴミの誤飲、漁業による混獲などによって生息数が減少し、絶滅が危惧される種が多い。日本における鳥類の重要な繁殖地 (IBA) の多くは図 5.3.3-1 のように海岸および離島に位置しているため、洋上風力発電が海鳥を含めて鳥類に与える影響は環境アセスメントの重要な項目になる。

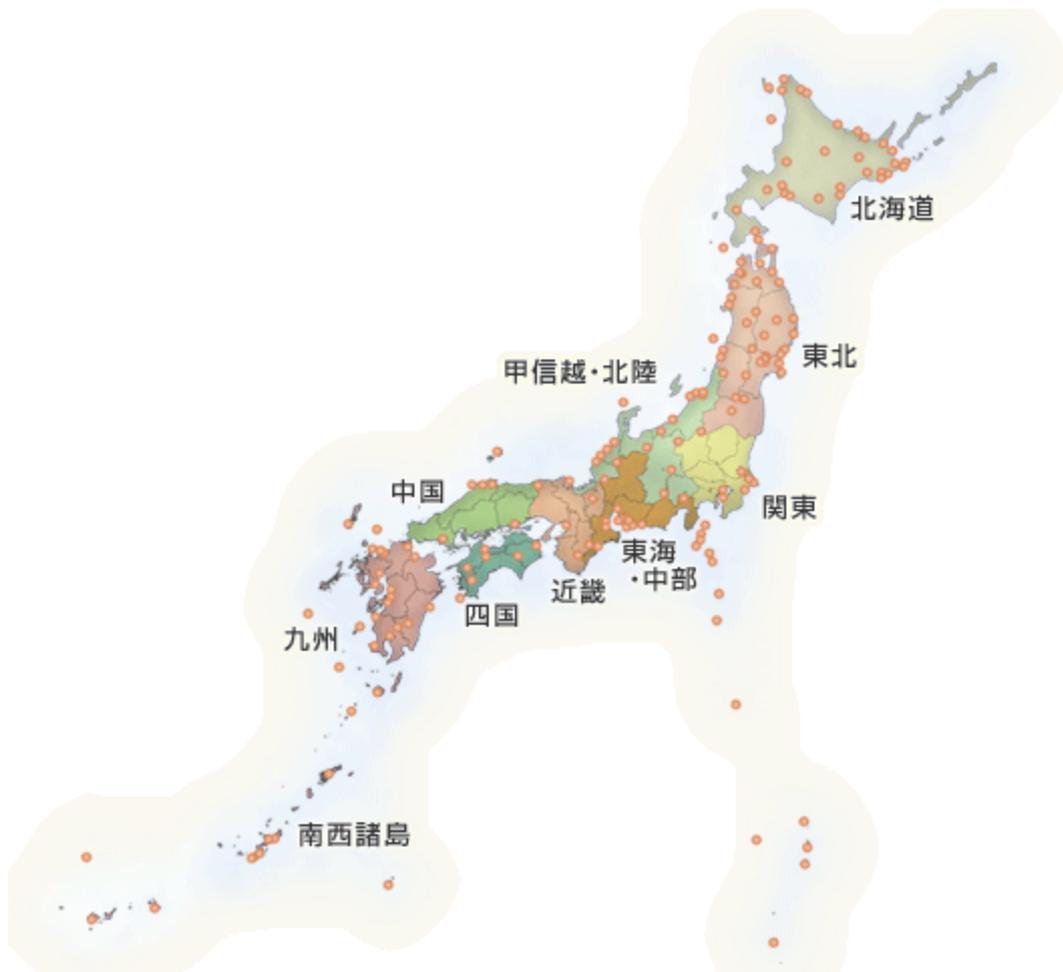


図 5.3.3-1 日本における重要野鳥生息地 (IBA) ¹⁾

(出展：日本野鳥の会のホームページ)

(2) 洋上発電が海鳥に与える影響 ³⁾

陸上の風力発電が鳥類に与える影響の評価については、2011年に環境省が発表した「鳥類等に関する風力発電施設立地適正化のための手引き」²⁾に計画段階の立地選定時に把握すべき情報(関係法令や渡り鳥の経路や希少鳥類などの鳥類の保護上重要な区域、衝突リスクの高い地形等)とともに、衝突リスクの解析や衝突リスク評価のための鳥類調査手法、保全措置等がまとめられている。

一方、洋上風力発電の鳥類に対する影響は未解明な点が多いが、主要な危険要因としては、衝突、生息妨害、生息地放棄、移動に対する障壁効果、生態的機能連携の混乱、食物の得やすさの変化に起因する生息環境の変化、複数の風力発電所が及ぼす累積的影響が挙げられており、具体的には以下のようなことが考えられる。

・ 衝突

餌を探してホバリングしている鳥が風にあおられてブレード回転面の下端で衝突する、あるいは渡り鳥が悪天候や向かい風のために飛行高度を下げる可能性がありブレード回転面の上端で衝突するなど。ブレード周辺にできる乱気流に巻き込まれて致命傷を負う可能性もある。

- ・ 生息妨害、生息地放棄
風車の建設・運用、アクセス道路、保守用の船舶・ヘリコプターの往来などによって、繁殖地を放棄するなど。デコイを用いた調査で風車から 200m 以内で生息地放棄が認められた事例がある。
- ・ 移動に対する障壁効果
雛に餌を与えるため海と陸を往復する際に風車を迂回するため、往復回数が減少し、雛に与える餌が減少するなど。
- ・ 生態的機能連携の混乱
渡り鳥の群が雁行隊形をとって飛行しているときに風車の存在によって隊列が乱れ、幼鳥など一部の鳥が脱落するなど。
- ・ 食物の得やすさの変化に起因する生息環境の変化
魚群が風車周辺に集まるのに対して海鳥は風車があるために魚群に近づけず、餌の摂食量が減少するなど。
- ・ 複数の風力発電所が及ぼす累積的影響
繁殖地へ向かう海鳥の群が風車の間を通過しないで、風車群を大きく迂回することで飛行距離が長くなり繁殖地へ到達できないリスクが高まるなど。

(3) 海鳥の種による影響の違い^{4) 5)}

洋上風力発電の影響は鳥類の種によってその影響度合いが異なり、例えば生息妨害の影響に対する脆弱性については以下のように指摘されている。⁴⁾

脆弱性がきわめて高い：クロガモ、アビ類

脆弱性が高い：カワウ、コオリガモ

脆弱性は中位：ホンケワタガモ、カイツブリ類、オオハシウミガラス、ウミガラス

脆弱性が低い：アジサシ類、カモメ類のほとんど、ツノメドリ、シロカツオドリ

脆弱性がきわめて低い：ヒメカモメ、トウゾクカモメ類、フルマカモメ

衝突のリスクを評価する上で重要な飛行高度⁵⁾と衝突回避率⁴⁾については以下のようなデータがある。

回転翼の通過面の高さ (31m-157m) を飛行する個体の割合 (抜粋)

オオカモメ：	17.1%
ニシセグロカモメ：	16.7%
セグロカモメ：	14.5%
カモメ：	7.9%
オオトウゾクカモメ：	7.5%など

回避率 99.0%：アジサシ類、アビ類、カワウ、カモ類、ガン類、カイツブリ類

回避率 99.5%：ウミスズメ類、カモメ類、シロカツオドリ

回避率 99.9%：フルマカモメ、ミズナギドリ類

また、英国では分布、生態、保護状況などに基づいて評価した洋上風力発電所からの影響の受けやすさを表す以下のような指数 (SSI) (抜粋) を調査対象種の特定に役立て

ている。³⁾

ウミアイサ :	21.0
アビ :	43.3
オオハム :	44.0
ズグロミズナギドリ :	11.9
ハイイロミズナギドリ :	8.3
シロカツオドリ :	16.5 など

(4) 海鳥にとって重要な生息域⁶⁾

海鳥の重要な生息域を避けることによって洋上風力発電の環境アセスメントを迅速化でき、建設を円滑に進めることができると考えられる。世界的にはバードライフインターナショナルが <http://maps.birdlife.org/marineIBAs/default.html> のようにマリーン IBM (重要海鳥生息地) の選定を進めている⁷⁾。

2010 年に開催された「生物多様性条約第 10 回締約国会議」で合意された「愛知目標」では、「2020 年までに少なくとも海域の 10%を保護地域などにより保全する」ことが目標の一つに掲げられた。国内では環境省が「重要海域」の選定を進めており、2014 年夏に公表される見込みである。

この手法は研究段階であり、実用化が待たれる。イギリス・デンマークなどでは試用段階にある。

5.3.3 の参考文献

- 1) 日本野鳥の会のホームページ：
<http://www.wbsj.org/nature/hogo/others/iba/search/index.html>
- 2) 環境省自然環境局野生生物課：鳥類等に関する風力発電施設立地適正化のための手引き、2011 年 1 月 <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=13331>
- 3) 日本野鳥の会：野鳥と洋上風力発電～影響とその評価～、野鳥保護資料集 第 28 集、pp.7-36、2011 年 3 月、原典は Rowena H.W.Langston:Offshore wind farms and birds:Round 3 zones, extensions to Round 1 & Round 2 sites & Scottish Territorial Waters, Conservation Science Department RSPB Research Report No.39, Feb.2010
- 4) 日本野鳥の会：野鳥と洋上風力発電～影響とその評価～、野鳥保護資料集 第 28 集、pp.101-107、2011 年 3 月、原典は Ilya..D.aclean, Lucy.J.Wright, David.A.Showler, ark..Rehfishch:A Review of Assesent ethodlogies for Offshore Windfars, British Trust for Ornithology Report Coissioned by COWRIE Ltd, ay 2009
- 5) 日本野鳥の会：野鳥と洋上風力発電～影響とその評価～、野鳥保護資料集 第 28 集、pp.119-122、2011 年 3 月、原典は Nicolas Vaneren & Eric W..Stienen:Seabirds and Offshore Wind Fars; onitoring Results 2008, Report INBO.R.2009.8, Research Institute for Nature and Forest, inistry of the Fleish Government, BELGIU

- 6) 山本裕：海鳥減少の現状と課題、日本野鳥の会、野鳥、2014年7月号
- 7) (文献6の原典) BirdLife International:Marine IBA e-atlas
<http://maps.birdlife.org/marineIBAs/default.html> の日本周辺部分

5.4 地熱発電所の環境影響

5.4.1 硫化水素の影響

(1) 硫化水素の予測に用いる数値モデルの開発

地熱発電には図 5.4.1-1 のように蒸気発電方式とバイナリー発電方式がある。バイナリー発電方式では地下からとりだした低温熱水を低沸点媒体と熱交換したあと還元井から地下へ送り返すのに対して、蒸気発電方式は地下からとりだした蒸気を復水器で冷却したあとさらに復水を冷却塔で冷却する際に復水に含まれる硫化水素が大気中に放出される。

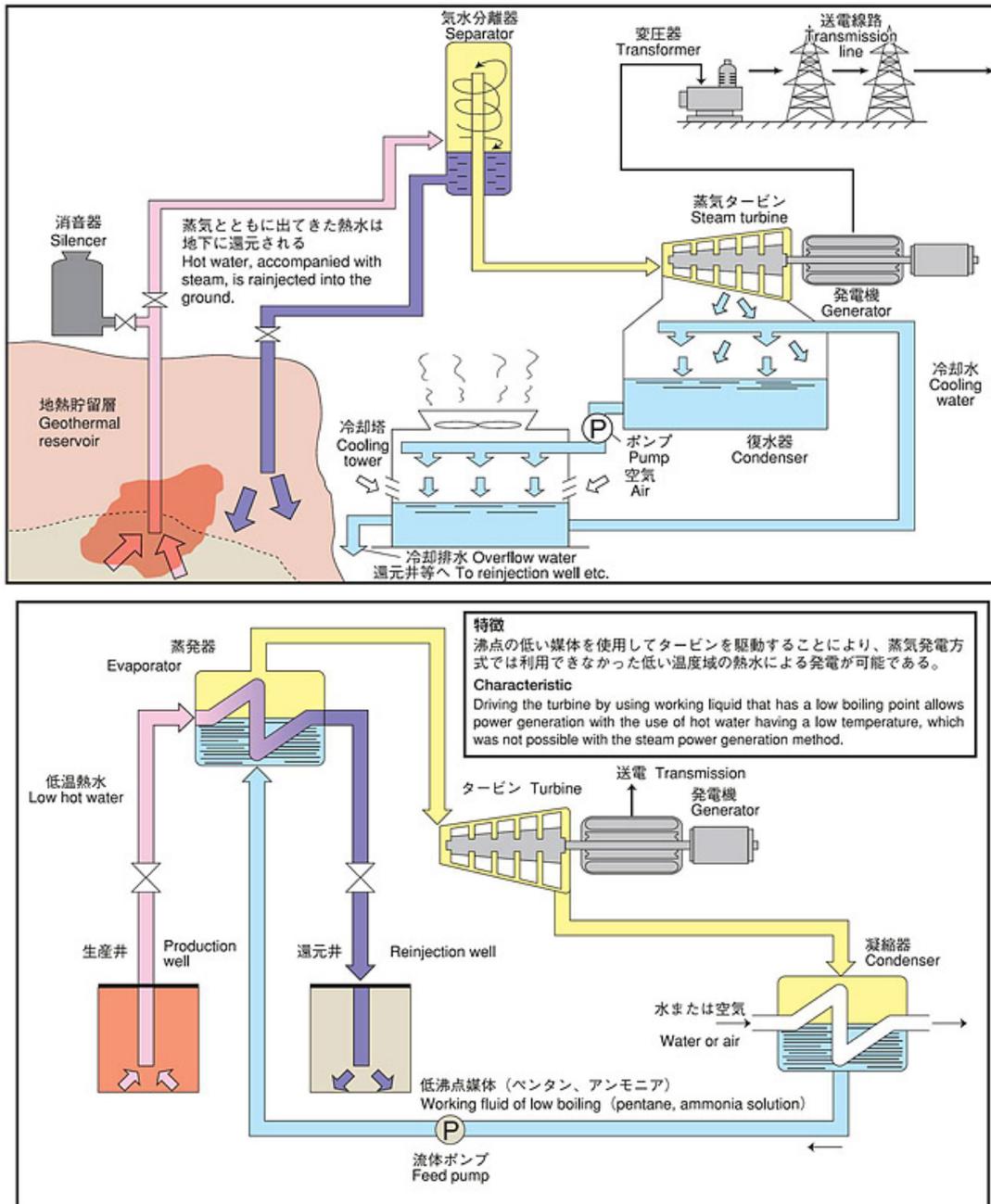


図 5.4.1-1 蒸気発電方式 (上) とバイナリー発電方式 (下) 1)

(出展 : NEDO のホームページ http://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100066.html)

地熱発電所に係る環境アセスメントでは、冷却塔からの排気に含まれる硫化水素について、発電所計画地点周辺における着地濃度を予測することが定められている。硫化水素の拡散は、起伏が大きい周辺の地形、および冷却塔建物の影響を強く受けるため、その予測は地形、建物の影響および排気の上昇過程の相似性を考慮した風洞実験により行うこととなっている。しかし、風洞実験の実施には、実験設備の確保、模型製作、実験計測、データ解析に多大な労力と時間を要し、並行して複数のケースを実施することも難しいため、予測評価が長期化する懸念があり、開発事業者の経済的な負担も大きい。こうした状況を受けて、NEDOは2013年5月17日に公募した²⁾「地熱発電技術研究開発事業」の中に、環境アセスの円滑化を図るべく「環境アセス時の風洞実験に代わる精度の良い硫化水素拡散予測シミュレーションモデルの開発」を盛り込み、日揮株式会社と一般財団法人電力中央研究所がそれぞれ実施機関として選ばれた。

2013年度は以下の成果を上げている。³⁾

- (I) 硫化水素拡散予測シミュレーションモデルの研究開発
 - ・過去の地熱発電所における環境影響の調査書等から、硫化水素の拡散挙動に影響する因子を抽出した。
 - ・文献による情報収集や上記の硫化水素拡散影響因子に基づき数値モデルのパラメータを抽出、発電所の立地、構造、排出源の状況、気象状況等に対する数値モデルパラメータ決定方法を整理した。
- (II) 地熱発電所に係る環境アセスメントのための硫化水素拡散予測数値モデルの開発
 - ・風洞実験による冷却塔排気の上昇・拡散過程の検討を行い、実験模型を用いた現象解明およびデータベース整備を行った。
 - ・簡便操作で着地濃度を予測できる簡易予測数値モデルの開発に着手し、既存の白煙予測モデルより基盤部分の移植を行った。
 - ・詳細予測数値モデルの開発では、地形による気流状況の変化を精度良く再現するため、計算領域の設定やメッシュ分割方法の検討を行った。

2014年度は以下を実施するとしている。³⁾

- (I) 硫化水素拡散予測シミュレーションモデルの研究開発
 - ・硫化水素拡散予測数値モデルを構築し、先行事例における具体的な地形、気象等に係る影響因子を考慮した再現予測計算を行う。
- (II) 地熱発電所に係る環境アセスメントのための硫化水素拡散予測数値モデルの開発・簡易予測
 - ・数値モデルの開発では、過去に行われた風洞実験結果と比較を行い、再現性を明らかにし、詳細予測数値モデルの開発では、単純地形を再現した風洞実験との比較を行い、モデルの改良およびパラメータの妥当性検証を行う。

これらの研究開発は「発電所に係る環境影響評価の手引」が改訂される2017～2018年頃を目指して進められている。配慮書・方法書段階で使える簡易予測手法と準備書

段階で使える詳細予測手法として早期の実用化が期待できる。

5.4.1 の参考文献

- 1) NEDO ホームページ http://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100066.html
- 2) NEDO 新エネルギー部：「地熱発電技術研究開発事業」に係る公募について、2013年5月17日（プロジェクトコード：P13009） http://www.nedo.go.jp/koubo/FF2_100073.html
- 3) NEDO 新エネルギー部：平成26年度実施方針「地熱発電技術研究開発」（プロジェクトコード：P13009） <http://www.nedo.go.jp/content/100573859.pdf>

5.4.2 周辺の温泉に与える影響

地熱発電利用と温泉利用との関係については、日本地熱学会が「地熱発電と温泉利用との共生を目指して」とする報告書を取り纏めている。

本節では主に同報告書からの引用により、地熱発電が周辺の温泉に与える影響について報告する。

(1) 地熱と温泉との関係の捉え方

地下の熱水系は、そのほとんどの水の起源が天水（雨水）である。天水は河川を流れ下って海に入り、それが蒸発して雲となり雨として地上に降るという大循環を行っているが、天水の一部は地下に浸透して湧出する循環系を形成している。浸透水が地球内部から地表に向かって放出されている熱に遭遇し十分温められ、貯留する条件が整うと地熱貯留層が形成される。このための条件としては、水とそれを貯めておく地下の構造及び火山の元となるマグマからの熱が必要である。図 5.4.2-1 に地熱貯留層の概念図を示す。

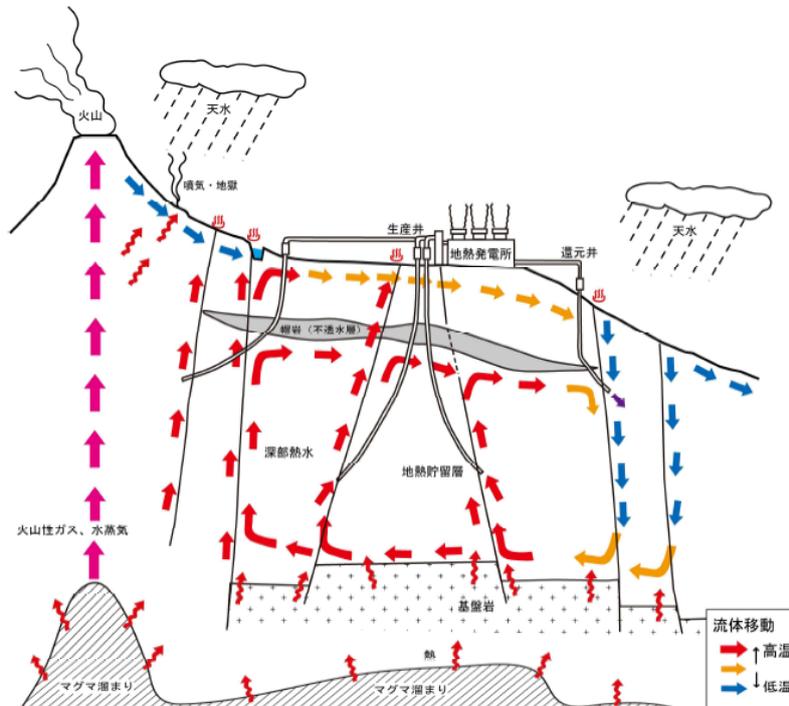


図 5.4.2-1 地熱貯留層概念図²⁾

(出展：環境省のホームページ http://www.env.go.jp/nature/onsen/docs/chinetu_guideline.pdf)

このとき、地下には様々な形態と性状の熱水系が形成される。大別すると、地下の比較的深いところに形成される地熱貯留層と比較的浅いところに形成される温泉帯水層がある。地熱資源が高温であるのは、より深部にあつてマグマ(溜り)からの熱の供給を得やすく、地上からの冷たい水の侵入を避けて貯留できる構造にあるからである。温泉は同じ火山地域にあつても、地熱資源とは遮断されたもっと地下の浅い部分で熱を得ているのが普通であり、地熱資源とは無関係だという説明がなされることがあるが、両者の繋がり具合を確認しておくことは非常に重要であるとされている。

温泉の起源や熱源が深部の地下貯留層と関係している場合には、地熱開発の規模により、温泉に影響が現れる可能性があるので、まずは温泉の生成機構や開発対象とされる地熱貯留層との関係の解明が必要となる。表 5.4.2-1 は温泉帯水層と地熱貯留層の関係を 5 つのパターンに分け、それぞれの影響の可能性について示したものである。これら温泉と地熱貯留層の関係を把握するには、各種の探査情報やモニタリング調査結果を加味して総合的に考える必要がある。なお、実際には、この 5 つのパターンに明確に分類されるわけではなく、これらが複合した形態が多々存在している。²⁾

また、地熱資源の分類としては、熱水が多い熱水卓越型地熱系、蒸気が多い蒸気卓越型地熱系、そして熱水、蒸気がともに少ない高温岩体等がある。国内では、熱水卓越型地熱系がより多く存在している。なお、地熱発電で利用するのは、多くの場合、蒸気であることから、熱水卓越型よりも、不要な熱水を地下に還元する必要のない蒸気卓越型の方が地熱発電に有利と考えられるが、蒸気卓越型は供給される熱量に比較して相対的に天水の補給が少なく、持続可能な発電を行う上で注意を要するとされている。²⁾

表 5.4.2-1 温泉の成因と深部地熱流体の関係²⁾ (出展：環境省のホームページ http://www.env.go.jp/nature/onsen/docs/chinetu_guideline.pdf)

分類	①深部熱水混入型温泉	②蒸気加熱型温泉	③伝導加熱型温泉	④高温(マグマ)蒸気型温泉	⑤海水混入型温泉
温泉と地熱貯留層の関係	地熱貯留層の深部熱水を起源とし、直接つながっている場合	地熱貯留層から蒸気のみ供給を受けている場合	温泉と地熱貯留層につながりはなく、地熱貯留層から熱伝導により過熱されている場合	温泉と地熱貯留層に関係はなく、マグマから派生した高温蒸気の供給を受けている場合	温泉に地下水、深部熱水だけでなく、海水も関係しているケース
概念図					
温泉生成機構とその特徴	<p>【生成機構】 地下水と深部から混入する熱水によって形成された温泉帯水層を指す。温泉帯水層と地熱貯留層を隔てる不透水層等の地質構造が十分に発達していない、もしくは、断層等による構造を熱水が流動し直接つながっているケース等が考えられる。</p> <p>【特徴】 温泉水は深部熱水に類似した水質を示すことが多い。温泉の温度は、深部熱水の温度や地下水との混合割合でかなり幅がある。深部熱水の割合が多い場合は、高温を示す。</p>	<p>【生成機構】 地熱貯留層からの蒸気混入によって加熱されて形成された温泉帯水層を指す。</p> <p>【特徴】 温泉水の形成に関与する蒸気量や地下水との混合割合によって温度にはかなりの幅がある。地熱貯留層からの蒸気混入量の割合が多い場合は、高温を示す。</p>	<p>【生成機構】 温泉帯水層と地熱貯留層は、不透水層により隔てられているが、地熱によって加熱(伝導加熱)されて形成された温泉帯水層を指す。</p> <p>【特徴】 日本の地熱開発地域にはこのタイプに属するものが多い。地下水が伝導熱で加熱された温泉のため泉温は一般に高いことが多い。</p>	<p>【生成機構】 マグマから、高温蒸気により直接加熱されているタイプである。マグマから派生した高温の蒸気やガスによって地下水が加熱されて形成された温泉帯水層を指す。火山性高温ガスには、SO₂やHCl等を含むため、酸性のCl-SO₄型の水質の温泉が多い。</p> <p>【特徴】 高温を示す特徴があるが、地下水の混合割合によってかなり幅がある。</p>	<p>【生成機構】 前述の温泉分類①、②、③のケースにおいて地下水に加えて、海水も混入しているケースを指す。温泉の水質における影響の現れ方が異なる。</p> <p>【特徴】 海水が混入していることから元々溶存成分濃度が高い。</p>
温泉影響の可能性	温泉へ影響する可能性が他に比べ高く、地熱貯留層の圧力低下に伴い深部熱水の供給量が減少し影響が現れることが考えられる。温泉帯水層に混入する熱水の量が減少し、水位低下や湧出量減少、泉温や溶存成分濃度の低下などが起こる可能性がある。	地熱開発域が非常に近い場合、開発域で生じた圧力低下の影響によって加熱源である深部からの蒸気量や体積に変化が現れる可能性がある。一般的に②蒸気加熱型温泉では①深部熱水混入型温泉に比べれば変化は起こりにくい。	地熱流体混入による温泉との直接的なつながりはないため、①、②のケースに比較して原理的には地熱開発の影響は及びにくいと考えられる。ただし、温泉帯水層と地熱開発域が接近し、かつ開発規模が大きい場合には、間接的に影響が現れる可能性もある。	温泉帯水層の加熱源である蒸気がマグマから直接派生したものであるため、地熱貯留層とつながりはなく地熱開発による影響は発生しないと考えられる。しかし、地熱開発域が近く開発規模が大きい場合には間接的に影響が現れる可能性がある。	①、②、③のケースと同様に地熱開発地域が近く、開発規模が大きい場合には、間接的に影響が現れる可能性がある。
想定される温泉への影響の現れ方	<p>【温泉帯水層に供給される深部熱水の一部が地熱発電に利用される場合】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 温泉水位・自噴圧力が低下する。 2) 温泉水位が低下することで、周辺から地下水の流入割合が増加した場合、温泉水が希釈されて温泉水の温度や成分濃度が低下する。 3) 100℃前後の高温の温泉帯水層であり、水位(圧力)の低下によって温泉水の一部が蒸気化した場合、温泉帯水層の蒸気割合が増加する。 <p>【還元熱水が温泉帯水層に及んだ場合】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 温泉水位・圧力が上昇する。 2) 温度や成分濃度が上昇する。 	<p>【温泉帯水層の加熱源である蒸気層が、生産によって縮小した場合】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 温泉帯水層の温度が低下する。 2) 温泉帯水層へ流入する蒸気量が減少した場合、温泉水位が低下する。 3) 温泉水位が低下することで、周辺からの地下水の流入割合が増加した場合、温泉水が希釈されて温度や成分濃度が低下する。 <p>【地熱貯留層の圧力が低下して、その一部で蒸気化が起こり、温泉帯水層周辺の蒸気層が拡大した場合】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 温泉の温度が上昇したり、蒸気割合が増加する。 	<p>【地熱貯留層の圧力・温度を大きく低下させてしまった場合】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 温泉帯水層の温度が低下する。 2) 周辺への圧力伝播によって間接的に温泉の水位低下に連鎖する。 3) 温泉水位が低下することで、周辺からの地下水の流入割合が増加した場合、温泉水が希釈されて温度や成分濃度が低下する。 	<p>【地熱貯留層の圧力・温度を大きく低下させてしまった場合】</p> <p>圧力伝播が及んだ場合、③と同様の影響が考えられるが、より小さな変化と考えられる。</p>	<p>【地熱貯留層の圧力・温度を大きく低下させてしまった場合】</p> <p>①、②、③の生成機構での温泉における影響において地下水で希釈されるのではなく、海水混入により高濃度化する可能性が考えられる。</p>
影響防止における注意点	開発対象とする地熱貯留層、もしくは、温泉帯水層、それらの周辺に観測井を設置し、地熱開発による、影響の早期発見、拡大防止に努めること等が考えられる。	開発対象とする地熱貯留層、もしくは、温泉帯水層、それらの周辺に観測井を設置し、地熱開発による影響の早期発見、拡大防止に努めること等が考えられる。	地熱貯留層からの熱水採取量が多く、圧力に大きく低下が予想される場合には、影響が発生する可能性があるため、観測井を設置し、開発による影響の早期発見、拡大防止に努めること等が考えられる。	温泉は火山活動との関連性も大きいと考えられる。火山観測記録等も合わせて影響評価を行う必要がある。	海水混入による成分濃度や温度変化に考慮した検討も重要である。

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2002) 平成 13 年度温泉影響予測手法導入調査 (第 3 次) 報告書, p16, 第 I -2-1 表を加筆修正

(2) 地熱開発による地熱徴候への影響

日本の地熱帯は活火山ないし第四紀の火山の近くに分布している。日本の火山は安山岩質火山活動が特徴的で、しばしば奇麗な成層火山を呈している。そのため、ニュージーランドなどの地熱地域と比べると、地形は起伏に富み、地熱帯は火山帯の斜面上に位置しており、坑井内の静水位は地表に達していない。

地熱発電が温泉に影響した事例は野田（2009）により纏められている（表 5.4.2-2）。同表には日本の地熱開発の状況も比較のため示されているが、ここでは、日本での開発によるはっきりした影響は認められていない。

表 5.4.2-2 地熱発電が温泉に影響した事例と日本の開発状況の比較¹⁾

（出展：日本地熱学会 http://grsj.gr.jp/kyosei/Onsen_kyosei_report%282010.05%29.pdf）

地熱発電が既存温泉に影響した事例			日本の状況 (≥10MW)
国名	New Zealand	Philippines	日本
地域名	Wairakei	Tiwi	森, 松川, 葛根田, 大沼, 鬼首, 大岳, 八丁原
運転開始	1950	1970	1966-1982
発電規模	152.2MW(1990)	330MW(1990)	10-110MW
開発エリア	15km ²	10km ²	数km ²
坑井本数	154(～1990)	90(1983)	6～32(1992)
地下還元	還元せず	還元せず	還元
温泉への影響	温泉湧出量減少 成分濃度低下 温泉の蒸気化	水蒸気爆発 地獄化 温泉停止	はっきりした影響 認められず
その他の影響	陥没広範囲	特になし	特になし
学会誌への影響記事	あり	あり	なし
地熱系のタイプ	低起伏地形型	高起伏地形型	高起伏地形型

日本では今まで地熱開発による地熱徴候の顕著な変化は報告されていない。これは、安山岩地域の地熱開発では、深部熱水が地表に達していない場合がほとんどであることに大きく起因していると考えられている。深部熱水の上昇中心部の噴気帯近くでは、開発に伴い地下水位の低下があっても、そこから深部熱水の沸騰が継続しているかぎり、地下浅所での蒸気加熱水の温泉の生成は継続されるためと考えられている。

また、日本の地熱開発に伴って地熱徴候への顕著な影響が認められないことは、地質的・地形的特徴の他に、表 5.4.2-2 にあるように日本の地熱系の開発のサイズが小さいこと、さらに熱水の還元が行われていることなどが、開発による影響をさらに起きにくいものにしていて考えられている。

(3) 地熱と温泉の共生

地熱発電は、地下から火山性の熱を収受した流体（熱水と水蒸気）を地上に導いて、その熱エネルギーを電力に変えるシステムである（図 5.4.2-2）。マグマ溜りは火山の活動が若くて規模が大きいくほど供給熱量が大きく、その持続性については心配がない。しかし、地下に浸透して熱を運び上げる水の量が多いと、温度が下がってくる心配がある。熱水は基本的には雨水を起源とする循環水なので、すぐに枯れてしまうことはないが、地上に取り出す量が多すぎると流量が減っていく心配がある。持続的な発電を行うには、この熱と水の供給と取り出しのバランスが取れていることが極めて重要となる。

温泉帯水層と地熱貯留層が繋がっていたとしても、地熱貯留層を変わずに維持することができていれば、温泉への供給も保証されることから、地熱発電所を建設する際には、熱と水に関してバランスのとれた設計を行うことが結果として温泉への影響についても良い効果をもたらすこととなる。温泉と地熱は一体の地下熱資源であり、地域の重要な資源であるという認識に立ち、資源の保護を図りつつ適正に利用していく必要がある。

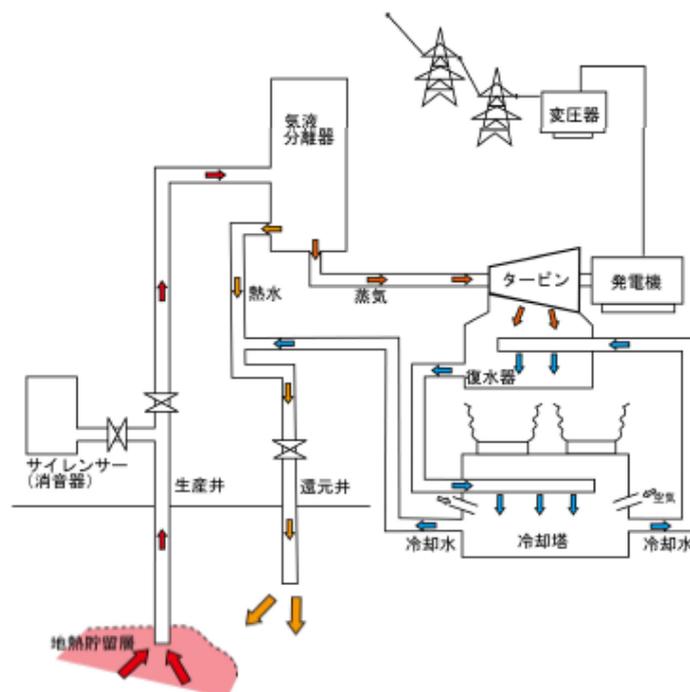


図 5.4.2-2 地熱発電の仕組み²⁾

(出展：環境省 http://www.env.go.jp/nature/onsen/docs/chinetu_guideline.pdf)

5.4.2 の参考文献

- 1) 日本地熱学会 地熱発電と温泉との共生を検討する委員会：報告書「地熱温泉と温泉利用との共生を目指して」、2010年5月
http://grsi.gr.jp/kyosei/Onsen_kyosei_report%282010.05%29.pdf
- 2) 環境省自然環境局：温泉資源の保護に関するガイドライン（地熱発電関係）、2012年3月 http://www.env.go.jp/nature/onsen/docs/chinetu_guideline.pdf

5.5 CCS の環境影響

(1) CCS 技術

CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) は、温室効果ガスである CO₂を大規模発生源である火力発電所や製鉄工場などから分離・回収し、地中、海洋といった大気から隔離された場所に貯留することによって、大気への CO₂放出量を低減するための技術である。図 5.5-1 に CCS システムの構成例を示す。

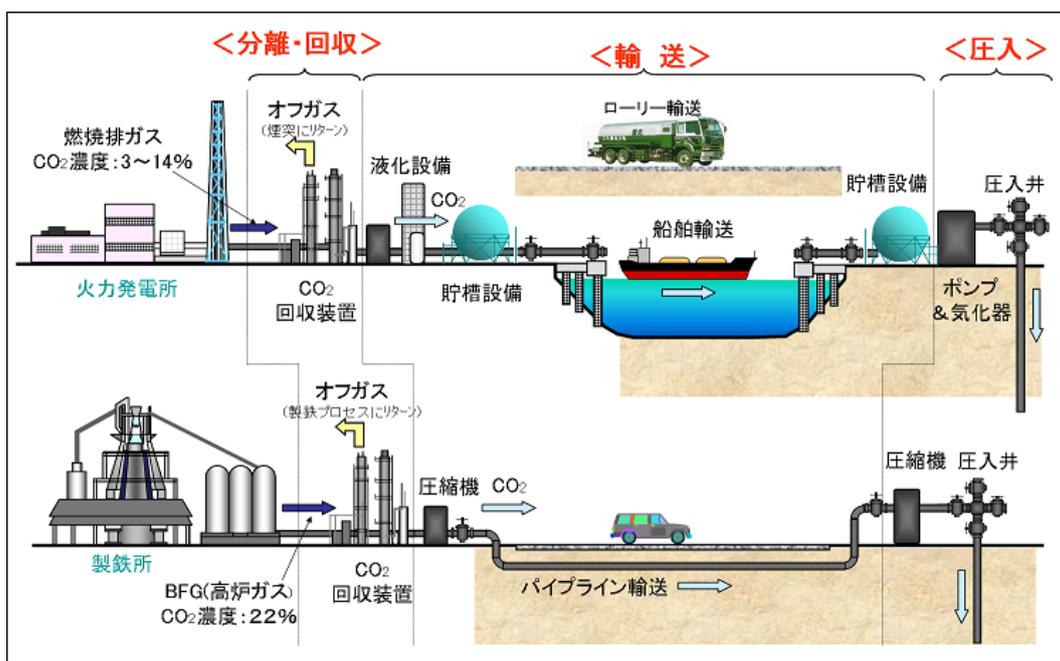


図 5.5-1 CCS システム構成例¹⁾ (出展：地球環境産業技術研究機構(RITE)のホームページ)

前述のとおり、CCSは「分離・回収 (Capture)」および「貯留 (Storage)」の2つの技術要素から構成されており、それぞれ以下に示すような分類がなされている。

a. 分離・回収技術

表 5.5-1 CCS 分離・回収技術分類²⁾ (出展：国立環境研 環境展望台 CO₂回収・貯留)

技術名	技術の概要
化学吸収	CO ₂ を選択的に溶解できるアルカリ性溶液との化学反応によってCO ₂ を分離する。吸収されたCO ₂ を取り出す際には多量の蒸気が必要。アルカリ性溶液として、アミン、炭酸カリ水溶液などが使われる。
物理吸収	高圧下でCO ₂ を大量に溶解できる液体に接触させ、物理的に吸収させる。そのあと、減圧(加熱)してCO ₂ を回収する。
膜分離	多孔質の気体分離膜にガスを通し、孔径によるふるい効果や拡散速度の違いを利用してCO ₂ を分離させる。
物理吸着	ガスを活性炭やゼオライトなどの吸着剤と接触させて、その微細孔にCO ₂ を物理化学的に吸着させ、圧力差や温度差を利用して脱着させる。
深冷分離	ガスを圧縮冷却後、蒸留操作により相分離でCO ₂ を分離する。

b. 貯留技術

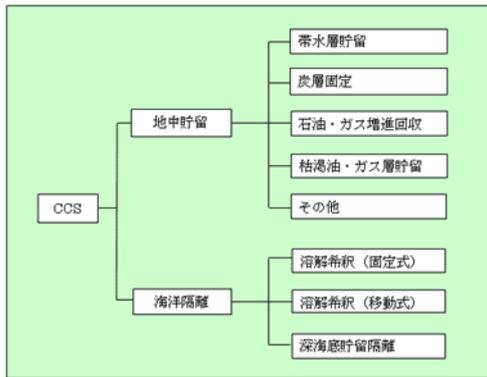


図 5.5-2 CCS 貯留技術の分類²⁾

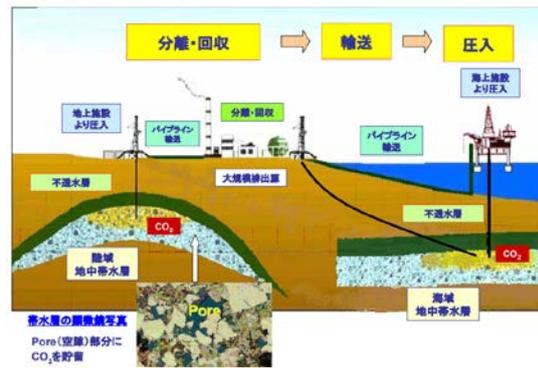


図 5.5-3 CCS 貯留概念図 (1)⁶⁾

(出展：国立環境研 環境展望台 CO₂回収・貯留)

(出展：経産省ウェブサイト)

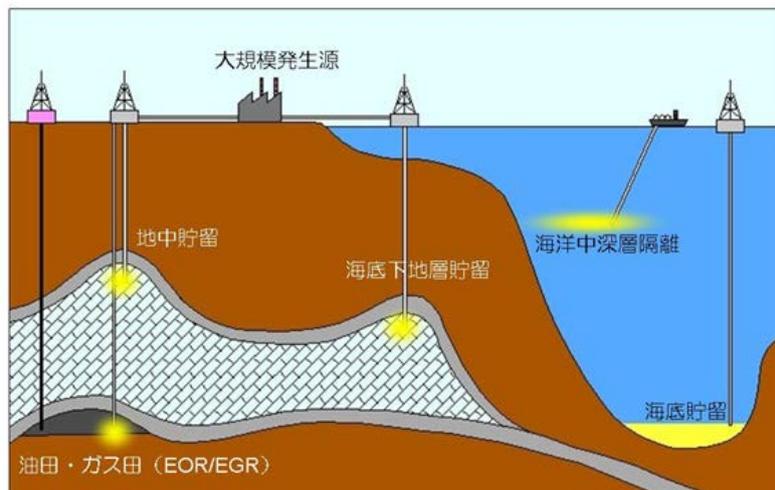


図 5.5-4 CCS 貯留概念図 (2)³⁾ ((独) 産業技術総合研究所ウェブサイトより)

表 5.5-2 CCS 貯留技術分類²⁾ (出展：国立環境研 環境展望台 CO₂回収・貯留 に基づいて作表)

地中貯留	
帯水層貯留	分離・回収した CO ₂ をタンカーやパイプラインで輸送して、地下の帯水層（粒子間の空隙が大きい砂岩などからなり、水あるいは塩水で飽和されている地層）へ圧入し、貯留する。将来の貯留可能量が大きいと期待され、地中貯留のなかで最も有望視されている。
炭層固定	分離・回収した CO ₂ を地中の炭層へ注入し、それによってメタンの回収を促進するとともに CO ₂ を吸着貯留する。回収されたメタンは発電所などで利用する。
石油・ガス増進回収	分離・回収した CO ₂ を石油・ガス層へ圧入し、それによって石油・天然ガスの回収を促進するとともに CO ₂ を貯留する。回収された石油・天然ガスは発電所などで利用する。
枯渇油・ガス層貯留	分離・回収した CO ₂ を枯渇した石油・ガス層へ圧入し、それによって CO ₂ を貯留する。
その他	分離・回収した CO ₂ を蛇紋岩体の間隙あるいは高温岩体（地熱

	地帯)に注入し、生成鉱物によって遮断してCO ₂ を貯留する。 現在はまだ基礎研究の段階にある。
海洋隔離	
溶解希釈 (固定式)	分離・回収したCO ₂ を陸上から海底パイプラインで輸送し、気体や液体のCO ₂ を直接海へ溶解希釈する。
溶解希釈 (移動式)	分離・回収したCO ₂ を航行船舶に積んで輸送し、海中へ伸ばした放流管から液体のCO ₂ を直接海へ溶解希釈する。
深海底貯留隔離	分離・回収した液体のCO ₂ をタンカーにより輸送し、水深3,000メートル以上の深海底の窪地に液体のCO ₂ を直接送って貯留する。

(2) CO₂海洋隔離の環境影響評価のための観測手法 (現場型 pH/pCO₂ センサ) 4)

a. 背景

二酸化炭素の海洋隔離に対する環境影響評価のための観測手法のうち、海洋中に隔離した二酸化炭素の拡散挙動を海水中の pH や pCO₂ (二酸化炭素分圧) の変動として連続的に長期現場観測することが検討されているが、船舶による採水・船上分析が主体の従来観測では、測点数や採水層について空間的・時間的な限界がある。

b. 現場型 pH/pCO₂ センサーの開発

1) pH センサー

従来より pH 測定法として用いられているのは、pH 測定用指示電極を用いた電位差法と pH 指示薬を用いた比色法である。pH 電極による電位差法は、海水の pH 計測に一般的に使用されてきたが、感応部である電極先端のガラス薄膜球の厚みと耐圧性との関係から、早い応答速度や高精度を得ることは困難とされている。

一方、比色法の測定方法は簡易であるが、測定精度が期待できない等の問題がある。しかし、近年は光ファイバー技術の発展に伴い、pH 指示薬による反応変化を情報伝送/分光分析によって行う方法が用いられており、連続測定や測定精度向上が図られているが、光源や検出部などの装置全体の小型化と費用が高価な点が問題である。最終的に、現場型 pH センサーとして下表に示すセンサーが開発された。

表 5.5-3 現場型 pH センサー⁴⁾

電極	参照電極	性能
ISFET イオン感応性電界効果型トランジスタ (Ion Sensitive Field Effect Transistor)	Cl-ISE 塩素イオン選択性電極	測定精度：±.005pH 応答速度：1 秒

2) pCO₂ センサー

上記で開発した pH センサーを応用し、pCO₂ センサーを開発した。pCO₂ の測定原理は、pH センサーの電極部を内部液で満たしたガス透過性膜で封止し、膜を透過してくる二酸化炭素を内部液の pH 変化として計測するもの。ガス透過性膜としては、アモルファステフロン膜が使用されている。現場試験の結果センサーの応答速度は、従来機が 5~10 分であるのに対し、60 秒 (水温 4~2°C) である。

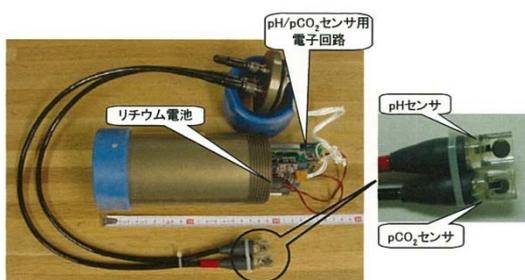


図 5.5-5 pH/pCO₂センサー⁴⁾

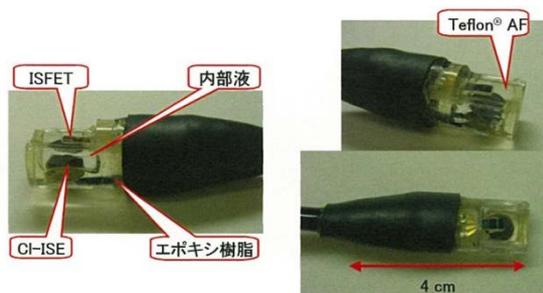


図 5.5-6 pCO₂センサー電極部⁴⁾

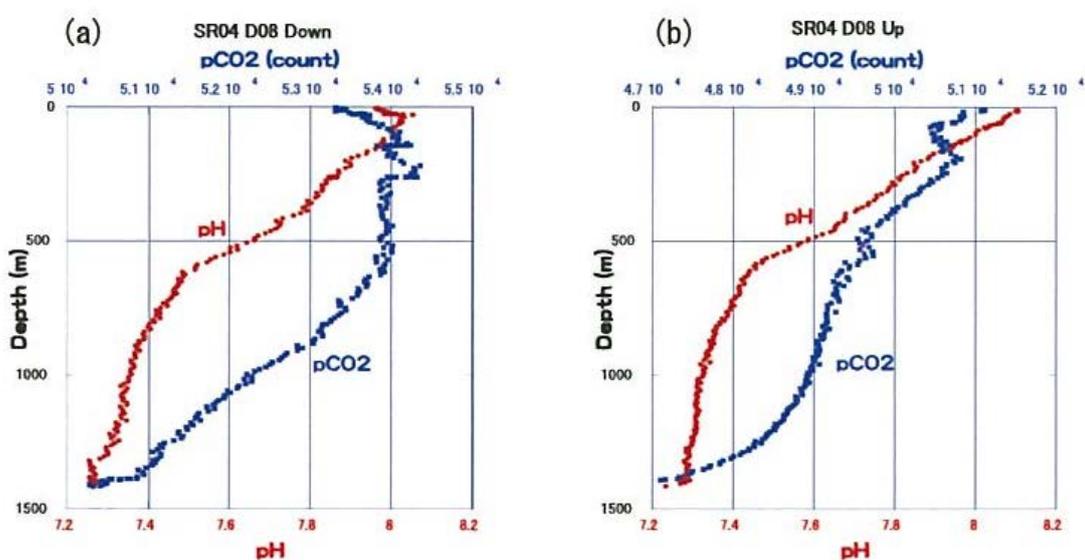


図 5.5-7 pH/pCO₂センサーによる現場での鉛直計測⁴⁾

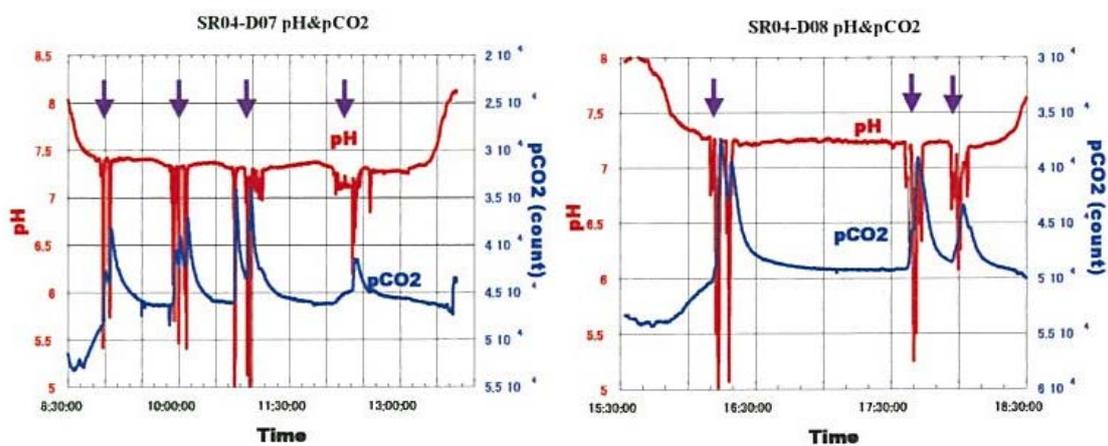


図 5.5-8 pH/pCO₂センサーによる現場計測結果⁴⁾

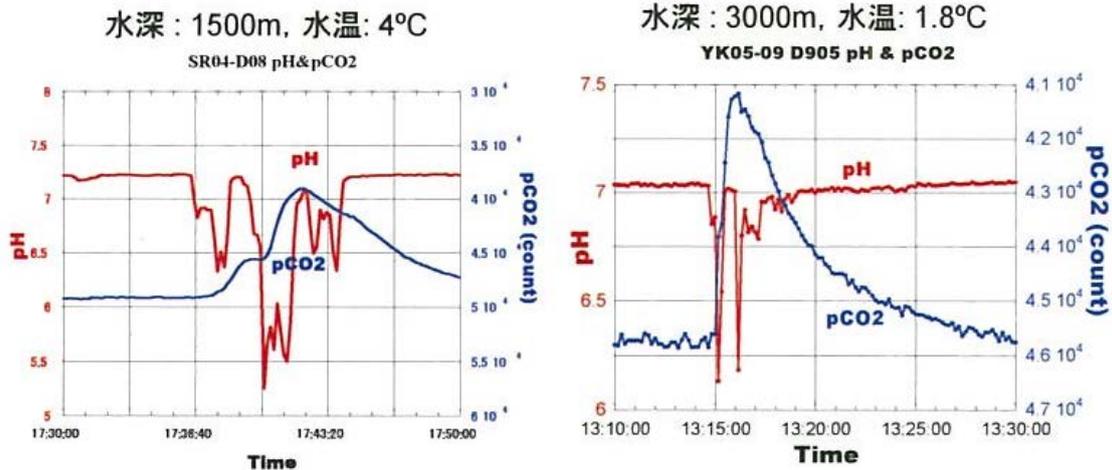


図 5.5-9 pH/pCO₂センサーの現場での応答速度⁴⁾

c. 今後の課題

- ・ 二酸化炭素の海洋隔離技術だけでなく、二酸化炭素地中隔離技術、海洋学（海洋での炭素循環解明など）、地球内部の現場計測などへの応用
- ・ 一つの電極チップ上に多成分のセンサーが組み込まれたマルチセンサーと小型化、省力化された安価なマルチセンサー用基板の開発など

(3) 海底下地層貯留における貯留 CO₂漏洩の検知・モニタリング技術⁵⁾

a. 背景

大気中への排出削減策の一つとして位置づけられる二酸化炭素 (CO₂) の回収・貯留技術 (CCS: Carbon dioxide Capture and Storage) のうち、海底下地層貯留の実施においては、貯留 CO₂が周辺環境へ与える影響を監視することが重要であり、特に貯留された CO₂が海底下地層から海中へ漏洩しないこと、また万一漏洩した場合を想定すると、その漏洩場所の検知とその後のモニタリングが必要不可欠である。

b. 海底面からの CO₂漏洩に対する検知およびモニタリング技術の開発・提案

1) 貯留 CO₂の海底からの漏洩現象

下図 5.5-10 に示されるように、CO₂の海底からの漏洩現象は2つに大別されるが、以下に示される CO₂の漏洩検知・拡散モニタリングは、主にケース1を対象としている。

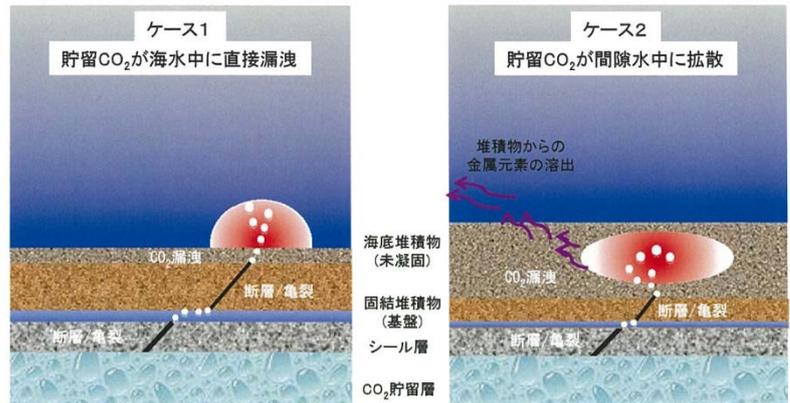


図 5.5-10 貯留 CO₂ 漏洩の模式図 5)

2) 底面からの CO₂漏洩の検知技術

- ① 複数の音響装置を設置した範囲内の密度場の乱れを検出する海底設置型の音響トモグラフィー装置の適用

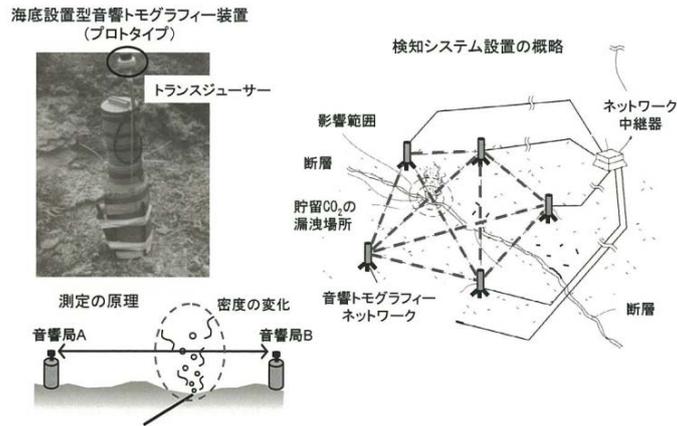


図 5.5-11 貯留 CO₂ 漏洩検知への音響トモグラフィー適用 5)

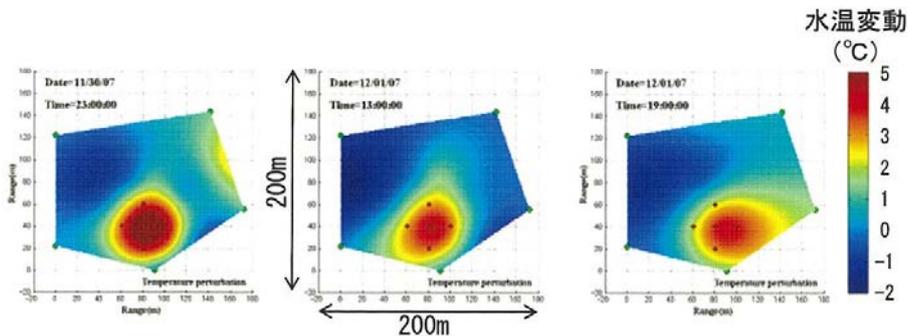


図 5.5-12 音響トモグラフィー装置の現場作動試験結果 5)

- ② pH/pCO₂ (上記 (2) 参照) センサーの適用による CO₂の高精度計測
 ③ 上記など各種化学センサーやサイドスキャンソナー搭載の AUV (Autonomous Underwater Vehicle : 無索海中ロボット) の導入による CO₂漏洩場所の絞り込み

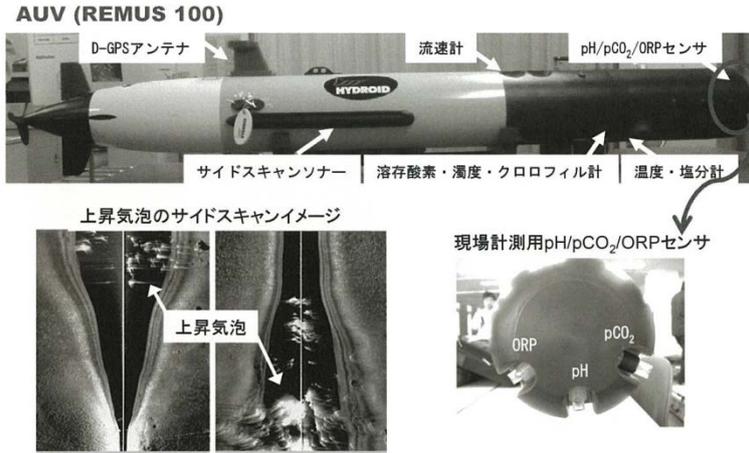


図 5.5-13 各種化学センサー搭載 AUV⁵⁾

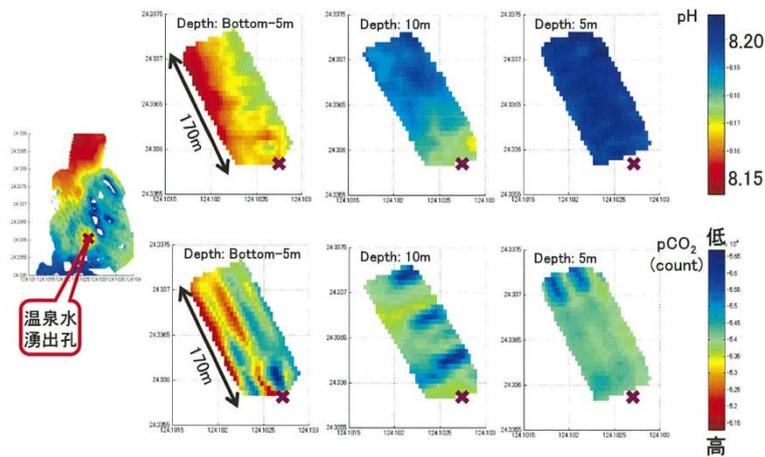


図 5.5-14 海底温泉湧出地帯における AUV による pH,pCO₂マッピング結果⁵⁾

2) 海底面からの CO₂漏洩の拡散モニタリング技術

- ① 複数の pH/pCO₂センサーを配したケーブル曳航し、pH 変動をリアルタイムで観測する曳航式観測システムの適用

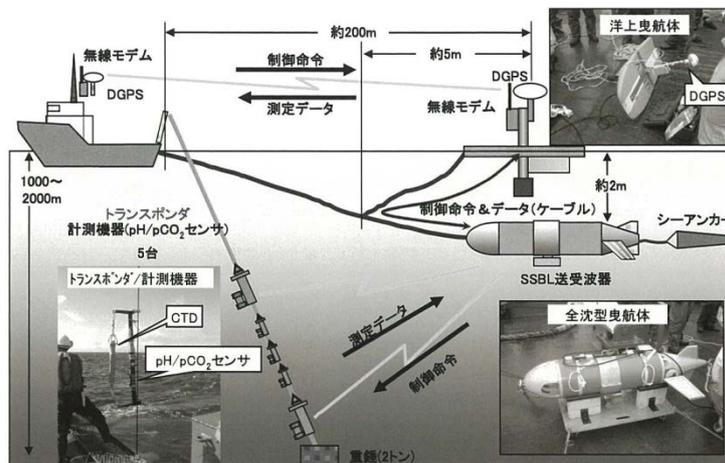


図 5.5-15 曳航観測システムの模式図⁵⁾

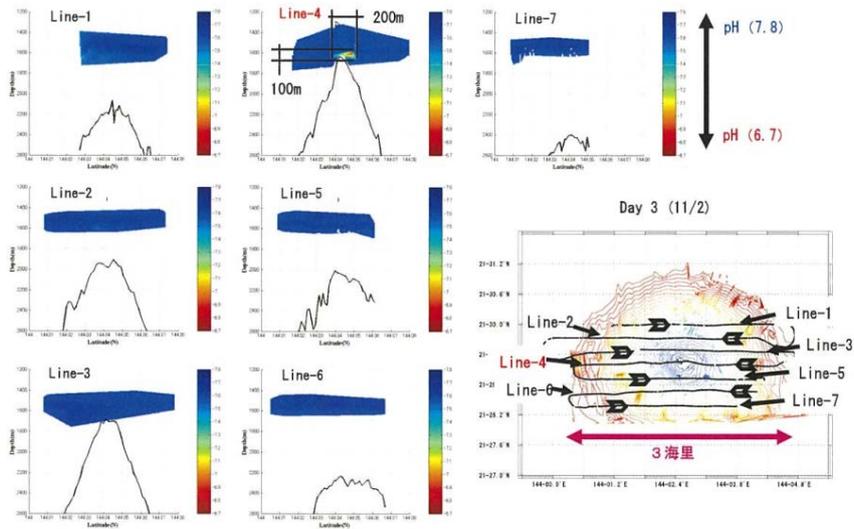


図 5.5-16 曳航観測システムの現場動作試験結果 5)

② pH/pCO₂センサーを取り付けたブイを昇降させる海底設置型の自動昇降装置の適用による継続的な CO₂の挙動拡散モニタリング

3) 海底面からの CO₂漏洩の検知・モニタリング技術の提案

上記における技術、開発・導入機器の組み合わせによる漏洩 CO₂の検知・モニタリング手順とシステム概略は下図に示されるとおり。

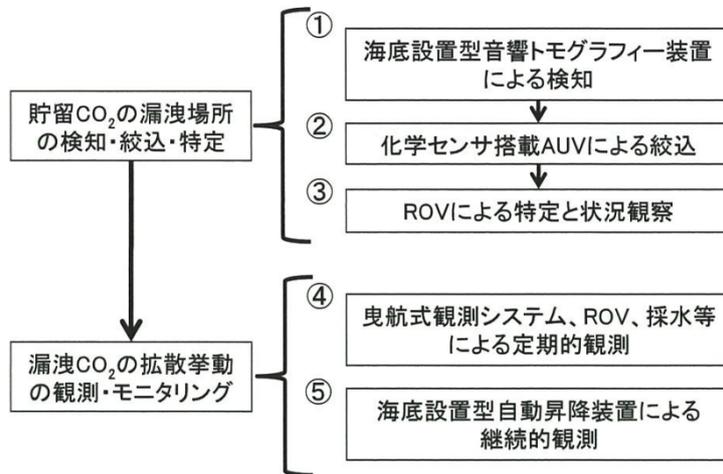


図 5.5-17 漏洩 CO₂の検知・モニタリング手順 5)

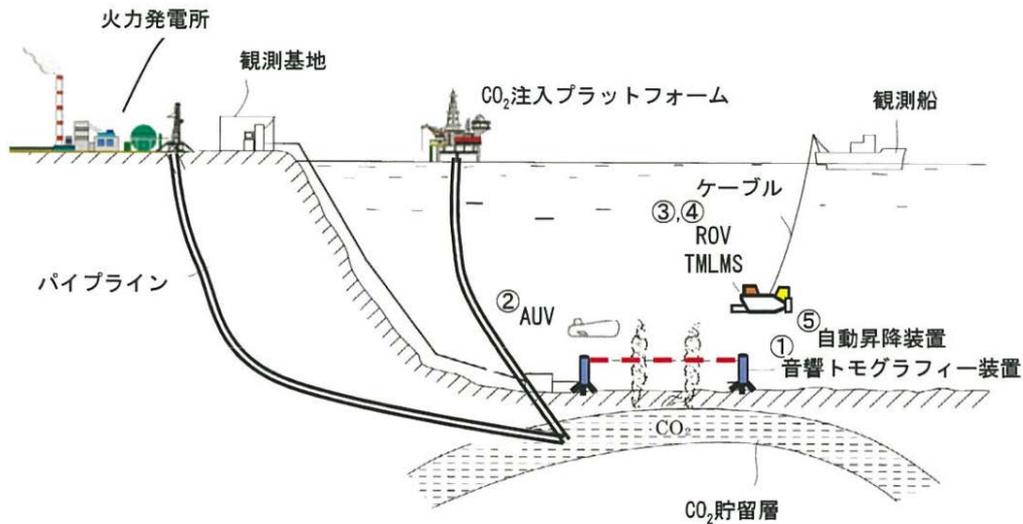


図 5.5-18 漏洩 CO₂の検知・モニタリング概要⁵⁾

5.5 の参考文献

- 1) 地球環境産業技術研究機構(RITE)のホームページ
<http://www.rite.or.jp/Japanese/project/tityu/ccssystem.html>
- 2) 国立環境研究所 環境展望台 CO₂回収・貯留
<http://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=27/>
- 3) 独立行政法人産業技術総合研究所のホームページ 環境豆知識 CCS
<https://unit.aist.go.jp/emtech-ri/ci/e-keyword/CCS/ccs.html>
- 4) 下島公紀：CO₂海洋隔離の環境影響評価のための観測手法開発（その1）－高精度な現場型 pH/pCO₂センサの開発－，電力中央研究所報告，V05036，2006
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V05036.html>
- 5) 下島公紀：海底下地層貯留における貯留 CO₂漏洩の検知・モニタリング技術の提案，電力中央研究所報告，V09034，2010
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/V09034.html>
- 6) 経済産業省産業技術環境局：CCS2020 二酸化炭素の分離回収・地中貯留技術の現状と実用化の方向について、平成 18 年 5 月 17 日
<http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g60525a09j.pdf>

第6章 アセス迅速化の事例

6.1 西名古屋火力発電所

6.1.1 環境影響評価の概要

- (1) 事業者の名称、代表者の氏名、主たる事業者の所在地

事業者の名称：中部電力株式会社

代表者の氏名：代表取締役社長 水野 明久

主たる事業者の所在地：名古屋市東区東新町 1 番地

- (2) 対象事業の名称

西名古屋火力発電所リフレッシュ計画

- (3) 対象事業の目的

地球環境保全への取り組みをさらに推し進めるため、運転開始から約 40 年を経過した石油を燃料とする発電設備を、ガスタービンの燃焼器出口ガス温度が 1,600℃級である天然ガスを燃料とする高効率なコンバインドサイクル発電設備に更新することにより、発電電力量当たりの二酸化炭素排出量の低減及び燃料使用量の削減を目指す。

- (4) 対象事業の概要

a. 対象事業実施区域

- ・ 飛島村の対象事業実施区域：
愛知県海部郡飛島村東浜 3 丁目 5 番地および地先海域
- ・ 知多市の対象事業実施区域：
愛知県知多市北浜町 10 番地 1

b. 設備概要等

項目		現 状	設備更新後	
発電方式		汽力発電方式	コンバインドサイクル方式	
発電出力		119.0 万 kW (22~37.5 万 kW×4 基)	237.6 万 kW (118.8 万 kW×2 基)	
使用燃料		石油	天然ガス	
環 境 保 全 対 策	窒素 酸化物	排出 濃度	25~150ppm	
		排出量	221m ³ _N /h	
	CO ₂ 排出原単位		0.642kg-CO ₂ /kWh	0.341kg-CO ₂ /kWh
	復水器の 冷却方式等		海水冷却方式 冷却水量：45.3m ³ /s	海水冷却方式 冷却水量：50m ³ /s

c. 工事期間

建設工事開始: 平成 26 年 1 月

運転開始時期: 平成 29 年 9 月(予定) 7-1 号営業運転開始

平成 30 年 3 月(予定) 7-2 号営業運転開始

(5) 環境影響評価の項目

<飛島村の対象事業実施区域>

影響要因の区分 環境要素の区分			工事の実施			土地又は工作物の存在及び供用						
			工事用資材等の搬出入	建設機械の稼働	造成等の施工による一時的な影響	地形変化及び施設の使用	施設の稼働			資材等の搬出入	廃棄物の発生	
						排ガス	排水	温排水	機械等の稼働			
環境の自然的構成要素の良好な状態の保持を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素	大気環境	大気質	硫黄酸化物				×					
			窒素酸化物	○			○				○	
			浮遊粒子状物質	○			×					○
			石炭粉じん									
			粉じん等	○								○
	騒音振動	騒音	○	○						○	○	
		振動	○	○						○	○	
	水環境	水質	水の汚れ					○				
			富栄養化					○				
			水の濁り		○	○						
			水温						○			
		底質	有害物質		○							
	その他の環境	地形及び地質	重要な地形及び地質									
生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素	動物	重要な種及び注目すべき生息地(海域に生息するものを除く。)			○	○						
		海域に生息する動物				○		○				
	植物	重要な種及び重要な群落(海域に生育するものを除く。)										
		海域に生育する植物				○		○				
生態系	地域を特徴づける生態系											
人と自然との豊かな触れ合いの確保を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素	景観	主要な眺望点及び景観資源並びに主要な眺望景観				○						
	人と自然との触れ合いの活動の場	主要な人と自然との触れ合いの活動の場	○								○	
環境への負荷の量の程度により予測及び評価されるべき環境要素	廃棄物等	産業廃棄物			○						○	
		残土			○							
	温室効果ガス等	二酸化炭素	○	○			○					

- 注: 1. ■ は、参考項目であることを示す。
 2. 「○」は、飛島村の対象事業実施区域に係る環境影響評価の項目として選定した項目を示す。
 3. 「×」は、環境影響評価方法書以降の事業計画の見直し※に伴い、選定しないこととした項目を示す。
 ※ 発電設備の一部について石油(軽油)も使用できるようにする計画を取り止めた。
 4. 表中のゴシック書体は、環境影響評価方法書から見直しを行った項目を示す。

＜知多市の対象事業実施区域＞

影響要因の区分 環境要素の区分				工事の実施			土地又は工作物の存在及び供用					
				工事用資材等の搬出入	建設機械の稼働	造成等の施工による一時的な影響	地形改変及び施設の存在	施設の稼働			資材等の搬出入	廃棄物の発生
排ガス	排水	温排水	機械等の稼働									
環境の自然的構成要素の良好な状態の保持を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素	大気環境	大気質	硫酸化合物									
			窒素化合物	○								
			浮遊粒子状物質	○								
			石炭粉じん									
			粉じん等	○								
	騒音振動	騒音	○	○								
		振動	○	○								
	水環境	水質	水の汚れ									
			富栄養化									
			水の濁り			○						
			水温									
		底質	有害物質									
	その他	その他	流向及び流速									
その他	地形及び地質	重要な地形及び地質										
生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素	動物	重要な種及び注目すべき生息地（海域に生息するものを除く。）			○	○						
		海域に生息する動物										
	植物	重要な種及び重要な群落（海域に生育するものを除く。）										
		海域に生育する植物										
生態系	地域を特徴づける生態系											
人と自然との豊かな触れ合いの確保を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素	景観	主要な眺望点及び景観資源並びに主要な眺望景観										
	人と自然との触れ合いの活動の場	主要な人と自然との触れ合いの活動の場										
環境への負荷の量の程度により予測及び評価されるべき環境要素	廃棄物等	産業廃棄物			○							
		残土			○							
	温室効果ガス等	二酸化炭素	○	○								

- 注：1. ■は、参考項目であることを示す。
 2. 「○」は、知多市の対象事業実施区域に係る環境影響評価の項目として選定した項目を示す。
 3. 表中のゴシック書体は、環境影響評価方法書から見直しを行った項目を示す。

(6) 主な環境保全

a. 大気環境保全対策

石油を燃料とした発電設備から天然ガスを燃料とする発電設備に更新するとともに、高効率（低位発熱量基準約 62%）なコンバインドサイクル発電設備を採用し、現状と比較して窒素酸化物排出量を大幅に低減する。また、発電電力量当たりの二酸化炭素排出量を低減する。

b. 温排水対策

出力当たりの復水器の冷却水量を低減するとともに、取放水温度差を現状より低減し、温排水の拡散面積を現状以下にする。

c. その他

建設工事に当たっては、既設発電所の敷地を活用し、新たな地形改変を行わないことにより工事量の低減を図るとともに、建設発生土の有効利用を図り、残土の構外搬出を極力低減する計画とした。

(7) 環境影響予測および評価の結果 環境影響の総合評価

本事業の実施に伴う環境影響について、環境影響評価を項目ごとに調査、予測および評価した。

本事業の実施が環境に及ぼす影響の評価の観点とは、「本事業による環境に与える影響が事業者により実行可能な範囲内で回避または低減されていること」および「国または地方公共団体による環境の保全の観点からの施策によって、選定した環境影響評価の項目の環境要素に関して基準または目標が定められている場合には、当該基準または目標と予測結果との間で整合が図られていること」とした。

工事の実施、土地または工作物の存在および供用が環境に及ぼす影響について、実行可能な範囲内で環境影響を回避または低減しており、国または地方公共団体が定められている環境基準および環境目標等の維持・達成に支障を及ぼすものではなく、本事業計画は適正であると評価した。

6.1.2 更新手続き実績と審査の迅速化適用時の評価について

(1) 西名古屋火力発電所の環境影響評価の実績

手続きの経緯

H23. 3.10 環境影響評価方法書届出

H23. 9. 2 環境影響評価方法書に対する経済産業大臣勧告

H24. 9.25 環境アセスメントの迅速化等に関する連絡会議開始

H24.11.27 迅速化に関する中間報告の公表

H24.11.30 各都道府県宛てに審査の迅速化を通知

H24.12.13 環境影響評価準備書届出

} 国のアセス
迅速化の動き

- H25. 5.20 環境影響評価準備書に対する愛知県知事意見（経産省受理：5/21）
- H25. 5.24 環境影響評価準備書に対する環境大臣意見
- H25. 6.14 環境影響評価準備書に対する経済産業大臣勧告
- H25. 7.11 環境影響評価書届出
- H25. 7.19 環境影響評価書に対する確定通知

(2) 審査の迅速化適用時の評価について

環境影響評価準備書の届出直前に、環境アセスの審査の迅速化が運用されたことから、方法書の届出から準備書の届出までは従来通りであり、環境アセスの迅速化の運用が実際に寄与したのは、準備書および評価書の審査期間の短縮のみである。期間短縮の実績を表 6.1.2-1 に示す。

表 6.1.2-1 期間短縮の実績

手続き	国による審査期間		
	電事法に定める 審査期間	審査の迅速化 (実績)	審査の迅速化適用後の 所要日数(実績)
準備書	270 日	86 日	184 日
評価書	30 日	21 日	9 日
計	300 日	107 日	193 日

6.1 の参考文献

1) 中部電力株式会社ホームページ プレスリリース

- ・ 2013 年 7 月 19 日 西名古屋火力発電所リフレッシュ計画環境影響評価書の確定通知の受領について（別紙 1 西名古屋火力発電所リフレッシュ計画環境影響評価書の概要及び環境影響評価の手続きの流れ）

http://www.chuden.co.jp/corporate/publicity/pub_release/press/3223588_6926.html

- ・ 2014 年 1 月 30 日 西名古屋火力発電所 7 号系列の建設工事の開始

http://www.chuden.co.jp/corporate/publicity/pub_release/press/3238106_19386.html

- ・ 2014 年 3 月 25 日 「平成 26 年度電力供給計画」の届出について

http://www.chuden.co.jp/corporate/publicity/pub_release/press/3239015_19386.html

2) 西名古屋火力発電所リフレッシュ計画環境影響評価準備書に係る審査書

- ・ 平成 25 年 6 月 経済産業省

http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/files/nishinagoya/shinsasyo2.pdf

6.2 姫路第二発電所

6.2.1 環境影響評価の概要

(1) 事業者の名称、代表者の氏名主たる事業所の所在地

事業者の名称：関西電力株式会社

代表者の氏名：取締役社長 森 詳介

主たる事業所の所在地：大阪府大阪市北区中ノ島3丁目6番16号

(2) 対象事業の名称

姫路第二発電所（設備更新）

(3) 対象事業の目的

姫路第二発電所の既設設備を有効に活用した上で、最新鋭の1,600℃級ガスタービンを用いた世界最高水準の熱効率を有するコンバインドサイクル発電方式に設備更新することで、更なる環境負荷の低減と、高効率で競争力のある電源確保に資する。

(4) 対象事業の概要

a. 対象事業実施区域

姫路第二発電所（兵庫県姫路市飾磨区妻鹿常磐町）

b. 設備概要等

項目		現 状	設備更新後
発電方式		気力発電方式	コンバインドサイクル方式
発電出力		255.0 万 kW (25.0~60.0 万 kW×6 基)	291.9 万 kW(大気温度 4℃) (48.65 万 kW×6 基)
使用燃料		天然ガス	天然ガス
発電端熱効率 (低位発熱量基準)		約 42%	約 60%
環境 保 全 対 策	窒 素 酸 化 物	排出 濃 度	16~105pp
		排出量	453m ³ N/h
	CO ₂ 排出原単位	0.470kg-CO ₂ /kWh	0.327kg-CO ₂ /kWh
	腹水器の 冷却方式等	海水冷却方式 冷却水量：103m ³ /s	海水冷却方式 冷却水量：60m ³ /s

c. 工事期間（予定）

工事着工時期:平成 22 年 7 月

運転開始次期:平成 25 年 8 月 27 日 新 1 号機営業運転開始

平成 25 年 11 月 19 日 新 2 号機営業運転開始

平成 26 年 3 月 19 日 新 3 号機営業運転開始

平成 26 年 7 月 22 日 新 4 号機営業運転開始

~以降平成 27 年 10 月(5~6 号機まで順次運転開始)

(5) 環境影響評価の項目

影響要因の分析		環境要素の区分	
工事の実施	工事用資材等の搬出入	大気汚染（窒素酸化物、浮遊粒子状物質、粉じん等）、騒音、振動、主要な人と自然との触れ合いの活動の場	
	建築機器の稼動	大気質（窒素酸化物、粉じん等）、騒音、振動	
	造成等の施工による一時的な影響	水質（水の濁り）、産業廃棄物、残土	
土地又は工作物の存在及び供用	地形改変及び施設の存在	動物、（重要な種及び注目すべき生息地；海域に生息するものを除く）、植物（重要な種及び重要な群落；海域に生息するものを除く）、景観（主要な眺望点及び景観資源並びに主要な眺望景観）	
	施設の稼動	排ガス	大気質（窒素酸化物）、温室効果ガス等（二酸化炭素）
		排水	水質（水の汚れ、富栄養化）
		温排水	水質（水温）、動物（海域に生息する動物）、植物（海域に生育する植物）
		機械等の稼動	騒音、振動
	資材等の搬出入	大気質（窒素酸化物、浮遊粒子状物質、粉じん等）、騒音、振動、主要な人と自然との触れ合いの活動の場	
	産廃物の発生	産業廃棄物	

(6) 主な環境保全措置

a. 大気環境保全対策

- ・ 最新鋭の 1,600℃級ガスタービンを用いたコンバインドサイクル発電方式の採用により、熱効率を現状の 42%から世界最高水準の約 60%に向上させ、発電電力量あたりの二酸化炭素排出量を（CO₂排出原単位）を低減する。
- ・ ガスタービンの燃焼器に低 NO_x 燃焼器を採用し排煙脱硝装置を設置することにより、窒素酸化物の排出濃度及び排出量を低減する。[窒素酸化物排出濃度：4 pp（O₂=16%換算）、窒素酸化物排出量：現状の 1/6 以下の 70.8m³_{N/h}]
- ・ 排煙を集合することにより、窒素酸化物の着地濃度の低減を図る。

b. 温排水対策

- ・ 効率化コンバインドサイクル発電方式の採用により、将来の冷却水量を現状の 6割に低減する。

c. 一般排水対策

- ・ 発電用排水及び生活排水は、既設の排水処理設備により適切に処理する。
- ・ 排水量を現状より低減し、汚濁負荷量を現状より減少する。

d. その他

- ・ 取放水設備、用水設備、排水処理設備及び開閉所設備等の既設設備を有効活用することにより、新設設備の工事量の低減を図る。
- ・ 発電所の敷地面積（面積約 75 万 m²）の約 24%を閉める 18 万 m²の緑地は極力そのまま保全し、引き続き適切に育成管理する。

(7) 主な予測・評価の概要

a. 大気環境

年間の気象データ等に基づいて発電所排煙の着地濃度を予測した結果、煙突から排出された窒素酸化物の着地濃度（年平均値）は現状より大幅に低減し、着地濃度の最大は0.00007ppmと極めて低い濃度になることから、環境への影響は少ないものと考えられる。

また、CO₂排出原単位については、現状の0.470kg-CO₂/kWhから0.327kg-CO₂/kWhに約3割低減する。

b. 温排水

温排水による水温上昇域を予測した結果、海表面の1℃上昇域は現状の13.5km²から将来は7.4km²となり、周辺海域の水温に及ぼす影響は低減されるものと考えられる。

(8) 環境監視計画

工事中は、工事工程の適切な管理を行い、工事関係車両の運行状況の把握、工事排水の水質監視等を行う。

運転開始後は、煙突入り口における排水の窒素酸化物濃度の監視、排水処理施設出口での水質や取放水口における水温の監視等を行う。

(9) 環境影響の総合評価

本事業の推進に当たっては、世界最高水準の高効率コンバインドサイクル発電方式、低NO_x燃焼器、排煙脱硝装置等を採用し、取放水口等の既設設備の有効活用による工事規模の縮小、工事の実施における大気質、騒音、振動及び水質等の対策により、環境に及ぼす影響を可能な限り低減する計画とした。

本事業の実施に伴う環境影響評価を実施した結果、実行可能な範囲内で環境影響を回避又は低減しており、国又は地方公共団体が定めている環境基準及び環境目標等の維持・達成に支障を及ぼすものでなく、本設備更新計画は適正であると評価する。

6.2.2 更新手続き実績とガイドライン適用時の評価について

(1) 姫路第二発電所の環境影響評価の実績

手続きの経緯（添付資料1参照）

- ・ H.19. 5.16 環境影響評価方法書届出
- ・ H.19. 11. 6 経済産業大臣審査勧告
- ・ H.21. 3.26 環境影響評価準備書届出
- ・ H.21.12.18 経済産業・環境大臣審査勧告
- ・ H.22. 1.12 環境影響評価書届出
- ・ H.22. 2. 5 経済産業大臣審査、確定通知

・ H.22. 7. 1 設備更新工事本格着工

(2) ガイドライン適用時の評価について

姫路第二発電所更新においては、「火力発電所リプレースに係る環境影響評価手法の合理化に関するガイドライン」制定以前に環境影響評価の手続きが進められた発電所であり、ここではガイドラインを適用したと仮定し、手続き実績から期間短縮に寄与出来たと想定する日数を表 6.2.2-1 にまとめたものである。

表 6.2.2-1 期間短縮の実績

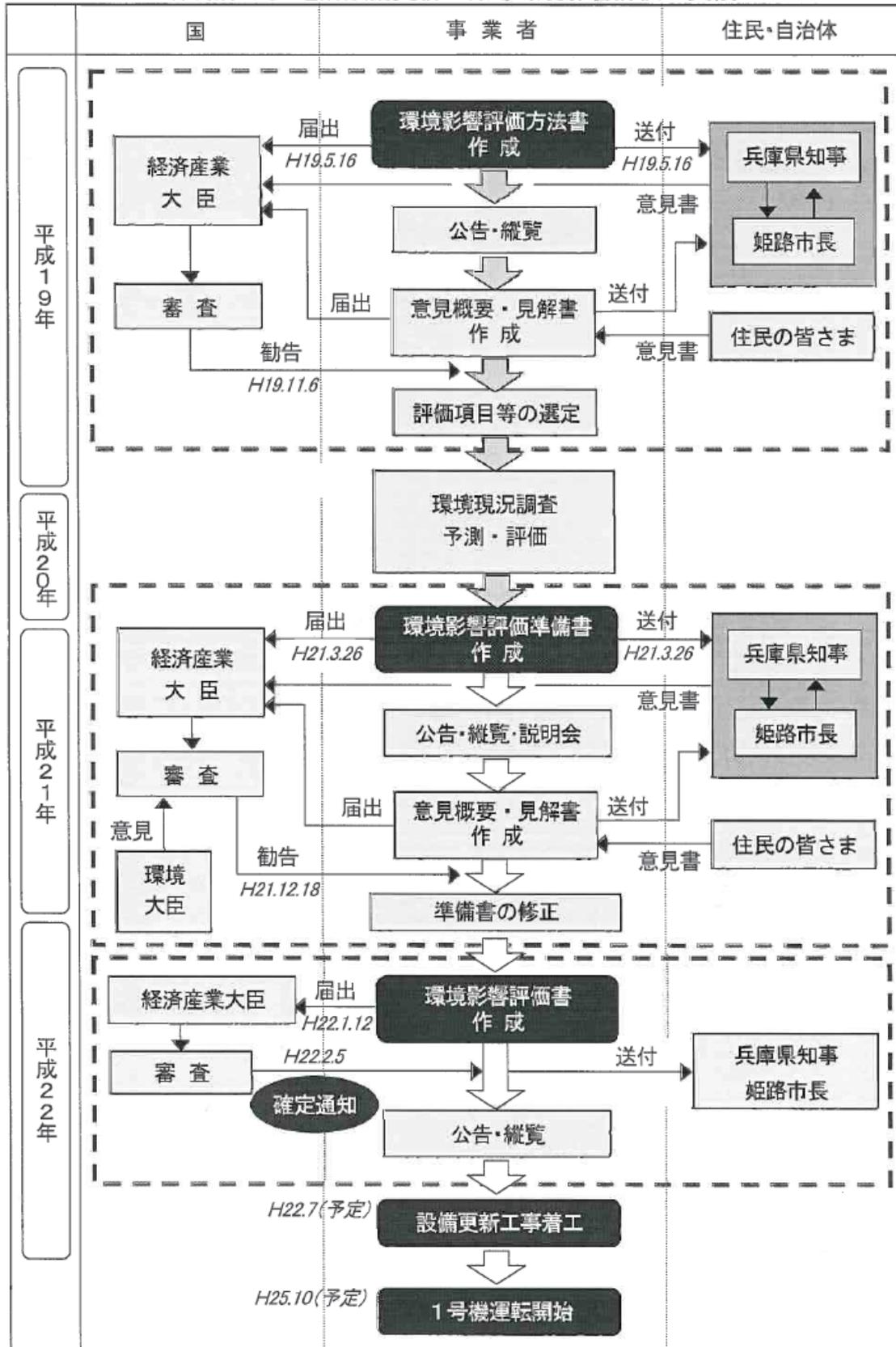
手続き	国による審査機関		
	姫路第二発電所における手続き実績	ガイドライン適用による期間短縮	ガイドライン適用後の所要日数
配慮書※	—	—	—
方法書	174 日	15 日	159 日
準備書	268 日	70 日	198 日
評価書	24 日	20 日	4 日
計	466 日	105 日	361 日

※ 平成 25 年 4 月から導入された配慮書手続きについては、他の手続きと同様に可能な範囲で手続きの迅速化を図るとしている

6.2 の参考文献

- 1) プレスリリース 2010 年 2 月 5 日 関西電力株式会社
「姫路第二発電所設備更新に係る環境影響評価書」に対する確定通知の受領について
<http://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2010/0205-3j.html>
- 2) プレスリリース 2014 年 7 月 22 日 関西電力株式会社
「姫路第二発電所新 4 号機の営業運転開始について」
http://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2014/0722_1j.html

姫路第二発電所設備更新に係る環境影響評価の実績



6.3 坂出發電所（2号機リプレース）

6.3.1 環境影響評価の概要

(1) 事業者の名称、代表者の氏名主たる事業所の所在地

事業者の名称：四国電力株式会社

代表者の氏名：取締役社長 千葉 昭

主たる事業所の所在地：香川県高松市丸の内2番5号

(2) 対象事業の名称

坂出發電所2号機リプレース

(3) 対象事業の目的

電力安定供給の確保、二酸化炭素の排出削減による地球温暖化問題への取り組みを目的として、高効率なコンバインドサイクル発電方式にリプレースする。

(4) 対象事業の概要

a. 対象事業実施区域

坂出發電所（香川県坂出市番の州町）

b. 設備概要等

項目		現 状	設備更新後	
発電方式		汽力発電方式	コンバインドサイクル方式	
発電出力		35万kW	28.9万kW(大気温度5℃)	
使用燃料		重油・コークス炉ガス	天然ガス	
発電端熱効率 (低位発熱量基準)		約43%	約58%	
環境 保 全 対 策	窒素 酸化物	排出 濃度	180ppm	
		排出量	5ppm	
	CO ₂ 排出原単位		176m ³ N/h	11m ³ N/h
	復水器の 冷却方式等		0.49kg-CO ₂ /kWh	0.36kg-CO ₂ /kWh
		海水冷却方式 冷却水量：12.1m ³ /s	海水冷却方式 冷却水量：6.0m ³ /s	

c. 工事期間

工事開始時期：平成 25 年 5 月

運転開始時期：平成 28 年 8 月（予定）

(5) 環境影響評価の項目

影響要因の分析		環境要素の区分	
工事の実施	工事用資材等の搬出入	大気質（窒素酸化物、粉じん等）、騒音、振動、主要な人と自然との触れ合いの活動の場	
	建設機器の稼働	大気質（窒素酸化物、粉じん等）、騒音、振動	
	造成等の施工による一時的な影響	水質（水の濁り）、動物（重要な種及び注目すべき生息地〔海域に生息するものを除く〕）、植物（重要な種及び重要な群落〔海域に生育するものを除く〕）、廃棄物等（産業廃棄物、残土）	
土地又は工作物の存在及び供用	地形の改変及び施設の存在	動物（重要な種及び注目すべき生息地〔海域に生息するものを除く〕）、植物（重要な種及び重要な群落〔海域に生育するものを除く〕）、景観（主要な眺望点及び景観資源並びに主要な眺望景観）	
	施設の稼働	排ガス	大気質（窒素酸化物）、温室効果ガス等（二酸化炭素）
		排水	水質（水の汚れ、富栄養化）
		温排水	水質（水温）、流向及び流速、動物（海域に生息する動物）、植物（海域に生育する植物）
		機械等の稼働	騒音、振動
	資材等の搬出入	大気質（窒素酸化物、粉じん等）、騒音、振動、主要な人と自然との触れ合いの活動の場	
廃棄物の発生	廃棄物等（産業廃棄物）		

(6) 主な環境保全措置

a. 大気環境保全対策

- ・ 発電用燃料を現状の重油・コークス炉ガスから天然ガスとし、発電効率の高いコンバインドサイクル発電を行うことにより、発電電力量当たりの窒素酸化物排出量を大幅に低減する。
- ・ 低 NOx 燃焼器を採用するとともに、排煙脱硝装置を設置し、窒素酸化物排出量を低減する。

b. 温排水対策

- ・ 既存の取放水設備を有効活用し、現状どおり深層取水、表層放水方式とする。
- ・ 温排水量を現状よりも低減し、取放水温度差は現状どおりとする。

c. 一般排水対策

- ・ 発電プラント排水及び生活排水は、既設の排水処理装置において処理を行う。
- ・ 既設発電設備を含めた発電所全体の排水の負荷低減対策を実施する。

d. 温室効果ガス対策

- ・ 発電効率の高いコンバインドサイクル発電方式を採用することにより、発電電力量当たりの二酸化炭素排出量を低減する。

e. その他

- ・ 取放水設備、排水処理装置、開閉所設備等は、既設設備の有効活用を図る。
- ・ 2号機リプレース予定地の敷地境界上に郷土種を新たに植栽し、多様な生物の生息環境の形成に貢献できるよう、質の高い緑地への改善を図る。

(7) 主な予測・評価の概要

a. 大気環境

年間の気象データ等に基づいて窒素酸化物の着地濃度（年平均値）を予測した結果、発電所全体からの排ガスによる最大着地濃度は現状より低減され、低濃度であることから、環境への影響は少ないものと考えられる。

また、発電電力量当たりの二酸化炭素排出量は発電所全体で、 $0.47\text{kg-CO}_2/\text{kWh}$ から $0.39\text{kg-CO}_2/\text{kWh}$ に低減される。

b. 温排水

温排水による水温上昇域を予測した結果、海表面の 1°C 上昇域は発電所全体で、 5.0km^2 から 4.6km^2 に減少することから、周辺海域の水温に及ぼす影響は少ないものと考えられる。

c. 一般排水

発電所の運転に伴う排水中の化学的酸素要求量、窒素含有量の海域への負荷量を現状より低減することから、海域の水質に及ぼす影響は少ないものと考えられる。

(8) 環境監視計画

工事中は、工事工程の適切な管理を行い、工事関係車両等の運行状況を把握するとともに、工事排水の水質測定及び廃棄物の発生量の把握等を行う。

2号機リプレース後は、排ガス中の窒素酸化物濃度等を監視するとともに、総合排水処理装置出口での水質測定、取放水口における水温の監視及び廃棄物の発生量の把握等を行う。

(9) 環境影響の総合評価

本事業は、電力安定供給の確保、地球温暖化問題への対応を目的として、坂出发電所2号機について、燃料を重油・コークス炉ガスから環境負荷の少ない天然ガスに変更し、発電効率の高いコンバインドサイクル発電方式の設備にリプレースするものである。

本事業の推進に当たっては、高効率なコンバインドサイクル発電方式、低 NO_x 燃焼器及び排煙脱硝装置等を採用することにより、大気環境への影響の低減や二酸化炭素排出削減を図るとともに、できるだけ既設設備を有効活用することによって工事量の低減を図り、工事の実施における大気質、騒音、振動及び水質等の環境に及ぼす影響を可能な限り低減する計画とした。

本事業の実施に伴う環境影響評価を実施した結果、実行可能な範囲内で環境影響を回避又は低減しており、国又は地方公共団体が定めている環境基準及び環境目標等の維持・達成に支障を及ぼすものではなく、本計画は適正であると評価する。

6.3.2 更新手続き実績とガイドライン適用時の評価

(1) 環境影響評価の実績

- H22. 4. 1 環境影響評価方法書届出
- H22. 8.19 方法書に対する香川県知事意見（受理日：H22.8.23）
- H22. 9.27 方法書に対する経済産業大臣勧告
- H24. 3.28 環境影響評価準備書届出
- H24. 8. 3 準備書に対する香川県知事意見(受理日：H24.8.6)
- H24.10.19 準備書に対する環境大臣意見
- H24.10.31 準備書に対する経済産業大臣勧告
- H24.11.28 環境影響評価書届出
- H24.12.11 環境影響評価書確定通知

(2) アセス迅速化の内容

下表の大気環境および水環境において、1号機リプレース計画に伴う環境影響評価（平成19年）での既存調査を活用しており、調査項目の簡素化がはかられている。

その他の環境項目については、通常どおり実施されており、調査内容の簡素化にはなっているものの、期間の短縮までには至っていない。

大気環境	高層気象
水環境	水質（COD、T-N、T-P、SS等） 流況※

※通常、四季ごとに実施するが、今回は現況確認のため夏と冬の調査のみ実施

(3) ガイドライン適用時の評価

ガイドライン適用したと仮定し、手続き実績から期間短縮に寄与できたと想定する日数は以下のとおりである。

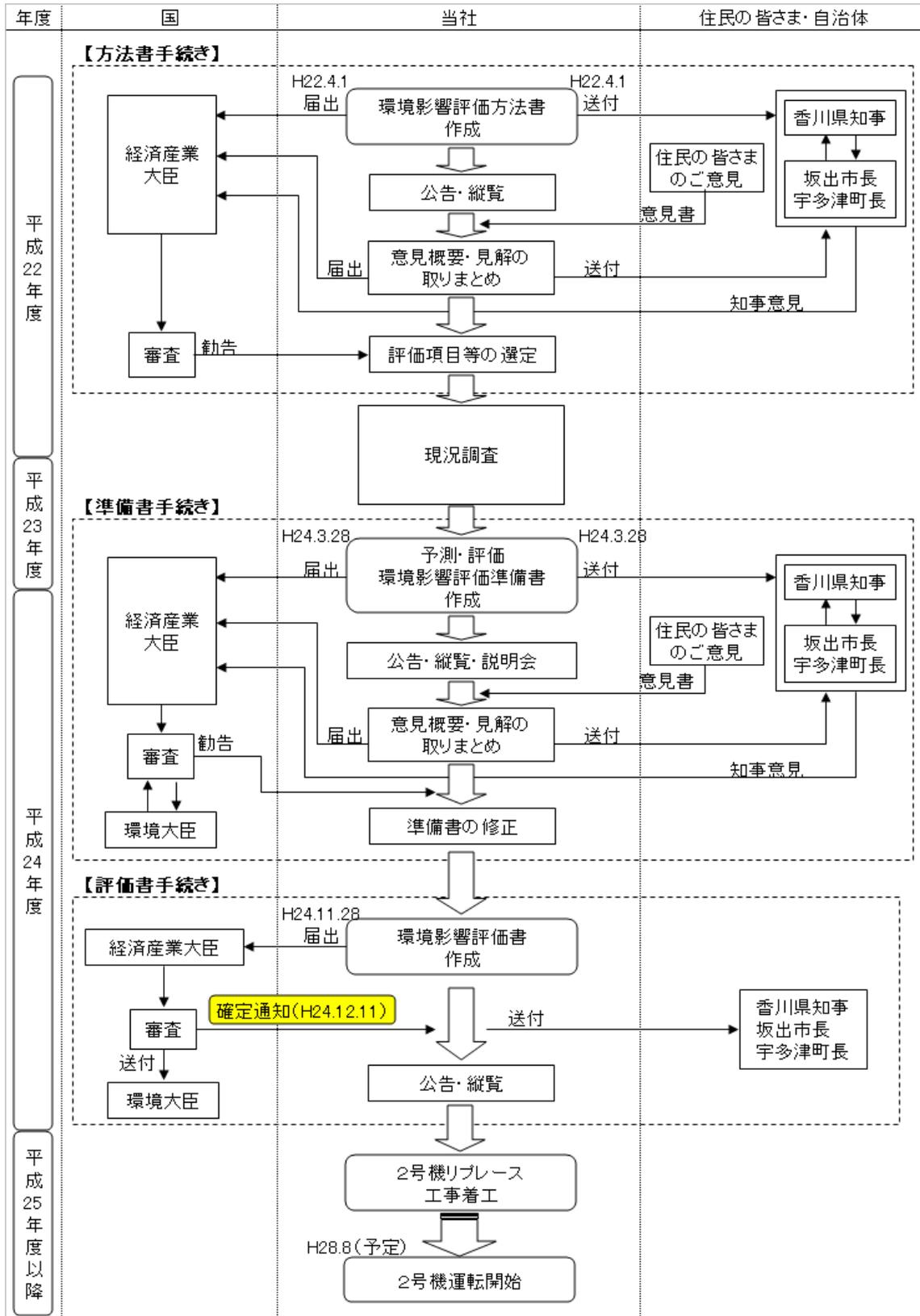
手続き	国による審査期間		
	実績	ガイドライン適用による期間短縮	ガイドライン適用後の所要日数
方法書	180日	15日	165日
準備書	218日	70日	148日
評価書	14日	20日	14日※
計	412日	105日	327日

※期間短縮日数より実績が短いため、実績値を記載

6.3の参考文献

四国電力株式会社 プレスリリース 平成24年3月28日
 坂出發電所2号機リプレース計画 環境影響評価準備書の届出等について
http://www.yonden.co.jp/press/re1203/1180171_1531.html

<参考>環境影響評価手続きの流れ



6.4 富山新港火力発電所

6.4.1 環境影響評価の概要

(1) 事業者の名称、代表者の氏名及び主たる事務所の所在地

事業者の名称：北陸電力株式会社

代表者の氏名：代表取締役社長 久和 進

主たる事務所の所在地：富山県富山市牛島町 15 番 1 号

(2) 対象事業の名称

富山新港火力発電所石炭 1 号機リプレース計画

(3) 対象事業の目的

富山新港火力発電所石炭 1 号機は、北陸電力で一番古い石炭火力であり、新鋭石炭火力に比べて熱効率が劣り、燃料転換を経た改造ボイラーのため負荷追従性が遅い等、運用性が悪いことから廃止することとし、LNG を燃料とする高効率で環境負荷の少ない、当社初となるコンバインドサイクル発電設備（LNG 1 号機）へリプレースする。これにより、一層の電源多様化による安定供給の確保と、更なる二酸化炭素排出量削減による低炭素社会の実現に貢献する。

(4) 対象事業の概要

a. 対象事業実施区域

富山新港火力発電所（富山県射水市堀江千石 1 番地）

b. 設備概要等

項 目			現 状	リプレース後	
ユニット名			石炭 1 号機	LNG 1 号機	
発電方式			汽力	ガスタービン及び汽力 (コンバインドサイクル)	
発電出力			25 万 kW	42.47 万 kW	
燃料の種類			石炭・重油	LNG	
環 境 保 全 対 策	硫黄酸化物	排出濃度	132 ppm	0 ppm	
		排出量	109 m ³ N/h	0 m ³ N/h	
	窒素酸化物	排出濃度	170 ppm	5 ppm	
		排出量	111 m ³ N /h	15 m ³ N /h	
	ばいじん	排出濃度	0.030 g/m ³ N	0 g/m ³ N	
		排出量	19.5 kg/h	0 kg/h	
	CO ₂ 排出原単位			0.86kg- CO ₂ /kWh	0.35kg- CO ₂ /kWh
	復水器冷却方式等			海水冷却方式 冷却水量：8.5m ³ /s	海水冷却方式 冷却水量：9.5m ³ /s

c. 工事期間（予定）

準備工事開始:平成 26 年度(予定)

工事着工 :平成 27 年度(予定)

運転開始時期:平成 30 年度(予定)

(5) 環境影響評価の項目

影響要因の分析		環境要素の区分	
工事の実施	工事用資材等の搬出入	窒素酸化物, 粉じん等, 騒音, 振動, 主要な人と自然との触れ合いの活動の場	
	建設機械の稼働	窒素酸化物, 粉じん等, 騒音, 振動, 水の濁り, 底質の有害物質	
	造成等の施工による一時的な影響	水の濁り, 陸域動物, 陸域植物, 産業廃棄物	
土地又は工作物の存在及び供用	地形改変及び施設が存在	陸域動物, 海域動物, 陸域植物, 海域植物, 景観	
	施設の稼働	排ガス	窒素酸化物, 二酸化炭素
		排水	水の汚れ, 富栄養化
		温排水	水温, 流向及び流速, 海域動物, 海域植物
		機械等の稼働	騒音, 振動, 低周波音
	資材等の搬出入	窒素酸化物, 粉じん等, 騒音, 振動, 主要な人と自然との触れ合いの活動の場	
	廃棄物の発生	産業廃棄物	

(6) 主な環境保全措置

a. 大気環境の保全

- ・ 発電用燃料を石炭・重油から, 排ガス中に硫黄酸化物及びばいじんを含まない LNG に変更することにより, 大気質に及ぼすこれらの環境影響を回避する計画とした。
- ・ 低 NOx 燃焼器を採用するとともに, 乾式アンモニア接触還元法による排煙脱硝装置を設置することにより, 排出される窒素酸化物量を現状より大幅に低減する計画とした。
- ・ 煙突高さについては, 特殊気象時の最大着地濃度や発生頻度等を総合的に検討し, 実行可能な範囲内で影響を低減する計画とした。
- ・ 施設稼働に伴う騒音・振動については, 可能な限り低騒音型機器を採用するとともに, 騒音の発生機器については可能な限り屋内への配置を図り, 振動発生機器については基礎を強固にし, 実行可能な範囲内で騒音・振動を低減する計画とした。

b. 水環境の保全

- ・ 一般排水については, 発電所全体において排水処理設備等の運転管理を徹底する

ことにより、排水負荷量が現状より悪化しない計画とした。

- ・ 温排水については、復水器設計水温上昇値を低減し、さらに、LNG 気化器用水を既設放水口に放水して復水器冷却水と混合することにより、取放水温度差を実行可能な範囲内で低減する計画とした。(復水器設計水温上昇値を 9℃→7℃に低減)

c. 動植物の保全

- ・ 発電設備及び LNG 燃料設備は、発電所敷地及び隣接する工業用地に設置することで、新たな地形改変は行わず、樹木の伐採は必要最小限とすることにより、陸域に生息・生育する動植物への影響を実行可能な範囲内で低減する計画とした。
- ・ 取放水温度差を低減するとともに、既設の取放水口を有効活用することにより、海域に生息・生育する動植物に及ぼす影響を悪化させない計画とした。

(7) 主な予測・評価の概要

a. 大気環境

施設の稼働（排ガス）に伴う窒素酸化物については、現状と比較して十分に小さいことから、実行可能な範囲内で影響の低減が図られているものと評価する。(寄与濃度最大で 0.00049ppm→0.00025ppm に低減)

施設の稼働（排ガス）に伴う二酸化炭素については、排出原単位は、現状の石炭 1 号機の 0.86kg-CO₂/kWh から将来の LNG 1 号機では 0.35kg-CO₂/kWh となり、現状の運用実績をもとに LNG1 号機の利用率を 70%とした場合には、発電所全体でも現状の 0.81kg-CO₂/kWh から 0.49kg-CO₂/kWh と大幅に低減し、十分に低い水準となっている。以上のことから、実行可能な範囲内で影響の低減が図られているものと評価する。

b. 温排水

施設の稼働に伴う温排水については、温排水拡散面積（海表面、1℃上昇域）が現状の 13.8km²から 13.3km²に減少することから、実行可能な範囲内で影響の低減が図られているものと評価する。

(8) 環境監視計画

工事中の環境監視については、工事関係車両等の台数把握、建設機械の稼働による騒音・振動レベルの測定及び工事排水の水質測定等を行う。

運転開始後の環境監視については、排ガス中の窒素酸化物濃度と取排水温度を連続測定するとともに、敷地境界の騒音・振動レベルの測定及び既設総合排水処理装置出口での水質測定等を行う。

(9) 環境影響の総合評価

各種の環境保全のための措置を講じることにより実行可能な範囲内で環境影響を回避又は低減しており、国又は地方公共団体が定めている環境基準及び環境目標等の維持・達成に支障を及ぼすものではなく、本事業の計画は適正であると評価する。

6.4.2 環境影響評価手続きと環境アセス迅速化の実績

(1) 環境影響評価手続きの実績

- ・ 2011. 7.28 環境影響評価方法書届出
- ・ 2012. 1.23 環境影響評価方法に対する経済産業大臣勧告
- ・ 2013. 9.10 環境影響評価準備書届出
- ・ 2014. 1.24 評価準備書に対する経済産業大臣勧告
- ・ 2014. 2.24 環境影響評価書届出
- ・ 2014. 3. 4 環境影響評価書に対する確定通知

(2) 環境アセス迅速化の実績

富山新港火力発電所のケースでは、準備書届出直前に環境アセスの迅速化が運用されたことから、方法書の届出から準備書の届出までは従来通りであり、環境アセスの迅速化が実際に寄与したのは、準備書審査以降であった。

国（経済産業省）や県の協力があり、国の環境審査顧問会や県の審査会をタイミング良く開催して頂き、約 5 ヶ月の短縮となった。

表 6.4.2-1 審査期間の短縮実績

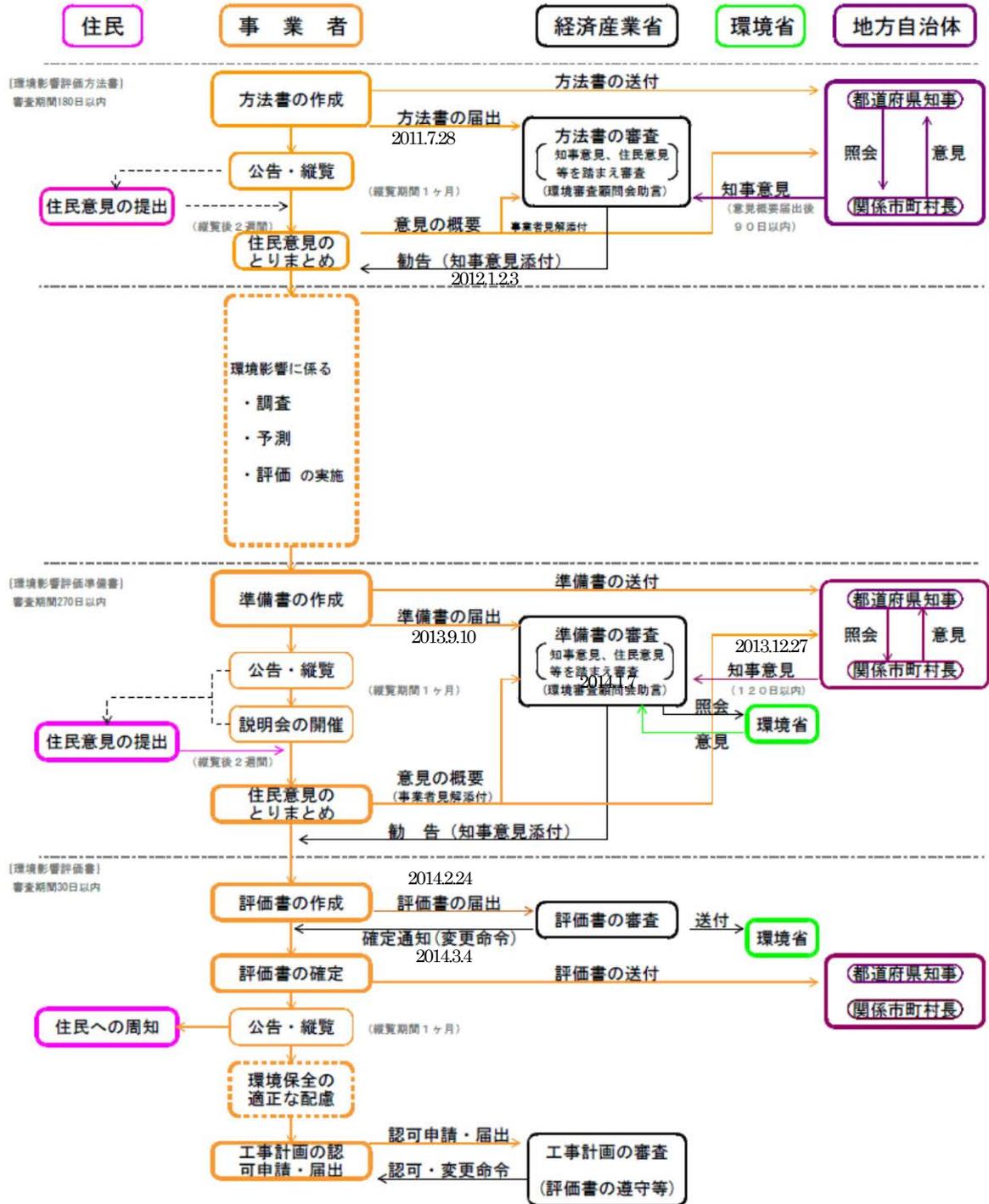
	アセス迅速化に関する中間報告 合理化に関するガイドライン	富山新港火力発電所石炭 1 号機 リプレイス
審査期間	<ul style="list-style-type: none"> ・国、自治体の同時並行審査 ・部会の回数削減と事業者同席 <短縮日数イメージ> 方法書 15 日 準備書 70 日 評価書 20 日 計 105 日	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・同左(3 分科会※の省略) ※大気環境・水環境・自然環境分科会 <短縮実績> 方法書 - 準備書 133 日(270 日→137 日) 評価書 22 日(30 日→8 日) 計 155 日(約 5 ヶ月)
撤去工事	環境影響評価の対象外 (ただし、新設と同時実施分は対象)	対象(従来通り) 準備工事としてアセス評価済
現況調査	条件を満たせば調査の省略が可能 短縮期間=約 14 ヶ月	従来どおり実施 12 ヶ月間実施(2012.12.31 完了)

6.4 の参考文献

プレスリリース 2014 年 3 月 4 日 北陸電力株式会社

富山新港火力発電所 LNG 1 号機開発計画に係る環境影響評価書の確定通知の受領について <http://www.rikuden.co.jp/press/attach/14030401.pdf>

(参考) 富山新港火力発電所 環境影響評価手続きの概略フロー図



6.5 竹原火力発電所

6.5.1 環境影響評価の概要

(1) 事業者の名称、代表者の氏名主たる事業所の所在地

事業者の名称：電源開発株式会社

代表者の氏名：取締役社長 北村 雅良

主たる事業所の所在地：東京都中央区銀座 6 丁目 15 番 1 号

(2) 対象事業の名称

竹原火力発電所新 1 号機設備更新計画

(3) 対象事業の目的

竹原火力発電所は、現在 1~3 号機の計 130 万 kW の石炭火力発電所として稼働しているが、1・2 号機（出力計 60 万 kW）は運転開始以来約 40 年が経過し、設備の高経年化対策が必要となっている。このため、既設 1・2 号機を 60 万 kW の最新の超々臨界圧(USC)微粉炭火力発電設備（新 1 号機）に更新する。また、この最新設備の導入により、SO_x、NO_x、ばいじんを削減し、地域社会の環境負荷低減とともに、エネルギー利用効率の向上により、電力供給システムの低炭素化に貢献する。

(4) 対象事業の概要

対象事業実施区域

竹原火力発電所（広島県竹原市忠海長浜 2 丁目 1 番 1 号）

設備概要等

項目		現 状	設備更新後	
発電方式		気力発電方式	同 左	
発電出力		1号機:25万kW 2号機:35万kW 3号機:70万kW	新1号機:60万kW 3号機:同 左	
使用燃料		石炭	同 左	
発電端熱効率 (高位発熱量基準)		1号機:39.2% 2号機:36.6% 3号機:40.9%	新1号機:42.8% 3号機:同 左	
環境 保全 対策	硫黄 酸化物	排出濃度 (ppm)	1号機:184 2号機:98 3号機:100 新1号機:18 3号機:100	
		排出量 (m ³ N/h)	1号機:160 2号機:106 3号機:217 新1号機:36 3号機:217	
	窒素 酸化物	排出濃度 (ppm)	1号機:75 2号機:60 3号機:60 新1号機:20 3号機:60	
		排出量 (m ³ N/h)	1号機:67 2号機:72 3号機:138 新1号機:40 3号機:138	
	ばいじん	排出濃度 (ppm)	1号機:35 2号機:10 3号機:25 新1号機:7 3号機:25	
		排出量 (kg/h)	1号機:31 2号機:12 3号機:55 新1号機:14 3号機:55	
	CO ₂ 排出原単位 (kg-CO ₂ /kWh)		1号機:0.848 2号機:0.892 3号機:0.798 全体:0.829	新1号機:0.766 3号機:同 左 全体:0.785
	復水器の 冷却方式等		海水冷却方式 冷却水量 1号機:10.55 m ³ /s 2号機:12.77 m ³ /s 3号機:30.83 m ³ /s	海水冷却方式 冷却水量 新1号機:23.33 m ³ /s 3号機:30.83 m ³ /s

工事期間 (予定)

工事着工時期:平成26年3月1日

運転開始時期:平成32年9月(予定)

(5) 環境影響評価の項目

影響要因の分析		環境要素の区分	
工事の実施	工事前資材等の搬出入	大気質（窒素酸化物、粉じん等）、騒音、振動、主要な人と自然との触れ合いの活動の場	
	建設機器の稼動	大気質（窒素酸化物、粉じん等）、騒音、振動、水質（水の濁り）、底質（有害物質）	
	造成等の施工による一時的な影響	水質（水の濁り）、動物（重要な種及び注目すべき生息地；海域に生息するものを除く）、植物（重要な種及び重要な群落；海域に生息するものを除く）、生態系（地域を特徴づける生態系）、産業廃棄物、残土	
土地又は工作物の存在及び供用	地形改変及び施設の存在	流向および流速、動物、植物、生態系（地域を特徴づける生態系）、景観（主要な眺望点及び景観資源並びに主要な眺望景観）	
	施設の稼動	排ガス	大気質（窒素酸化物、硫黄酸化物、浮遊粒子状物質）、重金属等の浮遊物質、温室効果ガス等（二酸化炭素）
		排水	水質（水の汚れ、富栄養化）
		温排水	水質（水温）、流向および流速、動物（海域に生息する動物）、植物（海域に生育する植物）
		機械等の稼動	騒音、振動、低周波音
	資材等の搬出入	大気質（窒素酸化物、粉じん等）、騒音、振動、主要な人と自然との触れ合いの活動の場	
産廃物の発生	産業廃棄物		

(6) 主な環境保全措置

a. 大気環境保全対策

- ・ 現状における最高水準の除去性能を持つ排ガス処理設備（乾式活性炭法による排煙脱硫装置、乾式アンモニア選択接触還元法による排煙脱硝装置、乾式電気集じん法による集じん装置）を設置し、各装置の適切な運転管理を行い性能維持に努めることで、硫黄酸化物、窒素酸化物、ばいじんの濃度および排出量を大幅に低減する。
- ・ 発電電力量あたりの温室効果ガス（二酸化炭素）排出量を以下により低減する。
 - ・ USC（超々臨界圧）技術を適用し、最高水準の発電効率の発電設備を採用する。（蒸気条件の向上：主蒸気温度 600℃、再熱蒸気温度：630℃）
 - ・ 発電所の適切な運転管理および設備管理により発電効率を維持するとともに、所内の電力およびエネルギー使用量の節約等により所内動力の低減を図る。

b. 温排水対策

- ・ 復水器冷却水量は現状と同じとし、取放水温度差も現状どおり 7℃以下とする。
- ・ 冷却水は現状と同等の低流速（約 0.2m/s）で表層取水し、温排水は現状と同等の流速（約 0.6m/s）で表層放水する。

c. その他

- ・可能な限り低騒音・低振動型機器を使用すると共に、騒音・振動・低周波音の発生源となる機器は、敷地境界から離れた配置とする。
- ・緑地の新設・復旧においては、地域の植生に合わせた植栽を行い、動植物の生息・生育環境に配慮する。
- ・住宅地からの景観に配慮した設備レイアウト・色彩とし、植栽を行う。
- ・石炭灰および廃活性炭は、ほぼ全量を有効利用する。

(7) 主な予測・評価の概要

a. 大気環境

発電所から排出される二酸化硫黄、二酸化窒素及び浮遊粒子状物質の将来寄与濃度の予測結果は現状よりも低減され、将来予測環境濃度は環境基準値の年平均相当値に適合していること、重金属等の微量物質の予測結果は、指針値以下であることから、周辺の大気環境に及ぼす影響は少ないものと考えられる。

b. 温排水

温排水による水温上昇域を予測した結果、温排水の拡散予測による水温上昇域(1℃上昇域：海表面)の拡散面積は現状と同じ4.0km²であり、増加は生じないことから、発電所の運転による温排水が周辺海域の水温に及ぼす影響は少ないものと考えられる。

(8) 環境監視計画

工事中は、工事関係車両の台数の把握、建設機械の稼働による騒音・振動レベルの測定および工事排水の水質の測定を行うとともに、廃棄物発生量等を把握する。

運転開始後は、排ガス中の硫黄酸化物、窒素酸化物および排水処理設備出口での水質(化学的酸素要求量、全窒素、全磷、排水量)、取放水温度の常時監視を行うとともに、排ガス中のばいじんおよび発電所敷地境界での騒音・振動、排水処理設備出口での水質(重金属等の微量物質)、放水口での残留塩素の測定、廃棄物発生量等を把握する。

(9) 環境影響の総合評価

本計画の推進に当たっては、現状における最高水準の除去性能を持つ排ガス処理設備を採用することにより大気環境への影響の低減を図るとともに、復水器冷却水は、取放水温度差を7℃以下として温排水拡散範囲を現状と同程度とした。また、緑地の新設・復旧においては動植物の生息・生育環境に配慮し、新1号機発電設備のレイアウトについては近隣住宅地からの景観に配慮し、周辺環境との調和を図った。

温室効果ガス等については、最高水準の発電効率の発電設備を採用すること等により、発電電力量当たりの二酸化炭素排出量を現状より低減することとした。

総合評価としては、実行可能な範囲内で環境影響を回避又は低減しており、国及び地方公共団体が定めている環境基準及び環境目標等の維持・達成に支障を及ぼすものではなく、本事業の更新計画は適正であると評価する。

6.5.2 更新手続き実績とガイドライン適用時の評価について

(1) 竹原火力発電所の環境影響評価の実績

a. 環境影響評価手続きの経緯

H22.12.21	環境影響評価方法書届出	} 国のアセス 迅速化の動き
H23. 6.15	環境影響評価方法に対する経済産業大臣勧告	
H24. 9.25	環境アセスメントの迅速化等に関する連絡会議開始	
11.27	迅速化に関する中間報告公表	
11.30	各都道府県宛に審査の迅速化を通知	
H25. 5.14	環境影響評価準備書届出	
10.25	環境影響評価準備書に対する広島県知事意見届出	
10.28	環境影響評価準備書に対する環境大臣意見届出	
11.15	環境影響評価準備書に対する経済産業大臣勧告	
12.11	環境影響評価書届出	
12.18	環境影響評価書に対する確定通知届出	
H26. 3. 1	竹原火力発電所新1号機建設工事開始	

(2) ガイドライン適用時の評価について

竹原火力発電所新1号機設備更新計画においては、環境影響評価準備書の届出前に「火力発電所リプレースに係る環境影響評価手法の合理化に関するガイドライン」が制定されたことから、下表のとおり準備書および評価書の審査期間が短縮できた。

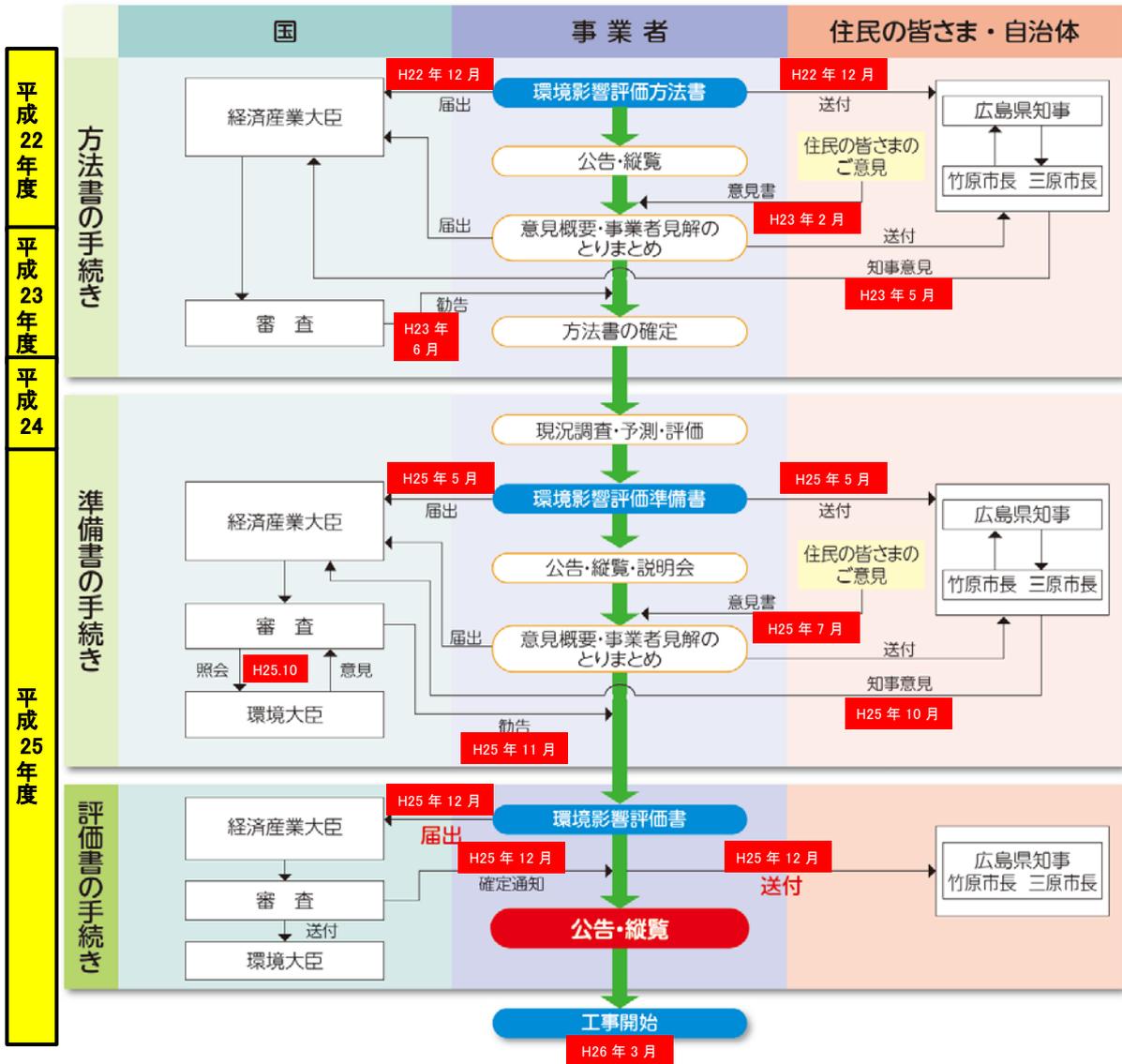
表 6.5.2-1 期間短縮の実績

手続き	国による審査期間		
	竹原火力発電所における手続き実績	ガイドライン適用による期間短縮	ガイドライン適用後の所要日数
方法書	—	—	—
準備書	270日	85日	185日
評価書	30日	23日	7日
計	300日	108日	192日

6.5 の参考文献

- 1) ニュースリリース 2010年8月2日 電源開発株式会社
竹原火力発電所新1号機（設備更新）計画の環境影響評価実施に向けた準備開始について
http://www.jpowers.co.jp/news_release/news100802.html
- 2) ニュースリリース 2013年12月18日 電源開発株式会社
「竹原火力発電所新1号機設備更新計画 環境影響評価書」の確定通知の受領と縦覧について
http://www.jpowers.co.jp/news_release/2013/12/news131218.html
- 3) ニュースリリース 2014年3月3日 電源開発株式会社
竹原火力発電所 新1号機の建設工事開始について
http://www.jpowers.co.jp/news_release/2014/03/news140303.html

竹原火力発電所の環境影響評価の手続きの流れ



6.6 風力・地熱発電所

平成26年12月12日に開催された中央環境審議会 総合政策部会 環境影響評価制度小委員会（懇談会）の資料2-3「迅速化の取組と主な平成27年度環境省予算要求事業」¹⁾によると、風力・地熱発電所設置に係る環境影響評価手続の迅速化として、審査期間の短縮と調査期間の短縮に取り組んでいる。

審査期間の短縮では、送付から経済産業大臣勧告までの日数が標準で270日のところを、浮体式洋上超大型風力発電機設置実証事業105日、能代地区における風力発電事業130日、（仮称）横浜町雲雀平風力発電事業158日、山葵沢地熱発電所（仮称）設置計画134日と大幅に短縮している。

調査期間の短縮では、風力・地熱発電所の現地調査等による動植物・生態系等の環境情報や地方公共団体等が有する動植物分布情報等を収集し環境基礎情報データベースとして整備する環境省の「環境アセスメント情報整備モデル事業」、ならびに事業上のリスクが高い地域において、準備書等において活用可能なデータ整備のため、必要な調査を前倒して実施する事業者に補助を行うことについて検討する経産省の「環境アセスメント調査早期実施実証事業」が検討されている。

「環境アセスメント情報整備モデル事業」では、環境アセスメントに活用できる環境基礎情報（貴重な動植物の生息・生育状況等の情報）のデータベース化及びその提供を通じて、質が高く効率的な環境アセスメントの実施を促進することを目的として、図6.6-1のように取り組むこととしている。

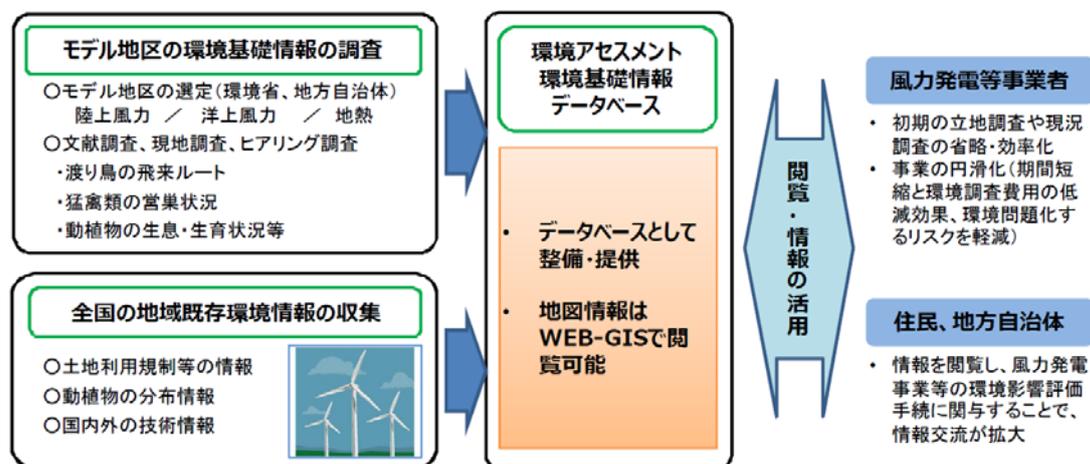


図 6.6-1 環境アセスメント情報整備モデル事業¹⁾

（出展：環境省のホームページ）

これによって、風力発電等により影響を受けやすい場所を予め明らかにすることによる環境影響を回避・低減することができるとともに、事業者が情報を活用することによる質の高い環境アセスメントの効率的な（＝環境調査期間の短縮化）実施を可能とし、風力発電等の早期大規模導入に資することが期待される。

6.6 の参考文献

- 1) 中央環境審議会 総合政策部会 環境影響評価制度小委員会：迅速化の取組と主な平成27年度環境省予算要求事業、懇談会資料 2-3、平成 26 年 12 月 12 日

http://www.env.go.jp/council/02policy/y0212-02/mat02_3.pdf

第7章 おわりに

本報告書では発電所環境アセスメントの迅速化に役立つと考えられる新しい技術の開発動向の一端を紹介した。こうした新たな技術の導入は、環境アセスメントの作業量を増やすように思われる場合もあるかもしれないが、例えば稠密なデータが自動計測できて鮮明な分布図が得られるとすれば、専門家による環境影響の評価や一般のステークホルダーによる理解が円滑に進められ、結果として迅速化につながるものと考えられる。

高効率な火力発電所への転換や再生可能エネルギーの活用は環境負荷の低減だけでなく燃料費の節約にもなるので、環境アセスメントの迅速化によって運転開始が早まれば、新しい技術の導入で環境アセスメントにかかる費用が増えたとしても十分に経済的と考えられる。

また、小規模発電所が多数建設される時代に対応して、新しい技術による調査を国や自治体が広範囲に、かつ先行的に実施して適地を示し、データを公開することが電源開発を促進し、環境影響を低減することに繋がると考えられる。

東日本大震災を契機として原子力発電所の安全対策の見直しが行われ、新たな規制基準による審査が進められており、再稼働が進めば発電所アセス迅速化のニーズは縮小するかもしれないが、本書で紹介した様々な技術は環境アセスメントの迅速化だけでなく、合理化、充実に資するものと期待したい。

新しい技術・手法が導入・活用されるためには検証・改良を経てオーソライズされなければならない。本書がその後押しになれば幸いである。