自然エネルギー財団
JAPAN RENEWABLE ENERGY FOUNDATION

報告書

ニュージーランドにおける地熱発電

―日本への教訓―

上級研究員

水野瑛己

2012 年 9 月

〒105-0021
東京都港区東新橋 2 丁目 18-3　ルネパルティーレ汐留３F
Phone: +81-3-6895-1020, FAX: +81-3-6895-1021
http://jref.or.jp

この報告書に示された見解はあくまで担当者個人の見解であり、
必ずしも自然エネルギー財団の見解と一致するものではありません。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.
当報告書の権利は、自然エネルギー財団に帰属し、電子的・機械的な方法問わず、
いかなる目的でも無断複製および転載・流用はお断り致します。
無断複製・転載禁止

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.

目次

謝辞 **4**
要約 **5**

序論 **7**
ニュージーランドの地熱資源と地熱発電開発 **8**
ニュージーランドの地熱資源 8
ニュージーランドの地熱発電 10
要点 11
ニュージーランドにおける地熱開発の政策・制度のフレームワーク **12**
地熱発電開発のための国のフレームワーク 12
地方自治体の制度のフレームワークとプロセス 15
新しい国レベルの資源開発許可制度と国家重要性を持つ申請がたどる過程 18
要点 20
環境問題と政策のアプローチ **21**
タウポ地熱フィールドにおける歴史的な環境問題 21
政策の変更と現在の環境・資源管理問題、政策のアプローチ 22
要点 30
地元のマオリ族との協力関係の構築 **31**
マオリ族と地熱資源のかかわり、マオリ信託とマオリの雇用 31
協力の必要性 32
例 1: モカイ地熱発電所 Mokai Power Station 34
例 2:ロトカワ地熱発電所 Rotokawa Power Station 36
例 3: ナ・アワ・プルア地熱発電所 Nga Awa Purua Power Station 38
例 4: ワイラケイ地熱発電所 Wairakei Power Station 42
要点 43
リードタイム削減努力 **44**
例 1 : カウェラウ地熱発電所 Kawerau Power Station 44
例 2: ナ・アワ・プルア地熱発電所　Nga Awa Purua Power Station 47
要点 47
ニュージーランドにおける地熱発電の市場競争力 **49**
再生可能エネルギーターゲット 49
新設発電所のコスト競争力 50
ニュージーランドにおける地熱発電所建設コストの内訳 52
要点 54
ニュージーランド地熱発電開発の教訓 **54**
ニュージーランドの地熱発電開発のリスクとボトルネック 54
ニュージーランドの地熱発電開発からの教訓 56

Appendix **60**
参考文献 **65**

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.

図

図 2-1: ニュージーランドの主な地熱地域 8
図 2-2: ニュージーランドの国立公園 9
図 2-3: タウポ火山地帯の地熱フィールド 9
図 2-3: ニュージーランドにおける地熱発電設置量 11
図 3-1: ニュージーランドの地熱発電の政策・事業承認フレームワーク 14
図 3-2: 資源管理法で定められた資源開発許可申請処理の各過程の最大時間 16
図 4-1: タウポ地熱フィールドの中のワライケイとロトルア地熱フィールドの位置 21
図 4-2: ワイカト地方計画に示された「開発」分類の地熱システムの中の重要な地熱徴候 24
図 5-1: タウポ地熱フィールドの中にある 4 例の位置 34
図 5-2: モカイ地熱発電所のビジネスモデル 35
図 5-3: ロトカワ地熱発電所のビジネスモデル 37
図 5-4: ナ･アワ･プルア地熱発電所のビジネスモデル 39
図 6-1: ベイ・オフ・プレンティ東部に位置するカウェラウ 45
図6-2: カウェラウ協力体制 46
図 6-3: ナ･アワ･プルアの事業進行過程 48
図 7-1: ニュージーランドの 1990 年から 2010 年までの電源別発電量 49
図 7-2: ニュージーランドにおける発電所タイプ別コスト範囲(運営開始時) 51
図 8-1: ニュージーランド地熱発電開発におけるボトルネックとそれらの改善方策 55

表

表 2-1: 地熱資源の３区分(SKM 社による分類) 10
表 3-1: ワイカト広域自治体（Waikato Regional Council）による地熱システムの分類図 15
表 4-1: ワイカト地方計画の地熱のモニタリング・オプションから「開発」分類の
地熱フィールド部分の抜粋 28
表 5-1: マオリ族の産業別就業数 32
表 5-2: マオリ族の職種別就業数 32
表 5-3: マイティー・リバー・パワー社とマオリ信託との地熱パートナーシップ 33
表 7-1: ニュージーランドにおける発電所タイプ別コスト比較(運営開始時) 51
表 7-2: 地熱発電タイプごとの推定費用 (2007 年の 100 万ニュージーランド・ドル) 53

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

謝辞

この報告書の作成に当たり、多くの方にご協力、コメントを頂いた。特に江原幸雄氏、野田徹郎氏、安達正畝氏、松永烈氏、村岡洋文氏、山田茂登氏、堀江理夫氏、森清氏、安川香澄氏に感謝するとともに、意見交換会で色々なご質問を下さった地熱発電の関係者の方々にもお礼を言いたい。意見交換会の開催にご協力いただいた独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構の地熱準備本部の方々にも大変お世話になった。

またこの報告書は、ニュージーランドの地熱開発に関わる方々のご協力なくしてはできなかった。New Zealand Geothermal Association の Brian White 氏、Waikato Regional Council の Mark Brockelsby 氏と Jim McLeod 氏には特にお世話になった。三氏とも、私の何度にもわたる質問に懇切丁寧に答えてくださり、ニュージーランドの地熱開発の様々な部分を理解する手助けをしていただいた。また調査に協力していただいた Contact Energy 社の Craig Stephenson 氏、Tauhara North No. 2 Trust の Kevin McLoughlin 氏、SKM 社の Jim Lawless 氏にも深く感謝したい。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

要約

この報告書の目的は、近年地熱発電を増やしているニュージーランドが、どのように日本とよく似た障害を克服してきたのかについて理解を深めることにある。ニュージーランドを選んだ理由は、経済的なレベル、政治的・制度的なレベル、そして技術的なレベルでも、同じ OECD 加盟国としてよく似ていると考えられる点である。またニュージーランドは過去に地熱発電開発が引き起こした環境問題があり、先住民族であるマオリ族の人々との協力関係の構築が必須条件となっていることも、日本の温泉業者との関係構築といった視点から得られることが多いのではないかということがある。 ニュージーランドが近年どのように地熱発電開発を進めてきたかを理解することは、日本の政策担当者や事業者が様々な困難を克服していくために重要な示唆を与えてくれると考える。特にこの報告書では、ニュージーランドにおける 1) 地熱開発にかかわる制度や政策のフレームワーク、2) マオリ族の人々との協力関係の構築、3）政策や事業者のリードタイムの削減努力、そして、4) 地熱発電のコスト競争力、について考察している。

ニュージーランドは火山地帯にあり、地熱資源に恵まれ、地熱発電も早くから手掛けてきた。しかし過去には持続不可能な地熱開発の手法を用いたことで、地盤沈下や間欠泉の消滅といった様々な環境問題が起こっている。こういった問題を克服するためニュージーランドでは、以下のような国の自然資源を管理するための独自の制度フレームワークが作られてきた。このような制度のフレームワークの形成と長年にわたる修正の努力は、資源開発許可申請にかかわる事業者側の不確実性を軽減し事業を呼び込みやすい環境を形成することに役立っている。

- 1991 年に制定された資源管理法（Resource Management Act）が、地熱資源とその他の自然資源の開発を管理する根拠法である。この法律は明確に、環境省、環境法廷、広域自治体、地区自治体、そして事業者にちがった責任を課す。
- 特に 1 つ 1 つの広域自治体は、それぞれの地方政策(Regional Policy Statements)と地方計画(Regional Plan)を制定し、開発可能な地熱資源とそうでないものを明確に分類して資源開発と環境保護のバランスを取り、Resource Consent と呼ばれる事業者からの「資源開発許可」の申請を処理し決定を下す責任を負う。
- 通常「政策、プログラム、計画」に対する環境アセスメントである「戦略的環境アセスメント」が地方政策と地方計画の両方に適用され、この地方政策策定プロセスを通じて資源管理についての地元のコンセンサスが得られるように法制度が作られている。
- 2009 年の資源管理法の改正では、特に国家的な重要性のある大規模事業の申請処理を短縮するために申請方法に新しいオプションが設定された。
- 環境影響評価は、資源開発許可申請の一部として広域自治体に提出され、地方政策と地方計画によってその項目や方法が明確に規定されている。しかしその運用は広域自治体によってフレキシブルになされており、事業者に過度の負担をかけないようにしながらも、地熱発電所が運営を始めた後にも定期的なモニタリングとその結果を報告する義務を課すことで、開発権を得ることが環境保全の責任を伴うシステムになっている。実際の状況に合わせて運用を変更し、結果を重視していくアプローチは、事業者にフレキシビリティをあたえ、もっとも実務的でイノベイティブかつ個々の場所の特徴を考慮した方法を各事業に組み込むのに有効である。
- 段階的開発や地熱流体の使用後の還元、地熱貯留槽開発計画といった方法を、政策として明確にすることで持続可能な地熱資源の開発を推進している。

ニュージーランドにおけるもう 1 つのユニークな特徴は、地元の先住民マオリ族との協力関係構築に見られる。ニュージーランドの大部分の地熱資源は、多数のマオリ族の人々に所有される土地の地下にあり、事業者はそういった土地へのアクセス権をすべての土地所有者から得なければならない。マオリ族とヨーロッパ移民との間の歴史的な土地所有をめぐる確執や地熱発電が起こしてきた環境問題は、事業者がマオリの人々から開発の同意を得ることをしばしば難しくしてきた。こういった状況を鑑み、さまざまな努力が事業者によってなされてきた。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

- 多数のマオリの人々によって所有される土地を一括して開発することで所有者達のために利用するための手段である「マオリ信託」と合弁事業を形成するのは 1 つの成功例であり、そういった地熱発電開発事業は、継続的かつ実質的な報酬をマオリの人々にもたらしている。それは土地の継続使用料であり、政府から得た炭素クレジットの国際市場での転売利益であり、新しい雇用機会でもあるが、事業者との商業的取引形成経験から得たビジネス知識や能力であったりもする。合弁事業の所有権形態は長年にわたって変化してきており、マオリ族と事業者の間の信頼関係が強まってきていることを示す。
- 地元住民との関係構築は事業者の便益にも繋がり、資源開発許可申請の処理時間を短縮したり、様々な制度やビジネス契約上の過程をスムーズに通り向けていくために大いに役立っている。
- 事業者側は様々な媒体を用いて事業を地元住民に説明し、環境影響やビジネス評価の第 3 者専門家による技術的・中立的な情報やデータの共有がなされ、公式な、そしてもっと個人的なレベルでの相互理解の機会が作られている。

リードタイムの長さは 5 年から 7 年で、他の再生可能エネルギープロジェクトと遜色なく、大きな障害とは見なされていない。リードタイムの削減努力は、制度上でもビジネス上でも見受けられる。

- 制度的には、
  - 2009 年に作られた国家的大規模プロジェクトの申請への新しい申請方法で申請時間を、通常 1 年から 2 年であったものを最長 9 か月にし、不確実性とコストを大幅に軽減している。
  - 資源管理法は、資源開発許可の申請処理について、それぞれの段階で自治体がかけてもよい最長時間を法的に設定し、申請処理の迅速化を図っている。
- 事業者側では、資源開発許可の申請と同時進行で様々なビジネス契約交渉を進めたり、請負業者との協力とロジスティックスの努力で建設期間を短縮する方法を取っている。

ニュージーランドにおける地熱発電のコスト競争力は非常に高く、「2025 年に電力供給の 90%を再生可能エネルギーで賄う」という目標も、再生可能エネルギー全般を後押ししている。

- 国内の電源別コスト比較では、発電量当たりの競争力が、火力・再生可能エネルギー電源のオプション中でも最も強い。kW あたりの建設コストは高いが、高い稼働率、燃料費のなさが、FIT などの財政的政策なしでも地熱の発電量当たりのコストを主要電源の中でもっとも低くする。

この調査から、日本の地熱発電開発にかかわる複雑な開発許可へのプロセスが長期にわたる制度と、ニュージーランドの明確な制度設計と広域自治体が主となって推進する責任の明確な分担との違いの大きさがわかる。これは環境影響評価のシステムにもいえる。事業や対象となる地熱フィールドの特徴や地元住民への影響といった観点から、広域自治体が環境影響評価の範囲を変える臨機応変な運用がなされる背景には、明確な地方政策の方針が設定されていることがあり、戦略的環境アセスメントでコンセンサスが得られた後に行われる事業環境影響評価での許可・不許可の不確実性は少ない。段階的開発を政策として取り入れる明確な姿勢も持続可能な資源管理に役立つ。また、地元住民との協力関係を築くための事業者側の誠実な努力の大きさも見逃せない点であり、中身は違っても日本の温泉業者や地元住民との関係をどのように誠実に構築していくべきなのか、という視点から大きな指針を得る材料となる。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

1. 序論

2011 年 3 月 11 日の東日本大震災によって引き起こされた福島第 1 原子力発電所の事故により高まった再生可能エネルギーへの大きなうねりは、2012 年 7 月 1 日の再生可能エネルギー特別措置法の施行へとつながり、国民の関心も高まっている。しかしまだ、たくさんの規制も残り、再生可能エネルギーの導入については多くの問題が横たわる。また電源ごとに違った問題も多い。

様々な再生可能エネルギー源の中で、地熱は日本における資源の豊富さ、太陽光や風力などの断続的なエネルギー源とは違い高い稼働率からもベースロードとして期待が寄せられる資源ではあるが、多くの障害のためこの 15 年ほど大型の地熱発電は開発されていない。そういった障害のいくつかは非常に日本的な問題であり、新しい固定価格全量買い取り制度の下でも解決に時間が掛かると予想されている。しかしこういった障害を取り除かなければ、日本における地熱発電の発展が望めないのは事実である。

この報告書の目的は、近年地熱発電を増やしているニュージーランドが、どのように日本とよく似た障害を克服してきたのかについて理解を深めることにある。ニュージーランドを選んだ理由は、経済的なレベル、政治的・制度的なレベル、そして技術的なレベルでも、同じ OECD 加盟国としてよく似ていると考えられる点である。またニュージーランドは過去に地熱発電開発が引き起こした環境問題があり、先住民族であるマオリ族の人々との協力関係の構築が必須条件となっていることも、日本の温泉業者との関係構築といった視点から得られるものが多いのではないかということがある。 ニュージーランドが近年どのように地熱発電開発を進めてきたかを理解することは、日本の政策担当者や事業者が様々な困難を克服していくために重要な示唆を与えてくれると考える。

この報告書の構成は以下のようになっている。まずこの序論に続いて、第 2 章では簡潔にニュージーランドの地熱発電の状況を説明する。第 3 章ではニュージーランドの地熱発電に関わる政策・制度のフレームワークを分析する。続く第 4 章では地熱発電によって引き起こされた環境問題の概観と現在の改善策を、第 5 章では地熱発電事業者とマオリ族との間に構築された協力関係の事例を紹介し、第 6 章で国や事業者によるリードタイムの削減努力の例を紹介する。第 7 章ではニュージーランドにおける様々な電源の発電コストの比較を行い、地熱発電のコスト競争力を分析する。最後にニュージーランドにおける地熱発電開発のボトルネックとその改善策、そして日本への教訓をまとめる。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

2. ニュージーランドの地熱資源と地熱発電開発

1) ニュージーランドの地熱資源

ニュージーランドは、火山地帯に位置し優勢な地熱資源が存在する国である。地熱は 2011 年時点で、国の第一次エネルギー全体の 11%を占め、電力供給の 13%をまかなっている (EECA, 2012; NZGA, 2012b)。

図 2-1 はニュージーランドの主な地熱資源の位置を示しているが、摂氏 200℃以上の地熱発電に適した資源は、北島とくにオレンジ色の部分で示されるワイカト（Waikato）領域にあるタウポ火山地帯(Taupo Volcanic Zone)に集中している。このタウポ火山地帯では、その中にある 29 の地熱資源のうちの半分が地熱の有効利用に適していると見なされており、すでに約 750MW の地熱発電が設置されている。さらに北に位置するナーハ（Ngawha）には 25MW の地熱発電設備が設置されている。低温の地熱資源は国中に散らばっており、おもに娯楽目的に用いられている (NZGA, 2012a; 2012b)。

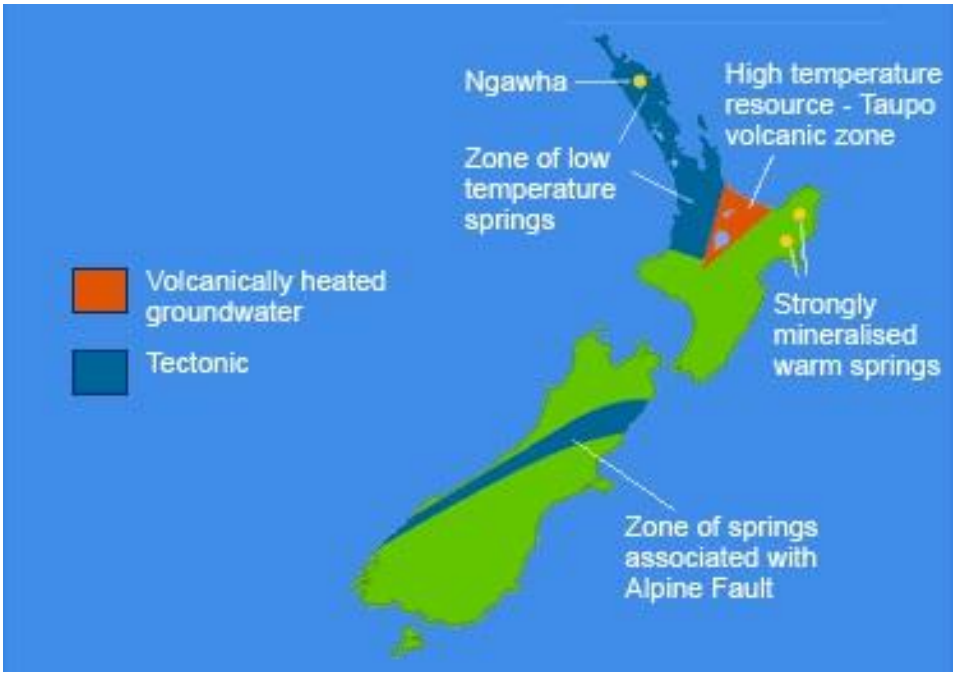

図 2-1: ニュージーランドの主な地熱地域
出典: EECA 2012

図 2-2 は 14 の国立公園の位置を示す。図 2-1 と 2-2 の 2 つの地図を 照らし合わせると、タウポとナーハの 2 つの地熱資源が位置する場所は、おおむね国立公園地域の外側にあり、日本と比較して開発のしやすさがうかがわれる。図 2-3 はタウポ火山地帯の中にある地熱資源の位置を示している。

表 2-1 は、ニュージーランドで地熱発電に適するとされる資源を 3 分類したものである。低温資源と分類されたものでさえ平均温度は 230℃であり、ニュージーランドには地熱発電に適した資源が存在することがわかる。[1]

[1] 日本においては、発電に適する高温の地熱資源は摂氏 150℃以上の資源と考えられている。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

図 2-2: ニュージーランドの国立公園

イメージ出典: Department of Conservation /Explore New Zealand 2012

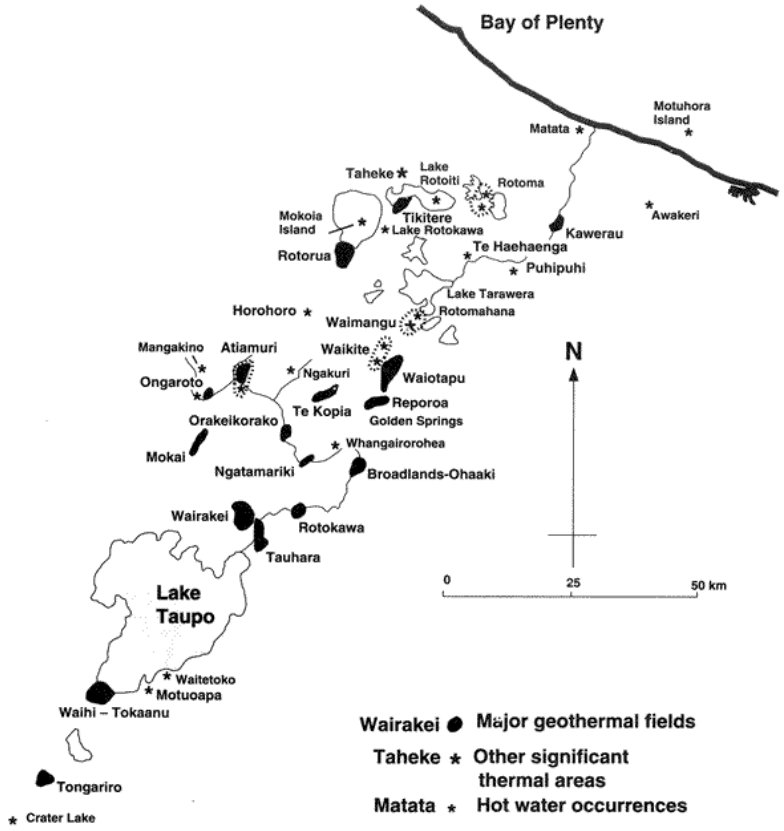

図 2-3: タウポ火山地帯の地熱フィールド

出典: NGZA 2012a

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

表 2-1:地熱資源の 3 区分(SKM 社による分類)

出典: SKM 2009

資源のタイプ	温度	過熱蒸気の有無	坑口圧力	フィールドの例
高温/ 高生産性	300℃以上	摂氏 300℃の水のエンタルピーより 10%高い過熱状態	20 気圧（Bar.a）	Mokai, Rotokawa, Kawerau
中温/中程度の生産性	平均 260℃	過熱蒸気なしの熱水貯留層	5 気圧（Bar.a）	Wairaikei, Ohaaki, Tauhara
低温/中程度の生産性	平均 230℃	過熱蒸気なしの熱水貯留層	5 気圧（Bar.a）	Ngawha, 高温資源の流出エリア

2) ニュージーランドの地熱発電

ニュージーランドの電力セクター

ニュージーランドでは、1998年の電力産業再編法（Electricity Industry Reform Act）が発送電分離を行なったことに従い、発電部門は自由競争に開放しているが、送電部門は政府(Trans Power)によって所有・コントロールされている。

1980年代半ばまでは発電と送電は共に政府の責任下にあり、発電・送電事業は100%エネルギー省の電力部によって所有されていた。大部分の消費者への配電は地方自治体が所有する61の電力供給会社が行う一方、少数の大型需要家はエネルギー省の電力部から直接送電網を使って供給をうけていた。この状況が変わったのは1986年で、この年に出来た商法（Commerce Act 1986）が独占を限定し競争市場を育成するためのフレームワークを提供し、同じ年の国営企業法（State Owned Enterprises Act of 1986 ）が国営事業を商業化する道筋をつけたことにより、1988年に国営発電会社（Electricity Corporation of New Zealand、ECNZ）が作られ、また送電部分の独占を保つためにECNZの子会社として送電会社Trans Powerが生まれた。その後1992年のエネルギー会社法（Energy Companies Act of 1992）によって、配電をしていた公営の電力供給会社が民営化され、また外国資本の参入も可能になる。また同法は電力供給独占の法的根拠をなくした。

1998年の電力産業改革法（Electricity Industry Reform Act 1998）によって、ECNZは1999年4月に最終的に、ジェネシス・パワー社（Genesis Power Ltd、全電力供給量の18%)、マイティー・リバー・パワー社(Mighty River Power Ltd、全電力供給量の13 %)、そしてミレディアン・エネジー社(Meridian Energy Ltd、全電力供給量の30 %)、コンタクト・エネジー社（Contact Energy Ltd、全電力供給量の25%）の4つの国営企業に分割される。コンタクト・エネジー社は、1999年半ばに株式を上場し民営となった。これらの4社は、現在もニュージーランドの電力市場を支配している。このうち、マイティー・リバー・パワー社と コンタクト・エネジー社が地熱発電を活発に推進している。

地熱発電

ニュージーランド最初の地熱発電所ができたのは1958年で、それ以後1990年代半ばまでの設置規模は280MW程度であった。しかしその後開発が進み、2010年末時点で747MWの地熱発電が設置されさらなる開発が計画されている。最近の地熱発電の増加を支える重要な2つの要因は、1) 干ばつによる水力発電の低下を補うため、と2) 輸入石油、天然ガス、そして石炭への依存を減らす、という目的を明確に政府が掲げていることである (NZGA 2012b)。ニュージーランドは、2010年時点で世界第6位の地熱発電国になっている (IGA 2012)。現在、再生可能エネルギーはニュージーランドの70%の発電量をまかなっているが、国は2025年の再生可能エネルギーの電力供給に占める割合を90%にするというターゲットを掲げている (Ministry of Economic Development, 2011b)。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

Lawless (2002) はニュージーランドにおける現在の技術で利用可能な高温地熱資源を評価しているが、それによると中央値で 3600MW の発電が可能であると推測されており、これは現在の設置量の 4.8 倍、つまりまだ 20%の資源しか利用されていないということになる。

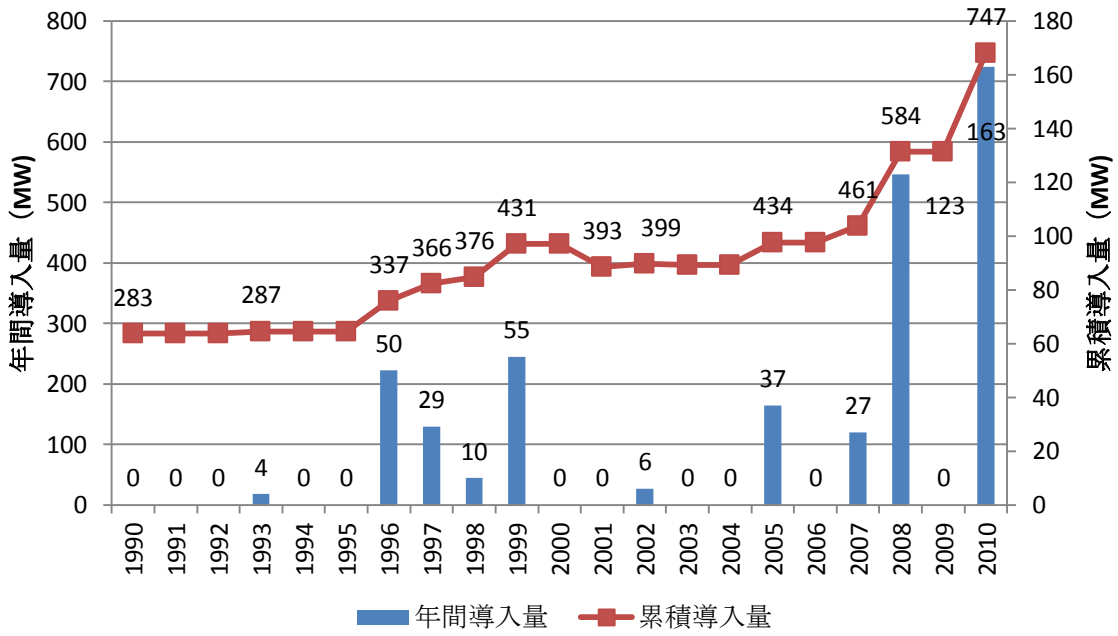

図 2-4:　ニュージーランドにおける地熱発電設置量

データ出典: NZGA 2012b

3)　要点

ニュージーランドには、火山地帯に位置し、発電に適する地熱資源が存在しており長い地熱発電の歴史がある。現在の地熱発電の設置量は世界第6位となっていて、発電量の13%の電力供給をまかなっている。国内の地熱資源は高温・高熱量で、その資源のほとんどは北島、特にタウポ火山地帯とナーハ地熱フィールドに位置しており、それらは国立公園と重なってはおらず開発のしやすさがうかがえる。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.

3. ニュージーランドにおける地熱開発の政策・制度のフレームワーク

1) 地熱発電開発のための国のフレームワーク

ニュージーランドでは、1991 年に制定された鉱業法（Crown Minerals Act 1991）が、石油、ガス、その他の鉱物資源の管理をする法律である一方、地熱は、政府を含む誰にも所有されない「水」であると考えられ、環境と資源管理ための法律として 1991 年に制定された資源管理法（Resource Management Act、RMA 1991）によって管理される。2 つの法律の違いは、前者の管理する鉱物資源は政府によって所有され国からの土地のリース (貸付) によって開発されるのに対し、後者が管理する地熱などの自然資源・物理的資源は政府を含む誰の所有でもないことである (EPA, 2012a; NZGA 2011; White 2006)。

資源管理法は、「ニュージーランドの自然および物理的資源の持続可能な管理」を目的とする法律である。資源管理法は、持続可能な管理を以下のように定義している:

> "managing the use, development, and protection of natural and physical resources in a way, or at a rate, which enables people and communities to provide for their social, economic, and cultural well-being and for their health and safety while; meeting the needs of future generations, safeguarding the environment, and avoiding, remedying, or mitigating any adverse effects of activities on the environment."

つまり「持続可能な管理」で重要になるのは、「将来の世代のニーズ」、「生態系の生命維持能力の保護」、そして「活動の有害な影響の処理」の 3 点である(New Zealand Government, 1991) 。

資源管理法は 1991 年以来何度か改定されており、ニュージーランドの自然及び物理的資源の持続可能な管理を統括する法律である。資源管理法は、政府と広域自治体に違った役割を課す。国（政府）は、国家的に重要な資源にかかわる問題に対して国家政策（National Policy Statements、NPSs)及び国家環境基準（National Environmental Standards)を策定する責任があるのに対し、Regional Council と呼ばれる州または県レベルの広域自治体は、地方政策（Regional Policy Statements、RPSs) 及び地方計画(Regional Plan、地方政策を実施するためのルール)を設定して、土壌、大気、水、公害、そして海岸に関する問題を管理し、その下の District Councils と呼ばれる市町村レベルの自治体が、同じ地方政策・計画のもとに、土地の分割や騒音といった問題を管轄することになっている(White 2006)。

地熱の開発に関しては、いずれのレベルの地方自治体も 2008 年に策定された「電力送電にかかわる国家政策（NPS on Electricity Transmission）と 2011 年に策定された「再生可能エネルギーに関する国家政策（NPS on Renewable Electricity Generation）に従う義務があり、もし必要であればそれぞれの国家政策の策定の 4 年以内に、それぞれの自治体が、地方政策と地方計画を国家政策に従って変更する義務がある。しかしこれは、国家政策が資源管理法の代わりになるという意味でも、またそれ以上の効力を発揮するということでもなく、あくまで国家政策は「持続可能な資源の管理という資源管理法の目的を達成するために必要な関連事項を考慮する意図で策定されたもの」という位置づけである (MfE, 2012a)。

資源管理法によって義務づけられているのは以下の項目である:

- それぞれの広域自治体 (Regional Council) は、「戦略的環境アセスメント」を通過した地方政策と地方計画を策定する (資源管理法　第32節) ;
- 事業者は 、開発事業、または自然・物理的資源の利用に関して、Resource Consentと呼ばれる「資源開発許可」を、その資源を管轄する広域自治体から得る必要がある。「資源開発許可」は資源の所有権をあたえるものではなく、資源を利用する権利を許可された条件のもとで与

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

えるだけのものであり、その資源利用権は最長で35年間である。資源開発許可を得た者は、許可から5年の間にその権利を行使する必要がある；
- 広域自治体は、地熱を含む自然資源の利用に関する「資源開発許可」を発行・履行する；
- 事業者は、資源開発許可の申請に環境影響評価（Assessment of Environmental Effects、AEE）を含んで提出しなければならない。

図 3-1 に、1991 年の資源管理法と 2009 年の資源管理改正法によって定められる地熱発電 の政策・開発事業許可フレームワークを示す。

ここで重要なことは、図 3-1 で示されているように、資源管理法の下では、国家環境基準、国家政策、地方政策、地方計画のすべてが、戦略的環境アセスメント（Strategic Environmental Assessment、SEA)を通過しないといけない点である(Memon 2005)。国際影響評価学会（IAIA）は、「SEA は、提案された政策・計画・プログラムにより生ずる環境面への影響を評価する体系的なプロセスである。その目的は、意思決定のできる限り早い適切な段階で経済的・社会的な配慮と同等に環境の配慮が十分に行なわれ、その結果適切な対策がとられることを確実にすることである」と定義している。戦略的環境アセスメントは、「政策や計画など、事業のよりも上位の戦略的な意思決定段階でアセスメントを行なうこと」であり、「事業を行なうか否か、行うのならどこでどのように行うか。そのような上位段階の意思決定」のことを言う(原科幸彦、2011)。また戦略的環境アセスメントを通す政策や計画の決定プロセスは、政策や計画が規定する資源管理や開発の在り方について、住民のコンセンサスを事業環境影響評価の前に形成するので、個別の事業環境影響評価の不確実性を減らすという役割も持つ。

地方政策、地方計画、個々の事業ベースの環境影響評価（AEE）、資源開発許可の承認は、基本的に地方自治体（Regional and District Councils）でなされるため、環境政策や計画は相対的に自治体レベルで統制がとれたものになる。1 つ 1 つの地熱発電開発は、それぞれ約 15 の資源開発許可を得る必要があり、それらは地熱流体や真水の採収、蒸気やほかのガスの大気への放出、地熱流体の地下への還元や地表や水域への放出、坑井の掘削、そして道路建設や管理、といったことへの許可である。

上記は、通常の地熱に対する資源開発許可申請がたどる経路であるが、2009 年 9 月にニュージーランド政府は資源管理法を改正し（Resource Management (Simplifying and Streamlining) Amendment Act 2009 、RMAA 2009)、新たに 2 つの資源開発許可経路を追加した。その結果、2009 年の 10 月 1 日から、3 つの資源開発許可を得る経路が存在することになった。現在、事業者は 1）これまでのように広域自治体に申請をし、その自治体が設置した査問委員会での公聴会を経て資源開発許可を得る、2）広域自治体の資源開発許可を経て直接国の環境法廷に申請をする、または、3) 国家的な重要性を持つ大型プロジェクトに関しては、環境省の下にある環境保護局（Environmental Protection Authority、EPA）に直接申請をして、環境保護局が介入を認めた場合に招集する査問委員会と公聴会を経て資源開発許可を得る、という 3 つの経路のうちどれかを選択することができる。ただし、2 番目の選択肢は自治体で資源利用承認が得られても、住民に環境法廷に持ち込まれることが濃厚なケースのみに、そして最後の選択肢は大型プロジェクトのみに適用されるものとなっている。また 3 番目の選択肢に関しては、事業者は環境省の直接の介入をロビイングして、「国家的に重要なプロジェクト」として位置づけてもらい、従来の広域自治体を通す経路ではなく、こちらの経路を通って、許可までの時間を短縮するように仕向けることもできる(Brockelsby, 2012a,2012b)。

いずれの経路を取るにしても、同じ地方政策と地方計画が判断の基準となり、また市民や専門家への諮問や相談が義務付けられている。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

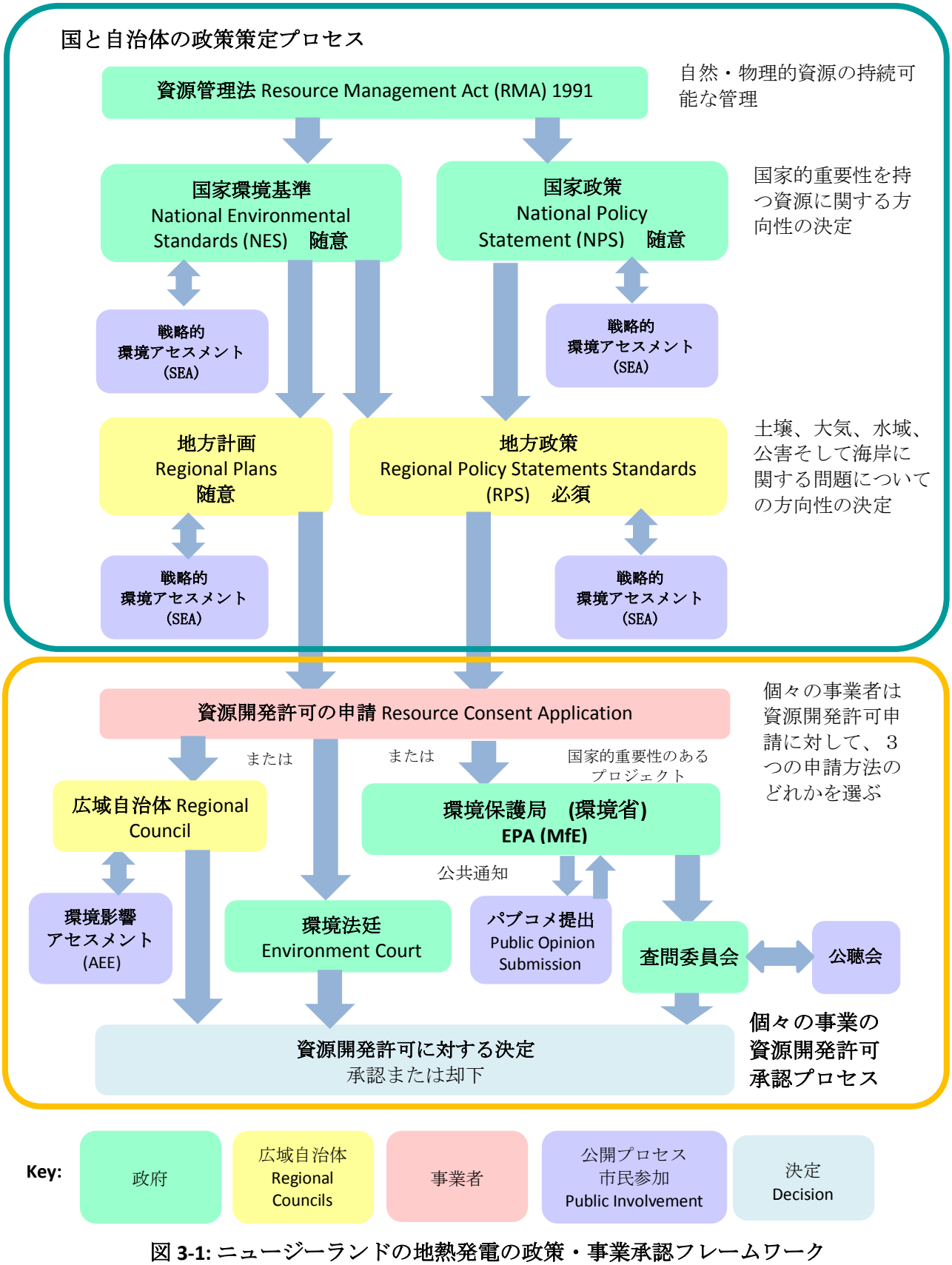

図 3-1: ニュージーランドの地熱発電の政策・事業承認フレームワーク

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.

2) 地方自治体の制度のフレームワークとプロセス

ニュージーランド国内で高温地熱資源が存在している地域に位置し、地熱発電の承認に係る広域自治体は、ノースランド広域自治体(Northland Regional Council)、ワイカト広域自治体(Waikato Regional Council)、そしてベイ・オブ・プレンティ広域自治体(Bay of Plenty Regional Council)の 3 つのみである。ワイカト広域自治体とベイ・オブ・プレンティ広域自治体は、タウポ火山地帯の地熱資源を統括的に管理するために、データやそれぞれの政策方針の共有を行なうための覚書を交わしている。3 つの広域自治体の中では、ワイカト広域自治体が国内の高温地熱資源の約 80%を管理をし、ノースランド広域自治体がタウポ火山地帯以外での唯一の高温地熱資源であるナーハ地熱システムの管理している(NZGA, 2011; 2012b)。

先述したように、資源管理法は違った責任を、環境省、環境法廷、地方自治体に課しているが、その中で最も大きな責任を担うのは広域自治体である。広域自治体は、重要な資源管理の問題を明確にし、政策の目的、それを施行する方法と予期される結果を定義し、資源の持続可能な管理ができているかどうかをモニタリングする責任を負う。そして政策、施行方法、結果の予測をするにあたっては、もっとも効率よく効果的で、公平な選択をなすことが義務づけられている。

ワイカト広域自治体とベイ・オブ・プレンティ広域自治体は両方、多数の地熱資源を管理する責任があり、違った管理方法が適用されるカテゴリーに地熱資源を分類している。表 3-1 は、ワイカト広域自治体が用いている分類である。ワイカトの分類は、それぞれの地熱システムの「価値の高い資源表面の特徴の保護」と「開発」をバランスさせる目的で分類されている(NZGA 2011)。政策目的は、各分類ごとに決められており、その政策目的とそれを遂行するための方法が地方政策と地方計画の中で策定されている(Waikato Regional Council, 2000, 2008)。

表 3-1: ワイカト広域自治体（Waikato Regional Council）による地熱システムの分類

出典: NZGA 2011; Waikato Regional Council 2008

分類	特徴	該当する地熱システム
開発 Development	持続可能で環境に配慮した方法でのみ大規模開発が許される	Horohoro, Mangakino, Ngatamariki, Mokai, Ohaaki, Rotokawa, Wairakei-Tauhara
限定的な開発 Limited Development	表面にダメージを与えない限りの利用が許可される	Atiamuri, Tokaanu-Waihi-Hipaua
調査 Research	地熱システムの中の小規模な部分のみ調査目的で利用が許可される	Reporoa
	新しく発見されたり EGS で作られたシステムが正式に分類される以前の一過的な分類	
保護 Protected	文化的・科学的に価値のある脆弱なシステムで、不適当な土地利用による地熱流体の採収や表面へのダメージは禁止	Orakeikorako, Horomatangi, Taupo, Waikite-Waiotapu-Waimangu,Tongariro, Te Kopia
小規模　Small	孤立、また小規模のグループ泉。発電には不適格	上記以外の数多くの低温システム

地熱発電は、国立公園などの自然保護地区の中、またはその近くでも起こりえる。そういった場合、開発は国家政策、地方政策、そして地方計画の中で指定された保護要件を順守しなければならない。加えて、開発に対して現れる可能性がある反対者、また土地の所有者や先住民の代表などといった人たちの開発や自然保護に対する考えを尊重しなければならないこともある(White, 2011)。領域や地域でのアプローチにおけるもっとも大きな利点は、政策のフレームワークが、こういった地域の人々やビジネスの様々な視点や考えをくみ取ったものになることである。特にワイカト領域では国の 80%にあたる地熱資源を管理するため、その地熱に関する政策やルールは大きな重要性を持つ。しかしもう一方では、こういった地域や領域の視点が、国全体の視点や考えを政策や計画に反映するのを邪魔し

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.

てしまうという欠点もある。加えて、地域ごとに違った多様な地熱資源管理へのアプローチがあることは、国の視点から見て統一性のとれた管理方法とは言えない場合も出てくるであろう。また事業者から見ても地域ごとに違ったルールがあることで、それに対応してビジネスを行うための時間とコストがかかり、ビジネスの効率を減らすということも考えられる(Brockelsby, 2012a)。

資源開発許可（Resource Consent）に必要な時間

地熱発電に関しては、責任の所在の明確性と資源開発許可までの過程に加えて、開発承認に必要な時間も重要な問題である。

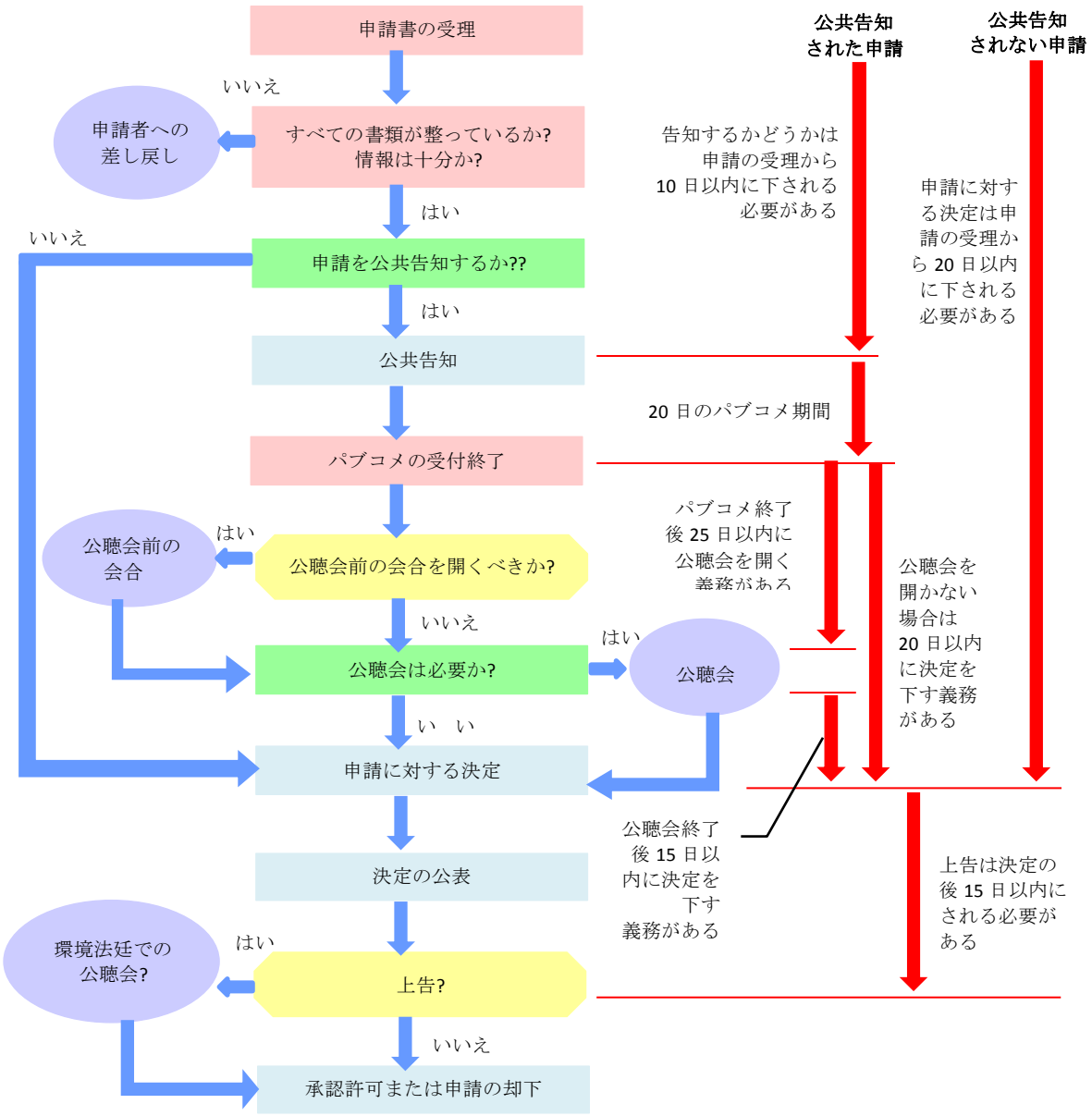

図 3-2: 資源管理法で定められた資源開発許可申請処理の各過程の最大時間

出典: MfE, 1998; Waikato Regional Council, 2012a

資源管理法は、図3-2に示されるように、許可決定までに必要な各過程に対して、それに費やされてもよい最大時間を定めている。地熱発電プロジェクトの場合、通常事業者からの開発許可申請は公共

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.

告知がなされ、図3-2に定められた時間軸で各プロセスをこなしていく必要がある。[2] 資源開発許可を得るための時間は、色々な要因に左右され、通常18カ月から5年かかるとされている。ワイカト広域自治体が大規模な地熱の承認プロセスにかける時間は、最近の事例では6カ月から12カ月となっている (Brockelsby, 2012a)。近年、資源管理法によって時間が定められているにも関わらず、あらゆる開発許可にかかる時間の長さが大きな問題となってきた。法で定める時間を順守している割合は、広域自治体によって違っているが、高温の地熱資源を管理する3つの自治体の場合は、 2005年・2006年の環境省の調査によれば、ノースランド広域自治体が 98%, ワイカト広域自治体が 84%、そしてベイ・オブ・プレンティ広域自治体は 95% となっており(MfE, 2006)、 総じて高い順守の割合となっている。

広域自治体の資源開発許可処理と決定能力

自治体がどういった申請処理方法を取っているかであるが、「資源開発許可」申請担当官が、公共告知された申請案件 1 つ 1 つについて評価レポートを作成する。評価レポートは、広域自治体が決定に関連して考慮する事項すべてについての報告をし、項目は資源管理法の 104 条と 107 条で決められている。報告レポートは申請された案件を、以下の項目について評価する:

- 政策や計画と相いれないところがあるかどうか；
- ワイタンギ条約（Treaty of Waitangi）[3]の原則を考慮しているかどうか；
- 下記のことを考慮・促進しているかどうか:
    - 自然資源の効率的利用;
    - 沿岸地域、湖や河川への公共アクセス;
    - 自然の生息地域の保護;
    - 伝統的なマオリ族の価値観;
    - 自然環境遺産地区;
    - 環境の維持と促進
- 環境に良い影響があるか、悪い影響があるか;
- 事業の他の選択肢;
- 水質基準を超えていないかどうか.

(Waikato Regional Council 2012d)

こういった開発許可申請の処理と決定をし、またその後のモニタリングを遂行していくには非常に高い能力が広域自治体に要求される。ワイカト広域自治体では、年に大小合わせて 1200 ほどの開発許可申請を処理する。同自治体には、2012 年 8 月現在、約 50 人のスタッフがこの申請処理、モニタリング、そして履行にかかわっている。この 50 人余りのスタッフは、インフラ、エネルギー、産業、水質、沿岸、農場、土地と土壌、という 7 つのチームに分かれており、それぞれのチームには 3 人から 10 人の専属スタッフが配属され、その中に管理職が 1 人ずつ入っている。全体では、7 人の管理職、約 10 人の上級スタッフ、15 人の中級スタッフと 15 人の下級スタッフという内訳となっている。こう言った専門職スタッフに加え、6 人の事務職のチーム(管理職 1 人と 5 人のスタッフ)が全体のサポートをしている。管理職を含む専門職のスタッフのほとんどは、地球科学、バイオロジー、化学といった理系専攻で学士以上のバックグラウンドがあり、そのほかはプラニングや資源管理のバックグランドを持った専門家である。これからは、もっと現状のニーズに合う、プラニングや資源管理のスタッフの比重を増やす予定にしているという（Brockelsby, 2012c)。

[2] 事業が公共告知されないものに関しては、許可かどうかの決定は申請受理の 20 日以内になされる必要がある。

[3] 1840 年に英国の王室とマオリ族の代表との間に結ばれた、「英国の法の下にマオリの人々の平等の地位を確立した条約。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

3) 新しい国レベルの 資源開発許可制度と国家的重要性を持つ申請がたどる過程

1990 年代から見られた広域自治体のレベルでの資源開発許可申請処理の遅れは、「申請過程を合理化する必要があるのではないか」という議論を起こした。 加えて政府は、地方自治体が大規模な国家的重要性を持つインフラ設備についての決定を下す折に、地方の関心や問題が、国レベルの関心や意見を抑えてしまうことの不適切さを唱えてきた。こういった問題意識が 2009 年の資源管理法の改正（Resource Management (Simplifying and Streamlining) Amendment Act 2009、RMAA 2009)につながり、先にも触れたような国家的な重要性を持つプロジェクトに対する新しい申請プロセスが生まれることとなった(MfE 2012c; Brockelsby, 2012a)。

国家的重要性を持つ計画・提案

1991 年の資源管理法は、環境相が「国家的重要性を持つ」提案や計画について介入する権利を与えていた。介入できるものには、資源開発許可申請や地方計画の変更要求などが含まれている。「国家的重要性」に対しては、1991 年の資源管理法は明確な定義を定めておらず、その代りに以下の事例を挙げている。

もし事例が:

- 広く公共の関心のあるもの;
- 自然または物理的資源の大量の利用;
- ニュージーランドの国際的な義務にかかわるもの;
- 国が、公衆衛生、公共福祉、公共の安全や安全義務を遂行することを補助するもの;
- 環境を大幅に変更する可能性が高いもの;
- 1 つの地域や領域を超えて設置されるネットワーク性の高い公共事業に関するもの

のうちの 1 つに当該する場合「国家的重要性」を含むと考えられるといった考えを示している((MfE, 2012b; EPA 2012c)。

申請が広域自治体に提出された時点で、申請者か自治体は環境相の介入をリクエストできる。また環境相は、そういったリクエストなしでも、自身の判断で介入を決めることもできる。

2009 年の資源管理法改正でできた新しい開発許可申請プロセス

2009 年の 10 月から国家的に重要なプロジェクトの申請者は、資源開発許可を得る申請を、直接環境保護局 (Environmental Protection Authority、EPA) に申請することが可能になった。環境保護局は、国家的に重要なプロジェクトに関する決定を、中央集権的に合理化する目的でつくられた局である。この新プロセスでは、資源開発許可の申請が環境保護局に提出され、環境省に対する介入の申請がなされた後に環境相が「介入」を決めた場合、環境相が指名したメンバーで構成される「独立査問委員会」が徴集される。また環境保護局は環境相の介入決定を公共告知しなければならず、その後申請案件に対してのパブコメが募集される。すべてのパブコメと、広域自治体によって収集されたすべての関連資料は、環境保護局を通じて査問委員会に提出される。査問委員会や公聴会を経たすべての決定は、公共告知から 9 か月のうちになされることが義務づけされている(EPA,2012b)。

もう 1 つの重要な変化は、この国の査問委員会の申請プロセスを通った案件への決定には、環境法廷への上告権利がほとんどないということであり、決定を 1 度目できっちりと確定することで、法廷抗争のリスクを軽減する狙いがある(MfE, 2012b)。この「介入」プロセスは、実は 2005 年の資源管理法の改正で実質的に作られていたもので、環境保護局もこの 2005 年の法改正で作られた局であったのだが、2009 年の法改正では その 4 年間の実績を基に、さらに明確に環境保護局の役割を定義し、詳細な申請プロセスを明文化した(Brockelsby, 2012b)。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

2009 年の法改正で作られたもう 1 つのオプションは、環境法廷への「直接照会」である。このオプションは「国家的に重要な大型プロジェクト」でなくてもよく、すべてのプロジェクトに適用される。環境法廷は、通常広域自治体の決定を不服とする場合に上告をする法廷で、この「直接照会」は事業者が広域自治体の決定が絶対に上告されると確信をしている場合に、資源開発許可の申請を広域自治体に持っていかずに直接環境法廷に持っていくことができるオプションで、通常の 2 段階のプロセスを 1 段階にして、決定までの時間を短縮できるものである。しかしこのオプションを行使するには、当該の広域自治体が、前もって環境法廷への直接持ち込みを承認する必要がある(Brockelsby, 2012b)。

このように国の査問委員会、または環境法廷のいずれのプロセスも、通常の 2 段階のステップではなく 1 段階のみのステップを踏むことで、資源開発許可の時間を大幅に短縮し、また国と地方の便益のバランスに配慮しながら広域自治体への負担を減らすという役割を果たす。一方、このプロセスには欠点も指摘されている。これらのプロセスは、通常のプロセスにくらべて影響を受ける公衆側からの使い勝手が悪いという評判がある。また査問委員会の 9 か月のプロセスは、重要な決定をするのに十分な時間かどうかも問われている。加えて、上記のいずれのケースでも、広域自治体は決定権をなくしてしまうことで、これまで培われてきた豊富な自治体の経験が使われることなく、また自治体は最終決定を下せないにも関わらず、国の決定に従ってそれを履行しなければいけない立場になる、という不公正さも問われている (Brockelsby, 2012a)。

地元の便益

こういった制度の中で、ニュージーランドにおいて地熱発電がもたらす「地元」の便益がどのように考えられているかに関しては、地熱開発の根拠法である資源管理法は「資源の持続可能な管理」を指針とする法律のため、言及をしていない。実際には、事業の地元への悪影響は、完全には回避、軽減、または緩和できるものでないため、事業者側が、そういった影響の責任を取る賠償的な要項を事業計画や資源開発許可申請の中に入れることがある。特に地熱発電においては、事業者側がそういった賠償的な要項を入れるのはよくあるのだが、しかしそれは便益ではなく、あくまで賠償的なものである。また資源開発許可の決定プロセスにおいて、地元の自治体は地元の便益を、実際常に考え決定を下している。また地域や国への便益も同様に考慮に入れている。しかし近年、政府は地元の自治体が、地元の便益にあまりにも重点を置きすぎるということで、2009 年の資源管理法の改正がなされ、新しい申請処理プロセスを作って国が判断を下すシステムが取り入れられたのである(Brockelsby, 2012b)。

タウハラ（Tauhara） II 地熱発電所（タウポ市の東、現在は開発許可承認が出され建設が計画中）

コンタクト・エナジー社[4] は現在、250MWのタウハラ II 地熱発電所をタウポ市の近隣に計画している。同社は、タウポ市の近くでバイナリー発電の23MWのタウハラ I 地熱発電所を運営しており、タウハラ IIはその拡張プロジェクトに当たる。タウハラ II プロジェクトへの資源開発許可はすでに出されており、現在は建設が計画中でファイナンスを待っている状況である。 このプロジェクトは新しい国の査問員会の申請プロセスを通った最初のプロジェクトであった。

コンタクト・エナジー社は、このプロジェクトが「国家的に重要な大規模プロジェクト」あたると考え、2010 年の 2 月 9 日に環境保護局に、直接資源開発許可の申請を提出した。環境相は査問委員会を招集して介入する決定を下し、この決定は同 4 月 17 日に公共告知される。その後 5 月 14 日までのパブリックコメント期間を経て、査問委員会は公聴会を同 9 月と 10 月に開催し、同 12 月には資源開発許可の決定を下している。 最終正式決定は 2011 年 2 月 14 日に出された。

[4] 同社はニュージーランド最大の地熱発電事業者で、株式を上場する民営会社である。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

資源開発許可の申請に関しては、 コンタクト・エナジー社は非常に綿密な申請書を作成し、査問委員会に提出したのだが、申請書は非の打ちどころがないほど包括的で完成度が高く、査問委員会はその大部分をそのまま受け入れたほどであった(White, 2011)。一方で、査問委員会は 公聴会が進んでいた時期に、コンタクト・エナジー社に、パブコメの提出者たちと面談する場を持ち、彼らが問題視する事柄の解決を進めていくように指導した。この面談は、すべての利害関係者が前向きに解決策を模索する動機づけをし、またパブコメの提出者に、彼らが得たがっている解決を引き出す最大の機会を与えることによって成功し、問題解決に貢献したばかりでなく公聴会の時間も短縮させた (Brockelsby, 2012a)。コンタクト・エナジー社は、通常大規模プロジェクトには 2 年ほども掛かる申請期間が大幅に短縮されたことが、この新しいプロセスの最大のメリットだと考えている。また、環境法廷の上告がないことも事業リスクの軽減に非常に大きな違いを生み出している (Stephenson 2012)。

4) 要点

ニュージーランドでは、1991年に制定された資源管理法が広域自治体に、地熱開発許可にかかわる決定権を与え、明確な制度のフレームワークと資源開発許可プロセスを提供している。しかしこのような政策と制度のフレームワーク、及び意思決定プロセスは短期間で作られたものではなく、様々な問題を長年にわたって解決しながら、徐々に形成されてきたものである。

資源管理法によって義務付けられている地方政策と地方計画は、地熱開発がどこで行なわれて良いかを地熱資源を分類することで決めている。それらの地方政策・計画に対する戦略的環境アセスメントは、個々の事業の環境影響評価が始まる以前に環境と資源管理に関する様々な問題を解決し、地元住民の心配や関心について誠実に答えるベースをつくり、大きな方針への地元のコンセンサス形成の場を与える。また開発不可の場所を決めてしまうことで、事業者の事業に対する不確実性、コスト、そしてリスクを軽減することに役立っている。この地方政策と地方計画の決定プロセスを通ることで、個々の事業は、その開発が地域に及ぼす大きな全体影響と関係変化を1つ1つ個別に最初から証明する必要がなくなり、事業環境影響評価はそれぞれの事業の計画の環境影響のみに集中できることで、評価プロセスにかかるコスト、労力、時間も大幅に節約される。また地域全体の開発計画を作ることは、資源の包括的な管理にも大いに役立つ。資源管理法のもう1つの重要なポイントは、法によって資源開発許可申請処理の各プロセスにかかる時間を定めており、事業者が最低限必要な時間を考慮することができる点である。加えて、広域自治体にこの時間制限を守る努力をするように圧力もかけられている。

2009年の資源管理法の改正で加えられた新しい資源開発許可プロセスは、国家的重要性を持つ大規模事業に関して、通常の1年から2年という許可に要する時間を、最大で9か月に短縮した。加えて国の査問委員会の決定を最終のものとすることで、上告のリスクもなくしている。今後、大規模な再生可能エネルギー事業は、国家的な重要性を持つということを鑑みると、この新しい承認プロセスは、多くの地熱発電プロジェクトに対して、環境への影響を考慮しながらも、事業のリードタイム、コスト、そしてリスクを軽減することで貢献していくと考えられる。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

4. 環境問題と政策のアプローチ

ニュージーランドは、先に述べたように地熱発電開発に対する系統だった制度のフレームワークを一夜にして作ったわけではない。まだ地熱開発への影響が、世界的によく認識されていなかった過去には有効な規制がなく、持続不可能な資源採集方法で開発をすることで、環境に対して有害な開発をしてきた例もある。しかしこういった環境問題は、それらを解決するために重要な変化を規制や政策、そして地熱資源の開発手法や管理方法に取り入れていく原動力ともなってきたのである。

1) タウポ地熱フィールドにおける歴史的な環境問題

もっとも重大な環境問題は、地熱と地熱流体の採収を急速に行いすぎたためにおこった地盤沈下である。1989 年に運転が開始されたオハアキ（Ohaaki）地熱発電所がその 1 例である。この発電所は近隣にあるマオリ族のマラエ（Marae）と呼ばれる聖域を地盤沈下させ、一帯地域をワイカト川からの洪水のリスクにさらすことになった。こういった地盤沈下に加え、地熱と地熱流体の急速な採収は、流体が回復するのに十分な水圧が回復しないうちに新たに採収を続けることによって、多くの間欠泉や温泉華を持つ温泉を消滅させてきた。その結果、それらの間欠泉や温泉と関連してきた生態系自体も消滅するという結果を招いたのである。

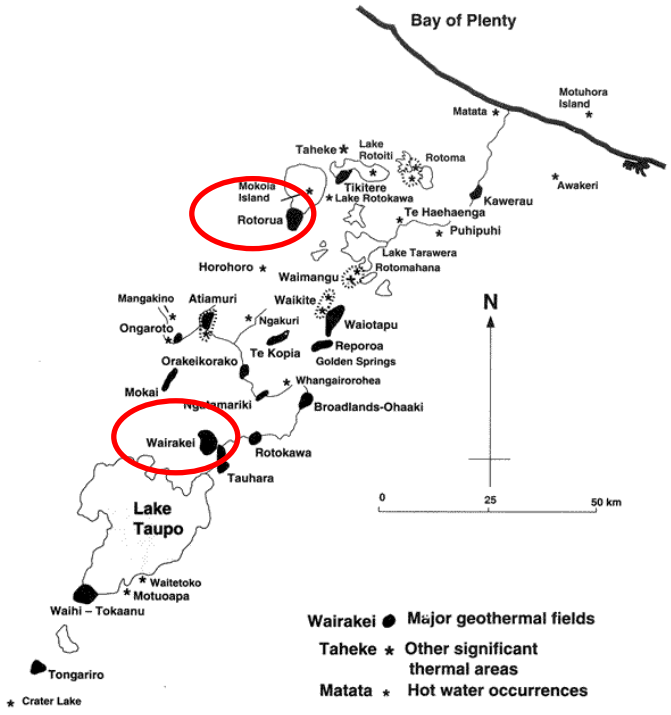

図 4-1: タウポ地熱フィールドの中のワイラケイとロトルア地熱フィールドの位置
出典: NGZA 2012a の上に筆者作成

こういった問題はワイカト地域にあるタウポ地熱フィールドと、初期のワイラケイ（Wairakei）地熱発電所開発でもっとも多く見られた。 ワイラケイの環境問題はすでに 1950 年代から始まっている。ワイラケイの場合、地下水位と水圧の変化が地盤沈下、塩化物泉の流出量の減少、そして浅い熱水噴出などを起こした。地盤沈下はもっともひどいケースでは 10 メートルにも及んでいる。これらの変化はまた、蒸気産出の減少も引き起こし、現在ではいくつかの発電ユニットの蒸気の採収は上限が決められており、流体と蒸気の還元も行われている(NZGA, 2012a; Waikato Regional Council, 2011).

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

ロトルア（Rotorua）地熱フィールドでは、1980年代までの何十年にもわたる規制なしの温泉開発で、主要な間欠泉の消滅や温泉が干上がってしまうケースが起こった。観光への影響も考慮して、政府は流体の採収に関して料金を課し、還元に関する払戻金を提供したり、地熱井を閉鎖してしまうプログラムも取り入れた。こういったプログラムによって、全体として生産井からの流体の流出を3分の2以上減らすことには成功したが、多くの主要な地熱徴候が回復しないことも事実であった。こういった地熱徴候の消滅は多くの生物や生態系の消滅を伴い、それとともに観光収益も減少してしまう結果を引き起こしたのである(Barrick, 2007; Kelly 2011)。

2) 政策の変更と現在の環境・資源管理問題、政策のアプローチ

地熱流体とエネルギーの採収が自然の涵養量を超えてしまうと、上部の帯水層の利用可能な資源を枯渇させてしまう。1950 年代のワイラケイやほかの地熱フィールドの経験は、1967 年の水質土壌保護法（Water and Soil Conservation Act） の成立につながった。この法律は、地熱流体の採収の配分と採収率を規定することで、地熱流体の採収と流出を規制しようというものであった。しかし実際には、この法律だけでは環境問題は解決せず、効果的な規制は 1991 年の資源管理法の下に 2000 年代初期に地方政策と地方計画が整えられるのを待たなくてはならなかった。資源管理法は、広域自治体に地熱流体とエネルギーの採収と還元をコントロールするように要求する法としての意味も持つのである。

ワイカト領域では、地方政策と地方計画で地熱フィールドを 5 つの分類に分け、目に見えて少なくなってきている間欠泉や価値の高い地熱システムを「保護されるべきシステム」と分類することで守ろうとしている。またワイカト地方計画は、段階的開発と保守的な開発の必要性、及びモニタリングやモデル使用の必要性を強調しており、資源の管理計画や適切な有害影響を緩和する施策を作ることも事業者に要求する(Brockelsby, 2012a)。こういった問題はワイカト領域のみでなく国全体にかかわる問題であるが、ワイカト広域自治体は国の約 80%の地熱資源を管理していることから、その地方計画は常に進化し続けるニュージーランドの地熱資源管理の最前線が、どのように様々な環境問題と向き合っているのかを知る良い指標となる。そこでここでは、ワイカト広域自治体の地方政策と地方計画について述べてみる。[5]

持続可能性問題 – 資源の分類、段階的開発、地熱流体の還元、モニタリングと報告、そしてシングルタッパー

ニュージーランドにおける地熱は、資源管理法の中で、再生可能エネルギーの 1 つとして「公共財」とみなされており、将来の世代まで持続的に受け継いでいく義務があると制定されている。この地熱資源の持続可能性は、将来の世代による資源利用という視点とも関連する。しかし資源の持続可能性を確実にするということは非常に難しく、これは法律では明確に規定されてはいない。それ以上に、特に地熱開発の初期に顕著である自然や地熱システムのダイナミズムに関する不完全な情報と、現状では正確に地熱システムにおける傾向を分析する技術的な能力を得ることがむずかしいことが、持続可能な資源管理を難しいものにしている。つまりこれは、実務においては、広域自治体の政策フレームワークの中で、ケース･バイ･ケースで持続可能性に関する判断を下していかなくてはいけないということを意味する (Brockelsby, 2012a)。

各広域自治体の政策では、地熱に関して「適応性のある管理（adaptive management）」をするのが良いとしている。この「適応性のある管理」というのは、規制の仕方の 1 つで「開発の影響についての現段階の情報が限られているという時に用いることが適当なアプローチ」という定義になっている。具体的には、1) まず地方政策の中で政策目的を定義し(たとえば、資源の持続的な管理、最小限の地

[5] ワイカト領域は、ニュージーランドで 4 番目に大きい領域で、北東の中央部の 250 万ヘクタールの土地をカバーしている。2006 年の人口は 382716 人である。ワイカト広域自治体自体は、それ以前にあった 40 の環境・自然資源に関連する評議会や委員会などを統合して 1989 年に設立された(Waikato Regional Council, 2012e)。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

盤沈下、保護されている地熱システムや徴候へのインパクトを避ける、といったこと)、2) 資源をその目的を達成するために管理し、3) 実際に目的が達せられたかどうかについてモニタリングをして規制する側に報告、4) 最後に規制する側が必要に応じて開発手法を変更して目的をよりよく達せられるようにする、といった手順を踏む管理方法となっており、ワイカト広域自治体の地方政策と地方計画も、これに準じた手順を決めている (Brockelsby, 2012b; Waikato Regional Council 2000)。

この管理方法を実現するためのワイカト広域自治体のフレームワークは、先述されたようにすべての地熱資源を 5 つの分類に分けることから始まる。この分類は、地方政策の「持続可能な領域地熱システムの管理」という項目の中の政策 3 で定義され、1 つのシステムにおいて「商業的な開発と地熱システムの表面徴候を保護するということをいっしょには行わない」という広域自治体の政策を反映するものとなっている。

個々の地熱システムにおいては、1) 地熱エネルギーと流体の効率的な保存、2) 地熱エネルギーと流体のストックとフローに有害な影響をあたえないようにすること、そして 3) 個々のレベル、及び組み合わせにおいても主要な地熱徴候の生存能力に影響をあたえない、という方法を用いて地熱エネルギーの効率的利用を促進し、これらの条件が満たされる場合は、すべてのシステムで地熱エネルギーの利用が認められている。特に発電などの大規模開発が可能な「開発」の分類に入れられている 7 つの地熱システム(Horohoro, Mangakino, Mokai, Ngatamariki, Ohaaki, Rotokawa, and Wairakei-Tauhara)に関しては、地熱エネルギーの枯渇により持続不可能に陥る可能性がないわけではないため、それを防ぐために以下の政策要求が地方政策の中で示されている:

- 段階的開発(初期の開発を保守的に小さく始め、徐々にデータや情報が整ってくるとともに続く開発を大きくしていく開発手法);
- 地熱貯留槽管理計画(System Management Plan, SMP)の作成と必要に応じた改正(どのように地熱システムを管理し資源を持続させ、有害な影響の回避、軽減、緩和を行なうかの計画)
- (SMP の一部として)どこでどのように廃棄流体の放流や還元を行ない、その影響をどう緩和したり軽減するかを示すための放流戦略（Discharge Strategy）の作成;
- コンピューターによる地熱システムの概念・数値モデルの作成と、計画されている採収量と還元量を続けた場合の地熱貯留層への影響予測、それらの必要に応じたアップデート;
- (圧力、温度、地盤沈下、地震活動、動植物、地球物理学的調査、重力、赤外線などに関する)詳細で包括的な地熱システムのモニタリング計画とその実施;
- モニタリングで得られたデータ・情報とその解釈を合わせた広域情報自治体への報告;
- 中立で独立したデータ・情報の評価を広域自治体に提供するための自治体によるピア・レビュー・パネル(Peer Review Panel, PRP；通常 3 名の地熱科学に精通した専門家) の指名と、事業者によるパネル専門家へのコストの支払;
- 資源開発許可の中への「適応性のある管理」を可能にする条項の入れ込み (資源の持続可能性を確実にしていくため、状況の変化にしたがって「許可(Consent)」の内容変更を可能にする公式なプロセスを含む)[6]
  (Brockelsby, 2012a; Waikato Regional Council 2000, 2008)

段階的開発に関しては、1990 年代のワイカト広域自治体は、その時点で予測されていた資源量の10%を最初の発電設置容量の限界とするように仕向けていた。しかし後に、環境省法廷の支持を受けて、資源開発許可につけられるモニタリングの要求が、許可後にフレキシブルに変更しやすくなった

[6] たとえば圧力が大幅に低下しても事業者が的確に状況を管理しない場合、広域自治体は公式なレビューを行って、事業者に新しい要求を課して事態を収拾するように求めることができる。 また、「資源開発許可（Consent）」の条件は、公式性をなくさない範囲で、非常に柔軟に変化に対応できるように設定されている(Brockelsby, 2012a).

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

ことによって「適応性のある管理」の概念が取り入れられることになる。これにより、広域自治体が最初の開発に対して許可する発電設置容量は大きくなっていった。つまり、広域自治体が最初に段階的開発の容量制限を加えるのでなく、モニタリングを通じた「適応性のある管理」を通じて環境への影響を軽減するといったアプローチに変わったのである。このアプローチにおいては、第 3 者レビュー・パネルの役割は大きく、資源開発許可はもっと動的な性格を帯びることになった。また発電事業・容量の設定や、それにともなう経済性についての問題を完全に事業者の責任にすることで、広域自治体は資源の持続的管理のみに焦点を当て、「事業者の提案が資源管理法の下に持続可能であるかどうか」を判断することに集中できるようになったのである (McLeod, 2012b)。

また地方計画では、効率的なエネルギーと流体技術の使用及び流体の還元を促すように、すべての分類で流体の採収と放流に関するルールを詳細に決めている。このルールはどういった流体の採収と放流、注入と還元がどのような場所で許可されているかと、それらの活動の採収量、涵養量を詳細に決めたものである (Dickie and Luketina, 2005; Waikato Regional Council 2000, 2007, 2008; Brockelsby, 2012a)。またワイカト広域自治体の管理地域の外で行われたナーハ地熱発電所の例で、1 日あたり 1 万トンまでの冷水の注入を行なうことによって、温泉の温度を保ったまま帯水層の水圧も十分保たれ環境への悪影響が回避可能である、という結果が出ていることも報告されており、こういった冷水注入による温泉への悪影響の回避が日本でも有効ではないだろうかという結論が得られている(Lawless, 2006)。

各地熱システムにおける重要な地熱徴候も広域自治体によって地方計画に明記されており、「そういった徴候を保全するために、それぞれの地熱システムでどういった活動がその近隣で許されているか」についてのルールも、地方計画で明文化されている。地方計画では、各地熱フィールドの境界線を等高線やその他の地形の特徴を示した地図上に明示したうえで、図 4-2 で示すようにそれぞれのフィールドの重要な地熱徴候を航空写真上に明確に示している(Waikato Regional Council, 2008)。

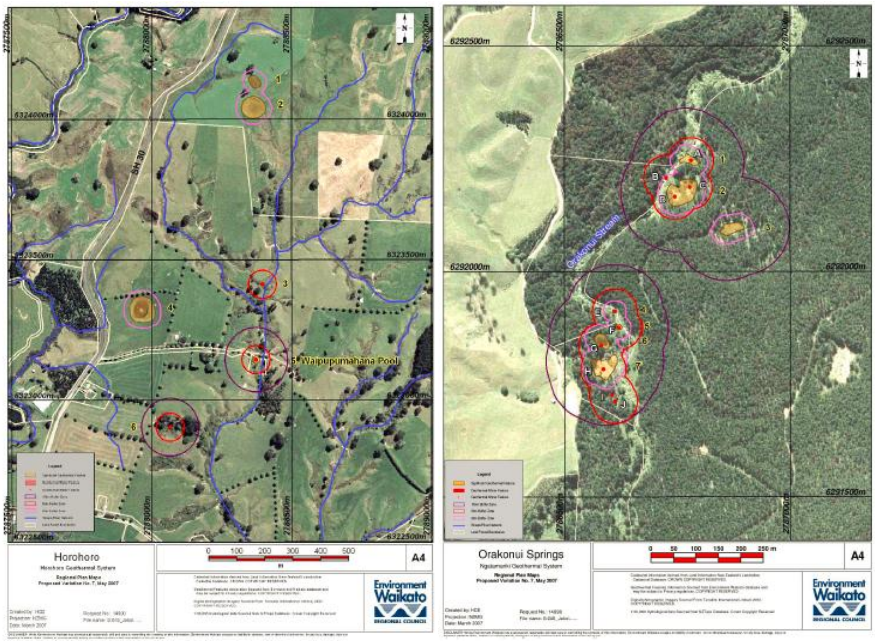

図 4-2：ワイカト地方計画に示された「開発」分類の地熱システムの中の重要な地熱徴候
右がホロヒロ（Horohiro）地熱フィールドの一部、
左がナタマリキ(Ngatamariki）地熱フィールドの中のオラコヌイ温泉(Orakonui Springs）
出典：Waikato Regional Council 2008

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

もっとも難しい可能性がある資源管理の問題は、多くの事業者が 1 つの地熱システムを開発する状況におちいることだと考えられている (multiple tappers)。いくつかの事業者がいる場合は、個々の事業者は自身のビジネスの競争力を伸ばそうとするので、統一されたシステムの管理が難しくなるためである。ワイカト広域自治体は、1990 年代後半に、「1 システムに 1 事業体(single-tapper)」という政策を取り入れようとしたが、環境法廷はこの提案を拒否した。現在のところ、ほとんどの資源へのアクセス権利の捕集者は 1 事業体によって統括されているので、いくつかの事業体が複数の事業計画を追及するという事態は免れている。[7]

中央政府によるタウポ火山地帯の掘削データと地熱システムの分類

ニュージーランドでは、1970 年代と 80 年代に中央政府が主導して、ワイカト広域自治体のタウポ火山地帯を含む国の地熱資源の調査・掘削を行い、このときのデータが、政策作成から個々の事業者による事業計画や資源開発許可申請、環境影響評価のモニタリングに至る様々な場面で利用されている。

タウポ火山地帯の調査ではまず、高温の地熱流体が発見できる可能性の高い地域を特定する目的で、地球物理、地球化学、地質学、生態学の広範な分野にわたる調査が行われ、それらの結果を基に、多くの高温地帯が約 1000 メートルの深さまで掘削され、より有望な地域はより広範に掘削がなされた。掘削が行われた場所でも、表面徴候が国家的な重要性を持つと考えられたところでは、掘削された井は埋め戻され、それ以上の掘削はなされてはいない。

特に資源のポテンシャルが高いと考えられたモカイ(Mokai)、ロトカワ、ナタマリキ(Ngatamariki)の地熱システムでは、中央政府が掘削した坑井は埋め戻されず、そのままになっている。また、政府によって得られたデータや情報は、政府によって売却されている。加えて、そういった場所の土地を所有するマオリ族の人々と中央政府の間で交渉が行われ、坑井の権利は政府からマオリ信託(後述参照)に移譲されているものもある。

先述したワイカト広域自治体の地熱システムの分類は、この政府の調査・掘削プログラムによって得られたデータとその解釈をベースにして作成された。ワイカト広域自治体の政策は「地熱システム」の概念を基にしており、その中で許される事業や活動は、地熱システムの境界によって定義されている。「地熱システムの境界」は、地球物理、地球化学、地質学、生態学のデータや抵抗力のデータを基にして決められ、その決定において考慮されたデータの多くが、皮切りとなった中央政府の調査・掘削で得られたものであった(McLeod, 2012a)。

ワイカト広域自治体では、こういった中央政府の初期の調査・掘削データに加え、個々の地熱システムの開発や掘削が進むにつれて得られるデータを積み重ねていくことにより、より深いところの地熱システムの状況がわかるので、それにつれて地熱システムの境界も変化させていくべきものと考えている。ワイカト広域自治体は、資源開発許可をあたえる時に、事業や環境影響評価によって得られた地熱システムのデータを広域自治体に提供する義務をそれぞれの事業者に課しており、こういった得られたデータは集積されて、自治体政策や開発のルールを変更させるベースとして用いられる。例えば、初期の政府のデータをもとに作られたワイカト広域自治体の 2002 年の資源評価と地熱システム境界は、現在その後に得られたデータを加えて修正がされている途中である。この地熱システムの境

[7] この「多数の事業体による 1 システムの開発」の欠点には、1) 不統 1 でバラバラな開発アプローチになること; 2) 資源のデータ収集とモニタリングが不適切になること; 3) 土地のアクセスが制限されることによって流体の採収及び還元ポイントが最適でなくなること; 4) 資源に対する競争と運営者の不確実性の増加、規制やその順守コストの増加、効率的な計画の妨げ、そして最適な採収率以上の採収の可能性が高くなること; 4) 数ある事業者間の干渉が起こること; 5) 有害な影響とその軽減に対する責任所在がどの事業者へあるのかが不明確になること; 6) 資源の情報を共有したり公開したりすることに対する抵抗の増加、などがある (Brockelsby, 2012a)。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

界の決定は、政策が適用される境界を決めるのみでなく、事業者が地熱資源へのアクセス権利を得るために接触するべき土地所有者の特定にも寄与する(Waikato Regional Council, 2002; McLeod, 2012a)。

環境保護 –環境影響評価（Assessment of Environmental Effects）を含んだ資源開発許可(Resource Consent)

先に述べたように、ニュージーランドでは過去に規制されない地熱発電開発によって、有害な環境影響がおこった過去がある。環境への影響を正確に予知する能力はまだ限られており、この不確実性は特に地熱に対しては大きく、規制する側には大きなチャレンジとなっている。

現在のもっとも重要な環境影響に対するプロセスは、資源開発許可申請の中で義務づけられている環境影響評価（Assessment of Environmental Effect、AEE）であり、これにはどのレベルの保護が必要かというかなりの詳細な分析と議論が要求される。環境影響評価と資源開発許可申請は、一体として進められるため、その詳細は資源管理法そのものではなく、それぞれの地方自治体の地方計画で決められ、地方によって差が出ることになる。環境影響評価のプロセスの中で許可をだす担当の地方自治体は、環境影響を必要以上に過大評価しないことが要求され、1 度開発承認が出された後に、有害な環境影響が適切に回避されていることを見極め、または改善、軽減されることを確実にしていく義務が広域自治体に法的に課される。

広域自治体が事業者から提出された環境影響評価の内容を判断するためには、詳細なデータが必要であり、これらのバックグラウンドデータは、事業者側が資源開発許可申請書類の 1 部である AEE を提出する際に一緒に提出される必要がある。もしデータや情報が十分でない場合、広域自治体は申請書類を事業者に差し戻す。環境影響評価に必要な情報は、資源管理法の箇条書 4 を基に、ワイカト広域自治体の地方計画では下記のように示されている。

- 申請事業・活動の内容；
- 実際の、または可能性のある環境への影響評価；
- 事業の場所と、その事業が起こりうる代案の場所、または方法；
- どのように環境への有害な影響が軽減(緩和)できるかの説明；
- 申請事業によって影響を受ける人のリスト、申請者がそういった人々とすでに行った協議の内容、そういった人々の事業に関する考えとそれに対する事業者の考え；
- 申請事業・活動が以下の項目に与える影響:
  - (社会経済的または文化的影響も含める)　近隣や広範なコミュニティに与える影響；
  - 近隣への物理的または視覚的影響；
  - 動植物や地区の生態系への影響；そして、
  - 現在または将来の(美的、保養的、科学的、歴史、精神的、または文化的)自然または物理的資源への影響
- もし下記の条件が当てはまる場合の追加情報：
  - 申請者が有害物質を使用する場合(リスク評価を含む)；
  - 申請者が有害な設備の設置する場合(リスク評価を含む)；
  - 申請者が汚染物質を放出する場合(放出の内容、どこに放出されるのか、放出がおよぼす近隣環境への影響、他の場所での放出を含む放出の代案)；
  - 申請者が環境への影響をモニタリングすることが求められる場合(誰がどのように環境への影響をモニタリングするか)

    (Waikato Regional Council 2012c; Brockelsby, 2012b)

大規模地熱開発の場合、かなりの量の包括的で詳細なバックグラウンドデータが必要となり、ワイカト広域自治体も、詳細なデータと情報を事業者に要求する。ワイカト広域自治体の地方計画に書かれ

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.

た地熱の環境影響評価を含んだ資源開発許可申請に必要な情報とデータの詳細項目を Appendix に参考として記述した。これらは先述された地熱貯留槽開発計画（System Development Plan, SMP)、放流戦略（Discharge Strategy）、コンピューターによる地熱システムモデル、モニタリング計画などと共に資源開発許可申請の一部として広域自治体に提出される。

ここで重要なことは、環境影響評価に含まれるべき項目は定義されていても、含まれる情報の量は、申請事業や活動の規模と、それが及ぼす可能性のある環境影響に左右されるということである。ワイカト広域自治体はそれぞれの事業の環境影響評価を、かなりの部分で事業ごとにカスタマイズできる権限を持っており、事業者は一般的な項目すべてに力を注ぐということではなく、広域自治体の指導の下、重要な項目に焦点を絞ることができる仕組みになっている。またバックグラウンドデータの収集期間は、どれほどのデータがすでにあるかによって左右され、もし事業地域のデータがまったくなくデータ収集を一から始める場合は、必要なデータ収集には 5 年、またはそれ以上かかる場合もある。データ収集に必要な期間は前もってきめられておらず、状況により変化する。例えば同じサイズの地熱発電事業でも、遠隔地の事業のデータ収集は、人がたくさん住む地域や町に近い事業に要求される情報やデータの量よりも、もっと少ない量のデータで済む。しかし、先述した 1990 年以前に中央政府が行った大規模な掘削調査で集められたデータには、生態系のデータも含まれており、これらは事業の環境影響評価やその後に続くモニタリングに使用されている。このように広域自治体と事業者は、一緒に資源開発の影響を計測できるモニタリングシステムを開発していく。(Brockelsby, 2012b;McLeod, 2012a)。

こういった広域自治体側の制度のフレキシブルな運用は、事業者にその時点で最もコスト効果が高く、適当な方法や技術を用いたアプローチを促すといった意味でも重要になる。政策や制度で詳細をきめて、それをすべて事業者にこなさせるのではなく、結果を重視していくこういったアプローチは、個々の場所の特徴やイノベーションを考慮した、もっとも実務的な方法を各事業に組み込み、利用者にフレキシビリティをあたえるのに有効な方法でもある(McLerd, 1995)。

地熱の環境影響評価には通常、1) 大気への影響;　2) 流体の採収と放流による水資源への影響;　3) 排水の放流や土工、ごみ処理による土地や土壌への影響;　4) 坑井の掘削やテスト(騒音、放出、においなどの)影響;　5) 表面徴候や高温地表への影響; 6) 地下水質への影響;　7) 景観への影響; 8) 生態系への影響、などを評価することが含まれる。実際の環境影響を見極め、長期にわたって管理していくための条件として、環境影響評価には以下のことが要求され、それは資源開発許可が承認された時点で終わるものではない。

- 包括的な地熱システムのモニタリング(圧力、温度、化学のトレンド、地球物理学的調査、重力、赤外線など);
- 集められたデータ・情報とその解釈を合わせた広域情報自治体へのモニタリング結果報告;
- (たとえば水銀や硫化水素の大気への)放流制限値など；
- 土工工事の管理計画；
- 有害物質の管理計画；
- 資源開発許可（Consent）条件に書かれた環境影響軽減要求

(Waikato Regional Council 2000, 2007; Brockelsby, 2012a)

上記の記述でもわかるように、事業が許可された場合、事業者はさまざまなパラメターに対して事業の運営が始まってからも継続してモニタリングし、それを広域自治体に報告する義務がある。このモニタリングと広域自治体への報告義務が、申請が許可され事業が運営を始めた後も課されるということは、事業側が環境保全への義務を、自身が提出した計画通り果たしているかどうかをチェックするという意味で重要であり、「開発権利を得る」ということが自動的に「環境や地元への義務も負う」

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.

というシステムを作っていることを示している。そして「資源開発許可」は、事業者が資源管理をしっかりやっているかどうかの判断を自治体が下すために、先述した中立的な第 3 者のピア・レビュー・パネルを事業者に設置させ、自治体の判断の材料にする(Brockelsby, 2012b)。包括的なモニタリングを行うための各モニタリングの目的、指標、モニタリングのタイプ、それぞれの情報源は、ワイカト地方計画の中でモニタリング・オプション表として示されている（表 4-1、Waikato Regional Council, 2008）。

表 4-1:ワイカト地方計画の地熱のモニタリング・オプションから「開発」分類の地熱フィールド部分の抜粋

出典: Waikato Regional Council 2008

Objective	Indicators/ Measurement	Type of Monitoring	Information Source
Where geothermal energy and water is taken, it shall be used and managed efficiently.	Trends in the total amount of geothermal energy and water extracted, converted and injected, reinjected or discharged, in and from geothermal systems.	Resource use monitoring, compliance and effects monitoring, reservoir modeling.	• Surveys and Compliance monitoring database • National energy use surveys • Resource consent reservoir modeling
In Development Geothermal Systems, significant adverse effects on Significant Geothermal Features arising from the take of geothermal energy and water to be remedied or mitigated within the Regional Geothermal Resource	The trend in the number and condition of the various geothermal features and characteristics.	Regional monitoring of and regular reporting on the state of and threats to different geothermal features and characteristics.	• Geothermal database and resource consent database
Significant adverse effects on Significant Geothermal Features arising from land use and the take, use and discharge of non-geothermal water to be avoided.	GIS comparisons of mapped extent of Significant Geothermal Features	Aerial mapping, supported by ground survey and site inspections	• District Council Consent applications and databases • Five yearly aerial photography
In Development Geothermal Systems, adverse effects on other natural and physical resources including overlying structures (the built environment), such as those resulting from subsidence and land instability, arising from the take, use, and discharge of geothermal energy or water to be avoided, remedied or mitigated.	Subsidence rate in excess of natural rate.	Ground level surveys	• Subsidence monitoring by developers linked to consent conditions
Significant adverse effects on fresh water and land arising from the discharge of geothermal energy and water avoided.	See Section 3.1.4. (Water Resource Monitoring Options)	See Section 3.1.4. (Water Resource Monitoring Options)	See Section 3.1.4. (Water Resource Monitoring Options)
Increased knowledge about the Regional Geothermal Resource, and better understanding of the effects of using the resource and effects of other activities on the resource.	All of the above indicators	As above	All of the above indicators

また最後の項目の「資源開発許可（Consent）条件に書かれた環境影響軽減要求」というのは、通常広域自治体が事業を許可はするが、温泉や間欠泉、また水の供給に損害をあたえたりするリスクがある場合に、事業側に要求する条件である。資源管理法は、地熱開発によって温泉や熱水が使用できなくなったり、枯れてしまったりした場合の補償は明文化していない。しかし「資源開発許可」には、損害が起こった場合に、その軽減や緩和を事業者側に要求する条件が付けられるようになっており、これは損害を金銭的に賠償するものではないが、法の下に規定される条件として効力がある。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

その 1 例として、ワイカト広域自治体が「資源開発許可」において、ワイラケイ―タウハラ地熱システムの温泉や間欠泉が悪影響を受けた場合に、開発事業者であるコンタクト・エナジー社に流体を還元することを義務付けているものがある。それに加え同自治体は、コンタクト・エナジー社に、この地区で同社の地熱流体の採収によっておこった地盤沈下が与えた物的損害を修繕することも要求している。この条件は同社が物的損害を修繕する責任を取らない場合や必要な修理ができない場合、500 万ニュージーランド・ドルの債権(約 3 億 2 千万円[8])によっても保障されている。この債券は、コンタクト・エナジー社が発行し、財政保証人(通常銀行)によって保有され、同社が環境ダメージへの影響の物的補償や責任を取らない場合は、銀行からワイカト広域自治体に支払われることになっている。また「資源開発許可」はインフレーションを考慮して、債権の額を変更することもできる。こういった債権は資源管理法が万一の場合に備えて準備しているもので、発電所の運用が終わった後も債権は継続する点は重要である。ただこういった債権は地熱開発にとってはまれで、通常は鉱物資源の採掘に課されており、地熱に関しては現在までこの 1 件のみである。こういった責任保証の取り決めは、通常「資源開発許可」申請処理のプロセスで広域自治体が発案するものであるが、事業者側も地元の環境影響への心配をくみ取って、債権を緩和方法として提案することがある。このような債権要求は、簡単に「資源開発許可」の一部として組み入れることができる要求・条件の 1 例である(Brockelsby, 2012a,2012b,2012c)。資源開発許可にはこういった債権要求のほか、財政的な貢献、誓約の登録、特別管理費といった要求を組み入れることもできる(McLerd, 1995) 。

こういった申請内容と、モニタリングの管理・運営を 1 つ 1 つの事業申請に対してやっていくために必要になるのはデータベースである。広域自治体は、資源開発許可申請の案件 1 つ 1 つに対してのデータを管理するデータベースを作成し運営している。そのうちの 1 つが、表 4-1 にも出てくる Resource Consent Database と呼ばれるもので、そこには申請書に記述された事業内容・環境影響評価などのデータと、資源開発許可に対する広域自治体の決定、及び事業に必要な種々の資源開発許可のコピーが納められている。もう 1 つの Compliance Monitoring Database は、資源開発許可によって義務づけされたモニタリングを管理していくデータベースである。こちらにはモニタリング活動のデータのみでなく、すべての資源開発許可に対してつけられた要求・条件や、モニタリングの監査報告書といったものまでを含んだ詳細が保管されている。これら 2 つのデータベースは一般には公開されておらず、また広域自治体の資源開発許可にかかわるスタッフは全員、閲覧することはできるが、編集ができるのは、担当スタッフのみとなっている(Brockelsby, 2012c)。

現在ワイカト広域自治体では、これら 2 つのデータベースを新しい IRIS システムに移行する準備をしている。この IRIS システムは、上述された情報やデータを含むだけではなく、インターアクティブな作業な流れをサポートするシステムを、地熱を含むすべての資源開発許可申請のプロセスに取り入れることを可能にするシステムである。このシステムは、広域自治体の機能やプロセスをサポートする目的で、ワイカトを含む 6 つの広域自治体が協力して立ち上げを進めており、500 万ニュージーランドドル(約 3 億 2 千万円)[9]でデータコム社(Datacom)に委託して構築が進められ、年間の維持費には 100 万ニュージーランド・ドル(約 6 千 400 万円)[10]が見込まれている。これらの構築費と経費は 6 つの広域自治体が折半することになっている(Brockelsby, 2012c)。

国家レベルの地熱データベースの作成

事業者がアクセスできる、色々な地熱開発事業の掘削データや、周りの環境のデータを集めたデータベースはまだ存在していない。しかし中央政府が行った過去の調査・掘削データは、国が所有・管理しており、それらはすべて政府にお金を払って購入することができる。現状では、事業者は個々に事

[8] 1NZD=64JPY で換算。
[9] 1NZD=64JPY で換算。
[10] 1NZD=64JPY で換算。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

業地に関するバックグラウンドデータを収集しなければならず、それは政府の以前の大規模掘削調査のデータを直接購入するか、自分たち自身で調査掘削やテストを行うという道筋をたどる。後者には、それ自体、資源開発許可の申請と承認が必要になる。実際、中央政府の所有するデータは広範囲にわたっており利用価値が高いが、事業者は通常、この政府が掘削した以上に新しい坑井を掘削してデータを収集し、事業の採算性に対する確実性を高める必要があることも事実である(Brockelsby, 2012d;McLeod, 2012a)。

現在、1970 年代から中央政府が調査・掘削を行い、その後も政府が保持するデータをもっと得やすくし、広域自治体、事業者、投資者、一般市民、中央政府が皆、アクセスできる国の地熱データベースを作ろうという動きが出てきている。中央政府は、現在所有する地熱データを、資源の理解と事業者による利用のためにもっと開放しても良いと考えており、それには地熱事業を活発にして、ニュージーランド経済を活性化したいという狙いがある。これは多年にわたるプロジェクトになる。

このデータベースには、すべての掘削データが含まれる予定である。つまり事業者による、現状では通常公開されない掘削データも含まれる予定で、これには資源開発許可によってデータ提出の義務付けをする必要があり、事業者との間に緊張関係が生まれることが予想される。しかし、石油や天然ガスを管理する鉱業法(Crown Minerals Act) においては、すべての資源データが最終的に公開されることが規定されており、地熱のデータも違いはないと考えられる。また収められるデータは、掘削データに留まらない。坑井データ、調査データ、概念モデルやコンピュータモデルのデータ、生態系データ、そして土地所有データも含まれる。また環境データ、資源状況、流体の採収と還元に関するデータも、データベースから得られることになるという。しかし同時に、中央政府側が現在、自分たちが保持するデータ全般の内容や、どこに何が保管されているのかをしっかりと把握していないことが一つの障害にもなっている。こういった国レベルの地熱データベースの構築で最も難しいのは、連結したオープン・データ・インフラの開発である。これに関しては、ワイカト広域自治体が現在、関連するモデルの開発委託事業などを始めている (McLeod, 2012a) 。

3) 要点

ニュージーランドにおける過去の有害な環境問題は、大規模な地熱発電開発に対する知識と経験の不足から起こっていた。しかしそういった規制を受けない過去の持続不可能な地熱開発の教訓は、地熱開発の規制や政策、そして開発手法に重大な変更をもたらす原動力となった。

現在の知識と技術では、持続可能性に対する不確実性を完全に払しょくできない地熱発電開発においては、明確な環境影響評価の制度とフレキシブルな運用がカギとなる。ニュージーランドでは、制度の運用側が、事業ごとの環境影響評価をカスタマイズし、事業者の過度な負担を避けている。その一方、環境影響のモニタリングと広域自治体への報告義務を、事業運営が始まった後も課すことで、事業側が環境保全への義務を提出した計画通り果たしているかどうかをチェックし、「開発権利を得る」ということが自動的に「環境や地元への義務も負う」というシステムを作っている。また独立した第 3 者専門家によって評価されたモニタリング結果の報告・評価や、流体の還元が、地熱資源の過度の採収による地盤沈下や有害な環境影響を防ぐ一般的な方法として確立している。段階的開発も持続可能な資源の利用を可能にし、リスクの高い開発を何段階かに分けることによって、初期の開発リスクを軽減することに役立っている。政府の掘削データの多岐にわたる活用も優れた一面であろう。政策や制度で詳細をきめて、それをすべて事業者にこなさせるのではなく、実際の状況に合わせて運用を変更し、モニタリングを通じて結果を重視していくアプローチは、事業者にフレキシビリティをあたえ、もっとも実務的でイノベイティブかつ個々の場所の特徴を考慮した方法を各事業に組み込むのに有効である。そして重要なことは、こういった開発手法を規制や政策のなかで明文化することにより、普遍的なものとしていることである。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

5. 地元のマオリ族との協力関係の構築

1) マオリ族と地熱資源のかかわり、マオリ信託とマオリの雇用

ニュージーランドでは、地熱資源へのアクセスを提供する土地の所有者との関係は非常に重要で、特にそういった土地の大部分を所有し、2011 年時点で全人口の 15.3%を占めるポリネシア先住民族である「マオリ族」との関係は重要である (Statistics New Zealand, 2012a; 2012b)。

マオリの人々は、資源は自然のものであり、自分たちをこの世に生きている間の「単なる土地の管理人」とみなしている。彼らは、地熱資源を何世紀にもわたって沐浴、料理、食料の保存、治療目的、そして祭礼目的で用い、常に地熱資源と非常に強いつながりを持ってきた。マオリ族にとって地熱資源は非常に重要なものだが、近年の大規模な商業地熱開発と、産業目的または私的目的での地熱や流体の採収は、いくつかの地熱システムで彼らにとって大切な資源の枯渇や多くの温泉の消滅を引き起こし、地熱資源に隣接するマオリ族の聖域をも脅かしてきている。

17 世紀にヨーロッパからニュージーランドへの移民が始まった時から、マオリ族の土地の所有・売却問題は様々な紆余曲折を経てきたにも関わらず、現時点でも彼らはまだ多くの先祖代々の土地を所有することができている。北島の高温地熱システムにおいては、そのほとんどの土地の 1 つ 1 つのブロックを、違うマオリ人が所有している。多くの場合、そういった土地所有者は、彼ら自身の便益を図り、土地を集約的に管理する目的で「マオリ信託（Maori Trust）」を作っている。

マオリ信託は、複数のマオリの人々によって所有されるマオリの土地を一括して開発し、所有者達のために利用するための手段で、その目的は信託ごとに様々である。土地所有者は管財人を選び、それをマオリ土地法廷（Maori Land Court)が指名するシステムをとっているが、土地法廷は必ずしも選ばれた管財人を指名する義務はなく、土地法廷は管財人の罷免や信託の終結も命令できる。管財人は信託の所有する不動産を、所有者達の便益にかなう様に一括利用・管理する義務がある。マオリ信託は自由保有不動産、一般的な不動産を所有することができるし、自由保有不動産を担保にすることも可能であるが、自由所有不動産を売却したり譲渡したりすることは堅く禁じられている (Lincoln University, date unknown).

一般的にマオリ信託は、多くの便益を土地所有者に与えている。そういった便益の中には、多様な所有者が所有する区画の管理する手法を提供すること、規模の経済を生み対外的な交渉力を向上させること、内部運営構造を構築することにより運営を簡単にして素早く決定事項を採決したり、マオリの自由所有不動産の相続問題を規則だった方法で処理するシステムを提供する点があげられる。欠点としては、公的な構造やプロセスを通したり、マオリ土地法廷が強いコントロールを持っていることによって、逆に決定が遅れる場合もあることである。

ニュージーランド政府の統計によるマオリ族の現在の雇用を見てみると、2012年3月末までの1年間で、15歳以上のマオリの就業可能年齢人口43万6千人のうち、労働人口の割合は66.3%である。この労働人口のうち失業者の割合は、全人口での割合よりもマオリ族での方が常に多く、リーマンショック以降、マオリ族の失業率が14%前後であるのに対し、全人口での失業率は7%以下となっており、差も大きくなってきている。就業しているマオリ族の人々の中では、製造業に従事している人が1番多く、次が卸売り・小売りの仕事、そしてヘルスケアや社会補助が続いている(表5-1)。54%以上の人はそれぞれの産業の中で「労働者」として従事しており最も多いが、その次に多いのが「プロフェッショナル」と呼ばれる専門家の分類に入る人々でおり、また「マネージャー」つまり経営や管理レベルの職に就く人も多くなっていて、マオリの人々が、単に労働者階級でないこともわかる (表5-2、New Zealand Department of Labour, 2012)。就業と地熱資源のかかわりを見れば、日本の温泉業者のように地熱資源で直接生業を立てている人は少ないと考えられる。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

表 5-1: マオリ族の産業別就業数

出典:New Zealand Department of Labour, 2012

産業	人数	%
農業・林業・漁業・工業	22700	9.0%
製造業	38100	15.1%
公益事業・建設業	23700	9.4%
小売・卸売業	28800	11.4%
ホテル・食品事業	15300	6.1%
交通・倉庫業・通信業	18700	7.4%
金融・保険業	3900	1.5%
その他のビジネスサービス業	20300	8.0%
行政・保安業	17000	6.7%
教育	23100	9.1%
ヘルスケア・社会補助	27000	10.7%
その他のサービス業	13400	5.3%
その他	700	0.3%
合計	252700	100.0%

表 5-2: マオリ族の職種別就業数

出典:New Zealand Department of Labour, 2012

職種	人数	%
マネージャー・経営・管理	28000	11.1%
プロフェッショナル	42000	16.6%
技術者・通商及び交易関係	28000	11.1%
共同体・パーソナルサービス就業者	28500	11.3%
事務職	26000	10.3%
小売り・セールス	18200	7.2%
機械操作・技師・運転手	26600	10.5%
労働	54200	21.4%
その他	1200	0.5%
合計	252700	100.0%

2) 協力の必要性

事業者は、地熱資源へのアクセスを提供する権利を持つマオリ族の土地所有者及びマオリ信託と、良い関係を築く必要性がとみに増えてきている。資源管理法によれば、地中の地熱流体は公的にも私的にも誰の所有にもならないが、資源開発許可を申請するためには資源の上に位置する土地の所有者の承諾を得る必要がある。同時に事業者は、特に過去200年の間に歴史的にマオリ族がこうむってきた困難を鑑みて、土地の所有者(マオリ族)の便益を、社会的、財政的、環境的、そして文化的な側面からきちんと把握し、考慮する必要がある。

こういった歴史的な背景とともに重要なのは、1991 年に制定された資源管理法が法律として「マオリ族の先祖代々の土地、水、聖地(waahi tapu)、そしてその他の宝物(taonga）との関係やマオリの文化と伝統」を「ニュージーランドの 5 つの国家重要事項の 1 つ」として明文化していることであろう。資源管理法はまた、1840 年に英国の王室とマオリ族の代表との間に結ばれた、「英国の法の下にマ

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

オリの人々の平等の地位を確立したワイタンギ(Waitangi)条約」の順守を要求している。このように、地熱開発におけるマオリ族との良好な関係の構築は、法律上も求められていることなのである。

そういった実務的、そして法律上の要求により、地熱発電開発において事業者とマオリ族の土地所有者との間の協力体制を示す多様な事業所有モデルが生まれてきている。表 5-3 に、マイティー・リバー・パワー社[11]が結んだパートナーシップを示す。

表 5-3: マイティー・リバー・パワー社とマオリ信託との地熱パートナーシップ

出典:Mighty River Power 2011; McLoughlin, et al. 2010

地熱発電所	規模 (MW)	運用開始年	領域	マオリのパートナー	所有構造
モカイ Mokai	112	2000	ワイカト Waikato	トゥアロパキ信託 Tuaropaki Trust	トゥアロパキ発電会社 Tuaropaki Power Company (トゥアロパキ信託 75%; マイティー・リバー・パワー社 25%)
ロトカワ Rotokawa	34	1997	ワイカト Waikato	タウハラ・ノース第 2 信託 Tauhara North No.2 Trust	マイティー・リバー・パワー社 (100%)
ナ・アワ・プルア Nga Awa Purua	140	2010	ワイカト Waikato	タウハラ・ノース第 2 信託 Tauhara North No.2 Trust	ナ・アワ・プルア合弁会社 Nga Awa Purua JV (タウハラ・ノース第 2 信託 25%; マイティー・リバー・パワー社 75%)
カワエラウ Kawerau	100	2008	ベイ・オブ・プレンティ Bay of Plenty	ナティ・トウワレトア定住信託 Ngati Tuwharetoa (Bay of Plenty) Settlement Trust プタウアキ信託 Putauaki Trust ノルスケ・スコッグ・タスマン社 Norske Skog Tasman*	マイティー・リバー・パワー社 (100%)
ナタマリキ Ngatamariki	82	計画中	ワイカト Waikato	タウハラ・ノース第 2 信託 Tauhara North No.2 Trust	マイティー・リバー・パワー社 (100%)

Note*: ノルスケ・スコッグ・タスマン社は、マオリ信託ではなく、製紙会社であるが、1950 年代から地熱の蒸気をカウェラウ地区の同社の工場の熱と発電需要をまかなうために使っている。

最近になってコンタクト・エナジー社も、タウポ地区でタウハラ・モアナ信託（Tauhara Moana Trust）との協力関係の構築を発表している (Contact Energy 2011)。これらの事例は、マオリ族が最初に地熱発電に関与した 1950 年代、そして 1990 年代の初めに政府がスポンサーとなって開発されたオハアキ（Ohaaki）地熱発電所の開発に、マオリ族の関与が土地のリースのみに限定されていたことから考えると大きな進展であろう。

以下にモカイ、ロトカワ、そしてナ・アワ・プルアの 3 つの事業例と、コンタクト・エナジー社が進めるワイラケイ地熱発電所の例を紹介する。図 5-1 に、それぞれの事業場所を示した。

[11] 1998年の電力産業改革法が国営に発電会社を4分割してできたうちの3つの国営企業の1つ。国営企業としては唯1地熱発電のプロフェッショナルビジネスチームをもつ。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

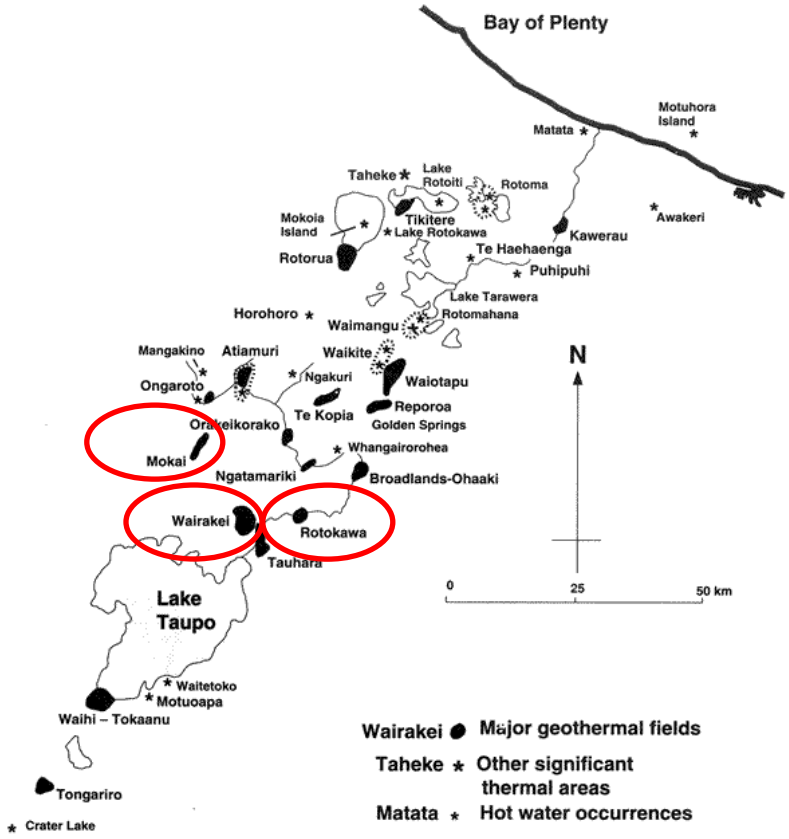

図 5-1: タウポ地熱フィールドの中にある 4 例の位置
(Mokai, Rotokawa, Nga Awa Purua , と Wairakei)
注: ロトカワとナ・アワ・プルアは両方ロトカワ・フィールドに位置する
出典: NGZA 2012a をもとに筆者作成

3) 例 1: モカイ地熱発電所 Mokai Power Station

写真: マイティー・リバー・パワー社
http://202.74.224.54/Generation/PowerStations/Geothermal/Mokai/Gallery.aspx
位置: タウポ市の北東
運用開始: 2000 年 2 月
設置容量: 最初は 55MW； 2005 年に 40MW の拡張; 2007 年に 17MW の拡張；現在は 112MW
技術的特徴: 蒸気バイナリーとバイナリー・タービンに接続された低温ブライン・ユニットの混合サイクル

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

トゥアロパキ信託は現在、タウポ市の北東 30 キロ地点にある 3,900 ヘクタールの土地と、その土地所有者である 1,700 名のマオリ族の人々で構成されている。信託はモカイ地熱発電所を持つトゥアロパキ発電会社（TPC）の大多数の所有権を持つ。トゥアロパキ信託は、30 ヘクタールの土地を占めるこの地熱発電所のほかにも、25 ヘクタールの土地で温度管理された園芸と残りの土地を使っての農業、そしてブロードバンド・サービスを提供するビジネスを営む。これらで得られるビジネスの利益は、教育への補助金や奨学金を通じて株主の便益に役立てられている(Tuaropaki, 2012)。

タウポ火山地帯のモカイ地区に大きな地熱資源が見つかったのは、1982 年から 83 年にかけて行われた政府の掘削調査の時であった。1994 年にトゥアロパキ信託は、100%の子会社であるトゥアロパキ発電会社を設立し、モカイ地熱資源を使っての発電事業に乗り出す。同信託は、同年にワイカト広域自治体から資源開発許可を得たのち、1996 年に政府から坑井の権利を買い取り、その資源を段階的開発してきた。

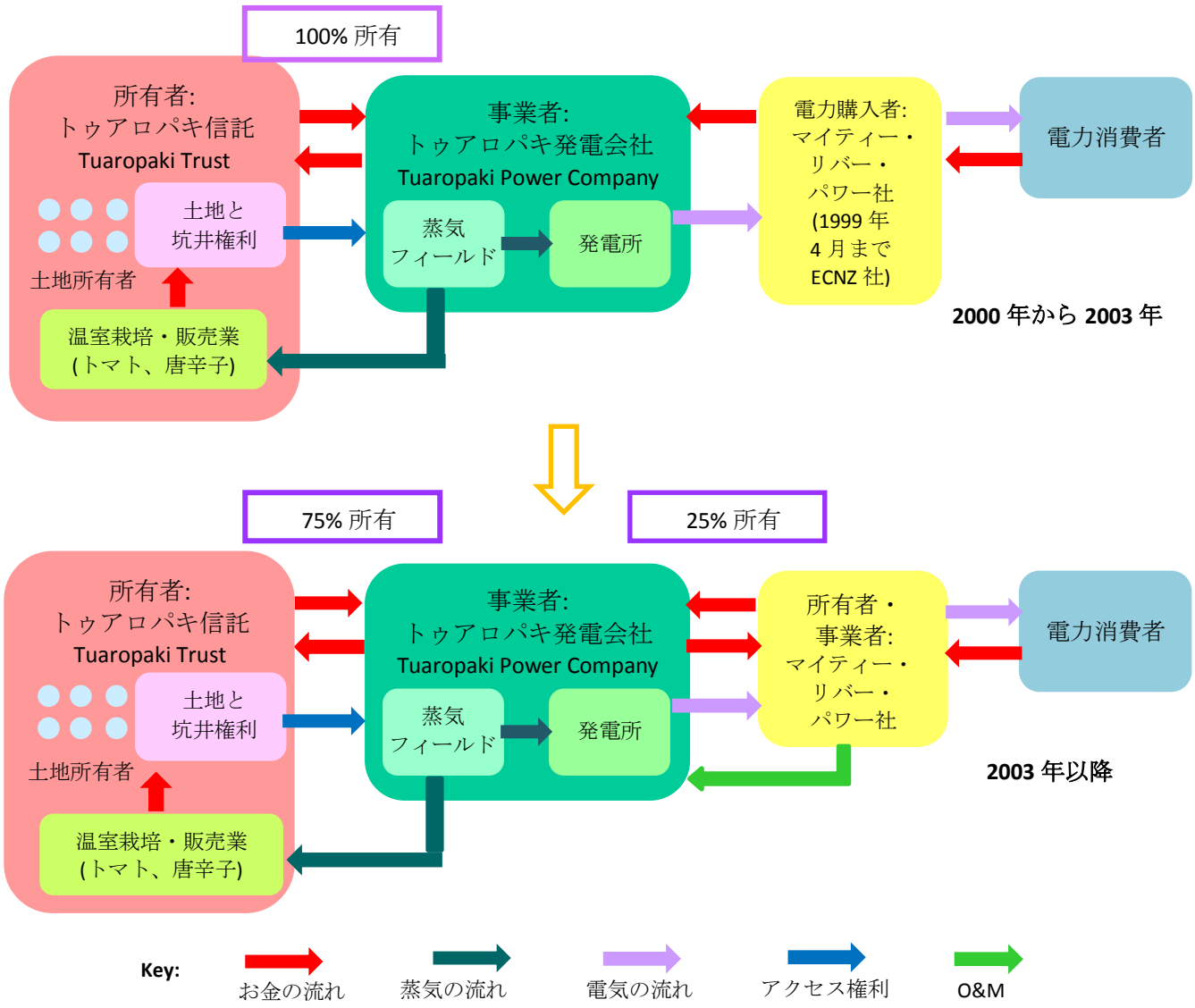

図 5-2: モカイ地熱発電所のビジネスモデル

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

マオリの信託が所有する最初の発電所となったモカイ発電所は 2000 年に運転を開始した。トゥアロパキ信託は、世界で最初にこのようなプロジェクトに投資した先住民のグループとなった。トゥアロパキ発電会社は、2003 年まで同信託が所有していたが、2003 年に 25%の所有権がマイティー・リバー・パワー社によって取得され、同社は合弁会社の共同出資者となった。

マイティー・リバー・パワー社は、トゥアロパキ信託から 1 日 4 万トンの地熱流体を採収する権利をあたえられており、蒸気フィールド、発電施設、そして送電網の維持管理を任されている。モカイ地熱発電所で発電された電力は、マイティー・リバー・パワー社が購入して消費者に売却し、長期にわたる価格のサポートを合弁会社に提供している。発電量は、2004 年の 463kWh, 2005 年の 473kWh、2006 年の 788kWh、2007 年の 804kWh という風に、設備の拡張と共に伸びている。トゥアロパキ信託とマイティー・リバー・パワー社との合弁会社の所有権及び採収権利の契約は 2027 年 12 月に期限が切れ、その時点でトゥアロパキ発電会社の所有権はすべて同信託に戻ることになっている (Lincoln University, Date Unknown; Tuaropaki, 2012)。

トゥアロパキ信託は環境への有害な影響を最小限にし、既存の利用者や将来の世代の利用の可能性を残すため、地熱を段階的開発している。また持続可能な地熱開発の中枢をなす流体の地熱資源深部への還元も、現存する地熱徴候への影響を最小限化するためになされている。同信託はまた、蒸気を温室にも利用してトマトや輸出用の唐辛子を栽培して、モカイとマンガキノ（Mangakino）地区でそれ以前は雇用されていなかった 50 人を雇用しており、こういった面でも重要な社会的経済的貢献をしている (Waikato Regional Council, 2012b)。

4) 例 2：ロトカワ地熱発電所 Rotokawa Power Station

写真: マイティー・リバー・パワー社
http://202.74.224.54/Generation/PowerStations/Geothermal/Rotokawa/Default.aspx?id=1422
http://202.74.224.54/Generation/PowerStations/Geothermal/Rotokawa/Gallery.aspx
位置: タウポ市の北東
運用開始: 1997 年
設置容量: 最初は 28MW ； 2003 年に 6MW の拡張;　現在は 34MW
技術的特徴: シングルフラッシュ(高温蒸気)とバイナリー・システム(低温排出蒸気)の混合サイクル

モカイ地熱フィールドと同様、ロトカワ地熱フィールドもまた、タウポ火山地帯での政府の 1950 年代の掘削調査で見つかった。タウハラ・ノース第 2 信託(Tauhara North No.2 Trust、現在 655 人の土地所有者と 8 人の管財人で構成)が、ロトカワ発電所と、同じゾーンのナ・アワ・プルア発電所の土地を所有している。土地所有者達は現在、もともと所有していた 4000 ヘクタールの土地のうちの 326 ヘクタールを所有している。タウハラ・ノース第 2 信託は、1990 年代からマイティー・リバー・パワー社といくつかの合弁会社を地熱発電開発の目的で作っている。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.

同信託にとってその最初の地熱プロジェクトがロトカワ発電所のプロジェクトで、1997 年に 32MW の容量で発電を開始した。事業は 2 つの合弁会社に分かれている。1 つ目はロトカワ合弁会社(Rotokawa Joint Venture, タウハラ・ノース第 2 信託とマイティー・リバー・パワー社が 50:50 の所有権を持つ)で蒸気事業を所有する。2 つ目はロトカワ発電会社(Rotokawa Generation Ltd.、現在はマイティー・リバー・パワー社が 100%の所有権を持ち、タウハラ・ノース第 2 信託が 2 人の理事を出す)が発電事業を持つ。 ロトカワ発電所はもともと第 3 者機関によって所有されていたのだが、タウハラ・ノース第 2 信託が、マイティー・リバー・パワー社を、発電所の所有権利を取得する目的で招き、発電所は 2000 年に同社が購入し、所有することとなった。現在、同社が蒸気フィールドと発電所の両方を運営している。

タウハラ・ノース第2信託は、発電所の所有権を意図的に持たず、蒸気フィールドの合弁会社のシェアの半分と月極めの蒸気使用料を得るのみとしている。同信託は、資本関係のある商業ビジネスに対する経験のなさと、財政的な限界から発電事業の所有をためらった。このように財政的なかかわりはないが、タウハラ・ノース第2信託はロトカワ合弁会社の5名の理事うち2名を出している。同信託への年間の蒸気使用料は、約70万ニュージーランド・ドル(約4千480万円)[12]となっており、資本リスクはない(McLoughlin, et al.2010)。

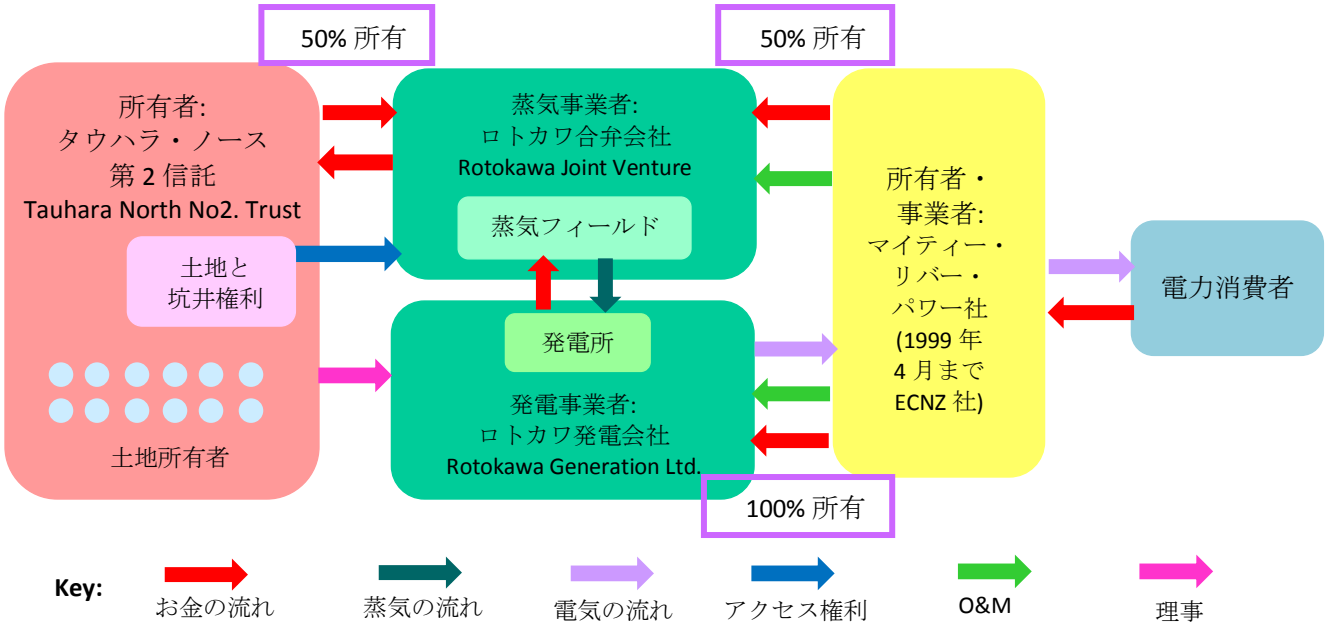

図 5-3: ロトカワ地熱発電所のビジネスモデル

[12] 1NZD=64JPY で換算。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

5) 例 3: ナ・アワ・プルア地熱発電所　Nga Awa Purua Power Station

写真: タウハラ・ノース第 2 信託/マイティー・リバー・パワー社
http://202.74.224.54/Generation/PowerStations/Geothermal/Rotokawa/Default.aspx?id=1422
http://202.74.224.54/Generation/PowerStations/Geothermal/Rotokawa/Gallery.aspx
位置: タウポ市の北東
運用開始: 2010 年
現在の設置容量(2011): 140MW
技術的特徴:世界最大のシングル・シャフト・カスタムメイドの地熱タービンを用いた高圧、中圧、低圧蒸気トリプルフラッシュ発電サイクル
建設費：4 億 1 千万ニュージーランド・ドル

ナ･アワ･プルア発電所は、これまでの事業者とマオリ族の協力関係の中では最も成功した例であろう。10年間のロトカワ地熱発電所のすばらしい成果は、タウハラ・ノース第2信託とマイティー・リバー・パワー社に、ロトカワ地熱フィールドで第2の発電所を築くための十分な自信を与えることとなった(Mighty River Power 2010b; Power-technology.com2012)。

合弁交渉と同意

この事業に対する非公式の交渉は、2005年時点ですでに始まり、その後も両者が色々な選択肢を出すことで続いていた。公式な交渉は2007年の5月に始まり、主要な商業基本合意は、両者に商務と法務の専門家を交えた2日間の会合の後、1か月後の2007年の6月になされた。この基本合意が同年11月のナ･アワ･プルア合弁会社の設立につながっていく。こういったプロセスを踏むことで、両者がそれぞれの立ち位置と価値観を理解することにつながったという (McLoughlin, et al.2010; McLoughlin, 2012)。

主要な基本合意の内容は、マイティー・リバー・パワー社が専門知識と最初の資本を提供する一方、タウハラ・ノース第2信託が土地と資源開発許可への協力を約束するというものであった。マイティー・リバー・パワー社が、初期の資本すべてを提供する代わり、タウハラ・ノース第2信託側には発電所が運転を開始した時点で、事業への資本参加をするオプションが提供された。つまりこれは、信託側が、建設や初期費用に対する投資や資本の提供をしなくてもよいということである。また信託が、事業の売り上げから資源の使用量を得ることも合意された[13] (McLoughlin, et al.2010)。

この2007年の基本合意のあと、同信託は、独立した技術及び商業コンサルタントと、事業の所有権と商業構造が土地の保護と便益のフローに対してもたらす影響、地熱開発のリスク、そして地熱事業の

[13] McLoughlin, et al.(2010)による最終合意の詳細は、この主要基本合意と重要な相違点は見当たらない。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.

技術的特徴などを理解するために、説明会を連続して持っていく。こういった努力の結果、最終的に信託メンバーの95%がプロジェクトを支持した[14] (McLoughlin, et al.2010)。

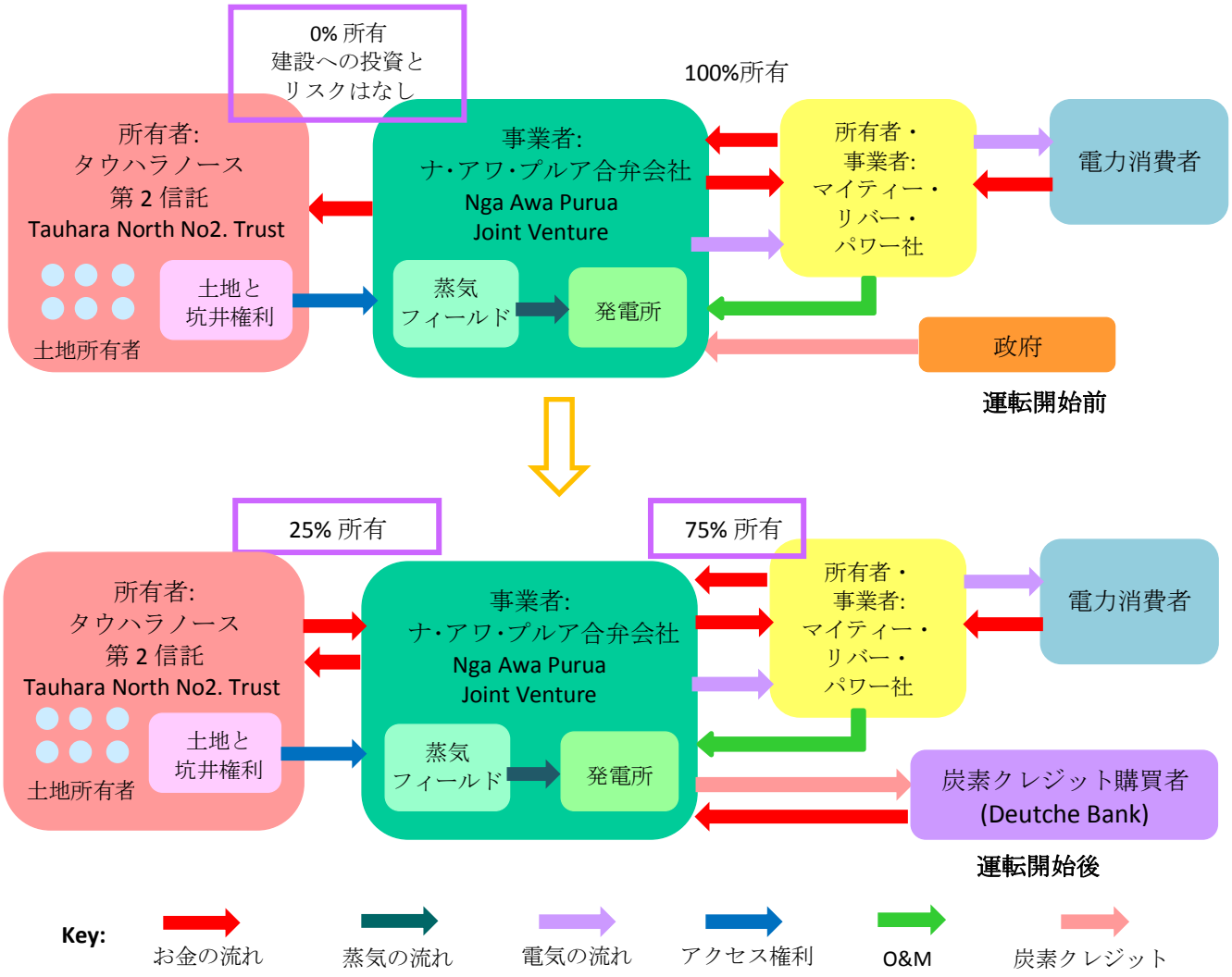

図 5-4: ナ･アワ･プルア地熱発電所のビジネスモデル

資源開発許可取得のためのマオリ族の協力

マイティー・リバー・パワー社からの友好的な財政合意 (継続した資源使用料と初期建設時の100%のリスクのカバー) へのお返しに、タウハラ・ノース第2信託は、同社が資源開発許可をスピーディに得られるように協力する。近隣住民からの賛同を取り付けたり、様々な開発許可当局への書類の提出を行なったりすることで、通常1年から2年かかる承認許可プロセスを短縮し、7カ月で承認を得る補助を行った。また全体の開発申請プロセスを経験することで、信託とその構成員が地熱発電のリスクや便益を理解し、相互信頼を深める契機ともなった (McLoughlin, et al.2010)。

[14] マオリ土地法廷は、長期のリース契約を結ぶ際には少なくとも 50%以上の土地所有者の同意を義務付けている。 このプロジェクトへの初期のサポートは、土地所有者の 35%に留まっていた(McLoughlin, et al. 2010)。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

ファイナンス

ファイナンスに関して、信託からの銀行へだした前提条件で最も重要なことは、「いかなる形の土地の没収や債務不履行を回避するために、土地を担保にすることはできない」ということであった。しかしこの条件は、信託がアプローチした3つの銀行すべてによって拒否されてしまった。そこで信託側は、蒸気資源の使用料と合弁会社からの利子を担保にすることを銀行側に提案し、銀行側はこれを受け入れ、同信託の自己資本投資に対して100%の出資をすることに同意した。[15] さらに同信託と銀行の話し合いの結果、銀行側は、信託に資本支出と債務元利払いのために積み立てをすることと、主要な財務比率を規則的に報告することを要求した。このような話し合いは、信託側が長期投資と金融機関との関係構築の重要性を理解するきっかけを作っていく。 またこういったプロセスを踏むことで、信託側が最近の金融危機の後に合弁事業のシェアを買う時点で100%の債務を組むときに、いくつかの金融機関に競争させてビジネスを進めていくといった方法を取ることにも貢献した(McLoughlin, et al.2010)。

透明性

マイティー・リバー・パワー社との契約では、同社の子会社のうちの1つが電力をできるだけ低価格で買い付ける一方、同社自身はできるだけ高価格で販売するという状況があり、同社の地熱発電の価格設定に関する透明性が問題視された。この状況下で、合弁会社が売った電力が公正な価格を受け取ることができるように、信託側は様々な透明性確保の策を取り入れて金融機関を満足させ、また信託が十分な収益を得ることができるようにしている(McLoughlin, et al.2010)。

困難

McLoughlin (2012) によれば、合弁事業の形成における最大の難関は、マオリの土地所有者を地熱資源の開拓に同意させることであったという。所有者の視点から見た歴史的な経緯が理由であった。

先にも述べたように、マオリの土地にコンタクト・エナジー社によってつくられたオハアキ地熱フィールドの開発は、30年以上前から始まった掘削以来、徐々に地盤沈下をおこし、そのためワイカト川からマオリ集落への洪水を引き起こしてきた。継続する地盤沈下にも関わらず、 オハアキ地熱発電所の開発は許可され、発電所は1989年に運転を開始した。しかし発電所はさらに地盤沈下を起こし、それは1992年以来3.5メートルにも達した。これは地表から100メートル下にある地層が、蒸気の採収のし過ぎにより圧縮されてしまったためであった。影響を受けた2つのマオリ信託のうちの1つが、タウハラ・ノース第2信託であり、2つの信託はコンタクト・エナジー社と共にこの問題を処理するため、2003年にオハアキ・マラエ専門調査委員会（Ohaaki Marae Working Party）を立ち上げた。その後、オハアキ・マラエ地区は2009年に移住することに合意するという経緯があったのである(Land Information New Zealand 2009; Ohaaki Marae Working Party, 2012)。

この事例によっておこった長期にわたる苦難によって、タウハラ・ノース第 2 信託の土地所有者が、新しい開発に対しても憂慮したことは理解できる。しかしこの状況は、シンクレア・ナイト・メルズ社(Sinclair Knight Merz、SKM)が提供した独立した技術アドバイスによって変化する。SKM 社は、コンサルティング、エンジニアリングと、プロジェクトの引き渡しを行なう会社で、オハアキ・マラエ専門調査委員会に雇われ、独立した査読機関としてオハアキ・マラエ地区の地盤沈下及び洪水問題を調査した。この調査によってオハアキ・マラエ専門調査委員会の強い信頼を得た SKM 社は、ナ･アワ･プルアの調査をタウハラの土地所有者達のために行い、「オハアキ地熱発電開発以来、技術も資源管

[15] 銀行側はこの事業をかなりリスクの低い案件としてみなしていた。その理由は、1) 信託は発電所が期待に添わない場合は、合弁事業の所有権を買わない選択肢があったこと;2) プロジェクトのパートナーは、国有会社であるマイティー・リバー・パワー社であること; そして 3) 事業の財務的な基礎は非常に堅固で信託は債務を比較的短期間で支払い終わると思われたこと、である。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

理への理解も進展して来ており同じ失敗は起こらない」と、信託側を確信させることに成功した(McLoughlin 2012; Ohaaki Marae Working Party, 2012)。

McLoughlin (2012) が次に難しかった点として挙げているのは、事業の資本投資に関して、銀行から大きな借金をすることについて、信託を構成する土地所有者達を納得させることであった。ファイナンスに対する不慣れさと洗練性のなさが、同信託の人々を、ファイナンスが失敗したときに対する心配に駆り立てたのである。しかしこの問題は、信頼できるプロフェッショナルとの対話や、ファイナンス・モデルの慎重でわかりやすい説明によって解決される。

もう 1 つの問題は、マイティー・リバー・パワー社との情報及び理解のギャップを埋めることであった。もともと信託側には、同社に信託の将来を強く支配されてしまうことへの心配が非常に強くあった。ここでもまた、信託は独立したアドバイスを得るために、信頼のおけるトップクラスの専門家を雇い、マイティー・リバー・パワー社の提案や説明に対する彼らの評価を得る。これらのアドバイスは信託側の事業に対する技術的・法務的理解を高め、同社との良い関係を構築する成功要因ともなったのである (McLoughlin 2012)。

便益と欠点

タウハラ・ノース第2信託とマイティー・リバー・パワー社は両方、この事業から大きな便益を得ている。まず双方が新しく炭素排出の低い発電所を得たというだけでなく、この事業は、国有企業であるマイティー・リバー・パワー社が、不幸な過去にも関わらず友好的で実りの多い協力関係をマオリの人々と築くことができるということを証明し、同社とニュージーランド政府に大きな象徴的意味をもたらしたのである。

事業は土地の所有者にも大きな便益をもたらした。McLoughlin (2012) は、合弁会社を設立した理由を重要な順に述べている。それらは、この事業が 1) 信託のメンバーの生活水準を上げる助けとなること、2) 将来の世代に寄与する基金を得ること、 3) 土地所有者の中に何かを成し遂げたという感覚を作りだすこと、 4) 信託の投資を守る法的な書類を作ること、そして 5) 信託が財務的な視点から実績を計り積極的に投資できる器を作ること、であった。これらの最初の目的はすべて達成され、信託側はいまだ欠点を見い出していない。

信託側への利益は、通常の売電と資源利用量への支払いにとどまってはおらず、炭素クレジットの売却も入っている。2004 年、合弁会社は政府から 791, 000 単位の Projects to Reduce Emission units (PREs) 炭素クレジットの権利を得た。[16] ナ・アワ・プルア発電所は、最初の年の運営でこのうちの 410,000 排出削減クレジット(Emission Reduction Units, ERUs) を取得し、合弁会社はこの炭素クレジットをドイツ銀行に 1 クレジットあたり 22.78 ニュージーランド・ドルで売却することで、930 万ニュージーランド・ドル(約 800 万米ドル、約 5 億 9 千 520 万円)[17]の収益を得たのである(THINKGEOENERGY, 2011)。

[16] ニュージーランド政府は 2003 年に Projects to Reduce Emission (PRE) 制度を開始した。 2003 年と 2004 年に 2 つのラウンドが実行され、第 3 ラウンドは現在のところ計画されていない。 34 の事業がこの制度に参加している。PRE 制度は参加事業に business-as-usual の排出削減レベルを超える削減を課しており、削減は京都議定書の第 1 期間内 (2008 年-2012 年) に行わなければならない。PRE は排出ユニット、または炭素クレジットを事業にあたえ、それらは国際取引されても良く、事業に財政的な価値をあたえるようになっている。PRE 制度で得られた排出ユニットや炭素クレジットは、国内市場でも国外市場でも、政府または民間の購入者に売却時の市場価格で売却できる (MfE, 2012d)。

[17] 1NZD=64JPY で換算。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

6) 例 4: ワイラケイ地熱発電所 Wairakei Power Station

資源開発許可への申請者は、資源管理法のもと、強制ではないがすべての利害関係者と話し合うプロセスを持つ必要がある。マイティー・リバー・パワー社とマオリの信託との合弁事業の例でも見たように、地元との良好な関係を築くことは大変重要になっている。

写真:Richard Seaman
位置: タウポ市の北
運用開始: 1958 年
現在の設置容量(2011): 181MW
技術的特徴:（オリジナルの設備）ウエット蒸気、2005 年にこの主要設備から出る低温蒸気を利用するためバイナリー設備が追加された

ワイラケイ地熱発電所は 1958 年に運用を開始したが、先述したように、この発電所の初期の開発は様々な環境問題を引き起こした。今日まで、地元住民や土地所有者との問題が残っている。コンタクト・エナジー社は、2004 年に主要設備であるウェット蒸気設備から出る低温蒸気を利用するバイナリー設備を追加するため、新しい資源開発許可の申請を行った。この過程で同社は、地元との良い関係を構築するための様々な活動を行った。

情報の提供と個人的な接触努力

最初に行ったのは、申請前にプロジェクトの要約を、地域のすべての住民に個人的に郵送することであった。この書類は非常に注意深く作成され、事業の説明、地元の環境と住民に対する影響評価の結果、そしてどのような影響が回避・軽減・削減できるのかが非常に理解しやすく、簡潔にまとめられていた。申請の前に地元住民に事業について知らせるのは、利害関係者と良い関係を築くための基本的な第一歩である。コンタクト・エナジー社はその後、既存の発電所で地元説明会を行って施設を紹介したり、住民が質問をしたりする機会を設け、意見箱を設置した。これらの質問や意見を 1 つ 1 つ個人的にフォローアップするため、同社は実際に意見や質問をした人々の家を訪れ、問題を解決するために話し合っていった。

ワイカト広域自治体は、同社が変な噂や誤解の広がりを防ぐために行ったこういった努力や、しっかりした実際のデータや情報を提供したこと、住民がもっと情報を得られるようにしたり、個人的にフォローアップした活動をしたことを大きく評価している。また個人的にフォローアップするプロセスは、一対一の交わりを可能にすることで、住民が自分たちの意見が大切にされているという関係を生み出せる。これはまた複雑な問題やプロセスを解明し、問題を実務的に解決する助けとなったのである (Brockelsby, 2012a)。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

7) 要点

ニュージーランドでは、地熱資源の上部にある土地の多くを、先住民族であるマオリ族が所有しているため、事業者は地熱資源への土地のアクセスを得るために、彼らと良好な関係を築く必要がある。歴史的にマオリ族とヨーロッパからの移民との間には、数多くの不動産、土地所有の問題があり、また地熱資源の開発は、彼らの土地に多くの環境問題も引き起こしてきた。こうした状況と、地熱事業者がマオリの人々と協力関係を築く義務が資源管理法で定められていることにより、地熱事業者側は、財政的な報酬を共有する合弁事業の形成、情報の共有、個人的また共同体的な話し合いを行なって、マオリ族との間に友好的な関係を築く努力をしている。

段階的開発は、持続可能な資源管理を可能にし、事業のリスクを減らし、両方の多様なニーズを考慮することで、マオリ族と事業者の両方にとって便益をもたらしている。合弁会社と事業の形成は、財政的な報酬と相互理解をもたらす目的で注意深く作られており有益である。財政的な報酬は、土地所有者(マオリ信託)が土地と坑井の権利を事業者に与えるという行動に対して支払われ、信託がそれを自由に多様な目的に利用できるという点で重要である。商業的な事業の経験はまた、マオリの人々が長期の投資を理解し、ビジネス能力を開発していくという点で大いに貢献する。

良いコミュニケーション、公開性と透明性、情報の流れ、独立した専門的なアドバイス、個人的な関わりとフォローアップといったことのすべてが、事業者とマオリの間の信頼関係構築を助けている。相互の価値と技術的な側面の理解にとって、こういったことが重要性を帯びるのである。

継続した、そして繰り返されてきたマオリ族とマイティー・リバー・パワー社との協力関係は、両者の間の信頼を増強し、マオリ族側の協力で、リードタイムを減らしていくことにも役立っている。信頼の強まりは、合弁会社の資本関係の変遷を見ても明らかである。最初のモカイ地熱発電所のプロジェクトでは、マイティー・リバー・パワー社は、1994 年時点に事業会社の資本を持っていなかった。これが 2003 年に変わり、同社はマオリの信託の招聘で 25%の資本を得ることとなった。ロトカワ発電所のプロジェクトでは、 最初から 50%の資本の所有をし、続くナ･アワ･プルア地熱発電所のプロジェクトでは、逆にマオリの人々が最初の事業体の資本所有をしていない。こういった変化は、マオリ族の同社に対する態度の変化を示しており、初期には同社が自分たちの土地と権利に強いコントロールを行使することを恐れていたマオリの人々が、徐々に同社が信頼のおけるパートナーであるという信頼を高めていったことの表れであるといえよう。

この変化はマオリの人々にも利益となっていった。ナ・アワ・プルアのプロジェクトでは、マイティー・リバー・パワー社が、初期費用と開発リスクをすべてとり、タウハラ・ノース第 2 信託は、全く何の財務的リスクも開発リスクも取る必要がなかった。しかし発電所が運営を開始した時点で、信託側が事業の資本の一部を買い取れるという選択肢は、土地所有者達の権利を確約し、将来にわたっての両者の信頼を固めたのみならず、地元住民に彼らの財務事情の中で実現可能な有益なビジネスモデルを示したのである。土地の所有者に「資源へのアクセス権を貸していただく」ということに対して寛大で気前の良い感謝の意を示すことで、事業者はそれに勝る信託側からの協力関係を、資源開発許可のプロセスでも得ることができたのである。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

6. リードタイム削減努力

長期のリードタイムは、地熱発電における一般的な障害である。ニュージーランドでも、計画された運用開始よりも遅れることがよくある地熱発電事業ではあるが、リードタイムの削減に成功している例もある。カウェラウ地熱発電所とナ･アワ･プルア地熱発電所は、そういった成功例であり、事業者側の努力が多くなされていた。Hill and Ware (2010) がこれらのプロセスをまとめてあり、それをベースにどういった努力がなされたかをまとめてみる 。

1) 例 1 : カウェラウ地熱発電所 Kawerau Power Station

写真: マイティー・リバー・パワー社
http://202.74.224.54/Generation/PowerStations/Geothermal/Kawerau/Gallery.aspx
位置:ベイ・オブ・プレンティ東部
運用開始: 2008 年 8 月
現在の設置容量(2011): 100MW
技術的特徴: シングル蒸気タービン発電機うを用いた高圧・低圧蒸気取り入れ口のダブルフラッシュ発電
発電所所有者・事業者: マイティー・リバー・パワー社
EPC 契約者: 住友商事 (日本)
設備供給: 富士電機(日本)
土木工事:ホーキンス建設 Hawkins Construction (ニュージーランド)

カウェラウ地熱発電所は、マイティー・リバー・パワー社が 100%所有しているが、事業は 2 つのマオリ信託と、もう 1 つの土地所有者であるノルスケ・スコッグ・タスマン社との協力で進められた。ノルスケ・スコッグ・タスマン社は製紙会社であるが、1950 年代から地熱の蒸気をカウェラウ地区の同社の工場の熱と発電需要をまかなうために使っており、発電所が位置する地域の最大の電力消費者である。地下資源へのアクセス権をめぐる交渉は、政府、ナティ・トウワレトア定住信託（Ngati Tuwharetoa Settlement Trust）、プタウアキ信託（Putauaki Trust）、そしてノルスケ・スコッグ・タスマン社が参加した。最終合意は、2002 年にプタウアキ信託とかわされ、2003 年には試掘が始まった。マイティー・リバー・パワー社は、2005 年 4 月に政府から国営企業として坑井権利を買い取り、資源開発許可を 2006 年の 8 月に取得する(Mighty River Power, 2010a)。

エンジニアリング・調達・建設（Engineering, Procurement and Construction、EPC) 契約は競争入札が行われ、日本の住友商事が落とし、同じく日本の富士電機が設備機器の納入を、そして土木工事は、ニュージーランドのホーキンス建設会社（Hawking Corporation）が請け負うことになる。発電所の建設は 2007 年の 1 月に始まり、事業者と請負者の様々な努力をもって 2008 年の 8 月にスケジュールよりも早く、予算もまた計画より低く完成する。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

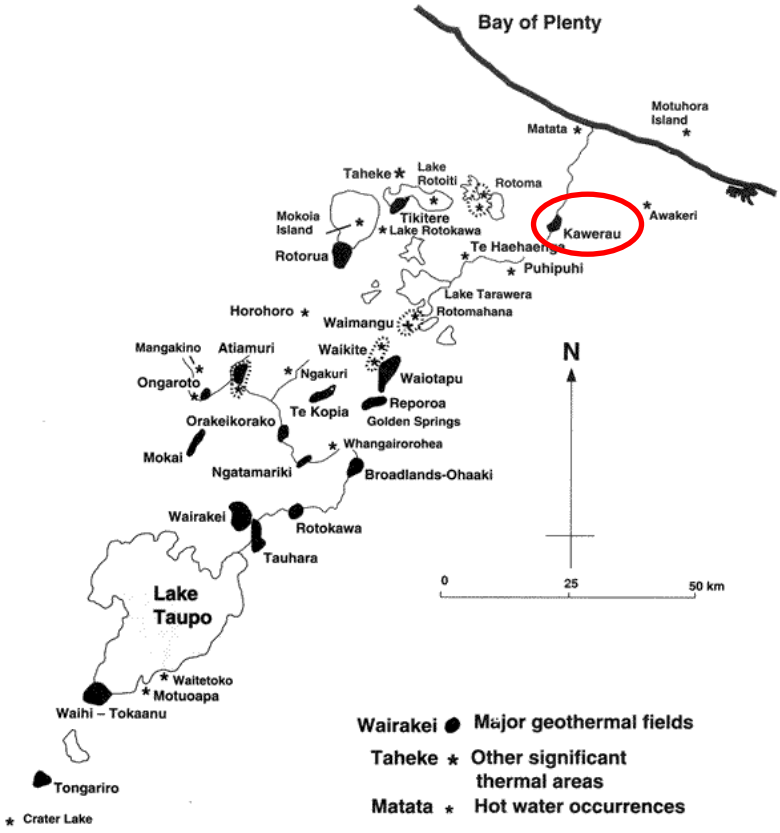

図 6-1: ベイ・オフ・プレンティ東部に位置するカウェラウ
出典： NGZA 2012a をベースに筆者作成

多くの工夫がリードタイムを減らすためになされたが、それらはすべて目新しい革新的なものではなく、すべてのプレーヤーが非常の能力の高いスタッフを用いてコーディネートした成果であった。カギとなったのは、財政的なインセンティブを用いたこと、問題意識と解決法の特定とその共有、計画的な進捗、解決法を議論しやすい雰囲気づくり、そしてすべてのプレーヤーを取り込んだ継続的なコーディネーションといったものである。

行動を起こしたのはマイティー・リバー・パワー社である。同社はすべての利害関係者を取り込むアプローチに価値を見出し、すでに契約以前に、議論とブレインストーミングをする機会を契約業者に提供して、様々な問題の解決法を模索できるようにしていた。加えて同社は、予定よりも工事を早く終わらせた場合に、その速さに応じてボーナスを提供するという財政的なインセンティブで、契約業者に明確なメッセージを送ったのである。

住友商事がEPC契約を落札し、富士電機とホーキンス建設がその下請けとなった時点で、3社の間で契約書が結ばれた。契約は、すべての下請けを含む契約者が調整を重視し、相手に対して時宜を得て回答するように要求している。ニュージーランドと日本の3時間の時差がうまく利用され、一方の午後遅くに出された質問に対する答えが、相手から次の日の就業時間までに回答された。

調整はターゲットプログラム、全体計画、そして毎週の調整ミーティングによって図られた。ターゲットプログラムは、EPCチームによってつくられ、マイティー・リバー・パワー社との契約よりも4週間早くに発電所を完成させることと、そのほかの建設過程でのマイルストーン日程を設定した。それ

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

に合わせて富士電機が、全体のプロジェクトプログラムをつくり、プログラムは毎月、遅れとそれを取り戻すための計画と共にアップデートされた。EPC チームは、住友商事の建設マネージャーが仕切る毎週ごとの調整ミーティングを持ち、カギとなる課題の洗い出しを行っていった。解決策は、そういったミーティングでの中で議論され、プレキャストを用いた建設方法や、地下深くの構造物と地上の構造物の同時建設といった従来の地熱発電所の型にはまらない建設手法などの解決策が生み出された。すべての会社が、非常に有能で経験豊かなスタッフを配備し、彼らがこういった問題解決と協調体制に貢献した。[18]

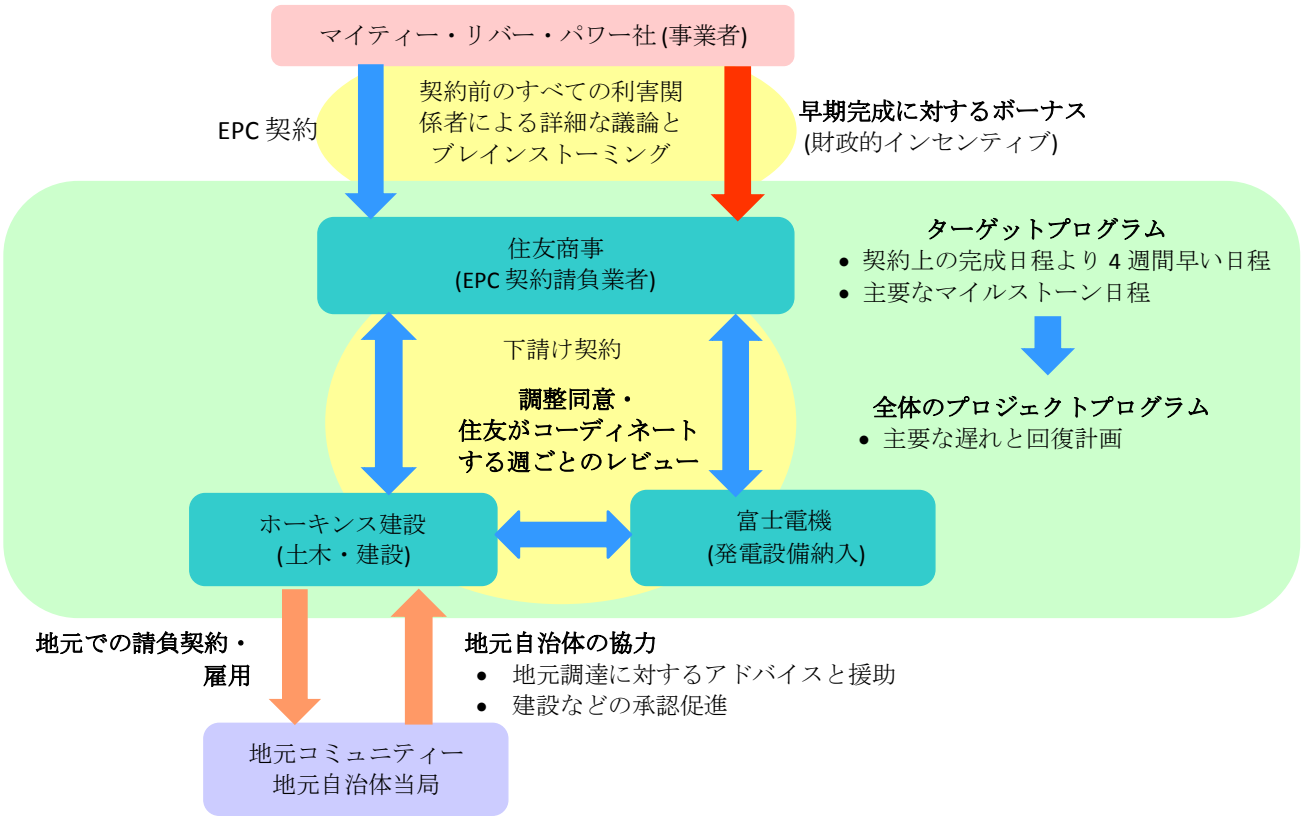

図6-2: カウェラウ協力体制

出典)　Hill and Ware 2010を基に筆者作成

それに加え、すべての利害関係者を早い段階で参加させることも功を奏した。カウェラウ地区自治体(Kawerau District Council)は、建設許可や発電所の運営認可プロセスを、ホーキンス建設のために早めたほか、地方での調達に対するアドバイスを同社に対して行うなどの援助を行った。その見返りとして、ホーキンス建設はかなり多くの地元住民を建設スタッフとして雇い、また孫請け業者にも大規模なプロジェクトの経験のある地元企業を選ぶなどして、地元への貢献を拡大した。 こういった様々な努力が、建設の終了・発電所の運営開始を当初の予定よりも4週間早めることに貢献した。

[18] 例えばマイティー・リバー・パワー社は、かなり早い段階で完成した発電所の運営マネージャーを選定し、その人に計画やエンジニアリング、建設まで参加をしてもらっている(Hill and Ware 2010)。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.

2) 例 2: ナ・アワ・プルア地熱発電所　Nga Awa Purua Power Station

上記のカウェラウ地熱発電所の経験は、ナ・アワ・プルア発電所のプロジェクトの執行に大いに役立った。

マイティー・リバー・パワー社は、カウェラウと同じ EPC 契約会社を選んでナ･アワ･プルアのチームを形成し、前のプロジェクトで確立された経験と信頼を、新しいプロジェクトに持ち込むことに成功した。住友商事―富士電機―ホーキンス建設のチームは、コンセプト計画の早い段階にプロセスの合理化を開始する。ターゲットプログラムもカウェラウと同じやり方で組まれ、今回のターゲットはマイティー・リバー・パワー社が設定した運営開始日時より 6 週間早く設定された。

カウェラウのプロジェクトでチームによって使われていた手法に新しくつけ加えられた手法が、プロジェクトの協力体制に持ち込まれた。それらは:

- ホーキンス建設による、土木関連工事のすべての要素をいれたマトリックスの開発；
- マイティー・リバー・パワー社が、ホーキンス建設を地質技術的な調査プログラムの管理に引き込み、これは両社が地中のリスクの理解を強化し、リスクの移譲と最前の選択肢を探求するうえで非常に役に立った;
- ホーキンス建設は、台座の建設オプションを研究するため何度も下請け業者と共に研究ミーティングを持ち、その結果、富士電機―ホーキンス建設チームは、構造変更、プレキャストコンクリート工法やポスト・テンション構造の取り入れなど、重要な変更が取り入れられた；

こうした建設過程の努力に加え、前章で述べたように、マイティー・リバー・パワー社は、建設が始まる以前にもタウハラ・ノース第 2 信託との合弁事業の設立とともに、プロジェクト進行を早める努力を行なっており、それらを図 6-3 にまとめた。注意深く行われた 2 年間の契約交渉と、2007 年 5 月の 2 日間の集中交渉ミーティングを経て、合弁事業の基本合意がなされた後は、他のビジネスや法務契約事項はかなり早く決定され、建設開始まで 9 か月しかかかっていない。事業者と土地所有者との価値観と関心を 1 つにしていくことが、素早いビジネスの執行に効果を表すことを示している。また図 6-3 でも示されるように、契約合意の交渉が進んでいる間に、マイティー・リバー・パワー社は、掘削や資源開発許可の申請を同時に進めていることもわかる。こういった同時進行はリードタイム削減に大変有効であり、公式な資源開発許可が出た時点で、すぐに建設を始める下地を築いた。

3) 要点

マイティー・リバー・パワー社が行った取り組みは、契約業者たちの可能性を引き出し、すべての利害関係者の強い意志と調整がリードタイム削減に役立った。事業者からの早期完成に対する財政的な報酬も、事業者の真剣さを裏づけ、よい動機づけとなる。しかし、参加事業体の高い能力がなければ建設時間削減努力は実を結ばないことも事実である。

建設を始める前にビジネス、法務、そしてエンジニアリングの様々な活動を同時に進めていけることが、リードタイム削減に有効であることも示されている。これは不確実性を排除し、それぞれの過程でリスクを減らす明確な制度があるからできることである。マオリ族の土地所有者との信頼構築も建設時間の短縮に貢献している。

カウェラウとナ･アワ･プルア発電所事業を連続してやれたことも重要で、以前のプロジェクト管理の経験などから学んだ経験をすぐに活かせたのは、安定した地熱発電市場があるからこそといえる。継続性のある市場から得られる経験を有益に活用し、学習効果を継続させるためには、繰り返し遂行出来るプロジェクトの執行モデルを作るような事業側の努力も必要となる。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.

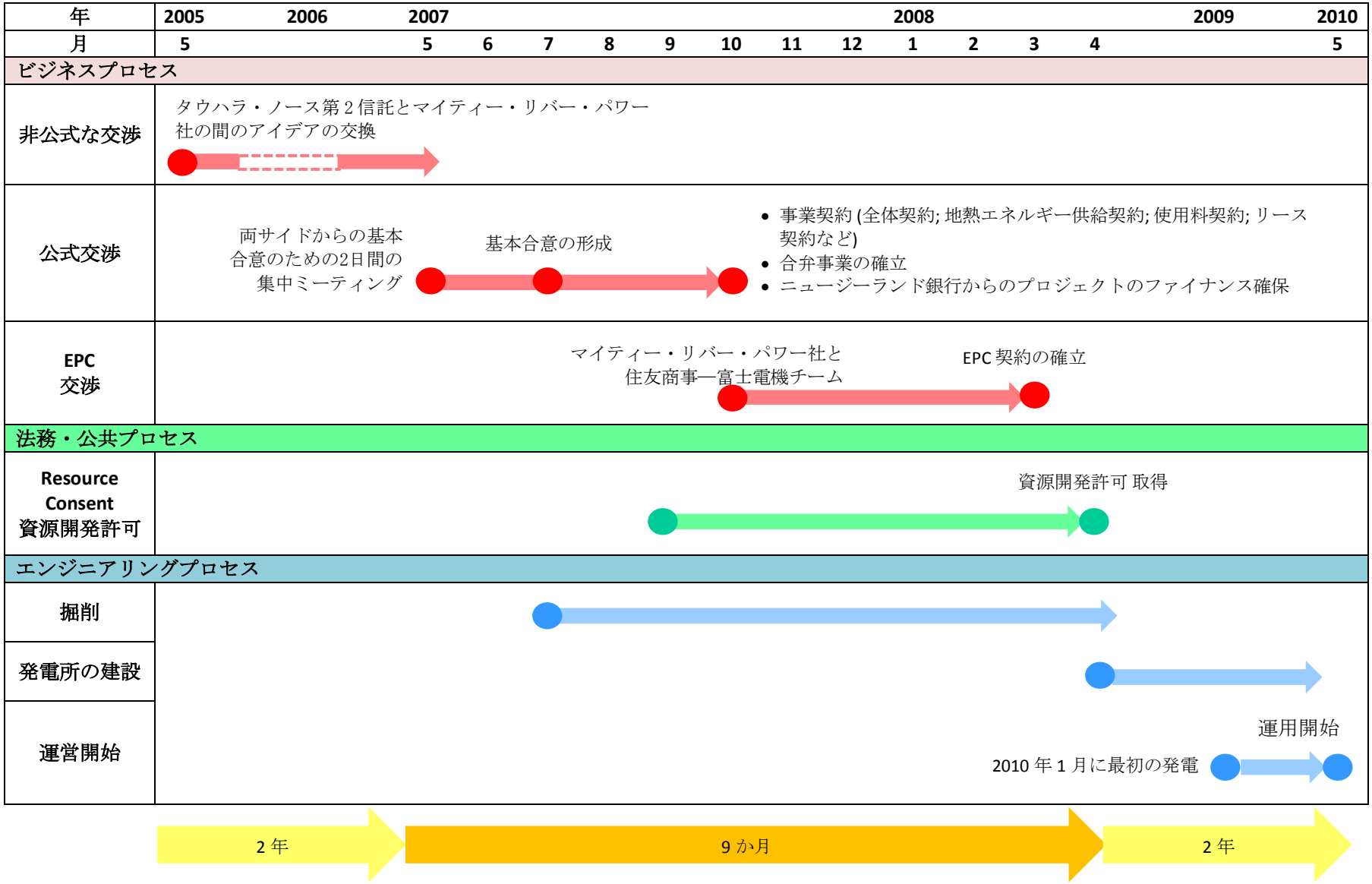

図 6-3: ナ･アワ･プルアの事業進行過程

出典: Tauhara North No.2 Trust 2008 を参考にして筆者作成

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

7. ニュージーランドにおける地熱発電の市場競争力

ニュージーランド政府は、再生可能エネルギーに対して政策的によく用いられる Feed-in Tariff 制度、Renewable Portfolio Standards (RPS)制度のいずれも導入していない。しかし地熱発電は、ほかの発電オプションに対する競争力が高い。

1) 再生可能エネルギーターゲット

ニュージーランドで近年、財政的な援助政策がないにも関わらず、地熱発電のような再生可能エネルギー事業が盛んにおこなわれている背景には、再生可能エネルギーに対する政府の明確な姿勢がある。2007 年に発表された「2050 年までのニュージーランドエネルギー戦略（New Zealand Energy Strategy to 2050、NZES 2050）」 は、むこう 10 年間の火力発電所の建設を禁止した。この禁止令は、2008 年に新政府によって無効にされてしまったのであるが、同戦略は、2025 年までに 1990 年レベルの二酸化炭素排出量に戻すため、電力供給の 90%を再生可能エネルギーのような公害フリーの電源で賄う目標も掲げている(MOE, 2007;Ministry of Economic Development. 2011b)。

2010 年には、ニュージーランドの電力供給の 74.2% は再生可能エネルギーからのもので、この値は OECD 諸国の中でも高いものであるが、過去 100 年間の発電量の伸びは大きく、再生可能エネルギーの発電に占める割合は、1908 年の 91.4%から 2008 年には 64.5%にまで下がり、非再生可能エネルギーの占める割合が伸びてきていた。 しかし同じく 2007 年に発表された「ニュージーランドエネルギー効率・保全戦略（ New Zealand Energy Efficiency and Conservation Strategy, NZEECS ）」や、政府の努力で、地熱、風力、水力の発電容量は 2009 年と 2010 年に増加した。水力は、歴史的に発電容量で最も大きな位置を占める。ニュージーランドは、再生可能エネルギー資源に恵まれ、これも国の再生可能エネルギー戦略に貢献する要因である (Ministry of Energy, 2007)。

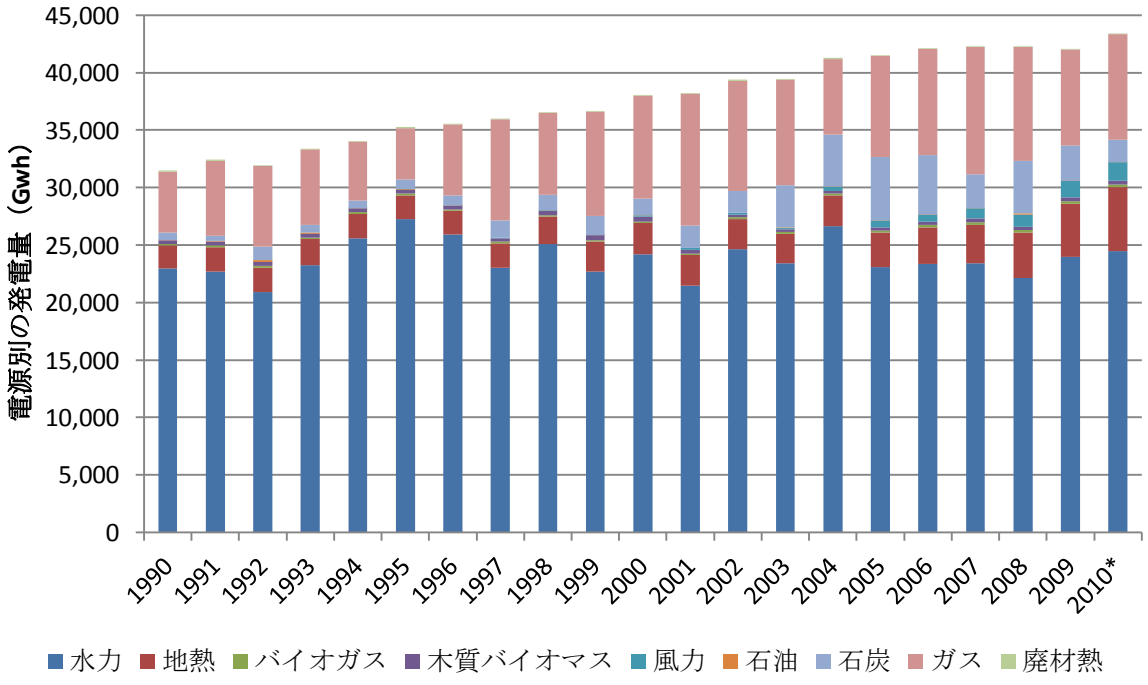

図 7-1: ニュージーランドの 1990 年から 2010 年までの電源別発電量

注: 2010 年の値は暫定値。コジェネレーションプラントからの発電量も含まれる。

データ出典: Ministry of Economic Development, 2011a

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

2) 新設発電所のコスト競争力

ニュージーランドで再生可能エネルギー事業が盛んなもっとも重要な理由は、火力発電に対するそのコスト競争力であろう。

ワイカト広域自治体は、2007 年に電源別の発電コストについてまとめたレポートを出した(Denne, 2007)。超臨界石炭火力発電、ガスタービン複合サイクル発電(CCGT)、開放サイクルガス発電 (OCGT)、風力、水力、そして地熱発電の運用開始時点での MWh あたりの発電コストが比較されており、これには建設費、固定費用、そして短期の変動費が含まれる(表 7-1)。発電量当たりのコスト比較のため、発電効率、設備の使用年数、設備稼働率が考慮されている。固定費用、燃料費、そして変動 O&M 費用は割引率には影響されないが、発電量当たりの総事業費には、資本費用に影響をあたえる割引率も関係して来る。 10%の割引率と 5%の割引率は、発電量当たりの建設費と総事業費を違ったものにするが、トレンドとしては同じことを示す。

kW あたりの建設費は、水力と地熱で高いことが一目でわかり、CCGT の 3 倍以上、OCGT の 4 倍以上となっている。しかし発電効率、設備の使用年数と設備稼働率を考慮した電力量当たりの建設費では、風力、水力、そして OCGT よりも地熱の競争力が高くなる。また火力発電の燃料コストを考慮して電力量当たりの総事業費をだすと、すべての再生可能エネルギー発電所の電力量当たりの総事業費が火力発電所のそれよりも低くなることがわかる。もともとの kW あたりの建設費は、火力発電所の方が風力や水力よりも低いが、再生可能エネルギーは燃料費がかからないので、特に再生可能エネルギーの中でも建設費の低い地熱は、燃料費のなさと稼働率の高さで、発電量当たりのコストにおいては比較された選択肢の中では最も競争力が高くなる。火力発電所の中では、石炭火力はガスよりも燃料費が低くなるが、効率の低さで CCGT の発電量当たりの総事業費に劣る。効率の低い OCGT はピーク時のみ稼働される発電で、CCGT よりも発電量当たりのコストは高くなる。

表7-1で示されたコストは、場所による送電網への接続やインフラストラクチャー整備にかかる費用の違い、また地熱資源の特徴や事業の規模・エネルギー変換過程といった場所によって変化する要因を考慮していない「点推定」である。このことから同報告書は、すべての選択肢についてこういった要因によって大きく変化する費用の範囲も示している(図 7-2). これは、同じ電源の発電所の幅広い範囲のコストを束ねて示したものである。これによれば、水力と風力の費用は、場所による要因による違いが大きいため範囲の幅が非常に大きく、いくつかのケースでは化石燃料の費用より大きくなっている。一方地熱発電の費用は、場所要因よる変化がほとんどないため費用範囲が狭く、すべてのオプションの中で最も低い総事業費となっている。

ニュージーランドの地熱発電コストの幅が小さく、コストも低い理由としては、ほとんどの地熱発電開発が起こっているタウポ火山地帯の特徴にあるといえよう。この地区の高温・高熱量の地熱資源は、ダブルフラッシュ、トリプルフラッシュ、バイナリー発電との混合サイクルを普通のものにして、発電効率を増加させる要因となっている。またタウポ火山地帯の地熱発電のほとんどが、送電網へのアクセスがよい北島の大需要地に近いところにあり、道路へのアクセスも良い。こういった条件は、建設がより難しい場所にある風力や水力発電プロジェクトより建設費を低くする要因になっている。加えて地熱発電のコンスタントな高稼働率も、場所による発電量当たりの総事業費を低くする要因でもある。燃料費が掛からないこととともに、ある程度建設しやすい場所を選ぶことができるということも、地熱の火力発電所との競争力を増し、風力や水力よりもコスト幅を狭める要因となっている。

このように、様々な電源オプションの kW あたりの建設費用の比較では、地熱に競争力はないが、発電量当たりの総事業費をみれば状況はまったく違ってくる。高温資源、高い稼働率、そして燃料費のなさ、といったことがすべて、地熱発電をニュージーランドでもっともコストの安い電源オプションにしている。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

表 7-1: ニュージーランドにおける発電所タイプ別コスト比較(運営開始時)

出典： Denne, 2007

発電所タイプ	発電効率	設備使用年数 (年)	設備稼働率	建設費 (NZD / kW)	建設費 (NZD/MWh)		固定費 (NZD/MWh)	燃料費 (NZD/MWh)	変動 O&M 費 (NZD/MWh)	総事業費 (NZD/MWh)	
					10% 割引率	5% 割引率				10% 割引率	5%割引率
超臨界石炭火力発電	38%	25	85%	2170	32.11	20.68	4.16	37.89	3.1	77	66
CCGT ガスタービン複合サイクル発電	52%	25	90%	940	13.14	8.46	1.78	46.67	3.1	65	60
OCGT 開放サイクルガス発電	33%	25	20%	720	45.27	29.16	6.85	68.11	3.1	123	107
風力発電	--	20	40%	1800	60.34	41.22	8.56	0	7.3	75	56
水力発電	--	25	55%	3000	68.60	44.18	3.11	0	6.3	78	53
地熱発電	15%	25	90%	3000	41.91	27.00	3.81	0	6	52	37

注: 建設費は発電所の建設コストである。工程費用には年間の労働コストといくつかの項目の O&M コストが入る。変動費は、すべての発電量に対してすべての限界費用の合計である (変動限界費用は最後のユニットに対する変動コストのみ)。 変動費は燃料費と O&M コストに大きく左右される。

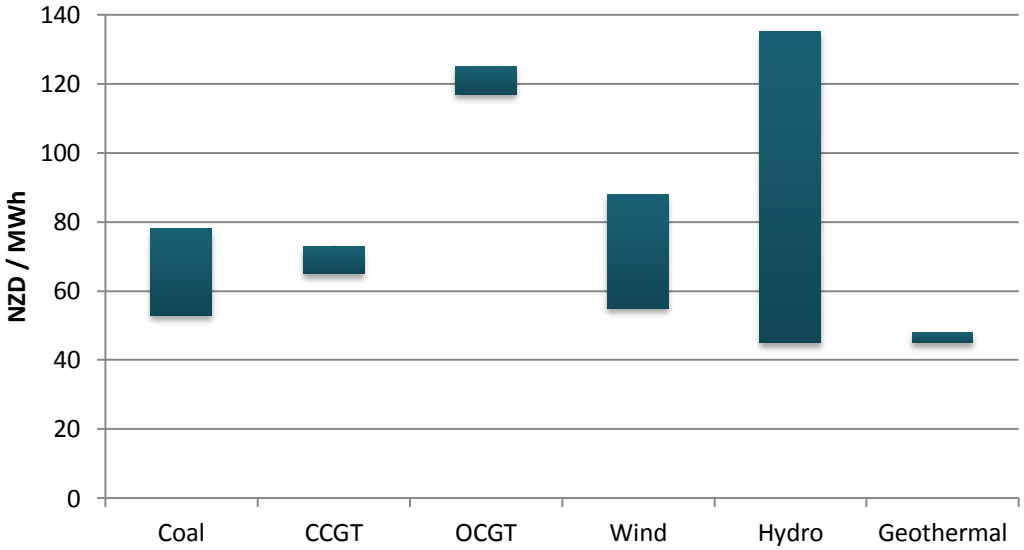

図 7-2: ニュージーランドにおける発電所タイプ別コスト範囲(運営開始時)

出典： Denne, 2007

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

3) ニュージーランドにおける地熱発電所建設コストの内訳

SKM 社が 2009 年に出した地熱発電開発コストに関する調査報告者がある (SKM 2009)。[19] これはグリーンフィールド(greenfield）[20]の 20MW と 50MW の開発に必要なコストを見積もったものである。この 2 つのサイズが選ばれたのは、ニュージーランドにおける今後の開発は、資源が幾分かの経験によって証明されたブラウンフィールド(brownfield)が中心となること、リスクが低くならない限り大型開発への投資資金を集めることが難しいという点、グリーンフィールドに関しては制度によって小規模の段階的開発から進めることが奨励されているという背景がある。

報告書では、以下の 4 つの地熱発電タイプがについてコストの見積もりを行なっている：

- シングルフラッシュ　ランキンサイクル発電;
- ダブルフラッシュ　ランキンサイクル発電;
- 独立有機ランキンサイクル（ORC) 発電；
- 蒸気―バイナリー混合サイクル発電（GCCU）

地熱発電の建設費用は、事業の規模、エネルギーの変換プロセス、それぞれの発電ユニットのサイズと数、地熱資源やフィールドの特徴といった様々な要因に左右される(Mills, 2002, cited in SKM 2009)。特に資源の特徴は、発電プラントの規模とタイプに大きく影響し、それゆえ建設費を大きく左右する。

表 7-2 は、SKM 社の報告書にある上記の 4 種類の地熱発電の建設費をまとめたものである(SKM 2009). まずこれを見ると、規模の大きな事業の方が MW あたりの建設費が低く、規模の経済の影響が建設費に大きくかかわってくることがわかる。また同じ表で、坑井が深ければ深いほど掘削費が高くなることもわかる。

そのほかに重要なことは、事業確立費用の部分である。これには環境影響評価を含む資源開発許可承認のための費用、土地取得費用、また資源開発許可などのコストなどが含まれる。先述されたように、ニュージーランドでは環境影響評価・資源開発許可に関する明確な制度のフレームワークが国と地方自治体のレベルで整っていることと、それらのプロセスのさらなる明確化と使いやすさを継続して推進していることで、かなりの事業リスクとコストを軽減している。

もう 1 つ重要なのは、初期資源調査費用である。SKM 社の調査報告書では、ニュージーランドでは政府が歴史的に非常に広範に資源探査・調査にかかわってきており、それが掘削・探査コストの軽減に大きく貢献しているというが指摘されている (SKM 2009)。その結果、同報告書では調査掘削の費用は含まれておらず、これが事業確立費用と掘削費用を低くしている。同報告書はまた、政府の調査によって初期の資源探査掘削がなされたため、ほかの国に比べてこの部分の費用が低くなっていると評価している。これは最近の、そして近未来のモカイ、ポイヒピ（Poihipi）、ロトカワ、ナーハ、カウェラウ、そしてタウハラのフィールドにとっては特にそうであると考えられる。

[19] ニュージーランド地熱協会（New Zealand Geothermal Association、NZGA) が、独立したコンサルタントである SKM 社に、この報告書を委託し、2009 年に公表された。

[20] 地熱におけるブラウンフィールドが意味するのは、十分に開発に対してテストが行われたフィールドということを意味する。グリーンフィールドは、まだまったくテストされていないフィールドということである。地熱発電コストは通常、グリーンフィールドでのもので、つまり開発にかかわるすべてのバリューチェーン（表面調査、探査及び開発掘削、蒸気プラントと発電所の建設と運営開始）を含んだコストで、評価される。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.

表 7-2: 地熱発電タイプごとの推定費用 (2007 年の百万ニュージーランド・ドル NZD)

データ出典: SKM 2009

	事業確立費用[21]	蒸気フィールド開発費用	発電所費用	送電網への接続コスト (Transformer + 20km 220kV line)	総建設費用 (掘削費用を除く)	MW あたりの総建設費用 (掘削費用を除く)	井一本当たりの掘削費用
20MW							
シングルフラッシュ (SF)	3.0	15.8	44	2 + 4 = 6	68.8	3.44	3.2 (生産井 1.5km) 5.2 (生産井 2.5km) 4.2 (還元井 2.0km)
ダブルフラッシュ(DF)		18.7	49		76.7	3.835	
有機ランキンサイクル(ORC)		15.8	54		78.8	3.94	
ORC+ 蒸気フィールドの配管			67		91.8	4.59	
蒸気―バイナリー混合サイクル発電 (GCCU)			52		76.8	3.84	
50MW							
シングルフラッシュ (SF)	3.5	32.5	38	3 + 4 = 7	81.0	1.62	3.2 (生産井 1.5km) 5.2 (生産井 2.5km) 4.2 (還元井 2.0km)
ダブルフラッシュ(DF)		38.3	42		90.8	1.816	
有機ランキンサイクル(ORC)		32.5	54		97.0	1.94	
ORC+蒸気フィールドの配管			67		110.0	2.2	
蒸気―バイナリー混合サイクル発電 (GCCU)			44		87.0	1.74	

[21] 事業確立費用は、資源開発許可取得費用、土地取得費用、地質科学と環境調査や評価費用、坑井のテスト費用、土木及びインフラ費用、敷地運営費用とプレフィージビリティ・スタディおよびフィージビリティ・スタディ費用を含む。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

4) 要点

ニュージーランドにおいて、地熱はもっともコスト競争力ある電源オプションである。2025 年への再生可能エネルギーの長期ターゲットとコストの競争力の高さが、地熱を種々の発電源の中で有望な選択肢にしている。様々な電源オプションの kW あたりの建設費用の比較では地熱に競争力はないが、発電量当たりの総事業費では、高温資源、高稼働率、そして燃料費のなさ、といったことのすべて地熱発電をもっともコストの安いオプションにするのである。

8. ニュージーランド地熱発電開発の教訓

1) ニュージーランドの地熱発電開発のリスクとボトルネック

上記の分析によって、ニュージーランドが長い年月をかけて、地熱発電開発を推進していくうえで、地熱開発が持つ本来の技術的な障害やリスクと共に、ニュージーランド独自の問題を解決するために、独自の制度設計やビジネス慣行を推進してきたことがわかってきた。図 8-1 で、典型的なニュージーランドにおける地熱発電事業のプロジェクトの流れの上に、ボトルネックやリスクと共に、それらを軽減するための制度的なインセンティブやビジネス慣行を示してみた。

ニュージーランドにおけるもっとも大きな地熱事業のボトルネックは、資源の特徴から来るもので、その中でも地熱発電事業に必要な大きな設置面積である。ニュージーランドの場合、多数の土地所有者、特にマオリ族の土地所有者が関わることになる。加えて、そういったマオリ族の土地に、地熱開発によって引き起こされてきた歴史的な環境問題は、事業者とマオリの人々両方にとって敏感な問題となっている。マオリの人々の土地をめぐる環境問題と、多数のマオリ族の土地所有者を扱う必要性というボトルネックは、事業者にマオリ族との創造的な合弁事業を基にしたビジネスモデルを構築する必要性を迫り、そういったビジネスモデルはマオリの人々に財政的にも能力開発といった側面からも便益をあたえ、障害を機会にして Win-Win の状況を作り出すことに貢献している。また協力関係の構築と成功は、長い不幸な歴史を払拭し、より良い将来をともに築いていくための大きな足掛かりを政府や自治体、事業者にも与えている。

次に大きなボトルネックは、資源採収にかかわる高リスクであろう。一般的に地熱事業が、資源調査、調査掘削、そして地質科学の評価の段階へと進み、資源開発許可を得るには高いリスクが伴う。次のボトルネックもニュージーランド独自の問題ではないが、掘削費用と掘削機器の稼働率を上げることである (Stephenson 2012)。しかしこういった問題は、1970 年代から 1980 年代にわたって政府によって行われた非常に質の良い資源調査の結果があることで大きく軽減され、事業者の初期リスクとコストを減らすことに貢献していることに疑いの余地はない。

資源の持続性の確保というボトルネックもある。これは、1991 年の資源管理法でつくられた制度が、地方政策や地方計画の制定と施行、資源開発許可申請の過程で行われる注意深い環境と資源の評価を通じて持続性の低い開発リスクを削減していることで、軽減されている。戦略的環境アセスメントを地方政策と地方計画に施すことと、理念のはっきりした開発概念によって定義された分類方法で地熱資源を仕分けするという制度上の方策で、事業者、地元住民、そして環境への不必要な事業リスクを前もって大幅に軽減することに成功している。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

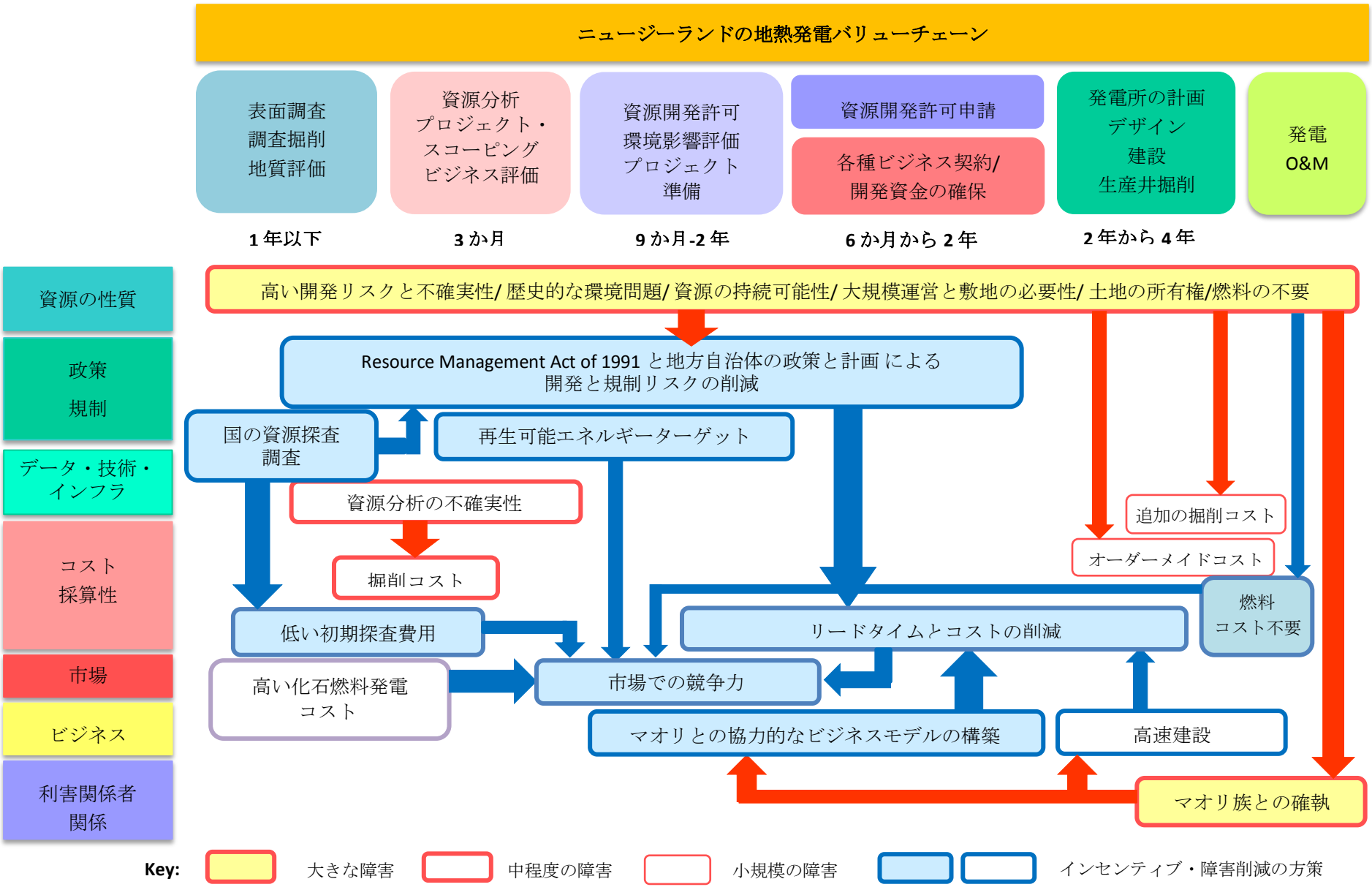

図 8-1: ニュージーランド地熱発電開発におけるボトルネックとそれらの改善方策

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

長いリードタイムに関しても、それを軽減するための様々な努力がなされている。制度的には、資源管理法は、公聴会以外の申請を処理していく時間に関して、1 つ 1 つのプロセスがかけても良い最長時間を決めることで、不確実性を軽減している。また、2009 年に加えられた新しい国の資源開発許可のプロセスは、通常 1 年から 2 年かかる承認時間を 9 か月まで短縮し、それに伴う不確実性やコストを大幅に削減している。リードタームの軽減努力は、地元の利害関係者、特にマオリ族との関係構築によってもなされている。合弁事業などのビジネスモデルの構築は、地元住民が資源開発許可獲得への協力をすることで、その処理時間を短縮し、さまざまな制度上やビジネス上のプロセスを事業者が踏んでいくときの協力ということにつながっている。加えて事業者側も、資源開発許可の申請とそのほかの事業のプロセスを同時に進行させたりすることで、建設のプロセスを短縮している。全体的にニュージーランドにおける地熱発電開発のリードタームは、資源調査から発電所の運営開始まで、おおよそ 5 年から 7 年だが、効率的に事業を進めることは初期費用の軽減に役立っていると考えられる。Stephenson (2012) は、ニュージーランドにおける地熱発電開発のリードタイムは、ほかの再生可能エネルギーのリードタイムと遜色はなく、リードタイムの長さはもはやボトルネックではないと述べているほどである。

図 8-1 で見てもわかるように、このように様々なリスクやボトルネックは存在するものの、明確な制度と地方自治体の地方政策、そして事業側の努力がそれぞれのボトルネックに対する改善策をつくり、困難を機会に変えている。それらは、すべてのボトルネックを完璧に取り除くものではないが、良好な事業環境が地熱発電開発のために整備されているということは明確である。こういった努力に加えて、火力発電の高コストも地熱発電を非常に魅力的なオプションにし、競争力を高める結果となっている。

2) ニュージーランドの地熱発電開発からの教訓

上記の分析から、日本へのいくつかの重要な教訓が得られる。まずもっとも重要な教訓は、明確で統合された政策と制度のフレームワークであろう。次に、地元との実りある協力関係の構築の仕方、そしてコストとリードタイムの削減努力である。

非断片的、統合・円滑化された政策・制度のフレームワーク

もっとも重要な教訓は、地熱発電に潜在するさまざまな開発リスクと不確実性を軽減するニュージーランドの明確な政策と制度のフレームワークである。ニュージーランドでは、地熱開発における制度の枠組みとプロセスは非常に明快である。この制度はまた、明確に責任の所在と任務を、いくつかの運営当局、つまり広域自治体や地区自治体、環境保護局と査問委員会を含む環境省、そして環境法廷に委任し、執行の明確なルールを提供している。重要なことは、この責任の委任が、国の 1 つの当局(環境省とその関連部署)から、広域及び地方自治体に垂直になされていることである。この一番上のレベルで資源管理法を運営しすべての努力を大きな意味で管理しているのは環境省であるが、その下で大きな決定権と執行をつかさどっているのは広域自治体である。こうすることで、開発が一番影響を及ぼす地元の意向を的確にくみ取るシステムを確立している一方、2009 年に加えられた新しい国への資源開発許可の直接申請というオプションで、国家的な意向もくみ取る枠組みをつくり、バランスを取る試みがなされている。こういった垂直統合の仕組みにより、事業者は資源開発許可を得るために、実質的に 1 つのコンタクトポイント(広域自治体か環境省)を扱うだけでよいことになる。

事業者に対しては、ある地点での事業を考え始める前に、地方政策と地方計画によってどの地熱フィールドが開発でき、どのフィールドができないのかが分類・規定されていることで、資源開発許可に対する不確実性はかなり取り除かれ、時間とコストが軽減されている。事業者は「開発」に適しているフィールドだけに集中すればよいのである。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

地方政策と地方計画は、その形成過程で戦略的環境アセスメントを通過することにより、地域の包括的な環境保護と資源の持続性、それに対する住民のコンセンサスを担保しているため、個々の事業環境影響評価では、1 つ 1 つの事業が広範囲な地域全体へ及ぼす影響を長い時間をかけて評価する必要がなくなる。つまり個々の事業環境評価は、地方政策・計画で定められた明確な方針に反しないかを証明すればよいのである。また地方政策・計画は、事業環境影響評価の方法も明確に定義している。

その実際の運用では、高い能力を持つ自治体のスタッフによって、様々な状況に応じて個々の資源開発許可と事業環境影響評価をカスタマイズする柔軟な運用が、事業への負担を減らしながらも、継続したモニタリングと報告を義務付けることで、事業者がきちんと資源管理の責任を果たすように仕向けている。モニタリングに関しては、広域自治体と事業者が一緒に資源開発の影響を計測できるモニタリングシステムを、個々の事業に関して作っていくことも重要であろう。バックグラウンドデータも、すべての事業計画地で一から取る必要性はなく、既存のものも使えるし、事業によって広域自治体が、データの量や内容を必要に応じてフレキシブルに変更し、事業者への過度の負担を減らしている。1960 年代から 80 年代までの国の資源探索から得られたデータと知識、様々な地熱フィールドで蓄積された経験は、地方政策と地方計画の形成にも、その柔軟な運用にも役立っている。このように制度と資源開発許可プロセスは全体的に円滑化され ている。

また、広域自治体側のこういった制度のフレキシブルな運用は、事業者にその時点で最もコスト効果が高く適切な方法や技術を用いたアプローチを促すといった意味でも重要になる。政策や制度で詳細をきめて、それをすべて事業者にこなさせるのではなく、実際の状況に合わせて運用を変更し、モニタリングを通じて結果を重視していくこういったアプローチは、個々の場所の特徴や事業者のイノベーションを考慮した、もっとも実務的な方法を各事業に組み込み、事業者にフレキシビリティをあたえるのに有効な方法でもある。

この資源管理法で規定された資源開発許可のプロセスは、過去の教訓を取り入れて年月をかけて修正されている。これは地熱発電や再生可能資源の開発や利用に対する根拠法がなく、責任の所在も多くの官庁や自治体に広がってはっきりしないため、多くの努力が断片的になってしまう日本にとって非常に重要な示唆を含む。戦略的環境アセスメントを個々の事業環境影響評価の段階で義務付ける日本の制度は、諸外国のシステムから見れば異常なものであり、運用の柔軟性がなく、厳格で長期にわたる環境影響評価は、事業の不確実性と事業にかかる時間とコストを増やしているだけである。つまり日本では、ニュージーランドと違って、制度にともなうリスクと不確実性が高いのである。全体制度の役割は、環境保護や持続可能な資源の管理といった他の項目とバランスさせながらも、資源開発許可申請のプロセスを簡素で明確にすることによって、事業をしやすい環境を作ることにある。そういったことを可能にする制度と人の能力を形成するには長い時間が掛かる。しかし、ニュージーランドがそういった長期にわたる努力に取り組んでいるように、日本もその方向に進まなければいけない時が来ている。

地元コミュニティとの協力的な関係構築

ニュージーランドから学べる次に重要なことは、地元のコミュニティとの協力的な関係構築の方法である。ニュージーランドでは、地熱フィールドがある土地の区画を、たくさんのマオリ族の人が所有している。これは、事業者がそれらすべての土地所有者から地熱資源へのアクセスを得るための交渉をしないといけないということになり、そのプロセスを非常に複雑にしている。このように土地の財産権と所有権の問題は、地熱開発のボトルネックの 1 つになっている。加えて、地熱開発が引き起こしてきた地盤沈下といった歴史的な環境問題と、マオリ族とヨーロッパ移民との 200 年もの長きにわたる紛争が不信感のもとになり、地熱ビジネスのリスクに複雑性を加えている。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

こういった問題を克服するために、ニュージーランドの事業者たちは地元住民と公式・非公式な個人レベルでの情報やデータの共有をしたり、地熱発電の社会的な便益と財政的な報酬を共有するビジネスモデルを形成したりしている。これらの例は、日本の地熱開発事業者が温泉業を営む地元住民との、時には非常に複雑になる状況に取り組んでいくうえで良い事例を提供する。

ニュージーランドの事例から学べる不信感を減らす方法が、中立的な技術的情報やデータの共有と地元住民との相互理解構築である。独立した信頼できる第三者の環境影響評価の科学・技術の専門家を呼んで地元住民への丁寧で詳細な説明を行うことは、事業者にとってすべてのプロジェクトで必須である。海外のデータやビジネス慣行の事例を紹介することも有益であろう。

もう 1 つの教訓は、地元住民を取り込んだビジネスモデルの開発であり、それによって直接的で実質的な便益を提供することである。今回の分析で紹介した事例は、継続的な、実際の財政面や雇用面での報酬を地元にもたらすことの重要性を示している。カギは地元住民と継続的な実際のビジネスを行なうことによって、彼らの心配事や意図が良く理解でき、それらを事業に組み込んでいけるということなのである。報酬は、慈善事業ではない実際のビジネス機会であり、資源利用の使用量の支払であり、雇用であるというニュージーランドの事例は、こういったビジネスのプロセスが、地元住民のビジネス能力を高め、その能力が彼らの生活の別の面でさらに生かされるという好循環を生み出す可能性を含む。

ニュージーランドの事例から次に学べることは、良い事業例を重ねていくことが、最初は地元との関係で事業を進めることが難しいと考えられる場所でも、地熱の普及に役立っていくということであろう。マオリ族とマイティー・リバー・パワー社との合弁事業を経年的に見ていくと、マオリの人々が地熱の合弁事業が一つ一つ成功していくたびに、少しずつ態度を和らげてきたことがわかる。日本の地熱事業者も同じような積み重ねをしていくことが重要になる。地熱開発が事業者、クリーンエネルギーの利用者、そして地元社会に相互の便益をもたらすことを示し、そういった事例を積み重ねていくことが、地元住民との間の難しい問題を解決していく唯一の方法であろう。今現在、温泉地区で進められているいくつかのバイナリー発電事例は良いスタートである。ニュージーランドで進められている段階的開発も、日本での地熱開発のリスクと不確実性を減らし、地元住民との信頼関係を少しずつ形成していく有効な手段になりえる。

マオリの人々が作っている信託のような組織は、温泉業者側にとっても統一した話し合いの協力戦線を作り、強い交渉力と規模の経済を作るのに良い事例になるのではないか。事業者側も、コンタクトポイントが 1 つになり話し合いが進めやすいメリットがある。

リードタイムの短縮とコストの削減努力

ニュージーランドと違い、リードタイムの長さは日本では 1 番の大きなボトルネックである。制度面、事業側の両方の努力が必要である。

先述したように、明確な政策に基づく円滑な、そして簡素化された個々の事業環境影響評価と資源開発許可プロセスは、リードタイムの削減には必須である。ニュージーランドのように戦略的環境アセスメントを通った地域のマスタープランと資源の分類も、個々の事業環境影響評価の時間を短縮させる。また環境影響評価を、個々の事業の状況に合わせて簡略化する柔軟な運用と、それを可能にする行政能力の構築も、関連のデータや情報収集を短時間で行うようにすることを助けるであろう。

資源の評価については、ニュージーランドのように国が探査や調査掘削を断片的でなくもっと統率のとれた形でリードすることで、事業者側の負担やリスクを減らすこともできる。またもっと詳細な国や領域レベルの地熱資源のデータベースをつくり、将来の探査、地域のゾーニングや資源分類、そし

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

て事業環境影響評価などに役立てることも重要であろう。こういった目的で、補助金を出した事業のみでなく、資源開発許可申請をだす事業すべてについてデータを収集するシステムをつくり、非商業的・非競合的部分の情報やデータは公表できるようにしても良い。

産業界の協力関係構築も、ニュージーランドから学べる教訓の 1 つである。ニュージーランドの時間短縮建設の事例は、バリューチェーン活動やプレーヤー、またロジスティックスをうまくコーディネートすることでリードタイムを大幅に短縮したものであった。事例は、ニュージーランドにおいては資源開発許可の申請、EPC 契約交渉、生産井の掘削やほかの建設活動の計画といったことを同時に進めることが可能であり、その一因として資源開発許可の制度の不確実性が少なく、また地元との協力関係の構築努力で資源開発許可の却下のリスクが少ないことが考えられる。事業者が中心となって進めたリードタイム削減努力も重要である。幸いここで取り上げた事例には日本の企業が絡んでおり、こういった経験は今後の日本での事業でも生かされる下地となる。この 15 年ほど日本では地熱発電の新規事業は起こっていないが、その間に日本の発電機メーカーや商社は、外国で経験を積んできている。こういった経験が日本の地熱発電産業界の能力を保つのに役立ってきており、それを生かさない手はない。

国の強い意志の必要性

今回の調査では、ニュージーランドが、複雑に絡み合う事柄を含んだ包括的な地熱資源の開発をサポートする社会システムを、時間をかけながら作り上げてきたことが分かった。また資源管理法を中心とした国と広域自治体の制度は、すべての再生可能エネルギーに共通のシステムであることから、日本の他の再生可能エネルギー開発でも参考にできる点が多い。このニュージーランドの制度は、世界的に見てもかなりレベルの高いものであり、日本はニュージーランドから学べる点が多々ある。

重要なことは、この社会システムの構築の中心になるのが、マオリの人々の代表される自然に対する大いなる敬意であり、国のエネルギーの未来を再生可能エネルギーで賄っていくという強い姿勢と意思であろう。日本はまず、こういった意思の構築部分で後れを取っている。この核となる部分を構築しなければ、ぶれない制度の構築は難しい。ニュージーランドからは、うわべだけの制度構築ではない、根本的にそれを支える核となる強い理念の確立と、それにむけた議論の進め方といった面でも学べる点が多い。

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

Appendix.
ワイカト地方計画で要求される環境影響評価を含む **Resource Consent** に必要な情報及びデータ
Source: Waikato Regional Plan 2008

第8章. Information Requirements
8.1.2. Water and Geothermal

8.1.2.1 Water Takes

a) The location(s) of the take.
b) The purpose for which water is to be taken including the proposed crop/pasture type, reflecting rotational crop requirements.
c) Define the maximum volume of water to be taken as a minimum per day and per year.
d) The rate at which water is to be taken.
e) The source of water.
f) Any associated discharges used to offset the cumulative allocation effects of the taking of water.
g) Identification of alternative water sources including, groundwater, water harvesting and water reuse and provide an assessment of how these may minimise adverse effects, including those on existing and foreseeable future users.
h) Intake screening.
i) The identity and location of other neighbouring abstractors.
j) What effects this activity will have on the environment.
k) The proposed method of recording water use and reporting to Waikato Regional Council.
l) In the case of an application for the replacement of an existing resource consent:
- a demonstrated continued need for the volume and rate of water applied for based on water use records, recognising seasonal and crop rotational factors,
- any enforcement action taken by Council, and
- use of best industry practice.

m) In the case of an application for domestic or municipal supply a water management plan prepared as detailed in method 8.1.2.2 shall be provided with all resource consent applications made in accordance with 3.3.3 Policy 9 and Rules 3.3.4.18, 3.3.4.21, 3.3.4.23, 3.3.4.24 and 3.3.4.26.
n) Details, including distribution extent, of any other properties to which water is to be supplied from this take.
o) In the case of an application for domestic or municipal supply details shall be provided of any existing or proposed riparian fencing and planting necessary to mitigate adverse effects of the take on the water body. Details on proposed riparian fencing and planting shall be provided in the form of a Riparian Vegetation Management Plan having regard to Standard 3.3.4.28

8.1.2.2 Water Management Plans

The Water Management Plan shall establish a long term strategy for the water requirements of domestic or municipal suppliers and their communities. It shall demonstrate that the volume of water required, including any increase over that previously authorised, has been justified and that the water take will be used efficiently and effectively. To this end the water management plan shall, to an extent which is appropriate for the scale of the activity, provide the following information:

1. A description of the water supply system including system operation, distribution extent, levels of service, water use measurement, maintenance and asset management procedures.
2. A comprehensive assessment of existing demand and future demand for water with regard to an assessment of reasonable population growth within the planning horizon to meet the following:
    a) reasonable domestic needs;

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

b) public health needs in accordance with requirements under any Act of Parliament or regulation;
c) reasonable community needs (e.g. for public amenities);
d) reasonable commercial, rural supply and industrial needs;
e) an assessment as to how each of the assessments required by clauses a) to above is predicted to vary over time;
f) a justification for each of the assessments required by clauses a) to e) above including reference to any relevant planning instruments promulgated under the Resource Management act 1991 that provide for future growth or relevant documents promulgated under the Local Government Act 2002 such as Long Term Plans, growth strategies or spatial plans.

3. Any existing or proposed water pricing procedures and any linkages with wastewater pricing or management.
4. How water reticulation networks are planned and managed to minimise their water losses as far as practicable.
5. A description of patterns of water use practices and/or behaviour in all sectors of use (and distribution) with the objective of maximising water use efficiency and reducing water use, as far as practicable.
6. Water saving targets for the full range of demand conditions including demand saving targets for council owned facilities, domestic demand targets and demand saving targets for commercial and industrial customers.
7. Key performance indicators for each of the water saving targets.
8. Any external auditing and benchmarking procedures that have been adopted.
9. A drought management plan that includes:
    a) steps to be taken to reduce consumption during water shortage conditions, including those uses that will be restricted at the same time as priority SW-B users (in accordance with Policy 18 and Standard 3.3.4.27) and steps to be taken to implement those restrictions.
    b) Targets for the water savings expected to be achieved via the restriction of activities identified in a) above, which shall align as closely as possible to the restrictions for SW-B users provided for in Standard 3.3.4.27. public and commercial user education programmes.
    c) steps taken to reduce consumption when demand is approaching the
    d) maximum take volume specified under the relevant resource consent.
    e) Enforcement procedures

10. Actions, performance measures and a timeline for implementing actions. The actions and performance measures identified will depend on the circumstances of each applicant.
11. Any consultation undertaken with key stakeholders and outcomes of such consultation.
12. Details of an appropriate water conservation and demand management plan review process.
13. Identification of any anticipated increases in water demand over the term of the consent and ability to stage water take volumes to more closely reflect demand requirements over time.
14. Ability to reduce the amount of water used by existing industrial and agricultural users, as a result of improvements in the efficiency of the use of water, in order to meet any increase in water demand over the term of the consent.
15. Identification of any single industrial, commercial or agricultural use of water that uses more than 15 cubic metres of water per day (not being water used for human drinking purposes or human sanitation purposes).
16. Identification of future domestic or municipal supply take needs over and above authorised domestic or municipal supply takes required to meet growth and development that is provided for in planning instruments promulgated under the Resource Management Act 1991 or relevant documents

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

promulgated under the Local Government Act 2002, such as Long Term Plans, growth strategies or spatial plans (or similar). The projected future needs shall be identified in terms of:

a) Location of take; and
b) Volume of take (including any seasonal variations); and
c) The date at which the water is likely to be required.

8.1.2.3 Transfer of Surface and Groundwater Permits

a) Full names and addresses of transferor and transferee.
b) If the whole permit is not being transferred, the portion of the water permit being transferred.
c) Proposed daily and seasonal (cubic metres per day) and rate (litres per second) of take at new site.
d) Permit number.
e) Location of new take site (show on map or give NZMS 260 map reference).
f) Proposed date/s of transfer.
g) Description of purpose for which water is to be used.
h) Whether the transfer is permanent or temporary and, if temporary, the date on which the transfer ceases.

8.1.2.5 Discharges

a) Purpose for which the consent is sought.
b) Maximum volume of the discharge.
c) The rate at which waste is to be discharged.
d) What treatment the waste will receive prior to discharge.
e) How the volume discharged will be minimised.
f) How the contaminant loading of the discharge will be minimised.
g) What happens to any sludge or solid waste that may be generated.
h) The characteristics of the waste to be discharged.
i) What effect the discharge will have on the receiving environment, including the effect on the purpose of water management classes in Section 3.2.3 of the Plan.
j) The site location and point of discharge.
k) The extent to which the discharge will comply with Policy 1 in Chapter 6.1 of this Plan, with regard to objectionable odour and particulate matter effects.
l) What or whether alternative methods of discharge and treatment have been considered.

8.1.2.9 Drilling

a) Name of drilling contractor.
b) Site and location of bore.
c) Site plan indicating property boundaries.
d) Details of the proposed works including:
    i. bore hole diameter (millimetres)
    ii. bore casing diameter (millimetres)
    iii. bore depth (metres)
    iv. casing depth (metres)
    v. casing materials
    vi. screen materials
    vii. aquifer* (if known).

e) Proposed well yield.
f) Purpose of bore.

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

8.1.6. Geothermal

a) Project description noting:
   i. process intended
   ii. reservoir management strategy
   iii. production wells
   iv. reinjection wells
   v. well drilling
   vi. well testing
   vii. separation plant
   viii. steamfield and other pipe work
   ix. safety values
   x. steam vents
   xi. steamfield roading
   xii. any steam turbine generating units and other buildings
   xiii. cooling towers
   xiv. drilling water and domestic water provisions
   xv. wash down water and facilities
   xvi. sewage disposal
   xvii. any hazardous substances used in the well drilling or routine operations of the plant
   xviii. contingency planning in the event of emergencies.

b) Management of stormwater.
c) Site access and traffic.
d) Construction related activities including:
   i. earthworks
   ii. construction facilities
   iii. noise
   iv. commissioning
   v. work programme.

e) Description of the environment, including:
   i. extent of the resource
   ii. surface features
   iii. natural heat output
   iv. geology
   v. hydrology
   vi. chemistry
   vii. ecology
   viii. reservoir information
   ix. ambient air quality
   x. ambient noise
   xi. cultural history and historical use
   xii. social/economic environment
   xiii. land use.

f) Description of all activities and emissions requiring consent.
g) Effects and mitigation:
   i. Alternatives considered:

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

- location
- cooling
- gas and fluid disposal
- plant
- water supply.

ii. Actual and potential effects on:
- geothermal resources
- subsurface effects
- surface thermal activity
- ground water
- surface waters
- subsidence
- seismicity
- ecology
- air quality
- noise
- hazardous substances
- drilling testing of bores
- construction
- tangata whenua
- other uses users of resources.

h) Management and monitoring:
i. Management plan
ii. Monitoring proposals:
- well drilling and testing
- ongoing operations

iii. Proposed contingency plans in the event of effects exceeding acceptable thresholds
iv. Reporting proposals.

i) Results of consultation:
i. Identification of affected and interested parties
ii. Identification of parties consulted
iii. Results of consultation with affected tangata whenua
iv. Results of consultation with other parties

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

参考文献:

Barrick, K. A. (2007) *Geyser Decline and Extinction in New Zealand—Energy Development Impacts and Implications for Environmental Management*, Environmental Management, 39 .

Brockelsby, M. 2012a. *Survey: Waikato Regional Council*, conducted by the Japan Renewable Energy Foundation, February 22, 2012

Brockelsby, M. 2012b. *Survey2: Waikato Regional Council*, conducted by the Japan Renewable Energy Foundation, July 11, 2012

Brockelsby, M. 2012c. *Survey3: Waikato Regional Council*, conducted by the Japan Renewable Energy Foundation, August 7, 2012

Brockelsby, M. 2012d. *Survey4: Waikato Regional Council*, conducted by the Japan Renewable Energy Foundation, August 9, 2012

Contact Energy. 2011. *Strong relationships essential for responsible development,* http://www.contactenergy.co.nz/web/pdf/general/strong_relationships_essential_for_responsible_development.pdf. Accessed February 13, 2012

Denne, T. 2007. *Environmental Costs of Electricity Generation*, Environment Waikato Technical Series 2007/09, http://www.covec.co.nz/sites/covec.tst/files/Environmental%20Costs%20Electricity%20Generation.pdf, Accessed on March 16, 2012.

Dickie, B. and Luketina, K. 2005. Sustainable Management of Geothermal Resources in the Waikato Region, New Zealand. Proceeding World Geothermal Congress 2005. Antalya, Turkey, April 24-29, 2005

Energy Efficiency and Conservation Authority (EECA). 2012. *Geothermal Energy Map*, http://www.eeca.govt.nz/efficient-and-renewable-energy/renewable-energy/maps/geothermal, accessed on March 14, 2012

Environmental Protection Authority (EPA). 2012a. *About Resource Management*. http://www.epa.govt.nz/Resource-management/about-rm/Pages/default.aspx, accessed on March 21, 2012

Environmental Protection Authority (EPA). 2012b. *Board of Inquiry*, http://www.epa.govt.nz/Resource-management/about-rm/Pages/Boards-of-inquiry.aspx, accessed on March 21, 2012

Environmental Protection Authority (EPA). 2012c. *Factors of National Significance*, http://www.epa.govt.nz/Resource-management/about-rm/Pages/what-is-national-significance.aspx, accessed on March 21, 2012

Explore New Zealand. 2012. *New Zealand National Parks*, http://www.explore-new-zealand.com/new-zealand-national-parks.html, accessed on March 26, 2012

原科幸彦．2011．環境アセスメントとは何か－対応から戦略へ、岩波書店、東京

Hill, B. and Ware, P. 2010. *Fast Track Construction of Kawerau and Nga Awa Purua Geothermal Power Stations in New Zealand*, Proceedings World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia, 25-29 April 2010

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

International Geothermal Association. 2012. Installed Generating Capacity, http://www.geothermal-energy.org/226,installed_generating_capacity.html

Kelly, G. 2011. *History and Potential of Renewable Energy Development in New Zealand*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 15, (2011) 2501–2509. available at http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1037&context=gsbpapers

Land Information New Zealand. 2009. *Decision Summary - Contact Energy Limited* http://www.linz.govt.nz/overseas-investment/decisions/decision-summaries/2009-07/C200910122.aspx, accessed March 28.2012.

Lawless, J V 2002. New Zealand's geothermal resource revisited. New Zealand Geothermal Association Annual Seminar, Taupo.

Lawless, J V 2006. Supplementary Injection to Mitigate Environmental Effects: Can it be Applied to Japan? AESC 2006 Melbourne, Australia.

Lincoln University, Date Unknown, Title Unknown, http://www.lincoln.ac.nz/PageFiles/1421/M-Land.pdf accessed March 26, 2012

McLeod, J. 1995. *Sustainable Management of Geothermal Resources, a New Zealand Scenario.*

McLeod, J. 2012a. *Survey: Waikato Regional Council-Mr. McLeod*, conducted by the Japan Renewable Energy Foundation, September 3, 2012

McLeod, J. 2012b. *Personal Communication*, September 12, 2012

McLoughlin. K, Campbell, A. and Ussher, G. 2010. *The Nga Awa Purua Geothermal Project, Rotokawa, New Zealand,* Proceedings World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia, 25-29 April 2010

McLoughlin.K. 2012. *Survey : Nga Awa Purua Project Joint Owner: Tauhara North No.2 Trust*, conducted by the Japan Renewable Energy Foundation, February 22, 2012

Memon, A. 2005. *SEA of Plan Objectives and Policies to Promote Sustainability in New Zealand*, in "Implementing Strategic Environmental Assessment," M. Schmidt, E. Albrecht, and E. Joao, ed. Springer Berlin.

Mighty River Power. 2010a. *Kawerau.* http://202.74.224.54/Generation/PowerStations/Geothermal/Kawerau/Default.aspx?id=1418. Accessed January 15, 2012.

Mighty River Power. 2010b. *Nga Awa Purua*. http://202.74.224.54/Generation/PowerStations/PDFs/nap_book.pdf, Accessed January 15, 2012.

Mighty River Power. 2011. *Investing in new-generation geothermal: the premium renewable, resurgent around the world*, http://www.mightyriver.co.nz/Media-Centre/Media-Releases/PDFs/2011-PDFs/10June_Breakfast_Briefing_Investing_In_Generation.aspx, accessed February 26, 2012

Mills, T.D. (2002). *Comparative costs for different resource conditions*. Paper presented at New. Zealand Geothermal Association 2002 Forum, Taupo, 2-3 May 2002

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

Ministry for the Environment (MfE). 2006. *A Review of Council RMA Resource Consent Processing Performance: Round One*, http://www.mfe.govt.nz/publications/rma/review-consent-processing-performance-round-one-jan08/html/page2.html, accessed on March 22, 2012

Ministry for the Environment (MfE). 1998. *Time Delays in Processing Resource Consent*. http://www.mfe.govt.nz/publications/rma/telecom-time-delay-case-study-jun98.pdf, accessed on March 22, 2012

Ministry for the Environment (MfE) . 2012a. *National Policy Statement on Electricity Transmission,* http://www.mfe.govt.nz/publications/rma/nps-electricity-transmission-s32-evaluation-mar08/html/page1.html, accessed on March 15, 2012

Ministry for the Environment (MfE). 2012b. *Processing of applications of national significance,* http://www.mfe.govt.nz/rma/central/call-ins.html, accessed on March 21, 2012

Ministry for the Environment (MfE). 2012c. *Resource Management (Simplifying and Streamlining) Amendment Act 2009*, http://www.mfe.govt.nz/rma/central/amendments/rma-simplifying-streamlining-2009.html, accessed on March 21, 2012

Ministry for the Environment (MfE). 2012d*. Projects to reduce emissions (PRE)*, http://www.mfe.govt.nz/issues/climate/policies-initiatives/projects/index.html, Accessed March 21, 2012.

Ministry of Economic Development. 2011a. New Zealand Energy Date File 2010 Calendar Year, http://www.med.govt.nz/sectors-industries/energy/pdf-docs-library/energy-data-and-modelling/publications/energy-data-file/energydatafile-2011.pdf, Accessed on April 11, 2012.

Ministry of Economic Development. 2011b. New Zealand Energy Strategy: Developing Our Energy Potential, http://static2.stuff.co.nz/files/Govtenergyplan.pdf. Accessed on March 26, 2012.

Ministry of Energy (MOE). 2007. New Zealand Energy Efficiency and Conservation Strategy (NZEECS) , http://www.eeca.govt.nz/sites/all/files/nzeecs-07.pdf. Accessed November 25, 2011.

New Zealand Department of Labour. 2012. Māori Labour Market Factsheet – March 2012, http://www.dol.govt.nz/publications/lmr/quick-facts/maori.asp, Accessed on July 10, 2012.

New Zealand Geothermal Association (NZGA). 2011. *Regulatory Environment*, at http://www.nzgeothermal.org.nz/regulatory_environment.html , accessed on December 4, 2011

New Zealand Geothermal Association (NZGA). 2012a. *New Zealand Geothermal Field,* at http://www.nzgeothermal.org.nz/nz_geo_fields.html, accessed on March 14, 2012.

New Zealand Geothermal Association (NZGA). 2012b. *Geothermal Energy & Electricity Generation*, at http://www.nzgeothermal.org.nz/elec_geo.html , accessed on March 14, 2012.

New Zealand Government. 1991. *Resource Management Act 1991*. http://www.legislation.govt.nz/act/public/1991/0069/latest/DLM231905.html

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

Ohaaki Marae Working Party, 2012. *Background: Subsidence at Ohaaki Marae*, http://www.ohaakimarae.org.nz/, accessed on March 28, 2012.

Power-technology.com. 2012. *Rotokawa II (Nga Awa Purua) Geothermal Power Station*, New Zealand http://www.power-technology.com/projects/rotokawaiigeothermal/, Accessed March 30, 2012

Sinclair Knight Merz (SKM). 2009. *Assessment of Current Costs of Geothermal Power Generation in New Zealand (2007 Basis),* http://www.nzgeothermal.org.nz/Publications/Whats%20New/SKM%20Cost%20of%20Geothermal%20Power%20Report%20_2007%20Cost%20Basis%20R1.pdf. accessed on November 25, 2011.

Statistics New Zealand*, Maori Population Estimates*. 2012a. http://www.stats.govt.nz/browse_for_stats/population/estimates_and_projections/maori-population-estimates.aspx, accessed March 26, 2012

Statistics New Zealand*, National Population Estimates*. 2012b. http://www.stats.govt.nz/browse_for_stats/population/estimates_and_projections/national-pop-estimates.aspx, accessed March 26, 2012

Stephenson, C. 2012. *Survey: Tauhara II Project Developer: Contact Energy,* conducted by the Japan Renewable Energy Foundation, February 22, 2012

Tauhara North NO.2 Trust, 2008, Update on Nga Awa Purua Geothermal Project, http://www.tauharano2.co.nz/_docs/march_project.ppt, accessed on February 3, 2012.

Tuaropaki. 2012. *Our History*, http://www.tuaropaki.com/history.asp. *Energy*, http://www.tuaropaki.com/geothermal_power.asp , accessed March 26, 2012

THINKGEOENERGY. 2011. *Nga Awa Purua project sells annual carbon credits for proceeds of US$8 million*, http://thinkgeoenergy.com/archives/8200, accessed March 27, 2012.

Waikato Regional Council, 2000. Operative Waikato Regional Policy Statement, http://www.waikatoregion.govt.nz/Council/Policy-and-plans/Regional-Policy-Statement/Operative-Waikato-Regional-Policy-Statement-October-2000/, accessed in February 24, 2012.

Waikato Regional Council, 2002. *Resource Capacity Estimates for High-Temperature Geothermal Systems in the Waikato Region*, http://www.waikatoregion.govt.nz/Services/Publications/Technical-Reports/TR-200222/, accessed on September 4, 2012

Waikato Regional Council, 2007. *Waikato Regional Plan*, http://www.waikatoregion.govt.nz/Council/Policy-and-plans/Rules-and-regulation/Regional-Plan/Waikato-Regional-Plan/, accessed in February 27, 2012.

Waikato Regional Council, 2008. *Waikato Regional Plan,* http://www.waikatoregion.govt.nz/Council/Policy-and-plans/Rules-and-regulation/Regional-Plan/Waikato-Regional-Plan/, accessed in February 24, 2012.

Waikato Regional Council, 2011. *Energy and Extraction*, http://www.waikatoregion.govt.nz/Environment/Natural-resources/Geothermal-resources/Energy-and-extraction/, accessed December 15, 2011.

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

Waikato Regional Council. 2012a. *The Consent Process*, http://www.waikatoregion.govt.nz/Services/Regional-services/Consents/Resource-consents/The-consent-process/, accessed March 22, 2012.

Waikato Regional Council. 2012b. *Mokai Geothermal System*, http://www.waikatoregion.govt.nz/Environment/Natural-resources/Geothermal-resources/Maori-and-geothermal-resources/Mokai-geothermal-system/, acceded on March 27, 2012

Waikato Regional Council, 2012c. *Making an application.* http://www.waikatoregion.govt.nz/Services/Regional-services/Consents/Resource-consents/Making-an-application/, accessed March 22, 2012.

Waikato Regional Council, 2012d. Application assessment and decision. http://www.waikatoregion.govt.nz/Services/Regional-services/Consents/Resource-consents/The-consent-process/Application-assessment-and-decision/, accessed March 22, 2012.

Waikato Regional Council, 2012e. The work we do. http://www.waikatoregion.govt.nz/Council/About-us/The-work-we-do/, About the Waikato Region, http://www.waikatoregion.govt.nz/Community/About-the-Waikato-region/, accessed. August 13, 2012.

White. B. 2006. *An Update on Geothermal Energy in New Zealand*. New Zealand Geothermal Association, http://www.nzgeothermal.org.nz/publications/Reports/UpdateOnGeoEnergyInNZ.pdf

White, B. 2011. *Personal exchange (through e-mail),* December 7, 2011.

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation. All rights reserved.

本件に対するお問い合わせ
公益財団法人　自然エネルギー財団（水野）
TEL:03-6895-1020 / FAX:03-6895-0121 / e-mail: info@jref.or.jp / URL: http://jref.or.jp

Copyright ©2012 Japan Renewable Energy Foundation.　All rights reserved.