ISBN978-4-87555-571-1
C0040 ¥1400E

9784875555711

公人の友社

定価（本体1400円＋税）

1920040014005

生存科学シリーズ 7

地域からエネルギーを引き出せ！ PEGASUSハンドブック（環境エネルギー設計ツール）

重藤さわ子・定松 功・土山希美枝

公人の友社

生存科学シリーズ 7

地域からエネルギーを引き出せ！

PEGASUS（ペガサス）ハンドブック（環境エネルギー設計ツール）

堀尾正靱・白石克孝 監修

重藤さわ子・定松 功・土山希美枝 著

公人の友社

生存科学シリーズ 7

地域からエネルギーを引き出せ！

PEGASUS（ペガサス）ハンドブック

（環境エネルギー設計ツール）

堀尾正靱・白石克孝 監修

重藤さわ子・定松功・土山希美枝 著

公人の友社

PEGASUS（ペガサス）ハンドブック発刊によせて

堀尾　正靱

待望のPEGASUSハンドブックがついに刊行される運びとなりました。

地域からエネルギーを引き出すために、また地域の人々のエネルギーを引き出すために、地域の環境エネルギー設計ツールとしてPEGASUSの基本構想を立てて以来、足かけ6年間、細部にわたる熾烈な議論を経つつ開発を進めたものとして、この刊行の喜びはひとしおです。この場をお借りして、開発関係者の皆様と執筆者各位に心からお礼を申し上げますとともに、読者の皆様にひとことご挨拶したいと思います。

廃棄物問題から地球環境問題まで、環境・エネルギーに関わる問題が国民生活に深くかかわるようになったいま、多岐にわたる環境・エネルギーの課題を総合的・横断的にマネージすることの重要性はいよいよ高まっています。温室効果ガスの削減については、わが国は、京都議定書で6％削減（2011年まで）を、2008年のG8では60-80％削減（2050年まで；7月福田内閣閣議決定の「低炭素社会づくり行動計画」に基づく）を、さらに2009年の国連総会では25％削減（2020年まで；鳩山演説）を表明し、削減目標という点では、EUとならび世界の先端に立つことになりました。しかし、問題はすべての産業と人々の日常生活にわたる広範なものであり、まず必要なことはこれまでの「縦割り・ぬるま湯・上から目線」を「れんけい・沸騰・なかから目線」に切り替えていくことだと私は主張してきました。実際、問題は、経済産業省、国土交通省、農林水産省、環境省、さらには総務省、文部科学省等の連携なしには解決しないものですが、バイオマスひとつをとってみても、その連携はいまだにきわめて不十分です。

同様に、いろいろなデータベースやデータ・プラットフォーム（データを使って計画作成や計算・評価等の作業をするツール）が、各省庁の支援で作られてきましたが、その大半は各分野や省庁に限定され、研究者の興味追求のためのもので、市民自身による問題解決に役立つものはほとんどありませんでした。従来のデータ・プラットフォーム類の欠点は以下のようにまとめられます。

① 省庁限定型のデータベースで、総合性・横断性に欠け、問題の本格的解決につながらない
② 専門家向けのプラットフォームで、市民目線に欠け、市民的圧力の形成や、社会的合意形成に役立たない
③ 市民の利用を想定したインターフェース設計が行われないため、使いにくく、利用されない
④ 特定地域への細かすぎる作りこみをする例が多く、汎用システムとして全国展開できない
⑤ 数値の根拠や計算過程の不透明性のため、市民の疑念を解消できない
⑥ 特定の立場からの「最適解」のため、いろいろな解の比較検討ができない
⑦ 臆病なシナリオ設定のため、本格的な改善につながらない
⑧ 成長・拡大を考えない構造のため、データの更新がしにくく、時間がたつと忘れられる
⑨ 技術、プロセスフロー、地域の資源・資産利用など、問題の全体構造に迫る仕組みがない
⑩ ユーザーからのフィードバックを受けられない

など。

PEGASUSは、そういった縦割りと専門家の上から目線の状態に風穴をあけ、廃棄物のもつエネルギーの有効利用と地域の再生可能エネルギーの利用を、市民の力で進めることを目指して、以下のような特徴をもつデータ・プラットフォームとして開発されたものです。

① 省庁横断型データベースで地域の隠れた資源や連携の可能性を発見する「あるもの探し」が可能に
② 専門家ではなく市民を対象とし、専門家にはチェックやピアレビューを行ってもらえるシステム
③ 利用者の利便を考えたユーザー・インターフェース開発に注力
④ 全国をカバーし、課題や計画の大まかな吟味を可能に
⑤ 数値の根拠や計算過程を、履歴ボタンその他の方法で開示
⑥ 色々なシナリオを許容し、「最適解」を押し付けない
⑦ 臆病なシナリオ設定を排し、制度不全・機能不全とたたかうシナリオ設定を促進
⑧ 成長・拡大のためのデータ更新・追加システムを整備し、利用者自身が調査したデータの書き込みや、メーカーや発明家による新システムの提案と共有が可能
⑨ プロセスフロー図(どのような資源をどういう方法で変換したりするのかを示す)とGIS(地図情報システム)による地域計画図(どこで何をするのかを示す)の並列表示で、地域の問題とその解決方法の全体構造に迫る
⑩ 新技術や新しいシナリオ提案用テンプレートをもち、ユーザーからのフィードバックが可能

など。そのほか、森林バイオマスのカーボンニュートラル性の保証のために不可欠の森林管理も計算できます(P62～64参照)。

PEGASUSには、ダウンロードできるマニュアルがついていますが、それでも、たくさんの表やボタンがあり、はじめから十分使いこなすことは容易ではありません。このハンドブックの目的は、順序を追って作業をしながら次第にPEGASUSに慣れていただくための教程を提供し、より多くの方々にPEGASUSを使っていただき、「縦割り・ぬるま湯・上から目線」状態のわが国に新しい波を作り出すことです。利用者の皆様とともに、バグ取りや、利便性の改善を進めるとともに、さらに新しい展開を目指してまいりたいと思います。ますますのご支援をよろしくお願いいたします。

本書は、PEGASUSの普及を図り、行政や、技術関係者、市民等、様々なユーザーと連携し、データの更新や、必要な改善等のメンテナンスと利用者サービスを行っているPEGASUS研究会のこれまでの経験と、LORC(龍谷大学　地域人材・公共政策開発システムオープンリサーチセンター)第2研究班「地域公共人材開発システム」研究班での検討、龍谷大学大学院NPO・地方行政研究コースでの科目化の成果を結集した形で作成したものです。

本書の刊行をきっかけに、PEGASUSが更に多様な人々、シーンで活用され、地域での未利用資源の発見・活用、更には地域の底力を引き出すきっかけになれば、と願ってやみません。

みなさんも是非、PEGASUSでエネルギー自給率の高い地域を設計して下さい。

(東京農工大学名誉教授・龍谷大学教授・PEGASUS研究会会長)

目　次

PEGASUSハンドブック発刊によせて 3

第1章　はじめに

1－1　PEGASUS開発の背景とねらい 11
1－2　PEGASUSでできること 12
1－3　本書のねらい 13
1－4　本書の構成と使い方 14

第2章　PEGASUSで分散型エネルギーを導入

グレード1　これだけでできるシミュレーション
ステップ1　どこがターゲット？ログインして地域を選択 20
ステップ2　さくっとやってみよう～太陽光発電 22
ステップ3　あとは試して慣れるだけ～PEGASUSの基本を理解する 28

グレード2　資源（あるもの）さがしで地域をつくろう
ステップ1　まずは材料チェックから～PEGASUSで使える資源は？ 30
ステップ2　地域資源で多角経営～利用する資源を組み合わせる 32

グレード3　資源の利用についてもっと学ぼう
ステップ1　プロパティを開いてみよう！ 38
ステップ2　プロパティ項目の種類 38
ステップ3　太陽光エネルギーを利用しよう！ 40
ステップ4　風車で発電しよう 42
ステップ5　小水力発電を設置しよう 44
ステップ6　資源を燃焼させてエネルギー利用する 46
ステップ7　資源をガス化させて電気、熱を利用する 48
ステップ8　資源をマテリアルとして有効活用する 50
ステップ9　BDF（Bio Diesel Fuel）を作る 52
ステップ10　コストのプロパティ項目 53
ステップ11　消費量を設定する 54

グレード4　PEGASUSを使いこなそう
ステップ1　PEGASUS支援ツール一覧 58
ステップ2　PEGASUS情報を活用して地域のデータを調べる 58

ステップ3　風力資源の支援ツール 60
ステップ4　システム収穫表Lycsを使って間伐材の量を調べる 62

第3章　PEGASUSで廃棄物のエネルギーをリサイクル

グレード1　PEGASUSをさわってみよう
ステップ1　どこがターゲット？ログインして地域と年を選択 70
ステップ2　シミュレーションの方法を選択　「現状の計算」 74
ステップ3　計算結果の意味を知る 76
ステップ4　PEGASUSで地域の情報を検索 80

グレード2　資源活用の可能性を考える
ステップ1　地域資源をめぐる課題や可能性を知る 86
ステップ2　一括シミュレーションをしてみよう 90

グレード3　より良いシミュレーションのために
～ID・パスワード取得者対象～
＜ステップアップ1　処理技術の面から検討する＞ 100
＜ステップアップ2　施設の追加・施設の計算式の変更＞ 102

第4章　新技術を提案する（上級者用）

4－1　PEGASUSの計算基本モデルと構造 109
4－2　新技術を搭載するための方法 110
4－3　提案された技術内容の妥当性チェック 130

第5章　PEGASUS利用教育・研修プログラムを作る

（1）事例①　地域づくりのワークショップへの利用 135
（2）事例②　講義期間での政策形成演習＋発表 137
（3）事例③　大学院における環境政策形成演習 138
（4）PEGASUSを利用した教育・研修科目の設計と効果 140

〔あとがきに代えて〕地域エネルギー政策をつくろう 143

第1章
はじめに

PEGASUSのようなシステムはなぜ必要なのでしょうか。
また、どのように活用できるのでしょうか。
ここでは、PEGASUS開発の背景やねらい、また本書のねらい、使い方について解説します。

PEGASUSの名前の由来：
PEGASUSは「持続可能な社会のための公共的環境・エネルギー大規模解析ツール」を意味するPublic Energy & Environment Giga-Analyzer for Sustainable Societyの頭文字をとったものです。ギリシャ神話の天馬のように、問題の全体を見渡してほしいという気持ちも込められています。

1－1　PEGASUS開発の背景とねらい

現在、化石燃料枯渇の不安や温暖化対策が急務の課題となり、地域資源のエネルギー利用が見直されるようになってきました。しかし、地域資源、すなわち自然エネルギー、バイオマス資源、廃棄物等は「地域に根ざした」資源であるために、エネルギー利用を進めていくためには、市民や自治体関係者等の広範囲な理解に基づく合意形成が不可欠です。これまで各種のデータベースが作成されてきました。しかし、これらは、どちらかといえばデータの集積に重きがおかれ、廃棄物・下水道・集落排水・発電・工業インフラの活用、未利用資源など、これからの循環型・脱温暖化社会作りに関係させるべき要因をすべて一覧でき、しかも簡便でだれにも開かれたプラットフォームはありませんでした。また、廃棄物処理は環境省、下水処理は国土交通省、発電部門は経済産業省、といった縦割りの構造も人々の地域資源を活用するための横断的で自由な発想を躊躇させる1つの要因となってきました。しかし、横断的なフローで、例えば今まではごみとして処理されていたものをエネルギー利用することができれば、地域のエネルギー資源は大幅に増えることになります。こういった発想の転換も今の時代には大変重要となります。

一方で、地域の廃棄物や未利用資源がもつ大きな可能性を現実のものにするためには、行政組織の壁を越え、地域の工業インフラも利用した、これまでにない枠組みで大きな計画を構想しなければなりません。また、地方分権・公－民協働の時代には、行政も市民も産業界も連携しあいながら、地域の将来像を描く必要があります。

そのような時代の課題に応えるため、PEGASUSのアーキテクチャが、文部科学省リーディングプロジェクト「一般・産業廃棄物・バイオマスの複合処理・再資源化プロジェクト（平成15～19年度）」（リーダー：仲勇治　東工大教授）のプロセス技術グループ（リーダー：堀尾正靱　東京農工大教授〔当時〕）により、開発されました。このアーキテクチャの上に、各種廃棄物・再生可能エネルギーの発生量や賦存量のデータベースが書き込まれ、修正・更新されながら、全国各地域の状況が把握できるようになっています。インターネット上で市民や関係者が、特定の地域における特定技術の導入やシステムの大きな変更の効果を大まかに評価できる、PEGASUSのような情報化プラットフォームは前例がありません。「分散型エネルギー利用塾」では、地域の人々が自ら発見した身のまわりの資源をPEGASUS上に入力し、その有効利活

用に関する評価をすることがきる機能を持っています。公民館のような場でプロジェクターを使いながらPEGASUSを動かせば、地域資源利活用の合意形成の「場」づくりに一役買うこともできます。

1－2　PEGASUSでできること

PEGASUSは大まかに、地域の環境・エネルギーについて「シミュレーション」するための機能と、それに用いるデータベースで構成されています（図1-1）。このような登録済みの様々なデータベースを参照して、①誰でも、②あくまでも大まかに、③公正に、④地域の実情に応じて、⑤新技術の可能性もふまえて、⑥いろいろな評価軸からの地域の可能性を総合的に検討するために活用してもらえます。具体的にできることを見てみましょう。

1）データの閲覧

PEGASUSでは、地域のエネルギー資源およびそれらを扱う施設等に関する各種省庁横断型のデータを閲覧することができます。

2）用語解説

PEGASUSには、用語辞典「知恵袋」があります。これは通常の用語辞典とは少々異なり、現代文明社会の「生存」の視点から、廃棄物や再生可能エネルギーを用いた持続型社会作りに関連するキーワードについて独自の用語の説明を行う、「生存のための用語事典」であり、学識者などを初めとする各種専門家がメッセージをつけてWebで公開するものです。単なる用語の知識だけでなく、これを通じて省庁横断型の知見を得ることができることが特徴です（ID・パスワードをお持ちの方のみ利用可能です）。

3）地域の環境・エネルギーのシミュレーション

PEGASUSでは、資源の発生・消費ともに規模の大きい、都市域を対象とした「大規模・集積型資源利用」に関わるもの、農村等の地方を対象に「分散型資源利用」により地域のエネルギー発見と自給に関わるもの、の2種類のシミュレーションを行うことができます。シミュレーションでは、PEGASUSに搭載されているデータを呼び出しながら行うのみならず、ユーザー自らの情報を入力し、シミュレーションの質を高めることもできます。

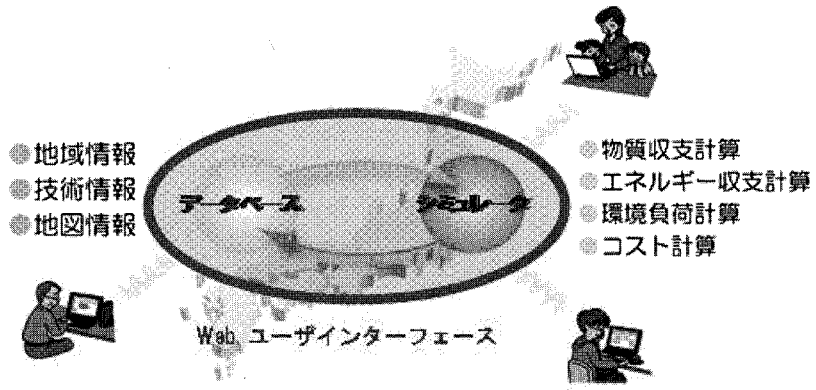
4）新技術のPEGASUSへの搭載（上級者向け）

新しい変換技術情報をユーザーが入力し、シミュレーションすることができます。先端技術のみならず、色々な既存技術の組み合わせにより、より地域に適した技術を提案することができます。

1－3　本書のねらい

このような機能を持ち、誰もが使える持続型地域システム創造の支援ツールとしての可能性を持つPEGASUSを、多くの人に知ってもらい、様々なシーンに活用していただくこと、これが、開発に携わった皆の切実な思いです。そこで、単なるPEGASUSの操作マニュアルを超え、地域の未来を考える様々な人々が、地域資源の基礎的な知識から、発見、活用、そのための「横断的で自由かつ創造的な、地域に根ざした発想」の重要性を習得し、地域資源を活用した持続型地域システムの創造を行うことを支援するためのハンドブックとして、本書の作成を考えました。

図1-1　PEGASUSの基本構造



1－4　本書の構成と使い方

本書は、以下のような構成になっています（図1-2）。

第2章では主に太陽光・熱、風力、水力、バイオマスなどの地域分散型資源、第3章では、ごみなどを中心とした大規模集積型の資源を扱います。これらの章では、PEGASUSに初めて触れる読者が、ステップをこなしてグレードを上がっていくことで、初心者を卒業してシミュレーションを十分に使えるようになれるよう構成にしています。

第4章では、主に専門家や実務に携わっておられる方々を対象に、PEGASUSのシステムにはない技術や、既存の技術の組み合わせなどを提案し、その妥当性についても簡易的に評価するための、「新技術搭載機能」の使い方について解説しています。したがって、一般の方々は、この章はスキップしていただいて構いません。

このように、扱いたい資源の種類（分散型のものか、大規模集積型のものか）や、行いたいシミュレーションのチャレンジレベル（初級、中級、上級、教育・研修への活用）に合わせて、どこから読み進めても構いません。第2章～4章では、基本的に見開き2ページにしており、右ページには理解を助けるための補足や操作のコツなどを示していますので（表1-1）、これらも参考にしながら、いろんなアイコンを押し、プロパティを開いて、なにができるのかを繰り返し試してみて下さい。そうやって進んでいくにつれ、PEGASUSでできることや知識が増えていくことでしょう。

また、第5章では、PEGASUSを、環境政策の教育・研修ツールとして実際に活用した、龍谷大学のNPO・地方行政研究コース修士課程の経験が紹介されています。教育・研修へのPEGASUSのご活用をお考えの方は、参考にしていただければ幸いです。

図1-2　本書の構成

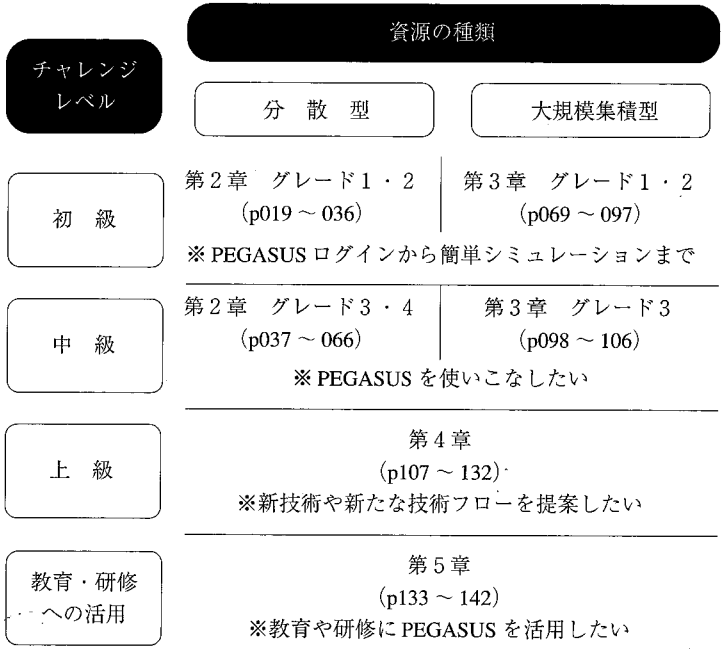


表1-1　補足や操作のコツの分類一覧

参　考	本文を理解するのに参考となる文献や、PEGASUSに関係するデータ、豆知識などを載せています。
コラム	PEGASUSのシミュレーションを行ううえで、役に立つ補足情報をサイドストーリーとして載せています。
もっと詳しく	PEGASUSを自由に使いこなすためのコツや、PEGASUSの問題意識を、より掘り下げて説明しています。もう少しふみ込んだ理解をするには、ここは必見です。
教えて！サワイさん 	サワイさんは、PEGASUSのシステム開発技術者です。わからない点やシステムのクセ、使用上の注意点などについて教えてもらいます（これだけのシステムを一人でプログラミングしたため、少々使いにくいところもありますが…その辺はご容赦下さいね）。

MEMO

第2章
PEGASUSで分散型エネルギーを導入

グレード1　これだけでできるシミュレーション
ステップ1～3

グレード2　資源（あるもの）さがしで地域をつくろう
ステップ1～2

グレード3　資源の利用についてもっと学ぼう
ステップ1～9

グレード4　PEGASUSを使いこなそう
ステップ1～3

この章では、まちや地域の暮らしのなかにある資源を活用する「分散型資源利用」を使い、PEGASUSに初めて触れる読者が、ステップをこなしてグレードを上がっていくことで、初心者を卒業してシミュレーションを十分に使えるように構成しています。

グレードが上がっていくにしたがって、やれることや知識が増えていきます。いろんなアイコンを押し、プロパティを開いて、なにができるのかを繰り返し試してみて下さい。また、第3章は見開き2ページ構成にしています。右ページには理解を助けるための補足や操作のコツなどを示していますので、参照しながら進んで下さい。

1 グレード

これだけでできるシミュレーション

PEGASUSは、やる気しだいで、とても高度なシミュレーションを手軽にできるツールです。ここでは、まず最も手軽なやり方でシミュレーションを行い、そのしくみを学びます。

ステップ1　どこがターゲット？ログインして地域を選択

まず、これがなければ始まりません。簡単です。

ステップ2　さくっとやってみよう～太陽光発電

太陽光で発電してみます。

ステップ3　あとは試して慣れるだけ～PEGASUSの基本を理解する

「資源」を「施設」で「変換」するしかけが分かれば基本は終了です。

ステップ1　どこがターゲット？ログインして地域を選択

それでは始めましょう。ブラウザはWindows™のInternet Explorer6.0 sp1以上を使って**下さい。**まずログインし、どの地域でシミュレーションするか選択します。

(1)　ログインまで

http://www.pegasus-web.org/ へアクセスします。

「入り口」から入り、「PEGASUS 利用規約」を確認し、同意できたら「同意する」をクリックします。

いよいよ PEGASUS のシステムです。「大規模・集積型資源利用」と「分散型資源利用」の２つのシステムがあります。「分散型資源利用」を選択すると、ID とパスワードを入れる画面が開きます。

PEGASUS の会員になると自分だけのID を持て、シナリオの保存などに便利です。ぜひ検討して下さい。会員でない場合も図2-1-1右下のようにGUEST ログインで利用することができます。次の画面「シナリオ読み込み」では「スタート」を選びます。

図2-1-2　トップページ

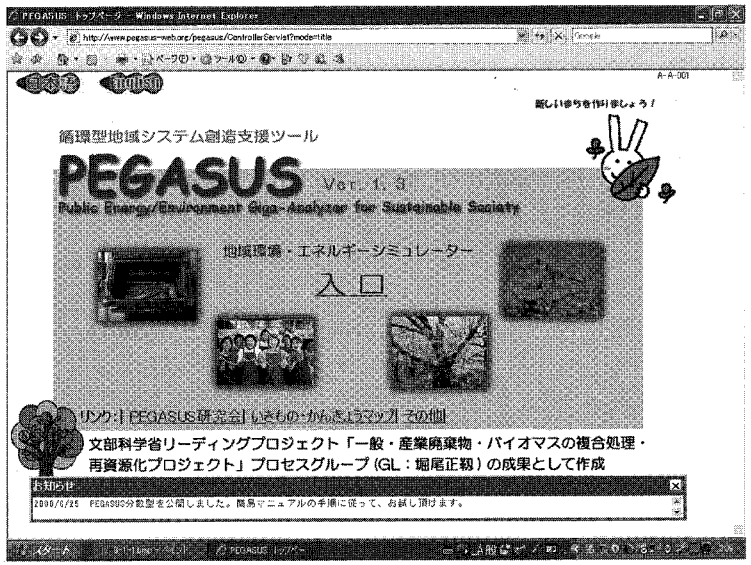


図2-1-3　利用規約

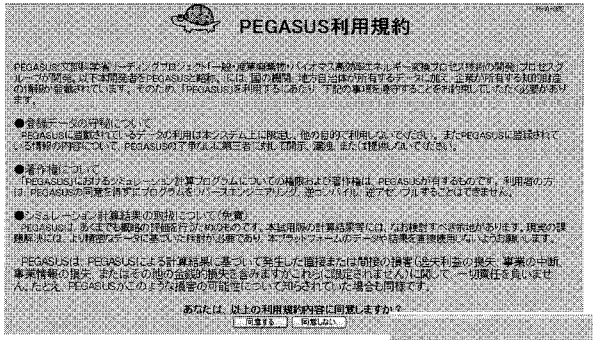


図2-1-4
大規模集積型と分散型

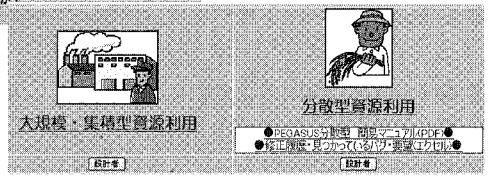
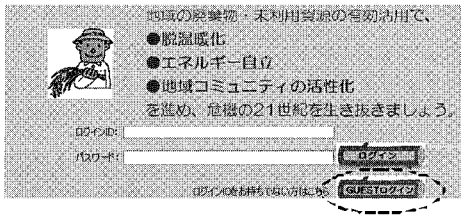


図2-1-1　ログイン画面



大規模集積型ができること

地域にすでにある施設を活用するだけで、効率的なエネルギー確保やCO_2削減が可能になるかも。全国の施設データをふくむシミュレーターです。３章ではこの大規模版を解説します。

あなたもPEGASUS研究会の会員になりませんか？

PEGASUS 研究会は、環境・エネルギーシステムの改革や地域再生に資する調査・研究・開発などを目的として、2006年に設立されました。

PEGASUS 研究会はその活動の一環として、文部科学省リーディングプロジェクトで開発されたPEGASUS のアーキテクチャの活用を図り、行政や、技術関係者、市民等、多様なユーザーと連携し、データの更新や、必要な改善等のメンテナンスと利用者サービスを行っています。個人年会費は、2010年現在、1,000円です。

PEGASUS研究会　事務局
〒162-0041 東京都新宿区早稲田鶴巻町513
早稲田大学　研究開発センター 3-102　岡田久典　気付
E-mail:pegaken@gmail.com

⑫ 地域を選ぶ

シミュレーションに使う地域を選びます。

都道府県を選択し、市町村を選択します（図2-1-5）。

次の入力エリアには、あなたのためのシミュレーションマップにあなたがつけたい**名前を入力**します。実際の地域名でなくてもかまいません。自分が分かりやすい名前**をつけましょう**。

なお、ここでは市町村を選択しますが、それは地図を開くときの目印にすぎません。シミュレーションは、地図上の市町村の境界、県の境界をまたいで行うことも可能です。

ステップ2　さくっとやってみよう～太陽光発電

地域を決めたら、さっそくやってみましょう。太陽光発電をシミュレーションしてみます。図2-1-7を見てみましょう。

① 資源「太陽光」を選択

「資源」アイコンの  をクリックし、太陽の光を選択します。

② 資源「太陽光」を地図に

地図上、太陽光パネルを置きたい位置、太陽光が降り注いでいると仮定するところをクリックします。ちょっと待つと、アイコンが表示されます。「ちょっと待つ」がポイントです（P23右下「もっと詳しく」参照）。

なお、この動作をこれからは「プロットする」または「地図におとす」と呼びます。

図のように、太陽光パネル設置場所からちょっと離しておきましょう。

③ 変換施設「太陽光」を選択

点線○で囲んでいる、「変換施設」から  をクリックし、選択します。

④ 変換施設「太陽光」を地図にプロット

地図上、太陽光パネル等、太陽光をエネルギーに変換する施設を設置したい場所を

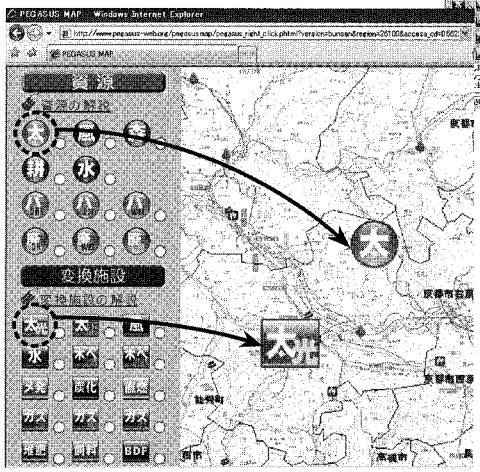
図2-1-5　都道府県、市町村を選択



図2-1-6　地図が開いたところ



図2-1-7　「太陽光」資源と変換施設



もっと詳しく（アドバンス）：操作のコツは、「ちょっと待つ」

PEGASUSの動作はWebブラウザベース。PEGASUSサーバへ指示を伝え、あなたが使うコンピュータに反応が返ってくるまで、「ちょっと待つ」のがベターです。

クリックします。ちょっと待つと、地図上にアイコンが表示されます。……プロットできましたね。

⑤　資源「太陽光」と変換施設を「コネクタ」でつなぐ

製品が「材料」を「道具」で加工してできるのと同様に、材料つまり「資源」＝太陽光を、道具つまり「変換施設」＝太陽光パネルに与えないと、発電はできません。そこで、「コネクタ」で太陽光資源を太陽光変換施設につなげるのです。材料を道具に流し込むイメージですね。

ちょっとコツがいりますので、最初は丁寧にやりましょう。

コネクタを選択し、マウスを「太陽光」資源の上におきます。すると、図2-1-8aのような表示が出てきます。ここでクリック。「始点」が指定されたことになります。

ついで、「太陽光」変換施設の上におきます。すると、図2-1-8bのような表示が出てきます。ココで、もういちどクリック。

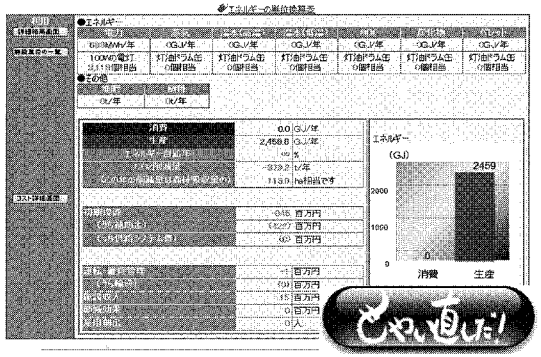
ポイントは、図2-1-8の点線内のような表示が出るまでちゃんと待つこと。出ないときは、アイコンの真ん中にちゃんとマウスが置かれているか確認しましょう。

もうひとつのポイントは、エネルギーができる順序「太陽光」→「太陽光発電施設」の流れのとおりに進めること。「変換施設」を先にクリックしても、うまくできません。

⑥　さっそく計算してみよう

太陽を「資源」として選び変換施設を置き、コネクタでつなげば、これでもうシミュレーションはできます。「計算」ボタンを押すと、図2-1-10のように計算結果が出ます。「生産」部分が、あなたが設定した太陽光発電できたエネルギー量です。

図2-1-10　計算結果と「もやい直し」ボタン



もっと詳しく（アドバンス）：操作のコツ2「地図の拡大」

特に操作を指定していない場合、地図をクリックすると「地図を拡大」します。拡大、縮小は🔍🔍で選択しますが、マウスの表示は変わらず、画面左上部に文字で表示されます。「自分がどんな命令を出しているのか」意識しましょう。

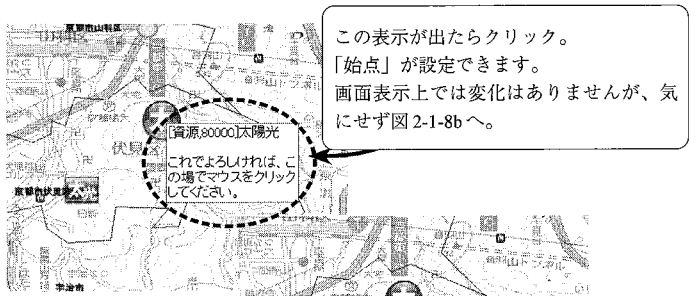


図2-1-8a　コネクタ選択中、始点の表示

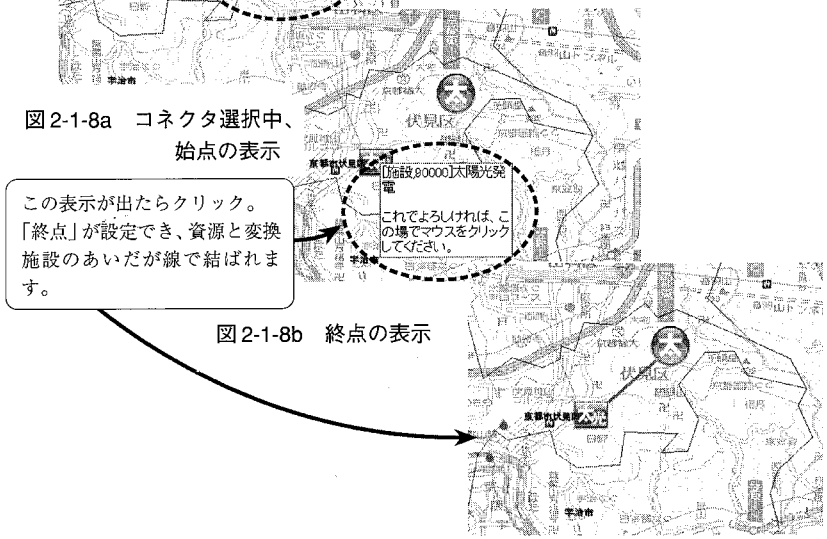
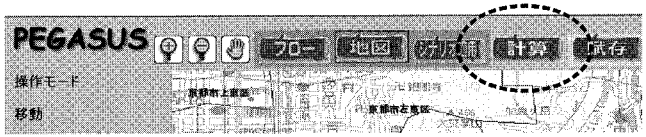


図2-1-8b　終点の表示

図2-1-8c　コネクタの接続

図2-1-9　計算ボタン



さて、計算結果について詳しく説明する前に、もう1つ条件をシミュレーションに**加えてみましょう**。「もやい直しだ！」ボタンをクリックして地図画面に戻ります（**「もやい直し」**についてはP35「教えてサワイさん！」参照）。

⑦「需要」もシミュレーションの要素に加えてみよう

発電したら、それを使う場所がありますよね。いま、シミュレーションでは発電はできましたが、できたエネルギーを「使う場所」がありません。それを示すのが「需要」アイコンです。太陽光発電を住宅  で使用することとして、それも地図上にプロットしてみましょう。

 をクリックし、地図上の場所をクリックで選択します。

⑧　エネルギーを「変換施設」から「需要」へ流す

 発電したエネルギーを住宅に運びましょう。ここでも「コネクタ」でつなぎます。発電したところ  →使うところ  です。エネルギーの流れを忘れずに。

では、⑤と同様に、コネクタを選択したら  の上でちょっと待ち、確認表示を見てからクリック。つぎに発電を運ぶ先の  の上でやはり確認表示を待ってから、クリック。

⑨　シミュレーションできました！

これで、「自分が決めた場所で、太陽の光  で発電し  、それを  で使う」というシミュレーションの設定が完成です。それではふたたび計算しましょう。計算した結果が図2-1-12のように表示されます。

できましたが、具体的に数字を考えてみると…

太陽光発電による「生産」は、太陽の光がどれだけ強いのか、太陽光パネルがどれくらい大きいのかに左右されます。「消費」は、住宅の数や年間エネルギー消費量に左右されます。PEGASUSにはこれらの数字が仮に入力してあります。それらの数字を実情に合わせて設定し直していくと、「生産」「消費」の値も変わり、より正確なシミュレーションを行うことができます。これらはグレード3、4で詳しく学びます。

次のステップでは、PEGASUSのしくみをまとめてみましょう。

図2-1-11　太陽光発電シミュレーション

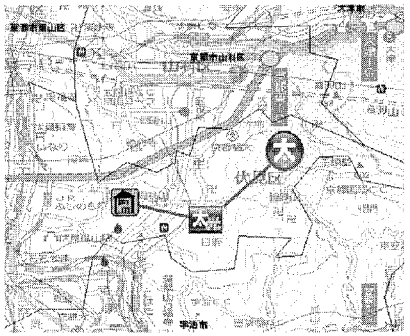
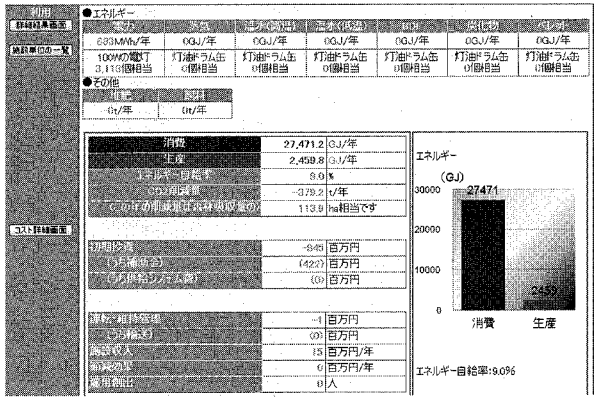
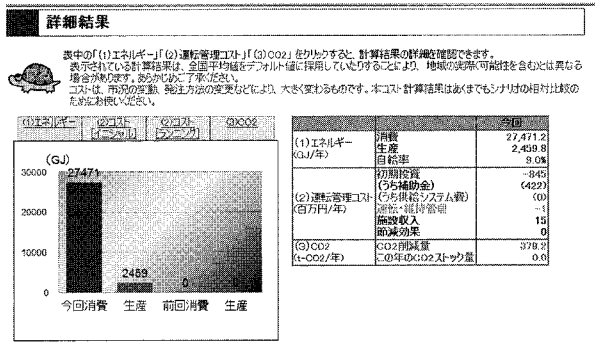


図2-1-12　シミュレーションの計算結果と詳細画面

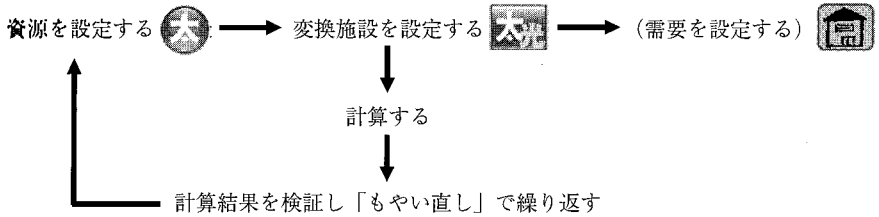




ステップ3　あとは試して慣れるだけ～PEGASUSの基本を理解する

①　PEGASUSの基本を理解しよう

PEGASUSの基本は簡単です。太陽光発電で実践したように、



という作業です。

②　資源と変換施設の関係

①さえ分かれば、PEGASUS分散型はどんどん活用できます。身の回りにあるいろいろな資源を使って、エネルギーを生産していけばいいのです。

どの資源がどの変換施設に使えるのかは、意識している必要があります。太陽光で水力発電することはできません。太陽光なら太陽光発電か太陽熱利用となります。自然エネルギー系は想像しやすいですが、バイオマスなどはどうでしょう？慣れれば難しくありませんが、「どの資源が」「どの変換施設に」使えるのか、使いながらそれらの対応関係を理解し、それぞれの資源や施設、需要の詳細つまりプロパティをより詳しく書けるようになっていくと、シミュレーションの活用の幅はより広がります。次のグレードでは、それを解説します。まずはこのグレード1の仕上げに、練習問題に取り組んで下さい。

【練習問題】

1　ステップ1のプロセス①～⑨を実践し、太陽光発電をシミュレートする。
2　1と同様に、風力発電をシミュレートしてみる。

2 グレード

資源（あるもの）さがしで地域をつくろう

いちばん基本となる使い方を覚えたら、あとは、使いながら地域の資源と環境技術との関係を知り、情報を集め、アイディアをふくらませてシミュレーションを深めていきましょう。グレード2では、実際に、地域資源を使ったシミュレーションに入っていきます。

ステップ1　まずは材料チェックから～PEGASUSで使える資源は？

使える資源を紹介します。

ステップ2　地域資源で多角経営～利用する資源を組み合わせる

シミュレーションを組み合わせて、地域の資源を活用します。

[redacted]ックから～PEGASUS で使える資源は？

[redacted]のシミュレーションは、地域で使われていない資源をエネルギー[redacted]利用するためのものです。いいかえると、未利用の資源があることをみつけていく、「あるものさがし」のシミュレーションなのです。そのため、私たちのくらしや地域の産業に対応した多様な資源が用意されています。図2-2-2の対応表も参考にしてください。

自然エネルギー系：太陽 太 、風 風 、水 水

産業系：間伐材や果樹を剪定した枝 八DRY 、家畜糞尿 八WET ……

生活系：生ゴミ 八WET 、ペットボトル 廃DRY 、屎尿（しにょう） 尿WET ……

これらはすべて資源です。変換施設とつないでエネルギーに変換します。各変換施設がどのような資源を処理できるのか、対応関係を見てみましょう。

それでは、資源を変換施設でエネルギーにしたものは、どう使われるでしょうか？P33 図2-2-3で「需要」をみてみましょう。

需要がシミュレートに必要なわけ

「資源」と「変換施設」だけで「需要」がなくても、エネルギー生産量は計算されます。ですが、「需要」を使うと、地域のエネルギー消費との関係を見たり、生産したエネルギーが住宅何戸分の消費量なのかを見たりすることができます。

さて、これで、「資源」と「変換施設」と「需要」にどんなものがあるかを紹介できました。

PEGASUSによるシミュレーションは、「Aという資源をBでエネルギーに変換（生産）してCの需要で使う」という流れの積み重ねです。

たとえば、図2-2-1からは、「小川を水車で活用する」「羊のフン（＝家畜糞尿）で

図2-2-1　身近な資源を考えてみよう

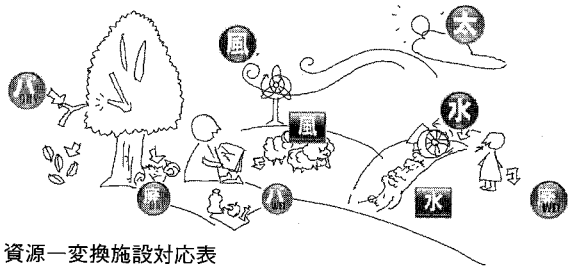


図2-2-2　資源―変換施設対応表

	資源アイコン	主な素材や材料	資源を変換する施設
自然や身近にある資源	太 太陽光	太陽光。光あるいは熱	太光 太陽光　太熱 太陽熱
	風 風	風力	風 風力発電
	水 水	水力。流れの始点と終点を指定	水 水力発電
	森 森林資源	建築材などに利用	国産・地域産材の住宅建築によりCO2を固定
さまざまな「廃棄物」	八DRY バイオマス DRY	切った木の枝、木造建築などの廃材	木ペ 木ペ 木クズから固形燃料を製造 炭化 炭にして燃料として利用　直燃 直接燃焼、電力と水蒸気に
	八WET/DRY バイオマス WET/DRY	稲わらや麦わらなど（農業系）	炭化 炭にして燃料として利用　直燃 直接燃焼、電力と水蒸気に ガス ガス ガス ガス化して燃焼、電力と水蒸気（温水）に 堆肥 肥料化
		ニワトリのフンなど（畜産系）	炭化 炭にして燃料として利用　メ発 発酵でメタンガス発生→電力、バイオガス、堆肥等に
	八WET バイオマス WET	牛や豚のフン、生ゴミ、下水道汚泥など	堆肥 肥料化　飼料 飼料化
	廃DRY 廃棄物 DRY	プラスチック、紙、草木など	ガス ガス ガス　直燃 直接燃焼、電力と水蒸気に
	廃WET 廃棄物 WET	ヒトのし尿、浄化槽汚泥など	メ発 発酵でメタンガス発生→電力、バイオガス、堆肥等に 堆肥 肥料化　飼料 飼料化
	廃 廃棄物 OIL	使用済天ぷら油など	BDF 廃油からディーゼルオイルを精製
	耕 耕作放棄地	放置されている田畑など	

発電する」「ピクニック客のペットボトルを燃やす」など、資源をエネルギーに変換する手法がいくつも考えられます。

このように、身近に眠っているものを「資源」として見つけて使う小さなストーリーを組み合わせて、地域のエネルギー需給の新しい姿というシナリオを、リアルに近づけながら組んでいくのがPEGASUSでのシミュレーションの作業なのです。

それでは、ステップ2に進み、その小さなストーリー、つまり「A資源をBで変換してCが使う」を組み合わせて作ってみましょう。

ステップ2　地域資源で多角経営～利用する資源を組み合わせる

ステップ2の作業は難しいものではありません。私たちの地域やくらしのまわりにはいろいろな資源があふれているので、それらの資源を組み合わせて使ってみましょう、ということです。

このステップあたりから、地域の特徴を考えた資源を見つけることが必要になってきます。自然が豊かな牧畜地域なら、「風力」「小水力」「家畜屎尿（バイオマスWET）」などが資源になるでしょう。人口が多い都市地域なら、家々の「太陽光発電」「使用済み天ぷら油（廃食油＝廃棄物OIL）」「ゴミ（一般廃棄物＝廃棄物DRY）」などがあるでしょう。

では、牧畜地域で「水力」「家畜屎尿（バイオマスWET）」を資源とし、家庭のエネルギーにするとしてみましょう。「水力」はプロットするときに始点と終点が必要なので注意します（図2-2-4）。コネクタの方向さえ間違わなければ、資源、変換施設、需要などプロットする順番も制限はありません。

ここでは分かりやすいように「水力」→「水力発電」、「バイオマスWET」→「バイオマス」の順に作業します。図2-2-5を見て下さい。

①　資源「水力」、変換施設「水力発電」をプロット

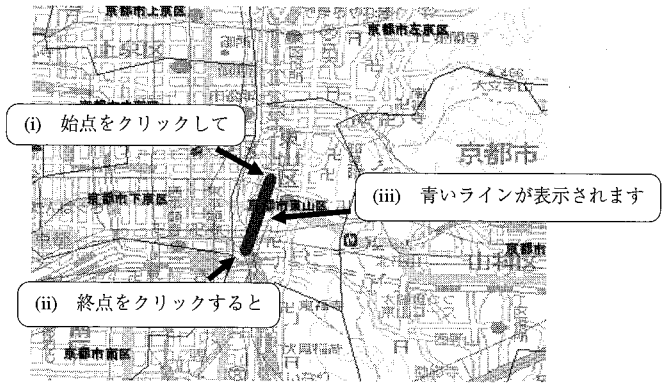
②　資源と変換施設をコネクタでつなぐ

コネクタの方向（資源を先にクリックし、次に変換施設をクリック。資源から施設へ、という方向）に注意します。

図2-2-3　需要の種類

需要の種類	使われているエネルギーなど
住宅（民生）	石油、ガス、電力を消費し、木材を使っています。戸数や詳細な消費状況を指定できます。
事務所等（業務）	企業や事務所などの事業所です。石油、ガス、電力、熱を消費します。規模や詳細な状況を設定できます。
工場等（製造）	工場などの製造関係の施設です。石油、ガス、電力、熱を消費します。規模や詳細な状況を設定できます。
農業等（農林）	農業にもエネルギーが消費されます。石油、電力など。規模などを設定できます。
漁業関係（水産）	漁船の運航など、石油を消費します。使用状況などを設定できます。
地域産材利用住宅	上記の需要アイコンとは異なり、炭素固定を示します。近隣生産の木材を住宅に使うと、その原木が吸収したCO2、炭素が安定し、逃げません。
BDF利用車	生産したBDF（バイオディーゼル燃料）を車に使います。

図2-2-4　水力は始点と終点を指定



もっと詳しく（アドバンス）：水力は始点と終点を指定

水力は、流れる水の量と流れの強さ（高低差）に影響されます。したがって、「どこからどこまでの」流れを利用するのかを指定する必要があります。

PEGASUSの画面で資源アイコンをクリックしているあいだは特別な表示はありませんが、始点をクリック→終点をクリックすると、図2-2-4のように青い線で表示されます。

③ 家畜糞尿を資源として、エネルギーに変換する施設をプロット

図2-2-2の対応表を見てみましょう。家畜糞尿なので「バイオマスWet」、変換施設からは「メタンガス発酵」を選んでみましょう。

④ 資源「バイオマスWet」、変換施設「メタンガス発酵」をコネクタでつなぐ

⑤ 需要アイコン「家」をプロットしコネクタでつなぐ

今回は2つの変換施設から1つの需要につなぎます。ここでも方向に注意しますが、エネルギーの流れる方向と考えれば簡単です。「水力発電」から「家」へ。「バイオマス」から「家」へ。

⑥ 計算します

これで水力とバイオマスを使ったエネルギー生産をシミュレートすることができました。

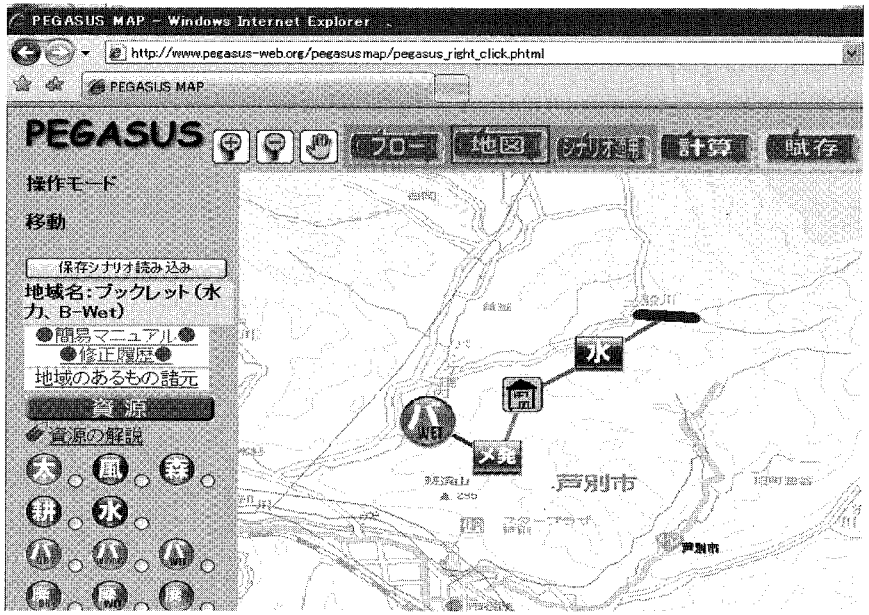
ここまで進むと、シミュレーションの手順は身についたといえます。でも、実は、シミュレーションの醍醐味はここからです。

生産されるエネルギーは「資源」の質量、「変換施設」の詳細、消費されるエネルギーは「需要」の量によって左右されます。これまでのシミュレーションではPEGASUSが仮に入れていた数値（デフォルト値）を使っていたのです。皆さんで調べた数値を入れていくことが、質の高い結果のために重要で、おもしろい点でもあります。

資源でみると、太陽光なら光の強さや日照時間、バイオマスWetなら量だけでなく種類、たとえば家畜屎尿なのか生ゴミなのか、そうした要素が関わってきます。変換施設では、太陽光発電ならパネルの大きさや質……といった具合です。それらは公開されている数値を活用したり、自ら調べたりすることができます。社会的には、コストや雇用がどれくらい発生するかも重要です。

PEGASUSの特徴は、こうした項目の詳細を入力することができ、入力を支援する外部データベースが紹介されていくなど、シミュレーションを深化、高度化していくことができるところにもあります。次のグレードから、そのための使い方を学びましょう。

図2-2-5　水力＋バイオマスでエネルギー生産





教えて！サワイさん

Q：「もやい直し」って何ですか？

A：地元学を提唱する吉本哲郎さんらが使いはじめたもので、船と船をロープでつなげる「もやい」から転じて、自然と人との関係、人と人との関係を「もやい」し直そうという考え方や運動が広がっています。PEGASUS分散型は、地域や自然との関係を「もやい直し」、「あるものさがし」をしていこうとするこの思想を、とても大事にしています。

[redacted]で2つ以上の資源を使ってシミュレーションしましょう。

3 グレード

地域の情報をPEGASUSで活用する

グレード3では、アイコンの中にあるプロパティの活用方法について解説します。グレード1、2でPEGASUSのシミュレーション手法の基礎を学びましたが、各アイコンにあるプロパティ項目数字を手動で入力していくことで、地域の実情を反映させたシミュレーションを行うことができます。

プロパティを操作していくことで、特定の太陽光パネルを100枚導入した場合の発電量、公園で採れる剪定枝を使った直接燃焼発電、町内の資源を活用しエネルギー自給率を調べるなど、様々な用途に応じたシミュレーションを可能にします。それぞれの施設に設定されているプロパティの内容を理解することで、地域のエネルギー資源を自在に操ることを目指しましょう。でも一人占めは禁物。皆で仲良くね。

ステップ1　プロパティの開き方

まずは、プロパティの開き方を覚えましょう。

ステップ2　プロパティ項目の見方

プロパティの項目は3種類あります。どの項目が入力できる項目かを覚えましょう。

ステップ3 ～ 9

資源と施設の関係に沿って、プロパティ内の項目を解説しています。プロパティ項目の解説の定義を参考に、どの様な数字を扱っているかを意識するようにしましょう。

ステップ10

コストの設定方法について解説しています。

ステップ11

需要アイコンの設定方法を解説しています。ここを変更することで、任意の地区設定でエネルギー需給率をシミュレーションすることができます。新しい住宅の設定方法が、他の需要アイコンと異なります。

ステップ1　プロパティを開いてみよう！

プロパティ画面の開き方は次の２つの方法があります。

○アイコン上からプロパティを開く

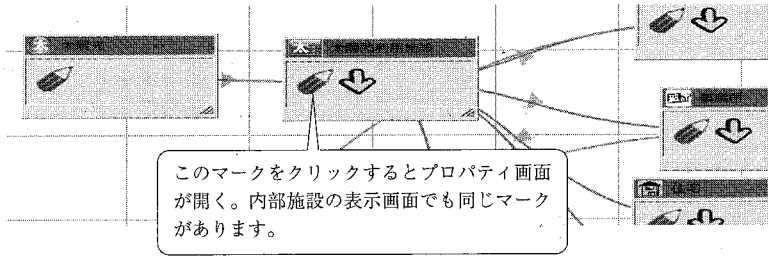
①アイコン上にカーソルをあてて右クリックし、メニューを開きます。

②メニューの中にある[プロパティ]をクリックすると、別ウィンドでプロパティ画面が開きます。

○フロー画面や内部設備の表示からプロパティ画面を開く。

→アイコン枠の中にある[鉛筆マーク]をクリックすると、プロパティが開きます。

図2-3-1　フロー画面からプロパティを開く



ステップ2　プロパティ項目の種類

プロパティ画面を開き、各項目の値を入力し任意の設定をしていきますが、プロパティ項目には、入力できる項目、数値を確認するだけの項目、機材を選択する項目があります。以下の３つの種類があることを覚えて下さい。

□（白色の項目）：値の入力が直接出来ます。

▒（灰色の項目）：ツールを使って値を設定することが出来ます。

▒（黄色の項目）：他の項目を反映して自動で計算されます。値を入力することができません。[計算ボタン]クリック後に、値が反映される項目もあります。

図2-3-2　アイコンからプロパティを開く

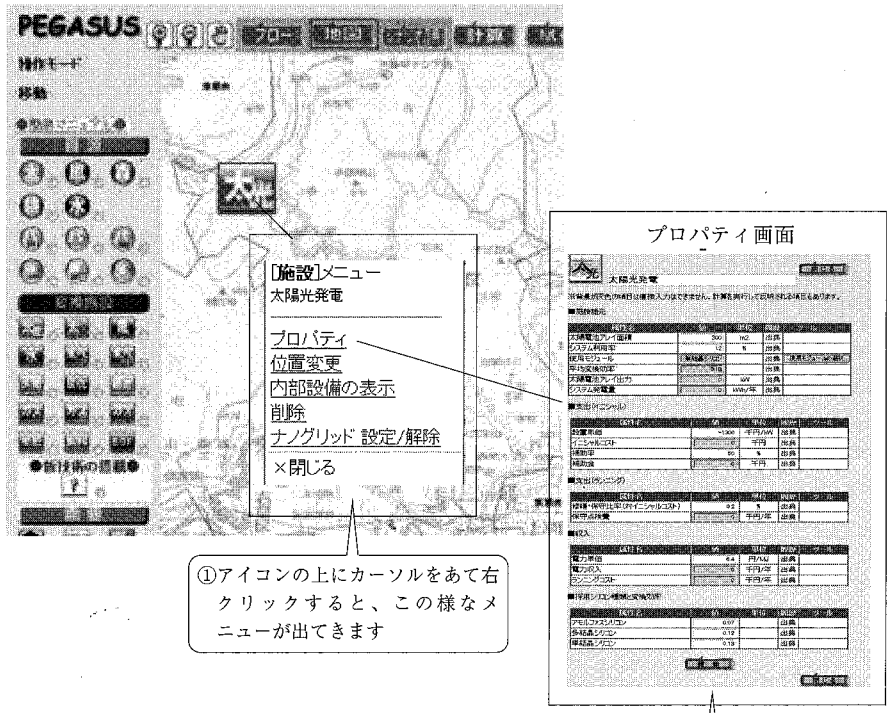
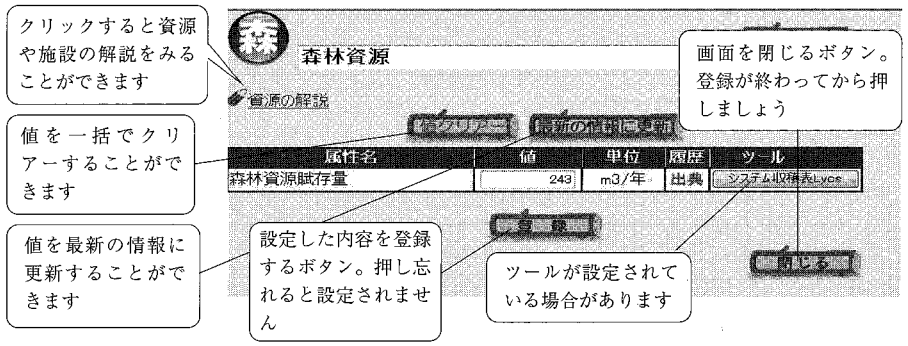


図2-3-3　プロパティ画面の見方



ステップ3　太陽光エネルギーを利用しよう！

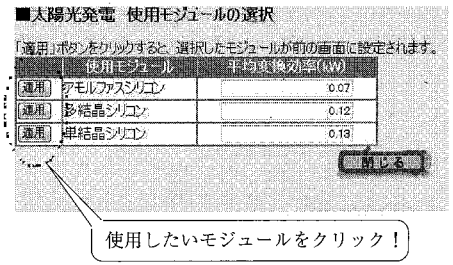
プロパティ設定の手順

(1)　太陽光資源のプロパティを開き日照強度を設定します(太陽光利用における通常のモデル計算では日照強度は1 kW/m²で設定しています)　。シミュレーションのコツとして同じ地点(または同じ条件)で太陽光の利用を進める場合は、太陽光資源のプロパティを1つ設定し、複数の施設へ繋げて下さい。

②　導入する太陽光パネルの太陽電池アレイ面積(熱利用の場合は、集積面積)を入力する。

③　使用モジュールをツールから選択する(熱利用では、ツールの操作は必要ありません)。

図2-3-4　ツール「使用モジュールの選択」の使い方



太陽光発電プロパティのツールにある使用モジュールの選択をクリックすると左図のモジュール選択画面が出てきます。
使用したいモジュールの適用をクリックするとプロパティに反映されます。最後に閉じるをクリックして下さい。

④　数値を入力後、登録をクリックすると設定終了です。

【練習問題】　→解説はP65参照

大阪府箕面市の日照強度が1 kW/m²の土地で、Aさんの家では単結晶シリコンの太陽光パネル20 m²、Bさんの家では多結晶の太陽光パネル15 m²を導入しました。2つの家の太陽光パネルをあわせると、どの程度の発電量とエネルギー自給率があるか求めなさい。ただし、家のエネルギー消費の一世帯あたりの原単位は変更しないものとします。(住宅のエネルギー消費量の設定方法についてはP54にて解説しています)。

プロパティ項目の解説

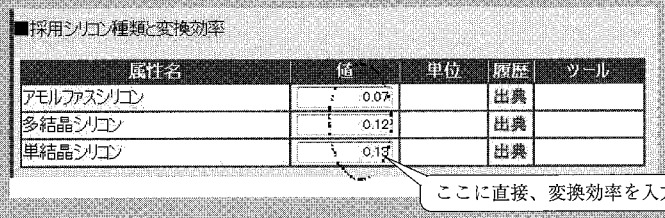
太陽光資源	標準状態日照強度(kW/m²)	標準状態における日照強度。JIS規格のモデル計算では、通常は1 kW/m²で設定されています(セル温度:25℃、分光分布:標準太陽光、放射照度(日射強度):1,000w/m²)。	入力可

太陽光発電施設	太陽電池アレイ面積(m²)	太陽電池の面積。シミュレーションする太陽光電池の面積を入力しましょう。	入力可
	システム利用率(%)	太陽光をエネルギーに変換する効率や日照時間などを考慮した利用率。初期設定値は12%	入力可
	使用モジュール(%)	シミュレーションする太陽光パネルの種類。ツールから種類を選択する。ツールをクリックすると選択画面が別ウィンドであらわれます。	ツール
	平均変換効率(%)	選択したモジュールの種類で変換効率が自動で変化します。	自動
	太陽電池アレイ出力(kW)	設置した太陽電池の発電出力が確認できます。	
	システム発電量(kWh/年)	施設全体の年間発電量が確認できます。	

もっと詳しく：太陽光パネルの使用モジュールの平均変換効率を任意設定する！

①導入する太陽光パネルの種類をツールから選択します。
②太陽光パネルプロパティの一番下にある採用シリコンの種類と変換効率の欄の、①で選択した太陽光パネルと同じ種類の項目に、変換効率を直接入力します。

図2-3-5



③登録をクリックすれば設定完了です。直接入力された変換効率が優先されて計算されます。

プロパティ項目の解説

太陽光熱利用施設	集積面積(m²)	太陽熱利用施設の全ての面積。設置する熱利用施設の数から全面積を求めて入力して下さい。	入力可
	システム利用率(%)	太陽光をエネルギーに変換する効率や日照時間などを考慮した利用率。初期設定値は12%	入力可
	集熱効率(%)	熱温水器の効率を設定します。	
	集熱量(MJ/年)	施設全体の年間発熱量が確認できます。	自動

ステップ4　風車で発電しよう

風力資源の設定では、プロパティのツールにある「試算シート」と「NEDO風況マップ」を活用し、年間平均風力密度を求めます。風力発電施設では、風車の種類をツール「風車種類の選択」で設定していきます。

プロパティ設定の手順

① 風力資源のプロパティを開き、ツールにあるNEDO風上マップを活用して年間平均風速、もしくはワイブル係数Kとワイブル係数Cを調べます。

② 風力資源プロパティ内の試算シートをダウンロードし、①で調べた年間平均風速、もしくはワイブル係数Kとワイブル係数Cを入力し、年間平均風力密度を計算します(NEDO風上マップと試算シートの使い方とプロパティへの設定方法についてはグレード4のP60～62を参照して下さい)。

③ ②で計算した年間平均風力密度を風力資源プロパティに入力します。

④ 風車プロパティで風車の種類を選択します。

図2-3-6　ツール「風車種類の選択」の使い方

■風力発電 風車種類の選択

「適用」ボタンをクリックすると、選択した風車が前の画面に設定されます。

	風車種類	定格(kW)	受風面積(m2)	イニシャル単価(千円/kW)
適用	マイクロ風力	0.5	2	300～650
適用	小型風力	25	100	300～650
適用	中型風力Ⅰ	250	1,000	300～650
適用	中型風力Ⅱ	750	3,000	250～300
適用	大型風力	1,500	6,000	250～300

閉じる

風力発電プロパティの「風車種類」のツール風車種類の選択をクリックすると、左のようなモジュール選択画面が出てきます。導入する風車規模を検討し、適用をクリックすると、プロパティに定格、受風面積が反映されます。

⑤ 風車プロパティの定格、受風面積、機械系伝達損失、発電機損失、空気エネルギーは任意に変更可能です。導入する風車の諸元がわかっている場合は、数字を変更して下さい。

⑥ 数値を入力後、登録をクリックすると、設定終了です。

プロパティ項目の解説

風力資源	年間平均風力密度(W/m²)	「試算シート」と「NEDO風況マップ」を活用し、年平均風速(m)もしくはワイブル係数K、Cを入力し年間平均風力密度を求め、入力します。	入力

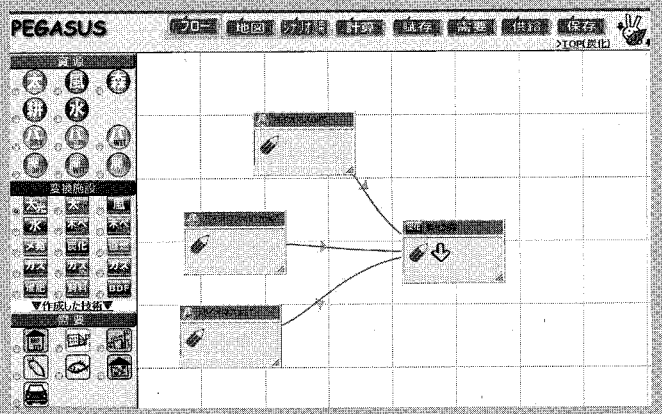
風力発電施設	風車種類	ツール「風車種類の選択」をクリックし、風車種類を設定します。	ツール
	定格(kW)	ツールで風車を選択すると風車の定格が自動で設定されます。任意で定格を変更することも可能です。	自動入力可
	受風面積(m²)	風車のブレード面積になります。ツールで風車を選択すると風車面積が自動で設定されます。任意で受風面積を設定することも可能です。	
	機械系伝達損失(%)	風車が回転する時の機械的なエネルギー損失。初期設定は4%	入力可
	発電機損失(%)	発電機でのエネルギー損失。初期設定は6%	
	空気密度(Kg/m²)	風車が受ける空気の密度。風車が設置される高度で変化する。初期設定は1.255kg/m²	
	風力エネルギー(kWh/年)	風車が作り出す年間のエネルギー量が確認できます。	自動
	発電(kWh/年)	風車が作り出す年間発電量が確認できます。	

もっと詳しく：フロー画面の活用法

分散型利用塾の操作に慣れてくると、GIS画面上でプロパティを開いたり、コネクタをつなげたり、外したりする操作に時間がかかり、煩わしく感じてしまうこともあります。GIS画面では、資源や施設の位置を視覚的に把握しやすい半面、操作性を犠牲にしているからです。

そこで、複数のプロパティの設定変更を行う際や、資源と施設を繋げるコネクタの変更を試したりする場合には、フロー画面での操作がおすすめです。基本的な捜査は地図画面と同じですが、プロパティを開くボタンがBOX内にあるほか、コネクタの連結もGIS画面とくらべて短時間で行うことができます。

図2-3-7

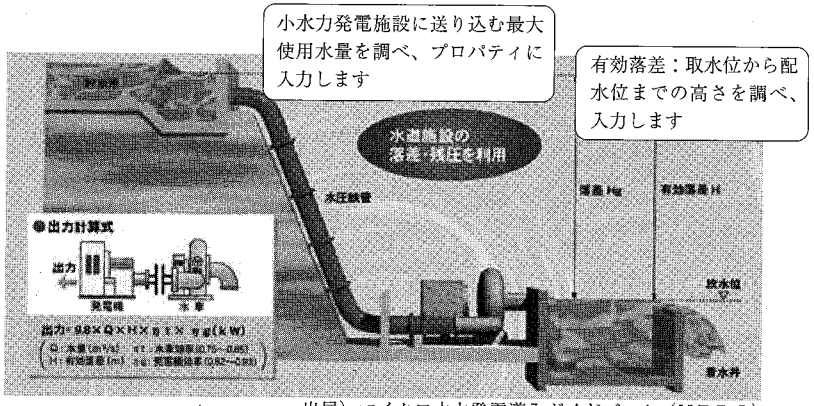


ステップ5　小水力発電を設置しよう

プロパティ設定の手順

(1)　水力資源のプロパティを開き、有効落差と最大使用水量を入力し、設定を登録します（小水力発電の概念については下図を参考にして下さい）。

図2-3-8　小水力発電の模式図



出展）マイクロ水力発電導入ガイドブック（NEDO）

②　導入する水車の水車効率、発電機効率、施設利用率が把握できている場合は、数字を入力して下さい。

③　数値を入力後、登録をクリックすると、設定終了です。

プロパティ項目の解説

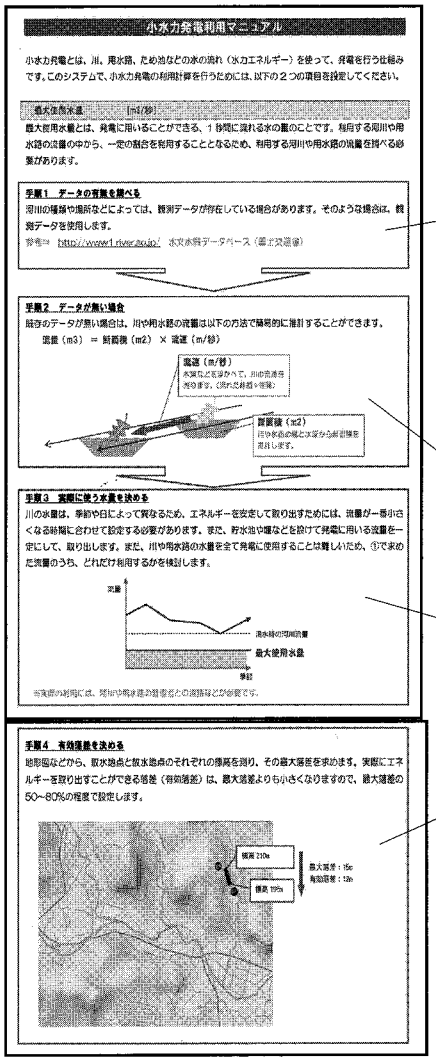
水力資源	最大使用水量（m³/s）	小水力発電機に使う水量を入力します。水路管の断面積（m²）×流速（m/s）で求めていきます。	入力
	有効落差（m）	水源から発電機までの高さを入力します。傾斜が発生している地点から発電機までの高さを調べて入力して下さい。	
	水力エネルギー（kW）	最大使用水量、有効落差から求められるエネルギー量が示されます。水力資源量となります。	自動

小水力発電施設	水車効率（%）	水力を機械エネルギーに変換する効率。	入力可
	発電機効率（%）	水車の回転力を発電機で電気エネルギーに変換する時の効率。	
	設備利用率（%）	設備の稼動時間などを考慮した利用率を入力する。初期設定は58%	
	発電電力量（kWh/年）	導入した施設で年間に生産されるエネルギー量が示されます。	自動

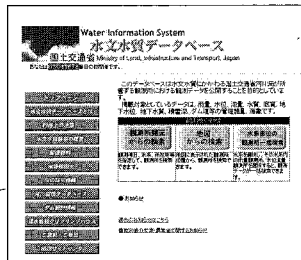
有効落差と最大使用水量の調べ方

小水力資源のプロパティには、水力エネルギーを調べるためのツールが設定されています。ツール計測マニュアルをクリックするとマニュアルが表示され、最大使用水量と有効落差の調べ方がわかります。

図2-3-9　小水力利用マニュアルの見方



［参考］PEGASUS小水力マニュアルページ



国土交通省・水文水質データベース（http://www1.river.go.jp）にアクセスし水量を把握します。このホームページでは主に一級河川の水量データが入手できます。

国土交通省のデータベースで把握できない小さな水力資源の場合、手順2で調べます。簡単な方法ですが、危険な場所での調査には十分に注意して下さい。

マニュアルの考え方に従って、最大使用水量を決めて下さい。

もっと詳しく（アドバンス）
地図から高度差を読み取り、有効落差を調べます。有効落差は、地図の高度差の8割で計算することを推奨しています。
高度差がわかる地図としては、国土地理院・ウォッチず（http://watchizu.gsi.go.jp/）が便利です。

[redacted]てエネルギー利用する

[redacted]利用ができる下の資源のプロパティを開き、トン数で資源量を入力します。

バイオマス DRY	：林地残材、製剤所廃材、果樹剪定枝、公園剪定、建築解体廃材、新・増築廃材
バイマス WET / DRY	：稲わら、もみ殻、麦わら、採卵鶏糞尿、ブロイラー糞尿
バイオマス WET	：乳用牛糞尿、肉用牛糞尿、養豚糞尿、生活系厨芥、事業系厨芥、動物性残渣、下水汚泥
その他廃棄物 DRY	：プラスチック類（-PVC）、紙類、草木類

② 資源と施設をコネクタで接続する。各資源は量を規定していますので、複数の施設にコネクタをつなげないで下さい（右ページの「教えて！サワイさん」にて解説）。

資源と施設の関係	
直接燃焼施設	：バイオマス DRY、廃棄物 DRY
ペレット製造施設	：バイオマス DRY
炭化施設	：バイオマス DRY、バイマス WET/DRY、バイオマス WET

③ 各施設の稼働条件（稼働時間、稼働日数、必要人数）、エネルギー関連プロパティの設定を行います。右ページのプロパティ解説を参考にして下さい。不明な場合は、初期設定を使います。

④ 登録をクリックしたら、設定終了。直接燃焼施設から電力と熱、ペレット製造施設、炭化施設からは熱をエネルギー利用することができます。

【練習問題】 →解説は P65 参照

身近にある地域未利用バイオマスを集めてみると、林地残材2000t/年、果樹剪定枝500t/年、公園剪定枝1000t/年、建築解体廃材500t/年となりました。この資源のうち、林地残材と果樹剪定枝は、小型ペレット施設を導入しペレット化し、それ以外は、直接燃焼施設を活用して、滋賀県長浜市における住宅500世帯分のエネルギー供給をシミュレーションしなさい。

プロパティ項目の解説

	直接燃焼施設	ペレット製造施設	炭化施設	設定
年間搬入量（t / 年）	接続した資源から年間の資源投入量が示されます。			自動
施設規模（t / 日）	1日に処理される資源量が示されます。			自動
稼働時間（h / 日）	1日の施設の稼働時間を設定します。			入力可
	初期設定は 24 時間	初期設定は 5 時間	初期設定は 24 時間	
稼働日数（日 / 年）	年間の稼働日数を設定します。			
	初期設定は 300 日	初期設定は 260 日	初期設定は 300 日	
必要人員（人）	接続した資源の量に基づき、自動的に設定される。			自動

	項目	定義	設定
直接燃焼施設	排出物低位発熱量（MJ/h）	投入した資源から燃焼時に得られ発熱量が示されます。	自動
	発電効率（最高）（%）	直接燃焼施設の発電効率が示されます。	
	発電効率（最低）（%）	直接燃焼施設の発電効率が示されます。	
	熱回収率（%）	直接燃焼施設から回収できる熱量の割合が示されます。初期設定は 17%。任意で設定可能です。	入力可
ペレット生成施設	生成ペレット含水率（%）	ペレットの含水率を設定します。初期設定は 10%	入力可
	生成ペレット発熱量（MJ/kg）	Kg あたりのペレット発熱量を設定します。初期設定は 17.8MJ/kg	入力可
炭化施設	炭化物生成（E1 ～ E5）（Kg/kg）	投入した資源から生成される炭の割合を設定できます。各資源ごとに独自の値が設定されています。（任意）	入力可
	炭化物生成量合計(Kg)	投入した資源から生成される炭化物の総量が示されます。	自動
	発熱量（MJ）	生成された炭化物から得られる熱量が示されます。	自動

教えて！サワイさん



資源のダブルカウントとは？

Q：資源のダブルカウントってどういう意味ですか？

A：ステップ6で行う資源の設定は、直接燃焼施設、ペレット施設、炭化施設に入れる資源量を決めていく作業になります。したがって、1つの資源アイコンから2つの施設にコネクタを繋げてしまうと、同一の資源を2つの施設で使うシミュレーションになってしまいます。

資源のダブルカウントをしないシミュレーションの作成方法として、あらかじめ、直接燃焼施設に入れる資源アイコンと、ペレット施設に入れる資源アイコンをそれぞれ作成して下さい。資源を量として規定するステップ7～9シミュレーションでも、同様のことがいえます。

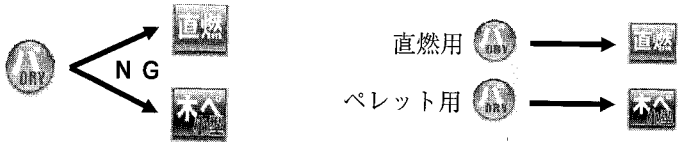


図 2-3-11

ステップ7　資源をガス化させて電気、熱を利用する

資源から一酸化炭素（CO）、メタン（CH_4）などといった可燃ガスを生成し、その**ガス**を燃焼させて電力、温水、水蒸気のエネルギー利用をシュミレーションします。**資源**により、生成できるガスが異なります。

プロパティの設定手順

① ガス化利用できる下の資源のプロパティを開き、トン数で資源量を入力します。

バイオマス DRY	：林地残材、製剤所廃材、果樹剪定枝、公園剪定、建築解体廃材、新・増築廃材
バイオマス WET / DRY	：稲わら、もみ殻、麦わら、採卵鶏糞尿、ブロイラー糞尿
バイオマス WET	：乳用牛糞尿、肉用牛糞尿、養豚糞尿、生活系厨芥、事業系厨芥、動物性残渣、下水汚泥
その他廃棄物 DRY	：プラスチック類（-PVC）、紙類、草木類
その他廃棄物 WET	：し尿、浄化槽汚泥

② 資源と施設をコネクタで接続していきます。各資源は量を規定していますので、複数の施設にコネクタをつなげないで下さい（P47の「教えて！サワイさん」の解説を参考に！）。

資源と施設の関係
ガス化施設：バイオマス DRY、廃棄物 DRY
メタン発酵施設：バイオマス WET、バイオマス WET/DRY、その他廃棄物 WET

③ 各施設の稼働条件（稼働時間、稼働日数、必要人数）、エネルギー関連プロパティを設定します。右ページのプロパティ解説を参考にして下さい。

④ 登録をクリックしたら、設定終了。

プロパティ項目の解説

	ガス化施設	メタン発酵施設	設定
年間搬入量（t/年）	接続した資源から年間の資源投入量が示されます。		自動
施設規模（t/日）	一日に処理される資源量が示されます。		
稼働時間（h/日）	一日の施設の稼働時間を設定します。		入力可
	初期設定は24時間	初期設定は5時間	
稼働日数（日/年）	年間の稼働日数を設定します。		
	初期設定は300日	初期設定は345日	
必要人員（人）	資源の量に基づき自動的に設定される。	初期設定は4人	
発電規模（kW）	施設の発電量。接続した資源量に比例する。		自動

プロパティの解説（施設関連）

施設	項目	定義	設定
ガス化施設	搬入低位発熱量（t/年）	生成したガスの発熱量が示されます。（自動）	自動
	冷ガス効率（%）	ガス化により、原料からどの位の割合のエネルギーが転換されたかを表す。初期設定値は65%	入力可
	発電効率（%）	投入したエネルギーが電力に変換される割合。初期設定は30%	入力可
	熱回収率（%）	投入したエネルギーの熱回収する割合。初期設定値は49%	入力可
	電力自己消費率（%）	発生させた電力のなかで、ガス化施設を稼働させるのに消費される電力割合。初期設定値は19.1%	入力可
	ガス発生率（m3N/kg-VS）	それぞれの投入資源のメタンガス発生率を設定します。各資源により発生率が異なります。（任意）	入力可
メタン発酵施設	ガス発生量（m^3N）	それぞれの投入資源から発生するメタンガス発生量が示されます。最終的に下段（B9）のバイオガス発生量に集約されます。（自動）	入力可
	CH4濃度（%）	発生したメタンガスの濃度を設定します。初期設定は63.6%	入力可
	CH4LHV（MJ/ m^3N）	メタンガスの発熱量を設定できます。初期設定は、33.4 MJ/ m^3N です。	入力可
	ガス熱量（MJ）	発生したメタンガスの総熱量が示されます。	自動
	発電効率（%）	ガス化施設と同じ定義。初期設定値は30%	入力可
	電力自己消費率（%）	ガス化施設と同じ定義。初期設定値は44%	入力可
	熱回収率（%）	ガス化施設と同じ定義。初期設定値は38%	入力可
	熱自己消費率（%）	発生させた熱エネルギーから、メタン発酵施設を稼動させるのに消費される割合。初期設定値は35%	入力可

教えて！サワイさん



施設規模について

Q：ガス化施設や、ペレット施設のアイコンには大・中・小といった施設の大きさに違いがありますが、導入するにあたってどのように判断すればいいですか？

A：どの規模の施設を導入すればいいかを判断する基準は、投入する資源の量によって変わります。プロパティ画面の右上にある「変換施設の解説」をクリックすると、施設解説の画面が現れます。その解説の中に施設規模と資源量の関係が示されていますので、こちらを確認してください。

ステップ8　資源をマテリアルとして有効活用する

PEGASUSではエネルギー利用の他に、バイオマス資源を堆肥・飼料に物質化する廃棄物の資源化も検討することができます。

プロパティの設定手順

① バイオマスWET、廃棄物WETのプロパティを開き、資源量を設定します。

バイオマスWET	：乳用牛糞尿、肉用牛糞尿、養豚糞尿、生活系厨芥、事業系厨芥、動物性残渣、下水汚泥
その他廃棄物WET	：し尿、浄化槽汚泥

② 各施設の稼働条件（稼働時間、稼働日数、必要人数）を入力します（右ページプロパティ項目の解説の初期設定値を変更させる）。

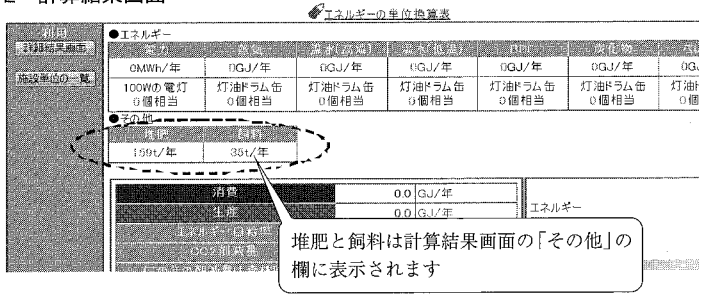
資源と施設の関係
堆肥化施設：バイオマスWET、廃棄物WET
飼料化施設：バイオマスWET（バイオマスWETのうち、食品系〔生活系厨芥、事業系厨芥、動物性残渣〕のみ飼料化されます。）

③ 施設プロパティを開き、1 kgあたりの生成量を入力します。不明な場合は初期設定値を使って下さい。

④ 登録をクリックしたら設定終了です。堆肥、飼料の生産量は、計算結果画面にて確認します。

作った堆肥と飼料は計算結果画面で確認しよう！

図2-3-12　計算結果画面



プロパティ項目の解説

	堆肥化施設	飼料化施設	設定
年間搬入量（t/年）	接続した資源から年間の資源投入量が示されます。		自動
施設規模（t/日）	一日に処理される資源量が示されます。		
稼働時間（h/日）	一日の施設の稼働時間を設定します。		入力可
	初期設定は24時間	初期設定は5時間	
稼働日数（日/年）	年間の稼働日数を設定します。		
	初期設定は300日	初期設定は50日	
必要人員（人）	接続した資源の量に基づき、自動的に設定される。		自動

堆肥化施設・飼料化施設	必要電力量 MJ/kg	堆肥・飼料を製造する際に必要となる電力量です。各資源に初期設定が設定されています。	入力可
	必要熱量 MJ/kg	堆肥・飼料を製造する際に必要となる熱量です。各資源に初期設定が設定されています。	
	水消費量	堆肥・飼料を製造する際に必要となる水の消費量です。各資源に初期設定が設定されています。	
	堆肥・飼料生成量	投入資源kgあたりの堆肥・飼料の生成量です。各資源に初期設定が設定されています。	

教えて！サワイさん



解説されていないプロパティ項目は？

Q：プロパティを詳しく見てみると、燃料特性、電力消費などマニュアルで解説されていない項目も多くありますが、こうした項目は何ですか？

A：PEGASUS分散型資源利用版で表示されるCO_2削減量は、再生可能エネルギーを活用するシナリオに基づいて得られた再生可能エネルギー量から、それに対応して削減する従来型エネルギーについて、その製造・使用時に発生するCO_2の量（CO_2排出係数データから求める）を用いて計算したものです。電力の場合は全電源平均（原子力から石炭まで）の値を用いていますので、石炭火力から優先的に代替を進めるのであれば、さらに削減効果は大きくなります。

以下のようなプロパティ項目は、シナリオ計算結果として表示されるエネルギー供給量に影響しませんので、ハンドブックでの解説も省略しました。

PEGASUS上でエネルギー供給量に影響しないプロパティ項目

- 直接燃焼施設：蒸気圧力、蒸気温度、蒸気エンタルピ、残渣率、電力自己消費率
- ペレット製造施設：電力消費量、水消費量、重油消費量、LPG消費量
- 炭化施設：電力消費量、必要熱量、燃料特製、水消費量、
- ガス化施設：蒸気圧力、蒸気エンタルピ、残渣率
- メタン発酵施設：蒸気条件、その他
- 堆肥化施設：燃料特製
- 飼料化施設：燃料特製

ステップ9　BDF（Bio Diesel Fuel）を作る

プロパティ設定の手順

① BDFの資源アイコンは、耕作放棄地と廃棄物OILです。

耕作放棄地では、耕作放棄地の面積とその面積あたり収量からエネルギー量を規定するBDF生産原単位を入力します。2つの数字を入力後、エネルギー作物油のツールにある「原単位から概算」をクリックし、エネルギー作物油の値を確定させます。廃食油OILでは、てんぷら油などの廃食油の回収量を入力します。

> 耕作放棄地：耕作放棄地面積（m²）とBDF生産原単位（MJ）を入力後、原単位から概算をクリックすると、エネルギー作物油にエネルギー量が表示されます。
> 廃器物OIL：廃食油の回収量を入力します。

② 各施設の稼働条件（稼働時間、稼働日数、必要人数）を入力します（下のプロパティ項目の解説の初期設定値を変更させます）。不明な場合は初期設定を使います。

> 資源と施設の関係
> BDF製造施設：耕作放棄地、廃棄物OIL
> ＊BDFはBDF生産量ではなくエネルギー量として計算されます。

③ 施設プロパティを開き、BDF生成量とkgあたりのBDF発熱量を入力します。不明な場合は初期設定値を使用します。登録をクリックしたら、設定終了です。

プロパティ項目の解説

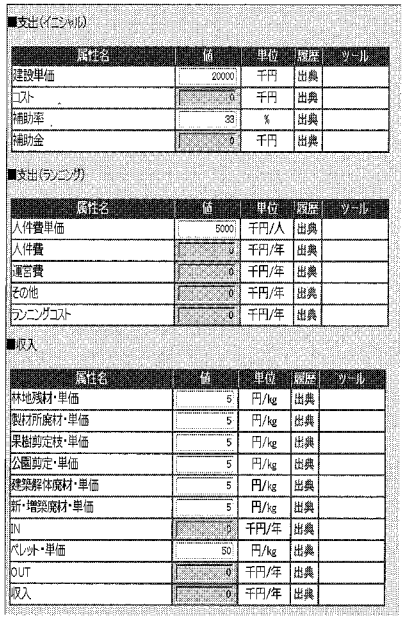
		BDF製造施設	設定
年間搬入量（t/年）		接続した資源から年間の資源投入量が示されます。	自動
施設規模（t/日）		一日に処理される資源量が示されます。	
稼働時間（h/日）		一日の施設の稼働時間を設定します。	入力可
		初期設定は5時間。	
稼働日数（日/年）		年間の稼働日数を設定します。	
		初期設定は330日。	
必要人員（人）		接続した資源の量に基づき、自動的に設定される。	自動
BDF製造施設	BDF生成率	投入した資源から生成されるBDFの割合。初期設定は93%	入力可
	BDF発熱量 MJ/kg	kgあたりの発熱量。計算結果ではエネルギー生産に寄与しています。初期設定は38.2MJ/kg	

ステップ10　コストのプロパティ項目

これまでのプロパティ解説では、エネルギー生産を中心に解説を行ってきましたが、PEGASUSの施設プロパティでは、コストに関する項目も設定可能です。内訳は、設備投資建設に伴うイニシャルコスト、施設の維持管理に係るランニングコスト、売電、堆肥の販売といった生産物の供給による収入などから地域への経済効果もはかることができます。

プロパティ設定の手順

図2-3-13
例）木質ペレット製造施設のコスト項目


■支出(イニシャル)

属性名	値	単位	履歴	ツール
建設単価	20000	千円	出典	
コスト	0	千円	出典	
補助率	33	%	出典	
補助金	0	千円	出典	

■支出(ランニング)

属性名	値	単位	履歴	ツール
人件費単価	5000	千円/人	出典	
人件費	0	千円/年	出典	
運営費	0	千円/年	出典	
その他	0	千円/年	出典	
ランニングコスト	0	千円/年	出典	

■収入

属性名	値	単位	履歴	ツール
林地残材・単価	5	円/kg	出典	
製材所廃材・単価	5	円/kg	出典	
果樹剪定枝・単価	5	円/kg	出典	
公園剪定・単価	5	円/kg	出典	
建築解体廃材・単価	5	円/kg	出典	
新・増築廃材・単価	5	円/kg	出典	
IN	0	千円/年	出典	
ペレット・単価	50	円/kg	出典	
OUT	0	千円/年	出典	
収入	0	千円/年	出典	

① 支出（イニシャル）

施設導入に伴うコストです。建設コスト、補助金などが設定できます。最新の事例から補助金率、実際の予算額を比較してみて下さい。

② 支出（ランニング）

施設稼働に伴うコストです。人件費、維持管理費などを設定します。計算結果画面では1年間のランニングコストが計上されますが、実際には毎年かかるコストとなることに注意して下さい。

③ 収入

売電収入、堆肥・ペレット・炭の販売収入などの原価が設定できます。施設ごとに設定できる項目が異なります。

> **参考：コストの検討**
> 実際に施設導入する場合、用地の取得、建設コスト、維持管理費などは機械によって大きく異なります。また、ロット数が増えると原価は逓減していきます。PEGASUSに示されるコストは、そうした点は考慮されておらず、あくまで参考データとなります。検討しているシナリオと近い事例を探し、コスト比較などをしてみて下さい。

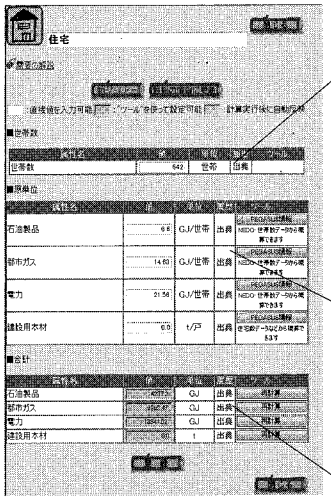
ステップ11　消費量を設定する

PEGASUSにはエネルギーを消費する住宅、事業所、工場、農業事業所、水産事業所、新築住宅を細かく設定することで、市区町村、町内会、集落など様々な場面に応じたエネルギー収支をシミュレーションしていくことができます。

プロパティの設定手順

住宅、事業所、工場、農業事業所、水産事業所のプロパティの操作は共通しています。各アイコンに定義されている世帯数もしくは事業所数と、1建物あたりの原単位の値を設定し、需要量を決めていくことができます。

図2-3-14　住宅プロパティ



①一番上の欄で世帯数（もしくは事業所数）を設定していきます。
世帯数は「PEGASUS情報」調べることができます。PEGASUS情報の使い方は、P58～60にて解説しています。

②世帯（もしくは1事業所）あたりの年間エネルギー消費量を設定していきます。
設定していくエネルギー消費の種類は、石油製品、都市ガス、電力、熱量、建築用木材となります。

③上記の世帯数（もしくは事業所数）と原単位を入力後、再計算をクリックすると、入力数値が反映されます。

【練習問題】　→解説はP66参照

ある町の一世帯あたりの年間エネルギー消費の平均値を調べてみると、電気6000kWh、都市ガス（13A）350m³、灯油70ℓ、ガソリン1500ℓでした。この町の1200世帯分の需要をPEGASUSで設定しなさい。住宅のアイコンを設定する地域は、好きな地域を選んで下さい。

新しい住宅

新しい住宅では、地域の森林賦存量と着工住宅戸数、資源量と需要量から地産・地消木材の利用可能量を算出し、その利用によるCO_2削減効果を算出していきます。

プロパティ設定の手順

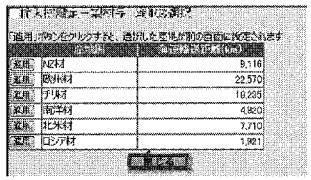
① 需要

住宅着工戸数、平均延床面積から住宅に使用する木材の量を設定していきます。「製材品使用原単位」「合板類需要原単位」は、住木センター「木造軸組工法住宅使用量」のデータが初期設定されています。地域森林資源賦存量は、森林資源を直接つなぐと設定されます。（→P31参照）

② 輸送

地元産の木材と海外産の木材の輸送に伴うCO_2排出量を計算します。海外産の木材は、産地の選択をクリックすると複数の産地を選択することができます。

図2-3-15
輸入材設定画面（製材品）



下段の輸送由来CO_2排出量で、地元産、海外産のCO_2排出量が確認できます。また、建設由来CO_2排出量では、木造工法によるCO_2削減量が確認できます。数値は、産地の設定から自動計算されています。

図2-3-16　木材利用



注）
「新しい住宅」のシステム計算にはウッドマイルズ研究会の公開データを活用しています。

③　カーボンストック量

木造住宅に木材を使った場合のカーボンストック量を計算しています。一番下のCO_2ストック量は、計算結果画面の詳細結果CO_2に反映されます。

4 グレード

ツールを活用して PEGASUSを使いこなそう

PEGASUSには、地域の実情にあわせたシミュレーションを支援するための支援ツールが用意されています。グレード3では簡単なツールの使い方を解説しましたので、このグレードでは、複数の手順を踏む支援ツールの使い方を解説します。

ステップ1　PEGASUS支援ツール一覧

プロパティの中に、どの様なツールがあるか把握しましょう。

ステップ2　PEGASUS情報を活用して地域のデータを調べる

PEGASUSに搭載されているデータベース「PEGASUS情報」へのアクセス方法を解説しています。

ステップ3　風力資源の支援ツール

NEDO風上マップと試算シートの使い方を解説しています。

ステップ4　収穫システム表Lycsを使って間伐材の量を調べる

間伐材の量をシミュレーションする収穫システム表Lycsの使い方を解説しています。

ステップ1　PEGASUS支援ツール一覧

下表はPEGASUS上にある支援ツールの一覧です。

資源	風力	試算シート、NEDO風上マップ（NEDO）
	森林資源	システム収穫量Lycs
	耕作放棄地	原単位から計算
	水力資源	計測マニュアル（NEDO）（P45で解説しています）
	バイオマスDRY	PEGASUS情報
	バイオマスDRY／WET	PEGASUS情報、有機資源化協会マニュアル、バイ
	バイオマスWET	オマス情報ヘッドクォーター
	その他廃棄物DRY	PEGASUS情報
	その他廃棄物WET	PEGASUS情報、有機資源化協会マニュアル
施設	太陽光発電施設	使用モジュールの選択（P40で解説しています）
	風力発電施設	風車種類の選択（P42で解説しています）
需要	住宅、事業所など	PEGASUS情報で世帯数を調べることができます。
	新しい住宅	産地の選択（P55で解説しています）

注）バイオマス情報ヘッドクォーター、有機資源化協会マニュアルの使い方はツールをクリックしそのホームページ上のマニュアルをご覧下さい。

ステップ2　PEGASUS情報を活用して地域のデータを調べる

バイオマス、廃棄物資源のプロパティ内にあるツール「PEGASUS情報」をクリックすると、データベースから情報を引き出し、シミュレーションに活用することができます。「PEGASUS情報」では複数の自治体のデータを一括して調べることができますので、近隣自治体との広域連携といった視点からシナリオを作成する際に活躍します。

PEGASUS情報の活用方法

プロパティ内にある「PEGASUS情報」をクリックするとデータベース検索画面が別画面で出てきます。

① 「地域」から都道府県、市町村の順で地域を選択していきます。（市町村は複数選択可能）

② 「時期」から年度を選択します。データによっては毎年統計を取っていない場合もありますので、複数年選択することをお奨めします。

PEGASUS情報の画面解説

図2-4-1　PEGASUS情報の操作手順

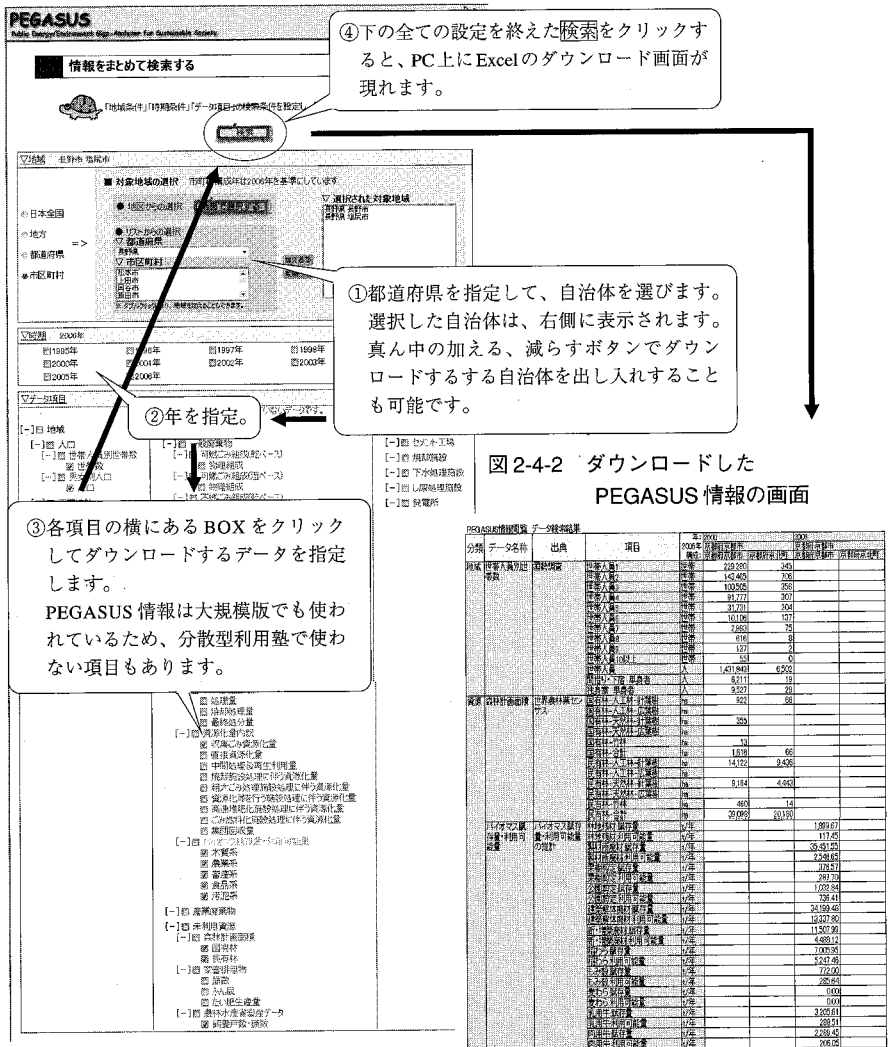
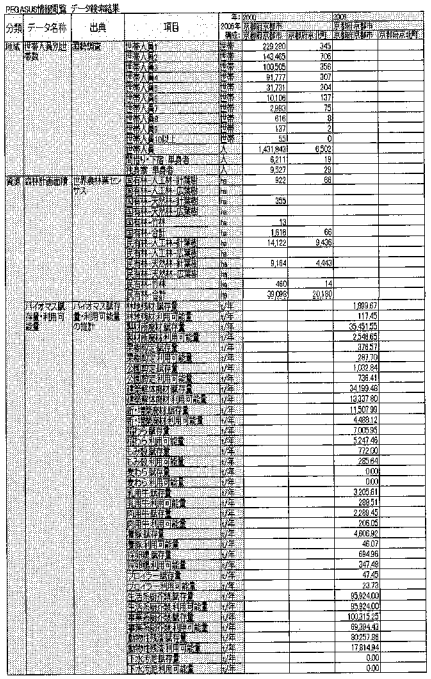


図2-4-2　ダウンロードしたPEGASUS情報の画面



＊項目が赤いものは情報が公開されていません。

③「データ項目」から調べたい情報を選択します。分散型資源利用塾に活用できる項目は以下の通りです。

- **世帯数**：住宅プロパティの世帯数に活用できます（地域⇒人口⇒世帯人員別世帯数⇒世帯数）。世帯数のBOXを選択して下さい。ダウンロードしたExcelでは、家族構成ごとの世帯数統計がでてきますので、全ての数字の合計が全世帯数になります。
- **バイマス賦存量・利用可能量**：「バイオマスDRY」、「バイマスWET/DRY」、「バイオマスWET」、「その他廃棄物WET」の各項目に対応しています。選択BOXの位置は、資源⇒一般廃棄物⇒バイマス賦存量・利用可能量となります。
- **森林計画面積**：「森林資源」の支援ツール収穫表Lycsの森林面積に活用できます。選択BOXの位置は、資源⇒未利用資源⇒森林計画面積となります。

④　検索をクリックし、Excelをダウンロードします。入力したい数値を各プロパティに直接入力して下さい。

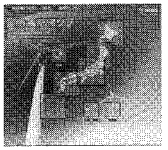
ステップ3　風力資源の支援ツール（NEDO風況マップと試算シート）

風力資源の設定には「NEDO風況マップ」で風況を調べ、「試算シート」に入力しPEGASUSのシミュレーションに使う数値を設定していきます。

ツールの使い方

①　風力プロパティのツールにあるNEDO風況マップをクリックします。
②　NEDO風況マップのマップを調べたい地域まで拡大していきます（図2-4-3）。地区ブロックをメッシュ画面まで拡大→メッシュ幅を切り替えて（右ページD）風車を設置したい場所まで拡大させます。
③　右ページのBを操作して、調べたい数字（年間平均風速かワイブル係数）に切り替えます。次に、Aを操作して、導入する風車の高さに合わせます。
④　風車を設置する地区のメッシュの色を下のパラメーター（右ページC）と比較させ、数字を読み解きます。パラメーターの数字は③の操作を反映して種類が切り替わります。
⑤　風力プロパティのツールにある試算シートをダウンロードします（図2-4-4）。
⑥　④にて調べた数字を試算シートに入力（図2-4-5を参考に）すると、年間平均風力エネルギー密度が計算されます。

NEDO風況マップ

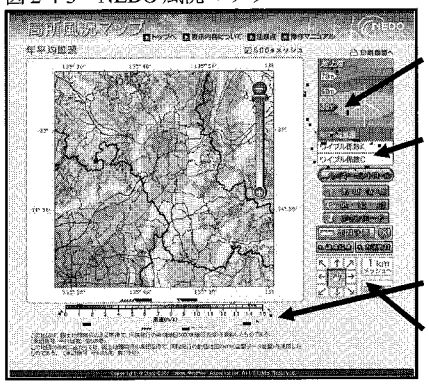


風力資源のプロパティのツールにある「NEDO風況マップ」をクリックするとNEDOの局所風況マップが開きます。NEDO風況マップではメッシュの設定色から風況を把握していきます。
初期画面のマップから、調べたい風況の地区ブロックをクリックして下さい。

メッシュ画面の見方

地区ブロックをクリックすると、下画面のような風況が把握できるGIS画面が表示されます。500mメッシュまで拡大できますので風車を設置したいと考えている地点まで拡大していきましょう。

図2-4-3　NEDO風況マップ



A：設置したい風車の高さによって地上高の設定を変更することが可能です。

B：風力資源は「年平均風速」か「ワイブル係数K、ワイブル係数C」を調べ、年平均風力エネルギー密度を計算します。調べたい項目をクリックするとGIS画面が切り替わります。

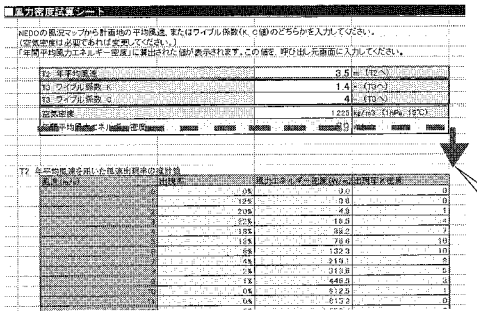
C：メッシュのパラメーターが表示されています。設置したい地点のメッシュの色から数値を読み解いて下さい。

D：メッシュ幅の切り替え。

＊「NEDO風況マップ」の詳しい操作は、操作マニュアル（右上）にてご確認下さい。

風力試算シート

図2-4-4　試算シートの見方



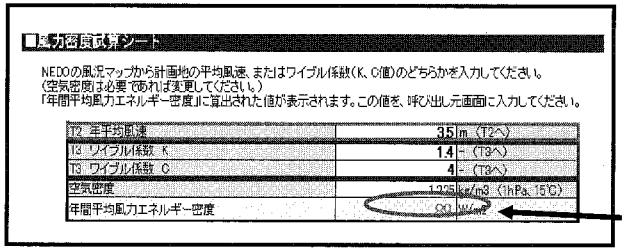
ダウンロードした試算シートは数式とグラフがついたExcelシートとなっています。
下の数式とグラフは平均年間風力エネルギー密度を計算するために設定されていますので、設定を変更しないで下さい。

ここから下の設定は変更しないで下さい！

試算シート

「NEDO風況マップ」で風況を把握したら、「試算シート」をクリックしExcelシートをダウンロードして下さい。

図2-4-5　試算シート画面



NEDO風況マップで調べた「年平均風速」か「ワイブル係数K、C」の数値を試算シートに入力します。数値を入力すると自動で「年間平均風力エネルギー」が計算されます。

最後に「年間平均風力エネルギー」の値を風力資源のプロパティに入力します。

＊試算シートのセルの設定は変更しないで下さい。

⑦　年間平均風力エネルギー密度を風力プロパティに入力し登録をクリックすることで、風力資源の設定は完了します。

ステップ4　システム収穫表Lycs[1]を使って間伐材の量を調べる

PEGASUSには森林からどの程度の間伐材が出てくるかを概算する「システム収穫表Lycs」がツールに組み込まれています（スゴイ！）。これを利用して、17の質問に答え、間伐材の伐採量を設定していきます。

ツールの使い方

①　森林資源プロパティのツールにある「システム収穫表Lycs」をクリックする。
②　基本条件の項目を設定し、計算実行をクリックする。」
（右ページに質問項目の解説をしています。）
③　間伐する林齢を検討し、右端のボタンで選択します。
④　適用をクリックすると自動的に総収穫量(t/日)の値が森林資源プロパティの「森林資源賦存量」に反映されます。

1　LYCSは東京大学白石則彦教授によって開発されたシステムで、その後、森林総合研究所松本光郎氏により、Excelマクロへの移植、機能の追加・パラメーターの導出等が行われました。PEGASUSでは、計算ロジックなどはそのままに、WEB画面で利用できるように開発したツールが搭載されています。

システム収穫表LYCSの質問項目

①～⑥は林地状況を設定します。⑦～⑰では間伐計画を設定していきます。

①：間伐する樹種をスギ、ヒノキ、カラマツから選択します。
②：地区を選びます。シナリオに最も近い地区を選択して下さい。
④：間伐する面積を入力します。PEGASUS情報の林地面積が活用できます。
⑤：地位とは樹木の成長の良さを表します。設定値は、1．高位、2．中位、3．低位となり、不明な場合は2を設定して下さい。
⑥：植林時の林地本数を入力すると植林からの収穫表、現状の林地本数を入れると現状からの収穫表を作成できます。

⑦：主伐の林齢を入力します。項目⑤の入力に対応した林齢を入力して下さい。
⑧：主伐の林齢を設定します。
⑨：直径の計算方法を設定します。自動を選ぶと、以下の設定は自動になります。

平均直径を入力 → ⑩：主林の初期平均直径を入力します。⑨で「平均直径を入力」を選ぶと、入力画面が表示されます。

直径分布を入力 → ⑪：直径ごとに林地分布を入力します。⑨で「直径分布を入力」を選ぶと、入力画面が表示されます。⑨で「平均直径を入力」を選択している場合は、入力しない。

⑫：間伐量の入力方式を「間伐率」か「主林木の本数」から選択します。 ―「間伐率」
⑬：年間の間伐回数を入力します。
⑭：間伐を行う林齢を設定します。

⑮：各回の間伐率を入力します。⑫で「間伐率を入力」選択時のみ出現します。

⑯：間伐時の主林本数を入力します。
⑰：間伐方法を指定します。列状間伐の場合は3．全層間伐、列状間伐と下層間伐を同時に行う場合は4．全層＋下層に設定して下さい。

教えて！サワイさん



ストック量はどこで確認するのですか？

Q：森林資源を新しい住宅につなげ計算結果を見てもCO$_2$削減量に変化がありませんでした。

A：木材を新しい住宅にして炭素をストックすることと、地域でエネルギーを作り石油由来のエネルギーを削減することは、意味合いが異なるため、計算結果の詳細結果の画面でCO$_2$ストック量を別立てで計算しています。右の図を参考にして下さい。

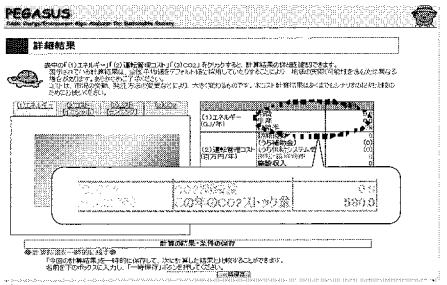
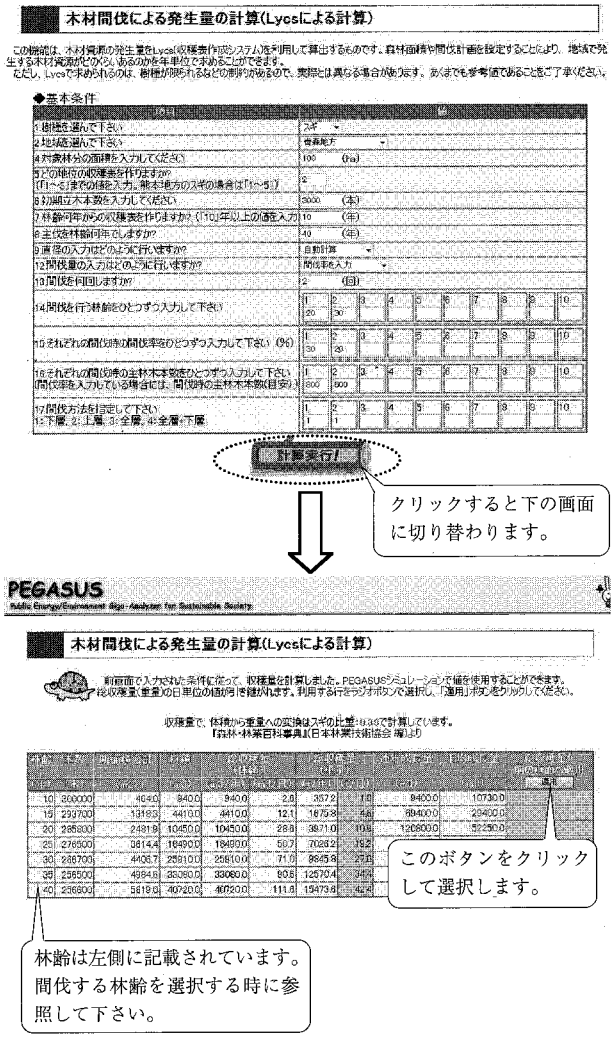


図-2-4-7　詳細結果画面

複数の林齢を選択して間伐する場合は、改めて適用ボタンを押して下さい。適用ボタンを複数回押すと、押した回数全てが、「森林資源賦存量」に反映されます。

⑤　森林資源の活用では変換施設を仲介させず、森林資源アイコンと新しい住宅アイコンを直接つなげ、二酸化炭素削減効果をシミュレーションします。

図2-4-6　システム収穫表Lycsの画面



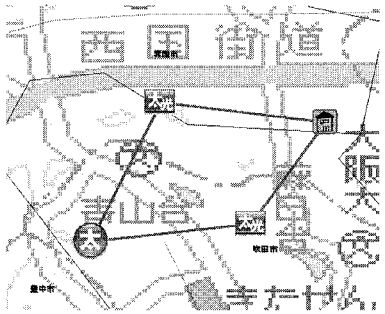
第2章　グレード3・4　練習問題の解説

操作と結果（太陽光パネル P40）

画面上に太陽光資源1個、太陽光パネル2個、住宅1個のアイコンを置きます。日照強度は1 kW/m²ですので、太陽光資源のプロパティを変更する必要はありません。Aさんの家に単結晶シリコンの太陽光パネル20m²を設定する方法として、太陽光パネルのプロパティを開き、太陽電池アレイ面積の項目に20を入力し、使用モジュールは、ツールを使って単結晶を選択します。これでAさんの家の設定は完了ですので、登録をクリックして、プロパティを閉じて下さい。

次に、もう1つの太陽光パネルのプロパティを同様の手順で、問題中にあるBさんの家に導入するための設定をしていきます。

住宅の設定の手順は、住宅のプロパティを開き、世帯数を2に変更し、再計算をクリック後、登録を押します。これですべてのプロパティの設定は終了です。右図のようにアイコンをコネクタで繋げて下さい。



計算をクリックすると、消費90.7GJ/年、生産16.7GJ/年となりエネルギー自給率は18.4%となります。

操作と結果（直接燃焼施設 P46）

この練習問題では、直接燃焼施設とペレット施設に投入するバイオマスDRYの資源アイコンを2つ設置する必要があります。それぞれのアイコンに例題中にある施設に投入する資源量を入力し、それ以外の資源項目を0トンに設定します。設定が正しいと、エネルギー消費33,355GJ/年、エネルギー生産48,730.4GJ/年、エネルギー供給率146.1%となります。

操作と結果（住宅設定P55）

この例題では地域を設定していませんので、好きな地域を選択し、地図上に住宅アイコンを1つ設置して下さい。

PEGASUSの需要はジュール（J）で設定されるため、それぞれのエネルギー消費量をジュール換算する必要があります。単位変換については、PEGASUSの計算結果画面にある電力1 kWh＝3.6×10^6Jなので、電力消費量は21.6GJ、都市ガス13 A規格の1 m^3あたりの発熱量は45GJ/1000m^3Nなので、都市ガス消費量は15.75GJとなります。灯油の発熱量は1 klあたり36.7GJなので、消費量は2.569GJ、ガソリンの発熱量は1 klあたり34.6GJなので、消費量は51.9GJとなり、石油製品の消費量合計は54.469GJとなります。石油製品、都市ガス、電力の数字を原単位に入力し、世帯数の項目に1200と入力した後に、再計算をクリックすると需要が設定されます。また、発熱量については、ガス会社の公表値や、「エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則別表第一」の試算に使われる各エネルギー消費量あたりの発熱量が示されています。

このように単位変換をしてPEGASUSに入力することで、様々な統計やデータを活用したシミュレーションを行うことができます。

第3章
PEGASUSで廃棄物のエネルギーをリサイクル

グレード1　PEGASUSをさわってみよう
ステップ1～4

グレード2　資源活用の可能性を考える
ステップ1～2

グレード3　より良いシミュレーションのために
～ID・パスワード取得者対象～

この章では、PEGASUS大規模・集積型資源利用版を用いて、地域のごみ処理や既存施設を活用することにより、効率的なエネルギー回収とCO_2削減ができることを学びます。

また、そのためには既存のフローにとらわれず、横断的に検討することが重要であることにも一緒に気付いていけるよう構成しています。

第2章と同じように、この章では1～3のグレード別に学んでいくことができます。

1 グレード

PEGASUSをさわってみよう

グレード1では、PEGASUS大規模・集積型資源利用版の、初歩的な操作と、シミュレーション結果の意味がわかるようになることを目指します。

ステップ1　どこがターゲット？ログインして地域と年を選択

まず、これがなければ始まりません。簡単です。

ステップ2　シミュレーションの方法を選択 「現状の計算」

まずは地域の現状を知ることから始めます。

ステップ3　計算結果の意味を知る

計算結果の読み方がわかるようになれば、シミュレーションの基礎はバッチリです。

ステップ4　PEGASUSで地域の情報を検索

地域の情報検索をマスターし、次のステップに備えましょう。

ステップ1　どこがターゲット？ログインして地域と年を選択

それでは始めましょう。ブラウザはWindows™のInternet Explorer6.0 sp1以上を使って下さい。このステップは準備作業だけです。PEGASUSを使うには、①ログインして②どの地域で何年のデータを用いてシミュレーションをするか選択します。

①　ログインまで

http://www.pegasus-web.org/へアクセスします。「入口」から入り（図3-1-1）、「PEGASUS利用規約」を確認し、同意できる場合は同意するをクリックします（図3-1-2）。

いよいよPEGASUSのシステムに入ります。「大規模・集積型資源利用」と「分散型資源利用」の2つのシステムがあります。「大規模・集積型資源利用」を選択すると（図3-1-3）、IDとパスワードを入れる画面が開きます（図3-1-4）。ID・パスワードを持つと、シナリオの保存などに便利です。ぜひ検討して下さい。会員でなくても、ゲストユーザーとしてログインし、シミュレータを使えます。まずはGUESTログインをクリックしましょう。

あなたもPEGASUS研究会の会員になりませんか？

PEGASUS研究会は、環境・エネルギーシステムの改革や地域再生に資する調査・研究・開発などを目的として、2006年に設立されました。

PEGASUS研究会はその活動の一環として、文部科学省リーディングプロジェクトで開発されたPEGASUSのアーキテクチャの活用を図り、行政や、技術関係者、市民等、多様なユーザーと連携し、データの更新や、必要な改善等のメンテナンスと利用者サービスを行っています。個人年会費は、2010年現在、1,000円です。

PEGASUS研究会　事務局
〒162-0041 東京都新宿区早稲田鶴巻町513
早稲田大学　研究開発センター3-102　岡田久典　気付
E-mail:pegaken@gmail.com

図3-1-1 トップ画面



図3-1-2 利用規約

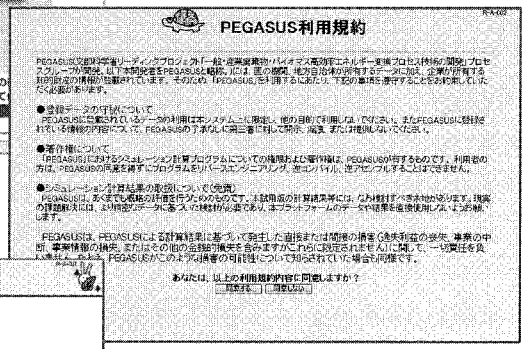
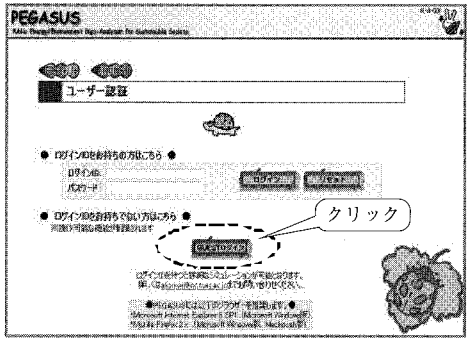


図3-1-3 利用システム選択画面

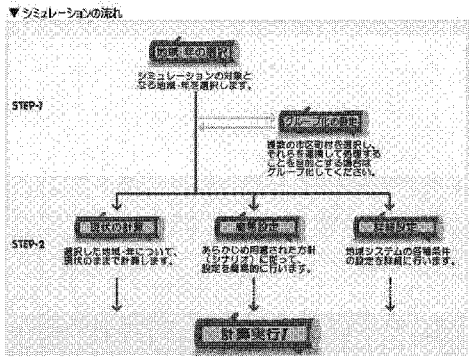


図3-1-4 ログイン画面



②　地域とデータ年を選ぶ

図3-1-6a「シミュレーションの流れ」画面



まずログイン後出てくるメインメニュー（図3-1-5）から、シミュレーションを行うをクリックすると、シミュレーションの流れを示す画面が表示されます（図3-1-6a）。ステップに従って条件設定画面、計算実行へと進んでいきましょう。

地域・年の選択をクリックすると、対象地域・対象年の選択画面が現れます。地域の選択には、地図から選ぶ方法と、地域リストから選ぶ方法があります（図3-1-7a）。

地図から選ぶ場合には、地図で選択するをクリックします。そうすると全国地図が現れますから、範囲指定拡大（ ）・移動（ ）ボタンや拡大（ ）・縮小（ ）ボタンを使って、シミュレーション計算を行う地域を表示します。指定したい地域が表示できたら、選択（ ）ボタンをクリックした後に地域の上をクリックすると、指定した地域が黄色に変わります（図3-1-8）。指定した地域を解除するには、もう一度地域の上をクリックします。地域を選択後選択完了ボタンを押すと、「対象地域・対象年の選択」画面に戻ります。これで地域指定は完了です。選択した地域が「選択された対象地域」に入力されていることを確認しましょう（図3-1-7b）。

地域リストから選ぶ場合には、まず「リストからの選択」の都道府県プルダウンメニュー（ ）をクリックして選びたい地域の都道府県を探します（図3-1-7a）。都道府県を選ぶと、市町村一覧が出てきますので、そのなかから対象の市町村の上をクリックすると選択できます。その後 加える≫ をクリックすると選択した市町村が「選択された対象地域」に移動します。選択を解除したい場合には、地域を選択して減らす≫をクリックしましょう。

図3-1-5 メインメニュー

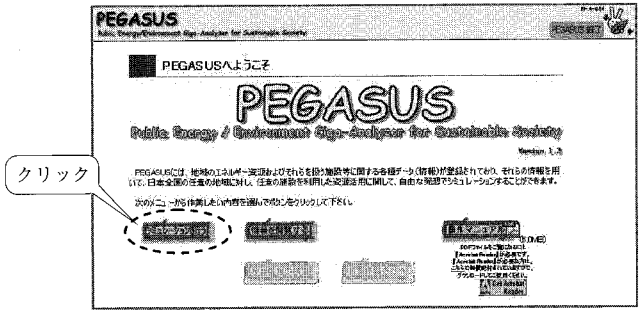


図3-1-7a 対象地域・対象年選択画面

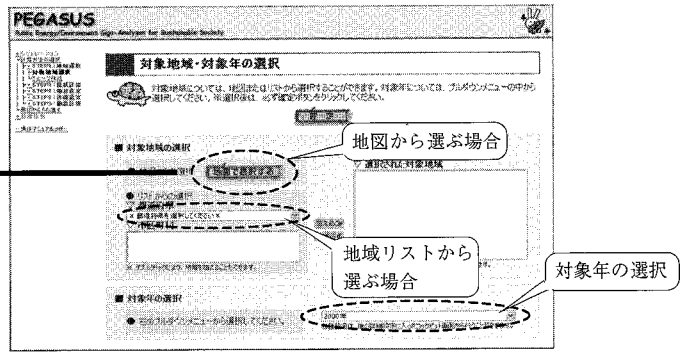
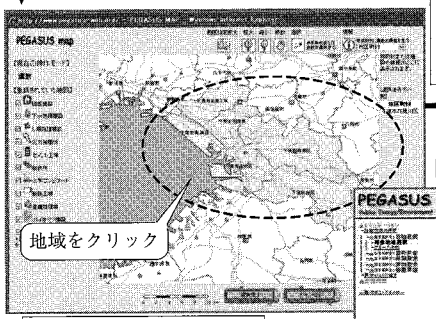
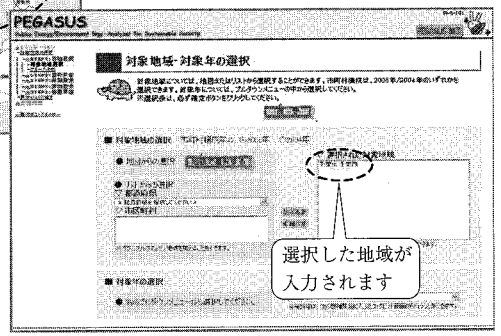


図3-1-8　PEGASUS map



指定：「選択」ボタンをクリックした後、選択したい地域をクリックすると、その地域が黄色に変わります

図3-1-7b 対象地域・対象年選択画面（地域指定後）



指定の解除：地域の指定を解除するには、地域の上をもう一度クリックします

使用するデータ年を選ぶには、対象年の選択メニューからプルダウンして年度を選びます（図3-1-7a）。1998年から選択が可能となっており、随時データは更新されます。

地域と使用するデータ年を選択したら、「対象地域・対象年の選択」画面の上の方にある確定ボタンをクリックしましょう。そうするとPEGASUSのデータベースから選択した地域の情報が読み込まれ、資源の流れを示す情報が現れます（図3-1-9）。現在の地域における資源の振り分けフローを示す重要な情報ですが、ここでは特に気にせず、次へをクリックして次に進みます。すると、シミュレーション画面に戻ります（図3-1-6b）。STEP 1「地域・年の選択」は完了しましたので、ボタンの色が変わっています。

ステップ2　シミュレーションの方法を選択 「現状の計算」

次に、STEP 2の「計算方法の選択」に進みましょう。PEGASUSでできる計算には、「現状の計算」「簡易計算」「詳細設定」の3種類がありますが、ここではシミュレーションの手順を覚えることを第一に、「現状の計算」、すなわち、選択した地域・年について、PEGASUSのデータベースに登録されている、現状のデータに基づいた計算を適用していきます。（なお、「簡易設定」についてはグレード2、「詳細設定」はグレード3でチャレンジしていきます。）

シミュレーション画面のSTEP 2現状の計算をクリックしましょう（図3-1-6b）。そうすると、現状のパラメータ設定に関するメッセージボックスが出てきます。OKをクリックすると、現状のパラメータが設定されたことを伝える別のメッセージボックスが出てきますので、ここも特に気にせずOKをクリックしてください。そうすると現状の計算ボタンの色が変わります。これで計算準備完了です。計算実行をクリックするといよいよ計算が実行され、計算結果が表示されます。

図3-1-9 対象地域における資源フロー画面

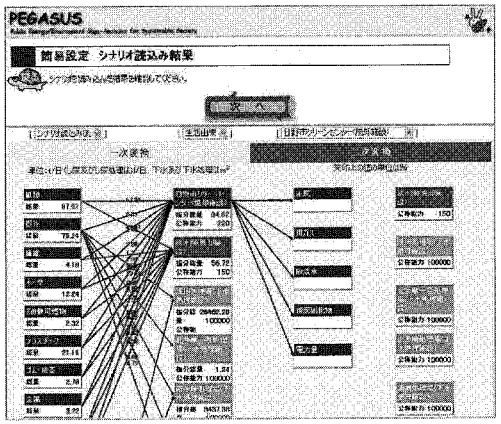
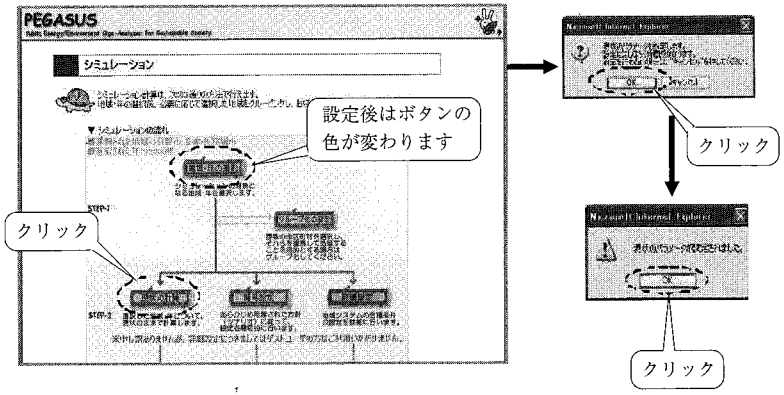


図3-1-6b「シミュレーションの流れ」画面（地域指定後）



参考： PEGASUSに読み込まれる地域情報について

地域情報は、以下のからデータを取得しています。

■生活由来　資源量

焼却処理量：一般廃棄物処理実態調査（環境省）

物理組成：多摩地域ごみ実態調査（財団法人 東京市町村自治調査会）

焼却施設処理状況：一般廃棄物処理実態調査（環境省）

下水処理状況（公共）：下水道統計（社団法人 日本下水道協会）

下水処理状況（流域）：PEGASUS 運営委員会 独自調査

■事業由来　資源量

廃棄物排出量：産業廃棄物排出・処理状況調査（環境省）

■未利用資源　資源量

厨芥・汚泥・森林系バイオマス発生量：　ﾊﾟｼﾌｨｯｸｺﾝｻﾙﾀﾝﾂ(株) 保有データ

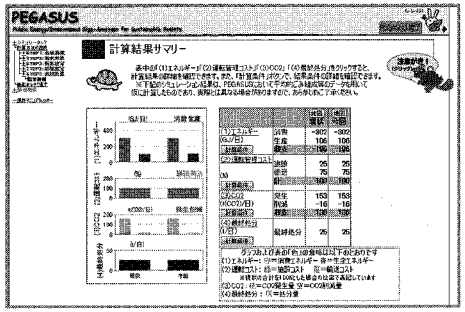
畜産家畜頭数：バイオマス情報ヘッドクォーター（株式会社東大総研）

畜産糞尿量算出原単位：農林水産関係市町村別データ 年産 （農林水産省）

ステップ3　計算結果の意味を知る

例えば、東京都の日野市と東村山市を選択し、現状の計算を行い、計算結果サマリーを見てみます（図3-1-10）。このサマリーでは、選択した地域の『（1）発電・消費エネルギー』、『（2）施設・輸送コスト』、『（3）CO_2発生量』『（4）最終処分』を確認することができます。（ここでは現状の評価ですので、グラフでも、表でも、現状と今回の結果は同じとなっています。）

図3-1-10「計算結果サマリー」画面



それでは、基本的な計算結果の見方を学びましょう。

(1)　発電・消費エネルギー（表では「エネルギー」と表示されています）

発電・消費エネルギーは、施設でごみを処理するために消費される電気やガスなどのエネルギーと、施設でごみからできる電気やガスからなる、「施設由来」のエネルギーと、選択した地域から発生するごみを振り分ける施設までの運搬や輸送に必要となる、「輸送由来」のエネルギー（主にガソリン）の2つからなっています。注意すべき点は、「生産」のなかには、ごみ発電など、一般的に「ごみ」と分類されるものから生み出されたエネルギーのみが計上されるということです。なお、エネルギー生産を目的に作られた既存の発電所での発電は「生産」のなかに含まれていません。

通常電力消費量はkWh（キロワットアワー：1 kWの電力を1時間消費した量）、ガスはm^3（リューベという体積）で示されますが、ここでは単位を揃えて、J（ジュール）というエネルギーの単位で表示されています。換算式は、1 kWh=3.6MJ（メガジュール）となっています。ここでは地域として1日当たり302GJ（ギガジュール）のエネルギーを消費（マイナスで表示）しており、106GJのエネルギーを生産（プラスで表示）しています。消費しているエネルギーの方が多いので、地域全体収支としては、マイナス196GJ（＝106－302）と表示されています。

参考：単位の基本

（1）10の倍数

名称	記号	大きさ
キロ	k（小文字）	10^3（千）
メガ	M	10^6（百万）
ギガ	G	10^9（十億）
テラ	T	10^{12}（兆）
ペタ	P	10^{15}（千兆）

（2）エネルギーの単位と換算表

主なエネルギーの単位は以下のようなものがあります。

■メガジュール（MJ＝10^6J）
■キロワット時（kWh）
■キロカロリー（kcal）
■原油換算キロリットル（kl）
■石油換算トン（TOE）

主なエネルギーの単位の関係は、以下のようになっています。

1 kcal = 0.0041868 MJ
1 kWh ＝ 859.845 kcal
　　＝ 3.6MJ
1 MJ = 238.846kcal

【練習問題】

①133;000,000kJは何GJか。
②133,000,000 kJは何kWhか。
③150kWhは何MJか。

※ここではPEGASUSで用いる基本的な知識のみを掲載しています。詳細は、PEGASUS上のhttp://www.pegasus-web.org/pegasus/bunsan.files/memo enetani.htmで確認することができます。

【練習問題答え】

①133GJ、②36,944kWh、③540MJ

教えて！サワイさん



Q：PEGASUSで表示される数字ってどの程度信頼できるのですか？

A：PEGASUSでシミュレーションした結果は、インプット、アウトプットそれぞれについて、平均化した計算結果を表示しています。本来は、地域特性、運転条件、気象条件、経年変化などの様々な要因により、複合的な影響を受けるものですが、PEGASUSでは様々なシナリオを地域に適用した場合の平均的な傾向変化などを概算で把握することを目的としています。そのため、実際に地域に適用した場合の詳細検討には、さらに精度を上げたシミュレーションが必要となります。特にコストに関しては、実態よりも高目設定になっているようで、あくまでも相対比較用ですので、ご注意下さい。

(2)　運転管理コスト

運転管理コストとは、施設でごみを輸送して処理したり、エネルギーを取り出したりするために必要な費用を表示しています。ここでは金額で示すのではなく、全体でかかる費用のうち、何パーセントが施設での処理にかかる部分で、何パーセントが輸送にかかる部分かを確認することができます。コストのほとんどが輸送に関わるものであれば、なるべく輸送コストを下げる方法は何か、など地域のシナリオを検討する際に参考にしていきます。

(3)　CO_2

ここでの「発生」とは、ごみの輸送や施設での処理の際に発生するCO_2の量、また「削減」とは、ごみ処理のプロセスで生み出されたエネルギー（主にごみ発電による電力）を既存の火力発電と代替したものとみなし、エネルギー自給により、どれだけCO_2の発生を抑制できたかを示しています。したがって、地域におけるエネルギー自給量が増えれば増えるほど、CO_2の削減量は大きくなることとなります。ここでは、1日に153トンほどCO_2が発生し、エネルギー自給がなければ発生していたはずの16トンほどCO_2が削減できることになります。そこで地域全体のCO_2発生量は、136トンほどとなります。（※153－16＝137ですが、PEGASUSでは、小数点以下も含んだデータで計算を行い、その結果を四捨五入して整数表示していますので、結果に若干誤差が生じることがあります。ご注意下さい。）

(4)　最終処分

最終処分とは、ごみを最終的に焼却した際に出る灰や汚泥を最終処分場で埋め立てる量を示しています。現在、この地域では1日に25トンが最終処分場に運ばれていることがわかります。これらの処分場は迷惑施設であることから、年々、新たな立地が困難となっており、多くの自治体が、最終処分場の不足に直面しています。そこで、リサイクルを推進するなど、最終処分量の削減に努めています。このように、最終処分量の増減を見ていくことも、地域のエネルギー利用を考えていくうえで重要なことです。

次に、地域のごみが、どこの、どのような施設に運ばれているかを確認する方法を学びます。地図で確認する方法と、資源フローで確認する方法があります。

図3-1-11 資源の流れを地図から確認

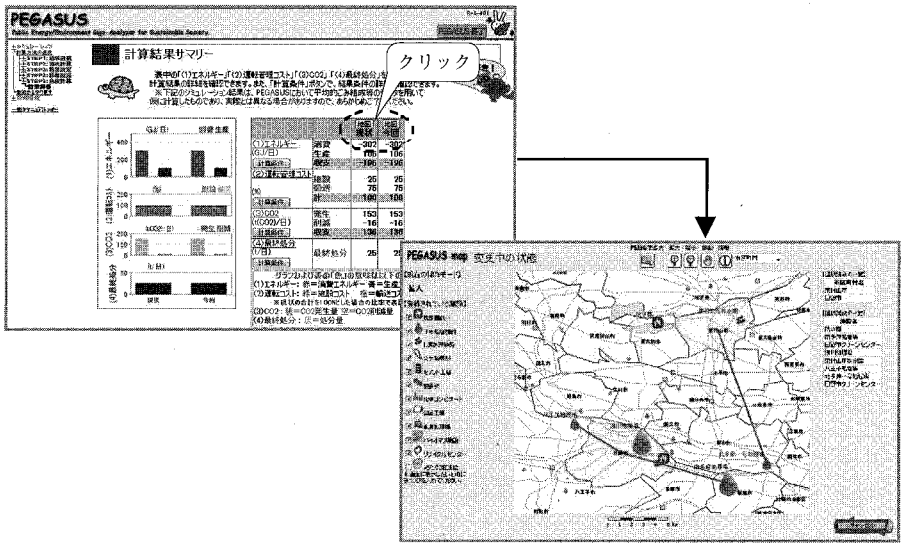
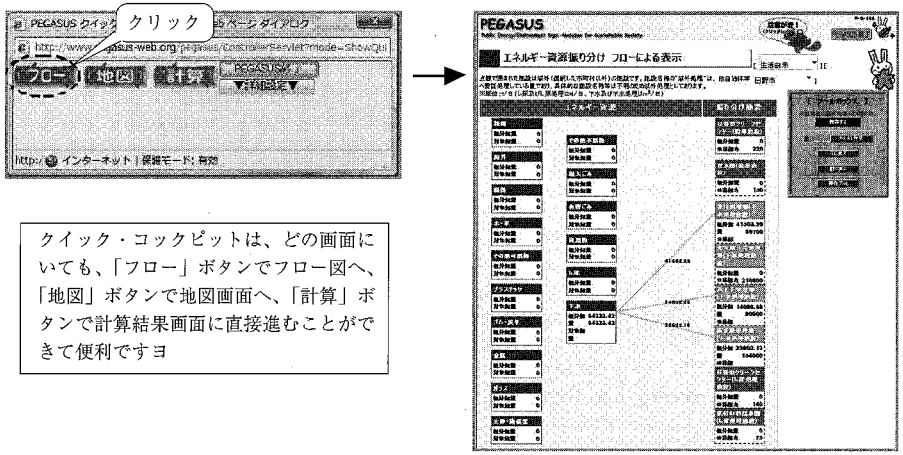


図3-1-12 資源の流れをフロー画面から確認



クイック・コックピットは、どの画面にいても、「フロー」ボタンでフロー図へ、「地図」ボタンで地図画面へ、「計算」ボタンで計算結果画面に直接進むことができて便利ですヨ

教えて！サワイさん



Q：計算結果の収支計算が
時々合わないのですが、計算間違いではないですか？
A：PEGASUSでのシミュレーションは、小数点以下も含むデータを呼び出して計算しているのですが、表示結果は、それを四捨五入して整数に直したものです。ですから、たまに1～2の差異が生じてしまうのです。ご了承ください。

地図で確認

計算結果サマリーの地図ボタンをクリックすると、地域のごみがどこのどのような施設に運ばれているかを地図で確認することができます。例えば、図3-1-11で地図ボタンをクリックして現れるフロー画面からは、東村山市では地域に下水処理施設がないため、府中市の処理施設まで運ばれていることがわかります。また、日野市の場合、地域に下水処理施設があるものの、他の市町村の処理センターに運ばれているものがあることもわかります。

フローで確認

PEGASUS画面上にはクイック・コックピットというポップアップ画面が出ています。出ていない場合には、Web上のポップアップの許可を行い、表示させます。このフローボタンをクリックすることで、資源の振り分けを、フロー画面で見ることもできます（図3-1-12）。

ステップ4　PEGASUSで地域の情報を検索

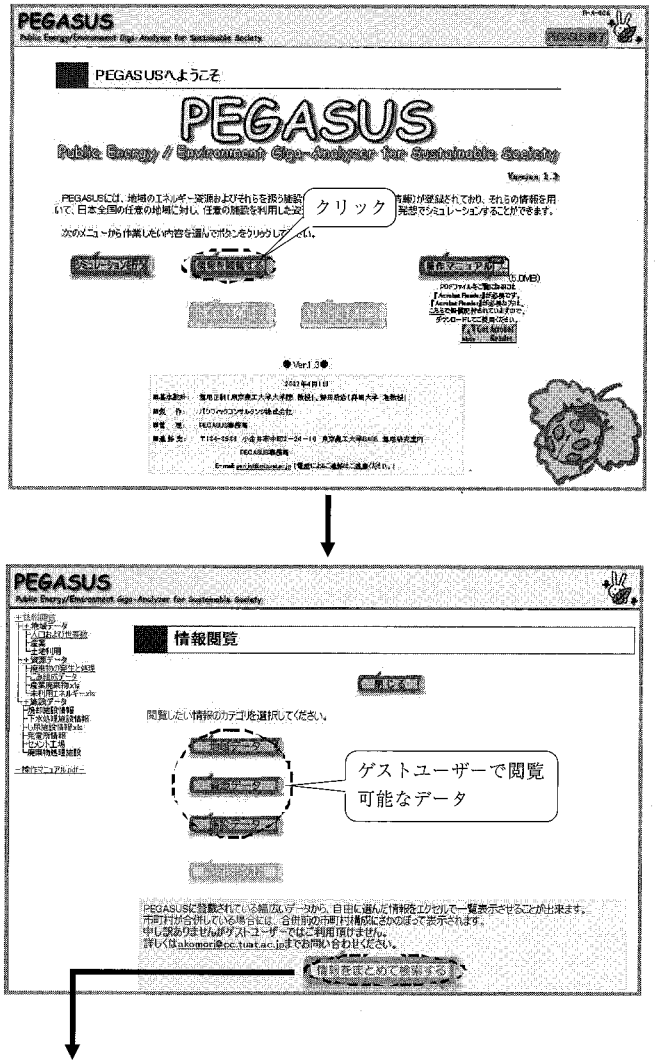
PEGASUSには、シミュレーションに用いる様々な情報が「地域情報」「技術情報」「地図情報（GIS）」として構築されており、シミュレーション時に適宜内部的に利用されています。また、それらの情報を適宜呼び出して、データベースとして利用することもできます。

PEGASUSに登録されている情報には、トップ画面の「情報閲覧」ページから、「地図画面」から、「計算結果」画面から、と様々なステップからアクセスすることができるようになっています。ただし、ゲストユーザーは検索できるデータが限られますので、ご注意下さい。

トップ画面から

シミュレーショントップ画面の情報閲覧するをクリックすると、ゲストユーザーでは、「地域データ」「資源データ」「施設データ」の情報を検索し、基礎的な市町村別のデータを入手することができます（図3-1-13）。

図3-1-13 トップ画面からの情報閲覧



情報をまとめて検索する：PEGASUSデータベースの情報を複数選択して、まとめてエクセルファイルに出力する機能があります。ただし、この機能は、ゲストユーザーではご利用いただけません。

地図画面から

地図画面からは、地域や施設の情報を見ることができます。情報の見たい項目を選択し、情報ボタン（ⓘ）をクリックします。（図3-1-14）

◆地域情報の場合

情報で「市区町村」を選択 → 情報ボタン（ⓘ）をクリック → 該当する市区町村の範囲上をクリック

◆施設情報の場合

情報で該当する「施設」を選択 → 情報ボタン（ⓘ）をクリック → 地図上の該当する施設マークをクリック

計算結果画面から

計算結果を見ながら、地域の基礎データ（人口や世帯数）、資源データ（廃棄物の発生量など）、施設データ（施設情報）を確認することができます。

計算結果サマリー画面から「情報閲覧」の＋ボタンをクリックすると、閲覧できる情報の一覧が出てきます（図3-1-15）。見たい情報のリンクをクリックすると、検索ページ、もしくはエクセルデータ一覧のダウンロード画面に移り、市町村レベルのデータを入手することができます。地域の基礎データも確認しながら、地域の未利用資源の利活用について検討を重ねていきましょう。

図3-1-14 地図画面からの情報閲覧

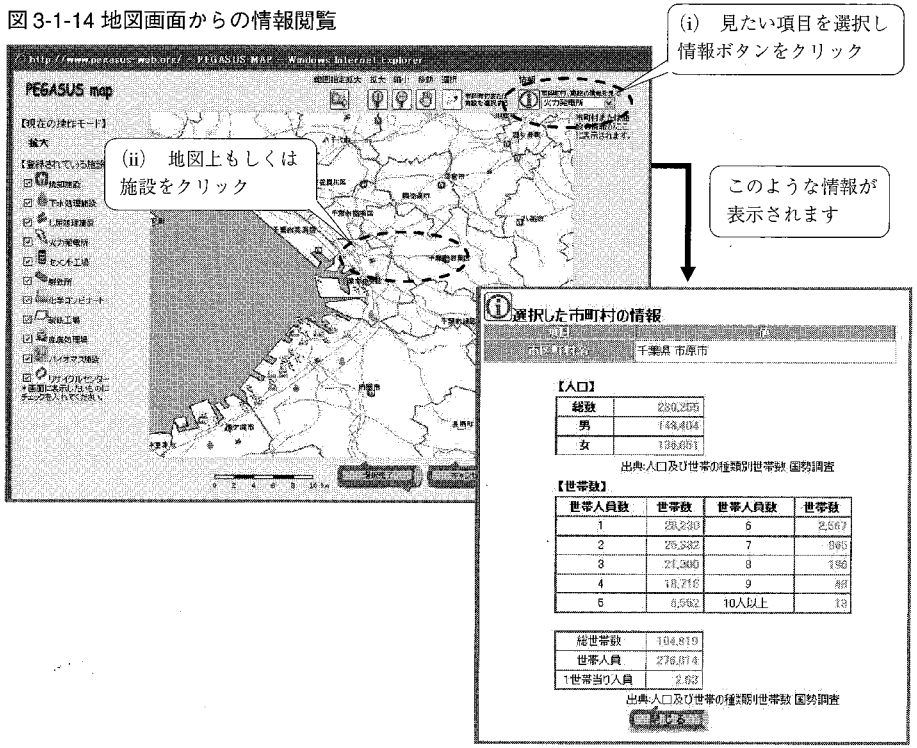
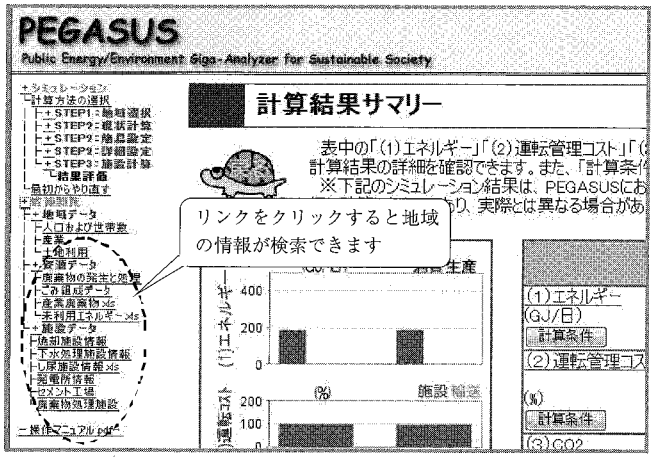


図3-1-15 計算結果サマリーからの情報閲覧



【練習問題】

1　千葉県千葉市をリストから選択しましょう。
2　千葉市にある施設を確認しましょう。どのような施設がありますか。
3　千葉市の人口と世帯数を確認しましょう。人口は何人ですか。総世帯数は何戸ですか。
4　千葉市にある下水処理施設の名称を全て確認しましょう。それらの処理能力は、何リューベ（m^3）ですか。
5　対象年を2006年として、現状の計算を行いましょう。エネルギー消費量は何Jでしょうか。現状でエネルギーの生産はありましたか。運転管理コストの内訳はどうなっていますか。この地域ではごみの処理により、1日にどれだけのCO_2の排出量がありますか。
6　この地域では、地域のごみを地域のなかで処理していますか、または他の市町村と協力して処理していますか。
7　この地域のごみ処理の特徴や可能性について話し合いましょう。この地域ではどれだけのごみが出て、どのように処理されていますか。地図で確認してみましょう。フロー画面から確認してみましょう。どの施設にどれだけの資源が振り分けられていますか。

2 グレード

資源活用の可能性を考える

地域には様々なごみを処理する施設があり、それらを処理するために多くのエネルギーを消費しています。ごみからエネルギーを取り出す取り組み（エネルギー回収）も徐々に進んできていますが、既存の発電所などを活用するなど、横断的な発想をすることにより、より効率的なエネルギー回収とCO_2削減が可能になります。グレード2では、資源活用における横断的発想の重要性を学び、地域における資源の利活用をより広域的にとらえ、より効率的なエネルギー回収とCO_2削減を目指します。

ステップ1　地域資源をめぐる課題や可能性を知る

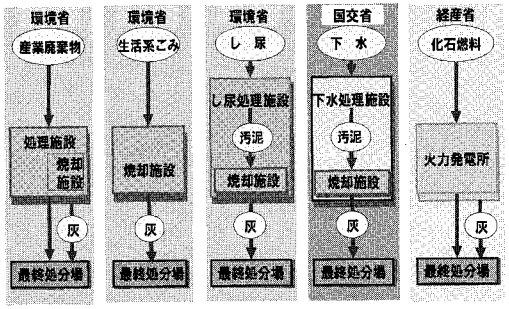
無駄があるかも!?まずは地域資源の課題や可能性を知りましょう。

ステップ2　一括シミュレーションをしてみよう

資源有効利活用のための、PEGASUS的簡単シミュレーションを行ってみましょう。

ステップ1　地域資源をめぐる課題や可能性を知る

図3-2-1 現状の縦割り状況



ごみは、産業廃棄物、生活系ごみ・し尿は環境省、下水は国土交通省、発電は経済産業省と、異なった省庁の管轄のもと、それぞれ独立して処理が行われており（図3-2-1）、相互の横断的な資源のやりとりはほとんど行われていません。また、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃掃法）」では、一般廃棄物は市町村が、産業廃棄物は排出事業者が、その処理について責任を持つと定められています。そのため、自治体それぞれが廃棄物処理のための施設を持っていることが多く、狭い範囲内に施設の重複が生じたり、施設が非常に細分化していることがあります。こういった場合、施設の処理能力（処理できるごみの量）に対し、わずかのごみ処理しかしていない、ごみ発電などの機能がありながら、処理量が少なくエネルギー回収がほとんどできない、など施設や資源の可能性を十分活かしきれていないことがあります（P87「もっと詳しく」参照）。

また、地域には、家畜ふん尿や森林資源など、まだ活用されていない資源はたくさんあります。ID・パスワードを持っている人のみのサービスにはなってしまいますが、トップ画面の「情報閲覧」（図3-1-14）、もしくは計算結果画面の左に現れるメニュー一覧から（図3-1-15）、市町村別のこのような未利用資源や、それらの資源量を確認し、どこでどのように活用できるのか、PEGASUSで検討することができます（詳しくはグレード3で解説します）。また、特にこのような未利用資源を中心にシミュレーションを行いたい場合には、PEGASUS「地域分散資源利用版」を活用しましょう（第2章へ）。

地域によっては、発電所、セメント工場、製鉄所などの産業施設が沢山存在しています。例えば、地図で北九州や山口地域を見てみましょう（図3-2-4）。山口県の山陽

もっと詳しく：地域によってこんなに違う施設の種類と数

千葉県西部と横浜市は人口規模が同程度ですが、横浜市（図3-2-2）と比べて、千葉県西部（図3-2-3）は多数の自治体により成り立っており、それぞれの自治体がそれぞれ同種類の施設を所有しているために、非常に過密な施設が散在していることがわかります。

図3-2-2 千葉県西部の施設分布

千葉県西部



市町村名	人口	面積
市川市	466,408	57.46
船橋市	569,829	85.72
松戸市	472,504	61.33
習志野市	158,750	20.99
柏市	381,016	114.90
流山市	152,653	35.28
八千代市	180,731	51.27
我孫子市	131,198	43.19
鎌ヶ谷市	102,822	21.11
浦安市	155,287	17.29
白井市	53,011	35.41
野田市	151,229	103.54
佐倉市	171,231	103.59
印西市	60,061	53.51
四街道市	84,769	34.70
印旛村	12,653	46.57
本埜村	8,392	23.72
合計	3,312,544	909.58

図3-2-3 横浜市の施設分布

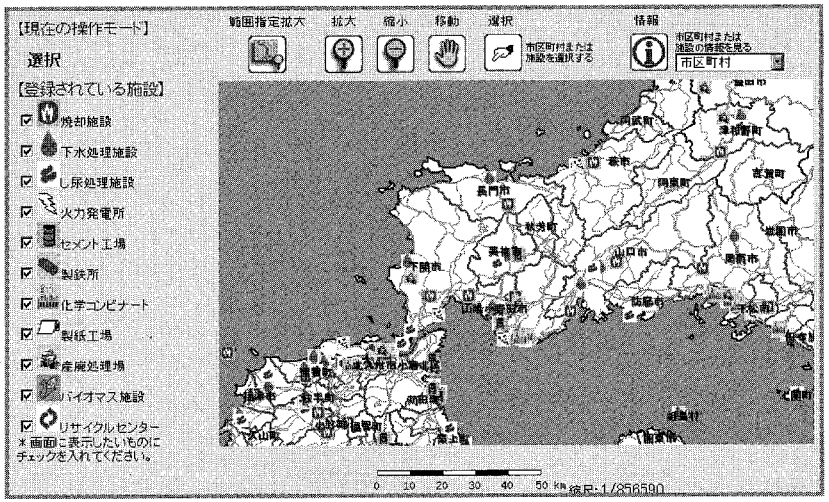
横浜市



横浜市	3,579,133	437.38

沿岸部にはセメント工場、化学コンビナートや発電所、北九州沿岸部にも製鉄所、化学コンビナートやセメント工場が集中しています。このような地域性を活かし、既存の産業施設との連携を考えることで、地域資源利活用の可能性はますます広がっていきます（P89「参考」参照）。

図3-2-4　北九州・山口地域の施設分布



コラム：ごみ処理の広域化

国（当時の厚生省）は、①ごみの排出量の増大等に伴う最終処分場の確保難、②リサイクルの必要性の高まり、③ダイオキシン対策等の高度な環境保全対策の必要性等、適正なごみ処理を推進するに当たっての課題に対応するため、ごみ処理の広域化が必要であるとして、平成9年に広域化の必要性を示しました（厚生省　衛環173号）。この通知を受け、各都道府県において広域化計画を策定し、市町村のごみの広域処理を主導しています。

広域化のメリットとしては、特にごみの集約化による焼却処理施設の大規模化によるスケールメリットがあり、連続化や余熱利用などが可能となります。また、デメリットとしては、輸送効率の悪化などがありますが、その解決としては、中継施設を整備して輸送する方法があります。PEGASUSでは、CO_2削減対策として「ごみ処理」の範囲内における効率化を目指すだけでなく、産業施設等との連携も視野に入れた、横断的なシステム改善が必要と考えています。

参考：現存する動脈産業への廃棄物利用のいろいろ

① セメント原料として廃棄物を利用

通常のセメント製造では、石灰石や粘土などのカルシウム、シリカ、アルミナ、鉄などを含んだ原料が必要ですが、廃棄物もこのような化学成分を含んでおり、特に、焼却灰、汚泥、廃プラスチックなどの廃棄物を中心に廃棄物の利用が進められています。

（セメント業界の廃棄物・副産物使用の方法・データ等、詳細については、社団法人セメント協会のＨＰ等を参照。http://www.jcassoc.or.jp/）

② 製鉄への廃プラスチック利用

製鉄において廃棄物を利用する技術としては、コークス炉原料化と高炉原料化の２種類があります。元々石油から作られている廃プラスチックは、カロリー（熱量）が高いのでコークスや微粉炭の代わりとして利用されています。

（このような廃プラスチックのケミカルリサイクルについては、社団法人プラスチック処理促進協会ＨＰ等を参照。http://www.pwmi.or.jp/home.htm）

③ 木質バイオマスを利用した混焼発電

電力業界では現在、バイオマス（生物由来資源）を燃料に使う火力発電システムの実用化に取り組んでおり、2009年度の経済産業省系補助事業により、全国６か所の石炭火力発電所において、森林からの林地残材や間伐材などの木質バイオマスとの混焼発電の実証実験が行われています。ただし、近年バイオマス発電、バイオマスボイラーの国内導入数は急増し、多くの事業者が燃料不足となり、稼働休止や全面休止に追い込まれるといった事態も生じています。これは、使い勝手の良い逆有償（引き取り料を支払う）の建設廃材等はほとんど使いつくされた状態になっている一方で、膨大な木材資源のある山からの林地残材や間伐材などが、搬出にかかるコスト等の問題で十分に調達できていないことが背景にあります。バイオマス利用を拡大するには、現在の森林や林業が抱える問題と併せて取り組んでいく必要があります。

参考資料）バイオマス白書2010ダイジェスト版「特集：日本林業の復活とバイオマス利用」NPO法人バイオマス産業社会ネットワーク（BIN）

ステップ2　一括シミュレーションをしてみよう

地域資源の横断的利活用の重要性について学んだら、早速PEGASUS的横断的利活用シミュレーションを行ってみましょう。1つの自治体でシミュレーションを行うことも可能ですが、複数の自治体を選択し、それらの自治体で連携して処理することにより、より効率的な資源の利活用を検討することができます。ここでは東京都の日野市、国立市、府中市でシミュレーションを行うこととします。

①　まず対象地域・対象年の設定を行います。

対象地域・対象年選択画面（図3-1-7a、P73）で、東京都日野市、国立市、府中市を選択し、シミュレーションメイン画面に戻ります（図3-2-5）。

②　複数地域のグループ化を行います。

複数地域をグループ化するために、グループ化の設定ボタンをクリックして、グループ化設定画面へ移動します。選択した地域が一覧で表示されますので、グループ化する地域にチェック（☑）を入れ、新しく作成するグループ名を自由に入力します（図3-2-6）。確定ボタンをクリックすると、シミュレーションメニュー画面に戻ります（図3-2-5）。もちろん、複数地域をグループ化する必要がなければ、この設定はする必要はありません。直接、計算方法の選択へ進んで下さい。

③　計算の設定を行います。

STEP 2の「計算方法の選択」では、簡易設定を選びます（図3-2-5）。簡易設定を選ぶと、PEGASUSに改めて用意された方針（シナリオ）に従って、簡単にシミュレーションの条件を決定することができます。ここでは以下の3つのシナリオが用意されています。

シナリオ1…生ごみをディスポーザーで処理すると？
シナリオ2…シナリオ1に加え、下水道汚泥をリサイクルすると？
シナリオ3…シナリオ2に加え、ごみを発電所で利用すると？

図3-2-5 シミュレーションメイン画面（簡易設定計算に向けて）

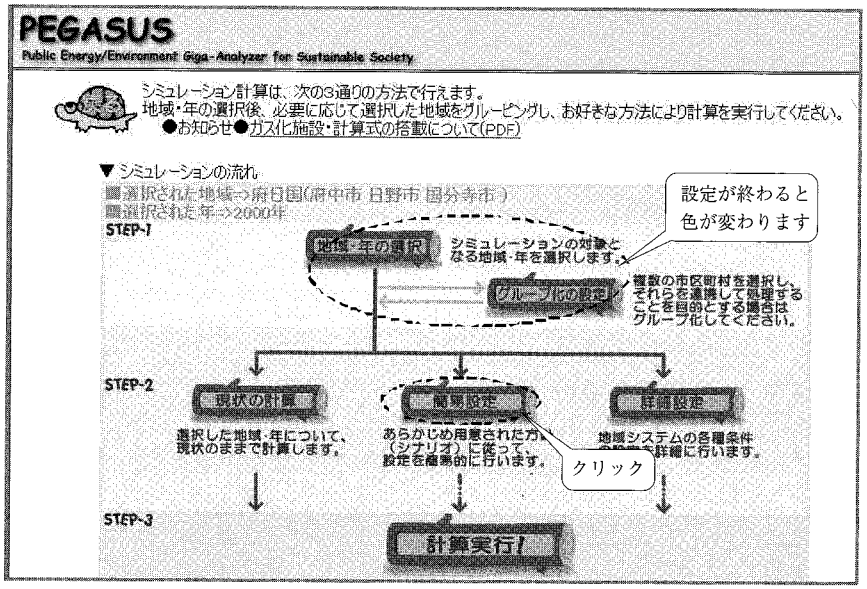
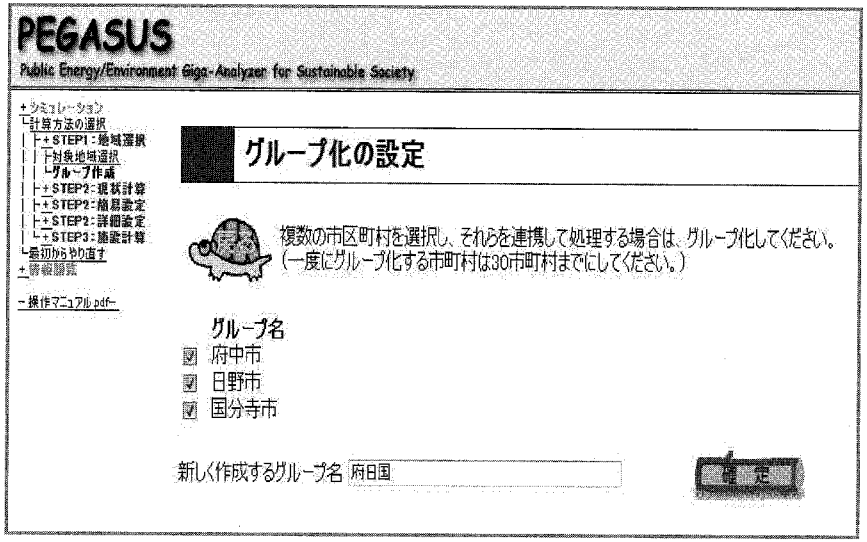
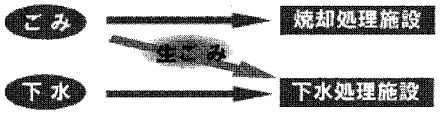


図3-2-6 グループ化の設定画面



シナリオ1…生ごみをディスポーザーで処理すると？

家庭から出る生ごみは現在焼却処理施設で焼却処理されていますが、水分が多く含まれていると燃えにくく、ガスや廃油など（助燃剤といいます）を使って焼却を助けることもあります。焼却施設に回される生ごみを減らすために、下水が普及しているところでは、これらをディスポーザーで処理することで焼却効率を高めよう、というのがこのシナリオのねらいです。



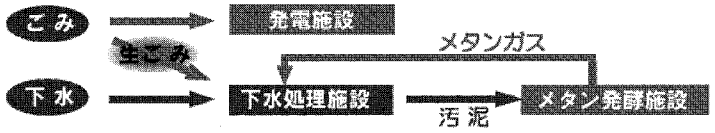
シナリオ2…シナリオ1に加え、下水道汚泥をリサイクルすると？

シナリオ1のように、生ごみをディスポーザーで処理し、下水処理施設で処理をするだけでなく、下水処理施設にメタン発酵施設を併設し、下水処理で出た汚泥からメタンを回収し、それを下水処理施設の燃料の代わりに用い、この処理全体にかかるエネルギーを減少させよう、というのがシナリオ2のねらいです。



シナリオ3…シナリオ2に加え、ごみを発電所で利用すると？

シナリオ3では、生ごみからエネルギー回収をするシナリオに加え、水分量の少なくなった生ごみ以外の家庭から出るごみを、ごみ処理場ではなく、既存の発電所に持っていき、併設したガス化施設でガス化を行った後、発電所に送ることを想定しています。この方が、ごみ処理場でエネルギー回収するよりも大幅な回収ができるだろう、というのがこのシナリオのねらいです。



もっと詳しく：シナリオ1…ディスポーザーの利用について

ディスポーザーとは、厨芥（生ごみ）を粉砕し、排水と一緒に排水管に投入する装置です。近年、このディスポーザーについて、社会的な関心が高まっています。皆さんも、ディスポーザー付きの物件案内を目にしたことがあるのではないでしょうか。高齢化社会におけるゴミ出し労働の軽減など利便性・快適性の向上やゴミ減量化への期待が高まる一方で、下水道への影響、環境負荷の増大を懸念する声も強く、賛否両論があります。

下水道へのディスポーザーの接続については、下水道管理者である地方公共団体が、個々の下水道施設の構造、処理能力等の特性を踏まえて判断してきたところですが、下水道施設への影響への懸念等から、慎重な取り扱いをしている場合が多いのが現状です。ディスポーザーは生ごみが発生元で即座に処理され、ごみ排出者から見えなくなるという点で、使用者にとっては非常に便利な装置といえます。また、水分を多く含む生ごみ等の回収法として有用な方法と考えられています。しかし、下水処理にかかる負担が、わずかながら大きくなることも事実です。

また、市民の意識としても、あまりに簡単に生ごみが処理されてしまうため、使用者のごみを減量しようという意識がどうしても低くなってしまうのでは、という心配もあります。

エネルギー回収という点で有効なディスポーザーが普及するためには、人々に「食」と「水」を大切にするという意識が根付き、生ごみ減量が優先される必要があります。

もっと詳しく：シナリオ2…下水処理施設の現実

下水処理に用いられるエネルギーは、実は日本全国の全電力消費量の0.7%（2003年）にも達しています。下水処理に用いられるエネルギーの大半は、分離した汚泥を脱水する脱水機に使われています。また、脱水を行っても80%以上は技術的に脱水できません。したがって、結局、水分を多く含むものを、助燃財(化石燃料)を用いて焼却しなければいけないため、大量の化石燃料を使うというのが現状です。しかし、そもそも下水汚泥ではメタンなどの燃料ガスが浮上分離してくるので、わざわざ乾燥しなくてもそのままガスを捕集し、燃料として使えばいいのです。メタン発酵は、下水汚泥などのウェット系廃棄物からエネルギー回収をするのに有効な方法であるといえます。

下水から発生するバイオガスを有効利用する実際の取り組みとしては、神戸市の東灘処理場で、2004年度からバイオガスを精製し天然ガス自動車の燃料として利用する実証事業を開始し、2008年4月からは「こうべバイオガス」の名称で市バスや民間トラックなどへ販売しています。更に、神戸市では、2009年秋から、神鋼環境ソリューション、大阪ガスと共同で、東灘処理場で発生するバイオガスを都市ガス導管に注入する実証事業に乗り出しています。PEGASUSの簡易シナリオでは、発生するメタンガスを下水処理施設の燃料として使うシナリオとなっていますが、ガスの発生可能性量により、様々な活用シナリオの可能性が出てきます。

話し合ってみよう1

PEGASUSが提案するシナリオでは、生ごみのような水分の多いごみと、プラスチックや紙ごみなどのような、非常に燃えやすいごみとは、別々に処理を行うほうが効果的であり、CO_2の削減に寄与できる、という考えが根底にあります。P93・95の「もっと詳しく」には、シナリオをめぐる現状や問題点等を解説してあります。これらを参考にしながら、横断的シナリオについて更に理解を深め、自由に意見を出し合ってみましょう。

④　シナリオを選択します。

シナリオを選択すると、まずシナリオ読込み結果画面が表示され（図3-2-6）、それぞれのシナリオについて、施設への資源の動き（資源フロー）を確認することができます。施設を切り替えながら、資源の動きを確認してみましょう。「現況の確認」と「シナリオ読み込み後」を交互に表示することで、シナリオ適用により、どこの資源の動きがどれだけ変わったのかも確認することができます。また、シナリオ2や3の場合は、メタン発酵施設等の新規施設が現れているはずですから、これら新規施設への資源の流れにも注目してみましょう。

話し合ってみよう2

1　エネルギーの生産量は消費量よりも多いですか。現状と比べて、どう変わりましたか。
2　CO_2の削減量はどの程度ありますか。現状と比べて、どう変わりましたか。
3　資源のフローの変化を、地図で確認してみましょう。大きく変わったところはどこでしょうか。
4　その他、シナリオによる結果の違いなどについて、自由に議論してみましょう。

⑤　計算を実行します。

次へをクリックすると、シミュレーションメインメニュー画面に戻りますので、ついに計算実行！です。計算結果サマリーは表示されましたか。

⑥　シミュレーションの設定を保存します。

今回のシミュレーションの設定を保存し、次回は、それを読み込んで再度同じ条件で次回シミュレーションを行うことができます（ただし、この機能は、ゲストユーザーは使うことができません）。

もっと詳しく：　シナリオ3…ごみ発電の限界

現行のごみ発電の発電効率は全国平均10.43%（平成13年度、出典：平成16年版　循環型社会白書）と、最近のものは効率が20%近くにまで向上していますが、規模が小さいため、それ以上の数値は期待できません。また、火力発電の発電効率40%程度と比較して、非常に低いものになっています。ごみ発電も火力発電も原理的には同じ焼却により発電を行う施設であるのに、なぜ発電効率にこのような違いが生じるのでしょうか。

①もともと、一般ごみの中には水分を多く含む生ごみが約30～50%含まれており、その蒸発のために、多くの熱量が失われます。②ごみの燃焼によって高温の排気が発生しますが、ダイオキシンの発生を防ぐため、ダイオキシン対策のガイドライン（800℃以上で燃焼した後、200℃以下に急冷すること）にそって、減温塔という設備で水噴霧や熱交換により急冷します。これにより、エネルギー量は不変でも、その質(エクセルギー)は大幅に下がり、発電効率が低下します。③また、食塩や塩ビ（PVC）起源の塩素分は揮発してHClを発生させますが、酸素と共存する酸化雰囲気では、伝熱管表面温度480-700℃の領域で、塩化物の分解により、伝熱管噴破につながる伝熱管腐食が起こるため、伝熱管を高温にし、高品質の（高温、高圧の）蒸気を発生させることができません。

これらの3つの理由から、生ごみを含み、塩素分を含む焼却施設では、ごみ発電の発電効率を上げるために、スーパーごみ発電、スーパーヒータの開発やCFB（循環流動層）によるRDF発電の開発など、さまざまな技術開発が行われてきました。スーパーごみ発電では、天然ガスコンバインドサイクルにごみ発電を併合するものであり、本質的解決とは言いがたく、また、他の技術も塩素含有物や含水率の高いごみを前提としているため、大きな問題解決には至っていないと思われます。また、「ごみ発電」という概念では、ごみという資源の取り合いが生じたり、ごみの減量意識の妨げにもなり、「ごみ発電」施設をつくるのではなく、既存の発電施設を活かした利用が望ましいと考えられます。

PEGASUSでは、水分の少ないごみを既存の発電所に持っていき、併設したガス化施設でガス化した後、発電所に送る、というシナリオになっていますが、これはどういうことなのでしょうか。

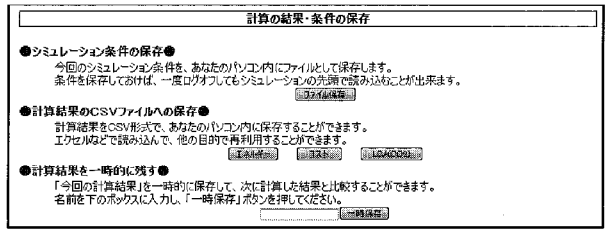
既存の火力発電所の形態としては、天然ガスコンバイント、石油火力、微粉炭火力、加圧流動層火力、常圧流動層火力などがあります。また、自家発電設備としては、廃木材や廃プラスチックを対象とした、循環流動層ボイラーなどがあります。循環流動層ボイラーの場合には、プラスチックや紙をRPFの形にして投入します。天然ガス火力や石油火力、微粉炭火力に関しては、発電所の炉の横に中小型のガス化装置を設置し、高温サイクロン集塵機程度の集塵設備を施します。こうすることにより、生成ガスの温度を下げることなく直接火炉に導入することができ、ガス化ガスの持つ顕熱を有効利用できるばかりでなく、タールの凝縮トラブルを回避することができ、ガスクリーニングなどの通常のガス化設備につきものの設備の設置を回避することができます。

PEGASUSシナリオを日本の大都市に適用した場合の、エネルギー回収量とそれによるCO_2削減量のポテンシャル評価については、以下をご参照ください。

【参考文献】
・Horio, M., Shigeto, S., and Shiga, M.（2009）,
"Evaluation of Energy Recovery and CO_2 Reduction Potential in Japan through Integrated Waste and Utility Management", Waste Management 29,pp2195-2202
・堀尾正靱、重藤さわ子、小林久、岡田久典、志賀光洋、日高正人『横断的ごみ処理システムによる大幅なエネルギー回収、CO_2削減ポテンシャル評価』第18回廃棄物学会研究発表会、つくば国際会議場、2007年11月19日～21日。

ファイルの一次保存（ゲストユーザーもOK）

図3-2-7　計算の結果・条件の保存メニュー



「計算の結果・条件の保存」の一番下の、「●計算結果を一時的に残す●」のボックスに名前を入力して、一次保存をクリックします（図3-2-7）。そうすると、計算結果サマリーの計算結果に、自分が入力した名前が表示されます。戻るをクリックし、別のシナリオで計算実行を行うと、新たなシナリオ結果が、先ほどの結果とともに表示されます。

シミュレーション条件の保存（ID・パスワード取得者のみです）

「計算の結果・条件の保存」の一番上の、「●シミュレーション条件の保存●」でファイル保存ボタンをクリックすると（図3-2-7）、自分のパソコンに今回行った設定を保存することができます。ファイル名は後で見たときにどのような条件であるかがわかるものが良いでしょう。

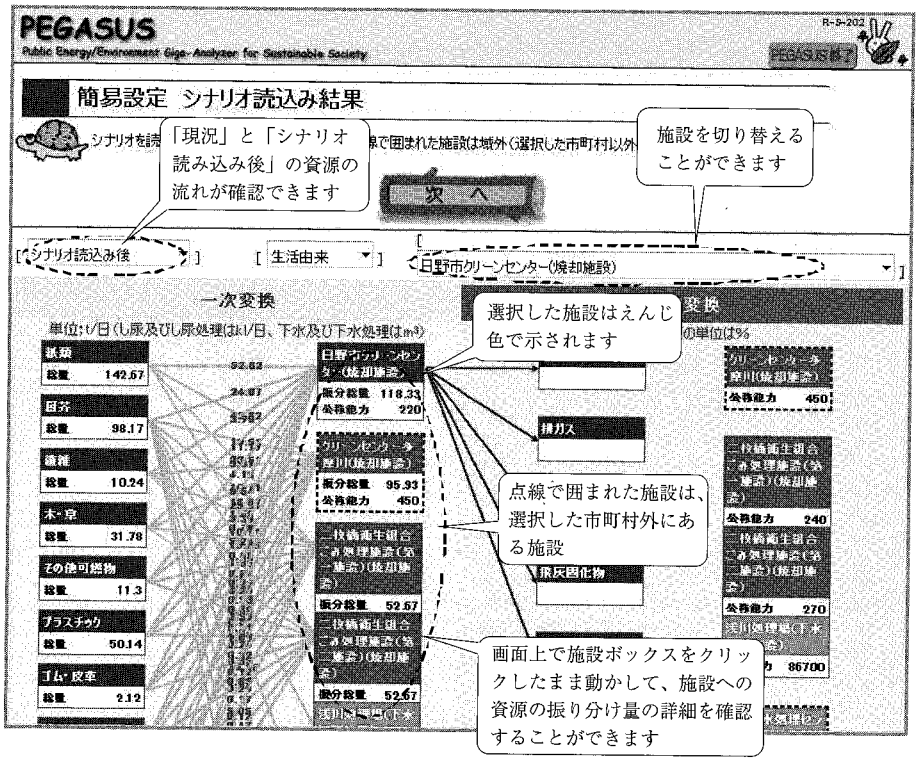
シミュレーション条件の読み込み（ID・パスワード取得者のみです）

保存したファイルは、シミュレーションメニュー画面の下部にある、「■シミュレーション条件の保存と再利用について」から読み込むことができます。参照ボタンをクリックして、保存したファイルを選択します。適用をクリックすると、シミュレーション条件が、メインメニュー画面に読み込まれます。

計算結果の保存（ゲストユーザーもOK）

計算結果は、「計算の結果・条件の保存」の真ん中、「●計算結果のCSVファイルへの保存●」で保存することができます（図3-2-7）。これをエクセルなどで読み込んで、他の目的で再利用することもできます。

図3-2-6 シナリオ読込み結果画面



【練習問題】

横浜市における“横断的なフロー”による地域システムの変化を事例に検討してみましょう。

【現状の課題】

集約化した施設を最大限利用したり連携されていない（「図3-2-3　横浜市の施設分布」参照、P87）

【横断化のヒント】

生ごみなど（WET系廃棄物）を下水処理場へ送り、メタン発酵施設からメタンガスを回収し、循環型の下水処理施設とする。→シナリオ2の適用

【更なる横断化のヒント】

横浜沿岸部にたくさんある火力発電所との連携も検討してみましょう。→シナリオ3の適用

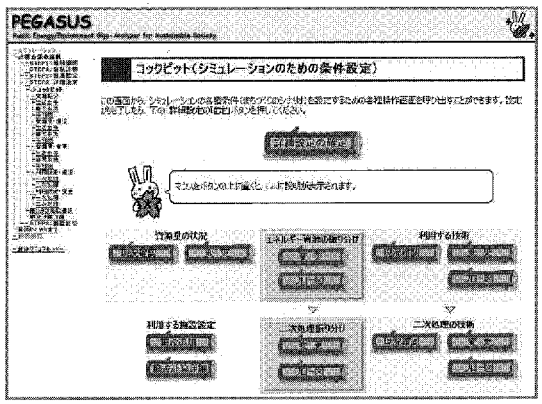
3 グレード

より良いシミュレーションのために

～ID・パスワード取得者対象～

グレード１～２を習得し、PEGASUSで基本操作の一通りができるようになりました。グレード３では、更に資源の振り分けについて学び、地域にあるどの資源をどれだけ、どこに振り分けるのか、処理の方法も考えながら変更し、自由にシミュレーションができるようになることを目指します。

図3-3-1 詳細設定のためのコックピット画面



資源の振り分けは、シミュレーションメインメニュー画面の詳細設定から行います。STEP１にて、地域・年の選択を行い、必要に応じてグループ化の設定を行ったのち、詳細設定ボタンをクリックすると、詳細設定のためのコックピット画面（図3-3-1）が表示されます。それぞれの設定ボタンの上にマウスを重ねると、うさぎの吹き出し口に、設定に関する説明文が表示されます。それでは、①地域の資源量の状況確認と変更、②エネルギー資源の振り分け、と進んでいきましょう。

①　地域の資源量の状況確認と変更

「資源量の状況」内にある現況確認ボタンをクリックして把握します。手元により

参考：詳細設定操作早わかり

資源振り分けの操作について、それぞれ解説している図番号を示しています。

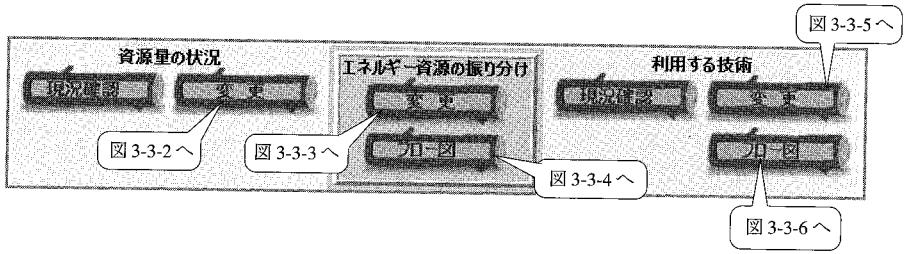


図3-3-2
資源量の変更画面

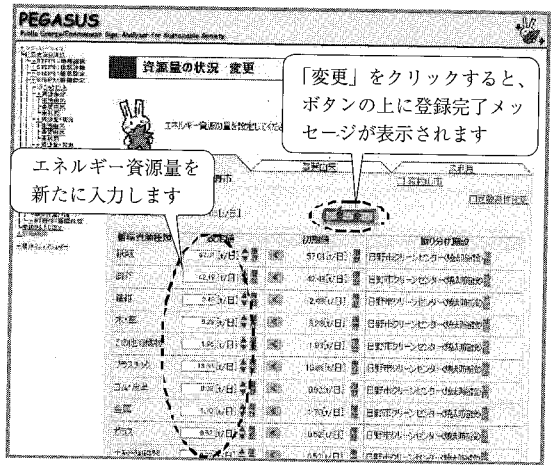
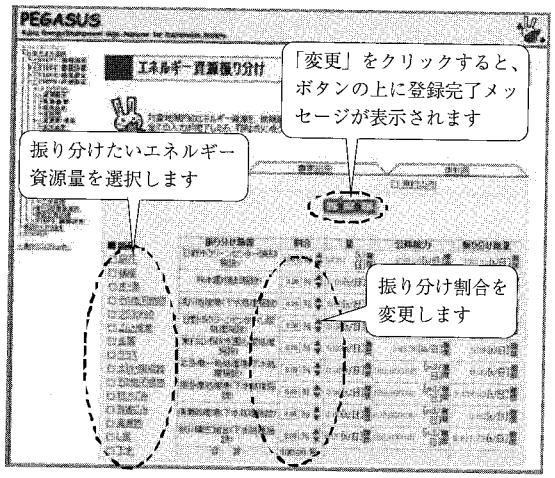


図3-3-3
エネルギー資源
振り分け変更画面



正確な情報があり、これらの情報を変更・更新したい場合には、変更ボタンをクリックして数値を変更し、登録し直します（図3-3-2）。

② エネルギー資源の振り分け

「エネルギー資源の振り分け」内にある変更ボタンをクリックすると、エネルギー資源振り分け変更画面が表示されます（図3-3-3）。ここでは、エネルギー資源の種類ごとに、振り分け割合重量を変更することができます。また、フロー図ボタンをクリックすると、全てのエネルギー資源の流れを示すフロー図が表示されます（図3-3-4）。ここでは、全体を見ながら振り分け量を変更することができます。

詳しくフロー図による資源振り分けの方法について解説します。(i) フローによる表示画面（図3-3-4）で、画面右側のツールボックスの値欄に振り分ける量を入力し、(ii) やじるし作成ボタンをクリックします。(iii) 振り分けるエネルギー資源のボックスをクリックし、次に振り分け先の施設のボックスをクリックすると矢印が作成できます。（矢印は必ず「エネルギー資源」から「施設」へ作成して下さい。）(iv) 矢印を修正したい場合は、矢印の上で右クリックし、属性編集、もしくは矢印をダブルクリックします。修正した割合を更新する場合は、画面上の適当な位置（ボックス・矢印以外）をクリックして下さい。(v) すべての入力が完了したらツールボックスの保存するボタンを必ずクリックします。(vi) 戻るボタン（）をクリックしてコックピット画面に戻ります。

＜ステップアップ1　処理技術の面から検討する＞

これまでは地域にある具体的施設別に資源の振り分けを見てきましたが、利用する技術別に、資源の振り分けを見てみるとどうでしょうか。

コックピット画面（図3-3-1）の「利用する技術」内にある現況確認ボタンをクリックすると、資源の種類別に、どのような技術でどれだけの量の資源が処理されているのか把握することができます。これらの配分は、「利用する技術」内にある変更ボタンをクリックして表示される、利用する技術変更画面（図3-3-5）で自由に変更することができます。また、「フロー図」ボタンをクリックすると、全てのエネルギー資源の動きを示すフロー図が表示されますので、全体を考えながら技術ごとに資源の配

図3-3-4　フロー図による資源振り分け

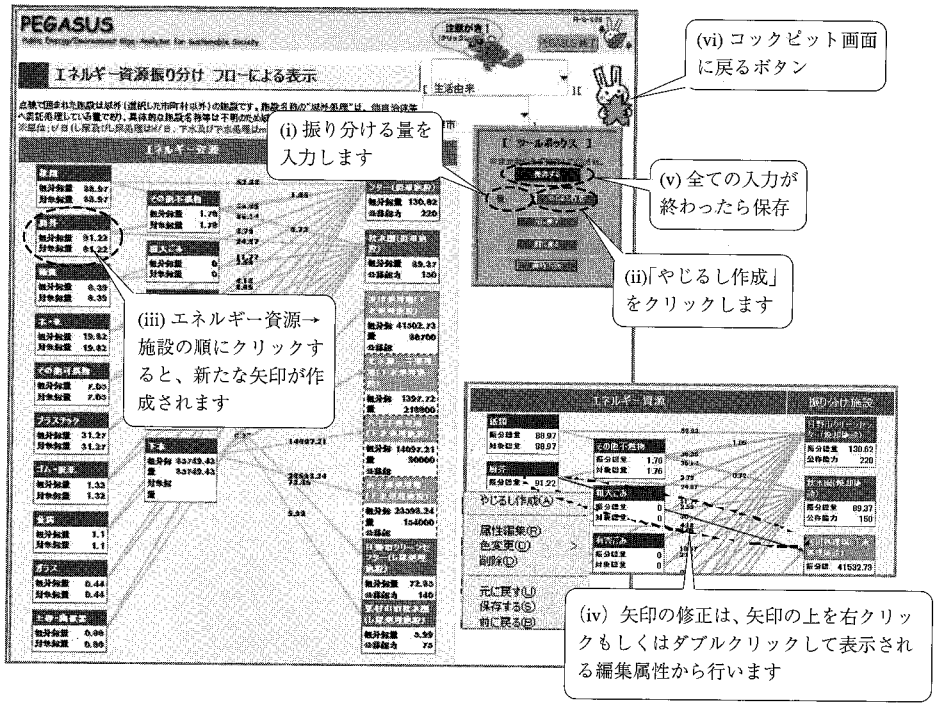
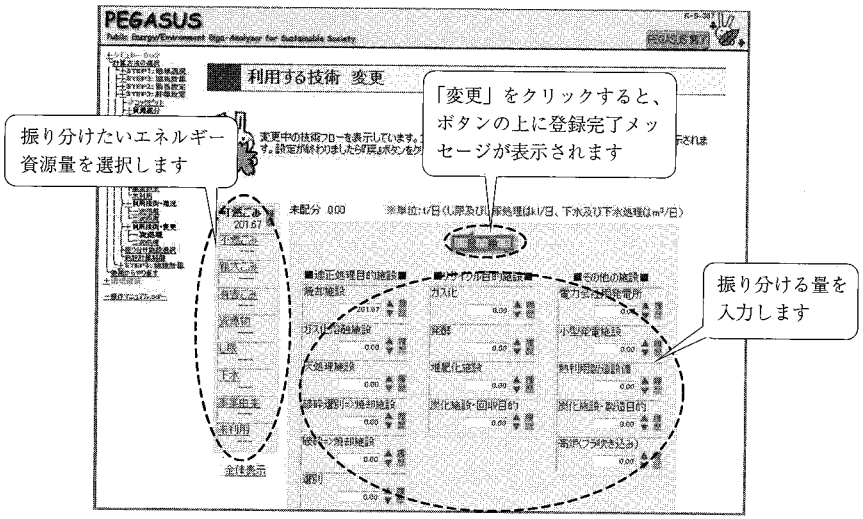


図3-3-5　技術変更画面



分を変更することができます（図3-3-6）。

詳しくフロー図からの処理技術振り分けの方法について解説します。(i) フローによる表示画面（図3-3-6）で、画面右側のツールボックスの値欄に振り分ける量を入力し、(ii) やじるし作成ボタンをクリックします。(iii) 振り分けるエネルギー資源のボックスをクリックし、次に振り分け先の施設のボックスをクリックすると矢印が作成できます。(矢印は必ず「エネルギー資源」から「施設」へ作成して下さい。) (iv) 矢印を修正したい場合は、矢印の上で右クリックし、属性編集、もしくは矢印をダブルクリックします。修正した割合を更新する場合は、画面上の適当な位置（ボックス・矢印以外）をクリックして下さい。(v) すべての入力が完了したらツールボックスの保存するボタンを必ずクリックします。(vi) 戻るボタン（🐰）をクリックしてコックピット画面に戻ります。

<ステップアップ2　施設の追加・施設の計算式の変更>

ここまでは、PEGASUSに登録されている地域の施設や技術をもとに、資源の振り分けを変更する方法について、マスターしてきました。更に、施設の追加や、既存の施設の計算式の変更ができるようになれば、どんなシミュレーションも自由自在。地域に将来こんな施設を作ったら？現在PEGASUS上には登録されていないけれども、地域のこんな既存施設で資源の活用をすればいいのでは？シミュレーションが楽しいのはここからです！

新たな施設を追加するには詳細設定のためのコックピット画面（図3-3-1）の「利用する施設設定」内にある施設追加ボタンをクリックします。そうすると、振り分け施設の選択画面（図3-3-7）が表示されます。現在の対象地域内に存在する施設はあらかじめ表示されています。新たな施設を追加する場合には、新規追加ボタンをクリックすると、新規施設の追加画面が表示されますから、名称をはじめ、プルダウンメニューなども使いながら、新しい施設の種類、施設の小分類（記入しなくても良い施設もあります）都道府県、市区町村、公称能力（処理できる量）、整備管理手法、など設定をしていきます。登録ボタンをクリックすると、施設の一覧に設定した施設が新たに加わります。

図3-3-6　フロー図による処理技術振り分け

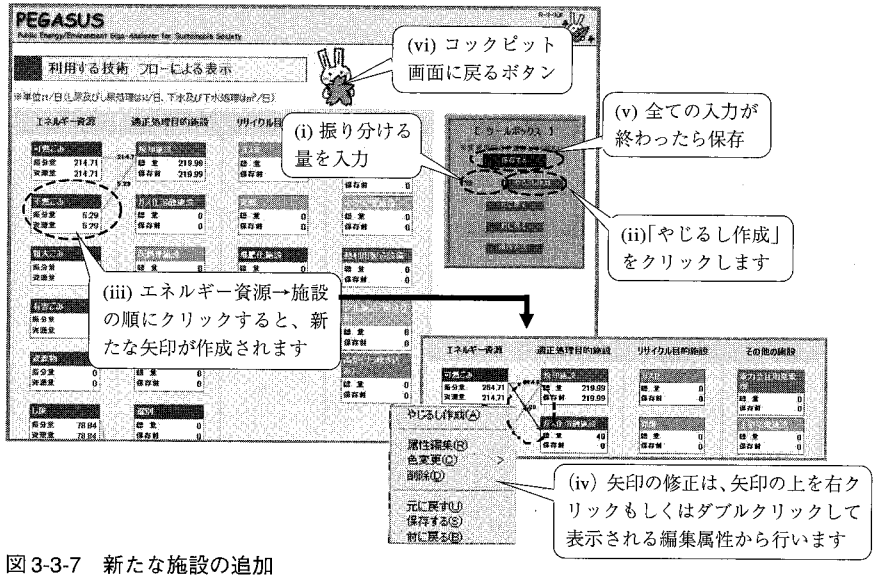
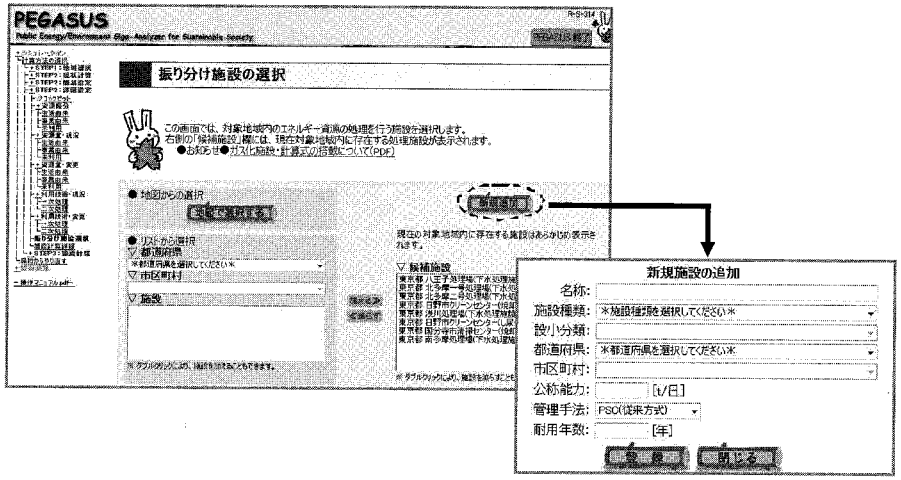


図3-3-7　新たな施設の追加



教えて！サワイさん



Q：矢印を右クリックして表示される編集属性は、フロー図の背後に表示されてしまいます。見にくいんですけど……

A：本当に見にくいですね。しかしこの画面はプログラムが複雑なので今すぐには直せません（他が壊れるので……）。当面はこのままでご勘弁下さい。

これが、今ある施設の建て替え候補なのであれば、施設一覧のなかから立て替え候補施設を削除するのを忘れないようにしましょう。戻るボタン（）をクリックすると、コックピット画面に戻ります。

今登録されている施設の処理能力の更新など、技術アップを狙いたい場合は、PEGASUSに登録されている計算式そのものを変更してしまうこともできます。詳細設定のためのコックピット画面（図3-3-1）の「利用する施設設定」内にある施設計算詳細ボタンをクリックします。そうすると、現在の対象地域内に存在する施設の一覧が表示されます。このなかから、変換式を設定する施設をクリックすると、その施設のフロー図が現れます（図3-3-8）。このフロー図のボックス（設備）をクリックすると、設備内部の詳細画面が表示されます（図3-3-9）。この画面から、追加ボタンをクリックして、設備に入力する物質、設備に補完する物質、出力物質の追加等を行うことができます。また、入力物質、補完物質、出力物質の計算ボタンをクリックすると、それぞれの物質を定義する計算の設定の変更を行うことができます（図3-3-10）。値を入力し、登録ボタンをクリックすることで、遷移行列の内容を変更することができます。出力物質の計算設定では、画面中央にある遷移行列EXCELボタンをクリックすることで、エクセルに遷移行列として表示することができます（図3-3-11）。内容の変更は画面上でしかできませんが、参照するだけであれば、Excel表が便利です。

もっと詳しく：PEGASUS計算式の構造

施設技術計算は以下のように階層が分かれています。階層が下になるほど、施設の細部に関する内容になります。

① 施設フロー：施設のフローを表示します（図3-3-8）。
② 設備フロー：①の施設フローを構成する設備の入出力フローを表示します（図3-3-9）。
③ 内部計算　：設備内部の変換特性を入出力物質の種類ごとに定義する階層です。計算式は遷移行列で表現され、計算式の変更・設定を行う場合はブラウザ上で実行します（図3-3-10）。また、計算内容について、エクセルファイルでダウンロード・参照を行うことも可能です（図3-3-11）。

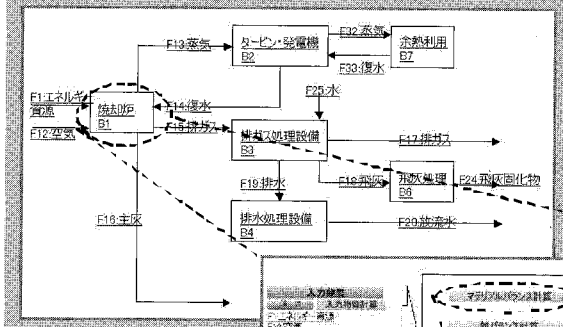
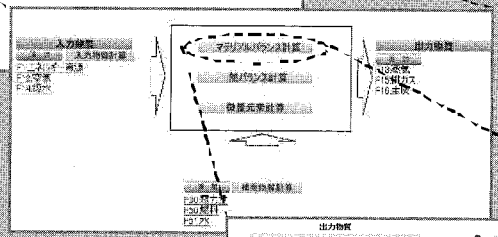


図3-3-8　施設フロー図


図3-3-9　設備フロー図

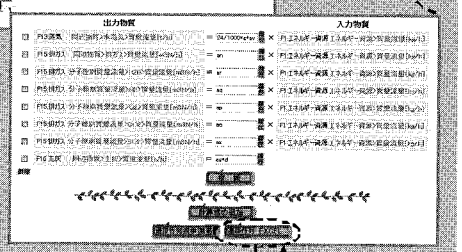
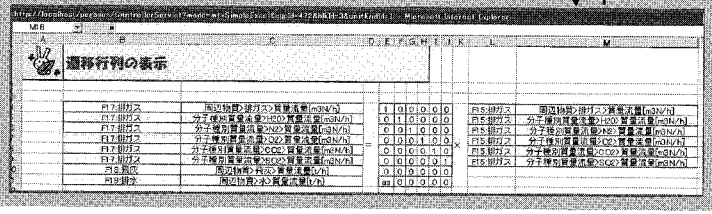

図3-3-10　内部計算式

図3-3-11 内部計算のエクセル形式でのダウンロード機能



【練習問題】

千葉県西部で、施設の“集約化”による地域システムの変化について、検討してみましょう。この地域の課題は、市町村単位を中心に多くの同種施設が立地していることです（図3-2-2参照、P87）。

① まず、市川市、船橋市、松戸市、野田市、佐倉市、習志野市、柏市、流山市、八千代市、我孫子市、鎌ヶ谷市、浦安市、四街道市、印西市、白井市、印旛村、本埜村を選択し、グループ化を行います。

② この地域に、散在する焼却施設を全国の最大規模である1,000t/日以上の大型3施設に統合し、大型化施設は最新技術を用いて高効率発電を行い、民間活力を用いた運営方式によるコストの削減を目指します。

【計算のヒント】

大型の高効率発電施設を新規作成します。大規模集約化による効果を得るため、発電効率を20%以上に設定し、コスト削減を目指した施設の整備管理手法を選択します。デフォルトではPSC（従来方式）、DB+O（公設＋民営）、DBO（公設民営）、PFIの4種類から選択できます。

③ DRYごみとWETごみに分け、WETごみはメタン発酵施設でエネルギー回収を行います。

【計算のヒント】

シナリオ2を適用します。

④ DRYごみとWETごみに分け、DRYごみは既存の発電所、WETごみはメタン発酵施設でエネルギー回収を行います。

【計算のヒント】

シナリオ3を適用します。

第4章

新技術を提案する

（上級者用）

廃棄物や自然エネルギー、バイオマスを含む地域の未利用資源を活用する際に、多くの場合、施設のコスト（初期・ランニングを含む）が障害になっています。本当に地域にとって有用な「技術」とは何でしょうか。それは研究の場の最前線で提案される最先端技術とは限らず、比較的安価な既存技術の適用や、既存技術の新たな組み合わせで十分かもしれません。

この章では、PEGASUSのシステムにはない技術や、既存の技術の組み合わせなど、新たな技術の提案を行い、その妥当性についても簡易的に評価することができる、「新技術搭載機能」の使い方について解説しています。主に専門家や実務に携わっておられる方々を対象にしているものですので、一般の方々は、この章をスキップしていただいて構いません。

企業の皆さんは、お持ちの良い技術をPEGASUSで紹介し、市民に検討してもらうため、技術登載システムを活用して下さい。

4－1　PEGASUSの計算基本モデルと構造

PEGASUSでは、「エネルギーの利用量」・「温室効果ガス排出量」・「コスト」などの計算を行うことを目的に、様々な未利用資源を有効に活用するための変換技術について、一連の変換機能を有する「施設」を、その機能実現のために必要な「設備」の集合として定義しています（図4-1-1）。

図4-1-1　PEGASUSにおける「施設」と「設備」の考え方

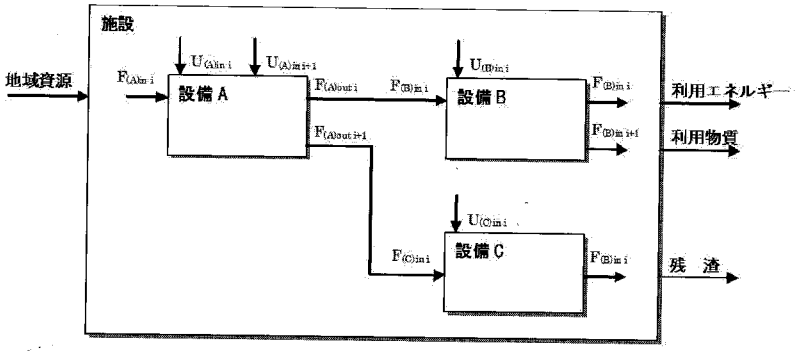


図4-1-1に見られる設備の出入力については、以下に示す計算モデルで定義することとしています。

F out = f (F in ,　U in)

U in = g (F in)

F in：設備への入力

F out：設備からの出力

U in：設備の消費ユーティリティ

f：設備の変換特性

g：ユーティリティ使用特性

ただし、f（変換特性）、g（使用特性）は本来、運転状況、気象条件、経年変化等の様々な外部要因から影響を受けるものであり、PEGASUSは様々なシナリオを地域に適用した場合の定量的効果や傾向変化について、平均的な値を年間量で把握することを前提としているため、f、gは「定常状態での平均的な値」を入力することとなっています。

施設の定義画面は、以下のように階層が分かれています。階層が下になるほど、施設の細部に関する内容を定義していくことになります。

①施設レベル：施設技術のトップ画面になります（図4-1-2）。

②設備レベル：施設を構成する設備単位のレベルになります（図4-1-3）。

③計算式レベル：設備内部の計算式について、計算対象の種類ごとに存在します（図4-1-4）。

このようなPEGASUSの計算式の構造については、第3章の＜ステップアップ2　施設の追加・施設の計算式の変更＞（P102～105）でも解説しています。また、第3章との対応関係については、P111の「もっと詳しく」を参照してください。

第3章では、あらかじめ入力されている情報に新たな情報を付け加えたり、変更を加えたりすることを目的としていましたが、新技術搭画面では、PEGASUSに新たな施設や技術情報を入力するだけでなく、その妥当性（マテリアルバランス、エネルギーバランス）についてもチェックできるのが特徴です。

4－2　新技術を搭載するための方法

新技術を搭載するための方法を、ここではバイオガス化施設における発電設備に、自動車エンジンを利用する既存の計算モデルを組み込むケースを事例として、①システムログイン、②施設・設備の定義、と進みながら解説していきます。

まずは、自動車エンジン発電モデルをご紹介します（P112・113）。この計算モデルは、東京大学工学部金子研究室（金子成彦教授）により開発され、PEGASUS用のプログラムとして提供していただいたものです。このモデルの意義や参考資料等は、P114「もっと詳しく」をご覧下さい。

もっと詳しく：新技術搭載画面と第3章PEGASUS計算式の構造（P105）との対応関係

第3章（P105）で説明したフローに従い、新技術搭載機能では自分で作成することができます。

●施設フロー（図3-3-8に対応）

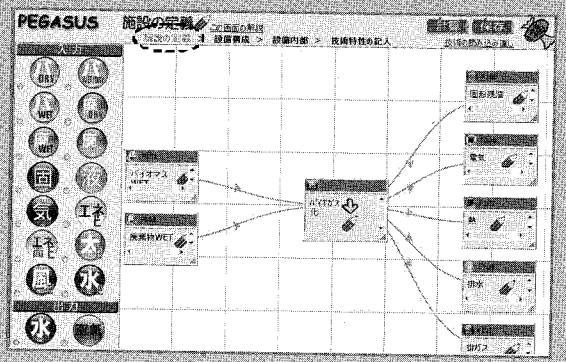


図4-1-2
施設の定義画面

●設備フロー（図3-3-9に対応）

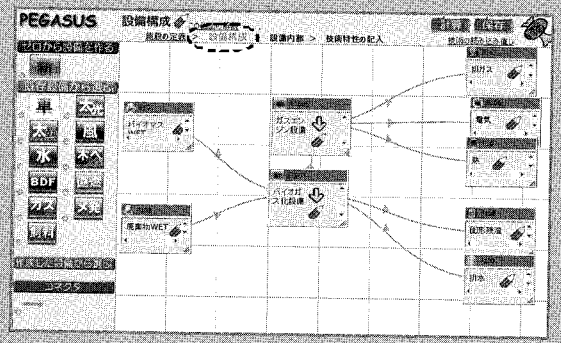


図4-1-3
設備の定義画面

●内部計算（図3-3-10に対応）

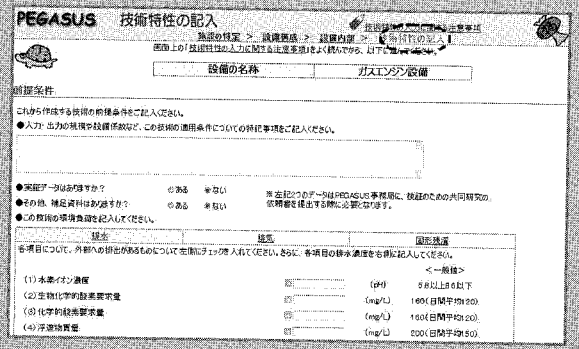


図4-1-4
設備内部の計算式定義画面

自動車エンジン発電モデル

■概要

この計算モデルは東京大学工学部金子研究室（金子成彦教授）により開発され、PEGASUS用のプログラムとして提供していただいたものです。

供給される燃料流量から、定常状態でのエンジン出力、CO_2排出量を計算するプログラムとなっています。下図に示すように以下の①～⑥の入力項目から、「エンジン出力」、「二酸化炭素排出量」、「必要なエンジン排気量」が計算可能です。

＜入力項目＞
①燃料組成（$C_lH_mO_nN_k$）
②燃料流量[m³/sec]
③燃料の低位発熱量[kJ/kg]
④エンジンの熱効率
（0.3～0.45）
⑤当量比（空燃比）
（0.8～1.0）
⑥エンジン回転数 Ne[rpm]
（1,500～1,800）

＜出力項目＞
1．エンジン出力[kW]
2．二酸化炭素排出量[m³/sec]
3．必要なエンジン排気量[l]

※（　）内はモデルが想定する一般値を示す。

■計算の詳細

1．エンジン出力　[kW]

供給される燃料が持つエネルギーに、エンジンの熱効率を乗じたものをエンジン出力とする。
（燃焼効率は100%と仮定）

$$W_e = V_{fuel} \times Q_{LHV} \times \frac{12l+m+16n+14k}{0.0248} \times \frac{1}{1000} \times \eta$$

W_e	：エンジン出力[kW]	l	：燃料中の炭素数
V_{fuel}	：燃料流量 [Nm³/sec]	m	：燃料中の水素数
Q_{LHV}	：低位発熱量[kJ/kg]	n	：燃料中の酸素数
0.0248	：標準状態(25℃)1モルあたりの体積	k	：燃料中の窒素数
		η	：エンジンの熱効率(<0.45)

2．二酸化炭素排出量　[m³/sec]

供給される燃料の炭素成分はすべてCO_2に変換されて排出されるものとする。
（燃焼効率は100%と仮定）

$$V_{CO2} = l \times V_{fuel}$$

V_{CO2}	：CO_2排出量 [Nm³/sec]
V_{fuel}	：燃料流量 [Nm³/sec]
l	：燃料中の炭素数

【P113につづく】

自動車エンジン発電モデル（つづき）

3．必要なエンジン排気量　[l]

供給される燃料流量、燃料組成から、ある当量比（空燃比）での運転を仮定し、単位燃料流量あたり必要となる空気流量を求める。さらに、ある回転数でのエンジン運転を仮定することにより、必要とされるエンジンの総排気量を求める。

$$C_lH_mO_nN_k + (l+\frac{m}{4}-\frac{n}{2})O_2 + \frac{79}{21}(l+\frac{m}{4}-\frac{n}{2})N_2$$
$$\rightarrow lCO_2 + \frac{m}{2}H_2O + \frac{79}{21}(l+\frac{m}{4}-\frac{n}{2}+\frac{21k}{79\times 2})N_2$$

1）理論空燃比（燃料と空気が過不足無く反応する場合の燃料と空気の質量比）

$$(F/A)_{th} = \frac{lM_C + mM_H + nM_O + kM_N}{2M_O(l+\frac{m}{4}-\frac{n}{2}) + \frac{2\times 79}{21}M_N(l+\frac{m}{4}-\frac{n}{2})}$$

2）当量比（実際の予混合気の燃空比の理論空燃比との比）

$$\phi = \frac{F/A}{(F/A)_{th}}$$

3）燃料と空気の圧力、温度条件が同じであれば、体積の比でも当量比は定義できる。

$$\phi = \frac{F/A}{\frac{1}{l+\frac{m}{4}-\frac{n}{2}}}$$

4）F [m³] を Vfuel [Nm³/s]と置き換え、ϕを与えると必要な空気流量 A [Nm³/s]が求まり、エンジンに供給される 予混合気流量 $V_{pre}=V_{fuel}+A$ [Nm³/s]が求められる。

5）エンジンに供給される予混合気流量とエンジン回転数 Ne [rpm]および排気量 Vd [l]との関係は以下のようになる。

$$V_{pre} = \frac{Ne}{60\times 2} \times \frac{V_d}{1000}$$

もっと詳しく：　自動車エンジンのバイオガス化施設への転用について

化石燃料消費の削減や温室効果ガス削減の観点から、バイオマス資源が注目されていますが、バイオマス資源は面的に広く散在しており、その利活用のためには収集運搬プロセスで大きなコストやエネルギーが必要となることが課題としてあげられます。

そのため、大規模発電などには向かないバイオマス資源の利活用の有効な手段として、「地産地消型の利用方法」があげられますが、エネルギー変換システムを小型化するとスケールメリットが得られないなどの理由から、エネルギー単価の上昇を招くことも懸念されます。

そこで、バイオガス化などのバイオマスのエネルギー利用において、ガスエンジンなどの発電機を自動車エンジンで代替することで、イニシャルコストを抑制することが可能となり、さらには、その修理点検を自動車修理業者が行うことができるようになるため保守点検などが容易になり、その結果ランニングコストも抑えることができると考えられます。

そのように、自動車エンジンとバイオマス資源のマッチングが分散型エネルギーシステムを検討する上で有効なツールの１つとして、注目されます。

【参考文献】

山崎由大、戸松豪、永田裕樹、金子成彦「バイオマスガス対応小型ガスエンジンの開発（低カロリーガス燃料の燃焼特性）」日本機械学会論文集（B編）73巻729号（2007-5）

山崎大輔、西澤幸紘、永田裕樹、山崎由大、金子成彦「自動車用ガソリンエンジンを転用した小型バイオマスガスエンジンの開発」日本機械学会年次大会講演論文集、2008号vol.3 pp:187-188

山崎由大、戸松豪、永田裕樹、金子成彦「筒内圧力のリアルタイム解析によるバイオマスガスエンジンの運転制御」日本機械学会論文集（C編）74巻741号（2008-5）

Yudai YAMASAKI, "Small Size Gas Engine System for Gaseous Fuels Generated from Biomass" Journal of the Japan Institute ofEnergy, 88,pp 803-809 (2009)

西澤幸紘、山崎大輔、永田裕樹、山崎由大、金子成彦「自動車用エンジン転用によるバイオマスガスエンジンの開発」日本機械学会論文集（B編）75巻751号（2009-3）

山崎由大、菅野雅信、西澤幸紘、永田裕樹、金子成彦「HCCIエンジンにおけるバイオマスガスの着火燃焼特性」日本機械学会論文集（B編）75巻751号（2009-3）

山崎由大、西澤幸紘、金子成彦「多様な燃料組成に対応可能な小型ガスエンジンシステムの開発」日本機械学会論文集（B編）76巻764号（2010-4）

山崎由大、菅野雅信、田浦康弘、金子成彦「バイオマスガスのH2およびCOがHCCエンジンの着火および燃焼に及ぼす影響」日本機械学会論文集（B編）76巻761号（2010-1）

MEMO

それでは、バイオガス化施設における発電設備に、自動車エンジン計算モデルを組み込んでいきましょう。

① システムログイン

まず、PEGASUSのシステムに入ったら、「技術テンプレート（β版）」をクリックして（図4-2-1）、技術テンプレート画面に入ります（図4-2-2）。ログインIDとパスワードを正しく入力し、ログインボタンをクリックしてログインします。IDとパスワードを持っていない場合には、ゲストログインボタンでログインすることもできます（その場合、保存した施設・設備が他の人と共有となりますので、ご注意下さい）。ID・パスワードの交付については、第2章（P21）もしくは第3章（P70）をご参照下さい。

図4-2-1　トップページ

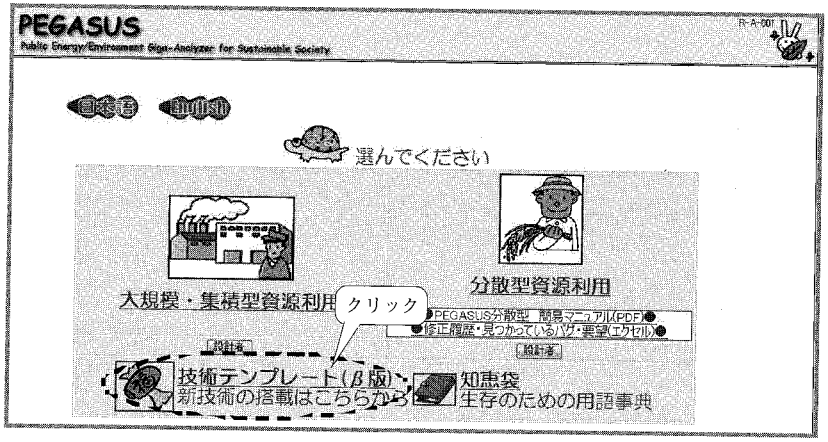
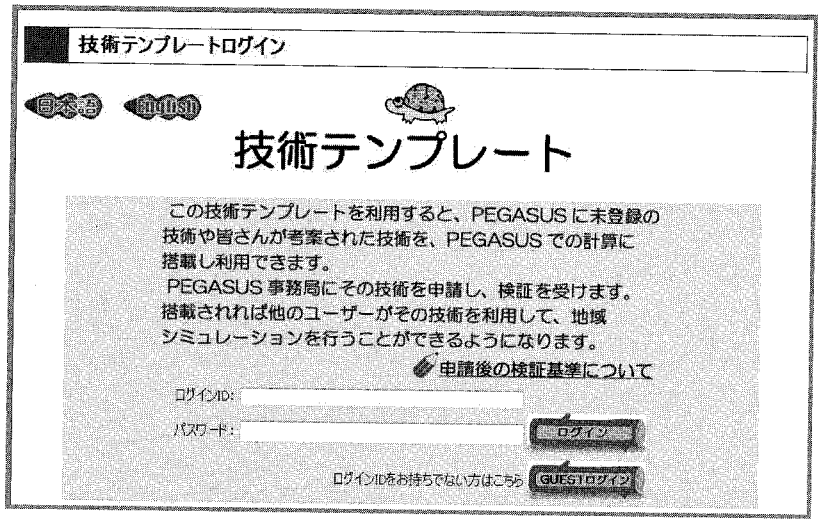


図4-2-2　技術テンプレート画面トップページ



② 施設・設備の定義

ログインすると、「作成済み技術の読み込み」画面に移動します（図4-2-3）。ここでは、作成済みの技術があれば読みこんで利用することができますし、まったく新しく作成する場合には、施設・設備のいずれかのレベルを選び、定義をしていきます。

施設レベルボタンをクリックすると、テンプレートひな形の選択ページが表示され（図4-2-4）、ここで大規模版や分散型を選び、各システムで利用している施設の入力・出力をあらかじめ定義した状態を呼び出し、それを基に修正を加えたり、新たな定義を作成したりすることができます。設備レベルボタンをクリックすると、設備内部定義画面へ行き、定義をしていくことになります。

ここでは、施設レベルを選び、分散型を選びます。そうすると、分散型で利用している施設の入力・出力のひな形が現れます（図4-2-5）。出力・入力を適宜追加・削除したり、物質の定義をしたりしていきます。それぞれの操作方法は以下のようになります。

◆出入力の追加

「入力」物質、「出力」物質一覧の中から、追加したい物質の横にあるラジオボタン（ ）をクリックすると、画面上に新たな物質ボックスが現れます。

◆出入力の削除

削除したい入力ボックスを右クリックして出てくるプロパティボタンの「削除」をクリックして削除します。

◆名称の登録

物質の名称を入力するには、物質ボックスの鉛筆ボタンをクリックし、名称を変更し、登録ボタンをクリックします。

◆登録した名称の反映

登録された名称を画面上に反映するには、登録画面を閉じるボタンで閉じると、登録した名称が反映されます。

図4-2-3　作成済み技術の読み込み画面

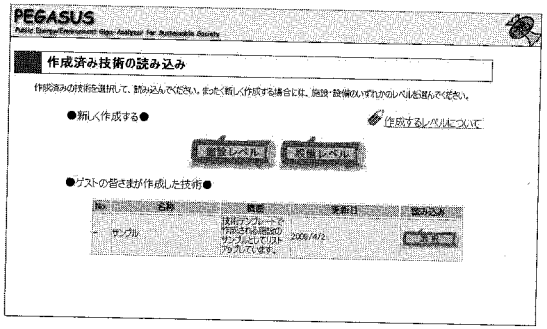


図4-2-4　テンプレートひな形選択画面

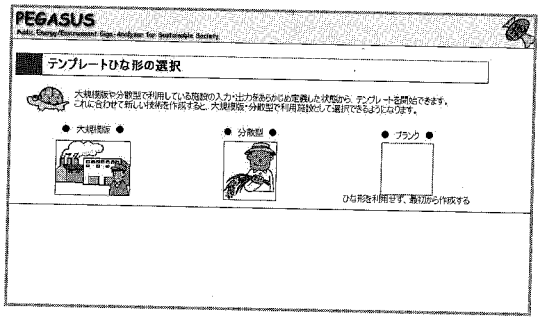
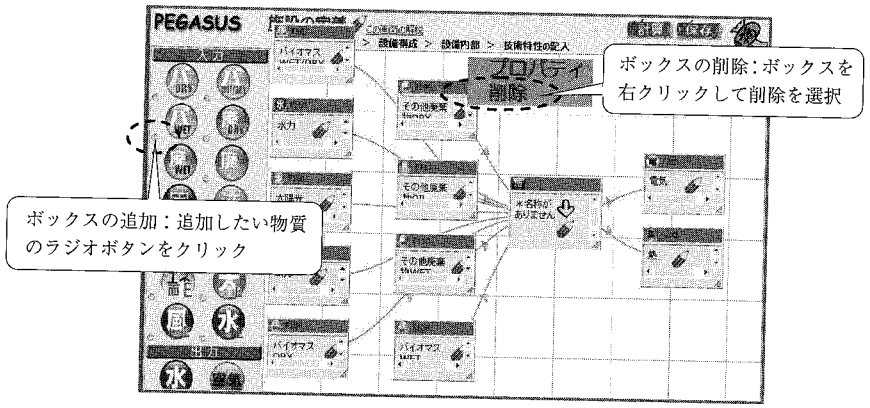


図4-2-5　分散型テンプレートひな形



それでは、バイオガス化施設の出入力を以下のように定義します（図4-2-6）。

	入力／出力	アイコン種類	名　称
1．	入力	バイオマスWET	バイオマスWET
2．	出力	電気	電気
3．		その他・気体	排ガス
4．		その他・固体	堆肥
5．		その他・固体	固形残渣
6．		その他・液体	排水

施設の稼働・コストに関する数値等もわかっている場合には、施設ボックスの鉛筆ボタンをクリックすると、施設登録画面が表示されますので（図4-2-7）、適宜情報を入力し、登録ボタンをクリックします。

次に、バイオガス化施設の設備構成の定義を行っていきます。バイオガス化施設ボックスの矢印ボタンをクリックすると、設備構成画面が表示されます（図4-2-8）。設備構成の決定を行うためには、以下の操作を行います（図4-2-9）。

◆設備構成の決定

左アイコンから、利用する「施設」を選択します。通常メタン発酵施設のみを使いますが、ここでは、バイオガス化施設に自動車エンジンを組み込むシナリオとなりますので、メタン発酵ボタン（メ発ボタン）と自動車エンジン発電ボタン（車ボタン）の横にあるラジオボタン（　）をクリックします。すると、設備構成画面上にメタン発酵ボックスと自動車エンジン発電ボックスが現れます。

◆出入力の定義のためのコネクタの引き方

左メニューの最下部にあるコネクタのラジオボタン（　）をオンにします。コネクタを引きたいボックスの中心から中心に向かって、ドラッグアンドドロップ（クリックしたまま動かすこと）をします。

◆コネクタの変更

コネクタの変更は、コネクタの中心をクリックして表示される変更ウィンドウで行えます。コネクタの削除はできません。

図4-2-6 バイオガス化施設の出入力の定義

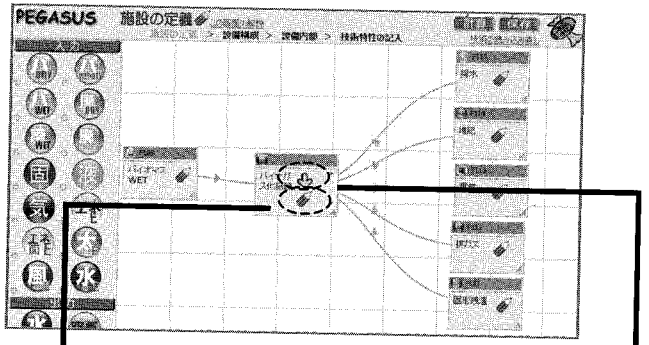


図4-2-7 施設登録画面

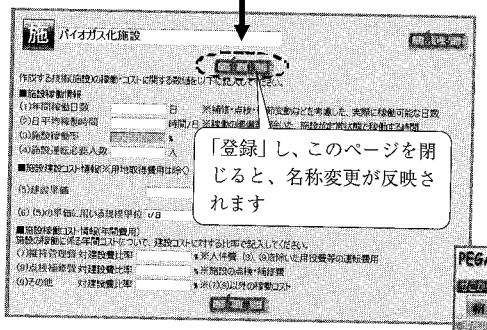


図4-2-8　設備構成画面

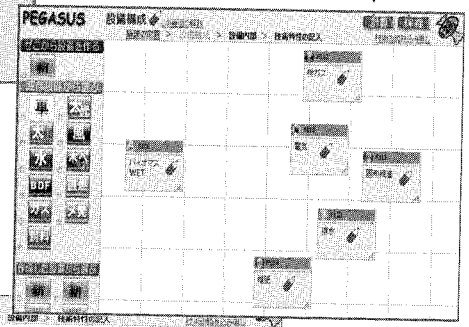
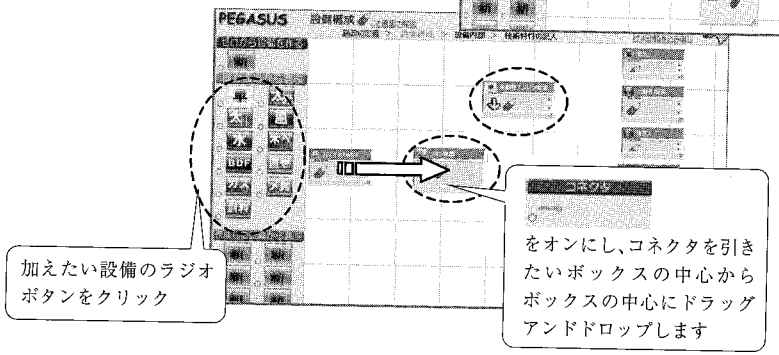


図4-2-9 設備構成の決定



ここでは、以下の7本のコネクタを引いていきましょう。

	開始点ボックス		終点ボックス
1.	バイオマス WET	⇒	メタン発酵（バイオマス WET）
2.	メタン発酵（メタンガス）	⇒	自動車エンジン発電（燃料）
3.	自動車エンジン発電（電気）	⇒	電気
4.	自動車エンジン発電（その他・気体）	⇒	排ガス
5.	メタン発酵（堆肥）	⇒	堆肥
6.	メタン発酵（固形残渣）	⇒	固形残渣
7.	メタン発酵（排水）	⇒	排水

※コネクタの定義については、もっと詳しく（P123）を参照して下さい。

次に、メタン発酵設備、自動車エンジン発電設備の内部を確認しながら、設備の技術特性の定義の仕方について解説していきます。

設備構成画面から、自動車エンジン発電ボックスの矢印ボタンをクリックすると、設備内部画面に、自動車エンジン設備単体の出入力が確認できます（図4-2-10）。更に自動車エンジン発電ボックスの矢印ボタンをクリックすると、技術特性の記入画面が表示されます（図4-2-11）。

技術特性の記入をしていくには、①前提条件の記入、②STEP 1 変換特性の設定（1）～定数（設備諸元）の設定～、③STEP 2 変換特性の設定（2）～変数（設備パラメータ）の設定～、④STEP 3 ユーティリティ消費特性 g の定義、⑤STEP 4 変換特性 f の定義、と進んでいきます。

もっと詳しく：コネクタの定義

コネクタの定義については、コネクタの接続元、接続先のボックスの種類によって、選択項目が異なります。

- 「接続元」＝「資源」、「接続先」＝「設備」の場合
  接続元資源に対応する接続先設備の入力物質を選択します。
- 「接続元」＝「設備」、「接続先」＝「資源」の場合
  接続先資源に対応する、接続元設備からの出力物質を選択します。
- 「接続元」＝「設備」、「接続先」＝「設備」の場合
  接続元設備からの出力物質を、接続先設備の入力物質に対応させるように、それぞれ選択します。

図4-2-10 自動車エンジン発電設備の出入力フロー

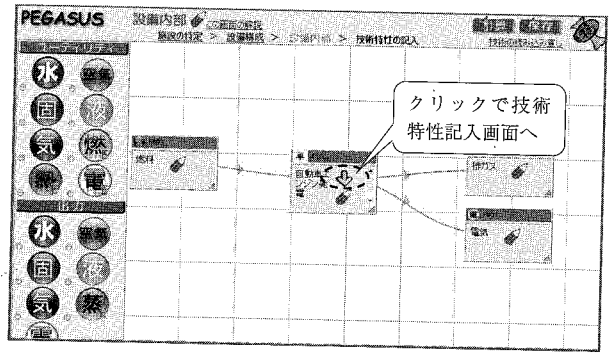
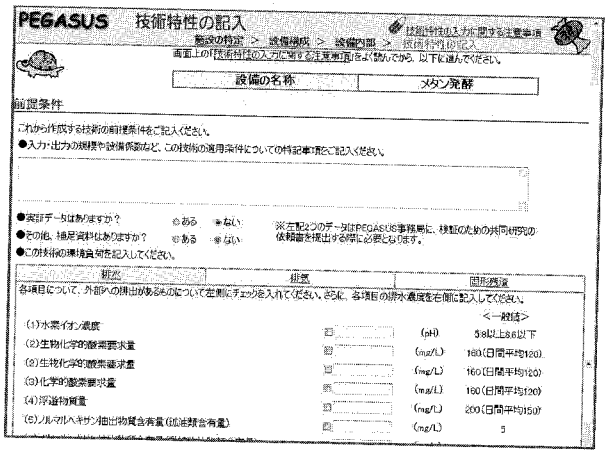


図4-2-11 技術特性記入画面



①前提条件の記入（図4-2-11）

技術の前提条件についてわかっていることを一通り記入していきます。環境負荷についても、一般値を参考にしながら、どの程度の環境負荷をかける技術であるのかについて、わかる範囲で記入していきます。ここは、あくまでも情報として書き込む項目ですから、直接計算に係るものではありません。ただし、実用化する際などに、ここに入力した情報は大変重要になってくるはずです。

②STEP1 変換特性の設定（１）～定数（設備諸元）の設定～

入出力物質に応じて、変換特性f、ユーティリティ消費特性g（Step 3）に用いる『定数』（設備諸元）について「名称」「数値」「単位」の設定を図4-2-12のように行い、登録します。

> ～P112・113「自動車エンジン発電モデルの基礎データ」を例としたケーススタディ～
>
> STEP 1では、既存の計算モデルに含まれる「定数」を定義するため「エンジン回転数」「当量比（空燃比）」「エンジンの熱効率」、さらには計算の前提条件として必要な「標準状態1モルあたりの体積」「燃料の分子量」「燃料中の炭素数、水素数、酸素数、窒素数」を定義します。
>
> また、このケースではバイオガス（メタン）を燃料として想定しますが、メタン発酵によるバイオガス中に含まれるメタンガス濃度は100%ではありませんので、その濃度を定義します。さらに、PEGASUS上で最終的には電力として扱うために「発電ロス」を定義します。図4-2-12は、これらの一般値を設定した状態を示します。
>
> なお、実際の入力時には「値」だけでなく、必要に応じて「単位」を入力することも忘れないで下さい。

③STEP2 変換特性の設定（２）　～変数（設備パラメータ）の設定～

変換特性f、ユーティリティ消費特製g（STEP 3）に用いる『変数』について、必要に応じて数式を定義し、登録します。

なお、数式に用いる入力物質のプロパティはF［入力物質コード_プロパティコード］で表します。例えば、図4-2-13の必要なエンジン排気量を定義する式に含まれている“F[815_608]”とは、“815”がバイオガスのコード番号、“608”は質量流量のコード番号になります。

このような、既に定義されているパラメータやSTEP 1で定義した定数を引用する場合は、定義したパラメータの一覧を見るボタンからコピーすることができます。また、キーボードから直接入力して設定することも可能です。

図4-2-12　変換特性（定数）の設定例

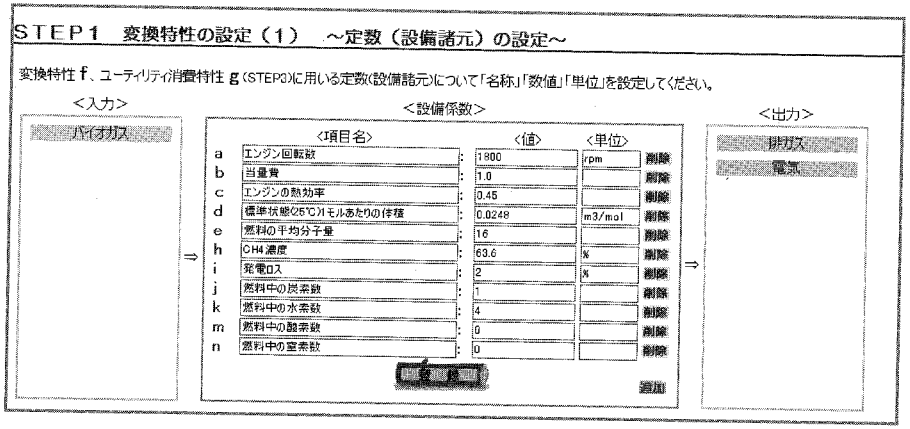
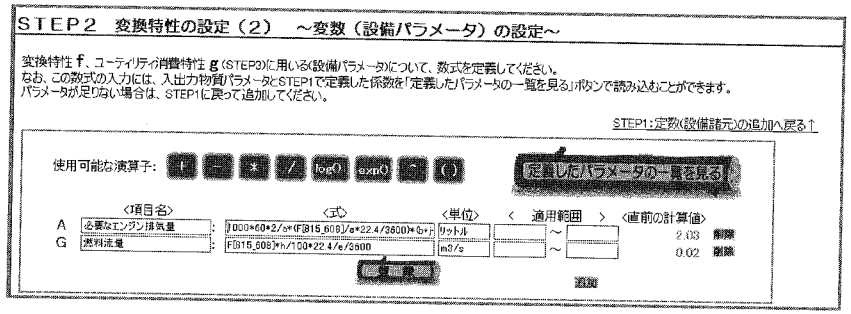


図4-2-13　変換特性（変数）の設定例



～P112・113「自動車エンジン発電モデルの基礎データ」を例としたケーススタディ～

STEP 1では、既存の計算モデルに含まれる「定数」を定義しました。STEP 2では「変数」を中心に定義することとなりますが、後段のSTEP 3や4で必要な「中間式」を定義すると考えてください。

このケースでは、STEP 4で最終的な出力として定義する「電気」と「排ガス」の特性を定義するために必要な「燃料流量」を定義します。

「必要なエンジン排気量」

PEGASUSの地域シミュレーションにおける、設備計算の主な目的は最終的な出力を計算することですので、この項目は省略することも可能ですが、補助的に必要なエンジン排気量を計算しておくことで施設への適用の現実性を検討する参考になりますので、ここでエンジン排気量の計算式を定義しておきます。

P113の計算式から以下のとおり定義します。

必要なエンジン排気量＝1000 * 60 * 2 / エンジン回転数 * 燃料流量 *（当量比＋炭素数＋水素数/4-酸素数/2）/当量比

⇒1000*60*2/a*（F［815_608］/e*22.4/3600）*（b+j+k/4-m/2）/b

「燃料流量」

この設備に流入する燃料の質量流量を定義したパラメータの一覧を見るで読み出します（ここではF[815_608]がバイオガスの質量流量[kg/h]になります）。この質量流量に、STEP 1で定義したバイオガス中のメタン濃度（h/100）を掛け合わせ、kg/hからm^3/sに変換します（22.4/e/3600）。

燃料流量

⇒　F[815_608]/e*22.4/3600

④STEP 3 ユーティリティ消費特性gの定義

この設備で消費するユーティリティの種類を選択し、その消費特性gを定義し、登録します。ここでは、ユーティリティについて特に定義することがありませんので、ブランクになっています（図4-2-14）。

⑤STEP 4 変換特性fの定義

入力・出力のプロパティ値および、STEP 1、2で設定した定数および変数を用いて、出力Foutの各パラメータについて、変換特性fを定義し、登録します（図4-2-15）。各出力の標準的な適用範囲についても登録することが可能で、ここで入力した範囲を超えるかどうか、後述する、施設計算結果の妥当性チェックで確認することができるようになっています。

図4-2-14　ユーティリティ消費特性g設定例

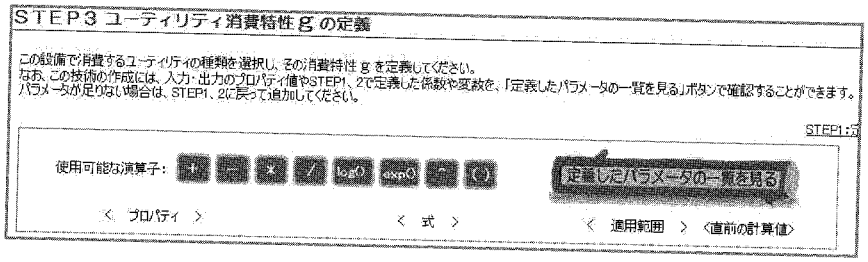
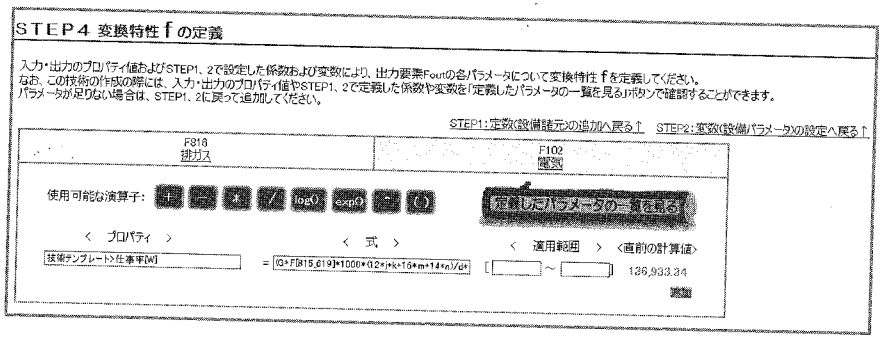


図4-2-15　変換特性fの定義例



～P112・113「自動車エンジン発電モデルの基礎データ」を例としたケーススタディ～

STEP 4ではいよいよ出力を定義しますが、「出力項目」については1つ上の階層（設備内部）で先に説明したアイコンとコネクタで設定します。

このケースでは、計算を簡易的にするためにエンジンと発電機を一体設備として、出力項目を「電気」とします。

さらに、PEGASUSではマテリアルバランス計算を実装しており、作成したモデルの妥当性確認項目の1つにもなっています。そのため、マテリアルフローに必要な「排ガス」を加えます。

P112のエンジン出力の計算式を参考に電力の計算式を以下のとおり設定します。

電気(W)　＝エンジン出力×(100－発電ロス[%])/100

エンジン出力（W）＝（燃料流量×バイオガス低位発熱量 [MJ/kg]× 1000 ×（12 ×燃料中の炭素数
＋燃料中の水素数＋ 16 ×燃料中の酸素数＋ 14 ×燃料中の窒素数）
／標準状態（25℃）1モルあたりの体積（0.0248）×（エンジンの熱効率（0.45）／1000）
× 1000

⇒（G*F[815_619]*1000*（12*j+k+16*m+14*n）/d*c/1000）*1000

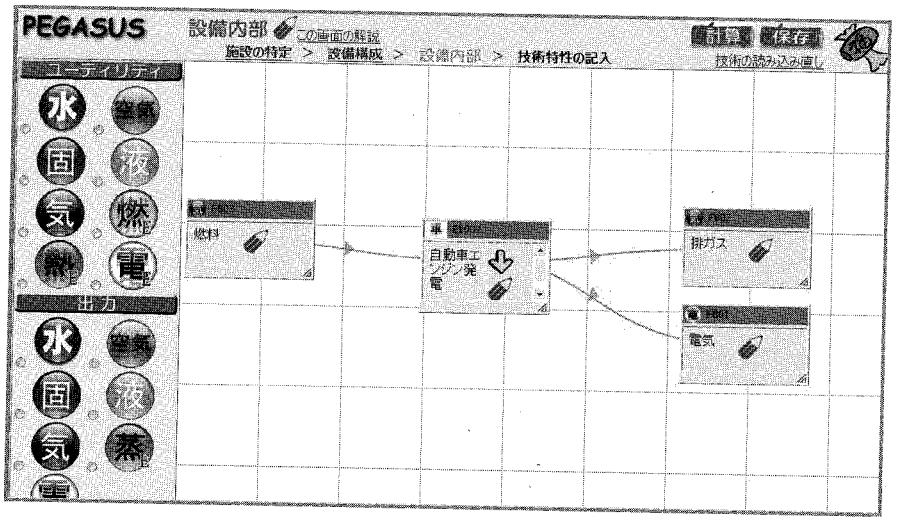
排ガス(kg)　＝燃料質量(kg)＋空気質量(kg)

（※デフォルト値ではフローを簡略化し、排ガス量≒燃料質量と定義しています）

全ての定義が終わったら、画面の最下部にある確定ボタンをクリックし、計算式を決定します。これで、自動車エンジンを発電設備に組み込む設定が完了し、設備設定画面に戻りました（図4-2-16）。

なお、メタン発酵設備は、初期設定では文献値等を基に設備諸元やパラメータが設定されていますが、自動車エンジンの設定と同様に、自分で値を変更することも可能です。

図4-2-16　設備設定画面へ戻る



4－3　提案された技術内容の妥当性チェック

設備の定義が終わったら、それぞれの設備の計算結果の妥当性をチェックします。技術特性の記入画面で計算式の決定を行ったのち、設備内部画面に戻り（図4-2-16）、計算ボタンをクリックすると、設定した設備計算の妥当性について、「適用条件」「マテリアルバランス」「エネルギーバランス」の面からシステムチェックを行うことができます。問題がない場合には信号機の色が青になり、問題がある場合、信号機の色が赤になります（図4-3-1）。チェックの詳細については、エクセル形式でファイルをダウンロードして確認することもできますので（図4-3-2）、問題があった場合には、その原因を見つけ、修正しやすくなっています。

以上が、PEGASUSで新たな技術の提案を行う手順です。ここでは、バイオガス化施設における発電設備に自動車エンジンを利用する、という既存の技術を安価に活用するアイデアをご紹介しました。皆さんも、既存の概念にとらわれず、地域に適正な技術とは、高価なシステムを安価にする方法とは、など画期的なアイデアの検証に、どんどんPEGASUSの「新技術搭載機能」を活用していただければ幸いです。

図4-3-1 設備の計算結果妥当性チェックレポート

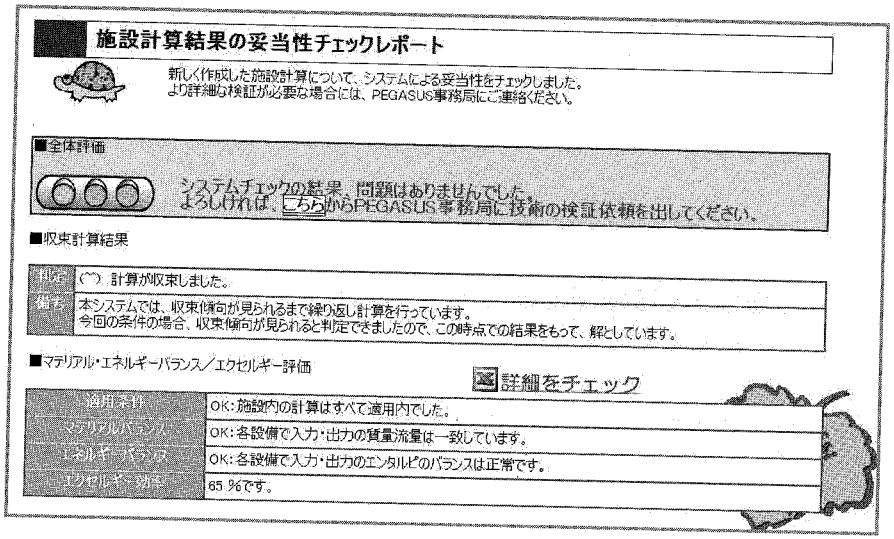
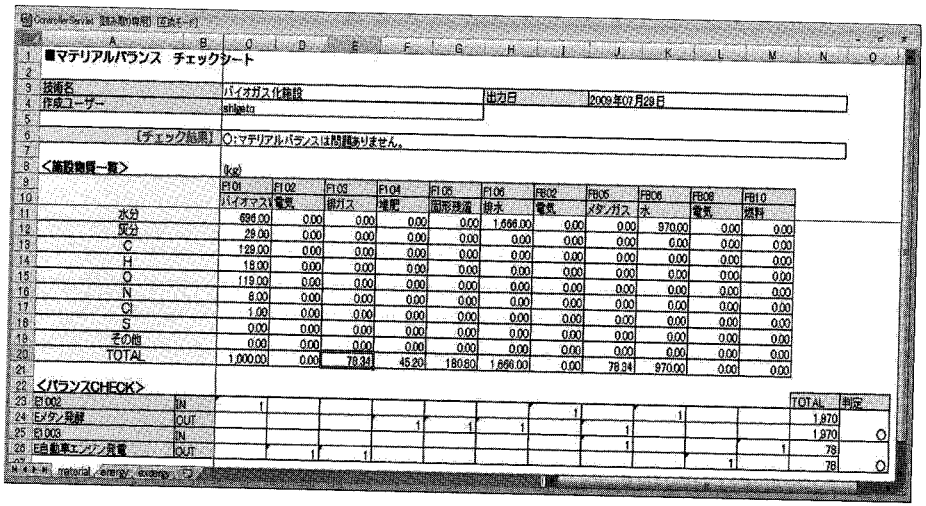


図4-3-2 システムチェック詳細結果のダウンロード画面（エクセル形式）



M E M O

第5章

PEGASUS利用
教育・研修プログラムを作る

PEGASUSは、環境政策の教育・研修ツールとしても多面的な効果を持つツールです。龍谷大学では、NPO・地方行政研究コース修士課程（以降、龍大院コースと略記）を中心に、いくつかの目的、対象を異にする試行を行いました。

本章ではその経験から、環境政策形成演習の手法と効果について紹介します。まず実際の教育・研修科目について、その対象や獲得目標、および具体的なプログラム内容について説明し、その後、PEGASUSを利用した教育・研修の効果について所見を述べることとします。

（1）事例①　地域づくりのワークショップへの利用（2008年9月）

対象と目的：

・市民、自治体職員、社会人院生を多く含む龍大院コースの大学院生という、セクターを異にする地域政策の担い手が、地域の資源を発見しながら、シミュレーションを活用した裏付けある専門情報をもとに具体性ある議論を行い、持続可能な地域政策を形成する演習。地域政策を担う「地域公共人材」に求められる、セクターを超えた連携・協力により政策過程を展開していく力の育成の一助とする。
・参加者は、シミュレーションの操作については未経験。

プログラムの企画と運営体制：

・企画・実施においてNPO政策研究所と協力・委託
・龍大院コースが採択された文部科学省大学院教育改革支援プログラムの一部として実施
・半日事前学習会＋2日連続ワークショップ（宿泊つき）（90分×15回相当）

獲得目標：

セクターをこえた参加者による議論と環境政策形成。客観情報、専門情報の収集と活用。地域づくりのアプローチに自然科学的知見を持ち、活用する。これら一連の経験による地域公共人材としての能力開発をめざす。

成果：

地域環境政策に関連する基礎知識や環境技術の動向、それらを基礎に、地域の情報の収集、加工のセクターをこえた共有をすすめた。さらに、そうした共有知識に基づくメンバー間の合意形成プロセスを体験した。市民、自治体職員、関連団体などを交え、シミュレーションの実行を通じて課題や目標を共有していく政策形成研修スタイルとして効果が確認できた。

プログラム内容：（15校時相当）

	午前	午後前半	午後後半
1日め 理論	［任意参加］大学院NPO・地方行政研究コース体験受講	①【講義】地域公共人材の役割と政策形成ー持続可能な社会づくりのために	②【講義】公共政策形成論
2日め 理論 技術 体験 議論 習熟	③政策のモデル化 ●環境政策形成の基礎（地元学的思考と政策思考） ●政策シミュレーター（ペガサス）を使うために 【外部講師、ファシリテータ】	④政策シミュレーションの実際(1) ●シミュレーションを使ってみる（テストケースの試行） ●地域環境政策モデルの作成と実行(1)さまざまな選択肢を構想する 【外部講師、ファシリテータ】	⑤政策シミュレーションの実際(2) ●地域環境政策モデルの作成と実行(2)さまざまな選択肢を構想する 【外部講師、ファシリテータ】
宿泊 交流	⑨宿泊。夕食後、「夜なべ討論会」		
3日目 技術 議論 体験 総括 評価	⑥政策シミュレーションの実際(3) ●地域環境政策モデルの作成と実行(3)さまざまな選択肢を構想する 【外部講師、ファシリテータ】	⑦シミュレーション結果の発表・評価 ●シミュレーション結果の評価ー結果の読み解き ◆結果の発表と質疑［発表］ ◆全参加者による意見交換	⑧【講義】まとめー地域公共人材の役割

※点線部分がシミュレーターを利用した実習部分

（2）事例②　講義期間での政策形成演習＋発表（90分×2校時連続×15週）

対象と目的：

龍大院コースの大学院生（学部卒若手院生）および法学部学生が、通常授業として、客観情報、専門情報と地域でのフィールドワークによって得る情報を使い、シミュレーションを活用した具体性、科学的根拠のある、地域資源を活かした環境政策、地域づくり政策を形成する。グループでの情報収集、議論、目標達成のための役割分担という、グループワークの経験と学習を行う。「地域公共人材」に求められる、セクターを超えた連携・協力により政策過程を展開していく力の育成の一助とする。

・参加者は、院生3名、学部生3名。シミュレーションの操作については未経験。コンピュータの操作もあまり得意としていないものが多かった。

プログラムの企画と運営体制：

・院・学部共同開講、教員が2名担当して2校時連続で行われる演習科目である地域政策発展演習の後期授業。

・PEGASUSの操作、PCの扱いに慣れた博士課程の院生がティーチング・アシスタントとして補助。

・講義内で「第3回全国大学まちづくり政策フォーラムin京田辺」（2009年3月、主催　京田辺市、同志社大学）に参加を決定、これを学習成果の発表の機会として設定（第2位入選）。

獲得目標：

PEGASUSとPCの操作の習熟。社会科学的アプローチに自然科学的知見を活用し、政策形成につなげる。客観情報、専門情報の収集。環境問題に関する基礎知識の学習。それらを活用した議論と合意による政策形成。グループワーク、プレゼンテーションする経験と能力の開発。これらの経験を通じた、地域公共人材としての能力開発。

成果：

PEGASUS操作、情報の収集、分析にとどまらず、時間をかけて練りあげたシミュ

レーションに基づきフィールド調査を実施することで、シミュレーションの限界と現場での適用のプロセスを学んだ。また、その結果を政策提案としてまとめることで、PEGASUSに基づいた政策形成のあり方を提示できた。

プログラム内容：（15校時＋課外）

授業回	内容
1	オリエンテーション
2～4	PEGASUS操作の習熟
5	シミュレーションの対象地域の選定、政策形成の方針、手法と情報収集等の役割分担、今後の日程と学習内容の設計
6	自治体の先進的環境政策（温暖化対策）について、講師を招聘して学ぶ（京都市総合企画局の出前講座による協力）
7	対象地域について収集した基礎データの整理、共有
8、9	各自、シミュレーションシナリオの検討
10	各自検討したシナリオの発表、講評、議論
11、12	シミュレーションとシナリオの改訂、プレゼンテーションの準備
課外（09年11月～）	現地施設ヒアリング、情報収集など
課外（09年1月～）	シミュレーションとシナリオの改訂
課外（09年2月、3月）	プレゼンテーションの準備①、プレ発表会
課外（09年3月8～10日）	「第3回全国大学まちづくり政策フォーラムin京田辺」参加。第2位に入選。 初　日：ガイダンス、講義 2日め：現地市民サポーター、京田辺市職員の支援によるフィールドワーク、情報収集、プレゼンテーション準備 3日め：プレゼンテーション
1月13日	プレゼンテーションの準備②

（3）事例③　大学院における環境政策形成演習

（2009年集中講義。90分×15回相当）

対象と目的：

龍大院コースの大学院生（社会人院生、学部卒院生とも）が、環境政策の理念と動向、環境技術の基礎を学び、シミュレーションを活用した政策形成を行う演習。地域、環境、政策、先駆事例にかかわる客観情報、専門情報を収集し、課題解決型ないし価値創造型のアプローチで、シミュレーションを活用し科学的客観性をもった政策を形成、プレゼンテーションを行う。

・参加者は個人差はあるが、PC操作の基本技術は習得済み。

プログラムの企画と運営体制：

集中的に開催する。2校時連続の講義＋2日間連続の実習＋自習＋2校時連続の発表・講評。詳細はプログラム内容参照。

・PEGASUS操作、環境技術やシミュレーションに必要な情報検索の支援に、院生ティーチング・アシスタントを1名配置。

獲得目標：

環境問題、環境政策、環境技術について知識を習得。シミュレータの操作とそのための客観情報、政策情報の収集、分析、活用。政策形成における自然科学的知見の重要性の理解。地域資源を活用した課題解決型あるいは価値創造型の政策形成アプローチ。プレゼンテーション能力。

成果：

政策課題に対してどの様な解決策があるかについてPEGASUSを通じて学ぶことにより、課題解決型の政策思考を身につける事ができた。複数人数による習熟で、政策情報収集、分析、活用のレベルアップがはかられる。

プログラム内容：（15校時＋課外）

2校時連続	環境政策の理念と動向、環境技術の基礎 PEGASUS操作の基礎	講義：環境政策の理念と動向 次回までの課題： PEGASUSで利用する各資源のしくみ、現状、動向等を分担してまとめてくる
全日 5校時相当	PEGASUSによるシミュレーション実習	課題を報告→PEGASUSで利用できる資源の理解 テーマ「ある地域（規模は問わない）の首長として地域環境政策を提案する」にそって各自作業
全日 5校時相当	PEGASUSによるシミュレーション実習 中間報告	実習、各自作業 午後後半、1校時：プレゼン、1校時：批評、講評、改善点の指摘
2校時連続	報告、議論	テーマについて成果をプレゼンテーション、講評、相互の議論、まとめ

（4）PEGASUSを利用した教育・研修科目の設計と効果

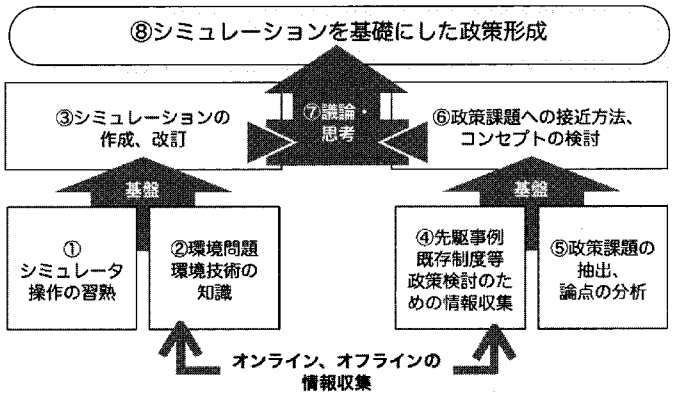
前掲の3例はいずれもPEGASUSを利用した教育・研修科目ですが、その対象と目的はそれぞれ異なっています。PEGASUSがこれまで個人ではほぼ不可能だった、「任意の地域における上質のシミュレーション」を作成できるツールであるため多様な科目の設計が可能ですが、ここでは政策形成演習の視点から、獲得目標の設定と効果について、整理を試みます。

●政策形成演習におけるシミュレーションの活用

図は、シミュレーションを用いた政策形成能力がどのような知識・技術の習得に支えられることで発揮されるかを示したものです。シミュレーションを基礎にした政策形成の結果（⑧）が質の高いものになるためには、図のように、シミュレーションの作成（③）が政策課題への接近また改訂（⑥）を繰り返しながら進めることになります。そのためには、議論ないし思考（⑦）の質の高さが求められます。また、③シミュレーションの作成は、その操作（①）の習熟と、環境問題や技術についての理解（②）の度合いに左右されます。

⑥政策課題の対応のための思考・発想には、政策に関する事例や既成の法令（④）の理解、その課題がもつ論点の検討・発掘（⑤）が基礎となります。このように、⑧

図5-4-1　シミュレーションによる政策形成能力



には⑦③⑥の質が、さらに③⑥の質はそれぞれ①②、④⑤の熟度と連動すると考えられます。このうち、②④については、情報処理の能力や情報源の開拓、インターネット上にある情報、地域のフィールドワークや印刷物等からの情報などがあげられます。その成熟には一定の時間を要し、かつ更新しつづけることが期待されます。

とくに④は、政策の発想やシミュレーションの可能性を広げる項目でもあります。例えば（2）の事例では、対象地形が平坦であることから重要ではないだろうと判断しかけた小水力発電が、他自治体で河川ではなく水道の配水施設を使って発電した事例を見つけたことから、配水施設の高低差を記した図を見つけて発電をシミュレートした結果、一転して重要な手段となったことなどがありました。また、変動や個別差が激しく捕捉しにくい設置費用等のコストを、実際におかれた類似施設の情報によって概算したり、耐用年数の近い既存の施設改修の時期にあわせたり、一時期しか使われない茶畑の防霜ファンを風力発電に活用できないか検討したりといった例もありました。シミュレータの活用から生まれる発見の経験は、政策形成の知的刺激として演習の魅力の1つでもあります。

実際の科目設計にあたっては、⑧～①のどれに教育・研修の目標の重点を置き、項目のどれに時間を配分するかが基本になるでしょう。事例（1）ではむしろ⑦、事例（2）では授業時間の多さから③⑥⑦そして⑧を目標にしましたが、それでも当然②④は課外での自習による伸張を期待することになります。事例（3）は⑧を直接に最大の目標として、グループワークではなく個人の政策形成能力の伸張を図った科目でした。

政策形成そのものが、こうした複線の能力の集合によって支えられているといえ、シミュレータによる環境政策形成演習は、政策形成のそうした特徴や、複合的な能力開発、学習経験として多くの刺激を与えうるものです。

● PEGASUSと政策形成演習

法学部を母体とする、文系、社会科学系である龍大院コースの学生は、傾向として、事例研究、政策選択についての接近方法には一定の集積があっても、自然科学的知見との連関が未熟です。言うまでもなく環境政策の領域においては、工業化による環境技術が社会に与える影響が大きく、それを自然科学的知見、社会科学の視角と組み合わせて議論することは重要です。

PEGASUSがもつ、誰でも利用でき、柔軟で任意の地域選択が可能であり、自由度や応用度の高いシミュレータという特徴は、「科学的根拠のある政策情報の生成」を、PCに熟達していない社会科学系学生にも可能にし、そのうえで現実の制約条件や先駆事例といった課題と可能性との接合をもった政策形成の演習を可能にしたといえます。その接合にはシミュレーションの試行と、個人の場合には深い思考、グループワークの場合では十分な議論が求められますが、それもまた政策の担い手「地域公共人材」の能力開発に求められる要素です。

PEGASUSというシミュレータには、利用者からみて、さらなる使い勝手の向上、平易さと応用可能性の両立といった点での改善が期待されます。科目設計においては、目標設定や科目内部での時間配分、PEGASUSの問題ではなく政策の検索や分析に資する社会科学系データベースの未整備といった点で難しさもありますが、政策形成演習で十分にその特徴を発揮し、獲得目標の達成をもたらすツールであるといえます。

〔あとがきに代えて〕

地域エネルギー政策をつくろう

白石　克孝

地域エネルギー政策立案とPEGASUS活用

ヨーロッパで先進的な環境自治体とよばれる地方自治体を訪問すると、地方自治体が地域エネルギー政策を持っているケースに出会うことが少なくありません。温室効果ガスの削減で大きな成果をあげようとすれば、当然のことですが、エネルギー使用の削減だけでなく、エネルギーをどのようにして作り出すのかということも問われます。

地域のエネルギー政策を考える上で、資源の附存量やエネルギー生産施設について知ることが重要です。PEGASUSはそうした目的に最もふさわしいシミュレーターです。再生可能エネルギーだけでなく、廃棄物のエネルギー利用も計算できるのが、PEGASUSの特徴です。このことが、現実の地域エネルギー政策の立案に活きてくるのです。

PEGASUSを使った講義や研修では、エネルギー生産を地域から考えることが新鮮であったという評価が出てきます。ここでは、ドイツを中心としたいくつかの事例を紹介します。地域エネルギー政策をつくるという発想がいかに重要であるかが、理解いただけると思います。

ユンデ村　バイオマスでエネルギー自給

バイオマスエネルギーの村落として有名なドイツのユンデ村では、ゲッティンゲン大学の「持続的発展のための学際センター」のサポートを受けて、バイオマスを中心とした地域エネルギー政策をたてました。

地域で処理しなければならない家畜の屎尿、農作物（なたね、小麦、大麦、トウモロコシ、ひまわり、ライ麦など多様な品種を年間通して栽培、面積にして耕地の10%ほど）を原料として、メタンガス発酵をさせるサイロと回収装置を設置しました。また、森林を利活用する際に出る枝や大鋸屑などを燃焼させる装置も同時に設置

しました。これらを制御してコジェネレーションとして使えるようにし、発電に利用した後の温排水を各戸に供給するための熱供給パイプを敷設したのです。

ゲッティンゲン大学は、人口が約770人のユンデ村に必要な電力と熱を計算しました。また、ユンデ村には10戸の農家がありますが、原料となるエネルギー資源の附存量も調査されました。この取り組みはゲッティンゲン大学による公募事業でしたから、最終選考に残ったユンデ村での実現性のための調査は、大学とエンジニア会社によってしっかりとなされていました。

ユンデ村の場合には、EUの地域政策予算である構造基金やドイツの州政府予算も使われることになっていましたが、本事業は単なる村の公共事業ではなく、村人出資による会社組織を立ち上げての事業として実施されました。したがって、住民としてだけでなく、出資者としての視点からも、合意を得られなくてはならなかったといいます。それぞれが個人投資することを納得してもらわなくてはなりません。住民に情報を公開し、先進的な優良事例を視察し、ゲッティンゲン大学の専門家と住民との対話を繰り返したそうです。

ユンデ村の取り組みは、農村集落のエネルギー自給のモデル事業として、内外から大きな注目を集めています。

テュービンゲン市　市施設での太陽光・水力発電

ドイツのテュービンゲン市は、近年の積極的な気候変動対策と二酸化炭素排出削減の取り組みで知られるようになってきました。行政に必要な電力を100％再生可能エネルギーでまかなったドイツで最初の都市だというのが自慢です。

ヨーロッパの都市自治体は、公営住宅などの社会的住宅を数多く所有しています。テュービンゲン市の場合は、約2000世帯の社会的住宅を有しています。また、学校や役所など様々な公共施設を所有・管理しています。これらの建物を省エネルギー型に改修していくこと、例えば外断熱と多重窓による断熱性能の向上、セントラルヒーティングに使う熱源をコジェネレーション機器に取り替えたり、暖房配管に温水を送るポンプを省エネ型に更新したり、地熱交換器を用いた空調システムを導入したり、電球を省エネ型電球に交換するなど、これだけでも相当のエネルギー消費の節約と二酸化炭素の排出削減につながります。

地域エネルギー政策を考える上では、こうした省エネ施策の可能性だけでなく、エネルギー資源の附存量やエネルギー生産施設について知ることが重要です。都市にそんなものがあるのでしょうか。テュービンゲン市の場合は、市が所有する発電施設があります。以前から所有していた中小規模の水力発電所の電力販売額を、1kwあたり1セント高く利用世帯に負担してもらうことで生まれたお金を原資にして、さらに再生可能エネルギー発電所を増やしています。それは太陽光発電です。公共施設や社会的住宅の屋根で太陽光発電パネルが設置可能な面積を調べて、次々と太陽光発電パネルを設置しています。

行政が率先することで、市民に対して、「次はあなたたちもしてください」とよびかけているのだそうです。テュービンゲン郡はテュービンゲン市や近隣市町村と共に気候エージェンシーを設立して、エネルギー節約とエネルギー生産のコンサルティングを行っています。建物の省エネ化に必要なスキルをもった施工事業者のトレーニング、施主と施工事業者とのマッチングにも取り組んでいます。

ベクショー市　林産資源・エネルギーのカスケード利用

スウェーデンのベクショー市は、そのローカルアジェンダ21の中で、サステイナブルな開発のためのガイドラインとして、「再生可能な1次産品とエネルギー資源を利用する」「社会から出る廃棄物を大事に扱う。廃棄物は再利用されたり、リサイクルされたり、エネルギー生産で利用されたりするようにする」を掲げています。

1996年にベクショー市は「ベクショー市の行政機関では化石燃料を使用することをやめよう」という目標を決定しました。市の行政機関での化石燃料の使用をやめるというのは、地域暖房、上下水道施設、学校施設運営、住宅建設、公共交通など、市が関係している非常に多くの分野に波及を及ぼすことを意味しています。

代表的なプロジェクトに、木質バイオマスを利用した発電所があります。ベクショーでは、豊富な森林資源を家具用木材や住宅用建材として供給する林業は、主産業のひとつです。世界的家具メーカーＩＫＥＡの家具生産工場が、ベクショーにあります。林業廃棄物や家具の製造過程で出てくる端材や大鋸屑などを燃料として使用する市所有の火力発電所として、サンドビク発電所が建設されました。

まず、林産資源の用材としての需要があり、その過程での廃棄物を有効に活用しているわけです。集めやすい廃棄物であるからこそ、発電所の燃料費を抑えることも可能になります。有効利用は、林産資源だけでありません。そのエネルギーも、最後ま

で有効利用されます。

サンドビク発電所は、コジェネレーション施設です。電気を発電した後の温排水を利用して、地域熱供給ネットワークの熱源も供給しています。これによってベクショー市内の電力需要の30～40%、熱エネルギー需要の60～70%をまかなっています。

林産資源も生み出されたエネルギーも、カスケード利用とよばれる多段的利用方法がとられています。資源やエネルギーは利用すると、その品質が「低下」していきます。その下がった品質レベルに応じて、無駄なく何度も利用することをカスケード利用と呼びます。ベクショー市のバイオマス発電の事例は、この典型です。

ベクショー市では、下水処理施設でのメタンガス発酵による発電も行っています。これによって、下水処理にかかる自施設消費電力の3分の1をまかなっているそうです。化石燃料を使わないということは、あらゆる廃棄物を資源エネルギーとして最後まで利用しきるということを示しています。

マインツ市　廃棄物処理過程からエネルギーを取り出す

ドイツの歴史都市マインツ市は、ヨーロッパの気候同盟の設立時からのメンバー市でもあり、二酸化炭素の排出削減に積極的に取り組む地方自治体です。

マインツ市の新しい市役所の建物にはコジェネレーション機器が設置され、下水道処理施設でも、メタンガス発酵によるバイオマスガス発電が行われています。地域エネルギー政策に基づいて、高効率のガスタービン発電所を建設して、温室効果ガスの大口発生源での削減をはかってきました。

また、市の関連施設だけで1000平米以上の太陽光発電パネルの設置可能面積があり、太陽光発電パネルは、その設置面積を増やしつつあります。マインツ市は、ドイツの太陽光発電都市が結成しているソーラー・ブンデスリーガーで上位都市となることをめざしており、市内の建物で太陽光発電パネルの設置可能な屋根のリスト作成を始めています。

そうした一連の取り組みの中で、廃棄物発電による電力と熱供給をめざした廃棄物処理施設を設立・運営する会社組織が作られました。マインツ廃棄物処理会社は、マインツ市と2つの民間廃棄物処理会社が設立した、公民パートナーシップによる会社です。

家庭ゴミと産業ゴミの廃棄物を受け入れており、現在3基の廃棄物処理施設が、発電と熱供給に利用されています。日本で典型的に見られるようなウエット系廃棄物とドライ系廃棄物を一緒に燃焼させるのではなく、両者を分別して処理しています。この3基の施設では、ドライ系廃棄物を燃焼させて発電と熱供給に利用し、最後に残った廃棄物を埋め立地に送っています。ちなみに生ゴミは、マインツ市のバイオガスマスタープランに基づいて、市の施設によりバイオガス発電と熱供給に利用されています。

ドライ系廃棄物を燃焼させることにより、高い燃焼温度を維持することができ、効率の良い発電を行うことができます。地域熱供給網に接続して熱供給が行われていますが、水蒸気を発電か熱供給かを選択できる装置設計がなされており、冬の暖房需要がある時期には、より多くを熱供給に回しています。マインツ市は、廃棄物のサーマルリサイクル（熱回収）の先進都市となっています。

フランクフルト市　パッシブハウス首都を目指して

太陽熱、昼夜の地中と外気の温度差、あるいは自然風を利用して、動力を使用しないで良好な生活・仕事環境を実現する建物を、パッシブハウスと呼びます。太陽熱温水器の場合でも、太陽熱集熱器と貯湯タンクとの循環に動力を使わない場合は、パッシブソーラーと呼ばれています。これに対して動力を使う場合には、アクティブハウスと呼ばれます。空気を送ったりするときにブロワーを使ったり、温水などの熱を運搬するときにポンプを用いたりするからです。

パッシブとアクティブの良いところを組み合わせたハイブリット型の建物に、さらに雨水利用なども組み合わせて、できる限りエネルギーを使わないで利用できる住宅やビルの建設が始まっています。

ドイツの金融の中心都市であるフランクフルト市は、パッシブハウス首都を目指して、市が建てるすべての建物をパッシブハウスにし、また市の所有地に建物を建てる、あるいは所有地を買って建物を建てる場合には、すべてパッシブハウスにすることを議会で決定しています。

太陽熱集熱器は太陽光発電パネルに比べて遙かに安価であり、普及が期待されています。30センチ厚の断熱壁、熱を無駄にしない通気システム、新鮮な空気が地中をとおって（地熱で夏は冷やされ、冬は暖まる）室内に入れるなどを組み合わせること

で、通常の住宅では200kwの平均熱需要がありますが、パッシブハウスでは15kwの平均熱需要しかないとのことでした。フランクフルト市内で800を超えるパッシブハウスが建てられています。

フランクフルト市では地域熱条例の制定地域を拡大し、コジェネレーション設備と地域熱供給ネットワークの普及を進めています。地域エネルギー政策と建築計画・都市計画とを組み合わせたアプローチは、地方自治体の地域エネルギー政策の新しい潮流になっていくと考えています。

（龍谷大学教授・PEGASUS研究会理事）

《監修者紹介》

堀尾　正靱（ほりお・まさゆき）
1943年　愛知県生まれ
名古屋工業大学工学部卒業、名古屋大学大学院工学研究科博士課程単位取得退学（工学博士）。ウェストバージニア大学工学部研究員、名古屋大学工学部助手を経て、1982年より東京農工大学工学部助教授、1991年より教授。2008年定年退職後、直ちに、東京農工大学名誉教授、（独）科学技術振興機構・社会技術研究開発センター領域総括、早稲田大学客員教授。2010年より龍谷大学法学部教授、2011年より新設される龍谷大学政策学部教授に就任予定。
［主な著書］
『流動層ハンドブック』（編著：培風館、1999）、『暮らしに根ざした心地よいまち』（共著：公人の友社、2005）、『環境－設計の思想』（共著：東信堂、2007）、『再生可能エネルギーで地域がかがやく』（共著、公人の友社、2007）、『Handbook of Combustion』，（共著、Wiley-VCH Books，2009）など。

白石　克孝（しらいし・かつたか）
1957年　愛知県生まれ
名古屋大学法学部卒業、名古屋大学大学院法学研究科博士後期課程単位取得。名古屋大学助手を経て、1988年より龍谷大学助教授、1999年より龍谷大学法学部教授、2011年より新設される龍谷大学政策学部教授に就任予定。
［主な著書］
『地域の生存と社会的企業』（共著、公人の友社）、『分権社会の到来と新フレームワーク』（編著、日本評論社）、『現代のまちづくりと地域社会の変革』（共著、学芸出版社）など。

《著者紹介》

重藤　さわ子（しげとう・さわこ）〔第1章・第3章・第4章〕
1975年　山口県生まれ
京都大学農学部卒業、京都大学大学院農学研究科修士課程修了、英国ニューカッスル大学にてPhD（農学）取得。東京農工大学21世紀COEプログラム研究員（講師）、同大生物システム応用化学府、産官学連携研究員を経て、2008年より（独）科学技術振興機構・社会技術研究開発センター、アソシエイトフェロー。
［主な著書］
『地域の生存と社会的企業』（共著、公人の友社）

定松　功（さだまつ・いさお）〔第2章〕
1979年　広島県生まれ
龍谷大学法学部政治学科卒業、龍谷大学大学院法学研究科博士後期課程単位取得退学（政治学修士）。2007年より龍谷大学地域人材・公共政策開発システム・オープンリサーチセンター、リサーチ・アシスタント。

土山　希美枝（つちやま・きみえ）〔第2章・第5章〕
法政大学大学院社会科学研究科政治学専攻博士課程修了。博士（政治学）。2001年龍谷大学法学部助教授に着任、2007年学校教育法の改正により准教授、2011年より新設される龍谷大学政策学部准教授に就任予定。
［主な著書］
『高度成長期「都市政策」の政治過程』（日本評論社）、『地域人材を育てる自治体研修改革』（公人の友社）、『市民と自治体の協働研修ハンドブック』（公人の友社）、『地域政策をになう人材育成』（共編著、日本評論社）など。

生存科学シリーズ7
地域からエネルギーを引き出せ！
PEGASUSハンドブック（環境エネルギー設計ツール）

2010年9月3日　初版発行　　定価（本体1,400円＋税）

監修者　堀尾正靱・白石克孝
著　者　重藤さわ子・定松功・土山希美枝
発行人　武内英晴
発行所　公人の友社
〒112-0002　東京都文京区小石川5-26-8
ＴＥＬ 03-3811-5701
ＦＡＸ 03-3811-5795
Ｅメール koujin@alpha.ocn.ne.jp
http://www.e-asu.com/koujin/
印刷所　倉敷印刷株式会社
表紙装画　堀尾正靱

生存科学シリーズ2　ISBN978-4-87555-490--5 C0040

再生可能エネルギーで地域がかがやく

地産地消型エネルギー技術

A5判・102頁　定価1,155円

秋澤淳 企画・編集　秋澤淳・長坂研・小林久・堀尾正靱 著

第1章　日本の長期エネルギー需給はどうなる？（秋澤　淳）
第2章　太陽エネルギーは導入拡大へ進む（秋澤　淳）
　2－1　太陽光発電　2－2　太陽熱利用
第3章　風力発電は予想を上回るか（長坂　研）
　はじめに　3－1　2010年目標と2030年導入予測の妥当性　おわりに
第4章　マイクロ水力発電の可能性と期待（小林　久）
　はじめに　4－1　開発ポテンシャルの推計　4－2　開発ターゲットの検討
　4－3　マイクロ水力開発の妥当性
第5章　廃棄物エネルギーが日本を救う（秋澤　淳・堀尾正靱）
　5－1　廃棄物からのエネルギー回収　5－2　分別によってもたらされる効果
第6章　バイオマスエネルギー導入拡大の見通し
　6－1　森林バイオマスを有効に使う（堀尾正靱）
　6－2　バイオマス由来燃料の可能性（小林　久）
第7章　再生可能エネルギーに期待する（秋澤　淳・小林　久）

生存科学シリーズ4　ISBN978-4-87555-492-9 C0030

地域の生存と社会的企業

イギリスと日本との比較をとおして

A5判・104頁　定価1,260円

柏雅之 企画　柏雅之／白石克孝／重藤さわ子 著

第1章　農村再生と社会的企業（柏雅之／重藤さわ子）
第2章　社会的企業について議論する（白石克孝）
　2－1　非営利組織論の二つの系譜　2－2　社会的企業の定義―ヨーロッパの文脈
　2－3　社会的企業の定義―アメリカの文脈　2－4　社会的企業の定義―社会的とはどういうことか　2－5　社会的企業の法人形態―イギリスの場合
　2－6　社会的企業の法人形態―日本の場合
第3章　イギリスの農村社会的企業
　3－1　地域農業・農村振興のための社会的企業―協同組合から社会的企業へ移行した「7Yサービス Ltd.」（柏雅之・重藤さわ子）　3－2　地域の「企業化」による再生を目指す社会的企業―「ＰＬＡＮＥＤ」―（柏雅之・重藤さわ子）
　3－3　環境調和型企業から従業員所有の農村社会的企業への移行―ロックファイン・オイスターズ（重藤さわ子・柏雅之）
第4章　日本のコミュニティ所有型地区法人の意義と課題
　4-1　農村生活と農地をまもる地域支援会社―有限会社タナセン（柏雅之・重藤さわ子）　4－2　農村景観活用型コミュニティビジネス―有限会社かやぶきの里（重藤さわ子・柏雅之）　4－3 循環型農業を理念に戦略発展する社会的企業―農事組合法人和郷園（重藤さわ子）
第5章　社会的企業と公・民パートナーシップ・システム（柏雅之・白石克孝・重藤さわ子）

生存科学シリーズ5

ISBN978-4-87555-493-6 C0060

地域の生存と農業知財

A5判・86頁　定価1,050円

澁澤　栄　企画　澁澤　栄／福井　隆／正林真之　著
東京農工大学 生存科学研究拠点　編集

第1章　農産物の知的財産保護（澁澤　栄）
　1－1　迫られる農産物の知的財産保護　1－2　農林水産省知的財産戦略本部
第2章　農法からみた農産物の知的財産権（澁澤　栄）
　はじめに　2－1　農法の五大要素を記録すること　2－2　情報付きほ場と情報付き農産物　2－3　「農法特許」による地域ブランド
　2－4　ＩＴと特許による特産品の保護
第3章　薄氷を踏む地域ブランドと知的財産権（福井　隆）
　3－1　地域ブランドの現状と課題　3－2　地域ブランドと知的財産権
　3－3　地域ブランドの可能性　3－4　地域の未来のために
第4章　知っていると便利な制度としくみ（正林真之）
　4－1　弁理士のモチベーション　4－2　知的財産の種類と権利の取得方法
　4－3　弁理士からみた農林水産物の特許取得の可能性
　4－4　農業知財のエキスパートはいるか
　4－5　知的財産権を地域の元気につなげるには
第5章　農林水産物の知的財産権活用の課題と可能性（澁澤　栄・福井　隆・正林真之）
　5－1　まとめ　5－2　提言

生存科学シリーズ6

ISBN978-4-87555-494-3 C0030

風の人地の人 —地域の生存とＮＰＯ

A5判・142頁　定価1,470円

千賀裕太郎　企画　千賀裕太郎／白石克孝／柏　雅之／福井　隆／飯島　博／曽根原久司／関原　剛　著　東京農工大学 生存科学研究拠点　編集

第1章　中山間地域の「生存」に向けた課題（千賀裕太郎）
第2章　現代地域におけるＮＰＯの機能と役割（白石克孝）
第3章　農業・農村とＮＰＯ（柏　雅之）
第4章　地域生存をかけたＮＰＯの活動
　4－1　生存の様式としてのアサザプロジェクト —制約から創造へ（飯島　博）
　4－2　都市と農村の多様な交流から、持続可能な農村地域をつくる（曽根原久司）
　4－3　未来への卵　—新しいクニのかたち（関原　剛）
第5章　〈座談会〉地域生存とＮＰＯのこれから
　出席者（司　会）福井　隆
　（出席者）千賀裕太郎／柏　雅之／曽根原久司／飯島　博／関原　剛／白石克孝（発言順）