

## CO<sub>2</sub>排出削減枠組みTop Runner & Beyondの提案

平成 19 年 8 月 31 日

RITE システム研究グループ

### 1. はじめに

温室効果ガスの濃度安定化のためには、大幅なるCO<sub>2</sub>排出削減が必要である。そして、これを実現し得る国際的な枠組みが必要である。

本稿では、ポスト京都議定書の枠組みとして、国際的な機器別・セクター別原単位の改善を通し、大幅なCO<sub>2</sub>排出削減を目指すトップランナー方式の拡張版とも言えるTop Runner & Beyond (TR&Beyond) を提案する。

TR&Beyondは多くの面で、キャップ・アンド・トレード (C&T) や炭素税などよりも優れていると考えられ、大幅なるCO<sub>2</sub>排出削減のために最も適した制度と言える。

なお、本来、植林によるCO<sub>2</sub>固定、非CO<sub>2</sub>温室効果ガス削減を促進する制度や、適応策の促進のための制度も合わせて検討すべきではあるが、本稿では、エネルギー起源のCO<sub>2</sub>排出削減（緩和策）に関わる制度のみについての提案としている。

### 2. 提案するCO<sub>2</sub>排出削減制度

ここで提案するCO<sub>2</sub>排出削減制度は、機器別・セクター別原単位目標を世界レベルでプレッジ・アンド・レビュー (Pledge&Review) するTop Runner & Beyond (TR&Beyond) 制度を中心として、それを国別に一部補完する制度を合わせた政策パッケージである。提案制度の概要は、以下の通りである<sup>1</sup>。

#### <TR&Beyond>

- 1) 産業部門については、発電、鉄鋼、セメント、紙パ、アルミ、化学工業といったセクター毎にエネルギー効率（エネルギー原単位）もしくはCO<sub>2</sub>排出原単位の目標を設定する。例えば、発電についてはton-CO<sub>2</sub>/kWhを、鉄鋼についてはtoe/ton of Crude Steelもしくはton-CO<sub>2</sub>/ton of Crude Steelを目標にとる（エネルギー効率の方が世界に広く受け入れられるが、CO<sub>2</sub>の削減という点からはCO<sub>2</sub>排出原単位の方が望ましい）。
- 2) 輸送機器（自動車など）、民生機器（テレビ、エアコンなどについては、機器別にエネルギー効率目標を設定する。
- 3) 1,2)の目標値の設定は、国連もしくはそれに相当する機関など（国際エネルギー機関

<sup>1</sup> なお、この提案制度以外にも現実的な対応として、京都議定書の延長として、先進国には緩いキャップに合意して併用しても良い。ただし、最低限、米国を含む附属書I国全体がキャップに加わる事が前提としなければならない。しかし、これは、厳しい目標を指向すればするほど到底合意できないと見られるため、ここに提案する制度で実質的な排出削減を行う。

(IEA) なども適切) において、世界でこれに先立って合意すべき長期的な濃度安定化目標、また、先進国と途上国における負担の差異の原則を基に、モデルを使った分析・評価を行う。そして、それを基に、各部門、各機器のトップランナーの値を参考にしつつ、世界各国に各国の機器別・セクター別の原単位目標改善に関するガイドラインを提示する<sup>2</sup>。各国は、そのガイドラインを参考にしつつ、10年程度先までの期間について、独自の目標をPledgeする。そのPledgeについて、国連もしくはそれに相当する機関がReviewし、必要があれば改善を要求する。

- 4) 各国は、毎年、目標達成状況を国連もしくはそれに相当する機関に報告する。また、数年に一度 (例えば5年に一度)、国連もしくはそれに相当する機関がその間の状況について、各国の達成状況、取組み状況をReviewし、必要に応じて、改善の勧告 (具体的な方法も含めて) を行う。特に先進国については、詳細なReviewを実施する。

#### <TR&Beyond 促進のための途上国支援制度>

- 5) TR&Beyond は、特に途上国での大幅な技術改善を要求することとなる。途上国は、トップランナー機器 (もしくはベストアベイラブル技術 (BAT)) の導入促進が必要なため、これらの導入に必要な資金の一部を負担する国際的な支援基金を設立する。資金は、過去の排出に対する責任を鑑みて、基本的に先進国が負担する。

#### <民生、運輸の活動量抑制強化のための TR&Beyond を補完する制度>

- 6) TR&Beyond は、特に民生、運輸の活動量抑制への効果は必ずしも十分とは言えない (民生の電力消費についてはTR&Beyondに伴う電力価格の上昇によって、間接的な抑止効果は働く)。これらについては、どのような政策で抑制を行うか、各国がそれぞれ最適だと考える政策 (のポートフォリオ) を独自にPledgeする。
- 7) 具体的な削減目標値は、3)におけるモデルを使った分析・評価において、民生、運輸の活動量抑制への期待度が求まるので、それを国連もしくはそれに相当する機関などが各国にガイドラインを示す。各国は、6)で考える各政策で期待される削減効果を有することを示し、国連もしくはそれに相当する機関に提示する。国連もしくはそれに相当する機関は、必要に応じて、改善を要求する。特に先進国については、詳細なReviewを実施する。

#### <長期的な技術開発のための TR&Beyond を補完する制度>

- 8) TR&Beyond は、トップランナー機器、BATの普及を強力に推進し、かつ、更に技術進展を強力に引き出す制度と言える。しかし、温暖化対策は、技術の漸進的な進展だけでは不十分であり、多額の開発費用が必要な技術のブレイクスルーにも期待を寄せなければならない。そのためには、政府R&Dの役割も大きく、また、国際的なR&D

<sup>2</sup> 機器別・セクター別の原単位目標は、トップランナーの値も順次目標を切り上げていく。

協力も不可欠である。そのため、昨今、国際的にも減少傾向にあるエネルギー関係の政府 R&D を強化し、また、従来以上に強力な国際的 R&D 協力を実施する。

### 3. TR&Beyond の特徴

#### 3.1 TR&Beyond 政策パッケージのカバレッジ

次にTR&Beyondを中心とした提案政策パッケージの特徴について、整理する。まず、時間的なカバレッジであるが、図1に示すように、短期から中期、長期に亘って、CO<sub>2</sub>削減効果が期待でき、CO<sub>2</sub>濃度安定化という究極的な目標の達成に期待できるものである。長期的な民間では担いきれないような大規模な技術開発については、国際的なR&D協力および国内のR&Dを強化する枠組み・制度によって、TR&Beyondを補完する。

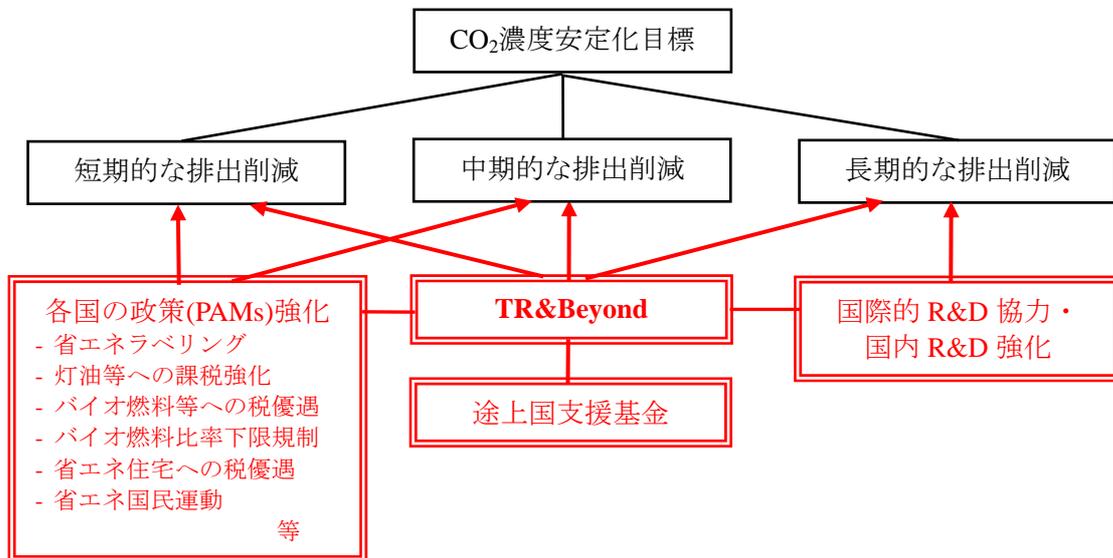


図1 TR&Beyond を中心とした政策パッケージ (時間的なカバレッジ)

TR&Beyond はトッランナー機器・BAT 技術の広い普及などによって、短中期的に大きな削減効果を有する。また、基準を高めていくことによって、長期的な技術開発・普及も促進し得る。ただし、民間では担いきれないような大規模な技術開発のために、国際的な R&D 協力および国内の R&D を強化する枠組み・制度も必要であり、それについても担保した政策パッケージとなっている。

次に、部門のカバレッジを図2で見してみる。TR&Beyond は幅広い部門の原単位改善に効果を有する。また、発電部門での原単位改善の費用を、電力価格に転嫁することによって、間接的に、その他産業、業務、民生といった部門の生産量・活動量を抑制する効果も期待できる。なお、特にその他産業部門や業務部門の生産活動量・サービス量自体を抑制させるような政策は、経済との両立の面から望ましいこととは考えにくい。その面で、TR&Beyond は環境と経済の両立を達成し得る制度である。一方、業務、家庭、運輸部門におけるエネルギーの節約、また、それらの部門における燃料転換の促進については、TR&Beyond は大きな効果が期待できない。そのため、それらの部門において TR&Beyond を補完する政策をパッケージに加えることが必要である。しかし、それらは、各国の事情によって望ましい政策が異なると考えられることから、世界的に合意するのではなく、各国独自に TR&Beyond を補完する政策を採用すべきである。

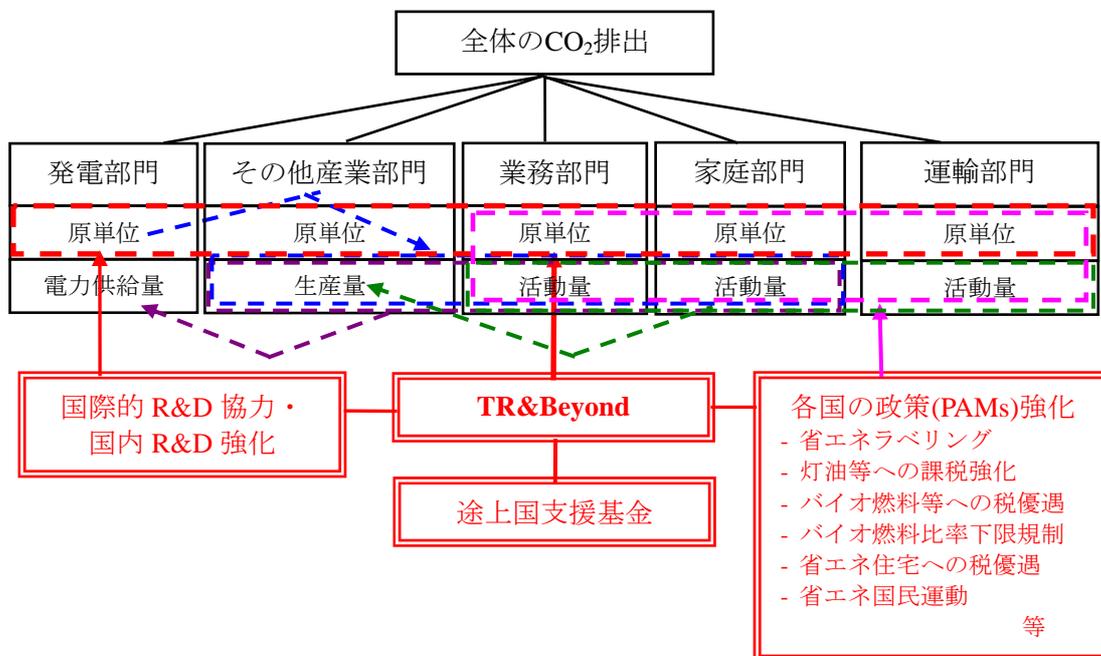


図2 TR&Beyond を中心とした政策パッケージ (部門のカバレッジ)

TR&Beyond は多くの部門をカバーできる制度である。電力価格への転嫁によって、間接的に、その他産業、業務、民生といった部門の生産量・活動量を抑制する効果も働く（電気自動車が多く普及した状況下では、電力価格の上昇によって、運輸部門の活動量に対しても抑制効果が働く）。ただし、業務・民生部門、運輸部門の活動量を抑制する効果、また、燃料転換を伴う技術代替の促進効果については十分とは言えない部分もあるため、それらを補完できる制度を合わせて導入することも必要。

最後に地域的なカバレッジを見ておく（図3）。TR&Beyond は、原単位目標ベースかつ Pledge&Review ベースであるため、途上国を含めた広い地域の参加を期待できる。また、先進国には厳格な Review を実施する一方、途上国には緩やかな Review とするなどの差異化を図ることも可能である。一方、先進国は、R&D を先頭に立って主導し、また、途上国支援基金によって、TR&Beyond を途上国で効果的に機能させる。

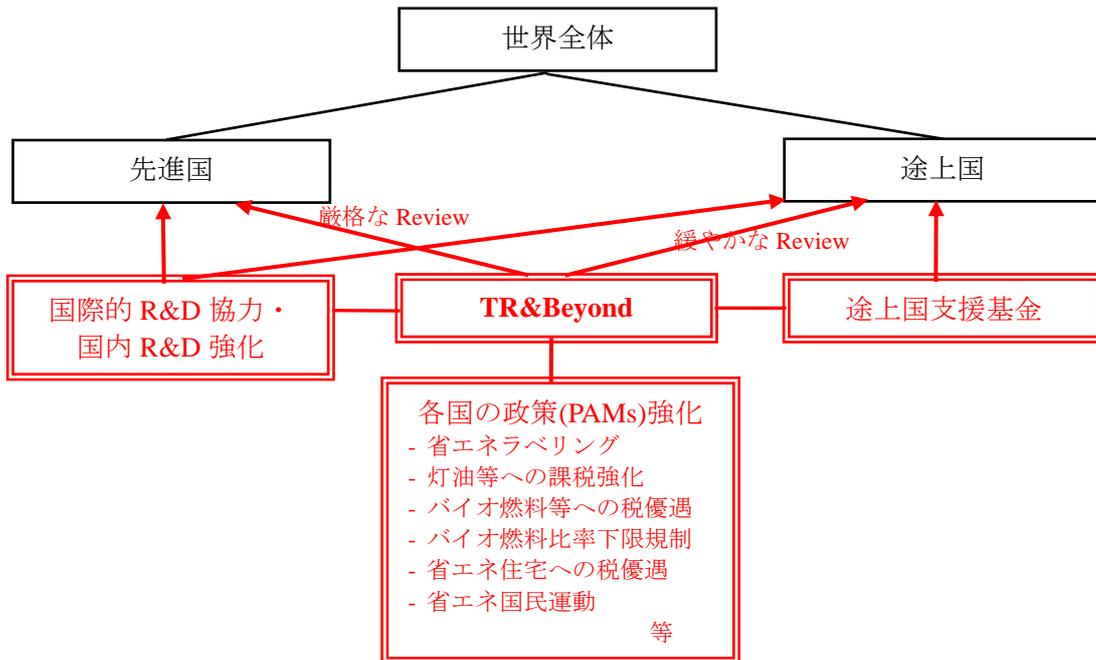


図3 TR&Beyond を中心とした政策パッケージ（地域的なカバレッジ）

目標値の Pledge に対して、先進国には比較的厳格な Review を、途上国には比較的緩やかな Review を実施して差異化を図る。また、目標の達成についても Review の程度に差異を設ける。別途、TR&Beyond を効果的に機能させるために、途上国支援基金を用意し、途上国における技術普及に役立てる。

このように、TR&Beyond を中心とした政策パッケージは、時間的なスケール面でも、部門的なカバレッジの面でも、全世界的な取り込みといった面でも、それらを広くカバーした政策パッケージとなっている。

### 3.2 衡平性の視点から

TR&Beyond では、機器別・セクター別に原単位目標の設定を行う。これらは、技術の先端度合いを示すものであり、これを基に指標を策定することは、世界各国の納得感が高いはずである。

例えば、米国は京都議定書からの離脱と引き換えに、独自にGDP当たりの原単位の改善に数値目標を掲げた。しかし、GDPといったマクロの指標を基にした原単位目標の場合、純粋な技術の差異ではなく、地理的条件や産業構造などの様々な地域的な差異が内包され

たものとなってしまい、どのような目標が衡平性が高いものなのかがわかりにくくなってしまふ。そのため、世界的な合意がしにくくなる。もちろん、国際的なキャップ・アンド・トレードの場合は、衡平感を確保することは更に困難である<sup>3</sup>。

なお、TR&Beyondでも、不適切な目標設定の場合には、部門間で不衡平感が生じる恐れがある。しかし、それは、目標値設定にあたって、事前にモデルを使った分析・評価を行うことにより、部門間でのCO<sub>2</sub>限界削減費用が近くなるように、目標値を設定することが可能である。

一方、先進国の過去の排出に対する責任に対する不衡平感は、途上国を中心に残ると予想されるため、それについては、途上国でTR&Beyondを推進するための支援基金に、先進国が資金を手厚く支出することによって、過去の排出に対する責任を果たす。

### 3.3 途上国を含めた幅広い参加の視点から

TR&Beyond が他の制度に比べて、世界的な合意が得られやすい理由は、大きく下記の2点にある。

- 1) 原単位目標ベースであるため、自由な経済成長を許容する。

途上国は、少しでも大きな成長（当然安定的に）をしたいと考えている。総量目標の場合、事実上、事前に付与された成長率の想定下で総量目標を決めることにならざるを得ないが、より高い成長を目指そうとする中で総量目標を合意することは難しい。一方、それが合意ができるときは、本来想定される以上の成長を想定し総量目標を設定したときである。しかし、それでは実際には成長が想定ほど起こらないこととなる可能性が高く、京都議定書における旧ソ連諸国で生じたホットエアのような状況が起こると考えられる。この場合、原単位目標の場合、確実に先進技術の普及が進展したであろうが、総量目標ではそれが阻害されてしまう。

- 2) プレッジ・アンド・レビューベースであるため、参加しやすい。

懲罰的な制度にすると、もちろん、目標達成の確実性は高まるが、逆に意欲的な削減目標は立てにくくなり、また、参加を躊躇する国も多くなる。本提案制度は、プレッジ・アンド・レビューをベースとしているため、世界の多くの国々の参加を期待できる。なお、総量目標であっても、プレッジ・アンド・レビュー方式にはできるものの、排出権取引の機能を付加して、キャップ・アンド・トレードにした場合には、排出権取引市場を安定的にするために、懲罰的な制度とせざるを得なくなる。そのため、途上国などの取り込みは相当難しくなる。

以上、2点ともに、キャップ・アンド・トレードよりも、途上国を含めた幅広い参加を期待できる制度と言える。

---

<sup>3</sup> オークション方式であれば、衡平性を高めることは可能であるが、特に途上国の支払いが大きくなることと、オークションで得た資金の還元方法が問題となるので、オークション方式はとりわけ国際的なキャップ・アンド・トレードでは非現実的。

### 3.4 大幅なCO<sub>2</sub>排出削減の視点から

TR&Beyondは強力にCO<sub>2</sub>排出削減を推し進めることができる制度である。キャップ・アンド・トレードのように、不衡平な初期配分によってホットエアを生じさせたり、少ない削減努力で利益だけを得るような状況を生じさせる可能性のある甘い制度とは異なり、技術水準の切り上げを強力に推し進めることができるものである。例えば、キャップ・アンド・トレードでは、経済活動量が見込みよりも小さくなれば、技術を進展させなくても目標が達成でき、怠けることもできるが、本提案制度ではそれはできない。絶えず、最新技術の導入や技術開発を進めなければならず、そのため、大幅なCO<sub>2</sub>排出削減を期待できる。

原単位目標では、排出総量が担保できないと批判する向きもあるだろう。しかし、例えば、キャップ・アンド・トレードは、理論上では排出総量を担保できるが、特に世界全体で大幅な排出削減を進めた場合、キャップ・アンド・トレードであっても、事実上、排出総量を必ずしも担保できない。本提案では、原単位目標であっても、その目標設定に先立って、CO<sub>2</sub>の濃度安定化目標とそれに基づくCO<sub>2</sub>排出目標のアウトラインを決めることになるので、おおよそながら排出総量は担保できる。一方、経済活動には柔軟性を残しておくべきである。経済活動の自由度がなければ競争が阻害され、技術・経済のイノベーションは起こりにくくなってしまう。前節で述べたように、これによって、途上国の参加も促しやすい。それゆえに、世界的な合意のしやすさの面からも、大幅なCO<sub>2</sub>削減を期待できる制度と言える。

別に考えられる批判は、本提案制度は、プレッジ・アンド・レビューをベースとしているため、実行が担保されず、確実な削減が期待できないとするものであろう。罰則を伴った規制色の強いものではなく、プレッジ・アンド・レビューとするのは、世界の多くの国の参加を促し、結果として大幅なCO<sub>2</sub>排出削減に結びつけるために必須なのである。しかし、罰則が伴わないとしても、国際的な公式な場で、プレッジ・アンド・レビューすることによって、十分、実行を促す仕組みとして働くはずである。なお、合意が可能な場合には、例えば、先進国のある部門については、罰則も設けるなどして、目標達成をより確実化する措置をとるなどの方策をとることも場合によっては可能である<sup>4</sup>。

## 4. TR&Beyondの数値目標の設定方法

TR&Beyondでは、具体的にどのように各国の機器別・セクター別原単位目標を設定するかが重要になる。最終的には、各国のプレッジとするが、そのガイドラインを示すことが必要である。これがなければ、全体的な排出削減の期待度や排出削減目標達成の効率性が損なわれる可能性がある。

<sup>4</sup> 罰則措置を有した合意がなされた場合には、合意した国の部門間に限って、排出権取引を導入しても良い。

- 1) まずCO<sub>2</sub>濃度安定化目標レベルを世界的に合意する。
- 2) それを実現するための世界全体でのCO<sub>2</sub>排出推移を導出する。
- 3) 先進国と途上国との排出削減分担方法のおおよその原則を合意する。例えば、限界削減費用に先進国と途上国の差異を設けるが、一人当たり GDP の進展とともに差異をなくしていく。もしくは、ベースライン排出量からの排出削減率に先進国と途上国の差異を設けるなどが考えられる。
- 4) 2,3)より、各国のCO<sub>2</sub>排出削減目標の目安をつける。
- 5) 詳細な地域別に詳細な技術方策を提示できるモデル（例えば、RITE の DNE21+モデルはそれに適したモデル）を用いて、4)を実現し得る費用効率的な排出削減対策を算出する。
- 6) 5)を参考に、各国、各部門、各機器の原単位目標のガイドラインを策定する（TR&Beyondに相当）。その際、目標値がより簡便でわかりやすいものとするように、多少集約的にしても良い。
- 7) 6)で策定した原単位目標のガイドラインと TR&Beyond を補完する想定制度の下で、どの程度の排出削減効果を有するのかを再度モデル計算し確認を行う。
- 8) 以上を各国が目標を Pledge するためのガイドラインとして各国に提示する。

なお、後日、RITE の DNE21+モデル（モデルの概要は付録を参照下さい）を用いた TR&Beyond の数値目標設定の事例を公開する予定です。

## 5. おわりに

本稿では、国際的な機器別・セクター別原単位目標を設定するトップランナー方式の拡張版とも言えるTR&Beyond（Top Runner & Beyond）とそれを一部補完する政策パッケージを提案した。本提案は、世界的に比較的幅広い国において合意が容易と考えられること、そして、幅広い合意が可能と見られることと、技術の普及・進展を強く促す制度であることから、大きなCO<sub>2</sub>排出削減が期待でき、しかも、経済との両立も図ることが可能なものである。本提案のような制度が、ポスト京都議定書の枠組みとして、世界的に合意が図られることを期待したい。

## 付録：DNE21+モデルの概要

- ・ 2000年～2050年の期間における世界全体のエネルギー・システム総コストを最小化する（動学的最適化型モデル）。
- ・ 最適化代表時点は2005, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030, 2040, 2050年の8時点
- ・ 世界全体を詳細に54地域に地域分割（米国、カナダ、オーストラリア、中国、インド、ロシアはさらに1国内を分割、計77地域分割）
- ・ エネルギー供給技術（各種発電技術、石油精製、石炭ガス化技術など）、二酸化炭素分離・回収、貯留・隔離については、各技術のコストやエネルギー効率などを明示的にモデル化（ボトムアップ的）。
- ・ エネルギー多消費産業である鉄鋼、セメント、紙パ、アルミ、および化学工業の一部については、各技術のコストやエネルギー効率などを明示的にモデル化（ボトムアップ的）。これによって、これらの部門について、部門毎の原単位目標の分析・評価が可能。
- ・ 運輸部門における自動車および民生部門におけるテレビ、エアコン等の機器について各技術のコストやエネルギー効率などを明示的にモデル化。これによって、これらの機器について、機器別の原単位目標（エネルギー効率目標）の分析・評価が可能。
- ・ ボトムアップ的モデル化していない部門は、個別技術を想定せずに燃料種別に集約したエネルギー需要としてモデル化（トップダウン的）。最終エネルギー需要をマクロ的に4種に区分（固体燃料需要、液体燃料需要（ガソリン需要、軽質油需要、重質油需要）、気体燃料需要、電力需要）。
- ・ 分割地域間のエネルギー輸送をモデル化。
- ・ 8種の一次エネルギーを考慮（石炭、石油（在来型、非在来型）、天然ガス（在来型、非在来型）、水力、原子力、風力、太陽光、バイオマス）。
- ・ 電力需要については、電力負荷変動に合わせた供給となるように、年負荷持続曲線を基に、電力負荷の大きさによって4時間帯に区分し、それぞれ需給バランスがとれるようにモデル化。
- ・ 各種エネルギー変換過程（各種発電、石炭ガス化・液化、天然ガス改質など）、二酸化炭素分離・回収、貯留・隔離などをモデル化。