

海外文献紹介
「エネルギーシナリオ 2050 年」
シェル・インターナショナル社 2008 年 4 月

戦略・産業ユニット 担任特別補佐 角和 昌浩

本稿は、ロイヤル・ダッチ・シェルグループが、2008 年 4 月に一般公開した「Shell energy scenarios to 2050 (以下、「エネルギーシナリオ 2050 年」と仮訳する)」を紹介するものである。

以下では、まずイントロダクションとしてシェルグループのシナリオプランニング活動の現況や、シナリオプランニング手法という独特のスタディ形式等、本文の理解に必要な諸点を簡潔に説明し、次いで、シナリオの中味を紹介することとしたい。

1. イントロダクション

1.1 シェルグループのシナリオチーム

シェルグループは 1970 年代初頭より、シナリオプランニング手法を企業戦略の策定ツールとして重用している。

同グループ内で常時活動しているシナリオチームは、大規模なプロジェクトを 2 つ持っていて、それぞれ数年に 1 度、成果を取りまとめる。すなわち、「シェル・グローバルシナリオ」と「シェル・エネルギーシナリオ」である。「シェル・グローバルシナリオ」は、長期未来世界に向かって社会・経済・政治・技術などが変化してゆく有様を総合的に叙述したもの。かたや「シェル・エネルギーシナリオ」は、特に長期未来世界のエネルギー問題・環境問題のありようを取り扱う。

ここに紹介する「エネルギーシナリオ 2050 年」は、前回作成した 2003 年版「エネルギーシナリオ」の発表から 5 年を経て、新たに世に問うものとなった。シナリオチームの次の関心は、2005 年に発表した「シェル・グローバルシナリオ (原文では、Shell Global Scenarios to 2025)」の再構築に向けられることだろう。

1.2 シナリオプランニングとは何か？

シナリオとは、未来世界に関するストーリーである。シナリオ作品の中には現在から将来に向かって、これからどんな重要なことがら起こる可能性があるのか、それはどんな原因で、誰によって引き起こされ、どんな波及効果をもたらすのか、その結果、未来世界は現在と、どんな点で異なってくるのか、がストーリーの中に書き込まれている。かといってシナリオが、タイムマシンのように「未来世界の現実」を活写して見せるわけではない。もとより未来に何が起こるかなど、今現在わかるはずもない。シナリオは、未来世界

がとりうる可能性を、現在我々に見えている事象を取材し、分析し、解釈して、創られる。

シナリオプランニングは未来世界の可能性についての研究であるから、当然、可能性は複数成り立つだろう。しかし、可能性の幅を不必要に広げるのは不適當である。シナリオプランニングという独特の手法の中で使われるシナリオ作品は、組織の戦略企画プロセスに活用されるべきもので、組織目的に合わせた実践的な様式を備えていなければならない。

すなわち、シナリオプランニングはシナリオ作品の発表では終らない。組織の戦略決定過程の一部分に関わってゆく。組織が現在採用している長期戦略は、未来世界の様々な可能性に対して有効であるのか、それとも、未来世界の変化の方向によっては大きなリスクを抱え込んでいるのか？ そのリスクはどんな性質のもので、どうしたら軽減できるのか？このような問いを誘導しながら、組織内で行なわれる戦略検討の場で大いに活用されるのだ。現実の組織運営や意思決定過程は、複雑で、矛盾に満ち、マネジメントの個性や力量に負うところも大きい。そんな中でも「より良質の決定」ができるように、考える手順と材料を提供するのがシナリオプランニングの目的である。

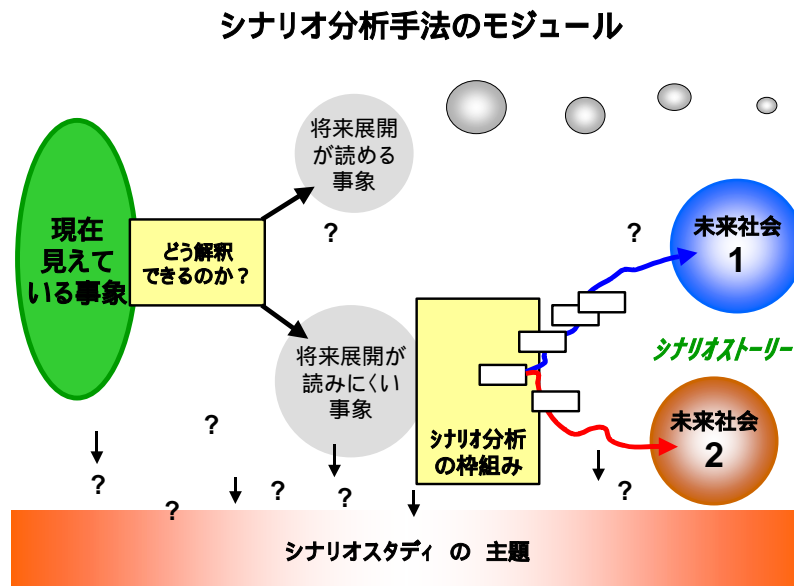
1.3 シナリオ作品の標準様式

シナリオ作品を作る一般的な手順を、簡単に記す。シナリオプランナーが招聘され、クライアントの組織内にシナリオチームが作られる。チームはまず、どんな課題をめぐって未来研究を行いたいのか、定義する。クライアントが強く感じている未来環境への不安や期待が研究課題となろう。次に、研究課題に関連のありそうな要素を、なるべく広く、多様に書き出してみる。この作業には組織の外部にいる専門家たちの助力が不可欠である。専門家たちは一般メディアにまだ取り上げられていないような新しい情報や、アカデミズムの世界で現れた新しい視点を提供してくれるだろう。ワークショップ形式で検討されることが多い。クライアント側がワークショップに参加すると、自分の問題関心に沿ったスタディを進めるには、おおよそ何年くらい先の将来まで考えればよいのか、どんな領域の研究が斬新で生産的な知見を与えてくれそうか、大体の見当がつく。

次に、シナリオプランナーはワークショップで得られたディスカッションを引きとってリサーチにかかる。クライアント側とシナリオプランナーに現在見えている、注目すべき事象は何か？ それはどう解釈できるのか？ どれが、将来の展開が読めそうな事象なのか？どの事象が、今後大きく変化する兆しがあり、その変化は、現時点で安定しているシステムをどのように変えてゆく可能性があるのか？ その結果、クライアントが現在採用している戦略はどのように影響を受けるのか？ これらの疑問を分析して、シナリオ作品を作る。

以上、要約すると、シナリオ作品は未来のあり様を必ず、複数提示する。未来の不確実性という、この逃れようの無い性質にこそ研究の焦点を当て、「どうして、何が、未来の不確実性をもたらしているのか」を時間をかけてリサーチし、分析的・構造的に理解して、シナリオ作品の基本枠組みをつくる。

図 1 シナリオ分析手法のモジュール (出所:エネ研)



2. 「エネルギーシナリオ2050年」

シェルグループのシナリオプランニング活動は、よりよきビジネス戦略を策定し、よりよき戦略決定がなされるのを支援することが本分であるから、シナリオ=未来に関するストーリーの中にはグループ自身のビジネスの機微に係るデータが書き込んである。ただ、シェルグループは、別途、シナリオ作品の公開バージョンを作成するので、部外者でもその大要を知ることが出来るのだ。以降、「エネルギーシナリオ2050年」をシナリオ作品の標準様式に沿って概説したい。報告者は原典の文体のノリをも日本語に映そうとしているので、内容を敷衍、意識した箇所もある。原典は www.shell.com/scenarios で、たやすく手に入る。必要とあらば参照されたい。

このシナリオ作品は、2つのストーリーを世に問うている。「**スクランブルシナリオ Scramble**」と「**ブループリントシナリオ Blueprints**」である。シナリオ作品を書きあげるとき、各シナリオに他と区別できるようにアイコンが指定されるが、「エネルギーシナリオ2050年」では、以下のようなアイコンが用いられている。

スクランブルシナリオ

茶色



ブループリントシナリオ

青色



2.1 現在見えている事象

世界の経済・社会・政治システムは、1990 年代初の旧ソ連邦体制の崩壊から始まったグローバル化の波を止めることは出来ない。経済活動もテロの脅威も、情報通信技術によって影響が、瞬時に、世界大に広がってゆく。これは不可逆的な変化である。

ところで、エネルギー問題・環境問題の未来については、以下の 3 つの事象が長期未来に向かって確実なトレンドであろう。

堅調な需要伸長

中国、インドなど発展途上国は、エネルギーを大量に消費する経済発展段階に入っている。人口増加、産業化、社会インフラの建設。交通燃料の消費も伸長する。発展途上国各国は、エネルギー需要を抑制するために経済成長鈍化政策を採ることは、国内政治的に困難であろう。

供給能力への不安

2015 年になると、石油・ガス資源の開発は、全世界的な需要の急伸に追いつけない。石炭資源への依存が増すが、輸送能力や環境汚染問題で石炭利用にも限度がある。そこで、バイオマス系燃料の導入に期待が集まる。が、エネルギー需給全体が逼迫した状態がづくだろう。

地球温暖化問題

気候温暖化問題は深刻化してゆく。しかしながら化石燃料の消費抑制をはかり、実効ある温室効果ガス排出抑制策を進めるのは容易なことではない。

2.2 どう解釈できるのか？

21 世紀初頭現在、人類は、エネルギーシステムの変革期にさしかかっている。ちょうど 19 世紀初頭、我々が産業革命の黎明期の只中に在ったように。地球温暖化問題が切迫し、経済・産業活動と生活全般の低炭素化をめざしたエネルギーシステム革命は不可避である。この大変化は我々に様々な困難な体験をもたらすだろう。すべてがうまくゆくような解決はない。(There Are No Ideal Answers; TANIA)

2.3 将来展開が読める事象と、読みにくい事象

エネルギー価格の効果やエネルギー技術の革新が、このシステム革命の行方を左右する力は小さい。革命の方向を決めるのは、現在生きているわれわれの、政治的・社会的な決断如何である。人類は、現在のエネルギー利用形態が、健康を害し、地域社会と地域環境を害し、将来の子供たちと地球そのものを危険に晒していることに気づいている。エネルギーシステムの将来変化が現在読みにくい所以は、われわれがエネルギーシステムの変革に向かってどれだけ早くアクションをとるか、という点に存在する。われわれのアクションの早さ、遅さによって、このシステム革命の帰結は異なったものとなる。

この革命はどのようにして起こり、結果、どんな未来世界が現れるのか？ 国民国家政

府が、それぞれにエネルギーの確保を目指して奔走する未来世界が現出するのか？（**スクランブルシナリオ**） それとも、世界のあちこちで、様々なレベルで、化石エネルギーの消費抑制をめざした現状変革の試みが立ち上がり、次第に、世界規模で、未来のエネルギーシステムが現出するのだろうか？（**ブループリンツシナリオ**）

2.4 スクランブルシナリオ Scramble



スクランブルシナリオの主役は各国政府である。エネルギー需給が恒常的に逼迫しているので、国際間協調の機運が熟せず、各国政府は供給安全確保に強い関心を寄せつづける。石炭資源は、自国内で開発・生産が可能であり、石炭の供給能力拡大が喫緊の課題となる。ついでバイオマス系燃料の大規模開発が目指される。2010年代を通じて超重質油や油母頁岩からの輸送用燃料生産にも、開発資金が大規模に投入される。

同時に、消費国各国政府は、資源賦存国に対して2国間調達交渉にはいろいろとするため、国際的な資源獲得競争が起こる。ここで、資源国政府、消費国政府とも国有エネルギー企業をエージェントに使うため、双方の国有企業の経営体質が政治化してゆく。このような情勢の下では、資源賦存国国内の民主化や人権問題改善を求める国際社会の圧力は弱まるだろう。

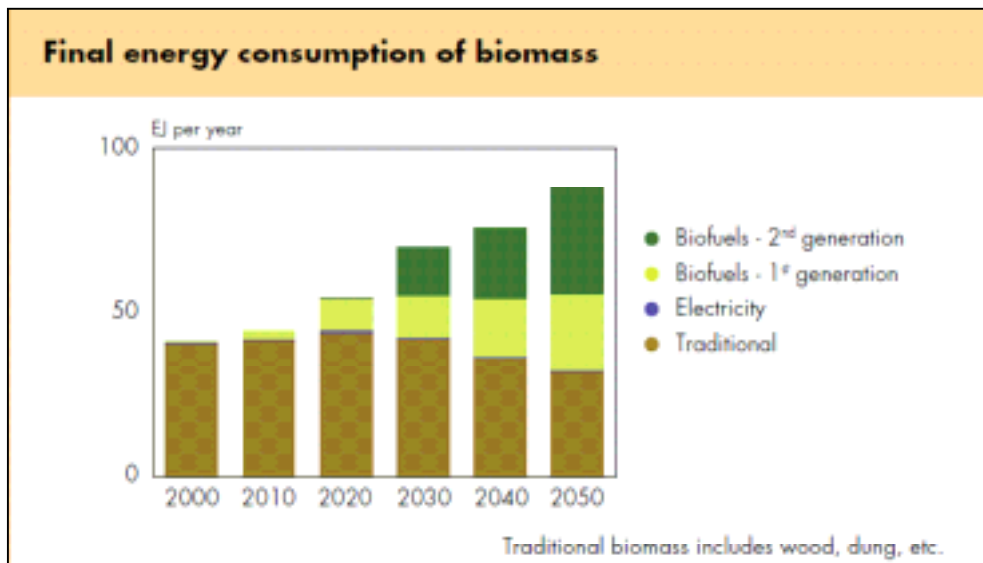
エネルギー価格は高水準で推移する。OPECは、世界経済が100ドル原油のコストを吸収できていることがわかったので高価格レベル政策を緩めない。国富に乏しいアフリカ諸国は、エネルギー資源の調達に苦しみつづけるだろう。

各国政府は、経済成長をまかなうためのエネルギー供給確保を優先課題とする。先進国も途上国も、国の経済発展ならびに国民の生活水準の維持に懸命となる。

2025年頃まで世界は、石炭資源の供給増加により経済成長を賄うことができる。2025年、世界の石炭産業は2000年対比2倍の規模になっている。石炭産業の主な成長拠点は中国とアメリカである。アメリカ国内では、石炭火力発電所の新設計画が、各地地元住民が起こす反対運動と、絶えず戦っている。先進国の一部は原発の推進を図ろうとするが、国内環境派との交渉は難しく、核不拡散問題を巡る国際間交渉も緊張した状態がつづくため、原子力エネルギーの開発・利用の伸びは限定的にとどまる。

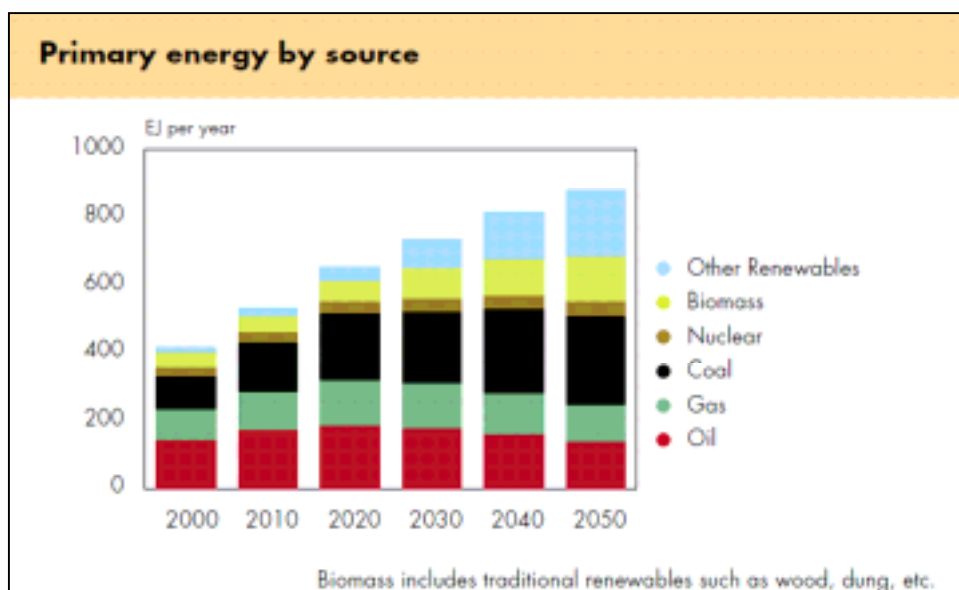
そこで、世界のバイオマス系燃料の開発・生産が加速するだろう。2020年までには、食料生産と競合しないいわゆる第2世代バイオ燃料の生産技術が確立し、30年代には大量供給されている。2050年、一次エネルギー供給の15%がバイオマスによって賄われている。

図2 スクランプルシナリオ：バイオマスエネルギーの利用（出所：シェルグループ）



スクランプルシナリオでは、各国政府は国内エネルギー消費効率化対策や気候安定化対策に、真剣に取り組んでこなかった。けれども地域環境汚染がとまらず、気候の変調に因る激甚な自然災害が頻発するようになると、各国政府は目が覚めたように強力な規制政策をとりはじめる。石炭資源開発や超重質油資源開発は、突然導入された高額な炭素賦課金に苦しみ、中止を余儀なくされるプロジェクトも出る。ビル建物には、突然厳しい省エネ基準が導入され建設計画があちことで中断する。ここで、世界経済成長が鈍化する。

図3 スクランプルシナリオ：石炭とバイオマス（出所：シェルグループ）



スクランブルシナリオでは、気候安定化に関する国際間交渉は、先進国と発展途上国の間の意見対立が改善せず、当面進展しないだろう。

2030 年代に入ると、技術開発の進展や高エネルギー価格の環境下、代替エネルギー/新エネルギーの供給力がつき、再び、世界の経済成長を支えはじめる。新エネルギー関連産業は隆盛を迎えている。が、大気中のCO₂含有量は550ppmvを越えて増加しつづける。

2.5 ブループリントシナリオ Blueprints



このシナリオは、世界の様々な主体 - 先進国や途上国の政府、地方政府やNGO、民間企業や国際組織など - が、エネルギー供給問題・地球環境問題を真剣に受けとめ、生活の安全を求めて同時多発的にさまざまなイニシアチブを始め、いつしかそれらが、国際的に統一の取れた市場や制度に発展してゆく、というストーリーを語る。

ひとびとは地球大の博愛主義に浮かれて行動を起こすのではない。身の周りの生活環境の劣化を何とかしようと、ある国の有力地方政府の首長が、別の国の企業家グループが、あるいは消費者団体や投資ファンドが、省エネ行動や温室効果ガスの排出抑制行動を提案し、それらが連鎖的に賛同を集め、市場メカニズムを通じてよりひろい範囲での連携が始まり、ついには各国中央政府が国際的な標準化交渉をはじめめるのだ。ここ数年でCO₂排出量取引制度が、自生的に、速やかに伝播しているのは、その証左である。将来、電気自動車の大規模な導入・普及もこのようなメカニズムで起こるだろう。

ブループリントシナリオを現実化させる主役は各国中央政府ではない。彼らは国益に捉われたまま、エネルギー供給安全確保策や温室効果ガス排出抑制枠組み交渉に忙殺されている。そのわきで、地球環境問題に貢献する志を共有する地方自治体同士、先進的な企業同士が、国境を越えて、省エネ、あるいは脱化石燃料ソリューション開発のための連携を強化する。技術イノベーションの商業化と国境を越えた普及は、このほうが効果的に、速やかに進むだろう。先進国でも中国やインドやインドネシアなどの途上国でも、先鋭な環境対策の導入に成功した地方首長は、たちまち全国レベルの有力政治家になる。ただし変化のスピードについていけず、内政不安定化を経験する国もでてくるだろう。

2012年、京都議定書失効後、途上国も参加して新たに国際間で合意された地球温暖化対策枠組みは、先進国側の途上国省エネプロジェクトへの投資と技術移転を、制度的に後押しする。近い将来、米国と中国がCO₂排出量取引に参加して市場の流動性に厚みが増す。炭素国際価格が公示され、省エネ・再生エネプロジェクトの採算性はより確かなものとなってゆく。2020年以降、CO₂の回収・貯留(CCS)プロジェクトが商業化されている。

消費者も投資家も、エネルギーシステムの改変が、必ずしも現状の生活を脅かすものではなく、むしろビジネスチャンスをもたらしている、と気がついたのだ。そうすると、中

中央政府は、エネルギーや温室効果ガス排出に関連させた新税制や規制の導入が国内政治的に可能となる。こうして世界経済は、エネルギー消費を抑制しながらも、持続的に成長してゆく体勢ができる。

ブループリントシナリオでは、OPEC は穏健な価格政策を採用する。彼らは高石油価格が世界的な石油離れを起こすことを懸念したのだ。他方、消費国各国では分散型発電システムの導入が進む。インドは国内風力資源を大規模に開発する。中国は太陽光発電の分野で新技術を開発、国内外で大規模に商業化してゆく。OPEC 諸国でさえ国内エネルギー需要は再生可能エネルギーで賄い、石油・ガス資源を輸出向けに確保しようとするだろう。

電気自動車の市場導入に、強力なインセンティブがつけられるようになる。全世界規模で石油消費は頭打ちになり、エネルギー利用の電化も進んでゆく。2050 年になると、世界経済の成長は化石燃料消費を抑制しながらも可能になっている。石炭焼きやガス焼き発電所には、CO₂ 排出対策が義務付けられる。OECD 諸国では、石炭焼き/ガス焼き発電所の 90% が炭素隔離の対応策を備えている。石炭資源の国際貿易ではやがて、輸入炭に温暖化ガス排出権が付加されているようになる。

ブループリントシナリオでは、2055 年、米国と EU における一人当たりエネルギー消費量は、現在よりも 33% 少ないレベルである。中国でもエネルギー消費量のピークアウトがはじまっている。

図 4 ブループリントシナリオ：エネルギー多消費型経済からの転換（出所：シェルグループ）



2.6 2つのシナリオストーリーの比較

シナリオ作品では、読者に未来のストーリーをより臨場感をもって伝えるための表現テクニックとして、未来年表とシナリオ数量化、が用いられる。

未来年表とは、現在から超長期未来にかけて起こるかもしれない主な出来事を、年表形式で表現したもの。下図5では、10年刻みで**スクランブルシナリオ**と**ブループリントシナリオ**に含まれる主なストーリーを比較対照させている。

図5 シナリオ未来年表 (出所: シェルグループ)

	 スクランブル シナリオ	 ブループリント シナリオ
2015	中国は、米国を抜いてCO2排出量 世界一 各国は、石炭資源確保に殺到 世界のCO2排出量の増加が止まらない	京都議定書失効後、排出量取引が世界大に拡大 原発の新增設は停滞中
2020	風力資源大規模活用 バイオマス系燃料の導入・利用の義務化 超重質油の開発・生産が大きく増加しはじめる 原発の新增設は限定的	排出量取引の世界標準システムが完成・稼動中
2030	石炭資源開発・生産が、頭打ち。 エネルギー供給不足が顕在化し、経済成長鈍化、 CO2排出量も鈍化 バイオ系燃料の開発・利用が更に拡大 CO2排出量が再び増勢 太陽エネルギーの利用がおおきく拡大	CO2の回収・貯留(CCS)が商業ベースで利用開始 電気自動車が、一般車市場に普及開始 原発の再評価機運 大規模集中太陽光発電システム 非OECD諸国は、世界のエネルギー需要の2/3を利用 石炭焚・ガス焚発電所の5箇所に1箇所はCCSを装備
2040	原発の大規模導入が図られる インドのCO2排出量は、米国のそれを越える 超重質油の開発・供給の伸びが一服する	新車販売の50%は、ハイブリッド車が電気自動車 超重質油の開発・供給が進捗する 運輸セクターの電化
2050	エネルギー利用起源のCO2排出は減少に転ずるが、 大気中の温暖化ガス濃度の上昇は止まらない 気候変動に対する「適応」策がはじまる 液体燃料供給の30%は、バイオ系燃料	世界経済成長率とエネルギー消費伸長率が「デカップル」 超重質油の開発・供給が拡大 運輸部門エネルギーの30%は、非化石燃料が供給

かたや、シナリオ数量化の表現テクニックとは、各シナリオのストーリーをシェルグループ内部にあるモデルを使って数量化したものである。数量化作業はあくまで未来の有様をイメージするために行なわれるもの。下図6に示したバランス表を、企業戦略策定の前提条件に転用することは、原則、ない。

図 6 シナリオの数量化 (出所: シェルグループ)

単位: エクサジュール exajoule /年



	2000	2010	2020	2030	2040	2050
スクランブル シナリオ						
石油	147	176	186	179	160	141
天然ガス	88	110	133	134	124	108
石炭	97	144	199	210	246	263
原子力	28	31	34	36	38	43
バイオマス	44	48	59	92	106	131
太陽光	0	0	2	26	62	94
風力	0	2	9	18	27	36
その他再生エネ	13	19	28	38	51	65
一次エネルギー合計	417	531	650	734	815	880



	2000	2010	2020	2030	2040	2050
ブループリント シナリオ						
石油	147	177	191	192	187	157
天然ガス	88	109	139	143	135	122
石炭	97	137	172	186	202	208
原子力	28	30	30	34	41	50
バイオマス	44	50	52	59	54	57
太陽光	0	1	7	22	42	74
風力	0	1	9	17	28	39
その他再生エネ	13	18	29	40	50	62
一次エネルギー合計	417	524	628	693	739	769

3 . おわりに

本稿を読まれてどのような感想だろうか？ **ブループリンツシナリオ**は、**スクランブルシナリオ**と比べて、2030 年、世界の一次エネルギー需要は 10%少なくなっている。エネルギー需給を緩和し、地球温暖化対策にも大きく貢献しそうである。

けれどもシェルグループは、「だからブループリンツシナリオをめざしましょう」と、安易にキャンペーンを張っているのではない。ブループリンツ型のエネルギーシステムの実現をめざした経済・社会変革は、ある国の内政やあるいは国際関係上の混乱を招く可能性もある。すべてがうまくゆくような解決はない。(There Are No Ideal Answers; TANIA)

シェルグループは**スクランブル**の未来も**ブループリンツ**の未来も、同程度の実現可能性がある、と見る。つまり、長期的なビジネス戦略の検証のために、両方のシナリオに照らして、将来のビジネスチャンスやリスクを想像してみようとしているのだ。

その上で、グループの最高責任者 ジェロム・ファンデル・フィエールは、2008 年 1 月 25 日、公けの場で、「シェルグループは、伝統的にシナリオ作品を取り扱う際には、どちらのシナリオが自分自身にとって好ましいか、という見解を持つことを意図的に控えてきた。だが、わたくしは、シェルグループに投資しているひとびとや私たちの子孫たちのことを考えると、ブループリンツシナリオは、経済活動とエネルギーと環境問題のよりよきバランスをもたらすもの、と信ずる。」と発言している。

経営の最高責任者は、シナリオチームが分析した将来の展開が読める事象と、読みにくい事象の区別を理解し、2つの異なる未来世界のストーリーを理解した。その上で、われわれ人類の政治的・社会的な決断によって、近未来に迫っているエネルギーシステム革命を、シェルグループのステイクホルダーと協働しつつ、ブループリンツの方向に導いてゆきたい、と闡明したのだ。

お問い合わせ : report@tky.ieej.or.jp