

シミュレーション

1. シミュレーション前提数値

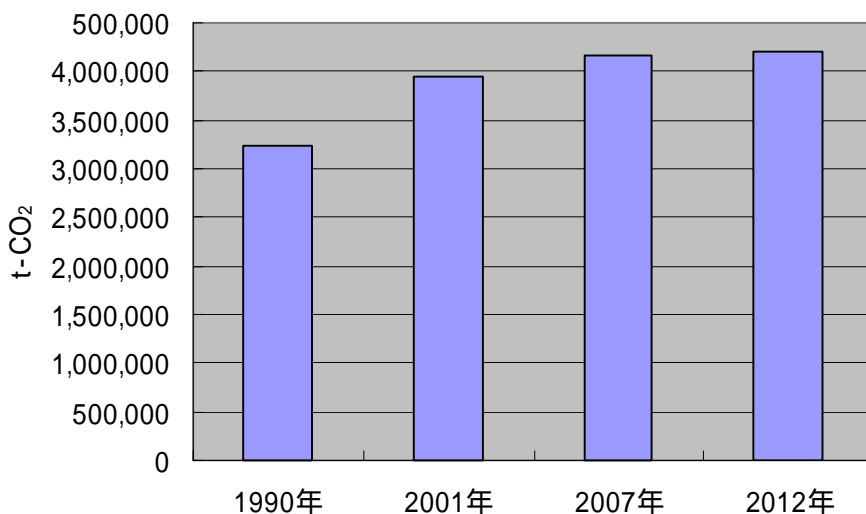
シミュレーション参加企業には事前に質問票（参考資料 A：「シミュレーション実施にかかわる事前調査票」 参照）を配布し、必要データを準備してもらった。基本的な確認項目は、BAU（Business As Usual）排出量（現状から何も削減を実施しない場合に想定される排出量）と対策予算の設定である。

なお、三重県における 1999 年の産業部門の排出量は約 17 百万 t-CO₂ となっており、今回のシミュレーション市場は、三重県の産業部門の約 1/4 をカバーしている。

(1)BAU としての排出量

全体の排出量としては、図表 5 - 1 - 1 に示す通り、1990 年から 2001 年にかけては増加、その後も緩やかな増加という予測である。これは、長期的な予測は現実的に困難ということから、横ばいで設定した企業が多かったことにもよる。

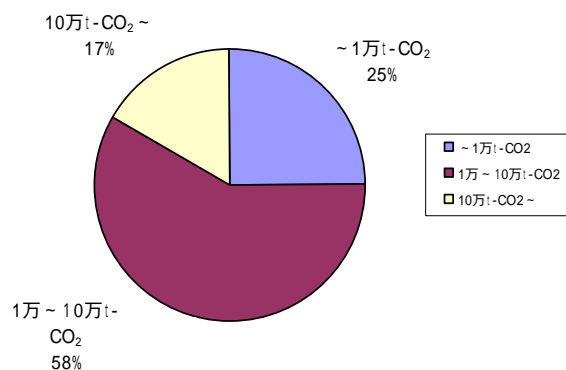
図表 5 - 1 - 1 参加企業全体の排出量予測



なお、各社の年間排出量の分布は図表 5 - 1 - 2 のようになっており、ほとんどが 1 万 ~ 10 万 t-CO₂ の間にあった。

図表 5 - 1 - 2 年間の排出量分布

~ 1 万 t-CO ₂	1 万 ~ 10 万 t-CO ₂	10 万 t-CO ₂ ~	合計
6	14	4	24 社



(2) 対策予算

各社から事前に入手した予算合計は図表5-1-3の通りである。規模の違いから、企業によって数百万円から数十億円といったばらつきが見られる。予算に関しては、内部削減、外部削減に対する支出、排出枠の市場調達に要する支出等を含めた温暖化対策予算としての設定を依頼したが、これに関しては排出量同様長期的な予算策定が困難であるといった問題や、市場の価格水準が分からない段階ということもあり、精緻に予算を設定できるケースの方が少なかったといえる。上記理由から、結果として横ばいで設定した企業が多かった。

図表5-1-3 1社当たりの年間平均予算

	試案1	試案2	試案3	試案4	試案5
年間平均予算(百万円)	2,048	3,256	3,307	2,035	2,690
参加企業数	23	24	23	22	23
1社当たり年間平均予算(百万円)	89	136	144	93	117

次に、図表5-1-4では設定予算額の内訳を示した。

予算に関しては、途中の相場状況を見て、途中で変額している企業もあるが、トレンドとしては概ね一致した傾向を示している。ここでは、毎年10億円超という予算をつけている会社が5社~8社存在していた。

図表5-1-4 予算の設定額別一覧

年間設定予算	試案1	試案2	試案3	試案4	試案5
1億円以下	7	6	6	6	6
1億円超10億円以下	11	11	9	11	10
10億円超	5	7	8	5	7
合計	23	24	23	22	23

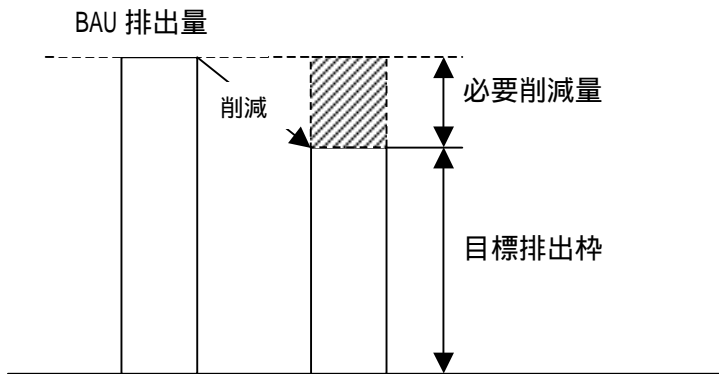
最後に、BAU排出量から目標排出枠を控除した必要削減量単位当たりの対策予算の分布を、試案1を例として図表5-1-5に示す。各企業が用意した対策予算設定額の差異は、企業規模のみではなく、削減量に対する企業の姿勢などの違いが反映されているとみることできる。ただし、今後はこうした取り組みについての情報が流通すること等によって、必要削減量単位当たりの予算設定額の差異は概ね収斂していくことが予想される。

図表5-1-5 必要削減量(t-CO₂)単位当たり予算額(円)の内訳

	~1,000円	~5,000円	~10,000円	~20,000円	~30,000円	~50,000円	~80,000円	~100,000円	100,000円~	計	平均(円)
試案1(社)	1	3	4	2	5	2	2	2	2	23	6,703

$$\text{必要削減量単位当たり予算額} = \text{対策予算額} \div (\text{BAU 排出量} - \text{目標排出枠})$$

図表 5 - 1 - 6 BAU 排出量と目標排出枠、必要削減量の関係



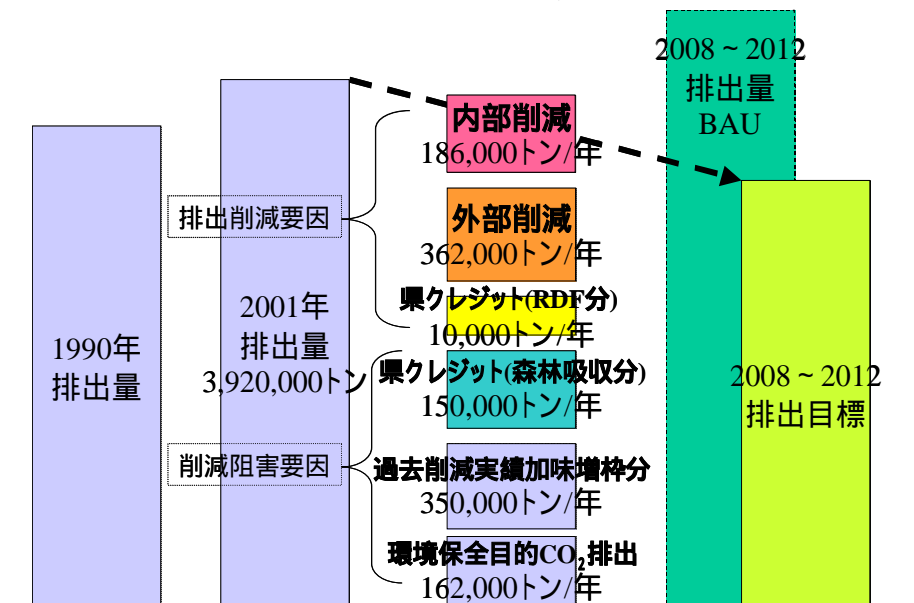
(3)BAU としての排出量と目標設定、及び各オプションメニューのポテンシャルの関係

シミュレーション参加企業全体として標記の関係を図表 5 - 1 - 7 に示す。試算によって認められるメニューに差はあるものの、如何にメニューを有効活用していくことが全体として必要かが分かるであろう。

なおここでは、バウンダリ内での削減施策（内部削減）、バウンダリ外での削減施策（外部削減）、県クレジット（RDF 分）については、排出削減につながることから「排出削減要因」として整理し、県クレジット（森林吸収分）、過去の排出削減実績加味枠、環境保全目的 CO₂ 排出枠については、GHG の排出削減を妨げることから「排出削減阻害要因」として整理している。

なお、内部削減が 186,000 トン/年で 2001 年総排出量の約 4.7% であり、「排出削減要因」全体では 558,000 トン/年で 2001 年総排出量の約 14.2% に相当する。一方で、排出削減の妨げとなる「排出削減阻害要因」全体では 662,000 トン/年で 2001 年総排出量の約 16.9% に相当する。各試算においては、これら各種要因を組み合わせることにより、それぞれ異なった結果が導かれた。

図表 5 - 1 - 7 BAU としての排出量と目標設定、各メニューのポテンシャルの関係



2. シミュレーション結果総括

シミュレーションは、2003年1月16、17、30、31の4日間で24社の企業の参加により実施した。(試案によっては不参加の企業もあり。)このほか排出枠を設定していない主体としてNPO1団体と、市場で森林、RDFのクレジットを売却する際は三重県自体もプレーヤーとして加わった。以下の結果の考察にあたっては、全て排出枠を設定した企業の数値を前提としている。また試案によってはTermで目標設定されていないケースもあることから、比較を容易にするためTermの数値は除いて検討を加えている。

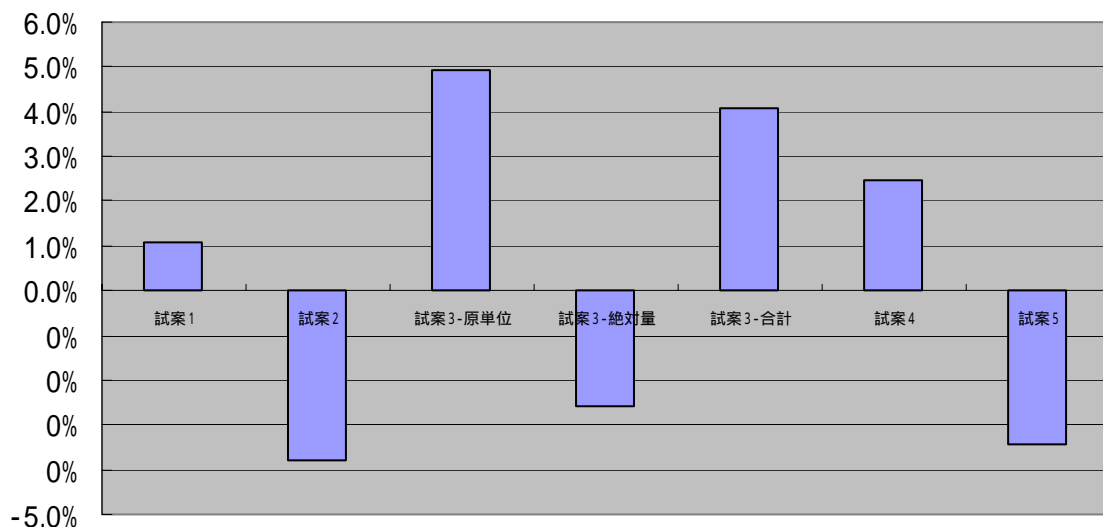
(1) 排出削減効果

様々な設定を用いてシミュレーションを実施したが、最終目標としてのCO₂の実際排出量がどういった結果になっていたのか、実際に排出量は削減出来ていたのかについてまず考察したい。ここで、実際排出量は5年間(Term ~)のBAU排出量から内部削減及び外部削減を実施することによって減少した排出量ととらえた。外部削減に関しては、直接各企業のBAU排出量を減少させているものではないが、社会全体の排出削減に貢献しているものであるから、ここでは実際排出量の削減に加味することとした。図表5-2-1では、各試案の基準年排出量(2001年×5年分)に対する実際排出量の増減率を表している。

なお、試案3については、原単位での目標設定者と絶対量での目標設定者とが混在していたため、原単位部門、絶対量部門、試案3合計に分けて結果を示している。

ここでは、マイナスになっていれば、実際排出量が基準年よりも削減されていると見ることが出来る。

図表5-2-1 各試案の基準年排出量に対する実際排出量の増減率



実際排出量 = BAU 排出量 - 内部削減及び外部削減による削減量

グラフを見れば分かるように試案1、試案3 - 原単位（試案3 - 合計）、試案4において実際排出量が基準年よりも増加している。特に試案3 - 原単位の増加率が他よりも大きいのが分かる。

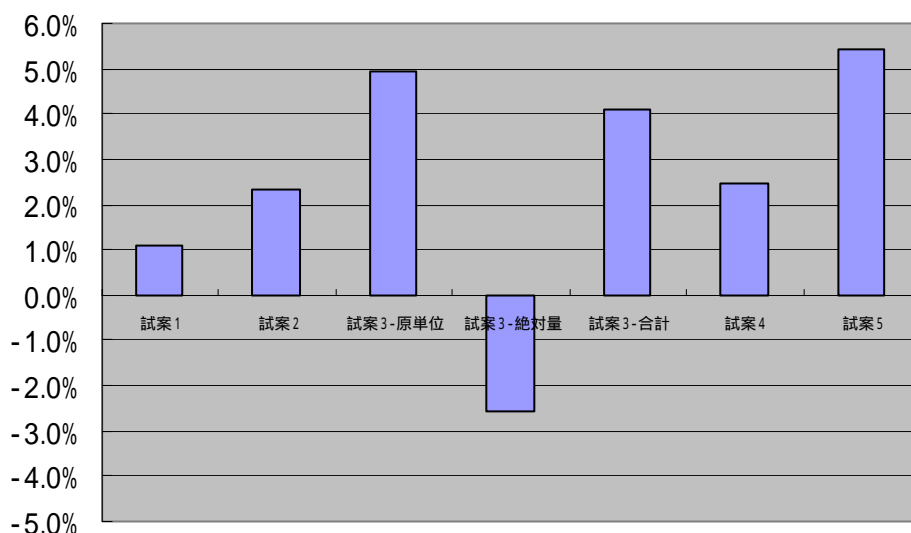
この結果を当初設定した目標数値と比較してみると、図表5 - 2 - 2のようになる。7.9%、14%、19.9%といった目標数値との間には大きな開きがあることが明らかである。

図表5 - 2 - 2 目標数値と結果の比較

	試案1	試案2	試案3 - 原単位	試案3 - 絶対量	試案3 - 合計	試案4	試案5
目標値	7.9%	14%	経団連目標	14%		7.9%	19.9%
結果	+1.1%	3.8%	+4.9%	2.6%	+4.1%	+2.5%	3.4%

なお、ここで試案2と試案5に関しては、目標値には及ばないまでも比較的削減がなされているように見えるが、これは試案2、5において外部削減クレジットを実際排出量の削減と認めたためである。純粋な内部削減を実施したことによる削減量のみで見た場合、図表5 - 2 - 3のようになる。つまり、試案2、5においても基準年からの削減は困難という結果であった。

図表5 - 2 - 3 各試案の基準年排出量に対する実際排出量の増減率（内部削減のみ）



実際排出量 = BAU 排出量 - 内部削減による削減量

以上の結果からは、実際排出量が削減されていないように見えるが、これはもともと、BAU 排出量の設定が基準年よりも高いためである。

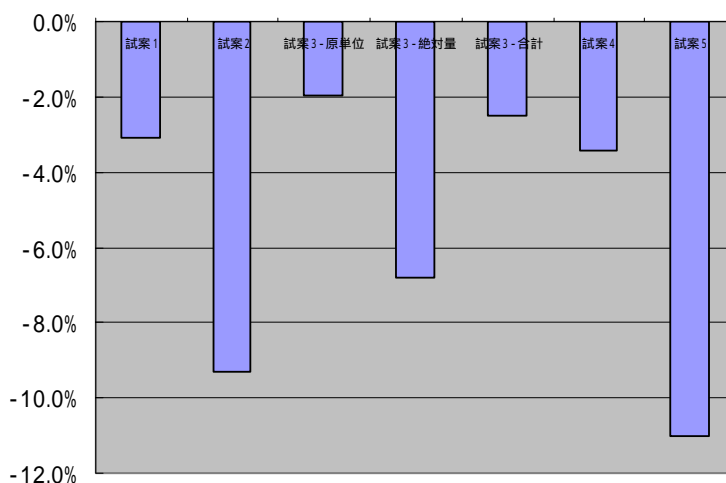
ここで、BAU 排出量に対する実際排出量の増減率について考察する。

図表5 - 2 - 4、5 - 2 - 5では、各試案のBAU排出量に対する実際排出量の削減率を表している。これを見ると、全ての試案においてBAU排出量よりも実際排出量の方が低くなっていることが分かる。なお、図表5 - 2 - 4で試案2、5の削減率が他と比べて大きいのは、外部削減クレジットを実際の排出量の削減と認めたためである。このことは、図表5 - 2 - 5と比較することで明らかとなる。

以上からは、排出量の増加の抑制が果たされたと読み取ることができるだろう。つまり、排出量取引を実施することによって、各試案毎の目標数値を達成するには至らないまでも、本来増加していく排出量を抑制することができたということである。

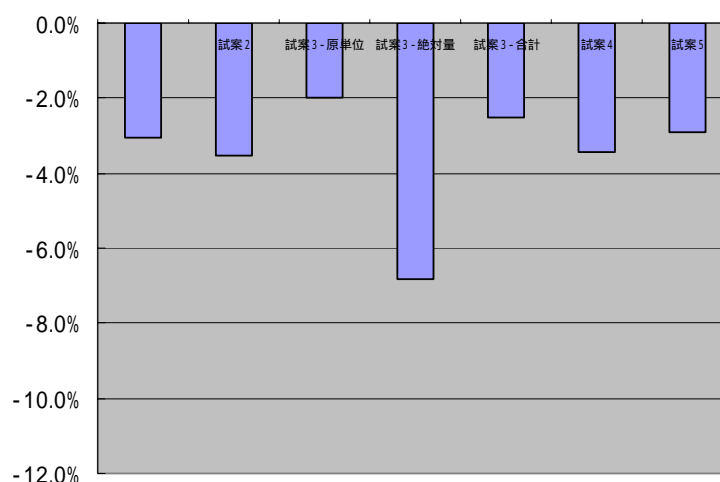
なお、各試案で参加主体に変動があることから、BAU排出量はそれぞれ異なっており、この結果から単純に試案の優劣を論じることは難しい。

図表5 - 2 - 4
各試案のBAU排出量に対する実際排出量の削減率



実際排出量 = BAU 排出量 - 内部削減及び外部削減による削減量

図表5 - 2 - 5
各試案のBAU排出量に対する実際排出量の削減率
(内部削減のみ)



実際排出量 = BAU 排出量 - 内部削減による削減量

(2)各試案の経済性

シミュレーションにおいては、事前に予算を設定してもらい、最終的な予算残高がどうなっていたかを企業の目標達成指標の一つに使った。しかしながら前述した通り（p.44 参照）そもそも予算の設定内容には差異があったことから、企業の最終予算残高の単純比較で試案ごとの経済性を判断するのは困難であると考えられる。

よって、経済性の指標としては、各社の予算残高と当初設定予算の差額である支出額を比較することで試案ごとの経済性を検討する。

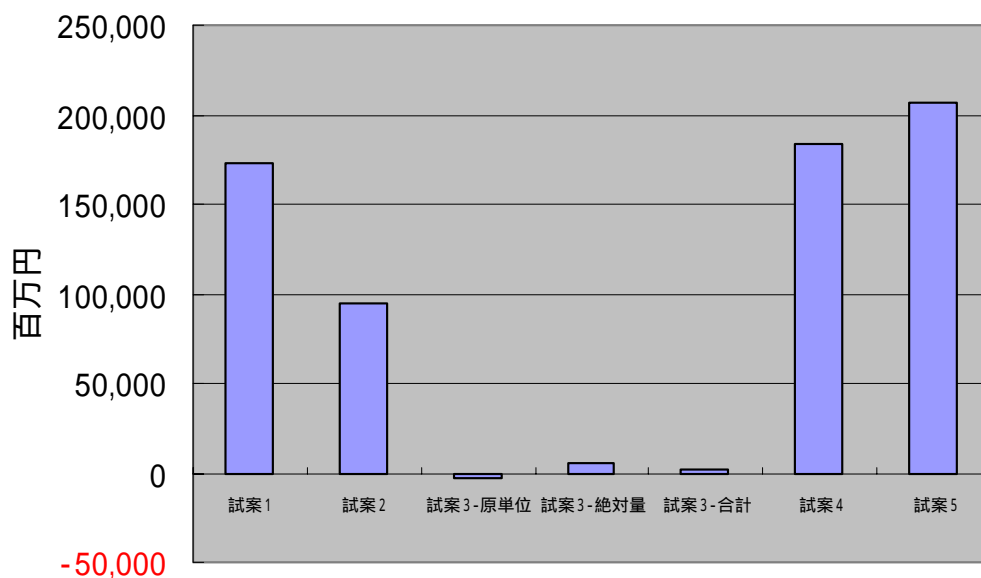
図表 5 - 2 - 6 に各試案の支出総額を表した。また試案によって参加企業数が異なることから図表 5 - 2 - 7 に 1 社当たりの平均支出額を表したが、いずれも趨勢は同じであった。なお、マイナスは収入になっていることを示している。

グラフで見ると試案 1、4、5、の支出が著しく、2、3 と支出額は小さくなって

いる。試案 3 については、原単位部門が収入、絶対量部門が支出となっていることから、ここでは原単位部門からの余剰排出枠が絶対量部門に売却されたと見ることができる。

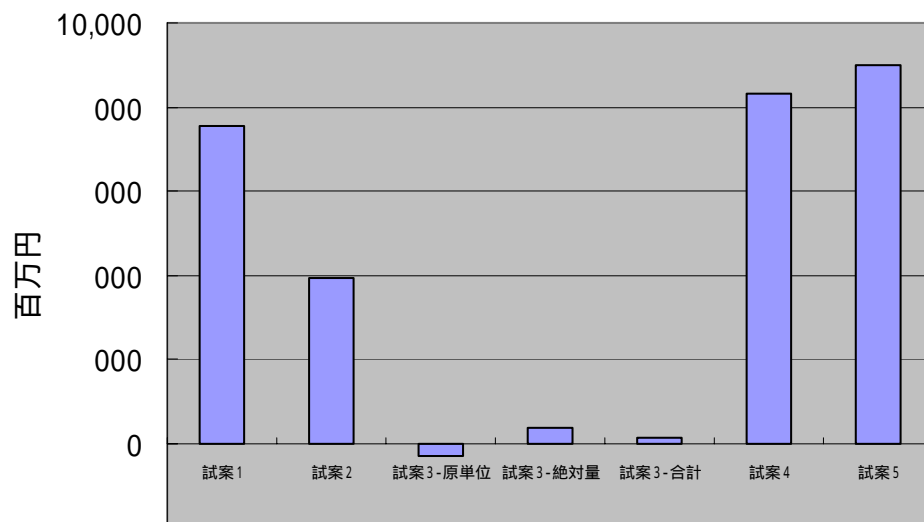
試案 3 では全ての主体が目標を達成したためペナルティが発生しなかったことから、絶対量部門における支出額も比較的少額であった。

図表 5 - 2 - 6 各試案の支出総額



支出額 = 当初設定予算 - 最終予算残高

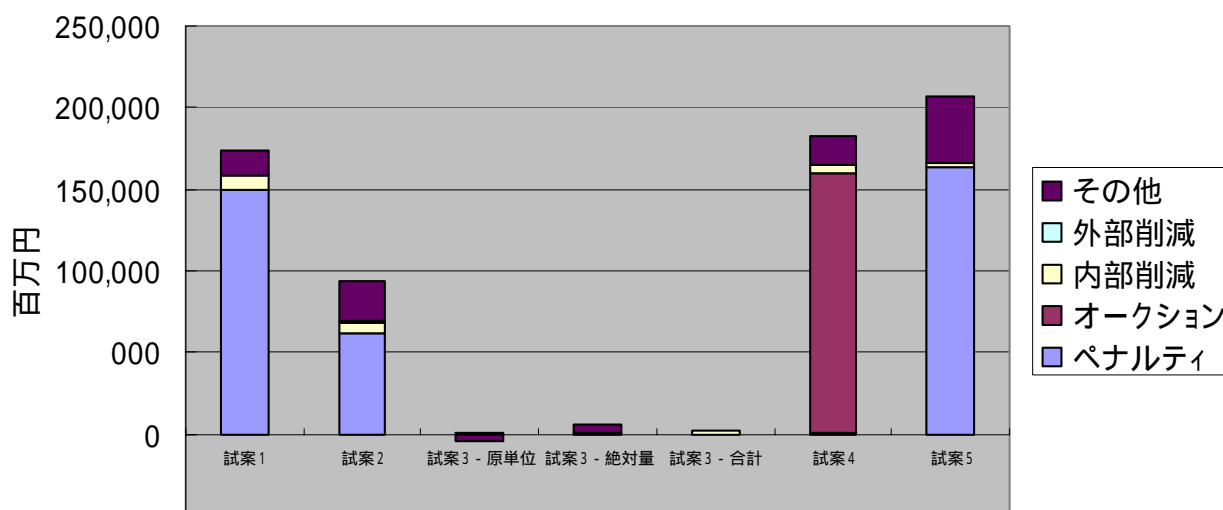
図表 5 - 2 - 7 各試案の 1 社平均支出額



ところで、試案 1、4、5 において支出が著しいのは、総支出額の中に排出枠獲得のためのオークション支出（試案 4）や、目標未達成によるペナルティ支出等が含まれていることが影響している。

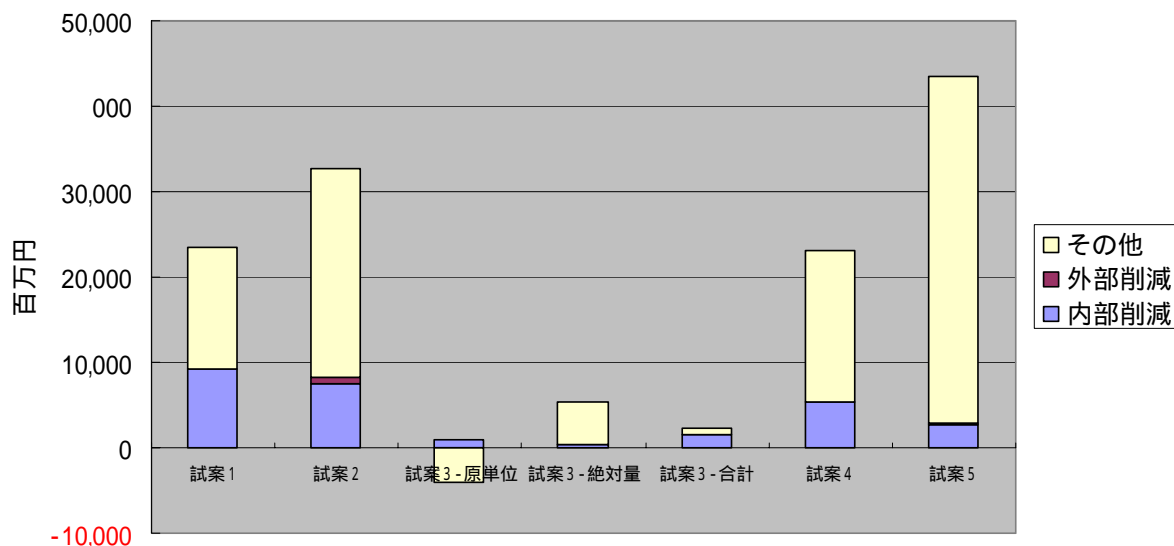
そこで、図表 5 - 2 - 8 においては、支出額の内訳をペナルティ、オークション、内部削減、外部削減、その他に分解して示した。「その他」は主として県からの森林、RDF クレジットを市場もしくはオークションで調達したコストである。

図表 5 - 2 - 8 支出額の内訳



試案 1、5 の大半がペナルティによる支出、試案 4 はオークションによる支出であることが分かる。それではこれらオークション支出、ペナルティ支出を除いた本来の目標達成のための支出はどうなっていたのかを図表 5 - 2 - 9 に示す。

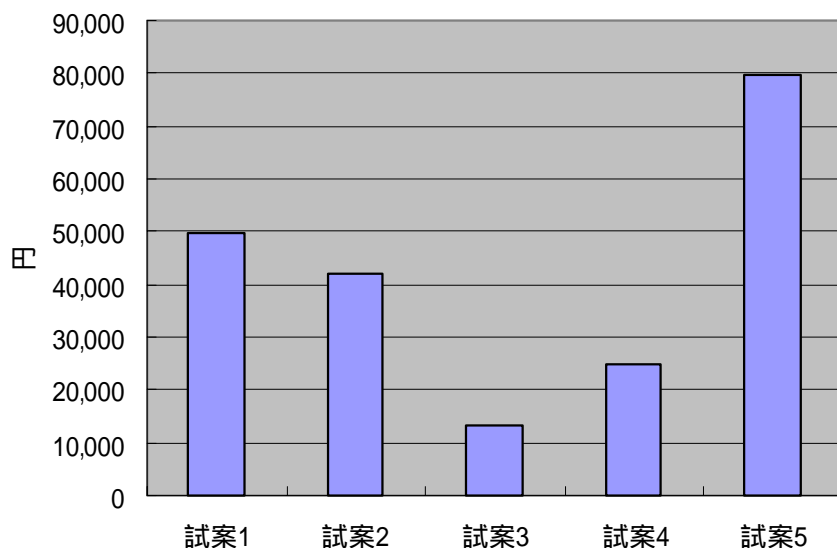
図表 5 - 2 - 9 支出額の内訳（ペナルティ / オークション除く）



支出額は試案 5 2 1 4 3 の順に減っているが、ここでは市場からの調達コスト（グラフ上の「その他」）が大きく影響していたと見る事ができる。

市場での調達コストは調達量と、価格動向により決まるが、各試案の市場からの平均調達価格は図表 5 - 2 - 10 に示すようになっており、ここでは、市場価格が、市場調達コストに大きく影響していたものと推察される。（試案 1 ではそもそも調達量が少なかったため、価格水準の割に調達コストが低かったものと推察される。）

図表 5 - 2 - 10 各試案における市場からの平均調達価格



ここまで、各試案の支出総額のうち、企業が本来的な目標達成のために支出したと見なした内部削減、外部削減、市場（クレジット取得の際のオークションを含む）調達コストの総額で各試案の支出額の大小を分析した。

今回は試案ごとの内部削減の実施状況に大きな違いがなかったことから、市場からの調達コストが支出額変動の主要因であるという結果が得られた。また今回の市場では調達コストは主として市場の価格動向を反映した結果となっていた。

では、市場価格の変動要因はどういったところにあるのだろうか。現存する株式市場や、商品市場においても価格の主たる変動要因は需要と供給のバランスであると言われている。（ただし、需要と供給を決める要因は売買対象（株式・商品等）をとりまく環境によって異なることは言うまでもない。）

今回は市場を刺激するようなニュースは流していない。また情報提供内容も非常に限定されていたことから、純粋な需要と供給のバランスが価格に影響していたとの仮説が成り立つ。

図表5 - 2 - 1 1 各試案における需給バランス

	試案1	試案2	試案3	試案4	試案5
需要 BAUの伸び率()	4.3%	6.0%	6.8%	6.1%	8.5%
当初目標()	-7.9%	-14.0%	6.7%	-7.9%	-19.9%
計(= -)	-12.2%	-20.0%	-0.1%	-14.0%	-28.4%
控除分:過去の削減努力()	-	7.2%	-	-	-
控除分:環境保全目的排出()	-	-	4.3%	4.2%	4.2%
実質目標(= + +)	-12.2%	-12.8%	4.2%	-9.8%	-24.2%
供給 内部削減()	3.2%	3.7%	2.7%	3.6%	3.1%
外部削減()	-	6.1%	-	-	8.8%
市場調達(オークション含む)()	1.8%	2.9%	0.2%	4.5%	3.6%
計(= + +)	5.0%	12.7%	2.9%	8.1%	15.5%
差引(+)	-7.2%	-0.1%	7.1%	-1.7%	-8.7%

図表5 - 2 - 1 1では、BAUから目標達成に必要な割合を需要とみなし、それに対して目標達成に使用したメニューを供給として示した。この場合、差引がマイナスの場合は供給不足、プラスの場合は供給過剰と見なせるだろう。

ここでは、試案5が最も供給不足で、続いて試案1、4、2、3の順に供給不足となっている。前述の価格動向（p.51 図表5 - 2 - 1 0参照）では最も価格が高いのが試案5で、続いて試案1、2、4、3という順であり、概ね相関関係が見られる。

また、ここで試案2と4が逆転しているのは、試案4においては当初のオークションでの調達価格が比較的低価格であったことから、市場価格を押し下げる要因になったものと推察される。

この結果からは、供給が乏しいケースにおいては価格の上昇を招き、結果として支出額の増加をもたらしていた、つまり、需給バランスが価格動向、支出額に影響していたと見ることができよう。

ただし、実際の市場においては各主体が平等に情報を得るということは考えにくく、また、様々なニュースからの心理的影響等も加わり、当然のことながら、単純化できるものではないことは言うまでもない。

以上の結果からは、需給バランスが逼迫していた試案 1、5 においては未達成によるペナルティも加わり支出額が大きくなっていた一方、目標が最も緩やかであった試案 3 において支出額は少なかった（経済性は高かった）ということができる。

(3) 目標排出枠に対する達成状況

企業の目標排出枠達成状況

シミュレーションにおいて各企業には、設定した予算の範囲内で削減努力や市場調達等を実施し、目標排出枠の範囲内に排出量を抑えるというミッションを与えた。

その結果は図表 5 - 2 - 1 2 に示すとおりである。Term の終了時点で排出量が目標排出枠内でなおかつ予算が黒字で終了した場合にはパソコンの画面が緑色（目標達成、黒字）目標排出枠はクリアしたが予算が赤字で終了した場合は画面が黄色（目標達成、赤字）目標排出枠をクリアできなかった場合は画面が赤色（目標未達）になるように設定した。

図表 5 - 2 - 1 2 シミュレーション結果総括

会社数/割合	試案 1		試案 2		試案 3						試案 4		試案 5	
					絶対量		原単位		計					
緑(目標達成、黒字)	13	57%	17	71%	8	57%	9	100%	17	74%	3	14%	13	57%
黄(目標達成、赤字)	4	17%	3	13%	6	43%	0	0%	6	26%	18	82%	4	17%
赤(目標未達)	6	26%	4	17%	0	0%	0	0%	0	0%	1	5%	6	26%
合計	23	100%	24	100%	14	100%	9	100%	23	100%	22	100%	23	100%

なお、目標排出枠をクリアできなかった場合には最終不足量に対して 100,000 円/t-CO₂ というペナルティを課していたため、赤画面で終了した場合は全て予算も赤字で終了していた。また、試案 4、5 では、オークション収入を財源とした削減活動への補助金を交付したが、このルールについては、事前に示さず途中で導入したことから、企業側の行動に影響を与えるほどではなかったものと推察される。

各試案の内容が、企業にとって目標達成しやすかったかどうかというのは、当初予定していた予算を最も効率よく使って排出量を目標排出枠内に抑えることができたかどうかで判断できる。単純には最終画面が緑で終了した企業が多い試案は達成しやすかったと考えてよいだろう。

このことから単純に緑の会社数の比率でみると、図表 5 - 2 - 1 3 のような順になっている。試案 3 の原単位部門は全ての企業が緑となっていた。一方、試案 4 では排出枠の初期割当ての半分をオークション方式にしたため、当初予算では不足するという結果であった。試案 4 の時だけ特別に予算を増額した企業はあまりなかったことから、当然の結果と言える。

図表 5 - 2 - 1 3 黒字を達成した企業の割合

試案 3 (原単位)	100%
試案 2	71%
試案 3 (絶対量)	57%
試案 1・5	56.5%
試案 4	14%

市場全体の目標排出枠達成状況

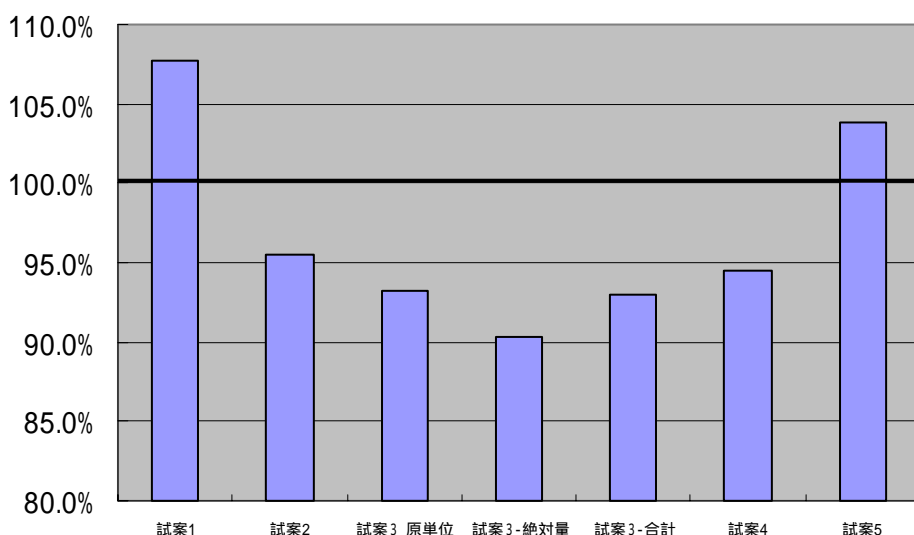
単純な会社数の比較のみでは、市場全体として目標の排出枠内に抑えることができたのかが分からないため、ここでは市場全体としての達成状況について検討する。

図表5-2-14に、試案毎の目標排出枠に関する達成状況を示した。ここでは100%を越えていれば目標排出枠よりも排出量が超過していた、つまり、目標未達成であったということを表しており、棒グラフが短い方が達成状況が良かったと見る。

結果は、試案1と5は未達成であったが、他は全て目標を達成していた。グラフを見ると試案1が最も困難で、試案2、3、4に大差がないことが分かる。

経済性の分析(p.49 2.(2)各試案の経済性 参照)で検討したように、試案1、5においては、供給不足になっていたことから、結果的に目標排出枠内に抑えることが困難であったと言える。

図表5-2-14 目標排出枠に対する市場全体の達成状況



100%ラインを越えていれば目標排出枠よりも排出量が超過していること(目標未達成)を示す。

100%ラインからの「超過分」及び「未達分」は、それぞれ、後述する各試案毎の「シミュレーション全体結果 - 試案」のグラフ中「シミュレーション後2007-2012」における「未達成分」及び「達成分」に相当する。

(4) エネルギー多消費型産業の影響

シミュレーションに参加したのは三重県内の事業所であり、また自主的な参加形態をとったことから、業種構成等については必ずしも県や国の構成と合致したものにはなっていなかった。

特に今回は、エネルギー多消費型産業の排出割合が全体の約4分の3を占めるという状況であったため、これらエネルギー多消費型産業の動向が全体結果に大きな影響を与えていたといえる。(なお、三重県の産業部門に占めるこれらの産業の割合は約6分の1である。)

そこで、エネルギー多消費型産業を除いたケースでは、どういった結果になっていたのかを分析することとする。

以下においては、これまで見てきた全体の結果を「結果 」、上記エネルギー多消費型産業を除いた結果を「結果 」と示すこととする。

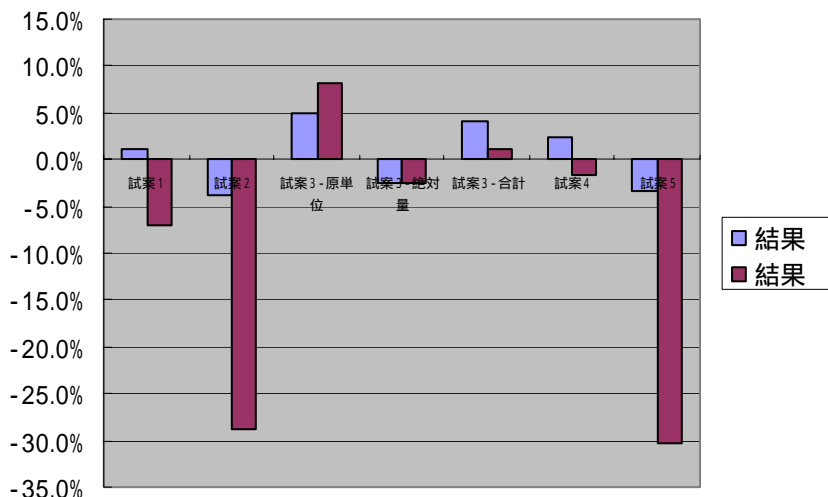
実際排出量の削減率

図表5-2-15に基準年排出量からの実際排出量の増減率を表した。

「結果 ｣においては、全体的に基準年からの削減が難しいという状況であったが、「結果 ｣を見ると、試算3-原単位(試算3-合計)を除いて、実際排出量の削減効果が見られる。つまり、エネルギー多消費型産業において、実際排出量の削減が大変難しいといった状況が推察できる。

また、試算3-原単位(試算3-合計)のみ実際排出量が減っていないということからは、本来内部削減等によって実際排出量を減らすことが出来るにもかかわらず、試算3の場合には実際排出量を減らすというインセンティブが働かなかったと見ることもできるだろう。

図表5-2-15 基準年排出量に対する実際排出量の増減率



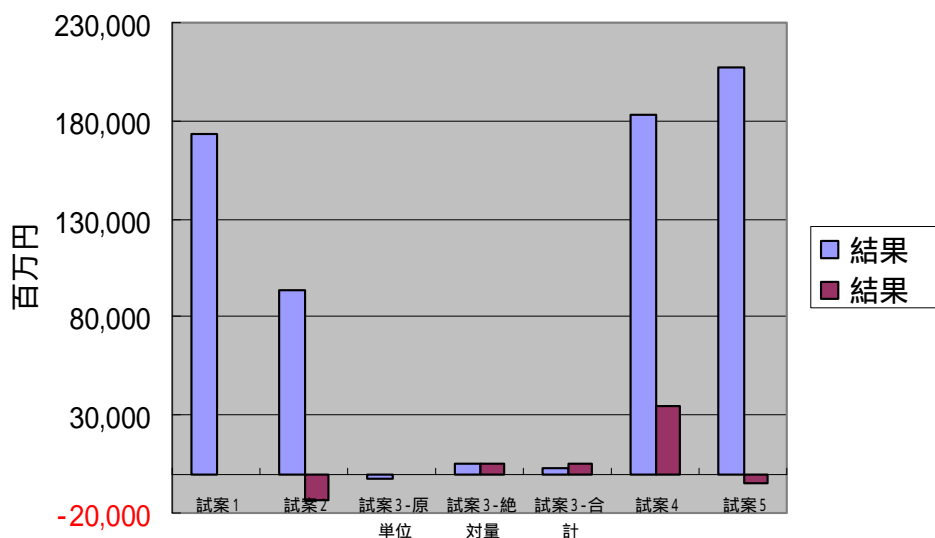
試案の経済性

図表 5 - 2 - 1 6 に支出総額を示した。

「結果」では試案 3 を除いて大きな支出であったのが、「結果」では試案 3 - 絶対量（試案 3 - 合計）試案 4 を除いて収入になっている。試案 4 はオークション支出を除くと収入になっていることから、「結果」においては、ほとんどの試案が収入であったことが分かる。

これは、前述の図表 5 - 2 - 1 5 を見ると、「結果」においては実際排出量の削減が比較的進んでいることから、余剰排出枠がエネルギー多消費型産業に売却されていた結果と見ることができるだろう。

図表 5 - 2 - 1 6 各試案の支出総額



「試案 1」と「試案 3 - 原単位」において「結果」が表示されていないのは、支出総額が微少のためである。

まとめると、エネルギー多消費型産業にとっては試案 3 を除いて達成が困難な目標設定になっていたと言えるだろう。