

## 地球温暖化に伴う海面上昇と地域共生学的考察 〈地球温暖化のリスク認識〉

岡田 東一<sup>1</sup>・中安 文男<sup>2</sup>・砂川 武義<sup>2</sup>・原 道寛<sup>3</sup>

### Risk managing consideration to sea-level rise due to global warming based on regional sustainability

Toichi Okada, Fumio Nakayasu, Takeyosi Sunagawa and Michihiro Hara

Based upon IPCC Fourth Assessment Report (Feb.2007) we understand that the changes in atmospheric abundance of greenhouse gases and aerosols produced from human activities alters the heat energy balance of the climate systems. In order to prevent global warming of the earth and keep the present human society sustainable we have reached certain agreement to the limited emissions targets of Kyoto Protocol.(2005)

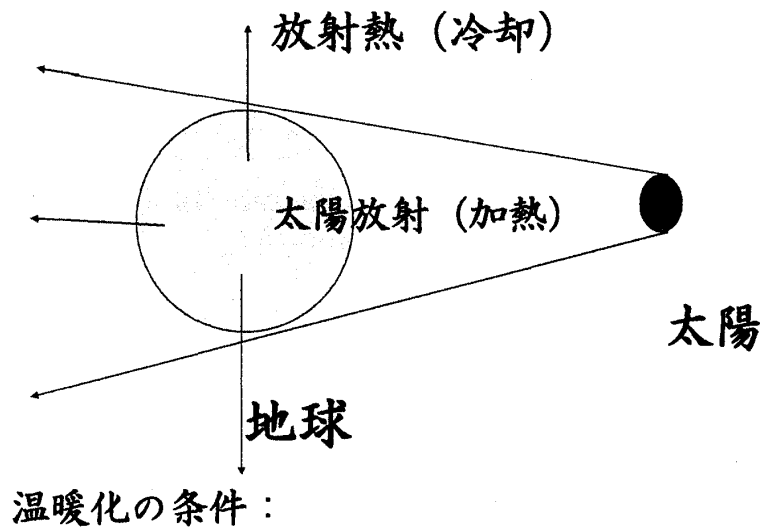
However, if the efforts come to be failed in coming near future the worst scenario might operate that means sudden and drastic rise of sea level due to Greenland and Antarctic ice which force numerous number of people living near sea shore escape from original place. Even several meters sea-level rise will give rise to a severe destruction of infra structure of many civilized country in the world.

#### 1. 緒 論

環境問題は人類の持続可能な社会に対するチャレンジとして広く認識されてきた。しかしこの問題解決には全地球的規模の考察が必要であり、また原因と結果の因果関係があまりに多岐にわたるため人々は無関心あるいは真剣に考慮することとに疲れてしまうことが多い。地球温暖化に対する考察は(1)メカニズム、と(2)結果、さらに(3)その対策から出発することが多い。前者については2007年2月に公開されたIPCC Version IVによれば人類の活動に起因する温暖化ガスにより地球全体の熱バランスが崩れ、太陽の加熱が冷却放射を上回る結果生ずると考える根拠が90%以上であると結論している[1](第1図)。

地球温暖化の結果については(i)地球の平均気温の上昇、(ii)台風エネルギーの増加、(iii)局地的豪雨、(iv)海面上昇、(v)巨大化する竜巻、(vi)オゾン層の破壊、(vii)生態系の破壊 (viii) 深刻な水不足 (ix) 欧州を襲う熱波 (x)アフリカを襲う塩害、などがあげられている。最後にその対応策として何をなすべきかについては空間的には問題がグローバルでありまた時間的には宇宙的時間スケールと人間的時間スケールとのギャップから、多くの人々は“とりあえず”不都合な事象と受け止めるものの具体的に今何をなすべきかについては口をつぐんでしまう[2]。

本論文は、地球規模で温暖化ガスの発生を抑制するためには現在地球上に住む65億人の人類が共通の危機認識を持つことが必要条件であり、全員が共通で利用している空気(大気圏)と水空間(飲料水+海洋)に



放射熱エネルギー < 入射熱エネルギー

$$\epsilon \sigma T^4 \times 4\pi R^2 < (1-A) S X \pi R^2$$

ここに S は単位面積当たりの太陽放射、A はアルベド(反射割合)、

T は地球表面の絶対温度、 $\sigma$  はステファニーボルツマンの定数、

$\epsilon$  が温暖化ガスによる放射係数である [3]

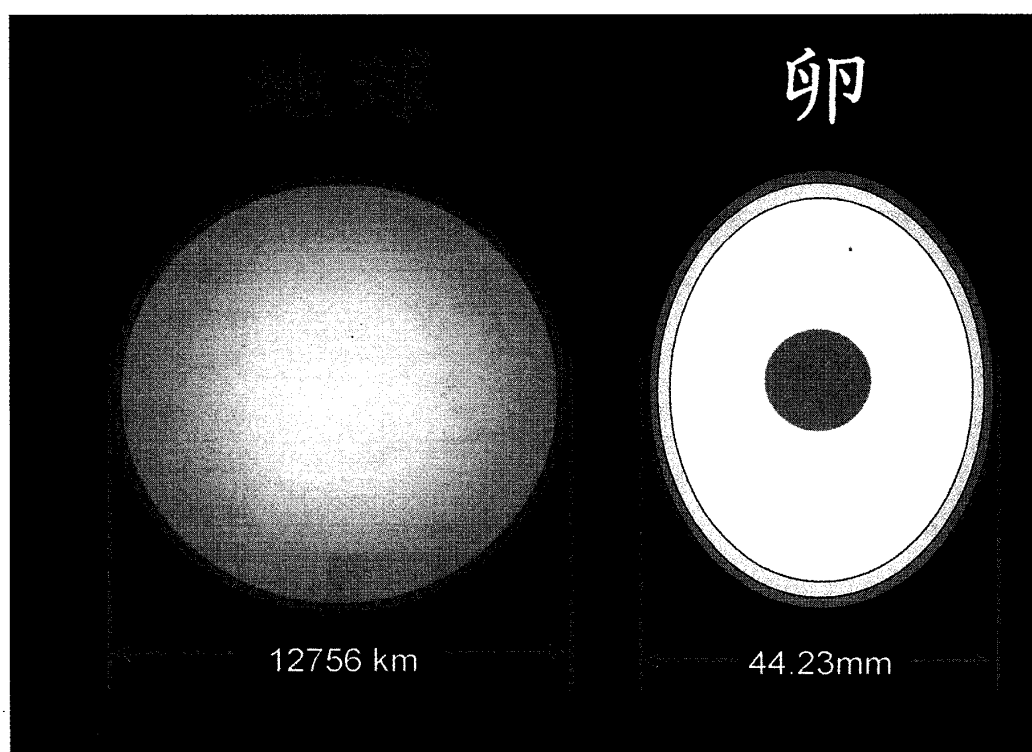
第1図 地球表面における熱バランスと温暖化

対して、全員がそれぞれの責任で英知を集めて対策を講ずることが十分条件となることを強調することにある。そこで地球温暖化の危機管理を“自分にもっとも身近な問題として”また“孫の世代にも十分起こりうる”危機的問題として捉え、今なすべきことを実感するために海面上昇を取り上げようという提案である。実際我々の生活を直接的に脅かすものは、一刻も休めない呼吸、飲料水、そして地面に係わってくるものである。海面上昇は後戻りが聞かない形で我々の住む地面を奪うのである。

第2図は地球表面における人類の極限的生活空間と卵の薄皮部分の類似性を示したものである。ただし卵の厚皮の部分は単に大気層の厚さとの対応を示すのみで大気層のひ弱さを表現するものではない。我々は65億の人類はかくも制限された狭い空間に閉じ込められた存在である事が実感できる。

## 2. 温暖化の危機認識

このひ弱な大気層に人類の諸活動から発生した温暖化ガス ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , …etc) が注入されてきた結果、地球表面には多くの異変が生じている。たとえば氷河が短くなっている、ヒマラヤ、アルプス、キリマンジャロなど高山の雪が激減していることなどが報告されている。しかし「2100年に地球の平均気温が5.9度上昇



第2図 地球表面における人類の生活空間と卵の薄皮部分の類似性

する」という表現では地球の気候異変の危機的状況を一般の人々が認識することは難しい。「地球表面の気候の温暖化」は局地的な短期間の気温変動、地球規模の時間経過に伴う温度変化、地球規模の場所に依存する特徴的な温度変化、を包括する現象であるから簡単には、客観的事象として認識することは困難である。近時、地球シミュレーターなる近代機器のおかげで地球環境の重要なパラメーターと地球温暖化との間にある程度の因果関係が見出されるようになったが地球温暖化がCO<sub>2</sub>のせいではないと主張する物理学者もいる〔2〕。

### 3. 海面上昇による温暖化の認識

地球の温暖化の問題が騒がれ始めて久しい。しかしそれが引き起こす重大な結果は、たぶん自分の生きている間は起こらないだろうと大多数の人々は漠然と考えているように見える。したがって地球温暖化は時間的にかなり先の地球の平均気温上昇として捉えられ大多数の人々にとって焦眉の急という認識とはならない。もうひとつの盲点は地球の平均気温が3度上昇するとき赤道周辺では0.1度しか上昇しないのに対して極地では6から7度の上昇が起こるとされている。したがって温度上昇による海水の膨張とともに、南極大陸の氷塊とグリーンランドの氷の融解が全地球的海面上昇の危機管理的視点から注目されることとなる。

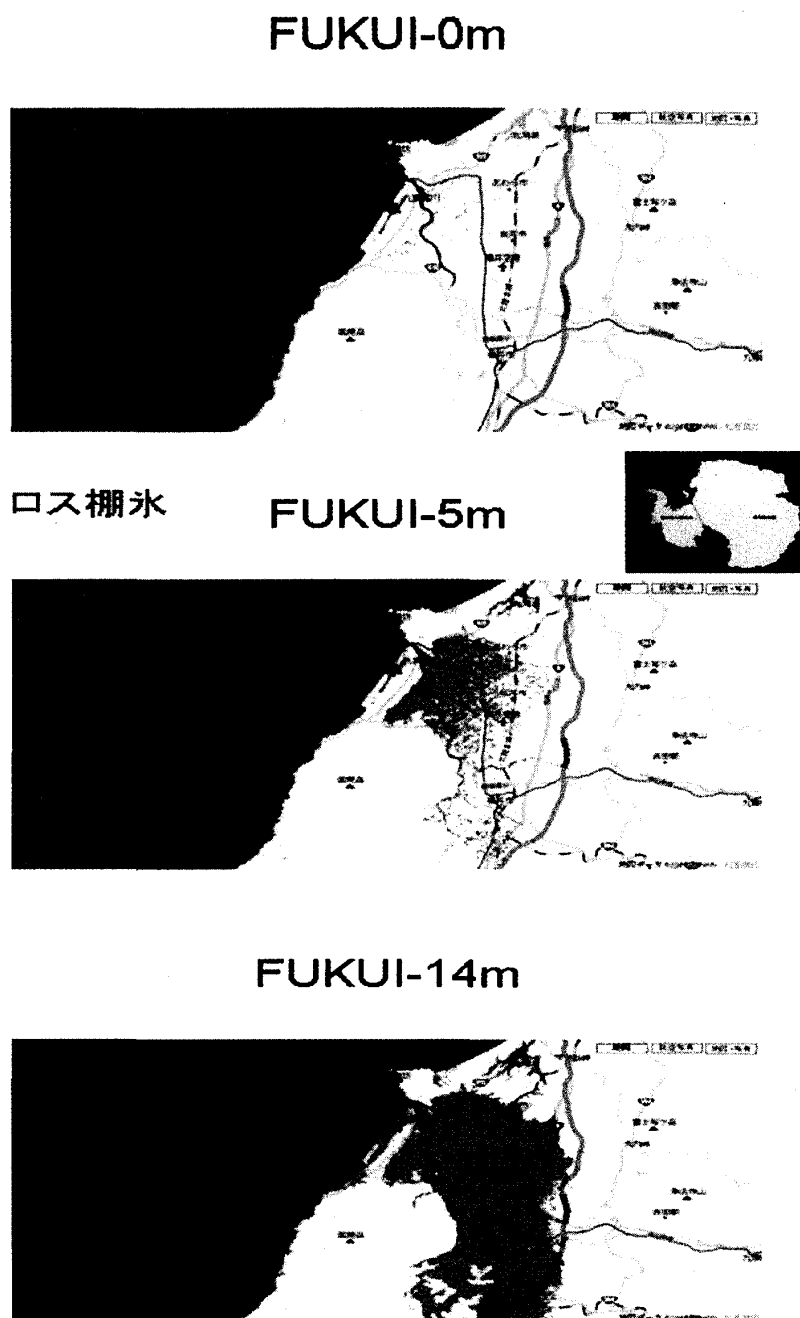
確かに温暖化の熱力学的な基本的メカニズムは第1図に示すように孤立系に対する熱入力と熱放射のバランスのずれから生ずることはかなり明白である〔4〕が、その結果がわれわれの身近にどのような規模で、い

つ迫ってくるのかという問題はあまりに多くの因子が絡むので一筋縄では解決できない。この予測は地球シミュレーターと呼ばれるスーパーコンピュータの役目である。一方で私たちは地球温暖化の問題を結果として

起こる海面上昇に凝縮して捕らえ、それが起こるプロセスを明らかにし、海面上昇の結果起こる文明破壊について地域共生学的見地から危機管理上の考察を行う必要がある。前述のように南極の氷が全部海に落ち込むと〔溶けなくてもよい!〕世界中の海面が100m上昇する。北極圏のグリーンランドの氷が全部海に落ちると世界中の海面が6m上昇する[3]。南極大陸の端にあるロス棚氷が画最近どんどん薄くなっているという報告があり[5]、またこれが全部海中に落ちると世界中の海面が5m上昇する[3]。

#### 4. 海面上昇による海岸線の変化

第3図に福井地方において海面が現在より0～5～14mまで上昇したときの海岸線の変化の概念図をしめす。もしもこのレベルの海面上昇がある日突然起こりうるとなると私たちは地域共生学的危機管理の立場から郷土の防衛策を立てなければならない。

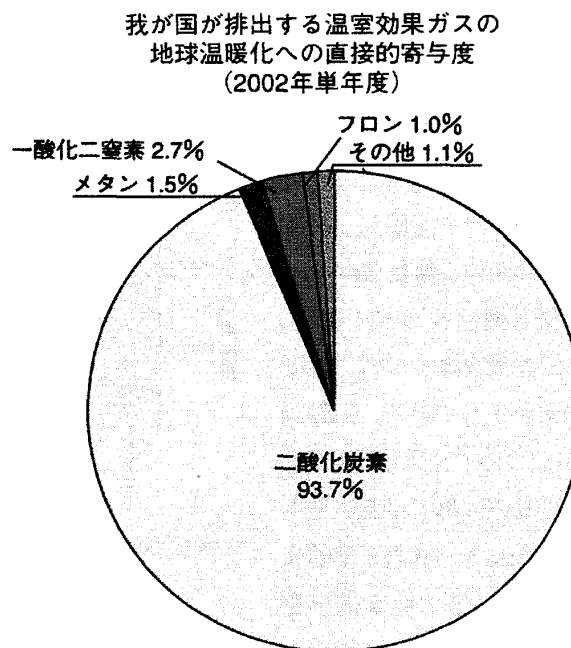


第3図 福井地方における海面上昇による海岸線の変化の概念図[6]

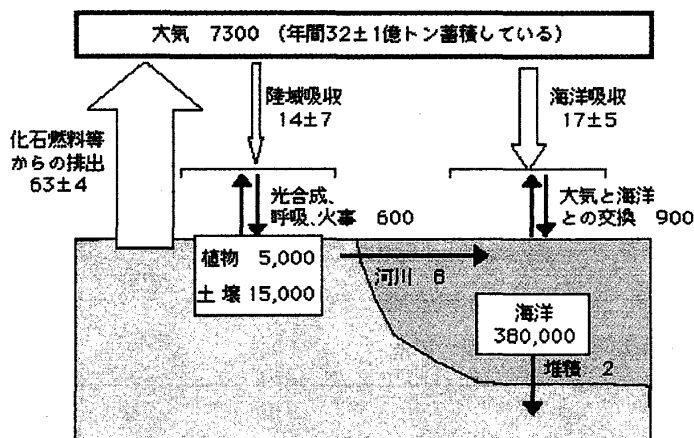
## 5. 京都議定書の条件を守るための各種方策

人間の活動で大気中に排出され、温室効果をもたらしガスには、家畜や水田、ごみから出るメタンガス、一部の冷蔵庫やエアコンなどから出るフロンなどがあるが、一番大きな割合を占めるのは、第4図に示すように、二酸化炭素である。この二酸化炭素は、大気と陸地と海の間を循環している。呼吸・火事などの何らかの活動によって生み出される炭素は年間 1500 億トンである。第5図に示すように、この内の 600 億トンが地表に、900 億トンが海洋に吸収されている。化石燃料などから排出される二酸化炭素は 63 億トン程度にしか過ぎず、地球全体が生み出している二酸化炭素の 6%程度である。この内、31 億トンが陸地及び海洋に吸収され、大気中に残存するのは、32 億トン程度である。そもそも大気中には、7300 億トンの二酸化炭素が存在しているので、その増加割合は微少である。

気候変動枠組条約およびそれに基づく京都議定書が、地球温暖化ガス、特に、二酸化炭素の削減を目指しているのは、大気・地表・海洋間の二酸化炭素循環の微妙なバランスを壊すと、貯蔵庫である海洋、土壌から二酸化炭素が大量に放出される危険があるからである。例えば、北半球の永久凍土に含まれる二酸化炭素量は 2000 億トンであるから、これが、地球温暖化により放出されると、大気中二酸化炭素量が約 30% 増加することになる。このような観点から、地球温暖化防止のために、化石燃料などからの二酸化炭素の放出を抑える必要があることが、世界全体の共通認識となりつつある。



第4図 地球温暖化ガスの種類[7]



注1：枠内の数字は億トンC、矢印の数字は億トンC/年を表す。  
2：±の幅は不確実性を表している。

第5図 二酸化炭素の排出量と吸収量の関係[8]

### 5.1. 新エネルギー

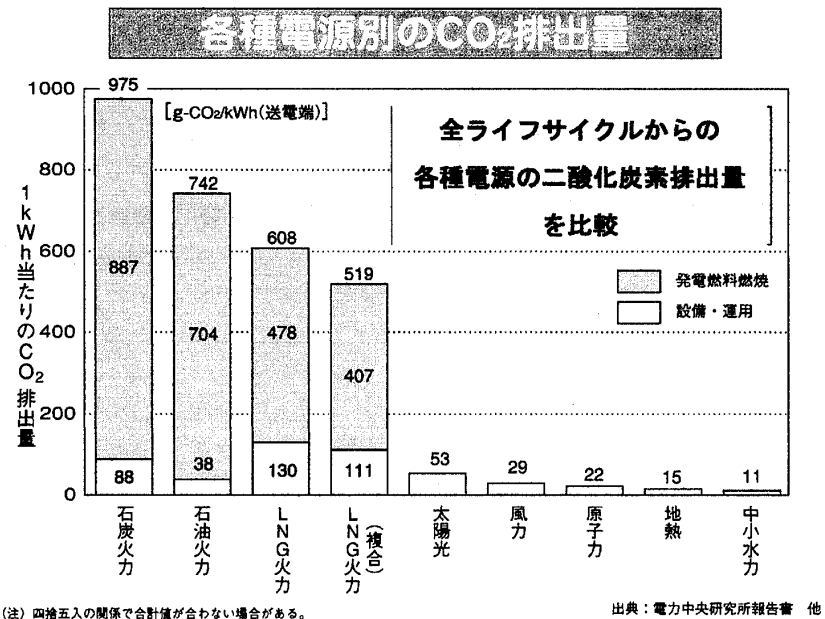
産業革命以降、工業国の経済を支えてきた石炭、石油及び天然ガスは、何億年も前に植物が吸収した炭素を燃焼という作用で二酸化炭素に変化させている。この種の化石燃料を使用する限り、大気・地表・海洋間の二酸化炭素バランスをくずし続けることになる。

第6図に各種電源からの二酸化炭素排出量を示している。同図から明らかなように化石燃料に比べ、原子力並びに再生可能エネルギーである太陽光・風力・地熱及び中小水力の二酸化炭素排出量は極端に少ない。従ってこれらのエネルギーを利用すると、二酸化炭素排出量の削減が可能となり、地球温暖化防止が可能である。

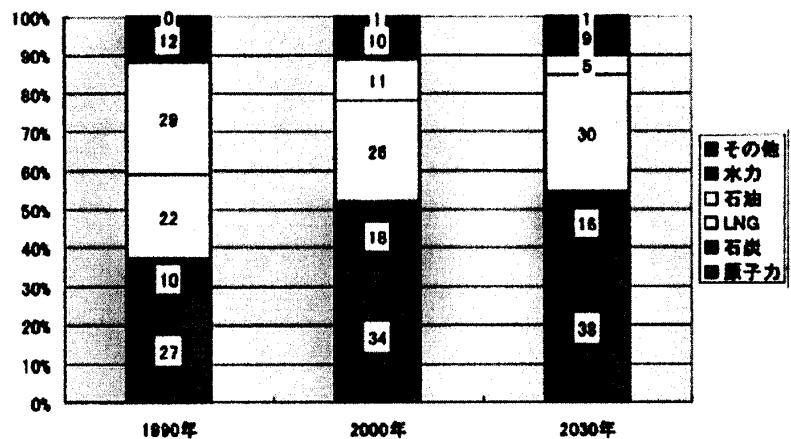
### 5.2. 新エネルギーの問題点

石油発電のコストは 1kWh 当り（以下同じ）11 円、石炭火力と LNG は 6 円、原子力発電は 5 円程度であり、風力は 11 円程度であるが、太陽光は 50 円程度である。再生可能エネルギーの発電コストが大きいという問題は、これからの技術改良により改善されることが期待される。再生可能エ

ネルギーのもう一つの問題点は、大きな設置面積が必要ということである。140 万 kW クラスの原子力発電所 1 基の建設には、0.5km<sup>2</sup>（大飯発電所から推定）で十分であるが、太陽光発電では 100 km<sup>2</sup>（民家の屋根を使うと 300 万家）、風力発電では 350 km<sup>2</sup>（琵琶湖の半分）の面積が必要である。日本には、この巨大な発電適地は存在していないと考えられる。



第6図 二酸化炭素排出量[7]



第7図 発電構成比率[8]

### 5.3.温暖化防止の手段

第7図に、現在、想定されている2030年の発電構成比率（政策決定）を2000年および1900年との対比で示す。同図から次のことが読み取れる。

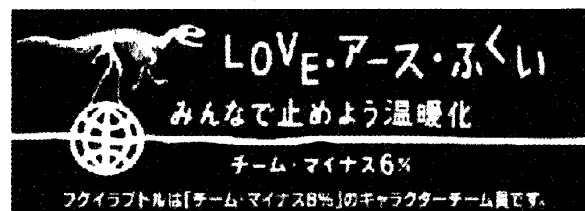
- ① 石炭は、発電コストは小さいが、地球温暖化の原因物質を多く出すため、横ばいとしている。
- ② 天然ガスの構成比率を引き上げる。二酸化炭素排出量の面では、石炭及び石油に比較して優れているが、原子力に比べて劣る。このため、天然ガスの構成比率引き上げは原子力について、2番目とする。
- ③ 二酸化炭素をほとんど排出しない原子力の構成比率の引き上げを大きくする。
- ④ 太陽光、風力などの再生可能エネルギーの構成比率を引き上げることは、現状技術では、ほとんど不可能と判断している。

以上述べたように、現在の技術水準から考えると、地球温暖化防止のためには、原子力の利用推進が最も有力な技術と考えられる。

### 5.4.福井県民の取組み

日本国内において、NPO、NGO等が、平成17年2月16日に発効した京都議定書で国際的に約束した温室効果ガスの6%削減に向け、地球温暖化防止の運動を進めており、これを「チーム・マイナス6%」と呼んでいる。

福井放送(株)と福井テレビジョン放送(株)は、地球温暖化ストップの県民運動「LOVE・アース・ふくい」と「チーム・マイナス6%」との連携を企画提案し、環境省に採択されている。これは、京都議定書の目標を達成するため、参画している福井県民一人ひとりのアクションプランである。その概念は、絶滅した恐竜と同じ道筋を辿りつつある人類を救うために、福井県民のできることを、福井県民が実施していこうというものである。第8図はこのロゴマークであり、福井県で発見されたフクイラブトルが、キャラクターチーム員として登録されている。



第8図 福井県民の取組

### 5.5. 環境省の試み

環境省が地球温暖化防止のために「チーム・マイナス6%」<http://www.team-6.jp/> という国民的プロジェクトを立ち上げている。ここで、マイナス6%とは、平成17年2月16日に発効された京都議定書において、日本が世界に約束した目標値である温室効果ガス排出量6%の削減に由来している。このプロジェクトは、個人もしくは法人・団体を対象とし、インターネット上で登録し、以下の6つのアクションを起こして、温暖化を防止しようとするものである。1、温度調節で減らそう。(冷房の設定温度は28℃、暖房時の室温は20℃にしよう) 2、水道の使い方減らそう。(蛇口はこまめにしめよう) 3、自動車の使い方減らそう。(エコ

ドライブをしよう) 4、商品の選び方で減らそう。(エコ製品を選んで買おう) 5、買い物とゴミで減らそう。(過剰包装を断ろう) 6、電気の使い方で減らそう。(コンセントからこまめに抜こう) などである。福井県は、環境省と共同で以下に示す恐竜化石をデザインしたロゴマークを作成し、テレビのコマーシャル等を通して、温暖化防止のための様々な活動を行っている。[[http://info.pref.fukui.jp/kankyou/love\\_tm6.html](http://info.pref.fukui.jp/kankyou/love_tm6.html)] 本学のマスコットキャラクター「チビラ」も「チーム・マイナス 6%」の一員として登録されると良いと考えられる。

## 6. 結 論

地球温暖化は結果として世界中の人類に様々な形で不都合をもたらすことになるが、そのなかでも最も分りやすい直接的な事象は空気、水について海面上昇であろう。実際地球規模の 5 m の海面上昇は実に 1 億人以上の人々の生活を奪うことになる。海面上昇の原因は海水の熱膨張、及び氷河と氷冠(グリーンランドの氷床、南極の氷床)などの海中への突入である。海面近くに住む人々にとっては顕著な海面上昇が起り始めるずっと以前に地域共生的危機管理が必要になることを強調したい。

## 参考文献

- [1] INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC-IV) Feb.5 (2007)
- [2] 槌田 敦: 日本物理学会 2007 年春季大会 講演概要集 p.385
- [3] アル・ゴア著、枝広淳子訳: An Inconvenient Truth、不都合な真実、ランダムハウス講談社、(2006)
- [4] 小宮山 宏編: 地球工学入門、オーム社 (1992)
- [5] S.S.Jacobs et al: Science 297 (2002) p.386-389
- [6] Google [<http://flood.firetree.net/>]
- [7] 原子力・エネルギー' 日本原子力文化振興財団、(2005)
- [8] 京都議定書目標達成計画' 閣議決定、2005 年 4 月

(平成19年 4 月 5 日受理)