

# 「変電所の環境影響比較」報告書

(株) 東芝

## 1 一般的事項

### 1.1 評価実施者

所属機関: (株) 東芝 電力システム社 電力・社会システム技術開発センター  
電力ソリューション・配電システム開発部

名 前: 野田 英樹

連 絡 先: hideki1.noda@toshiba.co.jp

### 1.2 報告書作成日

2010/04/30

## 2 調査実施の目的

### 2.1 調査実施の理由

変電所は山間部から市街地まで様々な場所に建設され、その形態も屋外変電所や地下変電所など多様である。一般的に、土地の確保が難しい都市部以外では屋外変電所が多く、山間部に建設する場合も多い。屋外変電所に設置する開閉装置には、絶縁媒体に SF<sub>6</sub> ガスを用いるガス絶縁開閉装置(GIS)と、絶縁距離を確保し SF<sub>6</sub> ガスを使用しない気中絶縁開閉装置(AIS)がある。GIS は SF<sub>6</sub> ガスの絶縁性能が高いことから、AIS に比べコンパクト性に優れる。また、AIS は古くから用いられている方式である。

そこで本評価の目的は、145kV 変電所を山間部に建設する場合を想定し、GIS を適用した場合と、旧型 AIS を適用した場合を比較し、GIS の旧型 AIS に対する据付面積削減による環境影響低減効果を、温暖化影響などを中心とした従来の評価に加え、森林利用による生物多様性、一次生産性、および、産業廃棄物廃棄による生物多様性、一次生産性、社会資産の影響を考慮して定量化することである。

### 2.2 調査結果の用途

145kV GIS 変電所と旧型 AIS 変電所の比較において、温暖化影響に加え生物多様性など様々なインベントリに対する分析から環境調和型設計における重要な側面を明確にし、変電所設計のための情報提供を行う。

### 3 調査範囲

#### 3.1 調査対象とその仕様

調査対象は変電所のうち、図 3.1-1 に示す 145kV 開閉装置（5 回線）およびその基礎とする。対象設備は開閉装置(遮断器 CB、断路器/接地開閉器 DS/ES、変流器 CT、変成器 VT、避雷器 LA、ブッシング Bg、架構、電線) とする。

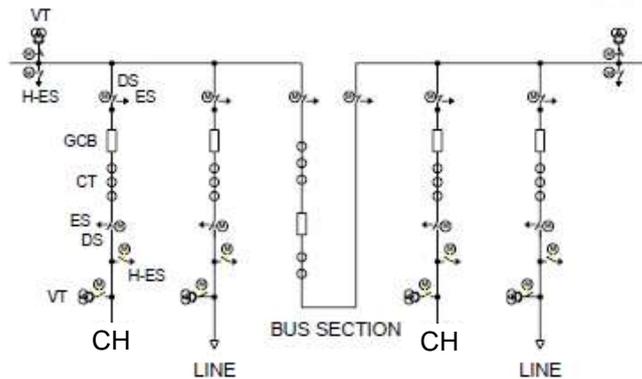


図 3.1-1 145kV 開閉装置単線結線図

開閉装置の仕様は、定格電圧 145kV、定格電流 3,150A、定格短時間耐電流 40kA とする。

#### 3.2 機能および機能単位

変電所（開閉装置と基礎コンクリート）のライフサイクル全体とする。評価条件を表 3.2-1 と表 3.2-2 に示す。また、新旧変電所据付面積比較のイメージを図 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 評価条件（共通条件）

|                             |          |
|-----------------------------|----------|
| 使用期間                        | 30 年     |
| 基礎コンクリート耐用年数                | 90 年     |
| 定格電流                        | 3150A    |
| 負荷率                         | 50%      |
| SF <sub>6</sub> ガスリーク率(運転時) | 0.05%/年  |
| SF <sub>6</sub> ガスリーク率（開放時） | 1%/回     |
| 開放回数                        | 1 回(撤去時) |

表 3.2-2 評価条件

|   | 旧 AIS | GIS | GIS/旧 AIS |
|---|-------|-----|-----------|
| 設備総質量 (t)                               | 80    | 28  | 34.9%     |
| コンクリート量 (m <sup>3</sup> ) <sup>注)</sup> | 350   | 23  | 6.7%      |
| 据付面積 (m <sup>2</sup> )                  | 3,000 | 100 | 3.3%      |
| SF <sub>6</sub> 排出量 (kg/30 年)           | 0     | 29  |           |

注) コンクリート量は耐用年数が GIS の 3 倍であるため、1/3 を計上

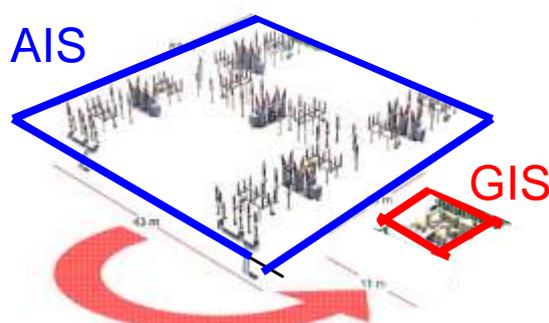


図 3.2-1 変電所コンパクト化イメージ

### 3.3 システム境界

システム境界を図 3.3-1 に示す。基礎造成、製造、通電損失、SF<sub>6</sub> ガスリーク、廃棄段階まで。

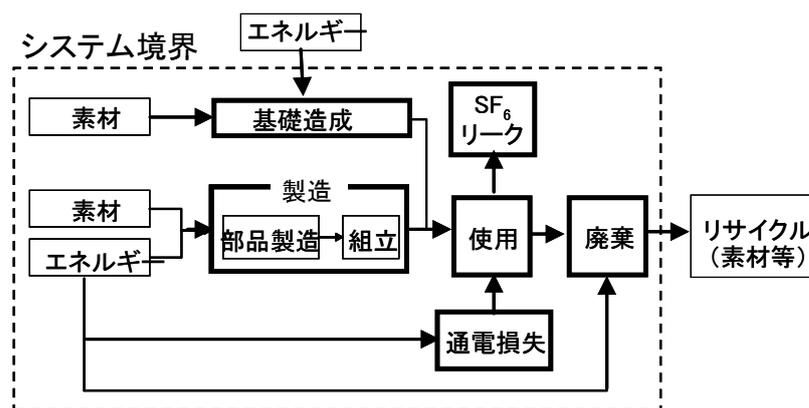


図 3.3-1 システム境界

### 3.4 特記事項 (除外したプロセス・項目等について)

変電所を構成する設備の内、変圧器、2 次側設備、本館建屋&装置、鉄塔は評価に含めて

いない。

## 4 インベントリ分析

### 4.1 フォアグラウンドデータ

基礎造成段階のコンクリート量、材料段階の素材・資源・エネルギーの投入量、使用段階の通電損失、SF<sub>6</sub>ガスリーク率は調査データを用いた。

### 4.2 バックグラウンドデータ

各段階の原単位は Easy-LCA 搭載の 2000 年産業連関法に基づく海外負荷を含むデータベースを利用した。

### 4.3 インベントリ分析対象

表 4.3-1 にインベントリ分析の対象一覧を示す。

表 4.3-1 インベントリ対象

|                    |                 | 単位             |
|--------------------|-----------------|----------------|
| 消費負荷               | エネルギー           | MJ             |
| 大気排出負荷<br>(温室効果ガス) | CO <sub>2</sub> | kg             |
|                    | HFC             | kg             |
|                    | HFC23           | kg             |
|                    | PFC             | kg             |
|                    | SF <sub>6</sub> | kg             |
| 大気排出負荷             | SO <sub>x</sub> | kg             |
|                    | NO <sub>x</sub> | kg             |
|                    | ばいじん            | kg             |
| 水域排出負荷             | BOD             | kg             |
|                    | COD             | kg             |
|                    | SS              | kg             |
|                    | T-N             | kg             |
|                    | T-P             | kg             |
| 資源消費負荷             | 原油原料            | L              |
|                    | 原油燃料            | L              |
|                    | 石炭              | kg             |
|                    | 天然ガス            | kg             |
|                    | 鉄               | kg             |
|                    | 銅               | kg             |
|                    | 鉛               | kg             |
|                    | 亜鉛              | kg             |
|                    | アルミニウム          | kg             |
|                    | マンガン            | kg             |
|                    | クロム             | kg             |
|                    | ニッケル            | kg             |
|                    | 碎石              | kg             |
|                    | 砂利・採石           | kg             |
|                    | 石灰石             | kg             |
| 素材(木材)             | m <sup>3</sup>  |                |
| 土地利用               | 掘付面積            | m <sup>2</sup> |
| 廃棄                 | 設備              | kg             |
|                    | 基礎              | m <sup>3</sup> |

## 5 インパクト評価

### 5.1 対象とした評価ステップと影響領域

インパクト評価は日本版被害算定型影響評価手法 LIME2 を利用し、特性化、被害評価、統合化の 3 ステップについて評価を実施した。各ステップにおいて評価対象とした影響領域について表 5.1-1 に示す。保護対象は人間健康、社会資産、一次生産、生物多様性である。土地利用では森林を対象とし一次生産性と生物多様性を考慮、基礎と設備の廃棄では、社会資産、一次生産、生物多様性を考慮した。

表 5.1-1 評価対象とした環境影響領域と評価ステップ

|             | 特性化 | 被害評価 | 統合化 |
|-------------|-----|------|-----|
| 資源消費（エネルギー） | ○   | ○    | ○   |
| 資源消費（鉱物）    | ○   | ○    | ○   |
| 地球温暖化       | ○   | ○    | ○   |
| 都市域大気汚染     |     | ○    | ○   |
| オゾン層破壊      |     |      |     |
| 酸性化         | ○   | ○    | ○   |
| 富栄養化        | ○   | ○    | ○   |
| 光化学オキシダント   | ○   | ○    | ○   |
| 人間毒性        |     |      |     |
| 生態毒性        |     |      |     |
| 室内空気質       |     |      |     |
| 騒音          |     |      |     |
| 廃棄物         | ○   | ○    | ○   |
| 土地利用        | ○   | ○    | ○   |

## 5.2 インパクト評価結果

### 5.2.1 特性化

GIS 変電所と旧 AIS 変電所の温暖化の特性化結果を図 5.2-1 に示す。ここで、計上したインベントリは CO<sub>2</sub>、HFC、HFC23、PFC、SF<sub>6</sub> である。

旧 AIS 変電所では通電損失、GIS 変電所では SF<sub>6</sub> リークがそれぞれ支配的な項目となり、前者が後者に対して倍以上に大きいことが明らかとなった。これにより、全体では GIS 変電所の環境影響は旧 AIS 変電所の 38% となった。その他の影響では、設備材料 (CB~電線/Bg)、基礎となる。

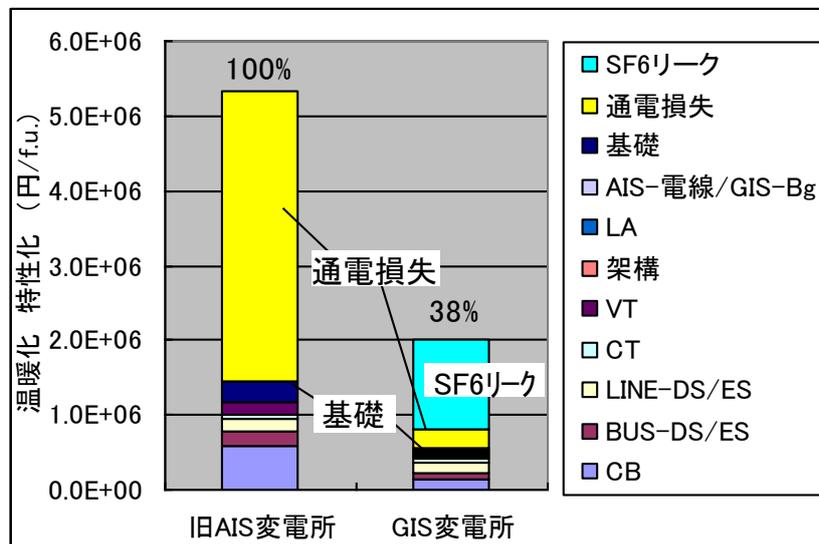


図 5.2-1 特性化結果 (温暖化)

## 5.2.2 被害評価

図 5.2-2～図 5.2-5 に4つの保護対象に対する被害評価結果を示す。全ての保護対象で旧AISに対しGISの影響が小さい。一方で、人間健康とそれ以外の保護対象で傾向が異なる。これは基礎廃棄と森林利用などが人間健康では効いてこないことによる。

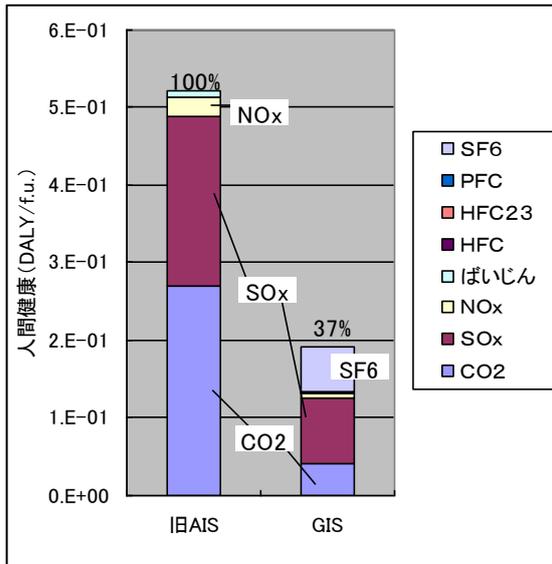


図 5.2-2 被害評価結果 (人間健康)

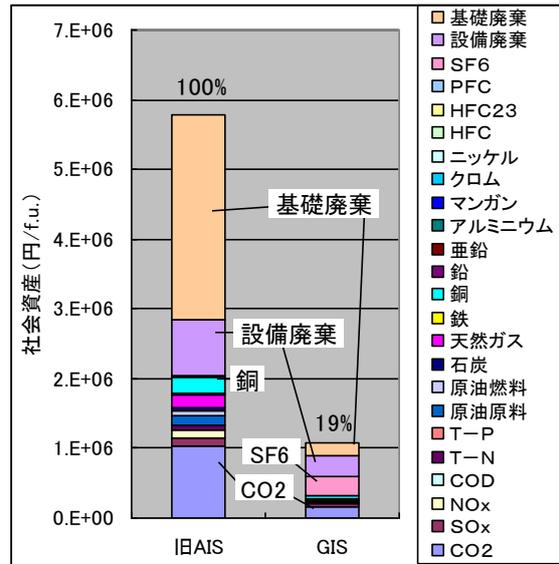


図 5.2-3 被害評価結果 (社会資産)

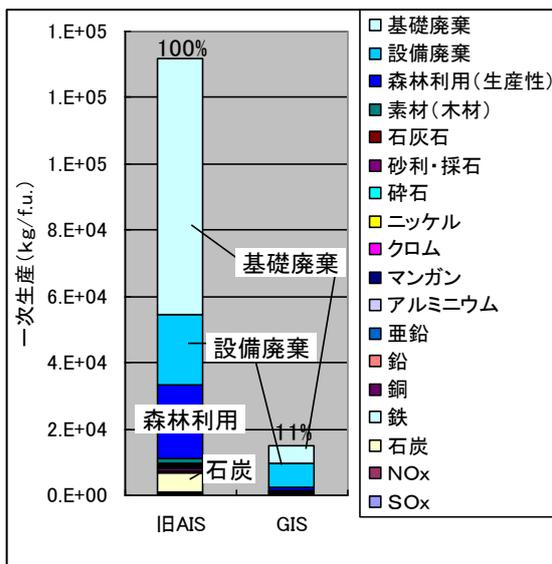


図 5.2-4 被害評価結果 (一次生産)

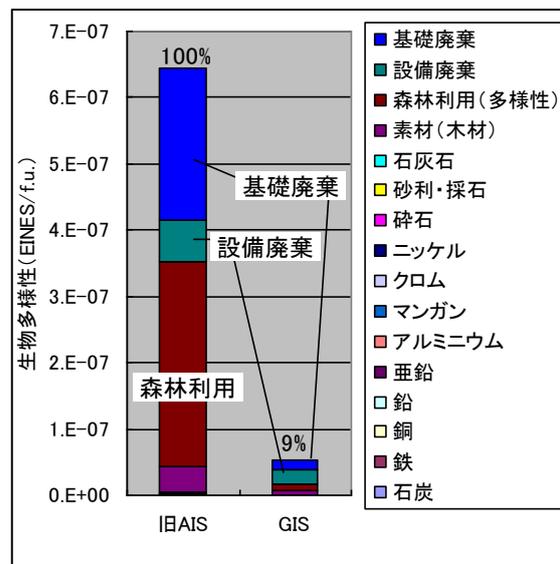


図 5.2-5 被害評価結果 (生物多様性)

### 5.2.3 統合化

統合化結果を図 5.2-6 に示す。GIS 変電所の環境影響は旧 AIS 変電所に比べ 20%に改善する。(a)はプロセス別（材料、土地利用、運転、廃棄別）の表示である。旧 AIS 変電所の基礎廃棄、通電損失、土地利用の影響が GIS 変電所の SF<sub>6</sub> ガスリークに比べて大きい。このことから、SF<sub>6</sub> ガスを用いた開閉装置の据付面積削減が環境影響面で効果的であることが分かる。(b)の機器別表示では旧 AIS 変電所の電線の通電損失の影響が大きいことが分かる。(c)のインベントリ別表示では旧 AIS 変電所では基礎廃棄や土地利用の影響が大きく、GIS 変電所では SF<sub>6</sub> や SO<sub>x</sub> の影響が大きい結果となった。

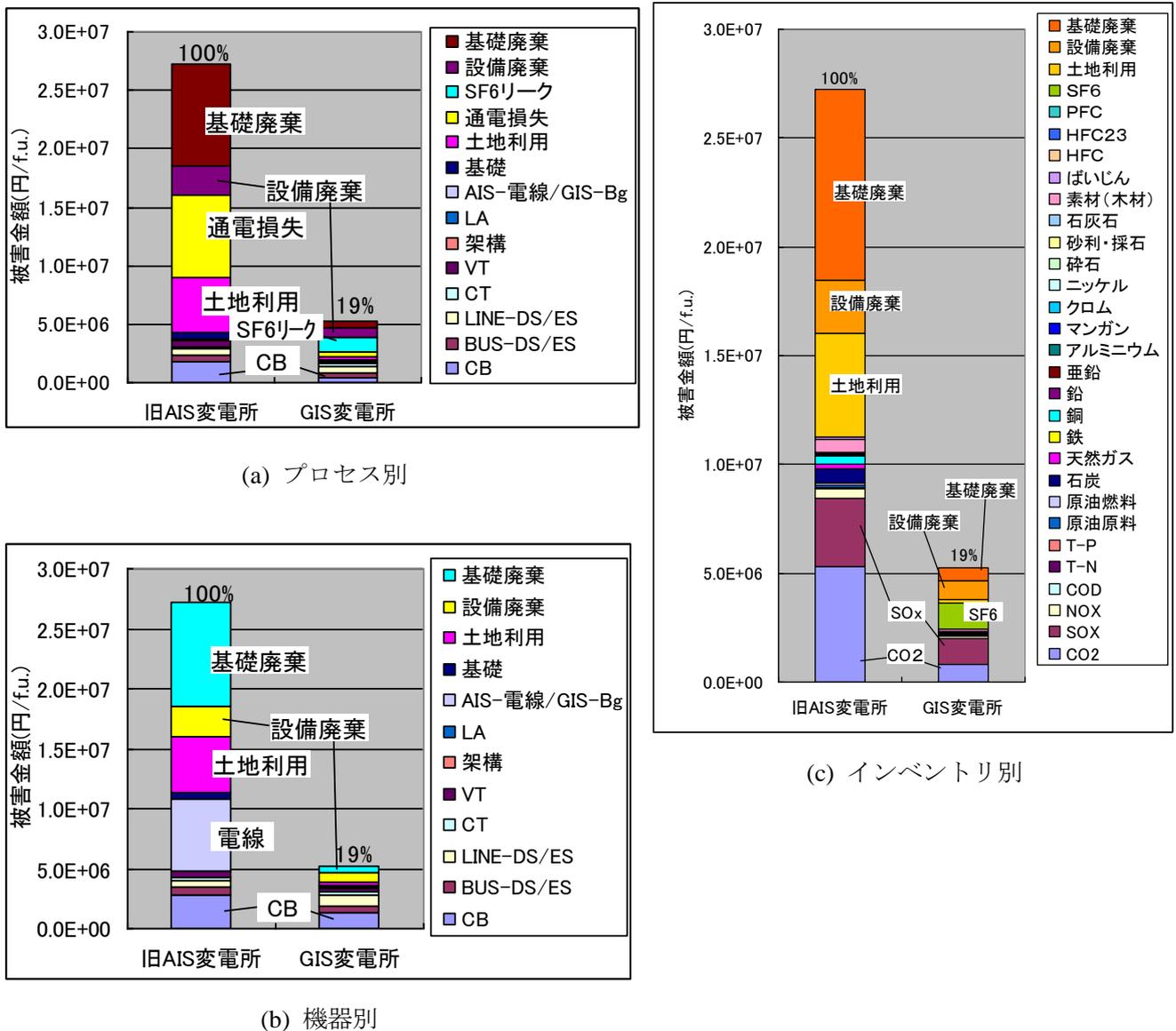


図 5.2-6 統合化結果

図 5.2-7 には各保護対象別の比較を示す。ここから、旧 AIS 変電所、GIS 変電所共に生物多様性、人間健康、社会資産、一次生産の順に影響が大きいことが分かる。

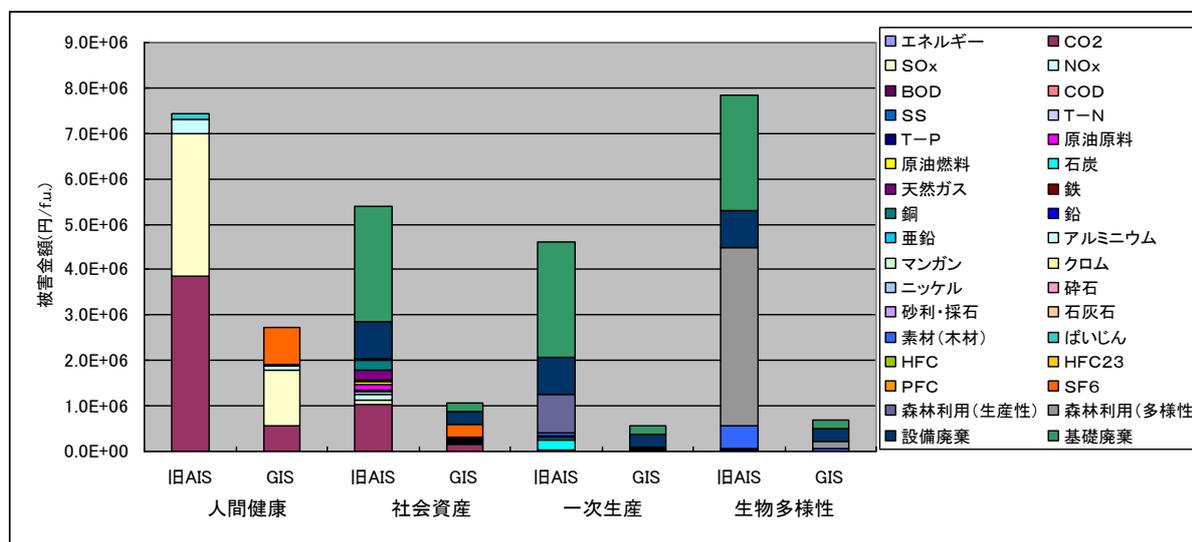


図 5.2-7 統合化結果 (保護対象別)

#### 5.2.4 温暖化による特性化結果と統合化結果の比較

図 5.2-1 と図 5.2-6 の比較から、GIS 変電所の環境影響は旧 AIS 変電所に比べ温暖化による特性化の場合は 38%であるのに対し、統合化した場合には 19%となり、倍程度異なることが明らかとなった。この主な要因は、土地利用と基礎廃棄に関する影響が温暖化による特性化の段階では計上されないためである。ここから、土地利用が大きく異なる設備間の比較では、GHG 評価だけでは、重要なポイントを見落とす可能性があり、生物多様性や一次生産性の影響も可能な限り計上することが望まれる。

## 6 結論

### 6.1 調査結果のまとめ

145kVのGIS変電所と旧AIS変電所を対象としてライフサイクル(土地造成(1/3を計上)、製造、使用(30年50%負荷)、廃棄)全体での環境影響を定量化した。

変電所に関わる影響としては主に旧AIS変電所の基礎廃棄、通電損失、土地利用が大きな割合を占めた。それらはGIS変電所のSF<sub>6</sub>ガスリークに比べ十分に大きく、SF<sub>6</sub>ガスを用いた開閉装置の据付面積削減効果が環境影響面で効果的であることが明らかとなった。また、旧AIS変電所の電線の通電損失はGISの内部導体に比べて大きく、50%負荷で30年の運転した場合には、主要な環境影響となることが明らかとなった。

統合化した場合と温暖化による特性化段階の結果比較ではGIS変電所の環境影響は旧AIS変電所に対し前者が19%、後者が38%となり、土地利用が大きく異なる設備間の比較では、温暖化影響の評価に加え生物多様性や一次生産性の影響も評価することが望ましいことが分かった。同時に、生物多様性や一次生産性に関するデータ整備も望まれる。

### 6.2 限界と今後の課題

今回の評価では評価対象としたプロセス(基礎造成、材料調達、製造、運転、廃棄)の網羅性については重要なプロセスをカバーしており、結果の妥当性は担保できていると考えられる。一方、影響が大きいコンクリート材や廃棄段階の評価はバックグラウンドデータを用いており、結果に与える影響度は不明であるが、可能な場合にはフォアグラウンドデータの適用が望まれる。また、旧AIS変電所で影響の大きい通電損失において、負荷率は変電所の運用条件で左右されるため、運用状況を調査して条件を設定することが望ましい。

以上